

RFID 重大工程 与国家物联网

INTERNET OF THINGS

第4版

宁焕生 王睿◎著

关注十二五重点领域
阐述物联网最新定义及其与传感网区别
剖析发达国家的物联网发展战略
探索国家物联网建设
研究行业物联网规划与运营
评价应用物联网的发展
统计我国政府近年来在物联网领域资助的项目





宁焕生

北京科技大学，计算机与通信工程学院计算机科学与技术系教授，博导，IEEE Senior Member。在物联网方面的工作主要包括：

◎ 研究并执笔“构建中国物流互联网（物联网）工程建议书”（后来形成两会提案），2004年底。

- ◎ 在国内外发表物联网学术论文十余篇；编著《RFID与物联网——射频、中间件、解析与服务》；2008年4月；编著《RFID重大工程与国家物联网》，2009年1月第1版 / 2010年9月第2版 / 2011年12月第3版（教材）；2010年春季在北航首开物联网方面的公选课；授权发明专利10项。
- ◎ 开展物联网架构、安全及感知建模等研究，提出U2IoT（Unit IoT and Ubiquitous IoT）未来物联网架构模型；开展航空安全、国家粮食管理、奥运食品安全与追溯等物联网工程的产学研合作；为众多企业提供过物联网咨询服务。
- ◎ 承担过多项国家级科研课题和产学研合作项目，包括国家自然科学基金项目（面上项目3项和国际交流项目1项），973子专题、863课题，以及产学研等各类项目多项。
- ◎ 应邀参加国家自然科学基金委第62期双清论坛并作报告（2011年5月）；多次应邀参加工信布等相关部委召开的关于物联网发展的研讨会。
- ◎ 应邀参加中欧、中日物联网双边研讨会；担任Advances in Internet of Things期刊编辑（2012~）；应邀担任Journal of Universal Computer Science(JUCS) Special Issue on Internet of Things的Guest Editor（2011）；应邀参加《The internet of things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems》(Auerbach Publications, Taylor & Francis Group)一书的编辑（2006）；担任iThing2011国际物联网大会Workshop Chair，iThings2012国际物联网大会Workshop Chair，以及CIT' 12的Track Chair（CPS and Internet of Things）。



王睿

2007年于西北工业大学获得博士学位，同年加入中国科学院计算技术研究所，先后担任助理研究员、副研究员，2013年由国家留学基金委资助赴莱斯大学留学访问，2014年加入北京科技大学从事教学和科研工作。

长期从事物联网、智能感知的研究，重点研究协同处理和信息融合技术，并在传感器网络协同信息处理、移动目标的检测、跟踪和识别等方面取得创新性研究成果。

RFID 重大工程与国家物联网

第4版

宁焕生 王睿 著



机械工业出版社

本书第1版于2009年1月出版,第2版于2010年9月出版,第3版于2011年12月出版,第4版主要内容包括:

- 关注“十二五”物联网发展的重点领域;
- 阐述物联网新的定义、国内外发展状况、物联网与传感网等概念的关系;
- 剖析一些国家的物联网发展战略;
- 探索国家物联网建设,研究行业物联网规划与运营,评价应用物联网的发展等;
- 统计我国政府近年来在物联网(含RFID)领域资助的项目。

本书共分5个部分:认识物联网、国家物联网规划与运营、物联网相关技术、物联网典型应用、RFID技术和应用。附录统计了近年我国政府支持的物联网和RFID方面的项目。

本书从技术、管理及决策等方面提供了翔实的资料和作者的一些观点,对关心和从事物联网工作的政府决策人员、企业经营人士、研发和科技爱好者具有很好的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

RFID重大工程与国家物联网/宁焕生,王睿著. —4版. —北京:机械工业出版社,2015.6

普通高等教育“十二五”物联网专业规划教材
ISBN 978-7-111-50905-9

I. ①R… II. ①宁…②王… III. ①无线电信号-射频-信号识别-应用-高等学校-教材 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第168356号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:林春泉
版式设计:霍永明 责任校对:陈秀丽 刘秀丽
封面设计:鞠杨 责任印制:刘岚
北京京丰印刷厂印刷

2015年8月第4版·第1次印刷

205mm×255mm·20.5印张·505千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-50905-9

定价:59.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

序

在“物联网”时代，道路、房屋、电缆、管道、车辆等各类物品，甚至动物，将与芯片、宽带等连接起来，这个巨大的网络不仅可实现人与物的通信和感知，而且也可实现物与物之间的感知、通信和相互控制。自2009年我国政府提出发展物联网的战略目标后，“物联网”一时成为社会热点，迅速得到了地方各级政府、企业和学术界的广泛关注。由于物联网建设涉及未来网络和信息资源的掌控与利用，并且建设物联网还能够带动国内一系列相关产业的自主创新能力和国际竞争力的提高，因此加快物联网技术的研发，促进物联网产业的快速发展已成为国家战略需求。

目前，美国、欧盟、日本等国家和联盟都在研究物联网；我国政府在高度重视物联网建设的同时，希望积极参与国际物联网的设计、规划和标准制定，掌握一定的物联网时代的世界话语权，占领下一代信息技术领域的制高点。

物联网有望在很多民用领域取得大规模的应用，如交通、金融、物流、医疗、农业、制造业等。同时物联网在国防、航空航天等领域也有广泛的应用，例如在航空领域，物联网有望在空中交通管理、空天地网络通信与应用、低空空域安全管理与救援、机场安全管理、飞机设计制造和维修、航空物流等方面得到大规模应用，这是工信融合，尤其是空天信融合的典型范例。随着信息通信技术日新月异地发展，可穿戴技术与脑联网的应用也渐渐融入人们的生活，这也是物联网发展的一个势不可挡的趋势。

基于物联网的广阔应用前景，其被冠以第三次信息产业浪潮，有望成为下一个重要的信息产业引擎。结合中国发展物联网的特色和需求，以及技术和产业发展动态，本书以共性技术和典型应用为出发点，详尽描述了物联网（包括RFID）概念、发展现状、技术和应用，尤其是作者通过多年研究总结出的发展物联网的一些独到见解，可为从事本领域的研发人员和企事业单位提供参考。

毛凌锋
北京科技大学
2015年4月

前言

在本书第1、2、3版推出后，我们从读者和工业界获得了很多有价值的反馈，此间我们同很多决策者、研究者和执行者进行了大量的交流。基于前三版成功的经验，结合发展现状，以及作者对物联网新的研究成果和体会，形成第4版。

本书第一部分内容针对物联网的定义、内涵进行了由浅入深的论述。共分三章，分别从基本认识、深入了解（包括对人们容易产生混淆的问题做了详尽的解答），以及对物联网的新认识进行了讨论。

第二部分是关于物联网的规划与运营，共分两章。第4章对各种关于物联网决策和运营方面的敏感问题进行了讨论；第5章讨论了规划与运营问题，既涉及企业及应用层面，也涉及行业和国家，甚至国际层面。

第三部分分三章对物联网技术进行概述。第6章介绍了早期典型物联网（EPC）技术；第7章从架构、感知、网络、处理等分层结构角度介绍了当前物联网涉及的部分关键技术；第8章从信息物理融合空间角度梳理了目前物联网的主要支撑技术。

第四部分详细介绍了物联网的一些应用领域。第9章结合“十二五”政策导向的重点领域进行了讨论；第10章围绕航空航天领域的物联网应用进行了论述；第11章针对前沿领域可穿戴和脑联网进行了解读。

第五部分重点介绍了RFID技术和应用。分别从RFID概念、RFID关键技术、RFID典型应用等方面进行了介绍。

本书对第3版的附录进行了系统更新，力图为读者介绍国家在各方面对物联网的支持内容和力度，也包括一些中外发展物联网的动态信息。

本书可为从事物联网工作的人员提供参考。在编写过程中，参考了许多国内外新近的相关资料，引用了本领域已有的一些研究成果和文献，在此向原作者表示由衷的谢意。

感谢机械工业出版社电工电子分社林春泉编审对本书的出版和再版给予的指导和支
持。

由于作者的学识水平有限以及时间仓促，加之物联网技术发展迅速，书中可能有很多不完善和不合理之处，敬请读者有选择性地参考。

作 者

2015 年 4 月于北京科技大学

目录

序
前言

第一部分 认识物联网

第1章 初识物联网的一些花絮	3
1.1 印象物联网	3
1.2 有没有直观的例子让我们见识一下理想中的物联网	4
1.3 物联网对未来的影响	5
1.4 小结	6
1.5 思考题	6
参考文献	6
第2章 深入了解物联网的内涵	9
2.1 简单地理解物联网概念	9
2.2 物联网概念演进的历史	10
2.3 关于物联网分层结构的认识	11
2.4 物联网在国内外的的发展现状	12
2.4.1 物联网在国外的的发展	12
2.4.2 物联网在国内的发展	13
2.4.3 物联网在全球的应用概况	14
2.5 物联网与RFID、EPC的关系	15
2.6 物联网与传感网、M2M、云计算等概念的关系	16
2.7 小结	17
2.8 思考题	17
参考文献	18
第3章 给未来物联网下定义	21
3.1 感知和控制能力	21
3.2 网络基础设施	22
3.3 拟人的智慧和超级信息处理能力	23
3.4 小结	23
3.5 思考题	23
参考文献	23

第二部分 物联网：规划与运营

第4章 关于物联网敏感问题的讨论	27
------------------------	----

4.1	美国发展物联网的战略策略是什么	27
4.2	欧盟发展物联网的战略策略特点是什么	28
4.3	冷静看待 IBM 智慧地球的概念和宣传	29
4.4	怎样认识我国物联网专业（学科）建设和人才培养问题	30
4.5	传感网究竟是不是物联网	31
4.6	中国的物联网发展是否过热	31
4.7	如何正确看待目前对物联网的商业价值预测	32
4.8	运营商在物联网发展中的角色	32
4.9	三网融合部署与发展物联网	32
4.10	发展物联网的重要意义与商业前景	33
4.11	小结	33
4.12	思考题	34
	参考文献	34
第 5 章	如何发展物联网：规划与运营	37
5.1	我国物联网发展出现了哪些问题	37
5.2	我国物联网建设所面临的主要挑战	39
5.3	对企业进入物联网产业的若干建议	39
5.4	对行业物联网发展的一些看法	41
5.5	国家物联网	42
5.5.1	建设国家物联网的必要性	42
5.5.2	对国家实施物联网发展战略的一点建议	42
5.5.3	国家物联网管理模式探讨	45
5.6	关于物联网建设的思考	47
5.6.1	政府在未来物联网产业发展中的定位问题	47
5.6.2	有限的财政支出如何更有效地支持物联网产业的发展	47
5.7	全球物联网	48
5.8	小结	48
5.9	思考题	48
	参考文献	48

第三部分 扫描物联网相关技术

第 6 章	早期典型物联网之一——EPC 介绍	53
6.1	早期物联网概述	53
6.2	EPC 系统	53
6.2.1	EPC 系统的名称解析服务	54
6.2.2	中间件技术	56
6.2.3	信息发布服务	59
6.2.4	EPC 系统工作流程举例	91

6.3	小结	62
6.4	思考题	62
	参考文献	63
第7章	物联网关键技术	65
7.1	物联网感知技术	65
7.1.1	传感器技术概述	65
7.1.2	传感器技术未来发展	66
7.2	物联网体系架构	68
7.2.1	概述	68
7.2.2	国内外研究现状	68
7.2.3	未来研究重点	70
7.3	物联网通信技术	71
7.3.1	通信模式	71
7.3.2	通信速度	72
7.4	物联网网络技术	74
7.5	物联网网络发现及搜索引擎	78
7.6	物联网数据处理技术	79
7.6.1	网格计算与云计算	79
7.6.2	海量数据处理	80
7.7	物联网管理	82
7.8	物联网信息融合技术	83
7.8.1	什么是信息融合	83
7.8.2	信息融合的功能模型	84
7.8.3	物联网信息融合的必要性	86
7.8.4	物联网信息融合的特点与挑战	87
7.8.5	物联网信息融合技术的应用	89
7.9	物联网的安全与隐私	90
7.9.1	具体安全问题	91
7.9.2	安全机制	93
7.10	小结	93
7.11	思考题	94
	参考文献	94
第8章	从信息物理空间融合角度梳理物联网的主要支撑技术	99
8.1	资源管理	100
8.2	循环控制驱动	100
8.3	会话管理	101
8.4	时空一致性	101
8.5	安全和隐私	101
8.6	能源管理	102

8.7 频谱管理	102
8.8 纳米技术	103
8.9 量子技术	103
8.10 大数据	103
8.11 小结	104
8.12 思考题	104
参考文献	104

第四部分 概述物联网应用

第9章 “十二五”国家重点支持的部分应用领域	109
9.1 智能电网	109
9.2 智能交通	114
9.2.1 城市交通动态监控及安全监管	114
9.2.2 稀疏路网监控与救援物联网	114
9.3 智能物流	115
9.3.1 内河航运物联网	116
9.3.2 远洋运输物联网	116
9.3.3 冷链物联网	117
9.3.4 特种货物物流物联网	118
9.4 智能家居	118
9.5 环境与安全检查	119
9.5.1 物联网在地质灾害监测预警领域的应用	120
9.5.2 物联网在环境监测领域的应用	120
9.5.3 物联网在天气预报及遥感领域的应用	120
9.5.4 物联网监控垃圾	121
9.5.5 物联网监控移动通信基站机房运行	122
9.5.6 物联网监控烟花爆竹	123
9.6 工业与自动化控制	124
9.6.1 工业生产管理	124
9.6.2 生产过程自动化控制	124
9.7 医疗健康	124
9.7.1 健康监护	125
9.7.2 医疗器械及医疗过程管理	130
9.7.3 医药产品管理	130
9.7.4 医疗环境监控	132
9.8 精细农牧业	132
9.8.1 现代农业	132
9.8.2 畜牧业管理	134

9.9 金融与服务业	135
9.9.1 金融监控与预测物联网	135
9.9.2 民航乘客服务物联网	136
9.10 国防军事	137
9.10.1 国土边境安全	137
9.10.2 军事领域	137
9.10.3 网电空间战	138
9.11 小结	141
9.12 思考题	141
参考文献	141
第 10 章 物联网在航空航天领域的应用	145
10.1 航空领域	145
10.1.1 机场安全与运营物联网	145
10.1.2 物联网在低空空域安全救援中的应用	146
10.1.3 物联网在大飞机制造及其物流中的应用	146
10.1.4 航空物流物联网	148
10.1.5 基于空天地网络的航空支撑物联网	148
10.2 航天领域	150
10.2.1 物联网与航天产业链	150
10.2.2 物联网与航天器飞行过程	151
10.3 小结	152
10.4 思考题	152
参考文献	152
第 11 章 可穿戴技术与脑联网的应用	155
11.1 可穿戴设备	155
11.2 可植入设备	158
11.3 体联网	160
11.4 脑联网	161
11.5 小结	164
11.6 思考题	164
参考文献	164

第五部分 RFID 原理、技术和重大工程应用

第 12 章 RFID 概述	169
12.1 了解 RFID	169
12.2 RFID 国内外发展现状	172
12.3 小结	173
12.4 思考题	173

参考文献	173
第 13 章 RFID 系统关键技术	175
13.1 读写器	175
13.2 标签	178
13.3 RFID 编码及转换	179
13.4 RFID 防碰撞技术	185
13.4.1 多标签防碰撞	185
13.4.2 多读写器防碰撞	189
13.5 RFID 射频网络管理	191
13.6 RFID 空中接口协议及其安全性	195
13.6.1 RFID 空中接口协议概述	195
13.6.2 RFID 系统安全隐患	199
13.6.3 RFID 系统安全需求	200
13.6.4 RFID 系统安全机制	201
13.6.5 RFID 系统安全的新方向	206
13.7 小结	207
13.8 思考题	207
参考文献	207
第 14 章 RFID 技术在典型重大工程中的应用	211
14.1 身份标识类	211
14.1.1 RFID 在票证防伪领域的应用	211
14.1.2 RFID 在身份证中的应用	213
14.2 安全防伪类	215
14.2.1 酒类防伪	215
14.2.2 烟类防伪	218
14.3 流通类	219
14.3.1 RFID 民航行李管理解决方案	220
14.3.2 RFID 民航行李管理工作流程	221
14.3.3 民航行李 RFID 编码	224
14.4 其他一些典型 RFID 应用系统举例	228
14.4.1 RFID 食品安全管理	228
14.4.2 危险品管理与 RFID	232
14.4.3 RFID 在交通方面的应用	233
14.4.4 RFID 在邮政行业的应用	243
14.4.5 RFID 未来发展和重要应用	243
14.5 小结	244
14.6 思考题	244
参考文献	244
附录	247

附录 A 部分国外物联网重要事件	247
附录 B 欧盟与中国物联网合作与交流	249
附录 C 中国射频识别 (RFID) 技术政策白皮书选段	250
C.1 中国发展 RFID 技术战略	250
C.2 中国 RFID 技术发展及优先应用领域	252
C.3 中国推进 RFID 产业化战略	253
附录 D 国家各部委近年来资助 RFID 相关技术发展的项目	254
D.1 国家发改委资助项目	255
D.2 863 计划 RFID 项目	257
D.3 工业和信息化部电子信息产业发展基金项目	260
D.4 国家科技支撑计划 RFID 项目	262
D.5 国家自然科学基金资助项目	264
D.6 科技型中小企业技术创新基金项目	270
附录 E 2010 ~ 2011 年我国政府对物联网领域的项目支持清单	281
E.1 科技部 973 计划物联网项目	281
E.2 国家自然科学基金项目	282
E.3 新一代无线移动通信网国家科技重大专项	296
E.4 科技中小型企业创新基金立项项目	297

第一部分 认识物联网



第1章 初识物联网的一些花絮

本章要点

- 物联网的概念
- 物联网对未来的影响

现阶段，一些物联网的应用正在开展。这些应用一方面让人对物联网有了一定的感性认识，另一方面也让人很困惑：难道传说中的物联网是如此的俗套？不过是一些监控系统、控制系统、检测网络、传感网络、自动识别的应用而已。

1.1 印象物联网

可能你仅知道“物联网”这个名字，出于好奇心，你想深入了解它究竟是什么。

可能你对物联网已经有点了解，但当你咨询比较了解物联网的人时，你并没有获得一个关于物联网的清晰答案。

也可能你已经大致了解物联网了，但对其概念还不十分明了，起码别人问你“物联网是什么”的时候，你一时解释起来还十分费劲，而且在你努力解释之后，自认为把概念说清楚了，而听众仍然不知所云。

当遇到以上情况时，请别着急，现状就是这样。一方面真正的物联网离我们还很远，很多科学问题都还需要进一步地研究和实践才能回答；另一方面物联网又离我们太近，甚至很多人都说自己在从事物联网方面的工作，但一深入交流其所做的物联网内容时，要么说的是传感网，要么说的是智能系统或自动监控系统，总之不是你想要的答案。这一太远和太近形成了强烈的反差，让很多人很不适应。

为什么用简明、易懂的几句话把物联网的概念给大众讲清楚比较困难呢？

原因是：现实生活中很难找到一个很好理解的例子，来准确全面地描述未来物联网的概念和功能。那么类似物联网的产品在某一具体领域的应用有没有呢？当然有，而且非常多，比如众多的监控系统、传感器应用等等，但这些局部的、零散的概念，对你来说有点像盲人摸象，不能给你展现一个崭新的、完整的物联网愿景和理念。所以你可能带着很高的期望去听一些关于物联网的讲座，听完之后你又觉得失望，“这有什么呀，不就是传统的信息系统 + 监控系统 + 传感系统吗？充其量是包装了一下，炒炒概念而已。”

我曾听一位业内人士说他的亲身经历，某国际知名大公司的中国区总裁在一次高规格的大会上，对着众多的听众兴致勃勃地讲完他们的物联网解决方案之后，台下有一位看上去比较资深的 IT 人士“噌”地就站起来了，公开反驳道：“纯粹是胡说八道，蒙人的，炒概念，这不就是一般的信息系统吗？”弄得场面很尴尬。还有一次，我听一位央企的信息主管说，2009 年末，他们单位领导有一次去开会，领导的领导说到“物联网如何重要而且要重视”。领导回来后，马上责成他找了一位专家来做讲座，讲完之后大家的反应是出奇的一致：物联网有什么呀？不过是一堆现有技术的堆砌。有可能专家确实没讲好，但如果没有长期的研究，在那个时候讲清楚物联网是怎么一回事，也不是一件容易的事。

照这么说，本书还能给您提供什么有价值的信息呢？

有，原因在于：一是基于作者多年的研究和体会，结合与国内外同行交流的经验，本书可以回答一些关于物联网的现状、概念和内容，以及站在国家、企业和研究的角度提出一些作者的看法，对研究和发​​展物联网有一些帮助。但本书不是一本严格意义上的物联网技术专著。二是本书是在前三版的基础上，结合发展而修改的，融合了读者和同行的反馈，已经成为同行的一个交流想法和经验的渠道。

1.2 有没有直观的例子让我们见识一下理想中的物联网

多年以来，我们在研究物联网的过程中，一直想找一个较为理想的物联网例子来展现给大家，这个工作比较困难。好在现在数字技术和电影结合起来，能够将很多想像的东西以科幻电影的方式为我们逼真地展现出来，我这里将其列举出来还得感谢电影人。

在好莱坞大片《终结者 2018》中，一个主要角色“天网”就是一个理想的物联网案例。“天网”几乎满足物联网所有的特征：首先是全面感知，它通过各种各样的传感器来感知外界的信息，监视“敌军（人类

的部队)”的一举一动；其次是可靠传输，“天网”的通信绝对一流，超宽带当然不在话下，其网络还有强大的自组织、自修复、自搜索的功能；然后是高度智能，智能到可以和人类智能抗衡，它可以主动去感知物理世界，并自由地操控它自身的任何组成部分（机器战士、各类武器等），能够智能感知、智能组织和决策。影片中将“天网”拟人化了，比如“天网”在和人对话时，就可以通过在屏幕上显示一个人像来和人进行对话。应该说物联网的各方面技术，在这部影片里都直接或间接地呈现在我们面前。

你可能会问，这样一个超级智能、厉害无比的拟人系统，怎么最终被人类打败了呢？这要看编剧的巧妙了，除了在故事情节上做了特意安排，还为“天网”设计了一个致命的死穴，那就是整个“天网”的中心高度依赖核燃料电池，一旦核燃料电池库被破坏，“天网”就不攻自破，试想如果“天网”依靠的是分布式的大自然绿色能源（太阳能、风能等）的话，那么由人类部队打败“天网”的难度就要大很多。

当然，在这部影片中，故事情节设计的“天网”是敌视人类的，这种敌视人类的行为是特意设计的，而不是物联网特有的。抛弃故事情节而言，它所描绘的“天网”从技术上来讲是一个展现物联网很好的例子。当然，我们设计的各种各样的物联网还是希望能为我们所用并且是可控的。这个影片确实也展现了物联网的安全问题，一旦一个高度智能的物联网失控了，或者被他人侵入或掌控，物联网的负面作用也就不言而喻了，因此物联网的安全始终是一个伴随物联网研究和应用的重大课题。

1.3 物联网对未来的影响

物联网把信息技术、传感器技术等技术加以综合，应用于各个行业、各个产业。物联网可以覆盖地球万事万物，使世界真正变成地球村，将极大促进全球化的发展，可能将使国与国之间的关系发生重大变化。将来只有掌握物联网关键和核心技术的国家才能具有主导权，也更利于其自身的信息安全。

物联网使人们能够随时监控处于庞大网络中的物品运行情况，从而实现对物的智能化、精确化管理与操作。比如，物联网应用于物流行业，物品流向就不再需要人工搜索，而能够达到实时监测和自动汇报；物联网应用于电力行业，可以实现高效动态地发电、输电、储电、配电和用电；物联网应用于公共安全领域，可以使国家相关部门对重点安全区域实现实时的智能监控等等。

物联网的发展不仅能提高生产质量，实现有序、高效的物品流通以及

更加合理的资源配置,大大提高消费安全指数,而且将催生新兴产业、新的就业岗位。可以说,物联网的发展将使包括生产和流通等在内的众多领域发生革命性的突变,使劳动产品更多地具有人的智慧,进而促进生产力和生产方式的变革。

物联网对人们的社会生活方式也将产生深刻影响。物联网将建立起人与物、物与物的充分沟通,达到人与物、物与物的智能化交流,这给人们的生活带来了极大的便捷和影响:例如,当司机出现操作失误时汽车会自动报警,公文包会提醒主人忘带了什么东西,衣服会告诉洗衣机对颜色和水温的要求,等等。同时,随着人们生活方式的改变,人的思维方式和思想观念等也将发生深刻的变化。

物联网对我们生活和社会的深刻影响将会很多、很深和很广,对物联网的更深入地描述请见第2、3章。

1.4 小结

物联网综合了信息网络、传感器及智能技术等,可广泛地应用于各个行业、各个产业,甚至深入到日常生活的方方面面,必将对社会生产、生活方式产生深刻的影响。

1.5 思考题

1. 你所理解的物联网是什么?
2. 试举出5个物联网影响我们社会生活的例子。

参考文献

- [1] 宁焕生. RFID 重大工程与国家物联网 [M]. 2版. 北京:机械工业出版社, 2010.
- [2] 宁焕生,徐群玉. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考 [J]. 电子学报, 2010, 11: 2590-2599.
- [3] Ning Huansheng, Rui Wang. Future Internet of things architecture: like mankind neural system or social organization framework? [J]. Communications Letters, IEEE, 2011, 15 (4): 461-463.
- [4] Jianhua Ma, Jie Wen, Runhe Huang, et al. Cyber-individual meets brain informatics [J]. IEEE Intelligent Systems, 2011 (5): 30-37.

- [5] Kousaridas A, Nguengang G, Boite J, et al. Towards the Future Internet-Emerging Trends from European Research [M]. Amsterdam: IOS Press, 2008.
- [6] S Chen, H Xu, D Liu, et al. A Vision of IoT Applications Challenges and Opportunities with China Perspective [J]. Internet of Things Journal, 2014: 349-359.
- [7] Singh D, Tripathi G, Jara A J. A Survey of Internet-of-Things: Future Vision, Architecture, Challenges and Services [J]. IEEE World Forum on Internet of Things, 2014, 16 (1): 287-292.



第2章 深入了解物联网的内涵

本章要点

- 物联网的特征
- 物联网的发展演化
- 国内外物联网的发展现状
- 物联网与 RFID、EPC 的关系

2.1 简单地理解物联网概念

有了前面第1章的铺垫，现在我们大致可以描述一下物联网的特征了：

1) 首先，它是“网络”，准确地说是“网络的网络（Network of Network）”。在未来相当长的时间内，它应该是现有不同通信网络的集合，并且不断地融合和改进。而将来它应该是一种全新的网络，具有全新的通信协议、架构、管理方式和安全功能，它的通信和传输应该是非常可靠的。

2) 这个网络具有各种各样的感知功能。其感知功能就像人的感官一样，甚至功能更多，有些功能更敏锐。感知功能靠各种各样的传感器来实现，它们可以分布在地理空间的任何位置，能够感知各种各样的信息，既包括物品自身的 ID 号和属性（大小、颜色等），也包括物品所在的环境信息（温度、压力等），甚至还包括物品的行为趋势、环境态势和它们之间的作用形式等。

3) 这个网络一方面是人“智能助手”而受人操控，另一方面其自身也是自主智能系统。举个应用实例——“森林火灾监控系统”，一旦森林着火了，我们可以借助这个系统迅速监控火情，组织灭火。另一方面这个系统也是高度智能的，很多功能是自动完成的，理想的情况是在没有人参与的情况下它就能高效地组织和完成灭火任务，甚至能自动排查事故原因和肇事者。

这就是物联网的三大重要特征：全面感知、可靠传输和高度智能。

2.2 物联网概念演进的历史

“物联网”概念最早是在1999年MIT Auto ID Center上提出的,当时的定义很简单:就是在计算机互联网的基础上,利用RFID、无线数据通信等技术,构造一个覆盖世界上万事万物的网络(Internet of Things),以实现物品的自动识别和信息的互联共享。2005年,国际电信联盟(ITU)在其发布的《ITU互联网报告2005:物联网》中正式提出了“物联网”概念并对其含义进行了扩展,指出物联网是互联网应用的延伸,“RFID、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术”将是实现物联网的四大核心技术。2009年,自IBM提出“智慧地球”后,物联网再次引起了世界的关注。

物联网概念发展至今虽已有十余年,但国际上对其仍未有一个明确统一的定义。EPC(Electronic Product Code,电子产品代码)系统是早期国际上典型的物联网模型,它的本质就是“RFID + Internet”。关于EPC系统的详细论述及物联网和EPC的关系请见本章后面的介绍。

欧盟在2009年9月公布的一份CERP-IoT SRA(Cluster of European Research Projects on the Internet of Things Strategic Research Agenda,欧洲物联网项目战略研究议程)中,将“物联网”定义为:物联网将是未来互联网中不可分割的一部分,它是一个动态的全球网络架构,它具备基于一定的标准和互用的通信协议的自组织能力。其中物理的和虚拟的“物”均具有身份标识、物理属性和虚拟特性,并应用智能接口可以无缝链接到信息网络中。与此同时,指出物联网将具有三方面特性:第一,不能简单地将物联网看作今天互联网的延伸,物联网建立在特有基础设施上,将是一个新的独立系统,当然,部分基础设施仍要依存于现有的互联网;第二,物联网将伴随新的业务共同发展;第三,物联网包括了多种不同的通信模式,如物与人通信、物与物通信。

国内也有一种定义:“物联网”是指利用各种信息传感设备,如射频识别(RFID)装置、红外传感器、全球定位系统、激光扫描等与互联网结合起来而形成的一个巨大网络,其目的就是让所有的物品都与网络连接在一起,方便识别和管理。并认为物联网应该具备三个特性:一是全面感知,即利用RFID、传感器、二维码,甚至包括各种可用的声光电感知手段,实现随时即时采集物体动态;二是可靠传递,通过各种信息网络与互联网的融合,将感知的信息实时、准确、可靠地传递出去;三是智能处理,利用云计算等智能计算技术对海量的数据和信息进行分析和处理,对物体实施智能化控制。国内还有一种定义:物联网就是将现实世界中可寻址的物理对象连接起来。

本书尝试在前人工作的基础上，给出一种的新的物联网定义，详见第3章。

2.3 关于物联网分层结构的认识

一般认为，物联网分为三个层次^①：最底层是用来感知数据的感知层，中间层是用于数据传输的网络层，最高层为应用层。

1) 感知层包括 RFID 标签、Zigbee、WiFi、WSN、蓝牙、视频、红外及雷达等数据采集设备及数据接入到网关之前的传输网络。感知层是物联网发展和应用的基础，RFID 技术、传感和控制技术、短距离无线通信技术是感知层使用的主要技术。我们可以看到，感知层除了各种泛在传感终端，实际上也包括了各种各样微型采集或通信网络，不但不是我们传统意义上的“通信协议层”，甚至可以将感知层理解为“Network of ubiquitous sensor networks”。

2) 网络层建立在现有的各类通信网络基础上（包括无线通信网络、互联网等）。物联网通过各种接入设备与移动通信网、互联网及电视网络相连。网络层中的感知数据管理与处理技术是实现以数据为中心的物联网核心技术。感知数据管理与处理技术包括物联网数据的存储、查询、分析、挖掘、理解及基于感知数据决策和行为的理论和技术。网络层我们可以理解为“Network of networks”。

3) 应用层利用经过分析处理的感知数据，为用户提供丰富的特定服务。有人将物联网的应用划分为“监控型（物流监控、污染监控）、查询型（智能检索、远程抄表）、控制型（智能交通、智能家居、路灯控制）、扫描型（手机钱包、高速公路不停车收费）等”。有人划分为“身份识别和防伪类、跟踪与搜索类、场面及态势监控类等”。这些划分方法没有严格的要求，一种较为普遍的分法是按照行业来分，比如第8章中列举的应用领域。另外，我们可以将应用层理解为“Network of services, Network of media and Network of applications”。

另一种说法是物联网在体系结构上应包括四层，该说法又有两种代表性观点。

1) 物联网的四层结构^②为：感知层、接入层、网络层和应用层。

感知层主要完成信息感知与采集，使用设备包括二维码和识读者、RFID 标签和读写器、摄像头、各种传感器、视频摄像头等；接入层由基站

① 王建国，李智浩. 浅析物联网结构框架和应用模式分析. 2010年第八届京、津、沪、渝有线电视技术研讨会暨第八届全国城市有线电视技术研讨会.

② 刘化君. 物联网体系结构研究. 中国新通信, 2010, 12 (9).

节点和接入网关组成,完成应用末梢各节点信息的组网控制和信息汇集,以及向末梢节点下发信息等功能;网络层和应用层同上述三层结构的网络层、应用层构成及功能相同。

2) 另一种物联网的四层结构^①为:感知识别层、网络构建层、管理服务层及综合应用层。

感知识别层既包括 RFID、无线传感器等信息自动生成设备,也包括各种智能电子产品;网络构建层主要包括互联网及下一代互联网、各种无线网络(无线广域网:现有的移动通信网络、4G 网络;无线城域网:WiMAX 技术及 WiFi 技术网络;无线个域网:蓝牙、ZigBee 等)。其主要作用是把下层数据接入互联网,供上层服务使用;管理服务层在高性能计算和海量存储技术支撑下,将大规模数据高效、可靠地组织起来,为上层行业应用提供智能支撑平台。

综上所述,物联网作为一个复杂的网络系统,严格的层次界限是不存在的,但无论是三层结构,还是四层结构,物联网所体现的特点均是:感知、传输和应用(服务)。如果一定要划分成几层来理解,本书认为划分成感知、网络和应用三层更合适些,因为其他的内容实际上是一些共性的技术(如安全),这些技术是分散在每个层次之中的。同时需要强调的是,这里的“层”和通常意义上的通信协议层(如 TCP/IP 层)不是一回事,例如感知层中的不同感知方式就有不同的协议结构(如 Zigbee 通信协议、RFID 通信协议等)。

2.4 物联网在国内外的发展现状

“物联网”涉及下一代信息网络和信息资源的掌控利用,其有望成为管理全球的重要战略和统治世界的主要工具之一,因此受到了各国政府、企业和学术界的重视,在各种因素的相互推动下,迅速热遍全球。目前,一些国家已投入巨资研究物联网或下一代互联网;我国政府也高度重视物联网产业的发展。还有少数国家是在物联网技术与发展并不明朗的情况下,受一些因素干扰或迫于形势而开展物联网的决策和投入的。

2.4.1 物联网在国外的的发展

在美国,自从 2009 年 IBM 推出“智慧地球”概念后,“智慧地球”框架下的多个典型智能解决方案已经在全球开始推广。“智慧地球”提出想达到的效果是利用物联网技术改变政府、公司和人们互相交互的方式,从而实现更透彻的感知,更广泛的互联互通和更深入的智能化。美国当然希

^① 刘云浩. 物联网导论. 科学出版社, 2011.

望借助核心技术的突破占有物联网领域的主导权，众多科技企业积极参与并形成物联网产业链，希望通过企业创新促进物联网的快速发展。

在欧洲，“物联网”概念受到了欧盟委员会（EC）的重视和支持，已被正式确立为欧洲信息通信技术的战略性发展计划，成为近几次国会讨论关注的焦点。2008年，EC制定了欧洲物联网政策路线图；2009年正式出台了四项权威文件，尤其是6月发布的作为全球首个国家级物联网发展战略规划的《欧盟物联网行动计划》（Internet of Things-An action plan for Europe），标志着欧盟已经从国家层面将“物联网”的实现提上日程。除此之外，在技术层面也有很多相关组织致力于物联网项目的研究，如欧洲FP7项（CASAGRAS）、欧洲物联网项目组（CERP-IoT）、全球标准互用性论坛（Grifs）、欧洲电信标准协会（ETSI）及欧盟智慧系统整合科技平台（ETP EPoSS）等。同时，欧洲各大运营商和企业也在物联网领域也纷纷采取行动，加强物联网应用市场的部署。如Vodafone推出了全球服务平台及应用服务的部署，T-mobile、Telenor与设备商合作关注汽车、船舶和导航等行业，Orange公司的车队管理市场等。

在日本，2004年MIC（Ministry of Internal Affairs and Communications，总务省）提出“U-Japan”战略，其本质是通过无所不在的泛在网络技术实现随时、随地、任何物体、任何人（Anytime, Anywhere, Anything, Anyone）均可连接的社会，受到了日本政府和索尼、三菱、日立等大型公司的通力支持。日前，日本政府紧急出台了数字日本创新项目“ICT 鸠山计划行动大纲”，此宏观性的指导政策更是推动了日本物联网技术的快速发展。此外，新加坡公布了“智慧国2015”大蓝图，还有澳大利亚、新加坡、法国、德国等其他发达国家也都在加快部署下一代网络基础设施的建设。

2.4.2 物联网在国内的发展

在我国，自从2009年8月温家宝总理提出“感知中国”战略后，“物联网”一时成为国内热点，迅速得到了政府、企业和学术界的广泛关注。加快物联网技术研发，促进物联网产业的快速发展已成为国家的战略需求。

我国政府目前为物联网的发展营造了良好的政策环境，《国家中长期科学与技术发展规划（2006-2020）》、2009-2011年电子信息产业调整和振兴规划、2010年“新一代宽带移动无线通信网”国家科技重大专项、国家重点基础研究发展计划（973计划）及国家自然科学基金委员会等都将“物联网”相关技术列入重点研究和支持对象，而且物联网项目也得到了国家各部委和省市各级政府的大力支持。未来各部委可能将从不同的角度进行分工协作以共同推动我国物联网产业的发展，如国家科技部主要支持和鼓励物联网方面的共性基础研发和各类应用；工信部主要负责支持物

联网产业在工业领域及工信融合领域中的应用；发改委主要负责我国物联网产业发展规划和重大工程示范。各省市也在积极行动，北京市已将物联网技术纳入北京市发展规划，制定“感知北京”示范工程建设方案，并在2010和2011年的北京市自然科学基金和科技攻关项目申请指南中明确提到物联网和云计算的内容；据称广东省也启动了南方物联网的框架性设计，正在加快试点工程建设，并在2010和2011年度的广东省省部产学研合作项目和科技攻关项目中对物联网研究和产业化给与支持。江苏省更是以无锡为中心对物联网产业发展进行规划和支持，不仅筹建物联网技术研究院，而且还积极吸引了一批高校和企业的物联网研发团队落户于此，力图打造中国的物联网产业基地。

同时，我国各大电信运营商也纷纷将物联网作为未来移动互联网的重点发展方向，高度重视“物联网”业务的发展。到目前，基本都已成立各自的物联网研究院。

很多科研机构也积极致力于“物联网”的研发，如中科院、清华大学等科研单位已在无锡成立了“物联网研究中心”；一些单位结合自身优势，在物联网理论、技术、应用和运营等方面积极开展一些特色研究和应用，例如北京航空航天大学结合航空航天特色和工程技术优势，在航天、航空、民航、空天地物联网应用与基础研究方面有望获得突破。

国内企业界和百姓也对物联网抱以很大兴趣，甚至连与RFID、物联网业务沾点边的上市企业也被称之为“物联网板块”而受到证券市场的关注。

2.4.3 物联网在全球的应用概况

物联网用途广泛，“十二五”期间，我国已明确的重点支持领域包括：智能电网、智能交通、智能物流、智能家居、环境与安全检测、工业与自动化控制、医疗健康、精细农牧业、金融与服务业、国防军事等十大领域，并且据工信部电信研究院在2011年5月发布的物联网白皮书预计，“十二五”期末，我国物联网相关产业规模将达到5000多亿的规模。

此外，物联网还可用于人口管理、零售业、航空航天、电子支付等多行业多领域，见表2-1，物联网可以简单归结为工业、环境、社会、国防军事4个大类。

表 2-1 物联网主要应用领域

领域	“物”的描述	典型应用行业
工业	任何参与产品流通周期的事物，主要指产品本身、仪器设备和交通工具等	制造业，物流业，服务业，金融业，航空航天，船舶，汽车等
环境	主要包括水、植物等自然资源，动物，建筑物，环境测量设备等	农业、畜牧业，环境监测，能源管理，回收再循环等

(续)

领域	“物”的描述	典型应用行业
社会	公共生活环境或居家生活等涉及的事物	公共安全, 人口管理, 医疗保健, 对高龄或者残障人士的居家协助等
国防军事	任何涉及国防军事(包括监测、作战设备, 军用物品等)领域的事务	国土安全、军需品供应、军用药品检测、武器装备、军事战略部署、战况监控等

目前, 全球物联网的总体状况还是停留在全球物联网的探索和应用物联网的建设并存阶段, 要真正达到物物互联, 实现物联网的全球应用, 尚需很长一段距离。EPoSS[⊙]在“Internet of Things in 2020”报告中分析预测, 全球物联网的发展将历经4个阶段, 2010年之前RFID被广泛应用于物流、零售和制药等行业领域; 2010~2015年实现物体互联; 2015~2020年物体进入半智能化, 2020年后物体进入全智能化。

目前, 我国在应用需求和政府大力支持的相互推动下, 物联网在很多应用领域也已进入规划和论证中, 并开展应用。其中, 值得一提的是: 2010年6月18日, 我国首家高铁物联网技术应用中心建成并投入使用, 该中心为高铁物联网产业发展提供科技支撑。其主要用于新形式的购票、检票。刷卡购票、手机购票、电话购票等新技术的集成使用, 让旅客可以摆脱拥挤的车站购票; 与地铁类似的检票方式, 则可实现持有不同票据旅客的快速通行。

2.5 物联网与RFID、EPC的关系

RFID(射频识别技术), 就是在具体的物品上贴上/嵌入RFID标签(标签中存有标识物品的唯一识别号), 这样物品在生产、流通及仓储等环节, 人们可以利用RFID读写器来识读RFID标签(通过无线射频通信方式), 得到代表物品身份的唯一识别号。这个读写器一般是可以同计算机进行通信的, 通过这个唯一识别号人们可以进一步得到存储在计算机信息系统中的对应的关于这个物品的更加详细的信息(比如产地、年龄、材质、保质期等)。至此, 我们可以看到, RFID标签可以用于对物品的身份识别、防伪、定位、跟踪等。关于RFID的具体介绍和应用请见本书第五部分(第10~12章), 在此不再详述。

EPC是欧美提出的、基于RFID技术实现全球物品跟踪的全球物流跟踪系统, 也是典型的、早期物联网模型之一。理解EPC、RFID和物联网之

[⊙] EPoSS is an industry-driven policy initiative, defining R&D and innovation needs as well as policy requirements related to Smart Systems Integration and integrated Micro-and Nanosystems. <http://www.smart-systems-integration.org/public>.

间的关系需要把握两点:

1) EPC 是一种特殊的 RFID 技术/系统, 特殊之处在于: EPC 标签只涉及两个 RFID 频段 (高频和超高频); EPC 有一整套完整的技术规范, 包括系统架构、编码、解析和信息发布等; EPC 应用的主要着眼点是全球范围内的物品流通。

2) EPC 系统是早期典型的物联网模型, 物联网最早的定义就是: Internet + 物品身份识别 + 智能处理。

经过多年的发展, 现在的物联网内涵已经有了极大的丰富 (第3章将进行详细论述), 这里结合物联网的分层结构作简单介绍。首先, 物联网的感知层是要完成对物理世界的感知的, 既包括对物品身份的识别, 也包括对物品的属性、状态、行为、物品所处的环境等的感知, 而且对物品身份的识别除了 RFID 之外, 也包括条码、二维码、视频、超声波等在内的所有声光电识别手段, 还包括蓝牙、Zigbee、WiFi、WSN 等。其次, 物联网的网络层既包括 Internet, 也包括所有的通信网络, 包括移动通信网、广播电视网等。还有物联网强调更多的智能。

因此, 物联网与 RFID、EPC 的关系可以概括为: RFID 是物联网中众多的身份识别手段的一种; EPC 是一种特殊的、规范的、注重全球物流的 RFID 技术和应用模式; EPC 是一种早期典型的物联网应用系统。

需要说明的是, 本书第IV部分列举物联网应用案例时, 也包括了一些 RFID 应用的例子, 对于视频、Zigbee、WiFi、WSN 等例子都没有列举, 请参看相应的专业书籍。

2.6 物联网与传感网、M2M、云计算等概念的关系

狭义的“传感网 (Sensor Networks)”, 就是由传感器构成的网络, 其利用大量的微型传感计算节点通过自组织网络以协作方式进行实时监测、感知和采集各类环境或监测对象的信息。该技术主要是以微型传感模块和组网模块共同构成的网络, 缺乏接入互联网的能力; 并且接收信号多为感知信号, 并不强调对物体的标识。因此, 从这种视角来看, “物联网”的概念比“传感网”大, 物联网感知物的手段, 除了传感器, 还有条码、RFID 等, 甚至包括卫星、雷达、摄像机等所有能够感知物理和虚拟事物的手段。当然, 随着互联网技术的进步、多种接入网络及智能计算技术的发展, “传感网”的内涵和外延也发生了显著的变化, 广义的“传感网”是指以物理世界的信息采集和信息处理为主要任务, 以网络为信息传递载体, 实现物与物、物与人之间的信息交互, 提供信息服务的智能网络系统。

似乎扩展后的传感网概念与物联网的区别不是太大，但本书作者认为：传感网不能代表物联网，仍然只能是物联网的一部分，属于物联网与现实世界打交道的前端系统，属于物联网感知部分。传感器和传感网等概念，属于一个早已存在的传统领域，在国际上也早已形成共识，如其牵强地将传感网概念一再放大来取代物联网概念，还不如直接称之为“物联网”。勉强地自圆其说不但容易让自己误解，而且在国际上也很难被接受，更不方便国际交流与合作。物联网的概念和内涵是不断发展的，包括美国、欧盟及国际电联组织等也在不断对其进行修改和完善。我们一样可以丰富和创新物联网的内涵，因为最终掌握物联网的核心技术才是关键。

“M2M (Machine to Machine, 机对机)”通信，是物与物通信模式中的一种，主要包括了机器对机器、机器对移动电话和移动电话对机器的无线通信，以实现设备的实时数据在系统之间、远程设备之间的无线连接。而物联网包括了多种不同的通信模式，如物与人、人与物及物与物的通信。因此可以说，“M2M”并不能称为真正的物联网，可以理解为属于物联网技术体系中的一环，或者说是物联网概念的一种形态。

“云计算”是一种理想的网络应用模式，即通过网络以按需求、易扩展的方式获得所需服务。终端使用者不需了解其中的细节和相应的专业知识，也无需直接进行控制，只需关注自己真正需要什么样的资源及如何通过网络来得到相应服务即可。它的目的是解决互联网发展所带来的巨量数据存储与处理问题。目前，无论是互联网巨头 Google、Amazon，还是软件巨头微软，IT 巨头 IBM、SUN、Apple，都在加大对“云计算”的投资和研发力度，力争掌握主动权。随着物联网的发展，相信其带来的海量数据存储与计算问题将更需要云计算技术的支持。因此可以说，“物联网”和“云计算”的关系是相辅相成的，云计算的技术进步，将会带动物联网产业的发展。

2.7 小结

本章的主要目的是将物联网的一些背景知识介绍给读者，以便读者从感性向理性过渡来认识物联网，也为下一章进一步为物联网下定义做好铺垫。

2.8 思考题

1. 物联网与互联网相比有什么不同？

2. 物联网的典型特征有哪些?
3. 物联网与传感网的关系是什么?

参考文献

- [1] 石军. “感知中国”促进中国物联网加速发展 [J]. 通信管理与技术, 2009, 05: 1-3.
- [2] 工业和信息化部电信研究院通信信息研究所. 欧洲物联网发展新方向 [R]. 北京: 跟踪研究系列报告 (第17期) 2009.
- [3] Ian F Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, et al. A survey on sensor networks [J]. Communications magazine, IEEE, 2002, 40 (8): 102-114.
- [4] 中国电子标准化所. 物联网标准制定最新进展 [EB/OL]. RFID 世界网, 2009.
- [5] Pisani D. Machine-to-Machine: Let your Machines Talk [J/OL]. NokiaWhite Paper, 2004.
- [6] 饶少阳. 物联网: 理性超越炒作 [J]. 信息网络, 2009.
- [7] IBM 商业价值研究院. 智慧地球赢在中国 [EB/OL]. [2010-05-20]. <http://www-900.ibm.com/cn/services/bcs>, 2009.
- [8] Teruyasu Murakami. Japan's National IT Strategy and the Ubiquitous Network [J]. Japan: NRI Paper, 2005, 97.
- [9] Yan Lu, Zhang Yan, Laurence T Yang, et al. The Internet of Things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Network Systems [M]. New York: Auerbach Publications, 2008.
- [10] 宁焕生, 张彦. RFID 与物联网-射频、中间件、解析与服务 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [11] 宁焕生. RFID 重大工程与国家物联网 [M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [12] Floerkemeier C, Langheinrich M, Fleisch E, et al. The Internet of Things [C]. Zurich, Switzerland : First International Conference, 2008.
- [13] Trends G. 2025: A Transformed World. Washington DC: US Government Printing Office, 2008. [R/OL]. http://www.dni.gov/nic/NIC_2025_project.Html.
- [14] Salem M'ZEBLA, Internet Governance and the “Internet of Things” [EB/OL]. <http://ebajic.free.fr/RFID%20Forum/Papers%20submitted%20but%20not%20presented/Internet%20Governance%20and%20Internet%20of%20Things.pdf>.
- [15] CNNIC. Statistical report on internet development in China [J]. China Internet Network Information Center, 2010.
- [16] 李鹏, 赵经纬. 物联网需两颗红心一种准备 [J]. 通信世界, 2009 (40).
- [17] Haller S, Karnouskos S, Schroth C. The internet of things in an enterprise context [M]. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [18] RFID 世界网. 充分认识物联网对经济社会发展影响 [EB/OL]. http://www.rfidworld.com.cn/news/2010_2/201024922166520.html.

- [19] 上海情报服务平台. 物联网及其发展概述 [EB/OL]. <http://www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=6380>.
- [20] Oleksiy Mazhelis, Pasi Tyrvinen. A framework for evaluating Internet-of-Things platforms: Application provider viewpoint [C]. Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on. IEEE, 2014: 147-152.
- [21] Charith Perera, Arkady Zaslavsky, et al. Context-aware sensor search, selection and ranking model for internet of things middleware [C]. Mobile Data Management (MDM), 2013 IEEE 14th International Conference on. IEEE, 2013, 1: 314-322.
- [22] 沈琦, 杨婷婷, 顾万建, 等. RFID技术在物联网产业中的应用 [J]. 科技经济市场, 2014, 06: 14.



第3章 给未来物联网下定义

本章要点

- 物联网的本质特征
- 物联网的革命性变化

未来物联网是一种全新的理念、架构和服务体系。与现有的 Internet 不同的革命性的变化在于以下三点：

- 1) 具有广泛的、对现实世界的感知和控制能力（相当于给网络装上感知物理世界的“感官”）。
- 2) 由现有所有网络（包括 Internet、电信网、电视网等）逐步演进、融合而形成的新一代网络基础设施（各类网络逐步融合后的全新网络，强壮的“躯干”）。
- 3) 具有更拟人的智慧和超级信息处理能力（给网络装上“大脑”）。

3.1 感知和控制能力

现有的互联网是一个相对独立于现实世界之外的信息世界，这两个世界之间的沟通主要靠人机交互的桥梁来实现。无疑，靠人进行交互的信息十分有限，而且人类在信息爆炸面前越来越感到力不从心。因此，需要将网络上拟人的可视、可听、可闻、可测、可探的更广泛的从现实世界获取信息的泛在感知功能，同时还需要对现实世界进行智能操作和控制。

泛在感知：不但超出了人类对现实世界的感知能力（视、听、闻、触等），还超出了狭义传感器网络的感知功能。理想的感知包括所有能够感知现实世界的所有手段，因此我们称之为“泛在感知”。例如，利用深空望远镜就可以看到很遥远的星体，装上红外摄像头可以看到肉眼看不到的红外目标，利用遥感卫星可以观测地球表面，利用全球定位系统就可以给

目标定位, 利用雷达就可以发现和跟踪目标, 利用各种传感器就可以感知温度、湿度、压力、倾斜度、酸碱度、电磁照射度等。虽然各种传感器依然是物联网感知的重要手段, 但更多的感知方式都超出了传统意义上的传感器。

未来物联网的目标之一: 通过泛在感知手段, 将信息世界和现实世界融合起来, 解决人机接口的瓶颈, 这是物联网区别于当前互联网的本质特征: 继工业革命将人类从体力劳动解放之后的进一步延伸, 即在信息时代将人类从新的体力劳动中解放出来^①。

3.2 网络基础设施

互联网从设计之初, 就注定会出现今天的瓶颈: 一方面, 其当初的基本出发点是将计算机连接起来进行互联互通, 并未考虑融合电话网、电视网、电力网的功能, 因此多年来人们总是在和电信网、电视网、电力网及它们的终端同时打交道, 不但成本高, 而且也费时费力; 另一方面, 当初设计的互联网管理模式 (集中式根节点服务器管理模式) 和解析模式 (DNS), 使得人们在肯定美国在互联网发展方面的贡献的同时, 也在不断抱怨现存的由美国主导互联网管理的模式, 而且这种模式带来的瓶颈已经出现 (例如 IPv4 地址告罄, IPv6 能暂时解决地址容量问题, 但并未从根本上改变管理模式)。因此, 无论是解决互联网现存的瓶颈问题, 还是作为未来物联网的承载网需要适应各种感知方式来说, 未来物联网的基础网络设施都需要全新的架构和管理模式。当然, 这种全新的架构和管理模式不是从天而降的, 这需要相当长的时间通过现有各种网络逐步演进、融合和创新而来。

作为未来物联网的承载网: 将克服现有互联网在发展和管理上的瓶颈, 是现存网络 (包括电信网、电话网, 甚至电力网等) 之上的全新的架构、管理和服务体系, 是发展物联网的最关键的部分, 未来物联网的关键和核心标准就在这里^②。

-
- ① 我们可以看到, 很多的感知方式都是现成的 (例如 RFID、Zigbee 等), 创新一种新的感知方式还是比较困难的, 而且即使是创新了一种感知方式, 对于物联网这顿大餐来说仍然只是一盘小菜。因此, 对感知层的探索及其应用的开发, 不是美国关注的重点。在中国现阶段, 更多的工作都是集中在感知层的应用方面, 因此很难抓住物联网的核心和占领制高点。但话又说回来, 现阶段我们似乎也只能在这方面发力。具体见本书第 4 章论述。
 - ② 如果把全球物联网比喻成全球的公路网络, 感知层的建设有点像建县乡村公路, 而未来物联网的承载网 (新一代网络基础设施) 无疑是高速公路骨干网。美国的重点在这里, 这就是为什么美国率先在全球掀起了物联网热潮, 而具体针对物联网的行动几乎没有, 而奥巴马针对 IT 发展战略的讲话重点恰好落在下一代网络的研发上。因此本书认为: 美国是想让别人修乡村公路, 而自己主修高速公路。具体见本书 4.1 节论述。

3.3 拟人的智慧和超级信息处理能力

在具备了泛在感知能力（类似人体的各类神经末梢）和全新网络基础设施（类似于人体的神经网络）的情况下，物联网还需要具备对各种信息的处理能力和对网络的管理能力（大脑）。这种能力有点类似于人的智慧，但在很多方面又是超出人类大脑的，比如克服了人类学习时间过长、并行处理信息能力有限、大脑需要休息以及人类生命有限等缺点。

具有拟人的智慧和超级信息处理能力是未来物联网的目标之二：将人类从脑力劳动和信息爆炸中解放出来，是人类社会自工业革命以来的第二次质的飞跃。

3.4 小结

发展物联网：一个核心（网络基础设施），两个基本点（泛在感知、超级智能），目标是将人类从人机接口的体力劳动、繁重的脑力劳动和信息爆炸中解放出来，达到现实世界（人类社会和自然）和信息世界的统一。

3.5 思考题

1. 物联网的革命性变化有哪些？
2. 试给物联网下定义。

参考文献

- [1] Ning Huansheng, Ziou Wang. Future Internet of things architecture: like mankind neural system or social organization framework? [J]. Communications Letters, IEEE, 2011, 15 (4): 461-463.
- [2] 宁焕生, 徐群玉. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考 [J]. 电子学报, 2010, 11: 2590-2599.
- [3] JIVazquez, J Ruiz-de-Garibay, X Eguiluz, et al. Communication architectures and experiences for web-connected physical smart objects [C]. Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), The 8th IEEE International Con-

ference on. IEEE, 2010: 684-689.

- [4] Jianhua Ma, Jie Wen, Runhe Huang, et al. Cyber-individual meets brain informatics [J]. IEEE Intelligent Systems, 2011 (5): 30-37.
- [5] Dong A, He S, Yi M. Internet of things industry development status and framework system exploration [J]. Science & Technology Progress and Policy 2011; 28: 61-65.
- [6] J LV and R MA. Opportunities and challenges of the development of the Internet of Things industry [J]. Journal of Xi'an University of Post and Telecom, 2010, 15 (6).
- [7] Y Chen, H. Zhang, Zhang Yiping. Research on the Development of Internet of Things Industry in China [J]. Science and Technology Management Research, 2010, 30 (20).
- [8] Jaeho Kim, Jang-Won Lee. An open service framework for the Internet of Things [C]. Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on. IEEE, 2014: 89-93.
- [9] Michele Nitti, Luigi Atzori, Irena Pletikosa Cvijikj. Network Navigability in the Social Internet of Things [C], 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), DOI: 10. 1109/CTS. 2014. 6867619.

第二部分 物联网：规划与运营

第 4 章 关于物联网敏感问题的讨论



本章要点

- 世界各国发展物联网的策略
- 智慧地球概念
- 中国发展和建设物联网的意义

4.1 美国发展物联网的战略策略是什么

无论是解决互联网现存的瓶颈问题，还是作为未来物联网的承载网需要适应各种感知方式、海量信息处理、泛在媒体和服务融合，未来物联网的基础网络设施都需要全新的架构和管理模式，当然，这种全新的架构和管理模式不是从天而降的，需要相当长的时间，通过现有各种网络逐步发展、融合和创新而来的。

因此，美国在物联网发展方面并没有急于求成，除了 IBM 在物联网应用领域、Google 等在云计算方面为了适应其业务发展需要有大的动作外，美国政府谋划和资助的重点还是在下一代网络的研究和建设方面，这才是核心的制高点。美国意识到：物联网太大，而且现实情况下美国不具备发展互联网时代的绝对主导条件，因此转而抓住最核心的网络部分。甚至在政府战略规划方面，似乎刻意回避物联网，而称之为下一代网络。这一点，从 2011 年 2 月 11 日，奥巴马在密歇根州发表“无线网络创新与基础设施建设”的演说就可以看出，他表示：“对我们的家庭和企业来说，4G 是下一个火车站、下一个匝道。我们将以此激发新创造、带来新投资、创造新岗位”“为吸引最好的工作和最新的行业，我们必须在创新、教育、建设和发展步伐上超过世界其他地区。这就要求我们必须投资先进的研究和技术。”美国政府当时为这一网络创新和建设计划准备了 150 亿美元。

美国可能认识到：感知的内容很广泛、而且很多感知手段是成熟的。从宏观上来说，对具体某一类的感知方式的研究和开发将不再是重点，属

于传统的 IT 行业。相比之下,对不同感知方式的融合处理显得更重要一些,而这一点显然要依赖网络基础设施。对于整个物联网事业来说,感知技术的重要性不如网络基础设施部分,前者是枝和叶,后者是树干;前者类似乡村公路,后者是高速公路骨干网。同时,更高级的拟人智慧和超级信息处理能力,在网络基础设施建成之前,也不大可能有大的建树。

基于以上的判断,结合互联网发展瓶颈和金融危机的现实,美国有意抓大放小。最好是鼓动别人投钱做些外围的东西,自己低头搞核心的东西。

因此,本书将美国在物联网方面的战略和特点做个小结:

政府:言论高调、行动低调,重心放在谋划下一代网络基础设施方面。

企业:在政府高调言论的支持下,结合自身的全球业务优势,大炒概念。这样做不但能够巩固凸显自身的品牌,而且能够配合政府的战略思维,一举两得。

4.2 欧盟发展物联网的战略策略特点是什么

相对于美国,欧盟在物联网方面战略决策的特点是:

言论和行动都是“谨慎地积极”。

欧盟在物联网行动方面呈现的这个特点有其内在的原因和背景:

首先,欧盟不太容易象美国、中国这样有强有力的政府进行决策、组织和引导能力,也没有那么多资金来支持企业大搞物联网研究,因此欧盟委员会最后决定由社交媒体司来领导,搭建一个研究和交流物联网的公共平台,通过设计物联网方面项目群来进行资助,这个项目群主要由欧盟成员国的科研和应用机构来承担,项目不大,主要目的是整合各成员国的基础和力量,以便凝聚一股合力来探索物联网。欧盟之外的其他国家也可以参与,或承担其中子项目,也有仅通过参加 workshop、论坛和学术论坛的,有代表政府行为参加的,也有仅代表本单位,还有以专家个人名义参加的。吸引这些国家、单位和个人参与的主要目的是促进国际交流,扩大影响力。由于欧盟提供的平台级别还是可以的,而且欧盟在一些通信和电工科学的国际组织方面有优势,对一些国家的学者而言,这也是一个不错的学术交流平台,因此也愿意在这里进行交流与合作。同时,在欧盟的政策指导下,一些学者和官员也积极走出来进行国际交流。比如,2009~2010年我国科技部、工信部及中科院下属的单位多次与其进行交流,本书作者也参加过几次。

同时,欧盟不是一般的国家,在物联网这样的大事面前必定要有所作为,欧盟的办法是基于项目群研究成果和国际交流的成果,不定期公布“欧盟物联网战略研究报告”,从这个研究报告来看,其影响力自然不低。

这个报告一方面整合了欧盟成员国的力量，也凝聚了欧盟之外的智慧。虽然报告上也列出了欧盟之外的国家的单位和人员，但毕竟是欧盟发布的战略研究报告。还有一个不容忽视的特点是，这个报告可以吸收和引用来自全世界的物联网研究成果。因此，欧盟的这一招不可谓不高明，花钱不多，方便管理，影响不小。

最后，欧盟在应用方面做得怎么样呢？泱泱欧盟不能因为暂时没钱或者执行力不强而拿不出像样的物联网应用吧？那怎么应付国外的访问交流呢？欧盟的策略是：如果不大面积资助物联网应用，在物联网核心的架构和技术都没弄清楚的情况下，即使有钱资助恐怕也出不了效果，更何况欧盟当下资金也不宽裕。因此，欧盟目前能够拿出来给人看的，就那么几个典型的泛欧应用，比如智能交通，小额消费等方面。这些应用欧盟本来就有，现在不过是重新整合一下。

相比美国的酒会和中国的大餐而言，本书认为欧盟在物联网方面的举措可以归结为：一面旗帜（战略研究报告），几堆篝火（项目群）和几份点心（少数应用）。

4.3 冷静看待 IBM 智慧地球的概念和宣传

类似于1995年提出的“e-business”及2002年的“e-business on demand”战略，2008年，全球经济低迷时期，IBM提出了智慧地球理念。“智慧地球”，乍一听起来，很大很空，甚至，刚开始时，IBM内部人也不一定很懂。但是，事实上，IBM每次理念的提出和随之“传教”式的推广，都会引领IT行业随IBM的脚步而调整和前行。

如果说，前两个战略理念——“电子商务”和“电子商务按需应变”，IBM的着眼点是企业，而“智慧地球”的着眼点更广，其不仅包括企业，还包括政府、社区等整个社会，就像钱大群在演讲中所谈到的要实现“智能星球”的挑战比以前实施“电子商务”和“电子商务按需应变”都要大很多，不是一个企业可以做到的，要彼此合作。所以，IBM希望通过“智慧地球”理念去主动影响政府的投资决策。在“智慧地球”战略理念初期，彭明盛频繁出访华盛顿和各国首都，推销“智慧地球”，并向奥巴马政府提出建议：智慧基础架构是目前创造新就业岗位，刺激经济增长的途径。在未来几年内，如果每年在宽带网络、智慧医疗和智慧电网方面投入300亿美元，那么每年可以产生100万就业机会。

IBM精明之处则是：每次战略理念的推出，都很高屋建瓴，出发点是别人，而落脚点却是自己——IBM不仅可以提供咨询（点子），还可以提供整套的解决方案。这实际上也是作为产业引领者的IBM的生意方式。

IBM 适时提出了这个新理念——智慧地球，正是基于这样的背景。正因此，IBM “智慧地球”战略理念所谓的协作，在中国更重要的无疑是与政府部门的合作。IBM 推出的“智能地球”战略，强调“实体基础设施和信息基础设施不应该分开建设，而应该是统一的智能基础设施”。其卖点则是降低监管风险、提升效益，更加节能、更加绿色等。

以上差不多是专业人士的普遍观点，本书想要补充的是：IBM 可不是一般的企业，称之为 IT 王国都似乎不够，在网络化、信息化的今天，美国政府的很多政策和行为都需要 IBM 这样的企业去执行和延伸。因此，单从一个跨国企业的角度来理解 IBM 在物联网方面的行为，那是远远不够的。起码，往后 IBM 再提出类似的理念时，我们在关注的同时应多以平常心对待。

4.4 怎样认识我国物联网专业（学科）建设和人才培养问题

物联网时代的突然来临，给物联网学科建设和专业人才的培养带来了新的挑战。从某种意义上说，随着物联网的发展，有一定的人才需求压力。有人预测：我国物联网的产业规模比互联网产业大 20 倍以上，而物联网技术领域需要的人才每年也将以百万人的量级增加。表面上看，似乎有一定的道理，实际上物联网产业已经包含了传统现存的通信、电子、计算机等行业，即使物联网新增业务部分的人才需求，也仍然是传统通信、电子、计算机等专业，以及电力、交通、金融、建筑等传统行业的交叉专业的人才。鉴于此，物联网专业的人才需求，几乎可以肯定地说“没有想像的那么多”，除非你把其他专业培养的人才数字拿来重复计算。

2010 年初，教育部办公厅发布“关于战略性新兴产业相关专业申报和审批工作的通知”（教高厅函 [2010] 13 号），物联网技术专业作为信息网络产业方向重点支持的开办专业之一，也在此次申报之列。通知公布后，众多高校争相申报，截至 2010 年 3 月，一类高校中有 37 所院校获准开设物联网相关专业，并从 2011 年起开始招生。此后又有一批高校获准开设物联网专业。而更多的非一类高校可以不用经过教育部批准就可以设置物联网专业，具体有多少高校设置了物联网专业，又有多少已经招生，本书未作详细调查统计，应该不在少数。

有专家称，“此次高校在申报新增专业时有点“一窝蜂”现象。“物联网与传感网、物联网工程、物联网应用技术、物联网与信息技术……平均算来，10 所高校里大概有过半数都申报了与物联网相关的专业。”不过令人担忧的是，目前参与新专业各级评审的多是学科方面的专家，评审时着重看的是学校是否具备开设这个专业的办学条件、师资、实践条件等，对

于该专业的市场需求目前有多大、4年后又有多大等问题，则很难预料。

同时，即使审批时条件具备的高校，在真正开设物联网专业时，仍然面临着师资、设备、教材缺乏的问题。当然，从另一个角度来讲，在国家大力发展物联网产业之际，教育部门希望借专业调整来培养一批对口专业人才的决策是可以理解的。不过，我们应该清楚地认识到，中国是个人口大国，任何决策如果考虑不周，其负面因素和带来的问题经过人口基数一放大，即使是小问题也会变成大问题。好在教育部门、高校和教育工作者也正在思考和解决这一当下问题。

4.5 传感网究竟是不是物联网

传感网不能简单地代表物联网。

到目前为止的传感网技术、应用和标准仍然限定在传统意义上传感网的框架内，国际上并未明确将其贴上物联网的大标签。利用概念上的混淆，欲借现有传感网的标准体系来发展物联网标准体系，是行不通的。

现存的传感网技术和标准体系纳入未来物联网的范畴是非常可能的，因为一方面物联网感知层的内容是包含传感网的，另一方面传感网的应用也可以看作特定类型的应用物联网^①。但从技术层面上看，传感网显然不是物联网的主体。

4.6 中国的物联网发展是否过热

究竟中国发展物联网是不是被 IBM 等忽悠了？

综合各种因素来看，是有几分被老外忽悠了，但同时还有几分是被我们自己人忽悠了。从目前的情况判断，我国前期发展物联网的步伐相对“急”了一点，这种“急”也是各种复杂因素促成的。不利的一点就是要相对多付出一点探索的代价，这种探索既包括政策，也包括研究、应用和产业化，甚至包括人才培养。

但分析问题也不能仅从单方面考虑。从2009年以来，我国用了两年的时间走过了一个相对混乱的摸索期，宏观上来讲代价并不大，收获还是不少的。例如，对物联网的认识、一些应用物联网的实现和应用、参与传感网国际标准的制定、中国发展物联网在国际上的影响力、促进国际交流等。

^① 关于应用物联网的定义和描述，请参考关于行业物联网的定义，请参阅 H. Ning and Z. Wang, “Future Internet of Things Architecture: Like Mankind Neural System or Social Organization Framework?” IEEE Communications Letters, vol. 15, no. 4, pp. 461-463, 2011.

这些实践经验,包括物联网学科建设和人才培养等,都将是未来发展物联网的重要积累。我们不能盲目乐观地认为我国在国际物联网领域处于领先地位,但可以肯定的是:中国在未来物联网领域将是一个重要的角色。

总的看来,我国发展物联网这一决策有利有弊,目前看来还是利大于弊。可以看到,我国物联网产业的发展慢慢趋于理性化。例如,十二五开局的“重点支持领域”的提法,本书认为是朝“发展行业物联网”迈进的一个信号,估计明确提出“发展行业物联网”[⊖]的决策会逐渐提上日程的。如果真是这样,本书认为,中国发展物联网的决策还是相对超前的。

4.7 如何正确看待目前对物联网的商业价值预测

有很多针对物联网商业价值的预测,这些预测的数字都在万亿以上。本书想说的是,这些数字中包括了很多已经存在的产业,比如通信、网络、计算机等,还包括了在各行各业的延伸的应用(物流、电力、交通、建筑等),而不是在短期内能新增这么多产值。

4.8 运营商在物联网发展中的角色

运营商(包括电信、电视等在内的通信网运营商)在发展物联网中的角色仍然是举足轻重的。正如中兴通信叶云总工在一次会议上说的:“大家可能没考虑到网络的承载问题,或者默认我们的网络能够承载物联网业务,这是与实际情况不符的。几乎可以肯定的是:我们现在的网络是无法承载未来海量的物联网业务和数据的。”目前大量的物联网应用几乎都是小范围、小数量的单一应用,几乎没有有行业性、大规模、跨领域的行业物联网、国家物联网、全球物联网(这些可以统称为“Ubiquitous IoT”[⊖])。

4.9 三网融合部署与发展物联网

指望下一代先进网络能够横空出世显然是不现实的。未来一段时间之

⊖ 关于行业物联网的定义,请参阅 H. Ning and Z. Wang, “Future Internet of Things Architecture: Like Mankind Neural System or Social Organization Framework?” IEEE Communications Letters, vol. 15, no. 4, pp. 461-463, 2011.

⊖ 关于 Ubiquitous IoT 定义,请参阅 H. Ning and Z. Wang, “Future Internet of Things Architecture: Like Mankind Neural System or Social Organization Framework?” IEEE Communications Letters, vol. 15, no. 4, pp. 461-463, 2011.

内，现有各种通信网络的融合和演进是必需的，从这一点看，我国的三网融合是必要的。很多人都认为：三网融合在技术上不是问题，壁垒在于部门之间的协调和利益分配。我们可以预测到，如果三网融合僵持很久或者实施效果不尽人意的话，有可能的结果就是：

- 错过了融合的最佳时期；
- 新的网络出现了，部分现存的网络和服务可以直接死掉，国家要做的是重新分配业务牌照。

本书认为，三网融合实际上也是发展物联网战略框架内的一部分，如果三网融合从国家层面上同发展物联网的决策是分开的，是不利于三网融合和物联网发展的。

4.10 发展物联网的重要意义与商业前景

本书认为，不能仅从技术和产业角度理解物联网的作用。物联网的核心目的是：将人类从人机接口的体力劳动、繁重的脑力劳动和信息爆炸中解放出来，达到现实世界（人类社会和自然）和信息世界的统一。应该说这是科技和社会发展的必然阶段，物联网是这阶段的一个名称而已。

物联网的商业价值，很大一部分体现在运营和服务方面，产品的经济效益应该不是主体。当前能够看到的可运营的物联网还不多，再过两三年应该会多起来，尤其是行业物联网都是可运营的公共平台。打个比方，如果把一个个房子都看成独立的物理对象，在房本上贴上 RFID 标签，同时建立一个公共的房地产物联网服务平台，那么业主、开发商、代理机构和政府房产管理机构在这个平台上进行房产登记、管理和交易的话，就比较方便，对于房地产行业的监管和财产公开无疑也有益处，这个平台是可持续运营的。

物联网涵盖的领域很宽，不能算是一个独立的新兴产业，基本上可以说是科技领域甚至是社会发展的新阶段的代名词。作为物联网的先行实践者，任何对物联网的探索和实践，从某种意义上说，对发展物联网事业都是有贡献的，但未必都是有价值和必要的。

4.11 小结

针对物联网的发展，世界各国都采取了不同的发展策略，但都结合了本国的特点和优势。我国在发展物联网事业上，可以在借鉴他国物联网发展的经验教训基础上，结合我国实际和具体需求，制定自己的发展策略。

4.12 思考题

谈谈你所理解的“智慧地球”。

参考文献

- [1] 科技部. 中国射频识别 (RFID) 技术政策白皮书 [R]. 北京: 科技部, 2006.
- [2] L Atzori, A Iera, G Morabito. Giving a social structure to the internet of things [J]. Communications Letters, IEEE, 2011, 15 (11): 1193-1195.
- [3] 通信世界网. 物联网产业发展研究 (2010) [EB/OL]. <http://www.cww.net.cn/news/html/2010/4/12/20104121045171311.htm>.
- [4] Future Internet Assembly “Towards the future Internet: emerging trends from European research,” [EB/OL]. <http://www.future-internet.eu/home/futureinternet-assembly.html>.
- [5] H Ning, Z Wang. Future Internet of Things Architecture: Like Mankind Neural System or Social Organization Framework? [J]. IEEE Communications Letters, 2011, 15 (4).
- [6] 宁焕生, 徐群玉. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考 [J]. 电子学报, 2010, 11: 2590-2599.
- [7] Dong A, He S, Yi M. Internet of things industry development status and framework system exploration [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2011, 28: 61-65.
- [8] Specification EPCglobal. The EPCglobal architecture framework [J]. 2009 (Final Version 1.3, 2009).
- [9] L Yan, Y Zhang, Laurence T Yang, et al. The Internet of things: from RFID to the next-generation pervasive networked systems [M]. CRC Press, 2008.
- [10] Strategy ITU, Unit P. ITU Internet Reports 2005: The internet of things [J]. Geneva: International Telecommunication Union (ITU), 2005.
- [11] Cluster of European Research Projects on the Internet of Things (CERP-IoT), CERP-IoT Research Roadmap [R]. [S. L.]. 2009.
- [12] H Sundmaeker, P Guillemin, P Friess S. Woelfflé. Vision and challenges for realising the Internet of Things [R]. Cluster of European Research Projects on the Internet of Things—CERP IoT, 2010.
- [13] Ma J, Yang L T, Apduhan B O, et al. Towards a smart world and ubiquitous intelligence: a walkthrough from smart things to smart hyperspaces and UbiKids [J]. International Journal of Pervasive Computing and Communications, 2005, 1 (1): 53-68.

- [14] The 12th five-year plan pushes Internet of Things and tera-scale industry will form in the future [EB/OL]. [2011-10-05] <http://www.rfidchina.org/news/readinfos-50802-177.html>.
- [15] Abdur Rahim Biswas, Raffaele Giaffreda. Smart IoT Group, CREATE-NET ITALY, IoT and Cloud Convergence: Opportunities and Challenges [J]. IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT). 2014.
- [16] Diogo P, Reis L P, Vasco Lopes N. Internet of Things: A system's architecture proposal [C]. Conference on Information Systems and Technologies. 2014 9th Iberian Conference on, IEEE, 2014: 1-6.

