

《物联网技术及应用》(第 2 版)

复习思考题及参考答案

徐颖秦

机械工业出版社

2020.12

## 编写说明

《物联网技术及应用》(第2版)(徐颖秦主编,机械工业出版社2020年8月出版)是在第1版的基础上重新修订的。该教材是一本普通高等学校教材,用通俗易懂的语言和图片,展示了物联网技术及应用巨大魅力,涵盖了物联网领域的各种新技术及典型应用。本教材系统阐述了物联网的基本概念、基本属性、体系结构;详细分析了感知与识别技术,无线传感网技术,网络与通信技术,数据处理技术等物联网的关键技术及物联网应用系统的设计原则与思路;引用大量实例诠释了物联网在智能电网、智慧城市、智慧医疗、智慧农业等10大领域内的典型应用。

本书内容全面、层次清晰、语言简明,并在系统性、创新型、应用性和新颖性等方面形成特色。本书既可以作为高等院校电气信息类专业物联网技术课程的教材或教学参考书,也可以作为物联网技术培训教材。同时,对有一定信息网络知识基础的人士,并希望在物联网技术方面有所提高的读者,也是一本较为理想的参考读物。

本书同时配有图文并茂,言简意赅,适用于课堂教学的多媒体课件。自2012年出版发行以来,受到广大师生及社会读者的普遍青睐,反响较好。根据广大师生的教学需求,《物联网技术及应用》(第2版)复习思考题在原来的基础上,进行了充实和完善,题目分为五个类型,共76道题,即基本概念解释题、填空题、简答题、分析题和课后习题解答。五类题目包含了全书第1到第8章的全部内容和核心知识点,读者在使用时,可根据相关专业及教学内容选择参考。

江南大学 徐颖秦  
2020年12月

## 一、基本概念解释题

1. 物联网 (Internet of Things, 简称 IoT): 即物-物相联的互联网。是指通过装置在物体上的各种信息感知设备, 如射频识别 RFID(Radio Frequency Identification)装置、红外感应器、全球定位系统 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。

2. RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

3. EPC: 电子产品编码 (Electronic product code)

4. 智慧地球: 英文为 Smarter Planet, 就是把感应器嵌入和装备到地球村的各种物理实体中, 如电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水大坝、油气管道等等, 并被普遍联接, 形成物联网; 然后将物联网与现有的互联网整合起来, 实现地球物理系统与虚拟系统的充分融合, 使得地球具有智慧化。

5. E-社会: 电子社会

6. U-社会: 泛在社会

7. 物联网的泛在性: 物联网的泛在性表现在可以使人和物在任何时间、任何地点, 通过任何途径 (或网络) 和服务连接到一起, 即 4A (Anyone, Anytime, Anywhere, Anything)

8. 物联网的三层结构: 感知层、网络层和应用层

9. 物联网的关键技术: 感知与识别技术、网络与传输技术、无线传感网技术、智能处理技术

10. WSN: 无线传感器网络 (Wireless Sensor Network)

11. MEMS: 微电子机械系统 (Micro Electro Mechanical Systems)

12. SCADA: 数据采集与监控系统 Supervisory Control And Data Acquisition)

13. MCU: 微控制器 (Micro Control Unit)

14. DSP: 数字信号处理器 (Digital Signal Processor)

15. IPC: 工业控制计算机 (Industrial Personal Computer)

16. AIDS: 自动识别系统 (Auto Identification System)

17. GPS: 全球定位系统 GPS (Global Position System)

18. 移动互联网: 是移动和互联网融合的产物, 继承了移动随时、随地、随身和互联网分享、开放、互动的优势。

19. TCP/IP: 传输控制协议/网络通信协议 (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)

20. IPv4/IPv6: 网络通信协议第四版/网络通信协议第六版 (Internet Protocol Version 4/Internet Protocol Version 6)。

21. 现场总线: 是连接智能现场设备和自动化系统的全数字、全开放、全双工、多节点的串行通信工业控制网络。

22. OSI 模型: 即开放系统互联参考模型 (Open System Interconnect reference model, OSI), 1983 年正式成为国际标准 (ISO 7498)。OSI 参考模型其实质是一种通信协议模型, 由七个层次构成, 即物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层, 每一层向上一层提供服务, 向下一层请求服务, 各层的功能相对独立, 在互相通信的两台计算机同一层间具有互操作的功能。OSI 仅是一个参考规范, 可根据实际应用适当调整。

23. WPAN: 无线个域网 (Wireless Personal Area Network, WPAN), 如 ZigBee 等。

24. WLAN: 无线局域网 (Wireless Local Area Network, WLAN), 如 Wi-Fi 等。

25. WWAN: 无线广域网 (Wireless Wide Area Network, WWAN), 如 GIS、GPRS 等无线通信技术。

26. 三网融合: 是指电信网、有线电视网和计算机通信网的相互渗透, 互相兼容、并逐步整合成为全世界统一的信息通信网络。

27. NB-IoT: 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things, NB-IoT) 是一种基于移动蜂窝网, 面向低功耗、广覆盖的接入技术。NB-IoT 的提出能够很好地应对未来移动蜂窝网接入技术在应用规模、运

营成本以及接入成本等方面的竞争。

28. 自动控制：就是在没有人直接操作的情况下，通过控制装置操纵受控对象（一台仪器、一套装置或一个生产过程），使之自动地按照给定的规律运行，使被控变量能按照给定的规律变化。能够实现自动控制任务的系统称为自动控制系统。

29. 智能控制：是指在无人干预的情况下能自主地驱动智能机器实现控制目标的自动控制技术。

30. 人工智能：是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人类智能行为（如学习、推理、思考、规划等）的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。

31. 嵌入式系统：以应用为中心，以计算机技术为基础，软、硬件可裁剪，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统通常嵌入在更大的物理设备中而不被人们所察觉，如手机、平板电脑、甚至空调、微波炉、冰箱中的控制部件都属于嵌入式系统。

32. 智能制造：是指一种由智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统，是基于新一代信息通信技术与先进制造技术的深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能新型制造过程、系统与模式的总称。

33.

34. 云计算：是一种动态的、易扩展的、且通常是通过互联网提供虚拟化的资源计算方式，其核心思想是将大量用网络连接起来的计算资源统一管理和调度，构成一个“像云一样”的计算资源池（称为数据中心）向用户按需服务，提供资源的网络称为“云”，是用来解决海量数据如何存储、如何检索、如何使用、如何不被滥用等关键问题的一种新的信息处理技术。

35. 边缘计算：是在网络边缘节点侧（智能设备或数据源头），提供网络计算、存储、分析和应用等能力，达到更快的网络服务响应和更安全的本地数据传输。其核心是将部分计算任务从云计算中心，迁移到产生源数据的边缘设备上，与云计算互相协同，共同助力各行各业的数字化转型，是云计算的有益补充。

36. 大数据：是指无法在一定时间范围内，用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合，是需要通过新处理模式才能使之具有更强的支持决策力、洞察发现力和流程优化力的海量、高增长率和多样化的信息资产。重在通过对海量数据的技术处理，提炼有用的价值和信息。

## 二、填空题（括号里是答案）

1. 从用户实体角度来看，物联网就是\_\_\_\_\_（物-物）相联、\_\_\_\_\_（物-人-信息-社会）相通、无处不在的智能化\_\_\_\_\_（泛在网）。
2. 通信网是人和人之间的\_\_\_\_\_（信息传输）网络，互联网是人类\_\_\_\_\_（信息共享）网络，传感网是通过多个传感器组成的\_\_\_\_\_（物体信息感知）网络；因此通信网和互联网是（人-人）互联，传感网是\_\_\_\_\_（物-物）互联。物联网则是传感网、通信网和互联网的渗透与融合，是一种无处不在，包括现在和未来所有网络互联、互通和共融的\_\_\_\_\_（泛在化）网络
3. 现代传感器有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等 5 种。（微型传感器、智能传感器、数字传感器、一体化传感器和网络传感器）
4. RFID 由\_\_\_\_\_（电子标签）、\_\_\_\_\_（阅读器）、\_\_\_\_\_（射频天线）和（后台处理计算机）4 部分组成。
5. 大多数 RFID 中间件是由\_\_\_\_\_（读写适配器）、\_\_\_\_\_（事件管理器）和（应用程序接口）3 个组件组成。
6. GPS 系统由\_\_\_\_\_（宇宙空间部分）、\_\_\_\_\_（地面监控系统）和（用户设备部分）3 个独立的部分组成。
7. WSN 主要\_\_\_\_\_（传感器）节点、\_\_\_\_\_（汇集）节点和\_\_\_\_\_（管理）节点 3 部分组成。
8. WSN 通信协议由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、等 5 层结构组成。（物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层）
9. Wi-Fi 全称 Wireless Fidelity，即无线保真，又称\_\_\_\_\_（802.11b）标准，是 IEEE 定义的一个无线网络通信的工业标准（IEEE802.11b）。其通信距离一般为\_\_\_\_\_m（100）。
10. ZigBee 的有效通信距离为\_\_\_\_\_之间，适于\_\_\_\_\_低速通信标准。（几米到几十米）（IEEE 802.15.4）
11. 蓝牙的有效通信距离为\_\_\_\_\_，适于\_\_\_\_\_中速通信标准。（10m 左右）（IEEE 802.15.3）
12. 移动互联网是移动和互联网融合的产物，继承了移动\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和和互联网\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_的优势。（随时、随地、随身）（分享、开放、互动）
13. IPv4 入口地址数量为\_\_\_\_\_个；IPv6 入口地址数量为\_\_\_\_\_个。（ $2^{32}$ ）（ $2^{128}$ ）
14. 智能技术就是用\_\_\_\_\_代替人的\_\_\_\_\_的一种技术。（“机器”）（脑力劳动）
15. 人工智能是一门知识工程学，即以知识为对象，研究知识的\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_技术。（获取、表示、使用）
16. 专家系统通常由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等 6 个部分构成。（知识库、推理机、综合数据库、解释器、知识获取、人机交互界面）
17. 机器学习系统主要由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等 4 部分构成。（环境、学习环节、知识库和执行环节）
18. 模式识别方法通常有\_\_\_\_\_识别法和\_\_\_\_\_识别法。（统计）（句法）
19. 嵌入式系统一般由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等 5 层结构组成。（硬件设备、引导程序、操作系统、用户界面、应用程序）
20. 理想的 MEMS 主要由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_4 部分组成。（微传感器、微处理器、微执行器、通信接口）
21. 智能制造包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_4 个层次。（工业基础、智能生产、智能协作和智能服务）
22. 云计算是一种计算资源的网络应用和服务模式，有 3 种类型，即\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。（公有云、私有云、混合云）
23. 云计算的技术体系由 4 部分构成，即\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。（物理资源、虚拟化资源、中间件管理和服务接口）

24. 云计算的服务体系可以划分为 4 个层次，即\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。（应用层、平台层、基础设施层和虚拟化层）
25. 云计算的组织体系主要包括服务目录、资源监控和\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等六个部分。（云用户端、管理系统、部署工具、服务器集群）
26. 云计算的服务形式有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等四种。（硬件即服务 HaaS、基础设施即服务 IaaS、平台即服务 PaaS、软件及服务 SaaS）
27. 物联网应用系统的构建应遵循的原则是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。（可靠性、实用性、安全性）

### 三、简答题

#### 1. 物联网中“物”的基本特征有哪些？

答：物联网中“物”的基本特征有 5 个：“物”可以是现实物体，也可以是虚拟物体；“物”有身份，可以自动地识别出来；“物”在环境中是安全的；“物”（包括它们的虚拟形式）尊重它们所关心的“物”或人的隐私、安全；“物”通过协议与其它物体、设施通信；“物”包含着现实世界与虚拟世界的交流。

#### 2. 什么叫传感器？由那几部分组成？

答：传感器（Sensor）是指能感受被测量，并按一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置，是获取各类信息的主要途径。一般由敏感元件、转换元件和变换电路 3 部分组成。敏感元件是直接感受被测量（通常为非电量，如压力、温度、湿度、位置、光强等），并输出与被测量性质相同、有确定关系的某一物理量的元件；转换元件是传感器的核心元件，它把敏感元件感知的非电量转换为电信号；变换电路是将转换元件输出的电量，变换成适用于传输或测量的标准电信号。

#### 3. 举例说明什么叫自动识别技术？

答：自动识别技术就是应用一定的识别装置，通过识别装置与物品的接近，自动地获取被识别物品的相关信息，并提供给后台的计算机处理系统来完成相关后续处理的一种技术。如条码技术、智能卡技术、生物识别技术、光学识别技术、射频识别技术等。

#### 4. 什么是条码识别技术？有哪几种？各有何特点？

答：条码就是将多个黑条和空白条，按照一定的编码规则排列，用以表达一组信息的图形标识符。目前有三种，即一维、二维和三维。

一维条码：一维条码是指由一组高度相同、宽度不等、规则排列的黑白矩形条纹（也称为条和空，其中条为深色，空位白色）及其对应字符组成的标识，用以表示一定商品信息的符号。特点是只在一个方向（一般是水平方向）表达信息，而在垂直方向则不表达任何信息。

