



智能感知与物联网

授课人：王闻博

Email: wenbo_wang@kust.edu.cn

昆明理工大学 机电工程学院

2026年3月03日



课程简介

先修课程：

《工业大数据与机器学习（Python）》、《电工及电子技术基础A》、《自动控制原理》

建议教材：

[1] 刘云浩, 《物联网导论（第四版）》, ISBN: 9787030726858, 科学出版社, 2022;

[2] [美]佩里·利（原书第二版）, 中国移动设计院北京分院译, 《物联网系统架构设计与边缘计算》
ISBN: 9787111684732, 机械工业出版社, 2023;

[3] 郭斌, 刘思聪, 王柱, 李志刚, 刘琰. 《智能物联网导论》, ISBN: 9787111725114, 机械工业出版社。

任课教师（按需预约答疑时间）：

王闻博, 机电楼428。

线上智慧课程：

智慧树：智能感知与物联网



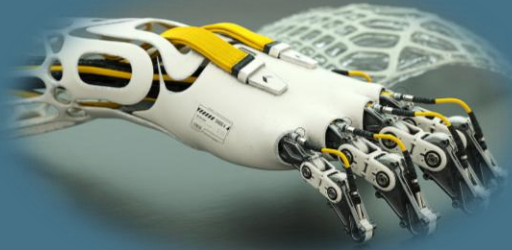
课程内容概览

讲授章节：

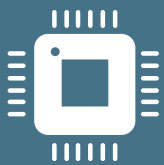
- **第一章：绪论（工业物联网：从概念到应用）**
- **第二章：物联网接入与组网技术**
 - **2.1 无线网络技术基础**
 - **2.2 近距离无线通信技术**
 - **2.3 中远距离通信协议**
- **第三章：智能感知与网络能量管理**
- **第四章：计算与决策的边缘化**
 - **4.1 计算与决策的边缘化**
 - **4.2 从传感器到执行器**
 - **4.3 感知与决策的边缘端融合：联邦学习概览**

讲授章节：

- **第五章：基于云的计算与决策**
 - **5.1 云计算和雾计算的网络拓扑**
 - **5.2 云服务模型与用例**
 - **5.3 基于云的大数据处理与分析**
 - **5.4 信息安全技术**
- **第六章：基于大数据技术的智能制造**
- **第七章：工业场景案例分析**



