

RFID应用指南

面向用户的应用模式、标准、编码及软硬件选择

(第2版)

程曦 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以用户的视角,从 RFID 项目实施流程切入,围绕 RFID 应用的需求,介绍新技术时代的 RFID 技术与物联网的概念;解析 RFID 技术标准及相关法规的应用;讨论项目前期准备及以“RFID 友好性、应用模式、应用集成度”为分析方法的可行性研究;重点解读人一机一物交互界面的信息标识编码、标签选择、读写器选择、中间件选择、数据集成以及挖掘 RFID 数据价值的应用案例,在技术性、专业性、系统性的基础之上,突出了与用户匹配的实用性、实践性、操作性和易读性。

本书可作为 RFID 用户、从事 RFID 研究的科技工作者的参考书与工具书;也可作为 RFID 应用服务提供商的培训教材,中央和地方的 RFID 推动平台的推广应用教材;还可以作为各高校物联网及 RFID 技术应用课程的参考读物或工具书,以弥补大学生动手能力的不足,为各高校教材的创新助力。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

RFID 应用指南:面向用户的应用模式、标准、编码及软硬件选择/程曦编著. —2 版. —北京:电子工业出版社,2019.2

(物联网开发与应用丛书)

ISBN 978-7-121-35862-3

I. ①R… II. ①程… III. ①无线电信号—射频—信号识别—应用—指南 IV. ①TN911.23-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 000659 号

策划编辑:李树林

责任编辑:李树林

印 刷:三河市良远印务有限公司

装 订:三河市良远印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18.5 字数:474 千字

版 次:2011 年 8 月第 1 版

2019 年 2 月第 2 版

印 次:2019 年 2 月第 1 次印刷

定 价:69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询和投稿联系方式:(010) 88254463, lisl@phei.com.cn。

第 2 版

序

获悉电子工业出版社决定再版程曦的《RFID 应用指南——面向用户的应用模式、标准、编码及软硬件选择》（简称《RFID 应用指南》），我对年轻一代的担当甚感欣喜。本书再版是应一些大专院校教学和教材的需求，教育是百年大计，为教育而尽微薄之力，一直是我的心愿，于是欣然接受作者邀请，特作此序。

我作为从事物品编码与自动识别技术与推广应用近 30 年的一个科研与管理工作者，看着编著者在物联网 RFID 应用及其标准化道路上一步一个脚印地成为社会需要的复合型人才，我感到无比欣慰。程曦有着扎实的信息技术、物流与供应链管理以及商业分析的专业背景、从业资质和研究经历，早在 20 世纪 90 年代末，就曾为中国物品编码中心（GS1 China）课题研究项目翻译了《中国香港供应链管理指南》；在其专业的岗位上潜心研究 GS1《全球统一标识系统》，并将研究成果推向实际应用。她从事物联网应用与标准化研究等技术工作以来，积累了大量的国内外技术资料，先后发表十多篇有价值的应用研究论文；本书第 1 版于 2011 年出版，深受读者欢迎，经过六七年的社会应用检验，应读者要求再版，着实令人高兴。

我非常欣赏本书能站在用户的立场和业务层面，全面地规范化解读 GS1 规范及中国国家标准的应用，这也是本书最具特色的实用创意。本书是中国物品编码中心及其分支机构系统内为数不多的个人技术著作，也是我们多年来从事物联网推广应用及其标准化与信息编码体系技术服务的社会见证。

从本书的初版到再版，物联网及其 RFID 技术退却了热潮，摆脱了热炒，扎扎实实地进入了喜人的稳健发展新阶段，《全球统一标识系统》业已成为全球应用最为广泛的商务语言。本书的再版，依据国内外权威机构的最新标准和相关白皮书，对物联网及 RFID 技术做了全面的规范化的更新与修订，增加了一些最新发展的内容，并结合大专院校师生的特点，通过生动活泼的语言、全面系统的理论，权威务实的案例，严谨翔实的解读，向读者展现一条 RFID 应用之路。这无疑将有助于物联网产业稳健发展，并为有志于物联网及相关技术的学子们夯实 RFID 及其标准化技术的专业基础，提供了实用性、综合性、专业化的应用工具。