二维条码：二维码是通过黑白相间，粗细不同的点阵图形来存储信息的，是一种在水平和垂直方向的二维平面均能存储信息的条码技术。二维条码与一维条码相比包含了更多的信息容量，除了可以将姓名、单位、地址、电话等基本资料进行编码外，还可将人体的特征如指纹、视网膜扫描及照片等资料储存在条码中。

三维条码：三维条码是近几年在二维条码的基础上研发的新型条码技术，分为两种：一种是加入色彩或者灰度作为第三维，得到具有不同灰度或者不同色彩的平面三维条形码，存储信息量大大增加；另一种是增加直轴（z 轴）得到立体条形码，目前立体条形码还没有成品出现，其研发还有待于进一步深入，但其研究价值不可估量。

#### 5. 什么是 RFID 的中间件？其任务是什么？

答：将连接 RFID 阅读器和用户应用程序的一组通用的应用程序接口 API（Application Programming Interface，简称 API）称为 RFID 中间件（Middleware）。其任务主要是对读写器传来的数据进行过滤、汇总、计算、分组，减少从读写器传往应用系统的大量原始数据、生成加入了语义解释的事件数据。具体分三个方面，即隔离应用层与设备接口，处理读写器与传感器捕获的原始数据，提供应用层接口用于管理读写器、查询 RFID 观测数据。

#### 6. 什么是 GPS 定位技术？有什么功能？

答：GPS 定位是结合了 GPS 技术、无线通信技术(GSM/GPRS/CDMA)、图像处理技术及 GIS 技术的无线定位技术。主要可实现跟踪定位、轨迹回放、地图制作、里程统计、车辆信息管理、监控和调度、短信通知、语音提示和报警等功能。

#### 7. 举例说明目前常用的室内近距离定位技术有哪些？

答：目前室内近距离无线定位技术主要有：红外线/超声波、ZigBee/UWB、RFID 和蓝牙/Wi-Fi 定位技术等等。

红外线定位技术是通过红外线标识发射调制的红外射线，通过安装在室内的光电传感器接收进行定位。超声波是采用反射法测距进行定位，即发射超声波并接收由被测物产生的回波，根据回波与发射波

的时间差计算出待测距离。ZigBee 主要是通过收集基于链路信号强度和基于链路信号质量实现定位。UWB 是通过发送和接收具有纳秒或纳秒级以下的极窄脉冲来传输数据, 和比较流行的到达时间差定位 (TDOA) 算法实现定位。RFID 是利用射频的方式进行非接触式、双向通信交换数据以达到识别和定位的目的。Wi-Fi 和蓝牙的无线定位主要是基于信号强度来实现的。

## 8. 什么叫无线传感器网络?

答: 无线传感器网络 WSN (Wireless Sensor Network, 简称 WSN), 简称无线传感网, 是通过大量微型低成本、资源受限的传感器节点构成, 能够通过无线通信的方式协同工作, 实现某一特定任务的一种多跳自组织网络。其目的是协作地感知、采集和处理网络覆盖区域内感知对象的信息, 并无线发送给观察者。

## 9. 传感器节点有哪几部份构成?

答: 传感器节点是一种微型嵌入式设备, 是 WSN 的核心, 主要由传感器模块、处理器模块、无线通信模块、电源模块和其它外围电路组成。

## 10. 什么叫 WSN 的节点部署? 应注意哪些问题?

答: WSN 的节点部署是在指定的监测区域内, 通过适当的方法布置传感器节点, 以满足某种特定需求, 一般通过某种算法来实现。合理的节点部署方案, 不仅可以提高网络工作效率、优化利用网络资源, 还可以根据应用需求的变化改变活跃节点数量, 以动态调整网络的节点密度。此外, 在某些节点发生故障或能量耗尽失效时, 通过一定策略重新布置节点, 可保证网络性能不受大的影响, 使网络具有较强的鲁棒性。

WSN 节点部署时应该注意:

- ① 实现对监测区域的完全覆盖并保证整个网络的连通性。
- ② 尽可能减小系统消耗, 最大化延长网络寿命。
- ③ 当网络中有部分节点失效时, 应能够对网络进行重新部署

## 11. 什么叫现场总线? 常用的有哪几种?

答: 现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的全数字、全开放、全双工、多节点的串行通信工业控制网络。常用的有: 基金会现场总线、CAN 总线、LonWorks 总线、Profibus 总线、HART 总线、P-NET 总线、World FIP 总线和 InterBUS 总线等 8 种。

## 12. 什么叫 OSI 参考模型? 分哪几层?

答: OSI 模型就是开放系统互联参考模型 OSI (Open System Interconnect reference model, 简称 OSI), 是 1978 年由国际标准化组织 ISO 提出, 1983 年正式成为国际互联网标准模型。OSI 是计算机系统互联的规范, 是生产厂和用户共同遵守的开放型中立规范, 任何人都可免费使用; 而且该规范是为开放系统设计的, 即使用此规范的系统之间必须互相开放; OSI 仅是一个参考规范, 可在一定范围内根据需要进行适当调整。

OSI 参考模型其实质是一种通信协议模型, 分 7 层结构, 每一层向上一层提供服务, 向下一层请求服务, 各层的功能相对独立, 在互相通信的两台计算机同一层间具有互操作的功能。具体分层情况见表 1 所示。

表 1. OSI 参考模型分层情况

层号	层名	工作任务	接口要求	操作内容
1	物理层	比特流传输	物理借口定义	数据收发
2	数据链路层	成帧、纠错	介质访问方案	访问控制
3	网络层	选线、寻址	路由器选择	路径选定
4	传输层	收发	数据传输	端口确认
5	会话层	同步	对话结构	会话管理
6	表示层	编译	数据表达	数据构造
7	应用层	管理、协同	应用操作	信息交换



### 13. 试举例说明根据用途无线通信技术分为哪几种？

答：根据不同用途，无线通信技术可分为 4 种：无线个域网 WPAN(Wireless Personal Area Network)，如 ZigBee 等；无线局域网 WLAN (Wireless Local Area Network)，如 Wi-Fi 等；无线城域网 (Wireless Metropolitan Area Network)，如 WiMAX 等，和无线广域网 WWAN (Wireless Wide Area Network)，如 GIS、GPRS 等无线通信技术。

### 14. 什么是 WiFi？有什么特点？

答：WiFi 的英文全称为 wireless fidelity，即无线保真，是 IEEE 定义的一种无线联网的技术标准 (IEEE802.11b)。以前电脑要通过网线连接因特网，而现在则是通过无线电波来连网；常见的就是一个无线路由器，在符合 Wi-Fi 标准的无线路由器电波覆盖的有效范围都可以采用 Wi-Fi 标准进行联网，如果无线路由器连接了一条高速的上网线路，则又被称为“热点”。只要在机场、车站、咖啡店、图书馆等人员较密集的地方设置“热点”，由于“热点”所发射出的电波可以覆盖其周围数十米至 100 米的地方，其附近用户就可以通过智能设备，如笔记本、iPAD、智能手机等即可上网。

### 15. 什么是 ZigBee 技术？

答：ZigBee 是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术，主要适用于自动控制和远程控制领域，是为了满足小型廉价设备的无线联网和控制而提出的，有效通信距离为几米到几十米之间，通信技术标准 IEEE802.15.4。

### 16. 什么是蓝牙技术？

答：蓝牙技术是一种开放性的、低成本、短距离无线通信技术标准，用于便携式移动通信设备和计算机以及 Internet 实现无线联网。蓝牙的有效通信距离为 10 米左右，技术标准是 IEEE802.15.3。

### 17. 什么是 NFC 技术？

答：NFC 是一种非接触式识别、近距离无线联网和通信技术。可以在移动设备、消费类电子产品、PC 和智能控件工具间进行近距离无线通信；还集成了许多安全功能，成为付款机制与金融应用的理想选择，带有 NFC 模块的移动设备可在网络世界中扮演安全网关的角色，让消费者不论在家中或移动中，都能随时储存或接收各种信息。只要将两个 NFC 设备简单地靠拢，便会自动启动网络通信功能，不必另行设定和安装任何程序。

### 18. 什么是 3G/4G 技术？

答：所谓 3G，即第 3 代移动通信技术。是指支持高速数据传输的蜂窝移动通信技术，3G 服务能够高速传送声音（通话）及数据信息（电子邮件、即时通信等），速率一般在几百 kbps 以上。

4G 技术是集 3G 与 WLAN 于一体，能够传输高质量视频图像，并具有非对称和超过 2Mbps 数据传输能力的通信技术。4G 比 3G 拥有更多的功能，可以在不同的固定、无线平台和跨越不同的频带网络中提供无线服务，可以在任何地方用宽带接入互联网（包括卫星通信和平流层通信），能够提供定位定时、数据采集、远程控制等综合功能。

### 19. 什么是“三网融合”？

答：所谓“三网融合”是指电信网、有线电视网和计算机通信网的相互渗透，互相兼容、并逐步整合成为全球统一的信息通信网络。具体是指电信网、广播电视网、互联网在向宽带通信网、数字电视网、下一代互联网演进过程中，三大网络通过技术改造，其技术功能趋于一致，业务范围趋于相同，网络互联互通、资源共享，能为用户提供语音、数据和广播电视等多种服务。三网融合并不意味着三大网络的物理合一，而主要是指高层业务应用的融合，使声音、图像、视频影像等变为数字信号在计算机中加工、存储、并在统一的网络上传输。

### 20. 什么叫人工智能？

答：人工智能 AI(Artificial Intelligence)是研究和开发用于模拟、延伸和扩展人类智能行为(如学习、推理、思考、规划等)的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。具体来说，就是研究如何应用计算机的软、硬件来模拟人类某些智能行为，即通过研究人类智能活动的规律，来构造

具有一定智能的人工系统，去完成以往需要人的智力才能胜任的工作。包括：用机器实现智能的原理，制造类似于人脑智能的计算机，使计算机能实现更高层次应用的技术等，涉及到计算机科学、心理学、哲学和语言学等学科。

#### **21. 什么叫专家系统？有什么特点？**

答：专家系统 ES (Expert System) 是指依靠人类专家已有的知识建立起来，能够模拟人类专家解决领域问题的计算机程序系统。其特点有三：第一，其内部含有大量的某个领域专家水平的知识与经验，能够利用人类专家的知识和解决问题的方法来处理该领域的高水平难题；第二，应用人工智能技术和计算机技术，根据某领域一个或多个专家提供的知识和经验，进行推理和判断，模拟人类专家的决策过程，解决那些需要人类专家处理的复杂问题；第三，它具有启发性、透明性、灵活性、不确定性推理等特点。

#### **22. 什么是机器学习？**

答：机器学习 ML(Machine Learning)是研究如何用计算机模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，或者重新组织已有的知识结构使之不断改善自身性能的过程。它是人工智能的核心，是使计算机具有智能的根本途径。

#### **23. 什么是模式识别？研究的内容是什么？**

答：模式识别 PR (Pattern Recognition) 是借助计算机，自动模拟人类对外部世界某一特定环境中客体、过程和现象所具有的识别功能(包括视觉、听觉、触觉、判断等)的科学技术。模式识别主要研究如何使机器具有感知和识别能力，如识别物体、地形、图像、字体（如签名）等。具体来说，模式识别是指对表征事物或现象的各种形式(如数值的、文字的和逻辑关系的等)的信息进行处理和分析，以对事物、过程或现象进行描述、辨认、分类和解释的过程，是信息科学和人工智能的重要组成部分。

模式识别研究的内容包括两方面：一是研究生物体(包括人)是如何感知对象的，属于认识科学的范畴；二是研究在给定的任务下，如何用计算机实现模式识别的理论和方法。前者是生理学家、心理学家、生物学家和神经生理学家的研究内容；后者通过数学家、信息学专家和计算机科学工作者研究的内容。

#### **24. 什么是智能控制？**

答：智能控制 IC (Intelligent Controls) 是指在无人干预的情况下能自主地驱动智能机器实现控制目标的自动控制技术。具体来说，智能控制就是应用人工智能的理论与技术和运筹学的优化方法，并将其同自动控制理论与技术相结合，在未知环境下，仿效人的智能，实现对系统的控制。因此，智能控制代表着自动控制学科发展的最新进程。

#### **25. 什么叫公有云、私有云和混合云？**

答：公有云是指企业通过自己的基础设施直接向大众或者大行业提供的云服务，外部用户通过互联网访问服务，并不拥有云计算资源；私有云是指企业自己使用的云，是将云基础设施与软硬件资源创建在防火墙内，以供企业内各部门共享的数据资源，其所有服务只供自己内部人员或分支机构使用，并不对外供别人使用；混合云是企业指供给自己和客户共同使用的云，它所提供的服务既可以供别人使用，也可以供自己使用。