第一章 绪论

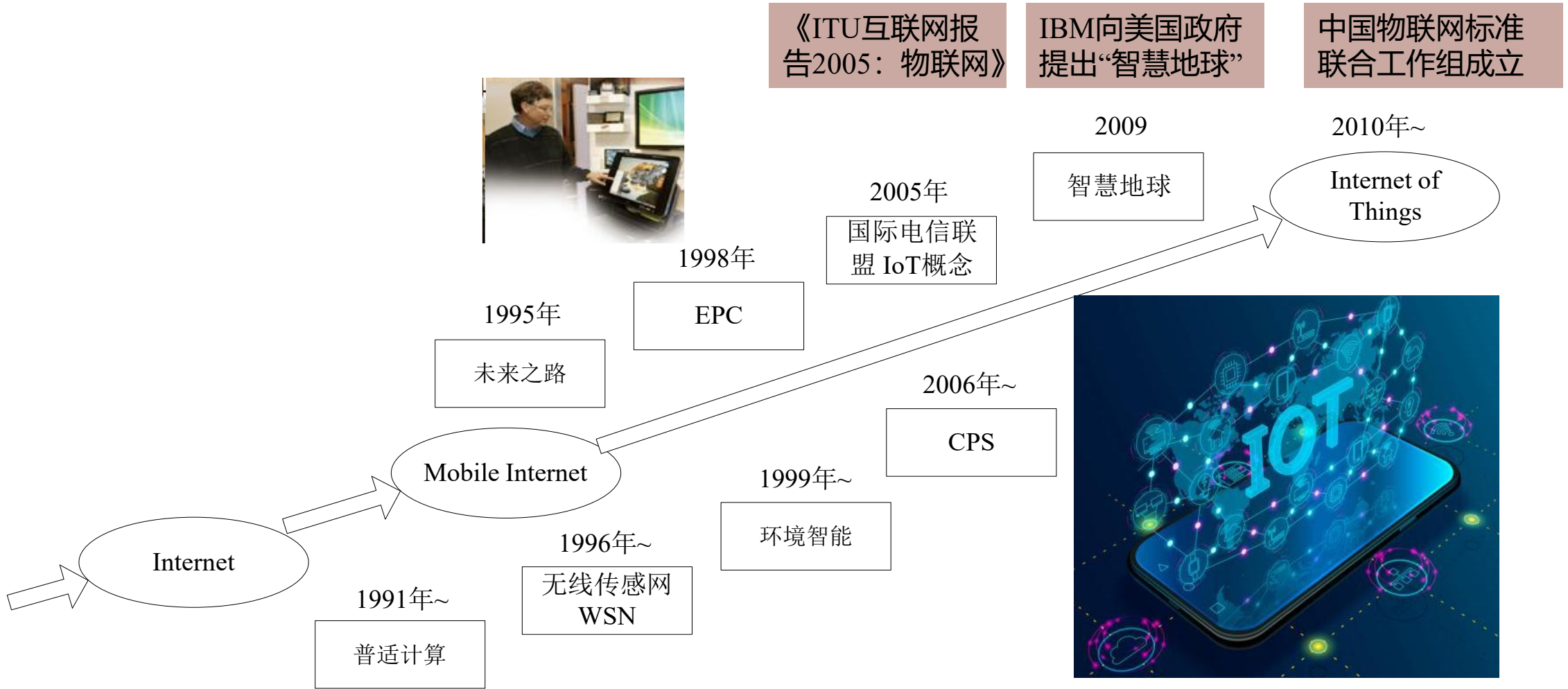


1.1 智能制造与物联网

1.2 物联网架构与生态系统

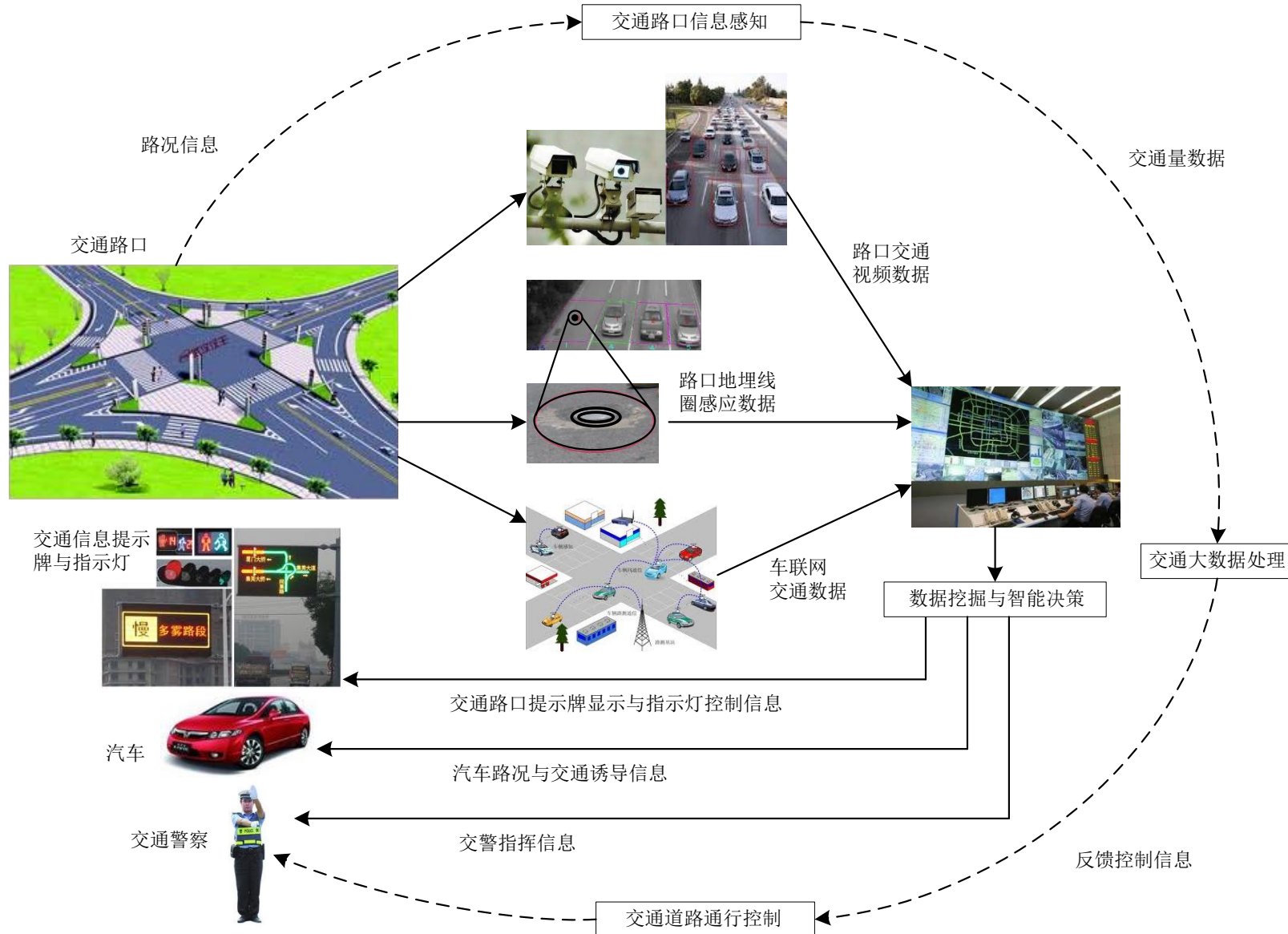
1.3 工业物联网部署案例概述

IoT概念的形成过程



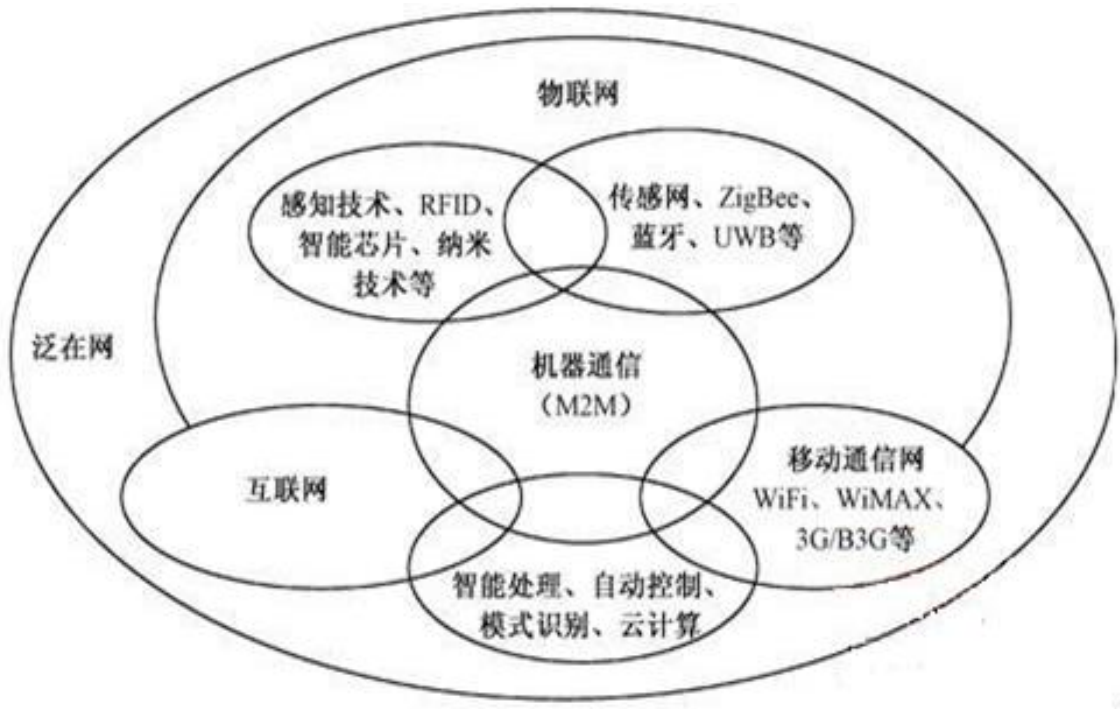
从互联网、移动互联网到物联网的形成与发展过程

IoT是可反馈、可控制的“闭环”系统



1. 环境数据感知与采集
2. 数据预处理与传输
3. 数据汇聚、显示与辅助决策
4. 决策信息执行 (自动/人工)

