

物联网概述

【学习要求】

- (1) 掌握物联网的相关概念。
- (2) 了解物联网的基本架构与关键技术。
- (3) 了解物联网的起源和发展。
- (4) 了解物联网的应用前景及互联网与物联网的关系。

1.1 物联网的定义

物联网是一个新的网络概念，至今并没有一个统一的定义，有人认为 RFID 的互联网就是物联网，有人认为传感器网络就是物联网，有人认为 M2M (Machine To Machine) 就是物联网，有人认为把互联网的用户延伸和扩展到任何物品就是物联网。

国际通用的对物联网的定义：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。

欧洲智能系统集成技术平台 (EPoSS) 发布的 *Internet of Things in 2020* 报告指出：物联网是由具有标识、虚拟个性的物体/对象所组成的网络，这些标识和个性等信息在智能空间使用智慧的接口与用户、社会和环境进行通信。其实质是将现有的计算机网络扩展到物品网络。

物联网的特征是对每一个物件都可以寻址，联网的每一个物件都可以控制，联网的每一个空间都可以通信。物联网是把过去很多区域化的专用网和互联网连接起来，使新一代增值业务在更广泛的网络平台上集合起来。物联网不是一个独立的网络，它是对现在的互联网进一步发展、泛在的一种形式。物联网概念模型如图 1-1 所示。

物联网中的“物”要满足以下条件才能够被纳入“物联网”的范畴：

- (1) 要有相应信息的接收器；
- (2) 要有数据传输通路；
- (3) 要有一定的存储功能；
- (4) 要有 CPU；
- (5) 要有操作系统；
- (6) 要有专门的应用程序；
- (7) 要有数据发送器；
- (8) 遵循物联网的通信协议；

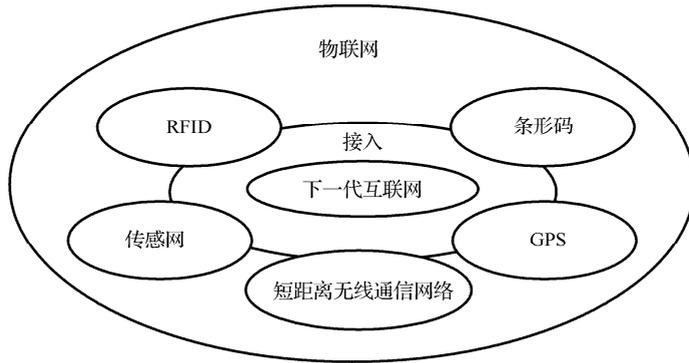


图 1-1 物联网概念模型

(9) 在网络中有可被识别的唯一编号，即物联网中的“物”都具有标识、物理属性和实质上的个性，使用智能接口实现与信息网络的无缝整合。

总之，狭义上的物联网指连接物品与物品的网络，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。

目前，关于物联网有各种各样的说法，如无线传感器网络（WSN）、泛在网及 M2M 等。

传感器网络是以对物理世界的数据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信息系统。

它包括传感节点、局域通信节点、互联网及用户界面等部分。其中，用户界面部分实现信息的聚合与呈现；互联网包括无线互联网和有线互联网，主要实现信息的传输；局域通信节点主要实现传感节点与互联网的通信；传感节点负责信息的采集。

无线传感器网络一般由局域网和广域网两部分组成，局域网通常采用近距离无线通信技术，如 ZigBee、Bluetooth、UWB 等，它通过各类集成化的微型传感器实时感知、监测和采集各种对象的信息，通过无线通信方式与广域网连接。广域网则利用现有的互联网资源，将信息传送到用户终端进行处理，从而实现物理世界、计算机世界及人类社会的三元世界连通。

如果将传感器的概念进一步扩展，把射频识别、二维码等信息的读取设备、音视频录入设备等数据采集设备都看作一种传感器，并提升到智能感知水平，则范围扩展后的传感器网络也可以被看作物联网。从 ITU-T、ISO/IEC JTC1 SC6 等国际标准化组织对传感器网络、物联网的定义和标准化范围来看，传感器网络与物联网是一个概念的不同表述，都是依托各种信息设备实现物理世界和信息世界的无缝融合。可见，可以认为“物联网”和“传感器网络”均是以智能传感器、RFID 等客观世界标识和感知技术，借助于无线通信技术、互联网、移动通信网络等实现人与物理世界的信息交互的网络。

泛在网（Ubiquitous Network），指无处不在的网络。ITU-T 2002 建议书中，将泛在网描述为，在服务预订的情况下，个人和/或设备无论何时、何地、何种方式都能以最少的技术限制接入服务和通信的网络。

它的基本特征是“无处不在、无所不能、无所不包”，即在任何时间、任何地点、任何人和物都能相互通信。ITU 认为，泛在网是将原本不属于电信范畴的技术纳入其中，从而构成一



个范围更大的网络体系。它包括三个层次：一是无所不在的基础网络，二是无所不在的终端单元，三是无所不在的网络应用。基础网络包括各种局域通信网络和各种广域通信网络。终端单元是泛在网的神经末梢，它们形式多样，接入方式、功能各异，可以是手机或手持终端，也可以是各种智能传感单元，它们完成信息的感知、传送，以及响应网络中心所发出的控制指令。从物物相连角度看，泛在网等同或包含物联网。

M2M 指机器与机器互联。从狭义上说，M2M 仅代表机器与机器之间的通信，广义来讲也包括人与机器的通信，是以机器智能交互为核心、网络化的应用与服务为前提的。目前，业界提到 M2M 时，更多是指非信息技术机器设备通过移动通信网络与其他设备或 IT 系统的通信。M2M 的业务不仅包含机器间的相互通信和控制，也包含机器响应相应人员的操作指令从而执行一定的操作和机器将采集的信息传送给相应人员。自 2002 年起，M2M 技术在世界各地得到快速推广，M2M 应用遍及电力、交通、工业控制、零售、公共事业管理、医疗、水利、石油等多个行业。欧洲电信标准化协会（ETSI）和第三代合作伙伴计划（3GPP）等国际标准化组织都启动了针对快速成长的 M2M 技术进行标准化的专项工作。

通过以上对现有各种网络概念的讨论可知，物联网是一种关于人与物、物与物广泛互联，实现人与客观世界进行信息交互的信息网络；传感器网络是利用传感器作为节点，以专门的无线通信协议实现物品之间连接的自组织网络；泛在网是面向泛在应用的各种异构网络的集合，强调网络之间的互联互通和数据融合/聚类与应用。互联网是指通过 TCP/IP 将异种计算机网络连接起来实现资源共享的网络技术，实现的是人与人之间的通信。M2M 是互联网在应用上的拓展，将传统的人与人之间的通信拓展至物和物、人和物之间的互联互通。