#### **26. 什么是边缘计算？有什么意义？**

答：边缘计算：是在网络边缘节点侧（智能设备或数据源头），提供网络计算、存储、分析和应用等能力，达到更快的网络服务响应和更安全的本地数据传输。

边缘计算的意义：海量数据的分析与储存对网络带宽提出了巨大的挑战，而边缘计算的诞生为解决这一问题奠定了基础，边缘计算是云计算的有益补充。具体表现在：减少网络等待时间、充分利用空闲资源、节省云端能源消耗、减轻网络流量压力、实现末端智能计算。

#### **27. 什么是大数据？有什么具体应用？**

答：大数据是指无法在一定时间范围内，用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合，

是需要通过新处理模式才能使之具有更强的支持决策力、洞察发现力和流程优化力的海量、高增长率和多样化的信息资产。

大数据的具体应用：大数据无处不在，而基于物联网的大数据应用能够对生产生活带来巨大的经济效益和社会效益，金融、汽车、餐饮、电信、能源、体能和娱乐等在内的社会各行各业都已经融入了大数据的印迹。如图 3-1 所示。

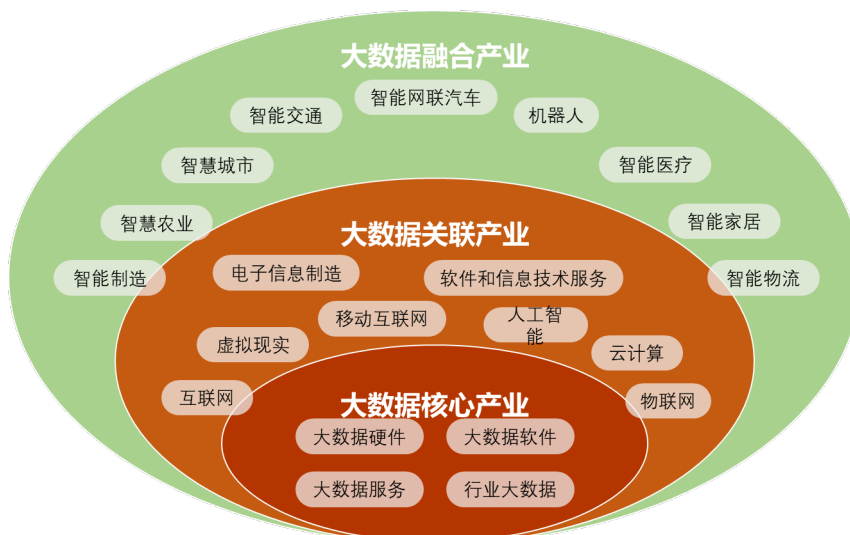


图 3-1 大数据相关应用

## 28. 物联网应用系统中要被纳入物联网的“物”就应满足什么条件？

答：要被纳入物联网的“物”就应满足下列条件：①有相应信息的接收器和发射器；②有数据传输的通路；③有一定的存储和处理功能，即有 CPU；④有操作系统；⑤有专门的应用程序；⑥遵循物联网通信协议；⑦有可被识别的统一编码。

#### 四、分析题

##### 29. 简析物联网的体系结构

答：物联网的体系结构由感知层、网络层和应用层构成。

感知层：用于识别物体，采集信息，主要解决人类世界和物理世界的的数据获取问题。包括条码标签和识读者、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS、传感器、M2M 终端、传感器网关等，主要功能是识别物体、采集信息，与人体结构中皮肤和五官的作用类似。

网络层：用于物体信息的传输和处理，主要解决解决数据传输和预处理问题。包括通信网与互联网的融合、网络管理中心、信息中心和智能处理中心等。网络层将感知层获取的信息进行传递和处理，类似于人体结构中的神经中枢和大脑。

应用层：是结合行业需求，为用户提供丰富的智能化服务，是物联网与行业专业技术的深度融合，结合行业需求实现行业智能化，类似于人的社会分工。

##### 30. 简析物联网的关键技术

答：物联网的关键技术归纳为四类，即感知和识别技术，网络与通信技术，无线传感网技术，智能处理技术等。

感知和识别技术是物联网信息的源头，主要是指对各类物体的识别和信息的获取技术。即利用多种传感器、RFID、二维码、摄像头、智能设备等来全面感知物体的各种信息，具有节点数量多、成本低、计算能力弱等特点。感知和识别技术是物联网最底层的核心技术。

网络传输技术主要是指各种信息与互联网的组网、融合、传输和接入技术。包括移动 3G、Internet 、Wi-Fi、ZigBee、蓝牙技术、异构互联、协同技术、M2M(machine-to-machine)等。

无线传感网技术，即无线传感器网络（Wireless Sensor Network，简称 WSN）技术的简称。WSN 的就是由一个个体积都非常小巧的传感器节点组成，这些节点可以感受各自周围环境的参数变化，如温度的高低、湿度的变化、压力的增减、噪声的升降等，而且每一个节点都是一个可以进行快速运算的微型计算机，它们将传感器收集到的信息转化成为数字信号，进行编码，然后通过节点与节点之间自行建立的无线网络发送给具有更大处理能力的服务器。

智能处理技术就是利用人工智能、嵌入式系统、云计算等智能处理技术，完成各种智能计算、海量数据处理和智能化控制功能。

##### 31. 简析 RFID 的组成、工作原理及特点

答：(1) RFID 的组成：射频识别 RFID（Radio Frequency Identification，简称 RFID）技术，俗称电子标签，是一种自动识别技术，由电子标签（Tag）、阅读器（Reader）、射频天线(Antenna)以及后台处理计算机（Processor）4 部分组成。

(2) RFID 的工作原理：RFID 的基本工作原理是，阅读器通过发射天线发送一定频率的射频信号，当装设有电子标签的设备进入发射天线工作区域时，电子标签内产生感应电流，获得能量被激活；电子标签将自身编码等信息通过卡内置发送天线发送出去；系统接收天线接收到电子标签发送来的载波信号，经天线调节器传送到阅读器，阅读器对接收的信号进行解调和解码，送到后台主系统进行相关处理；主系统根据逻辑运算判断该卡的合法性，针对不同的设定做出相应的处理和控制在，发出指令信号控制执行机构动作。

(3) RFID 的特点：RFID 是一种非接触、双向通信、简单方便的自动识别技术。它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，识别工作无需人工干预，可工作于各种恶劣环境，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，近几年得到高速发展和广泛应用。

##### 32. 试举例分析 RFID 技术的应用

答：可参考教材相关内容（略）。

##### 33. 试分析 WSN 包括哪些关键技术

答：无线传感器网络的关键技术主要包括：

(1) 节点定位技术：分为对自身传感器节点的定位和对外部目标节点的定位。

(2) 时间同步技术：即使传感器网络各节点的时钟保持同步。

(3) 数据融合技术：就是将采集的大量随机、不确定、不完整、含有噪音的数据，进行整形、滤波等处理，得到可靠、精确、完整数据信息的过程。数据融合有助于节省网络带宽，提高能量利用率，降低数据的冗余度。

(4) 网络安全技术：由于 WSN 一般部署广泛，节点位置不确定，网络的拓扑结构也处于不断变化之中；另外，其节点在通信能力、计算能力、存储能力、电源能量、物理安全和无线通信等方面存在固有的局限性，直接导致了許多成熟、有效的安全技术无法顺利应用，也使得 WSN 安全问题显得尤为重要。

#### 34. 什么是嵌入式系统？有什么特点？

答：嵌入式系统是指以应用为中心，以计算机技术为基础，软、硬件可裁剪，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统通常嵌入在更大的物理设备中而不被人们所察觉，如手机、掌上电脑、甚至空调、微波炉、冰箱中的控制部件都属于嵌入式系统。

嵌入式系统与传统的通用计算机，数字产品相比，其特点如下：

(1) 采用的是微处理器，实现相对单一的功能，采用独立的操作系统，不需要大量的外围器件。因而体积、功耗都相对较小。

(2) 是一个软硬件高度结合的产物。其软件一般都固化在存储器芯片或单片机本身中，而不是存储于磁盘等载体中，功能更加完善和实用。

(3) 和具体应用相结合，配备一种或多种标准网络通信接口和 TCP/IP 协议软件支持。

(4) 升级换代也和具体产品同步进行，因此具有较长的生命周期。

#### 35. 什么是微机电系统？试分析其工作原理。

答：微机电系统 MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 也称为微机械系统或微系统，是指可批量制作的，集微型机构（如微型传感器、微型控制器、微型执行器等）以及信号处理和控制电路、直至接口、通信和电源等于一体的微型器件或系统。其工作原理是：外部环境的输入信号（物理、化学和生物等方面），通过微传感器检测并转换成电信号，经过微处理器进行信号处理（模拟信号和数字信号）后，由微执行器执行并输出动作，达到与外部环境“互动”的功能。

#### 36. 试分析说明什么是云计算？

答：所谓云计算是一种全新的网络服务和计算模式，是一种动态的、易扩展的、且通常是通过互联网提供虚拟化的资源计算方式，是用来解决海量数据如何存储、如何检索、如何使用、如何不被滥用等关键问题的一种新的信息技术。其核心思想是将大量用网络连接起来的计算资源统一管理和调度，构成一个“像云一样”的计算资源池（称为数据中心），向用户提供按需服务；它将传统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，利用互联网实现想要完成的一切处理任务，使网络成为传递服务、计算和信息的综合媒介，真正实现按需计算、多人协作。而所谓“云”是指由成千上万的计算机和服务器集群组成，通过互联网实现网络服务的“电脑云”，即把存储于个人电脑、移动电话和其他设备上的大量信息和处理器资源集中在一起，协同工作，在远程的数据中心里，成千上万台电脑和服务器连接成一片“电脑云”。用户只需将自己的电脑、笔记本、手机等接入云端—数据中心，按自己的需求进行相关运算即可。

#### 37. 简述云服务的体系结构。

答：云服务的体系结构包括：组织体系、服务体系和技术体系。组织体系即云计算平台，描述云计算的基础架构；服务体系描述云计算对应提供的功能或服务类型；技术体系描述云计算平台的软硬件构成。

云计算平台是一个强大的“云”网络，连接了大量并发式网络计算和服务，可利用虚拟化技术扩展每一个服务器的能力，将各自的资源通过云计算平台结合起来，提供超级计算和存储能力。

在云计算中，根据服务集合所提供的服务类型，整个云计算服务体系从上到下可以划分为 4 个层次，即应用层、平台层、基础设施层和虚拟化层，分别提供：软件即服务 SaaS、平台即服务 PaaS、基础设施即服务 IaaS、硬件即服务 HaaS。

云技术体系主要是从系统属性和设计思想的角度来说明软硬件资源在云计算中所充当的角色，从技术角度来看，云计算也由 4 部分构成，即物理资源、虚拟化资源、中间件管理和接口。每层的内容和作用如图 4-1 所示。



图 4-1 云计算的技术体系

### 38. 大数据有哪些基本特征？和物联网有什么关系？

答：大数据的基本特征：大数据有着不同维度的“多 V”特征，具体表现在：

- (1) 数据量大(Volume)：是指以秒为单位生成数据。
- (2) 速度快(Velocity)：是指数据在生成、存储、分析、处理和移动时都能够快速完成。
- (3) 多样化(Variety)：是指大数据有多种不同的数据格式。
- (4) 准确性(Veracity)：是指大数据的质量，例如数据中的可信度、偏差、噪声和异常、损坏等情况，都会影响大数据的质量。
- (5) 可变性(Variability)：是指数据的随即变化。
- (6) 波动性(Volatility)：是指数据的有效性和存储的时效性。
- (7) 可视化(Visualization)：是指使数据易于理解的方式。
- (8) 价值高(Value)：是指从大数据的数据分析中获得知识。

大数据和物联网的关系：大数据的数据主要来源于物联网，随着物联网技术的大规模应用，接入物联网的传感器、RFID 标签、智能硬件将呈指数式增长，物联网产生的巨大数据是大数据的主要来源。而物联网与大数据之间的联系，具体可以表现为以下三点：

(1) 物联网使用不同的感知手段获取大数据不是目的，而是要通过对大数据的分析处理，提取正确的知识与准确的反馈控制信息，这是物联网对大数据研究提出的真正需求。

(2) 大数据的应用水平直接影响着物联网应用系统存在的价值与重要性，大数据的应用效果是评价物联网应用系统技术水平的关键指标之一。

(3) 大数据应用是融合不同行业、不同用途的物联网巨大数据的研究，必将成为物联网研究的重要内容。

(4) 大数据无处不在，而基于物联网的大数据应用能够对生产生活带来巨大的经济效益和社会效益，金融、汽车、餐饮、电信、能源、体能和娱乐等在内的社会各行各业都已经融入了大数据的印迹。