第5章 如何发展物联网：规划与运营



本章要点

- 我国物联网发展中出现的问题和挑战
- 行业物联网的发展
- 国家物联网

5.1 我国物联网发展出现了哪些问题

当前，我国发展物联网产业的现状主要是“前沿基础研究不足，关键技术掌握不多，拳头产品很少，应用非常分散”。

有人归结为“建路少造车多、创新少跟风多”，意思是可运营的平台和共性支撑技术少，存在太多的、分散的所谓的物联网应用，现实的行动几乎淹没了“物联网是什么的本质问题”；创新性的工作仍然很少，炒概念不在少数，似乎处在“老瓶装新醋没有新意但容易被人理解”和“新思想比较玄乎不容易被接受”的尴尬阶段。

具体所面临的问题主要有安全问题、技术标准、知识产权、产业链条、行业协作等等。

1. 安全问题

举个例子，在物联网中，RFID（射频识别技术）是一个很重要的技术。在RFID系统中，标签有可能预先被嵌入任何物品中，比如人们的日常生活物品中，但由于该物品（比如衣物）的拥有者，不一定能够觉察该物品预先已嵌入有电子标签及自身可能不受控制地被扫描、定位和追踪，这势必会使个人的隐私问题受到侵犯。因此，如何确保标签物的拥有者个人隐私不受侵犯便成为RFID以至物联网推广的关键问题。此外，物联网许多应用的建设还处在尝试阶段，大多处于局部小范围之内，隐藏的问题不能立即体现，例如中国大型企业、政府机构与国外机构进行项目合作时，如何确保企业商业机密、国家机密不被泄漏，这不仅是一个技术问题，而

且还涉及国家安全问题，必须引起高度重视。

2. 技术标准

物联网发展过程中，感知、传输、应用各个层面会有大量的技术出现，可能会采用不同的技术方案。大量的、分散的、异质异构的应用，相互无法联网，不能形成规模经济及行业物联网，不能整合出新的商业模式，更不能降低研发成本。因此，技术标准是我国当前发展物联网面临的一个重大问题。但没有成熟的核心技术，谈标准也是空话，这是典型的先有鸡还是先有蛋的问题。

3. 知识产权

在物联网技术发展产品化的过程中，不掌握核心关键技术，成本是下不来的，在这种局面下，自然是“用得越多，帮别人挣得越多”，这个道理，IBM 太清楚了，越是到行业物联网发展阶段，我们越依赖 IBM 这样的企业提供解决方案和产品。缺乏独立自主产权是限制中国物联网发展的关键因素之一。

4. 产业链条

和美国相比，国内物联网产业链完善度上还存在着较大差距。虽然目前国内三大运营商和中兴华为这一类的系统设备商都已是世界级水平，但是其他环节相对欠缺。物联网的产业化必然需要芯片商、传感设备商、系统解决方案厂商、移动运营商等上下游厂商的通力配合。

5. 行业协作

物联网应用领域十分广泛，许多行业应用具有很大的交叉性，但这些行业分属于不同的政府职能部门，要发展物联网应用，在产业化过程中必须加强各行业主管部门的协调与互动，以开放的心态展开通力合作，打破行业、地区、部门之间的壁垒，促进资源共享，加强体制优化改革，才能有效地保障物联网产业的顺利发展。如加强广电、电信、交通等行业主管部门的合作，共同推动信息化、智能化交通系统的建立。加快电信网，广电网，互联网的三网融合进程。产业链的合作需要兼顾各方的利益，而在各方利益机制及商业模式尚未成型的背景下，行业物联网的发展及物联网普及仍相当漫长。

6. 商业盈利模式

如果将物联网分为感知，网络，应用三个层次，在每一个层面上，都将有多种选择去开拓市场。这样，在未来生态环境的建设过程中，商业模式变得异常关键。没有创新的物联网商业模式很难调动各方的积极性。

7. 其他因素

使用成本、管理问题、政策法规、人才培养等都是发展物联网面临的问题，在此不一一展开。

5.2 我国物联网建设所面临的主要挑战

归纳上述内容，我国物联网建设面临的挑战主要有：

1. 管理及技术标准的统一问题

目前，全球物联网的发展缺乏一个权威公正的管理机构，缺乏物联网标准及与其他网络互联互通的标准。我国物联网应用目前将主要依托于国内市场需求，形式上五花八门，其分散性和缺乏监管也为国家标准和行业标准的制定带来难度。

2. 技术瓶颈

目前，全球物联网的研究大多还停留在概念和试验阶段。一方面我国相对缺少自主知识产权的核心技术，如无线通信技术，嵌入式技术、网络技术（移动和自组网络）、中间件技术，以及这些技术的无缝集成；还有智能终端的节能、延长网络寿命、无线传输的频率干扰、网络时钟同步等都是目前很有挑战性和必须解决的问题。另一方面在应用领域管理分散，呈现出“概念方案多，实用产品少；试验系统多，规模应用少；单打独斗多，行业应用少”的特点，难以形成有代表性的可大范围推广的系统解决方案。

3. 公众的普及问题

虽然目前物联网已成为公众关注的热点，但是公众缺乏对物联网真正的认识。由于对物联网的认识具有一定的技术门槛，在很多因素的推动下，公众容易盲从，业界更容易炒概念。因此需要加强多层次的物联网知识普及，以便公众更理性更清晰地认识物联网这个新生事物。

4. 国际间合作（协调）

未来物联网是开放和共享的，各国物联网很难独立于世界物联网之外。我国物联网的建设也是如此，只有与其他国家物联网进行合作互联，才能更好地发挥物联网的作用。但由于“物联网”涉及到下一代信息和资源的掌控和利用，各国都希望能占领该领域的制高点，掌握一定的话语权，因此物联网既为国际间合作创造了良好机遇，也为合作带来了巨大挑战。

为应对上述挑战，应该加强我国物联网建设的规划与研发应用，本章将分别从企业、行业、国家层面提出若干建议。

5.3 对企业进入物联网产业的若干建议

企业与物联网，包括两种情况：一是企业研发和提供物联网产品（包括系统集成）、参与物联网产业链的一个环节；二是企业自己要建立物联

网，也就是运营物联网，为企业自身或外部用户提供运营服务。

对于第一种情况，我们要清楚物联网产业链结构，包括芯片商、设备提供商、软件开发、系统集成商、运营商等。多数企业在没有物联网业务基础、核心技术和研发队伍的情况下，大致了解物联网的同时又比较看好物联网产业，很可能为了一两个貌似物联网的项目需求，去做一些系统集成方面的事情。再加上当前掌握物联网技术的人员匮乏，成熟产品不多，最后很多项目又变成了传统的监控系统、控制系统等。因此建议企业还是要先弄清楚物联网的内容，然后找准自己的定位，真正参与到物联网产业链中去。在各方利益机制及商业模式尚未成型的背景下，物联网产业繁荣还有待时日，不宜贸然投资和大规模转型。

对于第二种情况，现阶段物联网无论是安全还是技术标准都还没有到位。物联网成功的关键在于应用，包括运营模式。如果没有实际的应用支撑和合适的运营模式，企业经营的物联网就如空中楼阁，很可能被其他概念取代而成为泡影。因此，企业界对物联网的认识仍然需要回归理性，通过对技术、应用、市场、商业模式及政策等多个维度进行把握，从基础和企业的实际需求出发，以可产品化、可推广应用、可持续运营、以解决实际问题为导向来规划和运营物联网。这种物联网是企业面向自身及社会用户提供的服务平台，比如淘宝网、某公司代维的城市监控系统。

对于国内大多数企业，在关注和跟踪物联网发展的同时，可以积极探索实用的物联网应用以降低成本、解决现存问题或为客户提供新的增值服务，真正实现物联网初级阶段的应用；此外，还可以根据企业需求结合物联网制定并优化新的业务流程，这其中需要创新业务模式而不是纯技术问题，更多地侧重企业发展的信息化与智能化水平。对于实力雄厚的大企业，可以积极参与国家物联网标准的制定及行业物联网的建设，增加对物联网基础研究的投入，加强国际合作，制定企业战略和引领行业发展，做好长期合理的运营规划。除此之外，国内有运营商建议：第一，物联网各产业层需要有序发展。物联网的成熟、大规模商用需要一个长期的过程，真正地在某一个行业做出有示范效应的应用才有实质性的推动作用。第二，加强数据中心和业务平台的建设。运营商需要对物联网所采集的信息进行有效处理和管控，加快新商业模式的挖掘。第三，尽快丰富终端产品的功能和种类。终端产品的研发应适度超前于网络建设。第四，要形成一个良好的生态圈，产业链各环节的商用模式建立后，物联网业务才能真正得到推广。第五，目前所制定的相关标准没有针对物联网空中接口和网络承载方面的具体协议，这是急需解决的问题。

此外，国家支持的物联网基础研究才刚刚启动，技术研发还需要一个相应的过程，企业在发展物联网业务时应注意以下两个方面：

一是不要盲从，在充分认识物联网的内涵的基础上，明确自身的优势，

控制风险。避免盲目投资、过度投资及重复性建设。

二是不要急于求成，在国际、国内物联网标准还不明确、核心技术还不成熟的情况下，辩证地看待物联网发展所带来的机遇，需要在探索中不断提升自身实力并积累经验，争取尽快在物联网产业链中合理地定位自己的产品和服务。从目前国内物联网的发展水平来看，其发展瓶颈体现在：一是基础研究还跟不上，二是高端芯片等核心领域难以产业化，或成本过高，因此导致高端产品仍然被国外厂商垄断；三是目前还没有一个相对成熟的系统架构和协议；四是实现物物互联的数据量庞大，产业应用过程中的海量数据存储和计算的基础设施还不普及，同时数据处理的算法更需要创新。可能有人认为标准是一大障碍，其实未必，如果一个系统相对独立，不需要太多地与其他系统进行对接，自成体系也是可以的，这取决于业务的性质。事实上，绝大多数应用标准都应该从一定规模的成熟应用或试点的基础上提炼的，而不是事先制订标准。

5.4 对行业物联网发展的一些看法

物联网是一个跨学科、跨领域的综合交叉领域，全球物联网或国家物联网势必是跨行业的。一般来讲，在物联网涉及的多种技术（如集成电路、传感器、通信、软件、计算机、互联网等）协同发展的基础上，同时再消除不同行业之间的壁垒，通过跨行业大规模应用后才能实现未来真正意义上的“物联网”，这属于泛在物联网发展阶段（Ubiquitous IoT）。而前面各种各样的物联网应用，属于单元物联网发展阶段（Unit IoT）。由此可见，多种因素都会影响物联网产业的发展。而行业互通问题则将是物联网“连万物”的一个重大壁垒，例如全球物流势必涉及多式联运、各国海关系统、各类银行清算系统，这些行业的互联互通往往是比较复杂的。

在互联互通的全球物联网及国家物联网实现之前，各行业是不是可以先发展自己的行业物联网呢？答案是肯定的，而且是必须的，甚至可以说没有行业物联网建设的成功，国家物联网建设只能是空谈。所以IBM在推销物联网概念和应用解决方案时，目前的落脚点还是行业解决方案，几乎没有涉及跨行业、国家物联网或全球物联网建设的方案。

对于国内各大行业，在关注物联网发展形势的基础上，应该积极参与物联网的建设和标准的制定，谋划和拓展行业应用领域的物联网发展，不断增强自身的技术和竞争能力。例如电力行业，大规模新能源的局部并网、大规模电动汽车的发展、高速列车运行的瞬时有电波动等仍是电网发展的重点问题。为解决上述问题，实现节能减排及电力行业的统一管理，则须加大智能电网的投入和建设力度。再如交通行业，目前交通安全、交通

堵塞及环境污染是困扰交通领域的几大难题,尤其以交通安全和拥堵问题最为严重。据专家估计,采用智能交通技术后,每年仅交通事故死亡人数就可减少30%以上,并能提高交通工具的使用效率50%以上。因此,结合物联网,智能交通技术的研究、试验和应用还大有潜力可挖。

另外,要评估行业物联网建设的有效性,有两个重要因素需要重点考虑。一是规模,只有具备了规模,才能充分发挥物联网的效能。例如,一个城市有500万辆营运汽车,如果只在1千辆汽车上装有交通物联网感知终端,那很难评估物联网对这个城市的交通所带来的影响;二是流动性及实时动态特性,如物流过程中的物品通常都不是静止的,而是处于状态变化之中的,其时空、属性和归属都可能变化,这种变化状态下的实时感知和互动能力是评价物联网性能的重要内容。

5.5 国家物联网

如果行业物联网都纷纷建设了,那么国家物联网建设就为时不远了。

国家物联网包括两层含义:一种是国家层面对各种物联网进行管理的中心,比如有人提出的“感知中国”的数据中心。一种是包含各行业物联网在内的各类物联网的总称。这里所探索的,包括这两种内容在内。

5.5.1 建设国家物联网的必要性

建设国家物联网的必要性主要体现在以下两方面:

一方面建设国家物联网是国家发展的战略需求。2009年8月,温家宝总理提出“感知中国”战略,标志着我国政府对物联网产业的关注和支持力度已提升到国家战略层面;再后来,国务院将物联网落实为国家五大战略性新兴产业之一。因此,加快物联网技术研发,促进物联网产业的快速发展已成为国家的战略需求。

另一方面建设国家物联网能够带动国内一系列相关产业的自主创新能力和国际竞争力的提高。物联网作为一个新兴领域,其发展历史不长,从决策层面上讲国内外发展差距不大,一些研究工作也基本保持同步,应用领域的发展速度可能我国还稍稍快些,这为我国在该领域的发展提供了难得的时代机遇,把握住了这个机遇,我国物联网领域或将走在世界前列并得到长足发展。这一点和互联网时代不同,我们在互联网时代算是迟到者。

5.5.2 对国家实施物联网发展战略的一点建议

面对物联网巨大的市场需求和激烈的国际竞争,我国需要采取有效的发展战略规划,加快物联网技术的自主创新。以应用为导向,促进中国物

联网产业链的形成和自主产权核心技术的研发；参与国际标准化工作，推动成立技术联盟，实现在国际合作和竞争大环境下技术和产业的健康快速发展。

本节将在实施国家物联网战略规划方面提供一点建议，以供参考。

1. 总体发展目标

中国物联网技术总体发展目标为：通过技术攻关，突破一系列关键技术，培养人才队伍，建立我国自己的技术创新体系，取得核心技术的知识产权；形成完善的产业链，拓展自主研发产品的市场份额；研究制定标准体系。

2. 指导思想与原则

(1) 自主创新原则

力争在若干核心技术领域达到国际先进水平或者领先水平。

(2) 产业化原则

确立企业在物联网发展过程中的主体地位；企业之间加强沟通合作形成完整的具有国际竞争力的产业链。同时，国家在行业物联网建设方面，根据重要性要适当主导。

(3) 开放原则

密切跟踪技术发展前沿，注重借鉴国外先进技术，推进共赢合作。

(4) 协作原则，加强政府各部门之间的沟通协调，重视企业、大专院校及科研院所之间的协作，促进产学研协调发展，共同推进技术进步。

3. 产业发展途径和实施进程

(1) 产业发展途径

以典型应用示范为指导，通过自主创新，突破一系列的物联网关键技术，建立与国际标准互联互通的技术标准体系。

(2) 实施进程

1) 掌握关键技术、开展物联网应用：跟踪国际最新共性技术研发，研发具有自主知识产权的物联网技术，研究标准体系，为物联网的发展提供技术基础。

2) 区域和行业工程试点：突破应用与产业化关键技术后，可以在一些特色地区或代表性行业，进行区域物联网及行业物联网的试点和运营。

3) 吸取经验，逐步推广，适时开展国家物联网的建设：形成自主知识产权的技术体系，实现物联网的广泛应用和国家层面的管理。

4. 当前发展策略

目前总体来说，全球物联网还是停留在起步阶段，国内外关于物联网的统一认识还不够明晰，物联网技术的一些重大共性问题也未得到解决，更谈不上在各国间达成共识。主要表现在：物联网真正的架构尚未明确，物联网的核心技术尚需探索，以及在众多技术并不成熟的情况下而产业应用已提上日程。因此，在当前形势下发展物联网，不妨用一句话来概括发

展策略：我们需要在务虚和务实之间寻找平衡点。

一方面“务虚”的工作不能丢，要加强。

当前，我们要加强物联网理论和基础研究；加强标准制定、国际交流、启动保护隐私的立法准备工作；加强物联网知识的公众普及工作。学术研究要结合实际应用，但更要超前，仅仅围绕当前的产业需要进行研究是开创物联网事业的短视行为。

另一方面“务实”的工作要做扎实。

当前发展物联网产业应用，不必过于强调花哨的概念，也不必强加过于超前的理念。在解决产业需要的同时，可以在物联网产业链中合理拓展业务，包括提供具体的可推广的产品及解决方案；也可以在地域空间内适当布置物联网产业发展基地，建设开放的产业发展支撑环境等。北京市在开展物联网示范应用时，强调“企业开展物联网示范应用，应当是可持续运营、可推广、有望形成产业的项目，申报时重点要明确新的业务运营模式、而不是包装新的技术手段和理念”。“务实”的工作总体上概括起来就是：从时间、空间和产业的三个维度把握物联网发展的规划、布局和协调工作。

5. 正确认识当前物联网发展的辩证逻辑

真正的物联网是有一整套理念和技术支撑的。打个形象的比喻，我们人类的神经系统是非常智能的，它的感知、传输和处理是很神奇的，未来的物联网就好比人的神经系统，真正能够“全面感知、可靠传输和智能处理”。试想，如果未来全球物联网实现了，全球的态势都被物联网掌握了，那么谁掌握了物联网的主动权，就好比控制了全球的神经系统。所以，即使目前的物联网技术还不明晰，但理念、决策和战略总是可以超前的，首先我们得敢想，敢想就有行动，行动就有结果。这也就是为什么国家，尤其是发达国家，将物联网提到国家发展战略的层面，唯恐在物联网发展方面落后而受制于人，应该说“站在国家战略的角度来超前谋划物联网”这一点是值得肯定的。

通过以上论述，我们不难理解，国家有明确的战略了，政府各级部门就得实施，学术界和产业界就得行动，为了让这个行动不至于太超前和空洞，我们的行动就必须得“落地”，也就是开展前沿研究、掌握核心技术和打造产业链同时进行。到这里，问题就来了，政府和产业界的行动往往需要“看得见、摸得着的成果”才行，但同时我们前沿基础研究和核心技术还不到位怎么办？这就出现“包装项目、炒概念”的情况了，将传统的“传感器、监控和智能应用”之类的产品和应用重新在物联网的概念下进行包装再上市。学术界也可能通过产学研结合的方式来获得资助，于是这种包装又上了一个台阶。至此带来的后果就是：大多数人认为物联网是在炒概念，没多少新东西。如果这种情况得不到改善，物联网就会类似于

“数字地球”概念一样，很快就没什么新意了。

综上所述，可以看出我国物联网发展的现状是：一方面国家必定要制定这一发展战略，而另一方面又面临实际操作的诸多困难。

说到这里，您可能会问，这个问题有没有解？

作为本书的作者，无论我的观点是否正确，我都认为我有必要抛砖引玉地表达一种观点。因此，在2010年，本书作者曾提出，现阶段国家可以做以下几方面的工作：

- 1) 大面积地小额资助物联网前沿基础研究（比如自然科学基金加大对物联网的基础研究）；
- 2) 合理规划和引导产业发展（如“国家物联网十二五发展规划”）；
- 3) 适当资助有关国计民生的典型应用，以点带面（谋划和试点行业物联网）。

5.5.3 国家物联网管理模式探讨

1. 层次化国家物联网管理架构

根据国家物联网的需求，结合我国国情，这里建议一种层次化的国家物联网管理架构，如图5-1所示。

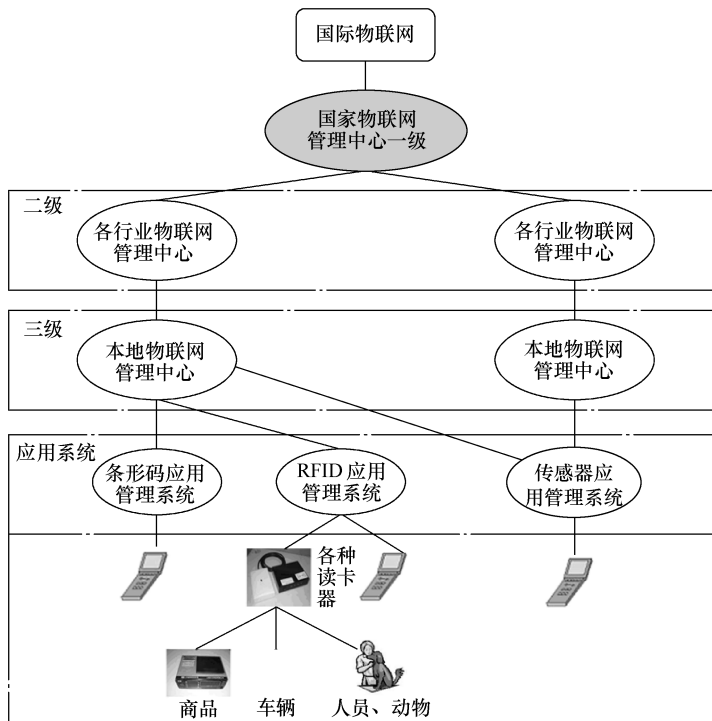


图 5-1 国家物联网分层管理架构

国家物联网管理中心是国内一级管理中心，制定和发布总体标准，负责与国际物联网互联，并对二级物联网管理中心进行管理。

二级物联网管理中心分为各行业的物联网管理中心（如公路运输、航运等）和专用物联网（如军用、海关等）管理中心，制定各行业、各领域的标准和规范。各行业和领域内部的统计信息可以存储在二级物联网管理中心，其他行业和领域根据一定权限可以进行查询，同时方便国家管理中心的管理。

第三级为本地物联网管理中心，负责管理本地物联网。

第四级为各企业、各单位内部或个人的物联网应用系统，负责前端的标识、感知、数据处理和信息管理等工作，将感知的信息通过计算机或直接通过网络传送给上级物联网管理中心。第四级中的底层为各个领域的物品标识和信息感知系统，感知系统包括各种标识和感知设备，如 RFID 电子标签和读写器组成的射频感知系统、无线传感器组成的感知系统、蓝牙、Zigbee、WiFi、雷达探测系统等。

每一级管理中心负责本级各节点的解析、传输、存储与服务；负责用户权限管理与数据安全；监控各节点的运营情况，及时报告和排除故障，保障物联网信息服务系统的安全畅通。

物联网运行依靠各级物联网管理中心的信息服务器。信息服务器既要保证与上下级管理中心的信息传递，又要对来自物联网内外的用户访问进行身份鉴别和提供信息服务。

2. 分布式国家物联网管理架构

针对物联网和我国地域分布广阔的特点，这里提出另一种国家物联网的网络管理模式——大区分布式国家物联网管理架构。其结构如图 5-2 所示。

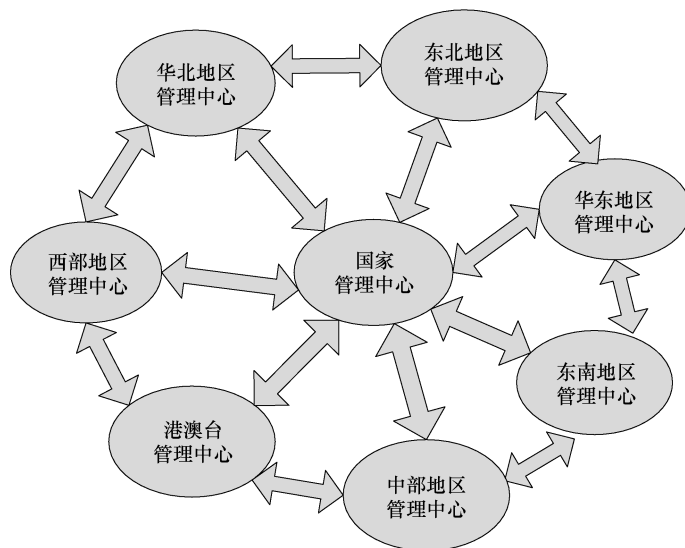


图 5-2
大区分布式物联网管理
架构

其基本思想是将一个大规模的网络管理划分为若干个对等的子管理域，一个域由一个管理中心负责，管理中心之间可以相互通信。当一个域需要

另一个域的信息时，可以与它的对等系统进行通信。其中国家管理中心在物联网中起到决定性的作用，对外负责与国际物联网接口管理，对内负责管理各大区物联网管理中心。各大区管理中心根据各自管辖地域的不同，可以有所侧重地在功能上进行不同的设置，同时各大地区中心之间也可以保持冗余而互相进行备份。

面向各地不同用户的分布式物联网管理系统，根据用户的不同要求，应该具有各自不同的特性。分布式的网络管理系统具有资源共享（resource sharing）特性、透明性（transparency）、开放性（openness）及可调节性（scalability）四大显著特征。

5.6 关于物联网建设的思考

5.6.1 政府在未来物联网产业发展中的定位问题

物联网产业的可持续发展离不开政府、市场及社会各方的参与。

从国家层面来看，又有两个重要方面需要政府思考的。一是我国物联网的发展在全球物联网大棋中如何定位；二是我国发展物联网的过程中，政府在这个过程中的角色将如何定位。

针对第一个问题。目前我国发展物联网的定位似乎还不够清晰，有点“全面出击”的意思。在物联网承载网络方面，由于“美国意图占领下一代网络的制高点（本书猜测）”“我国在下一代网络研发方面还不够领先”“我国三网融合在实际操作方面的壁垒”的三个因素的共同作用下，估计我国很难占领物联网承载网的制高点。业界有一种代表性的乐观看法：我国会在物联网应用方面领先。这一点本书也不怀疑，因为我国作为一个大国，信息化和自动化水平还有很大的提升空间。但应用多不代表实力强，没有核心的技术，我们还是走不出“用得越多，帮别人挣得越多”的套路。

针对第二个问题。政府的角色肯定不止一个，比如决策者、引导者、监督者等等，内容很多，这里不再展开。

5.6.2 有限的财政支出如何更有效地支持物联网产业的发展

这里能够想到的，大致包括：

- 1) 不要过于强调眼前的示范效果而忽略长远的规划和基础研究；
- 2) 要界定物联网的边界和应该资助的范围；
- 3) 具体感知手段和大多数应用都应该是由市场主导的，不应由政府主导或大力资助；政府应该关注前沿基础的、国计民生、社会服务及行业

物联网层面;

- 4) 与其他科技资助计划的界定和衔接。

5.7 全球物联网

本书预测,几乎不可能出现一个管理全球物联网的权威机构,全球物联网是全世界各种物联网的一个统称而已。全世界的物联网的管理模式将同社会组织一样,归属不同的应用部门、行业、地域和国家等进行管理。国家内部、国家之间、全球跨地区、跨行业的物联网协会或联合机构,其职能都将是协调和交流。

5.8 小结

我国物联网发展中面临着安全、技术标准、知识产权、产业链条、行业协作、盈利模式等方面的具体问题和挑战,为应对这些问题,可在目前已有的行业物理网的基础上,建设和发展国家物联网。

5.9 思考题

1. 在物联网发展过程中大概有哪些问题?
2. 我国物联网建设所面临的主要挑战有哪些?
3. 有可能出现国家物联网吗?如果有,其管理模式有哪些?

参考文献

- [1] 科技部. 中国射频识别 (RFID) 技术政策白皮书 [R]. 北京: 科技部, 2006.
- [2] 陈展宏. 无线射频识别技术 [J]. 电脑知识与技术应用研究, 2005, (12): 80-84.
- [3] 岑贤道, 安常青. 网络管理协议及应用开发 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.
- [4] 张瑜, 渠慎丰, 宁焕生. SNMP 扩展 MIB 库实现 RFID 系统的网络管理 [J]. 电子测量与仪器学报. 2006.
- [5] 宁焕生, 张瑜, 刘芳丽, 等. 中国物联网服务系统研究 [J]. 电子学报, 2006.
- [6] 李西宁. 分布式系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.

- [7] 张志橦, 彭松涛, 檀林. 分布式信息处理平台及其设计 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2002.
- [8] William Stallings. SNMP 网络管理 [M]. 胡成松, 汪凯, 译. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [9] 杨家海, 任宪坤, 王沛瑜. 网络管理原理与实现技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [10] 宁焕生, 王炳辉. RFID 重大工程与国家物联网 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [11] H Ning, N Ning, S Qu, et al. Layered structure and management in internet of things [C] Future Generation Communication and Networking (FGCN 2007) . IEEE, 2007, 2: 386-389.

第三部分 扫描物联网相关技术

00000001001011101010100101011010011010010101010100001100
01000010111110101000000011110101000001010101010101010101
000000001001011101010101010110100110100101010101000011
01000010111110101000000011110101000001010101010101010101

第 6 章 早期典型物联网之一 ——EPC 介绍



本章重点

- EPC 系统简介

6.1 早期物联网概述

早期物联网最典型的解决方案有欧美的 EPC 系统和日本的 UID 系统。

UID 系统主要由 Ubiquitous Code（泛在识别码，简称 Ucode）、Ubiquitous Communication（泛在通信器，简称 UC）、Ucode 解析服务器和信息服务器四个部分组成。Ucode 是识别对象所必需的要素，它以泛在技术多样化的网络模式为前提，能对应互联网、电话网、ISO14443 非接触近距离通信、USB 等多种通信回路；UC 主要由标签、读写器和无线广播通信设备等构成，主要用于将读取的 Ucode 码信息传到 Ucode 解析服务器，并从信息服务器获取有关信息；Ucode 解析服务器是以 Ucode 码为主要线索，对提供泛在识别相关信息服务的系统地址进行检索的、分散型轻量级目录服务系统。其主要用于确定与 Ucode 相关的信息存放在哪个信息服务器上；Ucode 信息服务器存储并提供与 Ucode 相关的信息，其一般具有良好的抗破坏性，使用基于 PKI 技术的虚拟专用网保证只允许数据移动而无法复制等性能。

下面以 EPC 系统为例对早期典型物联网进行详细的介绍。

6.2 EPC 系统

EPC 系统主要包括 6 个方面：EPC 编码、标签、读写器、中间件（MW）、对象名解析服务器（ONS）和信息发布服务（EPCIS），如图 6-1 所示。其中编码、标签和读写器前文已有详细论述，本节分别对中间件

(MW)、对象名解析服务器 (ONS) 和信息发布服务 (EPCIS) 进行重点介绍。

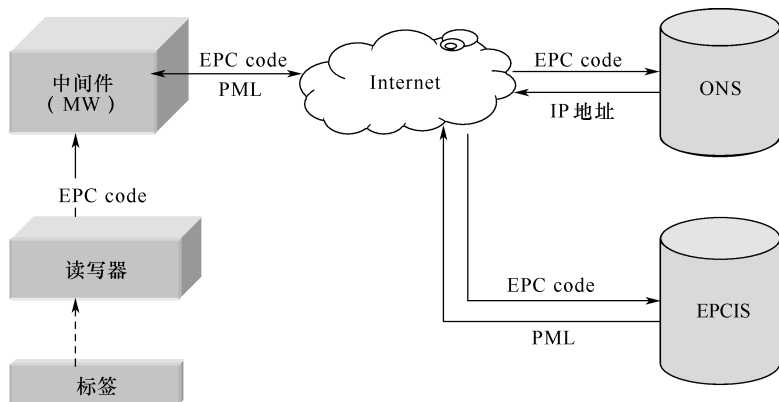


图 6-1
EPC 系统工作示意图

6.2.1 EPC 系统的名称解析服务

在 EPC 系统中，对象名称服务 (Object Name Service, ONS) 结构清晰，技术也比较成熟，以下对其进行描述。

1. ONS 简述

一个实体对象的网络服务模式可以通过该实体对象的唯一产品电子代码 EPC 进行识别。读写器可以识别标签中的代码，特别是在人工无法识别的情况下，实体对象可以通过自带的标签与网络服务模式相关联。网络服务模式是一种基于互联网或者 VPN 专线的远程服务模式，可以提供与存储指定对象相关的信息。典型的网络服务模式可以提供特定对象的产品信息，读写器或识读信息处理软件在 ONS 架构的帮助下可以定位这些服务。

ONS 目前被用来定位 EPCIS 服务器 (由于用 PML 语言描述与实体对象相关联的信息，因此在早期时称 PML 服务器)。ONS 服务是联系前台软件和后台服务器的网络枢纽。由于 ONS 设计与架构都是以因特网域名解析服务系统 DNS 为基础，因此整个 EPC 系统可以因特网为依托，迅速实施并顺利延伸到世界各地。

图 6-2 描述了 EPC 应用的网络分布。一个局域网内的若干个读写器在物理空间上被分布在多个地方，用于识读不同位置的 EPC 标签。读写器将读到的标签代码信息通过局域网上传到本地服务器，由本地服务器的软件对数据进行集中处理，然后本地服务器通过查找本地 ONS 服务，或者通过路由器到达远程 ONS 服务器查找所需的 EPC 编码对应的 EPCIS (PML) 服务器地址，之后本地服务器就可以与找到的 EPCIS (PML) 服务器建立通信。

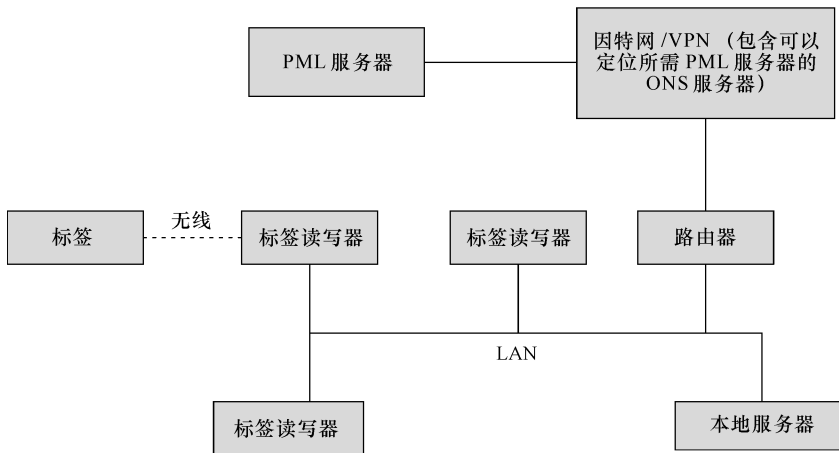


图 6-2
EPC 应用示意图

2. ONS 系统架构

ONS 体系结构是一个分布式架构，主要由以下几个部分组成：

- 映射信息。映射信息是分布式存储在不同层次的 ONS 服务器里面的，比较便于管理。
- ONS 服务器。当某个查询请求查询对应 PML 服务器的 IP 地址时，ONS 服务器就可以对此做出响应。
- ONS 缓冲存储器。

3. ONS 工作过程

将图 6-2 改写成如图 6-3 所示，解析的工作过程可以描述为：

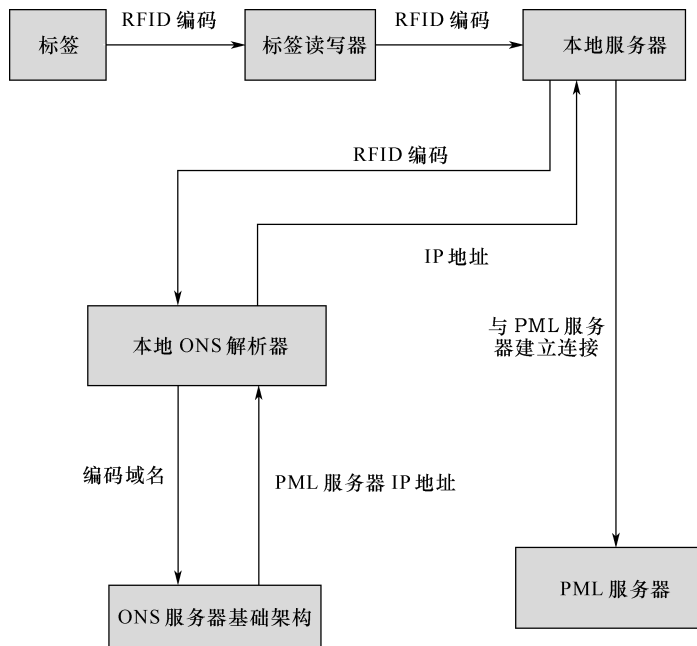


图 6-3
ONS 服务过程
(注：本图中的 RFID 编码即 EPC 码)

- 1) 从标签上识读一个编码。
- 2) 读写器将此编码发送到本地服务器。

3) 本地服务器对 EPC 数据进行适当排队, 过滤, 将处理后的编码发送到本地 ONS 解析器。

4) 本地 ONS 解析器利用格式化转换字符串将 EPC 码的比特位编码转换成域前缀名, 再将域前缀名和域后缀名结合成一个完整的域名, ONS 解析器再进行一次 ONS 查询, 将域名发送到指定的 ONS 服务器基础架构, 以获取所需的信息。

5) ONS 基础架构给本地 ONS 解析器返回 EPC 码对应的一个或多个 PML 服务器的 IP 地址。

6) 本地 ONS 解析器再将 IP 地址返回给本地服务器。

7) 本地服务器再根据 IP 地址联系正确的 PML 服务器, 获取所需的 EPC 码对应的信息。

4. ONS 特殊要求

对象名称解析服务将处理比 Internet 上的域名解析服务更多的请求, 因此, 生产商可以在局域网中设置一台存取信息速度比较快的 ONS 服务器。通过这台 ONS 服务器, 生产商可以将其现在的供应商的 ONS 数据存储在自己的局域网中, 而不是每次一批货物到达时都需要到外部去解析。这样的系统也能起到冗余备份的作用。

6.2.2 中间件技术

在 EPC 系统中, 编码后的标签经过读写器捕获, 再将标签中的信息传送给物品管理网络, 除了进行必要的多标签识别和防碰撞控制、解析域名及发布信息外, 中间件 (MW) 在整个结构及运转过程中起着类似桥梁的作用, 如图 6-1 所示, 它连接了读写器与名称解析服务及信息服务。

本节将介绍 EPC 系统中间件的作用、特点及发展现状。本节的内容并不只是针对 EPC 系统, 对一般的 RFID 应用系统也是适用的。

1. 中间件的作用

EPC 系统中间件负责实现与 RFID 硬件及配套设备的信息交互和管理, 同时作为一个软硬件集成的桥梁, 完成与上层复杂应用的信息交换。它是 EPC 系统框架中相当重要的一环, 起到一个中介的作用, 它屏蔽了前端硬件的复杂性, 并把采集的数据发送到后端的信息系统。中间件在系统中的作用和位置如图 6-4 所示。

具体来说, EPC 系统中间件的作用主要包括两个方面: 其一, 操纵控制读写设备按照预定的方式工作, 保证不同读写设备之间很好地协调工作; 其二, 按照一定的规则筛选过滤数据, 剔除冗余数据, 将真正有效的数据传送给后台的信息系统。在应用程序端, 使用中间件所提供的一组通用的应用程序接口 (API), 即可连接读写器, 读取标签数据。这样一来, 在对后台数据库软件或应用程序进行改动或替换, 或者 RFID 读写器种类增加

等情况发生时，应用端不需修改也能处理数据，简化了维护工作。

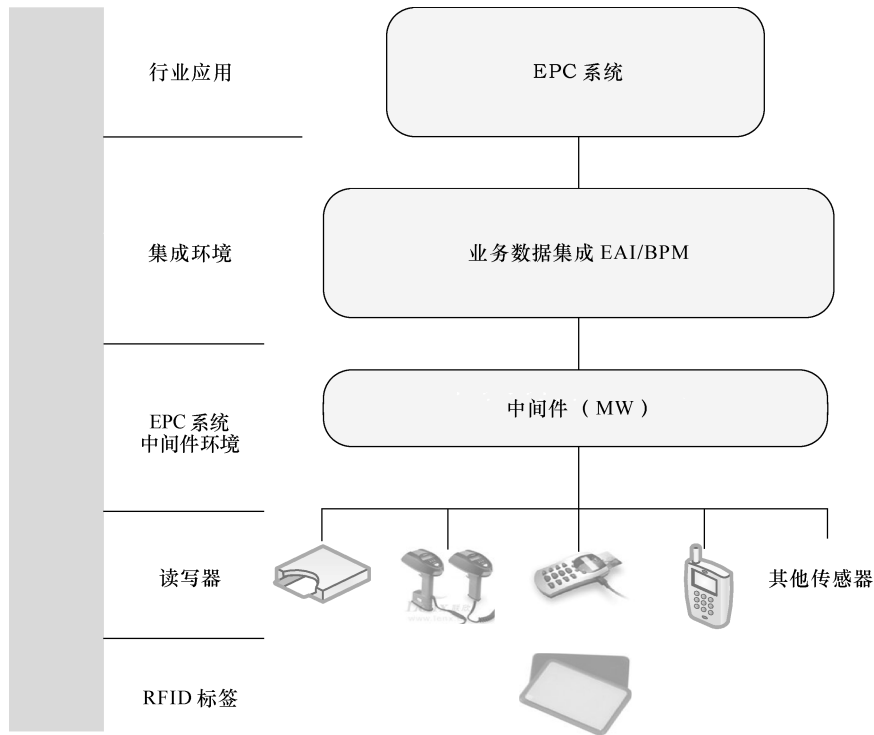


图 6-4
中间件在 EPC 系统中的作用及位置

一般来说，选用中间件可以为企业带来如下几方面的好处：

1) 实施 EPC/RFID 项目的企业，不需要进行程序代码开发，便可完成 EPC/RFID 数据的导入，可缩短企业实施 EPC/RFID 项目的周期。

2) 中间件可以为企业提供灵活多变的配置操作；企业可以根据自己的实际业务需求、应用更改、企业信息系统管理的实际情况，例如增加读写器数量，或者更换为它类型的读写器，或者新增企业仓库，只需对中间件参数进行相应设定，便可将所需 EPC/RFID 数据顺利地导入企业系统，降低了运营成本。

2. 中间件的特点

从中间件分类的角度来说，EPC 系统中间件是一种面向消息的中间件 (Message Oriented Middleware, MOM)。MOM 的功能不仅包括传递信息，还包括解译数据、安全性、数据广播、错误恢复、定位网络资源、找出符合成本的路径、消息与要求的优先次序及延伸的勘误工具等服务，EPC 中间件作为面向消息中间件的一种，也涵盖这些功能和服务。

同时，EPC 系统中间件有其自身的特色，可以从一般意义上概括如下：

(1) 独立于架构

EPC 系统中间件独立并介于读写器与后端应用程序之间，并且能够与多个读写器及多个后端应用程序连接，以减轻架构与维护的复杂性。

(2) 数据流

RFID 的主要目的在于将实体对象转换为信息环境下的虚拟对象,因此数据处理是 RFID 最重要的功能。EPC 中间件具有数据搜集、过滤、整合与传递等特性,以便将正确的对象信息传到后端的信息系统。

(3) 处理流

EPC 中间件采用程序逻辑及存储再转送 (Store-and-Forward) 的功能来提供顺序的消息流,具有数据流设计与管理的的能力。

3. 中间件的发展

EPC 中间件从最先的只是面向单个读写器、与特定应用驱动交互的程序,发展到全球 EPC 信息网络基础中间件。从架构角度看其发展可分为如下 3 个阶段:

应用程序中间件 (Application Middleware) 阶段。本阶段为发展的初级阶段,多以整合、串接读写器为目的,此阶段大多是不同的读写器厂商提供各自的简单读写器应用程序接口,通过直接编写读写器适配器以供后端系统的应用程序或数据库与之交互,从而将 EPC 信息融入企业。此阶段中间件产生的弊端是企业需花费成本去处理前后端的连接问题;硬件与软件绑定,灵活性不足,难以实现与合作伙伴共享 EPC 事件信息。

架构中间件 (Infrastructure Middleware) 阶段。本阶段是物联网中间件成长的关键阶段,也是得到了广泛应用的一种模式。其具备支持多种设备的管理、数据采集及过滤等功能,应用与硬件的耦合性大大降低,系统提供统一格式的 EPC 事件共享给外部。但不支持面向用户的高级事件及高性能共享功能,这也是其有待解决的重要问题。

解决方案中间件 (Solution Middleware) 阶段,是 EPC 系统发展的远景目标。各厂商提供包括硬件、软件和运行平台等一整套解决方案,很好地解决前端 EPC 硬件与后端应用系统的连接问题。这种模式是对架构中间件模式的超越,它加入了面向用户、面向服务的特性,而且可以推广到其他应用领域。

4. 中间件的国内外发展状况

在国际上,目前比较知名的中间件厂商有 IBM、Oracle、Microsoft、SAP、Sun、Sybase 和 BEA 等企业。由于这些软件厂商自身都具有比较雄厚的技术储备,其开发的物联网中间件产品又经过多次实地测试,产品的稳定性、先进性、海量数据的处理能力都比较完善,国内外认同度较高。

国内做中间件的企业也很多,但专门开发 EPC 和物联网中间件的企业不多。国内在物联网中间件和公共服务方面已经开展了一些工作。如中科院自动化所、华中科技大学、上海交通大学、清华同方等科研院所在研究中间件或提供中间件产品方面做出了贡献。

6.2.3 信息发布服务

EPC 系统使用数据接口组件的方式解决数据的传输和存储问题，用标准化的计算机语言来描述物品信息。2003 年 9 月 Auto-ID 中心发布的规范 1.0 版中将这个组件命名为 PML Server。作为 EPC 系统中的信息服务关键组件，PML 成为描述自然物体、过程 and 环境的统一标准。在其后的一年中，技术小组依照各个组件的不同标准和作用及它们之间的关系修改了规范，于 2004 年 9 月发布了修订的 EPC 网络结构方案，EPCIS（EPC Information Service，EPC 信息服务）代替了原来的 PML Server。这个方案提出了 EPCIS 在 EPC 系统中的作用和具体功能，如图 6-5 所示。

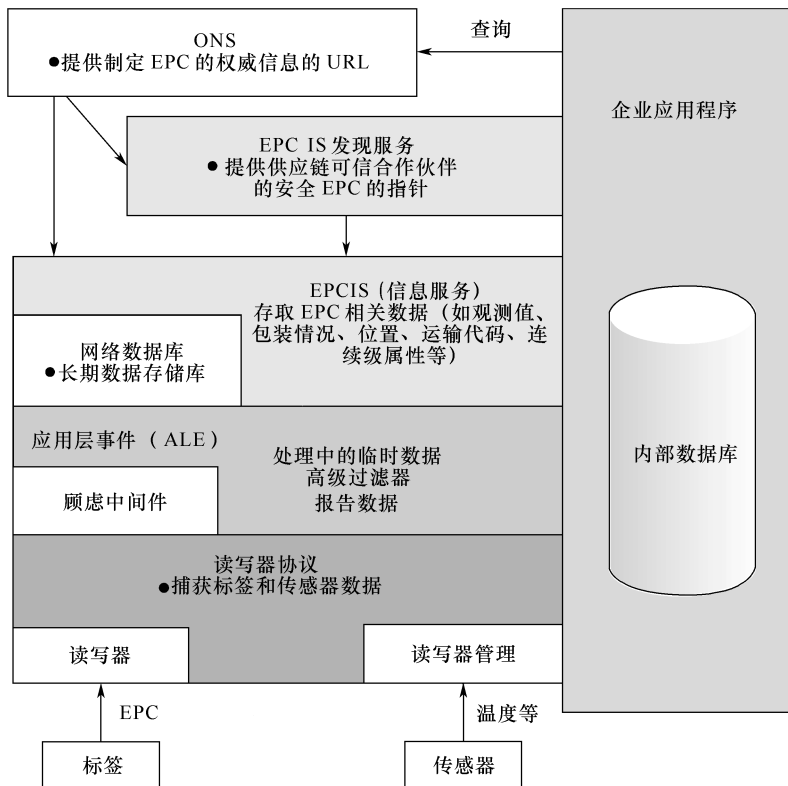


图 6-5
EPCIS 的作用

EPCIS 提供了一个模块化、可扩展的数据和服务接口，使得相关数据可以在企业内部和企业之间共享。它可以处理与 EPC 编码相关的各种信息，比如包装状态和信息源等等。EPCIS 以 PML 为系统的描述语言，主要包括客户端模块、数据存储模块和数据查询模块三个部分。客户端模块主要实现标签信息向指定 EPCIS 服务器的传输；数据存储模块将通用数据存储于数据库中，在产品信息初始化的过程中调用通用数据生成针对每一个产品的属性信息，并将其存储于 PML 文档中；数据查询模块根据客户端的查询要求和权限，访问相应的 PML 文档，生成 HTML 文档，返回给客户端。

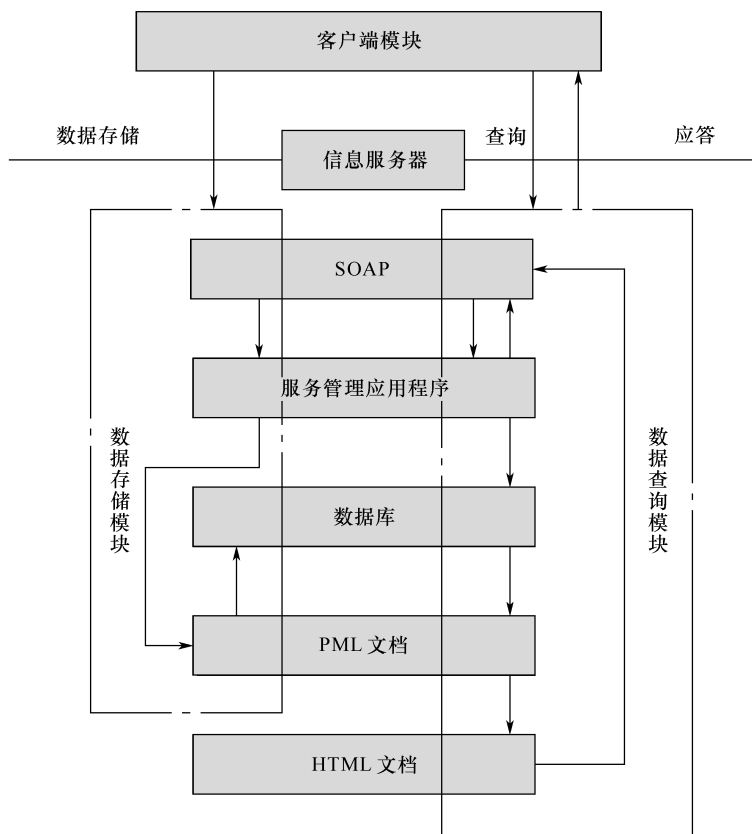


图 6-6
EPCIS 系统组成示意图

EPCIS 的结构和数据流程分为 SOAP（简单对象访问协议，Simple Object Access Protocol）、服务管理应用程序、数据库、PML 文档和 HTML 文档 5 个部分。

(1) SOAP

SOAP 是一种在非集中、分布环境中交换信息的协议。它使用 SOAP 信封将定义信息的内容、来源、目的和处理框架封装起来，传递给服务器管理应用程序。在处理过程的最后，SOAP 还要负责将处理结果传递给物联网客户端。SOAP 使用 HTTP（即超文体传输协议）作为通信协议，接受和发送 PML 格式的数据参数。

(2) 服务器管理应用程序

服务器管理应用程序接收和处理 SOAP 发送的数据，并将处理结果反馈给 SOAP。

(3) 数据库

物联网信息服务器中的数据库在不同层次存储不同的信息，其作用是提供查询或存储对象与其在 EPC 中的统一代码的映射。

(4) PML 文档

PML 由 PML Core 和 PML Extension 两部分构成。PML Core 主要应用于

读写器、传感器、EPC 中间件、EPCIS 之间的信息交换；PML Extension 主要应用于整合非自动识别的信息和其他来源的信息。

PML 语言是 XML 语言的扩展，集成了 XML 的许多工具与技术，成为描述自然物体、过程 and 环境的统一标准。EPC 中真正用于存储信息的是 PML 文档，它可以由应用程序创建，并允许随后不断的向其中增加信息。PML 与数据库的不同是，其存储的信息有严格的顺序性。

(5) HTML 文档

EPCIS 服务器具有一定的应用程序，可以实现根据不同的权限生成相应的 HTML 文档。

6.2.4 EPC 系统工作流程举例

为了方便理解，举一例说明如下：

某饮料瓶上贴有电子标签，在其上附有由其生产商提供的唯一的 EPC 码，假如该瓶饮料的 EPC 码为 13678037321010000000000。与此同时，此饮料的详细信息和属性（包括名称和类别、生产日期、保质期等）都被存储在 EPCIS 中，如图 6-7 所示。


```
<?xml version="1.0" encoding="gb2312" standalone="yes" ?>
- <食品类>
- <饮料类>
- <产品基本信息>
  <EPC>13678037321010000000000</EPC>
  <产品名> **饮料 </产品名>
  <生产公司> **公司 </生产公司>
  <公司地址>北京海淀区24号</公司地址>
  <公司联系电话>010-82310000 </公司联系电话>
  <生产日期>2006年04月23日</生产日期>
  <有效期>12个月</有效期>
  <成分>水、糖、碳酸、香精</成分>
  <包装>罐装</包装>
  <重量>200克</重量>
  <批发价>1元1瓶</批发价>
</产品基本信息>
- <产品追踪信息>
  <时间>2006-04-27</时间>
  <地点>北京</地点>
  <温度>15℃</温度>
</产品追踪信息>
</饮料类>
</食品类>
```

图 6-7

** 饮料的详细信息和属性示意图

读写器对其进行识读操作，得到了其唯一的 EPC 码，并将此 EPC 码发送给中间件。中间件将这一串 EPC 码转化为抽象身份的 URI（即统一资源标识，Universal Resource Identifier），并通过 Internet 向相关的 ONS 服务器发出查询指令。ONS 收到查询指令后，根据规则查得与之相匹配的地址信息（即此产品所对应的 IP 地址，例如该瓶饮料对应的 IP 地址为 192.168.2.106），同时引导中间件访问已经存储了该瓶饮料详细信息的

EPCIS。EPCIS 接收到查询信息后，就将物品的详细信息以网页的形式发送给中间件，从而获得物品对应的详细信息，具体如图 6-8 所示：

地址 (U)  <http://127.0.0.1/101show.asp?EPC=13678037321010000000000>

产品基本信息	
EPC	13678037321010000000000
产品名	**饮料
生产公司	**公司
公司地址	北京海淀区24号
公司联系电话	010-82310000
生产日期	2006年04月23日
有效期	12个月
成分	水、糖、碳酸、香精
包装	罐装
重量	200克
批发价	1元1瓶

图 6-8
显示在查询客户端上的
PML 文档

产品追踪信息		
时间	地点	温度
2006-04-27	北京	15℃

有了这些信息，用户就可以对物品身份和其他信息进行认证和跟踪，这就是 EPC 的基本功能。

6.3 小结

EPC 系统是早期物联网的典型代表之一，主要包括：EPC 编码、标签、读写器、中间件、对象名解析服务器和信息发布服务等方面。

6.4 思考题

1. 早期物联网系统的典型代表有哪些？
2. EPC 系统主要有哪几个方面组成？
3. 试对 EPC 系统的工作流程进行描述。

参考文献

- [1] 王忠敏, 等. EPC 与物联网 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [2] Jia Gao, Fangli Liu, Huansheng Ning, et al. RFID Coding, Name and Information Service for Internet of Things [C]. The 2nd IET International Communication Conference on Wireless Mobile& Sensor Networks. Shanghai, 2007.
- [3] 游战清, 刘克胜. 无线射频识别 (RFID) 与条码技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [4] 王忠敏, 等. EPC 技术基础教程 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.



第7章 物联网关键技术

本章重点

- 从分层结构角度理解物联网关键技术（感知、体系架构、通信技术、信息融合、安全隐私等）。

物联网的关键技术很多，有些甚至都还没弄清楚。这里列举的关键技术也不全面，只是从一般理解上进行概述，以便读者理解。主要包括物联网感知、体系架构、通信、网络、发现与搜索引擎、数据处理、网络管理等。

更深层次对物联网关键技术的理解，读者可以针对物联网的三层结构[○]所涉及的内容进行深入了解和研究，或参考对应的专业书籍，如感知层的 Zigbee、WiFi、蓝牙、红外技术等。下面的内容并未按照三层结构严格进行归类。

7.1 物联网感知技术

物联网包括各种信息传感设备，如射频识别（RFID）装置、红外感应器、全球定位系统、遥感系统、无线传感器网络、激光扫描器、雷达、摄像头等种种广义传感装置，其目的是让网络终端同其周边物品连接/感知起来（包括传感设备的信号采集、协同处理、智能组网，甚至信息服务等），从而实现对物品的识别、跟踪及控制等，造就一个智能的生活体系。广义的传感技术很多，读者可以参看专业书籍，这里仅对一般意义上的传感器技术进行介绍。

7.1.1 传感器技术概述

传感器技术是关于敏感元器件及传感器的设计制造、测试、应用的综合性技术，是构成现代信息技术和自动化技术的主要支柱之一。由于传感

[○] 有人划分为四层，其实新加的那一层大多是感知层、网络层和应用层中的共性关键技术。

器技术与物联网的建设密切相关,因此传感器技术水平高低不但直接影响信息技术水平,而且还影响信息技术的发展与应用。

目前,传感器技术应用已渗透到科学和国民经济的各个领域。在工业生产领域,全自动流水生产线、全自动加工设备、智能化检测仪器设备等都大量地采用了各种各样的传感器。在家用电器领域,像全自动洗衣机、电饭褒和微波炉等都离不开传感器。在医疗卫生领域,电子脉搏仪、体温计、医用呼吸机、超声波诊断仪、断层扫描(CT)及核磁共振诊断设备等也都是靠传感器技术发挥作用。在军事国防领域,各种侦测设备、红外夜视探测、雷达跟踪、武器的精确制导,没有传感器是难以实现的。在航空航天领域,空中管制、导航、飞机的飞行管理和自动驾驶、仪表着陆盲降系统等都需要传感器的参与。而且,人造卫星的遥感遥测也与传感器技术的应用紧密相关。

此外,在矿产资源、海洋开发、生命科学、生物工程等领域传感器都有着广泛的应用。传感器技术的广泛应用,为物联网的建立奠定了坚实的基础。但同时,传感器技术也开始面临新的挑战 and 新的机遇。

传感器技术所面临的新挑战:

现在的传感器不能满足人们要求改变落后信息摄取方式的需求。传感器技术的落后,一方面表现为传感器在感知信息方面的落后;另一方面也表现为传感器自身在智能化和网络化方面的技术落后。

传感器技术所面临的新机遇:

首先,新材料、新技术是加速传感器技术发展的保证。未来10~20年,传统硅技术将进入成熟期(预测为2014年~2017年)。届时,硅的低成本制造技术和应用技术得到空前的发展,这将为研制生产微型传感器、智能传感器等新型传感器提供技术保障。

其次,多学科、多种高新技术的交叉融合,推动了新一代传感器的诞生与发展。例如:当前我国正在重点开发的MEMS(微电子与微机械的结合)、MOMES(MEMS与微光学的结合)、智能传感器(MEMS与CPU、信息控制技术的结合)、生物化学传感器(MEMS与生物技术、电化学的结合)等,以及今后将大力开发的网络化传感器(MEMS网络技术的结合)、纳米传感器(纳米技术与传感器技术的结合)均是多种学科技术交叉融合的新一代传感器。

最后,传感器是物联网的基础,没有它,物联网就是无源之水、无本之木。各国对物联网建设的高度重视,必将推进传感器技术的快速发展。

7.1.2 传感器技术未来发展

以目前传感器发展的形式看,传感器技术发展的趋势将是开发新材料与传感器智能化发展相结合。

1. 新材料开发

传感器材料是传感器技术的重要基础，是传感器技术升级的重要支撑。例如，根据以硅为基体的许多半导体材料易于微型化、集成化、多功能化、智能化及半导体光热探测器具有灵敏度高、精度高、非接触性等特点，发展红外传感器、激光传感器、光纤传感器等现代传感器；在敏感材料中，陶瓷材料、有机材料发展很快，可采用不同的配方混合原料，在精密调配化学成分的基础上，经过高精度成型烧结，得到对某一种或某几种气体具有识别功能的敏感材料，用于制成新型气体传感器。此外，高分子有机敏感材料，可制成热敏、光敏、气敏、湿敏、力敏、离子敏和生物敏等传感器。

传感器技术的不断发展，也促进了更新型材料的开发，如纳米材料等。美国 NRC 公司已开发出纳米 ZrO_2 气体传感器，如图 7-1 所示，控制机动车辆尾气的排放，对净化环境效果很好，应用前景比较广阔。由于采用纳米材料制作的传感器，具有庞大的界面，能提供大量的气体通道，而且导通电阻很小，有利于传感器向微型化发展，随着科学技术的不断进步将有更多的新型材料诞生。



图 7-1
气体传感器

2. 智能化发展

20 世纪 80 年代发展起来的智能化传感器是微电子技术、微型电子计算机技术与检测技术相结合的产物，具有测量、存贮、通信、控制等特点。

智能化传感器，如图 7-2 所示，一般主要由主传感器、辅助传感器及微机硬件系统三大部分构成。也就是说，智能化传感器是一种带有微处理器的传感器，它兼有检测判断和信息处理功能。例如美国霍尼尔公司的 ST-3000 型传感器，是一种能够进行检测和信号处理的智能传感器，具有微处理器和存储器功能，可测量差压、静压及温度等。又如一典型智能化压力传感器，其中主传感器为压力传感器，它的作用是用来测量被测压力参数的。

近年来，智能化传感器开始同人工智能相结合，创造出各种基于模糊推理、人工神经网络、专家系统等人工智能技术的高度智能传感器，称为软传感器技术。在今后的发展中，智能化传感器无疑将会进一步扩展到化

学、电磁、光学和核物理等研究领域。



图 7-2
高精度智能化挂壁温度
传感器

7.2 物联网体系架构

7.2.1 概述

早期的物联网，其典型架构主要有欧美的 EPC 体系和日本的 UID 体系。该两大体系在各自政府支持和企业推动下已广泛应用，但由于各自在编码方案和后台信息处理方面差别迥异，两者并不能兼容；而且架构中都存在后台数据和用户隐私的安全隐患。如 EPC 的根 ONS 系统和配套的发现服务系统暂时由 EPC global 委托的 Verisign 公司进行运维，也就是说它完全可能面临被单个公司或者国家掌控运营的安全威胁。此外两者都有一个共同的局限，就是只能利用 ID 标识进行物体识别。

随着技术的进步和物联网概念的拓展，EPC、UID 将只能成为物联网架构发展中的子集，可伸缩性、可扩展性、模块化和互操作性等将是未来物联网架构设计的重点考虑问题。物联网的发展，需要一个开放的、分布式的、动态的全球体系架构。该架构能够将现存的或者将来会出现的各种异构系统和分布式资源的互操作性最大化，这些资源包括人、智能物体，甚至是软件或者器件等。

7.2.2 国内外研究现状

目前，国际上对该领域的研究主要分为两方面，一是从网络基础理论研究的角度出发来试图解决新型物联网网络的基本问题，主要包括对现有网络层次化功能模型的改进和探索非层次化的网络体系结构；二是从工程技术研究角度出发，解决网络与业务实现的具体问题。

欧盟主要聚焦于“Integration of RFID & WSN（射频识别技术与无线传感器的融合）”，重点支持语义操作和 SOA 架构方面的研究。

国内主要研究物联网及其演进的软件建模理论、体系架构和设计方法。例如空天地综合网络，它作为一种重要的信息服务基础设施，将社会因特网扩展到了空间。利用这种网络，NASA 在 GE 医学的协助下已经可以实时监控、检测空间站宇航员身体状况的医学数据（如血压、心率等）。空天地综合网络可以理解为是依赖于可靠、先进的信息通信技术，基于空、天、地的一种整体性的无缝衔接网络系统。该网络系统基本形式如图 7-3 所示，它由 3 个明确的系统组成：地面观测网络系统、空中交通管制网络系统（ATC）及卫星网络系统。这些网络系统可以被应用于不同的领域，如地面观测、ATC 管理、卫星遥感、高空探测及军事战况分析。

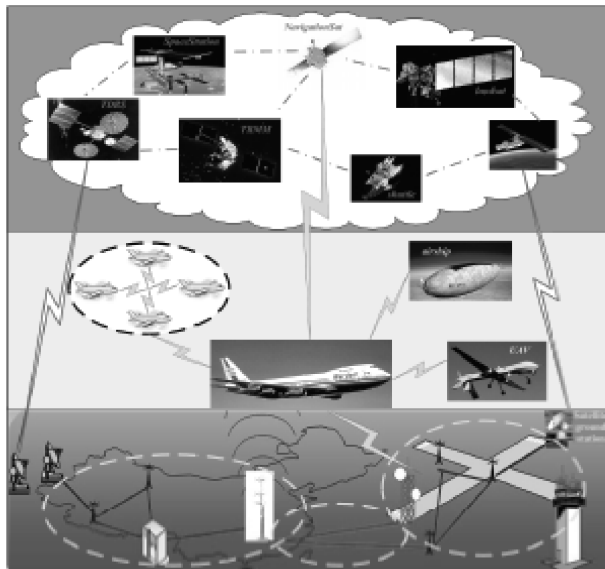


图 7-3
空天地综合网络

基于空天地综合网络，这里推荐一种物联网基础设施架构如图 7-4 所示。

在图 7-4 所示的架构中，自动识别和数据捕捉（AIDS）技术可以被归类为光学传感技术（如红外线传感器）和电磁传感技术（如 RFID、灵敏传感器，全球定位系统（GPS）、全球遥感卫星系统（GNSS）和微电子机械系统（MEMS）传感器）。在这一层以下，一些其他的新技术如地声学、生物测定学、机械眼和机器人应予以考虑。考虑这些新技术也许不能对物联网的发展起决定性作用，但很可能的一点就是拓展它的应用前景。这种假设架构由物体信息服务（OIS）、物体地址服务（ODS）和空天地综合网络（ISAGN）构成。OIS 由来自于制造商和不同的利益相关者提供的物体信息构成；另一方面 ODS 的作用类似于 EPC 系统中的 ONS，ISAGN 具有多种通信能力如无线、有线、红外线、蜂窝网络、RFID、雷达及卫星等。

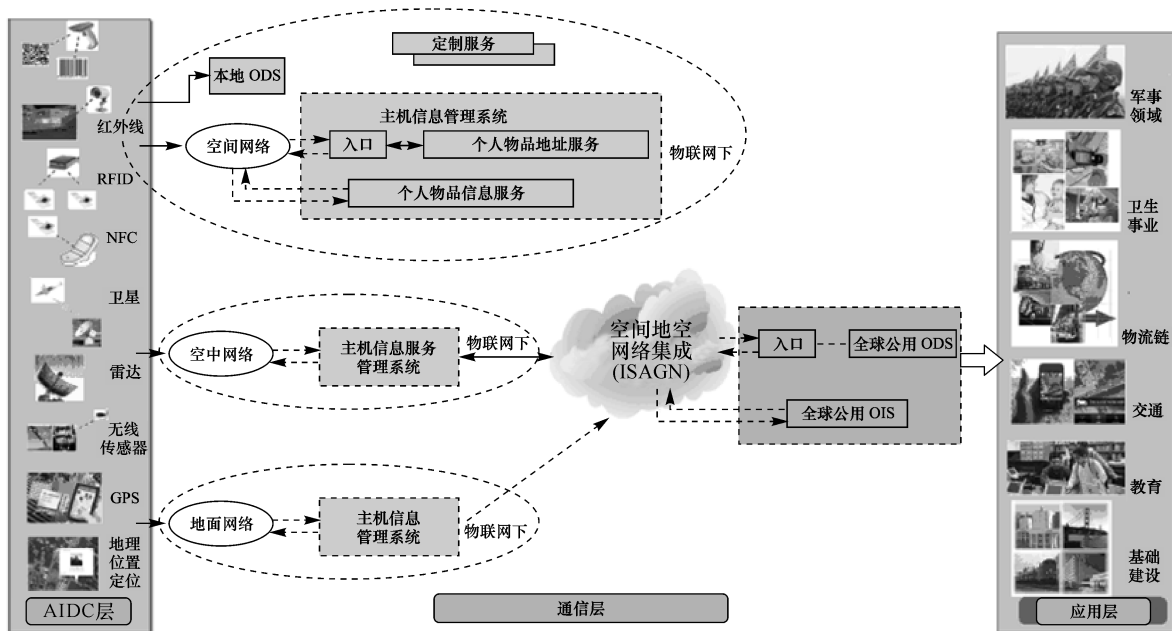


图 7-4 基于空天地综合网络的物联网基础架构

近日，美国自然科学基金委员会召开未来互联网体系结构（Future Internet Architecture）高层研讨会，会中提出：未来网络应该适应于发展中国家基础设施比较欠缺的环境；应该面向人类的自我辨识，以人为中心，而不是以设备为中心；应该更多联系到实际世界，因而不但要做信息传递，而且要控制、动作和感知。欧盟也在开展物联网架构方面的研究^①，本书作者也提出了 U2IoT（Unit IoT and Ubiquitous IoT）的未来物联网架构^②。

7.2.3 未来研究重点

目前，全球还无统一的物联网体系架构，尚需经过一个摸索和交流阶段。因此，如何由当前智能网体系演进到未来物联网体系架构，需要进行如下几个方面的研究：

- 研究端对端服务、异构系统融合、中性访问、分层明确，并对物理网络突然中断具有弹性恢复的开放性、分布式架构模型；
- 研究基于对等节点的自主分布式架构模型；
- 研究云计算，事件驱动架构、断开连接操作和同步性机理。

此外，在未来物联网体系架构研究中，以下几个领域很有可能会成为

① Future Internet Assembly, “Towards the future Internet: emerging trends from European research,” <http://www.future-internet.eu/home/futureinternet-assembly.html>.

② H. Ning and Z. Wang, “Future Internet of Things Architecture: Like Mankind Neural System or Social Organization Framework?” IEEE Communications Letters, vol. 15, no. 4, pp. 461-463, 2011.

新的研究热点：

- 1) 网络与业务的感知及黏合模型。
- 2) 工具箱的设计，即网络功能与业务功能的抽象与封装。这是设计的要点，面向对象技术可能发挥重要作用。
- 3) 功能片的组成，即网络功能和业务功能的组合方式与工作流程，基于角色的设计方法成为功能片设计的重要手段。

我国可以抓住目前的技术创新、网络升级换代、业务高度融合、新兴社会服务层出不穷等时机，从以下几个方面积极探索未来网络体系架构的发展道路。

1) 国家可从战略高度重视未来网络体系架构的研究与试验工作。未来网络体系架构的研究，对于改善我国国家信息基础设施，解决我国网络与通信技术的核心问题，加快新一代网络的技术研究和产业化进程，实现我国信息产业从大到强的渐进发展都将起到重要作用。

2) 给予多种网络体系架构自由研究发展的空间。

3) 基于现网改造和构建全新体系架构的思路可并行发展。目前，对未来网络体系结构的研究在业界存在两条思路，一条是充分考虑到现网存量，采用修补的方法来完善现有网络，这是一种短期内的可行思路。另一条是采用自顶向下的方法，最大限度地鼓励创新，提出全新的网络体系结构，这是长期的目标。在并行研究过程中，新型网络体系架构要充分利用现有技术，提高技术的成熟速度。在研究到一定程度时两种思路再进行融合，即要考虑到新型网络与现有网络的融合问题和现有网络的过渡问题。

4) 通过知识产权和技术标准确立信息技术优势。

7.3 物联网通信技术

7.3.1 通信模式

物联网实现的是物理世界、虚拟世界、数字世界与社会间的交互，如图7-5所示。典型的物联网通信模式主要分为：“物与物”和“物与人”通信。“物与物”通信技术，主要实现“物”与“物”在没有人工介入情况下的信息交互。譬如物体能够监控其他物体，当发生应急情况，物体能够主动采取相应措施。“M2M”技术就是其中的一种形式，但是目前M2M技术实现的大多是大型IT系统的终端设备。“物与人”通信技术，主要实现“物”与“人”之间的信息交互（包括人到物及物到人的通信）。譬如人对物体的远程控制，或者物体主动报告自身状态信息和把感知到的信息报告给人。

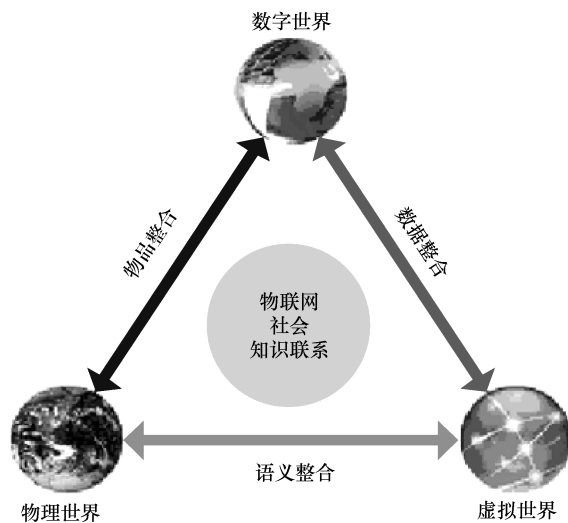


图 7-5
物联网实现的信息交互

除了典型的“物与物”、“物与人”、物联网中的信息交流还包括“人与人”。万物在物联网模式下如何才能实现通信呢？

一个普遍乐观的看法是，未来的物联网会给每一个联网的物体或人分配一个 IPv6 地址进行通信。对此，部分专家认为，IPv6 在技术上比较好地解决了 IPv4 的问题，包括安全性、移动性、质量上都有了改善，是一个相对比较好的技术。但是它也存在很大的危机：IPv6 是以固定有线网为主设计的，在无线移动环境下应用比较困难。而且，传感网末梢节点需要的是“轻量级”通信协议，根本无法承载 IPv6。实际上，不管 IPv4 还是 IPv6 地址，均具有双重性，既有位置信息也有用户信息，把它们捆绑在一起，安全性、移动性本身就带有重大弊端。专家认为，IPv6 只是短暂地解决了 IPv4 的地址容量问题，并未从根本上解决 Internet 的技术瓶颈和管理问题，更不能解决物联网承载所需要的对现存各种通信网络和各种网络服务的融合问题。为解决上述问题，美国正在加紧下一代网络技术研发。

7.3.2 通信速度

未来物联网的通信速度会比现有水平提高很多，实现宽带通信将是大势所趋。

据悉，美国联邦通讯委员会（FCC）启动的宽带网计划，其主要目标之一是将目前的宽带网速度提高 25 倍。韩国、新加坡、瑞典、芬兰等国也纷纷推出了 100Mbit/s 宽带计划。

1. 全球掀起新一轮宽带提速热

美国联邦通信委员会成员透露，将在 2020 年前向美国家庭提供更快速的网络，包括向 1 亿美国家庭提供速度为 100M 字节的网络。还计划在 2020 年前向学校和政府部门等社区机构提供 1Gbit/s 千兆高速网络。

超高速宽带也受到欧盟的青睐。欧盟委员会推出的“欧洲 2020 战略”建议方案提出了构建“创新型联盟”的设想。这一战略指出，到 2020 年所有互联网接口的速度将达到每秒 30M 字节以上，其中 50% 家庭用户的网速要在每秒 100M 字节以上。

芬兰交通与通信部表示，到 2015 年年底，要让至少 100Mbit/s 速度的宽带接入成为芬兰人的法定权利。芬兰最大的有线电视运营商 Welho 日前宣布推出最快 200Mbit/s 的宽带业务。这远远超过竞争对手提供的带宽，Welho 希望为其用户提供他们从未拥有过的宽带体验。

统计数据显示，瑞典近 90% 的家庭拥有互联网接入。瑞典政府的目标是要将宽带接入的速度提升至 100Mbit/s。TeliaSonera 正在升级其固定宽带接入网，以期为企业及个人用户提供高清电视、实时视频流和网络游戏等富媒体业务。

在亚洲，韩国将在 2013 年前建成覆盖全国的高速宽带网络，届时网民只需用一两秒钟就可成功下载一部电影。据介绍，升级后网民可以使用数据传输速度比现在快 10 倍的宽带网络从事电子商务，还可以在线观看高清晰的网络视频。新加坡政府推行的“iN2015”计划中一部分是铺设速度为 1Gbit/s 的光纤入户 FTTP 网络。

2. 国内宽带网使用相对落后

我国仍处于“低速宽带”阶段。在接入速率上与日本韩国等发达国家还有很大差距。目前韩国互联网平均传输速度达到 20.4M，为全球第一，日本次之达到 15.8M。

接入速率远远落后于世界先进水平，已成为我国宽带发展的瓶颈。据 OECD 的统计，2007 年 10 月，OECD 主要国家的平均网络下行速率达 17.4MB，日本超过 90MB。而中国大多数下行速率都不超过 4MB，同时，因为是共享带宽，在高峰时段，速率会更低。

从普及率来看，数据显示，中国的互联网普及率高于 25.6% 的世界平均水平。但与发达国家相比，还存在较大的差距。

业务应用不足也影响了宽带网络发展。据工信部电信人员分析，目前我国宽带带宽消耗更多是用于娱乐性，而非生产性。从国外经验看，除加强基础设施建设外，应用的推广也影响宽带的普及。比如，韩国宽带发展之所以领先，很大程度上得益于应用的广泛传播。

此外，欧洲业内专家认为，要实现物联网的通信，还应解决的问题有：

- 高效通信方式的实现；
- 多频率射频前端和协议模式研究；
- 基于软件无线电（SDRs）和认知无线电（CRs）的物联网通信体系架构；
- 物联网扩频通信和频谱分配的研究。

7.4 物联网网络技术

目前是网络技术的变革期,也是一个技术创新的活跃期。在这一关键时期,承载网络和业务网络均面临重大调整,网络中的结构模型、功能分布、传输模式、编址与命名、寻址与路由、服务质量保证方式、网络安全性、可运营可管理能力、业务支撑能力等多个方面均有许多新的需求。下面分别从几个方面进行介绍:

对于物联网的功能分布,在“2009 无线技术世界暨物联网国际高峰论坛”上有专家表示,未来的网络将设计成2层模型。基础设施层完成交换路由传输,相当于网络层面。物联网是在网络层面进行各种应用。

在传输方面,物联网对网络技术的需求主要表现在三方面:要求网络传输技术的进步(无线、有线),要求网络分配技术的升级,以及Web 3.0的应用。另外,在网络架构和管理方面,物联网需要具备集成本地和无线网络技术,可实现透明无缝衔接及实现自我配置和有层次的组网结构。

无线通信和网络技术是促进物联网发展的主要动力,它们包括3G、3.5G MMDS(宽带固定无线接入)、WLAN(无线局域网技术)、WiMax(全球微波接入互操作系统)、UWB(超宽带无线接入技术)、WSN(无线传感器网络)等。下面分别就以上技术进行介绍:

(1) MMDS(多路微波分配系统)

MMDS也称为多频道多点多分配系统、无线电缆或空中电缆等。早期MMDS用于电视分配,后来发展到传输电视、调频立体声、数据等。数字MMDS出现之后,MMDS开始用于宽带接入,如接入Internet。

MMDS由MMDS发射系统、用户端射频系统组成。基本工作流程如下:由CATV前端送来的信号、接收卫星的信号、相机送来的实况转播节目、音频与视频信号、录像机送来的信号等外来信号,送到MMDS发射系统,经过处理馈送到发射塔,再由天线发射,此处天线发射角可以是全向形(360°)、心形(180°)、扇形(45°、80°、110°)等。在一定覆盖范围内,用户端的射频系统接收MMDS信号,经过处理送到用户。MMDS工程流程如图7-6所示。

数字MMDS传送的信号基于MPEG-2/DVB标准。数字MMDS具有传送节目多、传输质量高、数字加密、覆盖范围广,可传送TCP/IP、VDP/IP数据、实现高速Internet接入等特点。数字MMDS不但能传送电视,而且,它还能提供互联网接入、视频点播、IP电话、网上购物、信息查询、卡拉OK点播等增值业务。

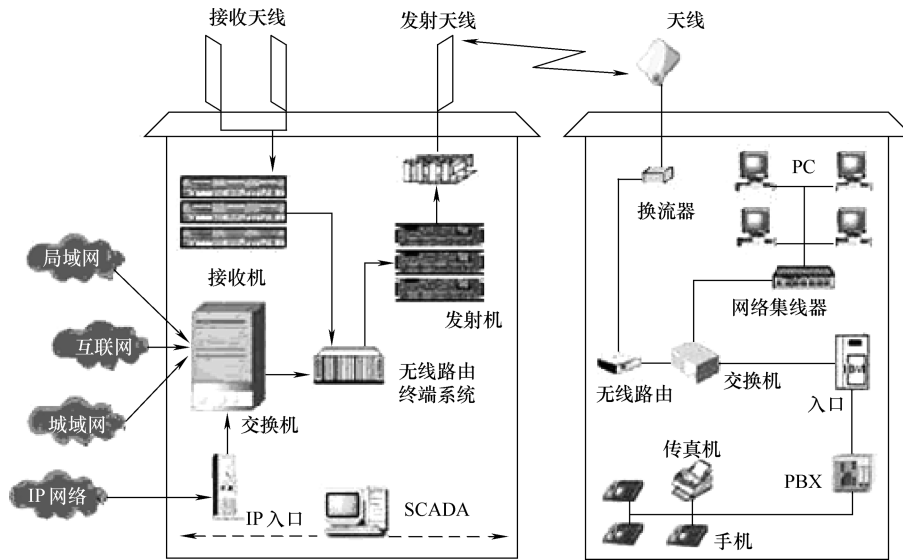


图 7-6
MMDS 工作流程

(2) WLAN (无线局域网技术)

WLAN 是利用无线通信技术在一定的局部范围内建立的网络，是计算机网络与无线通信技术相结合的产物，它以无线多址信道作为传输媒介，提供传统有线局域网 LAN (Local Area Network) 的功能，能够使用户真正实现随时、随地、随意的宽带网络接入。

WLAN 具有易安装、易扩展、易管理、易维护、高移动性、保密性强、抗干扰等特点。

在网络类型上，WLAN 有对等网络和基础结构网络。

1) 对等网络 (见图 7-7) 由一组有无线接口卡的计算机组成。这些计算机以相同的工作组名、ESSID 和密码等对等的方式相互直接连接，在 WLAN 的覆盖范围之内，进行点对点与点对多点之间的通信。

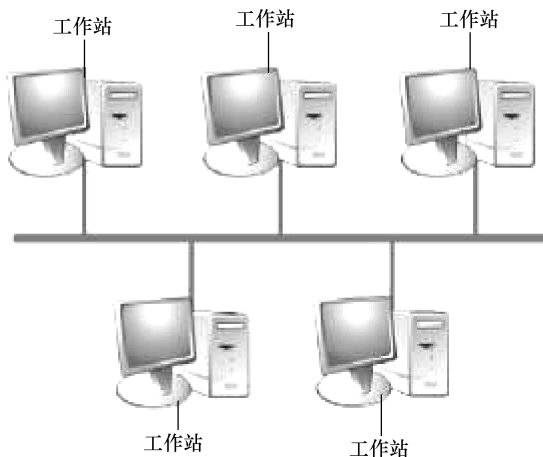


图 7-7
总线型对等网络

2) 基础结构网络 (见图 7-8) 在基础结构网络中，具有无线接口卡

的无线终端以无线接入点 AP 为中心, 通过无线网桥 AB、无线接入网关 AG、无线接入控制器 AC 和无线接入服务器 AS 等将无线局域网与有线网络网络连接起来, 可以组建多种复杂的无线局域网接入网络, 实现无线移动办公的接入。

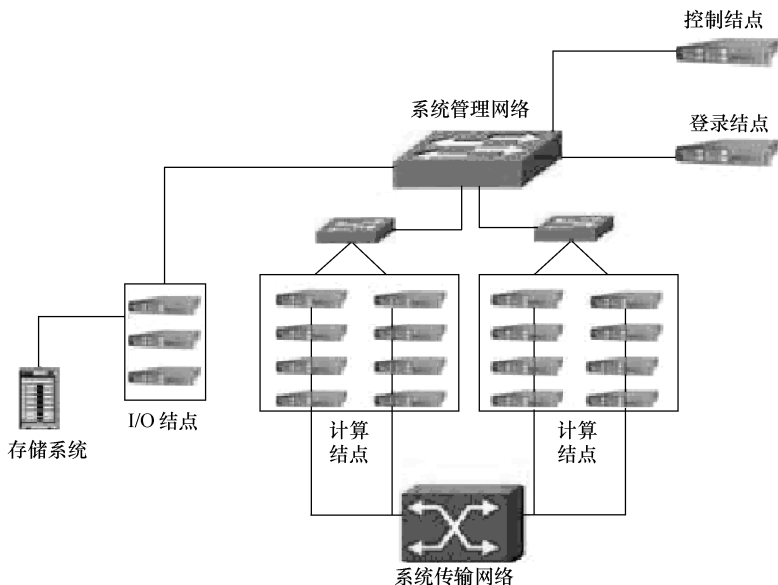


图 7-8
基础结构网络

作为有线网络无线延伸, WLAN 可以广泛应用在生活社区、游乐园、旅馆、机场车站等游玩区域实现旅游休闲上网; 可以应用在政府办公大楼、校园、企事业等单位实现移动办公, 方便开会及上课等; 可以应用在医疗、金融证券等方面, 实现医生在路途中对病人在网上诊断, 实现金融证券室外网上交易。

对于难于布线的环境, 如老式建筑、沙漠区域等; 对于频繁变化的环境, 如各种展览大楼); 对于临时需要的宽带接入, 流动工作站等, 建立 WLAN 是理想的选择。

(3) WiMax (全球微波接入互操作系统)

WiMax 是一项基于 IEEE 802.16 的宽带无线接入城域网技术, 亦被称为 IEEE Wireless MAN (Metropolitan Area Network), 其基本目标是提供一种在城域网一点对多点的多厂商环境下, 可有效地互操作的宽带无线接入手段。

WiMax 有自身的许多优势。而各厂商也正是看到了 WiMax 的优势可能引发强大的市场需求才对其抱有浓厚兴趣的。

优势之一: 实现更远的传输距离。WiMax 所能实现的 50km 的无线信号传输距离是无线局域网所不能比拟的, 网络覆盖面积是 3G 发射塔的 10 倍, 只要少数基站建设就能实现全城覆盖, 这样就使得无线网络应用的范围大大扩展。

优势之二：提供更高速的宽带接入。据悉，WiMax 所能提供的最高接入速度是 70M，这个速度是 3G 所能提供的宽带速度的 30 倍。

优势之三：提供优良的最后一公里网络接入服务。作为一种无线城域网技术，它可以将 WiFi 热点连接到互联网，也可作为 DSL 等有线接入方式的无线扩展，实现最后一公里的宽带接入。WiMax 可为 50km 线性区域提供服务，用户无需线缆即可与基站建立宽带连接。

优势之四：提供多媒体通信服务。由于 WiMax 较之 WiFi 具有更好的可扩展性和安全性，从而能够实现电信级的多媒体通信服务。

(4) UWB（超宽带无线接入技术）

UWB 是一种应用于 1GHz 以上带宽的无线通信技术。

由于 UWB 是无载波通信技术，利用纳秒至微微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据，因此其所占的频谱范围很宽。UWB 带宽频率范围在 3.1GHz 到 10.6GHz 之间，适用于高速、近距离（有效传输距离在 10m 以内）的个人无线通信。

UMB 技术在物理空中接口和较上层采用自下而上的设计，支持带宽密集的移动业务和并发的 VoIP 和数据业务，具有更大的灵活性。UMB 网络设计的目标是：

- 无缝移动；
- 为广泛的应用提供 QoS，包括延时敏感业务；
- 高效的频率再用部署；
- 通过简化网元间的接口，实现不同厂商设备的互通；
- 简化管理，减少网元数量；
- 增强网络的可扩展性和业务部署的灵活性。

采用 UMB 技术，易于对网络进行扩展，服务于不同场景下的基站，满足不同覆盖率和容量的需求。UMB 网络采用分布式网络架构使负载分散到各个网元，从而简化了总体设计。

(5) WSN（无线传感器网络）

WSN 是众多的传感器通过无线通信的方式，相互联系，处理、传递信息的网络。该网络综合了传感器技术、嵌入式计算技术、分布式信息处理技术和通信技术，可以实时监测、感知和采集网络分布区域内的各种环境或监测对象的信息，并对这些信息进行处理，传送给所需用户。

与其他网络一样，无线传感器网络的协议栈包括应用层、传输层、网络层、数据链路层和物理层。在应用层采用不同的软件，就可以实现传感器网络不同的应用目的；传输层提供差错控制和流量控制等功能；网络层主要负责将传输层所提供的数据路由至信息收集节点；数据链路层主要负责节点接入，降低节点间的传输冲突；物理层进行比特流的传输。

但与蜂窝网、无线局域网等其他无线通信网络相比,无线传感器网络有其自身的显著特点,主要包括节点(传感器)的低功率、低功耗和有限处理能力,网络的自组织性和容错性,网络的可扩展性,网络对能量的敏感性,以及以数据为中心的传输等等。针对这些特性,需要采用适于传感器网络的解决方案。比如,在物理层,可以采用低阶调制技术、超宽带(Ultra-Wideband, UWB)无线通信技术、射标签(Radio Frequency Identification, RFID)技术等;在媒体接入控制(Media Access Control, MAC)层,可以采用分布式接入控制算法、公平的资源分配算法等;在网络层,针对不同的准则,可采用各种节省能量的分布式路由算法和协议,以及数据融合的算法。

无线传感器网络在军事、工业、交通、安全、医疗、探测及家庭和办公环境等很多方面都有着广泛的用途,其研究、开发和应用,关系到国家安全、经济发展等各个重大方面,近年来在国际上引起了广泛的关注。

此外,物联网发展还需要考虑涉及分布式存储单元、定位和追踪系统、编址和寻址及数据挖掘和服务等相关的通信和网络技术。

7.5 物联网网络发现及搜索引擎

发现与搜索引擎作为互联网寻找资源材料的便捷工具,在我们的工作和生活中发挥了巨大作用。

在物联网中,对海量的分布式资源(如传感器,信息源和存储库),按照属性(如提供的传感器,驱动器,服务器的类型)、位置或者所提供的信息(如物体或交易的ID号)来搜索和发现这些资源既是必要的,也是一项挑战。因此,物联网搜索和发现服务对物联网的信息管理至关重要。如果失去它,信息数据的查找和访问将不能达到准确和有效。

作为物联网最为期待的第三代搜索,必须对以Google为代表的第二代搜索范式进行超越和革新。在物联网飞速发展的当下,这一工作迫在眉睫。这次革新由多个方面组成,其中一方面是包含本地化搜索、社区内容搜索、知识问答社区等在内的社会化搜索,另一方面则是人工智能、模式识别、语义分析、神经网络等智能搜索。

