

# 物联网

## 第三章 物联网的体系架构

# 内容提要

- ◆ 本章将深入阐述物联网体系的**三层架构**，介绍每层架构的**功能和关键技术**，以及物联网目前的**标准体系**研究现状等，以便于理解物联网的应用需求和技术需求。

# 学习目标和重点

- ◆ 了解物联网的工作原理和工作步骤；
- ◆ 了解物联网标准研究组织及核心技术标准化现状；
- ◆ 理解感知层、网络层、应用层和公共技术的功能和关键技术；
- ◆ 理解物联网标准研究的角度；
- ◆ 掌握物联网的体系架构和物联网的技术体系框架；
- ◆ 掌握物联网运行的3个维度。

# 练习

## ◆ 名词解释

- 蓝牙
- ZigBee
- EPC

# 练习

## ◆ 填空

- 物联网打破了\_\_\_\_\_限制，实现了\_\_\_\_\_之间按需进行信息获取、传递、存储、融合、使用等服务的网络。
- 物联网系统公认有3个层次：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 物联网的技术体系框架包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- 物联网的智能物体具有感知、通信与计算能力，物联网中任何一个合法的用户(人或物)可以在任何\_\_\_\_\_、任何\_\_\_\_\_与任何一个\_\_\_\_\_通信，交换和共享信息协同完成特定的服务功能。
- 物联网网络层可分为\_\_\_\_\_网、\_\_\_\_\_网和\_\_\_\_\_网3部分。

# 练习

## ◆ 简答

- 简述物联网中“物”的含义。
- 简述感知层的功能及关键技术。
- 简述物联网的应用层为用户提供的丰富特定服务。
- 物联网领域主要的国际标准组织有哪些？
- EPC的编码原则有哪些？

# 练习

## ◆ 思考

- **教材中短距离无线通信技术，在感知层和网络层都有提到，那么ZigBee、蓝牙技术应该归为感知层还是网络层？请查阅相关文献资料，谈谈你的看法。**
- **为什么要制定物联网标准？请阐述其对物联网发展的意义。**

# 引入案例

## ◆ 智能家居控制系统





# 引入案例

## ◆ 智能家居控制系统

- 以住宅为平台，以家居电器及家电设备为主要控制对象，利用综合布线技术、网络通信技术、安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将与家居生活有关的设施高效地集成在一起，构建高效的住宅设施与家庭事务的控制管理系统，提升家居智能、安全、便利、舒适程度，并实现节能环保的综合智能家居网络控制系统平台。

## 3.1 物联网的体系架构

- ◆ **物联网体系架构是物联网发展的顶层设计，关系到物联网产业链上下游产品之间的兼容性、可扩展性和互操作性，目前仍处于概念发展阶段。**

## 3.1.1 人对物理世界问题处理的基本方法

### ◆ 物联网工作过程与人对于外部客观的物理世界感知和处理过程比较：

- 人的感官用来获取信息，人的神经用来传输信息，人的大脑用来处理信息，使人具有智慧处理各种问题的能力。
- 物联网处理问题同样要经过3个过程：全面感知、可靠传输与智能处理，因此有人将它比喻成人的感官、神经与大脑。

## 3.1.2 物联网的工作原理

- ◆ **物联网的特征在于感知、互联和智能的叠加。**
  - **安装智能芯片，利用RFID技术，让物品能“开口说话”，告知其他人或物有关的静态、动态信息。**
  - **RFID标签中存储着规范且具有互用性的信息，再通过各类传感装置，借助有线、无线数据通信网络将数据自动采集到中央信息系统。**
  - **实现物品(商品)的识别。**
  - **通过开放性的计算机网络实现信息交换和共享，实现对物品的“透明”管理。**

## 3.1.3 物联网的工作步骤

### ◆ 物联网的工作步骤主要如下：

- 对物联属性进行标识，静态属性可以直接存储在标签中，动态属性需要先由传感器实时探测。
- 识别设备对物体属性进行读取，并将信息转换为适合网络传输的数据格式。
- 将物体的属性信息通过网络传输到信息处理中心(处理中心可能是分布式的，如家里的电脑或者手机；也可能是集中式的，如中国移动的IDC)，由处理中心完成物体通信的相关计算。