物联网与现有的其他网络（如传感器网络、互联网、泛在网及其他网络通信技术）之间的关系如图 1-2 所示。

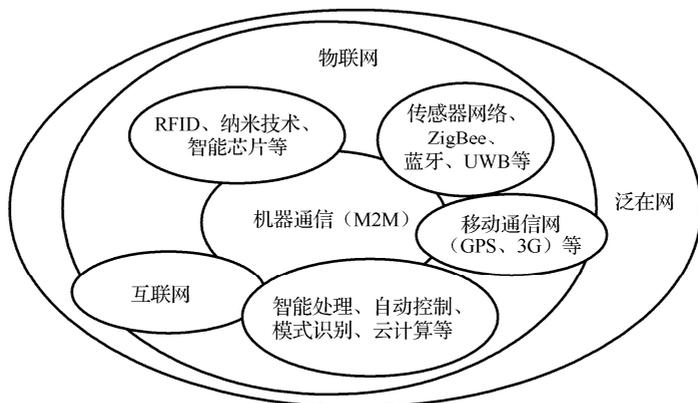


图 1-2 物联网与其他网络之间的关系

由图 1-2 可以看出物联网与其他网络及通信技术之间的包容、交互作用关系。物联网隶属于泛在网，但不等同于泛在网，它只是泛在网的一部分；物联网涵盖了物品之间通过感知设施连接起来的传感器网络，不论它是否接入互联网，都属于物联网的范畴；传感器网络可以不接入互联网，但当需要时，随时可利用各种接入网络接入互联网；互联网（包括下一代互联网）、移动通信网等可作为物联网的核心承载网。

虽然目前国内外对物联网没有一个统一的定义，但从本质上看，物联网是现代信息技术

发展到一定阶段后出现的一种聚合性应用与技术提升，将各种感知技术、现代网络技术和人工智能与自动化技术聚合与集成，使人与物智慧对话，创造一个智慧的世界。因为物联网技术的发展几乎涉及信息技术的方方面面，是一种聚合性、系统性的创新应用与发展，因此被称为信息产业的第三次革命性创新。

物联网的本质概括起来主要体现在三个方面：一是互联网特征，即对需要联网的“物”一定要能够实现互联互通；二是识别与通信特征，即纳入物联网的“物”一定要具备自动识别与物物通信（M2M）的功能；三是智能化特征，即网络系统应具有自动化、自我反馈与智能控制的特点。

综上所述，物联网并不是一个新的独立的网络，在过去互联网解决了人与人之间的交流联系的基础上，现在要将物与物联系起来，同时，人与物之间也要联系起来，实现人与人、人与物、物与物之间的互联。从某种意义上说，物联网就是互联网更广泛的应用，实现物理世界与数字世界的无缝连接。

1.2 物联网系统的基本组成

计算机互联网可以把世界上不同国家的人们通过计算机紧密地联系在一起，而采用感知识别技术的物联网也可以把世界上不同国家、地区的物品联系在一起，彼此之间可以互相“交流”数据信息，从而形成一个全球性物物相互联系的社会。

可以把物联网看成传统互联网的自然延伸，因为它的信息传输基础仍然是互联网。物联网是“万物沟通”的，具有全面感知、无缝互联、智能处理特征的连接物理世界的网络，可实现任何时间、任何地点及任何物体的连接。

从不同的角度看物联网会有多种类型，不同类型的物联网，其软硬件平台组成也会有所不同。

1.2.1 物联网硬件平台组成

物联网是以数据为中心的面向应用的网络，主要完成信息感知、数据处理、数据回传及决策支持等功能，其硬件平台可由传感器网络、核心承载网和信息服务系统等部分组成。物联网硬件平台组成示意图如图 1-3 所示。其中，传感器网络包括感知节点（数据采集、控制）和末梢网络（汇聚节点、接入网关），核心承载网为物联网业务的基础通信网络，信息服务系统主要负责信息的处理和决策支持。

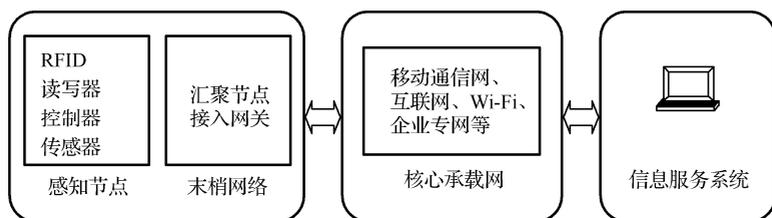


图 1-3 物联网硬件平台组成示意图



1. 感知节点

感知节点由各种类型的采集和控制模块组成，如温度传感器、声音传感器、振动传感器、压力传感器、RFID 读写器、二维码识读器等，完成物联网应用的数据采集和设备控制等功能。

感知节点的组成包括 4 个基本单元：传感单元（由传感器和模数转换功能模块组成，如 RFID、二维码识读设备、温感设备）、处理单元（由嵌入式系统构成，包括 CPU 微处理器、存储器、嵌入式操作系统等）、通信单元（由无线通信模块组成，实现末梢节点间以及它们与汇聚节点间的通信）及电源部分。感知节点综合了传感器技术、嵌入式计算技术、智能组网技术、无线通信技术及分布式信息处理技术等，能够通过各类集成化的微型传感器协作地实时监测、感知和采集各种环境或监测对象的信息，通过嵌入式系统对信息进行处理，并通过随机自组织无线通信网络以多跳中继方式将所感知信息传送到接入层的汇聚节点和接入网关，最终到达信息应用服务系统。

2. 末梢网络

末梢网络即接入网络，包括汇聚节点、接入网关等，完成应用末梢感知节点的组网控制和数据汇聚，或完成向感知节点发送数据等功能。也就是在感知节点之间组网之后，如果感知节点需要上传数据，则将数据发送给汇聚节点（基站），汇聚节点收到数据后，通过接入网关完成和承载网络的连接；当用户应用系统需要下发控制信息时，接入网关接收到承载网络的数据后，由汇聚节点将数据发送给感知节点，完成感知节点与承载网络之间的数据转发和交互功能。

感知节点与末梢网络承担物联网的信息采集和控制任务，构成传感器网络，实现传感器网络的功能。

3. 核心承载网

核心承载网可以有多种，主要承担接入网与信息服务系统之间的数据通信任务。根据具体应用需要，承载网可以是公共通信网，如 3G、4G、5G 移动通信网，Wi-Fi，WiMAX，互联网，企业专用网，新建的专用于物联网的通信网。

4. 信息服务系统硬件设施

物联网信息服务系统硬件设施由各种应用服务器（包括数据库服务器）组成，还包括用户设备（如 PC、手机）、客户端等，主要用于对采集数据的融合/汇聚、转换、分析，以及对用户呈现的适配和事件的触发等。对于信息采集，由于从感知节点获取的是大量的原始数据，这些原始数据对于用户来说只有经过转换、筛选、分析处理后才有实际价值。对这些有实际价值的信息，由服务器根据用户端设备进行信息呈现的适配，并根据用户的设置触发相关的通知信息；当需要对末端节点进行控制时，信息服务系统硬件设施生成控制指令并发送，以进行控制。针对不同的应用将设置不同的应用服务器。

1.2.2 物联网软件平台组成

软件平台是物联网的神经系统。不同类型的物联网，其用途是不同的，其软件平台也不

相同，但软件平台的实现技术与硬件平台密切相关。相对于硬件平台而言，软件平台的开发及实现更具有特色。一般来说，物联网软件平台建立在分层的通信协议体系之上，通常包括数据感知系统软件、中间件系统软件、网络操作系统（包括嵌入式系统），以及物联网管理信息系统（Management Information System, MIS）等。

1. 数据感知系统软件

数据感知系统软件主要完成物品的识别。存储有 EPC 码的电子标签在经过读写器的感应区域时，物品 EPC 码会自动被读写器捕获，从而实现 EPC 信息采集的自动化，所采集的数据交由上位机信息采集软件进行进一步处理，如数据校对、数据过滤、数据完整性检查等，这些经过整理的数据可以被物联网中间件、应用管理系统使用。对于物品电子标签，国际上多采用 EPC 标签，用 PML 语言来标记每一个实体和物品。

