

普通高中教科书

信息  
技术

# 智能生活 与 物联网

选修一



INTELLIGENCE AND CONNECTIVITY

感知物理世界

连接数字未来

开启智能生活新视界，探索物联网无限可能！



第二教育出版社

总主编： 谢锦文 黄劲超 肖冠华 朱寰宇 张蕊 王路华

编写人员： 谢锦文 黄劲超 肖冠华 朱寰宇 张蕊 王路华

责任编辑： 第二教育出版社

美术编辑： 第二教育出版社

普通高中教科书 信息技术 选择性必修 智能生活与物联网  
第二教育出版社信息技术课程教材研究开发中心 编著

---

出版： 第二教育出版社

地址： 湖北省武汉市洪山区雄楚大道 382 号华中师范大学南湖校区 邮编： 100081

网 址： <https://beloved404.github.io/website/>

---

版权所有 • 未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分 • 违者必究  
如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台： [jcyjfk.pep.com.cn](http://jcyjfk.pep.com.cn)

# 目录

<b>第一章 感知物理世界 .....</b>	<b>1</b>
前言 .....	1
1.1 传感器技术原理 .....	2
1.1.1 物联网与智慧生活 .....	2
1.1.2 传感器分类及工作原理 .....	4
1.1.3 传感器内部构造及信号转换过程 .....	8
1.2 数据采集与处理 .....	11
1.2.1 数据采集 .....	11
1.2.2 数据传输与存储 .....	12
1.2.3 数据预处理与分析 .....	14
1.2.4 实验探究：数据初步处理与可视化 .....	15
1.3 项目实践：校园环境监测站搭建 .....	18
<b>第二章 物联网系统架构 .....</b>	<b>24</b>
2.1 通信协议与网络拓扑 .....	25
2.1.1 通信协议：设备通信的规则体系 .....	25
2.1.2 网络拓扑：物联网的“连接地图” .....	27
2.2 边缘计算与云平台的协同演进 .....	31
2.2.1 边缘计算的核心价值 .....	31
2.2.2 云边端三级架构对比 .....	31
2.2.3 关键技术融合路径 .....	32
2.2.4 未来演进趋势 .....	34

## 第三章 伦理与社会影响 ..... 41

### 3.1 数据隐私与安全 ..... 42

#### 3.1.1 什么是数据隐私与安全 ..... 42

#### 3.1.2 法律与道德 ..... 44

#### 3.1.3 保护数据的核心技术 ..... 46

#### 3.1.4 实际保护方法 ..... 47

### 3.2 技术应用的可持续发展 ..... 50

#### 3.2.1 物联网技术与可持续发展 ..... 50

#### 3.2.2 技术带来的利与弊 ..... 51

#### 3.2.3 公平与包容：让技术造福所有人 ..... 53

#### 3.2.4 面向未来的责任：持续发展与伦理共进 ..... 55

### 3.3 辩论活动：智能手表的利与弊 ..... 58

# 第一章 感知物理世界

## 前言

当今世界，智能技术正以惊人的速度改变我们的生活。从智能手机到智能家居，再到智慧城市，各种新型科技正不断渗透到我们日常生活的每个角落。这些技术的核心在于如何准确、实时地感知和反馈周围环境的信息。传感器作为物联网的“感官”，不仅让我们的设备“看见”、“听见”这个世界，更为未来智慧生活奠定了基础。

在日常生活中，我们随时都在享受智能设备带来的便捷体验：手机中的加速度计可以判断我们是否在走路，智能手环能够监测心率和步数，智能家居系统更是通过各种传感器为我们调控室内温度和光照。这些看似普通的应用，其背后都蕴藏着深刻的物理原理和技术逻辑。

通过学习这些基础知识，我们不仅能更好地理解这些高科技产品如何工作，更能培养动手实践和解决问题的能力。面对如此快速发展的科技，我们每个人都有机会成为探究者和实践者。你是否曾好奇，为什么温湿度传感器能够准确地捕捉到环境的微小变化？又或者，如何将这些零散的数据变成能够反映真实环境状态的图表和信息？

本章将引导你一步步揭开这些问题的答案，从传感器的基本原理出发，到数据采集和处理，再到实践项目的搭建，带你全面了解感知物理世界的过程。通过本章的学习，你将体验到从理论到实践的全过程，了解传感器如何把物理世界中的细微变化转化为数字信号，并通过简单的实验和项目实践，培养团队协作和创新思维。希望你能在探索与实践中，发现科技的魅力，激发对智慧生活与物联网技术更深层次的兴趣。



## 1.1 传感器技术原理

### 学习目标

- 理解传感器的定义、作用及分类。
- 掌握常见传感器的工作原理（结合物理知识）。
- 联系生活实例，感受传感器对智能生活的影响。

### 体验探索

为什么手机屏幕能自动调节亮度？当你从室内走到阳光下时，手机屏幕会突然变亮——这是因为光传感器在发挥作用。它像人眼的瞳孔一样，实时检测环境光照强度，通过调节屏幕背光亮度，既保证显示清晰，又节省电量。背后的物理原理是光敏材料的光电效应。

当前，网络不仅广泛用于即时通信、网络视频等信息技术相关产业，还在农业、工业等传统行业中频繁展现身影；网络不仅连接着计算机，还连接着智能手机、平板、汽车、网络电视等多种智能设备。

### 1.1.1 物联网与智慧生活

物联网指通过各种信息传感设备，实时采集需要监控、连接、互动的物体的信息，与互联网结合形成的一个巨大网络。其目的是实现物与物、物与人之间的连接，以便识别、管理和控制。

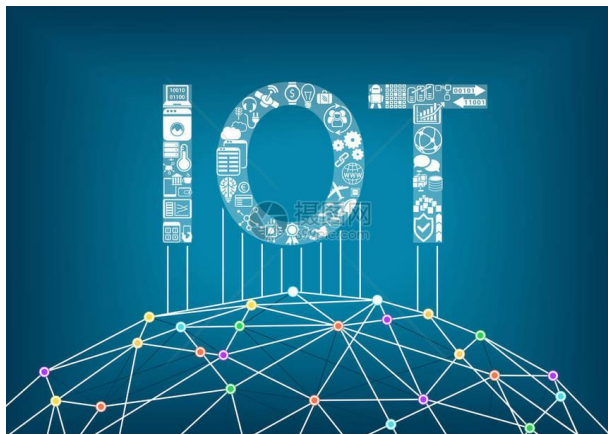


图 1.1.1.1 物联网

从硬件设备上，物联网主要有三个构成要素：终端设备、网关和服务器。

从工作逻辑上，则可以分为应用层、网络层和感知层。

智慧生活是利用物联网、人工智能等新技术，使生活方式、居住环境和社会服务更加智能化，提升生活便捷性和效率。比如，智能家居系统能自动调节室内温湿度、照明，实现能源高效利用；智慧医疗通过可穿戴设备实时监测健康数据，提供个性化医疗服务。

## 传感器的重要作用

传感器是一种能够将某一被测物理量（如速度、温度、声、光等）转换成便于传输和处理的另一物理量（通常为电量）的器件或装置。传感器是物联网感知物理世界的重要依托，物联网系统根据传感获知的情况来开启或停止相应的操作。传感器如同物联网设备的“眼睛”和“耳朵”，能感知温度、湿度、光照、压力等物理量，将其转化为电信号，为设备提供数据支持。



图 1.1.1.2 传感器

## 智能设备实例

在智能家居中：温度传感器安装在空调或暖气设备中，实时监测室内温度，当温度超出设定范围时，自动开启或关闭设备，保持室内舒适。光照传感器用于智能照明系统，根据环境光线强度自动调节灯光亮度，既节能环保，又提升居住舒适度。

在医疗保健方面：可穿戴设备中的传感器如心率传感器、血压传感器，实时监测用户的健康数据，并通过网络传输给医生或用户本人，实现远程健康监护。

### 1.1.2 传感器分类及工作原理

#### 传感器分类

##### 1. 温度传感器

- 热电偶：由两种不同材质的导体组成闭合回路，利用塞贝克效应（热电动势）测量温度。



图 1.1.2.1 热电偶

- 热敏电阻：电阻值随温度变化而变化，分为正温度系数（PTC）和负温度系数（NTC）。





图 1.1.2.2 热敏电阻

- 。电阻温度检测器（RTD）：通常用铂金、铜或镍制成，线性度好，精度高，但响应速度较慢。



图 1.1.2.3 电阻温度检测器

- 。IC 温度传感器：集成在芯片上，分为模拟输出和数字输出两种类型，体积小、功耗低。



图 1.1.2.4 IC 温度传感器

工作原理：基于物质的热力学性质，通过测量物体温度来确定其电学特性（如电阻、电压等）的变化。

## 2. 湿度传感器

- 电阻式：利用湿敏材料的电阻值随湿度变化而变化的特性进行测量。
- 电容式：由两个电极和感湿介质组成，电容值随湿度变化而变化。
- 热敏电阻式：基于湿空气与干空气热导率不同，测量湿空气对热敏电阻散热速度的影响。
- 露点式：使被测气体冷却至露点以下，观察水蒸气凝结现象来测量湿度。
- 光学式：利用光在湿敏材料中的传播特性随湿度变化而变化进行测量。
- 半导体式：利用某些半导体材料的电阻或电容值随湿度变化的特性进行测量。



图 1.1.2.5 湿度传感器

工作原理：以电容式湿度传感器为例，湿敏材料吸附水蒸气后，介电常数增大，导致电容值增加，通过测量电容变化来反映湿度。

### 3. 光照传感器

- 光敏电阻（LDR）：电阻值随光照强度变化而变化。
- 光敏二极管：PN 结受光照射后产生电流或电压变化。
- 光敏电池：基于光电效应，将光信号转换为电信号。
- 光敏电容：电容值随光照强度变化而变化。



图 1.1.2.6 光照传感器

工作原理：基于光电效应，光敏元件吸收光子能量后产生载流子，导致电阻、电压或电流变化，信号处理后输出与光照强度成正比的电信号。

#### 4. 压力传感器

- 表压传感器：测量相对压力，膜片一侧与大气连通。
- 绝压传感器：测量绝对压力，负腔与外界隔绝。
- 压差传感器：测量两压力之间的差值。

工作原理：以应变式压力传感器为例，通过测量弹性元件的应变来间接测量压力，应变元件的电阻值随机械变形而变化，导致电桥不平衡，输出与压力成正比的电压信号。

#### 5. 运动传感器

- 加速度计式：测量加速度变化，结合时间计算速度与位移。
- 陀螺仪式：测量角速度变化，适用于复杂运动。
- 磁力计式：测量磁场强度变化，用于方向检测。

工作原理：基于加速度计、陀螺仪和磁力计技术，检测加速度、角速度和磁场强度变化，通过信号处理计算人体运动数据。

### 1.1.3 传感器内部构造及信号转换过程

## 内部构造

- **敏感元件：**直接感知被测物理量（如温度、湿度、光照等）。
- **转换元件：**将敏感元件感知的物理量转换为电信号（如电阻、电容、电压等）。
- **信号处理电路：**对电信号进行放大、滤波、转换等处理，输出便于测量和处理的信号。

## 信号转换过程

模拟信号：连续变化的电压或电流信号，直接反映被测物理量的变化。

数字信号：离散的二进制数信号，通过模数转换器（ADC）将模拟信号转换为数字信号，便于计算机处理和传输。

## 模拟信号与数字信号的区别

特性	模拟信号	数字信号
连续性	连续变化	离散变化
表示方法	连续电压或电流	二进制数（0 或 1）
抗干扰能力	较弱，易受噪音干扰	较强，可通过校验和纠错码纠正错误
传输距离	较近，信号衰减明显	较远，信号衰减较小
应用领域	模拟通信、广播等	数字通信、计算机等

