



10年口碑积累，成功培养50000多名研发工程师，铸就专业品牌形象

华清远见的企业理念是不仅要**做良心教育、做专业教育**，更要**做受人尊敬的职业教育**。

《物联网技术与实践》

作者：华清远见

专业始于专注 卓识源于远见

第1章 物联网综述

本章简介

随着国内互联网的发展，物联网相关概念也随之进入了人们的视线。所谓物联网是指把所有物品通过射频识别等信息传感设备与互联网连接起来，从而实现智能化识别和管理，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。以信息感知为特征的物联网被称为世界信息产业的第三次浪潮，在人类生活和生产服务中具有更加广阔的应用前景。物联网已经成为我国的战略性新兴产业。

本章主要对物联网进行基本的介绍，包括物联网的基本概念、发展历史、体系架构、与物联网相关的几个方面及物联网的发展与应用。

专业始于专注 卓识源于远见

1.1 物联网的定义

1.1.1 通用定义

物联网（Internet of Things, IOT; 也称为 Web of Things）是指通过各种信息传感设备，如传感器、射频识别（RFID）技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器、气体感应器等各种装置与技术，实时对任何需要监控、连接、互动的物体或过程，采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息，与互联网结合形成的一个巨大网络。其目的是实现物与物、物与人，所有的物品与网络的连接，方便识别、管理和控制。

1.1.2 “中国式”定义

在中国，物联网通常指的是将无处不在的末端设备（Devices）和设施（Facilities），包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼宇系统、家庭智能设施、视频监控系统等和“外在使能”（Enabled），如贴上 RFID 的各种资产（Assets）、携带无线终端的个人与车辆等“智能化物件”或“智能尘埃”（Mote），通过各种无线和有线的长距离或短距离通信网络实现互联互通（M2M）、应用大集成（Grand Integration），以及基于云计算的 SaaS 营运等模式，在内网（Intranet）、专网（Extranet）和互联网（Internet）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。

1.1.3 欧盟的定义

2009年9月，在北京举办的“物联网与企业环境中欧研讨会”上，欧盟委员会信息和社会媒体司 RFID 部门负责人 Lorent Ferderix 博士给出了欧盟对物联网的定义：

物联网是一个动态的全球网络基础设施，它具有基于标准和互操作通信协议的自组织能力，其中物理的和虚拟的“物”具有身份标识、物理属性、虚拟特性和智能的接口，并与信息网络无缝整合。物联网将与媒体互联网、服务互联网和企业互联网一道构成未来的互联网。

1.2 物联网的发展历史

物联网的实践最早可以追溯到 1990 年施乐公司的网络可乐贩售机（Networked Coke Machine）。

1999 年，在美国召开的移动计算和网络国际会议首先提出了物联网（Internet of Things）这个概念；它是 1999 年由麻省理工学院 Auto-ID 中心的 Ashton 教授在研究 RFID 时最早提出来的。Ashton 教授提出了结合物品编码、RFID 和互联网技术的解决方案，基于当时互联网、RFID 技术、EPC 标准，在计算机互联网的基础上，利用射频识别技术、无线数据通信技术等，构造了一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网“Internet of things”（简称物联网）。这也是 2003 年掀起的第一轮物联网热潮的基础。

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十大技术之首。

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《2005 年度互联网报告：物联网》，引用了“物联网”的概念。物联网的定义和范围发生了变化，覆盖范围有了较大的拓展，不再只是指基于 RFID 技术的物联网。

2008 年后，为了促进科技发展，寻找经济新的增长点，各国政府开始重视下一代的技术规划，将目光放在了物联网上。

2009年1月28日，就任美国总统后的奥巴马与美国工商业领袖举行了一次“圆桌会议”，作为仅有的两名代表之一，IBM首席执行官彭明盛首次提出“智慧地球”这一概念，建议新政府投资新一代的智慧型基础设施。同年，美国将新能源和物联网列为振兴经济的两大重点。

