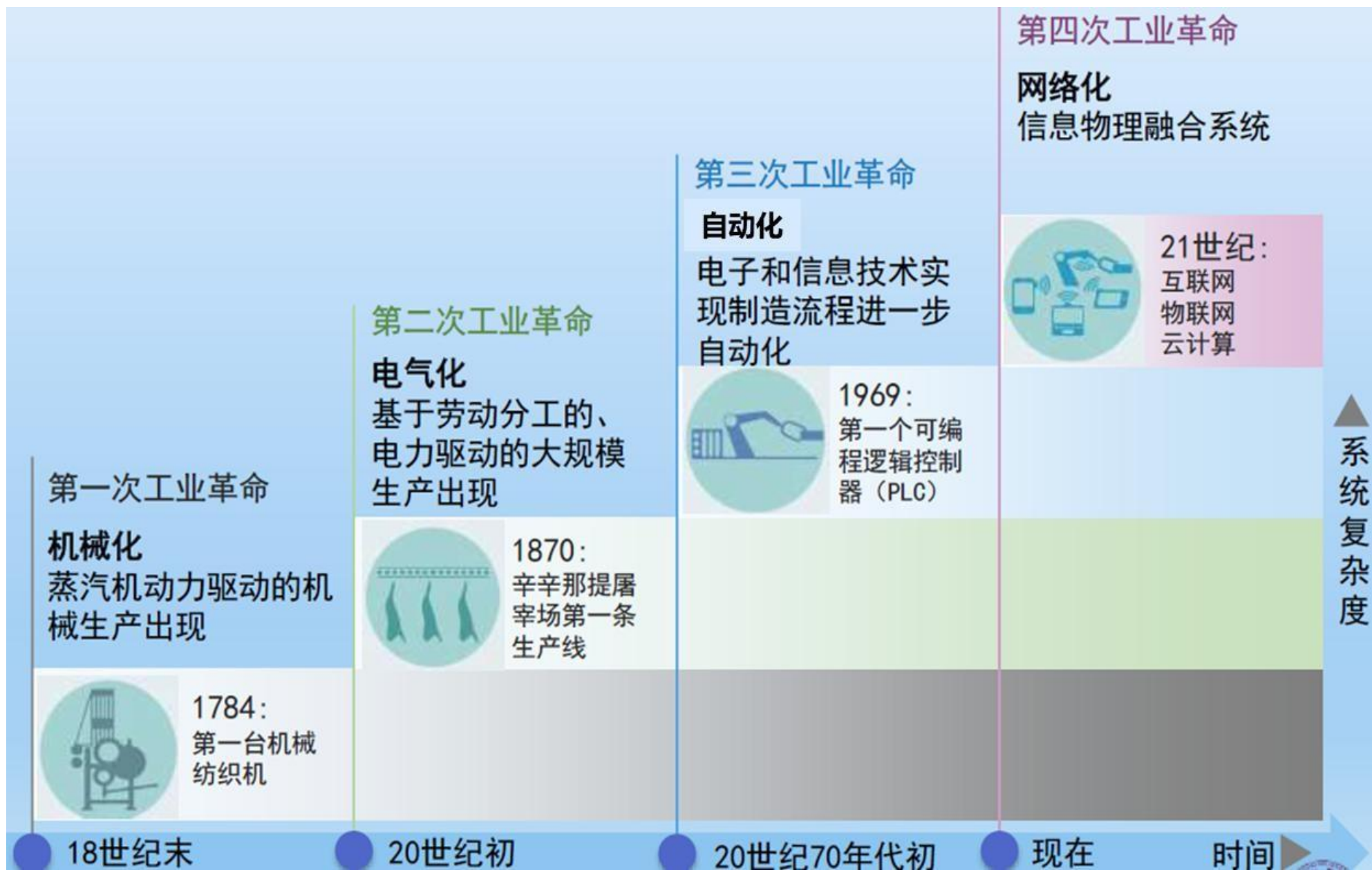


# 从工程物联网到工业物联网

汇报人：师玉栋



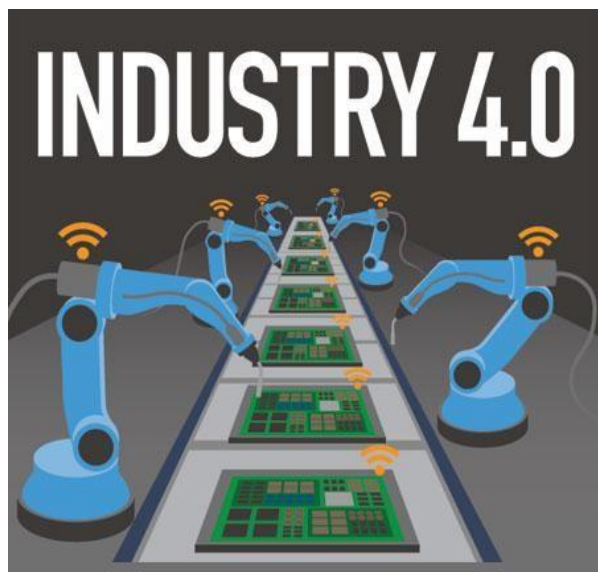
# 01 工业革命



# 02 信息科学技术的变革



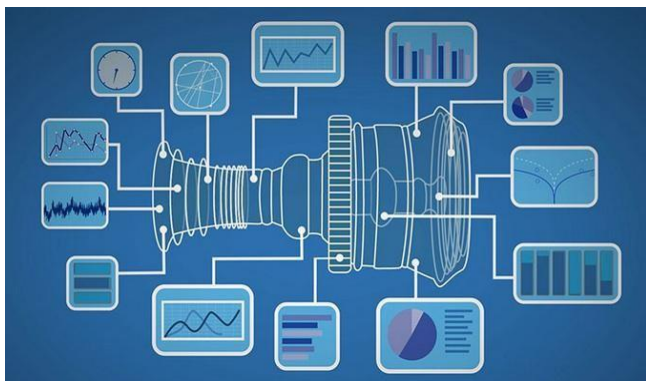
## 03 工业物联网的概念和起源



### 工业 4.0

2011 德国 汉诺威工业展

“INDUSTRY 4.0” refers to the technological evolution from **embedded systems** to **cyber-physical systems**. Put simply, INDUSTRY 4.0 represents the coming fourth industrial revolution on the way to an **Internet of Things, Data and Services**.