### 39. 试分析物联网应用系统的价值与优势。

物联网应用系统的价值与优势在于：

- 1) 物联网应用系统的建设，将打破孤立“竖井式”应用架构所形成的“信息孤岛”为物联网应用

提供标准体系架构，并支持多应用业务信息融合和服务共享，实现应用业务间无缝集成与协作。

2) 强大易扩展的物联网应用系统支持多种类型感知设备适配接入，兼容现有各类传输网络，提供灵活的应用服务部署和业务交互共享模式，并可根据用户需求在系统上动态添加新的应用。

3) 强大的平台开发及运行维护支撑能力可显著降低物联网业务应用开发成本、服务运营成本及维护成本，降低物联网的准入门槛，可实现各种资源的最大化共享。。

4) 先进、成熟、符合国际标准的软硬件技术和易扩展的开放式体系结构，能根据技术、业务的发展需要对系统功能进行调整、增加，支持二次开发和快速集成。

5) 多种信息加密手段与安全管理协议以及灵活的访问权限机制，为物联网应用提供坚实的安全保障。

#### **40. 试分析物联网应用系统的设计原则。**

答：物联网应用系统设计应遵循以下原则：

(1) 可靠性 物联网应用系统能够稳定、可靠地运行是系统有用性的前提。可靠性要求物联网应用平台系统能够长时间稳定运行。即使出现故障或突发性事故时，也应具有能够保障系统正常运行和快速恢复正常运行的措施。

要保证可靠性，首先，要保证网络中各类电源的可靠供应，尤其是关键网络设备和关键客户机，必须配置足够功率的不间断电源 UPS (Uninterrupted Power Supply, 简称 UPS)，以免数据丢失。其次，应尽量避免出现单点故障而波及整个系统的现象发生。除了在网络结构、网络设备和服务器设备等各个方面进行高可靠性设计外，还要有硬件备份、软件冗余以及严格的管理机制、控制手段和事故监控、网络安全等技术措施，以提高整个系统的可靠性。另外，随着应用业务的不断扩展，平台管理任务也会日益繁重，因此必须建立一套全面的实时监管方案。通过先进的管理策略、管理工具来提高应用平台的运行可靠性，如采用智能化管理设备、最优化管理软件、先进的分布式管理方法等，达到网络资源合理分配、网络负载动态配置、网络故障迅速恢复等，最终实现对整个运行平台的实时智能化监控。

(2) 实用性 性价比高、实用性强、易于扩展，是任何一个网络系统的基本要求，设计一个物联网应用基础平台更是如此，因此，应紧密结合实际需求。这就要求：

① 在选择具体的网络通信和数据处理技术时，应尽可能采用先进和成熟的主流技术，使整个系统在相当一段时期内保持技术上的先进性、实用性和较高的性价比。

② 构建的应用平台应尽可能简单易用，使用户经过短期培训，就可掌握使用方法。

③ 作为各种物联网的应用基础平台，应具备充分灵活的适应能力、可扩展能力和自动升级能力，提供可视化的二次开发、配置工具，并充分考虑软、硬件接口和通信协议的标准化和开放性，使系统具备支持多种通信媒体和多种物理接口能力，能方便地实现技术升级和设备更新。以尽可能减少维护人员的工作量，实现资源的最大共享。

④ 作为物联网应用平台，应具备完整的统计、分析、授权、预警、短信、邮件、视频监控、GPS 定位、打印等通用服务功能。

(3) 安全性 根据物联网自身的复杂性和现实与虚拟相联系的特殊性，其安全问题除了需要解决物联网机器/感知节点的本地安全、传输网络的信息安全、承载网络的信息安全等外，物联网应用平台的业务安全也必须考虑。在物联网的应用平台中，除了病毒、黑客入侵外，还主要体现在对用户数据的访问权限上，一定要根据对应的工作需求，为不同用户、不同数据域配置相应的访问权限；同时，用户账户（特别是高权限账户）的安全也应受到重视，要采取相应的账户防护策略，如密码复杂性策略和账户锁定策略等，保护好用户账户，以防被非法盗取。

## 五、课后习题解答

### 1-1 什么是物联网？其基本内涵是什么？

答：物联网，英文名称为 Internet of Things，简称 IoT，即物-物相联的互联网。一般来说，物联网是指通过装置在物体上的各种信息感知设备，如 RFID 装置、红外感应器、全球定位系统 (Global Position 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。

其基本内涵是利用互联网将多种物体连接起来，能够实现智能化的数据融合管理，通过网络对物体进行实时监控，有效实现人与物、物与物的信息沟通和共享。

### 1-2 如何理解物联网的泛在性？

答：按照国际电信联盟 ITU 对物联网的描述，物联网可以使任何人和任何物在任何时间、任何地点，通过各种途径（或网络）和服务连接到一起，在物联网中，人和物之间以及物和物之间存在无缝的互联互通，这就是物联网的泛在性。

物联网的泛在性表现在，可以把所有的一切连接起来，包括个人、团体、物体、产品、数据、服务、过程等；物联网的泛在性预示每个物理实体都存在着对应的虚拟数字可以代表；物联网的泛在性说明物体将会自动管理其位置，自动补充所需要能量，实现完全的自动化过程；物联网的泛在性将使人类由 Internet 进入 IoT，由“E 社会”进入“U 社会”。

### 1-3 常用的无线网络有哪些？试比较之。

答：常用的无线网络根据不同的应用有多种，如手机/GPRS 网络、Wi-Fi、ZigBee、蓝牙等。详见表 5.1 所示。

表 5.1 无线网络比较

名称	速率	距离	频段
GPRS/GSM	几十至一百 K bps	全球漫游	900MHz
4G 手机网	最高 100 Mbps 左右	全球漫游	1880~2690MHz
5G 手机网	0.1~1Gbps	全球漫游	3~5GHz
Wi-Fi	10~100M bps	50 米以内	2.4GHz
蓝牙	2M bps	10 米以内	2.4GHz
ZigBee	250K bps	1000 米以内	2.4GHz
UWB	100Mbps~1Gbps	10 米以内	3.4~4.8 GHz

### 1-4 何为传感网和无线传感网？

答：所谓传感网，即传感器网络，是由多个传感器组成的自动监测系统。

无线传感网，则是由无数个体积非常小巧的微型传感器节点组成，每一个节点都是一个可以进行快速运算的微型计算机，可以随即感受各自周围环境的参数变化，如温度的高低、湿度的大小、压力的增减、噪声的升降等，并将这些信息转化成为数字信号，通过节点与节点之间自行建立的无线网络发送给具有更大处理能力的服务器。

### 1-5 简述物联网的体系结构。

答：根据物联网的本质属性和应用特征，其体系架构可分为三层：感知层、网络层和应用层。感知层是物联网的最底层，主要解决各类数据的获取和入网问题；网络层是物联网的中间层，主要解决数据在一定范围内（通常是长距离）的传输问题；应用层是物联网的远程终端层，主要解决信息处理和人机界面的问题，以结合行业需求，实现广泛智能化服务。

### 1-6 简述物联网有哪些关键技术？

答：物联网关键技术可以归纳为 4 类：感知和识别技术、融合和接入技术、网络与通信技术、智能处理技术。具体加表 5.2 所示。



表 5.2 物联网的关键技术

技术层次	关键技术
智能处理技术	智能控制、人工智能、嵌入式系统、云计算、大数据、区块链、智能制造等高端数据处理技术。
网络传输技术	互联网、M2M、5G/移动通信网、无线宽带网、GIS/GPS 等
融合和接入技术	现场总线、蓝牙、Wi-Fi、ZigBee、无线传感网等
感知和识别技术	传感器、RFID、条形码、各种智能卡、摄像机等

#### 1-7 简析物联网与传感网、互联网、通信网之间的关系。

答：物联网和人们熟悉的通信网、互联网以及传感网不同，但有着紧密的联系。通信网是人和人之间的信息传输网络，互联网是人类信息共享网络，传感网是通过多个传感器组成的物体信息感知网络；因此，通信网和互联网是“人-人”互联与共享，传感网是“物-物”互联与共享。物联网则是传感网、通信网和互联网的渗透与融合，是一个真实的感知服务。

#### 1-8 简述云计算、大数据及人工智能的基本含义。

答：云计算是一种海量数据运算体系，其核心思想是将大量用网络连接的计算资源统一管理和调度，构成一个计算资源池向用户按需服务（免费或付费），渗透于物联网的各个层次，是物联网的基础技术之一。大数据是指所涉及的数据规模非常巨大，以至于无法在一定时间范围内，通过人工或使用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的，而是需要通过新处理模式才能使之成为人类所能解读的数据集合。大数据不仅仅是数据量大，还包含从现有数据中发现新见解，并指导新数据分析和挖掘来获得洞察力和科学决策。人工智能是研究使计算机来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。

#### 1-9 简述物联网、云计算、大数据及人工智能的关系。

答：从物联网到云计算，到大数据，再到人工智能是一种技术递进关系。物联网解决感知真实的物理数据，也就是将物理实体数字化；云计算能够提供强大的能力去承载这个数据；大数据则是对海量数据进行挖掘和分析，把数据变成信息；人工智能是对数据进行学习和理解，把数据变成知识和智慧。在这四个层次中，物联网是在数据的采集层，云计算是在承载层，大数据是在挖掘层，人工智能是在学习层，所以它们是层层递进的关系，如图 5-1 所示。

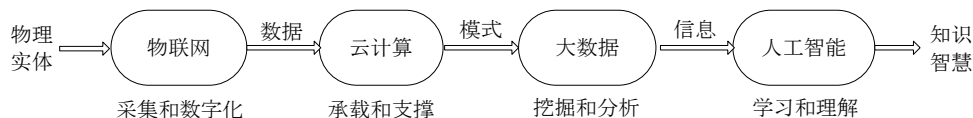


图 5-1 物联网、云计算、大数据和人工智能的递进关系

## 2-1 简述传感器的组成及各部分的功能。

答：传感器一般由敏感元件、转换元件和变换电路 3 部分组成。

敏感元件能够直接感受被测量，并输出与被测量性质相同、有确定关系的某一物理量。转换元件是传感器的核心元件，它把敏感元件感知的非电量转换为电信号。变换电路将转换元件输出的电量，变换成适用于传输或测量的标准电信号。

## 2-2 简述几种现代传感器的特点及应用。

答：现代传感器包括微型传感器、智能传感器、多功能一体化传感器和网络传感器等。

(1) 微型传感器具有信噪比高、灵敏度高、体积微小(传统传感器的几十分之一乃至几百分之一)、低成本等特点。目前常用的有力学和压力微传感器、速度与加速度微传感器、热微传感器、磁微传感器、化学微传感器、生物微传感器、光电微传感器、以及声表面波微传感器等。在许多领域得到了越来越广泛的应用，如医疗、汽车、生物等行业已普遍使用。

(2) 智能传感器的特点是将传感器的敏感元件、信号调理电路、微处理器及数字信号接口电路集成在一块芯片上构成的具有多种自动和智能化功能的现代传感器。其突出优势包括：

- ① 具有自校零、自标定、自校正功能；
- ② 具有自动补偿功能；
- ③ 能够自动采集数据，并对数据进行预处理；
- ④ 能够自动校验、自选量程、自寻故障；
- ⑤ 具有数据存储、记忆与信息处理功能；
- ⑥ 具有双向通讯、标准化数字输出或者符号输出功能；
- ⑦ 具有判断、决策、处理功能。

智能传感器以用于大多数工业领域，如航空、航海、医疗、各种工业和生活机器人等。

(3) 数字传感器的特点是基于传统模拟传感器的基础上，集成了 A/D 转换模块、CPU 处理模块等相关功能模块，使其输出信号为数字量(或数字编码)的现代传感器。

数字传感器具有以下突出优势：

① 采用先进的 A-D 转换、数字化的信号传输和滤波技术，提高了传感器的稳定性及抗干扰能力，特备适合于电磁干扰强和距离远的工作场所。

② 采用软件实现传感器的线性、零点、额定输出温漂、蠕变等性能参数的综合补偿，提高了传感器的可靠性和精度。数字传感器的输出一致性误差可以达到 0.02%以内甚至更高，传感器的特性参数可完全相同，因而具有良好的互换性。

③ 数字传感器能自动采集数据并可预处理、存储和记忆，具有唯一标记，便于故障诊断。

④ 传感器采用标准的数字通讯接口，可直接连入计算机，也可与标准工业控制总线连接，使用方便灵活。

数字传感器在各行业广泛应用，如各种数字仪表、微型传感器网络、自动检测系统等。

(4) 一体化传感器是将若干种敏感元件组装在同一种材料或单独一块芯片上的一体化多功能现代传感器。其突出特点就是一个传感器同时可以测量多个数据。常用的如：可同时测量温度和湿度的温湿度传感器；可同时测量氧、氨、乙醇、乙烯等 4 种气体的多功能气体传感器、可同时测量脉搏、心电、血氧饱和度等人体不同生理信号的健康传感器等。