2009年2月24日，在“2009 IBM”论坛上，IBM大中华区首席执行官钱大群公布了名为“智慧的地球”的最新战略。

2009年8月，温家宝总理在视察中科院无锡物联网产业研究所时，对于物联网应用也提出了一些看法和要求。自温家宝总理提出“感知中国”以来，物联网被正式列为国家五大新兴战略性产业之一，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，受关注程度是其在美国、欧盟及其他各国和地区所不可比拟的。

截至2010年，国家发展和改革委员会、工业和信息化部等部委会同有关部门，在新一代信息技术方面开展研究，以形成支持新一代信息技术的一些新政策措施，从而推动我国经济的发展。

1.3 物联网的体系架构

从技术架构上来看，物联网可分为3层：感知层、网络层和应用层，如图1-1所示。



图 1-1 物联网整体框架

感知层由各种传感器及传感器网关构成，包括二氧化碳浓度传感器、温度传感器、湿度传感器、二维码标签、RFID 标签和读/写器、摄像头、GPS 等感知终端。感知层的作用相当于人的眼、耳、鼻、喉和皮肤等神经末梢，其主要功能是识别物体和采集信息。

网络层由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台等组成，相当于人的神经中枢和大脑，负责传递和处理感知层获取的信息。

应用层是物联网和用户（包括人、组织和其他系统）的接口，它与行业需求结合，实现物联网的智能应用。

1.4 物联网产业标准

物联网覆盖的技术领域非常广泛，涉及总体架构、感知技术、通信网络技术、应用技术等方面，物联网标准组织也是种类繁多。有的从机器对机器通信（M2M）的角度进行研究；有的从泛在网角度进行研究；有的从互联网的角度进行研究；有的专注传感网的技术研究；有的关注移动网络技术研究；有的关注总体架构研究。目前介入物联网领域主要的国际标准组织有 IEEE、ISO、ETSI、ITU-T、3GPP、3GPP2 等。

针对泛在网总体框架方面进行系统研究的国际标准组织比较有代表性的是国际电信联盟（ITU-T）及欧洲电信标准化协会（ETSI）M2M 技术委员会。ITU-T 从泛在网角度研究总体架构，ETSI 从 M2M 的角度研究总体架构。

从感知技术（主要是对无线传感网的研究）方面进行研究的国际标准组织，比较有代表性的是国际标准化组织（ISO）、美国电气及电子工程师学会（IEEE）。

从通信网络技术方面进行研究的国际标准组织主要有 3GPP 和 3GPP2。他们主要从 M2M 业务对移动网络的需求进行研究，只限定在移动网络层面。

在应用技术方面，各标准组织都有一些研究，主要针对特定应用制订标准。

各标准组织都比较重视应用方面的标准制订。在智能测量、电子健康（E-Health）、城市自动化、汽车应用、消费电子应用等领域均有相当数量的标准正在制订中，这与传统的计算机和通信领域的标准体系有很大不同（传统的计算机和通信领域标准体系一般不涉及具体的应用标准），这也说明了“物联网是由应用主导的”观点在国际上已经成为共识。

总的来说，国际上物联网标准工作还处于起步阶段，目前各标准组织自成体系，标准内容涉及架构、传感、编码、数据处理、应用等，不尽相同。

1.4.1 ITU-T 物联网标准发展

提到物联网标准，不得不提及的是 ITU-T。ITU-T 早在 2005 就开始进行泛在网的研究，可以说是最早进行物联网研究的标准组织。

ITU-T 的研究内容主要集中在泛在网总体框架、标识及应用 3 方面。ITU-T 在泛在网研究方面已经从需求阶段逐渐进入到框架研究阶段，目前研究的框架模型还处在高层层面。ITU-T 提出的物联网架构，曾经在各种场合被广泛引用。

ITU-T 在标识研究方面和 ISO 通力合作，主推基于对象标识（OID）的解析体系，在泛在网应用方面已经逐步展开了对健康和车载方面的研究。下面详细介绍 ITU-T 各个相关研究课题组的研究情况。

SG13 组主要从 NGN 角度展开泛在网的相关研究，标准主导方是韩国。目前标准化工作集中在基于 NGN 的泛在网络/泛在传感器网络需求及架构研究、支持标签应用的需求和架构研究、身份管理（IDM）相关研究、NGN 对车载通信的支持等方面。

