

国家级特色专业（物联网工程）规划教材

# 物联网 系统设计

（第2版）



桂劲松 编著

本书配有课件，主要介绍物联网系统设计的内容，对感知层、网络层和应用层的设计进行了详细的描述，并给出了智能家居和智能治疗两个典型的物联网系统设计。



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

国家级特色专业（物联



# 物联网系统设计

(第2版)

桂劲松 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是依托中南大学国家级特色专业（物联网工程）的建设，结合国内物联网工程专业的教学情况编写的。本书主要介绍物联网设计方面的知识，首先对物联网系统的设计进行概要描述，给出物联网体系结构和网络的设计方法，然后就物联网的感知层、网络层和应用层的设计进行详细的描述，最后给出智能家居和智能医疗这两个典型的物联网系统的设计实例，以及简单的物联网应用设计。本书的内容涉及物联网系统集成方法、物联网体系结构及其各层次（感知层、网络层、应用层）的设计原则与方法、典型物联网系统应用案例分析等，能为物联网工程专业的学生和其他感兴趣的读者提供实质性的帮助。

本书可作为普通高等学校物联网工程及其相关专业的教材，也可供从事物联网及其相关专业的人士阅读。本书配有教学课件，读者可登录华信教育资源网（[www.hxedu.com.cn](http://www.hxedu.com.cn)）免费注册后下载。

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

物联网系统设计/桂劲松编著. —2版. —北京：电子工业出版社，2017.6

国家级特色专业（物联网工程）规划教材

ISBN 978-7-121-31515-2

I. ①物… II. ①桂… III. ①互联网络—应用—系统设计—高等学校—教材②智能技术—应用—系统设计—高等学校—教材 IV. ①TP393.409②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 105169 号

责任编辑：田宏峰

印 刷：北京中新伟业印务有限公司

装 订：北京中新伟业印务有限公司

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：787×980 1/16 印张：14.75 字数：330 千字

版 次：2013 年 1 月第 1 版

2017 年 6 月第 2 版

印 次：2017 年 6 月第 1 次印刷

印 数：3 000 册 定价：48.00 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 [zltts@phei.com.cn](mailto:zltts@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式：[tianhf@phei.com.cn](mailto:tianhf@phei.com.cn)。

# 出版说明

---

物联网是通过射频识别 (RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络概念。物联网是继计算机、互联网和移动通信之后的又一次信息产业的革命性发展。物联网产业具有产业链长、涉及多个产业群的特点,其应用范围几乎覆盖了各行各业。

2009年8月,物联网被正式列为国家五大新兴战略性新兴产业之一,写入“政府工作报告”,物联网在中国受到了全社会极大的关注。

2010年年初,教育部下发了高校设置物联网专业申报通知,截至目前,我国已经有100多所高校开设了物联网工程专业,其中有包括中南大学在内的9所高校的物联网工程专业于2011年被批准为国家级特色专业建设点。

从2010年起,部分学校的物联网工程专业已经开始招生,目前已经进入专业课程的学习阶段,因此物联网工程专业的专业课教材建设迫在眉睫。

由于物联网所涉及的领域非常广泛,很多专业课涉及其他专业,但是原有的专业课的教材无法满足物联网工程专业的教学需求,又由于不同院校的物联网专业的特色有较大的差异,因此很有必要出版一套适用于不同院校的物联网专业的教材。

为此,电子工业出版社依托国内高校物联网工程专业的建设情况,策划出版了“国家级特色专业(物联网工程)规划教材”,以满足国内高校物联网工程的专业课教学的需求。

本套教材紧密结合物联网专业的教学大纲,以满足教学需求为目的,以充分体现物联网工程的专业特点为原则来进行编写。今后,我们将继续和国内高校物联网专业的一线教师合作,以完善我国物联网工程专业的专业课程教材的建设。