物联的技术协议栈和系统组织框架



综合应用



智能物流



智能电网



绿色建筑



智能交通



环境监测

信息处理



数据中心



搜索引擎



智能决策

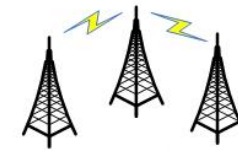


信息安全



数据挖掘

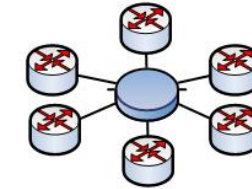
网络构建



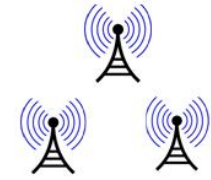
无线广域网



无线个域网



互联网



无线城域网



无线局域网

感知识别



GPS



智能设备



RFID



传感器



传感器

IoT应用实例：以消费端物联网（Consumer IoT）为例

感知通
信

信息处
理

决策执
行

网络冰箱

魔镜：鱼缸也联网

乒乓球机器人



智能家居

酒杯检测机器人



- **感知能力**：即通过传感器像人一样可以感知温度、分辨颜色、测量距离等；
- **处理能力**：即通过设备端和远端协同计算的强大计算能力对感知数据进行处理；
- **决策**：即决定何时、如何执行何种任务。

1.1 智能制造与物联网

智能制造概念的提出

1988年，美国学者赖特（Paul Kenneth Wright，纽约大学）、伯恩（David Alan Bourne，卡内基梅隆大学）正式出版了智能制造研究领域的首本专著：

《制造智能》（**Manufacturing Intelligence, Addison-Wesley, 1988**）。首次就智能制造的内涵与前景进行了系统描述，将智能制造定义为

“通过集成知识工程、制造软件系统、机器人视觉和机器人控制技术来对制造技工们的技能与专家知识进行建模，构建能够模拟人类技工技能的智能机器，以使智能机器能够在没有人工干预的情况下进行小批量生产”。



Paul Kenneth Wright



David Alan Bourne





智能制造的最新定义

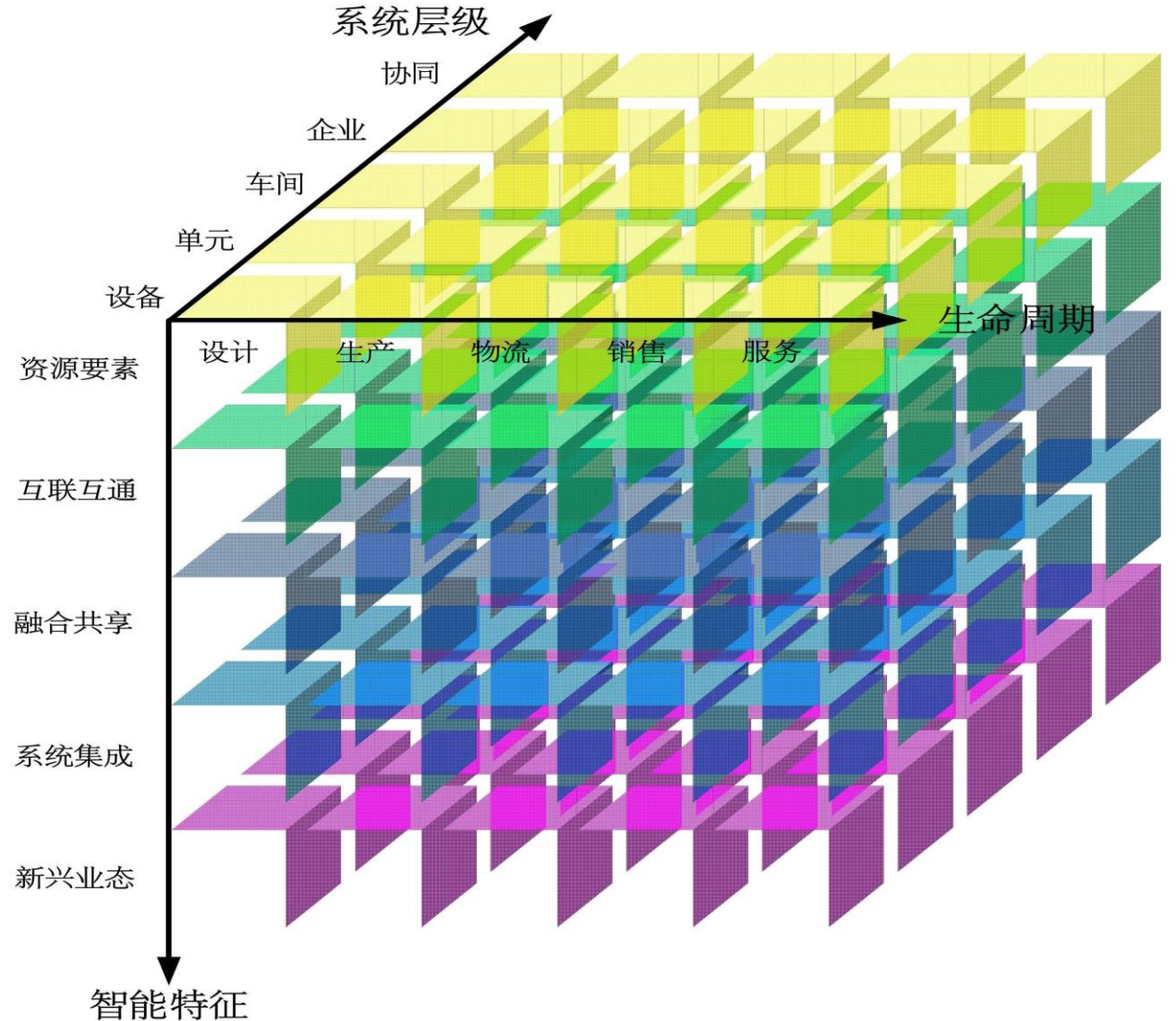
定义1: 基于新一代信息技术，贯穿设计，生产，管理，服务等制造活动各个环节，具有**信息深度自感知，智慧优化自决策，精准控制自执行**等功能的先进制造过程，系统与模式的总称。具有以智能工厂为核心，以端到端数据流为基础，以网络互联为支撑等特征，实现智能制造可以**缩短产品研制周期，降低资源能源消耗，降低运营成本，提高生产效率，提升产品质量。**