中国物品编码中心 主任
中国自动识别技术协会 理事长
张成海

2018 年 11 月 6 日

第 1 版

序

拿到《RFID 应用指南——面向用户的应用模式、标准、编码及软硬件选择》书稿，我想起的第一幕就是站在北京物资学院 1998 年优秀毕业论文答辩讲台上的程曦。那年，她是我们信息系选出的唯一代表，她的“电子商务应用技术及其发展”学士论文，在 20 世纪 90 年代的背景下，从技术的角度针对电子商务发展需求进行了认真思考，大胆地提出了自己的建议。评委们对程曦的求实创新精神赞扬有加，她也因此获得全院优秀毕业论文第一名。作为她当时的系主任和指导老师，我由衷地感到高兴。

程曦毕业后的十多年来，注重专业知识的学以致用。从事了物流与供应链管理的企业业务实践，并进一步深造，获得了英国华威大学商业管理工程理学硕士学位；经过系统地学习，她考取了美国注册物流师从业资质，之后由 RFID 应用者转向了 RFID 业内专业研究人员，最近又编写了具有专业水平和实用价值的《RFID 应用指南——面向用户的应用模式、标准、编码及软硬件选择》一书。看到自己的学生一步一个脚印地成为社会所需要的复合型人才，我由衷地感到欣慰。

看过《RFID 应用指南——面向用户的应用模式、标准、编码及软硬件选择》后，我认为该书的亮点是：深入浅出、通俗易懂地解读物联网与 RFID 技术，充分发挥作者专业理论基础和技术业务实践的特长，有效地吸收了欧美等发达国家的成功经验，在结合我国国情的基础上，将 RFID 技术应用于我国的物流、供应链管理业务及其 RFID 项目开发的过程之中。《RFID 应用指南——面向用户的应用模式、标准、编码及软硬件选择》一书从用户的角度研究 RFID，集规范性、专业性、系统性与可操作性为一体，文体新颖，图表并茂，语言生动活泼。对于 RFID 用户，本书是一本很好的应用工具书；对于各高校的学生，也不失为一本了解 RFID 基础与应用实践、提高创新与操作能力的技术参考书籍。

北京物资学院副院长 刘丙午
北京物资学院信息学院院长

前言

学而时习之，不亦说乎

作为一个曾经游走在系统开发边缘的非 IT 专业人士，区块链、人工智能、大数据面世伊始，对我而言也并不是那么可亲可爱。想当年，那些本应深度挖掘的数据只能沉睡在“高大上”的企业信息系统里，如今似乎一跃成为社会生活的正常代谢品，一瞬间就在身边堆积如山，幽灵般有一搭没一搭地撩拨着我们的好奇心。

在 20 年前，供应链管理技术出现时的盛况并不亚于当前这些令人眼花缭乱的数据技术。我从手捧 20 世纪 70 年代的国外案例分析都会欣喜若狂，到如今可以在微信群里实时求助各种专业问题；从参加论坛探讨如何结合国情、如何提高企业认知度，到现在思考如何完善标准体系、如何降低技术实施成本……关于供应链管理技术的关注点变得越来越切实可行，也越来越人性化——真正的“人性化”其实并不仅仅是一个光鲜亮丽的包装，而是与那些看起来好像冷冰冰、金灿灿的管理理念和科学技术轻松牵手愉快生活在一起的和谐状态。

当“学而时习之”的“习”被重新解读为实习（验证、应用），想着反复强调复习的重要性的中学老师们，忍不住腹诽：“我就是说嘛，还是孔圣人深得我心。”本书有幸再版，更加坚定了我从 RFID 切入物联网应用、开辟“用户通道”的理念。高新技术的应用，需要从用户的立场和视角出发，深入业态分析，剖析应用需求，针对实际问题，提供应对措施，满足相关技术标准及法规的适应性与合规性，为用户量身定做物联网应用解决方案。希望本书能够启迪读者的学习方法、思考方法、分析方法与选择方法，使大家皆能学而可习之。

感谢广大读者，尤其是相关大专院校的相关应用专业的师生对本书第 1 版的肯定以及再版的要求，读者的需要就是对编著者的最高奖赏；感谢电子工业出版社的编辑；感谢所有给予本书建议与帮助的友人，尤其是南京晓庄学院的何晓明老师、无锡品冠物联科技有限公司的沈德林老师、物联网专家甘泉老师；感谢 GS1 China 的各位前辈；感谢可以实时请教的业内同行；感谢我的家人与长辈。他们的热情鼓励和无私帮助，使我这个往日的“小白”，能够脚踏实地地走近实践物联网应用的人生梦想……