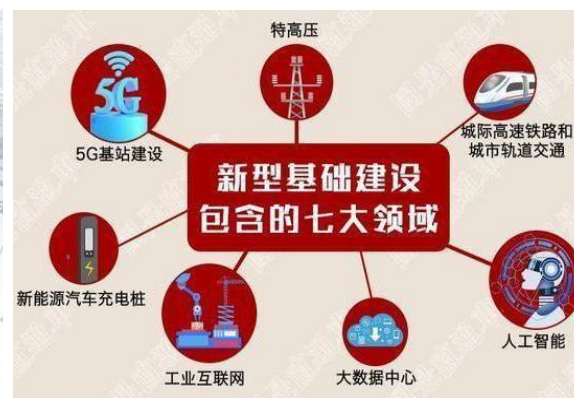
### 工业互联网

2012 美国 通用电气



### 中国制造2025

2015 中国 制造强国战略

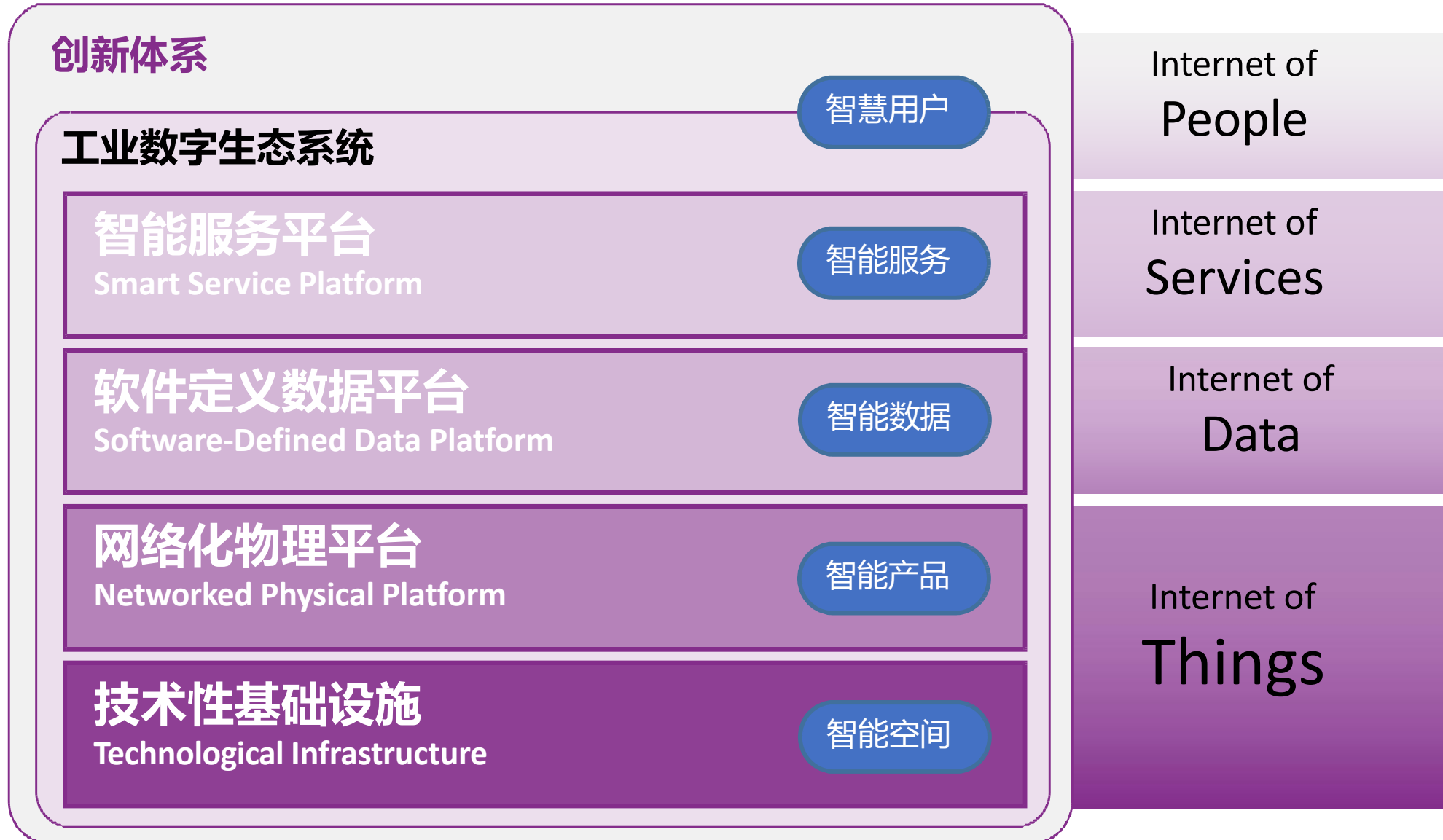


### 新基建

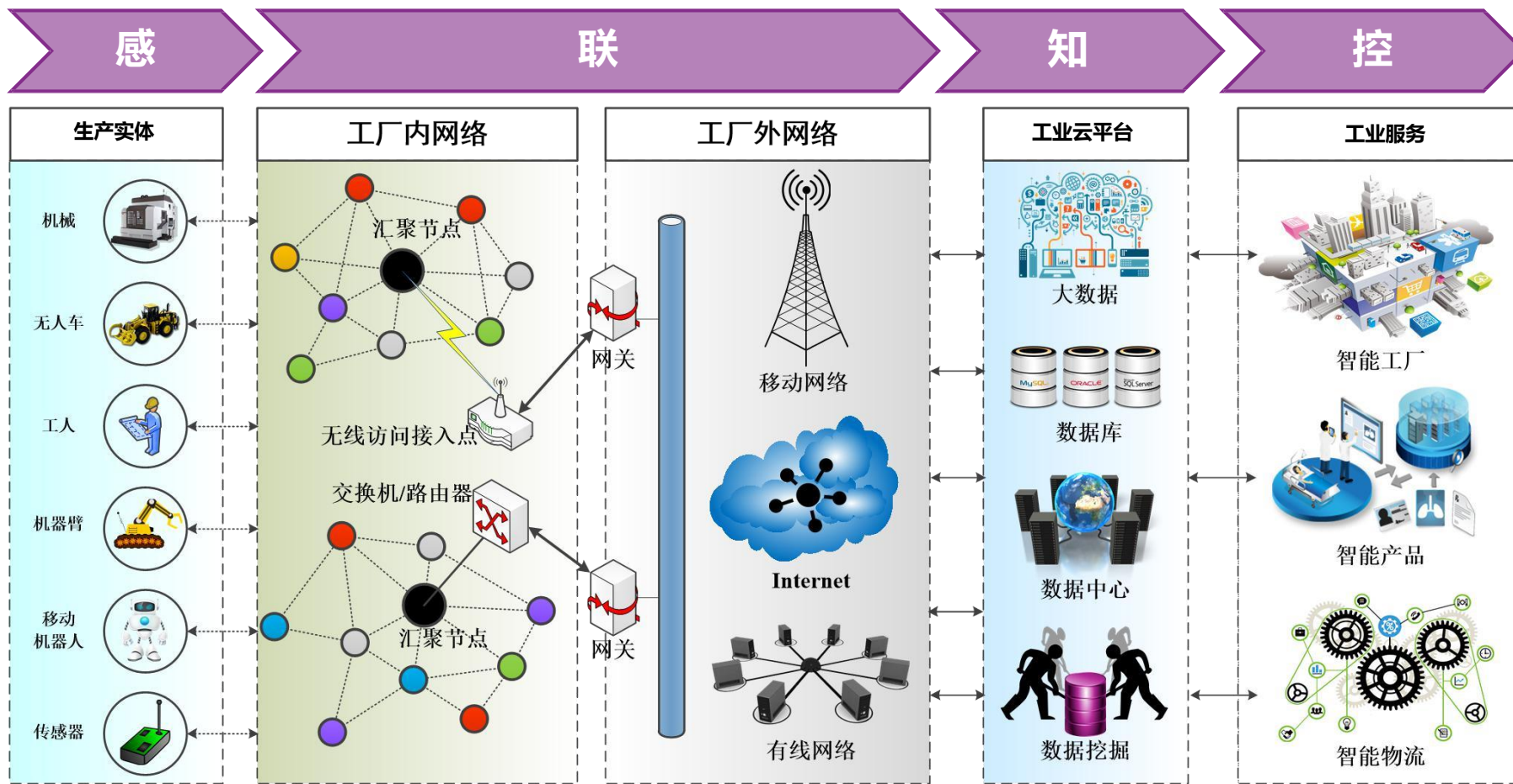
2020 中国 国务院政府工作报告