电子工业出版社

# 教材编委会

---

编委会主任：施荣华 黄东军

编委会成员：（按姓氏字母拼音顺序排序）

董 健 高建良 桂劲松 贺建飏  
黄东军 刘连浩 刘少强 刘伟荣  
鲁鸣鸣 施荣华 张士庚

本书自 2013 年初次出版以来已有 4 年，期间不少老师通过电子邮件索要套配课件，自知书中存在诸多不足，套配课件也有待进一步完善，感觉有愧于使用本书作为教材的各位老师们的期望。鉴于本人学识、时间、精力等各方面的局限，尚难对本书有根本性改进与完善，但逐步向好的愿望是一直存在的。

本次再版仅是对其部分章节的内容进行了补充，具体补充了第 4 章的 RPL 路由协议的扩展内容，以及第 6 章的简单物联网应用系统设计。前一部分包括 RPL 路由协议的 QoS 机制、QoS 保证的路由度量目标函数、支持节点移动的 RPL 路由协议；后一部分包括应用系统设计的一般模式与应用系统设计的样例。

本书分为 6 章，每章后面都提供一定数量的思考与习题，以便于读者复习巩固本章的重点。前后章节之间是递进关系，建议初学者从头开始按章节顺序阅读，而有一定基础的读者可选择感兴趣的章节以获得自己所需的知识，例如，对一些核心协议的学习。

第 1 章是对物联网系统设计的概述，内容涉及物联网定义与分类、系统集成要求与步骤、系统设计标准与规范，以及用户需求分析等。本章内容是后面章节内容展开的铺垫。

第 2 章讲述物联网体系结构与网络设计方法，内容包括常见的物联网三层、五层体系结构模型，相应的安全体系结构模型，网络系统设计的目标、原则、步骤以及折中考虑等。后面的第 3、4、5 章将在本章讲述的三层体系结构上依次展开阐述。

第 3 章讲述物联网感知层涉及的主要技术和设计方法，内容涉及感知层的基本拓扑结构、信息读写和传输、频谱的规范与使用等，其中，感知层信息读写与传输所涉及的防冲突协议是本章学习的重点，同时也是难点。

第 4 章讲述物联网网络层涉及的主要技术和设计方法，内容涉及网络层的基本拓扑结构、基于网关的网络层设计，以及基于 IPv6 的网络层设计等，其中，LoWPAN 适配层协议、RPL 路由协议、支持节点移动的 RPL 路由协议是本章学习的重点，同时也是难点。

第 5 章讲述物联网应用层涉及的主要技术和设计方法，内容涉及应用业务的网络性能需求分析、适用于物联网的应用层协议 CoAP、应用业务服务质量设计，以及负载均衡设计等，其中 CoAP 协议是本章学习的重点，同时也是难点。

第 6 章给出两个典型的物联网设计的应用案例，以便引导读者在掌握前述章节知识的基础上，自己构思设计物联网应用系统。为了便于读者快速掌握开发自己的小型物联网系

统，对物联网应用系统设计的一般模式做了详细阐述与归纳总结，并给出了三个不同应用领域的设计样例，以方便初学者快速掌握物联网系统设计的最基本方法。

本书由桂劲松编著，由中南大学信息科学与工程学院计算机科学与技术系黄东军教授审阅。在编写的过程中，作者参阅了大量书籍和文献资料，借鉴了许多网络系统设计的工程经验，得到了很多专家、同行的帮助。中南大学信息科学与工程学院为本书的完成提供了大力支持。为此，作者对所有为本书的顺利出版提供帮助的各界人士以及所有参阅书籍和文献的作者，一并致以敬意，并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，本书难免存在不足之处，敬请各位读者批评指正。在使用本书的过程中，若发现错误或不妥之处，甚至有更好的建议，都欢迎通过 [jsgui06@163.com](mailto:jsgui06@163.com) 与作者联系，作者将不胜感谢。同时也恳请学界和业界同仁批评指正，以期共同为物联网工程专业的教学工作献计献策。