2. 中间件系统软件

中间件是位于数据感知设施（读写器）与后台应用软件之间的一种应用系统软件。中间件具有两个关键特征：一是为系统应用提供平台服务，这是基本条件；二是需要连接到网络操作系统，并且保持运行状态。中间件为物联网应用提供一系列计算和数据处理功能，主要任务是对感知系统采集的数据进行捕获、过滤、汇聚、计算，完成数据校对、解调、数据传送、数据存储和任务管理，减少从感知系统向应用系统中心传送的数据量。同时，中间件还可提供与其他 RFID 支撑软件系统进行互操作等功能。引入中间件使得原先后台应用软件系统与读写器之间非标准、非开放的通信接口，变成了后台应用软件系统与中间件之间、读写器与中间件之间的标准、开放的通信接口。

一般来说，物联网中间件系统包含读写器接口、事件管理器、应用程序接口、目标信息服务和对象名解析服务等功能模块。

（1）读写器接口。物联网中间件必须优先为各种形式的读写器提供集成功能。协议处理器确保中间件能够通过各种网络通信方案连接到 RFID 读写器。RFID 读写器与其应用程序采用普通接口，大多采用由 EPCglobal 组织制定的标准。

（2）事件管理器。事件管理器用来对读写器接口的 RFID 数据进行过滤、汇聚和排序操作，并通告数据与外部系统相关联的内容。

（3）应用程序接口。应用程序接口是应用程序系统控制读写器的一种接口；此外，要求中间件能够支持各种标准的协议（例如，支持 RFID 及配套设备的信息交互和管理），同时还要屏蔽前端的复杂性，尤其是前端硬件（如 RFID 读写器等）的复杂性。

（4）目标信息服务。目标信息服务由两部分组成：一部分是目标存储库，用于存储与标签物品有关的信息并使之能用于以后查询；另一部分是目标存储库管理的信息接口的服务引擎。

（5）对象名解析服务。对象名解析服务（ONS）是一种目录服务，主要是将对每个带标签物品所分配的唯一编码，与一个或多个拥有关于物品更多信息的目标信息服务的网络定位地址进行匹配。



3. 网络操作系统

物联网通过互联网实现物理世界中的任何物品的互联，在任何地方、任何时间可识别任何物品，使物品成为附有动态信息的“智能产品”，并使物品信息流和物流完全同步，从而为物品信息共享提供一个高效、快捷的网络通信及云计算平台。

4. 物联网管理信息系统

物联网也要管理，类似于互联网的网络管理。目前，物联网大多采用基于 SNMP 建设的管理系统，这与一般的网络管理类似，提供对象名解析服务。ONS 类似于互联网的 DNS，要有授权，并且有一定的组成架构。它能把每一种物品的编码进行解析，再通过 URL 服务获得相关物品的进一步信息。

物联网管理信息系统包括企业物联网信息管理中心、国家物联网信息管理中心及国际物联网信息管理中心。企业物联网信息管理中心负责管理本地物联网，它是最基本的物联网信息服务管理中心，为本地用户单位提供管理、规划及解析服务。国家物联网信息管理中心负责制定和发布国家总体标准，负责与国际物联网互联，并且对企业物联网信息管理中心进行管理。国际物联网信息管理中心负责制定和发布国际框架性物联网标准，负责与各个国家的物联网互联，并且对各个国家物联网信息管理中心进行协调、指导、管理等工作。

1.3 物联网的基本架构与关键技术

1.3.1 物联网的基本架构

物联网作为新兴的信息网络技术，将会对 IT 产业发展起到巨大的推动作用。业界公认，物联网有三个层次，底层是用来感知数据的感知层，中间层是数据传输的网络层，最上层则是应用层。图 1-4 是物联网连接示意图。

1. 感知层

感知层顾名思义就是感知系统的一个层面，这里的感知主要就是指系统信息的采集。感知层完成把所有物品信息通过条形码、射频识别、传感器、红外感应器传输到互联网前的准备工作。

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、全球定位系统等感知终端。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、采集信息，包括各类物理量、标识、音频、视频数据，并传送到上位端。

感知层是实现物联网全面感知的核心技术，感知节点随时感知、测量、捕获和传递信息，汇聚节点汇聚、分析、处理和传送数据。

目前感知层的智能化程度不高，仅能实现数据的采集与传输，但未来一定会向着智能化方向发展，比如机场反侵入系统，原来只能看物体是否靠近，将来要知道这个物体是什么，它靠近的方向、企图、速度等信息。

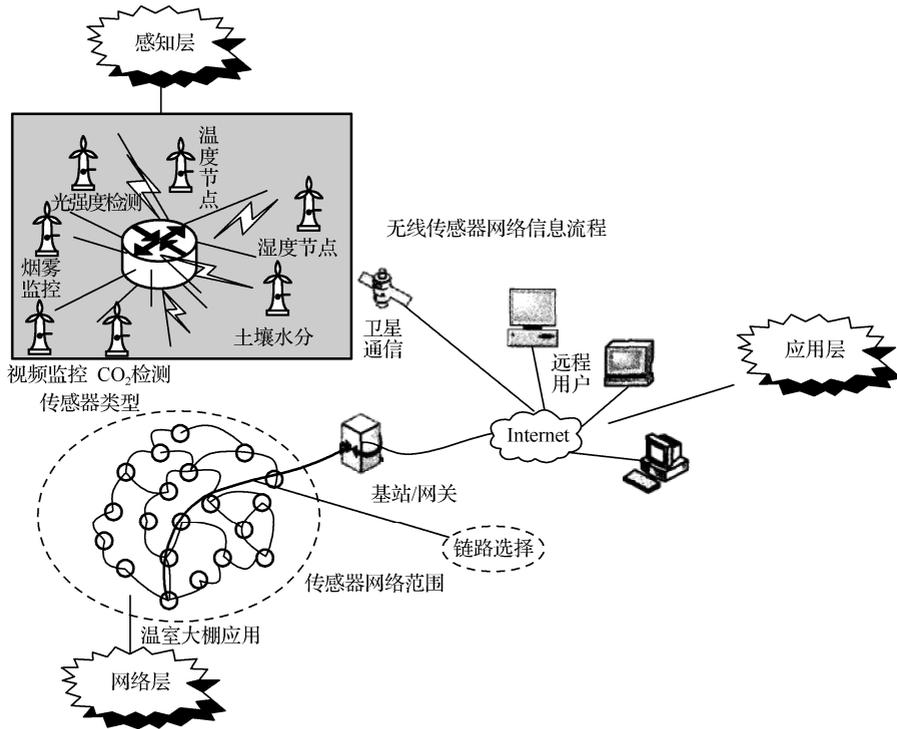


图 1-4 物联网连接示意图

2. 网络层

物联网的网络层可以理解为搭建物联网的网络平台，它由各种私有网络、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，实现更加广泛的互联功能，能够把感知到的信息无障碍、高可靠性、高安全性地进行了传送，这需要新兴的传感器网络与移动通信技术、互联网技术相融合。