## 3.1.4 物联网的体系架构

- ◆ **物联网需要有统一的架构、清晰的分层，支持不同系统的互操作性，适应不同类型的物理网络，适应物联网的业务特性。**
- ◆ **物联网体系架构研究现状**
  - **目前针对物联网体系架构，IEEE（美国电气和电子工程师协会）、ISO/IEC JTC1、ITU-T、ETSI、GS1等组织均在进行研究。**

## 3.1.4 物联网的体系架构

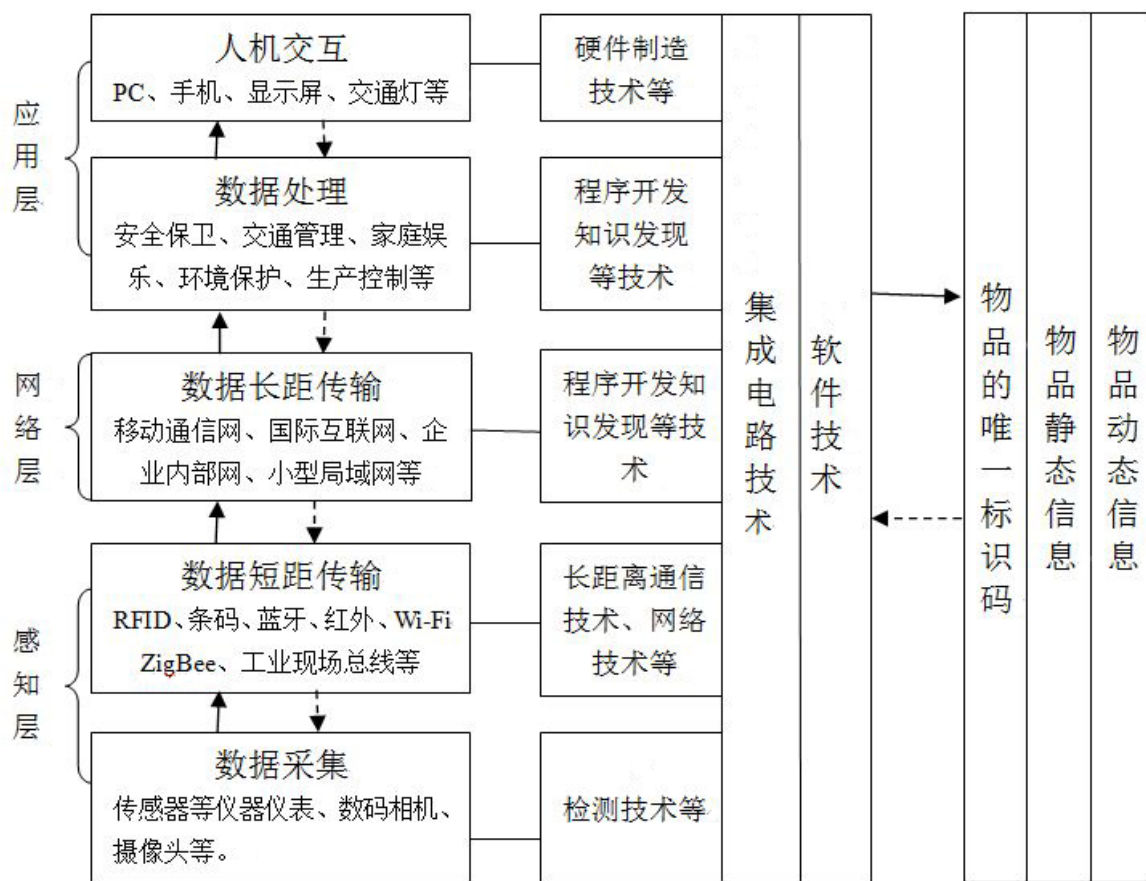
### ◆ 物联网的系统架构

- 物联网打破了地域限制，实现了物物之间按需进行信息获取、传递、存储、融合、使用等服务的网络。
- 一个完整的物联网系统由**前端信息生成、中间传输网络及后端的应用平台**构成。

层次	特征	具体说明
感知层	全面感知	利用 RFID、传感器、一维/二维码、传感器、红外感应器、全球定位系统等信息传感装置随时随地获取物体的信息,包括用户位置、周边环境、个体喜好、身体状况、情绪、环境温度、湿度、用户业务感受及网络状态等
网络层	可靠传输	通过各种网络融合、业务融合、终端融合、运营管理融合,将物体的信息实时准确地传递出去
应用层	智能处理	利用云计算、模糊识别等各种智能计算技术,对感知层得到的海量数据和信息进行分析和处理,实现物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理等实际特定应用服务