同时，谨以此献给我身体力行于应用科技而不亦说乎的父母。

程曦

2018 年 10 月 29 日于北京

目录

CONTENTS

第 1 章 新技术时代	1
1.1 物联网	1
1.1.1 物联网概念	1
1.1.2 “物联星云”	2
1.1.3 物联网的起源与全球统一标识标准化进程	5
1.2 区块链技术	7
1.2.1 认识区块链技术	7
1.2.2 区块链技术的应用——从比特币到以太坊	8
1.2.3 区块链对社会究竟有何益处?	8
1.2.4 区块链技术何以值得信任?	10
1.2.5 区块链技术与物流供应链是天作之合	11
1.2.6 我国区块链技术应用发展路线图	13
1.2.7 技术与法规并行	14
1.3 大数据	15
1.3.1 大数据的基本概念	15
1.3.2 大数据与云计算的关系	15
1.3.3 大数据的应用特征	15
1.3.4 大数据应用的规范管理	16
1.4 云计算	17
1.4.1 云计算定义	17
1.4.2 云计算是一个美丽的网络应用模式	17
1.4.3 云计算的特点	17
1.5 第五代移动通信技术——5G	19
1.5.1 5G 的基本概念与关键技术	19
1.5.2 5G 标准的中国声音	21
1.5.3 中国加速布局 5G 网络	21
1.5.4 5G 强化了物联网应用	22
1.6 人工智能	22

1.6.1	人工智能的概念	22
1.6.2	人工智能的起源与发展	23
1.6.3	人工智能的特征	26
1.6.4	人工智能应用参考框架	27
1.6.5	人工智能发展中的问题	28
1.7	自动识别技术	29
1.7.1	什么是自动识别技术?	30
1.7.2	自动识别系统分类、性能与应用比较	30
1.7.3	RFID 能够替代条码吗?	31
第 2 章	RFID 系统与标准	34
2.1	RFID 系统	34
2.1.1	RFID 系统的一般概念	34
2.1.2	RFID 系统构成	34
2.2	RFID 系统应用类型	36
2.2.1	RFID 系统的类型	36
2.2.2	开放式 RFID 系统	42
2.2.3	非开放式 RFID 系统	43
2.3	RFID 标准	44
2.3.1	全球 RFID 标准化组织	45
2.3.2	全球 RFID 标准体系比较	46
2.3.3	EPC 标准体系框架	52
2.3.4	EPC 标准体系的优势	55
2.3.5	我国 RFID 的标准化	59
2.3.6	RFID 标准的应用	62
2.4	RFID 不能做什么	64
第 3 章	RFID 项目	67
3.1	RFID 项目工作概述	67
3.1.1	RFID 项目的基本流程	67
3.1.2	RFID 项目区块工作框架	69
3.2	组建专业团队	70
3.2.1	项目领导委员会——决策层	70
3.2.2	RFID 项目小组——实施层	70
3.3	选择系统开发商	72
3.3.1	系统集成与服务能力	73
3.3.2	RFID 系统开发与个性化服务能力	75
3.3.3	经验之谈	79

3.4	把握切入点——RFID 系统分析方法之一	80
3.5	“RFID 友好性”分析——RFID 系统分析方法之二	81
3.5.1	开放式 RFID 项目	82
3.5.2	非开放式 RFID 项目	85
3.5.3	“RFID 友好性”分析的差异性	85
3.6	确定应用目标——RFID 系统分析方法之三	86
3.6.1	应用集成度	86
3.6.2	应用模式	90
3.6.3	应用效益	92
3.6.4	应用目标	94
第 4 章	信息标识编码	95
4.1	编码方案分类及其适用范围	96
4.1.1	系统基本类型及其适用范围	96
4.1.2	RFID 编码方案	96
4.2	为什么要讨论条码	97
4.3	编码依据	97
4.3.1	条码编码的标准	98
4.3.2	RFID 编码标准与编码原则	98
4.4	RFID 编码格式	99
4.5	RFID 数据结构	100
4.5.1	EPC 规范的通用数据结构	100
4.5.2	系统指示——标头	101
4.5.3	功能指示——滤值与分区	102
4.5.4	ID 指示——标识对象的身份代码	103
4.6	开放式编码方案	103
4.6.1	标识对象	104
4.6.2	编码格式	105
4.6.3	数据结构	106
4.6.4	贸易单元标识	107
4.6.5	物流单元标识	128
4.6.6	参与方位置码标识	132
4.6.7	可回收资产标识	140
4.6.8	单个资产标识	148
4.7	非开放式编码方案	153
4.7.1	标识对象	154
4.7.2	编码格式	155
4.7.3	数据结构	156

