

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^[1]。

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^[2]。

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^[3]。

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^[4]。

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^[5]。

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^[6]。

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^[7]。

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。



其次要进行网络应用调查,弄清用户方建设网络的真正目的。一般的网络应用,从文件信息资源共享到 Intranet/Internet 信息服务(WWW、E-mail、FTP等),从数据流到多媒体的音频、视频多媒体流传输应用等。只有对用户方的实际需求进行细致的调查,并从中得出用户方的应用类型、数据量的大小、数据源的重要程度、网络应用的安全性及可靠性、实时性等要求,才能设计出适合用户实际需要的物联网系统工程方案。应用调查通常由网络系统工程师深入现场,以会议或走访的形式,邀请用户方的代表发表意见,并填写网络应用调查表。网络应用调查表设计要注意网络应用的细节问题,如果不涉及应用开发,则不要过细,只要能充分反映用户方比较明确的需求、没有遗漏即可。

(2) 网络安全、可靠性分析。一个完整的网络系统应该渗透到用户方业务的各个方面,其中包括比较重要的业务应用和关键的数据服务器。安全需求分析具体表现在以下几个方面:

- 分析存在弱点、漏洞与不当的系统配置;
- 分析网络系统阻止外部攻击行为和防止内部员工违规操作行为的策略;
- 划定网络安全边界,使内部网络系统和外界的网络系统能安全隔离;
- 确保租用通信线路和无线链路的通信安全;
- 分析如何监控内部网络的敏感信息,包括技术专利等信息;
- 分析工作桌面系统的安全。

为了全面满足以上安全系统的需求,必须制定统一的安全策略,使用可靠的安全机制与安全技术。安全不单纯是技术问题,而是策略、技术与管理的有机结合。

(3) 工程预算分析。首先要设法弄清建网单位的投资规模,即用户方能拿出多少钱来建设网络。一般情况下,用户方能拿出的建网经费与用户方的网络工程的规模及工程应达到的目标是一致的。用户方在认定合作者时,要对系统集成商的工程方案、工程质量、工程效率、工程服务、工程价格等进行全面、综合的考虑。只有知道用户方对网络投入的底细,才能据此确定网络硬件设备和系统集成服务的“档次”,产生与此相配的网络设计方案。

2. 逻辑网络的设计

逻辑网络是指将各种不同应用的信息通过高性能的网络设备相互连接起来,提供可靠、连续的通信能力,并使网络资源的使用达到最优化的程度。逻辑设计过程主要由以下三个步骤组成:确定逻辑设计目标、网络服务评价、技术选项评价。逻辑网络设计目标主要来自于需求分析说明书中的内容,网络需求部分。

第一,逻辑网络设计的目标包括:合适的应用运行环境、成熟而稳定的技术选型、合理的网络结构、合适的运营成本、逻辑网络的可扩充性能、逻辑网络的易用性、逻辑网络的可管理性、逻辑网络的安全性。需要关注的问题有以下几个方面。



(1) 设计要素：包括用户需求、设计限制、现有网络、设计目标。

(2) 设计面临的冲突：最低的安装成本、最低的运行成本、最高的运行性能、最大的适应性、最短的故障时间、最大的可靠性、最大的安全性。不可能存在一个网络设计方案，能够使得所有的子目标都达到最优。可采用优先级和建立权重的方法权衡各目标的关心度。

(3) 成本与性能：设计方案时，所有不超过成本限制、满足用户要求的方案，都称为可行方案。

第二，网络服务评价涉及服务质量和安全。网络管理服务可为服务质量提供保障，常用网络管理服务包括：网络故障诊断、网络的配置及重配置、网络监视。在网络安全上，应明确需要安全保护的系统、确定潜在的网络弱点和漏洞、尽量简化安全制度。

第三，技术选项评价，包括通信带宽、技术成熟性、连接服务类型、可扩充性、高投资产出。

3. 物理网络设计

依据逻辑网络设计的要求，确定设备的具体物理分布和运行环境；分析现有网络和新网络的各类资源分布，掌握网络所处的状态；根据需求规范和通信规范，实施资源分配和安全规划；理解网络应该具有的功能和性能，最终设计出符合用户需求的网络。在物理网络设计中，设备选型要考虑的产品技术指标有：成本因素、与原有设备的兼容性、产品的延续性、设备可管理性、厂商的技术支持、产品的备用备件库、综合满意度分析、对于网络安全设备是否通过了国家权威机构的评测。物理层技术选择原则包括：可扩展性与可伸缩性、可靠性、可用性和可恢复性、安全性、节约成本。

4. 选择系统集成商或设备供货商

系统集成商（System Integrator）指能为客户提供系统集成产品与服务的专业机构，通常为法人企业或企业联合。系统集成商需要有一定的资质认证，需要掌握三种技术：网络、软件、业务。系统集成包括设备系统集成和应用系统集成，因此系统集成商也分为设备系统集成商和应用系统集成商。系统集成商需要具有国家住房和城乡建设部、工业和信息化部、公安部颁发的专业资质，对于不同的项目，应需要其中一项或多项专业资质。另外，系统集成商必须掌握集成领域的主要厂商的技术、产品与应用方案，因此也需获得厂商的技术工程师认证和集成商资格认证。系统集成商通常由厂商供货或厂商的分销商供货。

一般选用下列方式之一挑选供货商：

(1) 招标选择供货商，这种方式适用于采购标的数额较大、市场竞争比较激烈的设备供应，易于使采购方获得较为有利的合同价格。



(2) 询价-报价-签订合同: 采购方向若干家供货商发出询价函, 要求他们在规定时间内提出报价。采购方收到各供货商的报价后, 通过对产品的质量、供货能力、报价等方面综合考虑, 与最终选定的供货商签订合同。

(3) 直接订购: 采购方直接向供货商报价, 供货商接受报价, 双方签订合同。大型设备采购合同由于标的物的特殊性, 要求供货方应具备一定的资质条件, 因此均应采用公开招标或邀请招标的方式, 由采购方以合同形式将生产任务委托给承揽加工制造的供货商来实施。