网络层所需要的关键技术包括长距离有线和无线通信技术、网络技术等。网络层为建立网络连接和上层提供服务，具备以下主要功能：路由选择和中继；激活、终止网络连接；在一条数据链路上复用多条网络连接，多采用时分复用技术；差错检测与恢复；排序、流量控制；服务选择；网络管理；信息存储与查询等。

经过十余年的快速发展，移动通信、互联网等技术已比较成熟，基本能够满足物联网数据传输的需要。

3. 应用层

应用层是物联网和用户（包括人、组织和其他系统）的接口，主要利用经过分析处理的感知数据，为用户提供丰富的应用，将物联网技术与个人、家庭和行业信息化需求相结合，实现广泛智能化应用解决方案。应用层包含应用支撑子层和应用服务子层，应用支撑子层用于支撑跨行业、跨应用、跨系统的信息协同、共享、互通的功能。应用服务子层包括智能交通、智能医疗、智能家居、智能物流、智能电力、绿色农业、工业监控、公共安全、城市管



理、环境监测等行业应用。目前，某些行业已经积累了一些成功的案例。

图 1-5 是物联网基本架构。

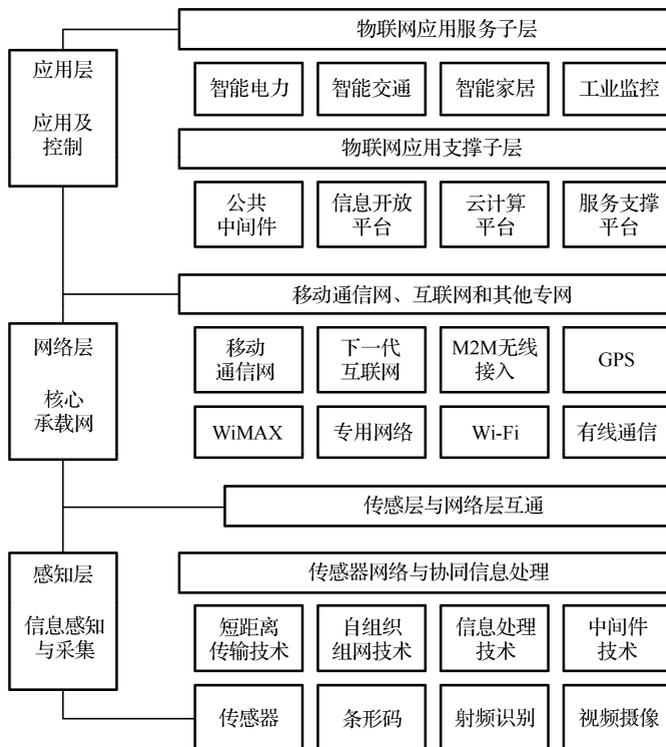


图 1-5 物联网基本构架

1.3.2 物联网的关键技术

物联网已成为目前 IT 业界的新兴领域，引发了相当热烈的研究和探讨。不同的视角对物联网概念的看法不同，所涉及的关键技术也不相同。可以确定的是，物联网技术涵盖了从信息获取、传输、存储、处理直至应用的全过程，在材料、器件、软件、网络、系统各个方面都要有所创新才能促进其发展。

国际电信联盟报告提出，物联网主要需要 4 项关键性应用技术：

- ① 标识物品的 RFID 技术；
- ② 感知事物的传感器网络技术（Sensor Technologies）；
- ③ 思考事物的智能技术（Smart Technologies）；
- ④ 微缩事物的纳米技术（Nanotechnology）。

欧盟《物联网研究路线图》将物联网研究划分为 10 个层面：

- ① 感知（ID 发布机制与识别）；
- ② 物联网宏观架构；
- ③ 通信（OSI 参考模型的物理层与数据链路层）；
- ④ 组网（OSI 参考模型的网络层）；
- ⑤ 软件平台、中间件（OSI 参考模型的网络层以上各层）；



- ⑥ 硬件;
- ⑦ 情报提炼;
- ⑧ 搜索引擎;
- ⑨ 能源管理;
- ⑩ 安全。

通过对物联网内涵的分析,可以将实现物联网的关键技术归纳为感知技术、网络通信技术(主要为传感器技术和无线网络技术)、数据融合与智能技术(主要是人工智能技术)、云计算技术等。

1. 感知技术

感知技术可理解成在物联网中让物品“开口说话”的关键技术。物联网中,RFID 技术是一种非接触式的自动识别对象并获取相关数据的技术。识别过程无须人工干预,可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签,操作快捷方便。RFID 标签上存储着规范而具有互用性的信息,通过无线数据通信网络把它们自动采集到中央信息系统,实现全球范围内的物品跟踪与信息共享。

典型的 RFID 系统一般由 RFID 电子标签、读写器和信息处理系统组成。当带有电子标签的物品通过特定的信息读写器时,标签被读写器激活并通过无线电波将标签中携带的信息传送到读写器和信息处理系统,完成信息的自动采集工作。信息处理系统则根据需求承担相应的信息处理和 control 工作。

物品编码是物品在信息网络中的身份标识。没有物品编码,网络中就没有“物”,因此,物品编码是物联网的基础。

物品编码体系的建立必须以物品编码标准化为前提,编码技术是描述数据特性的信息技术,为标识物品提供技术保障。标识技术是根据物品的特性来描述设备,它是编码的物理实现,比如,设备的编码和标识、信息的编码和标识等。编码的目的就是识别物品的特性,也就是说,人们为了能够分清不同的物品及其特性,需要赋予物品唯一的编码,同时要求各部门采用同样的编码规则,这样做是为了使大多数物品有统一的编码规则,从而使物品的编码有唯一性。为了能够识别物品,编码的唯一性是非常重要的。

标识技术是指通过不同的载体去表现物品信息,即用何种方式将信息写入设备。我们通常所说的物品信息的载体主要有条形码、射频识别标签等。标识存在于人们的生活中,当然在物联网中也存在标识,通过对物品进行标识能够使人们清楚物品的各种信息。这一点对于信息的采集是非常重要的,如果没有对物品进行标识,就没有办法对物品信息进行采集,这样使得在物联网末端的信息采集没有办法进行,那物联网“物物相连”的最终目标就没有办法达成。

2. 传感器技术

传感器技术是从自然信源获取信息,并对其进行处理、变换和识别的一门多学科交叉的现代科学与工程,它涉及传感器、信息处理和识别的规划设计、开发、制造、测试、应用及评价改进等活动。

在物联网中,传感器技术主要负责接收物品“讲话”的内容。传感器负责物联网信息的



采集, 是实现对现实世界感知的基础, 是物联网服务和应用的基础。

传感器种类繁多, 原理也多种多样。根据被测量的性质, 可分为物理传感器、化学传感器和生物传感器三大类, 还可按用途、材料、输出信号类型、制造工艺等方式进行分类。随着技术的不断进步, 传感器的类型不断增加, 传感器的应用范围不断扩大, 涉及工业生产自动化、国防现代化、航空航天、能源、环境保护、生物科学等领域。随着纳米技术和微机电系统技术的应用, 传感器的尺寸减小、精度提高, 大大拓展了其应用范围。

物联网中的传感器节点通常由数据采集模块、数据处理模块、数据传输模块和电源构成。节点具有感知能力、计算能力和通信能力, 也就是在传统传感器基础上, 增加了协同、计算、通信功能。近年来, 随着生物科学、信息科学和材料科学的发展, 传感器技术有向微型化、多功能化、智能化和网络化方向发展的趋势。