可以说,就技术门槛而言,智能搜索代表了下一代搜索的主流趋势。但鉴于神经网络、人工智能的搜索耗资巨大,目前还处在试验阶段;至于自然语言分析或者语义分析,由于语言本身的复杂性,其结果及性能也还不理想。

在早期物联网EPC系统中,搜索和发现服务主要包括ONS及配套的服

务。但随着物联网的技术发展，智能搜索不仅可以被人使用，也可以被应用软件或智能物体使用，以帮助收集来自不同系统和位置的信息，或查找支持智能物体运输、处理、网络通信和数据处理的基础设施。这种智能搜索将可能成为物联网最佳的搜索引擎服务。所以说物联网的发展需要的是一个全新的解析架构，能够实现物理、数字和虚拟实体间的映射，其功能将远远超越 ONS 或者 DNS。

对于有效的搜索和发现，信息的语义标记非常重要，尤其是要确保大量自动生成的信息在没有人工干预的情况下具有自动性和可靠性。

此外，如何将地面测绘数据，包括邮政编码和地名的逻辑位置交叉引用，以及物联网搜索和发现服务涉及的位置几何概念问题，如空间重叠和分离将是一个技术热点。

当前，物联网搜索和发现服务的实现还需要解决的问题主要有：

- 研究面向物联网海量资源的信息查找模型与分析机理；
- 研究真实、数字和虚拟三个世界中同一实体的映射问题；
- 语义标签和搜索；
- 搜索发现与标识的多维性研究，如物品 ID、物品属性、时间、地点等多融合与一致性；
- 全球通用认证机制。

7.6 物联网数据处理技术

物理世界的数字化，将使网络上的数据量逐渐攀升。物联网的发展，必会带来海量信息的数据存储和智能处理问题，因此迫切需要更佳的数据处理方法和机制来查询、获取和处理数据。目前出现的“网格计算”、“云计算”等技术都将是物联网数据处理的强大后盾，将会大大促进物联网的发展。

7.6.1 网格计算与云计算

网格计算是利用互联网把分散在不同地理位置的电脑组织成一个“虚拟的超级计算机”，其中每一台参与计算的计算机就是一个“节点”，而整个计算是由成千上万个“节点”组成的“一张网格”，所以这种计算方式叫网格计算。这样组织起来的“虚拟的超级计算机”有两个优势，一个是数据处理能力超强；另一个是能充分利用网上的闲置处理能力。简单地讲，网格是把整个网络整合成一台巨大的超级计算机，实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源和专家资源的全面共享。

网格计算的主要目的是设计一种能够提供以下功能的系统：提高或拓

展企业内所有计算资源的效率和利用率,满足最终用户的需求,同时能够解决以前由于计算、数据或存储资源的短缺而无法解决的问题。

关于云计算,据 IBM 有关负责人介绍,“蓝云”计划是 IBM 的重要项目,堪比 2000 年时对 Linux 的支持。它到底能为用户带来什么,让 IBM 如此重视?举个例子,比如一家银行,总行在周末的时候进行业务结算,需要调用大量计算资源,借助“云计算”,可以将总行系统中的其他运算,如后勤、维护等放到省一级银行的数据中心,保证总行数据中心有足够的计算能力。

7.6.2 海量数据处理

在海量数据处理研究方面,国外研究机构主要聚焦的是物理计算和认知设备(如无线传感器网络、移动电话、嵌入式系统、微型机器人等),以及互联网融合中涉及的数据处理技术,主要包括:语义互操作性,服务寻找,服务组合,语义传感器网络,数据共享、传播和协作,自治代理,人机交互等问题。

当然,国内在面向海量信息的智能处理和面向复杂应用环境的数据存储等方面也有较强的研究力度,主要有:

- 建立物联网中的海量信息智能处理和数据存储理论体系和架构研究;
- 面向海量信息的高效计算模型与分析学习机理,动态时空信息描述与一致性控制机制;
- 整合和分析海量信息并提供智能服务的方法;
- 针对异构和并发服务的大规模数据存储面临的高效性、安全性、可靠性、低能耗等挑战,研究面向服务且支持云存储等存储服务的架构;
- 研究自组织的动态数据对象管理和资源共享方法,存储服务 QoS 和效用评价方法;
- 研究网络使能技术及其在物联网中的协同应用。

当前,国内外对海量数据处理主要的解决方案为:

(1) 海量数据的存储与访问

目前,在网络系统存储备份设备中,应用最广泛的,仍然是磁盘阵列、磁带库和光盘塔或光盘库几大类。其中,磁带库、磁盘阵列、光盘塔或光盘库等存储设备因其信息存储特点的完全不同,应用环境也有较大区别。其中,磁带库更多的是用于网络系统中的海量数据的定期备份,而磁盘阵列则主要用于网络系统中的海量数据的即时存取,光盘塔或光盘库主要用于网络系统中的海量数据的访问。

对海量数据的访问,比较原始的做法是,由技术人员将已备至磁带的数据库倒回数据库,根据要求查找记录。此种查询方式基本由手工完成,效率极低,同时造成巨大的人工浪费。加上查询范围及时间跨度有限,无法

充分利用历史数据这一重要资源。因此，未来的访问机制为满足用户的需求，应具备如下的特点：在生产系统之外建立一个独立的历史数据归档和查询系统，将生产系统数据库内的历史数据自动归档，将历史数据从主机分离开来，从而使主机在必要时可以将历史数据剥离，轻装前进。同时保证历史数据脱离主机后仍能使用，即脱离主机和数据库后，仍可直接访问。

(2) 海量数据的数据库处理技术

计算机能处理的数据信息大体可以分为两类：一类是结构化数据，如数字、符号等；另一类是非结构化数据，如图像、声音和网页等。对于结构化数据，数据库存储技术发展到今天，关系型数据库已经成为处理结构化数据的首选产品。

但是，随着网络和软件技术的飞速发展，Internet 时代的数据越来越显示出两个最主要的特点，即非结构化数据大量涌现和海量数据的产生。这对数据存储和检索技术提出了完全不同的新需求，特别是随着非结构化数据应用领域的不断拓展，擅长于处理结构化数据的关系数据库开始暴露出越来越多的局限，而且这些局限性也集中表现在对海量信息的存储和检索方面。

在数据检索方面，海量信息对查询速度有较高的要求，查全率、查准率是衡量检索效率的标准。我们知道，关系数据库的索引是基于 B + 树（见图 7-9）的方法，这种方法对海量数据的检索效率是非常低的，甚至几乎不可行。而产生于 20 世纪 70 年代主要针对数值和字符处理的关系数据库模型由于当时应用的局限，在设计时几乎没有考虑到多媒体、网页等非结构化数据处理的问题，没有考虑会出现数据急速膨胀的局面。所以，关系数据库在 Internet 时代的非结构化数据和海量信息数据的处理方面存在着许多问题，特别是关系数据库对数据类型的处理只局限于数字、字符，对非结构化信息的处理只是停留在简单的二进制代码文件的存储，已经不适应用户从原先数据的简单存储上升为对数据的识别、检索和深入加工的要求。因此有人说，数据库技术将进入“后关系数据库时代”，进入基于网络应用和内容管理的非结构化数据库时代，数据的存储和检索技术也会随之发生相应的变化，数据库技术与 Web 技术的结合成为研究的热点。

随着技术的进步和市场需求的推动，关系数据库系统的功能越来越强，种类不断增加，其应用领域已多得难以统计，如联机事务处理、联机分析处理、决策支持系统、数据仓库和数据集市等。面向对象的数据性系统及通用数据库系统大多也是在关系系统基础上进行的扩展。物联网对传统关系型数据库提出了新的挑战，为满足物联网的特殊需求，传统的关系型数据库必然进一步发展，同时也必然会对其信息的管理提出更高的要求。因此，预计将来可能会出现另一种数据库——对象数据库。

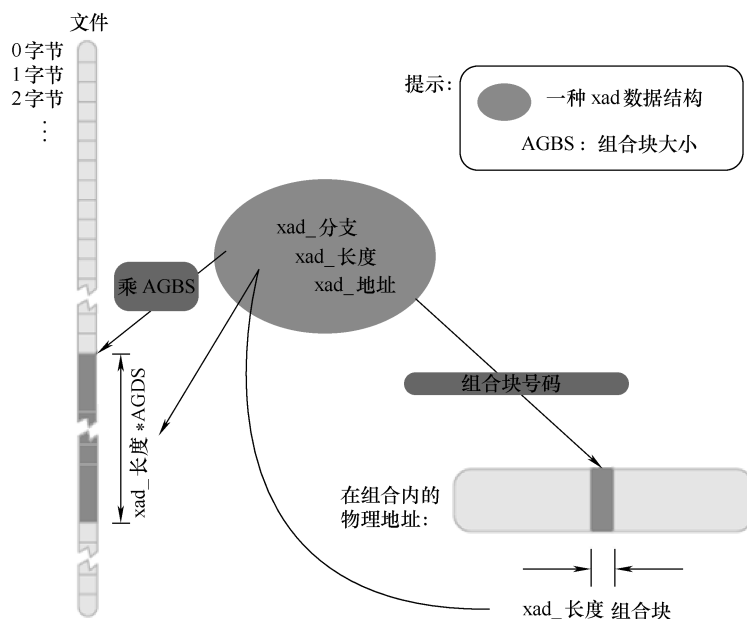


图 7-9

B + 树结构索引示意图

7.7 物联网管理

仿照互联网网络管理，物联网网络管理也应包括对硬件、软件和人的使用、综合与协调，以便对网络资源进行监视、测试、配置、分析、评价和控制，实现以合理的价格满足网络的一些需求，如实时运行性能、服务质量等。

常见的互联网网络管理方式有以下几种：

- 1) SNMP 管理技术；
- 2) RMON 管理技术；
- 3) 基于 WEB 的网络管理；

建立物联网的网络管理方式是物联网发展的重要组成部分，未来物联网网络管理必然要涉及到标准化问题。目前，对于物联网网络管理方式正在探讨中。

信息社会全球峰会（World Summit on the Information Society, WSIS）提出，未来互联网的管理模式将是“多元、透明、民主”，由多国共同运营，使政府、私营部门、民间团体和国际组织都能充分参与进来的模式。那么物联网的管理模式到底是什么样，它和如今的互联网管理模式有什么不同，其管理机构到底是一个国家主导的，还是由联合国监督下的一个共管机构，都仍然是国际上备受争论的话题。

部分专家认为，未来物联网管理不仅仅需要对其基础设施进行监控、

检测，还需要具备流量和拥塞管理等功能，即它能够自行感知和管理信息流、检测溢出条件，预留即将到达的数据流内存空间等。此外，物联网网络管理技术还需要对基本的应用服务和服务器的无缝网络有深度可见性，并能检测其设备、协议等程序运行情况。在服务响应时间内，可检查突加负载、监测物联网网页应用等，并针对情况设定解决方案；在进行远程连接和管理远程事物资料时，可鉴定和阻挡黑客攻击。

本书作者提出过“层次化的物联网管理模型”（详细内容见第5章5.5节），即顶层为国家物联网管理机构，主要负责国际对话与国际物联网互联，以及制定和发布国内总体管理标准，并对第二层物联网管理中心，即各行业的物联网管理机构进行统一管理。最底层则为本地的物联网管理机构，主要负责管理基层的物联网应用系统。

另外，本书作者还提出过“大区分布式国家物联网管理思想”（详细内容见第5章5.5节）。

物联网管理不仅仅是物联网的一个方面，它与物联网相关的技术、教育、法律、经济和政治等方面密切相关。因此，从研究角度，我国需加强对物联网管理体系、理论建模的研究，重点考虑物联网管理的以下几个方面：

- 物联网管理体系的架构；
- 物联网的技术管理（如行业管理、频谱资源的管理利用、技术标准管理、编码管理和安全管理等）；
- 物联网的社会经济管理（如考虑社会的伦理、道德规范、教育及世界多元文化等）。

7.8 物联网信息融合技术

7.8.1 什么是信息融合

信息融合就是将来自多个传感器或多源的信息进行综合处理，充分利用不同时间与空间的多传感器数据资源，采用计算机技术对按时间序列获得的多传感器观测数据，在一定准则下进行分析、综合、支配和使用，获得对被测对象的一致性解释与描述，进而实现相应的决策和估计，使系统获得比它的各组成部分更充分的信息。

数据融合最早起源于20世纪70年美国国防部资助开发的声纳信号处理系统，其概念在20世纪70年代就出现在一些文献中，在20世纪90年代，随着信息技术的发展，具有更广义化概念的“信息融合”被提出来。在侧重程度上，数据融合主要指对各类观测信息在一定准则下加以自动分析和综合，进行决策和评估，当需要融合的信息是传感器的探测数据时，

数据融合也可成为传感器融合;“信息融合”的概念较“数据融合”更加宽泛、其融合的信息除数据以外,还可扩大到规则、关系、知识、情报,模式和图像等其他信息。但在大多数场合,数据融合和信息融合的概念已没有本质区别。

7.8.2 信息融合的功能模型

近40年来,人们提出了多种信息融合模型。其共同点或中心思想是在信息融合过程中进行多级处理。现有系统模型大致可以分为三类:①功能型模型,主要根据节点顺序构建。②数据型模型,主要根据数据提取加以构建。③混合型模型。在20世纪80年代,比较典型的功能型模型有UK情报环、Boyd控制回路(OODA环);典型的数据型模型则有JDL模型。20世纪90年代又发展了瀑布模型和Dasarathy模型。1999年Mark Bedworth综合几种模型,提出了一种新的混合模型。

1. UK 情报环

UK情报环把信息处理作为一个环状结构来描述,如图7-10所示。它包括4个阶段:①采集:包括传感器和人工信息源等的初始情报数据。②整理:关联并集合相关的情报报告。在此阶段会进行一些数据合并和压缩处理,并将得到的结果进行简单的打包,以便在融合的下一阶段使用。③评估:在该阶段融合并分析情报数据。同时,分析者还直接给情报采集分派任务。④分发:在此阶段把融合情报发送给用户(通常是军事指挥官),以便决策行动,包括下一步的采集工作。

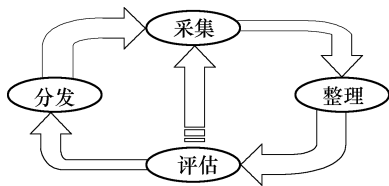


图 7-10
UK 情报环

关于情报处理要遵循一些基本的情报原则,如:中心控制(避免情报被复制);实时性(确保情报实时应用);系统地开发(保证系统输出被适当应用);情报源和处理方式的客观性;信息可达性;情报需求改变时,能够作出响应;保护信息源不受破坏;对处理过程和情报收集策略不断回顾,随时加以修正。这些也是该模型的优点,但缺点是应用范围有限。

2. Boyd 控制环

Boyd控制环(也称OODA环,即O-观测、O-取向、D-决策、A-执行环),如图7-11所示。它包括4个处理阶段:①观测:获取目标信息。②取向:分析形势,认清态势。③决策:制定反应计划。④执行:执行计划,只有该环节在实用中考虑了决策效能问题。

OODA环首先应用于军事指挥处理,现在已经大量应用于信息融合。从图7-11中可以看出,Boyd控制回路使得问题的反馈迭代特性显得十分

明显，表明了数据融合的循环性；同时，随着融合阶段不断递进，传递到下一级融合阶段的数据量逐渐减少。OODA 模型的不足之处在于各个阶段是顺序执行的，每一个阶段只能按顺序直接影响后一阶段，而对 OODA 环其他阶段的影响能力比较欠缺。

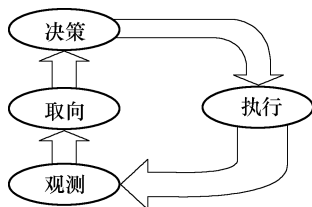


图 7-11
Boyd 回路

3. JDL 模型

1984 年，美国国防部成立了数据融合联合指挥实验室，该实验室提出了他们的 JDL 模型，经过逐步改进和推广使用，该模型已成为美国国防信息融合系统的一种实际标准，如图 7-12 所示。

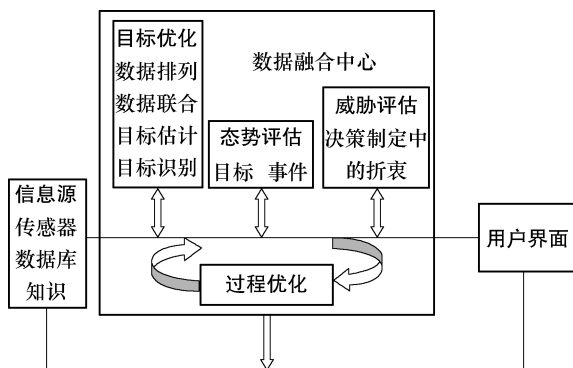


图 7-12
JDL 信息融合模型

JDL 模型把数据融合分为三级：第 1 级处理为目标优化，包括定位和识别目标；第 2 级处理为态势评估，根据第 1 级处理提供的信息构建态势图；第 3 级处理为威胁评估，考虑各种可能采取的行动，并分析其优缺点。过程优化实际是一个反馈过程，也可以称为第 4 级，它可在整个融合过程中监控系统性能，识别增加潜在的信息源，以及改进传感器部署。其他的辅助支持系统包括数据管理系统（存储和检索预处理数据）和人机界面等。

4. JDL-User 模型

2002 年 Erik. P. Blasch 提出了 JDL-User 模型，如图 7-13 所示。把信息融合分为六级：

第 0 级为预处理过程，在像素/信号级数据关联的基础上估计、预测信号/目标的状态。

第 1 级为目标估计过程，包括目标状态和属性估计。在关联量测与跟踪的基础上，估计目标的状态，例如空间位置和速度；对传感器数据进行特征提取和处理，估计目标的身份。

第2级为态势评估过程,根据第1级处理提供的信息对战场上战斗力量分配情况等进行评估,从而构建整个战场的综合态势图。

第3级为威胁估计过程,在态势评估的基础上,考虑各种可能的行动及武器配置等,估计出作战事件出现的程度和严重性,并对作战意图做出指示与告警。

第4级为过程优化过程,它可在整个融合过程中监控系统性能,识别增加潜在的信息源,并根据实际需要,随时改变传感器部署,这一部分也称为传感器管理。传感器管理构成了信息融合的闭环反馈环节,有助于实现整个系统性能的优化。

第5级为优化用户过程,自适应地决定查询和获取信息的用户,自适应地获取和显示数据以支持决策制定和行动。

其他的辅助支持系统包括数据库管理系统和人-机交互等部分。

JDL-User模型

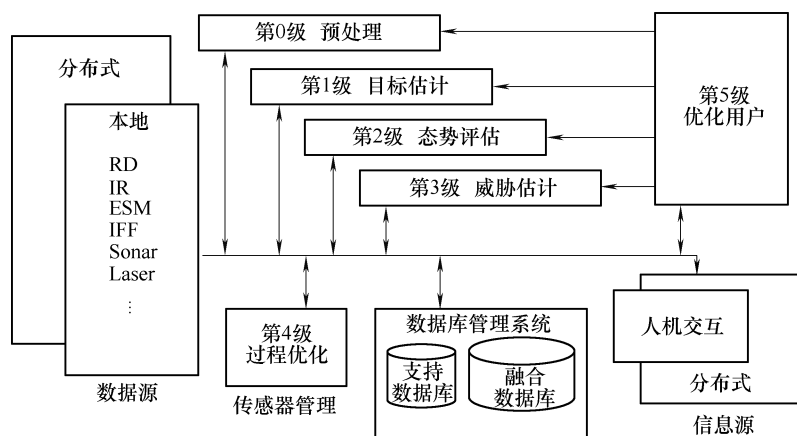


图 7-13
JDL-User 模型

7.8.3 物联网信息融合的必要性的必要性

在物联网中采用信息融合技术的必要性可归纳为以下几点:

1) 环境干扰。物联网的部署环境复杂多样,如较大温度变化、压强变化、较强电磁噪声干扰或者辐射环境下,传感器的量测可能就不精确,甚至是无用的。

2) 物联网节点性能有限。即使环境状况比较理想,由于成本及制作工艺的限制,传感器的感知精度也是有限的。

3) 物联网节点失效。部署的传感器节点有可能被捕获或损毁,如战场环境被敌方捕获,火灾时节点损毁等。另外,由于工作消耗能量到一定水平后,传感器节点将无法继续进行信息采集,即使实现采集处理,也无法有效传输。

4) 单联网节点获取信息能力有限。单个物联网节点集成的传感器种类及个数有限,能够感知的信息类型、感知的范围有限,如果需要得到关

于观测环境的综合的信息，则需要综合不同空间位置多个节点的观测信息。

根据信息源之间的关系，信息融合可以分为互补、冗余和合作三类。互补是指待融合的信息源是观测区域不同部分的量测，通过融合可以得到关于观测区域完整的信息。冗余是指多个信息源提供的是同一条信息，通过融合可以增加相关的信任度。合作是指通过融合多个独立的信息源得到比原始信息更加复杂更能有效表示实际情况的信息。采用数据融合技术融合不同信息源消息的作用主要有：

1) 降低网络能耗，延长网络生命周期。无线通信是传感器节点中最耗能源的部分，如果直接传输采集得到的大量的原始数据，势必会快速消耗节点有限的能量资源。通过数据融合，成功地利用节点的本地计算和存储能力处理数据，节点之间仅共享传输融合后的结果，将能去除冗余信息，大大减少传输的数据量，从而有效地节省能量，到达延长网络生命周期的目的。

2) 提高信息准确度，完成感知任务。由于传感器节点部署环境一般较为恶劣，且有限的成本决定其有限的性能鲁棒性，因此节点往往具有易失效性；而且由于无线链路的不稳定性，无法保证消息的可靠交付，有可能造成信息丢失，因此需要数据融合技术对多份数据进行综合，通过融合不同空间位置、不同时间点的不同模态的感知量测，利用信息之间的时空相关性及不同模态的信息的互补性等，提高信息的准确度，完成感知任务。

7.8.4 物联网信息融合的特点与挑战

典型的物联网系统，具有交互性和社会性特点，并强调应用的智能性和节点的感-执能力。因此新形势下物联网信息特点如下：

(1) 信息的多态性与异构性

信息多态性体现在丰富被检测目标对象从不同方面表现出来的特性，如湖泊中蓝藻含量检测过程中，可以表现出不同方面的特性：颜色、PH值、氨氮等。信息多态性和感知模型异构性导致了信息的异构性，信息的异构性在于：传感器结构不同性能各异，其采集的信息结构也各不相同，不同应用对应的信息结构也不可能遵循统一模式。

(2) 信息的海量性

物联网可通过两种方式产生海量信息：1) 长期和持续的监控必将产生大量感知信息；2) 大规模复杂网络应用产生的海量监控信息。另一方面，物联网往往是由若干个无线识别的物体彼此连接和结合形成的动态网络，因此也将产生海量信息。

(3) 信息的时效性强

信息的时效性强具体表现在被感知事物的状态可能是瞬息万变的，检测或监控的信息更新很快。应用中的海量信息虽然可能长期保存，但并不

能反映“物”的当前状态,而只有新信息才能很好地做到这一点。因此,应用系统的反应速度或者响应时间是系统可靠性和实用性的关键。

(4) 存储位置多样性

物联网中的信息可存储在不同的节点上,这对信息融合处理方法和技术提供了更多选择,可设计出更优化的融合算法。

(5) 信息复杂性高及关系性强

物联网具有信息量更大、种类更丰富、获取手段多样,信息间关系更复杂等典型特征,因此信息具有复杂性高和关系性强的特点。信息的复杂性是由于丰富的网络节点类型导致的(节点类型从低廉的微传感器扩展到移动设备,如智能手机和手持终端等),信息复杂性还体现在由大量异构多源传感器信息构成的“综合”信息、偏好,知识或规则。信息关系性强体现在网络节点上信息之间彼此关联交互,缺一不可。信息间关系是信息关联的扩展或更复杂的体现,是物联网交互性特点的 necessary 保证。例如,在社会健康网络中,需要考虑节点间关系(如社会关系)来建立统一的网络模型以进行更精确的人体健康状态预测。

物联网具有节点类型更多、智能性要求更高、系统复杂性更强等特点。因此物联网的信息融合面临着众多挑战,主要表现在:

(1) 建立新的信息融合机制

多传感器多源参数随监测应用目标不同而表现出对融合性能影响的动态变化性,同时,对智能性的更高要求导致信息融合系统应该能够更好地体现“融合过程中个体或群体意愿的主观描述及其所希望的实际情况(称为“偏好”)”,而“偏好”本身是不完全、不精确和不确定的信息。这为建立新的信息融合机制提出一个基础问题:如何通过偏好信息有效地模型化多源参数对融合性能动态性影响?

(2) 大规模物联网信息融合

在大规模物联网环境下进行有效融合是新形势下信息融合需要解决的核心问题,该问题主要体现在:1) 传感器本身就存在噪声,干扰和不规则信号等问题,在物联网环境下,由于网络规模大,从检测节点到决策节点,或从一个子网络到中心的路径变长,噪声或偏差叠加效果会使得该问题在物联网中更为严重。因此,在此种情况下进行抗噪性设计,需要研究在低信噪比和节点资源受限条件下轻量级特征抽取算法,并能根据不同的系统要求和资源限制,实现分级处理,输出多尺度的结果;2) 特别地,当移动智能设备或子网络系统作为物联网节点时,研究如何对节点间相互关系、属性关联和动态不确定性等因素进行统一建模分析以实现智能的决策融合,解决各节点之间在时间上和空间上对应同一态势或态势要素的状态、属性保持一致性的问题。

(3) 人工智能技术在信息融合中的应用。智能性是信息融合技术未来

的发展方向，而人工智能则是智能性的核心保障和支撑。人工智能技术/方法在信息融合诸问题中的多数应用属于认知域，特别是对于高层次信息融合而言，人工智能显得尤为重要，但相关的研究却很少。在大规模物联网中，提高决策/识别准确性和智能性则是向信息融合提出了新的需求和挑战，从根本上说需要解决的关键问题是如何建立一套比较完整的高层次的信息融合模型或方法。

7.8.5 物联网信息融合技术的应用

随着科技发展及社会生活、工业生产等需求的不断增长，物联网应用的领域正在不断扩大，信息融合技术已成功地应用于众多的领域。其应用领域大致分为军事应用和民事应用两大类。

1. 信息融合在军事上的应用

具体表现在单兵作战，单平台武器系统和 C4ISR 等多个领域。多传感器数据融合系统主要包括静止或运动军事目标（如指挥所、雷达站、舰船、飞机、导弹等）的检测、定位、跟踪和识别，战场态势感知、指挥、控制与决策，以及态势估计和威胁估计等。军事领域绝大部分是在敌对的现实世界中进行的。在敌对的现实世界里，被观测目标的运动状态基本上是未知的、难以预测的或不易确定的，它与传感器系统之间的关系是敌对的、不合作的，它会利用速度快、机动性强的优势躲避传感器的探测，甚至干扰传感器的探测或发送虚假信息，传感器获得的信息可能是不连续的、间断的，数据率也基本上是不固定的。被观测目标的这些特点对信息融合系统提出了较高的要求，如系统要有可变的响应特性，快速、精确的信息处理能力，必要时还要求人工干预等。军事应用是多传感器数据融合技术诞生的源泉，主要用于包括军事目标的检测、定位、跟踪和识别。这些目标可以是静止的，也可以是运动的。具体应用包括海洋监视、空对空、地对空防御系统。海洋监视系统包括潜艇、鱼雷、水下导弹等目标的检测、跟踪和识别，典型的传感器包括雷达、声纳、远红外、综合孔径雷达等。空对空、地对空防御系统的基本目标是检测、跟踪、识别敌方飞机、导弹和反飞机武器，典型的传感器包括雷达、ESM 接收机、远红外、敌我识别传感器、电光成像传感器等。相关应用的例子有：

1) 人员、装备及单兵监测系统：通过在人员、装备上附带各种传感器，可以让各级指挥员比较准确、及时地掌握我方状态。

2) 敌情监测：通过在敌方阵地部署各种传感器，可以了解敌方武器部署情况，为我方确定进攻目标和进攻路线提供依据。在敌军驻地和可能的进攻路线上部署大量传感器，能够及时发现敌军的进攻行动、争取宝贵的应对时间，并可根据战况快速调整和部署新的传感器网络。

3) 作战效能评估：在被攻击目标附近部署传感器网络，从而可评估

目标破坏程度,为进一步的军事行动提供决策支持。

4) 核能、生物、化学攻击的侦察:借助于传感器网络可以及早发现我方阵地上的生、化污染,提供快速反应时间从而减少损失。

2. 信息融合在民事上应用

民事领域主要用于机器人、智能制造、智能交通、医疗诊断、遥感、刑侦和保安等领域。如医学诊断和治疗:通过在病人身上安装特殊用途的传感器节点,如心率和血压监测设备,可以对一些高危病人如冠心病、脑溢血等患者进行24小时监测,以帮助诊断及治疗;另外可通过在人体器官中植入一些微型传感器以改善某些患病器官的功能,如SSIM(Smart Sensors and Integrated Microsystems)系统中100个微型传感器被植入病人眼中,从而帮助盲人获得了一定程度的视觉。此外在药物管理等方面也有新颖而独特的应用。环境科学:随着人们对环境的日益关注,环境科学所涉及的范围越来越广泛。但是受到自然环境及其他条件的限制,通过传统方式采集数据往往十分困难,这时可以借助无线传感器网络来实现这一目的。例如,跟踪候鸟和昆虫的迁徙,研究环境变化对农作物的影响,监测海洋、大气和土壤的成分等。利用传感器网络,可以对森林火灾进行监测,将传感器节点随机抛洒在森林中,节点彼此协作,执行分布式感知任务,及时发现起火地点,以方便及时开展救火行动。通过在农田部署一定密度的空气温度、土壤湿度、土壤肥料含量、光照强度、风速等传感器,可以更好地进行农田管理,促进农作物生长。智能建筑:各种无线传感器可以灵活方便地布置于建筑物内,获取室内环境参数,从而为居室环境控制和危险报警提供依据。如:通过布置于房间内的温度、湿度、光照、空气成分等无线传感器,感知居室不同部分的微观状况,从而对空调、门窗及其他家电进行自动控制,提供给人们智能、舒适的居住环境;通过布置于建筑物内的图像、声音、气体检测、温度、压力、辐射等传感器,发现异常事件并及时报警,自动启动应急措施。空间探索:其他应用包括在城市中车辆上附加传感器节点,可监测车辆位置、速度、道路状况和车辆密度等信息,便于交通管理部门进行调度及监控。在家庭应用中,传感器节点可以嵌入到家用电器内部,如除尘器、微波炉、电冰箱等,通过传感器节点间的交互,将为我们提供更加舒适、方便和具有人性化的智能家庭环境。此外,在灾难拯救、仓库管理、交互式博物馆、交互式玩具、工厂自动化生产线等众多领域,物联网都将会孕育出全新的设计和应用模式。

7.9 物联网的安全与隐私

在物联网时代,信息安全与隐私保护将面临空前的挑战,不但要从技

术上加以解决，还需要从道德、伦理、法律等方面加以保障。

7.9.1 具体安全问题

首先，物联网将会挑战传统的分布式数据库技术，在全球信息空间和通用数据空间中，解决大量处理数据的“事务”。在这样的背景下，现实世界的信息地图通过上亿“事务”表示，其中的许多在实时更新，而交易或数据变化又通过上百或上千的有不同的更新政策的“事务”更新，开辟了多个政策中的许多安全挑战和安全技术。为了防止隐私的未授权使用并允许授权使用，需要研究动态信任、安全和隐私管理等方面的技术。

其次，物联网也将会挑战无线网络技术。众所周知，任何通过无线网络（如：GSM 网络）进行金融交易的用户，安全和隐私问题无疑是其关注的焦点。无线网络可能带给物联网的威胁主要有以下几个方面：

1. 无线 Ad hoc 应用的威胁

无线网络作为物联网发展的重要技术，其无线装置可以组成 Ad hoc 网络。Ad hoc 网络和传统的移动网络有着许多不同，其中一个主要的区别就是 Ad Hoc 网络不依赖于任何固定的网络设施，而是通过移动节点间的相互协作来进行网络互联。Ad Hoc 网络也正在逐步应用于商业环境中，比如传感器网络、虚拟会议和家庭网络。由于其网络的结构特点，使得 Ad Hoc 网络的安全问题尤为突出。Ad hoc 网络的一个重要特点是网络决策是分散的，网络协议依赖于所有参与者之间的协作。敌手可以基于该种假设的信任关系入侵协作的节点。例如，入侵一个节点的敌手可以给网络散布错误的路由信息，甚至使所有的路由信息都流向被入侵的节点。同样，移动用户会漫游到许多不同的小区和安全域。通信由一个小区切换到另一个小区时，恶意的或被侵害的域可以通过恶意下载、恶意消息和拒绝服务来侵害无线装置。

2. 网络漫游的威胁

无线网络中的攻击者不需要寻找攻击目标，攻击目标会漫游到攻击者所在的小区。在终端用户不知情的情况下，信息可能被窃取和篡改。服务也可被经意或不经意地拒绝。交易会中途打断而没有重新认证的机制。由刷新引起连接的重新建立会给系统引入风险，没有再认证机制的交易和连接的重新建立是危险的。连接一旦建立，使用 SSL 和 WTLS 的多数站点不需要进行重新认证和重新检查证书。攻击者可以利用该漏洞来获利。

无线媒体为恶意用户提供了很好的藏匿机会。由于无线设备没有固定的地理位置，它们可以在不同区域间进行漫游，可以随时上线或下线，因此它们很难被追踪。因此，对无线网络发起攻击会是敌手对固定网路发起攻击的首选，尤其随着这些设备数量的增长。

3. 物理安全

无线设备另一个特有的威胁就是容易丢失和被窃。因为没有建筑、门锁和看管保证的物理边界安全和其小的体积,无线设备很容易丢失和被盗窃。对个人来说,移动设备的丢失意味着别人将会看到电话上的数字证书,以及其他一些重要数据。利用存储的数据,拿到无线设备的人就可以访问企业内部网络,包括 Email 服务器和文件系统。目前手持移动设备最大的问题就是缺少对特定用户的实体认证机制。

4. 网络本身的威胁

无线通信网络可以不像有线网络那样受地理环境和通信电缆的限制,它可以实现开放性的通信。无线信道是一个开放性的信道,它给无线用户带来通信自由和灵活性的同时,也带来了诸多不安全因素:如通信内容容易被窃听、通信双方的身份容易被假冒,以及通信内容容易被篡改等。

在无线通信过程中,所有通信内容(如:通话信息,身份信息,数据信息等)都是通过无线信道开放传送的。任何拥有一定频率接收设备的人均可以获取无线信道上传输的内容。对于无线局域网和个人网用户,其通信内容更容易被窃听。因为这些网络通信工作在全球统一开放的工业、科学和医疗频带(2.5GHz 和 5GHz 频带)。任何团体和个人都不需要申请就可以免费使用该频段进行通信。无线窃听可以导致通信信息和数据的泄漏,而用户身份和位置信息的泄漏可以导致用户被无线追踪。这对于无线用户的信息安全、个人安全和个人隐私都构成了潜在的威胁。

最后,物联网的发展中还应考虑定位技术对安全隐私的威胁。

定位是移动业务的新应用,其技术包括:全球定位系统(Global Positioning System, GPS),该种技术利用3颗以上GPS卫星来定位地面上的人和车辆;基于手机的定位技术TOA,该技术根据从GPS返回响应信号的时间信息定位手机所处的位置。

定位服务在受到欢迎的同时,也暴露了其不利的一面——隐私问题。移动酒吧就是一个典型的例子,当你在路上时,这种服务可以在你的PDA上列出离你最近的5个酒吧的位置和其特色;或者当你途经一个商店时,会自动向你的手机发送广告信息。但定位服务也影响到了个人隐私。利用这种技术,执法部门和政府可以监听信道上的数据,并能够跟踪一个人的物理位置。如果定位技术被恐怖分子利用,就会对用户安全造成威胁。

总之,物联网作为一项综合技术,广泛涉及安全和隐私问题。物联网安全与隐私主要包括两方面的内容:一是国家和企业机密,二是个人隐私。对国家和企业而言,数据资源包含了一定的敏感信息,如果处理不当,很容易在数据交互共享的过程中遭受攻击而导致泄密,构成安全威胁;同样对个人而言,数据信息往往涉及个人行为、兴趣等隐私问题,将会对个人形成威胁;但也会出现愿意分享个人信息的情况,譬如应急事故救援时,受伤者希望自己的病情和以前的病史可以及时提供给医生从而得到及时和

最优的治疗。因此，物联网的发展需要全面考虑这些因素，逐步完善安全机制，而不是等待新的安全技术引进后再去解决安全威胁。尤其在考虑物联网的各种安全要素时，隐私保护强度、成本和特定业务需求之间往往是折衷的，最终的设计原则是：在满足业务需求（实用性、易用性）基础上尽可能地保护用户隐私、定制适度的隐私保护策略（如实现匿名性和用户行为的不可追踪等）。

7.9.2 安全机制

物联网的安全机制可以从以下几个方面加强：

(1) 认证和访问控制

对用户访问网络资源的权限进行严格的多等级认证和访问控制。例如，进行用户身份认证，对口令加密、更新和鉴别，设置用户访问目录和文件的权限，控制网络设备配置的权限等。例如，可以在通信前进行节点与节点的身份认证；设计新的密钥协商方案，使得即使有一小部分节点被操纵后，攻击者也不能或很难从获取的节点信息推导出其他节点的密钥信息等。另外，还可以通过对节点设计的合法性进行认证等措施来提高感知终端本身的安全性能。

(2) 数据加密

加密是保护数据安全的重要手段。加密的作用是保障信息被攻击者截获后不能被破译。同时，对传输信息加密可以解决窃听问题，但需要一个灵活、强健的密钥交换和管理方案，密钥管理方案必须容易部署而且适合感知节点资源有限的特点，另外，密钥管理方案还必须保证当部分节点被操纵后不会破坏整个网络的安全性。目前，加密技术^[44]很多，但是如何让加密算法适应快速节能的计算需求，并提供更高效和可靠的保护，尤其在资源受限的情况，人和物体相对运动彼此断裂的情况下，进行安全加密和认证，是物联网发展对加密技术提出的更高挑战和要求。

(3) 立法保护

我国需要从立法角度，针对物联网隐私规章的地域性影响、数据所有权等问题上，明晰统一的法律诠释并建立完善的保护机制。通过政策法规加大对物联网信息涉及的国家安全、企业机密和个人隐私的保护力度，进一步加强对监管机构的人、财、物的投入，完善监管组织体系，形成监管合力，都是解决物联网安全和隐私问题的重要手段。

7.10 小结

随着物联网的快速发展，新的技术层出不穷，甚至体系架构都与早期

的物联网有了本质的不同,本章从分层结构的角理解物联网关键技术,主要包括:感知技术、通信技术、信息融合技术和安全与隐私等。

7.11 思考题

1. 早期的物联网架构为什么不能适用于现在的物联网?
2. 物联网的网络技术有哪些特点?
3. 物联网对信息融合技术提出了哪些新的挑战?
4. 物联网的隐私和安全机制有哪些?
5. 谈谈你对未来物联网技术发展趋势的看法。
6. 从信息物理融合角理解物联网,有哪些关键技术?
7. 理解从信息物理融合角理解物联网的优点。

参考文献

- [1] 全球掀起新一轮宽带提速热 国内相对落后 [N]. 通信信息报, 2010-3-22: 098-099.
- [2] 红雨. 发现搜索的价值: 走出语义搜索的误区, [EB/OL]. [2006-09-25]. <http://tech.sina.com.cn/other/2006-09-25/10291157262.shtml>.
- [3] 慧聪网. 谈移动商务的安全和隐私问题. [EB/OL]. [2005-11-09]. <http://info.it.hc360.com/2005/11/091356116461.shtml>.
- [4] 上海申银万国证券研究所. 构建“u”网络社会. [EB/OL] [2010-02-23]. <http://www.rfidchina.org/tech/readinfos-40927-179.html>.
- [5] 物联网—未来的发展前景 [EB/OL]. [2009-05-02] <http://www.zjpngte.net/index.php?doc-view-1344>.
- [6] European Policy Outlook RFID-Working document for the expert conference, “RFID: Towards the Internet of Things” [C]. 2007-07. www.eu2007-wirtschaft.de.
- [7] CASAGRS. The Internet of Things [R]. CASAGRAS Interim Report, 2008.
- [8] International Telecommunication Union (ITU). ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things [R]. Tunis; World Summit on the Information Society (WSIS), 2005.
- [9] EPCglobal. The EPCglobal Architecture Framework Final Version 1.3, 2009.
- [10] 宁焕生, 张瑜, 刘芳丽, 等. 中国物联网信息服务系统研究 [J]. 电子学报, 2006, 34 (12A): 2514-2517.
- [11] 王忠敏, 等. EPC 与物联网 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [12] European Commission. Introduction to the European Research Agenda (SRA) on the Internet of Things (IoT) [R]. Beijing; EU-China dialogue on the Internet of Things and Enterprise environments, Kempinski Hotel, 2011.
- [13] 工业和信息化部电信研究院通信信息研究所. 欧洲物联网发展新方向 [R]. 北

- 京:工业和信息化部电信研究院通信信息研究所, 2009.
- [14] 石军. “感知中国”促进中国物联网加速发展 [J]. 通信管理与技术, 2009, 10 (5).
- [15] IF Akyildiz, et al. A survey on sensor network [J]. IEEE Communications Magazine, 2002.
- [16] RFID 世界网, 物联网标准制定最新进展 [EB/OL]. [2009-05-25]. <http://www.rfidworld.com.cn>.
- [17] M2M White paper, Machine to Machine Let your machines talk [EB/OL]. [2010-02-15] www.forum.nokia.com.
- [18] 饶少阳. 物联网: 理性超越炒作 [J]. 信息网络, 2009.
- [19] Cloud computing [EB/OL]. [2015-03-10]. <http://en.wikipedia.org>.
- [20] IBM 商业价值研究院. 智慧地球赢在中国 [EB/OL]. [2009-10-02]. <http://www-900.ibm.com/cn/services/bcs>.
- [21] 宁焕生, 张彦. RFID 与物联网-射频、中间件、解析与服务 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [22] 宁焕生, 王炳辉. RFID 重大工程与国家物联网 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [23] Floerkemeier C, Langheinrich M, Fleisch E, et al. The Internet of Things [C]. Zurich, Switzerland; First International Conference, 2008.
- [24] Andrade K, Corbin C, Diver S, et al. Finding your way in the interdisciplinary forest: notes on educating future conservation practitioners [J]. Biodiversity & Conservation, 2014, 23 (14): 3405-3423.
- [25] Munir S A, Ren B, Jiao W, et al. Mobile Wireless Sensor Network: Architecture and Enabling Technologies for Ubiquitous Computing [C]. International Conference on Advanced Information Networking & Applications Workshops-volume. IEEE Computer Society, 2007: 113-120.
- [26] Sakamura K. Ubiquitous ID Technologies [J], uID Center, 2011.
- [27] Furness A. A framework model for the Internet of Things [C]. GRIFS/CASAGRAS Workshop, Hongkong, 2008.
- [28] 王庆华. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考 [J]. 电子学报, 2014, 38 (21): 2590-2599.
- [29] 未来互联网体系机构 [EB/OL]. 2010. <http://www.sciencenet.cn>.
- [30] SRI Consulting Business Intelligence, Disruptive Technologies Global Trends 2025, Appendix F: The Internet of Things (Background) [OL]. 2010-05-30. www.seribd.com.
- [31] The first China Wireless World & Internet of Things 2009 [EB/OL]. 2009. <http://www.c114.net>.
- [32] Kushalnagar N, Montenegro G, Schumacher C, et al. IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs): Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals [J]. Heise Zeitschriften Verlag, 2007-08: 1-12.
- [33] 何芳原. 浅谈海量数据处理技术研究 [EB/OL]. <http://qkzz.net/article/>

- fd68373b-3e12-4ce0-ad54-27d4ef31e8ee_3. htm.
- [34] Karygiannis T, Eydt B, Barder G, et al. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, Guidelines for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems [J], NIST Special Publication, 2007.
 - [35] Leusse P D, Periorellis P, Dimitrakos T, et al. Self Managed Security Cell, a Security Model for the Internet of Things and Services [C]. International Conference on Advances in Future Internet. IEEE, 2009: 47-52.
 - [36] Munilla J, Peinado A. HB-MP: A further step in the HB-family of lightweight authentication protocols [J]. Computer Networks, 2007, 51 (9): 2262-2267.
 - [37] The Internet of Things, What Challenges for Europe?[EB/OL]. 2008. www. voxinternet. org.
 - [38] CESI. Standardization and application of sensor networks in China [R]. Beijing, 2009.
 - [39] Weber R H. Internet of Things-New security and privacy challenges [J]. Computer Law & Security Review, 2010, 26 (1): 23-30.
 - [40] China Internet Network Information Center (CNNIC). The 25th Statistical Report on the Internet Development in China [R]. 2010.
 - [41] 李鹏, 赵经纬. 物联网需两颗红心一种准备 [J]. 通信世界, 2009 (40).
 - [42] 传感器技术的发展趋势, 中国物联网知识普及网 [EB/OL]. [2009-12-31]. http://www. cn-smt. com/article_show_1769. html.
 - [43] 新型信息通信网络体系结构的研究现状和趋势. 中国通信网 [EB/OL]. [2007-12-12]. http://www. china001. com/show _ hdr. php? xname = PPD-DMV0&dtype = 3ET5M41&xpos = 206.
 - [44] 穆道生, 高丽娟, 蒋太杰. 宽带无线接入技术研究及发展分析 [C]. 山东: 中国通信学会学术年会, 2009 (11).
 - [45] WiMax 未来的无线通信技术 [EB/OL]. [2007-4-18]. http://cyhernet. itpub. net/.
 - [46] 超移动宽带无线接入技术网络架构分 [EB/OL]. [2008-09-01]. http://www. ee-focus. com/article/08-09/4616801080927EwZD_1. html.
 - [47] 无线传感器网络简介 [EB/OL]. [2007-06]. http://www. anywlan. com/Article/2007/2445. html.
 - [48] Carl B. Frankel, Mark D. Bedworth. Control, Estimation and Abstraction in Fusion Architectures: Lessons from Human Information Processing [C]. Proc 2000 International Conf. on Information Fusion, Paris, France, 2000: 130-137.
 - [49] Elisa Shahbazian Dale E. Blodgett Paul Labbé. The Extended OODA Model for Data Fusion Systems [C]. Proc 2000 International Conf. on Information Fusion, Paris, France, July, 2000, 106-112.
 - [50] 何友, 王国宏, 陆大金, 等. 多传感器信息融合及应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000: 10-149.
 - [51] Huyssteen D V, Farooq M. Performance analysis of bearings-only tracking algorithm [J]. Acquisition Tracking & Pointing XII, 1998 (04): 139-149.

- [52] Blasch E P, Plano S. JDL level 5 fusion model: user refinement issues and applications in group tracking [C]. Proc Spie. International Society for Optics and Photonics, 2002: 270-279.
- [53] Blasch E P, Plano S. Level 5: user refinement to aid the fusion process [C]. Multisensor Multisource Information Fusion Architectures Algorithms & Applications, 2003: 288-297.
- [54] 潘泉, 于昕, 程咏梅, 等. 信息融合理论的基本方法与进展 [J]. 自动化学报, 2003, 29 (4): 599-615.
- [55] 刘茂华, 史文崇. 物联网数据处理之浅论 [J], 计算机与信息技术, 2011, (6): 52-53.
- [56] 于戈, 李芳芳. 物联网中的数据管理 [J], 中国计算机学会通讯, 2010, (4): 30-34.
- [57] 彭冬亮, 文成林, 薛安克. 多传感器多源信息融合理论及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [58] 宫继兵. 无线传感器网络数据融合关键技术研究 [D]. 北京: 中国科学院计算技术研究所, 2012.
- [59] DASARATHY B V. Information Fusion-what, where, why, when, and how? [J]. Information Fusion, 2001, 2 (2): 75-76.
- [60] Nakamura E F, Loureiro A A F, Frery A C. Information fusion for wireless sensor networks: Methods, models, and classifications [J]. Acm Computing Surveys, 2007, 39 (3): 415-416.
- [61] Durrant-Whyte H. Sensor Models and Multisensor Integration [J]. International Journal of Robotics Research, 1990, 7 (6): 97-113.

第 8 章 从信息物理空间融合角度梳理物联网的主要支撑技术



本章要点

●从信息物理空间融合角度梳理物联网的主要支撑技术，列举了 10 个方面。

上一章内容是从分层结构角度看物联网的关键技术，主要讲述了物联网感知技术、物联网体系架构、物联网通信技术、物联网网络技术、物联网网络发现及搜索引擎、物联网数据处理技术、物联网管理及物联网的安全和隐私。本章主要从信息物理空间融合角度梳理物联网的主要支撑技术，物联网涉及多种支撑技术，包括资源管理、安全和隐私、能源管理、循环控制、会话管理、时空一致性、频谱管理、纳米技术、量子技术和大数据等。这些技术有不同的分类方法。其中一种是依据遥感、网络、应用和智能处理进行分类；另一种是依据物联网的定义及物联网空间和赛博空间之间的映射进行分类，如图 8-1 所示。

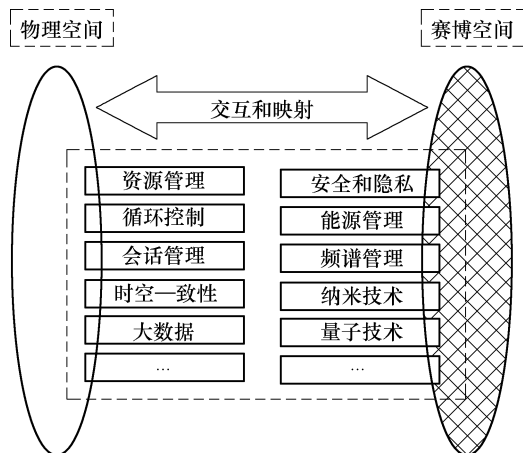


图 8-1 基于信息物理空间融合的主要支撑技术

这些技术可分为两类。一类是基于物理空间和赛博空间交互的支撑技术，包括资源管理、循环控制、会话管理、时空一致性和大数据。资源管

理存在于物理空间和赛博空间,并且要求能实现资源最优化的管理。循环控制需要驱动循环的逻辑/组件/过程的决策和循环执行的维护。会话管理需要管理泛在资源和资源用户间的交互,因此也包括在物联网中。时空一致性,是物理空间的基本维度,因此,当事物映射到赛博空间时,应将时空一致性也视为一种支撑技术,并在研究时给予极大关注。大数据是一个超越普通工具捕获、管理和处理能力的数据集,已成为物理空间、赛博空间和社会空间连接的纽带。

另一类是普通的支撑技术包括隐私和安全、能源管理、频谱管理、纳米技术和量子技术。由于物联网涉及大量的人类和人类生活的信息,与安全和隐私问题相关的威胁也将变得十分严重,因此在物理空间和赛博空间之间进行信息映射时,必须考虑安全和隐私。另外,由于能源有限,能源消耗也是一个严重的全球性问题,因此在具体应用中应考虑能源管理。频谱管理主要负责处理物联网中规划、协调和管理频谱利用率的过程。纳米技术是一种控制1~100nm范围内问题的新兴技术,影响着许多学科和技术。量子技术,给我们带来新的材料、设备、通信和计算机制。这些技术作为普通的支撑技术是物联网的基本需求。

8.1 资源管理

在物联网中,资源管理主要着重点在于物理资源和赛博资源的管理。一个特定的资源,从客观实体方面考虑,应该在资源被创造后正式地命名;从实用性方面考虑,应该要为资源的利用率和共享性进行处理和挖掘;从效率方面考虑,则应对资源进行最优分配。进一步说,资源管理机制是依据单元资源和泛在资源建立的,以实现分层结构中异构资源的管理。一般来说,资源有两个基本特征:存在性和可用性。前者是指资源是存在且可被创造的,如信息与相关服务软件基础设施或支持硬件的基础设施;后者是指资源可以被一个或多个用户使用。资源可能还有其他特征,如权威性、功能性、共享性、电力供需、赛博物理协作和工作周期等。

8.2 循环控制驱动

在物联网中,循环控制驱动涉及了一系列的功能,包括驱动循环的逻辑、组件和过程进程的决策及驱动循环执行器的维护(延时、循环交互、驱动循环冲突)。在驱动循环控制中还存在一些其他的关键问题,主要包括访问控制、安全和异构网络的集成。安全和访问控制的驱动服务必须具

备一个特点，即保证只有被授权的用户才能被允许访问。同时，驱动循环可能涉及不同频带的多种异构网络 and 不同协议，它也可能是循环控制处理异构网络的一个挑战。

8.3 会话管理

在物联网中，会话管理处理泛在资源和资源用户间的交互。它对于管理动态特性的长期交互特别重要，尤其是针对含有多个资源的会话。会话管理可帮助用户屏蔽复杂性，提高可操作性。可分为两类，一种是单会话管理，是指仅包括一种资源的会话，依据会话的生命周期，它可分为5个步骤：应用、创造、注册、行动和释放；另一种是多会话管理，是指不仅包括一种资源的会话，它主要包括3个方面：会话冲突管理、资源配置和安全问题。

8.4 时空一致性

时间和空间是物理空间对象的两个基本特征，当其从物理空间映射到赛博空间时，连续的时空数据对对象的建模、探索和服务来说是很重要的。不同的技术，如RFID、GPS、红外定位技术和摄像机，都能获得对象的时空数据。然而，由于不同技术的局限性，获得的数据通常是不统一的、不一致的、不连续的。在物联网中，时空数据要求具有准确性、综合性和连续性。因此，对时空数据一致性和时空登记的研究是值得注意的。时空数据的一致性也可能对位置隐私带来危害，在物联网中如何保护位置隐私需要给予更加深入的研究。

8.5 安全和隐私

在安全和隐私中有几个开放性的问题需要考虑，比如，如何为不同的应用设计恰当的安全方案？哪种先进的安全机制能够应用在广泛事物的内部交互？如何维持事物的安全需求和支撑基础设施的硬件局限性之间的平衡？如何实现个人隐私和信息共享之间的平衡？这些安全相关的问题都会影响到未来物联网的发展，使安全和隐私成为关键性的问题。

8.6 能源管理

能源，作为人工系统和自然系统的一个基本因素，应当很好地进行管理以保证系统正常的运行。能源管理的任务是找到如何为系统提供能源、如何最大效率地利用能源的解决方法。然而，能源管理的具体内容在不同的场景可能会由于各种约束有所不同。在泛在事物通过传感器、执行器和物联网中的网络被感知、控制及连接期间，能源管理由于通信受限、基础设施和能源危机而成为一个重要的开放性问题。值得注意的是，要在不引起物联网可持续发展的环境问题的前提下，实现能源的需求和可持续性。

能源管理是传统网络中的一个关键问题。例如，在无线传感网络（WANs）中，能源管理通过能源收集技术和动态能源管理技术来实现网络生命周期的持久性。在信息和通信技术（ICT）领域，能源管理主要通过一系列的技术（如，低功率消耗电路、精简系统结构、虚拟化和高效的空调系统）减少能源需求，以降低通信系统和数据中心的能源损耗。近几年，ICT设备的一个可再生能源供应由于其具备的优势引起了极大关注。如，在没有电网的地方也容易部署，并且能够减少温室气体（GHG）的排放。与传统能源管理不同，在物联网中，能源管理应当根据物联网的特点（如，泛在感知、网络中的网络 and 智能处理）重新考虑。具体地说，物联网被认为是网络的网络，应用程序的网络，服务的网络，且能源应从单应用和多应用两个方面综合管理和组织。

8.7 频谱管理

无线电频谱是指可以传播的一系列频率的电磁信号。它是提供不同服务（如移动通信、全球定位系统（GPS）定位、广播、航空和海洋通信、雷达侦测等）的基本和有限的资源。频谱管理是规划、协调、管理频谱利用率的过程，旨在使频谱依赖的设备能在竞争性的频谱环境下接入频谱，且不会存在不可接受的干扰。频谱管理包括多个元素，如法律和监督功能、频谱规划、许可、频谱授权、频谱监测、电磁兼容性（EMC）、电磁干扰（EMI）分析和解决方案等。在物联网中，频谱管理的发展可划分为3个阶段：传统频谱管理、现代频谱管理和未来频谱管理。

8.8 纳米技术

纳米技术是一项控制问题在 1 ~ 100nm 规模的新兴技术。它涉及许多学科和技术，如电子工程、生物学、化学、物理和机械。随着物联网和纳米技术的发展，这两者的融合将对社会产生很大的影响。纳米技术提供新的解决方案同时也向物联网注入了新的活力。一方面纳米技术通过创造新类型的传感器和执行器、高宽带和节能通信通道及高性能应用平台为传感器—执行器层、网络层和应用层带来了新的解决方案。另一方面纳米技术为未来物联网开辟了一个新的纳米领域，有助于实现万物互联。

8.9 量子技术

量子力学是描述能量和物质相互作用的先进而基础的物理理论。设备制造和实验控制的发展见证了如何使用量子力学建立新技术；在量子原则中，这被称为新兴量子技术，可以定义为物理设备和系统的工程。与经典力学的传统技术相比，有两个主要原则促进了量子技术的发展：第一，当设备具有纳米级长度尺度、行动尺度并且接近普朗克常数时，物理设备的设计应基于量子原理；第二，在古典物理框架中，优良的性能很难获得，而量子原理提供了这个可能性。与技术任务密切相关的量子原则主要包括量化（即量子尺寸技术）、不确定性原理、量子叠加态、隧道技术、量子纠缠和退相干理论。总之量子技术的目标是通过使用上述原则来探索有用的设备和过程。

8.10 大数据

由于信息技术的发展，数据量成爆炸式增长。另外，可用数据的类型也正在增长，如，遥感数据和移动多媒体，它们可以被设计成结构化、半结构化和非结构化三种模式。大数据是一组数据集，它超出了现有工具的捕获、管理和处理能力。IBM 表示，大数据主要包括 4 个维度：体积、种类、价值和速度。大数据已成为赛博空间、物理空间和社会空间的一个连接纽带。其中数据由物理空间中的泛在传感器捕获，然后传送到赛博空间中，且数据能够同时揭露物理空间和赛博空间的社会属性。另外，数据还可以反映泛在网络间的相互关系，并表述人类社会的社会关系。

大数据给数据用户带来的改变可以从两个方面来讲：由于越来越多可用的信息，一些事物可以用足够的数据来实现；当缺乏有效的工具时，想要从大数据中获取准确且有用的信息是很困难的。大数据可用于许多应用，如商业智能、生物学研究、公共服务和环境监测。因此，研究大数据并探索它未来的价值很值得关注。例如，大数据可应用于商业的智能决策支持中，而且它已被广泛地应用于生物学研究，为治疗计划和基因组分析疾病提供帮助。

我们从信息物理空间融合的角度来看待物联网的技术发展趋势：物联网的发展本质是从信息化向智能化过渡，而这是网络从虚拟走向现实、从局域走向泛在的过程。历史经验表明，只有抓住技术革命的机会，才能真正增强一个国家的综合实力。由于物理网融合了传感器、计算机、通信网络、半导体等多种技术，它将成为电子信息产业发展的新制高点。中国在这一轮信息的信息技术革命中，与发达国家站在了同一起跑线上，并希望以此为契机掌握未来经济发展的核心技术。

8.11 小结

不同于第7章，本章主要从信息物理融合角度梳理物联网的主要支撑技术，一类是基于物理空间和赛博空间交互的支撑技术，包括资源管理、循环控制、会话管理、时空一致性和大数据。另一类是普通的支撑技术包括隐私和安全、能源管理、频谱管理、纳米技术和量子技术。

8.12 思考题

1. 试举出其他的物联网支撑技术。
2. 谈谈你对赛博空间的认识。

参考文献

- [1] Ning H. Unit and ubiquitous Internet of Things [J]. *Advances in Applied Sciences & Manufacturing*, 2013.
- [2] 刘强, 崔莉, 陈海明. 物联网关键技术与应用 [J]. *计算机科学*, 2010, 37(6): 1-4.
- [3] Rahman A, Choudhury M A A S. Detection of control loop interactions and prioritization of control loop maintenance [J]. *Control Engineering Practice*, 2011, 19(7):

723-731.

- [4] Pujolle G, Serhrouchni A, Ayadi I. Secure session management with cookies [C]. International Conference on Information, Communications & Signal Processing. IEEE, 2009: 1-6.
- [5] 马华东. Internet of Things: Objectives and Scientific Challenges [J]. Journal of Computer Sciences&stechnology, 2011, 26 (6): 919-924.
- [6] Ning H, Liu H. Cyber-Physical-Social Based Security Architecture for Future Internet of Things [J]. Advances in Internet of Things, 2012, 02 (1): 1-7.
- [7] Alagoz F, et al. Energy Efficiency and Satellite Networking: A Holistic Overview [J]. Proceedings of the IEEE, 2011, 99 (11): 1954-1979.

第四部分 概述物联网应用



第9章 “十二五”国家重点支持的部分应用领域

本章要点

- “十二五”国家重点支持的物联网建设领域。

据报道^①，“十二五”期间，我国物联网建设将重点投资智能电网、智能交通、智能物流、智能家居、环境与安全检测、工业与自动化控制、医疗健康、精细农牧业、金融与服务业、国防军事等十大领域。

例如，“十二五”期间智能电网的总投资居十大领域之首，据悉，自2009年开始至2020年，我国“智能电网”将分为3个发展阶段，从初期的规划试点阶段到“十二五”期间的全面建设阶段，“十三五”时期的引领提升阶段，智能电网建设总投资规模约4万亿元。2011年~2015年为规划的全面建设阶段，此阶段投资约2万亿元，2016年~2020年智能电网基本建设阶段的投资约1.9万亿元。目前智能交通每年以超过1000亿元的市场规模在增长，智能交通和智能物流主要应用于在车辆信息通信、车队管理、商品货物监测、互动式汽车导航、车辆追踪与定位等。

需要说明的是，以上“十个重点领域”的提法并不表明国家只支持这十大领域，而且这十大领域的范围也很大很模糊。据悉，这个提法仅代表部分专家的建议，并仅由单个部门发出，并不代表国家的整体指导精神或行业共识。

9.1 智能电网

智能电网（smart power grids）^②，就是电网的智能化，它建立在集成、高速双向通信网络的基础上，通过先进传感和测量技术、先进设备技术、先进控制方法以及先进决策支持系统的应用，实现电网的可靠、安全、经

^① <http://finance.qq.com/a/20101215/001780.htm>

^② <http://baike.baidu.com/view/2222513.htm>

济、高效、环境友好和使用安全的目标。其主要特征包括自愈、激励和低御攻击、提供满足用户需求的电能质量、容许各种不同发电形式的接入、启动电力市场机制以及资产的优化高效运行。

目前，我国电网现状是装备智能化水平不高，还需持续提升。整体来说，技术应用的规模、范围和深度仍较低，需要进一步加大推广装备智能化。同时，需更加注重应用先进的网络信息和自动控制等基础技术，进一步提升电网在线智能分析、预警、决策、控制等方面的智能化水平，满足各级电网协同控制的要求，支撑智能电网的一体化运行。

如今智能电网发展势在必行。原因有二，一是社会发展的客观需要，二是能源结构调整的必然选择。随着生活水平的提高，人们对能源提出了更高、更新的要求。国家能源局电力司副司长童光毅曾表示：“智能电网发展势在必行。一方面社会发展的客观需要，要求智能电网发展。在人类发展过程中，对能源提出了更高、更新的要求，同时地球上的温室气体排放也将持续增长，给社会环境的发展带来了更大的压力。目前，各个国家都陆续提出环保、高效、安全、节能的理念，因此要实现能源供应的高效、安全、环保和节能，需要智能电网的出现。另一方面智能电网是能源结构调整的必然选择。”

与传统电网相比，智能电网的主要优势可从图 9-1 中看出来：

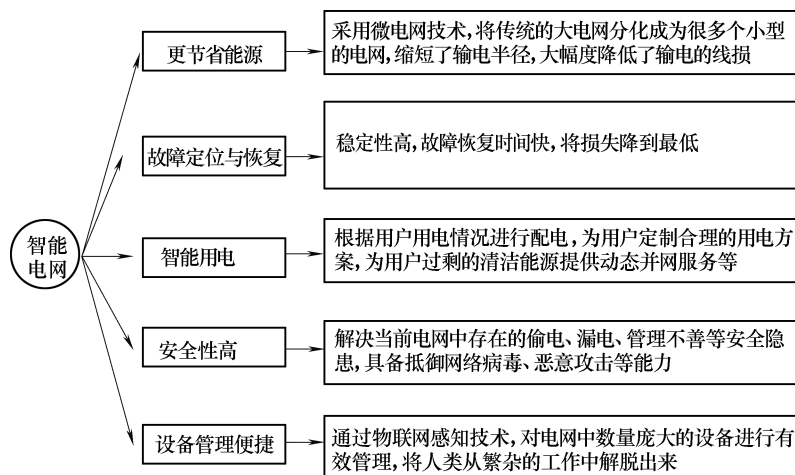


图 9-1
智能电网相较于传统电网
的优势

关于智能电网的物联网应用，其功能需求主要体现在发、输、变、配、用等电力生产运行的各个环节，例如，输电环节中，输电线路监控、杆塔防护、智能变电站等方面均有需求。智能电网的功能需求大致如下：

1) 发电：机组监控、电厂设备状态检测、厂区监控、污染物及气体排放监控、能耗监控、煤料监控、抽水蓄能监控、风电场监控、功率预测、光伏发电站监控、生物质发电、储能监控、电影接入监控；

2) 输电：线路状态监测、输电线路监控、杆塔防护、智能变电站、

状态监测、作业与设备管理；

3) 变电：信息采集、测量、控制、保护、计量和检测等基本功能，自动控制、智能调节、在线分析决策和协同互助等高级功能；

4) 配电：大容量快速切换，智能配电监测，配电自动化、配电调控一体支持，分布式储能，配电保护测控一体化，供电电能质量治理。

5) 用电：用电信息采集、智能家电、智能插座，智能楼宇管理，电动汽车充放电、停电管理、用电地理信息管理、智能用电小区服务；

6) 调度：能量管理，水调自动化，电能量计量，广域相对测量，实时监控与预警，安全校核。

智能电网综合应用了通信技术、分布式计算技术、高级传感技术，旨在提高输配电网安全性、可靠性与效率，涵盖发电、调度、输变电、配电、用户等各个环节。基于物联网的智能电网技术主要涉及参数测量技术、通信网络技术、先进的设备技术、先进的控制技术、决策支持技术等。

智能电网实际上是在传统电网的基础上叠加一个信息化的网络，实现传统的发电、用电必须同时完成的动作的异化。要实现智能电网的良性发展，务必要把握好智能电网的概念，我们可以利用信息化的网络，有效、快捷地掌握发电的信息和用电的信息，能够在前一个时间点有效地调节下一个时间点电力电量的平衡。

2014年11月14日举办的2014第二届中国未来能源论坛上，多位专家都指出智能电网能更有效的接入风光储能，同时也对电网规划、建设、服务等提供更具可靠依据。分析智能电网可以从3个方面来着手，首先从发电方面看，智能电网能很好地解决间歇性能源大规模接入电网的问题。其次，从用户侧来说，智能电网和用户实现良好、双向沟通与互动，例如解决电动汽车等新型用能设施的接入问题和用电问题。第三，在解决电网运营过程中面临各种复杂问题的情况下，使系统保持稳定运行。

要想将智能电网融入到当前的大电网，其中市场化电力机制的建设是关键。比如我们可以借鉴巴西市场化的水电项目资源配置机制，即由政府制定项目发展规划，根据市场需求，决定拍卖的数量和规模，发电通过公开投标赢得项目，与配电签订长期的购售电合同。此外，智能电网是推进再生能源的重要科技手段。可以把信息化和能源的清洁化、绿色化、低碳化紧密结合。因此，它在电网安全运行、能为用户可靠提供高质量电能的前提下，提高能源使用率，减少对环境的影响，同时也可以进一步形成新的产业群，促进就业。

随着亚太区域一体化进程逐步推进，新兴产业受到亚太各经济体的关注。谈及中国发展新兴产业的方向时，第十届全国政协副主席徐匡迪在2014 APEC中国日新兴产业论坛时对记者表示，中国市场潜力巨大，应大力发展智能电网。

2014年1~9月期间,国家电网消纳风电、太阳能发电量1132亿千瓦时,同比增长18%。按照规划,到2015年底,国家电网将接纳风电能源1亿千瓦入网和光伏发电能源3500万千瓦入网。国家电网一直致力于服务城市低碳发展,通过一系列方法和手段,如开展一流配电网建设,以及风光储输联合运行、大规模风电/光伏发电的功率预测及运行控制等坚强智能电网工程建设,将远离城市的清洁能源源源不断地输送到城市中,同时支持客户利用太阳能、风能等分布式电源,作为家庭用电的补充形式,充分发挥分布式电源的削峰填谷作用,减少城市温室气体排放。

2014年10月通过的北京市电网中长期发展规划(2014~2020)是国家电网北京电力服务首都战略定位的重要举措。按照“安全可靠、均衡协调、适度超前”的原则,北京电力服务从提升外受电能力、强化主网建设、着力配网改造、提升农网水平、服务民生保障、促进节能减排、加强运行保障等7个方面入手,编制电网中长期发展规划,提高供电保障能力,致力于建成安全可靠、智能高效、绿色低碳的首都电网。

美国某市场研究机构最近的一份报告称,到2020年智能电网市场将达到2200亿美元。随着智能电网的大力发展,全世界更多的公用事业公司将意识到智能电网解决方案能够有效地满足社会对于可靠电力、整合可再生能源和提高能效不断增长的需求。

综合来看,现在已不再是智能电网发展的初级阶段,所有参与者如公用事业公司、服务供应商、集成商和投资人必须要考虑未来的趋势将会如何影响到整个智能电网市场及它们的潜在空间。

美国著名经济学家杰里米·里夫金提出了第三次工业革命和能源互联网的概念,这引起了人们的广泛关注。他认为:在即将到来的时代,我们将需要创建一个能源互联网,让亿万人能够在自己的家中、办公室里和工厂里生产绿色可再生能源。多余的能源则可以与他人分享,就像我们现在在网络上分享信息一样。

能源互联网可以理解为传统煤电燃气的清洁高效利用、高耗能动力设备装置的节能降耗、风电光伏可再生能源的利用、分布式能源的广泛利用、新能源汽车和储能的应用、电力系统的智能化互联网化,这六方面的有机串联融合起来的纽带。从网络架构方面讲,能源互联网是以互联网理念构建的新型信息能源融合“广域网”,其中大电网为“主干网”,微网是“局域网”,它以开放对等的信息能源一体化架构,真正实现能源的双向按需传输和动态平衡使用,因此可以最大限度地适应新能源的接入。

微网系统是一个能够实现自我控制、保护和管理的自治系统,既可以与市电网并网运行,也可以离网运行。因此,可以在偏远山区和岛屿等缺电、无电地区因地制宜建设离网型风光互补微网系统以解决当地用电问题。微网系统与传统供电方式相比具有以下优点,如图9-2所示。

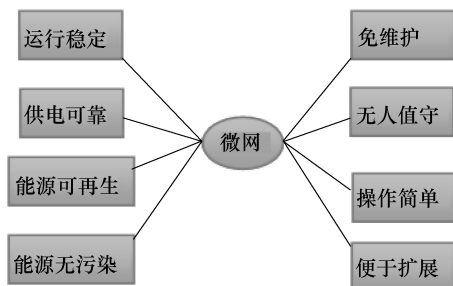


图 9-2
微网系统较传统供电方式
的优点

由于分布式新能源大跃进式的发展，如何应对风能、光伏发电量的不稳定性成为了核心问题，智能电网的建设亦由此上升至国家战略高度。另外，传统电网在发电和输电的过程中，有高达 56% 的资源被浪费。智能电网的应用可以实现发电厂和用户之间实时数据双向互动，电厂可以分析网络反馈回来的数据进而掌握用户的消费习惯，从而对发电量进行合理调节，达到提升资源利用率的目的。同时智能微电网实时大数据监控技术，可以解决各类新能源并入电网的难题，实现集风电、光伏发电、储能、智能电网“四位一体”的新能源监控平台，在电力系统安全稳定运行的前提下实时保障电能质量。

面对能源技术的瓶颈，我们需要新理念、新方法和新思路的指导，能源互联网不仅仅是电网的信息化和智能化，能源互联网还是互联网理念引导下的能源基础设施变革，目标是实现信息能源基础设施的一体化。

9.2 智能交通

智能交通^①是将先进的信息技术、数据通讯传输技术、电子控制技术、传感器技术及计算机处理技术等有效地综合运用于整个交通运输系统，从而建立起大范围内、全方位发挥作用的实时、准确、高效的交通运输综合运行系统。其目的是实现人、车、路的密切配合及和谐统一，提高交通运输效率、保障交通安全、缓解交通问题、改善环境质量和提高能源利用率。

根据不同国家和地区智能交通系统（ITS）的内容可看出，一个成功的智能交通系统在结构上可大致分为三层，即信息收集：通过 RFID、视频摄像头、感应线圈检测器、GPS 及其他传感器等，获取包括车流量、车型、车速、车辆位置、占用车道等路面和车辆信息情况；信息处理及传输：路面设备收集的信息通过终端的处理后，使用互联网、广电网络、通信网络等，实现语音、视频及数据等的传输；信息综合应用：交通指挥控制中心

① 王为，姚明海. 基于计算机视觉的智能交通监控系统. 浙江工业大学学报, 2010, 10.

获取数据,并对数据进行智能分析,实现共享信息发布及交通控制,如图8-2中的车辆路况信息播报、交通显示屏的信息显示及交通灯的时间控制等。

智能交通的内容很多,涉及陆海空天各领域的交通,以下仅举两个智能交通实例进行说明。

9.2.1 城市交通动态监控及安全监管

随着我国城市交通的蓬勃发展,城市中车辆保有率大大提高。以北京市为例,北京市各类机动车保有量和驾驶员数量日益攀升,使得城市交通压力越来越大,对交通管理的智能化水平也提出了更高的要求。

在城市交通管理中,物联网结合交通信号控制系统、交通诱导系统、闯红灯检测系统、公路车辆监测记录系统、道路交通管理信息系统(车辆管理、驾驶员管理、违章管理、事故处理)等系统,能够及时了解城市车辆的走向、车辆运载货物等信息,实现各种交通管理信息的集成整合,深化处理和增值服务,便于指挥人员迅速决策、快速反应与出警,保证交通的安全与畅通。智能交通可以实现城市重点区域的动态监控,直观地反映一个城市重点区域的交通状态。

以上功能在很多城市的智能交通系统建设中都已经实现,这些都是城市交通物联网的基础和重要内容,物联网在未来城市交通管理中将发挥更多的作用:包括城市监控和应急处理、交通预报和疏导、城间交通和物流管理、出行信息服务、城市服务和保障设施管理与服务、公交系统智能化等;还包括类似于城市交通态势评估、出行者行为分析、车辆行为分析、智能导盲等未来智能城市的一些内容。

城市交通物联网总是和城市安全监控分不开,可以借助物联网发现和跟踪危险人员,成为城市反恐监控的一部分。

9.2.2 稀疏路网监控与救援物联网

在我国西部等人烟稀少的地区,公路网、铁路网分布稀疏,如图9-3所示,由于路况、气候多变,事故,车辆故障问题等,人们在行车途中往往需要外界救援。

在这些地方,将来可能需要借助物联网技术对环境、路况、车辆及人员进行定位跟踪和状态监控,并适当提供信息服务(如地图支持、路况预报、求助电话和报警电话、天气变化情况、服务区及服务信息等),这样的物联网往往要基于空天地网络和多传感器感知来实现。例如在车辆出现各种意外情况(如车祸、风雪堵塞道路、桥梁或道路的损坏及车辆的故障等)时,可将紧急情况及时传输到监控中心,便于开展搜救工作。图9-4为偏远地区大雪造成车辆无法行进,众人在进行援救。



图 9-3
我国高速公路网



图 9-4
大雪造成车辆无法行驶

2009年，863计划发布了“基于地空信息技术的稀疏路网交通监控与预警系统”。该课题主要研究适用于稀疏路网特点的交通运行状态检测和紧急事件预警和应对系统，结合地空信息技术，整合点线面，动态与静态交通监测技术，对稀疏路网的交通运行状态进行动态监控、对紧急事件进行及时预警和应对。

9.3 智能物流

智能物流^①，即现代物流与物联网相结合，实现物流的自动化、信息

① 周永尼，胡岚．浅议智能物流运输系统．当代经理人，2005（18）．

化、网络化。因此,智能物流注重服务、人员、技术、信息与管理的综合集成,是现代生产方式、经营管理方式、信息技术相结合在物流领域的体现。

下面再举几个例子进行详细介绍。

9.3.1 内河航运物联网

我国水系丰富,长江、黄河、珠江等水系支流容易相互沟通,江河湖海相连,构成了天然的网络。再利用人工开挖的运河,便可以使得各大水系相互沟通,形成覆盖全国大部分地区的内河航运网络。

然而,我国的内河航运也面临着诸多问题:

- 1) 运力过剩,结构不平衡;
- 2) 内河航运交易方式不规范,恶性竞争,行业亏损较为严重;
- 3) 收费较多,航运企业负担重;
- 4) 内河航运企业管理水平普遍较低;
- 5) 内河水系长期失修、多数通航河流水文条件复杂;
- 6) 安全保障系统落后。

国内内陆河流水文条件复杂,许多河段存在河底淤泥多、暗礁、浅滩等不利航行的情况。需要海事部门对管区内的通航河流进行监管,并以此为依据,管理通航情况。这就使得管理过程复杂,将物联网传感器安置于河流中,及时测取水文情况,船只通过时,通过物联网获取水文信息,以便调整航路,防止发生触礁、搁浅等事故。

图9-5为河流剖面示意图,在河底安置了3个感知前端,实时搜集水文资料。若有船只经过,可通过该感知前端得到此处水文信息,以保障航行安全。

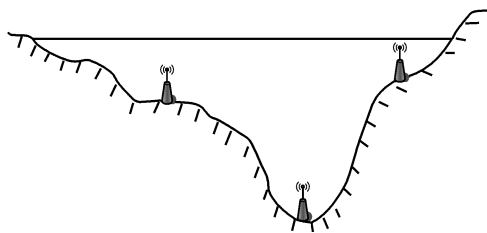


图9-5
安装在水下的感知端

9.3.2 远洋运输物联网

远洋运输作为现代物流的重要组成部分,在全球物流运输中具有空运、陆运等无可比拟的优势,长期以来一直是全球物流的中坚力量,也是最具有国际化和远洋特色的行业,在促进国民经济发展和国际贸易中发挥着重要的作用。远洋运输主要包括集装箱运输、散货运输、特种货物及客运等。近年随着国际贸易的快速发展,我国远洋运输行业也随之蓬勃发展。2009

年，仅中国远洋运输（集团）公司货运量就超过了2亿吨。因此对如此之巨的货物进行有效管理，防止货物的意外丢失、损毁及错发，都显得非常重要。远洋运输线路优化、集装箱平衡调运等是降低运输成本及提高竞争力的重要举措。

传统远洋运输过程中，一直利用在远洋集装箱上的喷码等信息对集装箱进行识别。这种方法无法实现自动识别，需要耗费大量的人力物力，而且很可能出错。整艘货船的集装箱装船和卸货过程往往需要数天甚至数周时间，装卸的过程效率都非常低。

物联网技术应用于远洋物流管理，将大大提高管理效率。其可应用于远洋物流运输的每一环节，包括发货仓储、入闸口、出港堆场作业、船队运输、到港堆场作业、出闸口、收货仓储等等，这是一系列的自动化识别。中央监控系统掌握各个集装箱的状态，进行集中管理，对船队、堆场、货运卡车等实现统一调配，将大大提高管理效率和准确率，如图9-6所示。

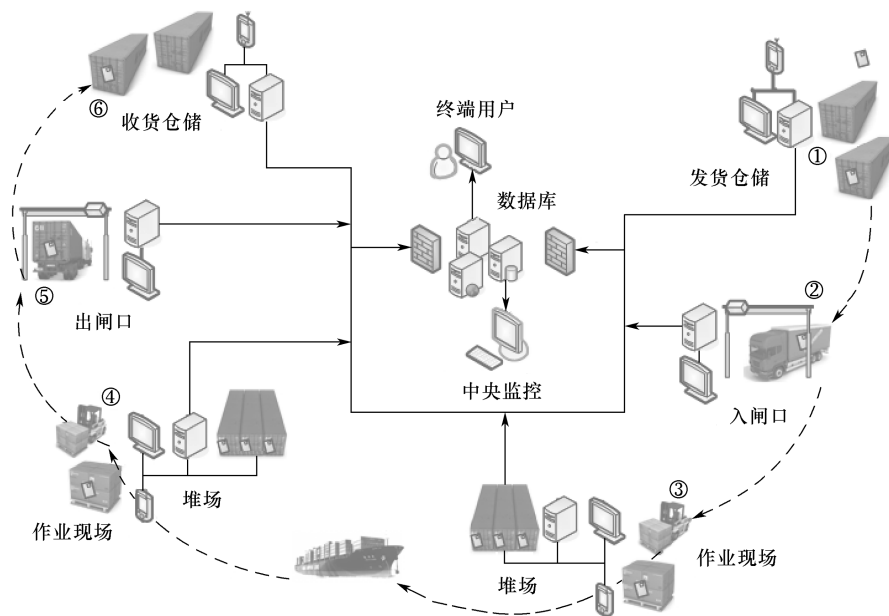


图9-6
物联网对远洋物流的管理

9.3.3 冷链物联网

在日常生活中，有些易腐物品（如蔬菜、水果、速冻食品等）需要进行长时间的存储或运输，而这些物品需要在低温环境下才能保持正常的品质。因此，在对这些物品进行运输时，需要保持低温环境的供应链系统，所以它比一般常温物流系统的要求更高。在这种情况下，实时掌握冷链物流中的这些物品状态，显得非常重要。

物联网技术,可以有效地与冷链物流结合,实现诸多功能。如对冷藏物品的实时跟踪定位,保证可以及时地将冷藏物品出库,避免查找的困难;也可以实现对冷藏物品数量的统计,避免冷库中存放过量货物引起的问题;货品上的传感器,可以及时探测物品周边的环境,对于温度过高或过低的情况都会进行报警,防止货物因存储不当而损坏;利用特制的质量检测传感器,可以对货品实时监测,当出现变质等意外情况时,可以及时向管理中心进行通报。此外,若货品出现破损、被盗等意外事故时,也可以及时发出警报。

9.3.4 特种货物物流物联网

特种货物物流,是指在物流过程中需要采取特殊条件、设备和手段的物流运输方式。其运输对象主要包括:超大超重货物、押运货物、贵重货物、鲜活易腐物品、活体动物、灵柩骨灰、生物制品、菌种和毒种、植物和植物产品、危险物品、枪械、弹药、急件货物、外交信袋、AOG的运输等。

特种货物运输是交通安全运输中的薄弱环节,尤其是对危险品和大件货物的安全运输。为适应我国特种货物物流发展的安全需求,应用物联网技术,将大大提高特种货物运输组织管理能力,实现有效、合理、经济地使用特种货物运输相关的设施与设备,不断提高特种货物运输的效率和安全性。

9.4 智能家居

智能家居[⊖]是以住宅为平台,兼备建筑、网络通信、信息家电、设备自动化,集系统、结构、服务、管理为一体的高效、舒适、安全、便利、环保的居住环境。它利用先进的计算机技术、网络通信技术、综合布线技术、依照人体工程学原理,融合个性需求,将与家居生活有关的各个子系统如安防、灯光控制、窗帘控制、煤气阀控制、信息家电、场景联动、地板采暖等有机地结合在一起,通过网络化综合智能控制和管理,实现“以人为本”的全新家居生活体验,让家居生活更加舒适、安全、有效。

智能家居系统希望提供全方位的信息交换功能,帮助家庭与外部保持信息交流畅通,优化人们的生活方式,帮助人们有效地安排时间,增强家居生活的安全性,甚至为各种能源费用节约资金。

⊖ 赵瑞芬. 关于物联网智能家居的初探, 计算机与网络, 2010.