（另）来自于国家标准¹的**定义2:** 智能制造是基于先进制造技术与新一代信息技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等产品全生命周期，具有**自感知、自决策、自执行、自适应、自学习**等特征，旨在提高制造业质量、效率效益和柔性的先进生产方式。

[1] 国家智能制造标准体系建设指南（2021版）

智能制造系统架构

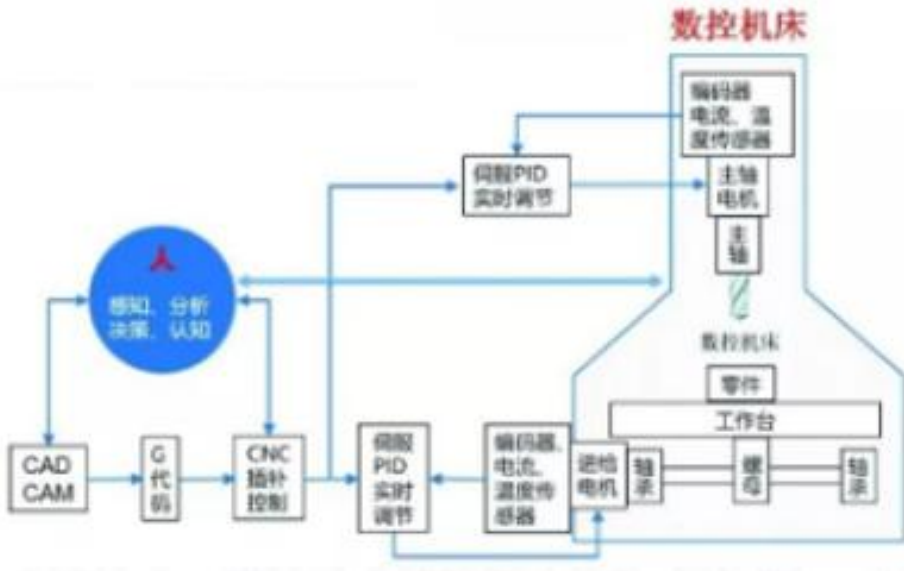
- 智能制造系统架构从生命周期、系统层级和智能特征等3个维度对智能制造所涉及的要素、装备、活动内容等进行描述，主要用于明确智能制造的标准化对象和范围。
 - 生命周期**涵盖从产品原型研发到产品回收再制造的各个阶段，包括设计、生产、物流、销售、服务等一系列相互联系的价值创造活动。
 - 系统层级**是指与企业生产活动相关的组织结构的层级划分，包括设备层、单元层、车间层、企业层和协同层。
 - 智能特征**是指制造活动具有的自感知、自决策、自执行、自学习、自适应之类功能的表征，包括资源要素、互联互通、融合共享、系统集成和新兴业态等5层智能化要求。



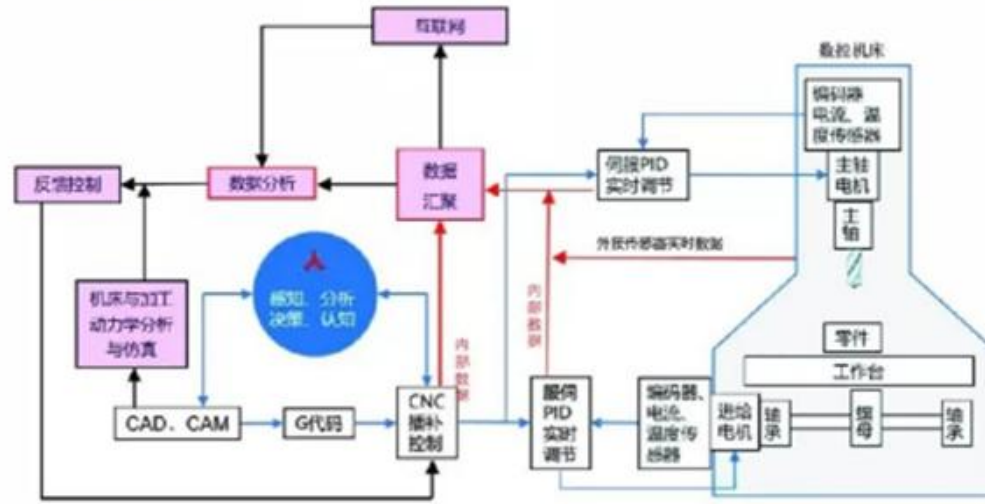
从系统层级出发描述的智能制造体系

数控系统：机电一体化→数控+网络：

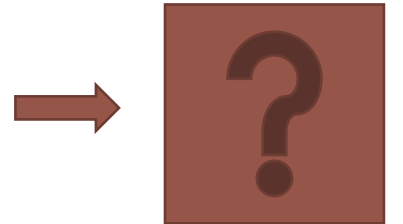
网络化系统（DCS）→数控+[物联网+人工智能+边缘计算]（智能物联网）：智能制造系统