5. 系统安装和调试

安装与调试流程可分为如下几个部分。

(1) 设备要求: 网络设备应安装整齐、固定牢靠, 便于维护和管理, 高端设备的信息模块和相关部件应正确安装, 空余槽位应安装空板; 设备上的标签应标明设备的名称和网络地址, 跳线连接应稳固, 走向清楚明确, 线缆上应有标签。

(2) 机柜安装: 设备根据设计要求安装在标准机柜内或独立放置。除机械尺寸注意空间外, 还须满足水平度和垂直度的要求, 螺钉安装应紧固, 最重要的是设备本身及机架外壳的接地线符合规范标准和设计要求。

(3) 系统配置: 检查系统配置要求。按各生产厂家提供的安装手册和要求, 规范地编写或填写相关配置表格并应符合网络系统的设计要求。按照配置表, 通过控制台或仿真终端对交换机进行配置, 保存配置结果。

(4) 连通性测试: 连接相关的广域网接入线路, 观察接入设备运行状态及 IP 地址, 确认正常连接及路由的配置正确。从接在网络集线器或交换机端口的站点上 Ping 接在另一端口站点的 IP 地址, 检查网络集线器或交换机端口的连通性, 确认所有的端口均能正常连通。连通性检测方法可采用相关测试命令进行测试; 或根据设计要求使用网络测试仪测试网络的连通性。路由检测方法可采用相关测试命令进行测试; 或根据设计要求使用网络测试仪测试网络路由设置的正确性。

(5) 网管软件测试包括:

- 软件的版本及对应的操作系统平台与设计(或合同)相符;
- 配置一台网络管理软件所需的计算机, 并安装好网络管理软件所需的操作系统;
- 按照网络管理软件的安装手册和随机文档, 安装网络管理软件, 并符合设计要求。

(6) 网络管理软件应具备如下管理功能:

- 网管系统应能够搜索到整个网络系统的拓扑结构图和网络设备连接图;



- 网络系统应具备自诊断功能，当某台网络设备或线路发生故障后，网管系统应能够及时报警和定位故障点；
- 应能够对网络设备进行远程配置，检测网络的性能，提供网络节点的流量、广播率和错误率等参数；
- 网络管理软件功能测试，应符合设计和合同的要求。

确认网络管理软件能够监测所需管理的设备状态和动态地显示网络流量，并据此设置这些设备的属性，使网络系统得到优化。

（7）设备容错测试：容错功能的检测方法应采用人为设置网络故障，检测系统正确判断故障及自动恢复的功能，切换时间应符合设计要求。检测内容应包括以下两个方面：

- 对具备容错能力的网络系统，应具有错误恢复和隔离功能，主要部件有备份，并在出现故障时可自动切换；
- 对有链路冗余配置的网络系统，当其中的某条链路断开或有故障发生时，整个系统仍应保持正常工作，并在故障恢复后应能自动切换回主系统运行。

6. 系统验收与测试

验收可能由软/硬件设备采购、应用系统开发、整体安装部署等多个方面组成，验收工作应根据子系统不同参考产品采购项目、应用系统开发项目等进行。

（1）软/硬件设备到货验收：参考产品采购项目到货验收。

（2）初步集成验收：初步集成验收应包括分系统检查、集成测试和文档检查。

- 分系统检查：检查系统集成设备安装情况、设备供电系统的可靠性、设备联合调试的完成情况；子系统涉及应用系统开发的，验收工作参考应用系统项目验收。
- 集成测试：集成测试包括各子系统性能测试和功能测试，以及联调联试。设备安装、调试完成后，进行功能测试，软件系统验收工作参考应用系统开发项目进行。
- 文档检查：检查系统设计方案、设备拓扑结构图、主要设备配置表等。

（3）最终验收：系统集成项目最终验收要进行分系统测试检查，并审核试运行期间集成系统设备运行记录和问题记录单。

- 文档检查，填写试运行报告以及试运行期间问题处理单；
- 培训检查，检查合同约定的相关培训的执行情况及培训效果；
- 服务检查，核实系统巡检情况，审核巡检记录等；
- 终验结果，组织项目的交接工作。



7. 用户培训和系统维护

网络系统维护是为保证系统能够正常运行而进行的定期检测、修理和优化。应严格按照 ISO 9001: 2000 质量管理体系标准, 运用完整的质量管理运作流程, 总结出一套适宜的网络应用案例的作业保证体系, 不但为客户提供各种最佳设计和实施方案, 而且为保证方案的应用落实提供优质、可靠的服务保障体系。另外, 为使系统用户尽快了解和掌握系统的使用方法, 做好系统的维护和应用的培训也十分重要。

网络服务的维护方法与保障机制应包括: 为所有网络设备进行全面维护、升级和标准化工作; 为客户提供信息技术知识咨询、操作、维护等方面的技术培训工作; 建立客户网络信息化档案。维护档案内容包括: 申请人、时间、机器名、服务内容、故障现象、处理结果、维护人员、验收人员等信息情况; 维护档案一式两份, 双方各执一份, 以便查询。

服务保障机制的建立包括:

(1) 建立行业服务中心, 专业人员与队伍来保证对客户的及时服务。

(2) 保证各类问题及时响应服务。

(3) 服务有电话支持、网络支持、现场服务。通过电话服务对客户的故障设备做出基本故障判定、故障排除、操作指导的服务, 通过电子邮件等网络交流方式向客户提供技术支持, 需现场服务的保证及时到位, 排除故障。