作 者

2017年4月





<b>第 1 章 物联网系统设计概论</b> .....	(1)
1.1 物联网概论 .....	(1)
1.1.1 物联网定义 .....	(1)
1.1.2 物联网分类 .....	(3)
1.2 物联网系统集成 .....	(4)
1.2.1 系统集成的定义与特点 .....	(4)
1.2.2 系统集成的要求 .....	(5)
1.2.3 系统集成的步骤 .....	(5)
1.3 网络系统设计标准与规范 .....	(11)
1.3.1 设计标准 .....	(11)
1.3.2 文档与规范 .....	(18)
1.3.3 网络系统设计文档编制 .....	(19)
1.4 物联网系统设计的用户需求分析 .....	(21)
1.4.1 需求分析概述 .....	(21)
1.4.2 用户需求获取 .....	(22)
1.4.3 物联网业务需求分析 .....	(22)
1.4.4 物联网系统性能需求分析 .....	(24)
思考与练习题 .....	(24)
<b>第 2 章 物联网体系结构与网络设计方法</b> .....	(25)
2.1 物联网体系结构 .....	(25)
2.1.1 物联网体系结构概述 .....	(25)
2.1.2 物联网的三层体系结构 .....	(27)
2.1.3 物联网的五层体系结构 .....	(29)
2.1.4 物联网安全体系结构概述 .....	(35)
2.1.5 物联网三层安全体系结构 .....	(38)
2.1.6 物联网五层体系结构考虑的安全模型 .....	(40)
2.2 网络设计方法 .....	(41)
2.2.1 网络的设计目标 .....	(41)
2.2.2 网络设计的原则 .....	(41)





2.2.3 网络设计的步骤	(42)
2.2.4 网络设计的折中	(43)
思考与练习题	(44)
<b>第3章 物联网系统感知层设计</b>	<b>(45)</b>
3.1 感知层的基本拓扑结构	(45)
3.1.1 感知层涉及的主要技术	(45)
3.1.2 感知层拓扑结构的类型	(46)
3.1.3 感知层拓扑结构的形成	(47)
3.2 感知层的信息读写与传输	(48)
3.2.1 RFID 分类与工作原理	(48)
3.2.2 RFID 标签的冲突概念及其避免算法	(51)
3.3 感知层的频谱规划与使用	(66)
3.3.1 感知层对频谱的需求	(66)
3.3.2 频谱的科学规范	(66)
3.3.3 频谱感知的基本方法	(68)
3.3.4 可用带宽感知技术	(70)
3.3.5 使用认知频谱的 MAC 协议	(72)
3.4 感知层的安全设计	(76)
3.4.1 感知层中 RFID 的信息安全问题	(76)
3.4.2 感知层中 RFID 的信息安全对策	(76)
思考与练习题	(78)
<b>第4章 物联网系统网络层设计</b>	<b>(79)</b>
4.1 网络层的基本拓扑结构	(79)
4.1.1 网络层拓扑结构概述	(79)
4.1.2 拓扑结构的类型与使用选择	(79)
4.1.3 网络层拓扑结构的控制	(82)
4.2 基于网关的网络层设计	(85)
4.2.1 网络层分层设计模型	(85)
4.2.2 网络分层结构的路由与寻址	(87)
4.2.3 具体场景下路由与寻址的性能	(89)
4.3 基于 IPv6 的网络层设计	(91)
4.3.1 引入 6LoWPAN 的原因	(91)
4.3.2 6LoWPAN 协议栈概述	(93)
4.3.3 LoWPAN 适配层协议	(96)
4.3.4 RPL 路由协议	(107)