在我国，随着物联网技术的火热，智能家居理念发展很快，主要集中在北京、上海、深圳等城市。在家电业，许多厂商也都争相推出了自己的产品，如海尔在世博会期间展示其首款“物联网冰箱”。海信、长虹、美的等公司也在为建设和发展物联网家电提供解决方案。

在国外，智能家居在美国、日本、德国、法国、韩国得到广泛应用，为世界范围内智能家居产业标准制定和业务模型探索起到了至关重要的作用，物联网家电是已经发展多年的智能家居、数字家庭概念的延伸。如在韩国，政府对智能小区和智能家居采取多项政策扶持，规定在首尔等大城市的新建小区必须具有智能家居系统。众多厂商也很大力推进智能家居的发展，如微软的“维纳斯”计划；英特尔和微软等17家公司带头发起并成立“数字生活网络联盟”，把智能家居、消费数码、网络宽频、高清娱乐等诸多功能连接为一体。

智能家居理念听起来很不错，但多年来实施效果不甚理想。其原因有：增加了建设和维护成本；信息系统更新换代快，无论是设备更新还是线路更新都会涉及对建筑本身的修缮，很麻烦；具有一定的技术含量，不一定是人人都乐于使用；过度的智能，减少了人们亲手打点家务的乐趣。因此，智能家居的理念是好的，但不要过分理想化，市场潜力目前不会太大。

9.5 环境与安全检测

环境问题^①具有全球化、多样化、复杂化、长期化等特点，其影响日益深远，使得环境安全逐渐成为国际社会广泛关注的热点。美国等已经将此理念应用到外交、军事活动中。1998年，欧洲也正式启动了“全球环境与安全监测”GMES计划^②，以监测欧洲陆地覆盖变化、欧洲环境变化、全球植被、全球海洋、全球大气，支持区域性援助、危险管理系统、危机管理和人道援助系统，并为欧洲空间数据基础设施的发展提供信息管理工具和支持等。我国自2002年中国环境科学学会以《环境安全与可持续发展》为题召开专题研讨会后，对这方面的研究也开始逐渐增多。

目前，国内外保护环境安全采取的主要措施是环境监测，包括对大气、水资源、森林火灾、土壤污染等生物生存资源的监测。结合物联网技术，环境监测能够达到很高的水平。如在大气监测方面，监测技术水平可以做到同时对多种有毒有害气体进行在线监测，并能够做到迅速报警，使相关人员能在第一时间逃生。如，德国开发的差分吸收光谱仪在城市大气环境

① 伍开宝. 城市大气环境安全监测的研究. 化学工程与装备, 2009, 8.

② 徐菁. 欧洲“全球环境与安全监测计划”——欧洲空间战略的一例典范. 中国航天, 2005.

安全监测技术中处于领先地位,其可实现长距离开放式光程在线监测,不须采用任何采样装置即可测量大范围的大气环境质量,且能给出光程平均浓度,其探测极限低,并能实现多种气体成分同时在线监测。同时,其气体浓度的分析时间短,能够真正达到实时在线监测。

下面就环境安全举例并进行详细的介绍。

9.5.1 物联网在地质灾害监测预警领域的应用

我国是世界上地质灾害频发地区,地质灾害已经成为严重制约我国经济发展的因素,近年来,崩塌、滑坡和泥石流等突发性地质灾害,以及地面沉降、海水入侵等缓慢性地质灾害呈现出快速增加的趋势,建立地质灾害监测预警体系已刻不容缓。利用物联网,通过专业监测和群测群防体系等实现地质灾害的远程自动化监测预警,将有效提升防治力度。

例如,利用物联网对典型地区崩塌、滑坡的位移、应变、地下水位和温度等进行全方位监测和记录,预知灾害发生概率,并及时预警;根据天气演变模式和降雨强度、降雨持续时间等信息,预测洪水的发生;建设水坝/水闸等水利设施无人值守综合监控系统,提供水文监测、坝体地质安全等监控,可实现水闸等设备的自动操作及远程决策指挥等。

近几年,我国对物联网在地质灾害监测预警领域的应用研究也越来越重视。“2010年度新一代宽带无线移动通信网国家科技重大专项”就专门设置了《面向地质灾害监测预警的传感器网络研发与应用验证》的课题。

9.5.2 物联网在环境监测领域的应用

通过卫星遥感灾害监测及雷达技术,可构建成包括陆地检测、海洋观测等立体监测体系,形成环境检测物联网。其主要应用包括边远村庄观测、牧区监测、水质监测、灾害监测、洪涝监测、海洋调查等。此外,物联网还可检测外来物种入侵、森林虫害、空气污染程度,预测干旱区域,制定应对灾害的措施等。

例如,“2010年度新一代宽带无线移动通信网国家科技重大专项”设置了《面向太湖蓝藻爆发监测的传感器网络研发与应用验证》课题,其主要开展对水体富营养化程度等的分布式动态实时监测和预警,为蓝藻爆发危情提供一线感知数据。

9.5.3 物联网在天气预报及遥感领域的应用

长期以来,人们都试图去准确地掌握天气状况,以便安排各项活动。早期,一般使用温度计、湿度计、风速计等设备搜集气象信息,进而由人

工进行常规的气象分析，进行短期的预报。这种方式，预报精度低，而且只能实现短期预报。直到卫星和巨型机的应用，这种现象才有了极大的改观。

到目前为止，我国已经成功发射了十几颗返回式卫星，为资源、环境研究和国民经济建设提供了宝贵的空间图像数据。而且，我国自行研制和发射的包括太阳和地球同步轨道在内的气象卫星，其数据已在气象研究、天气形势分析和天气预报中广为使用。

物联网以气象卫星、遥感卫星等作为其在天气预报及遥感领域的感应端，完成气象状态实时监控、信息收集和处理、气象遥感图绘制、气象预测和灾害预警等工作，可实现对突发灾难性环境（如大规模降雨雪、沙尘暴、台风等事件）的精确监测；

另外，在公共安全突发事件应急响应中，可利用网络中具有 GPS 定位和 GPRS/CDMA 通信模块的多模移动信息采集终端，提供全网节点定位和救援人员的定位跟踪；结合电子地图，将现场动态信息与应急联动综合数据库和模型库的各类信息融合，依据事件发展模型，形成较为完备的事件态势图，对突发性危及公共安全的事件蔓延方向、蔓延速率、危险区域、发展趋势等进行动态预测，进而为辅助决策提供科学依据，提高应急联动系统保障公共安全和处置突发公共事件的能力，最大程度地预防和减少突发事件及其造成的损失。

9.5.4 物联网监控垃圾

目前，各大城市都存在垃圾为患的问题，不但量大，而且垃圾的成分也变得日益复杂。这些对人体、环境产生了巨大危害的废弃物，就如一颗颗定时炸弹，大多被埋在了城市的周边。如何处理这些生活、工业及医疗垃圾成为了世界性难题。

生活垃圾以有机物为主，但依然有玻璃、塑料和其他无机废弃物；工业和医疗垃圾很可能呈现高毒高危状态，若不合理处置，必然带来安全隐患。

国际上处理垃圾的方法一般有填埋法、焚烧法、堆肥法和资源化处理。处理的主要思想以再利用为主。但是，若要实现垃圾的高效处理，这就需要有一个完善的垃圾分类及运输体系。

目前有单位将物联网与垃圾分类运输管理系统相结合，通过标记垃圾的种类可以实时监测到待处理垃圾的状态，将已分类的垃圾进行合适的处理，降低垃圾可能造成的危害。

对于不同的垃圾桶可以利用标签进行标记，标签中包含了该种垃圾的信息；垃圾车在收取垃圾时，可以很方便地读取垃圾桶的标签信息；进入垃圾处理厂后，再次确认信息，以便进行后续处理。图 9-7 是安装于垃圾

桶下的电子标签。



图 9-7
安装于垃圾桶下的电子标
签

9.5.5 物联网监控移动通信基站机房运行

目前,随着移动通信业务的迅猛发展,移动通信网络规模日益扩大,我国移动通信基站数目随之不断增加。有很多基站处于边远地区,绝大部分基站的机房都处于无人值守状态,容易受到破坏或偷盗。因此,基站的运行监控已成为确保基站正常运行必须考虑的重要内容。移动通信基站机房如图 9-8 所示。



图 9-8
移动通信基站机房

物联网应用于监控移动通信基站及机房,其主要功能包括:执行门禁防盗报警、基站和机房的设备监控等。

1. 门禁防盗报警系统

- 1) 控制非相关人员的出入。
- 2) 针对强行破坏(如破坏防盗门、挖墙出入)能进行很有效的防范,

通过红外、门磁探测器等设备进行报警及上传信息。

3) 在工作人员正常出入未关门情况下,提示门未关好等信息。

2. 基站设备监控系统

1) 对设备老化、非正常工作状态及时预警,有效监督记录设备维护人员的工作,确保每一个工作人员都已定时、定点地完成了设备维护工作。

2) 对设备的工作状态进行监控和记录,使得每一台设备的工作数据都有迹可循。如基站空调的温度控制、电力的消耗等。

3. 基站环境监测

包括温湿度、电磁场辐射监测等。

9.5.6 物联网监控烟花爆竹

随着人们生活水平的提高,烟花爆竹成节日、喜庆活动中必不可少的物品,但由于其质量问题、不安全的燃放方式及防火意识的淡薄,常导致严重的人身伤害和火灾事故,因此1993年北京市全面禁放烟花爆竹,不过这多少也影响了节日气氛。2005年起,北京市将全面禁止改为局部限制,如何有效地对烟花爆竹的生产、运输、销售、燃放等环节进行安全监控和管理的工作被提上日程。如2010年1月30日北京南六环1辆烟花爆竹运输车起火爆炸。诸如此类事件,将烟花爆竹的管理问题再次推向了前台。

在各种因素的推动下,有单位希望将物联网应用到烟花爆竹的安全管理中。2010年春节前夕,“感知北京”首批示范工程中,便列入了烟花爆竹监控物联网示范项目。该项目的目的是使得烟花爆竹从生产到其存储、运输、销售等过程的信息,都可以进行实时查询和监控。此外,如果出现了问题,也可以反向追溯到产品流通和生产的各环节;在烟花爆竹最后的燃放过程中,若出现安全问题,所携带标签可以自动发出报警信息。图9-9是贴在烟花爆竹上的一种电子标签。



图9-9
烟花爆竹电子标签

9.6 工业与自动化控制

工业控制自动化将会向网络化、智能化方向发展。网络化的工业自动化控制过程将逐渐取代孤立的自动化控制单元成为工业自动化的主流，同时工业自动化控制系统将会被赋予各种形式的人工智能，这些都是物联网技术在工业控制自动化领域的广泛应用的体现，主要包括工业生产管理和生产过程自动化控制两个方面。

9.6.1 工业生产管理

工业生产管理包括很多方面，如原材料管理、生产量与需求管理、人员管理、设备管理、产品质量管理等。物联网在这些方面发挥作用主要是通过信息采集（包括物品和人员身份标识、位置跟踪等）及智能决策来实现的。

例如，在被允许的情况下物联网可以对消费者的消费情况和消费偏好进行采集和分析，并结合预测和决策系统作出合理的生产计划。举一个具体的例子，在未来的汽车制造行业，可以为客户实现虚拟试车服务，即客户可以通过生产厂家为用户搭建的虚拟平台进行车辆选择，选择合适的型号、颜色、配置的汽车，当客户需求确定后，厂家会在最短的时间内合理调配汽车给用户。

9.6.2 生产过程自动化控制

工业生产过程的自动化程度体现了产品生产工艺的先进程度，未来物联网在本领域的应用将越来越多，逐渐改变工业生产的模式，包括取代人力完成高技巧性、高复杂性的工作，就象当初工业机器将人从高强度的体力劳动中解放出来一样，物联网将会使人从复杂而繁琐的生产过程和控制决策中解放出来，将工人从脑力劳动中解放出来。

物联网可以高效率调度生产过程。通过各种感知手段检测产品生产线的运行状况，对生产过程中的关键参数进行精确控制，跟踪产品质量，提高生产线运行效率。一个典型的例子就是芯片设计和优化，物联网应用一方面将提升工艺精度，另一方面物联网的自学习能力将会使芯片制造行业的人机交互变得很简洁。

9.7 医疗健康

智能医疗是利用传感器等信息识别技术，通过无线网络实现患者与医

务人员、医疗机构、医疗设备间的互动等。智能医疗和日常生活息息相关，能够显著改善就医条件。下面举几个例子进行详细介绍。

9.7.1 健康监护

随着社会的进步，生活水平的提高，人民的健康保健也越来越受到关注。但由于社会资源的不足，社会保障制度仍在逐步健全，医疗资源的配置存在严重的不平衡问题，带来了诸如“看病难”、“看病贵”、医患关系紧张等诸多问题。近年来大力发展“社区医疗”和重视“治未病”成为我国医改的重要方向之一，发展“社区医疗”对医疗设备的多功能、高性能、低成本、便携式提出了更高的要求，同时基于传统中医理论的针对“治未病”的诊治方法也越来越受人们的关注。

物联网技术的发展和应用对我国医疗卫生、保健监护等行业发展有着深远的影响。物联网强调通过利用多种传感器、多种手段，对被监测对象进行多角度、多尺度、多维度的信息采集信息融合。借助物联网技术，可以实现利用大量低成本、便携式，不同种类的传感器的感知信息来对相关人群进行实时、准确、高效、多尺度的健康监测，通过进一步吸收借鉴融合祖国传统医学的精华和先进思想，还可实现“未病先防、已病防变、已变防渐”等预防保健功能。

通过将物联网技术与中西医诊疗手段相结合，可以设计并实现基于物联网的社区健康监护系统。该系统终端设备具有实现携带方便、价格低廉、联网方便等优点，面向以社区或家庭为单位的健康监护应用，通过对所采集的中医和西医生理信息进行实时分析及数据融合处理，可对用户的健康状况进行判断，并能诊断出典型的病症，依据对用户健康状况的判断，提出相应的健康建议，为人们提供了一种新颖、方便的日常健康监护手段，同时也可作为医疗保障的一部分，惠及广大农村、边远山区及老人、慢性病患者及亚健康人群等，推动“人人享有医疗保健”目标的早日实现。

该系统可分为两项核心系统部分：

1. 基于中医脉诊理论健康保健监护

基于传统中医的脉诊理论，通过对人体脉搏波信息的分析处理，来感知人们的健康状况，这在人们生活水平日益提高，对自身健康越发关注的今天，给人们的健康监护提供了一种新的理念及途径。通过该健康监护系统，可以方便、完善地管理整个社区住户的健康状况，在日常生活中给人们提供健康建议，针对健康状况较差的住户提醒尽快就医，针对目前处于亚健康状况的住户给出健康建议。

面向社区或家庭为单位的健康监护应用，针对用户的健康状况提出相关健康建议，属于健康保健类设备，为人们提供了一种新颖方便的日常健康监护手段，同时也是社区医疗保健的一部分，可以辅助社会医疗保障制

度, 更好的关注人民的健康状况, 进一步实现全民族体质的增强。

2. 基于西医的多传感器协作疾病诊疗

基于物联网可将人体生理参数收集传感器或移植到人体内的生物传感器共同形成的一个无线网络, 与基于中医脉诊理论的健康监护系统一起制定一个中西医相结合的医疗保健、疾病监控和预防的解决方案。这就形成了一个硬件、软件和无线通信技术的集成平台, 并为普适的健康医疗监护系统的未来发展提供必备的条件。该系统特别强调可穿戴或可植入生物传感器的尺寸大小及它们之间的低能耗无线通信。这些传感器节点能够采集身体重要的生理信号(如温度, 血糖, 血压和心电信号等)、人体活动或动作信号及人体所在环境信息, 处理这些信号/信息并将他们传输到身体外部附近的本地基站。图9-10给出了本系统中监控西医人体生理参数的选择范围。

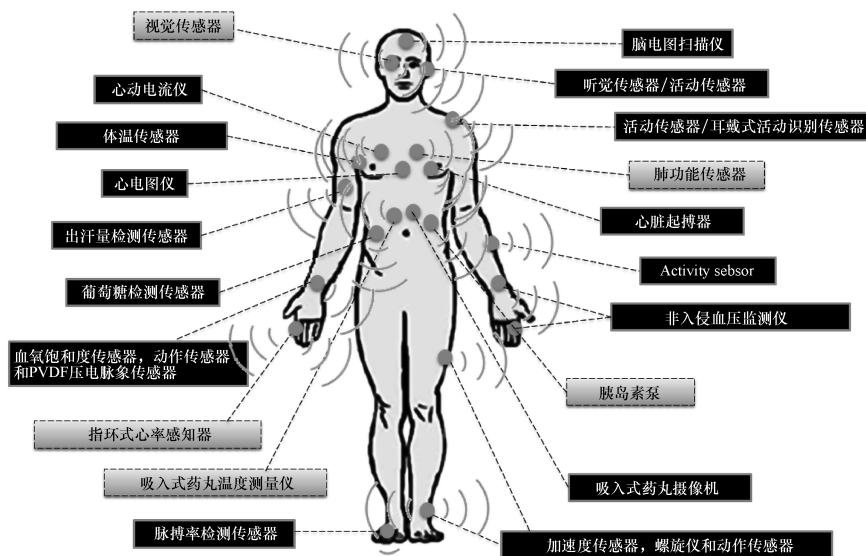


图 9-10
西医人体生理参数监控范
围

3. 系统架构和功能

该系统由多个用户端的人体健康状况监护装置及多个相关服务器组成, 图9-11所示的是一个典型系统的结构层次示意图。

在整个系统中包括多个用户监护装置, 即人体健康状况监护装置, 通过以一个社区为范围, 可以把处于这个区域内用户端的监护装置划分为一个小型网络, 即社区网络。多个社区间的健康监护网络分别连接到该地区医院的医护服务器上组成一个城域健康监护网络。通过该健康监护网络, 每个社区中的用户信息都可以共享到医院医护服务器甚至网络中的多个服务器上。

系统的主要功能包括:

- 人体脉搏波数字信息的采集及数字化实时显示;

- 人体脉搏波信息的处理及分析并提取特征点；
- 对已有脉搏波分类学习给诊断结论；
- 人体生理数据的检测、收集和传输；
- 基于西医的健康疾病监控及诊疗。

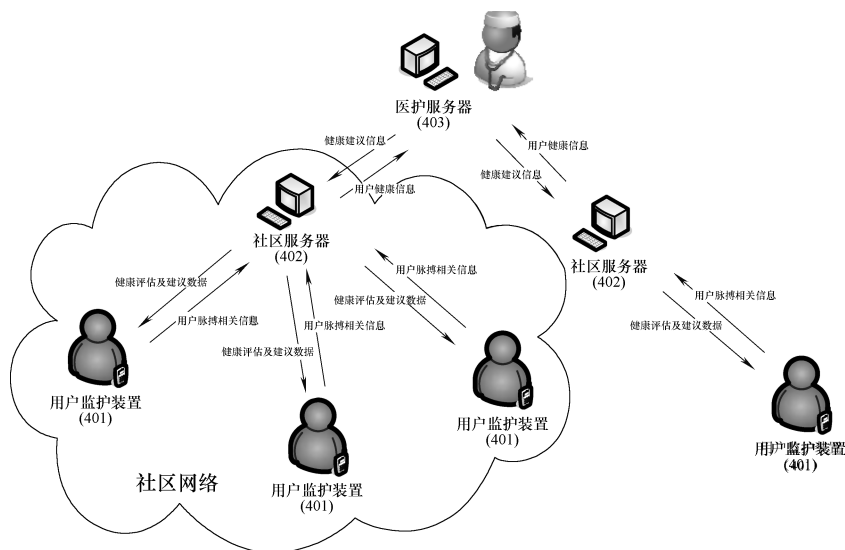


图 9-11
健康监护系统结构层次示意图

医护服务器主要任务包括：

- 运行具有庞大用户数据库及特征库的专家系统；
- 自动匹配用户健康信息，并提供相关健康建议；
- 允许医护人员对每个用户的数据信息进行查阅，对评估结果和健康建议进行修改、更新。

社区服务器主要任务包括：

- 包含一个可以实现对用户健康状况的本地评估及建议的专家系统；
- 存储历史医疗健康数据，并与医护服务器同步更新；
- 供本地用户浏览和查询历史医疗健康信息记录。

在这个健康监护系统中，组成了由用户监护装置、社区服务器及医院的医护服务器组成的三级网络结构，各层之间进行数据交换，保证了用户数据的及时上传和健康建议信息的及时更新。此外，针对用户对健康监护装置的成本及具体网络部署不同的需要，还能提供多种应用解决方案，如图 9-12 所示。

图 9-12 中所提出的基于健康监护系统的多种应用解决方案不仅可以用户使用户能够获得实时的健康评估结果和建议，降低对系统网络状况的依赖，还可采用本地的健康监护装置把采集到的脉搏波数字信号通过社区局域网上传到网络中的社区服务器，在服务器端进行信号分析处理并得到健康评估结果，然后把结果及建议及时回传给用户本地，反馈给用户。此外，医

护人员可以通过医护服务器来查阅社区服务器的用户信息数据库,并可实现改进算法,完善健康建议数据库等操作。方案还提供了将用户健康监测装置采集到的脉搏波信息通过 Internet 网络直接上传到网络中的医护服务器,在服务器端进行后续的健康评估及建议工作的方式,这样在对健康监测装置成本要求较小,可以保证评估算法和健康建议数据库的版本最新,而在网络的部署建立上,可以根据具体用户的需求采用有线网络或是无线网络的形式,也可以直接接入到已有网络中,节省系统网络部署工作及整个系统成本。

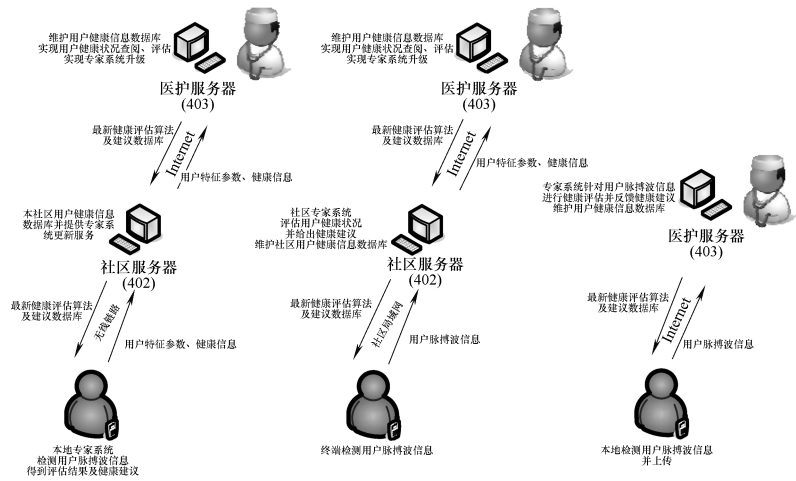


图 9-12
基于健康监测系统的多种
应用解决方案示意图

4. 核心技术

该系统采用了分层的网络设计,同时该健康状况监护系统可以根据具体应用实例的需要,依据具体项目中对用户健康监测装置的成本、具体网络状况的优劣及终端提供服务的种类可以配置成多种产品应用方案。系统在研发和设计等过程中不断吸取和借鉴国内外同类传统系统的设计思想和中医理论,发扬体域感知网络技术的独有优势,依据中西医相互结合补充理念,采取了传感器节点设计,系统架构及无线通信,信号处理及抗干扰,脉搏波分析、数据降维及多传感器信息融合等多种核心技术,详述如下:

(1) 传感器节点设计,系统架构及无线通信技术

该技术体现在基于人体脉搏信息的健康监测装置的设计和实现上,如图 9-13 所示。

该装置具有小巧、便携、功能完善等优点,更适合家庭医护保健的应用环境。图 9-13 中左侧的腕式采脉装置在使用时固定于用户的待测手腕处,并且将其内部的传感器对准用户的脉位,然后通过主机上的键盘和液晶屏幕进行设置和功能选择即可开始检测过程。通过大概几分钟的采集处理过程,用户即可在该装置的屏幕上看到自己健康的相关信息。此外,用户可以选择是否需要通过内部微型打印机把检测结果打印出来。通过本装

置上的无线网络模块或是有线网络接口可以方便的接入到现有网络中，享受社区健康监护系统的各项服务。本装置支持通用存储卡，如SD卡，可以用于保存用户的历史检测信息及结果建议等，也可以方便地更换监护装置而不丢失用户数据。

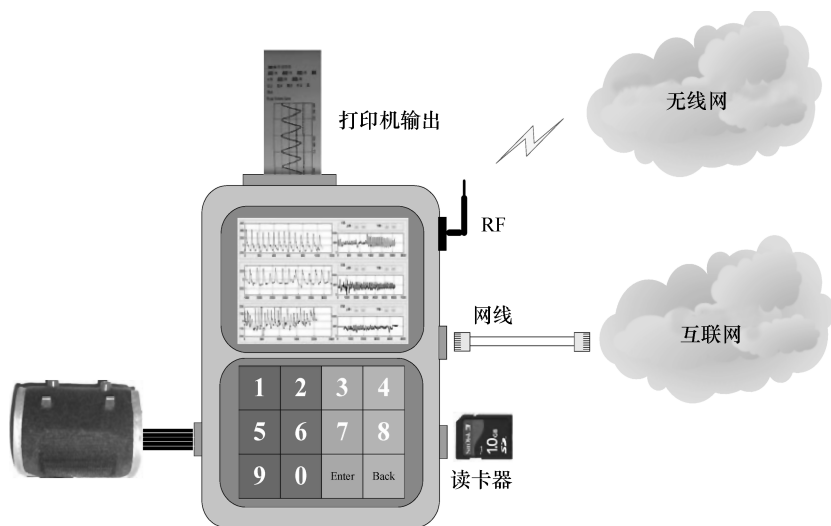


图 9-13
健康监护装置外形示意图

(2) 脉搏波分析及特征参数提取技术

人体波形中的特征参数的提取方法，包括：在原始波形上通过 n/m 滑动窗口逻辑法查找波形周期内的波形峰值点；在所得到的波峰值点的周围查找波形最低的点，从而得到波形起始点；还包括对原始波形做一阶差分和二阶差分操作；利用二阶差分的结果波形从原始波形图中找到降中峡与重搏波峰值点，利用所述一阶差分和二阶差分的结果波形从原始波形图中找到重搏前波峰值点。此外，还包括采用 N 次-两点平滑滤波法对原始波形做平滑滤波。

(3) 维数约简及特征选择技术

利用维数约简技术整合健康网络中的各种异质传感器以抽取其有效特征，并组合这些特征以获得基于整合多传感器行为的最终决策。特征选择不仅是一种广泛应用于数据挖掘和知识发现的“维数约简”技术，还是健康网络中情景感知环节不可缺少的技术，特征选择技术常用贝叶斯模型作为学习和分类的依据，在清除不相关或冗余的特征的同时保留有用的差别信息，事实上，仅选择相关特征或传感器不但简化健康网络系统的配置，提高分类精度，还能够用来识别相关传感器和它们的最优位置。特征选择的应用意味着更少的数据传输和更高效的数据挖掘。我们还考虑了包冲突、数据传输率和存储时，特征选择所能达到的性能指标。

(4) 自适应算法设计及分类学习技术

自适应算法设计主要体现在提取基于中医脉诊理论的脉搏波特征参数

时,波形的无规律性所导致的参数变化,变化的范围不能随意设定,要根据一个波形周期及其主波峰的高度来决定。考虑到健康网络还监控人类活动(包括自然持续的身体动作),这就要求系统不仅能够识别当前状态下某些行为,还要具有学习和分类能力以提高精度和提供决策信息。

(5) 多传感器信息融合技术

信息/数据融合(Information/Data Fusion)是一个多级的,多方面的,将来自于多个数据源(或多个传感器)的数据进行处理的过程。它能够获得比单独一个传感器更高的准确率,更有效和更易理解的推论。同时,它又是一个包含将来自不同节点数据进行联合处理的方法和工具的架构。

在健康网络系统中,从系统任务或输入输出的角度建立信息融合架构,并在架构中给出一系列信息融合方法,还在基于DFD信息融合模型的基础上,提出了轻量级信息融合解决方案,以解决基于中医脉象理论的脉搏信息采集健康网络系统中实时数据采集和病症识别问题。在该轻量级信息融合架构中,提出了简化,并给出了一系列的数据融合算法(包括特征选择/发现算法、向量生成算法和诊断识别算法)。wi-DFD信息融合模型的特点是:结构简单,易于理解和使用,与数据融合算法结合紧密,特别适用于健康医疗系统。

9.7.2 医疗器械及医疗过程管理

1. 医疗器械管理

在医疗器械管理中,RFID同样可以得到广泛的应用。从比较大的设备如轮椅、轮床、麻醉车及诊断工具如内视镜、抽吸器到一些小的外科器械如手术刀、纱布等等,都可以加贴RFID标签以实现识别和跟踪。这种RFID自动追踪系统,能够提高临床诊断治疗效率,减少人为错误。

另外,将医疗设备的RFID标签存入生产商和供应商信息、设备维修保养信息(包括耗材)、医疗设备不良记录跟踪信息等,可简化设备巡检、维护管理。而且,设备维护巡检后的信息在现场可以录入手持机,同时存储于设备上的芯片,回到科室后将手持机内的信息上传到中央处理器内,进行相应的数据存储及处理。

2. 外科手术管理

手术是一种重要的医疗手段,其复杂程度越来越高。对于处理严重疾患的病人来说,手术的各个过程都非常重要,故利用物联网技术对手术过程的管理也具有广阔的前景。这类系统在美国、英国、日本和中国台湾也都有类似的应用,其推广前景广阔。

9.7.3 医药产品管理

RFID可广泛应用于医药、生物制剂、消毒包和血液等方面的管理上。

如果给病人用错药，用假药、劣药或者过期药品，物联网技术可以通过对流通过程中的单个药品唯一的身份进行标识及追踪，从而达到对药品信息及时、准确的采集与共享，有效地解决了医药流通中存在的安全、成本和管理问题。又比如，生物制剂中蛋白质的不稳定性，使得其易受环境的温度变化影响，导致制剂变质，通过先进的物联网技术，将温度变化记录在“带温度传感器的 RFID 标签”上，对制剂品质进行细致地、实时地管理，轻松地解决了生物制剂管理中的变质问题。

1. 医药供应链中 RFID 应用

将药品名称、品种、产地、批次及生产、加工、运输、存储、销售等环节的信息都存于药品包装上的 RFID 标签中，药品一旦出现问题，相关人员可通过 RFID 标签进行责任追溯。

2. 药品防伪

误用假药，轻者可能会贻误治疗时机，重者则会危及生命安全。根据 RFID 防伪的基本原理，在药品防伪中应用 RFID 技术，不但稳妥可行，而且能够大幅度提高检药工作的效率。

3. 血液制品管理

血液制品的安全性非常重要。将 RFID 技术应用在血液管理中具有几点好处：非接触式识别技术，减少对血液的污染；设置血液的有效日期，库存中可以自动实现报废报警；多标签识别，提高工作效率；实现血液信息实时跟踪。

(1) RFID 血液管理流程

流程如图 9-14 所示。

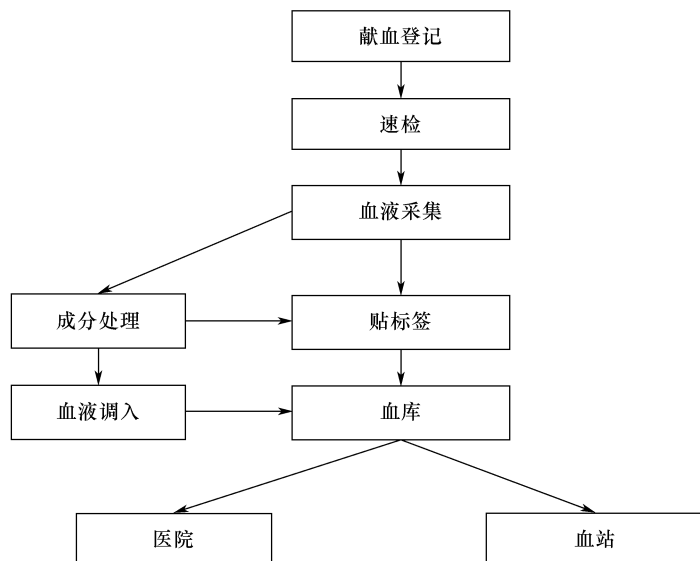


图 9-14
RFID 应用于血液管理的流程图

(2) RFID 应用于血液管理

将 RFID 技术用于血袋管理,从献血中心开始,每个血袋就被贴上了 RFID 标签。标签中会记录献血者的一些基本资料,比如血型、献血者姓名、工作单位等,接着血品经运送入库,在医院内部调配使用等等,如果患者因为使用血液而出现什么问题,就可以追根溯源找出发生问题的环节。

9.7.4 医疗环境监控

物联网在医疗环境监控的主要用途有:监看各病房、药房、手术室及急救车辆等环境参数情况,为病患提供更好的治疗环境,完善医疗服务缺口。

在病房管理方面,医护人员可以利用各类传感器管理病房温度、湿度、气压,监测病房的空气质量和污染情况,以便更好地为病人提供健康恢复环境。而且,传感器还可以监控重大手术环境参数,包括手术器材的灭菌程度、手术室灯光、通风量、新风量及不同区域的压差等,以保障手术在最佳环境状态下进行。

此外,很多药品及特殊医疗用品等的储存环境要求很高,通过传感器对其环境参数进行采集和监测,不仅能够节省人力,而且能够避免人为失误造成的损失,及时发现异常情况。

9.8 精细农牧业

近年来,随着智能农业、精准农业的发展,物联网技术在现代农业中的应用逐步拓宽。其应用方面包括农业资源(农用土地资源、水资源、生产资料等)管理、农业生态环境(土壤、大气、水质、气象、灾害等)管理、农业生产过程(精耕细作、设施农业、健康养殖等)管理、农产品与食品安全追溯、农业设备与设施使用等。在这种大背景下,精细农牧业成为农业可持续发展的热门领域。

9.8.1 现代农业

精细农业^①的核心是指实时地获取农作物的生长及环境信息,最大限度地提高水、肥或饲料的利用效率,增加产量,减少环境污染,保证农作物生长的健康无害。在这方面,物联网可用以监视农作物灌溉情况、土壤空气变更、畜禽的环境状况及检测大面积的地表状态,收集温度、湿度、风力、大气、降雨量及土地的湿度、氮浓缩量和土壤 pH 值等,实现农业的科学监测、科学种植,帮助农民抗灾、减灾,提高农业综合效益,精细农业(土地喷灌)如图 9-15 所示。

① 汪懋华. 精细农业发展与工程计划创新. 农业工程学报, 1999, 1.



图 9-15
精细农业（土地喷灌）

快速有效地采集和描述影响作物生长功能的空间变量信息，是精细农业实践的重要基础。而 3S（指 GPS、GIS、RS）^①技术则是获取并处理作物信息的基础。

地理信息系统（GIS）在精细农作技术体系中主要用于建立农田土地管理，土壤数据、自然条件、作物苗情、病虫草害发生发展趋势、作物产量的空间分布等的空间信息数据库和进行空间信息的地理统计处理、图形转换与表达等，为分析差异性和实施调控提供处方信息。

遥感（RS）技术可以提供大量的田间时空变化信息。近 30 多年来，RS 技术在大面积作物产量预测，农情宏观预报等方面做出了重要贡献。遥感技术领域积累起来的农田和作物多光谱图像信息处理及成像技术、传感技术和作物生产管理需求密切相关。RS 获得的时间序列图像，可显示出由于农田土壤和作物特性的空间反射光谱变异性，提供农田作物生长的时空变异性的信息，在一个季节中不同时间采集的图像，可用于确定作物长势和条件的变化。

全球定位技术（GPS）在精细农业上主要用来获取农田位置信息，包括采样点的经纬度、所在田块的形状和面积等。目前，国外智能农业机械大都使用差分卫星定位系统（DGPS）消除系统误差，如美国天宝公司（Trimble）生产的 AgGPS132 为分米级信标导航差分 DGPS，AgGPS214 为厘米级的载波相位差分 DGPS。我国也积极开展 DGPS 在精细农业中的应用研究及相关设备的研制。如中国农业大学精细农业研究中心设计开发了内置 GPS-OEM 板的农田信息采集系统。

在 3S 所获得信息的基础上，经过多年努力，精细农业领域又出现了众

^① 姚建松. 我国精细农业发展前景与探讨研究. 中国农机化, 2009, 2.

多智能信息采集与处理系统，其中决策支持系统（DSS）是根据农业生产者和专家在长期生产中获得的知识，建立作物栽培与经济分析模型、空间分析与时间序列模型、统计趋势分析与预测模型和技术经济分析模型，用GPS、RS获得的各种信息及GIS建立的数据库，针对小区内农作物生长环境和生长条件时间和空间上存在的差异做出分布式投入决策，即生成田间投入处方图。决策支持系统DSS综合了专家系统ES和模拟系统SS，因而能为精细农业的实施提供正确的决策支持。

虽然我国早在20世纪90年代就已在农业领域使用GPS、GIS等技术，但在精细农业实践过程中仍面临各种技术问题，需要加强多部门、多学科间的相互联系，开展国际间合作，以进一步提高我国农业发展水平。

9.8.2 畜牧业管理

1. 电子耳标

在牲畜出生及饲养的时候，在牲畜的身上安装上RFID标签（如做成耳标或脚环），这些电子标签在牲畜出生时打在耳上，如图9-16所示。此后饲养员用一个手持设备，不断地设定、采集或存储它成长过程中的信息，从源头上对生产安全进行控制。同时记录牲畜在各个时期的防疫记录、疾病信息及养殖过程中关键信息的记录。在牲畜屠宰前，首先要通过手持机读取RFID标签，以确认无疾病牲畜才能出栏。



图 9-16
电子耳标

畜牧业饲养阶段的标签数据信息包括三部分，为养殖→出生状况→生长状况→出栏状况；防疫→接种疫苗→防疫检查→疫情处理；畜群管理→牲畜出入草场信息→牲畜草场位置信息→牲畜状况信息。

2. 牲畜电子监控管理系统

应用物联网技术的牲畜电子监控主要包括出入境牲畜监控及牲畜生长环境监控等方面。

3. 肉类托盘管理系统

货物在运输过程中，按照规定的产地、数量、品质、等级等标准写在运送过货物的托盘上或包装箱的电子标签中。当货物运输到批发市场或商场的指定仓库中或指定的配送点时，首先要读取托盘和包装箱标签内的产品信息，并上传到系统中去。

4. 批发市场 RFID 管理系统

在城市农产品批发交易中心，每天都有大量的肉类农副产品从这里流向市区的各个农贸市场。为了做到安全检测，市场管理部门为每样农产品建立了电子档案，使用者可以通过系统很方便地了解到农产品的生产信息、质量信息、市场信息和价格信息等情况。这里，市场经营者人手一片电子标签卡，这“入场证”记录他们经营产品的检测情况和交易情况。

RFID 标签作为肉类批发信息的载体部份，对应批发商的货物，利用射频技术及 RFID 标签的手持读取功能对货物进行交易结算，大大加快了肉类批发的交易结算速度。以 RFID 标签为交易核心数据的载体，可记录进场交易的每个货品的来源地、交易时间、检测检疫信息，加强肉类产品交易的规范性和可追溯性。

综上所述，物联网应用于牲畜信息化管理可对牲畜从饲养、监管、屠宰到销售等各个环节进行监管，从而确保整个流通过程的透明化，确保牲畜从源头到餐桌的全程安全，实现全程质量监控和追溯。

9.9 金融与服务业

物联网在金融与服务行业的应用很多，下面简要进行说明。

9.9.1 金融监控与预测物联网

在现代金融市场的竞争中，金融企业想获得良好的经营成果，必须建立风险预警管理体系，并保证风险预警管理体系的有效运行。风险预警管理体系^①主要用于对风险潜伏期的信息、情报及时处理，分析风险发生的概率及风险发生后可能造成的负面影响，做出科学的预测和判断，并把许多分散动态的信息组织起来并进行全面的监测、跟踪，向金融企业提供决策的依据。

物联网还包括对 POS 机、营业网点、金库等重点区域的监控，还包括对人员身份的管理、运钞车的监控等。

^① 顾小林. 金融企业风险预警管理与智能实时系统. 商业现代化, 2008 (25)

9.9.2 民航乘客服务物联网

基于物联网为乘客提供舒适便捷的服务理念其实并不新鲜,甚至可以说很多功能在没有物联网概念的情况下都已经实现。这里列举一些具体应用,可能部分功能将逐渐过渡到物联网的理念和架构中来,而一些新的功能可能需要新的物联网技术来解决。

1. 票务

早期的纸质客票,使得旅客购票、登机过程都较为繁杂;电子客票的出现,大大提高了客票服务水平。将物联网技术应用于机票系统,将使乘客具有更好的客户体验。物联网信息服务系统,可存储乘客经常乘坐的航班号、偏好的航餐种类、喜爱的舱位等等信息。当旅客有出行计划时,系统便会自动向旅客提供最合适的飞行规划。当乘客需要进行改签时,系统也可以为乘客再次安排合适的行程。在这部分应用中,物联网重点解决的不是电子机票本身的问题,而是通过电子机票来自动识别乘客身份,进而自动获取乘客的背景资料、兴趣和信息需求,以便提供个性化的优质服务。

2. 航站楼商业应用

现在的航站楼消费区服务已经比较人性化和便捷化了,而物联网的应用,将会在乘机、行李送达等方面提供更优质的服务。例如航空公司及许多大公司(如中国移动、招商银行等),常在候机区内为VIP客户提供专用候机室。VIP客户进入航站楼后,通过物联网的感知端,VIP候机区将得到通知,并且系统可以获取用户各种信息,例如客户的个人兴趣爱好等。根据这些信息,专用候车区还可以为其准备好相应的服务,提升VIP客户服务质量。

3. 异地值机

携带众多行李去机场办理值机手续是件费时费力的事。能不能不带行李去机场呢?答案是可以的。物联网在这方面应用的预期目标是希望能够提供非机场的异地值机服务。登机的乘客不用去航站楼便可以值机,大件行李可以直接在下榻或驻地周边的酒店办理托运(对时间上有要求),乘客在酒店大堂就可以自己打印登机牌。这样遇到航班延误时,还可以及时得到信息或更改行程。

4. 行李托运

希望通过物联网,可以为旅客提供全程的行李跟踪定位服务,并提供行李到达和查询的信息服务,以方便旅客了解行李托运状态。据报道,国际上已经有多家机场采用了RFID行李识别系统,并结合手机短信方式进行提示,及时告知旅客行李信息,如图9-17所示。

5. 其他方面

物联网系统还可以在此方面提供诸多应用。例如:对生病乘客的特别

监护，对航餐全程跟踪等，在此不一一展开。



图 9-17
机场信息手机查询

9.10 国防军事

自十一届三中全会提出我国决定设立国家安全委员会的议题后，国家安全问题成为海内外广泛关注的焦点，与此同时，随着现代经济、政治、社会和国防越来越依赖于信息化，信息安全不仅与国民生活息息相关，更关乎国家主权和领土安全，因此信息安全也提升至国家战略的层面。

9.10.1 国土边境安全

边境是国家之间在陆地、海洋和空中的交界线，是一个国家主权的象征。它作为划分国与国之间的界线，具有特殊性，各国都需要在边境地区进行必要的安全防范。边境地区一般驻守有边防部队，用于防范来自边境的入侵、走私、越境等行为。我国的陆地边界全长约 2.28 万千米，海岸线长 1.84 万千米。如此之长的国界线，兼之受到气象条件、地形条件等因素的限制，仅仅依靠人工巡逻，是远远不够的。

而物联网在“保卫”国土边境安全方面有重要的作用，物联网可通过航空、卫星遥感、视频、雷达及红外检测传感器等，对入境人员、交通工具、货物等的实时监控及定位跟踪，并通过终端处理记录人员长相特征、交通工具型号等细节问题；另外，由于遥感技术等受地面条件限制少，对于自然条件恶劣、地面工作难以开展的边境地区，可用于边境动态监控。同时，物联网用于边境环境安全监控还可以对边境水源污染、森林病虫害和火灾进行监测。

9.10.2 军事领域

物联网的军事应用，主要包括军工物流的有效管理及作战能力的提高等方面内容。

在军工物流的管理方面，将军用物品使用 RFID 标签进行标识，并且

在军工企业、军用品仓库、转运站及载具等各个环节设置具有无线或是有线连接的标签读取装置,使每一个作战单元、一个军兵种甚至整个国家的军事物流都处于全信息和全数字化状态。

在提高作战能力方面,物联网主要用在战场态势感知、智能分析判断和行动过程控制等方面,使物联网系统实现全方位、全时域、全频谱的有效运行,提高战场战况的透明度,全面提升基于信息系统的体系作战能力。

此外,物联网还可用于军事演习监测、生化武器预警、士兵跟踪及定位和边境防卫工作监控、军用物资运输路径智能选择等等。

不仅在物上,在人上物联网同样有重要作用,如可用于提高战斗力还应关注士兵生理状况以及提高军队应对突发事件的能力,单兵电子生命监测系统 and 核生化武器监测网络系统则是这两个方面的体现。

9.10.3 网电空间战

信息技术的飞速发展,不仅对人们的生活方式产生了深刻影响,在军事、政治、经济、文化等领域同样发挥着重要作用,而军事领域对技术的发展最为敏感,信息已经成为国家的战略资源。恩格斯曾提出“人类以什么方式生产,就会以什么方式作战。”在军事上,人类已经告别冷兵器时代,远离核武器时代,进入信息战争的时代,信息作战方式已经形成。

我国开展信息战理论研究较早,较早的信息战是指信息在战争中占主导地位,谁控制信息了信息资源,谁就拥有战场的主动权,这与美国提出的“保护友方信息系统,攻击敌方信息系统”都强调了信息的重要性。后来军事专家沈伟光把信息战的范围扩大,“信息战,广义地指对垒的军事(也包括政治、经济、科技及社会一切领域)集团抢占信息空间和争夺信息资源的战争,狭义地指战争中交战双方在信息领域的对抗。”^①信息战专家王普丰则进一步指出“信息战包括所有作战活动,其中有对敌信息及信息系统实施信息窃取、篡改、删除、欺骗、扰乱、阻塞、干扰、瘫痪等一系列的入侵活动和计算机病毒攻击,最终使敌计算机网络无法正常工作。”从而,信息战的概念更加具体化,明确指出对信息所实施的一些措施及直接目标。

追溯到1991年的海湾战争,美军首次将大量高科技武器投入实战。^②这场战争可以说是高技术战争初露端倪。而人们熟知的伊拉克战争可以说是当时信息化程度最高的一场战争。伊拉克战争正式提出了信息战、网络中心战等创新型战争模式和相关作战理论,人类进入信息代战争时代。随后“网电一体化”的作战思想被提出。江泽民同志指出“信息战主要采取电子战和计算机网络战这两种形式。”即信息战是电子战与网络战的融合,

^① <http://baike.baidu.com/view/2849134.htm>

^② <http://baike.baidu.com/view/889.htm>

从而确定了“网电一体化”的信息作战思想。电子战主要是利用电磁能破坏敌信息，网络战主要是通过病毒、黑客等方式破坏敌信息。“网电一体化”是指综合运用电子战和网络战作战方式，夺取电磁空间和网络空间的控制权。达到破坏敌方网络信息系统的目的。由此，以网电空间为战场的战争即网电空间战已经悄无声息的参与进来。

网电空间是网络空间和电磁空间的结合，也涵盖了与其相关的硬件设施。即网电空间也可以理解为网络电磁空间，欧洲常以赛博（cyber）相称，美国则称其为赛博空间（cyberspace）。网络电磁空间原为哲学和计算机领域中一个抽象概念，此概念最早出现于20世纪80年代初，随着网络电磁空间对国家政治、经济、社会等方面的重要影响，尤其在军事领域的应用，逐渐引起国家的高度重视。网络电磁空间的涉及面很广，包括因特网、电信网、传感器、计算机系统及嵌入式的处理器和控制器等，是一个具有时域、空域、频域和能域特征的广阔领域的虚拟现实空间。理查德·克拉克在《网电空间战》中将网电空间描述为“计算机网络及它们所连接和控制的所有事物的统称”。

有人说网络电磁空间是人类开辟的第五维空间。它的发展经历了三个阶段，最早的计算机和网络技术属于计算机网络空间。随着网络技术的快速发展，网络技术向着网络与电磁融合的方向快速迈进，从而形成了网络与电磁融合空间。由于物联网、激光通信、全球信息栅格、云计算等技术的发展，网络与电磁的融合空间已成为承载政治、军事、经济、文化的全新空间，已实现了网络信息层与电磁能量层融合的空间，并进一步向认知层和社会层拓展，逐渐形成涵盖物理、信息、认知和社会的泛在网络电磁空间。网络电磁空间以电磁信号为载体，通过网络将信息渗透到陆、海、空、天实体空间，控制实体行为。

网络电磁空间广泛应用于军事领域，这使得作战场所有了新的特点。它是一个无形但有界的复杂“新疆界”。网络电磁空间的战略博弈，以网络为中心，以信息为主导。网络电磁空间中作战疆界、作战方式、作战态势等的界限越来越模糊化。传统的战争形态及战争观发生了剧烈变化，与之相适应的网络电磁空间战应运而生，网络电磁空间战习惯上称为网电空间战。网电空间战远比传统计算机网络战更具丰富的内涵。理查德·克拉克在《网电空间战》一书中提到“网电空间战”指的是一个国家入侵另一个国家的电脑或网络从而对其造成扰乱或破坏行为。这里只是广义地指出网电空间战的定义，把传统的电子战、网络对抗等提升到国家对国家的范围。网电空间战这一概念虽然近几年才提出，其实它早已存在于我们的身边。国家安全的疆域也正从陆地、海洋、天空、外空不断向网络电磁空间急速拓展。网电空间战的特点如图9-18所示。

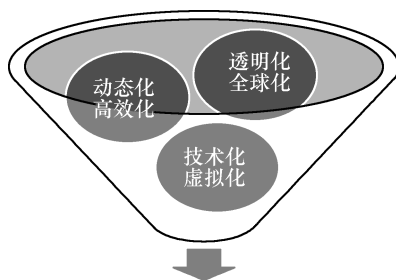


图 9-18
网电空间战的特点

网络空间的广泛性、模糊性、变化性、技术性，决定了网电空间战的作战范围透明化、全球化；作战时空动态化、高效化；作战手段技术化、虚拟化。未来战争不再是身体的较量，血性的厮杀，而是智力的战争，是让对手失能，而不是流血。智能系统的发展，也使网电空间战有了可乘之机。网战空间战又是“网电一体战”的扩充，具体涵盖范围如图 9-19 所示。随着越来越多的应用系统连入网络，几乎囊括人类社会所能够进行的一切活动，如金融贸易、信息发布与获取、设备控制、通信、学习、社交、购物等都是在网电空间中进行，所以网电空间战与人们的生活息息相关。习近平主席将网络安全和网络强国上升至国家战略，指出“没有网络安全就没有国家安全，没有信息化就没有现代化。”由于网电空间战的这些特征，使得管控网电空间，占领网电空间战战略博弈的制高点等，成为亟待解决的重大问题，专家预测网电空间战的危害将不亚于核武器。因此，我国需高度重视起国家网络电磁空间安全建设，并制定相应的战略计划以应对网电空间战，同时还需要不断深化网电空间战理论研究，从被动防御到主动进攻，占领网电空间战争的先机，不受制于人，以应对各种突发的事件。

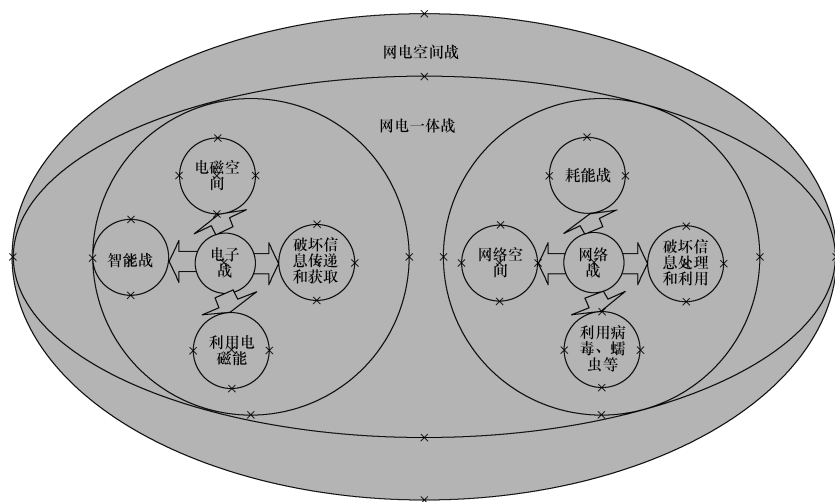


图 9-19
网电空间战

9.11 小结

“十二五”期间，国家在物联网建设方面，重点支持了智能电网、智能交通、智能物流、智能家居、环境与安全检查、工业自动化控制、医疗健康、精细农业、金融服务业、国防军事等10个领域。本章对这些领域的发展进行了简介。

9.12 思考题

1. 选择一个应用领域，就物联网的发展现状进行调研。

参考文献

- [1] 刘丙午,周鸿. 基于物联网技术的智能电网系统分析[J]. 中国流通经济, 2013, 27(2): 67-73.
- [2] 柳青,董宝田. 基于 EC 环境下的智能物流配送[J]. 物流技术, 2006, (3): 206-208.
- [3] 刘志硕,申金升,张智文. 基于 GIS 和 GPS 的智能物流实时跟踪服务系统设计及实现[J]. 铁道物资科学管理, 2004, 22(5): 21-23.
- [4] 佚名. 第六次中国物流学术年会特种物流专题论坛观点综述[C]. 北京: 中国物流学术年会暨中国物流学会四届二次理事会. 2007.
- [5] 赵瑞芬. 关于物联网智能家居的初探[J]. 科技信息, 2010, (22): 199-199.
- [6] 佚名. 感知“物联网”[J]. 智能建筑与城市信息, 2009, (9): 103-104.
- [7] 蒋承延,吴思远,陈伟. 基于无线传感器网络的智能家居系统[J]. 微计算机信息, 2007, 23(13): 199-201.
- [8] 蔡守秋. 论环境安全问题[J]. 安全与环境学报, 2001, 1(5): 28-32.
- [9] 伍开宝. 城市大气环境安全监测的研究[J]. 化学工程与装备, 2009, (8): 193-196.
- [10] 徐菁. 欧洲已启动“全球环境和安全监测”计划--欧洲空间战略的一例典范[J]. 国际太空, 2005, (11): 31-34.
- [11] 陈淦璋. 强化地质灾害监测预警[N]. 湖南日报, 2009-08-24.
- [12] 刘传正. 中国地质灾害监测预警站网建设构想[J]. 地质通报, 2002, 21(12): 869-875.
- [13] 曹修定,吴悦,任晨虹,等. 地质灾害监测预警的多参数数据采集传输技术[C]. 重庆: 全国地质灾害防治学术大会, 2006.
- [14] 新华网重庆频道. 地质灾害监测预警系统为三峡库区撑起“安全网”. [EB/

- OL]. [2003-05-30]. <http://www.xinhuanet.com/>.
- [15] 龙在宇. 南充建立地质灾害监测预警机制[N]. 四川南充日报, 2009-06-16.
- [16] 安徽先锋网. 我国自然灾害监测“天地一体化”[EB/OL]. [2005-10-08]. <http://www.cpd.com.cn>.
- [17] 天极网 GPS 频道. 卫星遥感应用谁主沉浮, 各国卫星知识详解[EB/OL]. [2010-03]. <http://gps.yesky.com/257/11047257.shtml>.
- [18] 丁波. 马陆将率先用物联网“种”葡萄[EB/OL]. [2010-03-02]. http://www.news365.com.cn/wxpd/sh/jd/201003/t20100303_2636497.htm.
- [19] 通信世界周刊. 新一代应急联动系统植入物联网应用[EB/OL]. [2010-03-08]. <http://www.cww.net.cn/news/html/2010/3/8/201038858371057.htm>.
- [20] 吴磊. 物联网关键技术亟待突破, 未预见问题将陆续浮出水面[EB/OL]. [2009-12-02]. <http://labs.chinamobile.com/news/26940>.
- [21] 中国物联网知识普及网. 关于空间遥感的资料搜集[EB/OL]. [2009-12-23]. http://www.cn-smt.com/article_show_980.html.
- [22] 邱利民. 移动通信基站空调应采用面向对象的冷却方法[N]. 人民邮电, 2010-01-14.
- [23] CCTIME 飞象网. 移动通信基站射频器材迎来爆发式增长[EB/OL]. [2010-02-08]. <http://www.cctime.com>.
- [24] 胡晓女. 中国移动通信基站发展风雨二十载[J]. 通信世界 b, 2007, (33).
- [25] 专家解读: 无需担忧移动通信基站的电磁辐射[N]. 广西新闻网-南国今报, 2009-12-31.
- [26] 中国通信网. 超移动无线宽带接入技术网络架构分析[EB/OL]. [2008-9-02]. pda.c114.net.
- [27] 蒋熹. 宽带无线接入技术的现状与前景[J]. 科技资讯, 2008, (31): 39-39.
- [28] 李德仁. 遥感用于自然灾害监测预警大有作为[J]. 科技导报, 2007, 25(6): 1.
- [29] 岳焕印, 郭华东, 刘浩, 等. 对地观测技术在重大自然灾害监测与评估中的应用实例分析[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(4): 123-128.
- [30] 陶和平, 刘斌涛, 刘淑珍, 等. 遥感在重大自然灾害监测中的应用前景——以 5·12 汶川地震为例[J]. 山地学报, 2008, 26(3): 276-279.
- [31] W(梁炜)L, P(曾鹏)C. 面向工业自动化的物联网技术与应用[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2010.
- [32] 李克强. 医疗器械监督管理条例(国务院令 第 650 号)[EB/OL]. [2014-04-23]. <http://www.nhfp.gov.cn/fzs/s3576/201406/20a8f62ad606478391c1e1374593ac75.shtml>.
- [33] 李玫, 陈姝. 物联网给物体装上“感觉器官”[N]. 深圳商报, 2009-12-31.
- [34] 中国电子标签网. IBM 的物联网应用案例[EB/OL]. [2015-01-25]. <http://www.dianzibiaoqian.com>.
- [35] 孙燕. 精细农业发展与工程技术创新[J]. 农业与技术, 2009, 29(2): 4-5.
- [36] 姚建松. 我国精细农业发展前景探讨与研究[J]. 中国农机化学报, 2009, (3): 26-28.

- [37] 陈一天. RFID 及其在动物识别与跟踪中的应用[J]. 金卡工程, 2005, 9(7): 39-42.
- [38] 中华人民共和国动物防疫[EB/OL]. [2009-12-30]. http://www.agri.gov.cn/zcfg/nyfl/t20070903_883555.htm
- [39] 陈欣, 马秀丽. EM4469 在畜牧管理系统中的应用[J]. 金卡工程, 2007, 11(2): 38-42.
- [40] 陈一天, 余爱民. 无线射频识别技术及其在畜牧业动物管理中的应用[J]. 南方农村, 2005, (4): 52-54.
- [41] 马广明, 苏桂平. RFID 生猪管理解决方案[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(5): 226-228.
- [42] 顾小林. 金融企业风险预警管理与智能实时系统研究[J]. 商场现代化, 2008, x(25): 107-108.
- [43] 国土安全现状: 责任共享知远[N]. 四川新闻网, 2008.
- [44] 李成, 安纯前. 射频技术及其军事应用[J]. 国防技术基础, 2005, (12): 41-43.
- [45] 宫继兵, 王睿, 崔莉. 体域网 BSN 的研究进展及面临的挑战[J]. 计算机研究与发展, 2010, 47(5): 737-753.
- [46] J Zhang, R Wang, S Lu, et al. Easicprs: design and implementation of a portable chinese pulse-wave retrieval system[C]. In Proceedings of the 9th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, Washington, USA, 2011: 149-161.
- [47] Lu S, Wang R, Cui L, et al. Wireless Networked Chinese Telemedicine System: Method and Apparatus for Remote Pulse Information Retrieval and Diagnosis[C]. Pervasive Computing & Communications. percom. sixth Annual IEEE International Conference. IEEE, 2008: 698-703.
- [48] 理查德 A 克拉克, 罗伯特 K 科奈克. 网电空间战[M]. 刘晓雪, 陈茂贤, 等译. 北京: 国防工业出版社, 2012.
- [49] 范胜球, 蒂莫西·托马斯. 美国军方学者看中国的信息战理论与实践——网络人民战争: 信息孙子的战争艺术[J]. 国际展望, 2004, (2): 14-17.
- [50] 吴根水, 邢起峰, 赵西帅. 第二届中国指挥控制大会论文集-网电空间战及其仿真技术[C]. 北京: 国防工业出版社, 2014.
- [51] 郝叶力. 赛博空间: “狼烟四起”的新战场[N]. 解放军报, 2011-04-14.
- [52] 吕信明. 关于网络电磁空间战的思考[J]. 国防科技, 2012, 33(4): 4-7.
- [53] 曾尧. 体系作战: 各国推进网络电磁空间战略[N]. 解放军报, 2012-01-12.
- [54] 李选清, 柴永忠, 包国俊. 直面世界新军事变革的疾风骤雨[N]. 解放军报. 2003-07-17.

第 10 章 物联网在航空航天领域的应用



本章要点

- 物联网在航空航天领域的应用

10.1 航空领域

物联网在航空领域应用很多，下面仅举几个有代表性的例子进行介绍。

10.1.1 机场安全与运营物联网

物联网用于机场安全与运营管理，可实现机场周界入侵监控、机场人员、机场运营及机场环境实时监控等功能。

1. 机场周界入侵监控

机场占地面积大，易受到人、车和野生动物的周界入侵。如果入侵物进入跑道区域，将对正在起降过程中的飞机产生直接的影响，甚至酿成重大的安全事故。因此构建合理的机场周界防入侵系统就应运而生了。该系统大致的工作流程如下：合理布置的各种传感器（激光雷达、毫米波雷达、普通光学成像设备、红外成像设备等），探测到机场周界及入侵信息后，传递至信息处理中心。信息处理中心对传感器收集到的信息进行分析，区分入侵行为和正常行为，并发送至相应的控制和处理中心，通知机场工作人员，对周界入侵行为进行相应的处理。

在实际应用方面，上海浦东国际机场防入侵系统铺设了 3 万多个传感节点，覆盖了地面、栅栏和低空探测，可以防止人员的翻越、偷渡、恐怖袭击等攻击性入侵。另外，上海世博会也与中科院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心进行合作，解决了世博会安全问题。

2. 人员监控

在机场内安装视频监控设备，采集机场内图像。并依靠理论模型对人员行动进行分析，以此区分行为可疑人员，若发现机场内出现有犯罪前科

人员及犯罪动机人员等,可进行跟踪监控,消除隐患。

3. 气象条件监控

气象条件及变化对飞行影响大,雷电雪雾等极端天气,都有可能造成飞机延误或事故。飞机尾流也会对飞行产生影响。因此,对环境和气象进行探测和分析,也是保障飞行安全的重要措施。

10.1.2 物联网在低空空域安全救援中的应用

从近几年我国重大灾害的救灾过程和效果看,我国在应急救援和应对重大自然灾害的能力方面还存在着许多薄弱环节,其中一个十分重要的问题是在地面基础设施遭到破坏的情况下缺少空中应急救援体系。

早在1956年,美国已经颁布了《全国搜索救援计划》,这是美国低空应急救援体系的雏形。该计划促使空军救援协调中心、联邦政府及各州搜救机构、其他搜救组织,协调合作,共同承担救援任务。其他西方国家也大多建立了本国的低空应急救援体系。目前,我国也正在这方面积极努力,争取尽早建立较完善的低空应急救援体系。

物联网技术,将使低空空域安全救援工作效率得到极大地提升。通过空天地网络通信系统,救援人员可以快速地获取地形、气象和待救人员的信息,以便制订合理的救援方案,实施高效率的营救。汶川地震中首批到达灾区的救援直升机如图10-1所示。新疆雪灾中人民卫士解放军解救被困牧民如图10-2所示。



图 10-1
汶川地震中首批到达灾区的救援直升机

10.1.3 物联网在大飞机制造及其物流中的应用

启动大飞机制造项目,在国内公开招募零件供应商,并鼓励国外供应商积极参与,最终形成一条以中国为核心的大飞机制造的全球供应链,是我国发展大飞机项目的迫切需求。按中国大飞机研制规划,预计2015年国产大型客机C919可实现首飞。

1. 大飞机制造行业的物联网应用



图 10-2
2010 年 2 月新疆雪灾中人民
卫士解救被困牧民

在飞机制造过程所需零部件众多。很多零部件分散在各地不同的厂家制造，其零件工作面精度、材料的性能、零件表面粗糙度及所受应力等标准化性能可能会有一些差别，这些细微的差别，在零件组装和正式使用时却可能造成巨大的问题。利用物联网技术，有望在零部件制造过程中，通过设定零部件材料、零部件性能指标和生产工艺、监控其生产过程及环境条件、检测并记录其产品质量达标情况等措施保障零部件的生产和性能。

在大飞机装配过程中，还可应用物联网技术监测装配工艺、监控装配过程进展、调整工序以达到生产最优化，便于控制大飞机制造的精度。

此外，大飞机整体性能评估（风洞测试数据、机身机翼材料性能等）、试飞数据以及出厂后的维护信息、飞行信息记录均可进入物联网数据库，以备日后查找使用。

2. 大飞机制造中的物流应用

利用物联网技术，可以综合物流管理与流程监控系统，来提升物流效率和进行成本控制等。也可从整体上提高相关领域的信息化水平，从而带动整个产业发展。

以大飞机制造中原材料管理为例，物联网的应用可贯穿原材料的采购、仓储和分配的全过程。利用物联网，用户管理系统能够轻松地与贸易伙伴的管理系统相结合，随时随地开展业务，打造低成本、高效率的供需链条。同时，用户可以方便地获取包括原材料的采购信息（订单、来源、采购人员、运输条件等）、仓储存储信息（地点、数量、存储条件、看管人等）及分配状况（分配人员、被分配人员、分配地点、分配数量、分配批次、分配物去向等）等信息。

例如，国内研制的“基于 RFID 的航材管理系统”就是其中的应用系统之一。据报道，该系统以 RFID 技术为核心，结合 Open GL 等多项技术，通过选用适当的抗金属标签解决金属航材识别问题，利用标签记录库位信息、航材信息，通过固定、移动和手持读写器等多种方式实现航材仓储、

航材上下架、实时盘库等多种功能及航材仓储的可视化管理,可有效提高航材仓储环节的管理效率;有机整合了涉及航材管理的机务、计划、送修、采购、报关、检验、仓储等环节,把所有数据集中到航材信息库中统一管理,可为用户提供及时、准确和完整的数据信息,实现了航材信息在多部门之间共享和航材一体化管理模式;通过对航材数据方便、快捷、准确的采集,实现了航材信息和管理行为的可追溯性,为航材管理部门提供了准确的航材动态信息。

10.1.4 航空物流物联网

航空物流是一种高效、快捷的物流运输方式。近年来,随着航空事业的快速发展,航空物流呈现高速发展的态势。

航空物流涉及的环节多(包括托运人交运、出关申报、货物仓储、货物装机、航班执飞、地勤卸货、货物拆分分检、货运代理公司分运单、入关申报、运输公司运送、收货人验收等),参与方多(包括托运人、海关、收货人、代理人、航空公司等),往往一个环节或一个管理流程的优化将会带来经济效益的显著提升。

借助物联网,通过遍布在物流仓库、飞机货舱、装运车辆上的各种感知前端,可实现货物信息的全天候自动采集;航空物流参与方可以通过终端设备,查询货物的各种信息及实现信息共享,轻松完成电子报关、货物状况全程实时监控、货物异常自动报警、货物到达提示、经手人全程记录、飞行线路优化管理等多种功能,同时还可以降低航空物流的差错率,实现物流全程的信息化、数字化和自动化。

10.1.5 基于空天地网络的航空支撑物联网

基于空天地网络的航空支撑物联网应用主要包括空天地一体化的物联网技术在空中交通管理、飞机运行状态监控及地面维修支持与保障、飞行环境感知等方面的应用。

1. 空中交通管理

防止航空器相撞,防止机场及其附近空域内的航空器同障碍物相撞,维护空中交通秩序,保障空中交通畅通,保证飞行安全和提高飞行效率是空中交通管理的主要任务。图 10-3 为 2009 年 8 月 8 日,由于空管不当,纽约上空发生的观光直升机与私人飞机相撞事故。

目前,我国民航已将全国空域划分为 9 个飞行情报区, 26 个高空管制区, 37 个中低空管制区及 3 个进近管制区和 100 多个机场飞行指挥区。未来基于空天地网络的物联网将实现跨区航路规划与运营管理,提高航空管理效率。

此外,物联网可用于空中交通流量的实时控制,防止在航路、机场区

域内的航空器数量过度集中；物联网还可用于对各机型的活动范围进行监控和对不符规定飞行高度层的机型进行告警；我国民航对管制区、航路、空中走廊、禁区、限制区、危险区有明确的规定，为避免飞机的跨界飞行扰乱航道及调度方便，需要对各区域的飞机进行导航定位和监测等，目前这些功能在民航空管系统中已经实现，未来借助物联网将更加实时、精确和智能化。



图 10-3
飞机相撞事故

2. 飞机运行状态监控及其地面维修支持与保障

飞机运行状态指标主要取决于整机运行状态、仪器设备工作状态、飞机零部件性能等。应用物联网技术对飞机整个生命周期活动进行全程跟踪，并且对飞机重要系统进行关注，尤其是对飞机的飞行状态、仪器设备工作状态、飞机零部件性能追踪，及时获得并分析飞机飞行过程中设备、仪器、零部件工作时的各项数据，可确定合适时间对飞机进行维护保养。例如，应用物联网技术可获取飞机发动机运行的基本情况、油液性能指标等多种信息，对飞机发动机的运行状态进行较为全面的工况监控与故障诊断，将有力保障飞机的飞行安全。

物联网将极大便利飞机的地面维修工作，物联网感知前端获取的飞机运行状态监控数据，是制定飞机维修方案和选定维修材料的重要参考数据。此外，维修记录（维修人员、替换零件、调用备件等）也可录入物联网，以便于日后查找问题根源；维修后也可由物联网对飞机进行跟踪监测，确保彻底排除故障隐患。飞机故障维修场如图 10-4 所示。

3. 飞行环境感知

物联网可用于飞机飞行全程环境的监控和数据处理。

在机场终端区域，应用物联网技术，使得飞机在起降期间能够第一时间获得机场交通流量、机场气象变化、机场附近飞鸟情况、机场建筑物布局 and 跑道上障碍物等情况，便于飞机的起飞和降落。另外，物联网与近地

告警系统的连接,可将前方地形信息及时报告到飞机上,便于工作人员及时调整飞机的飞行高度和姿态。



图 10-4
飞机故障维修场

在飞行期间,物联网可与管制区雷达相连接,告知飞机空域中飞行物间隔状况,调控空中的交通流量;物联网与气象系统的连接,使得飞机能在飞行过程中及时获得气象变化情况,避免恶劣天气对飞行的影响;此外,通过增加物联网前端的电磁感知功能,可以感知飞行过程中电磁环境因素的变化。

进近是指飞机接近机场并准备降落的过程,进近有着严格的标准和操作规程,飞机事故 60% 以上发生在进近阶段。机场的地形、电磁环境、气象状况等对进近有重大的影响,物联网可为飞机进近提供机场及周边的环境数据,方便飞机的降落和着陆,甚至可以盲降。

10.2 航天领域

物联网的发展对航天领域的影响主要包括两个方面:对航天产业链的影响及对航天运载器发射和飞行过程的影响。

10.2.1 物联网与航天产业链

航天技术的发展推动着众多产业的技术进步,尤其是高性能金属材料的进步及制造技术的发展。物联网可用于高性能金属材料,如铝合金、钛合金、高温合金、超高强度钢、金属间化合物、镁合金,金属磁性材料生产原材料、设备、产品质量及人员的管理,生产工艺的精准控制与生产环境的安全监控。美国航天飞机如图 10-5 所示。

以最重要的航天产品质量管理为例^①,目前航天型号产品的质量由严

① 常好丽,杨海成,何苗,侯俊杰,汪艳兵. 面向多级供应商的航天型号产品研发过程质量管理研究. 制造业自动化, 2009 (1).

格的产品研制过程质量管理来控制。但是作为庞大的系统工程，航天型号产品的供应配套商数量非常巨大，以“神舟”飞船为例，仅元器件供应商就上千家。面对数量如此众多的供应商，如何对供应商的产品质量形成过程及对各级供应商的产品质量形成过程进行管控，已经成为航天产品质量管理的难点。同时，由于缺乏各级供应商的产品质量形成过程信息，在发生质量问题时，质量追溯变得非常困难。面对日益增加的型号，“举一反三”的任务和难度也越来越大。这些问题已经成为航天型号产品质量管理的瓶颈，迫切需要相关的方法和技术来解决。

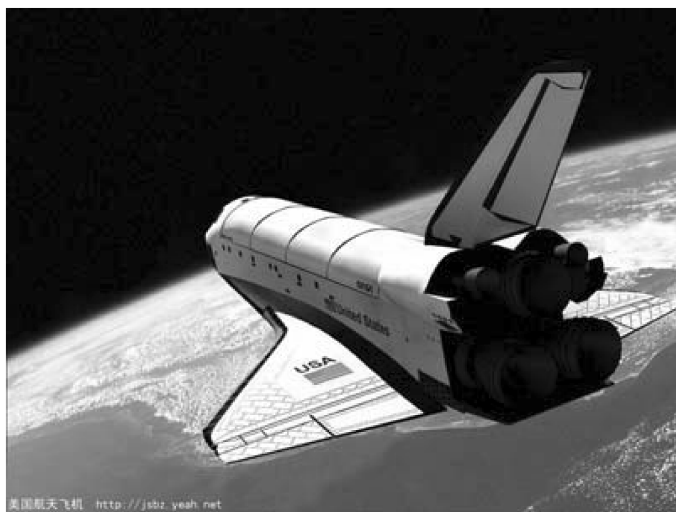


图 10-5
美国航天飞机

将物联网应用于航天产品质量管理具有良好的前景。物联网网络监控贯穿于从原材料的采集到成品出厂的整个过程，航天产品的质量检测渗透到航天产品生产的每个环节。即物联网首先会对原材料的来源和质地进行检测，防止假冒的材料进入到生产环节。之后在产品生产过程中，物联网不仅会对产品材料的质量进行实时地、全程地检测，而且还要对产品加工工艺进行监控，确保产品的任何生产环节都不出现失误或减少失误。在整个物联网覆盖下，航天产品的质量一直处在透明的管理中，以便有效地保证航天产品各个方面的指标，从生产源头上避免出现安全问题。

10.2.2 物联网与航天器飞行过程

在航天飞行任务中，如何设计航天器的飞行过程，如何确定地面对航天器的控制操作，如何制定飞行控制计划等，是地面飞行控制中心面临的重大问题，也是航天飞行任务规划所要解决的基本问题，也是物联网的内容，可以称为飞行器发射和运行的地面检测和控制物联网。

此外，在航天器飞行过程中，由于航天系统通常是由运载系统、航天器系统及为航天器的发射、跟踪、控制、管理提供支持的测发系统、测控

系统等四大部分组成的一个大系统,是一个典型的涉及多人、多机、多环境的复杂工程系统^①。对航天系统而言,故障可能来自大系统的任何一个部件、子系统或分子系统,也可能来自航天器与运行环境的冲突,或来自环境突变,甚至还会来自技术人员的误操作,而任何一个小的故障都可能造成昂贵的航天器的损坏,威胁航天员的生命安全。以上讨论的各监测、控制系统其实就是物联网在航天器及其运行过程中的具体应用。

另外,航天飞行特别是空间站及长期载人航天飞行中,航天特殊环境可以影响到航天员的生活质量和身体健康。对飞行员来说,任何的不适也可能导致严重的后果,使用物联网技术飞行员检测飞行员的生理特征变化,实时监控飞行舱环境(包括温度、重力等),对航天飞行员的生命安全及飞行任务的顺利进行也同样意义重大。当然,还可以使用物联网技术在无人航天器上自动采集航天飞行数据及飞行任务中既定的目标数据(如诱变物种的细微变化),有效地保证航天飞行按计划进行。

10.3 小结

物联网在航空航天领域,也有非常广泛的应用前景,本章主要在机场安全、低空救援、大飞机制造、航空物流及航天产业链等方面介绍物联网在其中的作用和应用情况。

10.4 思考题

1. 除了本章讨论的内容,物联网在航空航天领域还有哪些潜在的应用?

参考文献

- [1] RFID 世界网,韩国机场加强戒备 RFID 助力反恐斗争[EB/OL]. [2007-01-05]. <http://case.rfid360.cn/200701/735.html>.
- [2] 我国航运业与国际接轨,将导入 RFID 技术[EB/OL]. [2005-05-19]. RFID 中国网, <http://www.rfidchina.org/tech/readinfos-5752-336.html>.
- [3] Yan Lu, Zhang Yan, Laurence T Yang, et al. Internet of Things: from RFID to the Next-Generation Pervasion Networked Systems [M]. Auerbach: Taylor & Francis

^① 胡绍林,陈如山,黄刘生. 航天故障检测、诊断与容错处理技术研究. 系统工程与电子技术, 2006 (9) .

- Group, 2006.
- [4] 宁焕生, 张彦. RFID 产品研发及生产关键技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
 - [5] 常好丽, 杨海成, 何苗, 等. 面向多级供应商的航天型号产品研制过程质量管理研究[C]. 重庆: 全国先进制造技术高层论坛暨制造业自动化与信息化技术研讨会. 2008: 1-4.
 - [6] 胡绍林, 陈如山, 黄刘生. 航天故障检测、诊断与容错处理技术研究[J]. 系统工程与电子技术, 2006, 28(9): 1360-1364.