1.3 网络系统设计标准与规范

1.3.1 设计标准

2010 年以前, 无论是国际还是国内, 物联网标准化工作都处在初期阶段。每个标准组织都还是针对物联网的某一方面或者自己擅长的部分进行研究, 研究是零散的、缺乏系统化的。近年来, 标准化活动日益活跃。物联网涉及技术较多, 应用形式多样, 因此, 标准化工作分散在不同的标准组织中。在国外, ITU-T 的标准化集中在泛在总体框架、标识、应用三个方面; 国际标准化组织 (ISO)、美国电气及电子工程师学会 (IEEE) 主要侧重于传感器网的标准化; EPCglobal (国际物品编码协会 EAN 和美国统一代码委员会的一个合资公司) 主要侧重于 RFID 的标准化工作。这些组织需要携手才可能完成物联网的整个标准化工作。在国内, 2010 年 3 月 9 日, 中国物联网标准联合工作组筹备工作启动, 目标是整合国内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, 加快符合中国发展需求的物联网技术标准。



1. 国际上主要的标准化活动

2000 年 12 月 IEEE 标准委员会成立了 802.15.4 工作组^[8]，目标是开发一个低速无线个人区域网（LR-WPAN）标准。2004 年 11 月 IETF 成立了 6LoWPAN（IPv6 over low power WPAN）工作组^[9]，目标是制定基于 IPv6 的以 IEEE 802.15.4 作为底层标准的 LR-WPAN 标准^[10-12]。2008 年 2 月 IETF 成立了 ROLL（Routing Over Low-power and Lossy network）工作组^[13]，目标是使得公共的、可互操作的第 3 层路由能够穿越任何数量的基本链路层协议和物理媒体^[14-15]。2010 年 3 月 IETF 成立了 CoRE（Constrained Restful Environment）工作组^[16]，目标是研究资源受限物体的应用层协议^[17]。2011 年 3 月 IETF 成立了 LWIP（Light-Weight IP）工作组^[18]，目标是在小设备实现轻量级 IP 协议栈^[19]。

在标准化活动中，关于 RFID 技术，目前受标准化进展缓慢而发展减缓，主要集中在两个领域：RFID 射频和阅读器-标签通信协议、置于标签中的数据格式。涉及 RFID 系统的主要标准组织（团体）有 EPCglobal、ETSI、ISO。

EPCglobal 属于全球非营利标准组织 GS1，它的主要目标在于促进与支持标签唯一身份，即电子产品标签（Electronic Product Code，EPC）的全球采纳，以及相关工业驱动标准的采用。提出的 EPCglobal 体系结构框架产品是 EPCglobal 目标（与专家团体和多个组织共享，包括 Auto-ID Labs、GS1 Global Office、GS1 等组织成员，以及政府代理、非政府组织）。

在欧洲委员会的努力中，可能最强烈影响未来 RFID 标准化过程的事件无疑是一个名为“RFID 实现的非正式工作组”的官方章程，这是由一组利益相关方（工业、经营者、欧洲标准组织民间社会组织、数据保护权威等）组成的，他们有了了解 RFID、数据保护、RFID 推荐等的需求。

欧洲标准化委员会（European Committee for Standardization，法语缩写为 CEN），尽管没有从事任何相关于 IoT 的活动，但对 RFID 向 IoT 的演进感兴趣。在它的工作组（Working Groups，WG）中，与 IoT 相关的是 WG 1-4 BARCODES、WG 5 RFID、全球 RFID 互操作标准论坛（Global RFID Interoperability Forum for Standards，GRIFS）。GRIFS 是由 GS1、ETSI、CEN 协作发起的工程，目的在于定义与物理对象（阅读器、标签、传感器）、通信设施、RFID 使用的频谱、影响 RFID 隐私和安全等相关的标准。

不同于上述工作，ISO 更关注技术问题，如可用频谱、调制方案、防冲突协议。

关于物联网，一个大的范例是欧洲电信标准协会（European Telecommunications Standards Institute，ETSI）已开始的一个很有趣的标准化尝试，它产生了全球可用的 ICT 相关标准。在 ETSI 中，成立了机器对机器（Machine-to-Machine，M2M）技术委员会，目的是管理与 M2M 系统和传感器网络（从物联网的角度）相关的标准化活动。M2M 是物联网的一个真实的优秀范例，但很少有这方面的标准化工作，市场上各种各样的解决方案使用



了标准的因特网、蜂窝网、Web 技术。因此, ETSI M2M 委员会的目标包括 M2M 端到端体系的开发与维护、加强 M2M 的标准化尝试(如传感器网络集成、命名、寻址、定位、QoS、安全、收费、管理、应用、硬件接口等)。

在因特网工程任务组(Internet Engineering Task Force, IETF)与物联网相关的活动中, 成立了低功率无线个人区域网上的 IPv6(即 IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks, 6LoWPAN) IETF 小组。6LoWPAN 定义了一组协议, 能够被用于集成传感器节点到 IPv6 网络中。6LoWPAN 体系结构的核心协议已被详细规范, 一些实现这组协议的商业产品已经发布。6LoWPAN 工作组目前正推动 4 个因特网草案朝着标准轨迹(改进的头部压缩、6LoWPAN 邻居发现)和信息轨迹(使用案例、路由要求)迈进。

一个与路由相关的 IETF 工作组被命名为低功率和损耗网络上路由(Routing Over Low power and Lossy networks, ROLL)。目前已产生了 RPL 路由协议草案, 这虽然包括 6LoWPAN 在内的低功率和损耗网络上路由的已有基础, 但仍需诸多努力方可得到完整的解决方案。

基于上述, 日渐形成的看法是视物联网标准化为未来因特网定义与标准化过程的一个主要部分。欧洲 R&D 的物联网工程集群(Cluster of European R&D Projects on the IoT, CERP-IoT)也持有同样的看法。据此, 不同物集成到更广的网络(移动或固定), 将使得它们能够与未来的因特网相互连接。表 1-1 总结了国际上主要的标准化活动的特征。