## 校园应用案例

在校园环境监控网络中，数据传输技术的应用既展现了技术赋能教育管理的潜力，也暴露了实际落地中的挑战。以武汉大学校园监控系统为例，该校通过光纤与双绞线构建了覆盖三校区的安防网络，实现了 24 小时实时视频回传与远程调阅。这种有线传输模式在校园主干网络中表现出显著优势：光纤的高带宽特性可支持 1080P 高清画面稳定传输（如杰迈摄像机仅需 4Mbps 即可清晰呈现动态细节），同时避免了无线信号易受教学楼墙体或树木遮挡的干扰问题。例如在图书



馆、实验室等需要高密度设备接入的区域，千兆光纤确保了数百个摄像头并发传输时的流畅性，而传统模拟线路可能因电磁干扰导致画面雪花或延迟。



图 1.1.3.1 校园环境监控网络

但数据传输的局限性同样值得关注。当校园监控网络向操场、绿化带等开阔区域扩展时，有线传输的布线成本与施工难度陡增——某中学在扩建露天运动场时，曾因地下管网复杂导致光纤铺设周期延长两周，而改用无线传输后，通过 5.8GHz 频段微波设备快速完成了覆盖，却面临雨雪天气信号衰减的困扰。这种矛盾在老旧校区改造中尤为突出：某市重点中学在新教学楼时，发现上世纪 90 年代预埋的管道已无法容纳新型 PoE 供电网线，最终采用光纤+PON 技术才实现既有线路的兼容升级。此外，数据传输的安全隐患也不容忽视。2021 年某高校曾发生监控数据泄露事件，黑客利用未加密的无线传输链路截取了校园卡机定位信息，暴露出无线网络在开放性环境中认证机制薄弱的风险。

## 1.2 数据采集与处理

### 学习目标

- 理解数据采集的基本方法及数据传输与存储的技术原理。
- 掌握数据预处理与数据分析的流程，能够通过工具完成数据整理并生成分析报告。

### 1.2.1 数据采集

数据采集，即根据需求采用适当的方法和工具获取所需要的数据。作为现代信息获取与处理的核心环节，涵盖了从各种物理或数字环境中获取并集中管理数据的过程。这一过程涉及多种设备和技术手段，包括但不限于传感器、仪器仪表、计算机硬件及软件等。数据采集的范畴极其广泛，其目标可以是环境监测站对大气、水质、土壤等多元环境的实时监控，也可以是智能医疗设备对人体生理指标的精确测量，或是工业自动化生产线上的生产数据追踪分析。

数据采集的过程中，有几个关键的基本参数对数据的完整性和质量起到决定性作用。采样率是指单位时间内从被测对象获取的数据点数，通常以每秒采样的次数（Hz）或每分钟采样的次数表示。提高采样率能够增加数据的密度，从而更好地反映被测对象的动态变化特性，这对于需要实时跟踪快速变化过程的应用至关重要。例如，在音频处理中，高采样率能够确保声音的细腻和清晰；在气象观测中，高采样率则有助于捕捉到瞬息万变的气候现象。

分辨率则是描述数据最小变化量的一个指标，它代表了数据采集设备能够分辨的最小差异程度。高分辨率意味着数据采集设备具有更强的精细度和灵敏度，能够捕捉到更多的细节信息。例如，在图像处理中，高分辨率相机可以捕捉到更多的像素细节，使得图像更加清晰；在力学测量中，高分辨率传感器可以测量到微小的力变化，为科学研究提供精确的数据支持。

精度则是指测量结果与真实值之间的接近程度，反映了数据采集设备的准确性和可靠性。高精度意味着数据采集设备具有更低的误差率，能够提供更为精确的数据结果。例如，在实验室测试中，高精度测量仪器可以减少人为误差和仪器

本身的系统误差，确保实验结果的准确性和可重复性；在财务数据分析中，高精度数据能够避免因数据误差导致的决策失误。

## 问题讨论

在智慧农业中，农户通过温湿度传感器（如 FLIR 热像仪）、土壤 pH 传感器、光照传感器等多源设备实时采集环境数据，这些数据每秒生成上万条记录，包含数字、图像、时波形等多样形态。面对如此庞杂的传感器数据，如何从中精准提取有价值的信息？

### 1.2.2 数据传输与存储

数据传输是信息通过特定介质或技术从发送端传递到接收端的过程，就像水流通过管道或声音通过空气传播一样。无论是发送文字、视频，还是控制指令，数据都需要“通道”完成移动，而这条通道的稳定性和效率直接影响使用体验。接下来，我们将介绍物联网中的两种传输方法。

#### 有线传输

物联网中的有线传输技术依赖物理介质（如以太网双绞线、RS-485 总线、光纤等）实现设备间稳定连接，其核心优势在于高可靠性与抗干扰能力。例如，工业自动化场景中，以太网可支持 PLC 控制器与传感器间的毫秒级指令传输，确保生产线同步性；RS-485 总线则通过差分信号传输，在复杂电磁环境中实现公里级通信距离，适用于电力监控与能源管理系统。此外，光纤凭借光信号传输特性，几乎无信号衰减，常用于数据中心互联与智慧城市骨干网络，满足海量数据的低延迟、高吞吐需求。但有线传输的局限性在于部署成本高（需布线及配套设备）和扩展性差（物理线路难以动态调整），因此更适用于固定场景的高性能需求。

#### 无线传输

无线传输通过电磁波（如 Wi-Fi、5G、LoRa、NB-IoT 等）实现设备灵活组网，其低部署门槛与广覆盖能力使其成为消费级物联网的核心技术。例如，LoRa 技术凭借低功耗与自组网特性，可在城市范围内连接数千个环境监测节点，实时

采集温湿度与空气质量数据；NB-IoT 则通过运营商网络覆盖偏远地区，支持智能水表、远程医疗设备的长期稳定运行。在移动场景中，5G 的毫秒级延迟与高密度连接能力（每平方公里百万级设备）可支撑自动驾驶车联网与工业机器人协同控制。然而，无线传输易受环境干扰（如建筑物遮挡、电磁噪声），且带宽和稳定性通常低于有线传输，需通过协议优化（如 Zigbee 的 Mesh 网络）或边缘计算弥补缺陷。

### 两种传输方式对比

维度	有线传输	无线传输
可靠性	抗干扰性强，丢包率低于 0.01%	易受环境干扰，丢包率 0.1% - 5%
部署成本	初始成本高（布线+设备），维护成本低	初始成本低，维护成本中等（电池更换、信道管理）
传输速度	高速（光纤可达 Tbps 级），延迟微秒级	中低速（Wi-Fi 6 达 9.6 Gbps，LPWAN 仅 kbps 级）
扩展性	需预留端口，物理限制强	动态接入，支持弹性扩展（如 LoRa 节点数无上限）
适用场景	工业控制、数据中心、固定设备监控	智能家居、环境监测、移动资产管理

### 校园环境监控网络应用案例

在校园环境监控网络中，数据传输技术的应用既展现了技术赋能教育管理的潜力，也暴露了实际落地中的挑战。以武汉大学校园监控系统为例，该校通过光纤与双绞线构建了覆盖三校区的安防网络，实现了 24 小时实时视频回传与远程调阅。这种有线传输模式在校园主干网络中表现出显著优势：光纤的高带宽特性可支持 1080P 高清画面稳定传输（如某品牌摄像机仅需 4 Mbps 即可清晰呈现动态细节），同时避免了无线信号易受教学楼墙体或树木遮挡的干扰问题。例如在

图书馆、实验室等需要高密度设备接入的区域，千兆光纤确保了数百个摄像头并发传输时的流畅性，而传统模拟线路可能因电磁干扰导致画面“雪花”或延迟。

但数据传输的局限性同样值得关注。当校园监控网络向操场、绿化带等开阔区域扩展时，有线传输的布线成本与施工难度陡增——某中学在扩建露天运动场时，曾因地下管网复杂导致光纤铺设周期延长两周，而改用无线传输后，通过 5.8 GHz 频段微波设备快速完成了覆盖，却面临雨雪天气信号衰减的困扰。这种矛盾在老旧校区改造中尤为突出：某市重点中学在新教学楼施工时，发现上世纪 90 年代预埋的管道已无法容纳新型 PoE 供电网线，最终采用光纤+PON 技术才实现既有线路的兼容升级。此外，数据传输的安全隐患也不容忽视。2021 年某高校曾发生监控数据泄露事件，黑客利用未加密的无线传输链路截取了校园卡机定位信息，暴露出无线网络在开放性环境中认证机制薄弱的风险。

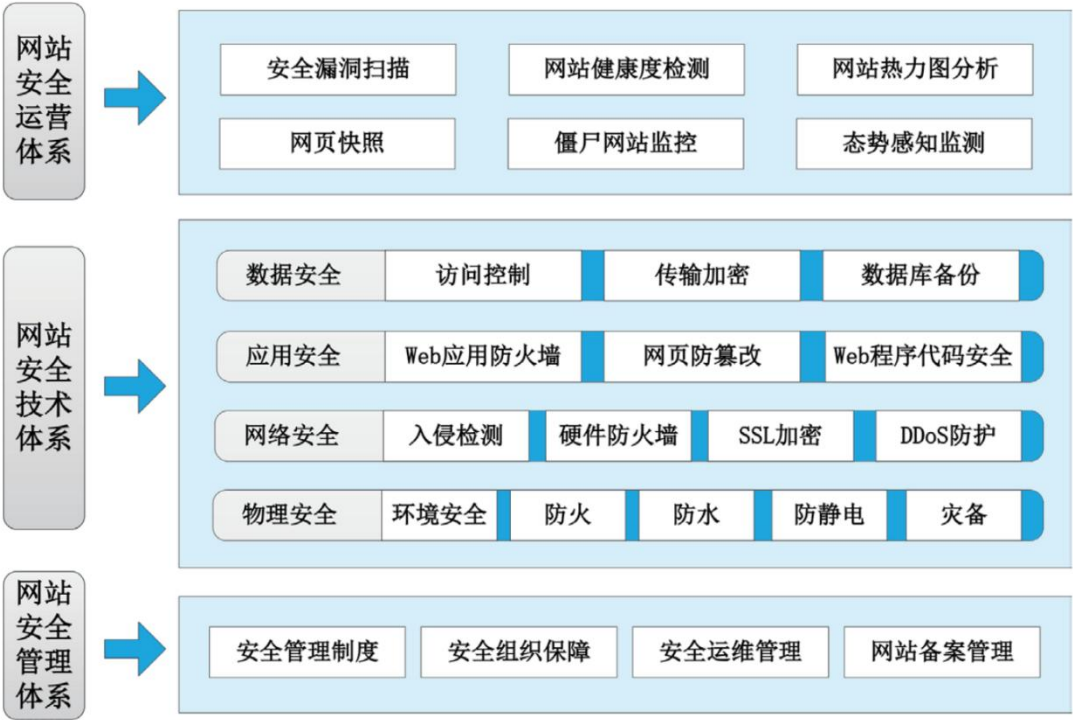


图 1.2.2.1 高校数据安全安全防护体系建设架构图

### 1.2.3 数据预处理与分析

从传感器获取的大量原始数据中提炼出真正有价值的信息，是数据分析与处理的关键步骤。数据预处理是指对原始数据进行清洗、转换、集成等操作，以消



除噪声、缺失值和格式差异，提升数据质量和一致性，从而为后续分析或建模提供可靠基础的过程。此节我们将介绍预处理的三个关键步骤：

## 数据清洗

- 异常值处理：若心率传感器记录到超过 200 次/分钟的极端值（正常范围 60-100 次/分钟），需结合运动状态数据判断是否为设备噪声，并采用中位数替代或剔除。
- 缺失值填补：当传感器因信号中断导致数据缺失时，可通过线性插值或基于时间序列的预测模型（如 ARIMA）补全。
- 逻辑验证：若睡眠监测数据中出现“清醒时段”与“步数记录”冲突，需通过规则引擎修正错误标签。