第 11 章 可穿戴技术与脑联网的应用



本章要点

- 可穿戴设备的定义、分类、特点、基础研究等
- 可植入设备的理解与应用
- BAN 的特点、传感器分类、面临的挑战
- BI 的概述及主要研究内容

11.1 可穿戴设备

随着信息通信技术的发展，产品的设备形态和功能应用不断演化，可穿戴设备成为信息通信技术的热点。在基础技术不断创新的背景下，可穿戴设备已经成为继智能手机、平板电脑后全球信息技术产业的热点和新的增长点。可穿戴设备是指采用独立操作系统，并具备系统应用、升级和可扩展的、由人体佩戴的、实现持续交互的智能设备。它有安全性、耐用性、舒适性、交互的便捷性、能耗的持久性、信息采集的准确性、设备穿戴及使用行为的社会接受度等特性。

可穿戴设备按佩戴方式可分为头戴式、腕带式、携带式、身穿式等四类。其中，头戴式设备可以在用户自然视野中显示信息，可以利用骨传导或耳机发送私密声音信号，此外它与用户的视野和头部的运动有密切联系；典型产品如谷歌眼镜。腕带式设备的显示屏较小或不具备显示屏幕，可测量脉搏、血压等参数，一般利用低功耗通信技术（如蓝牙 4.0）与手机 App 配合使用，它还可以作为传统移动智能设备的辅助工具（如接收通知、快速设置等）；典型产品如 Apple Watch。而携带式设备则不直接佩戴在肢体上，它可作为移动设备的外接设置；典型产品如跟屁虫蓝牙防丢设备。身穿式设备可以直接穿在身上，还可以与日常穿着结合；典型产品如 Nike + 运动鞋。

2013 年可视为可穿戴设备的起步点和发展元年：从全球情况来看，一

是可穿戴设备层出不穷,二是互联网企业、消费电子企业(如索尼、三星等),甚至包括一些传统的企业,如耐克开发了 Nike + Fuelband 腕带。从国内情况来看,国内 ICT 企业紧跟全球动向和国际主流的发展态势。对于智能手表,智能手环等这些一些国际上主流的可穿戴设备,国内都有企业推出相应的产品,如九安医疗 iHealth AM3、百度咕咚手环、果壳 GeakRing 等。

可以预计,可穿戴设备已经成为 ICT 产业发展的新领域。其中在可穿戴设备中发挥核心作用的是芯片。国外情况:英特尔在 X86 基础上推出了 Quark 处理器,高通基于 ARM 架构推出了 Toq 处理器,三星推出 Galaxy Gear 智能手机芯片;国内情况:目前,君正发布了用于可穿戴设备的芯片方案,我国现在正处于起步阶段,国内芯片厂商支持力度普遍较弱,但未来的市场增量空间巨大。

可穿戴设备产业目前仍存在很多问题,如产品缺乏时尚感和创意、成本高、技术不够成熟、功能亮点不足、寿命短、准确性差、安全和隐私系数低、指标单一等。总的来说,可穿戴设备目前仍处于发展的初级阶段,针对用户个性化需求开发的服务和应用偏少,差异化细分市场,用户需求还需要进一步挖掘,产业链的整合能力尚不完善。针对以上种种问题,我们需要做的就是关注设计,提高电池续航能力,鼓励创新,注重安全和隐私等。此外,由于可穿戴设备本身形式各异,所以安全保护措施也各有不同,但其应共同遵循的基本原则是不会变的,如满足机密性、完整性和可用性目标,不能无限制违反社会安全进而获取他人数据和进行违法活动等。绝对安全可靠的可穿戴设备并不存在,因此可穿戴设备的信息安全必须适度,应采用分类分级的方法有针对性地提高可穿戴设备的信息安全能力;由于可穿戴设备的信息安全形式及应对安全技术是不断发展的,所以可穿戴设备也要满足可扩展的原则。

自 1999 年开始,科学家们就开始从人体可穿戴的交互出发,对可穿戴技术的各个方面做了一系列的研究,如 Gemperle 等对运动中的可穿戴性进行了深入的研究,得出了一系列可穿戴设备佩戴位置选择与产品形态设计方面的原则;Dunne 等从感知和认知的角度,研究用户对可穿戴设备带来的感官刺激的意识程度;Deyle 等开发了一种利用压电传感器探测通过骨头传导的运动声音的肢体运动识别输入方式;针对可穿戴设备可操控界面越来越小的情况, Kim 等专注于发掘利用其上部的周边空间进行手势操作的可能性,并具体推出了运用红外距离感应器的原型系统;Akiyama 等研制了一个热媒系统让人们可以随着所听的音乐对应地感受到动态的冷热变化,从而给用户带来前所未有的情感体验。

由于可穿戴设备是在人们进行日常活动时起辅助作用的,为了能够在不同的情境下支持任务的有效执行,可穿戴设备的交互应该是多模态无缝

结合的，比如用户在不同环境下能够自主选择最适宜的交互方式。

可穿戴设备的主要输入方式有眼球追踪，肌肉生物电，语音指令与选择，实物交互（如手拍）、身体数据感应（如脑电波、心跳等），环境数据探测（如温度、湿度、空气清洁度、位置等），肢体（如面部、手指、手腕、身体躯干、脚等）动作探测等。其主要的输出方式有声音，环境投影，内置灯光，小屏显示（如LCD、LED、软件显示、透明面板、ePaper、AMOLED、OLED），头戴式微型投影、振动、温度等肢体可感受信号，利用其他平台的界面来显示数据信息等。

可穿戴设备采用的主要技术有提升用户体验的智能交互设计，强调环境感知的智能传感技术，实现舒适传递的柔性电子技术，完成应用分析的数据处理技术。

可穿戴设备的智能交互技术要以提升用户体验为核心，使用户与可穿戴设备形成不可分的集合体，提升用户对环境的感知能力和设备对用户的操作反馈能力。

可穿戴设备市场化、数据化、网络化的发展趋势给交互设计的应用和服务设计方面带来了最大空间。其创新性应用的设计要以对用户身体、行为、地理位置、消费习惯、社交关系等数据的深度分析为出发点，围绕运动、健康医疗、娱乐、协同等应用领域展开纵深研究，并充分利用社交网络的平台将个体数据与信息的影响最大化。

在界面设计方面需要深入分析这些可穿戴设备的特殊性，从中寻找其特有的设计理念与原则，如将使用场景与环境作为界面的一部分，尽量将图形界面作为场景的补充而不是复制；降低单个界面的复杂程度，对于复杂的功能更多地采用层次推进，弱化或取消功能清单式的主菜单，尽量直接地在第一层级展现功能。

可穿戴的应用随信息化的发展越来越广泛，也更贴近生活，方便用户，如AirWaves是一个内置了空气质量监测传感器的防污染口罩，在过滤城市空气的同时，口罩采集到的环境污染数据可以被汇总并以污染水平地图的方式提供给用户，帮助用户寻找污染较轻的出行路线。Mnemo是一个旨在促进社交的手镯，当两个或多个朋友的手镯链接在一起的时候，各自记录的音频、视频等内容就会根据时间、地点进行重叠合并，形成朋友间集体的回忆。Relay是一个可以与纽约交通运输管理局发布的实时交通信息进行同步的手环。通过三根可以变换成不同地铁线路颜色的腕带，Relay可以给用户提供地铁列车即将到达的时间、下一站到达时间、列车换乘等公共交通信息。在方便用户的同时，交通管理部门也可以根据收集到的乘客乘车线路及时间模式进行有效的运营调控。

随着科技日新月异的发展，可穿戴设备将逐渐走向成熟，实用性增强，采集到的信息量增大，功能性更强，人机合一的智能生活将逐步实现，由

于可穿戴设备的广泛应用,人们的工作和生活也将而变得更加快捷高效。

11.2 可植入设备

美国《时代》周刊的一期杂志给出了这样一种预测:“以往,科技与我们的身体是分家的,但是,一旦你对可穿戴技术说“OK”,‘内化’就会成为唯一的方向:苹果手表之后,最符合逻辑的就是‘植入物’。若苹果公司真把可穿戴设备塑造成一种广受欢迎的产品,便可在我们身体组成的网络中建立大量节点,而一切规则都将由它制定。”随着技术的高速发展,可穿戴设备将走向可植入设备。

其实,“植入”这个词在医学界并不陌生,比如心脏起搏器、人工耳蜗等,都已经是成熟的医疗技术。在国外,已经有了在心血管病人皮肤表层下植入心电图监测仪,对之进行长期观察的先例。当人们还在谈论可穿戴智能设备会是下一个消费热点的时候,可植入设备的革命悄然来袭。电子文身、密码药片和记忆芯片等,这些设备不仅能更好地对我们的健康状况进行监测,也能增强我们其他方面的感官能力,目前已受到广大科技爱好者的喜爱。

“可植入设备是指植入或附着在人体内的芯片等各种电子器件,这些设备用以监测人们的健康状况,帮助患者恢复人体功能、增强人类的感官能力等。与植入设备有所不同,可穿戴设备是指便携式的、用来采集人体的心跳、血压、心肺音等生理参数,或进行交互的电子设备。例如手腕式的血压计、计步器、谷歌眼镜等。可植入设备相对于可穿戴设备的区别是,可植入设备一般会植入到生物体组织内部;而可穿戴设备则便于携带,可直接穿在身上,或是整合到衣服或配件上。

可植入设备的主要组成有传感器、芯片和精密机械部件等,其中微芯片是核心元件之一。核心的微控制芯片处理除具备所要求的基本功能外,还需要采用各种安全加固技术,保证硬件的安全性、可靠性及软件的稳定性。制约可植入设备发展的首先是技术问题。要广泛地使用这项技术,还必须研制出能够将人体能量转变为电能的电源及高科技芯片,使之能够和远距离设备交互数据。从提高生活质量及人机交互的效率和便利性出发,可植入设备在未来的应用前景也十分广阔。”

在科幻电影中,高度智能化的武器总是很匪所思。实际上,智能化的确是未来武器装备的发展方向。英国一家企业就在研制“智能皮肤”,让战斗机像人一样感知损伤和周围环境。正在研发的这种“智能皮肤”中,将嵌入上万个微型传感器。将这样的“皮肤”包裹在机身外,就能让其他机载装备感知风速、温度、压力、机体运动及“疲劳”程度等,从而更及

时精确地感知或预警损伤情况。这种“皮肤”还有助于减少地面整体检修次数，及时更换相关零件，提高维修效率及飞机安全性。

Smart PJs 睡衣是世界上第一款智能交互儿童睡衣，通过下载一个免费的 iOS 或安卓软件，并用手机对睡衣上的不同编码进行扫描，设备就会大声读故事、唱催眠曲或播放可爱小动物等有助于睡眠的图片。这款 Smart PJs 智能睡衣，可以让父母帮助孩子选择合适的故事，系统将通过扫描进行朗读，这是 Smart PJs 设计者胡里安·默多克的初衷。另外，故事和图片中加入了重点单词，这样父母还可以将音量关闭，让孩子们自己学习和朗读单词。这种纯棉的 Smart PJs 睡衣目前提供 4 个号码和颜色，分别供不同年龄段的男孩和女孩穿着，售价为 25 美元。有了这款智能睡衣，孩子们将会爱上睡眠。Smart PJs 睡衣如图 11-1 所示。



图 11-1

Smart PJs 睡衣

http://www.twwtn.com/Innovation/94_179088.html

Lumoback 是一款能够时刻监控用户的坐姿，并且在用户脊椎弯曲时发出振动进行提醒；它还能够行走时进行跟踪，记录用户的站立、休息时间及睡眠姿势和睡眠时间等。腰带由一个传感器和具有弹性的尼龙材质组成，佩戴起来很舒服。LumoBack 内置蓝牙，可与 iOS 设备进行配对进行数据传输。机身的传感器可以存储一个月的数据，内置电池可连续使用 5~7 天，通过附带的 USB 线进行充电。除了发出振动提醒用户注意坐姿，用户还可以使用 iOS 版的 App 来查看各种监控数据。LumoBack 还可作为计步器来使用，只要设置身高和体重信息，它就可以记录用户每天的行走路程，并换算成热量消耗数值。此外，LumoBack 应用程序还具备通知功能，如“你已经在椅子上坐了 30 分钟，站起来活动一下！”另外，它也会为用户的姿势打分，鼓励用户进步，如图 11-2 所示。

可植入设备作为当下最热门的技术之一，吸引了众多人的眼光，但值得关注的是可植入设备的关键技术也困难重重，如供电问题等。一项新技术一旦扩大最初的人群适用范围，就需要考虑它的社会影响。技术往往有自身发展的逻辑，但社会不能完全任由技术发展。随着可植入设备技术的进展，人们对它的期待已不仅仅局限于医学应用，人们希望通过它提升对

于外部世界的感知能力。

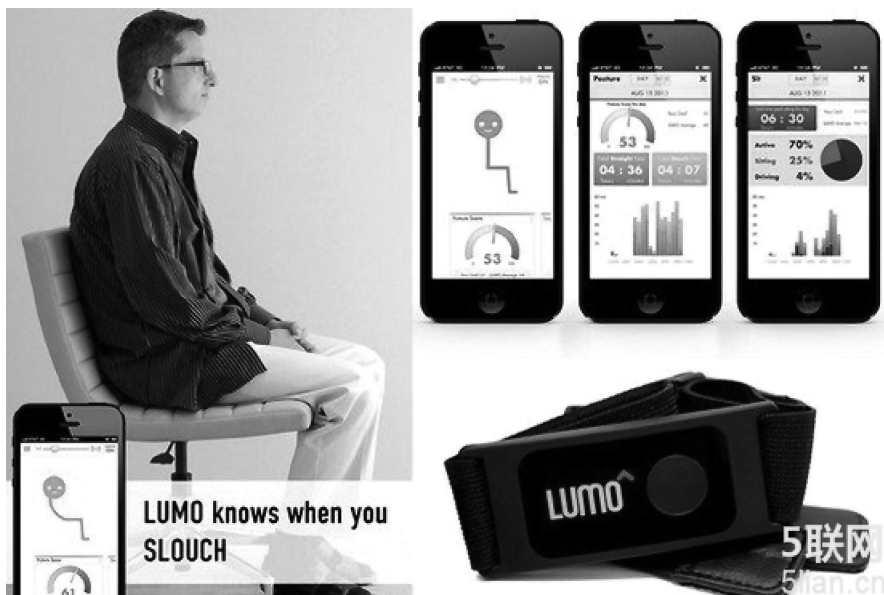


图 11-2

Lumoback

http://www.5lian.cn/html/2013/xinpinfabu_0819/39449.html

11.3 体联网

体联网 (Body Area Network, BAN) 是以人体周围的设备 (如随身携带的手表, 传感器, 手机) 及人体内部 (即植入设备) 等为对象的无线通信专用系统; BAN 是使用信息化技术, 将人体作为媒介转换成可以高速传输数据的宽带网络的技术; BAN 是一些极为小型的无线局域网络, 可支持大量的医疗应用, 从各种生命体征的追踪到对移植设备工作情况的监控, 以及完成高水准的内窥镜检查。目前, BAN 所使用的频带尚未确定, 但 400MHz 频带及 600MHz 频带已被列入议程。其特点是: 易配置、无线通信够强健、低成本、高可靠性、包装和工作运行须无菌、超低功耗。

BAN 使用的传感器主要有两大类: 穿戴式和植入式, 具体使用哪一类取决于其工作模式。前者一般贴在人体表面, 或者植入人体浅层, 用于短期监测。这些传感器价格昂贵, 重量较轻, 体积很小, 可以实现自由移动式健康监测。医疗提供商利用这些传感器, 几乎可以实时地了解患者的健康状况。后者安装在人体较深区域, 例如: 心脏、大脑和脊髓等。植入式 BAN 同时拥有主动刺激和生理监测功能, 是一些慢性疾病监测的理想选择。到目前为止, 这些慢性疾病只能使用药物治疗。植入式 BAN 治疗的例子包括帕金森病的深度脑刺激、慢性疼痛脊髓刺激, 以及尿失禁膀胱刺激等。

2010 年 10 月, 荷兰研究者首提 BAN 概念, 设想每个不同的人均有一

个属于自己的 IP 地址。坐落在荷兰埃因德霍芬的 IMEC 研制出了一个软件狗，将该软件狗插入手机 SD 卡的插槽，身体感应器上的数据就会实时地传送到手机上。包括日本 NTT 公司在内，现在有数家公司正在对 BAN 技术进行相关的测试和研究，并已经进入了实验阶段。如日本的松下电工和索尼公司，美国的 IBM 也正在进行开发。虽然目前已实现的数据传输速度仅有几 Kbps，但这些厂商正在致力于将 RedTacton 技术从实验室产品转移为商业化产品的开发，通过与合作伙伴的共同努力，人体通信产品经测试后将尽快投放市场。BAN 技术会在不久的将来得到广泛的应用。

BAN 是一种利用人体电场进行信息传输的新技术；采用光通信电场感应技术，在人体任意两点之间实现双向通信；利用人体所携带的移动电话等终端设备，以人体的触、卧、坐、踏等自然动作对周边环境中的电脑装置发送资料，形成双向通信。其工作原理就是在植入机器的芯片中，包含一个发射器和一个接收器，它们用以发送和接收以数据格式存储的任何形式的文件，并将其转化为可以通过人体电场传送和读取的数字脉冲。接收器中的芯片读取这些细微的变化，并将文件还原为其最初的形式。

对于 BAN 系统，传感器模块必须具有高抗干扰性，以及必要的多级放大电路；4 路信号同时采集，可以根据具体的需要添加或者减少；在数据处理模块应该具备多功能接口，便于数据的存储和传输；在主节点上可以实时显示及传输各个节点传输的多路信号。这些功能要求是 BAN 系统所必要的。在 BAN 节点设计方面，仍面临巨大的挑战，如外形尺寸的大小直接关系到用户的舒适性和灵活性；功耗与流耗直接影响 BAN 产品的工作寿命；产品智能程度的高低、可靠性和安全性等问题。

BAN 技术首先是在医疗和保健行业中得到广泛应用，如穿戴于指尖的血氧传感器、腕表型血糖传感器、腕表型睡眠质量测量器、睡眠生理检查器和可植入型身份识别组件等部分健康监护设备。

11.4 脑联网

脑信息学（Brain Information，简称 BI）是一个新兴的跨学科和多学科的研究领域，主要研究人类信息处理系统（HIPS）潜在的机制。BI 研究大脑的基本功能，从感知到思维，包括多感知、注意力、情感、记忆、语言、计算、启发式搜索、推理、规划、决策、解决问题、学习、探索和创造力等方面。

研究 BI 是为了促进合作和跨学科工作的新形式，并通过各种实验、计算、认知神经科学研究和先进的智能网络中心信息技术来开发和演示一个

系统的方法,来全面地了解大脑在宏观和微观层面的工作机制。复杂脑科学问题的系统调研包括复杂脑科学问题的系统研究、认知实验的系统设计、人脑数据管理系统、人脑数据分析和仿真系统;系统脑科学研究的新信息技术包括一个基于智能网络和知识网格的强大的脑数据中心、多种先进的IT技术、专业的工具(如已有的脑视图分析器、MEDx/SPM, NIS等);智能网络研究所需要做的工作就是更好地理解人类如何做复杂的自适应,分布式问题的解决和推理、理解如何在过去的时间地点人类个体和社会的智力进化;以上3个方面为研究传统认知科学、神经科学和人工智能提供了不同的方法。

一方面,我们可以基于信息处理系统的概念模拟和塑造人脑功能。网络智能中心信息技术会应用于支持脑科学的研究,如智能网络和知识网格能实现高速、大规模分析、仿真、计算、共享数据研究和科学发现的新方法。另一方面,可行的脑信息研究,如机能性磁共振成像,脑电图,脑磁图,光谱理论的显著扩展,脑科学模型,提供人类智力水平在智能网络和知识网格上发展的新见解。

脑联网所涉及的探究性问题包括 Thought、Thinking, Creation 等方面,我们需要思考的问题是如何实现人类智慧的分享,合作和创造性的思考;神经信号是从大脑向外界传递的,同样,如何实现电信号反向传递,即通过电信号刺激大脑皮层,形成反馈,从而能够真实地感觉到机器手臂在触摸的东西。

此外,脑联网研究的主题主要有以下几个方面:脑信息学数据、信息、知识整合框架;协议、算法、体系结构和系统设计;可穿戴和植入式设备;身体局域网技术和服务;脑信号的数据处理,包括实时处理和集成;脑信号传输的媒介;生物传感器,微波和光学传感器生物芯片和终端的设计和应用;时空数据获取、管理、计算、融合和分析;脑信号信息的产生、采集、通信、匹配、传输、建模、编码和解码;先进的电路和中间件模型/分析;先进的IT技术,如脑-机接口,脑-芯片连接,生物-电子信息转换,脑检测和思维读取;仿真、实验测量、性能评估和最优化;安全、隐私和容错;服务、应用和商机等等。脑联网与网络的图示如图11-3所示。

目前,脑科学研究正在全球兴起。1997年人类脑计划在美国正式启动,美国20多家著名大学和研究所参加了这个研究计划。位于瑞士洛桑Ecole Polytechnique Federale de Lausanne的脑科学中心于2005年与IBM合作发起了一项名为“Blue Brain Project, 蓝脑计划”的哺乳动物大脑逆向工程,致力于利用超级计算机模拟哺乳类动物大脑。2009年,关于“模拟人类大脑的蓝色基因计划”正式公布,并在2009年获得美国国家科技创新奖章,当时IBM用147456个Power系列处理器模拟一只猫的大脑。2001年7月,美国国立卫生研究院神经信息学部主任、全球人类脑计划负责人考

斯陆博士发出专函：“同意中国唐一源、唐孝威和尹岭博士参加始建于 2000 年的经济合作与发展全球科学论坛神经信息学工作组。”2001 年 10 月 4~5 日，我国科学家赴瑞典参加了人类脑计划的第四次工作会议，成为参加此计划的第 20 个成员国。2013 年 3 月美国公布一项名为“脑活动绘图”的计划。2014 年 3 月中国“脑计划”专家研讨会在复旦大学召开，与会专家共同研讨如何制订、实施中国的“脑计划”研究，此标志着我国“脑计划”已进入实质性专家论证阶段。欧盟人脑计划于 2013 年 1 月入选了欧盟的未来旗舰技术项目，获得了 10 亿欧元的资金支持，为期 10 年，也成为全球范围内最重要的人类大脑研究项目。2013 年 4 月 2 日，美国总统奥巴马宣布投入巨资启动“推进创新神经技术脑研究计划”（简称“脑计划”）。近些年，欧洲的德国、英国、瑞士等国家也先后推出了本国的神经科学研究计划。不过，美国和欧盟依然是当今脑科学研究领域的主角，双方都希望率先抢占战略制高点，从而在未来高科技竞争中占得先机。图 11-4 是模拟人脑神经系统而制造出来的神经形态计算芯片，来自奥地利因斯布鲁克医科大学网站。

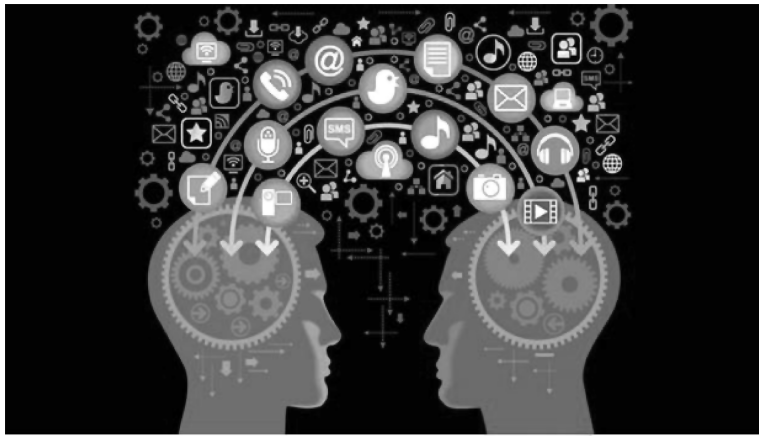


图 11-3
脑联网与网络的图示



图 11-4
神经形态计算芯片

2014 年 8 月 25 日，在浙江杭州的浙江大学医学院附属第二医院里，中国首次成功地在人脑中植入电极，用意念控制机械手臂。在人脑颅内植入电极持续监测其脑电活动，来实现人脑外部机械的有效控制，一定程度

上解决了临床上因中风、渐冻人、脑卒中后肢体瘫痪等功能障碍。

美国华盛顿大学的研究人员通过互联网发送其中一人脑中的“想法”，实现对另一人大脑及手部动作的控制，可以说是首次实现两个人脑之间的远程控制。这项试验在位于西雅图的华盛顿大学校园内进行。研究人员表示，这项技术容易让人联想起各种科幻“心灵融合”情节。

不知不觉中，以互联网为代表的信息技术已如此广泛而深刻地改变了我们的生存方式：科幻电影《阿凡达》中所展示的图景，也不再遥不可及。很多科幻电影中出现的场景，比如人通过意念来控制电脑等机械设备，用意念完成写微博、打电话等各种日常活动，在不久的将来也会变成现实。

11.5 小结

如今，可穿戴技术和 BAN 的发展已渐渐走向成熟，随着而来的是可植入技术，等待我们的将是它所带来的一场“皮肤下的革命”；脑联网，这一交叉学科，已成为全球研究的热点。总之，本章主要由四个方面组成，分别介绍了可穿戴设备、可植入设备、体联网和脑联网。介绍了其概念、特点、用途、发展现状、关键技术和应用等方面。

11.6 思考题

1. 可穿戴设备除文中介绍的佩戴方式分类外，还有哪些分类方式，并简单作出陈述。
2. 可穿戴设备与可植入设备、可嵌入设备之间的区别。
3. 了解 BAN 在医疗服务中的应用原理和解决方案。
4. 举例说明脑联网在其他领域的应用实例。

参考文献

- [1] 温济聪. 可植入设备需克服市场“排异”[N]. 经济日报, 2014-6-11(16).
- [2] Ning Zhong, Jeffrey M. Bradshaw, Jiming Liu, et al. Brain Informatics[J]. IEEE Computer Society, 2011: 1541-1672.
- [3] 窦光宇. 人体局域网呼之欲出[J]. 青年科学. 2007(05): 49.
- [4] 叶青. 电脑与人脑的信息转换[N]. 学习时报, 2013-4-29(7).
- [5] 师兰英, 王凯. 基于人体局域网的远程医疗系统研究[J]. 电子质量, 2013(06): 4-8.

- [6] 落红卫, 魏亮, 徐迎阳. 可穿戴设备安全威胁与防护措施[J]. 电信网技术, 2013(11): 9-11.
- [7] 孙效华, 冯泽西. 可穿戴设备交互设计研究[J]. 装饰, 2014(2): 28-33.
- [8] 徐迎阳. 可穿戴设备现状分析及应对策略[J]. 现代电信科技, 2014(4): 73-76.
- [9] 可植入设备能走多远[J]. 发明与创新, 2014(07): 46-47.
- [10] 李杨. 新一代智能终端——可穿戴设备[J]. 高科技与产业化, 2013(10): 82-85.

第五部分 RFID 原理、技术和 重大工程应用

第 12 章 RFID 概述



本章要点

- RFID 的基本原理
- RFID 系统的分类

12.1 了解 RFID

RFID（射频识别）技术是一种无线自动识别技术，又称为电子标签技术，是自动识别技术的一种创新。RFID 技术具有众多优点，广泛应用于交通、物流、安全、防伪等领域，其在很多应用领域作为条形码等识别技术的升级换代产品。以下简述一下 RFID 的基本原理、分类及典型应用。

1. RFID 的基本原理

典型 RFID 的应用系统相对简单而清晰，其基本的组成如图 12-1 所示。

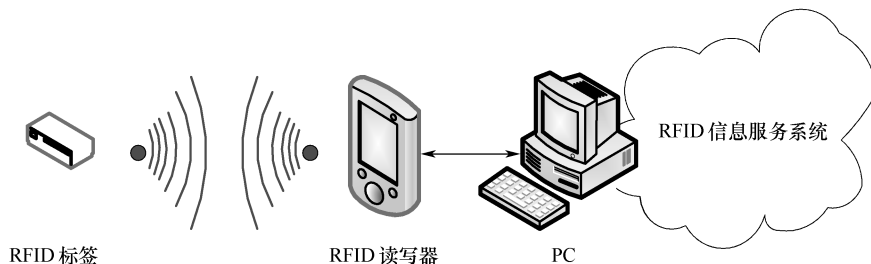


图 12-1
RFID 前端系统简图

通常的 RFID 系统包括前端的射频部分和后台的计算机信息管理系统。射频部分由读写器和标签组成，如图 12-1 所示。标签中植有 IC 芯片，标签和读写器通过电磁波进行信息的传输和交换。因此，标签用于存储所标识物品的身份和属性信息；读写器作为信息采集终端，利用射频信号对标签进行识别并与计算机信息系统进行通信。在 RFID 的实际应用中，电子标签附着在被识别的物体表面或者内部。当带有电子标签的物品通过读写

器的识读范围时,读写器自动以非接触的方式将电子标签中的约定识别信息读取出来,依据需要有时可以对标签中信息进行改动,从而实现非接触甚至远距离自动识别物品功能。有关 RFID 射频关键技术将在本章后续内容加以详述。

2. 分类与应用

RFID 系统中,标签和读写器是核心部件。依据两者不同的特点,可以对 RFID 进行以下分类。

(1) 按照标签的供电形式分类:有源系统和无源系统

按照标签的供电形式,射频标签可以分为有源和无源两种形式。有源标签使用标签内电源提供的能量,识别距离较远(可以达到几十米,甚至上百米),但寿命相对有限并且价格相对较高。无源标签内不含电源,工作时从读写器的电磁场中获取能量,其重量轻、体积小,可以制作成各种薄片或者挂扣的形式,寿命很长且成本很低,但通信距离受到限制,需要读写器功率较大。

(2) 根据标签的数据调制方式分为主动式、被动式和半主动式

根据标签数据调制方式的不同,可以分为主动式、被动式和半主动式。主动式的射频标签用自身的射频能量主动发送数据给读写器,调制方式可以是调幅、调频或者调相。被动式的射频标签使用调制散射的方式发送数据,必须利用读写器的载波来调制自身基带信号,读写器可以保证只激活一定范围内的射频标签。

在实际应用中,必须给标签提供能量才能工作。主动式标签内部自带电池进行供电,因而工作可靠性高,信号传输的距离远,但其因为电池的存在,使用寿命受到限制,随着电池电力的消耗,数据传输的距离会越来越短,从而影响系统的正常工作。

被动式标签内部不带电池,要靠外界提供能量才能正常工作。被动式标签产生的电能的典型装置是天线与线圈。当标签进入系统的工作区域时,天线接收到特定的电磁波,线圈就会产生感应电流,在经过整流电路时,激活电路上的微型标签以给标签供电。而被动式标签的主要缺点在于其传输距离较短,信号的强度受限,所以需要读写器的功率比较大。典型的被动式 RFID 标签如图 12-2 所示。

此外,还有半主动式 RFID 标签。半主动式标签本身也带有电池,但其只起到对标签内部数字电路供电的作用,标签并不利用自身能量主动发送数据,只有被读写器发射的电磁信号激活时,才能传送自身的数据。

(3) 按照工作频率分类:低频、中高频、超高频和微波系统

低频系统的工作频率一般在 30 ~ 300kHz。低频系统典型的工作频率是 125kHz 和 133 (134) kHz,有相应的国际标准。其基本特点是标签的成本较低,标签内保存的数据量较少,读写距离较短(通常是 10cm 左右),电

子标签外形多样，阅读天线方向性不强，这类标签在畜牧业和动物管理方面应用较多。

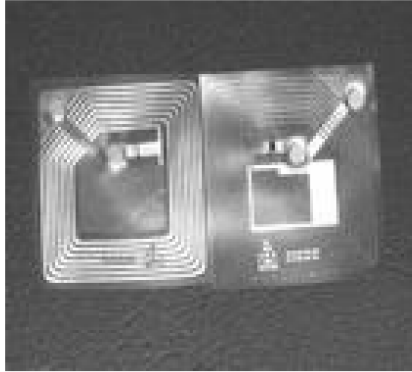


图 12-2
含有天线的被动式
13.56MHz RFID 标签实例

中高频系统的工作频率一般为 3 ~ 30MHz。这个频段典型的 RFID 的工作频率为 13.56MHz，在这个频段上有众多的国际标准予以支持。其基本特点是电子标签及读写器成本比较低，标签内保存的数据量较大，读写距离较远（可达到 1m 以上），适应性强，性能能够满足大多数场合的需要，外形一般为卡状，读写器和标签天线均有一定的方向性。目前，在我国，13.56MHz 的 RFID 产品应用相当广泛，例如我国的第二代公民身份证系统、北京公交“一卡通”、广州“羊城通”及大多数校园一卡通等都是该频段 RFID 系统。图 12-3 所示为一款双天线 13.56MHz 门禁系统，其作用距离可达到 1.2m。



图 12-3
13.56MHz RFID 无障碍通道识别设备

超高频和微波频段典型 RFID 系统的工作频率一般为 300MHz ~ 3GHz 或者大于 3GHz。典型的工作频率为 433.92MHz、862 (902) ~ 928MHz、2.45GHz 和 5.8GHz。根据各频段电磁波传播的特点可适用于不同的应用需

求, 例如, 433MHz 有源标签常用于近距离通信及工业控制领域; 915MHz 无源标签系统是物流领域的首选; 2.45GHz 除广泛应用于近距离通信之外, 还广泛应用于我国的铁道运输识别管理中; 5.8GHz 的 RFID 系统更是作为我国 ETC (高速公路不停车收费系统) 的工作频段, 并率先制定了国家 ETC 标准。

(4) 按照耦合类型进行分类: 电感耦合系统和电磁反向散射耦合系统在电感耦合系统中, 读写器和标签之间的信号传输类似变压器模型, 其原理是通过电磁感应定律实现空间高频交变磁场的耦合。

电感耦合方式一般使用于中、低频工作的近距离射频识别系统, 其典型频率有 125kHz、134kHz 和 13.56MHz。其识别距离一般小于 1m, 系统的典型作用距离为 10~20cm。

在电磁反向散射耦合系统中, 读写器和电子标签之间的通信实现依照雷达系统模型, 即读写器发射出去的电磁波, 碰到标签目标后, 由反射信号带回标签信息, 其工作原理依据是电磁波的空间传输规律。

电磁反向散射耦合系统一般使用于高频及微波频段工作的远距离 RFID 系统, 典型的工作频率为 433MHz、915MHz、2.45GHz 和 5.8GHz。其识别距离一般在 1m 以上, 例如 915M 无源标签系统, 典型作用距离为 3~15m, 广泛应用于物流、跟踪及识别领域。

射频识别技术在北美、欧洲、澳洲及日本、韩国等国家和地区已经被广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输管理等众多领域, 如汽车、火车等交通监控, 高速公路自动收费系统, 停车场管理系统, 特殊物品管理, 安全出入检查, 流水线生产自动化, 仓储管理, 动物管理, 车辆防盗等领域。在我国射频识别技术起步稍晚一些, 但在很多应用领域, 如公共交通、地铁、校园、社会保障等方面也都得到了广泛的应用。其中, 我国射频标签应用最大的项目是第二代公民身份证。

射频识别技术在未来的发展中还可以结合其他高新技术 (如 GPS、生物识别等技术), 由单一识别向多功能识别方向发展。同时, 还将结合现代通信及计算机技术, 实现跨地区、跨行业应用。在本书的第 13 章, 将对射频识别技术在典型重大工程中的应用进行详述。

12.2 RFID 国内外发展现状

作为一种全新的技术, 射频识别在国外发展很快, 产品种类较多, 因此应用也很广泛。像 TI、Motorola、Philips 等世界著名厂家都生产 RFID 产品, 并且各厂商的产品各具特色。在国外的应用中, 已经形成了从低频到高频, 从低端到高端的产品系列和比较成熟的 RFID 产业链。国内在低频

RFID 技术和应用方面比较成熟，高频 RFID 技术也在提高，应用也有相当的规模。

12.3 小结

RFID 系统目前已经在多个领域得到了广泛应用，该系统按照供电形式可分为有源和无源两大类，而根据标签数据调制方式又可分为主动、被动和半主动式三类。

12.4 思考题

1. RFID 系统的分类标准有哪些？可分为几类？各有什么特点？
2. 试举出几个 RFID 应用的例子。

参考文献

- [1] 中国 RFID 产业将实现跳跃式发展，但需提防超高频“短板效应”[EB/OL]. [2007-01-26/2015-05-11]. <http://www.hificat.com/power/Article/news/200908/5991.html>.
- [2] 2006-2007 中国 RFID 市场研究年度报告[EB/OL]. [2008-01-26]. <http://it.oen.com.cn/20075/1200753322.html>.
- [3] RFID 世界网[J/OL]. [2015-02-04]. <http://www.rfidworld.com.cn>.
- [4] RFID 中国论坛[J/OL]. [2015-10-02]. <http://www.rfidchina.org>.
- [5] 北京安特磊博科技有限公司[DB/OL]. [2015-02-25]. <http://www.antlab.com.cn/>.
- [6] 游战清, 李苏剑, 等. 无线射频识别技术(RFID)理论与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [7] 游战清, 刘克胜, 等. 无线射频识别技术(RFID)规划与实施[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [8] 周晓光, 王晓华. 射频识别(RFID)技术原理与应用实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [9] 谭民, 刘禹, 等. RFID 技术系统工程及应用指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [10] 甘琳. RFID 技术在图书馆的创新应用[J]. 图书馆论坛. 2007, 27(3): 8-11.
- [11] 吴洋. 2008 年全球 RFID 市场分析及 2009 年预测[EB/OL]. [2009-05-16]. <http://www.keyin.cn/plus/view.php?aid=229726>.

- [12] 驰昂咨询. 2009 年第 4 季度 RFID 市场规模将达到 32.3 亿元[EB/OL]. [2009-11-16]. <http://www.rfidchina.org/tech/readinfos-38579-326.html>, RFID 世界网.
- [13] 天虹. 2010 年中国 RFID 市场规模将达 298.37 亿元[EB/OL]. [2007-07-22]. <http://www.17pr.com/viewnews-10865.html>.



第 13 章 RFID 系统关键技术

本章要点

- RFID 读写器的基本原理
- RFID 系统的编码技术
- RFID 防碰撞技术
- RFID 系统的安全机制

13.1 读写器

在 RFID 系统中，读写器是核心部件，起到了举足轻重的作用。作为连接后端系统和前端标签的主要通道，读写器主要完成了以下功能：1) 读写器和标签之间的通信功能。在规定的技术条件和标准下，读写器与标签之间可以进行无线通信。2) 读写器和计算机之间可以通过各种接口（如 RS232、TCP/IP、USB、红外、GPRS 等）进行通信。有的读写器还可以通过网络接口直接与互联网连接，并提供如下信息以实现多个读写器在网络中运行：该读写器的识别码、读出标签的时间和信息。3) 能够在有效读写区域内实现多标签的同时识读，具备防碰撞的功能。4) 能够进行固定和移动标签的识读。5) 能够校验读写过程中的错误信息。6) 对于有源标签，往往能够识别和电池相关的信息，如电量等。

对于多数 RFID 应用系统，读写器和标签的行为一般由后端应用系统控制来完成。在后端应用程序与读写器之间的通信中，应用系统作为主动方向读写器发出若干命令，获取应用所需的数据，而读写器作为从动方做出回应，建立与标签之间的通信。在读写器和标签之间的通信中，读写器又作为主动方触发标签，并对所触发的标签进行认证、数据读取等，进而读写器将获得的标签数据作为回应传给应用系统（注：有源标签也可以作为主动方与读写器通信）。

由此可以看到，读写器的基本作用相当于一个核心交换环节，将标签

中所含的信息传递给后端应用系统。从这个角度来看,读写器可以被看作是一种数据采集设备。

RFID 系统的基本工作原理如图 13-1 所示。

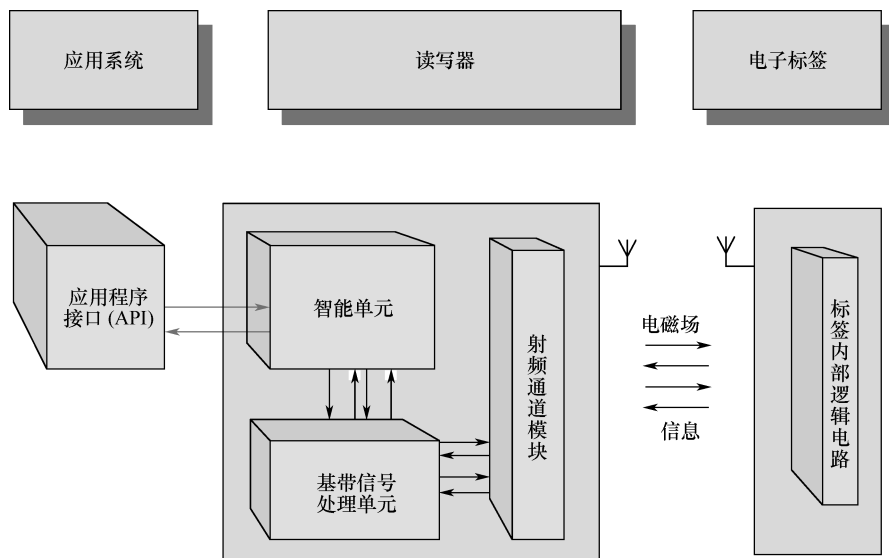


图 13-1
RFID 读写器的基本工作模式

图 13-1 中,读写器的硬件通常由三部分组成:射频通道模块、控制模块和天线,其硬件结构如图 13-2 所示。

射频通道模块主要完成射频信号的处理,将信号通过天线发送出去,标签接收信号并做出响应,并将自身信息返回给读写器。

在射频通道模块中一般有两个分开的信号通道,称为发送电路和接收电路。传送到标签上的数据经过发送电路发送,而来自于标签的数据则经过接收电路来处理。

控制处理模块主要由基带信号处理单元和智能单元组成。基带处理单元实现的任务主要有两个:第一,将读写器智能单元发出的命令编码变为便于调制到射频信号的编码调制信号;第二,对经过射频通道模块解调处理的标签回送信号进行处理,并将处理后的结果送入读写器的智能单元中。

智能单元从原理上讲是读写器的控制核心;从实现角度来讲,通常采用 MPU (嵌入式微处理器),并通过编制相应的 MPU 控制程序实现以下功能:

- 1) 实现与后端应用程序之间的 API 规范;
- 2) 控制与电子标签的通信过程;
- 3) 执行防碰撞算法,实现多标签识别;
- 4) 对读写器与标签之间传送的数据进行加密和解密;
- 5) 进行读写器和标签之间的身份验证。

随着微电子技术的发展,以 DSP (数字信号处理器) 为核心的,辅助

以必要的外围电路，基带信号处理和控制的软件化等方法，可以实现读写器对不同协议标签的兼容及改善读写器的多标签读写性，既方便了读写器设计，又改善了读写器的性能。

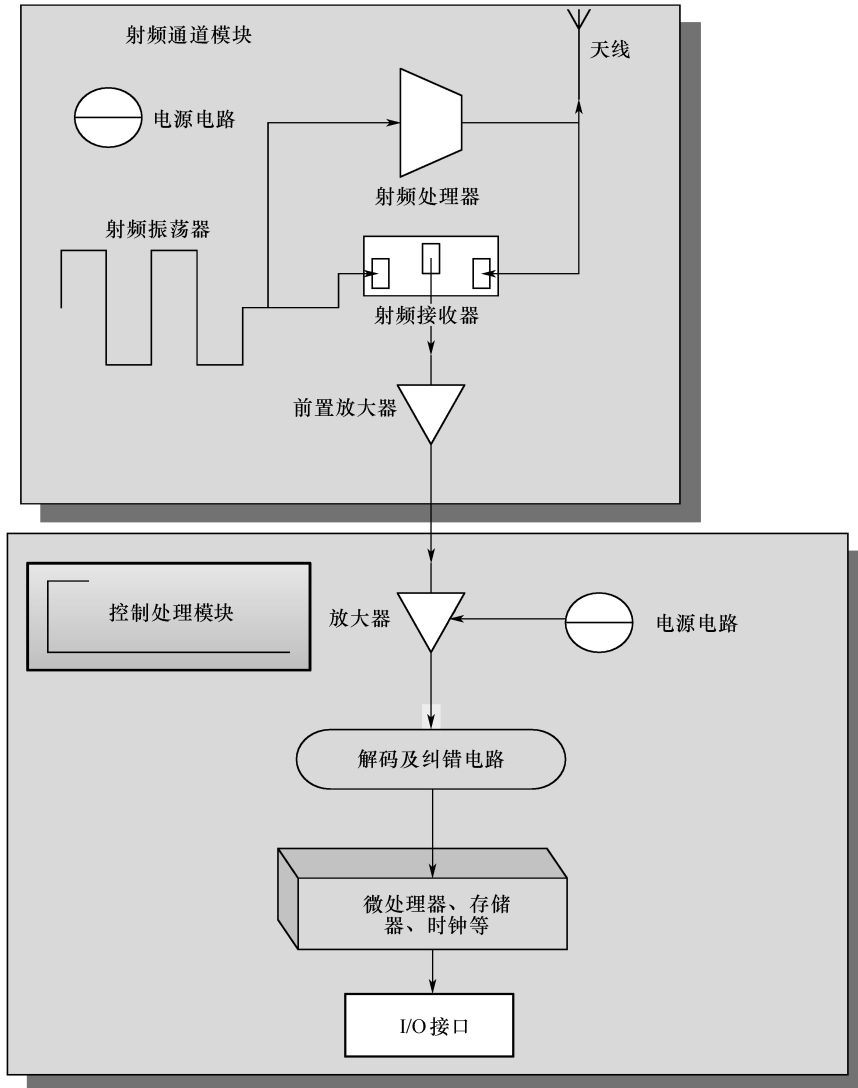


图 13-2
读写器硬件结构图

读写器射频通道模块与处理模块之间的接口主要处理调制、解调信号和控制信号。由于接口位于读写器设备内部，各厂家的约定可能并不相同。实际上在接口的归属上业内有不同的意见，不过一般的情况是将射频通道模块集成化，提供单芯片的射频通道模块，比如 TI（德州仪器公司）的 S6700 模块等。

后端应用系统与读写器智能单元之间的数据交换通过读写器接口来完成。读写器接口可以采用串口 RS232 或 RS485、以太网、USB 接口，还可

以采用无线通信接口。从当前发展看,其趋势是采用集成多通信接口方式,包括 GSM、GPRS、CDMA 等无线通信接口。

根据应用系统的功能需求及不同厂商的产品接口,读写器具有各种各样的结构和外观形式。例如,天线和读写器模块可以分开(分离式),也可以集成到一起(集成式);读写器有便携式,也有固定式的。

13.2 标签

射频标签即 RFID 标签(也称为电子标签、射频卡等等),有源标签有点类似于读写器(但其没有与计算机连接的接口电路),其本身就是终端机具,以下主要讨论无源标签,它是指由 IC 芯片和微型天线组成的超小型的标签。标签中一般保存有约定格式的电子数据,在实际应用中,标签附着在待识别物体的表面。存储在芯片中的数据,可以由读写器通过电磁波以非接触的方式读取和识别,并可以进行修改和管理。按照一般的说法,RFID 是一种非接触式的自动识别技术,RFID 标签可以简单理解为目前使用的条形码的无线版本。无源标签十分便于大规模生产,并能够做到免去日常维护的麻烦,因此 RFID 标签的应用给零售、物流及身份识别、防伪等产业带来了革命性的变化。

RFID 射频系统工作时,读写器发出查询信号,标签收到该信号后,将一部分整流为直流电源提供给无源标签内的电路工作;另一部分能量信号被电子标签内保存的数据信息调制后返回读写器。读写器接收反射回的已调信号,从中提取信息。在系统工作的过程中,读写器发出的信号和接收反射回来的已调信号是同时进行的,但反射信号的强度比发射信号要弱得多。

标签是物品身份及属性的信息载体,是一个可以通过无线通信的、随时读写的特殊“条形码”,加上标签的其他优点(如数据存储量相对较大,数据安全性较高,可以多标签同时识读,物品身份可以做到唯一性等),使得 RFID 标签的应用前景十分广阔。

在此说明一下 RFID 标签和条形码的共性和区别。条形码在提高商品流通效率方面起到了积极的作用,但是自身也存在一些不可克服的缺陷。比如,扫描仪必须“看到”条形码才能读取,因此工作人员必须亲手扫描每件商品,不仅效率低,而且容易出现差错。另外,如果条码撕裂、污损或者丢失,扫描仪将无法扫描。此外,条形码的信息容量有限,通常只能记录生产厂商和商品类别,即使是目前最先进的二维条形码,对于沃尔玛或者联邦快递这样的使用者来说,信息量的可用程度也已经捉襟见肘。条形码更大的缺陷在于用光学设备进行扫描,无法穿透商品外包装,更难以

实现大批量或移动物品的识别与统计。

RFID 标签的出现使这一情况大大改观。RFID 标签可以让物品实现真正的自动化管理,不再需要接触式扫描。一方面在 RFID 标签中存储着规范可以互用的信息,通过无线数据通信网络可以将其自动采集到计算机信息系统中,而且 RFID 标签可以以任意形状附带在包装中,不需要像条形码那样固定占用某块空间。另一方面 RFID 标签不需要人工识别,读写器也可以以一定的时间间隔在其作用范围内扫描,从而得到商品的位置和相关数据。在电视台新闻节目中,德国总理默克尔推着满满一车刚从超市采购的商品穿过 RFID 读写器读写区域,然后直接结账的镜头展示了这一技术的方便可用性。这也就直观地显示了 RFID 标签和条形码最大的区别。

这里需要说明的是:RFID 标签的成本及 RFID 系统的成本比条形码高,因此条形码的应用仍然是长期的,尤其是对低端类产品的标识。目前,RFID 标签可能更适合高端产品或者包装箱。RFID 标签和条形码的并存形成了良好的互补,例如很多商家将包装箱内的物品以条形码标识,而在包装箱(或托盘、集装箱等)外使用 RFID 标签(包含箱的 ID 号和箱内物品的品种及数量等),这是一种非常科学的搭配使用方法。

根据射频识别系统不同的应用需求及性能参数,考虑到系统的成本、环境等要求,可以将 RFID 标签采用不同材料封装成不同厚度、不同大小、不同形状的标签,如信用卡与半信用卡标签、线形标签、盘形标签、自粘标签、片上线圈、特殊结构标签等。

作为射频识别系统的重要组成部分,标签中也含有天线。作为射频标签的天线必须满足以下性能要求:足够小,以至于能够制造到尺寸本来就很小的标签上;有全向或半球覆盖的方向性;提供最大可能的信号给标签的芯片,并供应标签能量;无论标签处于什么方向,天线极化尽可能与读写器的发射信号相匹配;具有鲁棒性;作为耗损件的一部分,天线的价格必须非常便宜。因此,在选择标签的天线时必须考虑以下因素:天线的类型;天线的阻抗;应用到电子标签上的射频性能;其他物品遮挡标签时的性能。

在实际应用系统中,标签的使用有两种基本形式,一种是标签移动,通过固定的读写器来进行识别;另外一种则是标签不动,通过手持机等移动式读写器进行识别。

13.3 RFID 编码及转换

RFID 编码规则一直是各国和各大标准组织争论的焦点,因为将自己的编码体系推广成为国际标准,将为其带来巨大的利益。科技部于 2006 年

10 月颁布了一批《国家高技术研究发展计划 (863 计划) 先进制造技术领域“射频识别 (RFID) 技术与应用”重大项目 2006 年度课题申请指南》，立项支持我国 RFID 应用的物品编码研究。

目前，日本支持的 UID 标准和欧美支持的 EPC 标准是当今影响力最大的两大标准，也是下文中将要重点介绍的内容。

UID 代码的容量为 128 位，提供了 340×1036 的编码空间，也可以用 128 位为单元进一步扩展至 256、384、512 位。这种码制能包容现有编码体系的编码设计，可以兼容多种编码，包括 JAN、UPC、ISBN、IPV6 地址，甚至电话号码。

EPC 代码适用的是固定结构、无含义、号称为全球唯一的全数字型代码，在很多行业中已经得到广泛的应用。在 EPC 标签数据规范 1.1 中采用 64 位和 96 位的电子产品编码，在 EPC 标签 2.0 规范中采用 96 位和 256 位的电子产品编码。主要用来存放企业代码、商品代码和序列号等等。GEN2 标准的 EPC 编码可以兼容多种编码。EPC 代码有通用标识 (GID)，也有基于现在全球唯一的编码体系 EAN/UCC 的标识 (SGTIN, SSCC, SGLN, GRAI, GIAI)。这类标识又分为 96 位和 64 位两种。EPC 编码体系如图 13-3 所示。

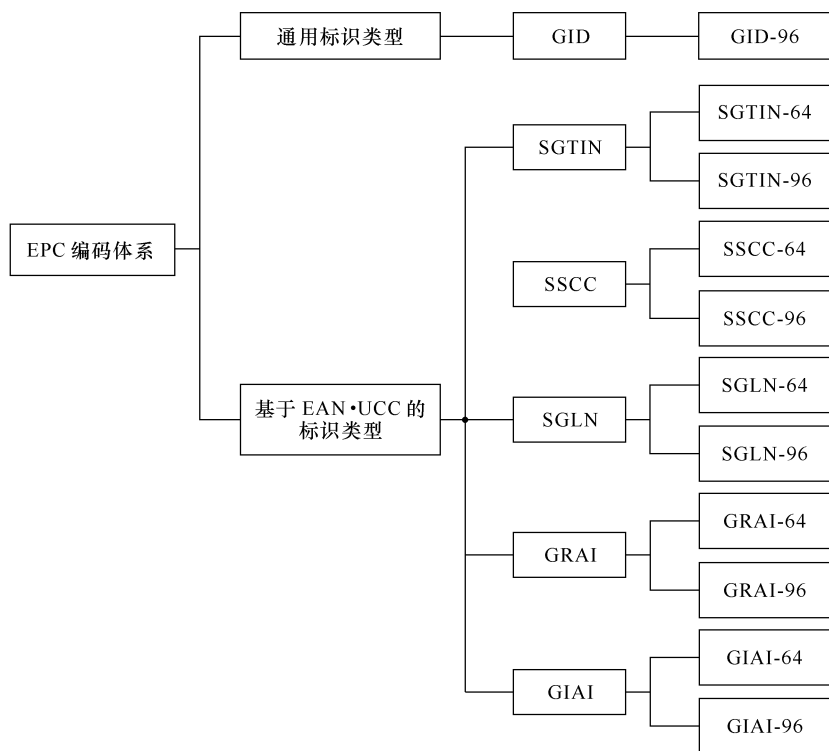


图 13-3
EPC 总体框图

EAN 条形码分为以下 6 种：1) 全球贸易项目代码 (GTIN)；2) 物流

单元标识代码 (SSCC); 3) 全球位置标识代码 (GLN); 4) 全球可回收资产标识代码 (GRAI); 5) 全球单个资产标识代码 (GIAI); 6) 全球服务标识代码 (GSRN)。

基于 RFID 编码的物联网编码是向下兼容的。目前广泛使用的条码在必要的时候可以通过转换生成对应的 RFID 码。这里首先以 GTIN 为例介绍目前常用的条码结构, 接着介绍其对应的 EPC 编码结构 SGTIN, 最后举例介绍条码和 EPC 码之间的转换。

1. 目前常用条码结构的编码 GTIN 举例

GTIN 的全称是全球贸易项目代码, 有 4 种不同的编码结构: EAN/UCC-14、EAN/UCC-13、UCC-12、EAN/UCC-8。目前, 常用的 EAN 码采用 EAN13 (即 EAN/UCC-13, 又称为标准版) 和 EAN8 (即 EAN/UCC-8, 又称为缩短版)。EAN13 码用在一般商品上, EAN8 码则使用在体积特别小的商品上。EAN 码由国家代码、厂商识别码、商品项目代码和校验码组成。两种版本的编码方式可参考国标 GB-12094-1998。以下以 EAN13 为例简介其编码原理。EAN8 则可类比, 不再赘述。

● EAN13 编码原理

EAN13 的位分配见表 13-1。

国家代码	厂商代码	产品代码	校验位
1-3 (我国 EAN 前三位是 690 691 692)	4-7	8-12	13

表 13-1 EAN13 的位分配

例如: 某听装饮料的条码为 6901010101098, 其中 690 代表我国 EAN 组织, 1010 代表其生产公司, 10109 是听装饮料的商品代码, 8 为校验位, 如图 13-4 所示。

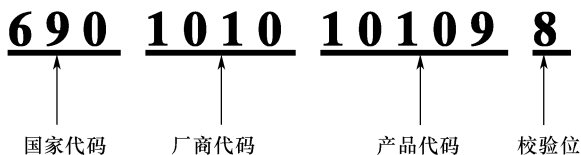


图 13-4
EAN/UCC-13 编码规则举例

2. GTIN 编码对应的 EPC 编码结构

GTIN 在 EPC 中对应的名称为 SGTIN, 现以此为例对该 EPC 编码结构进行分析。SGTIN 分为 SGTIN-96 和 SGTIN-64 两种, 以下以 EAN-13 对应的 SGTIN-96 为例介绍其编码结构。

● SGTIN-96 编码结构

SGTIN-96 码采用二进制编码, 其位分配见表 13-2。

说明如下:

1-8 位为标头, SGTIN-96 的标头为“0011 0000”, 它唯一确定 SGTIN-96。

表 13-2 SGTIN-96 的位分配

标头	滤值	分区值	厂商识别码 + 产品代码	序列码
1-8	9-11	12-14	15-58	59-96

9-11 位为滤值，也就是包装类型，它不是 SGTIN 纯标识的一部分，而是用于基本物流类型的快速过滤和预选的附加数据。目前还没有制定滤值的标准规范。SGTIN-96 和 SGTIN-64 的滤值相同，见表 13-3。

表 13-3 SGTIN 的滤值

包装类型	滤 值	包装类型	滤 值
其他	0 (000)	包装箱	3 (011)
项目	1 (001)	托盘	4 (100)
内包装	2 (010)		

12-14 位为分区值，主要是用于指示其后的 44 位厂商识别码、产品代码的分配状况，见表 13-4。

表 13-4 SGTIN-96 的分区值

分区值	厂商识别码		产品代码	
	二进制位	十进制位	二进制位	十进制位
0 (000)	40	12	4	1
1 (001)	37	11	7	2
2 (010)	34	10	10	3
3 (011)	30	9	14	4
4 (100)	27	8	17	5
5 (101)	24	7	20	6
6 (110)	20	6	24	7

根据 EAN13 和 EAN8 的编码方式，厂商识别码为 7 位，产品代码为 5 位，扩展一位指示符数字成为 6 位。这样应采用上述表中的分区值 5 (101)。

15-58 位为厂商识别码 + 产品代码，由分区值可以看出它们的分配原则。查表 13-4，就可以将它们分为厂商识别码和产品代码两部分。对应 EAN13 的厂商识别码 7 位和产品代码 6 位，SGTIN-96 的厂商识别码 24 位 (第 15-38 位)、产品代码 20 位 (第 39-58 位)。

59-96 位为序列码，也就是管理实体 (即厂商) 分配给每一件产品的唯一标识符。序列代码不是 GTIN 的一部分，但是正式成为 EPC 代码的一部分。

3. EAN 码和 EPC 码的相互转换

根据上述分析，可以看出条形码和 RFID 码之间存在对应关系。针对现今条形码和 RFID 码将长期共存的现状，我们经常需要在两者之间进行

转换。在此以常用的 EAN 码与 EPC 码之间的转换为例，介绍他们之间的转换方法。两种常用 EAN 码（GTIN 和 SSCC）和其对应的 EPC 码之间的转化关系如图 13-5 所示。

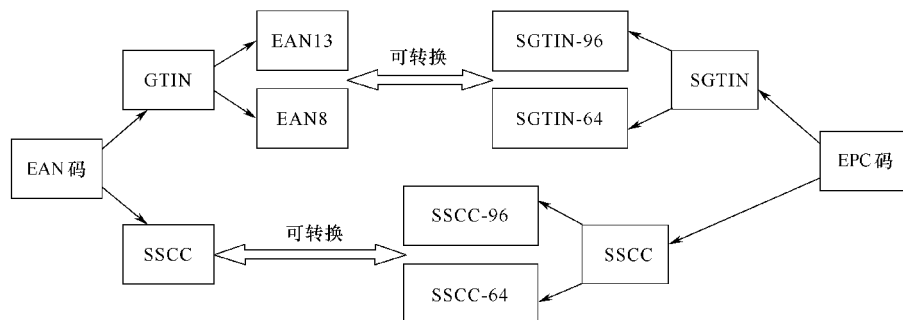


图 13-5
常见 EAN 码与 EPC 码之
间的关系

EAN 码主要由扩展位、国家代码、厂商代码、产品代码、校验位等几部分组成；而 EPC 码主要由标头、滤值、分区值、国家代码、厂商代码、产品代码、序列号等几部分组成。各代码之间只是组织形式的不同。因此，它们之间互相转换的过程简单来说，就是将源码的各部分代码分离开，再按照目标码的规则变换、组合起来的过程。

(1) EAN 码到 EPC 码的转换及举例

EAN 码到 EPC 码的转换主要有以下几个步骤：

1) 分类；2) 分段和赋值；3) 转换；4) 组合。

下面以 EAN 码“6901010101098”转换为 96 位 EPC 码为例，详述其转化过程。

步骤 1：分类。首先分清源码和目标码的类型。作为源码，EAN 码的类型从代码长度上就可以看出，EAN13 的长度为 13 位，EAN8 的长度为 8 位，SSCC 的长度为 18 位。由图 13-3 可以看出可对应转换的目标 EPC 码类型，然后根据实际需要确定目标码的长度。例如，EAN 码“6901010101098”是一个 EAN13 码，相应的目标码是 SGTIN-96。

步骤 2：分段、赋值。依照不同 EAN 码编码规则，我们就可以将扩展位、国家代码、厂商代码、产品代码、校验位等分离出来。同时，EAN 码中没有 EPC 码所要求的标头、滤值、分区值，国家代码和厂商代码合起来就是 EPC 码的厂商识别码，应要对照要求将这些代码的值表示并计算出来。另外，序列号是管理者也就是厂家赋给每个产品的代码，在 EAN 码中没有体现，所以要转化为 EPC 码时还要将这个代码调查清楚并体现在转换过程中。SSCC 码的第一位为扩展位，分段后将其连接到序列代码之后。

根据上述原则，下面来看例子 EAN13 码“6901010101098”。首先它是 GTIN 所以没有扩展位，那么他的前三位“690”就是国家代码，厂商代码为“1010”，所以目标 EPC 码的厂商识别码就是“6901010”；产品代码为“10109”；校验位“8”。要转化为 SGTIN-96，那么标头就是“0011 0000”；

滤值也就是包装类型需要根据实际情况选择,这里假设为包装箱(011);在我们常用的EAN13码中,厂商识别码为7位,则目标码的分区值为5(101);EAN13码中没有指示符数字(也就是扩展位),在产品代码前加“0”,构成6位代码作为EPC码的产品代码;最后给序列号赋值,假设为“1234567”。

步骤3:转换。转换的过程其实就是将各段代码由十进制数转化为二进制数的过程。这里不再赘述。注意,所得各段二进制数的位数不一定与EPC码要求的位数相同,所以要在前面补零。

例子“6901010101098”经过转化结果如下:

厂商识别码“6901010”在EPC码中应为24位,转化结果不足24位在前面补零,结果为“0110 1001 0100 1101 0001 0010”。产品代码“010109”在EPC码中应为20位,加上补零,转化结果为“0000 0010 0111 0111 1101”。同理,系列代码转化为“00 0000 0000 0000 0001 0010 1101 0110 1000 0111”。

步骤4:组合。经过转换得二进制数就是符合EPC编码规则的编码了,最后按EPC码的组合顺序连接起来。

EAN码“6901010101098”加上包装类型和序列号,转化为EPC码的结果如下:0011 0000 0111 0101 1010 0101 0011 0100 0100 1000 0000 1001 1101 1111 0100 0000 0000 0000 0001 0010 1101 0110 1000 0111。为阅读方便起见,转化为十六进制数如下:3075A5344809DF400012D687。至此全部转换完成。

(2) EPC码到EAN码的转换及举例

EPC码转换为EAN码的过程就是EAN码转换为EPC码逆过程,步骤也大致相同,下面简要分析。

步骤1:分类。首先由EPC码的标头和代码长度可以看出其所属类型,见表13-5。由其所属类型可以确定目标码的类型,根据实际需要可以确定目标码长度。

表 13-5 EPC 码的编码方案

标头值	长度	EPC 码类型
0011 0000	96	SGTIN-96
10	64	SGTIN-64
0011 0001	96	SSCC-96
0000 1000	64	SSCC-64

步骤2:分段和赋值。根据不同EPC码的类型,按照其编码规则可以将标头、滤值、分区值、厂商识别码、序列代码逐一分开。

步骤3:转换。上述代码是二进制数,将它们分别化为十进制数即可。

步骤4:组合。将上述所得的十进制代码组合起来,就得到了目标

EAN 码的基本部分。这里只说明两点：

- 1) 校验码：校验码由 EAN 码的基本部分计算得到。
- 2) 扩展位：SSCC 码中存在扩展位。要将步骤 3 中得到的十进制序列号的首位取出作为扩展位，连接到目标 SSCC -EAN 码的首位。

13.4 RFID 防碰撞技术

在 RFID 应用系统中，不可避免地会碰到多个读写器和多个标签分布的情形，它们在相互通信时可能会因信号交叠而互相干扰，即产生所谓的碰撞，如果设计不当会发生相互影响和冲突的现象，影响系统的正常工作。一般 RFID 系统的碰撞分为两类：标签碰撞和读写器碰撞。

13.4.1 多标签防碰撞

在 RFID 系统中，通常会遇到在读写器范围内存在多个电子标签的情况。多标签同时应答时产生的标签数据混叠问题就是我们通常所说的碰撞。即当在读写器的作用范围内有多个标签的时候，如果它们同时发送信号，这些信号就会相互干扰而产生信道争夺的情况，处理不当就会妨碍读写器对标签信号的处理，进而影响整个系统的正常运转。为了防止由于多个电子标签的数据在读写器的接收机中相互碰撞而不能准确识读的情况出现，必须采用有效的防碰撞算法来加以克服。

目前，关于防碰撞算法的原理及分类，有很多文献可以参考，其中关于 RFID 系统的防碰撞算法，国内外已有很多学者进行相关研究，发表了很多算法原理及其实现过程。如 ALOHA 防碰撞算法和符合 ISO 14443-3 TYPE A 标准的二进制树形搜索算法等。本书根据二进制树形搜索防碰撞算法，利用 FPGA 进行仿真，并给出一个参考示例。

1. 二进制树形搜索防碰撞算法

这里的二进制树形搜索防碰撞算法的标签采用 Manchester 编码方式进行仿真，依据这种编码方式，可以按位判断，这使得准确地判断出碰撞位成为可能。当读写器接收到发送的标签信号时，首先判断是否发生碰撞及发生碰撞的具体位置，然后根据碰撞的具体位置确定下一次发送的请求命令中的参数，再次发送，直到确定其中的一张标签为止。这就是二进制树形算法的基本原理。

2. 碰撞算法的 FPGA 仿真实现

很多防碰撞算法是通过软件实现的，容易造成应用软件非常复杂而且多标签应用时速度很慢。这里采用软硬件结合方式，用 FPGA 实现防碰撞算法，可实现速度快、成本低的要求。

(1) 碰撞算法仿真的总体设计方案

这里将标签抽象为一个 Manchester 编码器模块, RFID 读写器内部包含着 3 个基本的功能模块: Manchester 解码器模块、LIFO 模块和控制整个算法的状态机模块。其基本模块连接关系如图 13-6 所示。

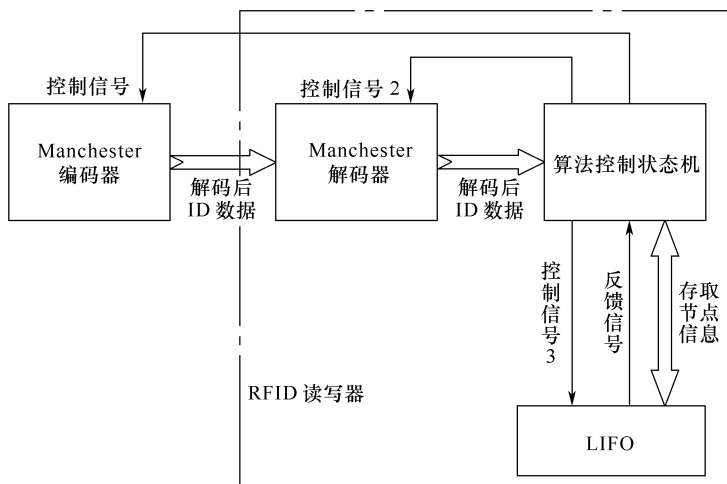


图 13-6
RFID 防碰撞算法基本功能
模块连接示意图

具体工作流程描述如下:

- 1) RFID 读写器内部的状态机每隔一段时间发送一次 call 命令;
- 2) 读写器覆盖范围内的标签收到 call 命令后判断是否满足 call 命令的条件, 若满足则发送 ID 码给读写器, 如果不满足条件则不作反应;
- 3) 读写器收到标签发来的数据进行 Manchester 解码。如果无碰撞发生则存储数据后强制该标签进入睡眠状态; 如果产生碰撞, 则根据解出的数据和碰撞位标志进行下一次 call 命令。如此循环执行直到读写器范围内的所有标签被识别出来。

在设计中, 采用 Verilog HDL 语言作为设计输入, 仿真工具采用 Quartus II 5.1 build 216 03/06/2006 SJ Full Version; FPGA 器件为 EP2C5T144C6。

(2) Manchester 编码器设计及仿真

RFID 标签可以模型化为一个 Manchester 编码器, 它的主要数据输入包括 RFID 标签的数据, call 或 sleep 命令标志及相应的 ID 参数和 m 参数。当接收到 RFID 读写器也就是算法控制状态机的控制信号后作出相应的判断, 如果满足 call 命令的条件则开始对标签数据进行 Manchester 编码, 编码完成后将编码后数据发送给 Manchester 解码器, Manchester 解码器接收到数据后开始进行解码工作。如果满足 sleep 命令的条件, 标签则进入睡眠状态, 对以后的 call 命令不作应答。

(3) Manchester 解码器设计及仿真

Manchester 解码及碰撞位判断是整个算法的关键。解码和碰撞位的判断均由 Manchester 解码器模块完成。

首先, Manchester 解码器模块中定义了一个两位的移位寄存器, 用来检测标签发送的 Manchester 码的同步头, 以便判断出编码的到来。一旦移位寄存器检测到标签发送过来的信号的同步头, Manchester 解码器开始解码工作。采样信号的产生可以利用循环计数的计数器来实现。该计数器在高频时钟的边沿到来时自动加 1, 其循环周期与 Manchester 编码时钟周期相等。在与 Manchester 编码位 1/4, 3/4 处对应的计数器数值时令采样信号为高电平即可。当解码完成后解码器将向控制状态机发送一个 data_ready 脉冲信号, 表明已经解码完毕, 可以向状态机传送数据。

(4) 存储节点的 LIFO 栈设计及仿真

LIFO (Last In First Out) 栈用来存储算法执行过程中所经过的节点的信息。为了协调 LIFO 内部的工作状态, 在 LIFO 栈的模块中定义了一个小型的状态机。

对 LIFO 栈穿插写入和读取数据, 以验证 LIFO 模块功能。第一次写入两个数据 10100011, 11100010, 进行一次读取操作; 然后连续写入两个数据 10101010, 01011011, 再连续进行四次读取操作。其仿真结果如图 13-7 所示。

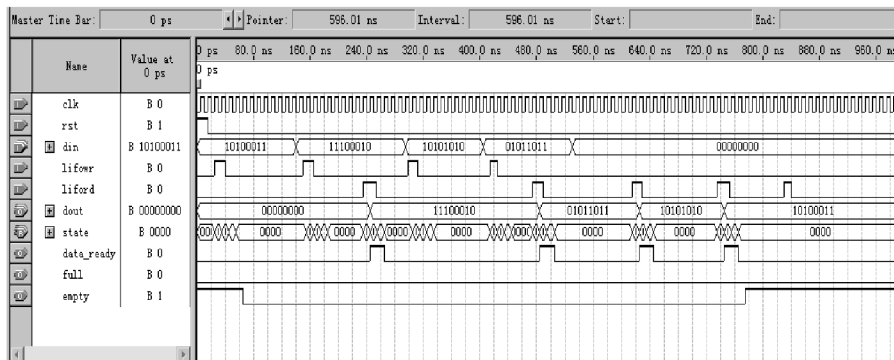


图 13-7
LIFO 栈读写功能仿真结果

由图 13-7 可看出, 第一次写入两数据后, LIFO 栈的栈内数据为 10100011, 11100010, 栈顶数据为 11100010, 进行一次读操作, 栈顶数据变为 10100011; 第二次连续写入两数据 10101010, 01011011 后, 栈顶数据变为 01011011, 连续进行三次读取操作后, 根据 empty 标志信号可以看出此时 LIFO 已经为空, 所以在第四次读取时并没有读出数据。

3. 综合仿真

将 Manchester 编码模块、Manchester 解码模块、LIFO 模块和算法控制状态机模块连接起来进行算法的综合仿真。

测试中设定读写器作用范围内共有 4 个 RFID 标签, 标签的 ID 号为 8

位二进制码, 分别为: ID1 = 10100011, ID2 = 10011011, ID3 = 00010001, ID4 = 11101100。其仿真结果如图 13-8 所示。

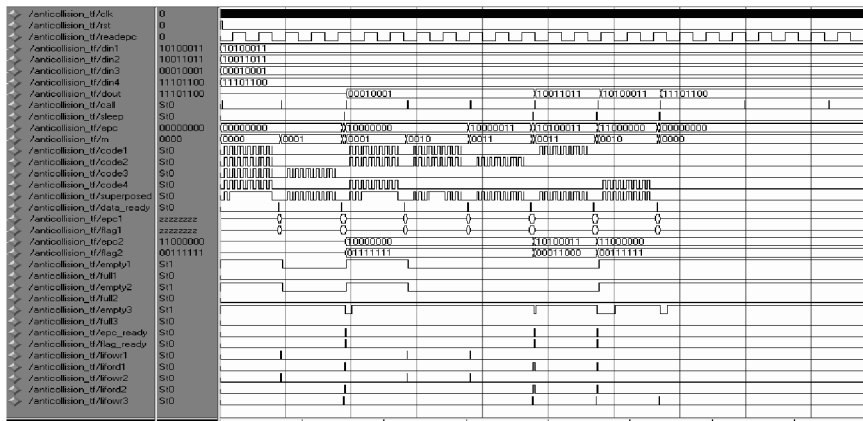


图 13-8
综合时序仿真测试结果

仿真结果分析:

(1) 一次性最大读取标签数

通过 LIFO 栈的仿真和分析可获得如下结论: 如果 LIFO 的大小为 N 个单元, 算法一次最多可以处理的标签数目即为 $N + 1$ 。这表明系统防碰撞算法一次性最大读取标签数由 LIFO 栈的设计大小决定。不同的 FPGA 器件可用的存储器空间大小不同, 使得基于其上设计的算法的该项性能指标也不同。目前的 FPGA 器件大都内置了较大的存储器, 例如 Altera 公司的低成本 Cyclone II 系列产品, 最大提供 1.1Mbits 的存储容量。可以估算, 存储器的 1/4 用于存储节点信息的参数, 1/4 用于存储节点信息的碰撞位标志, 1/4 用来存储解出的标签数据, 1/4 作为系统保留。由于标签数据信息长度为 64bits, 用 Cyclone II 系列 FPGA 器件实现算法, 设一次性可读取标签的最大数目为 N_{\max} , 可以计算出

$$N_{\max} \approx \frac{1.1 \times 10^6}{4 \times 64} = 4296$$

(2) 算法识别速度

ISO 14443 定义了 TYPE A、TYPE B 两种类型协议, 其通信速率均为 106kbit/s。以此标准来计算算法的识别速度。

算法执行过程中以 call 命令和 sleep 命令为单元, 每次命令的执行都要发送 64bits 参数, 8bits 的 m 参数, 接受标签返回的 64bits 数据。共传送 136bits 的数据。另外 call 命令中读写器与标签对数据的处理也要占用一定的时间。可以等价于传送小于 8bits 的数据。这样每次命令的执行共有 144bits 的数据传送。所以, 每秒钟可执行 call 命令次数 n 为:

$$n \approx \frac{106 \times 1024}{144} = 753$$

由算法可知,当区域内存在的标签数为 L 时,则全部被识别出所执行的 call 命令的次数约为 $2L$,因此本文中实现的跳跃式二进制树形防碰撞算法的最大识别速度约为 376 个标签/s。

13.4.2 多读写器防碰撞

1. 什么是多读写器碰撞

随着 RFID 系统大规模的应用,越来越多的场景需要建设 RFID 读写器网络来监视整个覆盖区域。此时多个读写器之间可能互相干扰,也可能识读范围之间有重叠,而在相互重叠的区域的相互影响就更加严重。

总之,凡是一个读写器受到另外的读写器的干扰而不能与其读写范围内的标签正常进行通信的问题都属于读写器碰撞问题。

2. 多读写器防碰撞的算法分类

实际应用中要解决好读写器的碰撞问题,在设计 RFID 系统时就要力求使得读写器碰撞的次数和频率最小化。基本思想就是利用各种方法把可能产生碰撞的读写器在时间域或频率域上分开,或者两者结合。这些算法按照不同的归类方法可分为不同的种类:

集中式和分布式:集中式算法适用于读写器网络结构变化很小的系统,读写器一般都会把读到的数据发给一个中央控制计算机,由这台计算机来完成数据的分析和处理,所以可以用这台计算机来安排读写器的操作。分布式算法则是由单个读写器来根据自己的一定约束条件来决定执行下一步的操作。

静态和动态算法:信道和时间的分配方案不能随时改动的算法叫静态算法;信道和时间的分配方案能随时改动的算法为动态算法。

实时和非实时算法:信道和时间的分配方案在系统运行之中实时确定的成为实时算法;信道和时间的分配方案在系统运行之前就已经定下来的算法称为非实时算法。

3. 多读写器防碰撞的算法概述

美国麻省理工学院自动识别研究中心的研究人员为了解决读写器碰撞问题提出了 Colorwave 算法。该算法基于时分多址技术 (TDMA),是最早的解决读写器碰撞的方法之一。在 Colorwave 算法中,必须先构建一个读写器碰撞的网络,然后把读写器碰撞问题降级为经典着色问题 (Classic Coloring Problem)。该算法要求所有读写器之间同步,同时还要求所有的读写器都可以检测 RFID 系统的碰撞。

印度的研究人员 Shailesh M. Birari 和 Sridharlyer 提出了 PULSE 算法,PULSE 是另外一种 TDMA 算法。在 PULSE 中,通信信道分为两个独立的信道:数据信道和控制信道。控制信道发送忙音,用于读写器之间的通信;数据信道用于读写器和标签之间的通信。PULSE 算法实现起来比较简单,

适合动态拓扑变化比较频繁的网络。

LBT (Listen Before Talk) 是基于 CSMA 的算法, 根据在 ETSI EN302 208 中的定义, 这是一个随着 RFID 读写器的发展而不断更新的标准。像 CS2MA 一样, 在 LBT 中, 读写器在询问标签之前, 先侦听数据信道一段时间, 以判断信道中是否有通信。EPC Class1 Gen2 UHF 标准用了一种基于频分多址技术 (FDMA) 的算法。它把读写器的传输和标签的传输分开处理, 这样标签只和标签碰撞, 不会和读写器碰撞, 同样读写器只和读写器碰撞, 不会和标签碰撞。但是, 当两个读写器在不同的频率下和同一个标签同时通信时, 将会出现标签的碰撞。所以, 该标准中仍然存在着多读写器对标签的碰撞。

Q-Learning 是一个分等级的在线学习算法: 学习读写器碰撞模型, 在时隙内有效地分配频率, 动态地解决碰撞。该算法有一个分级结构, 所以会带来额外的资源开支。Q-Learning 假设读写器有侦测碰撞的能力, 在其动态算法中提出了怎样在读写器密集的环境中侦测碰撞。这种结构不完全适合一般的 RFID 应用。现有的几种成熟的防碰撞算法都能有效地在射频区域内把多个标签识别出来, 但是识别的速度都是不太理想的。尤其当射频区域内标签数比较多时, 防碰撞处理所需时间甚至是不可以忍受的。而目前对 RFID 读写器发生碰撞的问题, 还没有付诸实际的成形的优化算法。

Naive Sending 算法中, 每个读写器只有在需要的时候才发送一个读写器询问命令 (Reader Tag -Inventory Request)。不管是发生了读写器和读写器的碰撞, 还是读写器和标签的碰撞, 碰撞的读写器必须重新发送询问命令 (或者是任意时间, 或者是固定时间)。

Random Sending 算法是 Naive Sending 的改进算法。在该算法中, 发送 (Sending) 和再发送 (Re-Sending) 的随机化可以减少发生碰撞的概率。如果读写器在发送阅读命令之前, 后退一个随机的时间间隔, 碰撞的概率会降低。假设两个读写器都独立地选择等待时间, 则发生读写器碰撞的概率会很低。文献介绍了一种基于分布式 RFID 读写器网络的防碰撞算法, 即构建分布式的、自组建的覆盖网络 (Overlay Network), 使其中的读写器利用对等计算技术 (Peer-to-Peer Computing Technology), 不通过中央控制单元就可以直接交换信息, 从而更好地协同工作, 解决在密集 RFID 读写器环境中的读写器碰撞问题。

4. 多读写器模式规定与防碰撞

EPC global Class1 Gen2 标准中关于多读写器模式的规定有两处, 一个是传输规范 (Transmit Mask), 另一处是密集或多读写器工作环境下的信道使用规定。

在传输规范中, 规定了两种多读写器工作环境, 分别为多读写器环境

和密集读写器环境。在这两种不同的环境下有两种不同的传输规范，分别规定了读写器信号的功率谱分布，以减少同道或其他信道上同时工作的读写器的干扰。

信道使用规定中，介绍了频率分配计划和时分多路转换法，都分别针对特定的规定环境，最大限度地减少或消除读写器与标签的冲突。欧洲单信道规定，读写器与标签只能用半双工的方式来工作，而读写器只能用时分复用（TDM）方式来避免干扰。在欧洲多信道规定下，读写器和标签分别工作在偶数信道和奇数信道，从而避免其他读写器对目标读写器接受标签应答信号的干扰。在美国多信道规定下，读写器和标签也是在频谱上分开。读写器的工作载频位于信道中间，而标签的应答信号在信道的边界。读写器不需要同步，并且可以采用调频的工作方式。在频率分配计划中允许标签和读写器分别工作在两个信道，从而消除读写器到读写器的干扰和减弱读写器到标签的干扰。

13.5 RFID 射频网络管理

网络管理是其 RFID 系统的关键技术之一，RFID 网络管理涉及的内容很广泛，其可用的网络管理方法也有很多，本书提出一种 RFID 应用系统网络管理系（RFID-MP: RFID Managing Protocol）及其协议架构，仅供参考。

1. 系统架构设计概述

RFID 网络管理系统架构设计如图 13-9 所示。RFID-MP 包括：驻留在计算机上的 Manager，驻留在读写器上的 Agent-R/Switcher、R-MOI 和 T-MOI，驻留在标签上的 Agent-T，以及读写器和计算机之间的通信协议 RFID-MP I、读写器和标签之间的通信协议 RFID-MP II。

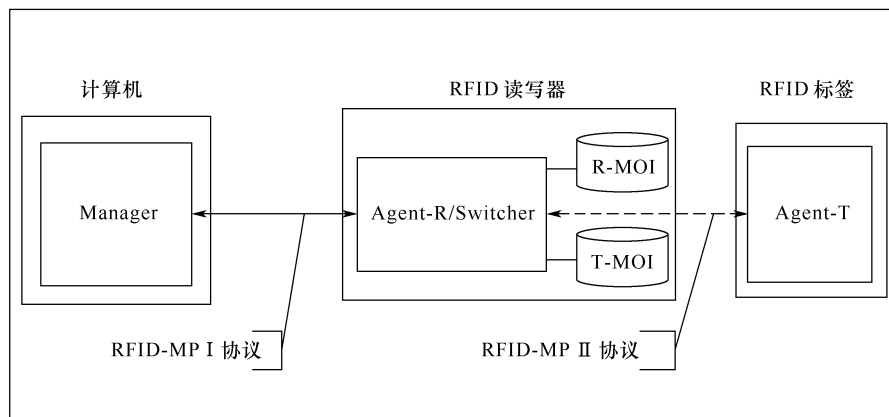


图 13-9
RFID-MP 系统架构

计算机中的 Manager，即管理端，通过 RFID-MP I 通信协议发送协议规

定的管理命令到 RFID 读写器中的 Agent-R/Switcher, 并接收其返回信息, 从而获取 RFID 读写器和 RFID 标签的管理对象属性信息。RFID 读写器中的 Agent-R, 即读写器管理器, 通过 RFID-MP I 通信协议接收 Manager 的管理命令, 解析并查询读写器管理对象信息库 (R-MOI), 获取对应的读写器中的管理对象名称和属性信息, 返回给 Manager, 从而实现 Manager 对 RFID 读写器的监控与管理。RFID 读写器中的 Switcher 是一个负责转换的管理代理, 通过 RFID-MP I 通信协议接收 Manager 对标签的管理命令, 解析并查询标签管理对象信息库 (T-MOI), 得到对象属性信息, 返回给 Manager; 通过 RFID-MP II 通信协议与 RFID 标签中的 Agent-T 定期进行数据交换, 获取对应的标签管理对象属性信息, 更新 T-MOI。RFID 标签中的 Agent-T, 即标签管理代理, 通过 RFID-MP II 通信协议定期发送标签管理信息给 Switcher, 更新 T-MOI, 从而实现 Manager 对 RFID 标签的间接管理。R-MOI (Reader Management Object Information), 读写器管理对象信息, 包含了读写器中所有管理对象的名称及属性信息; T-MOI (Tag Management Object Information), 标签管理对象信息, 包含了标签中所有管理对象的名称及属性信息。

2. Manager 模块的设计

Manager 模块主要负责发送管理命令到 Agent-R/Switcher 模块, 接收 Agent-R/Switcher 模块返回的信息; 提供人机交互界面。

其工作原理如图 13-10 所示。

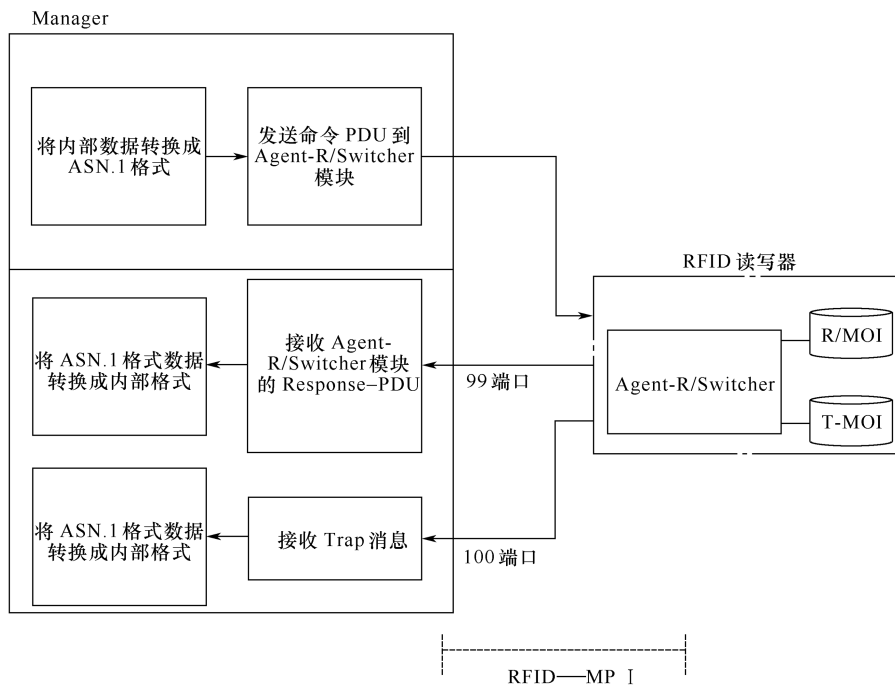


图 13-10

Manager 模块工作原理图

计算机中的 Manager 模块为管理端，通过 RFID-MP I 通信协议发送管理命令到 RFID 读写器中的 Agent-R/Switcher 模块，并等待 Agent-R/Switcher 模块的返回信息。从而获取 RFID 读写器和 RFID 标签的被管理对象信息。此外，该模块还能接收来自 Agent-R/Switcher 模块对读写器及标签中非正常状态的报警信息。