## 3.1.4 物联网的体系架构

### ◆ 物联网的系统架构





## 3.1.4 物联网的体系架构

### ◆ 物联网的技术体系框架



## 3.1.5 物联网的技术特征

### ◆ 发展物联网

- 一个核心(网络基础设施)
- 两个基本点(泛在感知、超级智能)
- 最终目标是将人类从人机接口的体力劳动、繁重的脑力劳动和信息爆炸中解放出来，达到现实世界(人类社会和自然)和信息世界的统一。

## 3.1.5 物联网的技术特征

### ◆ 物联网的技术特征：

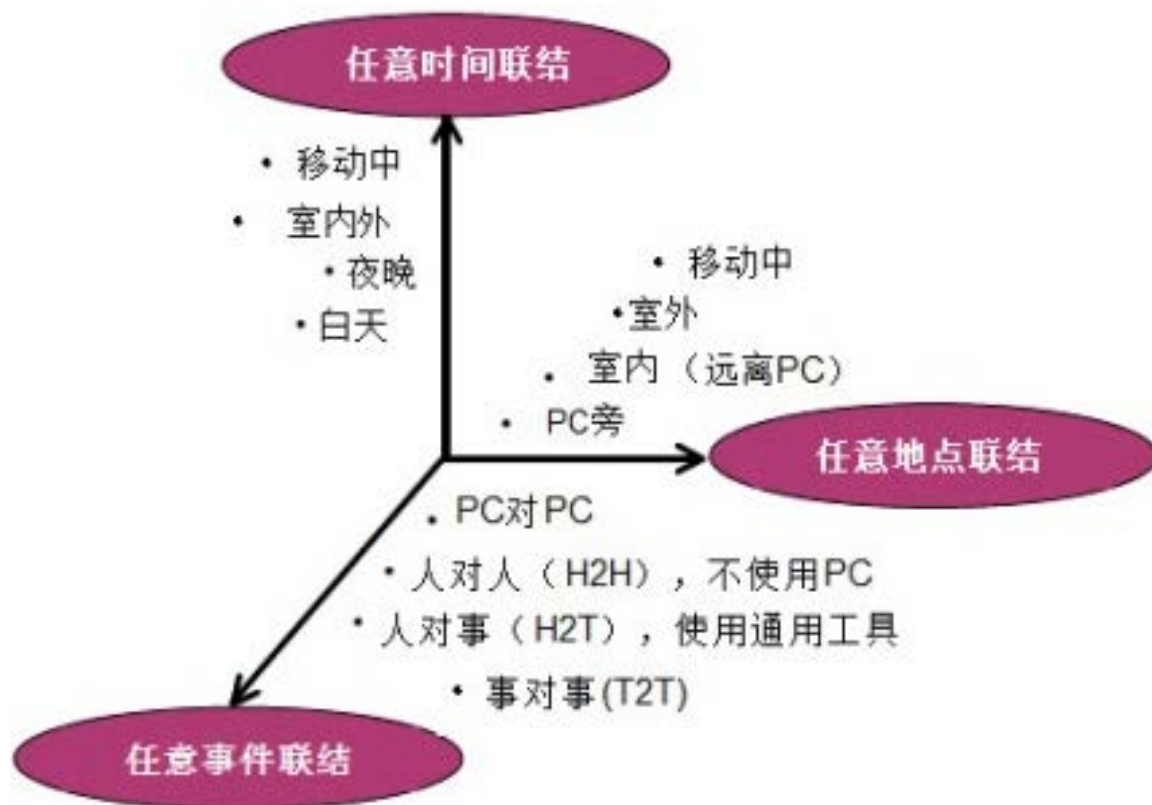
- 物联网的智能物体具有感知、通信与计算能力
- 物联网可以提供所有对象在任何时间、任何地点的互联
- 物联网的目标是实现物理世界与信息世界的融合