4.3.5 RPL 路由协议的扩展 .....	(134)
4.4 网络层的安全设计 .....	(141)
4.4.1 物理隔离设计 .....	(141)
4.4.2 网络层逻辑安全设计 .....	(142)
思考与练习题 .....	(145)
<b>第 5 章 物联网系统应用层设计</b> .....	<b>(147)</b>
5.1 应用业务的网络性能需求 .....	(147)
5.1.1 业务承载能力分析 .....	(147)
5.1.2 基本业务需求分析 .....	(150)
5.1.3 业务应用对平台营运的需求 .....	(151)
5.1.4 业务带宽需求及管理 .....	(153)
5.2 适用于物联网的应用协议 .....	(155)
5.2.1 物联网的通信量特征 .....	(155)
5.2.2 CoAP 和 HTTP 对比 .....	(157)
5.2.3 CoAP 协议细节 .....	(161)
5.3 网络应用业务的服务质量设计 .....	(178)
5.3.1 服务质量的主要技术指标 .....	(178)
5.3.2 服务质量的主要实现机制 .....	(178)
5.4 网络应用业务的负载均衡设计 .....	(181)
5.4.1 负载均衡原理与技术 .....	(181)
5.4.2 多条宽带线路下的负载均衡 .....	(183)
5.4.3 负载均衡设计案例 .....	(185)
5.5 应用层的安全设计 .....	(186)
5.5.1 应用层 DDoS 攻击的原理 .....	(186)
5.5.2 新网络流特征导致 DDoS 检测的困难 .....	(187)
5.5.3 有效检测突发流下 App-DDoS 攻击的方法 .....	(189)
思考与练习题 .....	(191)
<b>第 6 章 物联网系统设计的应用案例</b> .....	<b>(192)</b>
6.1 智能家居行业中的物联网系统设计 .....	(192)
6.1.1 智能家居物联网系统设计背景 .....	(192)
6.1.2 智能家居物联网系统设计案例分析 .....	(194)
6.2 智能医疗行业中的物联网系统设计 .....	(202)
6.2.1 智能医疗物联网系统设计背景 .....	(202)
6.2.2 智能医疗物联网系统设计案例分析 .....	(204)
6.3 简单物联网应用系统设计 .....	(214)



6.3.1 应用系统设计的一般模式·····	(214)
6.3.2 应用系统设计的样例·····	(215)
思考与练习题·····	(220)
参考文献·····	(221)

### 1.1 物联网概论

#### 1.1.1 物联网定义

物联网这个名字自提出以来,其概念的内涵就经历着不断演进的过程:1995年比尔·盖茨首次提出“物与物”相联的“物联网”(Internet of Things, IoT)雏形;1998年麻省理工学院提出了“物联网”的构想;1999年美国自动识别中心提出了“物联网”的初步概念;2005年国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)发布报告,正式提出了“物联网”的基本概念,指出物联网是囊括所有物品的联网及应用;2008年IBM基于物联网提出了“智慧地球”的概念,美国奥巴马政府将其作为刺激经济复苏的核心环节上升为国家战略,并预测今后10年,世界上物联网的业务将达到互联网的30倍。至此,日、韩、欧盟、新加坡、中国台湾等地都着手“智慧城市”的研究和部署。2009年6月欧盟委员会提出了针对物联网行动方案。2009年8月国务院总理温家宝提出,要“尽快建立‘感知中国’中心”,“要着力突破传感网、物联网关键技术”。各行各业人士对物联网基本内涵的理解有以下几种。

**理解一:**物联网是指通过安装在物体上的各种信息传感设备,如射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)装置、红外感应器、全球定位系统(Global Positioning System, GPS)、激光扫描器等,按照约定的协议,并通过相应的接口,把物品与互联网相连,进行信息交换和通信,从而实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种巨大网络。

**理解二:**物联网是互联网的延伸和扩展,是在计算机互联网的基础上,利用射频识别技术、无线传感网技术、无线通信技术等构造一个无所不在的网络。其实质就是利用智能化的终端技术,通过计算机互联网实现全球物品的自动识别,达到信息的互连与实时共享。

**理解三:**物联网是随机分布的,集成有传感器、数据处理单元和通信单元的微小节点,通过自组织的方式构成的无线传感器网络。其实质是借助于节点中内置的智能传感器,探



测温度、湿度、噪声等表征物体特征的实时参数。

第二种理解是在射频识别基础上构建物联网,第三种理解是基于传感器基础构建传感网,而第一种理解则是将后二者融合,构建泛在网。将上述理解综合起来看,物联网大体上涉及电子电路、仪器仪表(含传感器)、信息、通信、计算机、自动化、互联网等多个技术领域,涵盖的行业繁多,产品多种多样,应用形态渗透到生产、生活、社会的各个方面。因此,物联网被认为是实现物理世界与信息世界无缝连接的泛在网络。