## 数据转换

- 归一化与标准化：在电商用户行为分析中，将浏览时长（0-3600 秒）与点击次数（0-100 次）归一化至  $[0, 1]$  区间，避免量纲差异对聚类结果产生偏倚。
- 特征编码：将文本变量（如性别“男/女”）转换为数值（0/1），便于机器学习算法处理。
- 时频域变换：在工业设备振动监测中，通过傅里叶变换将时域波形转换为频域能量分布，提取故障特征频率。

## 数据集成

- 字段对齐：在教育管理系统中，合并学生信息表（学号为主键）与课程成绩表（课程编号为主键），通过外键关联构建统一视图。
- 冗余消除：在医疗电子病历整合中，识别并删除跨系统重复录入的检查报告。
- 时间同步：自动驾驶中融合激光雷达（10Hz）与摄像头（30Hz）数据时，通过插值或降采样实现时间轴对齐。

### 1.2.4 实验探究：数据初步处理与可视化

## 实验介绍

本实验以某电商平台月度销售数据（文件：sales data.xlsx）为例，指导用户通过 Excel 完成数据清洗、转换与可视化全流程。

## 初始数据

原始表格字段包括“月份”和“销售额”。

## 数据预处理

1. **清洗异常值：**筛选“销售额”列中的负值或超过 2,000,000 的极端值，使用条件格式高亮后，在辅助列输入=IF (OR (B2<0, B2>2000000), AVERAGE (B1, B3), B2) 替换为相邻月份均值。
2. **统一日期格式：**选中“月份”列→“数据”→“分列”→选择“日期”格式为“YMD”→输出格式设置为“YYYY-MM”，将混合格式（如“2025/03”和“Mar-2025”）统一。
3. **缺失值处理：**在新增列输入=IF (ISBLANK (B2), “缺失”, “正常”)定位空白；用=IFERROR (VLOOKUP (A2, 历史表!A:B, 2, FALSE), “无记录”)从历史表匹配填充。

## 标准表格

生成清洗后统一格式的表格，字段“月份”和“销售额”完整无缺。

## 数据可视化

选中处理后数据区域→插入“柱状图”→调整轴标签与配色→添加线性趋势线，预测未来增长。

## 课后习题

1. 分析物联网数据分析中数据预处理的重要性，并讨论如何提高数据预处理的质量。

2. 请阐述物联网数据分析在提高企业运营效率方面的作用，并举例说明如何利用数据分析优化企业的供应链管理。

3. 案例题：智能家居数据分析

**背景：**某智能家居公司开发了一套智能家居系统，包括智能照明、智能安防、智能温控等功能。为了提高用户体验和产品性能，公司希望通过数据分析来优化系统。

## 1.3 项目实践：校园环境监测站搭建

### 项目背景

随着城市化发展，环境质量直接影响人类健康与生态平衡。校园作为师生日常活动的重要场所，实时监测温湿度、光照、空气质量等参数，可为环境改善提供科学依据。例如，教室内 CO<sub>2</sub> 浓度过高时自动启动通风设备；绿化区域光照不足时调整植物补光策略等。

### 项目目标

- 掌握传感器工作原理、数据采集流程及基础编程技能。
- 完成硬件搭建、软件编程、数据分析全流程，设计可视化监测平台。
- 理解技术对可持续发展的价值，树立数据隐私保护意识。

### 项目准备

硬件清单：Arduino UNO 开发板、DHT11 温湿度传感器、光敏电阻模块、杜邦线若干。

### 电路连接示意图

DHT11 → Arduino 引脚 D2

BH1750 → I<sup>2</sup>C 接口（SDA: A4, SCL: A5）

ESP8266 → 串口通信（TX: D1, RX: D0）

### 任务描述

1. 使用温度传感器和光敏传感器，搭建环境数据采集系统。
2. 连续采集某区域（如教室、走廊）24 小时的环境数据。
3. 对数据进行清洗、统计分析与可视化，撰写报告并提出校园管理优化方案。

### 项目实施

## 阶段一：传感器原理与硬件搭建

### 传感器初探

观察实验：将热敏电阻（温度传感器）连接至万用表，分别用手捂住传感器和放置于冰水中，记录电阻值变化。

### 硬件连接与编程

连接步骤：

1. 将 DHT11 传感器数据线连接至 Arduino 数字引脚 D2。
2. 光敏电阻模块输出端连接至模拟引脚 A0。

## 阶段二：数据采集与清洗

### 数据记录表设计

设计包含时间、温度、光照强度的表格，示例格式如下：

时间	温度	光照强度
2024-05-20 08:00	23.5	320

### 数据的清洗

获取到的数据中可能存在某些无效值，如温度值超出  $20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$  范围，说明传感器可能故障，在进行数据清洗时，需要将这些数据剔除，同时进行数据的平滑处理，例如某时段光照值突降至 0 后又恢复，可能是遮挡导致，需按前后值插值修正。