表 1-1 国际上主要的标准化活动的特征

标 准	目 标	状况	通信范围/m	数据速率/kbps	单位成本/\$
EPCglobal	集成 RFID 技术到电子产品编码(Electronic Product Code, EPC)框架, 允许相关产品的信息共享	完成	≈1	≈100	≈0.01
GRIFS	欧洲协作行动, 旨在定义 RFID 标准以支持从局部 RFID 应用到物联网的过渡	进行中	≈1	≈100	≈0.01
M2M	机器对机器(Machine-to-Machine, M2M)高性价比解决方案的定义, 有益于相关市场的发展	进行中	N.S.	N.S.	N.S.
6LoWPAN	低功率 IEEE 802.15.4 装置与 IPv6 网络的综合(集成)	进行中	10~100	≈100	≈1
ROLL	异构低功率和易损网络路由协议的定义	进行中	N.S.	N.S.	N.S.
NFC	一组低速率双向通信协议的定义	完成	≈100	可达 424	≈0.1
Wireless Hart	IEEE 802.15.4 装置之上自组织、自愈、网格体系结构协议的定义	完成	10~100	≈100	≈1
ZigBee	性能可靠、性价比高、低功率、无线网络、监控和控制产品	完成	10~100	≈100	≈1

尤其需要再提的是国际上各大标准化组织中 M2M 相关研究和标准制定工作的不断推进。M2M 是“机器对机器通信(Machine-to-Machine)”或者“人对机器通信(Man-to-Machine)”



的简称，主要指通过“通信网络”传递信息从而实现机器对机器或人对机器的数据交换，即通过通信网络实现机器之间的互连互通。M2M 是物联网在现阶段的最普遍的应用形式。

几个主要的标准化组织按照各自的工作职能范围，从不同角度开展了针对性研究。ETSI 从典型物联网业务用例，如智能医疗、电子商务、自动化城市、智能抄表和智能电网的相关研究入手，完成了对物联网业务需求的分析、支持物联网业务的概要层体系结构设计以及相关数据模型、接口和过程的定义。

(1) ETSI 在 M2M 相关标准工作上的进展。ETSI 是国际上较早系统展开 M2M 相关研究的标准化组织，2009 年初成立了专门的 TC 来负责统筹 M2M 的研究。其研究范围可以分为两个层面：第一个层面是针对 M2M 应用用例的收集和分析；第二个层面是在用例研究的基础上，开展应用无关的统一 M2M 解决方案的业务需求分析，网络体系架构定义和数据模型、接口和过程设计等工作。

ETSI 研究的 M2M 相关标准有十多个，具体内容包括

① M2M 业务需求：描述了支持 M2M 通信服务的端到端系统能力的需求。

② M2M 功能体系架构：重点研究为 M2M 应用提供 M2M 服务的网络功能体系结构，包括定义新的功能实体，与 ETSI 其他 TB 或其他标准化组织标准间的标准访问点和概要级的呼叫流程。M2M 技术涉及通信网络中从终端到网络，再到应用的各个层面。M2M 的承载网络包括了 3GPP、TISPAN 及 IETF 定义的多种类型的通信网络。

③ M2M 术语和定义：对 M2M 的术语进行定义，从而保证各个工作组术语的一致性。

④ Smart Metering（智能计量）的 M2M 应用实例研究：即对 Smart Metering 的用例进行描述，包括角色和信息流的定义，将作为智能抄表业务需求定义的基础。

⑤ eHealth 的 M2M 应用实例研究：即通过对智能医疗这一物联网重点应用用例的研究，来展示通信网络为支持 M2M 服务在功能和能力方面的增强。

⑥ 用户互连的 M2M 应用实例研究：该研究报告定义了用户互连这一用例。

⑦ 城市自动化的 M2M 应用实例研究：本课题通过收集自动化城市用例和相关特点，来描述未来具备 M2M 能力网络支持该应用的需求和网络功能与能力方面的增强。

⑧ 基于汽车应用的 M2M 应用实例研究：该课题通过收集自动化应用用例和相关特点，来描述未来具备 M2M 能力网络支持该应用的需求和网络功能与能力方面的增强。

⑨ ETSI 关于 M/441 的工作计划和输出总结：这一研究属于欧盟 Smart Meters 项目（EU Mandate M/441）的组成部分。

⑩ 智能电网对 M2M 平台的影响：该课题基于 ETSI 定义的 M2M 概要级的体系结构框



架, 研究 M2M 平台针对智能电网的适用性并分析现有标准与实际应用间的差异。

⑪ M2M 接口, 该课题在网络体系结构研究的基础上, 主要完成协议/API、数据模型和编码等工作。

(2) 3GPP 在 M2M 相关标准工作上的进展。3GPP 早在 2005 年 9 月就开展了移动通信系统支持物联网应用的可行性研究。M2M 在 3GPP 内对应的名称为机器类型通信 (Machine-Type Communication, MTC)。3GPP 并行设立了多个工作项目 (Work Item) 或研究项目 (Study Item), 由不同工作组按照其领域, 并行展开针对 MTC 的研究, 下面按照项目的分类简述 3GPP 在 MTC 领域相关研究工作的进展情况。

① FS_M2M: 这个项目是 3GPP 针对 M2M 通信进行的可行性研究报告, 由 SA1 负责相关研究工作。研究报告《3GPP 系统中支持 M2M 通信的可行性研究》于 2005 年 9 月立项, 2007 年 3 月完成。

② NIMTC 相关课题, 重点研究支持机器类型通信对移动通信网络的增强要求, 包括对 GSM、UTRAN、EUTRAN 的增强要求, 以及对 GPRS, EPC 等核心网络的增强要求, 主要的项目包括

- FS_NIMTC_GERAN: 该项目于 2010 年 5 月启动, 重点研究 GERAN 系统针对机器类型通信的增强。
- FS_NIMTC_RAN: 该项目于 2009 年 8 月启动, 重点研究支持机器类型通信对 3G 的无线网络和 LTE 无线网络的增强要求。
- NIMTC: 这一研究项目是机器类型通信的重点研究课题, 负责研究支持机器类型终端与位于运营商网络内、专网内或互联网上的物联网应用服务器之间通信的网络增强技术。