## 04 工业互联网：全价值链的互联互通



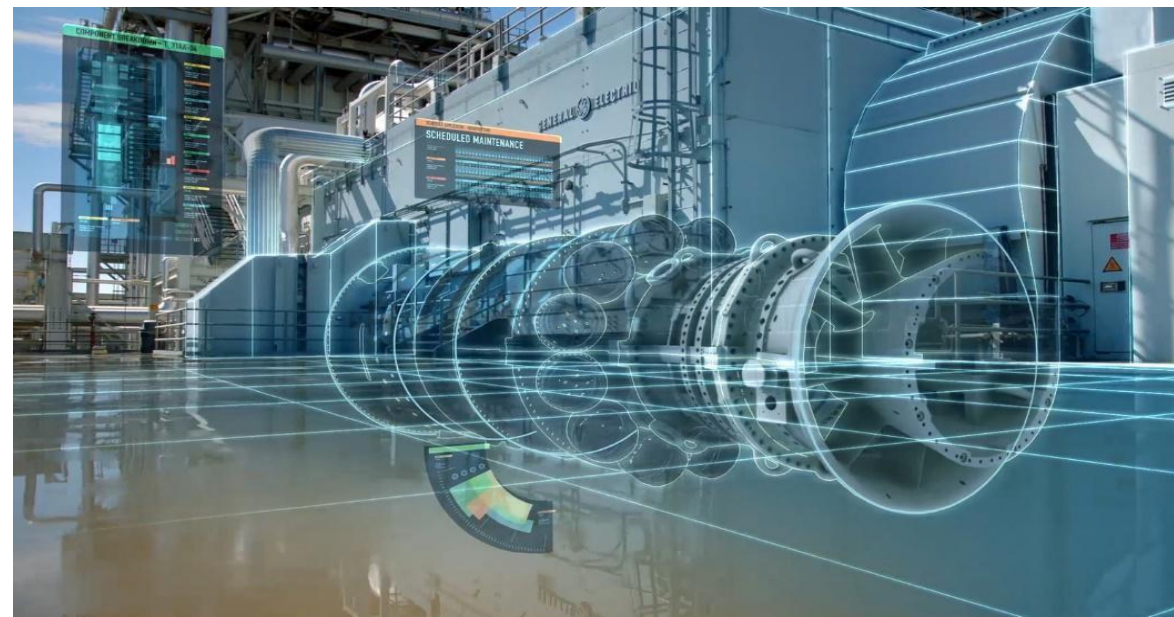
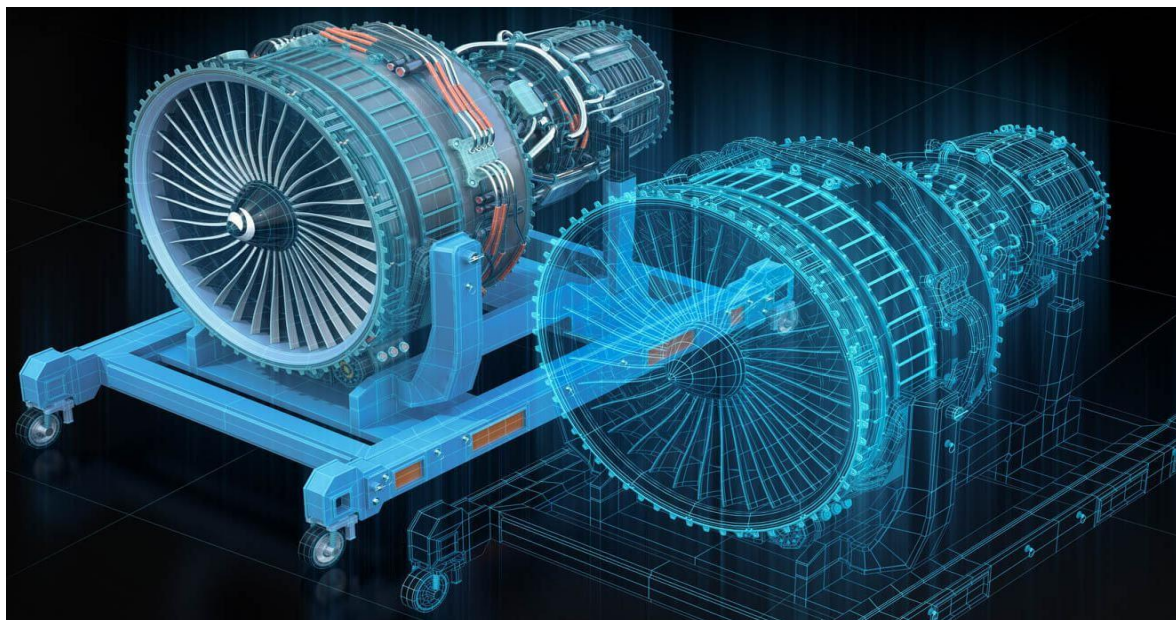
# 05 工业物联网体系架构



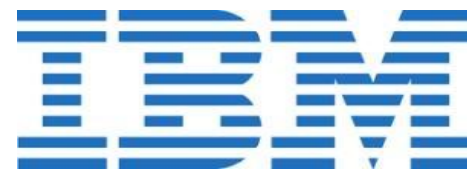
工业物联网秉承物联网系统“感、联、知、控”四层体系架构，它的本质是以人、机、物、网络、工业云构成的“云端”架构为基础，通过