## 阶段三：数据分析与可视化

### 统计分析（数学工具应用）

- 计算基本统计量：温度/光照的日均值、最大值、最小值、极差。
- 对比白天（08:00 - 18:00）与夜间（18:00 - 08:00）的数据差异。



- 相关性分析：计算温度与光照强度的相关系数，判断二者是否相关。

## 图表可视化

可使用 Excel、WPS 表格或 Python 等工具进行可视化。以下为 Python 示例：

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

data = pd.read_csv("环境数据.csv")
plt.plot(data["时间"], data["温度"], label="温度")
plt.plot(data["时间"], data["光照强度"], label="光照强度")
plt.xlabel("时间")
plt.ylabel("数值")
plt.title("24 小时环境参数变化趋势")
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend()
plt.show()
```

## 阶段四：成果展示与评价

### 展示要求

- 硬件实物演示
- 数据可视化看板（如网页或手机 APP）
- 团队分工报告（含问题解决日志）

### 评价标准

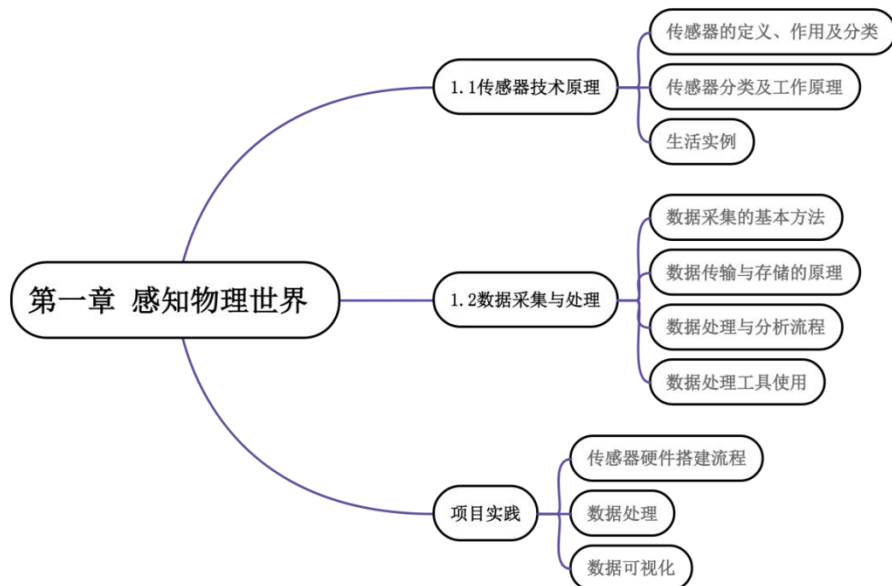
维度	指标
功能性	数据采集完整、系统稳定运行
创新性	设计节能方案或扩展监测参数
团队协作	分工明确、沟通高效
数据分析深度	利用统计方法得出环境改善建议

## 扩展思考

1. 跨学科延伸：物理——探究传感器精度受环境温度影响的规律；地理——结合校园地图分析不同区域环境差异成因。
2. 社会应用：讨论如何将监测站应用于社区垃圾分类站点空气质量监控；设计海报宣传“技术赋能环保”理念。

# 小结与拓展

## 单元思维导图



## 关键概念

- **传感器**：感知物理世界的“感官”，将物理量转换为电信号。
- **数据采集**：通过传感器获取数据，涉及采样率、分辨率和精度。
- **数据传输与存储**：通过有线或无线方式将数据传输到服务器或云端。
- **数据预处理**：清洗、转换和集成数据，提高数据质量。

## 思考讨论

1. 物联网技术如何提升生活质量？数据隐私与安全问题如何解决？
2. 未来，传感器技术将如何发展？物联网在可持续发展中将发挥怎样的作用？

## 扩展阅读

- 马平等. 多传感器信息融合基本原理及应用[J]. 《控制工程》, 2006(01):48-51+77.

- 王涛等. 基于分布式控制系统的光电传感器智能控制[J]. 《自动化技术与应用》, 2024, 43(12):39-42.
- 陈凯等. 面向机器人交互的折纸摩擦电触觉传感器研究[J]. 《计量与测试技术》, 2024, 50(11):37-40.
- 蒋宗平等. 智能传感器技术在机电系统中的应用与发展[J]. 《工程建设与设计》, 2024(21):133-135.

## 第二章 物联网系统架构

### 前言

物联网系统架构是支撑物理设备互联互通与智能协同的核心框架，其设计需兼顾异构设备的兼容性、数据传输的实时性以及服务响应的可靠性。本章围绕系统架构的关键要素展开理论探讨与实践分析，重点阐述通信协议与网络拓扑的基础性作用，解析边缘计算与云平台的协同机制，并通过跨学科案例验证架构设计的工程适用性。

在通信协议与网络拓扑部分，本章系统梳理不同协议栈的通信特性与适用场景，深入探讨网络拓扑结构对系统鲁棒性及扩展性的影响机制。边缘计算与云平台章节聚焦计算资源下沉与云端协同的技术路径，阐明分布式架构在降低延迟、提升数据安全性方面的优势。跨学科案例“农业大棚智能控制系统”将理论模型映射至实际生产环境，展示多源传感器数据采集、边缘节点决策与云端资源调度的全流程整合，为读者构建从理论到实践的完整认知体系。

本章内容旨在通过严谨的技术解析与实证分析，为物联网系统架构的设计优化提供方法论支撑，并为后续章节中感知层、应用层技术的深入学习奠定基础。





## 2.1 通信协议与网络拓扑

### 学习目标

- 掌握通信协议的基本概念及其在物联网中的作用。
- 掌握常见物联网通信协议的特点及适用场景。
- 熟悉典型网络拓扑结构，并能结合实际案例分析其优缺点。

### 2.1.1 通信协议：设备通信的规则体系

#### 思考活动

##### 智能交通系统的通信挑战

某城市计划部署智能交通系统，需实现交通信号灯、自动驾驶汽车、行人传感器和云端管理平台的实时交互。例如，当救护车接近路口时，信号灯需提前切换绿灯，同时通知周围车辆避让。然而，现有系统存在以下问题：

延迟高：信号灯响应延迟导致救护车被迫急刹。

数据冲突：多设备同时发送指令引发通信拥堵。

安全性弱：未加密的指令可能被恶意篡改。



图 2.1.1 百度智能交通引擎 4.0 版

请大家思考如下问题：

1. 如何设计通信规则，确保紧急指令优先传输且无冲突？
2. 应采用何种网络结构，既支持实时交互又避免单点故障？
3. 如何保障指令传输的隐私与安全？

通信协议的定义及组成

通信协议指通信协议是指双方实体完成通信或服务所必须遵循的规则和约定。协议定义了数据单元使用的格式，信息单元应该包含的信息与含义，连接方式，信息发送和接收的时序，从而确保网络中数据顺利地传送到确定的地方。在计算机通信中，通信协议用于实现计算机与网络连接之间的标准，网络如果没有统一的通信协议，电脑之间的信息传递就无法识别。因此，通信协议具有层次性、可靠性和有效性。

通信协议主要由以下三个要素组成：

语法：即如何通信，包括数据的格式、编码和信号等级（电平的高低）等。

语义：即通信内容，包括数据内容、含义以及控制信息等。

定时规则（时序）：即何时通信，明确通信的顺序、速率匹配和排序。

为解决复杂场景下的通信问题，协议通常采用分层体系结构。将通信功能划分为应用层、传输层和网络层。每一层专注于特定任务（如传输层负责数据分段与重组），并通过标准接口与相邻层交互。这种分层设计允许各层独立优化，技术升级时仅需调整单层实现，无需修改整体架构。

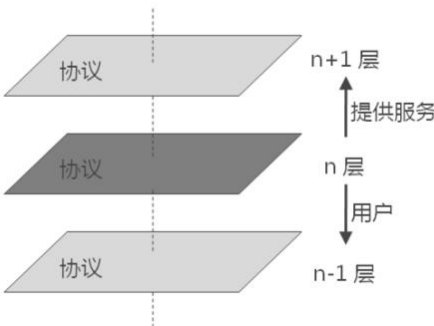


图 2.1.2 分层体系结构示意图

常见通信协议以及选择

表 2.1.1 常见通信协议

协议名称	核心特性	适用场景
TCP/IP	提供可靠的数据传输服务,支持数据包顺序传输、丢失检测和损坏重传;具备智能路由寻址功能	互联网基础通信协议,适用于网页浏览、文件传输、电子邮件等通用网络服务
MQTT	轻量级消息队列协议,采用发布/订阅模式;最小化数据包头(仅2字节),适应高延迟网络	物联网设备通信(如智能电表、环境监测)、移动推送服务、车联网系统

CoAP	基于 REST 架构的专用协议，支持 UDP 传输；内置资源发现机制，适用于内存≤10KB 的受限设备	智能家居设备互联（如智能灯泡、温控器）、工业传感器数据采集
Zigbee	采用 AES-128 加密的 Mesh 网络协议；支持 65000+节点组网，传输距离扩展至 300 米（多跳）	智能家居自动化系统（如安防传感网络）、医疗监护设备联网、精准农业监测

常见的通信协议虽功能各异，但其选择并非随意。在选择通信协议时，需要考虑以下因素：

可靠性：确保数据能够准确无误地传输到目的地，减少丢包和错误的发生。

带宽效率：在有限的带宽条件下，如何高效地传输数据，避免资源浪费。

功耗：对于电池供电的设备，应选择低功耗的通信协议以延长设备寿命。

安全性：支持加密和认证机制，保护数据传输过程中的安全，防止数据泄露和篡改。

## 2.1.2 网络拓扑：物联网的“连接地图”

网络拓扑(Network Topology)结构是指用传输介质互连各种设备的物理布局,指构成网络的成员间特定的物理的即真实的、或者逻辑的即虚拟的排列方式。

### 1. 基本概念

网络拓扑有以下四个基本概念：

#### (1) 节点

一个“节点”其实就是一个网络端口。节点又分为“转节点”和“访问节点”两类。“转节点”的作用是支持网络的连接，它通过通信线路转接和传递信息，如交换机、网关、路由器、防火墙设备的各个网络端口等；而“访问节点”是信息交换的源点和目标点，通常是用户计算机上的网卡接口。

#### (2) 结点

一个“结点”是指一台网络设备，因为它们通常连接了多个“节点”，所以称之为“结点”。在计算机网络中的结点又分为链路结点和路由结点，它们就分别对应的是网络中的交换机和路由器。

#### (3) 链路

“链路”是两个节点间的线路。链路分物理链路和逻辑链路（或称数据链路）