第 5 章	RFID 标签——数据写入与贴标	161
5.1	RFID 标签认知	161
5.1.1	标签结构	161
5.1.2	智能标签	162
5.1.3	抗金属与水介质的特殊标签	163
5.2	标签选择	164
5.2.1	RFID 标签分类	164
5.2.2	供电性能	165
5.2.3	调制性能	165
5.2.4	频率性能	166
5.2.5	读写性能	169
5.2.6	通信时序性能	169
5.2.7	数据容量	170
5.2.8	封装形式	171
5.2.9	标签尺寸	175
5.2.10	产品成分、包装材质及其他	175
5.2.11	业务流程与作业环境	176
5.2.12	性能价格比及供货能力	176
5.3	RFID 标签数据写入	177
5.3.1	相关概念与称谓	177
5.3.2	写入什么数据	178
5.3.3	在哪个环节写入	179
5.3.4	怎样写入	180
5.3.5	智能标签打印机	180
5.4	贴标	181
5.4.1	贴标方式	181
5.4.2	贴标机	181
5.4.3	标签机——打印机与贴标机的集成	182
5.5	怎样选择 RFID 专用设备——打印机、贴标机和标签机	184
5.5.1	与系统应用集成度适配	184
5.5.2	与标签兼容	186
5.5.3	与业务流程适配	187
5.5.4	与场地环境适配	188
5.5.5	系统连接	188
5.5.6	设备升级	188

第 6 章	RFID 读写器——数据采集与识读率	189
6.1	读写器	189
6.1.1	读写器工作原理	189
6.1.2	读写器的分类	190
6.2	读写器的数据采集	192
6.2.1	读写器的软件功能	192
6.2.2	防碰撞技术	193
6.3	读写器的选择	194
6.3.1	智能还是简易	194
6.3.2	选择频段	194
6.3.3	固定式还是便携式	195
6.3.4	天线	195
6.4	RFID 系统识读率要素——系统配置的综合考量	197
6.4.1	RFID 系统识读率概述	197
6.4.2	影响系统识读率的硬件因素	198
6.4.3	影响系统识读率的系统配置综合考量	201
6.5	识读率测试	205
6.5.1	实验室测试	206
6.5.2	现场测试	206
第 7 章	RFID 中间件——系统集成与用户选择	207
7.1	中间件认知	207
7.1.1	中间件的概念	207
7.1.2	中间件的功能与技术走向	208
7.1.3	中间件产品	209
7.2	RFID 中间件	211
7.2.1	采用 RFID 中间件的必要性	211
7.2.2	RFID 系统集成以中间件为核心	211
7.2.3	RFID 中间件的功能模块结构	212
7.3	RFID 中间件的用户选择三部曲	215
7.3.1	以“应用模式选择法”确定 RFID 中间件	215
7.3.2	“拿来主义”+适当调整	220
7.3.3	确定产品供应商	220
第 8 章	让信息转变为价值——RFID 应用分析	222
8.1	新应用代表案例——海澜之家	222
8.1.1	案例背景	223

8.1.2	项目实施	223
8.1.3	完善与创新	223
8.1.4	项目展望	224
8.2	制造业 RFID 成功应用的七大诀窍	224
8.2.1	采用可解决实际问题的用例 (Use Case)	224
8.2.2	采用灵活的实施架构	225
8.2.3	有效利用实时数据	226
8.2.4	RFID 数据与系统集成	226
8.2.5	以标准为基础	227
8.2.6	选择可扩展的硬件设备配置方案	228
8.2.7	从长计议	228
8.3	离散制造业生产过程控制 RFID 应用	229
8.3.1	制定编码方案	229
8.3.2	配料——物料 (零部件) 出库	231
8.3.3	零部件上线	231
8.3.4	整机装配	232
8.3.5	测试检验	232
8.3.6	成品包装	233
8.3.7	成品入库	233
8.4	从订单到配送的制造业管理 RFID 应用	234
8.4.1	RFID 在订单中的应用	234
8.4.2	RFID 在订单确认中的应用	234
8.4.3	RFID 在配料与零部件出库中的应用	235
8.4.4	RFID 在上线组装中的应用	235
8.4.5	RFID 在生产管理中的应用	236
8.4.6	RFID 在托盘化中的应用	236
8.4.7	RFID 在配送中的应用	237
8.4.8	RFID 在收货确认中的应用	237
8.4.9	RFID 在统计报表中的应用	238
8.5	RFID 系统用例	238
8.5.1	仓储物流信息系统用例	238
8.5.2	药品电子谱系追溯系统	241
8.6	其他 RFID 应用	243
8.6.1	肉食品追溯案例分析	243
8.6.2	渔业养殖跟踪系统	247
8.6.3	RFID 珠宝销售管理	249
8.6.4	会议管理 RFID 应用	252