(5) 网络化传感器的特点是利用 TCP/IP 协议，使现场测控数据就近接入网络，并与网络上有通信能力的节点直接进行通信，实现数据的实时发布与共享。其典型代表就是无线传感网。

## 2-3 简述自动检测系统的组成及各部分的功能。

答：一个完整的检测系统通常由传感器、信号处理电路、数据处理仪器、显示记录装置、传输通道等几部分组成，分别完成信息获取、转换、显示和处理等功能。

## 2-4 什么是自动识别技术？试举出几种智能卡的应用实例说明。

答：自动识别技术就是应用一定的识别装置，通过识别装置与物品的接近，自动地获取被识别物品

的相关信息，并提供给后台的计算机处理系统来完成相关后续处理的一种技术。

智能卡（CPU 卡）的集成电路中带有微处理器，自身就可以进行数据计算和信息处理，同时能够利用随机数和密钥进行卡与设备的相互验证，安全性高。目前中国人民银行规划的金融卡，国家质量技术监督局规划的组织机构代码证卡，以及劳动和社会保障部规划的社会保障卡采用的都是这种 CPU 卡。

2-5 什么是光字符识别技术？试举例说明。

答：光学字符识别是指通过电子设备，对文本资料进行扫描，然后对图像文件进行分析处理，获取文字及版面信息的过程。如扫描仪、数码相机、复印机、打印机等。

2-6 什么是生物识别技术？试举例说明。

答：生物识别技术是指依靠人的身体特征来进行身份验证的一种自动识别技术。如人脸识别、指纹识别、语音识别、虹膜识别、DNA 鉴定等。

2-7 什么是条形码技术？试举例说明其应用。

答：条形码技术就是将多个黑或彩色条和空白条，按照一定的编码规则排列，用以表达物体信息的图形标识技术。常用的有一维条码、二维条码和三位彩色条码等。

2-8 什么是 RFID 技术？分析其组成及工作原理。

答：射频识别 RFID 技术，是利用无线射频信号通过空间耦合(交变磁场或电磁场)实现无接触信息采集和传递，并通过所传递的信息达到识别特定目标和读写相关数据的一种自动识别技术。

RFID 系统由电子标签、阅读器、射频天线以及后台处理计算机 4 部分组成。

RFID 系统的工作原理：阅读器通过发射天线发送一定频率的射频信号，当装设有电子标签的设备进入发射天线工作区域时，电子标签内产生感应电流，获得能量被激活；电子标签将自身编码等信息通过内置天线发送出去；系统接收天线接收到电子标签发送来的载波信号，经天线调节器传送到阅读器，阅读器对接收的信号进行解调和解码，送到后台主系统进行相关处理；主系统根据逻辑运算判断该卡的合法性，针对不同的设定做出相应的处理和控制在，发出指令信号控制执行机构动作。如图 5-2 所示。

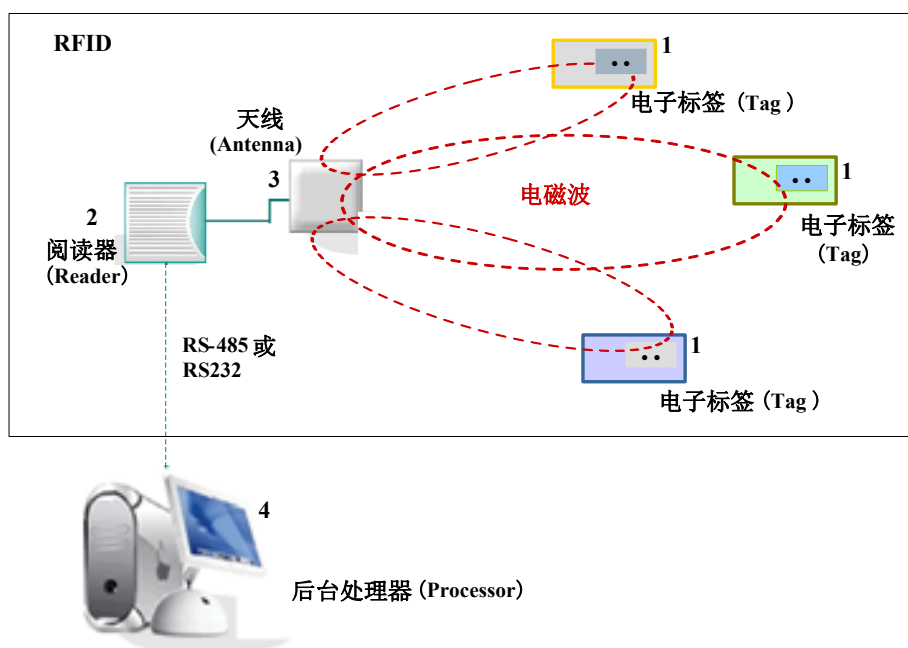


图 5-2 RFID 系统的组成及工作原理

2-9 什么是 RFID 的中间件？其作用是什么？

答：RFID 中间件是指连接 RFID 阅读器和用户应用程序的一组通用的应用程序接口 API。

其作用是主要是对阅读器传来的数据进行过滤、汇总、计算、分组，减少从阅读器传往应用系统的大量原始数据，生成加入了语义解释的事件数据。具体分三个方面，即隔离应用层与设备接口，处理阅

读者与传感器捕获的原始数据，提供应用层接口用于管理阅读器、查询 RFID 观测数据。

2-10 RFID 的标准体系有哪些？简述 ISO/IEC 及 EPC global 标准体系的特点。

答：目前国际上 RFID 技术标准体系主要有 3 个：ISO/IEC 国际标准体系、美国麻省理工学院 Auto-ID Center 的 EPC global 标准体系和日本泛在中心的 Ubiquitous ID 标准体系。

ISO/IEC 标准体系的特点：基本内容包括空中接口标准、数据结构标准、一致性测试标准和应用标准四个层次。最底层的 ISO/IEC 15963 规定了电子标签唯一标识的编码标准；第二层的 ISO 18000-n(n=1~7)定义了 RFID 标签和阅读器之间的信号形式、编解码规范、多标签碰撞协议，以及命令格式等内容，为所有 RFID 设备的空中接口通信提供了全面的指导，具有广泛的通用性；第三层层的 ISO/IEC 15962 规定了数据的编码、压缩、逻辑内存映射格式，以及如何将电子标签中的数据转化为应用程序匹配的方式，ISO/IEC 24753 扩展了 ISO/IEC 15962 的数据处理能力，适用于具有辅助电源和传感器功能的电子标签；最顶层的 ISO/IEC 15961 规定了阅读器与应用程序之间的接口，侧重于应用层命令与数据之间的数据交换标准。

EPC global 标准体系的特点：基本内容包含硬件、软件、数据标准，及其网络共享服务标准等。其目的是从宏观层面列举 EPC global 硬件、软件、数据标准，以及它们之间的联系，定义网络共享服务的顶层架构，并指导最终用户和设备生产商实施 EPC 的网络服务。由数据识别、数据获取和数据交换三个层次，数据识别层包括 RFID 标签数据标准和协议标准，目的是确保供应链上的不同企业间数据格式和说明的统一性；数据获取层包括阅读器协议标准、阅读器管理标准、阅读器组网和初始化标准，以及中间件标准等，定义了收集和记录 EPC 数据的主要基础设施组件，并允许最终用户使用具有互操作性的设备建立 RFID 应用；数据交换层包括：EPC 信息服务标准、核心业务词汇标准、对象名解析服务标准 ONS、发现服务标准、安全认证标准，以及谱系标准等。

2-11 举实例说明 RFID 技术的应用。

答：RFID 技术以其独特的优势，逐渐的被广泛应用于工业自动化、商业自动化和交通运输控制管理等各个领域。如物流自动追踪，高速公路自动收费，商品销售数据实时统计结算，电子钱包、电子证件，工农业实时监控、质量追踪，医疗健康实时监控、远程诊断，贵重物品的防伪，水果、蔬菜、生鲜、食品等跟踪与保鲜管理，书店、图书馆、出版社等图书的跟踪、分类与管理等。

2-12 简述 GPS 导航和定位的基本原理。

答：GPS 导航的基本原理：首先，用户接收机捕获卫星信号，测量接收天线至卫星的“伪距离”和距离的变化率；其次，综合多颗卫星的数据解调出卫星轨道参数等数据；然后，根据这些数据，计算出用户自身所在地的位置信息，包括经纬度、高度、速度、时间等，并根据周围环境和路线标志给予语音和图形提示。

GPS 定位的基本原理：空间中高速运动的工作卫星不间断地发送自身的星历参数和时间信息，用户接收机将接收到的瞬间位置信息作为已知的起算数据，经过计算求出待测点的三维位置，三维方向以及运动速度和时间信息从而实现定位。GPS 定位分为单点定位和相对定位（差分定位）。单点定位是根据一台接收机的观测数据来确定接收机的位置，定位精确度相对较低，一般用于车、船等的概略导航定位。相对定位是根据两台以上接收机的观测数据来确定观测点之间的相对位置，定位精度较高，一般用于测量精度要求比较高的场合，如大地测量或工程测量等。

2-13 短距离定位技术有哪些？各有何优缺点？

答：常用的室内短距离定位技术有：红外线/超声波、ZigBee/UWB、RFID、蓝牙/Wi-Fi 定位技术等。

红外线定位技术定位精度，但由于光线不能穿过障碍物，仅用于短距离视距传播定位；超声波定位整体定位精度较高，结构简单，但超声波受多径效应和非视距传播影响较大，同时需要大量的底层硬件设施投资，成本较高。

ZigBee 优点是低功耗和低成本，缺点是传输速率低，多适用于矿井、码头、大型仓库的目标定位；超宽带定位技术优点是穿透力强、功耗低、抗多径效果好、安全性高、系统复杂度低、定位精确等，缺点是设备成本高。

RFID 定位技术优点是定位速度快、精度高、传输范围大、成本低，缺点是作用距离近，不具有通信能力，而且不便于整合到其他系统之中。

Wi-Fi 和蓝牙是目前较为常用的两种无线网络协议。Wi-Fi 只适用于小范围的定位，成本较低，缺点是很容易受到其他信号的干扰，影响其精度，定位器能耗也较高。蓝牙定位技术的最大优点是设备体积小、易于集成在 PDA、PC 以及手机中，不受视距的影响；其不足在于蓝牙器件和设备的价格比较昂贵，而且对于复杂的空间环境，蓝牙系统的稳定性稍差，受噪声信号干扰大。

### 3-1 无线传感器网络的特点有哪些？

答：无线传感器网络节点数量巨大，而且处在变化的环境中，这就使它有着独特的特点，具体如下：

- (1) 计算和存储能力有限
- (2) 自组织性和动态性
- (3) 网络规模大和节点密度高
- (4) 可靠性和鲁棒性
- (5) 应用相关
- (6) 以数据为中心

### 3-2 简述 WSN 的基本组成。

答：WSN 主要由 3 个部分组成：传感器节点、汇集节点（Sink）/网关/基站和监控中心（软件）/管理节点。

### 3-3 WSN 节点部署应考虑哪些问题？

答：WSN 节点的部署涉及网络覆盖、节点联通和节约能量消耗等方面，因此，设计节点部署算法时一般需要考虑以下问题：

- 1) 如何实现对监测区域的完全覆盖并保证整个网络的连通性。
- 2) 如何减小系统消耗，最大化延长网络寿命。
- 3) 当网络中有部分节点失效时，如何对网络进行重新部署。

### 3-4 WSN 节点部署有哪些基本算法？

答：根据 WSN 节点是否可移动，把节点部署算法分为移动节点部署算法、静止节点部署算法和异构/混合节点部署算法三类。

移动节点部署算法主要有增量式节点部署算法、基于虚拟力的算法、基于网格划分的算法和基于概率检测模块的算法等，静止节点部署算法主要有确定性部署和自组织部署两种，异构/混合节点部署算法是指在构成传感网的同构节点中，布置一小部分性能较优且比较廉价的异构节点，以提高传感网的数据传输功率，延长网络寿命。

### 3-5 WSN 节点部署有哪些评价指标？

答：WSN 节点部署的评价指标有信息采集的完整性和精确性、信息可传输性、系统能耗(网络寿命)三个方面。

### 3-6 简述 WSN 协议体系结构。

答：WSN 协议体系结构由网络通信协议模块、传感网管理模块以及应用支撑技术模块 3 部分组成。网络通信协议模块类似于 TCP/IP 协议体系结构；网络管理模块主要对传感器节点自身的管理以及用户对传感器网络的管理；应用支撑服务模块是在分层协议和网络管理模块的基础上，为传感器网络提供应用支撑技术。