两种，前者是指实际存在的通信线路，由设备网络端口和传输介质连接实现；后者是指在逻辑上起作用的网络通路，由计算机网络体系结构中的数据链路层标准和协议来实现。如果链路层协议没有起作用，数据链路也就无法建立起来。

#### （4）通路

“通路”从发出信息的节点到接收信息的节点之间的一串节点和链路的组合。也就是说，它是一系列穿越通信网络而建立起来的节点到节点的链路串连。它与“链路”的区别主要在于一条“通路”中可能包括多条“链路”。

## 2. 常见拓扑结构

计算机网络的拓扑结构主要有：总线型拓扑、星型拓扑、环型拓扑、树型拓扑等。

#### （1）星型拓扑

星型拓扑以中央节点（如交换机、路由器）为核心，所有设备通过独立链路直接连接至该节点。中央节点负责集中控制通信，设备间数据传输需经过中央节点转发。

优点：结构简单、易于扩展与维护；故障隔离能力强（仅影响单个链路）；支持多种传输介质。

缺点：完全依赖中央节点，若其故障则全网瘫痪；布线成本较高；通信线路利用率低。

典型应用：企业局域网、智能家居系统。

#### （2）总线型拓扑

总线型拓扑采用单一公共传输介质（如同轴电缆），所有设备通过接口接入总线，数据以广播形式传输，目标设备根据地址识别并接收数据。

优点：布线简单、成本低；易于扩展；信道共享提高利用率。

缺点：信号冲突频发（需 CSMA/CD 协议）；故障定位困难；传输距离受限。

典型应用：早期以太网、工业现场总线。

#### （3）环型拓扑

环型拓扑中设备首尾相连成闭合环路，数据沿固定方向（单向或双向）逐节点传输，目标节点接收后数据继续环流至发送节点。

优点：电缆长度短；适合光纤高速传输；延迟确定性高。

缺点：单节点故障导致全网中断；故障检测复杂；轻负载时信道利用率低（依赖令牌传递）。

典型应用：光纤骨干网、令牌环网络。

#### （4）树型拓扑

树型拓扑为分层结构，核心层（根节点）连接汇聚层，汇聚层再延伸至接入层，形成多级星型网络的组合。

优点：模块化扩展性强；故障分支可独立隔离；支持大规模组网。

缺点：核心节点故障影响全局；层级管理复杂度高。

典型应用：校园网络、云计算数据中心。

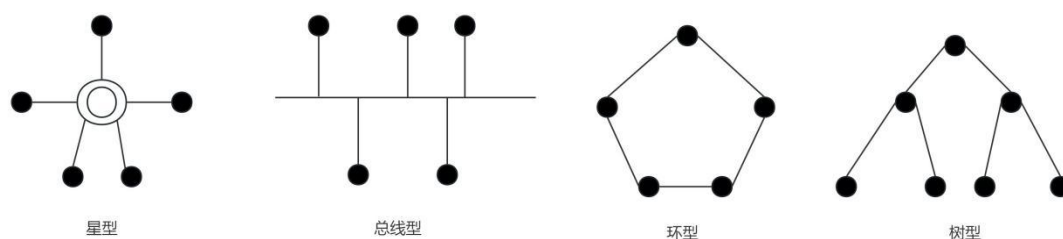


图 2.1.3 常见拓扑结构示意图

## 阅读拓展

### 5G 网络切片与智能交通系统优化

5G 网络切片技术通过划分物理网络为多个虚拟子网，为智能交通系统提供定制化资源分配。基于 SDN 与 NFV 技术，实现流量集中控制与资源动态分配，支持独立配置带宽、延迟及安全等级。在武汉智能网联汽车测试区，该技术为自动驾驶车辆分配低延迟切片，数据交互时延从 20 毫秒降至 5 毫秒，路口响应效率提升 40%，紧急制动事件减少 35%。同时，视频监控切片通过大带宽支持高清画面回传，结合 AI 算法使交通事故识别率达 98%，处理时间缩短 30%。实践表明，5G 网络切片不仅提升交通系统安全性与效率，还为工业自动化、远程医疗等领域提供可复用方案，推动通信协议与网络拓扑协同演进，为智能城市奠定高效、安全的通信基础。



图 2.1.3 武汉智能网联道路



## 2.2 边缘计算与云平台的协同演进

### 学习目标

- 理解边缘计算的核心价值与应用场景。
- 分析云边端三级架构的协同机制。
- 掌握关键技术融合路径与未来趋势。

### 2.2.1 边缘计算的核心价值

随着物联网（IoT）、5G 通信和工业 4.0 的快速发展，传统云计算架构面临三大挑战：高延迟、带宽瓶颈和数据隐私风险。边缘计算（Edge Computing）通过将计算、存储和网络资源下沉至靠近数据源的物理位置（如基站、工厂网关或智能设备），实现了以下突破：

**实时性提升：**工业机器人控制场景中，边缘节点可将响应时间从云端的 100ms 降至 5ms 以下；

**带宽优化：**某智慧城市项目通过边缘视频分析，将上传云端的数据量减少 70%；

**隐私增强：**医疗影像数据可在医院本地边缘服务器完成脱敏处理，满足 GDPR 合规要求。

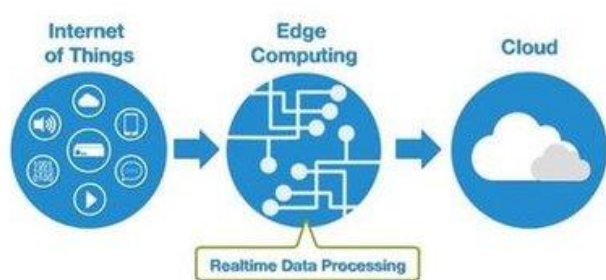


图 2.2.1 边缘计算流程

### 2.2.2 云边端三级架构对比

数据传云边端三级架构是边缘计算领域的核心分层模型，通过云计算、边缘计算和终端设备的协同分工实现数据处理的效率提升与资源优化。

云计算层部署于集中式数据中心，远离数据源，负责海量数据的全局分析与复杂任务处理。其优势在于强大的算力与存储能力，适用于机器学习模型训练、跨区域资源调度等场景，但受限于较高延迟（50~500 毫秒）。

边缘计算层位于区域节点或现场网关（如工厂内部服务器），靠近数据源进行实时推理与本地决策。例如，自动驾驶车辆通过边缘节点实时处理激光雷达数据，实现避障与路径规划，延迟可控制在 1~50 毫秒。

终端设备层包括传感器、执行器等前端设备，直接采集环境数据并执行基础控制指令。终端层响应延迟低于 1 毫秒，但受限于本地算力，需依赖边缘或云端支持复杂任务。

如表 2.2.1 所示，此为对三者的对比分析：

表 2.2.1 三级架构对比

维度	云计算	边缘计算	终端设备
典型延迟	50ms~500ms	1ms~50ms	本地响应（<1ms）
部署位置	集中式数据中心	区域节点/现场网关	传感器/执行器
核心能力	大数据分析/全局调度	实时推理/本地决策	数据采集/基础控制
维度	云计算	边缘计算	终端设备

### 2.2.3 关键技术融合路径

为实现边缘计算与云平台的协同演进，以适应物联网、5G 通信和工业 4.0 等技术的快速发展，以下关键技术融合路径至关重要。这些路径不仅解决了传统云计算架构所面临的高延迟、带宽瓶颈和数据隐私风险等问题，还推动了边缘计算与云平台的深度融合，为各个行业带来了革命性的变革。

#### 1. 分层智能架构

云侧承担模型训练、全局资源调度（如 AWS Greengrass 云端管理平台）；边侧部署轻量化推理引擎（TensorFlow Lite），支持增量学习；端侧执行规则引擎与微服务（如 Azure IoT Edge 运行时模块）。

## 2. 动态任务编排

以风电运维为例，传统的运维方式往往需要将大量的叶片振动数据传输至云端进行处理，这不仅增加了数据传输的带宽压力，还可能导致处理延迟。然而通过引入动态任务编排技术，叶片振动数据首先在边缘节点完成异常检测，这一过程大幅降低了无效数据传输和数据处理的延迟。只有当检测到关键事件时，才会触发云端的深度故障预测模型，进行更为复杂和精准的分析。这种动态任务编排机制，使得计算资源能够根据实际需求进行弹性分配，既提高了资源利用率，又增强了系统的实时性和响应能力。

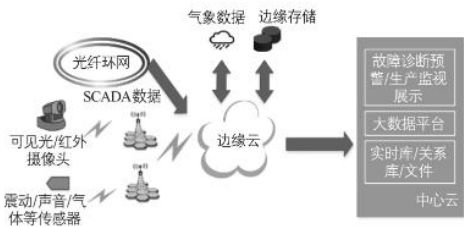


图 2.2.2 基于边缘计算的风场数据采集架构

## 3. 安全协同机制

华为云边协同方案巧妙地结合了“区块链+边缘节点”的技术，实现了数据的高效溯源。通过区块链技术，每一笔数据的传输和变化都被不可篡改地记录在链上，确保了数据的完整性和可追溯性。同时，边缘节点的引入使得数据处理更加贴近数据源，进一步提高了数据处理的效率和安全性。

阿里云 LinkEdge 则通过采用 TEE(可信执行环境)技术，为边缘侧的隐私计算提供了坚实的保障。TEE 技术能够在硬件层面创建一个隔离的安全区域，使得在该区域内运行的代码和数据得到保护，防止了外部攻击和数据泄露的风险。

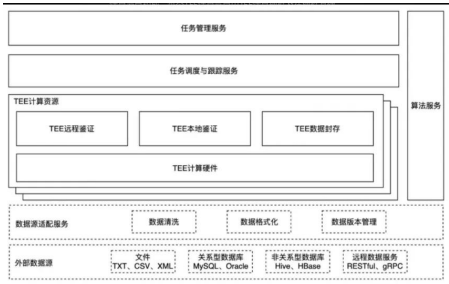


图 2.2.3 基于可信执行环境的隐私计算平台的参考架构

## 2.2.4 未来演进趋势

随着技术的不断发展和创新，边缘计算与云平台的协同演进正朝着更为前沿和高效的方向迈进。以下是几个值得关注的未来演进趋势：

**边缘原生 (Edge Native) 架构兴起：**在未来的技术发展中，边缘原生架构将成为主流趋势。这种架构强调在边缘端实现轻量级、高效能的计算环境，以更好地支持实时数据处理和智能决策。

**6G 时代边缘泛在化：**随着 6G 通信技术的到来，网络拓扑结构将发生深刻变革，通信、计算、存储一体化基站 (如 ORAN 架构) 的出现，将推动边缘计算的泛在化进程。这种基站不仅具备高速数据传输能力，还能够提供强大的计算和存储支持，从而实现对数据的实时处理和存储。边缘计算与云平台的协同演进正朝着更加高效、智能、泛在的方向发展。未来，随着技术的不断进步和创新，我们期待看到更多创新性的应用和实践，共同推动数字经济的繁荣发展。



图 2.2.4 边缘计算与云计算的融合