附录 A 相关法规.....255

附录 B 相关条码标准.....274

附录 C 相关食品追溯国家标准.....275

附录 D 商品条码校验码计算方法.....276

附录 E 唯一图形字符分配.....277

参考文献.....279

第 1 章 新技术时代

本章力求使读者在最短的时间内，花费最少的精力，轻松地从社会生活切入，从物联网应用的角度出发，深入浅出地了解各种新技术的内涵，及其与物联网的支撑与协调，梳理出简单明了的物联网应用脉络，引导用户进入物联网技术的应用，站在 RFID 应用的入口。

当今，我们正处在一个崭新的、将彻底改变社会生活的计算机与通信技术向纵深普及、变革创新的新技术时代。除了物联网与云计算，接踵而来的区块链、大数据、5G、人工智能相互交织渗透，成为业内的应用热点，甚至社会生活的热门话题。

1.1 物联网

曾有未来学家这样预测：“未来 20~100 年，互联网或将被替代，世界将演变成‘超级物联’和‘超级虚拟’两大时空。”且不说未来 20 年的超级物联，就本书第 1 版出版的 6 年多来，物联网的一系列使能技术——区块链、5G、大数据、人工智能接踵而来的应用突破，已经在我们面前清晰地展现了物联网即将腾飞的春天。

1.1.1 物联网概念

现在的物联网，已经不是什么新名词。关于物联网的定义，不同的领域有不同的切入角度，因而结果也不同。新技术的发展与应用赋予物联网以“普通对象设备化、自治终端互联化和普适服务智能化”的三大重要特征，本节综合近年来业内对物联网的各种定义的内涵，以及应用的创新和发展趋势，给出物联网以下定义：

物联网（Internet of Things, IoT）是基于互联网、移动互联及其他网络通信，让所有能够“被独立寻址的对象”的信息承载实现互联互通的网络。

大家都喜欢说“物联网就是物物相连的网络”。但是，物联网是由 EPCglobal（隶属于 GS1¹）的科学家构想的，他们创建物联网的初衷是希望：物——“被独立寻址的对象”，应该泛指物理意义上的物、社会人及其所处的时空。因为在物联网诞生前的三十多年中，GS1 就已经将这些用于“被独立寻址的对象”的 ID 标识，在全球供应链管理中的物、人、空间中有效地运行，形成全球共识的通用标准——《全球统一标识系统》。物联网全新的维度可参见图 1.1.1-1。

¹ EPCglobal 隶属于 GS1，其前身是 MIT Auto-ID；GS1（Global Standards 1）国际物品编码协会，也被称为全球供应链标准化组织，其前身为 EAN（European Article Number）。中国物品编码中心（GS1 China）是国际物品编码协会的会员。

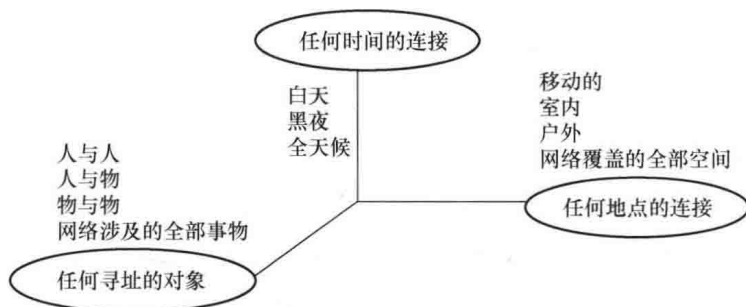


图 1.1.1-1 物联网全新的维度

如今，广义物联网关于“任何时空下的物物、人人、物人之间的全方位连接”的内涵已经在业内被普遍采纳，并正在被全球物联网的发展所实践和证实。

1.1.2 “物联星云”