数控机床



网络+数控机床



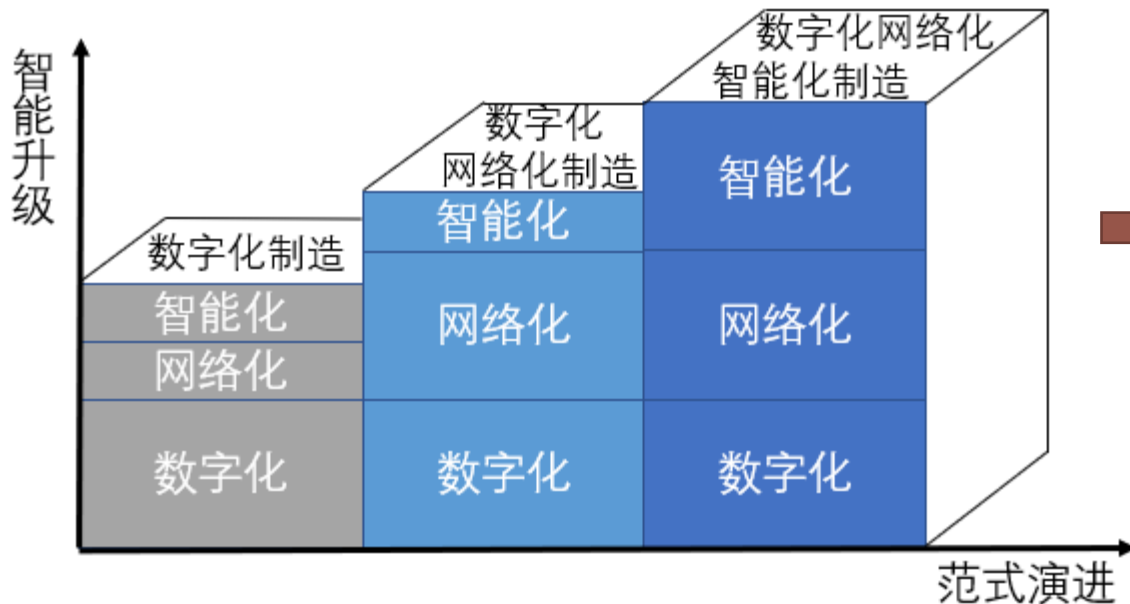
智能数控机床

物联网 + 数控机床实现对加工状态的感知，并且可实现机床状态数据的采集和汇聚和设备的互联互通。

智能制造与物联网概念的融合

智能制造是一个不断演进发展的大概念，可归纳为三个基本范式：

- 数字化制造；
- 数字化网络化制造；
- 数字化网络化智能化制造——新一代智能制造。



$AI + IoT = AIoT$
万物智慧互联

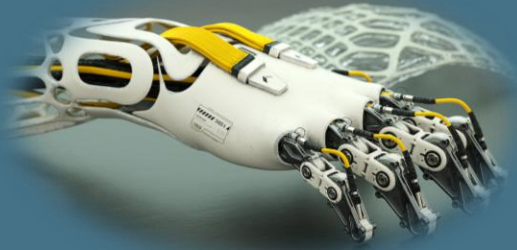
- AIoT不是一种新的IoT，它的出现标志着IoT发展进入了更高的发展阶段
- AIoT将IoT的“人-机-物”融合扩展到“人-机-物-智”的融合
- AIoT研究的最终目标是要达到“感知智能、认知智能与控制智能”的境界
- AIoT技术架构可以用“端-边-网-云-用”或“端-边-管-云”、“端-边-云”来表述

AIoT：智能物联网

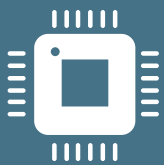


小结

1. 传统互联网和电信网络用于解决人与人数据通信问题，而狭义工业互联网解决工业生产中机器与机器和机器与人（管理操作者）的数据通信问题；
2. 更广泛的物联网用于解决更广泛的人/物-物/人之间的数据通信、计算资源分配等问题，强调“人-机-物-算”的融合；
3. 智能物联网（AIoT）由人工智能+云边计算协同+物联网融合而成，在解决解决人/物-物/人之间的数据通信问题基础上，进一步强调“人-机-物-智”的融合；
4. 工业智能物联网（IIoT）是智能制造体系的核心技术支撑，**但需注意的是**，智能制造体系在架构层次、功能范畴和技术融合度上显著超越IIoT的边界。