### ◆ “物” 的含义

- 有数据传输通路、有一定的存储功能、有CPU、有操作系统、有专门的应用程序、遵循物联网的通信协议、在世界网络中有可被识别的唯一编号。

## 3.1.5 物联网的技术特征

### ◆ 物联网运行的三个维度



## 3.2 感知层

## 3.2.1 感知层概述

- ◆ **物联网的感知层：全面感知，无处不在。**
  - **感知层是物联网发展和应用的基础**
  - **主要目标是实现对客观世界的全面感知**
  - **核心是解决智能化、小型化、低功耗、低成本的问题，包括传感器等数据采集设备，以及数据接入到网关之前的传感器网络。**
  - **感知节点有RFID、传感器、嵌入式系统、IC卡、磁卡、一维或二维的条形码等。**

## 3.2.2 感知层功能

- ◆ 物联网的感知层解决的是人类世界和物理世界的**数据获取问题，包括各类物理量、标识、音频、视频数据。**
  - 包括数据采集和数据短距离传输两部分
  - 通过传感器、摄像头等设备采集外部物理世界的**数据**
  - 通过蓝牙、红外、ZigBee、工业现场总线等短距离有线或无线传输技术进行协同工作或者传递数据到网关设备。

## 3.2.3 感知层关键技术

- ◆ **感知层所需要的关键技术包括检测技术、中低速无线或有线短距离传输技术等。**
  - **传感器技术**
  - **RFID技术**
  - **条码识别技术**
  - **EPC编码（电子产品代码）**
  - **GPS技术**
  - **短距离无线通信技术**
  - **信息采集中间件技术**



## 3.3 网络层

## 3.3.1 网络层概述

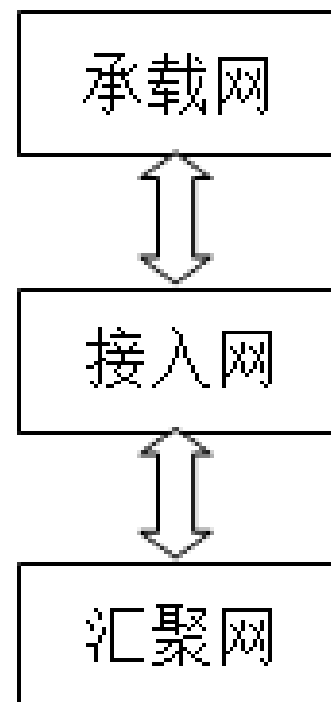
- ◆ **物联网的网络层：智慧连接，无所不容。**
  - **由汇聚网、接入网、承载网等组成，承担着数据传输的功能。**
  - **要求能够把感知层感知到的数据无障碍、高可靠性、高安全性地进行传送，解决了感知层所获得的数据在一定范围，尤其是远距离传输的问题。**

## 3.3.2 网络层功能

- ◆ 物联网的网络传输层位于感知层和应用层之间
- ◆ 主要作用是将感知层收集的数据信息经过无线汇聚、网络接入及承载传输给应用层，使得应用层可以方便地对信息进行分析管理，从而实现对客观世界的感知及有效控制。
- ◆ 网络层的主要功能包括网络接入、网络管理和网络安全等。

### 3.3.3 网络层技术

- ◆ 物联网网络层可分为汇聚网、接入网和承载网
- ◆ 物联网网络层结构



## 3.3.3 网络层技术

### ◆ 汇聚网技术

- 采用短距离通信技术，如ZigBee、蓝牙、Wi-Fi等技术，实现小范围感知数据的汇集。

### ◆ 接入网技术

- 采用6LoWPAN(一种基于IPv6的低速无线个域网标准)及M2M架构实现感知数据从汇聚网到承载网的接入。

M2M:结合传感器及其网络技术、通信网络技术、专用芯片、模块、终端技术和M2M平台技术，将数据从一台终端传送到另一台终端，实现业务流程、工业流程更加趋于自动化



### ◆ 承载网技术

- 承载网主要是指各种成熟或者在发展中的核心承载网络，如无线网络中的GSM（全球移动通信系统）、GPRS（通用分组无线业务2G-3G）、3G/4G、WLAN(无线局域网)、光纤通信等。