1. 物联“星”

“星”，存在于浩瀚无穷的宇宙，是神秘的生命与能量的象征。

且不谈大名鼎鼎的“北斗”¹对物联网的强力支撑让国人无比自豪，单说民间卫星系统的快速崛起，也足以使我们兴奋不已。近年来，物联网之低轨道卫星移动通信领域已呈爆发之势，诸如：来自北京九天微星科技发展有限公司的九天微星计划——由 72 颗商用卫星组成的“物联网星座”，来自北京国电高科科技有限公司由 36 颗卫星组网而成的“物联网数据星座”，来自湖北航天行云科技有限公司由 80 颗低轨商用小卫星组成“并组网星座”的航天行云计划，等等。

值得一提的是“九天微星计划”的物联网教学创新：九天微星开发了从小学到高中的“航天 STEAM²”课程，并配套卫星套件、卫星测控站、太空创客实验室和大型研学基地，为中小学和教育机构提供专业的“航天 STEAM”教育解决方案。2018 年 2 月 2 日，顺利发射了九天微星自主研发的第一颗卫星“少年星一号”，该卫星是国内首颗教育共享卫星，面向建有卫星测控站的中小学和教育机构，开放卫星通信资源，重新定义我国航天科普教育场景；同时，在 2018 年中九天微星计划再发射一箭七星“瓢虫系列”，验证物联网通信关键技术，以及多卫星组网能力，并开展商用试运营。

当前，我国在卫星移动通信发展方面已经实施“天地一体化综合信息网络”项目，低

1 北斗卫星导航系统（BDS）和美国 GPS、俄罗斯 GLONASS、欧盟 GALILEO，是联合国卫星导航委员会已认定的卫星导航供应商。

2017 年 11 月 5 日，中国第一、二颗第三代导航卫星顺利升空，标志着中国开启了北斗卫星导航系统全球组网的新时代。北斗卫星导航系统由空间段、地面段和用户段三部分组成，可在全球范围内全天候、全天时地为各类用户提供高精度、高可靠的定位、导航、授时服务，并具短报文通信能力，已经初步具备区域导航、定位和授时能力，定位精度 10 米，测速精度 0.2 米/秒，授时精度 10 纳秒。

2018 年 7 月 10 日 4 时 58 分，我国又成功发射了第 32 颗北斗导航卫星。该卫星属倾斜地球同步轨道卫星，卫星入轨并完成在轨测试后，将接入北斗卫星导航系统，为用户提供更可靠服务。

2 STEAM 代表科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）、艺术（Arts）和数学（Mathematics）。STEAM 教育就是集科学、技术、工程、艺术和数学多学科融合的综合教育。

轨道卫星发射将成为热潮。

2. 物联“云”

“云”，在科技界如同“雅典娜”，是智慧与艺术的象征。目前，较知名的物联云平台如图 1.1.2-1 所示。

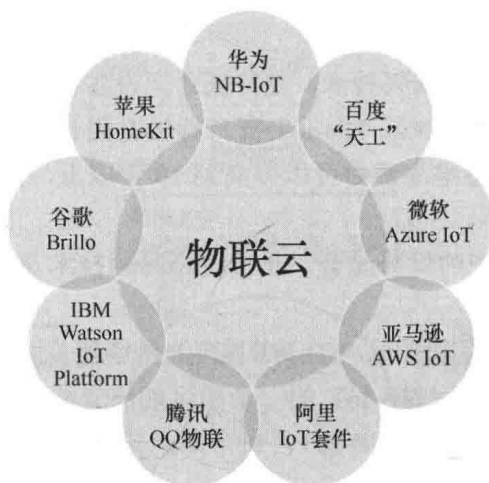


图 1.1.2-1 物联云平台

除了云计算，近年来出现了许多云名词，如阿里云、华为云、百度云等。业内各路大咖纷纷推出了名目繁多基于大数据和云计算的物联网系列服务，“物联网云服务平台”（简称“物联云”）应运而生。比如，华为的物联网云平台（NB-IoT），阿里的物联网云平台（IoT 套件，平台、市场、标准三位一体），腾讯的物联智能硬件开放平台（QQ 物联），中国移动的物联网开放平台（OneNET），中国电信的“物联网应用和能力开放社区”，中国联通的“物联网平台+”，等等，林林总总，这些都标志着新技术时代物联网的起飞。