云端协作对工业数据进行全面深度感知（感）、高效实时联网传输（联）、快速计算处理和高级建模分析（知），从而实现智慧决策优化和精准执行控制（控）。

## 06 工业物联网与数字孪生

### 工业物联网典型应用——数字孪生 (Digital Twin)



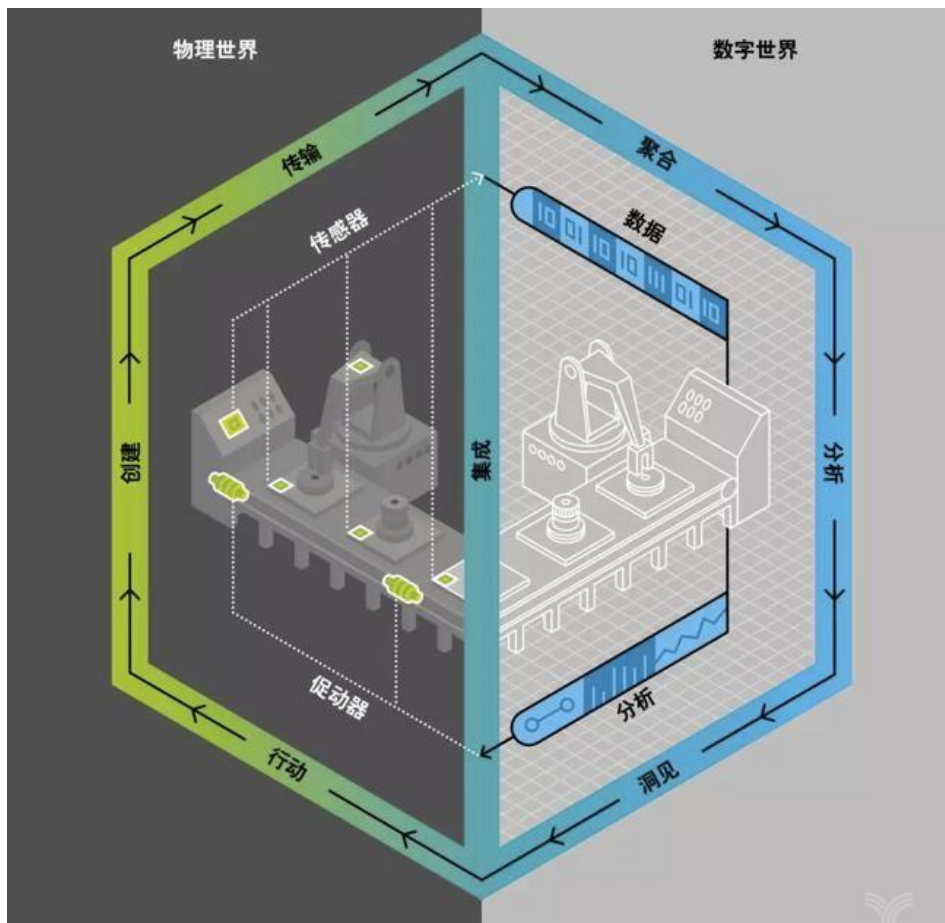
以数字化方式为**物理对象**创建的**虚拟模型**，来反应物理对象的全生命周期过程。