# 3.3.3 网络层技术

## 6LoWPAN(一种基于IPv6的低速无线个域网标准)

- **普及性**：IP网络应用广泛，作为下一代互联网核心技术的IPv6，也在加速其普及的步伐，在低速无线个域网中使用IPv6更易于被接受。
- **适用性**：IP网络协议栈架构受到广泛的认可，低速无线个域网完全可以基于此架构进行简单、有效地开发。
- **更多地址空间**：IPv6应用于低速无线个域网时，最大亮点就是庞大的地址空间。这恰恰满足了部署大规模、高密度低速无线个域网设备的需要。
- **支持无状态自动地址配置**：IPv6中当节点启动时，可以自动读取MAC局域网地址，并根据相关规则配置好所需的IPv6地址。这个特性对传感器网络来说，非常具有吸引力，因为在大多数情况下，不可能对传感器节点配置用户界面，节点必须**具备自动配置功能**。
- **易接入**：低速无线个域网使用IPv6技术，**更易于接入其他基于IP技术的网络及下一代互联网**，使其可以充分利用IP网络的技术进行发展。
- **易开发**：基于IPv6的许多技术已比较成熟，并被广泛接受，针对低速无线个域网的特性对这些技术进行适当的精简和取舍，可以简化协议开发的过程。

6LoWPAN技术得到学术界和产业界的广泛关注，如美国加州大学伯克利分校(Berkely)、瑞典计算机科学院(Swedish Institute of Computer Science)，以及思科Cisco、霍尼韦尔Honeywell等知名企业，并推出相应的产品。

# 未来趋势——网络融合

- ◆ 对业务整合、降低成本、提高行业整体竞争力等都有很大益处，并为信息产业的发展做准备。
- ◆ 网络融合包括三网融合(电信网、互联网、广电网)、网络与计算机的融合(云计算)、4G融合(电信、计算机、消费电子、数字内容)、网络空间与物质世界融合等。

## 3.4 应用层



## 3.4.1 应用层概述

- ◆ **物联网的应用层： 广泛应用，无所不能。**
  - **包括各类用户界面显示设备以及其他管理设备等，这也是物联网体系结构的最高层**
  - **实现了物联网的最终目的——将人与物、物与物紧密地结合在一起。**
  - **物联网的应用层利用经过分析处理的感知数据为用户提供丰富的特定服务，可分为监控型(物流监控、污染监控)、查询型(智能检索、远程抄表)、控制型(智能交通、智能家居、路灯控制)、扫描型(手机钱包、高速公路不停车收费)等应用类型。**

## 3.4.2 应用层功能

- ◆ **物联网的应用层主要解决计算、处理和决策的问题，是物联网与行业专业技术的深度融合，与行业需求结合，实现广泛智能化。**
- ◆ **应用层的主要功能是把感知和传输来的信息进行分析 and 处理，做出正确的控制和决策，实现智能化的管理、应用和服务。**

## 3.4.3 应用层技术

- ◆ **应用层包括物联网应用的支撑平台子层和应用服务子层。**
- ◆ **关键技术**
  - **公共中间件**
  - **云计算**
  - **人工智能(AI)**
  - **数据挖掘**
  - **专家系统**

## 3.5 公共技术

- ◆ **公共技术不属于物联网技术框架中的某个特定层面，与感知层、网络层和应用层都有关系，能够保证整个物联网安全、可靠地运行。**
  - **标识与解析**
  - **安全技术**
  - **网络管理和服务质量(QoS)管理**

## 3.6 物联网标准

- ◆ **目前，物联网没有形成统一标准，各个企业、各个行业都根据自己的特长制定标准，并根据自己企业或行业的标准进行产品生产，这对物联网形成统一的端到端标准体系造成了很大障碍。**

## 3.6.1 物联网的标准体系

### ◆ 物联网制定标准：

#### ➤ 从物联网标准化对象角度分析

物联网标准体系	标准分类	标准化对象
总体标准	体系结构和参考模型	通用系统体系结构；技术参考模型；数据体系结构设计；通用数据资源规划
	术语和需求分析	物联网术语；标准需求分析；元数据注册；业务模式分析
感知控制层标准	数据采集	传感器；射频识别；二维码；数据采集接口
	短距离传输和自组织组网	低速短距离传输；中速短距离传输；自组织组网和路由；网关接入等
	协同信息处理和服务支持	协同信息处理；节点中间件；服务支持；支持服务接口等
网络传输层标准	承载网	互联网；移动通信网；异构网融合；M2M 无线接入等
服务支撑标准	智能计算	基础标准；支撑技术；建设和工程实施；质量测评；运营服务标准等
	海量存储	磁盘阵列；网络存储；存储服务质量；存储容灾等
	数据挖掘	仓库中的数据提取；数据关联分析；聚类分析和分类；预测与偏差分析等
应用服务层标准	业务中间件	服务管理；用户管理；认证授权；计费管理；终端管理等
	行业应用	环境监测；智能电力；工业监控；智能家居等
共性支撑标准	共性技术	标识管理；安全技术；QoS 管理；网络管理