一个典型的传感器网络通常由传感器节点、接收发送器、Internet 或通信卫星、任务管理节点等部分构成。传感器节点散布在指定的感知区域内, 实时感知、采集和处理网络覆盖区域中的信息, 并通过“多跳”网络把数据传送至接收发送器, 接收发送器也可以用同样的方式将信息发送给各节点。接收发送器直接与 Internet 或通信卫星相连, 通过 Internet 或通信卫星实现任务管理节点与传感器之间的通信。在出现节点损坏、失效等问题的情况下, 系统能够自动调整, 从而确保整个系统的正常通信。

3. 无线网络技术

物联网中, 物品与人的无障碍交流, 必然离不开高速、可进行大量数据传输的无线网络。无线网络既包括允许用户建立远距离无线连接的全球语音和数据网络, 也包括为近距离通信所提供的蓝牙技术和红外技术。

在近距离通信方面, 以 IEEE 802.15.4 为代表的近距离通信技术是目前的主流技术, 802.15.4 规范是 IEEE 制定的关于低速近距离通信的物理层和媒体介入控制层规范, 工作在工业科学医疗频段, 免许可证的 2.4GHz ISM 频段全世界都可通用。在广域网络通信方面, IP 互联网、4G/5G 移动通信、卫星通信技术等实现了信息的远程传输, 特别是以 IPv6 为核心的下一代互联网的发展, 将为每个传感器分配 IP 地址, 也为传感器网络的发展创造了良好的条件。传感器网络相关通信技术常见的有蓝牙、IrDA、Wi-Fi、ZigBee、RFID、UWB、NFC、WirelessHart 等。

4. 人工智能技术

人工智能是研究使计算机模拟人的某些思维过程和智能行为(如学习、推理、思考、规划等)的技术。在物联网中, 人工智能技术主要负责对物品“讲话”的内容进行分析, 从而实现计算机自动处理。

5. 云计算技术

现有网络主要还是起着信息通道的作用, 对信息本身的分析、处理并不多, 目前各种专业应用系统的后台数据处理也是比较单一的。物联网中的信息种类、数量都将成倍增加, 其需要分析的数据量呈指数级增加, 同时还涉及多个系统工程之间的各种信息数据的融合问题, 以及如何从海量数据中挖掘信息等, 这些问题给数据计算带来了巨大的挑战。

物联网的发展离不开云计算技术的支持。物联网中的终端的计算和存储能力有限, 云计



算平台可以作为物联网的“大脑”，实现对海量数据的存储、计算。

从服务角度看，云计算是一种全新的网络服务模式，将传统的以桌面为核心的任务处理转变为以网络为核心的任务处理，利用互联网实现想完成的一切处理任务，使网络成为传递服务、计算力和信息的综合媒介，真正实现按需计算、网络协作。

从技术角度看，云计算是对并行计算（Parallel Computing）、分布式计算（Distributed Computing）和网格计算（Grid Computing）的发展或商业实现。

云计算是一个美好的网络应用模式，由 Google 首先提出。云计算最基本的概念是通过网络将庞大的计算处理程序自动分拆成无数个较小的子程序，再交由多个服务器所组成的庞大系统经搜寻、计算分析之后将处理结果回传给用户。通过云计算技术，网络服务提供者可以在数秒之内，形成处理数以千万计甚至数以亿计的数据，提供与超级计算机具有同样强大效能的网络服务。

人类通过各种信息感应、探测、识别、定位、跟踪和监控等手段和设备实现对物理世界的“感、知、控”，这一环节称为物联网的“前端”；而基于互联网计算的智能以及对物理世界的反馈和控制称为物联网的“后端”。当前无论学术界还是工业界，目光普遍聚焦在物联网的“前端”，但物联网的“后端”也同样重要。从“后端”出发，物联网可以看成是一个基于互联网的，以提高物理世界的运行水平、管理水平、资源使用效率为目标的大规模信息系统。该系统具备实时感应、高度并发、自主协同和涌现效应等特征。

物联网的发展需要“软件即服务”“平台即服务”及按需计算等云计算模式的支撑。可以说，云计算是物联网应用发展的基石。其原因有两个：一是云计算具有超强的数据处理和存储能力；二是物联网无处不在的数据采集，需要大范围的支撑平台以满足其规模需求。云计算以如下几种方式支撑物联网的应用发展。

1) 单中心、多终端应用模式

在单中心、多终端应用模式中，分布范围较小的各物联网终端（传感器、摄像头或 5G 手机等）把云中心或部分云中心作为数据/处理中心，终端所获得的信息和数据统一由云中心处理和存储，云中心提供统一界面给使用者操作或查看。单中心、多终端应用模式目前已比较成熟，如小区及家庭的监控、对某一高速路段的监测、某些公共设施的保护等。这类应用模式的云中心可提供海量存储和统一界面、分级管理等服务，这类云计算中心一般以私有云居多。

2) 多中心、多终端应用模式

多中心、多终端应用模式主要用于区域跨度较大的企业和单位。例如，一个跨多地区或多国家的企业，因其分公司或分厂较多，要对各公司或工厂的生产流程进行监控、对相关的产品进行质量跟踪等。当有些数据或信息需要及时甚至实时地给各个终端用户共享时，也可采取这种模式。例如，某气象预测中心探测到某地 30 分钟后将发生重大气象灾害，通过以云计算为支撑的物联网途径，用几十秒的时间就能将预报信息发出。这种应用模式的前提是云计算中心必须包含公共云和私有云，并且它们之间的互联没有障碍。

3) 信息与应用分层处理、海量终端的应用模式

这种应用模式主要针对用户范围广、信息及数据种类多、安全性要求高等场合。根据应用模式和具体场景，对各种信息、数据进行分类、分层处理，然后选择相关的途径提供给相应的终端。例如，对需要大数据量传送，但是安全性要求不高的数据，如视频数据、游戏数据等，可以采取本地云中心处理或存储的方式；对于计算要求高，数据量不大的数据，可以



放在专门负责高端运算的云中心；而对于数据安全要求非常高的信息和数据，则可以由具有灾备中心的云中心处理。

实现云计算的关键技术是虚拟化技术。通过虚拟化技术，单个服务器可以支持多个虚拟机，运行多个操作系统，从而提高服务器的利用率。虚拟机技术的核心是虚拟机监控程序(Hypervisor)。Hypervisor 在虚拟机和底层硬件之间建立一个抽象层，它可以拦截操作系统对硬件的调用，为驻留在其上的操作系统提供虚拟的 CPU 和内存。

云计算为众多用户提供了一种新的高效计算模式，兼有互联网服务的便利、廉价和大型机的能力。它的目的是将资源集中于互联网上的数据中心，由云中心提供应用层、平台层和基础设施层的集中服务，以解决传统 IT 系统零散性带来的低效率问题。云计算是信息化发展进程中的一个阶段，强调信息资源的聚集、优化、动态分配和回收，旨在节约信息化成本、降低能耗、减轻用户信息化的负担、提高数据中心的效率。云计算出现的初衷是解决特定大规模数据处理问题，因此它被业界认为是支撑物联网“后端”的最佳选择，云计算为物联网提供后端处理能力与应用平台。目前，国外已经有多个云计算的科学研究项目，比较有名的是 Scientific Cloud 和 Open Nebula 项目。产业界也在投入巨资部署各自的云计算系统，参与者主要有 Google、Amazon、IBM、Microsoft 等。国内关于云计算的研究也已起步，并在计算机系统虚拟化基础理论与方法研究方面取得了阶段性成果。