## 06 数字孪生的技术要素

**数字孪生**是将现实世界物理对象的状态参数，映射到虚拟世界的孪生对象上，并完成对物理对象状态的监测、仿真与预测，从而获得对物理对象进行控制和改善的能力。



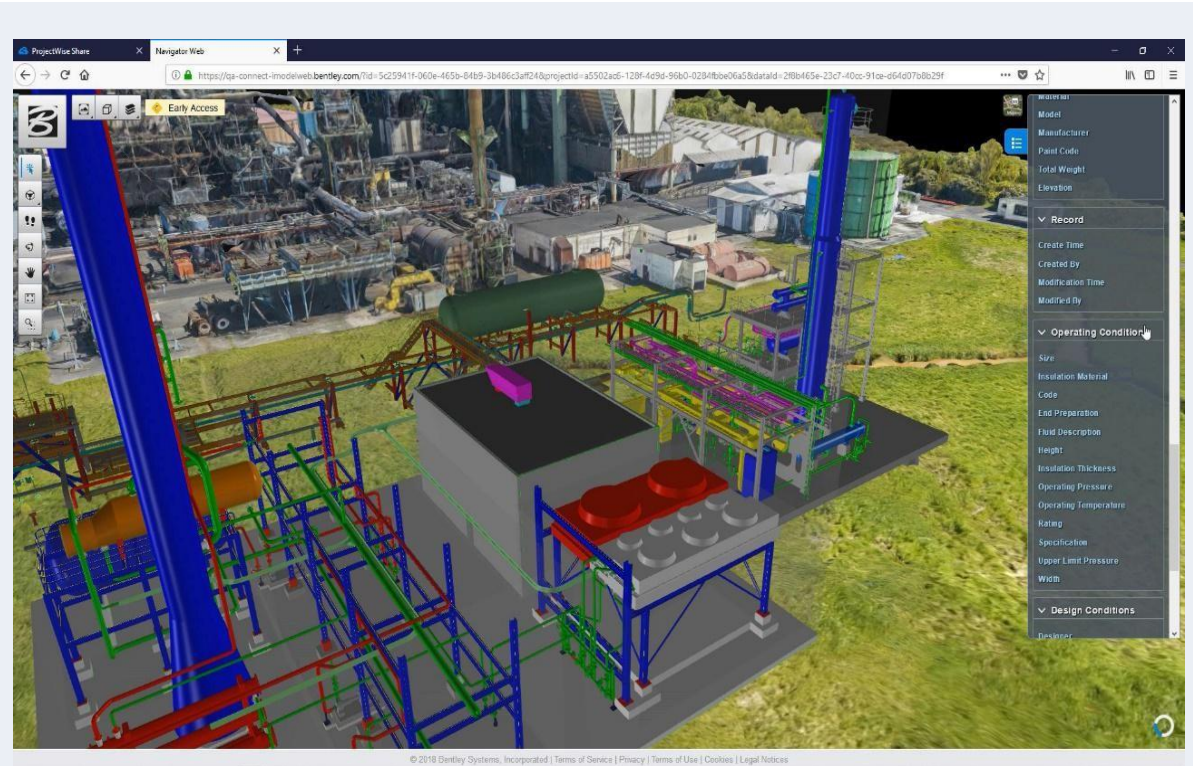
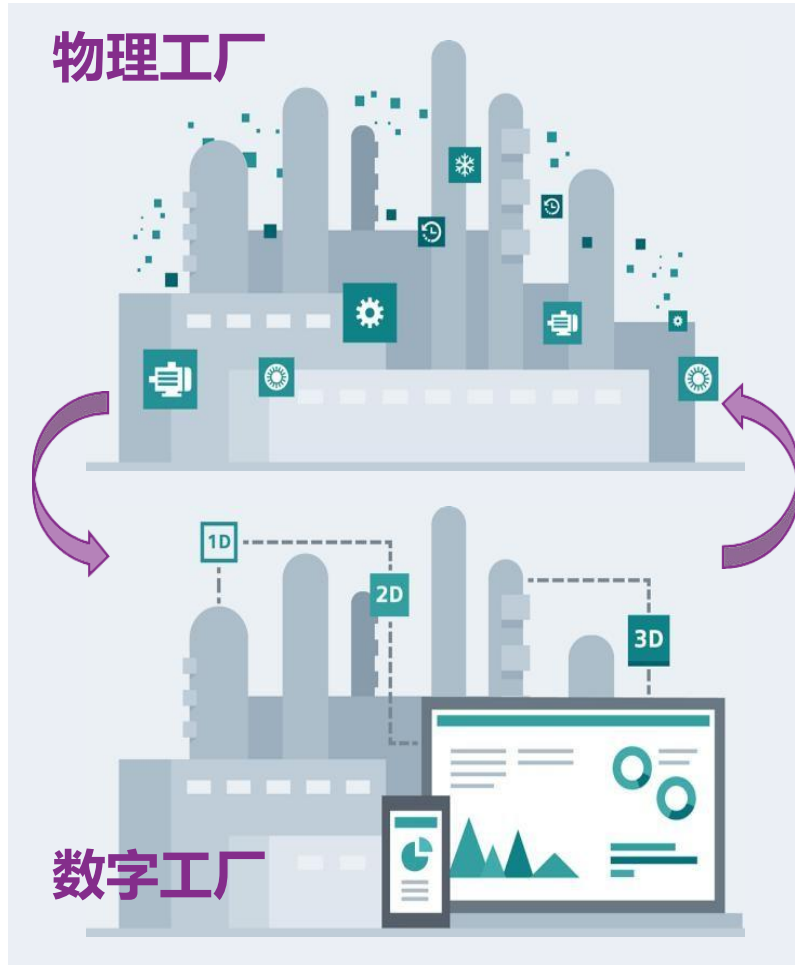
### 全生命周期把控