3. Agent-R/Switcher 模块的设计

Agent-R/Switcher 模块负责接收 Manager 模块的管理命令，查询 T-MOI，返回信息到 Manager 模块；与 Agent-T 模块通信；发送报警信息到 Manager 模块。

该模块工作原理如图 13-11 所示。

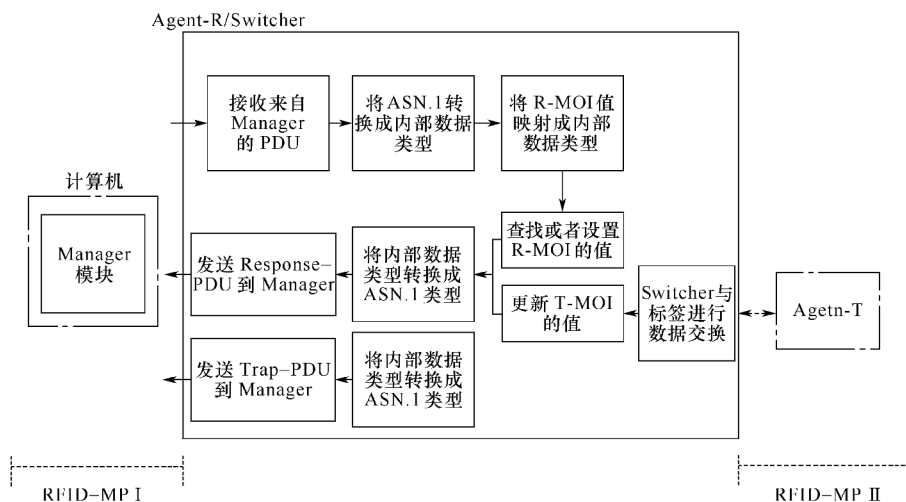


图 13-11
Agent-R/Switcher 模块工
作原理

RFID 读写器中的 Agent-R 模块为读写器管理代理，通过 RFID-MP I 通信协议接收 Manager 的管理命令，解析并查询读写器管理对象信息库（R-MOI），获取对应的读写器被管理对象信息，返回给 Manager；将读写器的报警信息报告给 Manager 模块。

RFID 读写器中的 Switcher 部分是一个负责转换的管理代理，通过 RFID-MP I 通信协议接收 Manager 对标签的管理命令，解析并查询标签管理对象信息库（T-MOI），得到对象属性信息，返回给 Manager；通过 RFID-MP II 通信协议与 RFID 标签中的 Agent-T 定期进行数据交换，获取对应的标签管理对象属性信息，更新 T-MOI；也可以将标签发来的报警信息报告给 Manager 模块。

4. Agent-T 模块介绍

RFID 标签中的 Agent-T，即标签管理代理，通过 RFID-MP II 通信协议定期发送标签管理信息给 Switcher，更新 T-MOI，从而实现 Manager 对 RFID 标签的间接管理。

5. MOI 介绍及设计

MOI, 管理对象信息, 包含了被管理对象的所有信息。包括 R-MOI 和 T-MOI, 分别包含读写器管理对象信息和标签管理对象信息。

下面对 R-MOI 和 T-MOI 的设计各举一个例子。

如图 13-12 所示, 读写器管理对象信息库 R-MOI 包含读写器黑名单信息 (BlackList), 表示为 99.1、读写器温度信息 (MsgTemperature), 表示为 99.2.1.1、读写器电压信息 (MsgVoltage), 表示为 99.2.1.2、读写器频率信息 (MsgFrequency), 表示为 99.2.1.3。

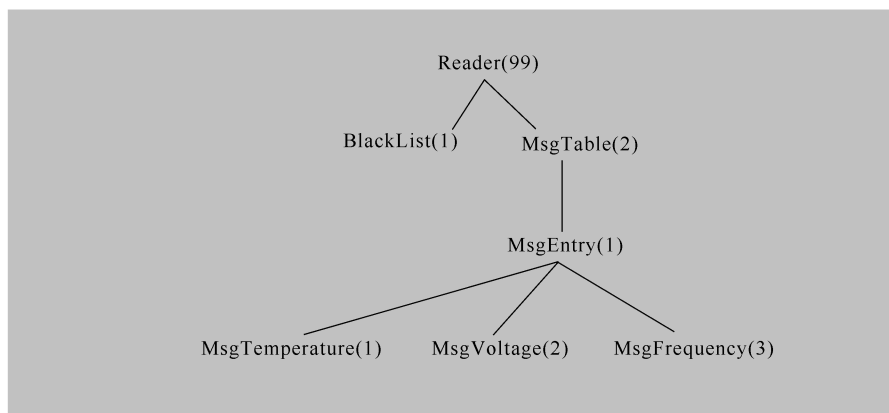


图 13-12
R-MOI 框架结构图

如图 13-13 所示, 标签管理对象信息库 T-MOI 包含标签属性 (MsgAttribute), 表示为 21.1, 该值为“1”则表示有源标签, 为“0”则表示无源标签; 标签工作状态 (MsgStatic), 表示为 21.2, 该值为“1”则表示工作正常, 为“0”则表示标签不工作。

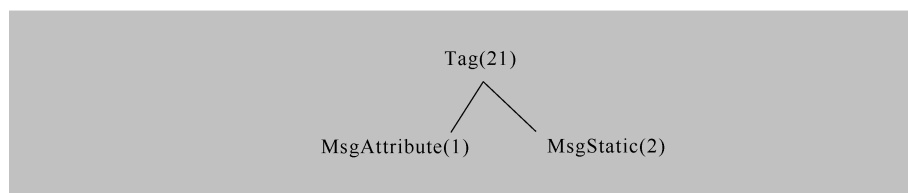


图 13-13
T-MOI 框架结构图

6. RFID-MP 协议介绍及设计

RFID-MP 协议由两部分组成, 一是实现计算机与 RFID 读写器进行通信的 RFID-MP I 协议; 二是实现 RFID 读写器与 RFID 标签进行通信的 RFID-MP II 协议。

(1) RFID-MPI

RFID-MP I 主要负责 Manager 与 RFID 读写器之间的通信, 实现两者间的数据交换。RFID-MP I 通信协议的设计基于 TCP/IP 通信协议。其主要内容包括: 制定特定的通信命令, 包括 Get Msg、Set Msg、Response Msg、

Trap; 制定消息传输格式。

通信命令的具体含义如下:

GetMsg 操作: Manager 用来从 Agent-R/Switcher 模块处提取 MOI (Management Object Information) 值。

SetMsg 操作: 设置 (改变) Agent-R/Switcher 模块中的 MOI 值。

ResponseMsg 操作: 返回 MOI 值。由 Agent-R/Switcher 模块发出, 是对前面两种操作的响应。

Trap 操作: Agent-R/Switcher 模块主动发出报文, 通知 Manager 有某些异常事件发生。

字段介绍:

PassWord: 字符串, 这是 Manager 和 Agent-R/Switcher 之间的口令。

TYPE: 用来标识 GetMsg、SetMsg、ResponseMsg、Trap 等。

ID: 请求者和接受者的 ID 号。

Error: 用来在响应报文中指出获取 MOI 变量的错误信息。

Value: 用来给出请求报文的 MOI 值。

(2) RFID-MP II

RFID-MP II 主要负责 RFID 读写器与电子标签之间的通信, 实现两者之间的数据交换。RFID-MP II 通信协议设计是基于 RFID 空中接口无线通信协议。

13.6 RFID 空中接口协议及其安全性

13.6.1 RFID 空中接口协议概述

目前, 在 RFID 空中接口方面尚未形成国际统一的标准。EPCglobal、ISO/IEC、UID 等标准化组织都在制定和推广 RFID 空中接口协议相关的系列标准。空中接口协议定义了读写器与标签之间进行命令和数据双向交换的机制 (包括编码解码、调制解调、防碰撞机制、数据格式等)。因此, 空中接口标准决定了 RFID 射频部分的信道模型, 在 RFID 系统中具有举足轻重的地位, 它将直接决定射频系统传输和识别的可靠性、安全性和有效性。

1. EPCglobal 标准

EPCglobal 是由 EAN 和 UCC 共同组建的 RFID 标准研究机构, 该机构推出了 Class0 ~ Class4 等系列的 RFID 技术标准。其中, 最典型的超高频第二代空中接口标准 EPCglobal C1G2 为供应链提供了全球统一的标准, 给物流业带来了革命性的变革, 推动了供应链和物流管理向智能化方向的发展。

另外,该标准体系关注于超高频 860~960MHz 频段的空中接口协议,是一套面向物流供应链领域的应用标准。其目标是解决供应链的可追溯性、透明性问题,保障供应链环节中的各个用户能够及时准确地了解物品的相关信息。

EPCglobal 制定的空中接口协议 EPCglobal C1G2 具有以下优点:

1) 标准开放性 该标准对 EPCglobal 成员和签订了 EPCglobal IP 协议的单位免收专利费,允许厂商生产基于该标准的产品。这意味着更多的技术提供商可以据此标准在不交纳专利授权费的情况下生产符合供应商、制造商和终端用户需要的产品,也减少了终端用户部署 RFID 系统的费用,可以吸引更多的用户采用 RFID 技术。

2) 标签优越性 标签芯片尺寸较小,适于满足多种应用场景需求;存储能力强,利于保护存储标签数据信息。同时标签在 Unconceal (公开)、Unlock (解锁) 和 Kill (灭活) 指令中都设置了专门的口令,所以标签不能随意被公开、解锁和灭活,使标签具有更好的安全机制,在一定程度上保证了读写器访问标签的通信安全。其中灭活指令具有不可逆性,永久灭活标签芯片功能将有助于防止芯片被非法读取,提高了数据的安全性,减轻了人们对隐私泄漏问题的担忧。被灭活的标签在任何情况下都会保持被灭活的状态,不会产生调制信号以激活射频场。

3) 系统兼容性 EPCglobal C1G2 标准的推出,保证了不同生产商的设备之间将具有良好的兼容性,也保证了 EPCglobal 网络系统中的不同组件(包括硬件部分)之间的协调工作。此外,基于 EPCglobal C1G2 标准的读写器还具有较高的读取率和识读速度,使得通过应用 RFID 标签可以实现高速自动化作业。

2. ISO/IEC 系列标准

国际标准化组织 ISO 和国际电工委员会 IEC 联合制定了一系列 RFID 空中接口标准,典型的标准包括 ISO/IEC 14443、ISO/IEC 15693 和 ISO/IEC 18000 等。

ISO/IEC 14443《识别卡——无触点的集成电路卡——接近式卡》系列标准是由 ISO/IEC JTC1 SC17 负责制定的非接触式 IC 卡国际标准,它采用的载波频率是 13.56MHz,应用范围广泛,目前的二代身份证标准中采用的就是 ISO/IEC 14443 TYPE B 协议。该系列标准共分为物理特性、空中接口和初始化、防碰撞和传输协议、扩展命令集和安全特性 4 个部分。它定义了 TYPE A、TYPE B 两种类型协议,通信速率为 106kbps,它们的区别主要在于载波的调制度和位的编码方式。ISO/IEC 14443 主要应用在短距离、中等速率读取少量数据的领域,如门禁控制、电子门票、电子证照等。

ISO/IEC 15693《识别卡——无触点的集成电路卡——邻近式卡》系列

标准也是由 ISO/IEC JTC1 SC17 负责制定的载波频率为 13.56MHz 的非接触式 IC 卡国际标准。同时,该系列标准也分为 4 个部分:物理特性、空中接口和初始化、防碰撞和传输协议、扩展命令集和安全特性。ISO/IEC 15693 由于读写距离稍远,目前在危险品管理方面应用比较广泛。

ISO/IEC 18000《信息技术——用于物品管理的射频识别技术》系列标准是由 ISO/IEC JTC1 SC31 负责制定的 RFID 空中接口通信协议标准,它涵盖了从 125kHz 到 2.45GHz 的通信频率,识读距离由几厘米到几十米,主要适用于射频识别技术在单品管理中的应用。目前该系列标准分为以下 6 部分:

ISO/IEC 18000-1: 2004《参考结构和标准化参数定义》;

ISO/IEC 18000-2: 2004《频率小于 135kHz 的空中接口通信参数》;

ISO/IEC 18000-3: 2004《13.56MHz 频率下的空中接口通信参数》;

ISO/IEC 18000-4: 2004《2.45GHz 频率下的空中接口通信参数》;

ISO/IEC 18000-6: 2004《860 ~ 960MHz 频率下的空中接口通信参数》;

ISO/IEC 18000-7: 2004《433MHz 频率下的有源空中接口通信参数》。

其中,ISO/IEC 18000-1 定义了在所有 ISO/IEC18000 系列标准中空接口定义所要用的参数,还列出了所有相关的技术参数元数据及各种通信模式,如工作频率、跳频速率、跳频序列、占用频道带宽、最大发射功率、杂散发射、调制方式、调制指数、数据编码、比特速率、标签唯一标识符 (UID)、读处理时间、写处理时间、错误检测、存储容量、防碰撞类型、标签识读数目等。ISO/IEC 18000 的其他部分分别定义了通信频率在 125 ~ 134kHz、13.56MHz、2.45GHz、860 ~ 960MHz、433MHz 下的空中接口通信协议,规定了读写器与标签之间的物理层和 MAC 参数、协议和命令及防碰撞判断机制。

ISO/IEC 18000 的应用广泛,其中 ISO/IEC 18000-2 适用于低成本、短距离、小量数据和低速率的应用,如动物识别、工具识别等;ISO/IEC 18000-3 适用于产品标识和门禁管理;ISO/IEC 18000-4 适合较长阅读距离的应用,如高速公路收费、托盘和货箱标识等;ISO/IEC 18000-6 适合以较长的阅读距离和较高速率读取数据的应用,如物流和供应管理,生产制造和装配;ISO/IEC 18000-7 可用于集装箱、托盘和货箱标识的管理。

特别需要说明的是,适用于超高频 860 ~ 960MHz 频段的 ISO/IEC 18000-6 在业内受到广泛关注。ISO/IEC 18000-6 系列标准包括了 ISO/IEC 18000-6 TYPE A、ISO/IEC 18000-6 TYPE B、ISO/IEC 18000-6 TYPE C 和 ISO/IEC 18000-6 TYPE TOTAL 4 种类型。这 4 种类型所选择的调制方式、编码方式、算法、标签查询能力等均存在一定的差异,下面,通过表 13-6,我们对 ISO/IEC 18000-6 标准的这 4 种类型作一下比较。

表 13-6 ISO/IEC 18000-6 标准的 4 种类型比较

技术特性		TYPE A	TYPE B	TYPE C	TOTAL
读写器到标签	工作频段	860 ~ 960MHz	860 ~ 960MHz	860 ~ 960MHz	860 ~ 960MHz
	调制深度	27% ~ 100%	30.5% ~ 100%	80% ~ 100%	不适用
	数据速率	33kbit/s (假设等概率数据)	10kbit/s 或 40kbit/s (无线电政策限制)	26.7 ~ 128kbit/s (假设等概率数据)	不适用
	调制方式	调幅	调幅	DSB-ASK SSB-ASK PR-ASK	不适用
	编码方式	PIE	Manchester	唯一可解码 PIE	无
标签到读写器	副载波频率	不适用	不适用	40 ~ 640kHz	512kHz
	比特速率	40kbit/s 或 160kbit/s	40kbit/s 或 160kbit/s	FM0: 40 ~ 640kbit/s 副载波调制: 5 ~ 320kbit/s	PPE 或 Miller 256kbit/s
	调制方式	双态调幅反向 散射	双态调幅反向 散射	由标签选择 ASK 和(或)PSK	由标签选择 ASK 和(或)PSK
	编码方式	FM0	FM0	基带 FM0 或 Miller 调制副载 波(由读写器选择)	PPE 或 Miller
	唯一识别符 长度	64bits	64bits	可变, 最小 16bits; 最大 496bits	64bits
防碰撞	算法	ALOHA/FST	二进制树	随机时隙防碰撞	随机保持和重复
	线性度	基本呈线性, 在 250 个标 签的读写器区域内, 自适应 时隙分配多达 256 个	多达 2^{256} 个标签基本呈线 形, 由数据大小决定	在读写器射频场内, 多达 2^{15} 个标签呈线性, 大于此数 的具有唯一 UID 的标签呈 $N \log(N)$	基本呈线性, 多达 500 个标签, 取决于 防碰撞参数
	标签查询 能力	算法允许在读写器识别区 内, 读取不少于 250 个标签	算法允许在读写器识别区 内, 读取不少 250 个标签	具有唯一 UID 的标签数量 不受限制	非线性, 读取不少 于 500 个标签

3. UID 标准

日本泛在 ID 中心负责制定的 RFID 标准 UID, 其目标是构建和推广物品自动识别技术并最终形成一个无处不在的计算环境和标准体系, 包括编码体系、空中接口协议及泛在网络体系结构。该标准体系对频段没有强制要求, 标签和读写器都是多频段设备, 能同时支持 2.45GHz 和 13.56MHz

频段。UID 标签泛指所有包含 Ucode 码的设备，如条码、RFID 标签、智能卡和主动芯片等，并定义了 9 种不同类别的标签。适用于库存管理、信息发送与接收及产品 and 零部件的跟踪管理等应用场景。

13.6.2 RFID 系统安全隐患

RFID 系统同传统的 IP 网络一样，容易受到各种安全攻击，这主要是由于标签和读写器之间的通信是通过电磁波的形式实现的，其过程中没有任何物理或者可视的接触，这种非接触和无线通信存在严重安全隐患。例如，在 RFID 系统应用过程中，攻击者通过向 RFID 系统提供不能辨认的虚假信息欺骗系统或发送大量的错误信息，导致 RFID 系统拒绝服务或中断正常通信；攻击者通过向标签数据存储区写入非法命令，并将命令以数据形式传输到后台服务器，导致系统被非法访问和控制；攻击者通过截取并记录标签返回到读写器的部分数据信息，再重新发送给读写器，导致读写器与攻击者建立通信。同时，由于 RFID 标签的成本和功耗受限，极大地限制了系统的处理运算能力和安全算法实现能力，进一步增加了系统的安全隐患。一般地，RFID 系统的安全隐患主要指射频部分的安全隐患，其包括标签、读写器及通信链路 3 个方面，如图 13-14 所示。

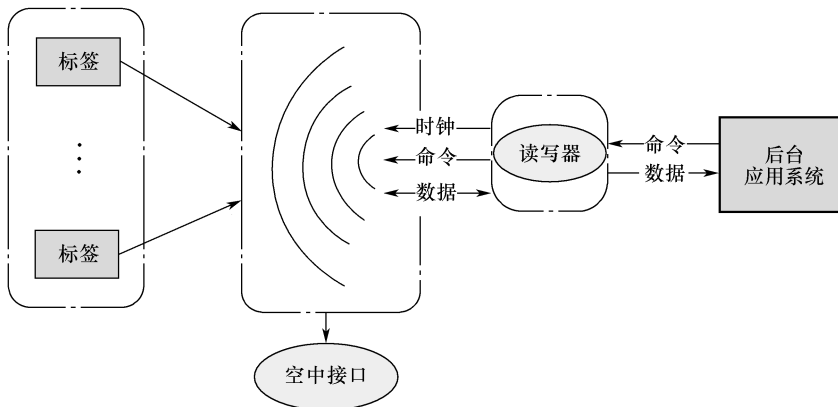


图 13-14
RFID 系统的安全隐患

1. 标签

由于标签成本、工艺和功耗受限，其本身并不包含完善的安全模块，很容易被攻击者操控，其数据大多采用简单的加密机制进行传输，很容易被复制、篡改，甚至删除。特别对于无源标签，由于缺乏自身能量供应系统，标签芯片很容易受到“能耗途径”攻击。此外，标签的一致开放性对于个人隐私、企业利益和军事安全都形成了风险，容易造成隐私泄露。

2. 通信链路

RFID 系统的通信链路包括前端标签到读写器的空中接口无线链路和后端读写器到后台系统的计算机网络。在前端空中接口链路中，由于无线传

输信号本身具有开放性,使得数据安全十分脆弱,给非法用户的不安全操作带来了方便。非法用户可以利用非授权的读写器截取数据;可以阻塞通信信道进行拒绝服务攻击;可以假冒用户身份篡改、删除标签数据等。该环节是 RFID 系统安全研究的重点。在后端通信链路中,系统面临着传统计算机网络普遍存在的安全问题,属于传统信息安全的范畴,具有相对成熟的安全机制,我们可以认为具有较好的安全性。

3. 读写器

当读写器接收到标签发送的数据后,除了中间件实现数据筛选、时间过滤和管理功能之外,读写器只提供用户业务接口,而不能提供让用户自行提升安全性能的接口。因而,读写器同样存在和其他计算机终端数据类似的安全隐患。

13.6.3 RFID 系统安全需求

基于信息安全 CIA 模型 (Confidentiality 机密性, Integrity 完整性, Availability 可用性),从 RFID 系统的安全需求出发,进一步扩展出 RFID 的 5 个安全属性,包括机密性、完整性、可用性、真实性和隐私性。

1. 机密性

机密性确保 RFID 标签不应向未授权的读写器泄漏任何敏感的数据信息。由于标签中所包含的信息关系到用户的隐私和切身利益,如果数据一旦被攻击者获取,用户的隐私权将无法得到保障,因而一个完备的 RFID 安全解决方案必须能够保证标签中存储数据只能被授权读写器访问。通信过程中通常引入认证访问控制及轻量级的加密机制来保障通信的机密性。

2. 完整性

在通信过程中,数据完整性能够保证接受者收到的信息在传输中没有被攻击者篡改、替换或删除。系统中通常使用消息认证码来进行数据完整性校验,它使用的是一种带有共享密钥的散列算法,即将共享密钥和待检验的消息连接在一起进行散列运算,对数据的任何细微改动都会对消息认证码的值产生较大影响,但采用散列函数对标签的成本要求往往比较高,不适合用在低成本的标签系统。

3. 可用性

RFID 系统的安全解决方案所提供的各种服务能够被授权用户使用,并能够有效防止非法用户中断系统的拒绝服务攻击。一个合理的安全方案应当具有节能的特点,各种安全协议和算法的设计不应太复杂,并尽可能地避开公钥运算,计算开销、存储容量和通信能力也应当充分考虑 RFID 系统资源有限的特点,从而使能量消耗最小化。同时,安全性设计方案不应限制 RFID 系统的可用性,并能够有效防止攻击者对标签资源的恶意消耗。

4. 真实性

通信的真实性与认证服务有关。攻击者可伪造标签，也可通过某种方式隐藏标签，使读写器无法发现该标签，从而实施物品转移，读写器只有通过身份认证才能确信消息是从正确的电子标签处发送过来的。攻击者也可假冒合法读写器以窃取标签的信息。

5. 隐私性

安全的 RFID 系统应当能够保护使用者的隐私信息或相关经济实体的商业利益。个人携带物品的 RFID 标签可能会泄漏个人身份，通过读写器能够跟踪携带不安全 RFID 标签的个人，并将这些信息进行综合和分析，就可以获取使用者个人喜好和行踪等隐私信息。

13.6.4 RFID 系统安全机制

RFID 系统安全一般涉及标签到读写器的空中接口射频安全和读写器到后台系统的通信安全，这里特指空中接口安全。现有的 RFID 安全和隐私技术可以分为两大类：一类是通过物理安全机制阻止标签与读写器之间通信，另一类是通过逻辑方法增加标签安全机制。其中逻辑方法包括 3 个方面：访问控制、认证和加密算法^①。

1. 物理安全机制

物理安全机制通过物理硬件等手段阻止非授权者访问 RFID 标签，从而满足 RFID 系统的匿名性和不可链接性，不受标签数据存储量和计算能力限制。

(1) Kill 命令

Kill 命令是用来在需要的时候使标签灭活的命令，一旦标签永久性失效，就无法再发射和接收数据。例如在零售业中，基于对消费者隐私保护的目，必须在离开卖场的时候使标签失效。但是灭活标签是以牺牲标签功能和商品的售后退货维修服务为代价的，并不能有效解决商业用户的隐私问题。

(2) 法拉第笼

通过用金属网或金属薄片制成的容器屏蔽某一频段的无线电信号，进而使标签无法接收到能量而被激活，当然也就不能进行读/写操作。这种通过破坏标签和读写器之间正常通信的保护标签信息的方法不具有普适性。

(3) 阻塞标签

基于二进制树形查询算法，在受保护的标签附近放置廉价的被动 RFID 设备来实时发射假冒标签的 ID，将有用信号隐藏起来，从而使非授权者的设备不能准确识别有用信号。其优点是基本不需要修改标签，也不必执行密码运算，减少投入的成本，但恶意阻塞标签能对系统进行拒绝服务攻击，便破坏了 RFID 系统的正常服务。

^① 有的书籍划分为四种安全与隐私保护方法：即物理控制、访问控制、认证和加密算法。

(4) 夹子标签

通过将 RFID 天线扯掉或者刮除, 缩小标签的可阅读范围, 使标签不能被随意读取。将芯片和其天线拆分开, 尽管天线不能再用, RFID 读写器仍然能够直接读取标签。

(5) 只读标签

禁止标签被写入, 在标签芯片设计时设置成只读标签, 可以消除数据被篡改和删除的风险, 但是仍然存在被非法阅读的风险。

(6) 假名标签

给每个标签一套假名 $\{P_1, P_2, \dots, P_k\}$, 在每次阅读标签的时候循环使用这些假名, 这就是假名标签。它实现了不给标签写入密码, 只简单改变他们的序号就可以保护消费者隐私的目的。

(7) 主动干扰法

使用强电磁脉冲进行主动干扰, 使得 RFID 读写器和天线感应出高电流, 以阻滞或中断附近其他 RFID 读写器的操作, 从而干扰电路正常工作。

(8) 动态频率法

对于读写器, 其可使用任意频率, 这样未经授权的用户就不能轻易地探测或窃听读写器与标签之间的通信; 对于标签, 特殊设计的标签可以通过一个保留的频率传送信息。动态频率法需要复杂的电路设计, 因此将会造成设备成本的提高。

(9) 天线能量分析法

通过分析信号的信噪比实现对不同远近读写器的响应。该方法需要一个额外的附加电路, 使标签能够粗略估计读写器的距离, 并以此为依据改变动作行为。但是, 该方法通过判断距离远近来判定信任度, 存在一定的设计漏洞, 可以通过结合远程接入控制技术来弥补。

(10) 其他方法

可以使用存储芯片来确认指令的合法性。指令信号可以被记录在存储器中并用于返回信号, 读写器以此特征信号为依据来辨别信号的合法性; 新出现的 RFID 标签可能包括一些内置的控制转换或者隐私增强技术, 使用噪声抑制或者不可链接协议来确保使用者能够控制和阻止 RFID 的链接。

综上, 物理安全机制存在很大的局限性, 往往需要附加额外的辅助设备, 这不但增加了额外的成本, 还存在其他缺陷。比如 Kill 命令对标签的破坏具有不可逆性; 某些贴有 RFID 标签的物品不便于置于法拉第笼中; 对于阻塞标签方法需要一个额外的标签, 同时这种方法也会增加消费者的负担等。

2. 逻辑安全机制

(1) 基于 Hash 函数和伪随机函数的安全协议

目前, 国内外学者已经提出了许多基于 Hash 函数和伪随机函数的安全

协议，这类协议利用 Hash 函数的单向性来实现通信数据的完整性，利用伪随机函数产生的随机数来保证认证周期的新鲜性，其中典型协议包括：

1) Hash-Lock 协议 该协议使用 metal ID 来代替真实标签 ID 以避免信息泄露和被追踪，但是该协议没有 ID 动态刷新机制，非常容易受到假冒攻击和重传攻击，标签也很容易被跟踪。

2) 随机 Hash-Lock 协议 该协议采用基于随机数的询问-应答机制，认证通过后的标签 ID 仍以明文形式通过不安全的信道传送，容易被攻击者对标签进行假冒和跟踪，无法抵抗重传攻击，且后端数据库与读写器之间的数据通信量大。

3) Hash-Chain 协议 该协议对标签进行单向身份认证，容易受到重传和假冒攻击。虽然满足了不可分辨和向前的安全特性，但后端数据库计算量很大，标签制造成本高。

4) 折中 Hash-Chain 协议 该协议基于共享密钥的询问应答机制，读写器通过使用两个不同的 Hash 函数同时对标签发起认证，通过标签应答的不同信息实现认证。但是，协议也很容易受到重传和假冒攻击，计算负载和标签成本都较大。

5) 逆 Hash-Chain 协议 该协议不需要在标签上增加伪随机数发生器 PRNG 等模块，通过 XOR 运算对通信明文进行加密，具有计算效率高，计算量小，计算复杂度低，标签功耗小等优点，适用于计算资源有限的环境。

6) 基于 Hash 的 ID 变化协议 该协议采用刷新 ID 机制，使用了一个随机数对标签 ID 进行动态刷新，同时还对 TID（最后一次回话号）和 LST（最后一次成功的回话号）信息进行更新，该协议可以抵抗重传攻击，但是它不适合于使用分布式数据库的普适计算环境。

7) LCAP 协议 该协议是询问-应答机制，每次执行认证后要进行动态更新标签 ID，该协议同样不适于普适计算环境，存在数据同步问题。

8) YA-TRAP 认证协议 该协议基于带密钥的 Hash 函数和时间戳进行认证，可以使标签和读写器之间的交互作用最小化，并且减轻标签和后台数据库的计算负载，大大提高了系统效率。在标签响应读写器询问时，需要计算标签时间戳的 Hash 值，并将其作为标签的 Meta ID 返回给读写器。只有响应了合法 Meta ID 值的标签才能通过认证。但是，该协议很容易受到拒绝服务攻击，也不能达到不可跟踪性的要求。

9) 分布式询问-应答协议 该协议是一种适用于分布式数据库环境的 RFID 认证协议，它是典型的询问-应答型双向认证协议，目前该协议虽没有明显的安全漏洞，但执行一次认证协议需要标签进行两次 Hash 运算。标签电路中需要集成随机数发生器和 Hash 函数模块，因此不适于低成本 RFID 系统。

(2) 基于共享秘密和伪随机函数的安全协议

1) David 数字图书馆协议 该协议使用基于预共享密钥的伪随机函数实现认证, 目前未发现明显漏洞, 但协议需要随机数生成和伪随机函数模块, 不适于低成本系统。

2) 三次互认证协议 该协议在认证过程, 属于同一应用的所有标签和读写器共享同一加密密钥。由于同一应用的所有标签都使用唯一的加密密钥, 所以三次互认证协议具有安全隐患。

(3) 基于逻辑位运算的安全协议

SASI 协议是典型的基于逻辑位运算的超轻量级认证协议, 该协议不需要在标签上增加伪随机数发生器 PRNG 等模块, 通过简单的异或、移位和与操作, 代替复杂的加密运算, 具有计算效率高, 计算量小, 计算复杂度低, 标签功耗小等优点, 适用于计算资源有限的环境。类似的协议还包括, UMAP、M²AP 协议、LMAP 协议、FLMAP 协议。

(4) 基于 LPN 的 HB 协议族

Hopper 和 Blum 提出了基于 LPN (Learning Parity with Noise) 的 HB 协议。HB 协议执行过程简单, 硬件设备易于实现, 存储空间和计算负载较小, 适用于低功耗普适计算环境。同时, HB +、HB ++ 等一系列 HB 协议基于千位数据二进制向量、千位密钥向量和一些噪声位, 用 1 或 0 来表示向量位元素, 满足一些限定方程。但攻击者仍有可能运用标准随机估计理论通过个别数据猜测出可能的函数, 存在一定的安全隐患。

(5) 基于消息认证码 (MAC) 的安全协议

消息认证码 (MAC) 可用于进行标签和读写器之前数据的完整性进行检验。例如, Yoking-proof 协议通过使用随机数来计算 MAC, 实现了读写器对两个标签的同时识别。此外, 该协议可以引入时间戳机制, 利用时间戳计算 MAC 来抵抗重放攻击。

(6) 基于循环冗余校验 (CRC) 的安全协议

针对 EPCglobal C1G2 标准的标签, 由于其计算资源非常有限, 该标准采用了硬件复杂度较低的 CRC 校验来进行基本的安全防护。该类协议利用 CRC 校验码的生成功能, 在认证中, 将校验码作为密文进行传输。但是, 由于 CRC 算法的线性特性, 不能有效抵御拒绝服务攻击。

(7) 基于加密算法的安全协议

1) 极小加密算法 极小加密算法 (TEA), 是一种高效的轻量级对称加密算法, 加密速度比 DES 快, 抗差分能力强。TEA 算法硬件实现复杂度与 DES 相当, 但加密强度远高于 DES, 适用于 RFID 智能标签的加密, 但该算法的安全等级及是否存在受攻击漏洞还需要进一步的验证。

2) 椭圆曲线密码算法 椭圆曲线密码体制来源于对椭圆曲线的研究, 这种算法利用有限域上椭圆曲线的点构成的 Abel 群离散对数难解性, 实现加解密和数字签名, 将椭圆曲线中的加法运算与离散对数中的模乘运算相

对应，就可以建立基于椭圆曲线的对应密码体制。算法中的椭圆曲线由韦尔斯特拉斯（Weierstrass）方程确定，密钥长度小、安全性能高、数字签名耗时小等优点。

3) 重加密算法 采用公钥加密机制进行标签信息的密文存储，通过第三方数据加密装置定期对标签数据进行重写。该方案的最大缺陷是标签的数据必须经常重写，否则，即使标签 ID 加密了，其固定的输出也将导致标签位置的隐私泄露。

4) A5/1 流密码算法 该算法适用于低功耗超大规模集成电路中，具有很高的硬件执行效率，但仍然存在安全弱点和漏洞，容易受到明文攻击。

5) 密钥变化协议 该协议是基于标签的序列号和秘密主密钥。用于安全防护的主密钥一般存储在安全接入模块中。基于密钥变化协议的互认证过程需要一个特殊的优先步骤。认证过程从读写器向标签询问序列号开始。该协议比较复杂，增加了计算负载和标签成本。

6) 基于密钥阵列的协议 该协议包括两种类型：一是将矩阵阵列作为认证密钥对标签数据进行加密，实现密文传输；二是将密钥存放在矩阵阵列中，标签和读写器之间拥有唯一的认证密钥。后者可以有效抵御内部合法用户之间的越权访问，但对内存的需求较大。

7) 基于公钥密码的协议 该协议使用公钥密码算法对 RFID 系统的通信信息进行加密，使用询问-响应机制对读写器和标签双方身份的合法性进行认证。可以有效地解决流量分析、跟踪攻击、隐私泄漏等 RFID 系统特殊的安全问题。

与物理安全机制相比，基于密码安全机制解决 RFID 系统的安全问题更加灵活、便捷。目前，用密码安全机制解决 RFID 的安全问题已成为业界研究的热点，其主要研究内容是利用各种成熟的密码方案和机制来设计和实现符合 RFID 安全需求的密码协议。

综上，没有任何一种单一的手段可以彻底保证 RFID 系统的应用安全。在保证 RFID 系统安全性的问题上，往往需要采用综合性的解决方案。在实施和部署 RFID 应用系统之前，有必要进行充分的业务安全评估和风险分析，综合的解决方案需要考虑成本和收益之间的关系。目前，主流厂商主要考虑采用以下几种安全解决方案：

- 标签数据的密文存储保护技术；
- 标签内存密码技术；
- 标签内存开关键技术；
- 标签认证技术；
- 设置读写器自保护技术；
- 设置数据读取探测器；
- 使用灭活标签技术；

- 使用法拉第笼技术;
- 使用有源干扰技术;
- 使用公钥加密技术;
- 使用 Hash 函数技术。

13.6.5 RFID 系统安全的新方向

随着计算资源成本的降低,当今加密技术的发展向着计算度高的方向倾斜。大多数加密系统都是基于处理一些复杂数学计算问题而实现的,其加密的安全级别和计算的复杂程度成正比关系,即计算复杂程度越高则保密性越好。在为 RFID 系统提供安全保障时,标签里的硬件资源受到很大制约。现有的安全机制不适于 RFID 应用的原因主要有:

- 标签成本和工艺制约了高强度安全算法的使用;
- 无源标签的加密硬件模块不适于低功耗的系统;
- 只有少量逻辑处理单元和存储器的 RFID 读写器不适合采用认证协议。

当前,RFID 应用的信息安全需求使得轻量级加密算法容易被采用。目前,大多数安全机制不能够直接同轻量级的认证协议和加密算法相融合。对于低成本的 RFID 系统应尽量采用与其处理能力相匹配的轻量级算法来满足系统的安全需求。在运用轻量级算法时,设计者需要分析算法的合理性、协议的安全性及计算的复杂度等因素,同时兼顾硬件成本等其他限制因素。

轻量级加密算法作为密码学的一个新兴分支,为资源受限系统提供了快速有效的安全机制,对于低成本网络化 RFID 系统具有重要的意义和广阔的发展前景。典型的轻量级算法包括噪声标签的密码交换协议等。

欧洲学者 C. Castelluccia 和 G. Avoine 提出了基于 RFID 噪声标签的密码交换协议。基本思想是在标签响应消息中加入噪声,这些噪声能够被可信的读写器识别并消除以恢复有用信号。而攻击者因为不能正确地区分出噪声和有用数据而不能窃取有用信息。

目前,在 RFID 安全协议设计方面,可以考虑以下几个新方向:

(1) 群签名技术 (Group Signature)

群签名属于数字签名技术。在一个群签名协议中,一个群体中的任意一个标签可以以匿名的方式代表整个群体对消息进行签名。其签名是可以公开验证的,也可以只用单个群公钥来验证。群签名技术可以实现读写器对多个标签的同时安全认证问题。

(2) 超宽带调制 (Ultra Wide Band Modulation)

这种简单而严密的方法是基于时分传输时隙来实现的。它的安全性在于非法攻击者很难得知有用信息是在哪个时隙发送的,该过程用到了相位

调制器，也用到了跳时码（Time Hopping Codes）伪随机序列生成器。

（3）物理不可克隆函数（Physically Uncloneable Functions）

物理不可克隆函数是一种利用物理硬件设备实现的函数，该方法将随机函数集成到低成本 RFID 标签芯片中，用于创建抗篡改的目的，此时各通信实体可以建立密钥共享，实现标签数据防克隆和抗篡改。

（4）最低限加密（Minimalist Cryptography）

现有的低成本标签没有足够的计算能力来执行高级的加密算法，针对这些极度资源有限设备的最低限加密需求，出现了一种基于单时码（One-time Codes）的加密方法。主要思想是运用假名标识来增强 RFID 标签的安全性。一个标签可以携带多个随机标识。每当标签被查询时，标签都给出一个不同的标识。原则上只有一个授权的读写器能够识别出两个不同的标识是否是同一个标签，以实现安全性。这种方法的缺点是：攻击者也可以通过反复地向某个标签发送查询命令以使得这种方法的安全性减弱。

13.7 小结

本章对 RFID 系统设计的关键技术分别进行介绍，包括读写器、标签、编码、空中接口、防碰撞和网络管理等。

13.8 思考题

1. RFID 读写器的基本原理是什么？有什么作用？
2. RFID 标签和条形码有什么共性与区别？
3. 试简述 EAN 码与 EPC 码的转换过程。
4. 多读写器防碰撞算法的基本原理是什么？
5. RFID 系统的安全隐患有哪些？

参考文献

- [1] 游战清, 李苏剑等. 无线射频识别技术 (RFID) 理论与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [2] 游战清, 刘克胜等. 无线射频识别技术 (RFID) 规划与实施[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [3] 周晓光, 王晓华. 射频识别 (RFID) 技术原理与应用实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.

- [4] 谭民, 刘禹等. RFID 技术系统工程及应用指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [5] Proxim 12DB 平板天线简介[EB/OL]. [2009-04-20]. <http://www.wifi.com.cn/backup/2-wifi/proxim-12db-ant.html>.
- [6] 耿力. ISO/IEC 的 RFID 空中接口标准比较分析[J]. 信息技术与标准, 2006(7): 25-29.
- [7] ISO/IEC 14443: Identification cards-Contactless integrated circuit(s) cards-Proximity cards[S], 2001.
- [8] ISO/IEC 18000: Information technology-AIDC techniques-RFID for item management-Air interface[S], 2004.
- [9] ISO/IEC-CD 18000-6 Part 6C: Parameters for air interface communications at 860MHz to 960MHz[S], Jan 2005.
- [10] ISO/IEC 18000-6: Information Technology Radio Frequency Identification (RFID) for Item Management-part 6: Parameters for air interface communications at 860MHz to 960MHz[S], 2002.
- [11] Gao jia, Ning Huansheng, et al. RFID coding, Name and Information Service for Internet of Things[R], IEEE IET-07, Shanghai, China, Dec. 2007: 36-39.
- [12] 郭旭峰. RFID 系统防碰撞算法设计与 FPGA 仿真[J]. 电子技术应用, 2007(1): 1-4.
- [13] 宁焕生, 张彦. RFID 产品研发及生产关键技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [14] Myung J, Lee W. An adaptive memoryless tag anti-collision protocol for RFID networks[C]. IEEE INFOCOM. 2005, 5.
- [15] Yong-Surk Lee. A Multiple Access Algorithm for Passive RFID tags[R]. Singapore: School of Electrical and Electronic Engineering College of Engineering, 2005: 1.
- [16] 沈宇超. 射频识别系统中的防碰撞算法设计[J]. 电子科学学刊, 1999, 21(5): 705-705.
- [17] 余松森. 基于修剪枝的二进制树形搜索防碰撞算法与实现[J]. 计算机工程, 2005, 31(16).
- [18] 余松森. 跳跃式动态树形防碰撞算法及其分析[J]. 计算机工程, 2005, 31(9): 19-20.
- [19] 张井合, 吴今培, 张其善. 非接触式智能卡中防碰撞技术的研究[J]. 遥测遥控, 2002, 23(5): 42-47.
- [20] Danial W. Engels, Sanjay E. Sarma. The reader collision problem[J]. IEEE International conference on systems, 2002(3).
- [21] 王忠敏等. EPC 技术基础教程[M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [22] 杜万. RFID 系统多读写器防碰撞研究[D]. 北京: 北京航空航天大学, 2007.
- [23] 张瑜, 渠慎丰, 宁焕生. SNMP 扩展 MIB 库实现 RFID 系统的网络管理[J]. 电子测量与仪器学报. 2006(9): 100
- [24] Ning Huansheng, et al. Performance evaluation of RFID anti-collision algorithm with FPGA implementation[C]//Advanced Information Networking and Applications Work-

- shops, 2007, AINAW'07. 21st International Conference on. IEEE, 2007, 2: 153-158.
- [25] P. Peris-Lopez, J. C. Hernandez-Castro, J. M. E. Tapiador, et al. LMAP: A real lightweight mutual authentication protocol for low-cost RFID tags[C]//Workshop on RFID security. 2006: 12-14.
- [26] T. Yeh, Y. Wang, T. Kuo et al. Securing RFID systems conforming to EPC Class 1 Generation 2 standard[J]. Expert Systems with Applications, 2010, 37(12): 7678-7683.
- [27] LIU X, ZHAO W, Huang K, et al. A Secure Communication Mechanism of P2P RFID Code Resolution Network[J]. Chinese Journal of Electronics, 2010, 19(4): 621-626.
- [28] Chien H Y. SASI: A new ultralightweight RFID authentication protocol providing strong authentication and strong integrity [J]. Dependable and Secure Computing, IEEE Transactions on, 2007, 4(4): 337-340.
- [29] Hopper N J, Blum M. Secure Human Identification Protocols[J]. Asiacypt, Springer-Verlag London, UK. 2001: 52-66.
- [30] Zhou S, Zhang Z, Luo Z, et al. A lightweight anti-desynchronization RFID authentication protocol[J]. Information Systems Frontiers, 2010, 12(5): 521-528.
- [31] H. Y. Chien, C. H. Chen. Mutual Authentication Protocol for RFID Conforming to EPC Class 1 Generation 2 Standards [J]. Computer Standards and Interfaces, 2007 (9): 254-259.
- [32] C. Castelluccia, G. Avoine. Noisy Tags: A Pretty Good Key Exchange Protocol for RFID Tags[J]. Proceedings of CARDIS 2006, LNCS 3928, 289-299, 2006.
- [33] L. Zhu and T. P. Yum. The Optimal Reading Strategy for EPC Gen-2 RFID Anti-Collision Systems [J]. IEEE Transactions on Communications, 2010, 58(9): 2725-2733.
- [34] Kulseng L, Yu Z, Wei Y, et al. Lightweight mutual authentication and ownership transfer for RFID systems [C]//INFOCOM, 2010 Proceedings IEEE. IEEE, 2010: 1-5.
- [35] Li T, Wang G. Security analysis of two ultra-lightweight RFID authentication protocols [M]//New Approaches for Security, Privacy and Trust in Complex Environments. Springer US, 2007.
- [36] Bringer J, Chabanne H. Trusted-HB: a low-cost version of HB + secure against man-in-the-middle attacks [J]. arXiv preprint arXiv: 0802. 0603, 2008.
- [37] Munilla J, Peinado A. HB-MP: A further step in the HB-family of lightweight authentication protocols[J]. Computer Networks, 2007, 51(9): 2262-2267.



第 14 章 RFID 技术在典型重大工程中的应用

本章要点

- RFID 技术的典型应用

14.1 身份标识类

14.1.1 RFID 在票证防伪领域的应用

RFID 防伪技术可以简述如下：将商品识别 ID 号即防伪码，写在 RFID 芯片中，其中 ID 号可以通过硬件或软件算法进行加密，且在生产、销售等所有环节中唯一；RFID 芯片被制作成电子标签并附加在物品上，使其成为物品不可分割的一部分；当电子标签“被迫”与物品分离时，物品的“完整性”被破坏，物品被认为已被“消费”，防伪结束。这样，物品从生产、流通到消费的全过程中，都只有一个唯一 ID 号标识其存在，从而达到防伪目的。若在此防伪机制上再加入密钥机制，则更加保险。

RFID 防伪应用的一个重要领域就是票证防伪。RFID 电子标签可以封装于 PVC、PET、PP、不干胶纸等多种介质内，凭借其优异的物理特性及强大的信息管理和防伪功能，其应用于票证防伪领域具有得天独厚的优势。对于运动场馆、音乐会和其他一些大型会议展览，RFID 系统能够提供一系列的开放式门禁系统来进行票证管理，这样可减少因票证伪造所带来的损失。门票既可以简单地由带有 RFID 技术的条码打印机来制作，同时也可以将 RFID 卡片制作成会员卡、月卡或年卡；而且门票无需拿出，只需放在身上就可以读到，实现开放式的门禁管理。

随着我国经济实力的日益增长，国际交往合作的日益深入，一些在国际国内都有重大影响力的体育赛事、文化活动相继在国内举办，假票的问题日益突出。从近几年公安机关查获的票证制假及票证诈骗案件来看，票

证制假主要有以下特点: 1) 票证制假日益猖獗。以金融票证为例, 据报道 2004 年 8 月, 天津市公安机关破获一起票据诈骗案件, 涉案金额达 2.5 亿元。2) 票证制假范围广, 具有跨地域性。从地域分布看, 呈现出一种从经济发达地区向经济欠发达地区逐渐渗透、蔓延的趋势。3) 社会危害大。票证制假已经严重影响到我国经济高速发展, 影响了国家的社会治安状况, 同时也造成很严重的国际影响。4) 票证制假活动呈团伙犯罪趋势。犯罪分子勾结成伙, 有组织、有计划地实施诈骗。目前, 市场上现有的各种票证防伪技术大部分存在着技术门槛不高、难以杜绝假票、功能单一、不能够提供数据采集和安全监控等功能上的不足。随着我国经济的高速发展, 票证防伪技术的提高仍然重要。

从票证的使用角度划分, 票证可以分成两种类型: 1) 闭环票证, 其特点是使用范围较小, 群体相对确定。如大型活动和景点票证等, 这些票证的使用一般地理范围都比较确定, 使用周期比较短。2) 开环票证, 其特点是使用范围内较大, 群体不确定。如金融和客运票等, 使用的群体包括金融机构、企事业单位、个人; 客运票的使用涉及运输机构和不确定的乘坐人等。

下面对大型活动 RFID 门票系统、金融 RFID 票证系统解决方案进行简要介绍。

1. 大型活动 RFID 门票系统

大型活动 RFID 门票是一种将 RFID 芯片嵌入纸质门票等介质中, 用于快捷检票/验票, 并能实现对持票人进行实时定位跟踪和查询管理的新型门票。其核心是利用 RFID 技术, 将具有一定存储容量的芯片和特制的天线连接在一起构成电子标签, 然后将电子标签封装在特定的票卡中, 即构成 RFID 门票。

RFID 门票系统主要由 RFID 门票、读写器 (Read/Write Device)、现场控制器、集中控制器和数据交换/管理中心 (配软件) 等组成, 系统示意图如图 14-1 所示。读写器发出射频信号给 RFID 门票提供工作能量, 在一定的识读范围凭此能量 RFID 门票就可以将其 ID 号发给读写器; 读写器读取 RFID 门票内的数据, 通过传输通道 (线缆、光缆等) 传送给现场控制器, 现场控制器负责解密、识别、判断 RFID 门票内的数据的有效性和安全性并将 RFID 门票的信息传递到数据管理中; 数据管理中心通过自动数据汇总、分析、判断, 就可立即知晓门票所处的具体位置, 从而达到对持票人的识别、定位和跟踪。

RFID 门票作为数据载体, 能起到标识识别、信息采集、人员跟踪的作用。RFID 门票与读写器、现场控制器和应用软件等构成的 RFID 系统直接与相应的管理信息系统相连。每一位人员 (包括观众、嫌疑犯、工作人员等) 都可以被准确地跟踪。

2. 金融 RFID 票证系统

金融 RFID 票证是金融活动的重要凭证, 金融 RFID 票证主要包含汇票、

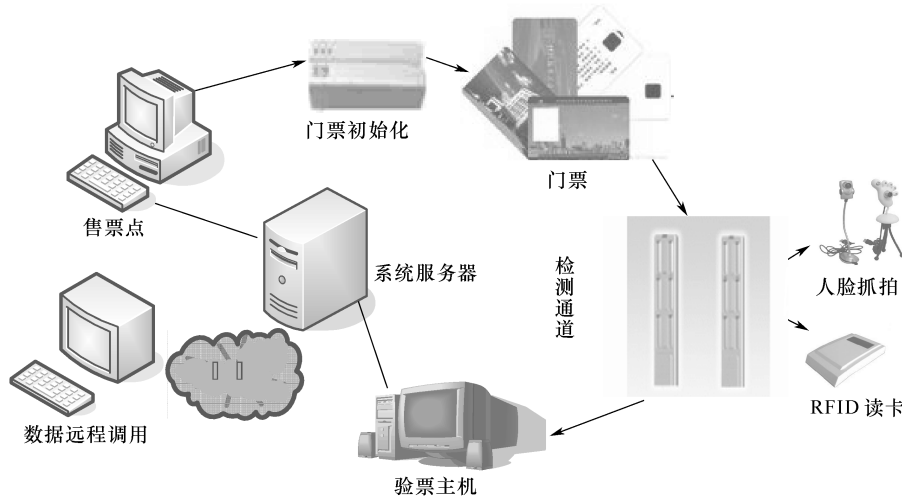


图 14-1
RFID 门票系统示意图

本票、支票；委托收款凭证、汇款凭证、银行存单等其他银行结算凭证；信用证或者附随的单据、文件；信用卡等。金融 RFID 票证是一种将 RFID 芯片嵌入以上金融票证中，实现票务防伪目的的票证。

金融 RFID 票证系统中，票证由各节点银行发行。发行时，从 RFID 票证中读出唯一 ID 号，并将此 ID 号和金融信息经过加密算法一起加密成密文写入 RFID 标签中，同时将此标签的 ID 号在认证中心服务器上注册。票证在流通过程中，可以在任意节点银行或者节点公司的 RFID 读写器终端上进行认证。认证时，RFID 读写器读取标签中 ID 号，并通过无线网络或 Internet 实时访问认证中心对票证的 ID 号进行认证。认证中心收到认证请求后，首先判断 ID 号是否已经在认证中心服务器上注册，若没有注册，则返回未注册信息，即表明为非法票证；若已经注册，则找到对应的发行银行，由发行银行解密密文，并判断 ID 号及金融信息与系统中对应的是否一致，经过认证中心返回需要返回的信息，认定为合法票据。该系统示意图如图 14-2 所示。

14.1.2 RFID 在身份证中的应用

居民身份证作为国家法定证件和公民身份号码的法定载体，已在社会管理和社会生活中得到广泛应用。我国从 1985 年实行居民身份证制度以来，已累计制发居民身份证十几亿个。

面对这么多的人口，如何合理有效地管理身份证，并充分发挥其作用，一直是我国面临的问题。特别是改革开放以来，我国经济得到迅速发展，各城市、农村人口流动频繁，而传统的身份证由于缺乏机器识读功能，并且防伪性能相对较差，因此许多关键部门无法对身份证进行有效验证和登记，使得公安机关不能全面掌握这些重要信息，给管理工作带来了很大困难。尤其是近几年来，全国各地利用假身份证进行犯罪的事件屡屡发生，

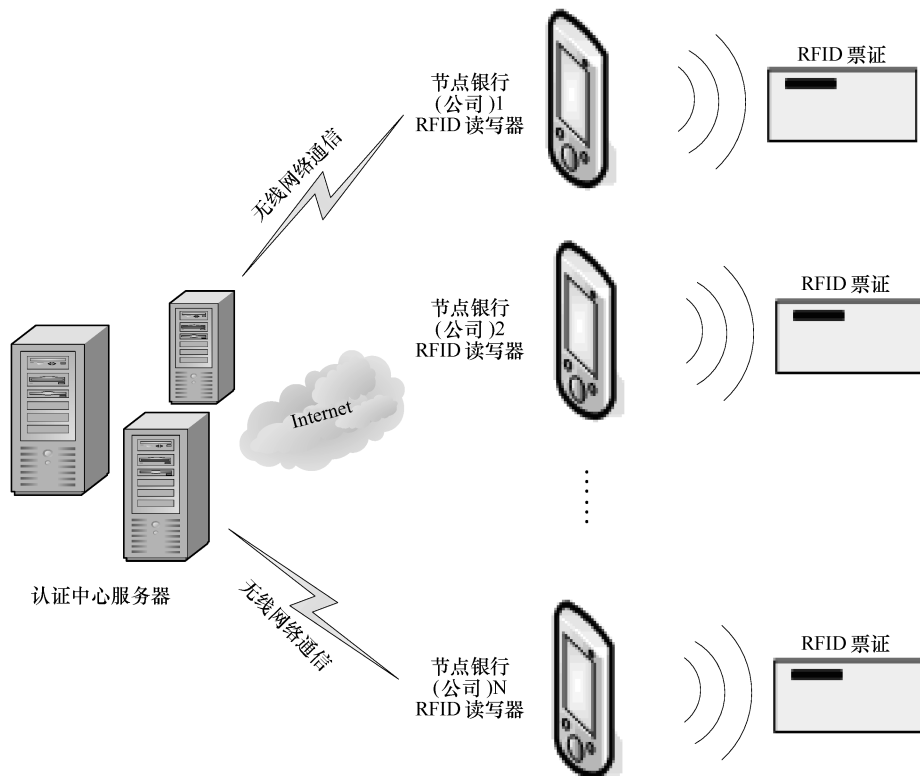


图 14-2
金融 RFID 票证系统示意图

使得国家一些重要部门遭受到严重的损失，而公安机关由于缺乏详实的资料，限制了其对犯罪分子的打击力度。因此，改进现有的居民身份证，是提高公安部门执法力度的一个有效的办法。

利用 RFID 技术将电子标签嵌入身份证中，作为人员身份识别，已开始被广泛应用。也可以说这是目前 RFID 技术应用最为广泛和成熟的领域之一。目前，在国内的主要应用的是第二代居民身份证，如图 14-3 所示。

第二代居民身份证，是采用 RFID 技术制作，即在身份证卡内嵌入射频芯片，芯片采用符合 ISO/IEC14443-B 标准的 13.56MHz 的电子标签。

我们生活中常见的 IC 电话卡、SIM 卡、电卡等都只是接触式 IC 卡，而现在使用的第二代居民身份证，为非接触式 IC 卡，即无需把卡片插入读卡机具中，而只是在机具上方轻轻一扫即可读出数据，从而减少了磨损，提高了识读速度。在核实信息时，不需再将身份证号一一敲入，而是通过读卡机具连接中央数据库，同时对比证件上印刷的数据，提高了核实真伪的速度。

基于 RFID 技术的第二代身份证的应用，对提高我国人口管理工作现代化水平，推动我国信息化建设，保障公民合法权益，便利公民进行社会活动等等都具有十分重要的意义。

不过，利用当前的系统将电子护照、医疗保险、退休证、结婚证等社会方面凡是具有社会性质的证件都附加在身份证里，真正能做到一证多



图 14-3
第二代居民身份证

用，还是有很长的路要走，这也是 RFID 技术在身份证应用方面的主要趋势之一。

14.2 安全防伪类

14.2.1 酒类防伪

酒类产品是一种重要的日常消费品，其质量关乎人的健康。目前我国酒类假冒伪劣产品充斥市场，给正规产品带来很大的冲击，也给消费者健康带来很大的威胁，酒类假冒现象日益引起社会各界的关注。以北京某酒厂二锅头产品为例，每天的正规二锅头产品的出厂量近两百吨，这样大的消费量给造假者铤而走险牟取暴利提供了可乘之机。假酒不但侵犯了正规厂家的利益，而且损害了消费者的权益甚至健康。

目前，酒类防伪技术主要有两大类：信息防伪和破坏防伪。前者是在产品上粘贴激光标签或者在产品上给一个代码（消费者通过电话、短信等方式查询这个代码以辨别真伪）。这一类防伪包装的生产具备一定的科技水平，但是也存在两个比较严重的缺点。其一，酒类的包装可以被回收使用，其外观特征与原包装没有什么差异，使得造假者有机可乘。其二，要对产品辨别真伪，需要消费者拨打电话或者发送短信进行真伪查询等，这对很多消费者来说并不方便。

破坏性防伪技术最大的优点是包装物不可重复使用。如开瓶毁盖，瓶

盖破坏后不再具备密封包装功能,从而实现防伪;或者毁瓶,但酒瓶一般采用硬度很高的玻璃或者陶瓷材料,开瓶时必须采用一些必要措施破坏酒瓶,其断口也异常锋利,会给消费者带来不便。可见目前主流的防伪技术不能完全满足生产者和消费者的需求。

针对酒类市场的情况,国家有关部门对酒类的质量做出了严格的规定,如质量等级规范性文件《食品质量认证实施规则-酒类》和商务部在2006年1月颁发的《酒类商品管理办法》。国内酒类防伪应用 RFID 技术已经开始,应用前景广阔。

1. RFID 在酒类防伪中的应用

(1) RFID 瓶盖防伪

用户只要使用相对应的 RFID 读写器,在装有防伪的瓶盖外扫描一次即可读出内存的信息,如图 14-4 所示,以达到商品防伪的目的。



图 14-4

剑南春 RFID 防伪方案

(注:德州仪器 RFID 大中华区
总代理-上海亿利兴电子贸易
有限公司提供。)

由于多数消费者在购买商品时,都没有用特制仪器检验的习惯,因此 RFID 瓶盖防伪产品的推广还有待厂商在宣传方面让顾客了解其基本原理。此外,还应提高消费者的防伪意识,降低 RFID 瓶盖防伪产品的使用成本。在销售领域,这种技术前景广阔,可以帮助正规经营的批发商、零售商鉴别真伪,做好产品的保真工作,避免伪劣产品进入市场。

(2) 切割带条酒类防伪

中科院自动化研究所 RFID 研究中心给出的解决方案如图 14-5 所示,

它还可以应用于其他带有瓶盖的容器的防伪中。

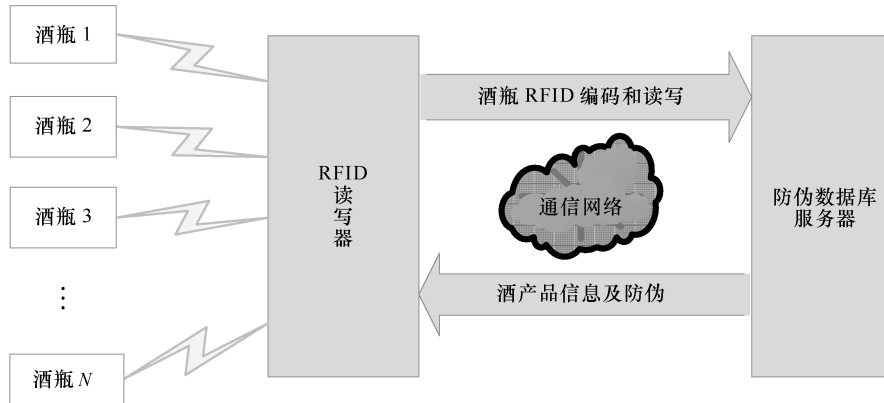


图 14-5
切割带条类 RFID 系统酒类
防伪示意图

该系统由经过特殊设计的瓶盖、瓶体、RFID 读写器、通信网络和防伪数据库服务器组成。射频芯片具有唯一编码，同样读写器也应具有唯一编码，并且在第三方数据库中注册。读写器唯一编码与注册使用者（饭店或零售商）绑定，只有已经注册的读写器才可以对芯片编码信息进行查询。

在该系统中，酒业厂商在生产线的瓶盖和瓶子的部分加装 RFID 相关设备，并建立防伪数据库即可。生产时利用集成技术在原瓶盖和瓶体上附加专用的射频芯片和天线等，并将这些标签对应的编码注册到防伪数据库的产品信息中。同时向该产品的销售商或饭店提供成本在数百元的专业读写器设备，并要求其在防伪数据库中进行注册。这样对于生产厂家来讲，不但可以对产品进行防伪认证，还可以随时对销售情况进行统计，酒瓶防伪包装如图 14-6 所示。



图 14-6
RFID 酒瓶防伪包装

该系统的具体使用方法如下：对于未开启的酒瓶，瓶盖顶部内测附有 RFID 芯片，通过附于瓶盖内壁的引线链接与瓶盖上不同位置的金属带条，位于酒瓶本体上的天线本体与金属带条构成通路，切割装置位于芯片和天线之间的金属带条上。随着瓶盖的开启，切割装置的锐利面随瓶盖旋转可以切断二者之间的联系，RFID 读写器读取 RFID 标签的编码，与读写器唯一编码一起通过无线传输发送到防伪数据库进行比对，如果两个编码均经过授权，则通过验证，并由读写器发回确认信息。酒瓶一旦开启，天线和芯片的联系被永久破坏，RFID 芯片无法获得足够能量而工作。

应用此方案实现酒类防伪，硬件上使用大规模生产的射频集成电路芯片和标签天线，实现起来并不很难，但造假者若想实现同样的效果，则有一定的困难，起码复制成本非常高。RFID 芯片和读写器的编码都是在总体协调下统一制订的，不会给造假者以可乘之机，厂家对这种双重认证机制进行严格管理和控制，提高了系统的可靠性。酒瓶开启后，无论是酒瓶还是瓶盖，通路的损坏是不可逆转的，杜绝了旧瓶装假酒重新上市的可能。在两种编码比对和不可逆转的损坏的双重保障下，这种 RFID 防伪手段的可靠性能够满足酒类产品防伪的要求。

2. RFID 酒类防伪应用前景

综上所述，在酒类防伪方面，相对于国外来说，RFID 在人口众多的中国具有巨大的潜在市场。RFID 的特殊优势决定了企业未来在酒类防伪技术方面，极可能会大规模使用 RFID 技术。茅台酒和五粮液作为首批 863 课题支持单位的国内高档酒类品牌，已经与 RFID 研发及实施机构开展合作，研发酒类 RFID 防伪技术。

14.2.2 烟类防伪

目前，烟类产品造假者通过利用烟类产品的流通或销售渠道将假冒伪劣香烟投入市场，造成了较坏的影响。基于 RFID 技术，可以设计出一套完整的烟类产品防伪及物流解决方案。在烟类产品的生产、物流、销售全过程中对其进行追踪，并对追踪信息进行存储，可实现在各个环节中通过 Internet 或无线通讯网络对产品进行实时认证，及时发现非法烟类产品，从而有效地防止伪造产品进入市场，保障合法厂家和消费者的利益。同时，使用 RFID 对烟类产品进行全程跟踪管理，还有利于生产商、物流商和销售商及时统计信息和补充货源，提高管理效率。基于 RFID 技术的烟类产品物流防伪系统示意图如图 14-7 所示。

该系统主要由 4 个部分组成，分别是附着在卷烟上的电子标签、RFID 读写器、通信网络（无线或有线通信）及数据库。RFID 烟类防伪解决方案将在每条烟或每箱烟的包装箱上加装唯一代表其身份的 RFID 电子标签，在生产、物流、销售、消费的过程中，烟类产品所携带的标签上的信息将

被安装在各环节的读写器捕获，通过实时在线认证确定身份。对于伪劣烟类，因其不携带 RFID 标签或是携带非法的 RFID 标签，而不能被 RFID 系统识别，伪劣身份就会暴露。这种解决方案一方面保护了消费者的利益，维护了烟类市场的正常秩序、正规烟类产品生产厂家的形象和利益；另一方面更有效地为各个环节的单位提供了统计和参考数据，提高了市场预测能力和管理能力，节省了人力物力。RFID 标签可以做得像纸一样薄，同时标签的价格也急剧下降，将其应用于烟类产品的物流和防伪，既可行又方便。

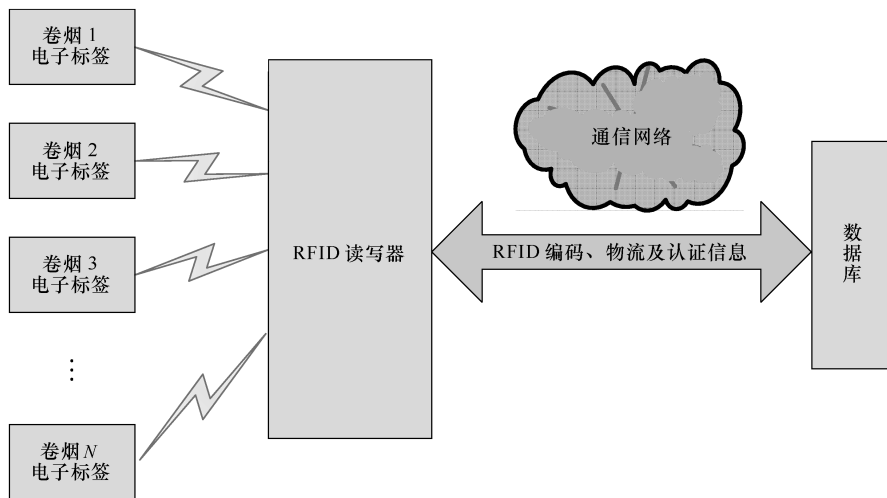


图 14-7
卷烟类产品防伪系统示意图

14.3 流通类

RFID 在流通类中应用很多，这里仅举民航行李管理一例来详细介绍。

民航行李出错，给民航业带来巨大的经济损失，也给乘客带来很大的不便。据国际航空电讯集团（SITA）报道，航空业每年因行李出错造成经济损失超过 25 亿美元。

RFID 技术应用于民航行李识别和跟踪，可以提高行李处理准确率，降低行李出错率，减少民航经济损失；尤其在行李安检、乘客/行李匹配等环节，快速准确地定位可疑行李，并及时做出处理，既可以降低因处理异常行李而造成的飞机延误几率，又可以有效地防止恐怖分子袭击，保障乘客的生命安全。

14.3.1 RFID 民航行李管理解决方案

图 14-8 为基于 RFID 技术的民航行李管理系统, 该系统主要包括贴于行李上的电子标签、读写器、机场行李信息管理系统和民航系统共享数据库。

1. 频率选择

考虑托运行李与实际安装的读写器大约距离几米, 一般采用超高频频段。

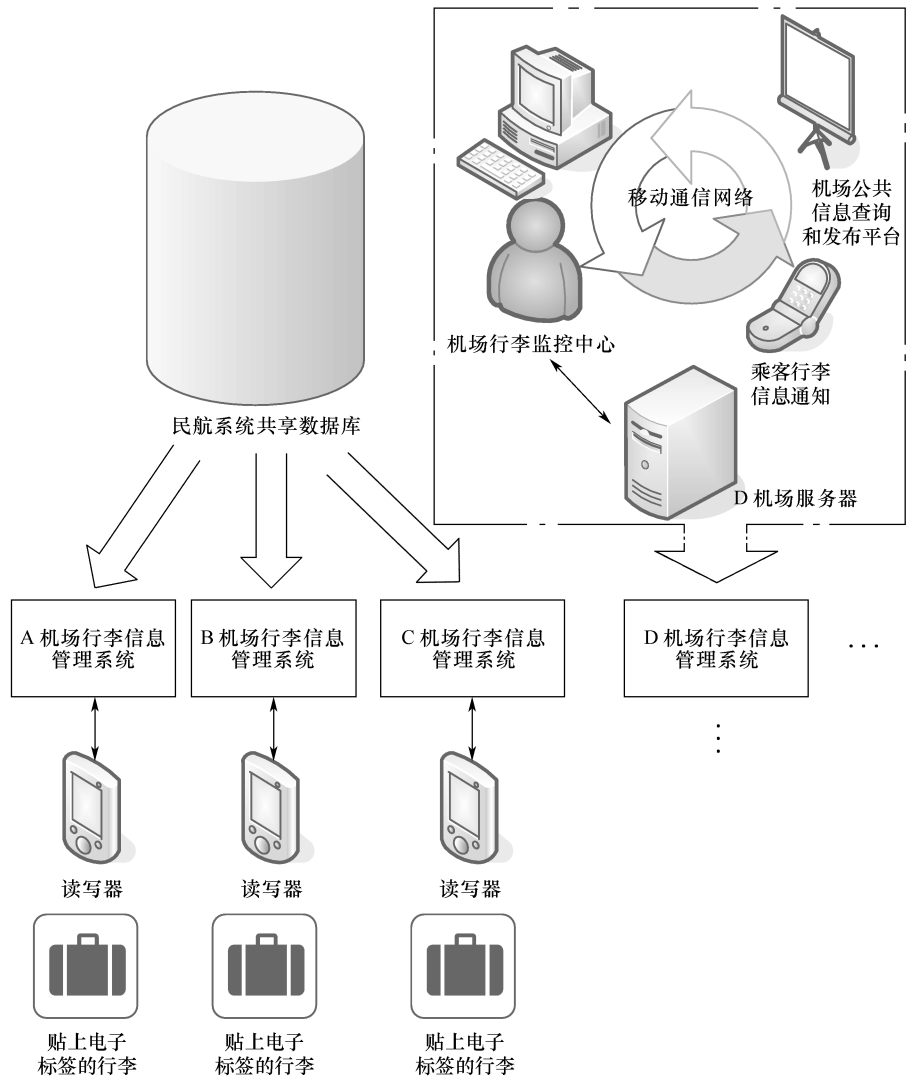


图 14-8
基于 RFID 的民航行李
管理系统

2. 标签选择

一般选用无源标签，价格便宜。

3. 安检通道中读写器选择

在行李路径的不同关键点上选择安装读写器，以便更好地甄别行李，RFID 标签使得行李识别检测更加安全方便。

4. 机场行李信息管理系统

机场行李信息管理系统主要包括机场服务器、机场行李监控中心、机场公共信息查询和发布平台、乘客行李信息通知等。该系统是在原有信息网络的基础上通过与读写器终端连接而形成，可以实时地跟踪和监测读写器所读取的行李信息。

5. 民航系统共享数据库

民航系统共享数据库可以连接各机场的信息服务器，实现各机场的信息交互，既方便机场监控中心对行李的全程监控，也方便了乘客可对自己行李路线的查询。

14.3.2 RFID 民航行李管理工作流程

基于 RFID 的民航行李管理系统的工作流程如下：行李被贴上电子标签，行李通过安检、分拣，进入机舱的信息提示，入舱与乘客登机的匹配及到达目的地机场信息的提示。

1. 行李贴上电子标签

当乘客托运行李时，工作人员会通过电子标签打印机打印出电子标签，并贴于行李上。其中，每个电子标签都拥有唯一的 ID 信息，包含诸如重量、出发地、目的地等信息，如图 14-9 所示。



图 14-9
工作人员打印并给行李贴
电子标签

2. 行李通过安检

行李安检一直是一个很重要的环节，它关系到整个旅途的人员和财产安全。在安检通道中安装 RFID 读写器，对每件贴有电子标签的行李进行

扫描,如图 14-10 所示,在这个过程中,一旦发现行李有问题,读写器便通过计算机网络把该行李的信息发送到航空公司的安检服务器上,具有实时性和自动性。

3. 行李分拣

以前,行李分拣主要靠人工识别来完成,工作量大,出错率高;应用 RFID 技术能很好地解决上述问题,提高民航业工作效率,降低工作人员的劳动强度。在每个航班的行李收集口处安放 RFID 读写器,当贴有电子标签的行李顺次通过这些行李收集口时,读写器便读取电子标签内的信息,从而判断该行李是否为该航班,绿灯亮,判断是,工作人员便将行李放入行李舱中;黄灯亮,判断“否”便将行李重新放回到传送带,再接受下面的分拣,如图 14-11 所示。



图 14-10
贴有电子标签的行李
通过安检

4. 行李进入机舱后,乘客收到提示信息

当行李进入乘客所在航班的行李舱后,机场信息管理系统便通过手机短信方式告知乘客。

5. 行李入机舱和乘客登机匹配

行李/乘客匹配可以确保只有登机乘客的行李才能被搭载在飞机上。目前,主要通过三种方式完成:人工方式、半自动方式和全自动方式。

由于前两种方式都需人工参与,受到人为因素和条码易损等影响,大大降低了工作效率。应用 RFID 技术,可实现行李/旅客匹配的全自动化,如图 14-12 所示,不仅减少了人员工作量;而且信息是通过网络公布,更加透明化。

6. 行李到达目的机场信息提示

当行李到达目的机场后，读写器远距离自动扫描出舱行李电子标签，获取行李的信息，并通过机场信息平台发送给乘客，真正做到让乘客放心。



图 14-11
民航业应用 RFID 分拣行李
前后



图 14-12
使用 RFID 技术实现行李/
乘客匹配

14.3.3 民航行李 RFID 编码

民用航空组成的物流网络在全球运输系统中占有重要地位,其巨大的吞吐量和快速的流动性,使该领域对货物的有效管理尤为重要。在国外,RFID 应用已使航空公司或机场成为重要的受益者。RFID 编码良好的兼容性使行李管理变得得心应手,用 RFID 编码代替原有行李管理系统的过程非常方便。

在民用航空管理应用中,如果标签数据的读写符合 ISO/IEC 15961 协议,这将使得航空公司和机场可以较方便地自主选用现有系统的数据格式,或者增加未来新的数据格式。这种灵活性可以满足各种不同的需求,比如支持不同类型的旅客行李,体现了 RFID 编码的优越性。

民航应用中 RFID 标签上的编码也应满足已经广泛使用的 ISO/IEC 15962 的规则。这些规则可以通过一个已涵盖了 ISO/IEC 15961 及 ISO/IEC 15962 协议的系统自动来实现。

民航应用中采用这两个编码的数据协议也考虑到了可能把应用系统扩展到装载设备和其他设备上使用 RFID 标签的需求。

本节将详细讲述民航行李 RFID 标签管理系统的这两个编码规则的特点。

1. ISO/IEC 15961 相关特点

(1) 目标识别码

ISO/IEC 15961 要求一种码结构唯一对应一类 RFID 标签的数据编码,且分配给民航的目标识别码结构都有码头部分:1 0 15961 12。对于大多数目标识别码来说,只有码尾部分不同,它们的具体定义见表 14-1。一般情况下,只需要对码尾部分进行编码就可以了。

表 14-1 目标识别码和数据元素

目标识别码	目标	是否必选项	状态	存储段	译码数据特征
1 0 15961 12 1	行李牌号	是	一次性写入	01	f [10] 参考表后的表注
1 0 15961 12 2	航班日期	可选项	一次性写入	01	m [3] 参考表后的表注 参考下面的编译码规则
1 0 15961 12 3	安全信息	否	读/写	11	可选项,分 0~5 不同的显示级别,参考下面的编译码规则
1 0 15961 12 4	发行地点	否	读/写	11	m [3]
1 0 15961 12 5	行李路线	否	读/写	11	m [6-18]

(续)

目标识别码	目标	是否必选项	状态	存储段	译码数据特征
1 0 15961 12 6	飞行数据	否	读/写	11	m [14-70]
1 0 15961 12 7	乘客姓名数据	否	读/写	11	m [2-26]
1 0 15961 12 8	航线飞行频次级别	否	读/写	11	F [0-3]
1 0 15961 12 9	显示机场编码	否	读/写	11	m [3]
1 0 15961 12 10	目的地编码	否	读/写	11	m [3]
1 0 15961 12 90	“端到端”快递服务：发行日期	否	读/写	11	f [4]
1 0 15961 12 91	“端到端”快递服务：序列号	否	读/写	11	f [3]
1 0 15961 12 92	“端到端”快递服务的EDS进程	否	读/写	11	m [12] 参考下面的编译码规则
1 0 15961 12 93	“端到端”快递服务：收件单位	否	读/写	11	m [4]
1 0 15961 12 94	“端到端”快递服务：发货单	否	读/写	11	f [15]
1 0 15961 12 95	“端到端”快递服务：快递公司	否	读/写	11	m [4]
1 0 15961 12 127	可选数据	否	读/写	11	m [n-m]

表注：f [i] 表示 i 位数字码；m [j] 表示 j 位字符码（字符或数字字符）。

在此对上表中的内容作详细描述。

1) 航班日期的编码规则 航班日期编码的目标识别码 ID 为 1 0 15961 12 2。

该项是否需要编码视具体情况而定，是可选项。如果是预编码标签，此项将不再编码；如果标签需要编码，编码规则采用 Julian 历法日期格式，即用 1~366 表示每年的各天。比如 1 表示 1 月 1 号，366 表示闰年的 12 月 31 号。

编码采用的日期是首飞段的航班日期。该日期的 Julian 历法日期编码和行李牌号一起构成了行李标签的唯一识别码。

对于扩展方式，以前是通过扩展行李牌号来满足更多行李数量的需求，如今却可以通过加入日期编码来取而代之。

2) 安全信息的编码规则 安全信息的目标识别码 ID 为 1 0 15961 12 3。民航应用安全信息包括乘客状态显示级别和显示状态。它们的具体编码规则如下：

乘客状态 (1-bit, 0 = 不选; 1 = 选)

显示级别 (3-bits 000 = 不显示 001 = 1 级显示 010 = 2 级显示 011 = 3 级显示 100 = 4 级显示 101 = 5 级显示)

显示状态 (1-bit, 0 = 清除, 1 = 失败)

3) 行李路线的编码规则 行李路线的目标识别码 ID 为 1 0 15961 12 5。路线编码采用的是城市邮政统一编码。比如: LHR SINKULPER, 它表示包括起运站的编码 (LHR 代表 London Heathrow) 及终点站编码 (SINKULPER 代表 Singapore, Kula Lumpur, Perth)。

4) 航班数据的编码规则 航班数据的目标识别码 ID 为 1 0 15961 12 6。航班数据的组成如下:

承运商号码: 如 KL - 2 个字符

航班号: 如 1930 - 4 位数字

日期: 如 8th August - 2 位数字, 3 个字符

目的地: 如 AMS - 3 个字符

出行类别: 如 Club (C) - 1 个字符

5) “端到端”快递服务的 EDS 进程的编码规则 “端到端”快递服务的 EDS 进程的目标识别码 ID 为 1 0 15961 12 90。

“端到端”快递服务的 EDS 进程共包括 12 位长的数字字符串, 由日期、时间、标识符和结果组成。各部分的编码规则见表 14-2。

表 14-2 EDS 进程编码规则

元素描述	举例	格式
EDS 信息	M [12]	
日期 (5 个字符)	JUL15	MMMDD
时间 (4 个字符)	0915	4 位数字
标识符 (1 个字符)	X	1 个字符或数字字符
结果 (2 个字符)	11	2 个字符或数字字符

(2) AFI

AFI 是单字节 (8bit) 码, 所有的 ISO 标准都有 AFI, 它用来识别标签源码, 民航应用中用于区分特殊无线空中接口的标签类型, 便于对具有不同 AFI 码值的标签的识别。该协议规定指定给民航用于行李处理操作的 AFI 是 C1 (16 进制)。

(3) 数据格式

数据格式编码用来区分不同类型应用的 RFID 标签, 以便和 ISO 系统兼容。这里的数据格式是显著缩短的目标识别码。IATA RP1740C 中目标识别码结构的共同部分不需要在 RFID 标签的编码中体现。这里的数据格式仅用于 RFID 设备的读写通信中。对于民航行李处理操作, 其数据码是十进制数码 12, 这个特殊的码在一些命令中被用到, 以利于标签数据的正确识读。

2. ISO/IEC 15962 相关特点

ISO/IEC 15962 针对民航应用有其新特点，利用 ISO/IEC 15962 编码能够：

- 最大化地利用编码存储空间（即 RFID 标签上的存储器空间）。
- 允许任何授权用户读取 RFID 标签并提取任意编码信息而不需要弄明白编码序列的含义。
- 允许不同航空公司在 RP1740C 规范内采用不同数据项，而不用互相依赖。
- 允许 RP1740C 升级新的数据项，而不用考虑后向兼容问题。

ISO/IEC 18000-6 Type C 定义了一种能够通过 ISO/IEC 15962 访问的无线空中接口协议。采用这种方式，任何航空公司都能采用最灵活的数据结构，而且适用于其他使用 RP1740C 协议的航空公司。

这个空中接口标准没有明确存储器的容量，只定义了其总体结构，其定义的 4 种存储段如下：

(1) 存储段 00 为保留项

虽然它被定义成“保留的”，但实际上存储了失效口令和（或）访问密码。目前 IATA 还没有定义访问密码和失效密码的相应规则，因此为了符合 RP1740C，最好不要使用这个存储段。

(2) 存储段 01 为唯一身份标识项

本存储段仅存储目标识别码为 1 0 15961 12 1 和 1 0 15961 12 2 的编码数据，其编码结构决定了本段是不可缺少的。允许选用各种组织提供的编码数据，这些数据编码符合 ISO/IEC 15961 和 15962 规范。或者选用 EPC global 注册会员提供的唯一标识码（EPC global 会员号中的一部分）。