由 SA1、SA2、SA3 和 CT1、CT3、CT4 工作组负责其所属部分的工作。3GPP 的 SA1 工作组负责机器类型通信业务需求方面的研究, 于 2009 年年初启动技术规范, 将 MTC 对通信网络的功能需求划分为共性和特性两类可优化的方向。3GPP 的 SA2 工作组负责支持机器类型通信的移动核心网络体系结构和优化技术的研究, 于 2009 年年底正式启动研究报告《支持机器类型通信的系统增强》, 报告针对第一阶段需求中给出共性技术点和特性技术点给出解决方案。3GPP 的 SA3 工作组负责安全性相关研究, 于 2007 年启动了《远程控制及修改 M2M 终端签约信息的可行性研究》报告, 研究 M2M 应用在 UICC 中存储时, M2M 设备的远程签约管理, 包括远程签约的可信任模式、安全要求及其对应的解决方案等。2009 年启动的《M2M 通信的安全特征》研究报告, 计划在 SA2 工作的基础上, 研究支持 MTC 通信对移动网络的安全特征和要求。

③ FS_MTCe: 支持机器类型通信的增强研究是计划在 R11 阶段立项的新研究项目, 主



要负责研究支持位于不同 PLMN 域的 MTC 设备之间的通信的网络优化技术。此项目的研究需要与 ETSI TC M2M 中的相关研究保持协同。

④ FS_AMTC：本研究项目旨在寻找 E.164 的替代，用于标识机器类型终端，以及终端之间的路由消息，是 R11 阶段新立项的研究课题，已于 2010 年 2 月启动。

⑤ SIMTC：支持机器类型通信的系统增强研究，此为 R11 阶段的新研究课题。在 FS_MTCe 项目的基础上，研究 R10 阶段 NIMTC 的解决方案的增强型版本。

3GPP 支持机器类型通信的网络增强研究课题在 R10 阶段的核心工作为 SA2 工作组正在进行的 MTC 体系结构增强的研究，其中重点提及的支持 MTC 通信的网络优化技术包括如下内容。

体系架构研究：报告提出了对 NIMTC 体系结构的修改，其中包括增加 MTC IWF 功能实体以实现运营商网络与位于专网或公网上的物联网服务器进行数据和控制信令的交互，同时要求修改后的体系结构需要提供 MTC 终端漫游场景的支持。

拥塞和过载控制：由于 MTC 终端数量可能达到现有手机终端数量的几个数量级以上，所以由于大量 MTC 终端同时附着或发起业务请求造成的网络拥塞和过载是移动网络运营商面对的最急迫的问题。研究报告在这一方面进行了重点研究，讨论了多种拥塞和过载场景要求网络能够精确定位拥塞发生的位置和造成拥塞的物联网应用，针对不同的拥塞场景和类型，给出了接入层阻止广播、低接入优先级指示和重置周期性位置更新时间等多种解决方案。

签约控制研究：报告分析了 MTC 签约控制的相关问题，提出 SGSN/MME 具备根据 MTC 设备能力、网络能力、运营商策略和 MTC 签约信息来决定启用或禁用某些 MTC 特性的能力。同时也指出了需要进一步研究的问题，如网络获取 MTC 设备能力的方法、MTC 设备的漫游场景下等。

标识和寻址：MTC 通信的标识问题已经另外立项进行详细研究，报告主要研究了 MT 过程中 MTC 终端的寻址方法，按照 MTC 服务器部署位置的不同，报告详细分析了寻址功能的需求，给出了 NATTT 和微端口转发技术寻址两种解决方案。

时间控制特性：时间受控特性适用于那些可以在预设时间段内完成数据收发的物联网应用。报告指出，归属网络运营商应分别预设 MTC 终端的许可时间段和服务禁止时间段。服务网络运营商可以根据本地策略修改许可时间段，设置 MTC 终端的通信窗口等。

MTC 监控特性：MTC 监控是运营商网络为物联网签约用户提供的针对 MTC 终端行为的监控服务，包括监控事件签约、监控事件侦测、事件报告和后续行动触发等完整的解决方案。



(3) 3GPP2 在 M2M 相关标准工作上的进展。为推动 CDMA 系统 M2M 支撑技术的研究, 3GPP2 在 2010 年 1 月曼谷会议上通过了 M2M 的立项。建议从以下方面加快 M2M 的研究进程。

- 当运营商部署 M2M 应用时, 应给运营商带来较低的运营复杂度。
- 降低处理大量 M2M 设备群组对网络的影响和处理工作量。
- 优化网络工作模式, 以降低对 M2M 终端功耗的影响等研究领域。
- 通过运营商提供满足 M2M 需要的业务, 鼓励部署更多的 M2M 应用。

3GPP2 中 M2M 的研究参考了 3GPP 中定义的业务需求, 研究的重点在于 CDMA2000 网络如何支持 M2M 通信, 具体内容包括 3GPP2 体系结构增强、无线网络增强和分组数据核心网络增强。

2. 国内主要的标准化活动

2010 年 6 月中国正式成立物联网标准联合工作组, 明确方向、突出重点、统一部署、分步实施, 稳步推进物联网标准的制定, 加强与欧、美、日、韩等国家和地区的交流和合作, 逐渐成为制定物联网国际标准的主导力量之一。

物联网标准体系是一个渐进发展成熟的过程, 在物联网的标准化工作中, 有研究者提倡首先分离各行业的共性技术特点和应用特殊要求, 形成相应的基础技术标准, 保证必要的统一, 然后依托共性技术标准, 根据不同行业的成熟度和特点, 构建各行业的应用标准, 并统一面向公众的应用标准。在具体的实施层面, 可根据物联网技术与应用密切相关的特点, 按照产业共性技术和行业应用技术两个层次, 引用现有标准、裁剪现有标准或制定新规范等策略, 形成包括体系架构、组网通信协议、接口、协同处理组件、网络安全、编码标识、骨干网接入与服务等技术基础规范和产品、行业应用规范的标准体系, 以求通过标准体系指导物联网标准制定工作, 同时为在今后的物联网产品研发和应用开发中对标准的采用提供重要的支持。