- 协同仿真与设计
- 制造执行过程监控
- 产品使用状态跟踪
- 数据驱动的服务



# 案例1 西门子数字孪生系统

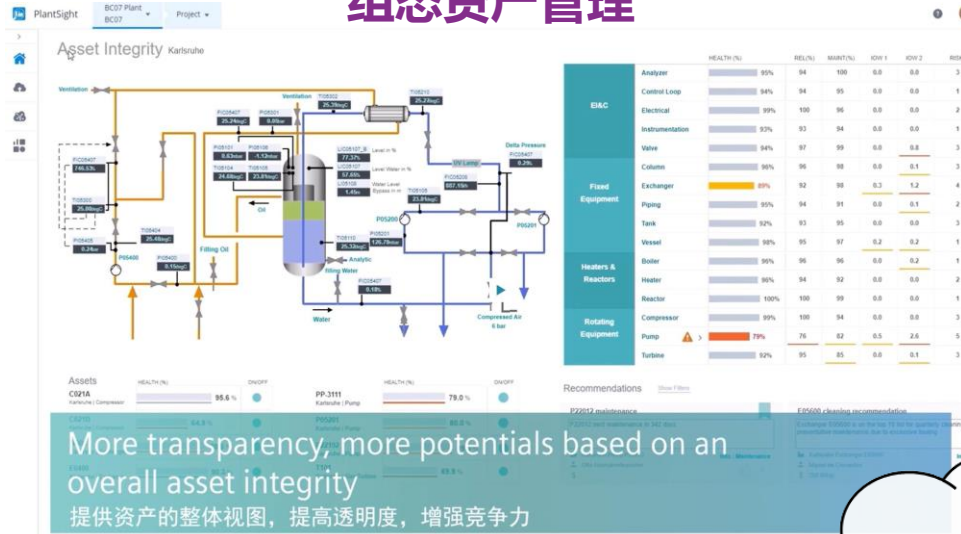
## PlantSight 数字孪生系统



PlantSight通过对工厂数据的收集整理，三维可视化以及智能分析，提高资产性能并降低运营成本。

# 案例1 西门子数字孪生系统

## 组态资产管理



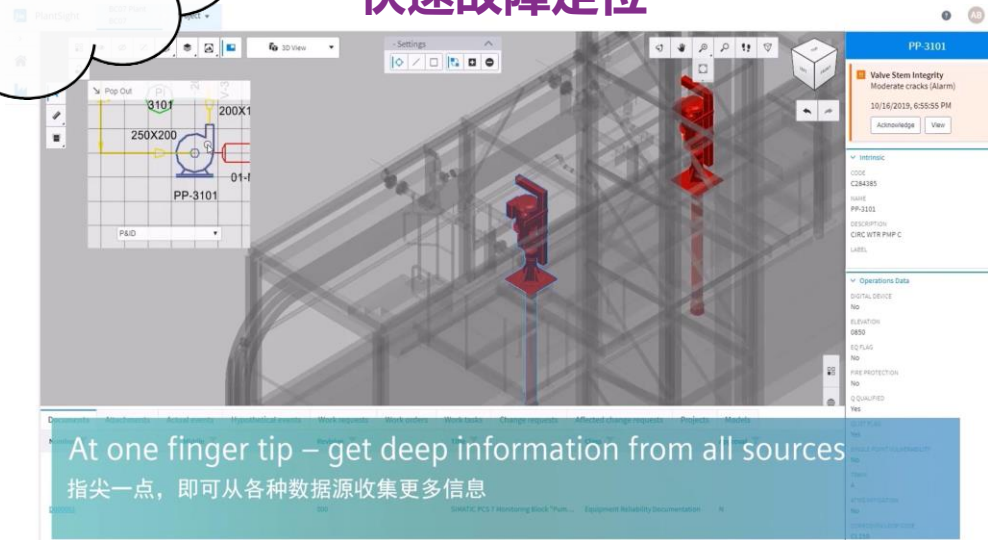
## 部件资产管理



## 三维资产视图



## 快速故障定位



PlantSight

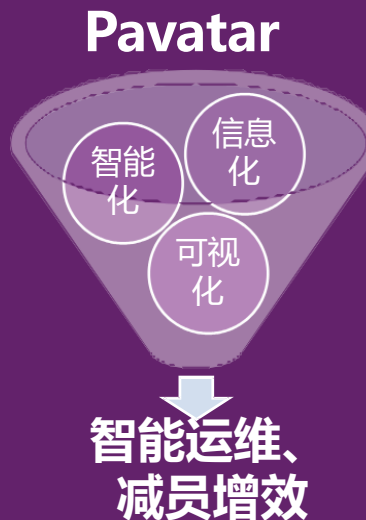
## 案例2 国家电网特高压换流站调相机 无人值守监测和诊断系统 Pavatar

- **全球能源互联网**: 以**特高压电网**为骨架, 全球互联的**智能电网**, 是**清洁能源**在全球范围大规模开发、输送和使用的基础平台。
- **特高压换流站**的使命和作用: 保障电网安全 稳定、支持能源结构转型