(3) 存储段 10 为标签编号项

用来定义标签可能支持的各种特性，特别是 ISO/IEC 18000-6 中部分指令或标签（芯片）制造商定义的指令。本存储段被芯片制造商预先编码。除非特殊需求，它与 RP1740C 协议没有直接的关系。其另一个用处是用于特殊标签的问题诊断。

(4) 存储段 11 为用户自定义段

本存储段包含了目标的所有身份标识码，且符合 ISO/IEC 15962。对于 ISO 相关应用，ISO/IEC 15961 中定义这个存储段的使用方法。为了最大化利用编码空间，本存储段允许多个 IATA 目标的身份标识码整合到一起存储。

虽然存储段 01 一般有足够容量用于存储行李牌号和飞行日期，而几乎不用考虑制造商的因素，但在购买 RFID 标签时，航空公司和机场仍应检查本存储段 11 的容量，以保证其容量符合编码需求。考虑到 ISO 存在着大量的潜在应用，来自大多数厂商的标签的存储段 11 的空间都比较充裕，因此利用这一段比较合适。

14.4 其他一些典型 RFID 应用系统举例

14.4.1 RFID 食品安全管理

食品安全事故时有发生,严重干扰了社会稳定和人民的正常生活。欧盟、美国等发达国家和地区要求对出口到当地的食品能够进行跟踪和追溯。如何对食品进行有效跟踪、追溯及对食品进行安全管理是一个迫切需要解决的问题。

食品供应链包括了从产前种子、饲料等生产资料的供应环节,到产中种养生产环节,再到产后分级、包装、加工、储藏、销售环节,最终到达消费环节,即所谓的“从农田到餐桌”工程。随着工业化的发展和市场范围的不断扩大,现在越来越多的食品是通过这种漫长而复杂的供应链到达消费者手中的。多层次的加工和流通往往涉及位于不同地点和拥有不同技术的许多公司和人员,消费者很难了解食品生产加工流通到经营的全过程是否能够保证食品或原材料的安全。鉴于此,对于一些特殊食品(例如奥运食品、世博会食品)就需要一个完整的食品供应链安全保障体系来实现这样的目标。

1. 国内外食品安全现状

国外食品安全监控现状以美国和日本为例:美国整个食品安全监管体系分为联邦、州和地区3个层次。三级监管机构的许多部门都通过聘用流行病学专家、微生物学家和食品科研专家等人员进驻食品加工厂、饲养场等方式,从原料采集、生产、流通、销售和售后等各个环节进行全方位监管,构成覆盖全国的立体监管网络。与之相配套的是涵盖食品产业各环节的食品安全法律及产业标准,既有类似《联邦食品、药品和化妆品法》这样的综合性法律,也有《食品添加剂修正案》这样的具体法规。在这种管理下,有关单位一旦被查出食品安全有问题,食品供应商和销售商都将面临严厉的处罚和数目惊人的巨额罚款。

再看日本,在农产品生产环节,根据《食品卫生法》的新规定,将设定残留限量标准的对象增加到799种,且必须定期对所有农药和兽药残留量进行抽检。在食品流通和销售环节,日本实行严格的食品标注制度,《日本农林规格法》明确制订了生鲜食品和加工食品的产品标注标准。生鲜食品的销售者必须标明食品的名称、原产地和容量。加工食品必须标明名称、原材料名、容量、保质期、保存方法、生产厂家和地址等,其中干鱼类加工品和蔬菜冷冻食品等8类加工食品还必须标注原料原产地。

我国食品安全现状令人堪忧,食品药品安全事故不断发生,严重影响

消费者的健康。究其原因，最根本的一条即科学技术监管的作用发挥不够。具体表现在食品药品安全管理的标准工作滞后；检验检测水平不高；防止和制止制假售假的技术手段不完备。“十一五计划”经过五年左右的努力，使我国的食品监管法律法规体系得到一定程度的发展，技术装备进一步改善，食品安全标准建设和检测技术水平也在提高。

2. RFID 在食品安全中的应用

食品是一种易腐商品，在流通过程中，食品变质的程度不仅和时间有关，而且还和其在各个运输和储存环节中的环境有关，如温度、湿度、光照度、通风条件等。RFID 技术与传统的人工检测和条码技术相比，拥有较大的技术优势。RFID 技术能够从根本上解决食品安全管理的监控问题，对与食品流通相关的人、商品、车辆等都能进行身份标识。通过对食品（包括人员和运输车辆）粘贴电子标签，结合数字化系统支持的网络体系，能对食品流通环节中出现的問題一目了然。

目前，国际上有很多 RFID 技术应用到食品监管领域并取得了良好效果的实例。如欧盟的食品可追溯系统，主要应用在牛肉的生产和流通领域，保持生产和监管的透明度及产品完整详尽的个体信息。澳大利亚已经建立了一个畜牧标识和追溯系统（NLIS），主要用于牛和羊的标识和追溯，加入 NLIS 系统的牛必须使用统一的电子耳标，羊使用统一的塑料耳标。

北京在举办 2008 年奥运会时，严格控制食品本身的质量、严格控制和奥运食品相关的交通工具和人员等，保障食品安全。奥运食品安全需要做到“从农田到餐桌”的全程监控。从 2000 年开始，北京市全面实施了三项重大食品安全工程，以生产源为重点，质量问题为基础，通过推行市场准入制度，实行农产品的警示追溯和退出制度，促进了北京市及外埠农产品质量的整体提高。

3. RFID 食品安全解决方案举例

为了消除食品安全隐患、追查出现漏洞的加工、运输或储存环节，就需要对食品生产和流通的全过程利用 RFID 进行追溯。具体应用通过两个过程来实现食品安全管理：一是从食品源头到消费者进行跟踪管理，即从农场→加工商→供应商→零售商→消费者，这个过程主要用于跟踪采集和管理食品信息，为食品安全的事故追溯打下基础。另一个逆向的过程是质量追溯，也就是消费者在消费时发现了食品安全和质量出现问题后，可以向前面的各个环节进行追溯，最终确定问题所在，这种方法主要用于问题产品的追溯和召回。

该模型如图 14-13 所示，以下将简要介绍图中各个地点的 RFID 应用方案：

(1) 食品生产与 RFID

在食品生产的源头，不管是畜类饲养过程中的饲料信息，还是种植过

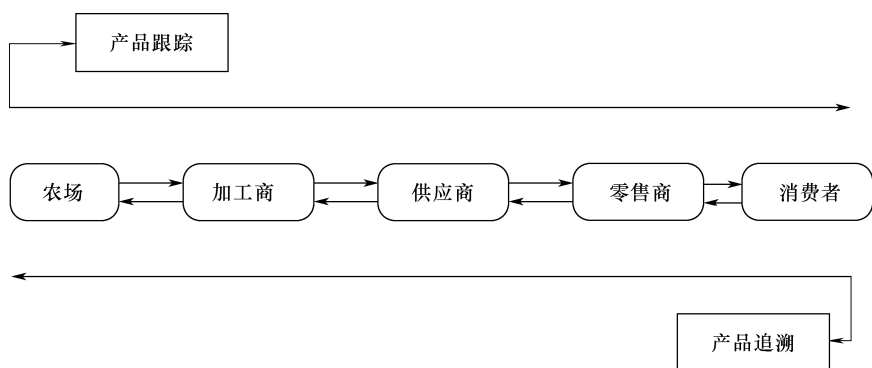


图 14-13
食品跟踪与追溯

程中的肥料信息，及种植（养殖）地和种植（养殖）者信息，均可以通过电子标签记录到食品安全数据库中，作为将来质量追溯的原始数据。加工商可以为其产品分配一个标签号，这个标签号对应加工商的信息，再结合种植（养殖）者信息就能确保食品种植（养殖）信息及加工信息，利于将来追溯。如生鲜蔬菜、水果的加工信息应包括：种植者/养殖者代码、产品名称、品种或贸易类型、等级/分类、尺寸、产地、重量、收获日期、包装日期等信息。这些信息通常都是保存在数据库中，和标签号一一对应。对于有些食品也可能在随后的包装环节中进行贴标签操作。图 14-14 所示在螃蟹身上贴标签的示意图。



图 14-14
螃蟹身上的射频标签

(2) 食品运输及库存与 RFID

食品运输环节的应用主要体现为在中途货物的监控、跟踪及道口检查。食品上的 RFID 标签为物流公司提供了实时监控和跟踪服务的方便，同时对于业主而言也可以通过计算机网络方便地知道自己的货物到达了什么位置，是否有被丢失、延误或调包等情况。在检查过程中，无须拆开食品包装，只要通过读写器终端就可以知道所包装的具体内容，大大降低了食品包装破损的可能性。在运输过程中，可以在车厢内安装读写器，每隔一段时间自动读取车内食品货箱的电子标签信息，其将连同传感器信息（温度、压力等）一起发送至食品安全管理系统中进行记录，以提前预告食品运输存储中质量状况（如温度过高等）。

在食品物流仓库中使用 RFID，可以方便地实现对食品的核对、归类、

上架、统计。在不同位置安装读写器，通过监控中心的大屏幕可以实时动态统计食品质量、保质期、存销状况，例如在仓库门口安装读写器就能批量处理入库产品的数量及入库时间等信息；在库内运送食品的叉（推）车上安装读写器便于导引食品上架等。

在食品库存中，环境因素非常重要。根据 RFID 设备记录的环境信息，物流仓库的质量评估系统将发挥作用，自动对库存食品进行评估，判断过期食品，确定发货顺序。这将改变传统“先入先出”（FIFO, First In First Out）的评估方法，而是根据环境信息综合判断，临近保质期满的食品应该先发货。在库存中，工作人员经常要用到手持式读写器对食品进行盘点，如图 14-15 所示。



图 14-15
工作人员用读写器读取食品信息

（3）食品销售与 RFID

经过严格的流通检验过程，安全食品将被运送到消费者手中。这样不论是在餐桌旁还是货架上，消费者都可以了解到自己所选购食品的原料产地、生产者、生产日期等信息，保证自己使用的是“放心食品”，如图 14-16 所示。



图 14-16
麦德龙未来卖场展览中，用 RFID 读写器查询鸡蛋信息

销售环节 RFID 技术在零售环节的应用体现为自动计费、食品防盗、食品有效期监控等。顾客把选取的商品放在购物车中时,购物车就能自动显示当前购物车内的商品总价。RFID 技术的应用实现了食品“源头”及食品供应链的透明:通过为每个食品提供单独的识别身份及储运历史记录,RFID 为食品物流提供了一串详尽而具有独特视角的供应链信息。对于食品保鲜问题,食品一旦变质,RFID 读写器终端也会实时显示过期信息,提示消费者不要食用或者通知零售商尽快将其下架。

(4) 可能存在的挑战与展望

食品安全管理是一个多方协调的系统,因此可能存在的挑战之一就是多方协调性的高低。食品供应涉及面很广,从原产地到加工厂、包装、检验检疫直到餐厅、卖场等环节,每一个环节的编码和通信协议等都必须统一,才能顺利地完成 RFID 食品安全追溯。这就需要管理部门从整体上把握各个环节的硬件、软件产品及属性,制定相应的流程和规范。

按照食品跟踪和追溯的模型,要求在食品供应链中的每一个加工点,不仅要对自己加工的产品进行标识,还要加上原料上的标识信息,并将全部信息对应于一个标签并标识在成品上,以备下一个加工者(销售者、消费者)使用。此原理好比一个环环相扣的链条,在任何一个环节断了,整个链条就脱节了,而供应链中跨环节之间的联系比较脆弱,这是实现 RFID 跟踪和追溯模型具体实现的最大难点。

很多食品采用金属包装,这对 RFID 应用有一定的挑战,一般需要经过大量的实验,确定金属包装对 RFID 的效能的影响究竟有多大,然后再正式应用。

14.4.2 危险品管理与 RFID

1. RFID 危险品管理范畴及现状

广义地说,凡是在装卸、运输、保管及使用过程中,存在爆炸、燃烧、腐蚀、放射性和毒害危险,且对人身安全、财产安全、国家安全与稳定构成重大危害的物品都属于危险品的范畴。

迄今为止,人类所使用的物质约有 60 多万种,每年有 3000 多种新物质出现,在这些物质之中,公认的具有危害或潜在危害的有 3 万多种。我国政府颁布的 GB12268-2005《危险货物品名表》按照物质特性及危险性,把危险物品分为以下九大类:①爆炸品;②压缩、液化或加压溶解的气体,包括易燃气体、非易燃无毒气体、毒性气体;③易燃液体;④易燃固体、易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质;⑤氧化性物质和有机过氧化物;⑥毒性物质和感染性物质;⑦放射性物质;⑧腐蚀性物质;⑨杂项危险物质和物品。历史的经验和教训告诉我们,加强对危险品的运输、存储及生产管理,有利于保障人民的生命财产安全和社会稳定。

为了实现对危险品的有效管理,可以将 RFID 技术应用到其管理方案中,设计一套完整的 RFID 危险品管理系统。使用 RFID 标签对危险品生产、存储、运输、使用等过程进行信息记录,并通过网络技术保证信息的有效传输和实时显示,最终可实现危险品在整个生命周期完全处于相关部门的有效监控和有效管理之内。

危险品种类多,管理分散,容易造成存在危险品数量不清楚、危险品状态不准确、产权信息不明确、安全责任难以落实等问题。此外,传统对危险品标识的方法如打钢印、条形码技术都存在一定的局限性:危险品流通次数多、周转途径长后不易识别且不能保证信息的准确性;危险品所处环境恶劣时往往难以保证安全管理方案的可行性。

利用 RFID 技术建立一个网络化的动态危险品安全管理系统,可以解决上面提到的问题,克服传统管理技术的局限性,还具有一系列优点,例如可以确保危险品监管监控的可操作性、实效性,规范危险品的市场秩序;确保需要定时检验的危险品按时检验,减少危险品过期带来的隐患;提高工作人员责任心,一旦出现事故便于追查责任人;提高工作效率,降低劳动强度和劳动成本,提高企业竞争力;创造新的服务形式、商业模式和产业结构等。RFID 带来的最大好处主要是两个方面:第一,由于 RFID 的引入能够实现对危险品的实时跟踪,减少危险品事故的发生;第二,解决现在危险品事故发生后法律责任追究困难的问题。应用 RFID 技术的管理系统可以对危险品从生产、存储、运输到使用进行实时跟踪、监测,当事故发生时可以通过监测网络迅速判断出问题所在。

在我国,863 计划 2006 年度 RFID 课题中提出“RFID 技术在物品安全追溯管理的应用”,其目的是研究各行业物品安全管理的政策、法规及应用流程;重点研究危险品在流通过程采用 RFID 技术管理的解决方案。

2. RFID 危险品管理方案论述

通过统计分析,危险品事故发生的主要环节有生产、存储、运输和使用,在这 4 个过程中发生的事故比率高于 90%,而造成的死亡人数更是高达 95% 以上。所以要实现了对危险品的有效管理,切实减少危险品事故的发生,必须对危险品的生产、存储、运输和使用四个过程实现全程监控。因此,危险品管理系统也应包括生产、存储、运输和使用 4 个子管理系统,而且每个管理子系统均需通过有线或无线网络技术与企业及政府管理终端相连接,这样管理部门通过登录管理终端就可以实现对危险品流向及其使用情况的全程监控和管理。

14.4.3 RFID 在交通方面的应用

1. 高速公路电子不停车收费系统

不停车收费系统 ETC (Electronic Toll Collection) 是智能交通系统中一

个重要的领域和应用环节。通过安装在车辆挡风玻璃上的车载电子标签与收费站 ETC 车道上的微波天线之间的微波专用短程通信,利用计算机联网技术与银行系统进行后台结算处理,从而达到车辆通过路桥收费站不需停车便能交纳路桥费的目的。通过电子收费的技术手段,提高了公路的交通能力、车辆运行效率、降低了油耗和车辆损耗,减少了尾气排放,达到了节约能源和保护环境的目的。

收费系统是高速公路自动化运营的重要组成部分,是我国“贷款修路,收费还贷”政策落实的产物。高速公路收费制式有开放式和封闭式两种。开放式收费仅按车型一次性收取通行费;封闭式收费按车型和行驶里程收取通行费。收费系统具有财务管理功能,能及时做好收费结算,系统核算等功能。

高速公路收费方式有人工收费、半自动收费和全自动收费方式。目前,我国 90% 以上的高速公路收费方式还是采用人工收费或半自动收费方式。原始的人工收费、半自动收费方式已成为我国道路发展的主要瓶颈,存在以下几个方面的弊端:

- 1) 收费设施及技术落后,收费站出入口容易形成交通拥挤;
- 2) 各路段收费方式、标准的不统一,给车主交费造成混乱;
- 3) 财务管理混乱,票款流失严重;
- 4) 收费停车排队浪费时间和燃油,汽车尾气对环境造成污染。

因此,采用更加先进的收费系统才能更好地解决当前收费系统的诸种问题。不停车收费(ETC)利用 RFID 技术并综合计算机网络技术,解决了当前交通收费效率低下的问题。ETC 特别适用于高速公路或交通繁忙的桥隧。实施不停车收费,一方面,可以允许车辆高速通过,减少车辆在收费口因缴费、找零钱等动作而引起的排队等候。据测算,较人工收费车道,ETC 车道通行能力提高四至六倍。另一方面,可使公路收费走向电子化,降低收费管理的成本,有利于提高车辆的营运效益,同时也大幅降低收费口的噪声水平和废气排放,并可以杜绝少数不法收费员贪污路费从而减少国家损失。

与原来的人工收费和人工电脑收费方式相比,实行不停车收费后的优势为:改善了路上密集车辆所造成的环境污染,减少车辆阻塞现象,更重要的是提高收费效率。

(1) ETC 系统简介

ETC (Electronic Toll Collection) 是电子不停车收费的简称,是一种利用专用短程微波通信技术,通过路边的射频读写器单元与车载系统的信息交换,自动识别车辆,通过计算机联网技术与银行系统的后台结算处理,实施电子支付,完成车辆通行费扣除的全自动收费方式。

- 1) 工作原理 ETC 原理如图 14-17 所示,当车辆通过 ETC 收费站时,

地感线圈检测到车辆进入车道，触发安装在 ETC 天线架的射频读写器，射频读写器开始与安装在汽车挡风玻璃上的车载系统进行双向通信和信息交换，将数据传送给 ETC 收费站 PC，ETC 收费站 PC 根据不同情况来控制管理系统产生不同的动作，如从该车的预付款项账户中扣除此次应交的过路费，并送出指令给其他辅助设施工作，如交易成功后，挡车器自动升起，放行车辆；车辆通过后，挡车器自动放下。整个收费过程无需人工干预，用户可不停车快速通过 ETC 收费站。

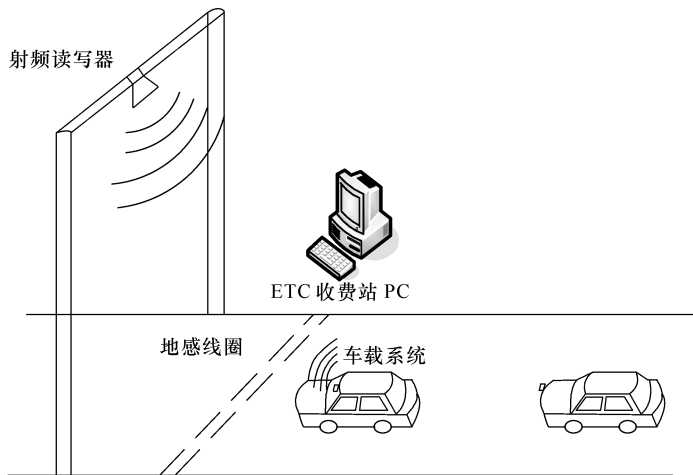


图 14-17
ETC 工作原理简图

2) 系统功能模块 射频自动识别不停车收费系统按其功能可分为自动识别控制子系统、自动判断型子系统、数据采集子系统、车辆检测子系统、闭路电视子系统和信号控制子系统等几个，如图 14-18 所示。

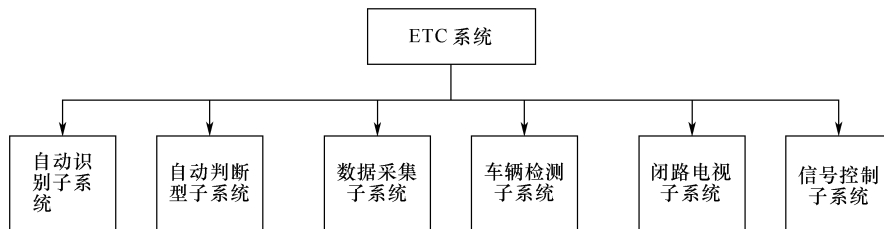


图 14-18
ETC 车道控制系统功能模块图

各子系统功能简述如下：

①自动识别控制子系统主要由射频自动识别读写器、射频自动识别卡、车道栏杆控制机、收费员计算机终端等组成，它是整个不停车收费系统的核心，负责控制不停车收费车道所有设备的运行、收费业务操作的管理及与收费站计算机的通信和数据交换。

②自动判断型子系统主要由光栅、高度检测器、轴数检测器等组成，它通过采集车辆的高度和轴数等参数，经综合分析比较来判别车辆的车型。

③数据采集子系统主要由射频自动识别读写器和射频电子标签卡构成。射频电子标签被安装在汽车挡风玻璃内侧的上方,在电子标签上写有标签编号、车号、车主、车型、应缴金额、剩余金额和有效期等信息;射频自动识别读写器被安装在收费岛的前端,它通过微波技术从射频电子标签卡上读取有关信息,并同步传送给车道控制主机。

④闭路电视子系统主要由车道摄像机和收费站的监视器等组成。车道摄像机被安装在收费岛的前端,主要用于拍摄非法通过的违章车辆。

⑤信号控制子系统主要由通行信号灯、偏叉信号灯和自动栏杆等组成,用于提醒驾驶员正确使用不停车收费车道。

⑥车辆检测子系统主要由三组环形线圈组成。第一组环形线圈(ENTER LOOP)被安装在收费岛的入口处,用于激活天线读取电子标签的信息;第二组环形圈(ESC LOOP)被安装在收费岛的中间出口处,用于控制通行信号灯和偏叉信号灯的状态;第三组环形线圈(EXIT LOOP)被安装在收费岛的出口端,用于统计车流量,并控制自动栏杆、通行信号灯和偏叉信号灯的工作状态。

3) 关键技术 ETC 主要包括自动识别技术 AVI、车辆抓拍和车道控制几部分。车辆自动识别技术 AVI (Automatic Vehicle Identification) 是其最重要的技术,它直接影响到系统的性能和应用推广,也是区别不同的 ETC 系统的主要标志。交通运输本身特点要求有一种能够在全天候、恶劣环境下应用,远距离作用(10m左右),安全可靠,高速,寿命长的系统。由于微波透入性强,可以穿透浓雾、雨滴、风沙等,适合于车辆全天候、恶劣环境条件下工作,它还具有工作距离远、体积小,既可以有源发射方式(寿命可达10年以上)也可以无源反射方式(无寿命限制)工作等特点,因此射频识别技术刚好满足交通运输的要求。工作波段主要有900MHz、2.45GHz和5.8GHz频段,ETC系统中应用最广泛的是5.8GHz频段。工作原理如图14-19所示。

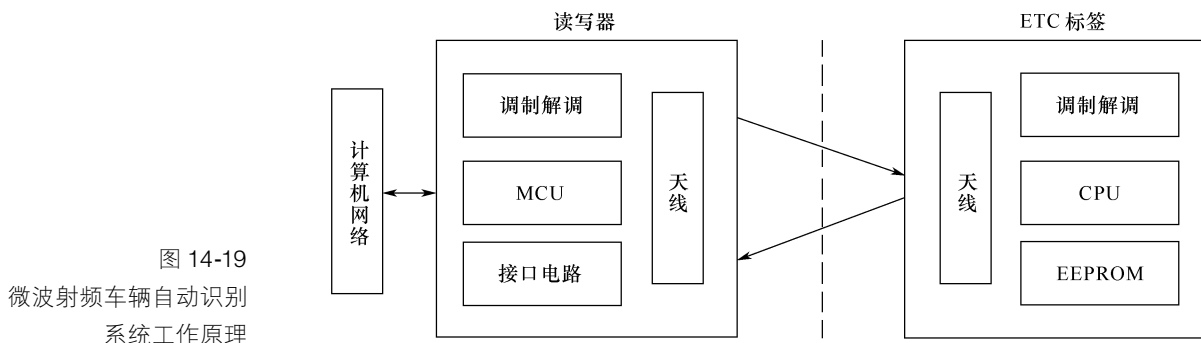


图 14-19
微波射频车辆自动识别
系统工作原理

从图 14-19 中可知,射频标签收到射频读写器发出的信号,经数据解调送控制单元进行处理,通过身份确认,密码验证后,控制单元对 EEPROM 进行数据读写操作并经编码、加密后,再经调制发射出去。处理控制

单元主要用于密码校验,编程模式检查,数据加密解密,并控制对EEPROM的读写操作。EEPROM中存有车辆的ID号、车牌号、车型、司机等相关信息。射频读写器接收到的ID号等信息后通过接口电路与计算机系统数据进行数据交换,做出相应的操作,从而实现对车辆的自动识别。

4) 系统的关键设备 射频通信设备是ETC系统的关键设备,它主要由射频读写器(包括天线)和车载系统两部分组成。其中车载系统按形态可分为单片式和两片式两种。

射频读写器负责与车载系统进行数据交换,并将数据传送给计算机进行处理。

单片式车载系统在物理结构上是一个不可拆分的整体,既存储了车牌号、车型等车辆物理参数,也记录了用户的消费账号、账户金额方面的信息。

两片式车载系统则由固定安装的车载机和可插拔的支付卡(双界面CPU卡)两部分组成,车载机里存储了车牌号、车型等车辆物理参数,而用户的消费账号、账户金额方面的信息则存储在支付卡里面。

①单片式收费系统 单片式收费系统要求进入路网的所有ETC车辆全部安装车载系统,所有路口全部实现不停车收费。单片式收费系统为车辆在路网中的高速通过提供了必要的条件,极大地减少了道路阻塞,提高了道路的通行能力,这种收费模式已经在美国、日本、西欧、新加坡等国家的少量路段进行了实施,并取得了良好的效果。但是,采用这种收费方式,要求所有出入口车道全部安装统一接口标准的射频读写器。由于目前研发射频读写器技术门槛高,导致成本居高不下。如果要在所有的出入口车道安装路侧射频读写器,再加上充值所需要的射频读写器,所以需要的路侧射频读写器数量巨大,投资大风险高,因此也限制了这种ETC收费模式的推广,导致ETC收费技术无法充分利用在我国的道路收费系统中,降低了路网的使用率。

②两片式收费系统 两片式车载系统是由车载机和可插拔的支付卡(双界面CPU卡)组成。在路网联网状况下,装有两片式车载系统的车辆可以在ETC车道进行不停车收费服务,同时也可以使用金融IC卡在MTC(停车收费)车道进行刷卡,并完成缴费。没有安装两片式车载系统的其他车辆仍然通过MTC车道进出,完成缴费。由于两片式收费系统很好地涵盖了各种车辆的通行要求,而且只需在车流量大的收费站开辟ETC专用车道,投资资金相对单片式收费系统大幅降低,并能很好地解决高速公路缴费堵塞的问题,保证了路网高使用率。因此,两片式收费系统是我国目前建立ETC收费系统比较实际而且有效的建设方案。

5) 系统工作流程 ETC收费系统是一个庞大的收费管理系统,不仅涉及RFID无线射频技术,还需利用计算机网络技术及银行系统进行后台

结算处理。收费系统整体流程如图 14-20 所示。

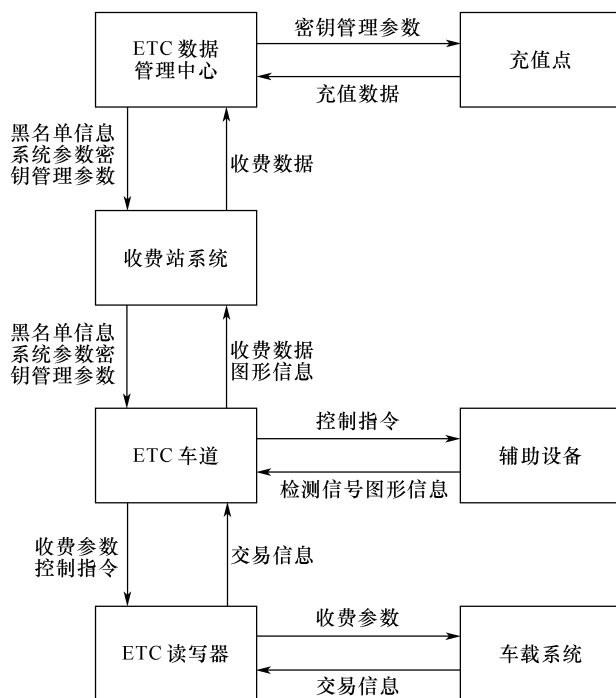


图 14-20
ETC 系统整体流程图

车载系统进入车道入口，触发入口处的地感线圈、摄像机等辅助设备，地感线圈将检测信号发送至 ETC 收费站 PC（机），ETC 收费站 PC（机）将收费参数和控制指令发送至 ETC 读写器，打开读写器，与车载系统进行数据交换；车载系统将交易信息及车辆信息传送给读写器。读写器将这些信息传送给 ETC 收费站 PC（机），同时摄像机则将图形信息传送给 ETC 收费站 PC（机），用来核实车辆身份的真实性；ETC 收费站 PC（机）将收费数据、图形信息传给收费站系统，由收费站系统汇总，传给 ETC 数据管理中心，管理中心做出相应决策后，将命令通过收费站系统回传至 ETC 收费站 PC（机）；如果该车身份可靠，则扣费放行，否则，拦截该车辆。

(2) ETC 系统总体结构

随着市场经济的发展，交通基础设施建设步伐的加快，一家办交通的格局已经逐步被多家办交通的格局所替代。而网络环境下不停车收费系统的开发应用必须依托一定规模的路网，因此系统应根据特定交通基础设施建设的实际而定，并考虑建设情况与“一卡通”的兼容性。

(3) 国内外 ETC 标准

1) 国外发展情况 国际上，美国、欧洲、日本很早就针对不停车收费系统中的研发技术、工程实施、标准规范进行了深入研究，并向国际标准化组织提交了有关不停车收费标准的草案，欧洲和日本提出的标准较为成熟，获得了较广泛的厂商支持。

1988 年美国 Lincon 隧道首开不停车收费系统以来，目前美国已有 10 多个运输管理机构在进行这方面的工作，大量的不停车收费车道已在美国国内的高速公路上开通。不停车收费系统已经成为美国回收公路投资的有效手段。

三菱株式会社、丰田株式会社是日本国内不停车收费系统研究的领先者，并在世界各地广泛地开展不停车收费系统验证实验。1995 年，日本建设省和公路管理公司组织国内 10 多家单位在全国各地进行不停车收费系统的现场实验。1997 年，编制了不停车收费标准草案并提交给国际标准化组织 ISO/204 委员会，并于 1998 年在全国推广不停车收费系统。

欧洲在不停车收费方面起步更早，1986 年挪威的卑尔根首次使用不停车收费系统以来，意大利、西班牙、英国、法国等国也先后在国内开始了 ETC 的应用。1997 年在欧洲标准化委员会（CEN）的协调工作下，欧洲的不停车标准草案顺利通过。

2) 我国 ETC 国家标准的制定 最近几年来，随着我国高速公路联网收费的发展，国内众多省市高速公路已开通电子不停车收费（ETC）车道。区域内联网收费已很成熟，但区域间联网收费却存在系统兼容问题，阻碍了我国高速公路的健康发展。

2007 年 3 月 19 日，电子不停车收费系统国家标准正式出炉，该标准由交通部公路科学研究院牵头制定，国内 ETC 设备认证也由其负责。该标准系列从物理层、数据链路层、应用层、设备应用及物理层主要参数测试方法五方面做出了相应规定。ETC 国家标准大体框图见表 14-3。

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 20851.1-2007	电子收费 专用短程通信 第 1 部分：物理层
2	GB/T 20851.2-2007	电子收费 专用短程通信 第 2 部分：数据链路层
3	GB/T 20851.3-2007	电子收费 专用短程通信 第 3 部分：应用层
4	GB/T 20851.4-2007	电子收费 专用短程通信 第 4 部分：设备应用
5	GB/T 20851.5-2007	电子收费 专用短程通信 第 5 部分：物理层主要参数测试方法

表 14-3 电子收费标准框图

该标准的出炉为我国高速公路区域联网收费乃至全国联网奠定了坚实的基础，改善了我国 ETC 系统互不兼容的局面，促进了我国 ETC 系统的发展与大范围应用。

(4) 900MHz 无源标签与 5.8GHz 有源标签的 ETC 系统优越性比较

除 5.8GHz 频段可用于 ETC 系统之外，900MHz 频段同样适用于 ETC 系统。早在我国 ETC 标准出台之前，欧洲和日本就规定把 5.8GHz 频段作为 ETC 系统的工作频段，并获得了广泛的应用，但是 900MHz 频段 ETC 系统在北美也获得了广泛的应用。900MHz 无源标签与 5.8GHz 有源标签的 ETC 系统各有其优越性，因此，5.8GHz 的 ETC 系统虽有国标支持，但很

多地方在建设 ETC 系统时,对于该选用哪种工作频段仍然存在争议。下面对这两种不同工作频段的标签及其对应的系统优越性做一比较,以供相关单位和人士参考。5.8GHz 与 900MHz 频段 ETC 系统的优缺点见表 14.4。

表 14-4 900MHz 无源标签与 5.8GHz 有源标签优越性比较

性能	ETC 系统标签种类	
	5.8GHz 有源标签	900MHz 无源标签
有无国标	有	暂无
成本	较高	低
有无电源	有	无
稳定性	较差(有源标签降低标签成本,其设计方案中往往很难解决频率稳定性问题,标签易受到气温和温湿度等环境影响)	好
一致性	较差,不易维护	好,更易于维护
与读写器的通信速率	高	较低
与读写器的通信距离	较大	较小
系统付费方式	预付费,现场扣费(利于公路经营方);如果误扣,事后处理纠纷(不利于用户)	一般非预付费,事后付费(利于用户);需事后核对、易出现欠费情况,增加了处理工作量(不利于公路经营方)
系统对自由流方式的支持	较差(在自由流远距离多读写器情况下易造成在同一地点重复收费的情况发生,而且一旦重复收费也不能现场纠正,易引起纠纷)	优(在自由流远距离多读写器情况下可以通过后台系统判断来解决同一地点重复收费的情况)
应用案例	较多(全国已有 10 多个省市建成 5.8GHz ETC 系统并投入应用,用户量已突破 50 万)	较少(在自由流场合已有应用,北美 ETC 及国内外停车场一些停车场管理方面也有应用)

2. 高速公路路径识别系统

目前,大部分省份已经实施联网收费,在联网收费系统的建设中往往面临车辆行驶路径的识别问题。在联网收费环境下,尤其在投资主体多元化的路网环境下,如何确定行驶路径影响到车辆通行费的计算及收费收入在单位间的拆分。高速公路交通流量非常大,产生的通行费额巨大,而在多路径上产生的通行费也占相当比例。山东省高速公路管理部门曾经测算,在多路径路段上发生的交通量占交通量的 4%,多路径产生的费用占路网总通行费用的 3.3%,每年多达千万元。

路径识别带来收益的同时,我们需考虑路径识别技术实施建设费用

的问题。成本低、精度高、收益好的识别技术才是道路经营公司所青睐的。

现广泛被采用的最短路径法，以该识别法为依据的收费和分配较为简单，但在路径相差不大的情况下，往往会出现较大的偏差。若各业主自行设立收费站，投资巨大，而且影响高速公路的效率，且不符合国家相关规定。若按投资比例进行分配，不同道路的行车流量又不能完全等同，这种拆分方式也有失公平。而车牌照识别法精度低、造价高，往往不为高速公路公司所采用。

RFID 电子标签识别法是一种性价较高的多义性路径识别法，有着一定的优势和发展空间。电子标签的成本比车牌技术要低，而动态识别的准确率要高。

(1) 路径识别的基本方法

目前，路径识别技术从总体上可以分为精确识别和概率识别两类，如图 14-21 所示。

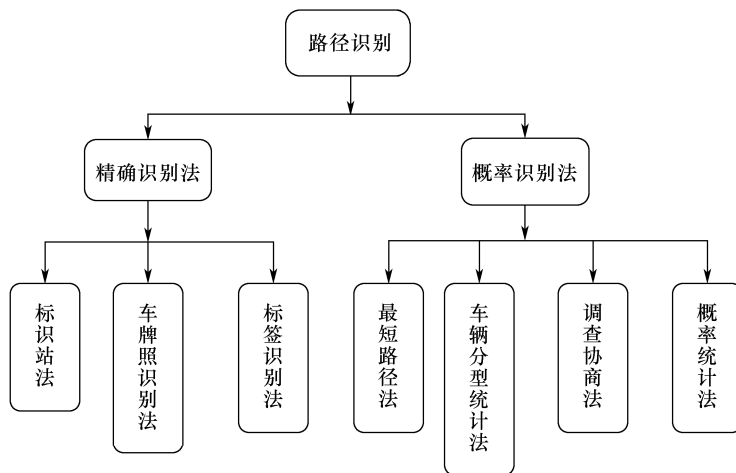


图 14-21
路径识别的方法

精确识别的核心是正确判别路网中每一车辆的实际行驶路径，对路网中可能出现行驶歧义的车辆，通过一定的技术手段，不论在土建设施还是电子手段来对路径进行确认，从而解决路网中路径问题。精确识别法主要有标识站法、车牌照识别法、标签识别法等。

概率识别法是以交通均衡或非均衡理论为基础，建立各种理论模型和算法，分析计算特定高速公路网络的通行车辆交通分布与分配，从而确定路网中整体出行交通的行驶路径或单车的可能行驶路径。随着高速公路的发展，高速公路路网将越来越复杂，概率统计模型的建立和投资业主间的拆分标准制定也越来越困难。概率识别法主要有最短路径法、车辆分型统计法、调查协商法、概率统计法等。

下面简要介绍几种常用或推荐采用的识别方法：

1) 标识站法 采用一定的土建设施和电气设备在可能出现二义性道路上,设立车辆通过在通行卡上作一定的标识记录设施,以判别实际行驶路径,它可分为停车和不停车式两种。不停车式标识站法适用于电子不停车收费系统(ETC),可以在在车辆高速行驶时进行行驶路径精确标识。目前,不停车标识站法推广尚有一定难度;停车标识站法,凡经此断面车辆必须停车和进行记录操作,导致行车速度降低,降低了高速公路的服务水平,而且国家法规已对停车式标识站法做出了限制。

2) 最短路径法 该方法取最短路径为行驶路径。从起点到终点存在两条或两条以上的路径,将最短路径作为车辆选择路径,此方法最为简便,投资最少。

最短路径法直接将多路径车辆通行费分配给最短路径业主,因此这种方法的准确度取决于车辆在实际的路径选择过程中选择最短路径的概率。这种方法在最短路径与其他路径相差较大的情况下,这种方法则较符合实际情况;最短路径与其他路径相差较小时,道路路径的选择可能考虑到路况、服务设施等情况,此时最短路径法的误差较大。

3) 车牌照识别技术 “车牌照识别”技术也可以用于多路径的精确识别,即高速公路出、入口设置车牌照抓拍系统(或者采用人工输入车牌照号码),在路网内关键点设置车牌照抓拍系统,摄取通过车辆牌照并加以识别,从而判定车辆实际行驶路线。

车牌照识别法是一种不降低道路服务水平的精度识别法,是一种比较好的路径识别方法。其主要问题是识别精度和造价,目前用于车道车牌照识别系统的识别精度在90%左右,耗资在百万元以上。

4) 标签识别法 标签识别法是车牌识别法的改进方法。它是通过让车辆在携带通行卡等常用通行凭证的同时,在携带一个作为车辆特征的标签(标签可以采用条码、图形和电子标签等等),在经过多义性路径关键点时对标签进行认证记录,结合车辆出入口通行信息,完成对车辆行驶路径的精确识别。

标签识别法造价低、识别率高,但在操作上存在一定的难度,需要司机配合把标签贴到合适的位置。

(2) 电子标签法

电子标签法是精确路径识别法中标签法中的一种,具有成本低、识别率高等优点。

1) 工作原理 在高速公路某点设立路径标识发送设备,车在入口时领到RFID电子标签,当车辆行驶至具有标识站的ETC标识车道(多车道自由流方式),安装于ETC标识车道的天线基站控制系统会自动唤醒RFID电子标签,并实时向RFID标签中写入本标识站信息,达到路径标识的目的。

2) 频段的选择 在高速公路收费系统中, RFID系统常见的工作频率为13.56MHz, 433MHz, 915MHz, 2.45GHz, 5.8GHz。采用RFID技术解决路径识别问题, 路旁设备要满足远距离高速度电子标签的读写功能, 系统工作频率应选择在超高频及微波频段。

①433MHz 频段 在我国, 433MHz的无线电频率是国家没有特殊规定其使用目的的频率范围, 也是电子标签产品相对成熟的频率范围。在高速公路的路径识别中, 该频段稳定性好, 电子标签个体差异性小, 数据读取的准确率也较高, 电子标签和读写器的价格也相对便宜, 不失为近期解决高速公路多义性路径识别的可选频段。但从长远的角度考虑, 433MHz并非国家分配给高速公路电子不停车收费(ETC)使用频段, 在远期与ETC的结合过程中, 会出现兼容问题。

②915MHz 频段 860MHz-960MHz这个频段已被GSM无线电话通信、RFID设备及用于工业、科研、医疗用途的一些设备使用。目前, 915MHz尚未使用在高速公路路径识别上主要原因是RFID多义性路径识别的使用环境开放, 电子标签与读写器的防干扰问题较为复杂, 915MHz并非是最好的选择频段。

③2.45GHz 频段 全球公众通用的ISM频段, 目前该频段用于高速局域网、无线传感器网络、蓝牙系统、无线USB等技术领域。随着越来越多的公司使用这个频段, 这个频段的产品防干扰问题将变得复杂。目前, 在多路径识别中, 这个频段的有源电子标签还很少。

④5.8GHz 国家智能交通系统工程技术研究中心、ISO/TC204中国技术委员会确定为我国公路联网电子收费系统工作频率。在高速公路车辆的多义性路径识别中, 该频段的有源电子标签主要是针对电子不停车收费功能进行设计和实现的, 因此在功能上还不能完全满足路径识别的要求, 产品需要进行相应的功能设计及改造。另外, 5.8GHz频段有源标签方向性强, 成本高, 也不利于其用于路径识别。但从长远来看, 采用5.8GHz频段解决多义性路径识别问题, 易于将来与电子不停车收费系统结合。

14.4.4 RFID在邮政行业的应用

邮件处理往往工艺流程复杂, 作业时限紧, 通信质量要求严, 跟踪查询服务水平要求高。RFID技术具有远距离、非“视线”识别、高速、多标签批量识别、无须人工干预、信息可擦写、可工作于各种恶劣环境等特点, 非常适用于邮政生产作业。

14.4.5 RFID未来发展和重要应用

随着RFID应用更加广泛和深入, 大多数用户已经认识到, 可以将RFID与其他系统融合, 如条形码、传感器、防盗、数据采集或者GPS(全

球定位系统)等。因此,随着市场不断拓展,RFID 标签未来发展潜力巨大,并向多功能、多样式、低成本、高内存、高安全性等方向发展。同时,RFID 应用也将多元化,如成都利用 RFID 系统 24 小时监控放射源、美国加州技术创新博物馆使用 RFID 技术来拓展和增强参观者的体验等。

可以预见,RFID 技术下一步将会越来越多地从现有的物流跟踪、身份识别和防伪等典型应用领域扩展到如环境监测、智能家居等使用 RFID 与传感器结合的众多领域,形成新的物联网应用。

14.5 小结

本章主要介绍了 RFID 在身份标识、安全防伪、流通、危险品管理、交通、邮政等领域的典型应用。

14.6 思考题

1. ETC 系统已经在我国智能交通中得到了广泛的应用,请简单描述下该系统的工作流程。

参考文献

- [1] 周晓光,王晓华. 射频识别 (RFID) 技术原理与应用实例 [M]. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [2] 孙洵. 射频识别 (RFID) 技术及产业发展现状研究 [J]. 金卡工程,2007 (7): 37-40.
- [3] Lau Y C, Patil A. LANDMARC: Indoor location sensing using active RFID, *Wireless Networks* [J]. *Wireless Networks*, 2004, 10 (6): 701-710.
- [4] Weinstein R. RFID: A Technical Overview and Its Application to the Enterprise [J]. *It Professional*, 2005, 7 (3): 27 - 33.
- [5] 沈宇超,沈树群. 射频识别技术及其发展现状 [J]. *电子技术应用*, 1999, (1): 4-5.
- [6] Rieback M R, Crispo B, Tanenbaum A S. RFID Guardian: A Battery-Powered Mobile Device for RFID Privacy Management [J]. *Lecture Notes in Computer Science*, 2005, 3574: 184-194.
- [7] Tuyls P, Batina L. *Lecture Notes in Computer Science* [M]. Springer Berlin Heidelberg, 2006.
- [8] Agusti Solanas, Jordi Castella-Roca. RFID Technology for the Health Care Sector,

Dept. Computer Science and Mathematics, Rovira I Virgili University Tarragona, Catalonia, [EB/OL]. [2014-10-22]. <http://www.bentham.org/eeng/samples/eeng%201-1/Solanas.pdf>.

- [9] Choi E Y, Lee S M, Lee D H. Efficient RFID authentication protocol for ubiquitous computing environment [J]. In Proc of Secubiq05, Lncs, 2005: 945-954.
- [10] Rieback M R, Crispo B, Tanenbaum A S. Keep on Blockin in the Free World: Personal Access Control for Low-Cost RFID Tags [J]. Security Protocols, 2007: 51-59.
- [11] Mitrokotsa A, Rieback M R, Tanenbaum A S. Classifying RFID attacks and defenses [J]. Information Systems Frontiers, 2010, 12 (5): 491-505.

附 录



附录 A 部分国外物联网重要事件

1999 年，麻省理工（MIT）提出了传感网、物联网的概念。

2003 年，美国《技术评论》提出传感网络技术将是未来改变人们生活的 10 大技术之首。

2004 年，日本信息通信产业的主管机关总务省（MIC）提出 U-Japan 战略。

2005 年 11 月 17 日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS）上，国际电信联盟（ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》。

2006 年韩国提出了为期 10 年的 U-Korea 战略。在 U-IT839 计划中，确定了 8 项需要重点推进的业务，物联网是 U-Home（泛在家庭网络）、Telematics/Locationbased（汽车通信平台\ 基于位置的服务）等业务的实施重点。

2006 年 2 月，国际电联在日内瓦举办了一个射频身份识别研讨会，会议特别强调了物联网的概念。

2006 年 9 月，当值欧盟理事会主席国芬兰和欧盟委员会共同发起举办了欧洲信息社会大会，主题为“i2010-创建一个无处不在的欧洲信息社会”。

2008 年，物联网被定义为欧洲电信标准化协会（ETSI）委员会战略政策题目。

2009 年 1 月，奥巴马就职演讲对 IBM 提出的“智慧地球”积极响应后，物联网再次引起人们的广泛关注。

2009 年 6 月，欧盟正式提出“Internet of Things -An action plan for Europe”的物联网行动方案，描绘了物联网技术应用的前景，并提出要加强欧盟政府对物联网的管理，消除物联网发展的障碍。

2009 年 7 月，日本 IT 战略本部颁布了日本新一代的信息化战略——

“I-Japan”战略,为了让数字信息技术融入每一个角落,首先将政策目标聚焦在三大公共事业:电子化政府治理、医疗健康信息服务、教育与人才培养,提出到2015年,透过数位技术达到“新的行政改革”,使行政流程简化、效率化、标准化、透明化,同时推动电子病历、远程医疗、远程教育等应用的发展。

2009年9月,欧盟第七框架RFID和物联网研究项目簇发布《物联网战略研究路线图》,提出了新的物联网概念,并进一步明确了欧盟2010年、2015年、2020年3个阶段物联网的研究路线图,同时罗列出包括识别技术、物联网架构技术、通信技术、软件等在内的12项需要突破的关键技术,以及航天航空、汽车、医药、能源等在内的18个物联网重点应用领域。

2009年10月,欧盟委员会以政策文件的形式对外发布了《未来物联网战略》,提出要让欧洲在基于互联网的智能基础设施发展上领先全球,除了通过ICT研发计划投资4亿欧元,启动90多个研发项目提高网络智能化水平外,欧盟委员会还决定于2011~2013年间每年新增2亿欧元进一步加强研发力度,同时拿出3亿欧元专款,支持物联网相关公司合作短期项目建设。

同时,韩国通信委员会出台了《物联网基础设施构建基本规划》,将物联网市场确定为新增长动力。《物联网基础设施构建基本规划》提出到2012年实现“通过构建世界最先进的物联网基础实施,打造未来广播通信融合领域超一流信息通信技术强国”的目标,并确定了构建物联网基础设施、发展物联网服务、研发物联网技术、营造物联网扩散环境等4大领域、12项详细课题。

2009年10月12~15日,美国自然科学基金委员会主持召开了一个未来互联网体系结构高层研讨会。会议邀请了90位在网络、通信、安全、隐私、社会学和经济学方面的研究人员共同研究讨论了15年以后的未来网络的整体设想。

2009年12月,欧盟物联网项目总体协调组发布《物联网战略研究路线图》,将物联网研究分为感知、宏观架构、通信、组网、软件平台及中间件、硬件、情报提炼、搜索引擎、能源管理、安全等10个层面,系统地提出了物联网战略研究的关键技术和路径。

2010年初,欧盟第七框架计划发布“2011年工作计划”,确立了2011~2012年期间ICT领域需要优先发展的项目,并指出对未来物联网的研究将加强云计算、服务型互联网、先进软件工程等相关协调工作并开展支持活动。

2010年5月,欧盟提出《欧洲数字计划》,将物联网作为其实施的重要平台之一。同时,日本总务省发布了“智能云研究会报告书”,制定了

“智能云战略”，目的在于借助云服务，推动整体社会系统实现海量信息的集成和共享。该战略包括三部分内容：应用战略、技术战略和国际战略。

2010年7月，第二届物联网大会在欧盟委员会的大力支持下于布鲁塞尔召开。欧盟官员及来自世界各地的企业主管、专家学者、法律人士和消费者代表就物联网发展前景与挑战、带来的机遇与风险、对人们日常生活的影响等方面进行讨论。

2010年，欧盟 CASGRAS 发布《欧盟关于 IOT 的第七计划》，即欧盟关于推动物联网和 RFID 等技术的系列白皮书。

2010~2011年间，美国联邦政府首席信息官 Viver Kundra 先后签署发布了关于政府机构采用云计算的政府文件及《联邦云计算策略》白皮书。美国联邦政府准备在其后三年建设几个大型的云计算中心，向各联邦政府提供云计算服务，并计划在每年800亿美元的IT项目支出中，划拨25%的份额投入云计算建设。

2011年3月，韩国知识经济部在经济调整会议上发布了隶属于“+a 产业培育战略”的一部分“RFID 推广战略”。

2011年5月，韩国放送通信委员会、行政安全部和知识经济部联合决定，计划到2014年前，向云计算领域投入6146亿韩元，大力培育云计算产业。并发布了《云计算扩散与加强竞争力的战略技术》，规定政府从2012年起，将在政府综合计算机中心引进云系统，并建设大型云检测中心。

附录 B 欧盟与中国物联网合作与交流

2004年4月22~23日，由国家标准化委员会主办，中国标准化研究院承办的首届中国国际EPC与物联网高层论坛及EPC与物联网第二届联席会在北京国际会议中心举行。

2004年10月11日，受国家标准化委员会（中国国家标准化管理局）的委托，由EPC global China 主办，由中国物品编码中心、中国自动识别技术协会、全国物流信息管理标准化技术委员会、Auto-ID 中国实验室、同济大学电子与信息工程学院、上海市标准化研究院、上海外高桥软件产业发展有限公司等单位协办，第二届国际EPC与物联网高层论坛在上海展览中心与SCAN CHINA 展览同期举行。

2005年6月22日，由国家标准化委员会主办的第三届中国国际EPC/RFID 高层论坛在北京国际会议中心召开，EPC 国际组织（EPCglobal）于同期召开全球EPC管理委员会会议。

2008年10月29日，由中国-欧盟信息社会项目承办，国家工业与信息

部、中国电子工作化标准研究所、中国通信标准化协会、欧盟信息社会总司、欧洲电信标准化协会支持的中欧 RFID/未来互联网高级研讨会在北京举行。此次会议的成果有：

- 1) 建立中欧专家论坛。
- 2) 中国将加入 CASAGRAS (下一次会议于当年 12 月 1 ~ 4 日在上海举办)。
- 3) 专家论坛将被邀请加入 CERP 项目、欧洲 RFID 研究项目组。
- 4) 中欧在 RFID 和物联网方面的政府层面对话将继续并被加强。
- 5) 2009 年春季中欧共同举办 RFID 互用性活动。

2009 年 11 月 19 ~ 20 日, 首届“无线技术世界暨物联网国际高峰论坛”在北京举行。此次大会由天地互连公司举办, 是国内高规格的以“无线世界”和“物联网”为主题的全球性高峰论坛。

2009 年 12 月 17 日, 中国通信标准化协会 (CCSA) 与 ETSI 在京联合举办了新技术与标准研讨会。300 余名中外专家参加了会议, 双方专家就泛在网/物联网、未来的 Internet、家庭网络、IPTV 和 CDN、绿色环保标准进行了深入的技术交流和探讨。

2011 年 2 月 24 日, 由无锡物联网产业研究院、欧盟第七框架项目 CASAGRAS2 和国家传感信息中心管委会联合主办的“中国—欧盟物联网高峰论坛”, 在江苏省无锡市感知中国博览园举行。来自中国和欧盟的 160 多位物联网技术领域的专家、企业家, 深入交流了该领域的最新进展, 并探讨了双方在物联网技术创新、标准制定、教育培训、产业和应用等方面的合作机会, 以及今后我国与欧盟在物联网项目方面的合作方向。

附录 C 中国射频识别 (RFID) 技术政策白皮书 选段

C.1 中国发展 RFID 技术战略

面对巨大的市场需求及激烈的国际竞争, 中国必须实施有效的技术发展战略, 加快 RFID 技术的自主创新, 在未来的国际竞争中占有一席之地。中国将以应用为引导, 带动具有自主知识产权的技术和产品的开发, 促进中国自主 RFID 产业链的形成, 实现 RFID 技术的全面发展和提升; 建立以企业为主体的自主创新体系, 突破 RFID 关键技术; 参与国际标准化工作, 提出并建立中国的 RFID 技术标准体系, 重点在我国的编码体系、数据管理与交换体系及频率配置等方面; 推动成立技术及产业联盟, 实现在国际

合作和国际竞争大环境下技术和产业的快速健康发展。

1. 总体发展目标

中国发展 RFID 技术的总体目标为：通过技术攻关，突破 RFID 一系列共性关键技术、产业化关键技术和应用关键技术，培养一支与技术研究和产业发展相适应的人才队伍，建立中国 RFID 技术自主创新体系，取得核心技术的自主知识产权；以自主研发技术为基础，实施竞争前联合战略，通过组织产业联盟、产业基地等企业创新集群，形成联合、协同、掌握自主知识产权技术的产业链，实现自主研发产品占市场主要份额；通过实施示范工程，创新应用模式，带动 RFID 技术在行业的广泛应用，逐步形成大规模、辐射相关领域的公共应用；通过研究与制定相关的国家标准，形成中国 RFID 标准体系。

2. 指导思想和原则

中国发展 RFID 技术的指导思想是：从国情出发，建立以企业为主体，政、产、学、研、用相结合的自主发展模式；以示范应用为引导，突破 RFID 关键技术，推动 RFID 技术创新体系和产业链的形成；通过参照国际标准与自主制定标准相结合的方式，研究制定中国 RFID 标准体系。

根据以上指导思想，中国在发展 RFID 技术过程中需要遵从以下原则：

1) 自主创新原则 力主 RFID 技术的自主创新，力争在若干核心技术领域达到国际先进水平或国际领先水平。

2) 产业化原则 以市场需求为导向，确立企业在 RFID 技术发展过程中的主体地位；企业与企业之间要加强沟通，密切合作，从而形成完整的、具有国际竞争力的产业链。

3) 开放原则 密切跟踪技术发展前沿，注重借鉴国外先进技术，加强国际交流，坚持优势互补，推进共赢合作。

4) 协作原则 加强政府各部门之间的沟通与协调，重视企业、大专院校及科研院所之间的协作，加强产业链中各环节的配合与协调，相互激励，共同推动技术进步。

3. 发展途径和实施进程

1) 发展途径 中国发展 RFID 技术将通过共性及前瞻性技术研究、产业化关键技术攻关、应用关键技术的研发、标准和发展战略研究，以及服务体系建设和完善等方面，形成中国 RFID 技术自主创新体系和完整产业链。以典型应用示范为引导，通过自主创新，突破芯片设计制造、天线设计制造、封装技术装备、读写器设计制造、电子标签集成等产业化关键技术；通过集成创新，发展中间件及系统集成技术，建设公共信息服务体系和测试环境，建立与国际标准互联互通的技术标准体系。

2) 实施进程 RFID 技术实施进程应有步骤分阶段进行：

第一阶段 培育期（2006 ~ 2008 年）：跟踪国际最新共性技术的研发，

结合重点行业应用,研发具有自主知识产权的 RFID 技术,按照国家 RFID 标准体系框架,制定相应技术标准与应用标准,开展应用示范工程。

第二阶段 成长期 (2007 ~ 2012 年):突破应用与产业化关键技术,加快相关技术标准及行业应用标准制定,基本形成中国 RFID 标准体系,拓展应用领域。

第三阶段 成熟期:形成国际同期先进水平的技术体系,实现 RFID 技术的广泛应用及与其他技术的融合。

C.2 中国 RFID 技术发展及优先应用领域

中国 RFID 技术发展与应用要整体规划、分步实施,注重共性基础及前瞻性技术研究,优先发展产业化关键技术和应用关键技术,建立 RFID 标准体系,推进重点行业应用。

1. 关键技术

进行 RFID 产业化关键技术及应用关键技术的研究和攻关,逐步建成符合中国 RFID 产业发展及应用的技术创新和服务支撑体系。

1) 共性基础及前瞻性技术 研究具有国际领先水平的、有较大发展潜力的共性技术和前瞻性技术,如:用于标签芯片的超低功耗电路研究;可用于标签芯片的安全算法及其实现技术研究;超高频 (UHF) 读写器核心模块的研发;基于不同应用对象的超高频和微波频段 RFID 标签天线研究;标签封装设备关键技术研究;RFID 与其他技术的集成与融合研究;RFID 系统检测、认证相关技术研究;基于 IPv6 网络技术的 RFID 信息服务体系研究等。

2) RFID 产业化关键技术 RFID 产业化关键技术包括芯片设计与制造、天线设计与制造、电子标签封装技术与装备、RFID 标签集成、读写器设计与制造技术等。

- ①芯片设计与制造;
- ②天线设计与制造;
- ③RFID 标签封装技术与装备;
- ④RFID 标签集成;
- ⑤读写器设计;

3) RFID 应用关键技术 对 RFID 应用体系架构、RFID 系统集成与中间件、RFID 公共服务体系、RFID 测试技术与规范等 RFID 应用关键技术进行研究和攻关,形成中国 RFID 技术发展的支撑服务体系。

- ①RFID 应用体系架构;
- ②RFID 系统集成与数据管理;
- ③RFID 公共服务体系;
- ④RFID 检测技术与规范。

2. 标准与测试

研究及制定符合中国无线电频率管理政策和规定的空中接口；研究及制定编码和编码应用规则、产品和应用标准；制定测试规范；研究标准之间的互联互通；建立具有自主知识产权的公共服务体系标准，以及科学、公正的测试标准体系。

3. 优先应用领域

鼓励和支持在公共安全、生产管理与控制、现代物流与供应链管理、交通管理、军事应用、重大工程与活动等领域中优先应用 RFID 技术，为 RFID 技术大规模应用提供经验。

- ①公共安全；
- ②生产管理和控制；
- ③现代物流与供应链管理；
- ④口岸进出口货物监管；
- ⑤交通管理；
- ⑥军事应用；
- ⑦重大工程与活动。

C.3 中国推进 RFID 产业化战略

1. 指导思想

在 RFID 技术发展与产业化过程中，统筹兼顾关键技术突破、市场推广及标准研究等关键环节。依据单元技术与系统集成并重、产业投入与市场培育并重、企业运作与政府推动并重、技术创新与标准制定并重、自主研发与国际合作并重的原则，实现中国 RFID 产业自主、健康、可持续发展。

中国发展 RFID 产业的总体思路是：企业为主，政府推动，构建产业联盟，形成掌握自主知识产权技术的 RFID 产业链；通过产业基地建设，发挥群体优势，打造具有国际竞争力的民族品牌；开展国际交流与合作，提高中国 RFID 产业整体水平。

2. 发展途径

在自主创新技术研发的基础上，增强产品的设计开发和制造能力，满足市场需求；加强政策扶持，营造良好的发展环境；建设产业基地，加快产业链形成，提升民族产品和产业的市场竞争能力。

①培育市场，以应用为先导，通过典型行业应用示范及推广，加快实现 RFID 关键技术研究开发成果的产业化，形成规模发展。

②技术进步推动产业升级，提高竞争能力。实现 RFID 产品设计由通用型向专业型方向发展，产品的生产装备由初级向高级不断完善，提高产品的一致性和成品率，加快提升 RFID 产业链的整体水平。

③积极营造良好的发展环境,加强政策支持,坚持走自主创新、集成创新和引进创新相结合的技术发展道路,努力培育自主设计、开发和制造能力。

④进一步完善产业政策,积极引入新的融资渠道和模式,建设 RFID 产业基地,实现技术和产业的汇聚,促进 RFID 产业链的形成和发展。

⑤建立产品认证制度,重点推广具有自主知识产权的核心技术产品,营造良好市场秩序,促进 RFID 产业持续健康发展。

⑥加强 RFID 技术产品测试平台等公共服务体系建设,提升技术研发成果的“孵化”转化能力。

⑦注重 RFID 产品标准化工作,制定适应中国产业发展的系列标准。

附录 D 国家各部委近年来资助 RFID 相关技术发展的项目

白皮书出台前后,我国一系列的 RFID 科技项目的支持计划也纷纷出台。国家发改委、科技部、信息产业部在国家“十一五”相关规划中明确指出,重点支持 RFID 技术的研究及 RFID 产业与应用的推广,组织实施相关工程项目。其包括 RFID 芯片设计与制造、电子标签封装、各类读写器的研制及应用软件开发等,这些举措既坚定了企业自主创新的决心,也促进了我国 RFID 产业链的发展。

近年来,国家发改委一直不断加大对 RFID 产业项目的支持,仅 2009 年就有 17 家企事业单位的 RFID 产业化项目得到其赞助。附录 D.1 列举了近年来其相关 RFID 立项项目清单。

科技部于 2004 年 10 月启动了 863 计划课题——物流应用中的 RFID 技术分析测试情况;2005 年 4 月启动 863 计划课题——无线射频关键技术研究与开发;并在“十五”末期启动了多个 863 计划 RFID 相关课题,项目总经费达 1.6 亿元人民币。附录 D.2 列举了其具体的立项项目课题清单。

信息产业部也安排了电子信息产业发展基金项目,支持 RFID 相关电子产品研发及产业化。2005 年信息产业部把“基于 RFID 的电子标签产业产品”列入重大招标项目;2007 年 4 月 20 日,信息产业部还发出“关于发布 800/900MHz 频段射频识别(RFID)技术应用试行规定的通知”(信部无[2007]205号),做出 3 条相关规定,务实推动标准研制和产品开发。附录 D.3 列举了近年来其相关 RFID 的项目清单。

还有近年的国家科技支撑计划,国家自然科学基金资助项目以及科技型中小企业技术创新基金项目等都纷纷支持 RFID 产业。附录 D.4~D.6 列举了其相关项目内容。

如今 RFID 的发展也得到了各地方政府的大力支持,如上海、广东、浙江等地方政府都相继投入资金,开展 RFID 技术研究与应用推广工作。经过多番努力,我国已经建立了多个具有一定规模的产业化基地,如上海 RFID 产业化基地和广东佛山 RFID 产业化基地;杭州卷烟厂已成为国内首个卷烟成品托盘出库 RFID 应用系统的应用试点等。此外,北京市交通委和市发改委在交通基础设施建设科学规划中指出,准备将全市每辆汽车安装汽车电子标签来更好地掌握北京市交通数据等。

下面内容具体附录了近年国家发改委、科技部、信息产业部及国家自然科学基金和创新基金等资助的相关 RFID 的立项项目清单。

D.1 国家发改委资助项目

近年来,中华人民共和国发展改革委员会对 RFID 产业给予项目支持,本部分内容附录了其立项中有关 RFID 的项目清单,见表 D-1。

年度	项目类型	项目名称	项目承担单位
2006 年度	中小企业资助项目	RFID 终端机具及标签产品产业化项目	航天信息股份有限公司
	高技术产业化项目	超高频 RFID 读写器产业化	远望谷信息技术股份有限公司
	高技术产业化项目	多频段 RFID 读写器模块组及读写器产业化	南京三宝科技集团有限公司
2007 年度	鼓励性项目	RFID 芯片开发与制造	鼓励外商投资
2008 年度	信息化试点工程 重点项目	基于无线射频技术的车辆电子牌照试点工程	鼓励交通、铁道、 邮政、公安等部门
		基于无线射频技术的路网动态监测和高速公路全国联网自动收费试点工程	
		基于无线射频技术的物品动态管理试点工程	
2009 年度	国家信息化试点项目	基于 RFID 技术的集装箱陆运作业流程改造项目	天津港(集团)有限公司
	国家信息化试点项目	基于 RFID 的特种设备动态管理服务平台项目	山东金质信息技术有限公司
	国家信息化试点项目	基于 RFID 技术的区域粮食流通应用项目	航天信息股份有限公司

表 D-1 国家发改委近年有关 RFID 立项项目清单

(续)

年度	项目类型	项目名称	项目承担单位
2009 年度	国家信息化试点项目	基于 RFID 技术的城市智能交通管理与服务项目	重庆城投金卡交通信息产业有限公司
	国家信息化试点项目	基于 RFID 和视频识别的南京特种车辆治安防控体系建设项目	南京市公安局
	国家信息化试点项目	贵阳地区物流领域 RFID 技术应用项目	贵州省大唐高鸿数据网络技术股份有限公司
	国家信息化试点项目	中美集装箱电子标签国际航线应用项目	上海国际港务(集团)股份有限公司
	国家信息化试点项目	烟草行业射频识别技术应用项目	浙江中烟工业有限责任公司
	国家信息化试点项目	移动电子商务服务项目	中国移动通信集团广东有限公司
	国家信息化试点项目	射频识别技术应用项目	青岛市海尔集团公司
	国家信息化试点项目	基于射频识别 (RFID) 技术的公路联网收费及不停车收费一卡通应用项目	广东联合电子收费股份有限公司
	国家信息化试点项目	四川生猪产业射频识别技术应用项目	四川省通威股份有限公司、鼎天电子标识技术系统有限公司
	国家信息化试点项目	移动支付和服务平台项目	北京联动优势科技有限公司
	国家信息化试点项目	移动电子商务统一服务平台项目	湖南拓维信息系统股份有限公司
	国家信息化试点项目	内蒙古小额移动支付服务	内蒙古证联信息技术有限责任公司

(续)

年度	项目类型	项目名称	项目承担单位
2009 年度	国家信息化试点项目	小额移动支付平台项目	厦门易通卡运营有限责任公司
	国家信息化试点项目	基于非接触式手机钱包的移动互联网应用项目	重庆结行移动商务有限公司
年份	项目总称	项目领域	有关 RFID 的项目方向
2010 年度	信息安全专项	国家信息化建设信息安全产品产业化	重点支持安全的 RFID 应用产品及面向 RFID 的安全产品的产业化
		基础信息网络和重要信息系统安全运行信息安全专业化服务	重点支持 RFID 类产品和系统安全性检测服务
		面向国家信息安全的安全标准体系及重要信息安全产品的关键标准	面向家庭信息终端、云计算、物联网、三网融合、下一代互联网、工业控制系统等新技术应用安全架构类标准

D.2 863 计划 RFID 项目

自 2006 年 11 月 30 日，科技部高新技术发展及产业化司公示了 863 计划先进制造技术领域重大项目“射频识别（RFID）技术与应用”建议立项课题清单以来，RFID 项目获得了科技部的大力支持。表 D-2 ~ 表 D-4 附录了 2005 ~ 2008 年度 863 计划部分 RFID 课题清单。

序号	课题名称	资助金额
1	超高频 RFID 空中接口安全机制及其应用	国拨经费 100 万 单位配套 50 万
2	超高频（UHF）读写器芯片的研发与产业化	国拨经费 500 万 单位配套 400 万
3	具有超高频 RFID 读写功能的移动通信终端开发与产业化	国拨经费 250 万 单位配套 250 万

表 D-2 863 计划 2008 年先进制造技术领域重大项目“射频识别（RFID）技术与应用”建议立项课题清单

(续)

序号	课题名称	资助金额
4	适用于实时定位系统的 RFID 产品研发及其产业化	国拨经费 200 万 单位配套 200 万
5	RFID 标签动态信息实时管理软件的研究与开发	国拨经费 300 万元 单位配套 100 万
6	RFID 技术在科技馆教育和管理中的应用	国拨经费 400 万元 单位配套 200 万
7	RFID 技术在出口商品质量追溯与监管中的应用	国拨经费 400 万 单位配套 200 万
8	基于时空分流管理模式的 RFID 技术在自然生态保护区和地震遗址的应用研究	国拨经费 300 万
9	基于 RFID 公共服务平台的城市公园应用示范	国拨经费 200 万
10	RFID 技术在特殊物资物流管理系统中的应用	国拨经费 500 万

表 D-3 863 计划 2006 年先进制造技术领域重大项目“射频识别 (RFID) 技术与应用”建议立项课题清单

课题方向	序号	课题名称	依托单位
1	1	超高频 RFID 多标签防冲突和多读写器防冲撞技术的研究	复旦大学
2	2	RFID 标签天线设计技术的研究	北京邮电大学
3	3	射频识别基础测试技术研究及测试系统的开发	中国科学院自动化研究所
	4	RFID 系统测试技术研究与开发	湖南大学
4	5	面向典型应用的 RFID 测试方法研究及系统开发	交通部公路科学研究所
	6	射频识别应用中的通信测试技术研究	国家无线电监测中心
5	7	符合 ISO18000-6 Type B/C 标准的 (UHF) 标签芯片研发和产业化	上海复旦微电子股份有限公司
	8	UHF 标签芯片 Zi2201 的研制和产业化	深圳市中兴集成电路设计有限责任公司
	9	基于 ISO18000-6 Type B/C 标准的 (UHF) 标签芯片研发和产业化	清华大学

(续)

课题方向	序号	课题名称	依托单位
6	10	RFID 标签封装设备开发与生产	华中理工大学机电工程公司
7	11	超高频 (UHF) RFID 读写器产品研发	南京三宝科技集团有限公司
	12	超高频 (UHF) RFID 读写器关键技术研究	深圳市先施科技有限公司
8	13	RFID 标签集成技术研究及产业化	上海中京电子标签集成技术有限公司
9	14	可重构 RFID 中间件技术与开发	上海交通大学
	15	RFID 应用集成中间件技术与开发	华南理工大学
	16	开放式 RFID 中间件与行业应用套件的研究与开发	同方股份有限公司
10	17	面向 RFID 的信息集成管理技术与开发	中国科学院沈阳自动化研究所
	18	RFID 的信息集成管理技术与开发	用友软件股份有限公司
11	19	RFID 公共服务体系架构设计及应用服务关键技术	北京北大软件工程发展有限公司
	20	面向物流应用的电子标签服务系统研究与开发	广州中盈物流科讯有限公司
12	21	区域 RFID 信息公共服务平台关键技术研究与开发	上海张江 (集团) 有限公司
13	22	RFID 技术在邮政行业的应用	邮政科学研究规划院
14	23	RFID 技术在整车及零部件生产质量监控和流程管理中的应用	重庆大学
	24	面向离散制造生产过程管理的 RFID 技术开发与应用	重庆大学
	25	基于 RFID 技术的家电装配生产过程跟踪与调度系统的应用研究	海尔集团技术研发中心
	26	RFID 技术在汽车制造过程控制与质量跟踪系统中的应用	合肥工业大学

(续)

课题方向	序号	课题名称	依托单位
15	27	RFID 技术在物品安全追溯管理的应用	上海华申智能卡应用系统有限公司
	28	RFID 技术应用于食品安全全程追溯	上海农业信息化工程技术研究中心
	29	基于 RFID 技术的食品安全追溯系统研发与示范	山东省标准化研究院
16	30	RFID 技术在茅台酒防伪的应用	贵州茅台酒股份有限公司
17	31	RFID 技术在五粮液酒防伪的应用	宜宾五粮液集团有限公司
	32	RFID 在铁路票证及银行管理上的应用	铁道科学研究院
	33	RFID 票证及金融管理上的应用	上海加海防伪设备技术有限公司
18	34	RFID 标准研究与制定	中国标准化协会

表 D-4 863 计划 2005 年
第三批立项中有关 RFID
项目

课题编号	课题名称	承担单位	国拨经费 (万元)
2005AA1Z1300	电子标签及阅读器芯片设计与产业化关键技术研究	上海华虹集成电路有限责任公司	300
2005AA1Z1310	电子标签 (RFID) 机具的研制和应用	上海华虹计通智能卡系统有限公司	200
2005AA1Z1320	电子标签 (RFID) 产品及应用	北京大唐高鸿数据网络技术有限公司	300

D.3 工业和信息化部电子信息产业发展基金项目

近年来工业和信息化部电子信息产业发展基金项目中相关 RFID 的立项项目清单, 见表 D-5。

表 D-5 近年电子信息产业
发展基金项目中相关
RFID 项目

年度	项目方向	序号	项目名称
2011 年度	软件及信息服务	1	云计算关键支撑软件研发与产业化 (平台安全软件、云存储服务) (招标项目)
		5	基于物联网的工业现场诊断与管理系统的研发及产业化 (招标项目)

(续)

年度	项目方向	序号	项目名称	
2011年度	集成电路	1	金融 IC 卡芯片研发及产业化 (招标项目)	
	信息通信产品	3	云计算数据中心关键设备 (负载均衡与交换设备及配套的核心芯片、异常流量监控系统) 研发与产业化 (招标项目)	
2010年度	信息安全部分	2	基于云计算模式的防病毒和防恶意软件系统研发和产业化	
		7	金融鉴假 (鉴别、清分) 设备及关键传感器研发与产业化	
	集成电路及电子基础部分	3	交通、门禁用高安全性非接触式 IC 卡芯片研发及产业化	
		9	基于传感网应用的新型传感器研发及产业化	
	信息通信及数字视听部分	1	适于云计算的高端服务器研发与产业化 (招标项目)	
		3	适于云计算的网络存储系统研发与产业化	
2009年度	集成电路	6	薄型非接触智能卡芯片封装技术开发及产业化	
	信息通信	1	RFID 产品研发及行业应用示范	
		6	射频电子支付产品研发及应用示范	
		8	TD-SCDMA 增强型智能终端及核心芯片开发及产业化	
		9	TD-SCDMA 测试工具、特色业务应用开发及产业化	
行业信息服务及信息技术应用	1	信息技术应用“倍增计划”		
2008年度	集成电路	1	信息安全芯片研发及产业化	
	计算机与数字化产品	5	基于射频技术的电子支付产品研发与产业化	
	重点产业领域与信息技术应用专项	1	TD-SCDMA 研发和产业化专项	1. TD-SCDMA 增强型技术终端基带芯片研发及产业化
8		信息技术应用“倍增计划”专项		

(续)

年度	项目方向	序号	项目名称	
2007 年度	集成电路	1	二代证用非接触 IC 卡芯片优化	
	计算机及数字化 3C 产品	3	超高频 RFID 产品及应用系统	
	重点产业领域与信息 技术应用专项	1	TD-SCDMA 研 发和产业化专项	1. 应用于 TD-SCDMA (HSPA) 手机射频芯片开 发及产业化
				6. 支持 TD-SCDMA 网 络建设和运营的关键测试 设备研发和产业化
		5	信息技 术应用 “倍增 计划” 专项	7. 无线射频与电子标 签 (RFID) 应用与示 范
2006 年度	集成电路	1	符合国家标准 的 WLAN 射频芯片 开发与产业化	
		4	电子标签芯片封装 (模块)、符合国 家标准 (与 EMV 兼 容) 的金融 IC 卡 芯片模块开发与 产业化	
	计算机与系统 工作	8	电子签名认证产 品及应用系统	
		10	基于 RFID 技术 的城乡邮政物流 配送系统	
	重点产业领域 与信息应用专 项	1	TD-SCDMA 研 发和产业化专 项	5. TD-SCDMA 远 端射频模块和直 放站产品开发
		5	基 础技 术应 用 “倍 增 计 划” 专 项	3. 电子标签与 RFID 应用系统
2005 年度	信息技 术应用与 信息化 重大工 程	1	基于 RFID 的 电子标签产品 与标准研究制 定	

D.4 国家科技支撑计划 RFID 项目

本部分内容附录了科技部国家科技支撑计划“十一五”项目中部分涉及 RFID 领域的项目清单, 见表 D-6。

表 D-6 “十一五”中部分涉及 RFID 领域的项目清单

项目名称	课题名称	承担单位
食品安全 关键技术	食品污染溯源技术研究	中国农业科学院农产品加工研究所
	粮油、蔬果等安全控制技术研究	浙江大学

(续)

项目名称	课题名称	承担单位
食品安全关键技术	畜禽及其制品安全生产的综合示范	河南省农业科学院
	重大活动中食品安全保障技术研究及示范	北京市疾病预防控制中心
	超市食品安全的综合示范	苏果超市有限公司
药品安全关键技术	安全用药监测研究与预警技术系统的研究及应用	国家食品药品监督管理局 药品评价中心
	安全用药关键技术研究与应用	国家食品药品监督管理局 药品评价中心
国家综合智能交通技术集成应用示范	广州亚运智能交通综合信息平台系统	广州交通信息化建设 投资运营有限公司
	北京奥运智能交通管理与服务综合系统	北京市交通信息中心
	上海世博智能交通技术综合集成系统	上海市交通信息中心
	国家综合智能交通发展模式及评估评价体系研究	交通部公路科学研究所
	国家高速公路联网不停车收费和服务系统	交通部公路科学研究所
	远洋船舶及货物运输在线监控系统	中国远洋运输(集团)总公司
	军事交通运输动态监控系统	中国人民解放军军事交通学院 (国防科技大学联合参加)
畜禽健康养殖与新型工业化生产模式研究与示范	畜禽产品质量检测与可追溯技术研究	中国农业大学
	猪规模化健康养殖新型模式研究与示范	重庆畜牧科学研究院
	家禽健康养殖新型模式研究与示范	中国农业科学院北京 畜牧兽医研究所
	羊、肉牛等规模化健康养殖技术研究与产业化示范	中国农业大学
现代农村信息化关键技术研究及示范	农产品流通过程信息化关键技术与系统研发	北京农业信息技术研究中心
	农村信息化技术体系与发展战略研究	中国农业大学
	养殖业生产过程信息化关键技术与产品研发	北京大北农饲料科技 有限责任公司

(续)

项目名称	课题名称	承担单位
奶业发展 重大关键 技术研究 与示范	奶牛高效饲养关键技术研究及开发	中国农业科学院北京 畜牧兽医研究所
	奶牛主要疾病综合防控 技术研究及开发	中国农业科学院兰州 畜牧与兽药研究所
	我国现代奶业发展科 技创新战略研究	中国农业科学院农业 经济与发展研究所
	北方牧区舍饲半舍饲奶业 生产技术集成及产业化示范	内蒙古蒙牛乳业(集团) 股份有限公司

D.5 国家自然科学基金资助项目

近年来国家自然科学基金资助项目中相关 RFID 的立项项目清单, 见表 D-7。

表 D-7 国家自然科学基金资助项目近年相关 RFID 的项目

年度	项目批准号	项目名称	依托单位	资助金额 (万元)
2012 年度	61272180/F020204	面向位置服务的不确定性 RFID 时空信息查询技术的研究	东北大学	80
	51275173/E051004	基于 RFID 的机电产品回收信 息语义建模与决策方法的研究	华东理工大学	80
	51210105018/E050601	面向机电产品回收综合决策 及基于 RFID 的产品回收信息系 统的开发	华东理工大学	3
	61262091/F020802	云南地区 RFID 物流供应链的 仿生定位感知 MAC 协议研究	云南民族大学	45
	61273080/F030308	基于云架构的物联网传感器 数据管理技术研究	中国科学院 软件研究所	82
	61272471/F020705	结合物性的物联网 RFID 信息 安全技术研究	中国科学 技术大学	80
	61262009/F020204	无约束不确定 RFID 数据流近 似去噪	江西财经大学	45
	61201087/F010508	固定/移动/混合 RFID 阅读器 防碰撞智能规划方法研究	中山大学	25

(续)

年度	项目批准号	项目名称	依托单位	资助金额 (万元)
2011 年度	61103185/F020808	面向移动物联网环境的搜索 关键技术研究	南京师范大学	23
	61172156/F010409	物联网 RFID 量化路由研究	华南师范大学	62
	61170035/F020204	简便参与物联网环境中的数 据质量保证关键机理研究	南京理工大学	58
	61172018/F010508	面向室内复杂环境的 RFID 定 位方法研究	西安理工大学	60
	71171022/G010303	基于 RFID 技术的供应链库存 差异的研究	北京邮电大学	42
	61101015/F010508	集成传感器的无芯片 RFID 标 签研究	华南理工大学	24
	71103199/G0308	医药供应链信息协同机制的 构建及优化仿真研究	中国药科大学	19
	71171082/G0103	基于 RFID 技术的供应链协调 优化方法与应用研究	华东理工大学	45
	61105067/F030507	基于生物行为的 RFID 系统优 化模型与算法研究	中国科学院沈阳 自动化研究所	25
61176122/F040203	应用于 RFID 芯片中低功耗相 变存储器的研究	中国科学院上海 微系统与信息 技术研究所	63	
2010 年度	61070217/F020705	RFID 隐私关键问题研究	华南师范大学	30
	61070201/F020805	面向 RFID 传感器网络安全数 据传输的轻量级算法与协议研 究	中国人民解放军 国防科学 技术大学	31
	61070221/F020809	无线传感器网络中的有向连 通覆盖理论研究	香港城市大学 深圳研究院	33
	61028005/F0202	云计算系统的自适应管理与 多目标优化	上海交通大学	20
	61003052/F020304	云模式下多粒度计算服务的 自适应调度策略与机制研究	河南工业大学	20

(续)