SG16 组则成立专门的问题组展开泛在网应用相关的研究，日、韩共同主导，内容集中在业务和应用、标识解析方面。SG16 组研究的具体内容有：Q.25/16 泛在感测网络（USN）应用和业务、Q.27/16 通信/智能交通系统（ITS）业务/应用的车载网关平台、Q.28/16 电子健康应用的多媒体架构、Q.21 和 Q.22 标识研究（主要给出了针对标识应用的需求和高层架构）。

SG17 组主要开展泛在网安全、身份管理、解析的研究。SG17 组研究的具体内容有：Q.6/17 泛在通信业务安全、Q.10/17 身份管理架构和机制、Q.12/17 抽象语法标记（ASN.1）、OID 及相关注册。

SG11 组成立了专门的“NID 和 USN 测试规范”问题组，主要研究结点标识（NID）和泛在感测网络（USN）的测试架构、H.IRP 测试规范及 X.oid-res 测试规范。

此外，ITU-T 还在智能家居、车辆管理等应用方面开展了一些研究工作。

1.4.2 ETSI 物联网标准进展

ETSI 采用 M2M（Machine to Machine）的概念主要进行物联网总体架构方面的研究，相关工作的进展非常迅速，是在物联网总体架构方面研究得比较深入和系统的标准组织，也是目前在总体架构方面最有影响力的标准组织。

ETSI 专门成立了一个专项小组（M2M TC），从 M2M 的角度进行相关标准化研究。ETSI 成立 M2M TC 小组主要是出于以下考虑：虽然目前已经有一些 M2M 的标准存在，涉及各种无线接口、格状网络、路由器和标识机制等方面，但这些标准主要是针对某种特定应用场景，彼此相互独立，而将这些相对分散的技术和标准放到一起并找出不足，这方面所做的工作很少。在这样的研究背景下，ETSI M2M TC 小组的主要研究目标是从端到端的全景角度研究机器对机器通信，并与 ETSI 内 NGN 的研究及 3GPP 已有的研究展开协同工作。

M2M TC 小组的职责是：从利益相关方收集和制订 M2M 业务及运营需求，建立一个端到端的 M2M 高层体系架构，如果需要会制订详细的体系结构，找出现有标准不能满足需求的地方并制订相应的具体标准，将现有的组件或子系统映射到 M2M 体系结构中。M2M 解决方案间的互操作性（制订测试标准）、硬件接口标准化方面则与其他标准化组织进行交流及合作。

1.4.3 3GPP/3GPP2 物联网标准进展

3GPP 和 3GPP2 也采用 M2M 的概念进行研究。作为移动网络技术的主要标准组织，3GPP 和 3GPP2 关注的重点在于物联网网络能力增强方面，是在网络层方面开展研究的主要标准组织。

3GPP 针对 M2M 的研究主要从移动网络出发，研究 M2M 应用对网络的影响，包括网络优化技术等。3GPP 研究范围为：只讨论移动网络的 M2M 通信；只定义 M2M 业务，不具体定义特殊的 M2M 应用。Verizon、Vodafone 等移动运营商在 M2M 的应用中发现了很多问题，例如，大量 M2M 终端对网络的冲击，系统控制面容量的不足等。因此，在 Verizon、Vodafone、三星、高通等公司推动下，3GPP 对 M2M 的研究在 2009 年开始加速，目前基本完成了需求分析，转入网络架构和技术框架的研究，但核心的无线接入网络（RAN）研究工作还未展开。

相比较而言，3GPP2 相关研究的进展要慢一些，目前关于 M2M 方面的研究多处于研究报告的阶段。

1.4.4 IEEE 物联网标准进展

在物联网的感知层研究领域，IEEE 的重要地位显然是毫无争议的。目前无线传感网领域用得比较多的 ZigBee 技术就基于 IEEE 802.15.4 标准。

IEEE 802 系列标准是 IEEE 802 LAN/MAN 标准委员会制订的局域网、城域网技术标准。1998 年，IEEE 802.15 工作组成立，专门从事无线个人局域网（WPAN）标准化工作。在 IEEE 802.15 工作组内有 5 个任务组，分别制订适合不同应用的标准。这些标准在传输速率、功耗和支持的服务等方面存在差异。