**调相机无人值守监测和诊断系统**——借助物联网、数据可视化与虚拟现实、大数据与人工智能等前沿信息科学技术, 为调相机的运维提供信息支撑和辅助决策:

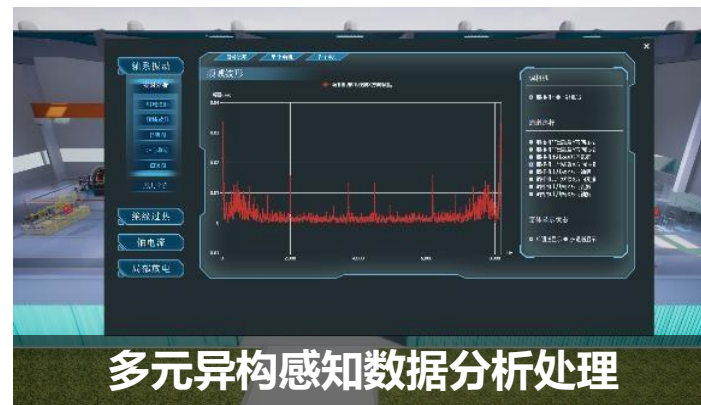
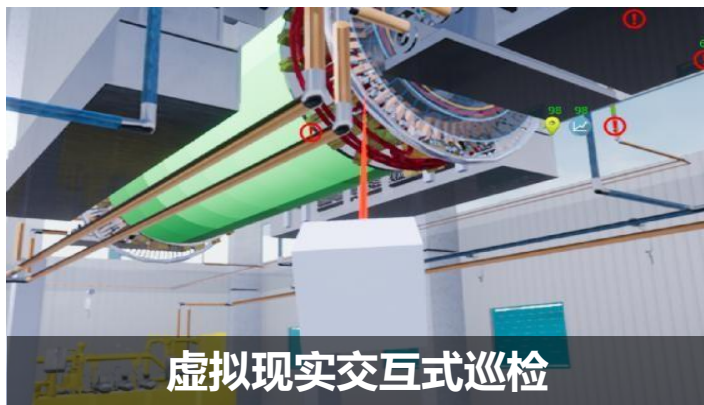
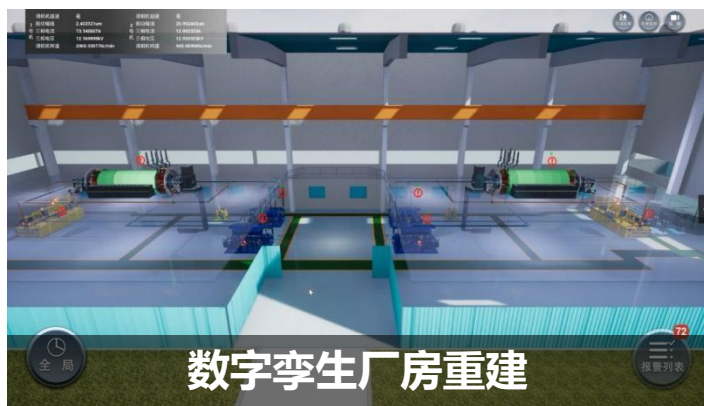
- 以基于物联网的自动化监控替代周期性人工巡检
- 以基于大数据的机器智能辅助人为的经验性决策