第一章 绪论



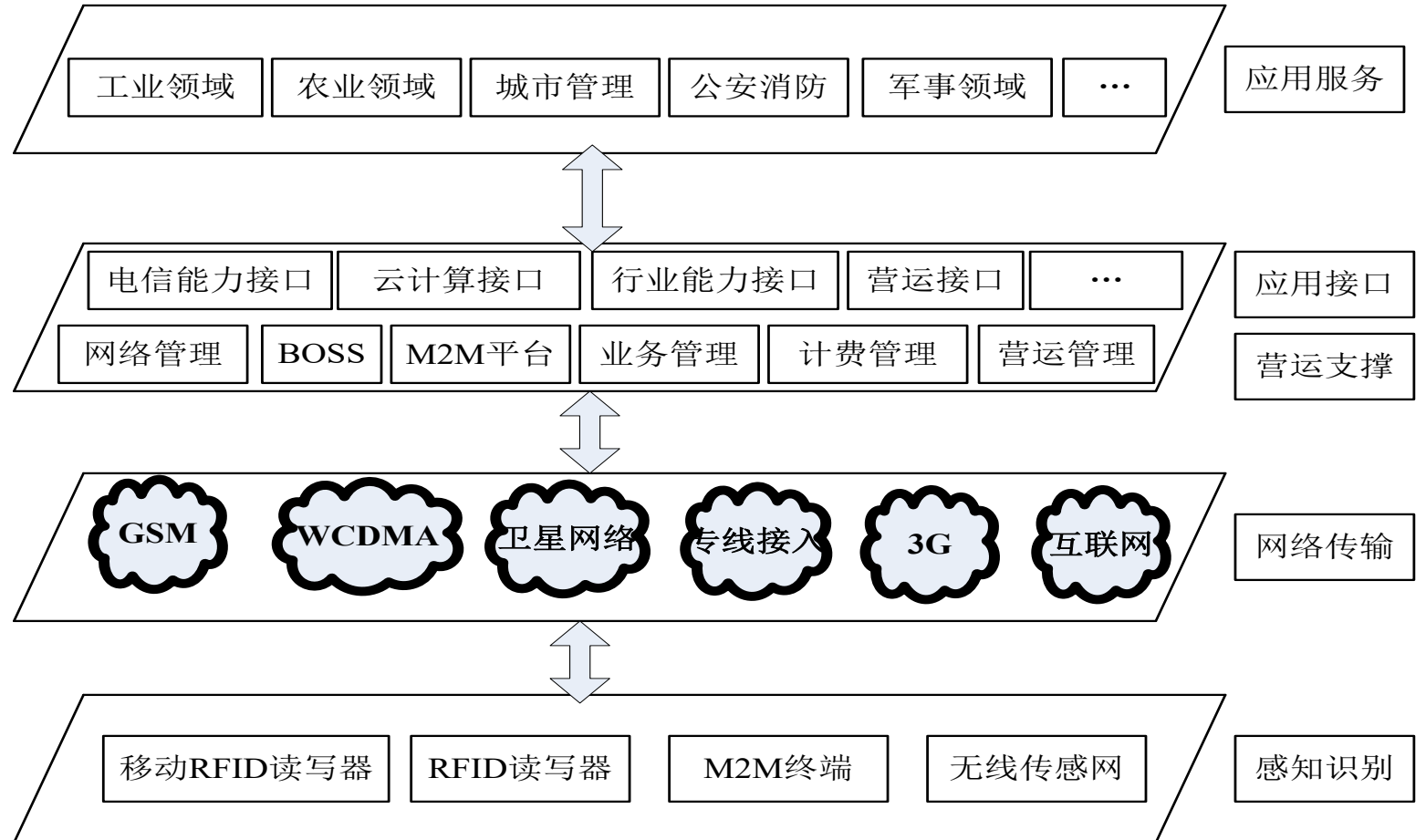
1.1 智能制造与物联网

1.2 物联网架构与生态系统

1.3 工业物联网部署案例概述

1.2.1 物联网的架构

- 物联网是一种形式多样的聚合复杂系统;
- IoT网络的体系结构依旧按照分层的思想建立的;
- 物联网架构的四个主要组成部分:
 - 感知识别部分;
 - 传输网络部分;
 - 应用支撑部分;
 - 应用接口部分。



名词解释:

BOSS: Business and Operations Support System (业务与运营支持系统)。

M2M: Machine-to-Machine (机器间通信系统)。



1.2.1 物联网的架构

- 物联网架构的四个主要组成部分:

- 感知识别层;
- 传输网络层;
- 应用支撑层;
- 应用接口层。





1.2.1 物联网架构

感知识别层：

- 感知识别层用于解决对客观世界的获取数据的问题；
- 感知识别层存在的目的在于形成对（所感兴趣的）客观世界的全面感知和识别；
- 由于物联网的终端的多样性，在该层中涉及了众多的技术层面，技术核心在于解决设备智能化、低能耗、低成本和小型化的问题；

感知识别层功能：

- 物联网是传统互联网的延伸和扩展，扩大了通信对象的范围；
- 感知识别层处于物联网体系结构的最底层，是物联网发展和应用的基础，具有物联网全面感知的核心能力；
- 感知识别层包含数据采集和数据短距离传输两部分。



1.2.1.1 感知识别层

感知识别层关键技术

- 1. 传感器技术
 - 传感技术主要研究关于从自然信源获取信息，并对之进行处理（变换）和识别的一门多学科交叉的现代科学与工程技术的
 - 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。
- 2. 射频识别技术
 - 射频识别技术是20世纪90年代开始兴起的一种非接触式自动识别技术
 - 它通过射频信号等一些先进手段自动识别目标对象并获取相关数据
 - 有利于人们在不同状态下对各类物体进行识别与管理。射频识别系统通常由电子标签和阅读器组成。

1.2.1.1 感知识别层

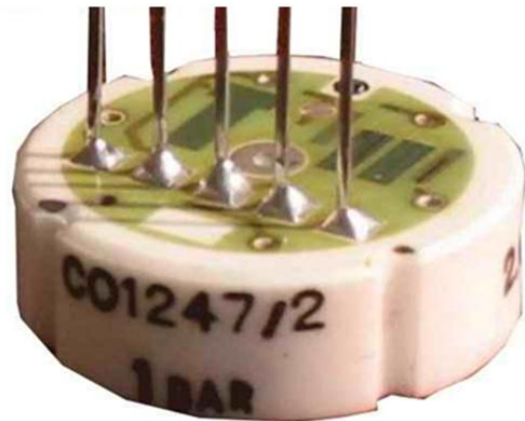
常见传感器



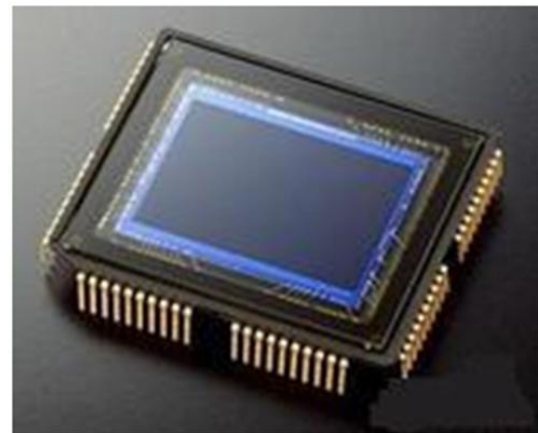
湿度传感器



振动传感器



压力传感器



CCD 传感器

1.2.1.1 感知识别层

感知识别层关键技术

- 3. 条形码技术



- 4. 以RFID为代表的自动识别技术
 - 自动识别技术就是应用一定的识别装置，通过被识别物品和识读装置之间的接近活动，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。



1.2.1.1 感知识别层

其他自动识别技术的典型应用



英国入境处的虹膜识别系统



指纹识别系统



人脸识别系统



1.2.1.2 网络传输层

- 网络传输层位于感知识别层和应用支撑层中间，负责两层之间的数据传输。
- 感知识别层采集的数据需要经过通信网络传输到数据中心、控制系统等地方进行处理或存储。
- 网络传输层就是利用公网或者专网以无线或者有线的通讯方式，提供信息传输的通路。