## 阅读拓展

### 联邦学习 (Federated Learning)

随着边缘计算与云平台协同的深化，联邦学习 (Federated Learning, FL) 作为一种新兴的分布式机器学习范式，正成为解决数据隐私与边缘智能协同的关键技术。其核心思想是：在保护数据隐私的前提下，允许多个边缘设备或节点协同训练共享模型，而无需将原始数据上传至云端。这一模式尤其适用于医疗、工业制造等对数据敏感且需实时决策的场景。

联邦学习有以下两个应用场景：

1. 医疗影像分析：医院通过联邦学习在本地训练 AI 模型，仅共享脱敏后的参数，既满足 GDPR 合规要求，又提升疾病诊断效率。

2. 智能制造预测性维护：西门子利用边缘设备采集的振动数据，通过联邦学习构建全局故障模型，误报率降至 2% 以下，同时避免敏感工艺数据外流。

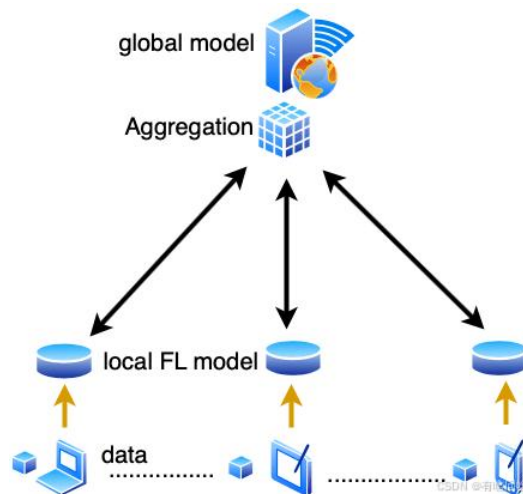


图 2.2.5 联邦学习架构

# 跨学科案例：农业大棚智能控制系统

## 项目背景与目标

现代农业大棚在提升作物产量和品质方面，依赖于对温湿度、光照、水肥等参数的精准控制。然而，传统的人工管理方式效率低下且误差较大，难以适应现代农业的规模化生产需求。随着技术的不断进步，引入智能化管理手段成为大势所趋。

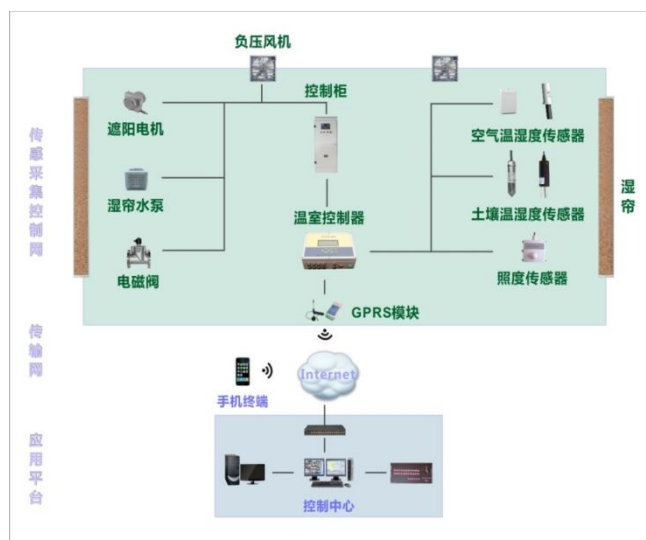


图 2.3.1 智能温室大棚控制系统结构示意图

## 物联网技术优势

物联网是通过传感器、网络 and 智能技术实现物联互通的数字化体系。在农业大棚中，物联网技术通过部署在各区域的传感器网络，以秒级频率实时采集温湿度、光照等数据，构建起对作物生长环境的全方位感知。基于作物生长模型与实时数据，系统可自动调整设备运行状态，实现精准的环境动态调控。长期积累的历史数据为分析提供了基础，支持提前 24 小时预判病害风险等预测性决策，从而将传统经验管理转化为数据驱动的科学化种植，显著提升资源利用效率与作物产量品质。

## 项目式学习设计——任务挑战

### 1. 环境监测实验：



在模拟大棚（教室指定区域）中，学生利用 Arduino 套件或物联网实验箱，部署温度、湿度及光照传感器网络。通过对比不同空间节点（如通风口、角落、作物冠层高度）的实时数据，观察环境参数的动态变化规律。



图 2.3.2 监测站点数据总览

## 2. 作物生理需求与调控目标量化

各小组选定一种作物（如番茄、生菜），通过文献检索与实验观察，建立其关键生长期的环境参数矩阵，包括：昼夜温差耐受范围、光补偿点与饱和点、水分利用效率曲线（单位产量耗水量）。参照值如表 2.3.1 所示：

表 2.3.1 环境参数矩阵参照值

	番茄	生菜
昼夜温差	日间 24–28℃，夜间 15–18℃	日间 20–22℃，夜间 10–18℃
光补偿点	≥2000 lx	2.5 万–3 万 lx
光饱和点	需 ≥3 万 lx/d	光超 5 万 lx 时需遮阳，降低 30%光照强度
水分利用效率	土壤含水量 60–80%，波动 ≤15%	莲座期土壤含水量 60%–65%

基于实测数据，利用散点图或折线图可视化大棚环境与理想参数的偏离程度，重点识别持续性偏离阈值（如每日高温时段>30℃累计超过 2 小时），明确智能系统的优先调控对象。

## 3. 智能装置原型设计：

用纸板、吸管等材料搭建简易大棚模型，结合传感器数据，设计联动方案（例

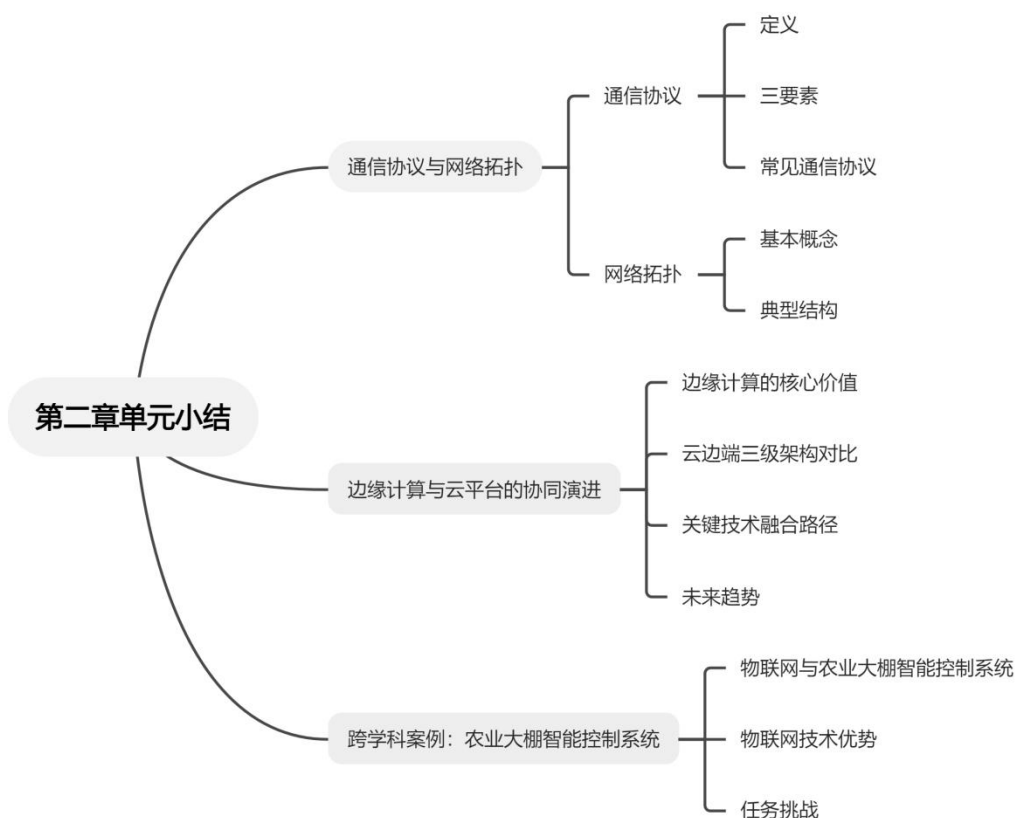
如：温度超过 28℃ 自动亮红灯提示开窗，土壤湿度低于 50% 触发水泵模拟浇水）。

### 拓展思考

1. 调研 5G 技术在农业大棚中的应用潜力，撰写技术可行性报告。
2. 讨论：在能源短缺地区，如何优化大棚物联网系统的能耗？

## 小结与拓展

### 思维导图



### 关键概念

**通信协议：**通信协议指通信协议是指双方实体完成通信或服务所必须遵循的规则和约定。

**网络拓扑：**网络拓扑(Network Topology)结构是指用传输介质互连各种设备的物理布局，指构成网络的成员间特定的物理的即真实的、或者逻辑的即虚拟的排列方式。

**云边端三级架构：**云边端三级架构是边缘计算领域的核心分层模型，通过云计算、边缘计算和终端设备的协同分工实现数据处理的效率提升与资源优化。

### 思考活动

1. 在智能交通系统设计中，如何设计通信规则确保紧急指令优先传输？可以选择

哪种网络拓扑支持实时交互并避免单点故障？

2. 农业大棚系统使用过程中，若大棚网络因节点故障中断，如何快速定位问题？

## 阅读拓展

[1] 百度开发者中心. (2023). 边缘计算的三个方面:端、边、云在数字化时代的 应用与价值.

[2] 百度开发者中心. (2023). 边缘计算的端、边、云:构建高效数据处理与分析的核心架构.

[3] 51CTO.COM. (2022). 2022 年云和边缘计算的六大关键技术规划趋势.

[4] 龚牛栋. 通信网络拓扑建模及优化方法研究[D]. 中国地震局工程力学研究所, 2024.

[5] 霍如, 程祥凤, 孙闯, 等. 区块链网络拓扑优化和转发策略设计[J]. 通信学报, 2022, 43(12): 89-100.

## 课后作业

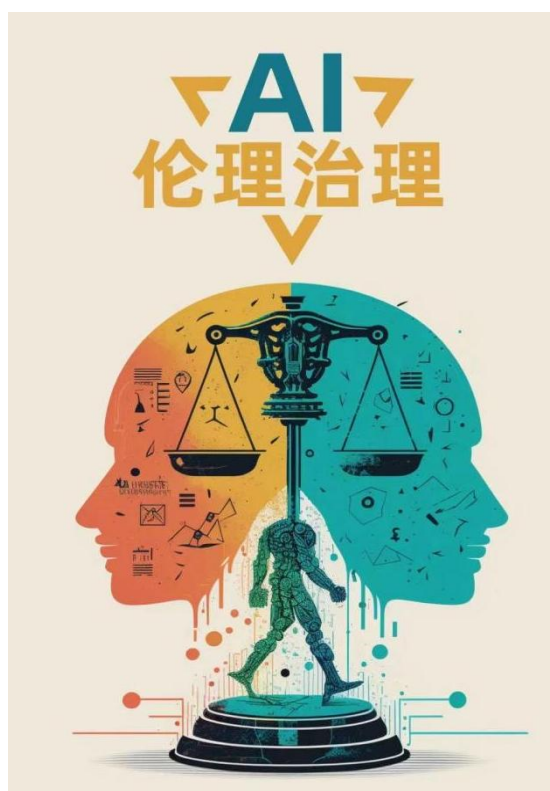
1. 为什么智能家居系统常采用星型网络拓扑？
2. 对比 MQTT 与 HTTP 协议，说明二者在物联网应用中的优劣。
3. 设计一个校园自行车共享系统的物联网架构，需包含通信协议与网络拓扑选择，并解释原因。
4. 简述边缘计算的核心价值，并列举至少两个应用场景，说明边缘计算是如何解决这些场景中的问题的。
5. 对比云计算、边缘计算和终端设备在典型延迟、部署位置和核心能力三个维度上的差异，并简述这种差异对实际应用的影响。
6. 阐述边缘计算与云平台协同演进的未来方向，并简要分析每个方向可能带来的影响。

## 第三章 伦理与社会影响

### 前言

物联网技术正以无形之手重塑人与自然的关系。海南雨林智能火警、新疆棉田无人机巡耕、钢厂能耗监测系统与寿光蔬菜精准施肥体系，展示了技术赋能生态保护与农业升级的巨大潜力。然而光影并存：微型气象站守护森林时，电子垃圾正污染土壤；液冷数据中心节省能耗之际，每日 800 吨地下水消耗引发伦理追问；健康监测手表普及的同时，算法歧视却在侵蚀社会信任链条。技术革新在提升效率与撕裂公平间持续角力。

当我们凝视智慧城市的蓝图，既要看到老年群体面对智能设备的困顿、残障人士遭遇的交互壁垒、偏远山区的数字孤岛，更要看清破局路径。挪威废旧手机催生非洲树苗，可降解纤维素芯片化身土壤养分，青少年设计的环保评分智能设备，揭示了科技向善的可能——通过适老化改造、绿色材料革命与全球协作机制，技术创新既能成为生态侦察兵，也可避免沦为资源黑洞。唯有将社会公平感知注入精密传感器，让对自然规律的敬畏指引算法优化，方能铺就包容可持续的科技进化之路。



## 3.1 数据隐私与安全

### 学习目标

- 理解什么是数据隐私与数据安全。
- 了解数据保护在个人生活和社会中的重要意义。
- 掌握基本的数据保护方法与技术。

### 3.1.1 什么是数据隐私与安全

#### 思考活动

情境假设：

某公司推出了一款名为“智慧校园”的免费学习 APP，宣称能根据学生需求推荐个性化学习资源。注册时需填写以下信息和权限：

1. 姓名
2. 班级
3. 家庭住址
4. 父母职业
5. 上传个人照片
6. 允许 APP 访问手机相册

想一想：如果你是用户，哪些信息会填写？哪些会拒绝？为什么？

在信息社会中，我们的生活正在被数据重新定义。无论是登录社交媒体、网购商品，还是使用地图导航，我们每一次点击、每一次输入，都会在网络上留下痕迹。我们的兴趣、行为习惯、甚至生活方式，都可以通过这些数据被还原出来。

这些信息统称为“数字足迹”。它们的积累虽然可以带来更加个性化和便捷的服务，但也伴随着被滥用的风险。因此，数据隐私和安全成为每一位互联网使用者都应了解并关注的课题。





图 3.1.1.1 浏览网页

数据隐私体现着每个人对自己信息的控制权利。当我们在社交平台注册账号时，填写个人资料的页面其实就是一个隐私边界设定器——选择公开哪些信息、隐藏哪些内容，本质上是在划定他人接触我们生活的权限范围。这种权利不仅存在于网络空间，同样适用于实体场景。例如商场要求顾客刷脸进入时，消费者有权知晓采集的面部数据将如何保存和使用。

而数据安全则是守护这些隐私信息的技术盾牌。网络安全工程师们通过加密算法将数据转化为只有特定密钥才能解读的“密文”，就像给重要文件装上防盗保险柜。企业建立的防火墙系统 24 小时监控异常访问请求，数据库定期备份的机制则确保了即使遭遇黑客攻击，重要信息也不会永久丢失。这些防护措施如同为数字信息搭建了立体的防护网，既要防止外部入侵，也要避免内部操作失误导致的信息泄露。