根据物联网技术与应用密切相关的特点, 按照技术基础标准和应用子集标准两个层次, 应采取引用现有标准、裁剪现有标准或制定新规范等策略, 形成包括总体技术标准、感知层技术标准、网络层技术标准、服务支撑技术标准和应用子集类标准的标准体系框架。

物联网中相关技术的发展水平并不均衡。经过近些年的投入和发展, RFID、互联网、移动通信网等技术、标准和应用已相对成熟, 其中更是涌现出 TD-SCDMA 等具有自主知识产权的技术与标准。通观物联网的三层技术体系架构可以看出, 网络层作为物联网中数据的远距离传输通道, 技术和标准成熟度最好, 已经基本能够承载近期物联网的初步应用, 当然为满足未来物联网的深度应用, 还需对网络层技术和标准进行扩展。作为与物理世界最直接的沟通媒介, 物联网的大规模应用必将带来感知层技术和设备的广泛布设。



当前，为了提升我国与国外差距巨大的感知层技术与标准整体水平，必须把智能传感器、超高频 RFID、嵌入式系统、协同信息处理和服务支持等基础关键技术标准作为重中之重，以自主创新的核心技术带动标准的突破和创新。物联网的应用层直接紧密联系着千差万别的行业应用模式，担负着使物联网成为可运营、可管理、可持续壮大的综合性信息服务系统的重任，其标准化工作没有先例可循，须立即着手进行标准化研制工作。总之，物联网的标准化应重点突出，集中力量攻克感知层和应用层关键技术与标准。针对 ISO、IEC、ITU、IEEE、IETF 等国际标准化组织陆续开展物联网相关技术的标准化工作，国内一些重要标准化组织也在同步开展国家和行业标准的研制工作，并已提出协同信息处理与服务支撑接口等国际标准提案。

中国通信标准化协会（China Communications Standards Association, CCSA）在 M2M 相关标准工作上的进展为：M2M 相关的标准化工作在中国通信标准化协会中主要在移动通信工作委员会（TC5）和泛在网技术工作委员会（TC10）进行，主要工作内容如下。

（1）TC5 WG7 完成了移动 M2M 业务研究报告，描述了 M2M 的典型应用，分析了 M2M 的商业模式、业务特征及流量模型，给出了 M2M 业务标准化的建议。

（2）TC5 WG9 于 2010 年立项支持 M2M 通信的移动网络技术研究，任务是跟踪 3GPP 的研究进展，结合国内需求，研究 M2M 通信对 RAN 和核心网络的影响及其优化方案等。

（3）TC10 WG2 M2M 业务总体技术要求，定义 M2M 业务概念，描述 M2M 场景和业务需求、系统架构、接口以及计费认证等要求。

（4）TC10 WG2 M2M 通信应用协议技术要求，规定 M2M 通信系统中端到端的协议技术要求。

1.3.2 文档与规范

文档编写规范如下所述。

1. 制定文档模板

工程项目中有很多文档需要编写，文档编写人员一定要与项目经理和客户确认好文档的格式。最好的办法是先编写一个小文档的设计文档，提交到项目经理和客户手中，看是否能得到项目经理和客户的认可。认可后，再统一编写其他的设计文档。

2. 编写文档

编写文档注意事项如下。

（1）详细阅读客户需求。理解客户的要求很重要，因为后期与客户进行产品对接时，



客户要按照客户需求的招标文件书来进行对接，所以一定要按照客户的需求编写文档。

(2) 与研发人员沟通。研发人员也是根据客户需求进行设计的，所以研发人员是比较了解客户需求的。根据研发人员需求理解信息，再与标书需求进行对照，如果完全一致，则编写文档；如果有不相同的地方，要与项目经理确认，来解决分歧；如果还有问题存在，就得与客户进行交流确认。文档编写需要研发人员配合，遇到要更改的地方时，一定要说明更改原因，说服研发人员修改，不要强制研发人员修改，一定要保持良好的工作氛围。

(3) 与客户沟通。首先要了解客户这个项目的功能需求，并将现在不理解的需求讲解明白（主要是什么地方不明白，加一些自己的建议和想法）。让客户来协商该项目的负责人来确认相关问题，并将确认相关结果记录下来，并将协商结果再给客户说一遍，确认完毕后编写文档。

(4) 文档排版。在编写完文档后，要详细检查文档排版是否有问题，如目录更新、各个章节编号、页码是否正确、图标是否正确等，不要因为排版问题影响最后的签字。

(5) 文档修改后一定要填写修改日志。

设计文档应考虑的问题：给出一致的轮廓，即系统概述。一个网络系统构架需要现有概括的描述，开发人员才能从上千个节中建立一致的轮廓。构架的目标应该能够清楚说明系统概念，构架应尽可能简化，最好的构架文件应该简单、简短，清晰而不杂乱，解决方案自然。构架应当先定义上层的主要子系统，描述各子系统的任务。构架应该描述不同子系统间相互通信的方式，构架不能只依据静态的系统目标来设计，也应当考虑动态的开发过程，如人力资源、进度要求、开发环境等情况。构架必须支持阶段性规划，应该能够提供阶段性规划中如何开发与完成的方式。不应该依赖无法独立运行的子系统构架，将系统各部分的依赖关系找出来，形成一套开发计划。

1.3.3 网络系统设计文档编制

一份设计文档包含的主要题目有执行摘要、工程目标、工程范围、设计需要、当前网络状态、逻辑设计、物理设计、网络系统设计测试结果、实施计划、工程预算、投资收益、设计文档附录等。

(1) 一份全面的设计文档可能有很多页，因此，有必要在文档的开头包含一个简明扼要的介绍，即执行摘要，其长度不应超过一页。执行摘要可以包括一些技术信息，但不应提供技术细节。执行摘要的目标是说服决策者采纳设计方案。