## 3.6.1 物联网的标准体系

物联网标准体系	标准分类	示例
应用服务层标准	行业应用类标准	智能交通、智能电力、智能环境等相关系列标准
	公众应用类标准	智能家居总体技术标准、智能家居联网技术标准、智能家居设备控制协议技术标准等
	应用中间件平台标准	物联网信息开放控制平台基本能力标准、物联网信息开放控制平台总体功能架构标准、信息服务发展平台标准、信息处理和策略平台标准等
网络传输层标准	物物通信无线接入标准	面向物物通信,增强系统设备和接口的技术和测试标准等
	电信网增强标准	面向物物通信,针对移动核心网络增强的技术标准等
	网络资源虚拟化标准	网络资源虚拟化调用技术标准、网络资源虚拟化的管理技术标准、网络虚拟化核心设备技术和测试标准等
	环境感知标准	认知无线电系统的技术标准,包括关键技术、未来应用、频谱管理的标准等
	异构网融合标准	不同无线接入网层面融合标准、不同无线接入技术在核心网层面融合标准等
感知控制层标准	短距离无线通信相关标准	基于 NFC 技术的接口和协议标准、低速物理层和 MAC 层增强技术标准、基于 ZigBee 的网络层和应用层标准等
	RFID 相关标准	空中接口技术标准、数据结构技术标准、一致性测试标准等
	无线传感网相关标准	传感器到通信模块接口技术标准、节点设备技术标准等
共性支撑标准	网络架构	物联网总体框架标准等
	标识解析	物联网络标识、解析与寻址体系标准等
	网络管理	物联网络管理平台标准、物联网络延伸网络端远程管理技术标信等
	安全	物联网安全防护系列标准、物联网安全防护评估测试标准等

### ◆ 物联网制定标准:

#### ➤ 从物联网学术研究角度分析

## 3.6.2 物联网标准研究组织及进展

- ◆ 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、应用技术等各个方面。
- ◆ 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。
- ◆ 目前，物联网标准工作仍处于起步阶段，各标准工作组比较重视应用方面的标准制定。



表 3-4 物联网标准研究组织及进展

研究组织	物联网标准研究进展
IEEE 美国电气及电子工程师学会	主要研究物联网的感知层领域。目前无线传感网领域用得比较多的 ZigBee 技术就是基于 IEEE 802.15.4 标准。在 IEEE 802.15 工作组内有 5 个任务组,分别制定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。其中中国参与了 IEEE 802.15.4 系列标准的制定工作,并且 IEEE 802.15.4c 和 IEEE 802.15.4e 主要由中国起草
ETSI 欧洲电信标准化协会	采用 M2M 的概念进行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。其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
ITU-T 国际电信联盟	2005 年开始进行泛在网的研究,研究内容主要集中在泛在网总体框架、标识及应用 3 方面。对于泛在网的研究已经从需求阶段逐渐进入到框架研究阶段,但研究的框架模型还处在高层层面。在标识研究方面和 ISO(国际标准化组织)合作,主推基于对象标识的解析体系;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
3GPP 和 3GPP2 第三代合作伙伴计划	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。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 对 M2M 的研究在 2009 年开始加速,目前基本完成了需求分析,已转入网络架构和技术框架的研究
WGSN 传感器网络标准工作组	2009 年 9 月成立,主要研究传感器网络层面。其宗旨是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,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
CCSA 中国通信标准化协会	2002 年 12 月成立,研究通信网络和应用层面。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业事业单位组织起来,进行标准的协调、把关。2009 年 11 月,CCSA 新成立了泛在网技术工作委员会(即 TC10),专门从事物联网相关的研究工作