数据泄露带来的影响远超常人想象。2021 年某知名社交平台 5 亿用户数据泄露事件中，黑客仅凭手机号码就能关联出用户的真实姓名、住址和社交关系网。类似的个人信息在黑市被明码标价，成为诈骗分子实施精准诈骗的工具包。更值得警惕的是，当医疗机构的就诊记录、政府部门的公民信息被非法获取，不仅会造成个人权益受损，甚至可能威胁到公共卫生系统和国家信息安全。

## 威胁猎人关于数据泄露的监测渠道



图 3.1.1.2 社交平台用户数据泄露事件示意

### 3.1.2 法律与道德

当技术改变世界的同时，也必须受到法律与伦理的约束。国家通过制定法律来规范数据的收集、使用和存储，防止信息被滥用。同时，数据伦理也提醒我们，每一次数据使用都要考虑到人的尊严和权利。

#### 中国数据安全立法

- 《中华人民共和国数据安全法》：明确了数据分类保护制度，强化对重要数据的监管责任。
- 《网络数据安全管理条例》：提出平台不得强制收集与服务无关的用户信息。



图 3.1.2.1 《中华人民共和国数据安全法》

## 数据伦理原则

数据伦理是数字时代必须遵守的重要行为规范，它包含三个核心要求。首先，数据收集应当遵循“够用就好”的原则，就像我们在填写注册信息时只需要提供姓名和电子邮箱那样，系统不应要求超出服务范围的个人信息。其次，信息处理过程需要像透明玻璃瓶一样清晰可见，当使用手机软件时，应当以简单易懂的文字说明会调用哪些设备功能、采集何种数据以及这些信息的具体用途。

最重要的是要确保每位使用者都拥有自主选择权，就像使用地图导航时可以随时开启或关闭位置权限那样，所有涉及个人数据的服务都必须设置明确的授权开关，并允许用户随时修改自己的选择权限。这些基本原则共同构成了保护个人信息安全的防护网，帮助我们在享受数字便利的同时守护自己的隐私权益。



图 3.1.2.2 收集健康信息示例



图 3.1.2.3 APP 定位权限示意

### 3.1.3 保护数据的核心技术

技术带来挑战，同时也提供了解决方案。本节将为大家介绍几类关键技术，它们为构建安全可信的数字环境提供了有力支撑。

加密技术是其中的关键。对称加密（AES）利用同一密钥进行加密和解密，操作简便且速度快，非常适合用于本地存储数据的保护。而公钥加密（RSA）则采用公钥与私钥的配对方式，确保数据传输过程中的安全性，让信息在传输途中不易被窃取或篡改。

隐私保护技术也至关重要。差分隐私技术通过在数据中添加随机“噪声”，使得外部观察者难以从大量数据中识别出个体信息，有效保护了个人隐私。联邦学习技术则允许模型在用户设备本地进行训练，无需将用户原始数据上传至服务器，进一步降低了数据泄露的风险。数据脱敏技术则是对敏感字段进行处理，例

如将姓名缩写、手机号进行部分隐藏或替换，以及邮箱地址的脱敏处理，从而在不泄露敏感信息的前提下，保证数据的可用性和安全性。

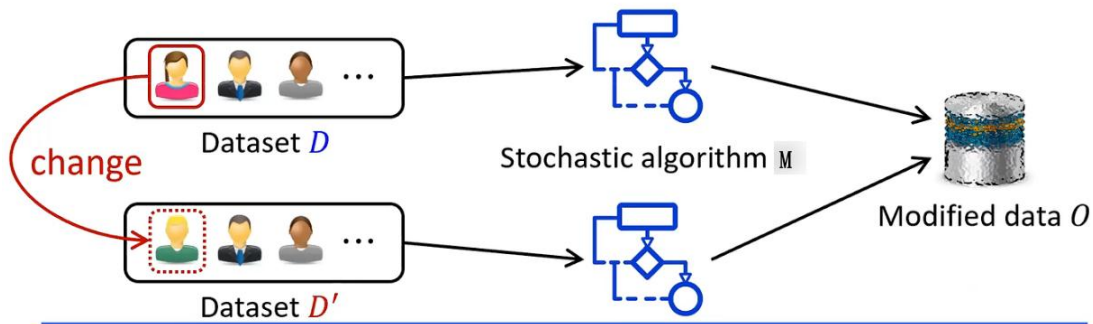


图 3.1.3 差分隐私示意图

此外，安全防护技术也是构建安全数字环境不可或缺的一环。堡垒机能够记录并审计管理员的操作行为，有效防止内部滥权现象的发生。风险评估与应急响应机制则能够提前识别系统漏洞，并制定相应的泄露处理方案，确保在发生数据泄露等安全事件时，能够迅速响应并降低损失。

综上所述，这些关键技术共同构成了构建安全可信数字环境的重要基石。通过合理应用这些技术，我们能够更好地保护个人隐私和数据安全，推动数字社会的健康发展。

### 3.1.4 实际保护方法

理论与技术的学习最终是为了指导实践。了解数据安全的基本概念之后，我们要更进一步思考：在日常生活中，我们每个人可以做些什么？而企业和组织又该承担哪些责任？

#### 个人保护方法

- 设置强密码，并避免多个账户使用相同密码。
- 启用两步验证（手机与邮箱）。
- 安装正规渠道应用，谨慎授予权限。
- 提高警惕，不轻信陌生短信与链接。



图 3.1.4.1 手机安全设置界面

## 企业保护方法

- 数据分类分级，敏感数据加密存储。
- 建立权限管理系统，防止非授权访问。
- 对员工进行定期数据安全培训。

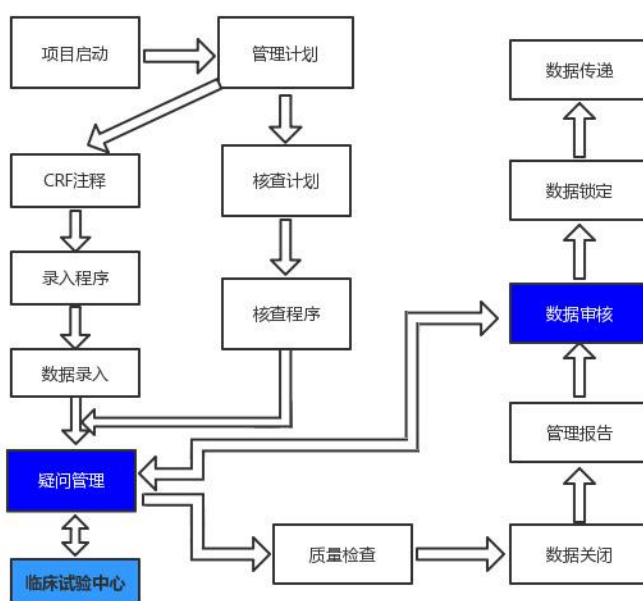




图 3.1.4.2 企业数据管理流程图

### 课后思考

1. 案例分析：某电商平台未加密用户数据被攻击，违反哪些安全原则？
2. 模拟练习：用记事本对手机号“13812341234”做脱敏处理。
3. 辩论：数据共享是否必然侵害隐私？如何兼顾两者？

## 3.2 技术应用的可持续发展

### 学习目标

- 理解“可持续发展”的含义及其对社会与环境的重要性。
- 探究物联网技术如何促进资源节约、生态保护和社会公平。
- 分析物联网发展中的隐患与挑战，并提出建设性解决方案。

### 3.2.1 物联网技术与可持续发展

当今世界，科技创新正从单纯追求速度与效率，转向更重视守护人类共同的家园。在工厂烟囱与城市霓虹之间，无数科技工作者正用智慧编织着绿色未来。

给地球装上“感知神经”的物联网技术，正在改变人类与自然的相处方式。当清晨第一缕阳光洒进教室，教学楼里的智能电表已自动调整用电模式；农田中的湿度传感器像尽职的卫兵，只在作物真正需要时才启动灌溉系统。这些看不见的科技触角，每年能为城市节省上亿吨宝贵的水资源。

在热带雨林深处，佩戴卫星项圈的红毛猩猩成为“动物情报员”，它们穿越丛林的路线图实时传回监测站，帮助科学家绘制出更科学的保护区边界。当某处树冠温度异常升高，盘旋在云端的环境卫星会立即发出预警，为森林消防队争取黄金救援时间。

现代城市的血管里流淌着智慧基因。早晚高峰时，交通信号灯像经验丰富的交警，根据实时车流调整红绿灯节奏。在上海某社区，智能垃圾箱能“认”出 300 多种废弃物，当居民投放错误时，箱体屏幕就会播放趣味动画进行科普。这些创新让城市运转更顺畅，也让环保理念在点滴中生根发芽。

科技带来的改变不应是少数人的特权。在非洲干旱地区，太阳能驱动的智能水站让村民告别了十公里取水路；青藏高原的牧民通过卫星定位放牧，既保护了草场又提高了收入。这些实践告诉我们：真正的进步，是让不同肤色、不同地域的人们都能共享科技之光。

当我们仰望星空，新一代环境卫星正在编织守护地球的“天网”；俯瞰大地，生态传感器网络已覆盖七大洲。这些创新不是冷冰冰的机器，而是人类写给未来的承诺书——既要让今天的城市灯火璀璨，也要为子孙留住满天繁星。



图 3.2.1.1 智慧城市示意

### 3.2.2 技术带来的利与弊

#### 技术之利

城市公共设施智能化改造展现出显著效益。北京长安街的智能路灯系统通过车流量感应调节亮度，单条街道年省电量可供 2500 户家庭使用一年。工业领域引入能耗监测平台，某钢铁厂利用实时数据调整熔炉温度，燃料消耗量下降 18%。

生态保护获得技术赋能新突破。青海三江源的藏羚羊追踪项圈，五年间协助破获 12 起盗猎案件，种群存活率提升至 92%。海南热带雨林布设的微型气象站，成功预警 3 次森林火灾险情，保护了 2000 公顷原始植被。

农业生产模式发生根本转变。山东寿光蔬菜基地运用土壤传感器，使每亩地化肥使用量从 50 公斤减至 32 公斤，作物产量反增 20%。新疆棉田的无人机巡田系统，精准识别病虫害区域，农药喷洒范围缩小 60%。

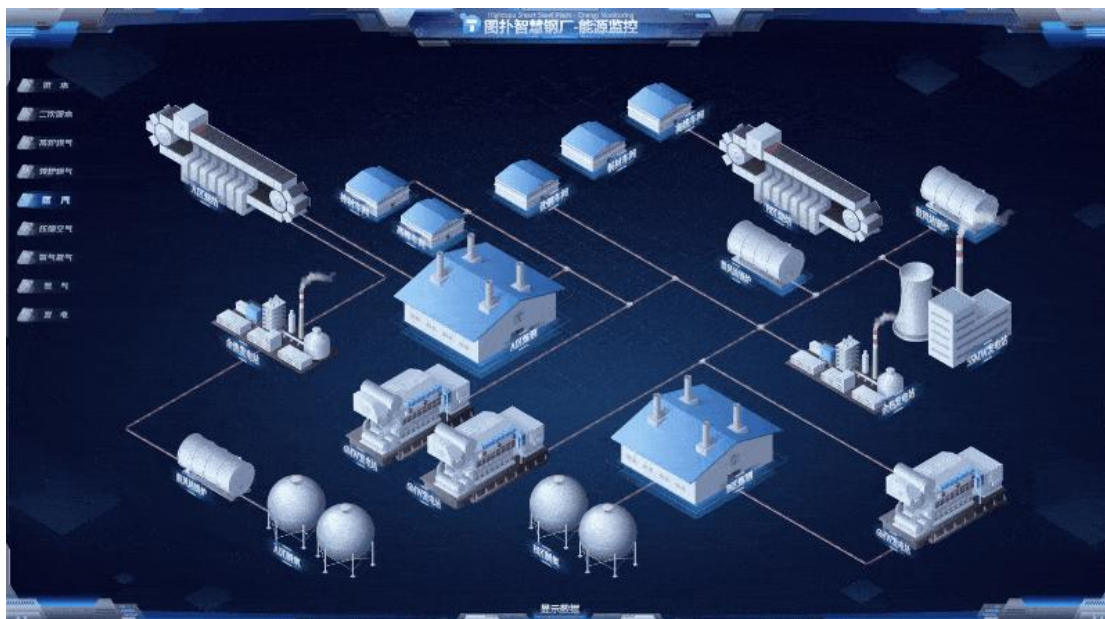


图 3.2.2.1 钢铁厂能耗监测平台动态数据图



图 3.2.2.2 雨林微型气象站三维布局模型



## 技术之弊

电子废弃物处理压力持续增大。深圳某回收企业数据显示，智能水表平均使用寿命仅 5.2 年，每年产生 6 万吨含重金属废料，其中铅元素回收率不足 40%。

数据存储需求催生能源黑洞。某云计算中心采用液冷技术后，每日仍需抽取 800 吨地下水降温，相当于 20 个标准游泳池蓄水量。全球数据中心年耗电量中，27%用于维持设备待机状态。

算法偏差引发社会公平争议。某社区垃圾分类系统因图像识别错误，导致老年居民误扣信用积分案例超 1.3 万起。共享单车定位偏移问题，造成城乡结合部用户平均寻车时间延长 8 分钟。



图 3.2.2.3 数据中心冷却塔蒸汽扩散实景

### 3.2.3 公平与包容：让技术造福所有人

科技发展应惠及所有人。当前偏远山区、老旧社区仍存在网络信号薄弱、电力供应不稳定等问题，许多老年人因视力衰退或操作不熟练，难以使用智能设备，残障人士也常面临触屏设备适配困难。要让物联网技术真正覆盖不同群体，需从技术研发到社会服务形成完整链条。

在技术设计层面，可开发适应性强的基础设备。例如采用太阳能供电的农田湿度监测器，既能解决偏远地区缺电问题，又能帮助农户精准灌溉；带实体按键的智能药盒，通过语音提醒和震动反馈，帮助视障患者按时服药。公共服务场所的自动感应门、地铁站的无障碍购票终端，都需预先考虑特殊群体的使用场景。