(2) 工程目标部分的长度不应超过一个段落，通常只写成一句话。编写的方式要有利于决策者在阅读文档时明白设计者已经了解网络系统设计工程的主要目的和重要性。



(3) 工程范围部分要提供关于工程范围的信息，要明确说明是建新网还是旧网改造升级。

(4) 设计需求部分要列出所有主要的商业目标和技术目标。商业目标有助于组织机构为客户提供较好的产品及服务。若认识到网络系统设计者已经了解了组织机构的商业任务，那么阅读文档的经理、主管等人员将更有可能接受设计方案。技术目标具体包括可扩展性、可用性、网络性能、安全性、可管理性、易用性、适应性等。技术目标部分也应该阐述有关客户愿意采取的任何折中措施。此外，设计需求部分也包括用户社区、数据存储，以及网络应用。

(5) 当前网络状态部分简要描述现有网络的结构和性能，应包含一张或多张网络图，标识出互联网主要设备的位置、数据处理和存储系统、网络分段等。网络图也应该标识互联网的逻辑拓扑和互联网的网络组成，网络图或与图有关的文本应该指出网络是层次化的或平面的、结构化或无组织的、分层或不分层的，等等。当前的网络状态文档也应该简要描述客户对网络的寻址和设备命名的全部策略或标准。

(6) 逻辑设计部分包括的文档有网络拓扑、寻址网段和设备的模型、命名网络设备的模型、网络管理体系结构、安全机制、设计使用的路由等协议、设计基本原理等。

(7) 物理设计部分描述实现设计选择使用的技术和设备特性，也应包含有关产品可用性的信息。

(8) 网络系统设计测试结果部分描述验证网络设计的测试结果。因为这里为设计者提供了一个向客户证明所做的设计将会满足性能、安全、可用性、可管理性等要求的机会，所以它是设计文档中最重要的部分。设计者可以描述任何原型或实验系统，以及下列测试组件，如测试目的、测试验收标准、测试工具、测试脚本、结果和观察报告。

(9) 实施计划部分包括设计者对网络设计展开实施的推荐做法。下列主题适用于规划实施部分：工程进度表，和厂商或服务提供商一起规划工程安装，规划或推荐外购网络的实施或管理，设计与客户和管理部门间的通信，网络管理员和用户的培训计划，实施后测量设计有效性的计划，可能延迟工程的风险列表，网络实施失败情况下将采用的备用计划，当新的应用需求和目标出现时展开的网络设计规划。

(10) 工程预算部分应该为客户购买设备、维护和支持协议、服务合同、软件许可证、培训人员所提供的资金编写文档。预算也包括咨询费和外购费用。

(11) 投资收益部分可以包括投资回报分析、解释新的设计或设备何时收到回报。投资回报分析的目标是向客户证明设计者推荐的设计方案将会很快收到回报。

(12) 大多数设计文档都包括有关设计和实现补充信息的一个或多个附件，即设计文档附录。补充信息包含详细的拓扑图、设备配置、网络地址、详细的命名和全面的网络系统



设计测试结果。若需要,也可以包含一些商业信息,有时也包括采购单复印件、合法的合同条款、未公开的协议书等。若合适,设计文档附录也可以包括已经使用所提供解决方案的其他客户的推荐信^[20]。

1.4 物联网系统设计的用户需求分析

1.4.1 需求分析概述

1. 需求分析的定义与特点

需求分析指的是在建立一个新的或改变一个现存的系统时描写新系统的目的、范围、定义和功能时所做的工作。需求分析是任何工程中的一个关键过程,在这个过程中,系统分析员和工程师确定顾客的需要,只有在确定了这些需要后他们才能够分析和寻求系统的解决方法。需求分析阶段的任务是确定系统功能,是一项重要的工作,也是最困难的工作,该阶段工作有以下特点。

(1) 用户与开发人员很难进行交流。需求分析是对用户的业务活动进行分析,明确在用户的业务环境中系统应该“做什么”。但是在开始时,开发人员和用户双方都不能准确地提出系统要“做什么”。因为开发人员不是用户问题领域的专家,不熟悉用户的业务活动和业务环境,又不可能在短期内搞清楚;而用户不熟悉网络系统的有关问题。由于双方互相不了解对方的工作,又缺乏共同语言,所以在交流时存在着隔阂。

(2) 用户的需求是动态变化的。对于一个大型且复杂的系统,用户很难精确完整地提出其功能和性能要求。一开始只能提出一个大概、模糊的功能,只有经过长时间的反复认识才逐步明确。有时进入到设计、编程阶段才能明确,更有甚者,到开发后期还在提新的要求。这无疑会给软件开发带来困难。

(3) 系统变更的代价呈非线性增长。需求分析是网络系统开发的基础,假定在该阶段发现一个错误,解决它需要用一小时的话,而到设计、安装、测试和维护阶段解决,则要花数倍的时间。

因此,对于大型复杂系统而言,首先要进行可行性研究。开发人员对用户的要求及现实环境进行调查、了解,从技术、经济和社会因素三个方面进行研究并论证该项目的可行性,根据可行性研究的结果,决定项目的取舍。

2. 需求分析的任务

虽然功能需求是对网络系统的一项基本需求,但却并不是唯一的需求,通常对网络系统有下述几方面的综合要求:功能需求、性能需求、可靠性和可用性需求、出错处理需求、



约束和逆向需求、将来可能提出的要求。

此外，根据在分析过程中获得的对系统更深入的了解，可以比较准确地估计系统的成本和进度，修正以前制订的开发计划。

1.4.2 用户需求获取

1. 获取用户需求的步骤

(1) 调查组织机构情况，包括了解该组织的部门组成情况，各部门的职能等，为分析信息流程作准备。

(2) 调查各部门的业务活动情况，包括了解各个部门输入和使用什么数据，如何加工处理这些数据，输出什么信息，输出到什么部门，输出结果的格式是什么。

(3) 协助用户明确对新系统的各种要求，包括信息要求、处理要求、完全性与完整性要求。

(4) 确定新系统的边界，确定哪些功能由系统完成或将来准备让系统完成，哪些活动由人工完成，由系统完成的功能就是系统应该实现的功能。

2. 获取用户需求的方法

(1) 跟班作业，通过亲身参加业务工作来了解业务活动的情况，这种方法可以比较准确地理解用户的需求，但比较耗费时间。

(2) 开调查会，通过与用户座谈来了解业务活动情况及用户需求，座谈时，参加者之间可以相互启发。

(3) 请专人介绍。

(4) 询问，对某些调查中的问题，可以找专人询问。

(5) 设计调查表请用户填写，如果调查表设计得合理，这种方法是很有有效的，也很容易被用户接受。

(6) 查阅记录，即查阅与原系统有关的数据记录，包括原始单据、账簿、报表等。通过调查了解了用户需求后，还需要进一步分析和表达用户的需求。分析和表达用户需求的方法主要有自顶向下和自底向上两类方法。