2011年5月,我国工业和信息化部电信研究院发布的《物联网白皮书(2011年)》正式给出物联网的官方解释:物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸,它利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知识别,通过网络传输互连,进行计算、处理和知识挖掘,实现人与物、物与物信息交互和无缝连接,达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的。也就是说,物体通过装有RFID装置或国际移动设备识别码(International Mobile Subscriber Identification Number, IMSI)标识等的信息传感设备,按约定的协议与承载网相连,形成智能网络。物品将其信息通过承载网络(电信网、互联网、广电网)传送到管理者的计算机或手机终端,实现对物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理。

从分析传感网、通信网、互联网、物联网、泛在网的相互关系,可以进一步理解物联网的基本内涵。传感网是信息感知网,是“物与物”互连;通信网和互联网是信息传输和共享网络,是“人与人”互连;物联网则是传感网、通信网和互联网的渗透与融合,是“物与人”互连;泛在网则是指无处不在的社会网,包括现在和未来所有网络的互连互通和共融。物联网是泛在网和“智慧地球”的核心,而“智慧地球”的核心是“更透彻的感知、更全面的互连互通和更深入的智慧化”。基于上述内容,从用户实体角度来看,物联网是“物与物”相联、“物、人、信息、社会”相通、无处不在的智能化泛在网;从技术角度来看,物联网是“智能终端(Intelligent Terminal, IT)”、“计算机、通信、控制(Computer Communication Control, 3C)”与Internet的多技术渗透融合网。

物联网概念随着信息领域及相关学科的发展仍将不断改变与充实,因此,目前仍难以提出一个权威、完整和精确的物联网定义。不同领域的研究者给出了一些有代表性的物联网定义。

**定义1:**物联网是未来网络的整合部分,它是以标准、互通的通信协议为基础,具有自我配置能力的全球性动态网络设施。在这个网络中,所有实质和虚拟的物品都有特定的编码和物理特性,通过智能界面无缝连接,实现信息共享<sup>[1]</sup>。

**定义2:**由具有标识、虚拟个性的物体/对象所组成的网络,这些标识和个性运行在智能空间,使用智慧的接口与用户、社会和环境的上下文进行连接和通信<sup>[2]</sup>。

**定义3:**物联网指通过信息传感设备,按照约定的协议,把任何物品与互联网连接起来,



进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络，它是在互联网基础上延伸和扩展的网络<sup>[3]</sup>。

**定义 4:** 狭义上的物联网指连接物品到物品的网络，实现物品的智能化识别和管理；广义上的物联网则可以看成信息空间与物理空间的融合，将一切事物数字化、网络化，在物品之间、物品与人之间、人与现实环境之间实现高效信息交互方式，并通过新的服务模式使各种信息技术融入社会行为，是信息化在人类社会综合应用达到的更高境界<sup>[4]</sup>。

**定义 5:** 物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸，它利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知识别，通过网络传输互连，进行计算、处理和知识挖掘，实现人与物、物与物信息交互和无缝连接，达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的<sup>[5]</sup>。

**定义 6:** 物联网是指具有感知和智能处理能力的可标识的物体，基于标准的可互操作的通信协议，在宽带移动通信、下一代网络和云计算平台等技术的支撑下，获取和处理物体自身或周围环境的状态信息，对事件及其发展及时做出判断，提供对物体进行管理和控制的决策依据，从而形成信息获取、物体管理和控制的全球性信息系统<sup>[6]</sup>。

**定义 7:** 物联网指的是将无处不在的末端设备和设施，包括具备“内在智能”的，如传感器、移动终端、工业系统、楼宇控制系统、家庭智能设施、视频监控系统等，以及“外在使能”的，如贴上 RFID 的各种资产、携带无线终端的个人与车辆等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”，通过各种无线和/或有线的长距离和/或短距离通信网络实现互连互通、应用大集成，以及基于云计算的 SaaS 营运等模式，在内网、专网或互联网环境下，采用适当的信息安全保障机制，提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面（集中展示的 Cockpit Dashboard）等管理和服务功能，实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化<sup>[7]</sup>。