### 3-7 简述 WSN 通信协议的构成。

答：WSN 通信协议由物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层等 5 层结构组成。

物理层解决简单而又健壮的调制、发送、接收等技术问题，包括信道的区分和选择，无线信号的监测、调制与解调，信号的发送与接收；数据链路层负责数据成帧、帧检测、媒体访问和差错控制，主要任务是加强物理层传输原始比特的功能，使之对网络显现为一条无差错链路；网络层协议主要负责路由的生成与选择，包括网络互联、拥塞控制等；传输层负责数据流的传输控制，帮助维护传感网应用所需要的数据流，提供可靠的、开销合理的数据传输服务；应用层协议主要负责时间同步、节点定位、动态管理、信息处理等，因此需要开发和使用不同的应用层软件。

### 3-8 WSN 网络管理技术有哪些？

答：WSN 网络管理技术包括：能量管理技术、拓扑管理及 QoS 服务支持技术、移动控制及远程管理技术、网络及安全管理技术等。有了这些管理平台，节点能够低能耗地协调工作，能够在移动的情况下传递数据，能够在节点之间共享资源。

### 3-9 什么叫定位技术？哪几种方法？

答：WSN 的定位技术是指 WSN 对自身传感器节点位置的确定（自定位）和对外部目标节点位置的计算。

自定位算法包括基于距离和与距离无关的定位算法、紧密耦合与松散耦合定位算法、递增式定位算法和并发式定位算法、绝对定位与相对定位算法、物理定位和符号定位算法等。

基于距离自定位算法中常用的3种计算未知节点位置的方法，即三边测量法、三角测量法和最大似然估计法。

### 3-10 什么叫时间同步？不确定因素有哪些？

答：时间同步，即使传感器网络各节点的时钟保持同步。时间同步的不确定性因素有 6 个：发送时间、访问时间、传输时间、传播时间、接收时间、接受时间。

### 3-11 时间同步机制有哪几种？

答：时间同步机制是指时间同步算法。主要有：基于发送者-接收者的双向同步算法，典型的如 TPSN 算法；基于发送者-接收者的单向时间同步算法，典型的如 DMTS 算法；基于接收者-接收者的同步算法，典型的如 RBS 算法。

### 3-12 WSN 的安全技术包括那些？

答：WSN 的安全技术主要是指密钥管理技术和防攻击技术。

### 3-13 WSN 的安全需求表现在哪些方面？

答：WSN 的安全需求表现在在通信和信息两个方面。

通信安全需求包括：传感器节点的抗篡改能力、抵御入侵能力和反击入侵能力；信息安全需求主要包括：数据机密性、数据鉴别、数据完整性和数据时效性。

### 3-14 WSN 的安全研究的重点是什么？

答：WSN 的安全研究的重点是密钥管理、安全路由、安全技术融合、入侵检测、安全强度与网络寿命的平衡。

#### 4-1 简述Wi-Fi的关键技术、特点及其应用。

答：Wi-Fi的关键技术：直接序列扩频（DSSS）和跳频扩频（FHSS）扩频调制技术、无线接入技术、IEEE802.11b和IEEE802.11a协议技术等。

Wi-Fi 的特点：具有无线电波覆盖范围广、传输速度快、稳定性和可靠性高、无需布线、健康安全等突出优势，不足之处在于覆盖面积有限（一般为 100m 左右）和移动性不佳，只有在静止或者步行的情况下使用才能保证其通信质量。

Wi-Fi 的应用：由于 Wi-Fi 的工作频段是全球免费 ISM 频段，用户可以在 Wi-Fi 覆盖区域内快速浏览网页，随时随地接听和拨打电话；有了 Wi-Fi 功能，拨打国内外长途电话、浏览网页、收发电子邮件、下载音乐、传递数码照片等，无需担心速度慢和花费高的问题；Wi-Fi 在掌上设备上的应用越来越广泛，智能手机就是一个很典型的例子；现在 Wi-Fi 的应用范围在国内越来越广泛了，高级宾馆、豪华住宅区、飞机场以及咖啡厅等区域都有 Wi-Fi 接口，使用极其方便。

#### 4-2 简述ZigBee的关键技术、特点及其应用。

答：ZigBee的关键技术包括：DSSS直接序列扩频、FHSS跳频扩频和OFDMA正交频分复用多址扩频技术， MU-MIMO、自组织通信技术和组网技术；QAM正交振幅调制技术，解决道路拥挤的BSS Coloring技术，TWT目标唤醒技术等。

ZigBee的技术特点：优点是无线电波的覆盖范围广，的覆盖半径可达100m；传输速度快，可以达到11Mbit/s（802.11b）或者54Mbit/s（802.11a），适合高速数据传输的业务；稳定性和可靠性高；无需布线；辐射小，健康安全。不足之处在于覆盖面积有限（一般为100m左右）和移动性不佳，只有在静止或者步行的情况下使用才能保证其通信质量。

ZigBee 的应用：由于 Wi-Fi 的工作频段是全球免费 ISM 频段，因此 WLAN 无线设备提供了一个世界范围内可以使用的，费用极其低廉且数据带宽极高的无线空中接口。用户可以在 Wi-Fi 覆盖区域内快速浏览网页，随时随地接听和拨打语音和视频电话，拨打国内外长途电话、浏览网页、收发电子邮件、下载音乐、传递数码照片等，无需担心速度慢和花费高的问题。

Wi-Fi 在掌上设备上的应用越来越广泛，智能手机就是一个很典型的例子。现在 Wi-Fi 的应用范围在国内越来越广泛了，高级宾馆、豪华住宅区、飞机场以及咖啡厅等区域都有 Wi-Fi 接口，使用极其方便。

#### 4-3 简述蓝牙的关键技术、特点及其应用。

答：蓝牙的关键技术：高速跳频FH和时分多址TDMA技术，快跳频和短分组技术，时分方式全双工通信技术，前向纠错FEC编码技术，连续可变斜率调制CVSD编码技术以及四层可兼容协议技术等

蓝牙技术的特点：全球范围适用、可同时传输语音和数据、具有较强的抗干扰能力、组网灵活性强、射频电路较为简单、设备性能高、功耗和成本低。

蓝牙技术的应用：目前，已经出现了多种蓝牙设备，如蓝牙手机、蓝牙PC、蓝牙相机等。另外，工业自动化系统中，蓝牙测控也随处可见。由于蓝牙技术的诸多优势，在家庭娱乐和办公室自动化、智能家居、电子商务、工业自动化、楼宇自动化等领域也有广阔的应用。

#### 4-4 简述NFC的关键技术、特点及其应用。

答：NFC 的关键技术：信号调制技术，信源编码技术，防冲突机制技术和传输协议技术等。

NFC 的技术特点：传输距离近、能耗低，更具安全性，与非接触智能卡技术兼容，传输速率较低。

NFC 的技术应用：NFC 技术普遍用于付款和购票、电子票证、智能媒体、交换和传输数据等。

#### 4-5 简述UWB的关键技术、特点及其应用。

答：UWB 的关键技术：UWB 脉冲信号的产生技术，信息调制技术，多址方式通信技术，具有 UWB 特性的天线技术，具有零差结构的收发信技术等。

UWB 的技术特点：抗干扰性能强，传输速率高，带宽极宽，耗电少，保密性好，发送功率非常小，成本低，适合于便携型使用等。

UWB 的技术应用：在高速 WPAN 中的应用，如办公室、家庭以及个人空间内的消费电子产品、个



人电脑及其外围设备之间互连等；在低速 WPAN 中的应用，如信息服务、移动支付、远程监控、以及某些点对点（P2P）技术应用等。

#### 4-6 简述3G的关键技术、特点及其发展前景。

答：3G 的关键技术：卫星网络与地面移动通信网络相结合，无线通信与国际互联网等多媒体通信相结合。

3G的技术特点：实现全球无线漫游，处理图像、音乐、视频流等多种媒体业务，网页浏览、电话会议、电子商务等多种信息服务。

#### 4-7 简述4G的关键技术、特点及其发展前景。

答：4G 的关键技术：正交频分复用技术，智能天线技术，多进/多出技术，软件无线电技术，多用户检测技术，全 IP 网络接入技术等。

4G 的技术特点：通信速度快频带宽，融合性和兼容性更平滑，智能性能更高，引入方便成本低廉等。

#### 4-8 简述5G的关键技术、特点及其发展前景。

答：5G的关键技术：毫米波技术、大规模天线阵列技术、新型调制编码技术、多载波聚合技术、网络切片技术、设备到设备直接通信技术、超密集异构网络技术和新型网络架构技术等。

5G的技术特点：用户速率高、流量密度和连接数密度大、端-端延迟小、移动性好，用户峰值速率高等。

5G 技术发展前景：表现在三个方面，即大规模物联网，例如远程农业灌溉和物流跟踪管理等应用；任务关键控制，如无人驾驶、智能工厂、智能电网等；增强的移动宽带，如超高清视频、全息技术、增强现实/虚拟现实等应用。

#### 4-9 简述三网融合的含义、关键技术、特点及其发展前景。

答：三网融合的含义：所谓“三网融合”，是指电信网、有线电视网和计算机通信网的相互渗透，互相兼容、并逐步整合成为全世界统一的信息通信网络。具体是指是指电信网、广播电视网、互联网在向宽带通信网、数字电视网、下一代互联网演进过程中，三大网络通过技术改造，其技术功能趋于一致，业务范围趋于相同，网络互联互通、资源共享，能为用户提供语音、数据和广播电视等多种服务。

三网融合的关键技术：数字技术、宽带技术、软件技术和 IP 技术等。

三网融合的技术特点：“三网融合”主要表现为技术上趋向一致，网络层上实现互联互通，业务层上互相渗透和交叉，IP 交换平台成为统一的应用平台或智能终端。因此，这种网络体系具有以下几种特征：

- ① 网络在物理层上是互通的，也就是说，网络之间互相透明。
- ② 用户只需一个物理网络连接，就可以享用其它网络的资源或者与其它网络上的用户通信。
- ③ 在应用层上，网络之间业务是相互渗透和交叉的，但又可以相互独立，互不妨碍，并且在各自的网络上可以像以往那样独立发展自己的新业务。
- ④ 网络之间协议兼容，可以进行转换。

三网融合的发展前景：三网融合是网络发展的必然趋势。随着新技术的不断突破和新业务模式的相继涌现，三网融合的新一代高可信网络将成为唯一信息基础设施，统一为用户提供高质量的语音、视频、数据等各种信息服务。基于当前发展现状，未来“互联网+广电网+电信网+电网”将一定会形成当今社会发展迫切需要的“四网融合”，在打造互联网“智慧生活”同时，也构筑能源与互联网发展新格局。四网有效融合能够一次性同步完成架设、运行、维护、管理等工作，降低人力物力的消耗，同时四网的真正融合也将极大程度上减少因网络明线的互相缠绕带来的视觉污染。

#### 4-10 简述移动互联网的特点及其发展前景。

答：移动互联网的特点：移动互联网相比于固定互联网最大特点是移动性和充分个性化。移动用户可随时随地方便接入无线网络，实现无处不在的通信能力；通过移动性管理，可获得相关用户的精确定位和移动性信息。个性化表现为终端、网络和内容/应用的个性化。

移动互联网的发展前景：国外移动互联网的发展，分化为运营商（系统门户侧）和终端厂商（终端门户侧）两方面的竞争发展。中国移动互联网应用的发展趋势主要表现在手机游戏、位置服务、移动搜索引擎、移动社区发展等四个方面。

#### 4-11 简述NB-IoT的特点、关键技术及其发展前景。

答：NB-IoT的特点：NB-IoT的技术特点可以概括为超强覆盖、超大容量、超低功耗和超低成本四个方面。

NB-IoT 的关键技术：最底层的传感器及采集技术、RFID 识别和标签技术，中间传输中层的频分多址和正交频分多址窄带蜂窝组网及通信技术，应用层的嵌入式系统技术，以及 3GPP 标准协议技术等。

NB-IoT的发展前景：NB-IoT在其覆盖、功耗、成本和连接数等方面具有的强大优势，使得它作为物联网中一种经济、实用的接入技术，可以广泛应用于公共事业、医疗健康、智慧城市、消费者、农业环境、物流仓储、智能楼宇、制造行业等多个行业中。

#### 4-12 简述NGI和NGN的特点、关键技术及其发展前景。

答：NGI和NGN的特点：NGI是第一代互联网协议和性能的改善和推进，是一种新的计算机网络，具有更大、更快、更安全、更及时、更方便等特点；NGN则主要包含软交换和移动技术，是电信网的发展方向，具有多业务、宽带化、分组化、开放性、移动性、泛在性、兼容性、安全性、可管理性等特点。

NGI和NGN的关键技术：NGI的关键技术是IPv6协议技术和128位编码技术，使得互联网IP地址数量可以无限增加。NGN有九大支撑技术，即IPv6、光纤高速传输、光交换与智能光网、宽带接入、城域光网、软交换、4G和5G移动通信系统、IP终端、网络安全等。