政府部门可通过专项基金推进网络基站建设，对研发适老化产品的企业给予税收优惠。在乡镇卫生所、社区活动中心设置智能设备体验区，由志愿者指导居民操作电子医保系统、线上政务平台。通信运营商可推出低价流量套餐，确保基础网络服务可负担。

学校信息技术课可增加智能家居操作实践，青少年回家后能帮助长辈掌握视频通话、紧急呼叫等功能。社区定期举办数字生活讲座，用方言讲解手机支付、防诈骗知识，让科技服务更接地气。只有当技术创新与社会支持形成合力，才能填平数字鸿沟，实现“科技温度人人共享”的愿景。



图 3.2.3.1 无障碍界面示例





### 3.2.4 面向未来的责任：持续发展与伦理共进

科技创新正改变生活，但设备废弃产生的电子垃圾已达每年 5000 万吨。如何平衡技术进步与可持续发展？本章通过具体案例探讨解决路径。

#### 一、数据管理中的隐私守护

社交媒体平台存储着数十亿用户聊天记录，这些数据五年后的访问率不足 0.3%。德国图书馆采用“定期销毁条例”，对超过保存期限的手稿进行碎化处理，这种模式可移植到数字领域。建立数据“保质期”制度，如同超市定期下架过期食品，能有效防止个人信息被永久监控。

#### 二、电子产品的生命周期

巴西学校曾因使用廉价平板电脑，三年后出现 40%设备无法升级系统的情况。欧盟新规要求手机厂商至少提供五年系统更新，这就像汽车必须配备备用轮胎。在校园实践中，可设置“设备健康检查周”，组织学生记录电池损耗程度，培养维护意识。



图 3.2.4.1 电子垃圾

### 三、全球协作的环保实践

东南亚国家建立的“电子护照”系统，为每件电子产品标注材料成分，方便跨国回收时分类处理。挪威与加纳合作的“旧手机换树苗”计划，既处理了电子垃圾又增加森林覆盖率，证明技术创新能与生态保护形成良性循环。

### 四、硬件材料的绿色革命

美国实验室研发的纤维素芯片基板，在完成三年使用周期后，可转化为植物肥料。日本企业推出的竹纤维路由器外壳，不仅减少塑料使用，其天然纹路还成为产品设计亮点。这些创新表明环保材料同样具备商业价值。

### 五、青少年的责任启蒙

深圳科技馆开设的“未来工程师”课程中，学生需设计带环保评分系统的智能手表。这种教学方式将电路知识与社会责任相结合，让青少年在创造中理解：每个技术方案都应包含道德考量模块。

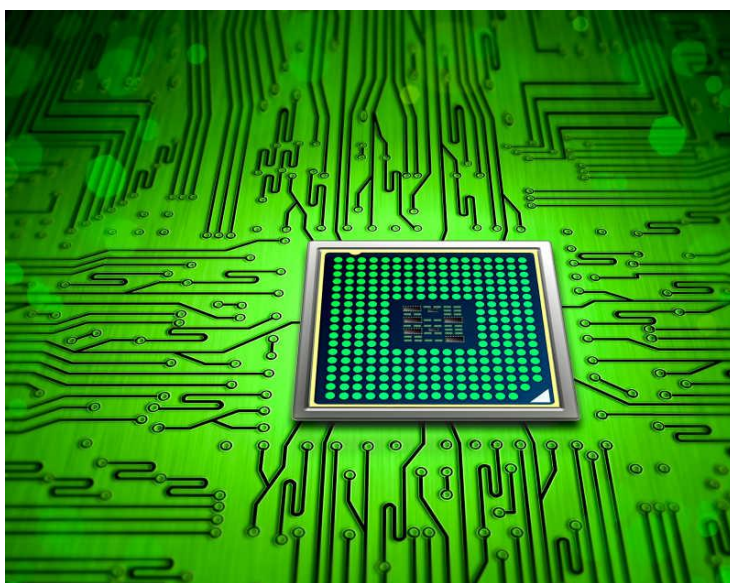


图 3.2.4.2 绿色芯片示意



图 3.2.4.3 青少年环保教育

## 思考与练习

1. 物联网如何帮助节能环保？请结合实际案例说明。
2. 如何设计一款适合老年人的智能健康设备？
3. 若不同国家对数据安全要求不一，会产生哪些问题？如何解决？

### 3.3 辩论活动：智能手表的利与弊

#### 活动目标

- 提升批判性思维与分析能力，增强公共表达与团队协作能力。
- 思考如何在享受技术便利的同时，保护个人隐私、维护社会公平与正义，养成对技术伦理和社会责任的敏锐洞察力和负责任的态度。

#### 辩论背景

在我们日常生活中，智能手表已成为许多人不可或缺的工具。它不仅能够监测心率、记录运动数据，还能提醒我们保持健康。然而，随着技术的普及，关于智能手表的讨论也逐渐增多，尤其是在隐私保护、数据安全和长期使用的影响方面。智能手表到底是我们生活中的健康助手，还是潜在的风险源？它的优点能否抵消可能带来的负面影响？这一问题不仅涉及技术本身的设计，还涉及社会伦理、个人隐私等广泛话题。



图 3.3.1 智能手表

在本节中，我们将通过辩论活动，深入探讨智能手表的利与弊。通过这一活动，大家将有机会从多个角度分析这个问题，锻炼批判性思维，同时提升合作与表达能力。你准备好站在支持或反对的一方，展开一场有理有据的辩论吗？

#### 活动准备



- 分组：全班分成正方（支持智能手表）和反方（反对智能手表），每组 4 - 6 人，另设 2 名评委。
- 资料收集：
  - 查阅智能手表的产品介绍、用户反馈与技术白皮书；
  - 查找相关学术论文与新闻报道，关注数据安全与隐私保护案例；
- 角色分工：正反方各设置主辩手 1 人、副辩手 1 - 2 人、资料支持 2 - 3 人；评委准备评分表，重点关注论证逻辑、证据质量、现场表现。

## 辩题与规则

**辩题：**“智能手表在现代生活中的益处是否大于其带来的风险？”

**规则：**

1. 每方开篇陈词 3 分钟；
2. 自由辩论环节 10 分钟，允许双方交叉质询；
3. 每方总结陈词 2 分钟；
4. 发言时间超时将被扣分；
5. 评委根据“论点清晰度”、“证据说服力”、“即兴应变”和“团队配合”四项评分。



图 3.3.2 辩论比赛

### 辩论赛流程表

阶段	内容	时长	参与者
开场准备	各组就位，评委宣读规则	5 min	全体
第一轮陈词	正方→反方，各 3 分钟	6 min	主辩手
自由辩论	交叉质询与回应	10 min	全体辩手
第二轮陈词	反方→正方，各 2 分钟	4 min	主辩手
评委提问	评委向任意一方提问	5 min	评委+辩手
评委评议	评分与简评	5 min	评委

### 正反方观点参考

论点类别	正方（支持）	反方（质疑）
健康管理	实时心率、睡眠监测，帮助及早发现健康风险；运动数据激励用户，坚持锻炼。	数据准确性有限，过度依赖可能导致误判；长期佩戴可能造成身体不适。
安全警示	跌倒检测、SOS 一键呼救，对老年人尤为有益；	误报率高。
信息互联	与手机、智能家居联动，提高生活便捷性；	过多干扰信息，形成“数字焦虑”；隐私风险；设备厂商与第三方共享数



论点类别	正方（支持）	反方（质疑）
		据，缺乏透明度。
社会影响	促进智慧医疗与公共卫生大数据建设；	数据鸿沟可能加剧社会不平等；产品成本与维护成本不菲。

## 评价与反馈

- 评委评分：
- 论点清晰度（25 分）：观点是否聚焦、层次分明。
- 证据说服力（30 分）：事实、数据、案例引用是否恰当可靠。
- 即兴应变（20 分）：回应对方提问是否逻辑严密、反应灵活。
- 团队配合（25 分）：各成员发言协调、分工合理。
- 教师点评：
- 指出精彩论点与亮点证据；
- 分析常见逻辑陷阱与论证漏洞；
- 提供改进建议，如增强案例多样性，平衡情感诉求与理性分析。

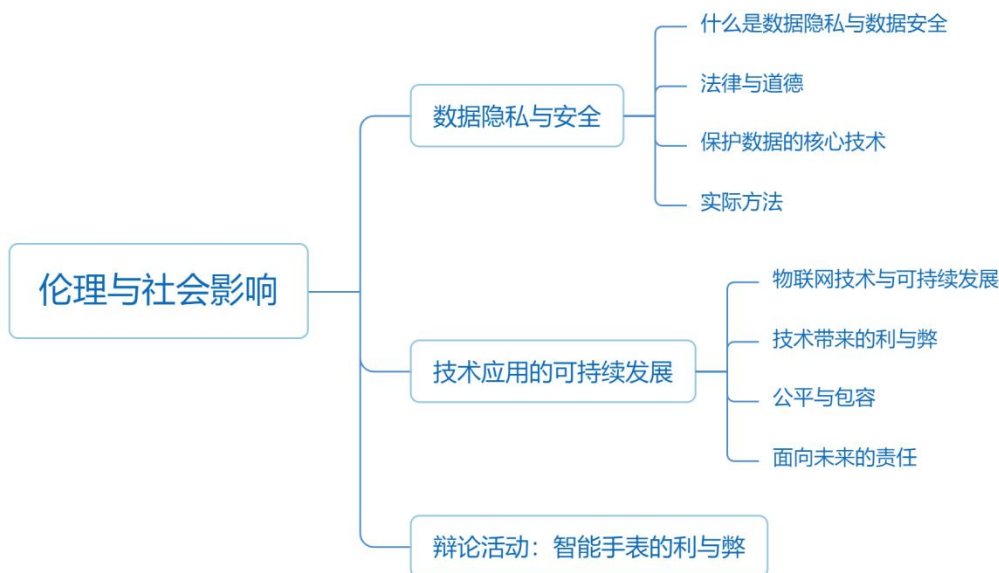
## 拓展思考

1. 如果你是智能手表的产品设计师，你会如何在功能与隐私保护之间取得平衡？
2. 在不同文化背景或法规环境下，智能穿戴设备的社会接受度会有哪些差异？
3. 随着技术演进，未来智能手表可能有哪些新功能？它们又会带来什么新的伦理挑战？

活动时间建议：约 40 - 50 分钟

# 小结与拓展

## 一、本章总结



## 二、关键概念

- 数据隐私：指个人对自己信息的控制权，防止未经授权的收集与使用。
- 数据安全：指通过技术与管理手段，防止数据泄露、篡改与丢失。
- 可持续发展：在不损害未来人类需求的前提下满足当代发展，强调资源节约、环境保护与社会公平。
- 物联网技术：通过设备互联实现数据采集与控制的技术体系，是推动智慧城市、绿色产业的重要基础。
- 技术伦理：对技术发展过程中的道德、法律与社会影响进行规范与思考。
- 数字鸿沟：技术接入能力的不平等，可能造成社会不公平。

## 三、思考活动

1. 请绘制一份属于你自己的“数据使用地图”，列出日常生活中你在哪些平台或设备上留下了哪些数据，它们可能被谁收集？是否安全？

2. 模拟设计一款“环保又安全”的智能家居产品。你会如何兼顾技术功能与隐私保护？
3. 观看一个关于未来城市或 AI 发展的短视频或纪录片，记录你认为其中涉及的伦理问题。
4. 课堂小调查：问 10 位同学“你最担心哪种信息被泄露？”，统计结果并讨论原因。

#### 四、拓展阅读

- 《大数据时代》（维克托·迈尔-舍恩伯格）：探讨数据如何改变商业、社会与生活方式，适合对数据背后逻辑感兴趣的读者。
- 《我们如何看待技术》（尼尔·波兹曼）：深入讨论技术如何影响人类思维方式与社会结构，是理解技术伦理的经典之作。
- 相关文章推荐：
  - 中国青年报：《当孩子的隐私被穿戴设备“盯上”》
  - 澎湃新闻：《绿色 AI：科技发展是否可持续？》
  - 网易科技：《智能手表能否兼顾便利与隐私保护？》

通过本章学习，希望你不仅掌握了物联网与数据安全的基本知识，更能站在更高的角度，去思考科技的发展对社会、环境与人类本身带来的长远影响。你会如何参与到建设一个更安全、公平和可持续的技术世界中呢？



PUTONG GAOZHONG JIAOKESHU  
XINXI JISHU



中国环境标志



定价：22.2元

价格标准依据：第二组排版 价格举报电话：12345