年度	项目批准号	项目名称	依托单位	资助金额 (万元)
2010 年度	61073104/F020513	无线传感器网络能量空洞避免理论与策略研究	中南大学	34
	61070180/F020809	多媒体无线传感器网络中地理路由算法研究	湘潭大学	34
	61003269/F020809	无线传感器网络中机会主义路由的安全机制研究	武汉大学	7
	61003272/F020809	无线传感器网络中能量有效的节点调度机制研究	深圳大学	18
	61070161/F020806	云计算环境下基于维存储的OLAP 聚集计算关键技术研究	东南大学	33
	61003231/F0207	面向个性化隐私保护的“物联网”多方协同挖掘模型研究	电子科技大学	19
	61073156/F020705	面向可信云服务的广义虚拟可信计算平台关键技术研究	北京大学	32
	61073037/F020303	多人共享云计算服务环境中的安全问题研究	中南大学	35
	61003251/F020809	无线传感器网络多信道链路时变特征在线建模技术研究	北京科技大学	18
	61003223/F020805	基于网络编码的无线传感器网络流量信息保护研究	清华大学	20
	61003008/F020206	基于事务内存的云计算编程模型研究	华中科技大学	20
	61003292/F020809	二值传感器网络多目标跟踪关键问题研究	中国科学院计算技术研究所	19
	61070181/F020809	无线传感器网络面向全局公平的拥塞控制和竞争分解机制研究	大连理工大学	30
	61003279/F020809	无线传感器网络流测量与分析技术研究	北京邮电大学	7
61003236/F020809	无线多媒体传感器网络图像处理关键技术研究	南京邮电大学	20	

(续)

年度	项目批准号	项目名称	依托单位	资助金额 (万元)
2010 年度	61070201/F020805	面向 RFID 传感器网络安全数据传输的轻量级算法与协议研究	中国人民解放军 国防科学 技术大学	31
	61070221/F020809	无线传感器网络中的有向连通覆盖理论研究	香港城市大学 深圳研究院	33
	61028005/F0202	云计算系统的自适应管理与多目标优化	上海交通大学	20
	61003259/F020809	水面无线传感器网络路由协议研究	苏州大学	7
	61063042/F020806	云计算环境下多用户工作流的研究	新疆大学	29
	61070165/F020809	三维无线传感网络最优布局问题研究	暨南大学	35
	61070245/F020809	无线传感器网络布局与拓扑映射方法	苏州大学	33
	61070169/F020809	无线传感器网络中紧急事件信息分发的可靠性研究	苏州大学	33
	61003298/F020809	太阳能传感器网络能量管理与调度研究	杭州电子 科技大学	20
	61003250/F0208	物联网安全关键技术研究	北京科技大学	21
	61070204/F020809	物联网中基于网络编码的 WSN 数据传输技术	北京邮电大学	34
	61070152/F020809	基于无线传感网络的早期火灾信息分布式压缩感知识别	汕头大学	33
61070190/F020808	面向无线网络的随机网络编码理论及应用	浙江工业大学	36	
2009 年度	60973132	RFID 网络入侵检测免疫技术与模型研究	华南理工大学	32
	6093190	无线传感网络分布式低能耗时间检测理论与方法研究	上海交通大学	19

(续)

年度	项目批准号	项目名称	依托单位	资助金额 (万元)
2009 年度	60903223	传感器网络辅助下的认知无线电动态频谱资源管理研究	中国人民解放军国防科技大学	18
	60970103	无线传感器网络中多媒体信息协作压缩测量方法	清华大学	31
	60974125	基于无线传感网络的输电线路监控与故障分析关键问题的研究	华北电力大学 (保定)	32
	60974096	基于 RFID/EPC 技术的网络化单件生产实施监控	东南大学	30
	60976032	基于非易存储器件的低功耗无线传感网芯片与应用研究	清华大学	43
	60933001	不确定数据管理的理论与关键技术	东北大学	210
	U0970125	面向“物联网的未来网络技术发展战略研究”	浙江大学	20
	U0935002	信息服务的 RFID 理论与技术研究	中山大学	160
	60903155	普适环境下 RFID 高效隐私保护认证协议及模型研究	电子科技大学	18
	70971112	RFID 追溯网络的安全隐私风险管理-模型、策略和机制	厦门大学	26
2008 年度	30873068	非确定性 RFID 事件流处理技术研究	辽宁大学	27
	50875132	SMA 增强复合结构的 RFID 传感标签技术及其监测方法研究	南通大学	29
	60872001	情感感知服务位置信息获取机理与算法	天津大学	32
	60803001	面向冰山查询的 RFID 数据血统跟踪	南京理工大学	21
	60803014	基于时段逻辑和时间 Petri 网的 RFID 复杂事件描述与检测模型及其验证研究	北京大学	20

(续)

年度	项目批准号	项目名称	依托单位	资助金额 (万元)
2008 年度	60803109	自维护的混杂式传感网路部署策略研究	浙江大学	19
	60803116	无线传感网络无位置信息的拓扑控制问题研究	中国科技大学	19
	60803124	基于多普勒效应的人体传感器网络动态三维定位与监测方法的研究	清华大学	20
	60803161	适应多类型 Insider Attack 的入侵检测与精确定位方法的研究	浙江工商大学	20
2007 年度	60720106	RFID 数据管理关键技术的研究	西北工业大学	90
	60736039	集成化、高速率、多参数、大规模新型光纤传感网络关键技术及其应用研究	大连理工大学	180
	60773220	面向 RFID 复杂应用的事件流处理技术的研究	东北大学	31
	60773220	射频识别系统安全体系研究	北京大学	21
2006 年度	50605050	基于 RFID 技术的制造车间智能生产控制方法研究	西安交通大学	23
	50678099	基于 Imote2 智能传感网的结构健康监测的分别式架构及算法	深圳大学	30
	70672079	RFID 技术在供应链管理中的应用研究	中山大学	17
	60673132	RFID 传感器网络关键问题研究	广东工业大学	26
	60673176	无线传感网络中的协作信号与信息处理理论与方法研究	清华大学	26
	60672103	无线传感网中给予协作通信的非中心估计	北京航空航天大学	30

D.6 科技型中小企业技术创新基金项目

本部分内容附录了近年来科技型中小企业技术创新基金项目中有关 RFID 的立项项目清单, 见表 D-8。

表 D-8 科技型中小企业
技术创新基金相关 RFID
立项项目

2012 年度					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
49	12C26211100049	RFID 阵列式智能识别板	北京富天达电子集成技术有限公司	无偿资助	70
151	12C26211100151	高频 RFID 的 3G 多功能便捷移动终端机	北京环宏通信技术有限公司	无偿资助	60
172	12C26211100172	基于条码 RFID 技术的 MES 生产执行系统	北京精诚智博科技有限公司	无偿资助	60
1160	12C26212101160	智能电子雷管 RFID 中央控制识别处理器	沈阳凯泰科技有限公司	无偿资助	50
1607	12C26213101607	基于 RFID 技术的银行款项实时监控平台 V2.0	上海金民信息科技有限公司	无偿资助	70
1615	12C26213101615	基于 SAAS 模式的 RFID 智能冷链物流管理系统	上海集盛信息技术有限公司	无偿资助	80
1637	12C26213101637	具有防转移功能的超高频 RFID 标签	上海天臣射频技术有限公司	无偿资助	70
1650	12C26213101650	基于 GIS 和 3G、GPS、RFID 等技术的输配电网综合管理系统	上海隆电信息技术有限公司	无偿资助	70
2147	12C26213202147	基于 RFID 与 WSN 的无线传感型低功耗智能感应卡门锁系统的研制	常州市邦威电子科技有限公司	无偿资助	70
2321	12C26213202321	基于 RFID 技术的 SAAS 食品放心通平台	苏州斯沃得信息技术有限公司	无偿资助	50
2338	12C26213202338	基于 2.4GHz 无源 RFID 的智能医疗管理产品研发	无锡识凌科技有限公司	无偿资助	50
2900	12C26213302900	基于 RFID 技术的集装箱智能引导装箱综合优化系统	绍兴迅极网络科技有限公司	无偿资助	50

(续)

2012 年度					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
3380	12C26213403380	基于 RFID 技术的汽车零部件行业快速反应生产链管理系统	芜湖众讯计算机科技有限公司	无偿资助	50
3384	12C26213403384	面向监所基于 WIFI-RFID 技术的犯人行踪监管和异常预警平台	合肥锦国信息科技有限公司	无偿资助	50
3512	12C26213503512	基于 AIDC 架构应用 DCT、WIFI、RFID 技术的电子行业制造执行系统	福州威克自动识别科技有限公司	无偿资助	70
3714	12C26213513714	基于微能量采集技术的远距离准无源智能 RFID 系统	厦门硅田系统工程技术有限公司	无偿资助	50
4519	12C26214204519	基于 RFID 的无人值守智能仓库系统	武汉鹏晔科技有限公司	无偿资助	50
4710	12C26214304710	基于 RFID 和 GPS 技术应用的集团企业分销供应链系统研发	湖南助飞软件有限公司	无偿资助	70
4921	12C26214304921	企业级 RFID 信息服务平台	长沙海星信息技术有限公司	无偿资助	50
5184	12C26214405184	基于 RFID 的服装零售店铺综合管理系统	广州丽晶新未来电脑有限公司	无偿资助	70
5380	12C26214405380	基于 RFID 面向高端音响及相关产品的全生命周期管理系统	台山市华磊音响科技有限公司	无偿资助	50
5429	12C26114405429	基于 RFID 技术的智能车辆管理系统	广东盛华德通讯科技股份有限公司	贷款贴息	80
5486	12C26214425486	基于 RFID 的城市电动汽车充换电站智能化管理服务系统	深圳市一信通软件有限公司	无偿资助	70

272 | RFID 重大工程与国家物联网 (第 4 版)

(续)

2012 年度					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
5561	12C26214425561	基于 RFID 技术物流监视系统	深圳市天勤供应链服务有限公司	无偿资助	50
5737	12C26214605737	基于 RFID 技术的游客智能管理系统	海南摩比积分信息技术开发有限公司	无偿资助	50
6223	12C26215206223	基于 RFID 技术的 OLA 智能消费系统	贵阳睿能商务信息有限公司	无偿资助	50
6743	12C26216106743	基于 RFID 技术的医疗行业物联网智能管理系统	西安联易信息技术有限公司	无偿资助	50
6868	12C26216206868	基于 RFID 与 GPS 的家政与居家养老服务业 CRM 系统	兰州捷软电力科技有限公司	无偿资助	70
7005	12C26216207005	基于 GIS 和 RFID 的土特产品多语种电子商务平台	兰州领新网络信息科技有限公司	无偿资助	50
7084	12C26216207084	基于数据网格的 RFID 污水管网水质监测系统	兰州金桥环境工程监测有限公司	无偿资助	50
5661	12C26214505661	结合全景视频监控和射频识别技术的高速公路不停车收费系统研发	梧州市网讯电子科技有限公司	无偿资助	50
5907	12C26215105907	工业燃气表射频识别周检管理系统	成都雨舟射频识别技术有限公司	无偿资助	50
6071	12C26215116071	基于射频识别控制的煤矿用智能安全发爆装置	重庆安舸达科技发展有限公司	无偿资助	50
6716	12C26216106716	基于 Wi-Fi 无线局域网的主动式智能射频识别系统	西安耐瑟特电子科技有限公司	无偿资助	50
48	12C26211100048	基于射频识别技术的智能灌溉综合管理信息系统	北京东方互联生态科技股份有限公司	无偿资助	70

(续)

2011 年第二批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
461	11C26212114288	肉品质量安全信息 RFID 溯源系统	沈阳物联科技有限公司	无偿资助	50
626	11C26213104453	基于 RFID 技术的集装箱在途监管追溯管理系统	上海恩翔智能科技有限公司	无偿资助	50
967	11C26213314794	具有身份识别系统的服装行业 RFID 特种电子标签	浙江钧普科技股份有限公司	无偿资助	50
968	11C26213314795	双频 RFID 智能仓储一体机	宁波润赛信息科技有限公司	无偿资助	50
1701	11C26214425528	基于 RFID 的旅游景区智能化管理系统	深圳市丰泰瑞达实业有限公司	无偿资助	80
1733	11C26214425560	基于 RFID 无线射频识别技术的轮胎标签开发与应用	深圳市恒颖安科技有限公司	无偿资助	50
1846	11C26215105673	超低功耗 LPM 存储器 IP 及其在 RFID 芯片中的应用	四川凯路威电子有限公司	无偿资助	90
1934	11C26215115761	基于 RFID 的无线网络智能喷灌系统	重庆市开天园林工程有限公司	无偿资助	80
2454	11C26226206281	基于 RFID 的涉密资产管理信息系统	甘肃万立信息科技发展有限公司	无偿资助	50
2545	11C26216406372	基于物联网技术 (RFID 和 GPS) 的煤业运销管理系统	宁夏希望信息产业有限公司	无偿资助	70
2620	11C26216506447	基于 RFID 的电子车牌动态监测处理软件系统	新疆电子研究所有限公司	无偿资助	70
2673	11C26216506500	基于 RFID 的奶牛专家管理系统中试	新疆阿福迪信息技术有限公司	无偿资助	50
393	11C26211504220	基于 RFID 的 CNG 气瓶动态监管平台	内蒙古物通天下网络科技有限公司	无偿资助	50
1040	11C26213504867	高速无线数据 5.8GHz WiMAX 收发系统射频前端	泉州市西特吉数字通信有限公司	无偿资助	80

(续)

2011 年第一批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
3237	11C26214423237	NEW8110 手持 POS 终端机	深圳华智融科技有限公司	无偿资助	50
610	11C26212200610	基于 RFID 技术的电子封条	吉林市国鸿科技开发有限公司	无偿资助	50
798	11C26213100798	基于 RFID 技术的无线智能手持终端	上海孚恩电子科技有限公司	无偿资助	50
829	11C26213100829	基于 RFID、GPS 和 3G 网络的物品追踪管理平台	上海浩云信息技术有限公司	无偿资助	50
997	11C26213100997	基于 RFID 智能数据管理技术的睿志医疗资产物流管理系统	上海睿志软件有限公司	无偿资助	50
1007	11C26213101007	基于 RFID 技术的服装行业快速反应供应链管理系统	上海商格信息科技有限公司	无偿资助	50
1059	11C26213101059	运用 RFID 全流程管理的制药行业制造执行系统	上海网环信息科技有限公司	无偿资助	70
1064	11C26213101064	唯道 RFID 酒店快捷自助系统	上海唯道网络信息技术有限公司	无偿资助	35
1079	11C26213101079	基于 RFID 技术的制造业生产质量追溯及动态辅助管理系统	上海现代通用识别技术有限公司	无偿资助	60
1550	11C26213301550	基于 RFID 技术的餐饮快速结算系统	杭州雄伟科技开发有限公司	无偿资助	70
2197	11C26213512197	基于 450MHz 多信道无线中继通信技术、RFID 技术的矿山井下安全生产与应急调度系统	厦门矿通科技有限公司	无偿资助	60
3200	11C26214413200	基于 2.4G RFID 的母婴识别防盗管理系统	广州天绎智能科技有限公司	无偿资助	70

(续)

2011 年第一批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
3368	11C26215103368	基于 RFID 和 GPS 数字化物流监管系统	成都市迈德金卡系统有限公司	无偿资助	80
3693	11C26216113693	基于 RFID 和多种无线技术的油品运输监管系统	陕西小兵智能科技有限公司	无偿资助	50
2010 年第一批					
268	10C26113100897	RFID 蚀刻天线	上海英内电子标签有限公司	贷款贴息	70
16	10C26214412674	基于磁带和 RFID 的导航机器人	广州井源机械设备有限公司	无偿资助	60
2010 年第二批					
438	10C26213103875	基于 RFID 中间件技术的医疗信息交互系统	上海亚太蓝星计算机信息技术有限公司	无偿资助	80
462	10C26213103899	基于 RFID 的 CDC 病菌种智能识别及精确定位管理系统	上海安技防伪技术服务有限公司	无偿资助	90
509	10C26213103946	基于 RFID 及 GSM 技术应用的密码门锁系统	上海五子网络科技有限公司	无偿资助	50
665	10C26213304102	基于 RFID 与无线网的语音指示火灾逃生系统	浙江广厦智能科技发展有限公司	无偿资助	80
996	10C26223704433	WSN 与 RFID 集成模块及其在物流管理中的应用	威海世通网络技术有限公司	无偿资助	50
1026	10C26213714463	基于 RFID、网络技术的危险化学品气瓶自动充装及安全管理系统	青岛恒讯自动化有限公司	无偿资助	90
1137	10C26214214574	基于 RFID 技术的烟草行业物流仓储管理系统	武汉德睿智能工程有限公司	无偿资助	50
1357	10C26214414794	基于 RFID 的集装箱跟踪管理运营系统	广州市恒流网络科技有限公司	无偿资助	50

(续)

2010 年第二批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
1982	10C26216405419	基于 RFID、TD-SCDMA、北斗导航技术的危险化学品物流管理平台及相关硬件设备研发	宁夏电通信息产业有限公司	无偿资助	80
1994	10C26216405431	基于 RFID、TD-SCDMA 3G、SSL VPN 的嵌入式工业级无线 RTU	宁夏捷诚电子科技有限公司	无偿资助	50
2001	10C26216405438	用于监测动物卫生及动物产品质量安全的手持机 RFID 溯源嵌入式系统	银川奥特软件有限公司	无偿资助	50
2009 年第一批					
5	09C26211100005	基于 RFID 技术的特殊产品质量安全追溯管理系统	北京爱创世纪科技有限公司	无偿资助	70
48	09C26211100048	基于 RFID 和 SOA 的通信网资源普查和动态管理系统 (AWT-SCDM-01)	北京西慧科技发展有限公司	无偿资助	70
151	09C26221100151	基于 RFID 和 GPS 应用的南北现代物流管理软件	北京南北天地科技有限公司	无偿资助	60
52	09C26211200221	RFID 远距离自动识别智能包装及物流管理系统	天津中环创新科技有限公司	无偿资助	80
26	09C26212200450	基于面模特征和 RFID 的嵌入式全方位安全认证与播报系统	吉林大元电子科技有限公司	无偿资助	40
126	09C26213100667	基于有源 RFID 技术的集装箱电子封条及应用系统	上海秀派电子科技有限公司	无偿资助	60
196	09C26213100737	支持 RFID、HS 编码和图像处理的快件出入境申报系统	上海莫言信息科技有限公司	无偿资助	50
205	09C26213100746	基于 RFID 和 BDS 的汽车零部件追踪系统	上海帕特农信息技术有限公司	无偿资助	20

(续)

2009 年第一批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
168	09C26223301280	基于 RFID 的粮食现代物流综合管理系统	杭州安鸿科技有限公司	无偿资助	70
66	09C26213401433	基于 RFID 技术实现药品零售行业的全面质量监管	安徽科艾网络技术有限公司	无偿资助	70
70	09C26213601617	RFID 智能车辆交通监控系统	南昌市大新科技有限公司	无偿资助	20
87	09C26214402171	RFID 新型导电材料涂布装备	汕头市金通轻工有限公司	无偿资助	60
1	09C26214422184	生产线二维条码与 RFID 数据采集终端	深圳和擎科技有限公司	无偿资助	70
14	09C26224502235	基于超高频 RFID 技术的城市公交优先交通控制系统	桂林瀚特信息产业有限公司	无偿资助	70
135	09C26226112648	基于 RFID 技术的石油管道防护系统	陕西任钰科技有限公司	无偿资助	70
2009 年第二批					
5	09C26211102730	基于 RFID 技术应用的博物馆客流管理系统	北京文化体育科技有限公司	无偿资助	55
70	09C26221102795	智能双频无线射频 (RFID) 标签系统的研发	北京金汇时科技有限公司	无偿资助	70
95	09C26221102819	射频识别 (RFID) 车辆与货物智能监管系统	北京都市鼎点科技有限公司	无偿资助	65
14	09C26213103397	基于射频识别和无线局域网技术的博物馆藏品多媒体智能导览	上海复莱信息技术有限公司	无偿资助	30
67	09C26213103450	可重构嵌入式 RFID 中间件 RiBox	上海帝和信息科技有限公司	无偿资助	40
159	09C26213103542	基于 RFID 和 RSID 技术的商品智能化防伪识别器	上海格致银生防伪科技有限公司	无偿资助	40

(续)

2009 年第二批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
114	09C26213203796	基于 RFID 的船厂仓库管理系统	南通必优信息系统有限公司	无偿资助	30
16	09C26213303969	面向药品行业基于 RFID 和 GPS 的物流软件	杭州金炬科技有限公司	无偿资助	65
110	09C26213404272	Ethernet-RFID-机电一体化的智能门锁及管理系统	安徽凯特电子科技有限公司	无偿资助	65
39	09C26213604454	基于 RFID 技术的新生儿防盗系统	南昌汇贤科技有限公司	无偿资助	30
23	09C26213704517	基于无线射频识别技术的全信息彩色超微晶互感器	日照晟明电气有限公司	无偿资助	40
35	09C26213704529	基于射频识别技术的动态产品追溯系统	烟台东方瑞创达电子科技有限公司	无偿资助	40
4	09C26213714615	内置 RFID 的 3G 移动通讯终端	青岛金弘测控技术发展有限公司	无偿资助	75
1	09C26214204768	高增益低成本 RFID 天线制造项目	湖北博瑞朗电子标签有限公司	无偿资助	40
97	09C26214204864	基于 RFID 和 GPS 应用的现代物流管理软件	武汉市龙腾创科技术有限公司	无偿资助	30
47	09C26214305051	基于 RFID 技术的移动增值服务系统	长沙美盛信息科技有限公司	无偿资助	55
16	09C26214415157	高频 RFID CPU 智能卡芯片	广州源芯微电子有限公司	无偿资助	70
76	09C26214415217	基于 RFID 的第四方物流关键技术及软件平台	广州中大百迅信息技术有限公司	无偿资助	75
14	09C26214425275	基于射频识别技术的智能书架系统及其在图书馆应用	深圳市讯流科技有限公司	无偿资助	30

(续)

2009 年第二批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
32	09C26214425293	全自动 RFID 一体化制造系统	深圳市瑞虎自动化科技有限公司	无偿资助	20
83	09C26225125424	基于 RFID 的电信机房设备主动式定位追踪管理系统	成都凯为信息科技有限公司	无偿资助	30
68	09C26225115530	基于 RFID 的燃气车气瓶信息自动读取装置	重庆锐码智航科技有限公司	无偿资助	30
41	09C26226115660	RFID 远距离手持终端机	陕西博超智能科技有限公司	无偿资助	30
15	09C26216405796	基于 RFID 和 GPS 的烟花爆竹流向登记管理软件	宁夏瑞辰网络传媒有限公司	无偿资助	30
2008 年第一批					
14	08C26212210270	基于 RFID (射频识别) 智能管理组件的汽车生产信息集成系统	长春凤凰惠邦科技有限责任公司	无偿资助	65
20	08C26213100327	基于 RFID 的加密移动存储介质安全监管系统	上海辰锐信息科技有限公司	无偿资助	50
37	08C26213100344	RFID 应用软件技术研究 与开发	上海科识通信信息科技有限公司	无偿资助	50
49	08C26213100356	基于 RFID 的仓库立体自动控制系统	捷玛计算机信息技术(上海)有限公司	无偿资助	65
50	08C26213100357	支持二代身份证的 RFID 阅读模块及便携式验证机具	上海宁科电子科技有限公司	无偿资助	50
9	08C26213400843	基于 RFID 技术的签封及签封管理系统	合肥智源系统工程有限公司	无偿资助	50
1	08C26213600911	基于 RFID 技术的幼儿语音接送系统	新余市伯乐软件有限责任公司	无偿资助	60

(续)

2008 年第一批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
2	08C26223600912	基于 RFID 技术的物流增值服务集成平台 1	江西飞天网络科技有限公司	无偿资助	60
5	08C26214211068	RFID 智能图书管理系统	武汉飞天智能工程有限责任公司	无偿资助	60
11	08C26225121335	基于 uL-OS 多频段模块化的 RFID 智能手持终端	四川铭想科技有限责任公司	无偿资助	60
2008 年第二批 (无)					
2007 年第一批					
300	07C26213100300	基于 SOA 构架的分布式 RFID 中间件	上海盛锐软件技术有限公司	无偿资助	50
441	07C26213300442	基于无线射频 (RFID) 技术的纺织服饰行业物流和供应链管理系统	浙江海太数码技术有限公司	无偿资助	55
742	07C26214410744	基于超高频 RFID 的企业物流管理平台	广东荣晖信息工程有限公司	无偿资助	50
761	07C26224420761	以 RAE 中间件技术开发的 RFID 嵌入式物流管理系统	深圳市金谷科技有限公司	无偿资助	70
2007 年第二批					
223	07C26222201185	基于 RFID 的集装箱物流管理系统	吉林吉彩信息科技有限公司	无偿资助	40
262	07C26212301224	模块化低成本的便携式 RFID 智能处理终端	哈尔滨市荣江科技开发有限公司	无偿资助	40
294	07C26213101256	基于 RFID 的煤矿矿工井下定位和管理系统	海聚来射频电子技术有限公司	无偿资助	90
432	07C26223301394	全自动有源 RFID 线圈数控绕线机	杭州奥士玛数控设备有限公司	无偿资助	80
635	07C26213711597	基于 SOA 架构和 RFID 技术的现代物流协同服务平台	青岛中科管理咨询有限公司	无偿资助	80
668	07C26224101630	基于 RFID 和 GPS 技术的医药批发物流管理系统	郑州恒前软件科技有限责任公司	无偿资助	40

(续)

2007 年第二批					
序号	立项代码	项目名称	企业名称	支持方式	支持金额 (万元)
918	07C26225101880	邛崃市畜牧食品产业 RFID 电子标识管理系统	四川鼎天电子标识技术系统有限公司	无偿资助	40
2006 年第一批					
297	06C26213600297	基于 RFID 技术的物流增值服务集成平台	江西飞天网络科技有限公司	创业项目	20
2006 年第二批					
40	06C26221100641	RFID 中间件	北京东方励格科技有限公司	无偿资助	60
105	06C26211200706	基于 RFID 技术的奶牛养殖管理信息系统	天津市天农科技有限公司	无偿资助	20
409	06C26213201010	CAN 总线一体化远距主动式 RFID 控制器	无锡市天业智能科技有限公司	无偿资助	60

附录 E 2010 ~ 2011 年我国政府对物联网领域的项目支持清单

E.1 科技部 973 计划物联网项目 (见表 E-1)

项目编号	项目名称	项目第一承担单位	项目依托单位
2011CB302700	物联网体系结构的基础研究	北京邮电大学	教育部
2011CB302800	物联网基础理论和设计方法研究	同济大学	上海科学技术委员会教育部
2011CB302900	物联网的基础理论与实践研究	无锡物联网产业研究院	江苏省科学技术厅
2011CB707100	空天地一体化对地观测传感网的理论与方法	武汉大学	教育部 湖北省科学技术厅

表 E-1 2011 年科技部 973 计划物联网项目

E.2 国家自然科学基金项目 (见表 E-2)

初步统计, 2012 年国家自然科学基金项目物联网研究内容有 40 个项目, 传感网研究项目有 66 个, 具体见表 E-2。

表 E-2 2012 国家自然科学基金物联网、传感网项目

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61271237/F010201	面向物联网的多网络多终端协同架构和控制机制研究	南京邮电大学	88
61202111/F020204	物联网中事件关系挖掘的理论与方法研究	鲁东大学	24
U1204614/F010201	面向认知物联网的自主认知与智慧决策机制研究	河南科技大学	32
61203135/F030202	制造过程物联网中智能对象驱动的敏捷生产计划与控制方法研究	重庆大学	24
61272468/F020808	基于物联网的身份认证云计算平台研究	浙江师范大学	80
61271186/F010201	基于供应链协同的无线传感网自适应覆盖控制技术研究	北京邮电大学	80
61201182/F0102	面向物联网的低功耗、多协议支持的处理节点研究	北京理工大学	25
61272180/F020204	面向位置服务的不确定性 RFID 时空信息查询技术的研究	东北大学	80
61202434/F020702	物联网中跨网密钥管理研究	北京邮电大学	23
61262087/F020809	物联网高能效组播路由研究及在牧区牲畜监测中的应用	新疆大学	46
61204119/F040703	应用于物联网微电子器件的 MEMS 基压电微型能量采集技术研究	上海交通大学	26
61201157/F010201	可通信时段感知的车载容迟网络路边基站数据传输决策方法	西北工业大学	27

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61271247/F010201	基于电磁检测技术的金属标签信息提取关键技术研究	哈尔滨工业大学	76
51204186/E042203	煤矿物联网多源异构监测信息源端压缩采集方法研究	中国矿业大学	25
71272015/G0209	基于物联网的闭环产品服务链契约优化及应用研究	上海财经大学	54
61272112/F020304	面向物联网环境的大规模可扩展网络管理研究	武汉大学	82
51279099/E091004	海上搜救无线传感网的动态拓扑及时空随机覆盖机理研究	上海海事大学	80
61261003/F010909	智能视觉物联网中图像的分布式融合算法的研究	内蒙古大学	46
61273080/F030308	基于云架构的物联网传感器数据管理技术研究	中国科学院软件研究所	82
61210306062/F040201	第三届国际物联网学术会议 (IoT 2012)	复旦大学	4
61203322/F030512	物联网环境下生产车间调度控制方法研究	上海交通大学	24
61272074/F020303	面向物联网的混合式无线传感网容侵结构及关键技术研究	江苏大学	82
61201167/F010202	面向物联网应用的高精度无源 RFID 定位方法研究	中国人民解放军国防科学技术大学	25
61272471/F020705	结合物性的物联网 RFID 信息安全技术研究	中国科学技术大学	80
61272464/F020809	无线化有线传感器网络的框架, 算法及楼宇管理系统的实例研究	香港理工大学 深圳研究院	80
71271073/G011201	物联网环境下动态自组织的智能服务理论与方法研究	合肥工业大学	55

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61202443/F020806	物联网中面向应急响应的排队机制及 QoS 保证研究	大连理工大学	24
71271148/G011201	物联网信息系统的服务框架与数据管理问题研究	天津大学	56
61201159/F010103	物联网中 RFID 标签群组通信认证协议和安全体系研究	北京交通大学	25
61272400/F020804	基于物联网技术的跨层优化设计和安全机制研究	重庆邮电大学	80
71231004/G0103	物联网资源协同优化与组织管理的理论和方法	合肥工业大学	250
61272177/F020204	面向物联网的不确定情境感知计算研究	东北大学	80
71201045/G010303	物联网环境下的协同配送干扰管理研究	合肥工业大学	19
51274011/E041004	煤矿井下物联网感知层可控模型研究	安徽理工大学	80
61262075/F020702	物联网网络层信息安全体系结构与关键技术研究	桂林理工大学	43
71202156/G0211	基于双重网络嵌入与价值模块整合的物联网商业模式构建机制研究	杭州电子科技大学	20
61261047/F010406	基于不确定性计算模型的数据世系管理技术及其在三江源生态信息监测中的应用研究	青海师范大学	45
71203045/G030601	物联网背景下基于 Multi-Agent 的道路交通需求建模与仿真研究	哈尔滨工业大学	19
U1201251/L05	智能制造业物联网的数据感知、传输与海量数据处理	广东工业大学	270

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61228302/F030307	超低功耗物联网前端设备控制体系结构:基础理论研究和关键技术	浙江大学	20
61272512/F020805	无线传感器网络安全数据融合协议研究	北京理工大学	82
61272496/F020809	无线传感器网络节点感应度模型及目标跟踪算法研究	中南大学	20
61203218/F030307	复杂环境下无线传感器网络定位误差分析及鲁棒定位算法研究	苏州大学	25
61210306025/F020302	面向公共健康和灾难恢复的环境监测	中国科学院计算技术研究所	4
61271186/F010201	基于供应链协同的无线传感器网自适应覆盖控制技术研究	北京邮电大学	80
61202418/F020809	面向 ISM 频段无线传感器网络的合作共存与优化技术	中国科学院沈阳自动化研究所	26
61202490/F020809	移动无线传感器网络贪婪地理路由协议关键技术研究	中国人民解放军空军工程大学	23
61201298/F010405	复杂环境下资源受限的无线传感器网络的决策信息融合	西安电子科技大学	25
51208208/E080505	大跨度缆索承重桥梁缆索损伤识别及可靠度研究	华南理工大学	25
61201178/F010105	基于尘埃等离子结晶模型的无线传感器网络节点部署方法	华南理工大学	25
61202452/F020809	无线传感器网络位置信息的安全研究	福建师范大学	23
61272537/F020809	面向渐变事件的无线传感器网络监测及评价验证方法研究	哈尔滨工程大学	80
61210306049/F010405	第九届国际电气电子工程师学会网络、传感与控制国际会议	中国科学院自动化研究所	3

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61202369/F020809	基于局部决策融合的无线传感器网络诊断方法研究	上海电力学院	25
61271269/F010201	针对结构健康监测的无线传感网校准问题研究	清华大学	80
61201204/F010201	高可靠实时工业无线网络中通信资源集中调度机制研究	北京交通大学	25
61272449/F020809	基于时空相关性的无线传感器网络节能问题研究	苏州大学	80
61202384/F020809	QoS 保障的大规模超宽带多媒体传感网的生存期界限研究	同济大学	23
31200140/C010901	生殖支原体的核酸适配体识别及免标记磁致弹性传感研究	南华大学	25
61201147/F010202	分布式共识无线传感器网络广播 Gossip 算法研究	哈尔滨工业大学	25
51279074/E090802	基于无线传感的混凝土中钢筋腐蚀智能监测关键问题研究	南京航空航天大学	80
51279099/E091004	海上搜救无线传感网的动态拓扑及时空随机覆盖机理研究	上海海事大学	80
61203219/F030307	基于无线传感器网络的随机场分布式估计算法	四川大学	26
61273079/F030307	面向高效实时目标监测的阵列化传感器网络体系关键技术研究	浙江大学	83
41202232/D0215	面向地质灾害监测的无线视频传感器网络协同感知与灾害情景视觉分析研究	中国地质大学 (武汉)	24
61272472/F020809	WSN 中的分布式安全定位跟踪技术研究	中国科学技术大学	80
61202440/F020809	基于 IPv6 的全 IP 无线传感器网络关键技术研究	常熟理工学院	25

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61272074/F020303	面向物联网的混合式无线传感网容侵结构及关键技术研究	江苏大学	82
61202359/F020809	基于节点质量的无线传感网数据传输关键技术研究	清华大学	25
61272464/F020809	无线化有线传感器网络的框架, 算法及楼宇管理系统的实例研究	香港理工大学 深圳研究院	80
61261016/F010201	存在恶意攻击的无线传感器网络目标定位与跟踪	湖北民族学院	45
51207004/E0704	智能电网故障预测与健康管理及其关键性技术研究	北京航空航天大学	24
61273367/F030707	头脑风暴优化算法研究及在无线传感器网络中的应用	西交利物浦大学	78
61272034/F020805	无线传感器网络安全中基于博弈论的若干关键问题研究	嘉兴学院	60
61203215/F030307	面向无线传感器网络的磁电和电磁复合式宽频振动能量采集器研究	重庆大学	26
61273073/F030307	无线传感网络动态特性分析及拥塞控制研究	华东理工大学	79
11226233/A011201	半定规划的弱尖锐性及其在自组无线传感器网络节点定位问题中的应用	重庆师范大学	3
61202147/F020501	无线传感器网络中的若干计算几何问题研究	山东大学	23
61272445/F020809	无线传感器网络中的中继节点布置问题研究	深圳大学	20
61202460/F020809	二维/三维无线传感器网络的骨架提取与应用研究	湖北经济学院	23
41204025/D040103	车载 INS/WSN/机器视觉组合导航鲁棒滤波方法研究	东南大学	25

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61272437/F020803	电力监测无线传感器网络中感知数据的容忍与查询	上海电力学院	82
61202012/F020204	机会无线传感器网络数据收集与分发技术研究	厦门大学	23
61274029/F040203	超低电压微型无线传感器供电集成电路研究	杭州电子科技大学	72
61201168/F010202	基于复杂多主体协作体制的WSN动态组网与干扰对齐研究	武汉大学	27
61202413/F020809	面向无线传感器网络的无人机行为建模及安全技术研究	中国科学院计算技术研究所	23
61261015/F010102	面向无线传感器网络的源-信道-网络联合无线传输理论研究	西北师范大学	40
61203216/F030307	面向服务质量优化的无线传感器网络资源调度算法研究	东北大学	24
61201275/F010410	基于无线传感器网络的协作波束形成技术研究	电子科技大学	27
51271039/E0105	提高微型磁致伸缩生物传感器灵敏度基础与应用研究	常州大学	80
61202351/F020809	复杂环境中利用传感器网络局部拓扑结构的错误容忍移动定位方法研究	南京航空航天大学	25
61203307/F030507	动态多策略差分演化算法及其在无线传感器网络能量分配优化中的应用	中国地质大学(武汉)	25
61272515/F020809	面向服务的无线传感器网络故障管理机制和算法	北京邮电大学	80
61262081/F020809	面向复杂地形路况监测及预警的无线传感网数据传输机制研究	昆明理工大学	43

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
71271165/G0111	基于故障自诊断的无线传感器网络可靠性保障研究	西安电子科技大学	56
61272461/F020809	野生动物监测无线传感器网络中多目标被动式定位关键技术研究	西北大学	81
61272456/F020809	基于约会规划和信息势的传感网低能耗移动数据收集问题研究	西安电子科技大学	79
61272482/F020809	无线传感器网络不依赖位置信息的拓扑识别与构建技术研究	中国人民解放军国防科学技术大学	82
51208382/E080805	现役风力发电塔架结构健康评估的基础研究	同济大学	25
61203144/F030203	基于小世界的无线传感器网络病毒传播与防范策略研究	北京理工大学	25
61272539/F020809	虚拟 MIMO 技术应用于无线传感网的关键理论和技术研究	杭州电子科技大学	81
61202487/F020809	面向协同定位的无线传感器网络调整方法	中国人民解放军国防科学技术大学	23
61272418/F020809	基于状态观测器的无线传感器网络测试技术研究	南京大学	80
61271125/F010909	基于参数预测和序列滤波的无线传感器网络移动节点定位算法研究	河北师范大学	70
61202350/F020809	基于数据融合的大规模无线传感器网络的时空覆盖研究	南京航空航天大学	25
81270564/H0322	无创遥感体内记录胃肠运动对胃肠动力障碍性疾病诊断关键技术的实验研究	中国人民解放军总医院	70

2011 年国家自然科学基金项目物联网、传感网研究项目见表 E-3, 2010 年见表 E-4

表 E-3 2011 年国家自然科学基金物联网、传感网项目

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61100077/F020202	物联网终端软件的质量保障理论、技术与实证研究	香港中文大学 深圳研究所	23
71101014/G110	预约机制和物联网环境下的集装箱堆场箱位优选干扰管理模型与算法	大连理工大学	20
61171131/F010406	物联网系统中复杂目标稳定稀疏表达及应用研究	青岛科技大学	60
61173150/F020809	地表下物联网低频通信传输模型与降噪关键技术研究	北京科技大学	57
31101080/C130104	复杂环境下农田物联网移动通信节点路径规划新机制与算法研究	东北农业大学	25
61101108/F010202	物联网感知层攻击检测技术研究	北京邮电大学	24
61170173/F020509	基于物联网情境觉察的游牧云服务策略及其在移动环境中的应用研究	天津理工大学	15
61103185/F020808	面向移动物联网环境的搜索关键技术研究	南京师范大学	23
61100007/F020208	物联网环境下基于情景的社会化信任感知推荐系统模型研究	哈尔滨工程大学	23
61172156/F010409	物联网 RFID 量化路由研究	华南师范大学	62
61100181/F020805	面向物联网实体搜索的安全信任机制及隐私保护方法研究	中国科学院计算机研究所	22
61172014/F010503	微网电气约束下的物联网拓扑控制和流传输行为研究	天津大学	60
61171190/F010410	基于物联网技术的呼吸、脉搏异变及跌落的实时监测与报警的关键技术研究	卫生部北京医院	62

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61101235/F010406	基于本体的物联网信息智能管理机制研究	湖南农业大学	25
61100196/F020809	基于跨层优化的 RFID 数据管理理论与关键技术研究	南京大学	23
61170035/F020204	简便参与物联网环境中的数据质量保证关键机理研究	南京理工大学	58
61172066/F010201	基于可重配置无线 Mesh 网络实现物联网的异构互联	上海交通大学	60
61102105/F010409	面向物联网异构感知的突发事件实时信息主动处理关键技术研究	哈尔滨工程大学	25
61170065/F020303	物联网隐私保护安全关键技术研究	南京邮电大学	58
61170276/F0208	物联网寻址关键技术研究	南京邮电大学	57
71173216/G0310	基于物联网的煤矿安全监管体系与配套政策研究	中国矿业大学	43
61171093/F010202	物联网的异构融合网络协同技术研究	南京邮电大学	56
61101239/F010406	物联网冗余信息约简的粗糙集方法研究	中国计量学院	25
61170217/F020805	物联网轻量级健壮安全中的关键问题研究	中国地质大学	53
51105081/E051005	制造物联网驱动的敏捷供应链 ATC 动态优化配置方法研究	广东工业大学	24
611700077/F0202	面向物联网的服务中间件关键技术研究	深圳大学	60
61163025/F020513	面向物联网安全的 Multi-TSM 协同建模及关键技术研究	内蒙古科技大学包头师范学院	50
61100208/F0208	物联网中隐私保护安全路由理论与技术研究	北京邮电大学	21

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61103249/F020805	基于免疫的物联网安全风险 评估模型	乐山师范学院	21
31101077/C130104	基于光谱信息的柑橘树虫害 级别定量化测评模型及快速检 测技术	华南农业大学	20
61100215/F020809	物联网环境下无线多媒体传 感器网络 QoS 保障机制研究	湘潭大学	25
61170060/F020308	煤矿井下物联网感知层感控 异构融合理论与技术基础研究	安徽理工大学	57
61105077/F030512	先验知识与数据混合驱动的 建筑物舒适度二型模糊建模与 节能控制研究	山东建筑大学	25
71150001/G03	基于生态细胞和数字低碳的 老年社区智能信息服务	中国科学院遥 感应用研究所	72
61171176/F0104	基于脉冲超宽带技术的传感 信息提取与处理新方法	北京邮电大学	60
61104090/F030103	基于物联网的高压设备检测 与状态评估研究	湖南大学	23
61136006/F040703	无线、集成化无源传感器技 术基础研究	东南大学	290
61170219/F020809	物联网安全高效成簇与数据 融合机制及算法研究	重庆邮电大学	15
61170284/F0208	无线多跳网络的数据驱动路 由问题研究	中国人民解放 军国防科学技术 大学	56
71171002/G0110	物联网环境下面向能源效率 的制造企业生产计划与排产方 法研究	安徽工程大学	45
61103001/F020206	基于情景感知 workflow 执行模 型优化机制的研究	深圳大学	24

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61170176/F020513	开放的、基于语义的物联网互操作框架研究	北京邮电大学	55
61100066/F020201	物联网中可信设备协同的建模与验证方法研究	中国科学院软件研究所	22
61102063/F010202	物联网移动性管理体系架构、协议及关键机制研究	重庆邮电大学	22
61140320/F0207	下一代互联网安全与隐私关键性技术的研究	上海交通大学	240
61171014/F010909	基于传感器系统的物体结构故障诊断方法研究	北京师范大学	60
51175319/E051102	基于正交 FBG 感知网络的板状结构形变检测与形态重构研究	上海大学	60
61173158/F020809	多样性无线传感网睡眠调度与路由选择算法设计与联合优化	中国科学院研究生院	55
61104042/F030118	面向无线传感器网络的非易失性元胞自动机建模及分析	电子科技大学	23
61177079/F050304	基于频谱光学双稳原理的数字式光栅传感网络研究	黑龙江大学	60
61100182/F020809	无线传感器网络中基于非合作博弈论的安全路由协议的研究	东北大学	21
611171167/F010302	无人值守无线传感网中基于智能声测节点线性最优滤波研究	南京理工大学	60
61173132/F020809	面向无线传感网络时间同步的脉冲耦合振荡器模型关键理论与技术研究	中国科学院计算机技术研究所	58
61170279/F020702	无线传感网络密钥管理协议研究	中国科学院软件研究所	56

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61100199/F020809	面向移动传感网的移动基础设施动态分布式部署及其协同研究	南京邮电大学	24
61174020/F030307	智能摄像机传感网络分布式数据关联方法研究	北京航空航天大学	50
61162001/F010909	面向中小型堤坝安全监测的无线传感器网络感知服务质量模型研究	华东交通大学	52
61103158/F020512	基于上下文感知的传感器网服务弹性架构及其关键技术研究	中国科学院声学研究所	24
41101426/D010702	复杂地形条件下的地学传感网络部署问题研究	南昌航空大学	23
61170241/F020701	异构传感网密钥管理机制研究	哈尔滨工程大学	56
61173091/F020502	基于视频传感网络的群体行为感知与异常个体协同跟踪	西安电子科技大学	55
61103187/F020809	基于零领域知识的无线传感器网络诊断方法研究	清华大学	26
61102140/F0104	针对多目标检测的雷达传感网络物理层信号处理	电子科技大学	28
511108065/E080805	超大型油库(群)的全尺度分布式光纤布里渊全寿命安全监测	大连理工大学	27
61164001/F030303	基于机器视觉的大麦生长模型与监测网络系统及可视化研究	甘肃农业大学	59
61105128/F030707	随机漂流粒子群优化算法的研究与应用	江南大学	23
61103044/F020106	无线传感网络安全协议的形式化建模与分析	浙江工业大学	24

(续)

项目批准号/ 申请代码	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
41171315/D010701	地学 workflow 驱动的无线即时协同方法研究	武汉大学	65
61102067/F010202	基于多尺时空相关性的无线传感网自适应优化采样技术研究	杭州电子科技大学	25

项目批准号	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61070204/809	物联网中基于网络编码的 WSN 数据传输技术	北京邮电大学	34
61003250/F0208	物联网安全关键技术研究	北京科技大学	20
31070883/C100401	高集成此生物分子传感器的研究	南京工业大学	33
71001019/G010301	物联网环境下信息实时更新的集装箱调运模型与优化方法研究	东北大学	17.7
61074149/F0302	基于物联网的办公楼用电设备节能 nash 均衡控制策略研究	山东建筑大学	36
61074025/F030103	物联网环境下基于物感知驱动的协同控制研究	华中科技大学	29
61004112/F030209	基于 RFID 的车联网在 ITS 上应用的基础研究问题	重庆大学	22
61070206/F020809	基于 SoC 的智能感知节点关键技术研究	北京邮电大学	12
61003231/F0207	面向个性化隐私保护的“物联网”多方协同挖掘模型研究	电子科技大学	19
61001125/F010104	基于语义的物联网信息标引、计算和智能管理机制研究	西南科技大学	18
61001079/F010202	基于可重构传感器天线的物联网无线频谱感知技术研究	南京邮电大学	22
71003095/G030703	“三网融合”战略下物联网产业的创新系统多要素联动研究	中国科学院研究生院	17

表 E-4 2010 年国家自然科学基金物联网项目

(续)

项目批准号	项目名称	依托单位	批准金额 (万元)
61074181/F030308	面向物联网的液体场环境多参数游弋式传感系统研究	天津大学	10
61071078/F010103	面向物联网的超高频无源无线识别系统安全机制研究	上海交通大学	32
61003058/F020204	物联网空间内基于位置服务的数据管理技术研究	东北大学	19
61070155/F020809	物联网背景下传感器网络安全可靠技术研究	浙江大学	32
61071038/F010508	物联网环境下基于上下文相关的 RFID 安全机制关键技术研究	中山大学	36

E.3 新一代无线移动通信网国家科技重大专项

2013 年度新一代宽带无线移动通信网国家科技重大专项

项目：物联网及泛在网

课题 5-1 多业务环境下物联网海量信息能力平台架构、关键技术研究
研究与试验验证

课题 5-2 面向工业无线网络协议 WIA-PA 的网络设备研发及应用

课题 5-3 无线体域网关键技术研究

课题 5-4 智能家居无线物联网设备研发与验证

课题 5-5 面向数字医院的医疗物联网关键技术研究及设备开发与验证

2012 年度新一代宽带无线移动通信网国家科技重大专项

项目：物联网及泛在网

课题 5-1 基于 IPv6 的无线传感器网的网络协议研发及验证

课题 5-2 基于 IPv6 的无线传感器网络协议一致性测试方法研究及仪表研发

课题 5-3 基于 Web 的无线泛在业务环境体系架构、关键技术与演示验证

课题 5-4 面向公路智能交通系统的无线物联网总体技术研究

课题 5-5 面向远程医疗和社区医疗信息化的无线物联网技术总体研究

2011 年度新一代宽带无线移动通信网国家科技重大专项

- 项目：物联网及泛在网
- 课题 5-1 信息汇聚传感器网络综合测试与验证评估环境
- 课题 5-2 支持机器到机器（M2M）的 3G/LTE 无线网络关键技术研究及标准化
- 课题 5-3 泛在网络下多终端协同的网络控制平台及关键技术
- 2010 年度新一代宽带无线移动通信网国家科技重大专项
- 项目：短距离无线互联与无线传感器网络研发和产业化 (2008ZX03006)
- 课题 2010ZX03006-001 支持多传感网应用的中间件平台研发
- 课题 2010ZX03006-002 传感器网络电磁频谱监测关键技术研究
- 课题 2010ZX03006-003 中高速传感器网络核心芯片研发
- 课题 2010ZX03006-004 面向民用机场周界防入侵监视的新一代传感器网络研发与应用验证
- 课题 2010ZX03006-005 面向智能电网的安全监控、输电效率、计量及用户交互的传感器网络研发与应用验证
- 课题 2010ZX03006-006 面向太湖蓝藻爆发监测的传感器网络研发与应用验证
- 课题 2010ZX03006-007 面向地质灾害监测预警的传感器网络研发与应用验证

E. 4 科技中小型企业创新基金立项项目（见表 E-5）

表 E-5 科技中小型企业创新基金立项项目

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
1934	12C26213101934	基于智能电网的交互式远程协作平台	上海格蒂电力科技股份有限公司	无偿资助	50
2331	12C26213202331	应用于智能电网的北斗/GPS 双模授时射频芯片的研发及产业化	江苏博纳雨田通信电子有限公司	无偿资助	50
3230	12C26213403230	用于智能电网的高压/ 低压预装式变电站	安徽裕宏机电设备有限公司	无偿资助	70
3252	12C26213403252	智能电网输变电线路在线实时监测预警系统	安徽鸿宇电气技术有限公司	无偿资助	70

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
4533	12C26214204533	智能电网通信主控芯片设计和产业化	联思普瑞(武汉)电子科技有限公司	无偿资助	50
4540	12C26214204540	面向智能电网的高压智能电表	武汉国测恒通智能仪器有限公司	无偿资助	50
4934	12C26214304943	智能电网高精度时间同步系统	湖南恒汇电气自动化有限公司	无偿资助	50
4947	12C26214304947	基于智能电网建设的大型电力变压器早期故障预警系统	长沙骏姆测控设备有限公司	无偿资助	50
6069	12C26215116069	应用于智能电网的电力线载波通信测试仪	重庆吉檀电子科技有限公司	无偿资助	50
6679	12C26216106679	基于多种3G网络和物联网技术的智能电网移动应急指挥平台	陕西银河景天电子有限责任公司	无偿资助	60
6682	12C26216106682	基于云计算的智能电网电力用户用电信息采集系统	西安创富电子科技有限公司	无偿资助	60
160	12C26211100160	基于物联网传感技术的城市湖库 POPs 在线监测与智能预警系统	北京思路创新科技有限公司	无偿资助	60
202	12C26211100202	WiMin 低功耗无线物联网数据接入系统	北京智控百城科技有限公司	无偿资助	50
225	12C26211100225	面向物联网应用的片上语音合成系统	北京宇音天下科技有限公司	无偿资助	50
477	12C26211200477	基于物联网概念的楼宇供水集中监管控制系统	天津紫祺正泰科技发展有限公司	无偿资助	50

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
921	12C26211400921	物联网协议无线远传抄表系统的开发	太原市晋彤仪器仪表有限公司	无偿资助	70
922	12C26211400922	消防物联网管理平台	山西通威消防电子有限公司	无偿资助	60
1011	12C26211501011	设施农业物联网应用系统	内蒙古润和信息技术有限公司	无偿资助	50
1326	12C26212201326	基于物联网的油田油井单井产量遥测系统	松原市科威科贸有限公司	无偿资助	70
1399	12C26212201399	基于物联网的危化品运输安全管理系统	吉化集团吉林市软信息技术有限公司	无偿资助	140
1435	12C26212301435	中科北大荒物联网	哈尔滨鑫昱通信技术开发有限公司	无偿资助	60
1651	12C26213101651	基于物联网的疫苗全程冷链管理平台	上海哲勤信息技术有限公司	无偿资助	70
1878	12C26213101878	面向物联网终端设备的 2.4GHz 超低功耗射频 PSoC 核心芯片	上海云杉信息科技有限公司	无偿资助	50
1914	12C26213101914	用于物联网传感器组网的无线 SOC 芯片	上海圳呈微电子科技有限公司	无偿资助	50
1962	12C26213101962	应用物联网技术开发的一种电力电信工程井道、井盖安防报警系统及装置	上海优培智能科技有限公司	无偿资助	40
1963	12C26213101963	“农业技术物联网”系统研发与运用	上海百谷信息科技有限公司	无偿资助	50
2198	12C26213202198	基于物联网感知的医学影像远程诊断及服务平台	江苏金马扬名信息技术有限公司	无偿资助	70

300 | RFID 重大工程与国家物联网 (第 4 版)

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
2316	12C26213202316	基于物联网技术的智能节电系统	镇江华德工业自动化有限公司	无偿资助	50
2335	12C26213202335	基于物联网技术的高危场所实时三维建模及轨迹跟踪定位系统	江苏瑞蚨通软件科技有限公司	无偿资助	50
2339	12C26213202339	面向物联网应用的渠道分销管理系统	南京麦伦思科技有限公司	无偿资助	50
2346	12C26213202346	基于物联网平台的输变电设备智能监测与全寿命周期管理系统 (U-PMS)	常州国尚信电力科技有限公司	无偿资助	50
2417	12C26213202417	基于物联网技术的矿井人员管理与矿压监控综合系统	苏州华拓信息技术有限公司	无偿资助	50
2428	12C26213202428	基于物联网技术的电能动态优化与合同管理	苏州太谷电力有限公司	无偿资助	50
2503	12C26213202503	基于物联网技术的智能支付系统及多模一体化终端	江苏怡丰通信设备有限公司	无偿资助	140
2574	12C26243202574	无锡物联网产业示范区中小企业信息服务平台	无锡蓝创信息技术服务有限公司	无偿资助	70
2674	12C26213302674	基于智能物联网的卷烟全生命周期的物流监管平台	杭州香溢信息系统工程有 限公司	无偿资助	70
2825	12C26213302825	基于物联网技术的易制毒化学品无盲点跟踪与监管系统	杭州新锐信息技术有限公司	无偿资助	70

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
2829	12C26213302829	基于物联网技术的干混砂浆 JIT 运营管理系统	杭州绿健科技有限公司	无偿资助	70
2847	12C26213302847	应用物联网技术的中高压变频空压机	浙江佳成机械有限公司	无偿资助	60
3511	12C26213503511	基于 SMO 物联网中间件平台的数据采集控制系统	福州欣创摩尔电子科技有限公司	无偿资助	70
4027	12C26213704027	基于国产密码技术的物联网安全平台	山东渔翁信息技术股份有限公司	无偿资助	120
4110	12C26213714110	基于物联网的工业企业能耗监测与优化综合应用系统	青岛研博电子有限公司	无偿资助	70
4140	12C26213714140	物联网教学与培训系统	青岛感知信息科技有限公司	无偿资助	50
4294	12C26214104294	基于 3G 的物联网高清网络摄像机开发	郑州吉瑞特电子科技有限公司	无偿资助	50
4374	12C26214204374	基于 LBS 的分布式社区物联网动态信息智能监管软件	武汉如临其境科技创意有限公司	无偿资助	70
4514	12C26214204514	物联网即时通讯信息实时监控系统	武汉锐角科技有限公司	无偿资助	50
4523	12C26214204523	基于物联网技术的智慧养老院管理系统	武汉三际物联网科技有限公司	无偿资助	50
4527	12C26214204527	基于物联网技术的第三方物流全面协同管理平台	武汉赛思腾信息技术有限公司	无偿资助	50
4853	12C26214304853	控网 [wcon.net] 一开放物联网在线监控平台	湖南中菱科技有限公司	无偿资助	60

302 | RFID 重大工程与国家物联网 (第 4 版)

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
4917	12C26214304917	3G 物联网智能家居监控器	长沙双能电子科技有限公司	无偿资助	50
5138	12C26214405138	融合无线传感网和流媒体技术的 3G 物联网监控系统	江门市伟创科技开发有限公司	无偿资助	70
5198	12C26214405198	基于物联网模式的分布式多功能税务自助服务系统	广东金赋信息科技有限公司	无偿资助	80
5268	12C26214405268	物联网面向服务的工程化体系架构及传感器网络在养殖业的应用	广州中大百迅信息技术有限公司	无偿资助	70
5344	12C26214405344	基于物联网的 JXC3W 一体化软件	广州市小聪软件有限公司	无偿资助	70
5482	12C26214425482	快速消费品信息追溯物联网系统平台	深圳市华美龙物联网技术有限公司	无偿资助	70
5485	12C26214425485	基于物联网的央行货币物流管理系统平台	深圳市宝嘉软件技术有限公司	无偿资助	70
5505	12C26214425505	物联网 M2M 无线固定终端产品的研发与产业化	深圳市多比数码技术有限公司	无偿资助	70
5506	12C26214425506	物联网手机一卡多应用系统	深圳市数智国兴信息科技有限公司	无偿资助	60
5554	12C26214425554	基于物联网的防伪认证综合移动信息平台	深圳市指媒科技有限公司	无偿资助	50
5657	12C26214505657	家庭式物联网应用集中管理平台	南宁美好生活信息科技有限公司	无偿资助	50

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
5664	12C26214505664	基于 ZigBee 技术的物联网智能家居集成系统	广西国佑科技有限公司	无偿资助	50
5755	12C26215105755	基于物联网的地下空间三维实时智能感知系统	成都希盟泰克科技发展有限公司	无偿资助	70
5774	12C26215105774	基于物联网的城市路灯智能控制器	四川鹏天科技发展有限公司	无偿资助	70
5891	12C26215105891	基于物联网技术的中药溯源编码系统	成都协达科技有限公司	无偿资助	50
5900	12C26215105900	面向工业数采的新一代无线传感器网络节点及物联网系统	成都物联广通科技有限公司	无偿资助	50
5901	12C26215105901	基于物联网的油气管井井下安全数据采集系统	成都康纬科技有限公司	无偿资助	50
5904	12C26215105904	基于物联网技术的血液安全管理系统	成都卓青科技有限公司	无偿资助	50
6049	12C26215116049	面向社区的物流物联网系统	重庆博古科技有限公司	无偿资助	50
6216	12C26215206216	基于物联网的景云山殡仪馆综合管理平台	贵州华圣惠丰信息产业有限公司	无偿资助	50
6339	12C26215306339	基于双轨穿梭堆垛机的物联网智能化密集存储系统	昆明新高原电子信息有限公司	无偿资助	70
6433	12C26215306433	基于物联网(无线传感器网络)技术的农田农情监测系统	昆明泛在物联网工程技术有限公司	无偿资助	50
6558	12C26216106558	基于物联网的工业现场数据智能集成系统	陕西信力机电工程有限公司	无偿资助	70

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
6604	12C26216106604	基于物联网的智能变电站综合在线监测与故障诊断系统	西安鼎特电子科技有限公司	无偿资助	80
6722	12C26216106722	基于物联网的智能调度管理系统	西安漫步软件有限公司	无偿资助	50
6860	12C26216206860	基于物联网技术的隧道施工人员安全管理定位系统	甘肃公众软件科技有限公司	无偿资助	70
6987	12C26216206987	基于物联网技术的开放式社区服务组态平台	甘肃网讯时空网络科技有限公司	无偿资助	50
6991	12C26216206991	物联网射频技术在传统养殖业上的应用	平凉宝玺网络科技有限公司	无偿资助	50
7006	12C26216207006	基于物联网的数字家庭智能集成系统平台	兰州明诚智能科技有限公司	无偿资助	50
7080	12C26216207080	基于物联网应用平台灾害监测智能预警终端	甘肃天立恒智电子科技有限公司	无偿资助	50
7123	12C26216307123	基于物联网技术的高原农业温棚环境因子采集与自动控制系 统	青海新世纪信通安全印务有限公司	无偿资助	60
7169	12C26216307169	物联网集中供暖设备 (JH 热水机)	青海聚合热力有限责任公司	无偿资助	50
7192	12C26216407192	基于物联网技术的滩羊肉生产及物流作业全程信息化研究示范	宁夏盐池县鑫海清真食品有限公司	无偿资助	70

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
7236	12C26216407236	物联网传感器网关及控制系统研发	宁夏科联电子科技有限公司	无偿资助	50
7268	12C26246407268	宁夏中小企业物联网应用技术服务平台建设	宁夏电通物联网科技有限公司	无偿资助	70
7296	12C26216507296	多语种无线物联网 RIFD 在医院监控联网系统平台中的应用	新疆科盛华网络科技有限公司	无偿资助	50
7339	12C26216507339	基于云计算和物联网的公共建筑能耗监测系统开发与应用	乌鲁木齐立昂软件服务有限公司	无偿资助	50
58	12C26211100058	低功耗低成本的无线传感网节点 SoC 芯片	北京凌顶科技有限公司	无偿资助	70
153	12C26211100153	普适性交通状态传感网络系统及设备	北京宏德信智源信息技术有限公司	无偿资助	60
1630	12C26213101630	基于无线传感网的建筑节能通风控制系统	上海琴信科技有限公司	无偿资助	70
2350	12C26213202350	基于异构节点的医药传感网平台研发及产业化	江苏源普科技有限公司	无偿资助	50
2671	12C26213302671	基于无线传感网络的白蚁检测定位系统	杭州时祺科技有限公司	无偿资助	70
2908	12C26213302908	基于无线传感网的建筑电力线路状况智能分析系统	杭州斯玛格智能科技有限公司	无偿资助	50
3204	12C26213403204	基于无线传感网络 (WSN) 的远程称重防作弊系统	合肥聚信信息科技有限公司	无偿资助	70

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
3916	12C26213703916	无线传感网可编程压力传感器节点	威海诺金传感技术有限公司	无偿资助	70
5138	12C26214405138	融合无线传感网和流媒体技术的 3G 物联网监控系统	江门市伟创科技开发有限公司	无偿资助	70
5321	12C26214405321	基于无线传感网的位置服务平台	广州热点软件有限公司	无偿资助	70
23	12C26211100023	大型云计算群应用运行特征分析及性能优化系统	北京并行科技有限公司	无偿资助	60
67	12C26211100067	基于云计算架构的电子商务后台管理系统	北京维富友科技发展有限公司	无偿资助	70
127	12C26211100127	城市集中供热云计算节能管理服务平台	北京建筑技术发展有限责任公司	无偿资助	80
155	12C26211100155	基于云计算的受众行为分析广告定向系统	悠易互通(北京)科技有限公司	无偿资助	60
208	12C26211100208	微吼 Vhall 交互式富媒体直播及虚拟大会云计算平台	北京微吼时代科技有限公司	无偿资助	50
452	12C26211200452	智能化云计算数据平台	天津元云软件有限公司	无偿资助	50
455	12C26211200455	基于云计算的软件授权	天津市方略智友科技有限公司	无偿资助	50
574	12C26241200574	基于云计算技术的大学生科技企业创业企业网络孵化平台	天津青果园企业孵化器有限公司	无偿资助	65
834	12C26211300834	适用于私有云的轻型云计算平台	河北新禾科技有限公司	无偿资助	140

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
1696	12C26213101696	睿云云计算统一通信信息资源管理平台	上海和辰信息技术有限公司	无偿资助	50
1845	12C26213101845	基于云计算的基本药物统一配送及联网监管服务平台	上海华和得易信息技术发展有限公司	无偿资助	70
1887	12C26213101887	基于云计算技术实现的元培全球译员工作平台	上海元培投资发展有限公司	无偿资助	50
1903	12C26213101903	基于云计算架构的智能音乐搜索系统	上海跃界信息技术有限公司	无偿资助	50
1908	12C26213101908	基于云计算技术的蓝纵学校教育综合管理平台系统	上海蓝纵信息科技有限公司	无偿资助	50
1918	12C26213101918	基于云计算平台的 BuzzFocus 互联网口碑在线监测与分析系统	上海烽图信息技术有限公司	无偿资助	50
1935	12C26213101935	基于云计算的移动信息智能发布平台	上海云途信息技术有限公司	无偿资助	50
1940	12C26213101940	基于移动 IP 技术的移动互联网智能云计算平台	上海慕泰信息科技有限公司	无偿资助	50
1953	12C26213101953	摩枫 iUU 移动互联网云计算营销管理平台	上海摩枫信息技术有限公司	无偿资助	50
2325	12C26213202325	基于 SaaS 云计算的企业 3D 虚拟会展平台	常州元素信息技术有限公司	无偿资助	50
2362	12C26213202362	基于云计算的智能化信息链管理软件产品	苏州安源汇信软件有限公司	无偿资助	50
2418	12C26213202418	云计算环境下的居民电子健康档案数据采集与共享平台	江苏中康软件有限责任公司	无偿资助	40

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
2577	12C26243202577	云计算公共服务平台	江苏太湖云计算信息技术股份有限公司	无偿资助	65
3144	12C26213313144	基于云计算的连锁型企业营销决策支持系统	宁波高新区尧瑶科技有限公司	无偿资助	50
4085	12C26243704085	基于云计算的中小软件企业成长支撑服	山东省计算中心	无偿资助	65
4086	12C26243704086	基于云计算的资源整合与创新服务平台	济南政和科技有限公司	无偿资助	70
4193	12C26243714193	青岛市软件共享云计算服务平台	青岛一凌网集成有限公司	无偿资助	65
4557	12C26214204557	基于云计算技术的智能医院管理系统	武汉杰客科技发展有限公司	无偿资助	50
4913	12C26214304913	基于三网融合和云计算技术的 IPTV 全媒体互动消息系统	长沙市云科网络科技有限公司	无偿资助	50
5234	12C26214405234	基于云计算和 SOA 架构的海量数据挖掘平台	广州太普软件科技有限公司	无偿资助	70
5236	12C26214405236	基于交互式 3D 云计算的灯饰产品仿真设计系统	广东京通资讯科技有限公司	无偿资助	70
5315	12C26214405315	基于云计算的 3G 室内覆盖智能设计仿真系统	广州天越电子科技有限公司	无偿资助	70
5398	12C26214405398	基于移动云计算的家居行业开放式服务平台	广州市圆方计算机工程有限公司	无偿资助	140
6221	12C26215206221	云计算数据中心资源管理技术开发	贵州华迪技术有限公司	无偿资助	50

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2012 年度					
6648	12C26216106648	基于云计算的会议业务管理与服务系统	西安远华软件有限责任公司	无偿资助	70
6682	12C26216106682	基于云计算的智能电网电力用户用电信息采集系统	西安创富电子科技有限公司	无偿资助	60
6747	12C26216106747	云计算底层架构——云池云管理平台	西安跃腾电子科技有限公司	无偿资助	50
7739	12C26216507339	基于云计算和物联网的公共建筑能耗监测系统开发与应用	乌鲁木齐立昂软件服务有限公司	无偿资助	50
2011 年第二批					
265	11C26211304092	智能电网状态监测系统	保定浪拜迪电气股份有限公司	无偿资助	70
284	11C26211304111	智能电网中的配网 Web-Gis 系统服务器	保定锐腾电力科技有限公司	无偿资助	50
1308	11C26213715135	智能电网环网无源光通信系统	青岛高科通信股份有限公司	无偿资助	160
13	11C26211103840	基于物联网的电子跟踪与定位系统 (G-Locating)	北京中软冠群软件技术有限公司	无偿资助	90
32	11C26221103859	基于物联网的智能交通外场设施管理和安防系统	北京市速连科通信设备有限责任公司	无偿资助	80
49	11C26221103876	基于云资源的普适信道能量平衡型物联网平台	北京清远华程科技有限公司	无偿资助	100
52	11C26221103879	土壤水分无线传感器网络节点及物联网智能灌溉系统	中农先飞(北京)农业工程技术有限公司	无偿资助	90

310 | RFID 重大工程与国家物联网 (第 4 版)

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2011 年第二批					
63	11C26211103890	基于物联网技术的智慧城市信息采集、管理与分析系统	掌通万维(北京)科技有限公司	无偿资助	50
89	11C26241103916	面向物联网中小企业技术服务平台	北京中电赛意科技有限公司	无偿资助	60
325	11C26211404152	物联网安全生产网络电磁兼容及数据兼容技术全数字综合系统	山西盛华电子系统工程有限公司	无偿资助	90
331	11C26211404158	基于双水印的物联网信息安全平台	山西求方科技开发有限公司	无偿资助	50
722	11C26213204549	基于物联网的设施园艺生长环境智能测控系统	镇江江大科茂信息系统有限责任公司	无偿资助	90
746	11C26213204573	物联网全方位一体化智能家居系统及装备	常州司曼睿信息科技有限公司	无偿资助	50
773	11C26213204600	支持多行业应用的物联网通用应用平台软件	无锡泛联物联网科技股份有限公司	无偿资助	50
910	11C26213304737	基于物联网的抽屉式家用蔬菜生长柜	杭州健尔基生物科技有限公司	无偿资助	50
1285	11C26213715112	网络监管系统在物联网中的应用	青岛萃和科技有限公司	无偿资助	80
1732	11C26214425559	基于 3G 物联网的智能家庭服务机器人	深圳中科智酷机器人科技有限公司	无偿资助	50
1735	11C26214425562	基于节能路灯的城市物联网应用平台	深圳益华鑫能科技开发有限公司	无偿资助	50

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2011 年第二批					
1892	11C26225125719	基于物联网技术的CNG加气站网络化监控管理系统	成都华气厚普电子技术有限公司	无偿资助	50
2079	11C26215305906	基于物联网技术的质量技术监督执法信息平台	昆明天任软件开发有限公司	无偿资助	70
2101	11C26215305928	物联网地理信息综合应用平台	云南卡巴的信息科技有限公司	无偿资助	80
2115	11C26215305942	Beliv 物联网终端机系统	昆明雷神科技发展有限公司	无偿资助	50
2243	11C26216116070	用于物联网接入的电力载波芯片设计	西安龙芯电子科技有限公司	无偿资助	50
2413	11C26216206240	基于身份证统一认证的人力资源手机物联网应用系统	甘肃智联信息科技有限公司	无偿资助	50
2457	11C26226206284	基于物联网的保险行业移动理赔系统	兰州金雨方元信息技术有限公司	无偿资助	50
2544	11C26216406371	基于物联网的智能家庭服务系统	宁夏荧屏天天传媒广告有限公司	无偿资助	80
2545	11C26216406372	基于物联网技术(RFID和GPS)的煤业运销管理系统	宁夏希望信息产业有限公司	无偿资助	70
2682	11C26216506509	物联网嵌入式多源数据接驳终端中试	新疆智翔科技有限公司	无偿资助	50
764	11C26223204591	无线传感网络技术对于大型基础设施的维护与评估	无锡悟莘科技有限公司	无偿资助	50
791	11C26213204618	数字无绳传感网报警终端	江苏中讯数码电子有限公司	无偿资助	140

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2011 年第二批					
1705	11C26214425532	基于无线传感网的高压输电线路综合在线监测系统	深圳市威克风云电力自控设备有限公司	无偿资助	90
12	11C26211103839	基于卫星遥感和云计算技术的水环境监测平台	中城泰信(北京)信息技术有限公司	无偿资助	65
48	11C26221103875	基于云计算技术的数字城市空间信息共享服务系统	北京山海经纬信息技术有限公司	无偿资助	90
58	11C26221103885	组件化云计算网络音视频监控系统	北京艾斯克雷科技有限责任公司	无偿资助	80
66	11C26221103893	FangMail 融合云计算技术新型反垃圾网关与安全邮件一体化通信平台	北京方向标信息科技有限公司	无偿资助	50
612	11C26213104439	品易 QMan 云计算服务软件	上海品易信息科技有限公司	无偿资助	90
1387	11C26214205214	基于云计算的网络虚拟磁盘系统	恩施州雪峰信息安全技术有限公司	无偿资助	80
2080	11C26215305907	基于云计算的数字社区服务与管理系统软件	云南信息电讯网	无偿资助	70
2011 年第一批					
36	11C26211100036	用于智能电网的智能化快速永磁断路器	北京四方华能电气设备有限公司	无偿资助	60
123	11C26221100123	基于移动物联网的智能农业环境监控系统	北京威讯紫晶科技有限公司	无偿资助	60

(续)

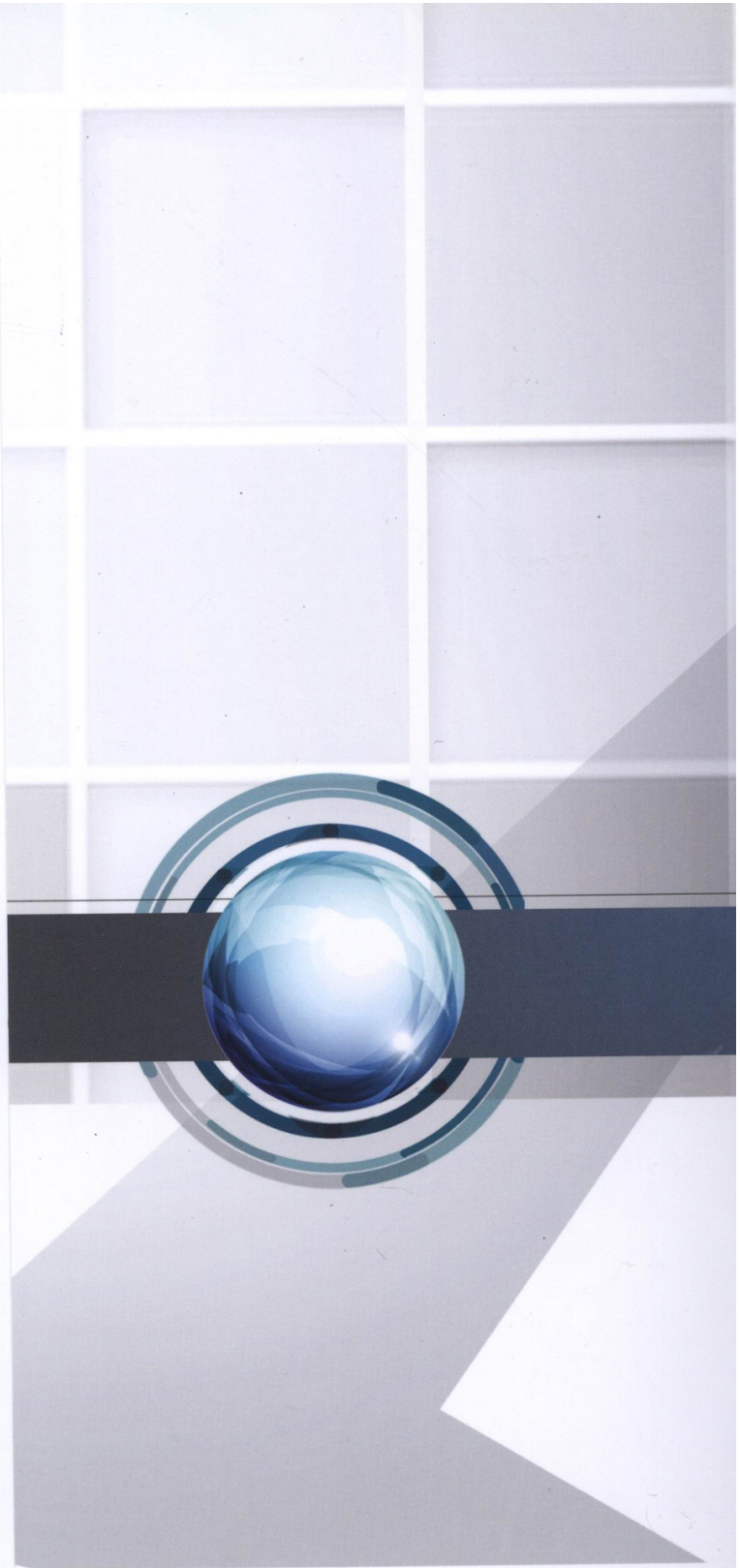
序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2011 年第一批					
456	11C26212110456	基于物联网公共服务平台的水污染监测协同应用	沈阳博瀚信息技术有限公司	无偿资助	50
1041	11C26213101041	基于物联网和无线技术的企业级应用系统	上海太迅自动识别技术有限公司	无偿资助	80
1293	11C26213201293	基于云计算的主动式精准营销平台	江苏随易信息科技有限公司	无偿资助	50
1353	11C26213201353	物联网及 FTTH 系统用光器件和芯片	江苏俊知传感技术有限公司	无偿资助	50
1232	11C26213211232	基于物联网技术的一体化网络智能安防系统	南京视威电子科技有限公司	无偿资助	80
1468	11C26213301468	基于物联网技术的点/线组合绿色照明控制系统	杭州奥能照明电器有限公司	无偿资助	50
1792	11C26213311792	基于云计算的互联网信息实时监测系统	宁波大象信息技术有限公司	无偿资助	50
2343	11C26213702343	Hospot 物联网浏览器	日照市活点网络科技有限公司	无偿资助	50
2624	11C26214202624	基于物联网技术的企业信息化集成应用系统	武汉爱迪智能工程有限公司	无偿资助	50
2752	11C26214212752	基于物联网技术的智能安防平台	武汉天华科技发展有限公司	无偿资助	60
3164	11C26214403164	智能电网二次设备 IEC 61850 通用网关	珠海瓦特电力设备有限公司	无偿资助	60
3270	11C26214423270	云计算平台的整体安全系统	深圳市蓝极之光科技有限公司	无偿资助	50

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2011 年第一批					
3287	11C26214423287	基于物联网技术的矿用无线综合定位通信系统	深圳市翌日科技有限公司	无偿资助	50
3348	11C26215103348	基于物联网技术的医疗设备及垃圾可视化位置感知系统	成都嘉逸科技有限公司	无偿资助	50
3350	11C26215103350	基于云计算架构的数字城市系统	成都精彩宏途科技信息有限公司	无偿资助	50
3369	11C26215103369	基于物联网应用的地震预警系统和地震烈度速报系统	成都市美幻科技有限公司	无偿资助	50
3461	11C26215103461	基于云计算技术可自由改变网络带宽增值业务平台和产品	四川省守望信息科技有限公司	无偿资助	50
2010 年第一批					
25	10C26211103462	基于传感器网络的智能化无线远程高效供热控制系统	北京太工天成测控技术有限公司	无偿资助	50
101	10C26221103538	基于物联网平台的智能环境监控系统(U-EMS)	北京国尚信科技有限公司	无偿资助	50
297	10C26211403734	基于无线传感网络的企业能量管理系统	太原市优特奥科电子科技有限公司	无偿资助	90
372	10C26212203809	基于无线传感器网络的智能监测灌溉系统	吉林省融创科技有限公司	无偿资助	90
982	10C26213704419	基于无线传感网的工矿企业能耗管理系统	山东金软科技有限公司	无偿资助	90

(续)

序号	项目批准号	名称	依托单位	支持方式	批准金额 (万元)
2010 年第一批					
1063	10C26214104500	交通智能化物联网系统	河南润通工程建设有限公司	无偿资助	80
1070	10C26214104507	基于光纤传感的煤矿安全检测与灾害预警系统	郑州格瑞特光栅技术有限公司	无偿资助	50
1228	10C26214304665	基于物联网应用的机动车信息化管理系统	湖南泰通传媒信息有限公司	无偿资助	50
1229	10C26214304666	基于传感器网络的高智能工程监测系统	长沙同盛电子科技有限公司	无偿资助	50
1469	10C26224504906	基于物联网的色码直读水电气表监控系统	广西麦德罗威智能科技有限公司	无偿资助	50
1674	10C26215305111	通用物联网 SNMP 网管系统	昆明优冠网络系统有限公司	无偿资助	70
1821	10C26216205258	智能电网综合保护监控装置	天水长城自动化系统有限公司	无偿资助	70
1934	10C26216305371	基于无线传感器网络的公路隧道环境监测系统的研发与应用	西宁湛青电子有限公司	无偿资助	90
2010 年第二批					
226	10C26224302612	无线/电源线混合型瓦斯传感器网络系统	长沙奇星网络科技有限公司	无偿资助	50



电话服务
服务咨询热线: 010-88361066
读者购书热线: 010-68326294
010-88379203

网络服务
机工官网: www.cmpbook.com
机工官博: weibo.com/cmp1952
金书网: www.golden-book.com
教育服务网: www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

为中华崛起传播智慧

地址:北京市百万庄大街22号

邮政编码:100037

策划编辑◎林春泉 / 封面设计◎鞠杨

随着微电子、计算机、网络与通信技术的发展，物联网已受到国内外产业界和学术界的广泛关注。本书作者以RFID重大工程和国家物联网为出发点，重点分析了国内外最新动态和研究成果，详细讨论了一些行业应用中的典型解决方案。作为一个长期从事传感器网、物联网、云计算、信息安全等领域研究和开发的团队，我们一直在跟踪国内外物联网理论、技术和应用，并在一些领域成功开展了物联网的示范应用。该书第4版的推出，在前3版成功经验的基础上，结合了最新发展动态和作者的研究成果，必将为我们研究物联网提供很大的帮助。

中南大学信息科学与工程学院教授 王国军

本书使物联网技术、产业涉足者得以拓展眼界、明确方向、理清思路，阅者均会获益良多。物联天下，传感先行。汉威电子（股票代码300007）作为传感器领域颇具影响力的物联网企业，将不遗余力践行物联网，创造更多鲜活的物联网案例，给力我国物联网事业发展。

河南汉威电子股份有限公司董事长 任红军

物联网发展为我国通信产业的发展提供了重大契机，可深化我国工业化与信息化的融合，必将成为新兴产业重要的增长点之一。基于3G的人机通信模式和无线宽带承载网络，以及大量的移动终端用户，将为物联网部署和应用创造有利的条件。当前，各大电信运营商都在积极谋划物联网的建设和业务拓展，让更多的人了解和认识物联网，对于推动我国信息产业的发展具有重要的现实意义。

中国联通集团中网威信电子安全服务有限公司信息网络部总经理 王炳辉

如今，各种自动识别技术相继出现，一方面解决了我们日常生活多方面的信息需求，另一方面也给我们增加了大量持卡和信息过度的负担，要在解决满足人们日益增长的信息服务需求的同时降低人们处理信息负担的矛盾，可能需要借助物联网。虽然真正的物联网理念实现和应用还需要一段时间，作为一名实践者，我对此技术和产业具有充足的信心。借助《RFID重大工程与国家物联网》一书，我认识了宁博士，也认识了物联网。如今，籍本书第4版面世之际，祝愿我们的合作更加深入和持久。

北京金诚信四方卡识别技术有限公司总经理 宁俊强

随着社会经济的发展，人们对通信业务出现了高层次和多样化的需求，作为一家多年提供光纤宽带网络服务的运营商，我们更关注如何为用户提供更加丰富和高质量的服务，物联网业务拓展无疑是我们关注的重点，感谢宁博士对我们开展物联网业务发展的支持和帮助，我个人认为《RFID重大工程与国家物联网》一书对我们开展物联网方面的业务帮助很大。

北京电信信息技术公司运维部总经理 李小云



机械工业出版社微信公众号

ISBN 978-7-111-50905-9



9 787111 509059 >

上架指导 工业技术 / 通信技术

ISBN 978-7-111-50905-9

定价：59.80元