1.4.3 物联网业务需求分析

物联网的业务需求因应用领域不同而存在差异。进行需求分析的通用原则在前文已有



阐述，这里着重介绍一下不同领域的物联网的业务需求的特点。

(1) 在农业信息化中，物联网的主要业务需求包括：精准施肥、生态环境监控、气象监测、节水灌溉、智能温室、病虫害灾、动物个体识别健康养殖、动植物生长情况监测、产品分拣、物流配送全路径、仓库存储管理、产品供应链可追溯、机械故障诊断、机械远程控制、机械工作情况监测等。

(2) 在物流业中，速度、效率、正确率、信息的整合一直是所有物流公司重点追求的目标，主要业务需求包括：远距离、超低功耗、高速移动的标识物的识别和追踪定位；物流业物品查找、防盗窃及物流链被搅乱带来的损耗等问题；免除跟踪过程中的人工干预，节省大量人力物力的同时极大地提高工作效率。

(3) 在医疗服务信息化中，物联网的主要业务需求包括：利用正确、有效的病人标识来降低医疗事故，完善医疗管理；帮助医生或护士对交流困难的病人进行身份的确认；帮助医院对病人进行管理并在紧急时刻找到最需要的医生；监视、追踪未经许可进入高危区的人员；保证发药正确和用药安全；帮助医生、护士移动查房，实时查看病人的病历和治疗情况，输入医嘱；帮助医院对资产定位管理，了解资产的当前使用状态，寻找可用资产的位置，对资产进行定期检修和保养；帮助医院对特殊药品的定位管理。

(4) 在军事应用上，应当以现有军用网络为基础，将其末端延伸到具体武器装备，连通现实战场环境与实时后勤保障体系，从而实现物物相连的智能化网络。该网络能使战场感知精确化、武器装备智能化、综合保障灵敏化，从而提升信息化条件下作战打击的精确度和自动化程度。军事物联网的主要业务需求包括：全方位、全频谱、全时域的全维侦察监视预警；物资在储、在运和在用状态自动感知与智能控制；重要物资的定位、寻找、管理和高效作业。

由上可见，物联网涉及面广，包含多种业务需求、运营模式、技术体制、信息需求、产品形态均不同的应用系统，因此统一、系统的业务体系结构，才能够满足物联网全面实时感知、多目标业务、异构技术体制融合等需求。各业务应用领域可以对业务类型进行细分，包括绿色农业、工业监控、公共安全、城市管理、远程医疗、智能家居、智能交通、环境监测、军事应用等各类不同的业务服务，根据业务需求不同，对业务、服务、数据资源、共性支撑、网络和感知层的各项技术进行裁剪，形成不同的解决方案；该部分可以承担一部分呈现（Presentation）和人机交互功能。应用层将为各类业务提供统一的信息资源支撑，通过建立、实时更新可重复使用的信息资源库和应用服务资源库，使得各类业务服务根据用户的需求按需组合，使得物联网的应用系统对于业务的适应能力明显提高。因此，能够提升对应用系统资源的重用度，为快速构建新的物联网应用奠定基础，满足在物联网环境中复杂多变的网络资源应用需求和服务。



1.4.4 物联网系统性能需求分析

物联网可以应用到绿色农业、工业监控、公共安全、城市管理、远程医疗、智能家居、智能交通、环境监测、军事应用等行业的各个方面。不同的行业和应用场景，其要求是不一样的，需求也是不一样的，它导致了物联网产品的形态、系统的应用和物联网感知的服务是多样化的。因此，不同的行业和应用场景对物联网系统性能需求也不一样。为了便于物联网系统性能需求分析，已有研究者将物联网的应用大致分为监控型（视频监控、环境监测）、查询型（远程抄表、物流查询）、控制型（智能交通、路灯控制）、扫描型（手机钱包）等几大类。不同应用的特性及对 QoS 的需求^[21]如表 1-2 所示。

表 1-2 不同物联网应用的特性及对 QoS 的需求

业 务		移动性	时 延	流 量	在线时间
监控型	视频监控	否	敏感	大	永远
	环境监测	否	敏感	大	永远
查询型	远程抄表	否	不敏感	小	短
	物流查询	是	不敏感	小	短
控制型	智能交通	是	敏感	小	永远
	路灯控制	否	不敏感	小	短
扫描型	手机钱包	是	敏感	小	短

物联网应用既有小流量的 M2M，也有大量占用高带宽的应用，如平安城市、公共交通等以视频图像为主的监控业务。表 1-2 中的查询型、控制型和扫描型业务对带宽和时延要求不高，中等及以上流量物联网业务的接入网可以满足其对性能的要求。如果是以视频监控为主的流媒体业务，由于此类业务一般需要传输视频信号，对带宽和时延要求较高，需要更高流量物联网业务的接入网。

思考与练习题

- (1) 为什么到目前尚未有一个权威、完整和精确的物联网定义？你对物联网的理解是什么？
- (2) 简述物联网的分类。
- (3) 阐述网络系统集成的特点、要求和步骤。
- (4) 简述目前国内外有关物联网标准的研究现状，阐述你对物联网标准化趋势的看法。