1.2.1.2网络传输层

网络传输层关键技术

- 中短距离无线传输
 - ZigBee (IEEE 802.15.4协议族)
 - Bluetooth (蓝牙, IEEE 802.15.1协议族)
 - WiMAX (IEEE 802.16协议族)
 - WiFi (WLAN, IEEE 802.11协议族)
- 长距离无线传输 (蜂窝网络及其他)
 - 2G网络 (GPRS、GSM)
 - 3G网络 (WCDMA、TD-SCDMA、CDMA2000)
 - 4G、5G网络 (NB-IoT)
 - LoRa (Long Range)



1.2.1.3 应用支撑层

- 网络层中的感知数据管理与处理技术是实现以数据为中心的物联网的核心技术。
- 感知数据管理与处理技术包括传感网数据的存储、查询、分析、挖掘、理解以及基于感知数据决策和行为的理论和技术。
- 云计算平台作为海量感知数据的存储、分析平台，将是物联网应用支撑层的重要组成部分，也是应用层众多应用的基础。



1.2.1.3 应用支撑层关键技术

- 1.嵌入式技术
 - 早期IEEE给出的嵌入式系统定义：指对仪器、机器和工厂运作进行控制、监视或支持的设备，通常表现为针对特定应用、对软硬件高度定制的专用计算机系统。
 - 当前定义：嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，并且软硬件可裁剪，适用于应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。
- 2.云计算
 - 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，经搜索、计算分析之后将处理结果回传给用户。
 - 云计算支撑物联网的应用发展的方式
 - (1) 单中心、多终端应用模式；
 - (2) 多中心、多终端应用模式；
 - (3) 信息与应用分层处理、海量终端的应用模式。
- 3.中间件技术
 - 连接物理设备与上层应用的关键软件层，负责屏蔽底层硬件差异、统一数据交互标准，并实现跨系统的协同管理。其核心功能是解决物联网生态中设备异构性、网络复杂性和应用多样性的问题。



1.2.1.4 应用接口层

- 应用接口层的功能是根据物联网的业务需求，采用建模、企业体系结构、SOA等设计方法，开展物联网业务体系结构、应用体系结构、IT体系结构、数据体系结构、技术参考模型、业务操作视图设计等。
- 物联网应用的复杂性需要专业的运营实体来进行物联网的运营。
- 对于企业内部的物联网应用，各领域都有长期合作的IT服务提供商、系统集成商，他们是行业解决方案的最主要提供者，具有丰富的系统开发与实施经验。

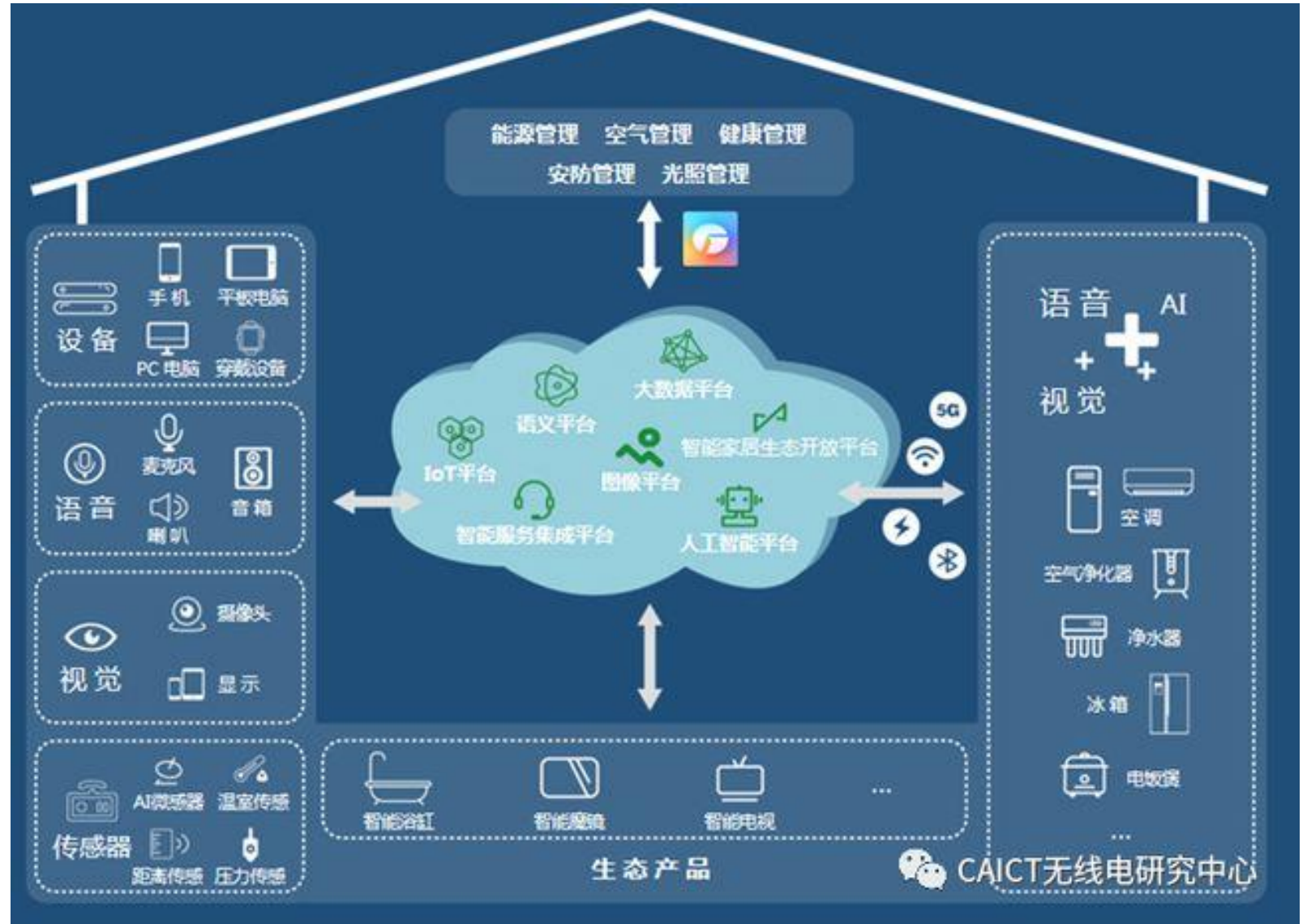


1.2. 2物联网的生态系统 (Eco-System)