- ❑ TG1 组制订 IEEE 802.15.1 标准，即蓝牙无线通信标准。标准适用于手机、PDA 等设备的中等速率、短距离通信。
- ❑ TG2 组制订 IEEE 802.15.2 标准，研究 IEEE 802.15.1 标准与 IEEE 802.11 标准的共存。
- ❑ TG3 组制订 IEEE 802.15.3 标准，研究超宽带（UWB）标准，标准适用于个人局域网中多媒体方面高速率、近距离通信的应用。
- ❑ TG4 组制订 IEEE 802.15.4 标准，研究低速无线个人局域网。该标准把低能量消耗、低速率传输、低成本作为重点目标，旨在为个人或者家庭范围内不同设备之间的低速互联提供统一标准。
- ❑ TG5 组制订 IEEE 802.15.5 标准，研究无线个人局域网的无线网状网（MESH）组网。该标准旨在研究提供 MESH 组网的 WPAN 的物理层与 MAC 层的必要的机制。
- ❑ 传感器网络的特征与低速无线个人局域网有很多相似之处，因此传感器网络大多采用 IEEE 802.15.4 标准作为物理层和媒体存取控制层（MAC），其中最为著名的就是 ZigBee。因此，IEEE 的 802.15 工作组也是目前物联网领域在无线传感网层面的主要标准组织之一。中国也参与了 IEEE 802.15.4 系列标准的制订工作，其中 IEEE 802.15.4c 和 IEEE 802.15.4e 主要由中国起草。IEEE 802.15.4c 扩展了适合中国使用的频段，IEEE 802.15.4e 扩展了工业级控制部分。

1.4.5 中国物联网标准进展

总的来说，中国物联网标准的制订工作还处于起步阶段，但发展迅速。目前中国已有涉及物联网总体架构、无线传感网、物联网应用层面的众多标准在制订，并且有相当一部分的标准项目已在相关国际标准组织立项。中国研究物联网的标准组织主要有传感器网络标准工作组（WGSN）和中国通信标准化协会（CCSA）。

WGSN 是由中国国家标准化委员会批准筹建、中国信息技术标准化技术委员会批准成立并领导，从事传感器网络（简称传感网）标准化工作的全国性技术组织。WGSN 于 2009 年 9 月正式成立，由中国科学院上海微系统与信息技术研究所任组长单位，中国电子技术标准化研究所任秘书处单位，成员单位包括中国三大运营商、主要科研院校、主流设备厂商等。WGSN 将“适应中国社会主义市场经济建设的需要，促进中国传感器网络的技术研究和产业化的迅速发展，加快开展标准化工作，认真研究国际标准和国际上的先进标准，积极参与国际标准化工作，并把中国和国际标准化工作结合起来，加速传感网标准的制修订工作，建立和不断完善传感网标准化体系，进一步提高中国传感网技术水平。”作为其宗旨。目前 WGSN 已有一些标准正在制订中，并代表中国积极参加 ISO、IEEE 等国际组织的标准制订工作。由于成立时间尚短，WGSN 还没有制定出可发布的标准文稿。

CCSA 于 2002 年 12 月 18 日在北京正式成立。CCSA 的主要任务是为了更好地开展通信标准研究工作，把通信运营企业、制造企业、研究单位、大学等关心标准的企事业单位组织起来，按照公平、公正、公开的原则制订标准，进行标准的协调、把关，把高技术、高水平、高质量的标准推荐给政府，把具有中国自主知识产权的标准推向世界，支撑中国的通信产业，为世界通信做出贡献。2009 年 11 月，CCSA 新成立了泛在网技术工作委员会（TC10），专门从事物联网相关的研究工作。虽然 TC10 成立时间尚短，但在 TC10 成立以前，CCSA 的其他工作委员会已经对物联网相关的领域进行过一些研究。目前 CCSA 有多个与物联网相关的标准正在制订中，但尚没有发布标准文稿。