天上的卫星星罗棋布，如物联网腾飞的翅膀；地上的传感终端缤纷如云，欲使物联网借力延伸飞腾升天。天上的“星星”和地上的“云彩”，承载了数代物联人的几多梦想，汇集着智慧和能量，如同银河星云闪烁，这不正是我们“物联人”期待的“物联星云”吗？物联星云颂如图 1.1.2-2 所示。



物联星云颂
天地一体显物联，
云中漫步论计算。
星罗网布千万里，
物联星云盖九天。

图 1.1.2-2 物联星云颂

3. NB-IoT

何为 NB-IoT?

NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) 是窄带物联网。NB-IoT 构建于蜂窝网络, 只消耗大约 180 kHz 的带宽, 可直接部署于全球移动通信系统 (GSM) 网络、通用移动通信系统 (UMTS) 网络或通用移动通信技术的长期演进 (LTE) 网络, 从而降低了部署成本, 实现平滑升级。

NB-IoT 是 IoT 领域的一项新兴技术, 支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接, 也被叫作低功耗广域物联网 (LPWAN)。NB-IoT 支持待机时间长、对网络连接要求较高设备的高效连接, 据悉 NB-IoT 设备电池寿命可以提高到 10 年以上, 同时还能提供非常全面的室内蜂窝数据连接覆盖。

NB-IoT 在物联网应用中的优势显著, 是传统蜂窝网技术及蓝牙、Wi-Fi 等短距离传输技术所无法比拟的。

(1) 覆盖更广。在同样的频段下, NB-IoT 比现有网络覆盖面积扩大 100 倍。

(2) 海量连接的支撑能力。NB-IoT 的一个扇区能够支持 10 万个连接, 目前全球有约 500 万个物理站点, 假设全部部署 NB-IoT, 每个站点三个扇区, 那么可以接入的物联网终端数将高达 4500 亿个。

(3) 功耗更低。NB-IoT 功耗仅为 2G 的 1/10, 终端模块的待机时间可长达 10 年。

(4) 成本将更低。NB-IoT 模块成本有望降至 5 美元以内, 未来随着市场发展带来的规模效应和技术演进, 功耗和成本还可能进一步降低。

(5) 支持大数据。NB-IoT 连接所采集的数据可以直接上传云端, 而蓝牙、Wi-Fi 等技术却没有这样的便利。

NB-IoT 的诞生并非偶然, 它寄托着全球电信行业对物联网市场的憧憬。其前身可以追溯至华为与沃达丰于 2014 年 5 月共同提出的 NB-M2M。由这两家公司首倡的窄带蜂窝物联网概念一经提出即得到了业界的广泛认可, 随后美国高通公司、瑞典爱立信公司等越来越多的行业巨头加入这个方向的标准化研究中。为了促进标准的统一, 最终 3GPP¹ 在 2015 年 9 月无线接入网 (Radio Access Network, RAN) 全会上达成一致, 确立 NB-IoT 为窄带蜂窝物联网的唯一标准, 并立项为 Work Item 并开始协议撰写, 并在 2016 年 6 月的 3GPP Release13 NB-IoT 中冻结, 使 NB-IoT 的商业应用成为可能。

2017 年 6 月 16 日, 工业和信息化部正式印发了《关于全面推进移动物联网 (NB-IoT) 建设发展的通知》, 明确政府将从三个方面 (加强 NB-IoT 标准与技术研究, 打造完整产业体系; 推广 NB-IoT 在细分领域的应用, 逐步形成规模应用体系; 优化 NB-IoT 应用政策环境, 创造良好可持续发展条件) 采取 14 条措施, 全面推进移动物联网 (NB-IoT) 建设发展。

4. 物联网使能技术

所谓“使能技术”就是我们经常称谓的支撑技术, 为了与国际惯例接轨, 本书采用“使

¹ 3GPP (Third Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划) 是一个成立于 1998 年 12 月的标准化组织, 目前其成员包括: 欧洲的 ETSI (欧洲电信标准化委员会), 日本的 ARIB (无线行业企业协会) 和 TTC (电信技术委员会), 中国的 CCSA (中国通信标准化协会), 韩国的 TTA (电信技术协会), 北美的 ATIS (世界无线通信解决方案联盟), 印度的 TSDSI (电信标准开发协会)。