### 1.1.2 物联网分类

从物联网的运营角度，物联网可以分成两大类：面向公众提供的物联网服务和面向行业提供的物联网专用服务。面向公众提供的物联网服务是建设一张面向公众服务的广域物联网，网络建设和网络维护需要长期投入人力和物力，从集约化和节省全社会成本的角度来看，通信运营商凭借丰富的专业经验、较低的人员维护成本、一体化的维护优势，是最佳的建设方和维护方。面向行业提供的物联网专用服务又分为两种类型：行业专网服务和行业公网服务。行业专网服务主要指某些行业单独设立的通信专网，只为本行业服务，不面向社会公众提供服务。行业公网服务主要指面向一种行业，但是为与此行业相关的各种人员和机构提供服务的网络。





从物联网的管理架构角度,物联网管理可以分成三个层次,即国家、行业/区域、企业。国家层次是国家物联网管理中心,即一级管理中心,负责与国际物联网互连,负责全局相关数据的存储与发布,并对二级物联网管理中心进行管理。行业/区域层次包括行业/区域物联网管理中心和公共服务平台。行业/区域物联网管理中心是国内二级管理中心,存储各行业、各领域、各区域内部的相关数据,并将部分数据上传给国家管理中心。行业/区域公共服务平台为本行业或者区域的企业和政府提供公共的物联网服务。企业层次包括企业及单位内部的RFID、传感器、GPS等信息采集系统,以及局域物联网应用系统。

从物联网的所有权角度,物联网可以分成互联网(Internet)、内联网(Intranet)、专用网(Extranet/VPN)。因“物”的所有权特性,物联网应用在相当长的一段时间内都将主要在内联网和专用网中运行,形成分散的众多“物连网”,但最终会走向互联网,形成真正的“物联网”,如Google PowerMeter。因此,从物联网的所有权特征角度分,物联网有四大网络群:短距离无线通信网、长距离无线通信网、短距离有线通信网、长距离有线通信网。短距离无线通信网包括多种已存在的短距离无线通信(如ZigBee、蓝牙、RFID等)标准网络,以及组合形成的无线网状网(Wireless Mesh Networks);长距离无线通信网包括GPRS/CDMA、3G、4G、5G等蜂窝(伪长距离通信)网,以及真正的长距离GPS卫星移动通信网;短距离有线通信网主要依赖多种现场总线(如ModBus、DeviceNet等)标准,以及PLC电力线载波等网络;长距离有线通信网包括计算机网、广电网、电信网(三网融合),以及国家电网的通信网。

物联网按其部署方式通常分成四类:私有物联网(Private IoT)、公有物联网(Public IoT)、社区物联网(Community IoT)、混合物联网(Hybrid IoT)。私有物联网一般面向单一机构内部提供服务,可能由机构或其委托的第三方实施和维护,主要存在于机构内部(On Premise)内网(Intranet)中,也可存在于机构外部(Off Premise);公有物联网基于互联网(Internet)向公众或大型用户群体提供服务,一般由机构(或其委托的第三方,少数情况)运行与维护;社区物联网是向一个关联的“社区”或机构群体(一个城市政府下属的各委办局,如公安局、交通局、环保局、城管局等)提供服务,可能由两个或以上的机构协同运行与维护,主要存在于内联网和专用网(Extranet/VPN)中;混合物联网是上述两种或两种以上物联网的组合,但后台有统一运行与维护实体。

## 1.2 物联网系统集成

### 1.2.1 系统集成的定义与特点

系统集成是将不同的系统,根据应用需要,有机地组合成一个一体化的、功能更加强大的新型系统的过程和方法。





系统集成是在系统工程科学方法的指导下,根据用户需求,优选各种技术和产品,将各个分离的子系统连接成为一个完整可靠、经济和有效的整体,并使之能彼此协调工作,发挥整体效益,达到整体性能最优。

系统集成有以下几个显著特点:

- 系统集成要以满足用户的需求为根本出发点;
- 系统集成不是选择最好的产品的简单行为,而是要选择最适合用户的需求和投资规模的产品和技术;
- 系统集成不是简单的设备供货,它更多体现的是设计、调试与开发的技术和能力;
- 系统集成包含技术、管理和商务等方面,是一项综合性的系统工程,技术是系统集成工作的核心,管理和商务活动是系统集成项目成功实施的可靠保障;
- 性能性价比的高低是评价一个系统集成项目设计是否合理和实施是否成功的重要参考因素。