其他与物联网相关的标准制订组织还有 2009 年 4 月成立的 RFID 标准工作组。RFID 工作组在信息产业部科技司领导下开展工作，专门致力于中国 RFID 领域的技术研究和标准制订，目前已有一定的工作成果。

上述标准组织各自独立开展工作，各标准组的工作各有侧重。WGSN 偏重传感器网络层面，CCSA TC10 偏重通信网络和应用层面，RFID 标准工作组则关注 RFID 相关的领域。同时各标准组的工作也有不少重复的部分，如 WGSN 也会涉及传感器网络上的通信部分和应用部分内容，而 CCSA 也涉及一些传感网层面的工作内容。对于这些重复的部分，各标准组之间目前还没有很好的横向沟通和协调机制，因此，近期国家层面正在筹备成立“物联网标准联合工作组”。联合工作组旨在整合中国物联网相关标准化资源，联合产业各方共同开展物联网技术的研究，积极推进物联网标准化工作，加快制订符合中国发展需求的物联网技术标准，为政府部门的物联网产业发展决策提供全面的技术和标准化服务支撑。

1.5 物联网与网络安全

1.5.1 安全问题

正如任何一个新的信息系统出现都会伴随着信息安全问题一样，物联网也不可避免地伴生着物联网安全问题。

同样，与任何一个信息系统一样，物联网也存在着自身和对他方的安全。其中自身的安全关乎的是物联网是否会被攻击而不可信，其重点表现在如果物联网出现了被攻击、数据被篡改等，并致使其出现了与所期望的功能不一致的情况，或者不再发挥应有的功能，那么依赖物联网的控制结果将会出现灾难性的问题，如工厂停产或出现错误的操控结果，这一点通常称为物联网的安全问题。而对他方的安全则涉及如何通过物联网来获取、处理、传输用户的隐私数据，如果物联网没有防范措施，则会导致用户隐私的泄露。这一点通常称为物联网的隐私保护问题。因此，有人说物联网的安全与隐私保护问题是最让人困惑的物联网安全问题。

1.5.2 安全分析

物联网应该说是一种广义的信息系统，因此物联网安全也属于信息安全的一个子集。信息安全通常分为 4 个层次。

- 物理安全：即信息系统硬件方面，或者说是表现在信息系统电磁特性方面的安全问题。

- 运行安全：即信息系统的软件方面，或者说是表现在信息系统代码执行过程中的安全问题。
- 数据安全：即信息自身的安全问题。
- 内容安全：即信息利用方面的安全问题。

物联网作为以控制为目的的数据体系与物理体系相结合的复杂系统，一般不会考虑内容安全方面的问题。但是，在物理安全、运行安全、数据安全方面则与互联网有着一定的异同性。这一点需要从物联网的构成来考虑。

物联网的构成要素包括传感器、传输系统（泛在网）及处理系统，因此，物联网的安全形态表现在这3个要素上。就物理安全而言，主要表现在传感器的安全方面，包括对传感器的干扰、屏蔽、信号截获等，这一点应该说是物联网的重点关注所在；就运行安全而言，则存在于各个要素中，即涉及传感器、传输系统及信息处理系统的正常运行，这方面与传统的信息安全基本相同；数据安全也是存在于各个要素中，要求在传感器、传输系统、信息处理系统中的信息不会出现被窃取、被篡改、被伪造、被抵赖等性质。但这里面传感器与传感网所面临的问题比传统的信息安全更为复杂，因为传感器与传感网可能会因为能量受限的问题而不能运行过于复杂的保护体系。

1.5.3 安全防护

从保护要素的角度来看，物联网的保护要素仍然是可用性、机密性、可鉴别性与可控性。由此可以形成一个物联网安全体系。其中可用性是从体系上来保障物联网的健壮性与可生存性；机密性指应构建整体的加密体系来保护物联网的数据隐私；可鉴别性指应构建完整的信任体系来保证所有的行为、来源、数据的完整性等都是真实可信的；可控性是物联网安全中最为特殊的地方，指应采取措​​施来保证物联网不会因为错误而带来控制方面的灾难，包括控制判断的冗余性、控制命令传输渠道的可生存性、控制结果的风险评估能力等。