NGI和NGN的发展前景：NGI是NGN关键基础之一。NGN是一种以新的分组交换传送及IP协议为基础、融语音、视像、数据于一体的全新网络。NGN将真正实现网络设施不受时间、空间和带宽的限制，充分实现网络个性化与个体化，使基于网络的虚拟世界与现实世界完美地融合；充分体现其满足社会与个人愈来愈高的综合性全球通信要求。即多业务、高质量、宽带化、分组化、智能化、移动性、安全性、开放性、分布性、兼容性、可管理性与可赢利性等一系列全业务、综合运作的基本特征，应用前景巨大。

5-1 什么是自动控制？简述自动控制系统的组成和工作过程。

答：所谓自动控制（Automatic Control, AC）就是在没有人直接操作的情况下，通过控制装置操纵受控对象（一台仪器、一套装置或一个生产过程），使之自动地按照给定的规律运行，使被控变量能按照给定的规律变化。

自动控制系统的组成：一个完整自动控制系统由给定环节、比较环节、放大环节、执行机构、检测环节、校正环节和受控对象七个环节组成。

自动控制系统的工作过程：检测环节检测到被控量的实际值，通过比较环节与给定信号进行比较，得出偏差信号，经过放大环节放大，去控制执行机构，驱动受控对象动作，使被控量和给定信号趋于一致。

5-2 什么是人工智能？其研究领域有哪些？

答：人工智能 AI 是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人类智能行为（如学习、推理、思考、规划等）的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。具体包括用机器实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机、使计算机能实现更高层次的应用等。

研究领域主要包括：**专家系统、机器学习、模式识别、自然语言理解、智能决策与支持系统、人工神经网络**等方面。

5-3 什么是智能控制？有哪些表现形式？

答：智能控制 IC 是指在无人干预的情况下能自主地驱动智能机器实现控制目标的自动控制技术，是应用人工智能的理论与技术和运筹学的优化方法，并将其同自动控制理论与技术相结合，在未知环境下，仿效人的智能，实现对系统的控制。因此，智能控制代表着自动控制学科发展的最新进程。

智能控制表现形式：智能控制表现为人工智能、运筹学和自动控制论三者的结合。

5-4 什么叫嵌入式系统？有哪些基本特点？

答：嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，软、硬件可裁剪，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统通常嵌入在更大的物理设备中而不被人们所察觉，如手机、平板电脑、甚至空调、微波炉、冰箱中的控制部件都属于嵌入式系统。

嵌入式系统的基本特点：采用微处理器和独立的操作系统，实现相对单一的功能，不需要大量的外围器件，因而体积小、功耗少；软、硬件高度结合并可裁剪；可以配备标准的一种或多种网络通信接口；和具体应用有机地结合，具有较长的生命周期。

5-5 嵌入式系统由那几部分组成？各部分有什么作用？

答：一个嵌入式系统一般可以看作由硬件层（硬件设备）、引导层（引导程序）、内核层（操作系统）、IU 层（用户界面）和应用层（应用程序）等 5 层结构组成。

各部分的作用：最底层硬件设备是嵌入式系统的基石，为系统提供可触摸的“实体”；引导层是使系统启动和运转的第一步，是系统从硬件走向软件的开始，是建立静止的硬件与动态运行的操作系统之间关系的桥梁；内核层是操作系统的内核部分，是嵌入式系统的软件基础与核心，负责嵌入式系统全部软、硬件资源的分配、任务调度、控制和协调工作，在嵌入式系统中起着举足轻重的作用；UI 用户界面层是计算机和用户之间的对话接口，为用户提供界面友好、所见所得的桌面操作环境；应用层是嵌入式系统与对象最接近的层次，用户的所有“特定”用途最终就是要依靠应用程序来实现的。

5-6 什么叫微机电系统？由哪几部分组成？

答：微机电系统：微机电系统（MEMS），也称为**微机械系统**或者微系统，是指可批量制作的，集微型机构、微型传感器、微型执行器以及信号处理和电路、接口、通信和电源等于一体的微型器件或系统。

微机电系统的组成：主要由微传感器、微处理器、微执行器和通信接口 4 部分组成。

5-7 微机电系统有哪些显著特点和技术形式？

答：显著特点：表现在微型化，机械电器性能优良（以硅为主要材料），能耗低、工作效率高，

可批量生产，方便扩展，集成化，学科上可实现综合交叉等。

技术形式：有 4 类

（1）传感 MEMS 技术。是指用微电子技术和微机械工艺加工出来的、用敏感元件（如电容、压电、压阻、热电偶、谐振、隧道电流等）来感受和转换信号的器件和系统。

（2）生物 MEMS 技术。是用 MEMS 技术制造的化学/生物微型分析和检测芯片或仪器。

（3）光学 MEMS 技术。是综合微电子、微机械、光电子等基础技术，开发的新型光器件，即微光机电系统（MOEMS）。

（4）射频 MEMS 技术。分为固定的和可动的两类。固定的 MEMS 器件包括本体微机械加工传输线、滤波器和耦合器，可动的 MEMS 器件包括开关、调谐器和可变电容。

5-8 智能制造的基本概念是什么？它的发展历程是怎样的？

答：智能制造 IM：是指一种由智能机器人和人类专家共同组成的人机一体化智能系统，是基于新一代信息通信技术与先进制造技术的深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能新型制造过程、系统与模式的总称。

发展历程：北美智能制造、欧洲智能制造发展（3D 打印、工业 4.0）、日本智能制造（机器人）、中国智能制造（制造 2025、互联网+制造）等。

5-9 智能制造部署重点有哪些？

答：我国智能制造根据实际情况，与时俱进，企业的战略部署优先级依次为：数字化工厂、设备及用户价值深挖、工业物联网、重构生态及商业模式、人工智能等。

5-10 智能制造的具体应用有哪些？

答：智能制造的具体应用包括：开发智能产品、应用智能装备、建立智能生产线、构建智能车间、打造智能工厂、践行智能研发、形成智能物流和供应链体系、开展智能管理、推进智能服务并最终实现智能决策等一条龙的智能化生产与服务。

### 6-1 什么是云计算？其核心思想是什么？服务形式有哪些？

答：云计算：是一种动态的、易扩展的、且通常是通过互联网提供虚拟化的资源计算方式。

核心思想：是将大量用网络连接起来的计算资源统一管理和调度，构成一个“像云一样”的计算资源池（称为数据中心）向用户按需服务，提供资源的网络称为“云”。

服务形式：基础设施即服务(IaaS)、软件即服务(SaaS)、平台即服务(PaaS)、硬件即服务(HaaS)。

### 6-2 云计算的先行者有哪些公司？简述Google、Amazon、IBM“三朵云”的异同点。

答：云计算的先行者：Google、Amazon、IBM、Microsoft等。

Google、Amazon、IBM“三朵云”的异同点：Google、Amazon、IBM 都是云计算的一种。不同点在于 Google 是最大的云计算技术使用者，是一种私有环境，只开放有限的应用程序接口，并没有将云计算的内部基础设施共享给外部的用户使用；Amazon 是互联网最大的在线零售商，其弹性计算云则是托管式的云计算平台，用户可以通过远端的操作界面直接操作使用，看不到实际的物理节点；IBM 可以为用户带来即买即用的云计算平台，被称为蓝色巨人，是可供销售的软、硬件集合，用户基于这些软、硬件产品可以构建自己的云计算应用。

### 6-3 简述BAT（百度、阿里、腾讯）“三朵国内云”的特点及应用。

答：百度云是百度推出的一项云存储服务，已覆盖主流 PC 和手机操作系统，用户可以轻松将自己的文件上传到网盘上，并可跨终端随时随地查看和分享。已上线的产品包括：网盘、个人主页、群组功能、通讯录、相册、人脸识别、文章、记事本、短信、手机找回等。

阿里云是国内较为领先的云计算，主要服务于制造、金融、政务、交通、医疗、电信、能源等多个行业，是众多领域和明星互联网公司的领军企业。

腾讯云是腾讯公司倾力打造的云计算品牌，以卓越科技能力助力各行各业数字化转型，为全球客户提供领先的云计算、大数据、人工智能服务，以及定制化行业解决方案。典型产品如 QQ 互联、QQ 空间、微信、微云、微社区等。

### 6-4 简述云计算的基本类型及特点。

答：云计算有 3 种基本类型，即公有云、私有云和混合云。

公有云是指企业通过自己的基础设施直接向大众或者大行业提供的云服务，外部用户通过互联网访问服务，并不拥有云计算资源。目前，典型的公有云有微软的Windows Azure Platform、亚马逊的AWS、Salesforce.com，以及国内的阿里巴巴、用友和伟库网等。

私有云是指企业自己使用的云，是将云基础设施与软硬件资源创建在防火墙内，以供企业内各部门共享的数据资源。它所有的服务都不对外供别人使用，而是供自己内部人员或分支机构使用。

混合云是企业提供给自己和客户共同使用的云，它所提供的服务既可以供别人使用，也可以供自己使用。

### 6-5 什么是云网络？和传统的计算机网络有什么区别？

答：云网络是一种能够实现数据资源多对多转换和充分共享的计算机网络。

云网络把传统的计算机网络的主机变成云服务提供商的服务器集群，外加上必要的中间软件，显示器和主机的连接线路变成了无限通信网络。详见图5-4所示。

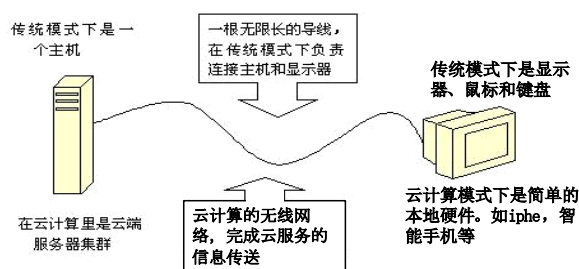


图 5-4 传统计算机网络和云网络的模式对比

6-6 简述云计算的体系结构及特点。

答：云计算的体系结构包括组织体系、服务体系和技术体系。组织体系即云计算平台，描述云计算的基础架构；服务体系描述云计算对应提供的功能或服务类型；技术体系描述云计算平台的软硬件构成。

6-7 什么是云安全？云计算在使用中应注意的安全问题？

答：云安全是指通过网状的大量客户端对云网络中软件异常行为进行监测，获取互联网中木马、恶意程序等“病毒”的最新信息，推送到服务器端进行自动分析和处理，再把病毒和木马的解决方案分发到每一个客户端，以消除其攻击和影响。

云计算在使用中应注意的安全问题：包括虚拟化安全问题、数据集中后的安全问题、云平台可用性问题、云平台遭受攻击的问题、法律风险问题。

6-8 什么是边缘计算？其意义是什么？

答：边缘计算就是在网络边缘节点侧（智能设备或数据源头），提供网络计算、存储、分析和应用等能力，达到更快的网络服务响应和更安全的本地数据传输。

边缘计算的意义体现在：减少网络等待时间、充分利用空闲资源、节省云端能源消耗、减轻网络流量压力、实现末端智能计算。

6-9 什么是大数据？有哪些基本特征？

答：大数据是指无法在一定时间范围内，用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合，是需要通过新处理模式才能使之具有更强的支持决策力、洞察发现力和流程优化力的海量、高增长率和多样化的信息资产。

大数据基本特征：即“多V”特征。主要包括：数据量大(Volume)、速度快(Velocity)、多样化(Variety)、准确性(Veracity)、可变性(Variability)、波动性(Volatility)、可视化(Visualization)、价值高(Value)等。

6-10 大数据的技术体系包括哪些具体内容？分别有哪些作用？

答：大数据的技术体系包括：大数据采集技术、预处理技术、存储及管理技术、分析及挖掘技术、可视化技术等。

大数据采集的作用：分为智能感知与基础支撑两个层面。智能感知层主要实现对各类海量数据的智能化识别、定位、跟踪、接入、传输、信号转换、监控、初步处理和管理等技术服务。基础支撑层负责提供大数据服务平台所需的虚拟服务器、各类大数据的数据库及物联网网络资源等基础支撑环境。

预处理技术的作用：主要完成对已接收数据的辨析、抽取、过滤等。

存储及管理技术的作用：是对各类复杂大数据进行存储、处理与管理，主要解决大数据的可存储、可表示、可处理、可靠性及有效传输等几个关键问题。

分析及挖掘技术的作用：从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的实际应用数据中，提取隐含在其中的、人们事先不知道的、但又是潜在有用的信息和知识。

可视化技术的作用：通过图像可视化手段，直观清晰有效地地传达大数据特征，达到信息沟通，实现对于相当稀疏而又复杂的数据集的深入洞察。

6-11 简述云计算、边缘计算与大数据的关系。

答：云计算、边缘计算和大数据都是物联网大系统对不同海量数据存储、处理、服务的具体理论、方法和技术。云计算是用来解决海量数据如何存储、如何检索、如何使用、如何不被滥用等关键问题的一种新的信息处理技术，是物联网发展的基石；边缘计算是指把计算和数据处理放在网络的边缘端进行，是对云计算模式的优化，是对云计算服务的有效补充；大数据是一种海量数据服务业务，具体来说，就是建立在对互联网、物联网、云计算、边缘计算等泛在渠道、大量数据资源收集基础上的数据存储、价值提炼、智能处理和业务分发等信息服务。云计算、边缘计算、大数据都是物联网对于海量数据处理和服务的核心技术。