1.4 物联网的起源与发展

当物联网最初被提出时，只是停留在给全球每个物品一个代码，实现物品跟踪与信息传递的设想。如今，美国、欧盟，以及日本、韩国和我国都把物联网提升为国家战略，物联网的发展已经不仅仅是 IT 行业的发展，而是上升为国家综合竞争力的体现，物联网本身则被称为继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮。

1.4.1 物联网概念的诞生

1999 年，美国麻省理工学院最早明确地提出了物联网的概念：给物品贴上一个射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)的电子标签，电子标签内存储物品的信息(产地、原料组成、生产日期等)，通过 RFID 完成对物品的识别，从而获取物品的信息，然后借助于互联网，将物品的信息在网上发布，在全球范围内实现对物品信息的共享，进而可以对物品进行智能管理。

2005 年，国际电信联盟(ITU)在峰会上提出了物联网的概念，物联网真正受到了广泛关注。2005 年 11 月 17 日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会上，ITU 发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，正式提出了“物联网”的概念。

ITU 的报告着重呈现了新兴技术、市场机会、政策问题等信息，深入探讨了物联网的技术细节及其对全球商业和个人生活的影响。ITU 的报告指出，无所不在的“物联网”通信时代即将来临，通过 RFID 和传感器等都可以获取物体的信息，世界上所有的物体都可以通过互联网主动进行信息交换。

1.4.2 物联网在国外的的发展

1. 物联网在美国的发展概况

2008年11月，IBM公司提出了智慧地球的概念。智慧地球是指将新一代的IT技术充分运用到各行各业之中，具体来说就是把感应器等嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中，并且普遍连接，形成物联网；然后将物联网与现有的互联网整合起来，实现人类社会与物理系统的整合，从而达到“智慧”的状态。

2009年1月，奥巴马与美国科技界举行了一次“圆桌会议”，IBM首席执行官彭明盛提出了“智慧地球”的建议。奥巴马对“智慧地球”的构想给予积极回应，并将其提升为国家发展战略。

2. 物联网在欧盟的发展概况

1) 欧盟的“物联网欧洲行动计划”

2009年6月，欧盟在比利时首都布鲁塞尔向欧洲议会、欧洲理事会、欧洲经济与社会委员会和地区委员会提交了“物联网欧洲行动计划”，欧盟希望构建物联网框架。“物联网欧洲行动计划”有如下14项行动。

行动1 体系：定义一套基本的物联网治理原则，建立一个足够分散的架构，使得各地的行政当局能够在透明度、竞争和问责等方面履行自己的职责。

行动2 隐私：持续地监督隐私和私人数据保护问题，还将公布泛在信息社会隐私与信任的指导意见。

行动3 芯片沉默：开展有关“芯片沉默权利”技术和法律层面的辩论，它将涉及不同用户在使用不同的名字表达个人想法时，可以随时断开他们的网络。

行动4 风险：提供一个政策框架，使物联网迎接信任、接入和安全方面的挑战。

行动5 重要资源：物联网基础设施将成为欧洲的重要资源，特别是要将其与关键的信息基础设施联系在一起。

行动6 标准：对现有及未来与物联网相关的标准进行评估，必要时推出附加标准。

行动7 资助：持续资助物联网方面的研究项目，特别是微电子学、非硅组件、能源获取技术、无线通信智能系统网络、隐私与安全及新的应用等重要的技术领域。

行动8 合作：筹备在绿色轿车、节能建筑、未来工厂、未来互联网4个物联网能发挥重要作用的领域与公共及私营部门之间开展合作。

行动9 创新：将考虑通过CIP（竞争与创新框架计划）推出试验项目的方式，推动物联网应用的进程。试验项目集中于电子健康、电子无障碍、气候变化等领域。

行动10 通报制度：欧盟委员会将定期向欧洲议会、欧洲理事会及其他相关机构通报物联网的进展。

行动11 国际对话：将在物联网所有方面加大与国际合作伙伴现有的对话力度，目的是在联合行动、共享最佳实践和推进各项工作实施上取得共识。

行动12 RFID再循环：将评估推行再循环RFID标签的难度以及将现有RFID标签作为再循环物的利弊。



行动 13 检验：对物联网相关技术定期检测，并评估这些技术对经济和社会的影响。

行动 14 演进：开展与世界其他地区的定期对话，并分享物联网最佳实践。

2) 欧盟对于物联网发展的预测

欧洲智能系统集成技术平台 (EPoSS) 在 *Internet of Things in 2020* 报告中预测，物联网的发展将经历 4 个阶段：2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域，2011—2015 年物体互联，2015—2020 年物体进入半智能化，2020 年之后物体进入全智能化。

3. 物联网在日本的发展概况

2001 年以来，日本相继制定了“e-Japan”战略、“u-Japan”战略、“i-Japan”战略等多项信息技术发展战略，从大规模信息基础设施建设入手，拓展和深化信息技术应用。

1) “e-Japan”战略

2001 年 1 月实施“e-Japan”战略。“e”是指英文单词“Electronic”。“e-Japan”战略在宽带化、信息基础设施建设、信息技术的应用普及等方面取得了进展。

2) “u-Japan”战略

2004 年 12 月发布“u-Japan”战略。“u”是指英文单词“Ubiquitous”，意为“普遍存在的，无所不在的”。“u-Japan”战略是希望建成一个在任何时间、任何地点，任何人都可以上网的环境，实现人与人、物与物、人与物之间的连接。

3) “i-Japan”战略

2009 年 7 月颁布“i-Japan”战略。“i”有两层含义：一是指像用水和空气那样应用信息技术 (Inclusion)，使之融入日本社会的每一个角落；二是指创新 (Innovation)，激发新的活力。“i-Japan”战略提出“智慧泛在”构想，将传感器网络列为国家重点战略之一，致力于构建个性化的物联网智能服务体系。

4. 物联网在韩国的发展概况

2006 年，韩国提出了“u-Korea”战略，重点支持泛在网的建设。“u-Korea”战略旨在建立智能型网络，为民众提供无所不在的便利生活，扶持 IT 产业发展新兴技术，强化产业优势和国家竞争力。

2009 年 10 月，韩国通信委员会出台了“物联网基础设施构建基本规划”。该规划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四大领域。该规划确立了 2012 年“通过构建世界最先进的物联网基础设施，实现未来广播通信融合领域超一流信息通信技术 (ICT) 强国”的目标。

1.4.3 物联网在国内的发展

与国外相比，我国物联网的发展取得了重大进展，下面从应用、政策等方面进行介绍。

1. 金卡工程

2004 年，我国把射频识别作为“金卡工程”的一个重点，启动了 RFID 的试点，以 RFID 的广泛应用作为全国物联网发展的基础。中华人民共和国工业和信息化部（以下简称工信部）指出：RFID 是物联网的基础，先抓 RFID 的标准、产业和应用，把这些做好了，就自然而然

地会从闭环应用发展到开环应用，形成我国的物联网。

2004 年以后，我国每年都推出新的 RFID 应用试点，项目涉及身份识别、电子票证、动物和食品追踪、药品安全监管、煤矿安全管理、电子通关与路桥收费、智能交通与车辆管理、供应链与现代物流管理、危险品与军用物资管理、贵重物品防伪、票务及城市重大活动管理、图书及重要文档管理、数字化景区及旅游等。