- 物联网生态系统也就是指的是4个生态系统的组成部分，分别是：
- 物品 (Things, 硬件)：传感器 (温度、污染.....) 形式的设备，可以从环境中收集数据，或者是执行器形式 (阀门、电机控制...) 的设备；
- 网络连接：是设备和应用程序之间的一切，可读取设备或命令设备，有多种网络连接选项可供选择，其中大多数都需要使用某种网关。
- 云中软件：包括数据收集、设备和配置管理、消息传递、OTA固件更新、安全和身份管理等。
- 应用程序和分析是最终用户通常通过Web或移动应用程序与[物联网解决方案](#)交互的部分。

1.2.2 物联网的生态系统

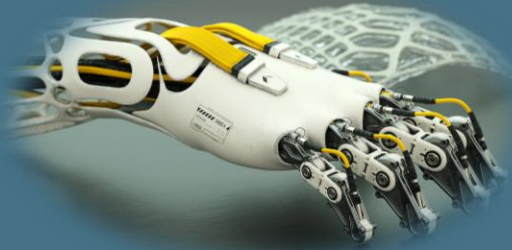
消费级物联网（智能家居）示意图



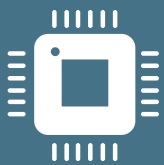
1.2.2 物联网的生态系统

工业智能物联网核心构造





第一章 绪论



1.1 智能制造与物联网

1.2 物联网架构与生态系统

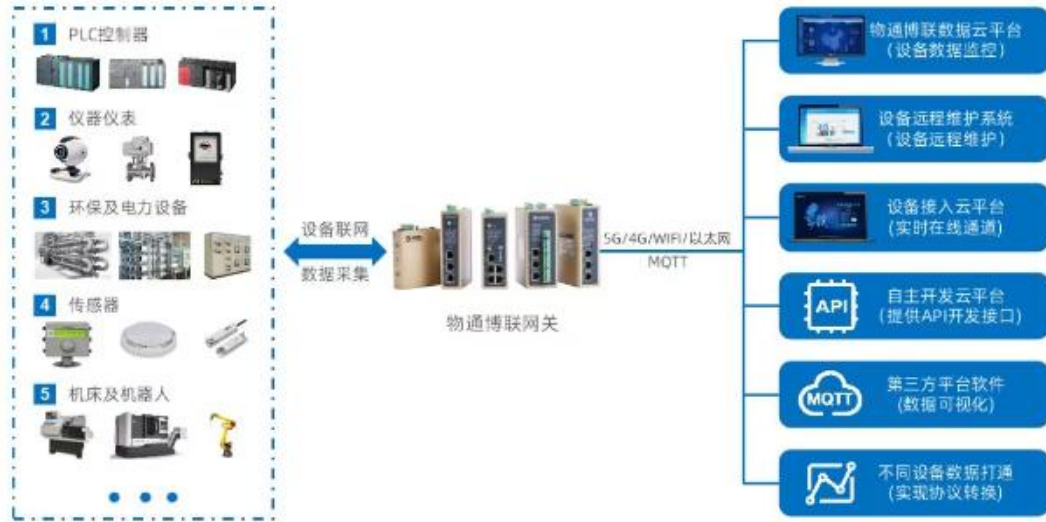
1.3 工业物联网部署案例概述

1.3 工业物联网部署案例概述



- 工业物联网是面向工厂应用的物联网
- 工业物联网是将具有感知、监控能力的各类采集、控制传感器或控制器，以及移动通信、智能分析等技术不断融入到工业生产过程各个环节，从而大幅提高制造效率，改善产品质量，降低产品成本和资源消耗，最终实现将传统工业提升到智能化的新阶段。从应用形式上，工业物联网的应用具有实时性、自动化、嵌入式(软件)、安全性、和信息互通互联性等特点。

1.3 工业物联网部署案例概述



设备联网

数据采集

协议解析

边缘计算

云端接入

开放接口

• 城市供水管网渗漏监测预警系统

• 供水管网是保障城市正常运行、居民正常生活的重要生命线，但是目前我国城市供水设备建设仍存在很大的问题，供水管网故障率高，管道漏损、爆管问题频频发生。根据近期数据显示，国内600多个城市供水管网平均漏损率超过15%，供水管网漏损造成的每年经济损失高达200亿，而根据2019年数据，全国城市、县城公共供水管网漏水量近百亿吨，相当于700个西湖的蓄水量。

• 系统功能：

- 1、数据采集传输：网关可以连接各类传感器设备，实时获取水量、水压、流速等数据，通过5G/4G/WIFI上传到云平台，保证数据实时更新，形成供水管网立体监测网络。
- 2、云端远程监测：管理者可以通过云平台及时直观了解供水管网的运行状况，运行参数、破损点位、报警信息等，支持手机APP、电脑Web端、监控大屏等查看。
- 3、智能报警通知：当管网数据超出设定阈值时，会通过微信、短信、邮件、声光灯等方式进行提醒，便于工作人员快速定位进行维护，提高管网维护效率。作者：物联小宝

<https://www.bilibili.com/read/cv20629816/> 出处：bilibili

本章总结



重点内容

- 1、互联网、工业互联网、物联网和智能物联网之间的区别与联系；
- 2、物联网的基本架构；
- 3、物联网生态系统的含义与基本组成部分。

开放问题（作业）

- 1、中国传统的工业生产企业升级面临的核心问题？如何进行智能化改造？
- 2、工业生产中的智能感知和决策是如何与物联网结合起来的？一般是在哪些地方加入智能元素？
- 3、你身边的物联网设备和因素有哪些？



知识点学习

知识点学习 0302 11:16

03/03 11:16 ~ 03/08 11:16

需学习5个知识点



请使用知到APP进行扫码