总而言之,系统集成既是一种商业行为,也是一种管理行为,其本质是一种技术行为。

## 1.2.2 系统集成的要求

物联网系统集成通过结构化的拓扑设计和各种网络技术,将各个分离的设备、功能和信息等集成到相互关联、统一协调的系统之中,使资源达到充分共享,实现集中、高效、便利的管理。系统集成应采用功能集成、网络集成、软件界面集成等多种集成技术。

系统集成实现的关键在于解决系统之间的互连和互操作性问题,它是一个多厂商、多协议和面向各种应用的体系结构。这需要解决各类设备、子系统间的接口、协议、系统平台、应用软件等与子系统、建筑环境、施工配合、组织管理和人员配备相关的一切面向集成的问题。

系统集成本质就是最优化的综合统筹设计,即所有部件和成分合在一起后不但能工作,而且全系统是低成本的、高效率的、性能匀称的、可扩充性和可维护的系统。为了达到此目标,需要高素质的系统集成技术人员,他们不仅要精通各个厂商的产品和技术,能够提出系统模式和技术解决方案,更要对用户的业务模式、组织结构等有较好的理解。同时还要能够用现代工程学和项目管理的方式,对信息系统各个流程进行统一的进程和质量控制,并提供完善的服务。

## 1.2.3 系统集成的步骤

网络系统集成的步骤通常包括网络系统的需求分析、逻辑网络的设计、物理网络设计、选择系统集成商或设备供货商、系统安装和调试、系统验收与测试、用户培训和系统维护。



### 1. 网络系统的需求分析

需求分析是从软件工程和管理信息系统引入的概念,是任何一个工程实施的第一个环节,也是关系一个物联网系统设计工程成功与否最重要的砝码。如果物联网系统设计工程应用需求分析做得透彻,物联网系统设计工程方案的设计就会赢得用户方青睐。同时网络系统体系结构架构得好,物联网系统设计工程实施及网络应用实施就相对容易得多。反之,如果设计方没有对用户方的需求进行充分的调研,不能与用户方达成共识,那么随意需求就会贯穿整个工程项目的始终,并破坏工程项目的计划和预算。从事信息技术行业的技术人员都清楚,网络产品与技术发展非常快,通常是同一档次网络产品的功能和性能在提升的同时,产品的价格却在下调。这也就是物联网系统设计工程设计方和用户方在论证工程方案时,一再强调的工程性价比。

因此,物联网系统设计工程项目是贬值频率较快的工程,贵在速战速决,使用户方投入的有限的工程资金尽可能快地产生应用效益。如果用户方遭受项目长期拖累,迟迟看不到系统应用的效果,集成公司的利润自然也就降到了一个较低的水平,甚至到了赔钱的地步。一旦集成公司不盈利,用户方的利益自然难以保证。因此,要把网络应用的需求分析作为网络系统集成中至关重要的步骤来完成。应当清楚,反复分析尽管不可能立即得出结果,但它却是物联网系统设计工程整体战略的一个组成部分。

需求分析阶段主要完成用户方网络系统调查,了解用户方建设网络的需求,或用户方对原有网络升级改造的要求。需求分析包括物联网系统设计工程建设中的拓扑结构、网络环境平台、网络资源平台、网络管理者和网络应用者等方面的综合分析,为下一步制定适合用户方需求的工程方案打好基础。

(1) 物联网系统工程需求调研。需求调研的目的是从用户方网络建设的需求出发,通过对用户方现场实地调研,了解用户方的要求、现场的地理环境、网络应用及工程预计投资等情况,使工程设计方获得对整个工程的总体认识,为系统总体规划设计打下基础。

这里首先要进行网络用户调查。网络用户方调查是与需要建网的企事业单位的信息化主管、网络信息化应用的主要部门的用户进行交流。一般情况下可以把用户方的需求归纳为以下几个方面:

- 网络延迟与可预测响应时间;
- 可靠性/可用性,即系统不停机运行;
- 伸缩性,网络系统能否适应用户不断增长的需求;
- 高安全性,保护用户信息和物理资源的完整性,包括数据备份、灾难恢复等。

概括起来,系统分析员对网络用户方调查可通过填写调查表来完成。