2. RFID 行业应用

2008 年年底，我国铁路 RFID 应用已基本涵盖了铁路运输的全部业务，成为我国应用 RFID 最成功的案例。铁路车号自动识别系统（ATIS）是我国最早应用 RFID 的系统，也是应用 RFID 范围最广的系统，并且拥有自主知识产权。采用 RFID 技术以后，铁路车辆管理系统实现了统计自动化，降低了管理成本，可实时、准确、无误地采集机车车辆的运行数据，如机车车次、车号、状态、位置、去向、到发时间等信息。

2010 年，上海世博会召开，为提高世博会信息化水平，上海市在世博会上大量采用了 RFID 系统。世博会使用了嵌入 RFID 技术的门票，用于对主办者、参展者、参观者、志愿者等各类人群的信息服务，包括人流疏导、交通管理、信息查询等。上海世博会期间，相关水域的船舶也安装了船舶自动识别系统（AIS），相当于给来往船只设置了一个“电子身份证”，没有安装“电子身份证”的船舶将面临停航或改航。世博会在食品管理方面启用了“电子标签”，以确保食品的安全，只要扫描一下芯片，就能查到园区内任何一种食物的来源。事实上，RFID 在大型会展中的应用早已得到验证，在 2008 年的北京奥运会上，RFID 技术就已得到广泛应用，有效提高了北京奥运会的举办水平。

3. 我国掀起物联网高潮

2006 年，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》将物联网列入重点研究领域。2009 年 9 月，“传感器网络标准工作组成立大会暨‘感知中国’高峰论坛”在北京举行。2010 年 3 月，教育部办公厅下发《关于战略性新兴产业相关专业申报和审批工作的通知》，我国高校开始创办物联网工程专业。2010 年 9 月，国务院通过《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，确定物联网等新一代信息技术为我国 7 个战略性新兴产业之一。2015 年 7 月，国务院发布《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》，“互联网+”将在协同制造、现代农业、智慧能源、普惠金融、益民服务、高效物流、电子商务、便捷交通、绿色生态和人工智能方面开展重点行动，这将进一步加快我国物联网的发展。

1.4.4 物联网进入 2.0 时代

2017 年，物联网产业界出现了一个新名词“物联网 2.0”。随着人工智能、大数据、云计算、5G（第五代移动通信）等的发展完善，“物联网”从提出到发展，从实践到创新，已经悄然迈入了 2.0 时代。

1. 对物联网认知的统一

物联网 2.0 时代的一个显著特征是对各种技术认知的统一：云计算、大数据、智能硬件、人工智能等领域的企业开始认可自己是物联网产业链的一个环节。



2011—2016年，从云计算企业到智慧城市企业，从移动互联网企业到大数据企业，从智能硬件企业到人工智能企业，几乎每年都有新企业引领新技术的诞生。但是，当时这些主流企业并不认可物联网，认为自己的企业才是未来，并且认为物联网是过去时。2017年，物联网产业界出现了一个新名词“物联网 2.0”，终于对物联网的认知进行了统一。

2. 物联网 2.0 的特征

1) “物联网即服务”的落地

既然称为物联网 2.0 时代，当然是比物联网 1.0 时代有明显进步的。物联网 2.0 时代的另一个显著特征就是“物联网即服务”的落地。在物联网 1.0 时代，并没有真正从服务的角度去考虑物联网，反而把“感知”等当成了物联网产业的核心。

2) 物联网呈现局域化、功能化、行业互联化

物联网的“人连物”“物连物”都呈现局域化、功能化、行业互联化，这形成了对物联网的具体需求，并逐渐标准化。

3) 物联网平台

物联网要通过服务的方式落地，此时承担落地职责的便是物联网平台企业。在互联网时代，平台企业就有很多，现在每年都在评选互联网百强企业。到了物联网时代，平台企业只会更多，平台的属性和规模也会各异。物联网平台原则上必须至少具备 3 种能力：设备连接能力、大数据处理能力和人工智能能力。

4) 物联网技术设备升级

物联网是建立在传感技术、通信技术和计算机技术之上的，每一个大的技术板块下都有很多细分技术领域，这些领域技术的创新带来了物联网技术设备的升级。例如，在感知层将传感器升级为“传感器+执行器”，传感器相当于“眼”，执行器相当于“手”，使“眼和手”能够协调一致，发挥更大的效能。又如，物联网支撑技术也在充分发展、百花齐放。为物联网应用而设计的低功耗广域网（LPWAN）快速兴起，其中，技术标准 NB-IOT 和 LoRa 是两种低功耗广域网通信解决方案，克服了主流蜂窝标准中功耗高和距离限制的问题。

5) 物联网的安全性引起重视

物联网的安全性这个概念自提出以来，一直备受人们关注。今后，物联网的安全性将成为一个相对独立的研究领域，并得到足够的重视与发展。

3. 物联网 2.0 发展现状

1) 物联网技术标准

过去的物联网技术设备还存在很多不足，物联网的情景也不同，标准无法统一。如今，移动物联网已形成由 NB-IOT（窄带物联网）、eMTC（增强型机器类通信）、5G（第五代移动通信）等共同构成的技术体系，形成了标准体系间的互联互通。我国开始了全球最大的 NB-IOT 网络的筹建，将在全网部署 30 万个 NB-IOT 基站。华为公司也先后发布了 NB-IOT 和物联网操作系统 LiteOS 的解决方案。

2) 物联网产业环境

在物联网 1.0 时代，物联网相关产业结构、链条不完整。未来几年，物联网将迎来井喷式发展，物联网的广泛应用不仅将改造、提升传统产业，促进先进制造业的发展，更将培育发

展新兴产业，促进现代服务业的发展。目前，我国已初步形成涵盖芯片、模组、系统、平台的移动物联网产业体系，在工业自动控制、环境保护、医疗卫生、公共安全等领域设立了一系列应用试点进行示范，并取得了进展。

3) 物联网应用场景

物联网发展的关键在于应用，人们从最初“只知技术、不明用途”的探索阶段，发展到如今已明确这一新技术能应用到什么领域、解决什么问题。

2017年，我国开始流行共享单车，只要拿出手机扫一扫，便可打开智能锁骑行，这些智能锁使用的就是物联网技术。随着物联网技术的发展，共享单车、数字眼镜、儿童跟踪器、智能手表等相继出现。物联网 2.0 要求各行各业都能以行业应用为切入点，提出解决方案，通过人工智能、大数据、云计算、5G 等技术的完善，不断提升人工智能的水平，完善语言助手技术，加强物联网的安全性及信任感，使操控方式迭代升级。

1.5 互联网与物联网

互联网是 20 世纪人类伟大的发明。互联网的出现使人们的交往方式、社会和文化形态发生了重大变化，不仅改变了现实世界，更催生了虚拟世界。互联网缩短了人与人之间的时空距离。

物联网是在互联网基础上的进一步延伸和发展，二者既有相同之处又有不同之处。物联网连接了人与人、人与物、物与物。如果说互联网扩充和丰富了“地球村”的内涵，那么物联网将带领人们走向“智慧的地球”。