## 3.6.3 核心技术标准化现状

### ◆ 物品分类与编码标准化

- **GSI系统建立了一整套标准的全球统一的编码(标识代码)体系，对物流供应链上的物流参与方、贸易项目、物流单元、物理位置、资产、服务关系等进行编码，为采用高效、可靠、低成本的自动识别和数据采集技术奠定了基础。**
- **EPC编码体系是新一代的与GTIN兼容的编码标准，是全球统一标识系统的延伸和扩展，是全球统一标识系统的重要组成部分，是EPC系统的核心与关键。**

EPC存储在RFID标签上，这个标签包含一块硅芯片和一根天线。读取 EPC标签时，它可以与一些动态数据连接，例如该贸易项目的原产地或生产日期等。 EPC就像是一把钥匙，用以解开EPC网络上相关产品信息这把锁。 与商务活动中使用的许多编码方案类似，EPC包含用来标识制造厂商的代码以及用来标识产品类型的代码。但EPC使用额外的一组数字——序列号来识别单个贸易项目。EPC所标识产品的信息保存在EPCglobal网络中，而EPC则是获取有关这些信息的一把钥匙。<sup>42</sup>

## 3.6.3 核心技术标准化现状

### ◆ 物品分类与编码标准化

- EPC(Electronic Product Code)称为产品电子代码，又称产品电子编码。
- EPC编码原则：唯一性、周期性、简单性、可扩展性、安全性和保密性。
- EPC编码体系是新一代的与GTIN兼容的编码标准，它是全球统一标识系统的延伸和拓展，是全球统一标识系统的重要组成部分，是EPC系统的核心和关键。

## 3.6.3 核心技术标准化现状

### ◆ 物品分类与编码标准化

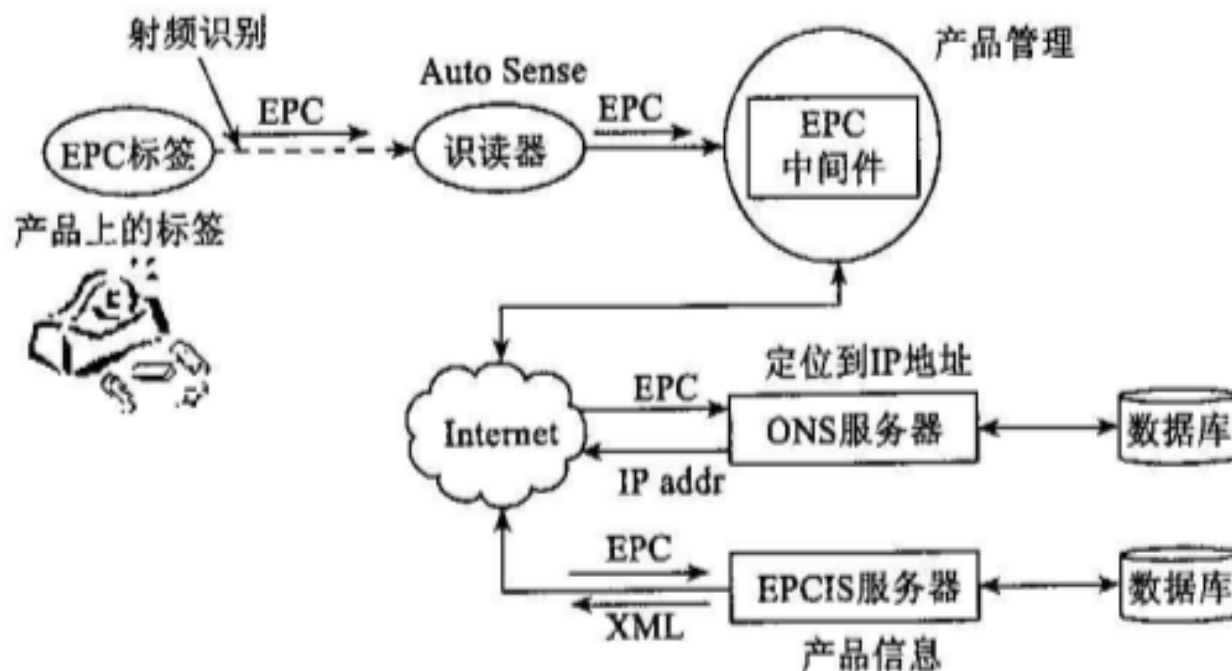
- EPC系统由全球产品电子代码(EPC)编码体系、射频识别系统及信息网络系统3部分组成。