总之，物联网安全既蕴涵着传统信息安全的各项技术需求，又包括物联网自身特色所面临的特殊需求，如可控性问题、传感器的物联安全问题等。这些都需要得到相关研究者的重视。

1.6 物联网与云计算

云计算是物联网发展的核心，并且从两个方面促进物联网的实现。

首先，云计算是实现物联网的核心，运用云计算模式使物联网中以兆计算的各类物品的实时动态管理和智能分析变得可能。物联网通过将射频识别技术、传感技术、纳米技术等新技术充分运用在各个行业中，将各种物体充分连接，并通过无线网络将采集到的各种实时动态信息送达计算机处理中心进行汇总、分析和处理，建设物联网的三大基石包括：

- (1) 传感器等电子元器件。
- (2) 传输的通道，比如电信网。
- (3) 高效的、动态的、可以大规模扩展的技术资源处理能力。

其中第三个基石：“高效的、动态的、可以大规模扩展的技术资源处理能力”，正是通过云计算模式帮助实现的。

其次，云计算可促进物联网和互联网的智能融合，从而构建智慧地球。物联网和互联网的融合，需要更高层次的整合，需要“更透彻的感知、更安全的互联互通、更深入的智能化”。这同样需要依靠高效的、动态的、可以大规模扩展的技术资源处理能力，而这正是云计算模式所擅长的。同时，采用云计算的创新型服务交付模式，可以简化服务的交付，加强物联网和互联网之间及其内部的互联互通；可以实现新商业模式的快速创新，促进物联网和互联网的智能融合。

把物联网和云计算放在一起，是因为物联网和云计算的关系非常密切。物联网的四大组成部分：感应识别、网络传输、管理服务和综合应用，其中中间两个部分就会利用到云计算。特别是“管理服务”这一项，因为这里有海量的数据存储和计算的要求，使用云计算可能是最省钱的一种方式。

云计算与物联网的结合是互网络发展的必然趋势，它将引导互联网和通信产业的发展，并将在 3~5 年内形成一定的产业规模，相信越来越多的公司、厂家会对此进行关注。与物联网结合后，云计算才算是真正从概念走上应用，进入产业发展的“蓝海”。

1.7 物联网与智能处理

物联网智能信息处理的目的是将 RFID、传感器和执行器信息收集起来，通过数据挖掘等手段从这些原始信息中提取有用信息，为创新型服务提供技术支持。

物联网智能信息处理同互联网中其他智能信息处理方法有很多相似之处。同时物联网也有自身的特点，比如，物联网内传感结点所采集的信息具有明显的时间先后关系。因此，物联网中的信息处理较互联网中的信息处理所面临的挑战会更大。

1.8 本章习题

1. 物联网的定义是什么？
2. 物联网的基本特征是什么？
3. 详细介绍物联网与其他产业的结合。

联系方式

集团官网：www.hqyj.com

嵌入式学院：www.embedu.org

移动互联网学院：www.3g-edu.org

企业学院：www.farsight.com.cn

物联网学院：www.topsight.cn

研发中心：dev.hqyj.com

集团总部地址：北京市海淀区西三旗悦秀路北京明园大学校内 华清远见教育集团

北京地址：北京市海淀区西三旗悦秀路北京明园大学校区，电话：010-82600386/5

上海地址：上海市徐汇区漕溪路银海大厦 A 座 8 层，电话：021-54485127

深圳地址：深圳市龙华新区人民北路美丽 AAA 大厦 15 层，电话：0755-22193762

成都地址：成都市武侯区科华北路 99 号科华大厦 6 层，电话：028-85405115

南京地址：南京市白下区汉中路 185 号鸿运大厦 10 层，电话：025-86551900

武汉地址：武汉市工程大学卓刀泉校区科技孵化器大楼 8 层，电话：027-87804688

西安地址：西安市高新区高新一路 12 号创业大厦 D3 楼 5 层，电话：029-68785218