1.5.1 互联网的概念

美国联邦网络委员会（FNC）认为 Internet 是全球性的信息系统。Internet 通过全球性唯一的地址逻辑地连接在一起，这个地址是建立在 IP 或今后其他协议基础之上的，可以通过 TCP/IP，或者今后其他接替的协议或与 IP 兼容的协议来进行通信，可以让公共用户或私人用户使用高水平的服务，这种服务是建立在上述通信及相关的基础设施之上的。Internet 示意图如图 1-6 所示。

具体而言，互联网是一个网络实体，没有一个特定的网络边界，泛指通过网关连接起来的网络集合，即一个由各种不同类型的独立运行与管理的计算机网络组成的全球范围的计算机网络。组成互联网的计算机网络包括局域网（LAN）、城域网（MAN）以及大规模的广域网（WAN）等。这些网络通过普通电话线、高速率专用线路、卫星、微波和光缆等通信线路，把不同国家的大学、公司、科研机构和政府等组织以及个人的网络资源连接起来，从而进行通信和信息交换，实现资源共享。

经过多年的发展，互联网已经在社会的各个层面为全人类提供便利。电子邮件、即时消息、视频会议、网络日志、网上购物等已经成为越来越多人的一种生活方式；而基于 B2B、B2C 等平台的电子商务、跨越洲际的商务会谈以及电子政务等为商业与政府办公创造了更加安全、便捷的环境。

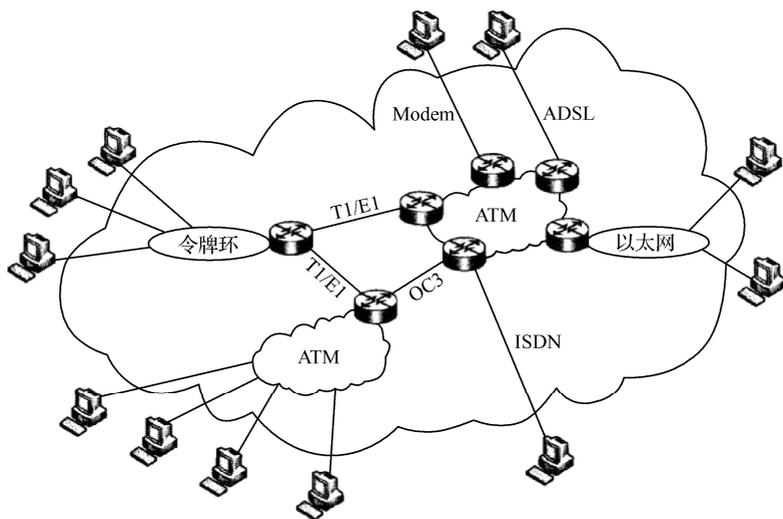


图 1-6 Internet 示意图

1.5.2 互联网与物联网的关系

互联网是由计算机连接而成的全球网络，即广域网、局域网及个人计算机按照一定的通信协议组成的国际计算机网络。物联网可以说是互联网的升级版，“物联网就是物物相连的互联网”，它的核心和基础依然是互联网。那么物联网和互联网到底有哪些区别呢？物联网时代与互联网时代有何不同之处呢？

1. 互联网是物联网的基础

可以从互联网和物联网的主要作用来看两者的不同之处，互联网的产生是为了让人通过网络交换信息，其服务的主体是人。而物联网为物而生，主要为了管理物，让物自主地交换信息，服务于人。既然物联网为物而生，要让物具备智能，物联网的真正实现必然比互联网的实现更难。另外，从信息的进化上讲，从人的互联到物的互联，是一种自然的递进，本质上互联网和物联网都是人类智慧的物化而已，人的智慧对自然界的影响才是信息化进程本质的原因。

物联网比互联网技术更复杂，产业辐射面更宽，应用范围更广，对经济社会发展的带动力和影响力更强。但是如果没有互联网作为物联网的基础，那么物联网将只是一个概念。互联网注重信息的互联互通和共享，解决的是人与人的信息沟通问题。这样就为通过人与人、人与物、物与物的相连以解决信息化的智能管理和决策控制问题的物联网提供了前期的沟通渠道。

2. 互联网和物联网终端连接方式不同

互联网用户通过服务器、台式计算机、笔记本电脑和移动终端访问互联网资源，发送或接收电子邮件，阅读新闻，写博客或读博客，通过网络电话通信，在网上买卖股票，订机票、酒店等。

而物联网中的传感器节点需要通过无线传感器网络的汇聚节点接入互联网；RFID 芯片通



过读写器与控制主机连接，再通过控制节点的主机接入互联网。由于互联网与物联网的应用系统不同，所以接入方式也不同。物联网应用系统将根据需要选择无线传感器网络或 RFID 应用系统接入互联网。互联网需要人自己来操作才能得到相应的资料，而物联网数据是由传感器或 RFID 读写器自动读出的。

3. 物联网涉及的技术范围更广

物联网运用的技术主要包括无线技术、互联网、智能芯片技术、软件技术，几乎涵盖了信息通信技术的所有领域，而互联网只是物联网的一个技术方向。互联网只能是一种虚拟的交流，而物联网实现的就是实物之间的交流。所以物联网涉及的技术范围更广，未来发展的前景更好。

4. 物联网是让中国技术走在世界前列的机遇

互联网兴起和发展的时候，中国还毫无知觉。当中国意识到的时候，已经被发达国家甩得老远。物联网的概念是在 1999 年提出的，那时中国政府和一些产业专家就看到了物联网的未来前景，所以中国政府这几年不管从政策上还是资金上都给予了最直接的帮助，这样物联网的发展与其他国家相比就没有输在起跑线上，具有同发优势。现在，中国已成为物联网国际标准制定的主导国之一。

1.5.3 H2H 与 T2T 的发展路线

人到人 (Human to Human, H2H) 是指人之间不依赖于计算机而进行的互联，因为互联网并没有考虑到物与物连接的问题。物到物 (Things to Things, T2T)，顾名思义就是物与物的连接。

许多学者讨论物联网时，经常会引入一个 M2M 的概念，可以解释成人到人 (Man to Man)、人到机器 (Man to Machine)、机器到机器 (Machine to Machine)。从本质上而言，在人与机器、机器与机器的交互中，大部分是为了实现人与人之间的信息交互。实际上，M2M 所有的解释在现有的互联网中都可以实现，人与人之间的交互可以通过互联网进行，人与机器的交互一直是人体工程学和人机界面领域研究的主要课题，而机器与机器的交互已经由互联网提供了最成功的方案。

在物联网研究中不应该采用 M2M 概念，这是容易造成思路混乱的概念，应该采用 ITU 定义的 T2T 和 H2H 的概念。

这里的“物”要满足以下条件才能够被纳入“物联网”的范围。

- (1) 要有数据传输通路；
- (2) 要有一定的存储功能；
- (3) 要有专门的应用程序；
- (4) 遵循物联网的通信协议；
- (5) 在世界网络中有可被识别的唯一编号。

T2T 主要有两个发展趋势，一个是 IP 化，另一个是智能化。IP 化是指给物联网内的物一个全球唯一的标识；智能化是指使物具备自主交换信息的能力，实现信息处理，从而使物也具备智能。



思考与练习

1. 什么是物联网？
2. 物联网的技术特征是什么？
3. 简述物联网的国内外发展概况。
4. 简述物联网与互联网的区别和联系。
5. 物联网的内涵是什么？
6. 谈谈物联网和具体的行业结合，可以产生怎样的应用前景。