### 7-1 简述物联网应用系统的设计原则。

答：物联网应用系统的构建应遵循以下原则：

- (1) 可靠性，要求物联网应用平台系统能够长时间稳定运行。
- (2) 实用性，构建一个物联网应用平台，应紧密结合实际需求。
- (3) 安全性，安全问题除了需要解决物联网机器/感知节点的本地安全、传输网络和承载网络的信息安全等外，物联网应用平台的业务安全也必须考虑。

### 7-2 简述物联网应用系统的设计步骤。

答：一个完整的物联网应用系统设计，基本包括：用户需求分析、初步方案设计、详细系统设计、应用平台设计等几个步骤。具体见图 5-5 所示。

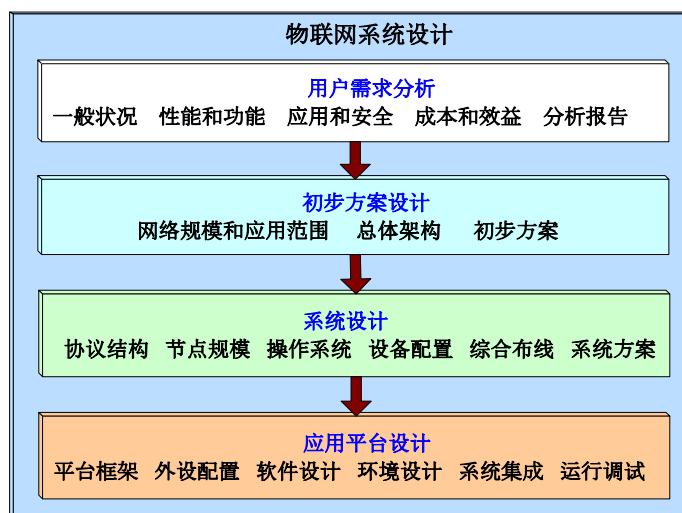


图 5-5 物联网系统设计的内容和步骤

### 7-3 简述 M2M 平台的功能要求。

答：M2M 平台具体功能要求：提供统一的终端接入平台、提供统一的应用基础运行平台、提供统一的安全认证、提供统一的数据交换平台、提供统一门户支撑平台、提供多种业务构件。

### 7-4 简述 M2M 平台的性能要求。

答：M2M 平台的性能要求包括三方面：

#### (1) 处理能力要求：

- 支持 300 用户并发 M2M 应用业务请求；
- 满足 10 万个以上终端的监控管理需求；
- 支持 300 个以上用户在线进行并网操作，且系统内响应时间不超过 2s；
- CPU 忙时利用率平均不超过 60%。

#### (2) 稳定性和可靠性要求

- 要求平台具有较高的可靠性和稳定性；
- 各服务器应保证数据实时的一致性、可用性；
- 系统故障恢复时间不超过 30min；
- 系统应满足 7×24h 不间断工作
- 存储设备应具有极高的可靠性，有良好的备份和恢复策略；
- 应对系统的配置数据、操作日志进行备份，并永久保存；
- 在系统失效的情况下，应能够从数据记录中恢复最近的数据。

#### (3) 软件要求

- 整体要求；
- 平台软件要求。



7-5 简述 M2M 平台的体系架构及特点。

答：M2M 平台系统的体系架构分为终端层、通信层、业务和数据处理层、用户层等四层结构。见图 5-6 所示。

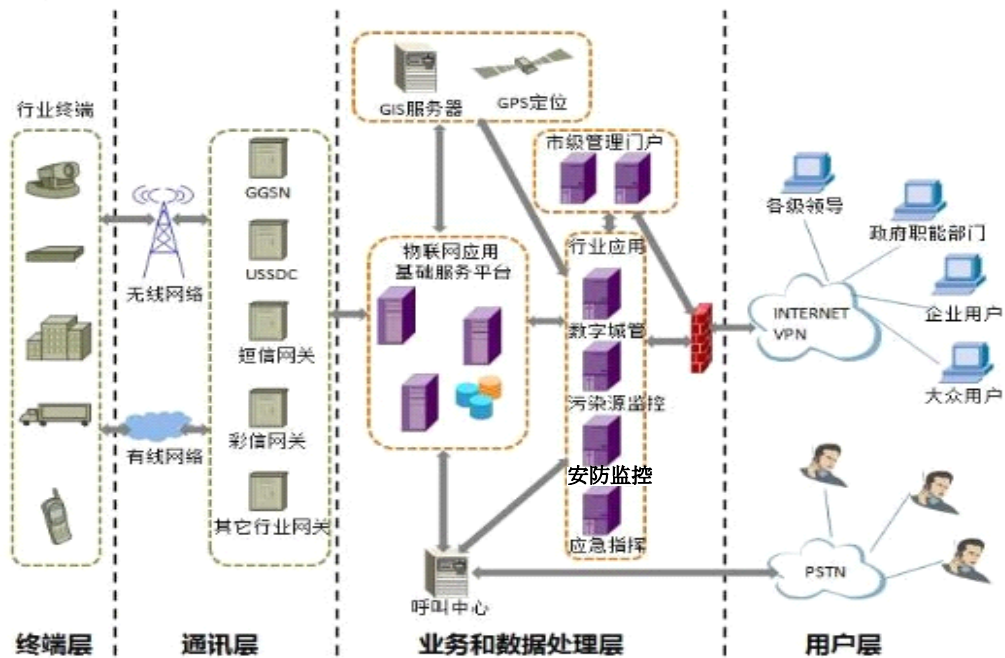


图 5-6 智慧城市 M2M 平台体系架构

终端层: 位于平台体系的最底层, 涵盖了各行业所能涉及的所有终端设备, 终端设备通过各种有线、无线网络与基础服务平台通信, 上报终端数据并执行平台下发的命令。

通信层: 是各种数据的传输网络, 其主要功能是提供数据的透明传输, 是终端层与基础平台层沟通的桥梁。

业务和数据处理层: 是各种应用业务和数据的处理中心。

用户层: 盖了物联网统一管理门户及各行业应用的所有用户。

7-6 简述 M2M 平台的技术架构及功能。

答：M2M 平台的技术架构包括：终端感知层、中间平台层、顶端应用层等, 其结构及功能如图 5-7 所示。



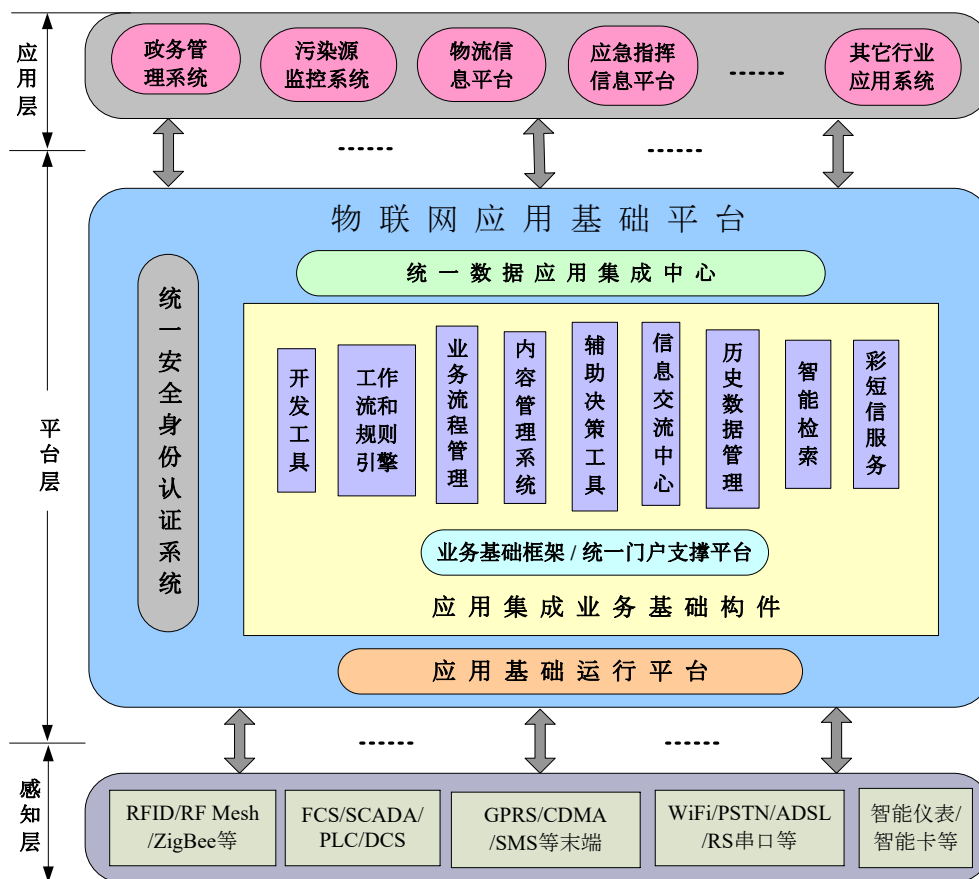


图 5-7 M2M 平台技术架构图

终端感知层：是各类数据的感知和终端传输网络，主要完成所有行业各类数据的采集、处理和上下传输任务。

中间平台层：即物联网应用基础平台，是 M2M 应用平台的核心，采用模块化设计，完成所有应用功能。主要包括应用基础运行平台、统一安全身份认证系统、统一数据应用集成中心、应用集成业务基础构件等功能组件。

顶层应用层：是面向对象的系统功能模块，根据各种不同的业务划分和使用群体，形成模块化的体系结构，便于业务的管理和功能的扩充。

### 8-1 什么是智能电网、智慧交通、智慧医疗和智能家居？

答：智能电网：是电网的智能化，也被称为“电网 2.0”，即第二代电网。它是建立在集成、高速、双向通信网络的基础上，通过先进的传感和测量技术、先进的设备技术以及先进的控制方法和先进的决策支持技术所获得的实际应用，实现电网的可靠、安全、经济、高效、自愈、兼容和环境友好等目标，用以满足 21 世纪用户需求的电能质量、容许各种不同发电形式的接入、启动电力市场以及资产的优化高效营运的一种新型电力网络。

智慧交通：是将物联网先进的信息通信技术、传感技术、控制技术以及计算机技术等有效地集成运用于整个交通运输管理体系，而建立起的一种在大范围内、全方位发挥作用，实时、准确、高效的综合运输和管理的交通系统。其突出特点是以信息的收集、处理、发布、交换、分析、利用为主线，为交通参与者提供多样性的服务。

智慧医疗：是利用先进的物联网技术，通过打造健康档案区域医疗信息平台，实现患者与医务人员、医疗机构、医疗设备之间的互动，达到医疗系统的信息化和智能化。目前的表现形式有医疗信息共享平台、电子健康档案/电子病历、移动医疗设备、个人医疗信息门户、远程医疗服务和虚拟医疗团队等

智能家居：是以住宅为核心，以物联网技术为支撑，通过智能网络监控设备，构建高效的住宅设施与家庭日程事务管理系统，提升家居安全性、便利性、舒适性、艺术性，并实现节能环保的居住环境。

### 8-2 什么是智能物流、智能环保和智能安防？分别有哪些功能？

答：智能物流：利用集成智能化技术，使物流系统能模仿人的智能，具有思维、感知、学习、推理、判断和自行解决物流中某些问题的能力。具体是指货物从供应者向需求者的智能转移过程，包括智能运输、智能仓储、智能包装、智能装卸以及智能信息获取、加工和处理等多项基本的智能活动。功能有：为供方提供最大化的利润，为需方提供最佳的服务，同时消耗最少的自然资源和社会资源，最大限度的保护生态环境，形成完备的智能社会物流管理体系。

智能环保：是指基于物联网技术，利用无线传感网和无线通信网，建设的一个覆盖全区的环境信息自动采集和监测网络，实现对重点排污源、重点水流域、重点城市环境空气质量等的自动监测、数据实时传输和异常报警的智能化环境管理系统平台。通过该平台，可实时向各级政府、部门发布环境质量监测资料或环境质量状况，向公众发布环境质量概况信息。

智能安防：在物联网的框架下，采用 RFID、GPS、音视频监控、红外、火焰及烟感检测、玻璃破碎检测、水浸检测等智能感知技术，可以实现在采集网络的全区域内对所有目标对象进行全程监控。功能是智能安防使得安防系统更加智能化，真正做到主动感知、全方位防控，大大弥补了传统单一视频安防监控存在的图像模糊、传输困难、覆盖范围小等不足，为逐步实现“更透切的感知，更全面的互联互通，更深入的智能化”的智慧城市宏伟目标奠定基础。

### 8-3 试举出身边实例说明物联网的应用。

答：（略）