系统构成	名称	说明
EPC 编码体系	EPC 代码	用来标识目标的特定代码
射频识别系统	EPC 标签	贴在物品之上或者内嵌在物品之中
	读写器	识读 EPC 标签
信息网络系统	EPC 中间件	EPC 系统的软件支持系统
	对象名称解析服务(ONS)	
	EPC 信息服务(EPC IS)	

## 3.6.3 核心技术标准化现状

### ◆ 物品分类与编码标准化

#### ➤ EPC（4G核心网络）系统工作流程



ONS服务器：对象名解析服务，将处理比万维网上的域名解析服务**更多**的请求。

EPCIS：EPC global网络服务，通过该服务，能够使业务合作伙伴通过网络交换EPC相关数据。

XML：是一种格式，宗旨传输数据，与其他数据表现形式最大的不同是，它**极其简单**。

## 3.6.3 核心技术标准化现状

### ◆ 自动识别技术标准化

- RFID技术标准化聚焦于：RFID频率和识读者-标签(标签-识读者)通信协议、标签中的数据格式。
- ISO专注于技术问题，如利用的频率、调制方案以及防撞协议，ISO/IEC JTC1 SC31负责自动识别与数据采集标准化工作。
- 全国信息技术标准化技术委员会成立了电子标签工作组，下设不同的小组，开展标签与读写器、频率与通信、数据格式、信息安全等方面的标准化工作。

## 3.6.3 核心技术标准化现状

### ◆ 传感技术标准化

- ISO/IEC传感器网络工作组(JTC1 WG7)负责开展传感器网络的标准化工作。
- ETSI内部，成立了机器到机器(M2M)技术委员会。
- IETF工作组叫作低功耗及有损网络路由(ROLL)小组。
- ITU SGII组主要研究NID和USN的测试架构，HIRP测试规范以及X.Oid-res测试规范等
- IEEE提供了将传感器和变送器连接到网络的接口标准。
- CCSA TC3“网络与交换组”开展了泛在网的需求和架构、M2M业务相关标准工作等
- WGSN包括数据采集、传输和组网、网络融合、协同信息处理、信息资源和服务描述处理、数据管理、安全技术。

## 3.6.3 核心技术标准化现状

### ◆ 其他已有标准

- ETSI M2M TC负责统筹M2M研究，等等。
- 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，等等。
- IEEE 802.11“Wireless Local Area Networks”小组，是IEEE最初制定的一个无线局域网标准
- 802.15专门从事WPAN标准化工作，它的任务是开发一套适用于短程无线通信的标准，通常称为无线个人局域网。



# 本章小结

- ◆ 物联网的工作原理和工作步骤
- ◆ 物联网的体系架构和物联网的技术体系框架
- ◆ 感知层、网络层、应用层和公共技术的功能和关键技术
- ◆ 物联网运行的3个维度
- ◆ 物联网标准研究组织及核心技术标准化现状
- ◆ 物联网标准研究的角度

# 练习

## ◆ 名词解释

➤ 蓝牙

➤ ZigBee

➤ EPC

# 练习

## ◆ 填空

- 物联网打破了\_\_\_\_\_限制，实现了\_\_\_\_\_之间按需进行信息获取、传递、存储、融合、使用等服务的网络。
- 物联网系统公认有3个层次：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 物联网的技术体系框架包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- 物联网的智能物体具有感知、通信与计算能力，物联网中任何一个合法的用户(人或物)可以在任何\_\_\_\_\_、任何\_\_\_\_\_与任何一个\_\_\_\_\_通信，交换和共享信息协同完成特定的服务功能。
- 物联网网络层可分为\_\_\_\_\_网、\_\_\_\_\_网和\_\_\_\_\_网3部分。

# 练习

## ◆ 简答

- 简述物联网中“物”的含义。
- 简述感知层的功能及关键技术。
- 简述物联网的应用层为用户提供的丰富特定服务。
- 物联网领域主要的国际标准组织有哪些？
- EPC的编码原则有哪些？

# 练习

## ◆ 思考

- **教材中短距离无线通信技术，在感知层和网络层都有提到，那么ZigBee、蓝牙技术应该归为感知层还是网络层？请查阅相关文献资料，谈谈你的看法。**
- **为什么要制定物联网标准？请阐述其对物联网发展的意义。**