# 案例2 国家电网特高压换流站调相机无人值守监测和诊断系统 Pavatar

拓展感知维度  
+  
提升交互效率  
=  
减员、增效





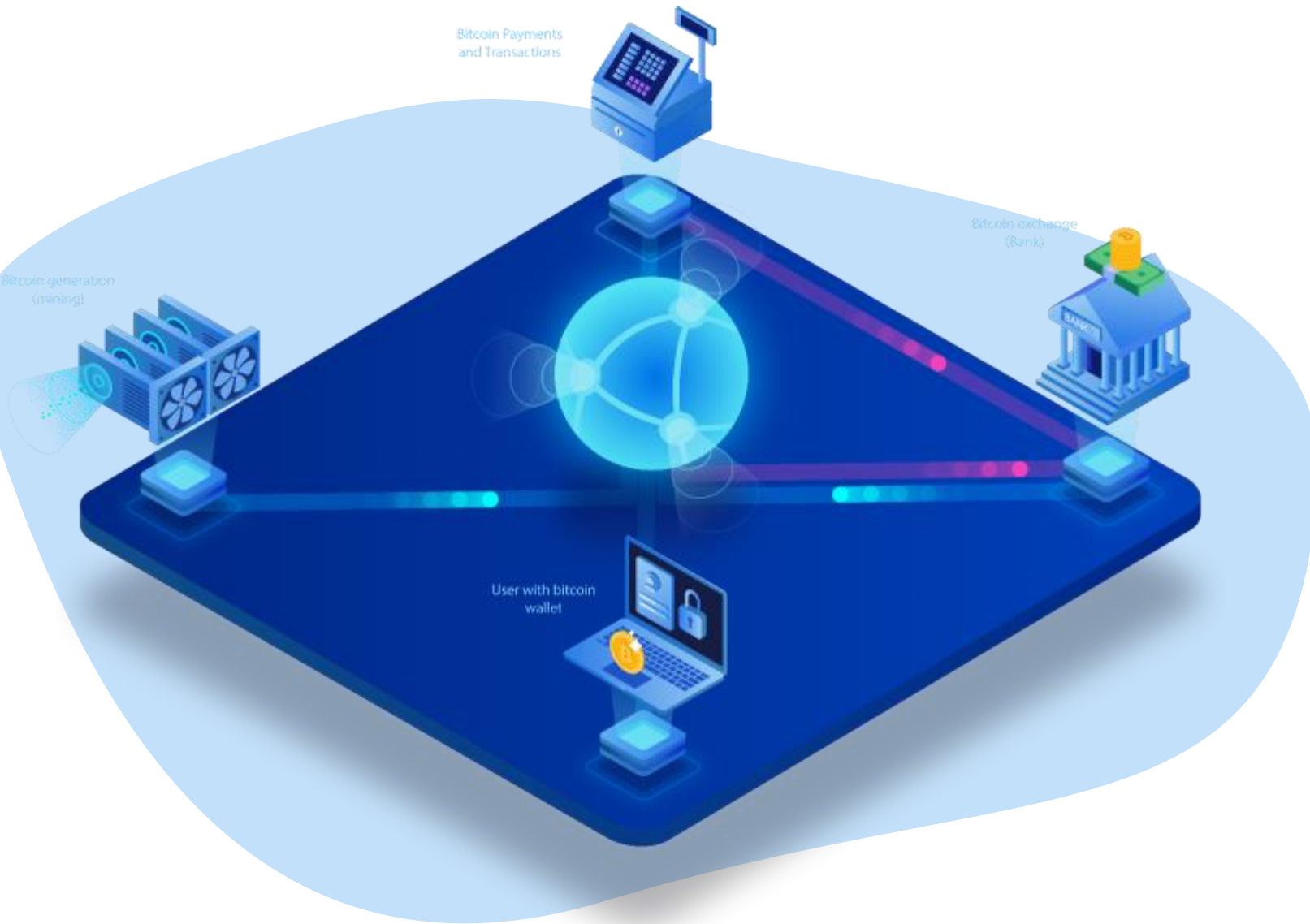


# 工程物联网

---

汇报人：薛楠楠

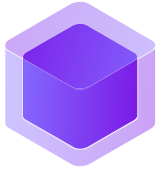
# CONTENTS



1. 工程物联网的概述
2. 工程物联网的架构
3. 工程物联网的应用

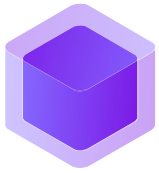


# **1. 工程物联网的概述**



# 物联网

美国麻省理工学院的自动识别中心 (AutoID) 率先提出了物联网的概念，中国工业与信息化部也对进行定义：物联网是通信网和互联网的拓展和延伸，利用感知技术与智能装备对物理世界进行识别感知，通过网络传输互联，实现人与物、物与物的交互和无缝衔接，达到对物理世界的实时控制、精确管理和科学决策。



# 工程物联网

工程物联网是物联网技术在建造领域的扩展，通过工程要素的泛在感知与连接，实现建造工序协同优化、建造环境实时响应、建造资源合理配置及建造过程的按需执行。



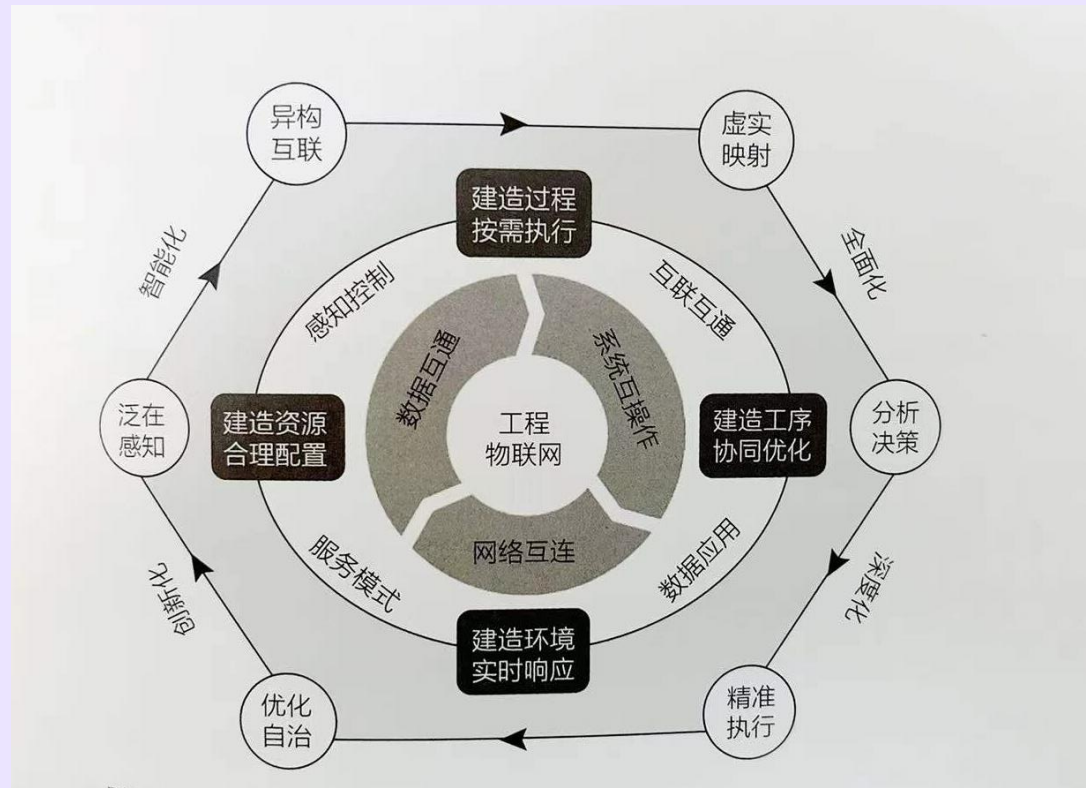


# 工程物联网的本质特征

物联网的本质特征就是构建一套工程物理空间与数字空间基于数据自动流动的泛在感知、异构互联、虚实映射、分析决策、精准执行、优化自治的闭环赋能体系。其中：

- 泛在感知是工程数据获取的基础；
- 异构互联是工程数据传输的前提；
- 虚实映射是工程数据表达的方法；
- 分析决策是工程数据处理的手段；
- 精准执行是工程数据价值的体现；
- 优化自治是工程数据应用的效果。

目前，工程物联网技术的主要体现了以下六个方面的发展趋势：终端智能化、感知融合化、连接泛在化、计算边缘化、网络扁平化和服务平台化。

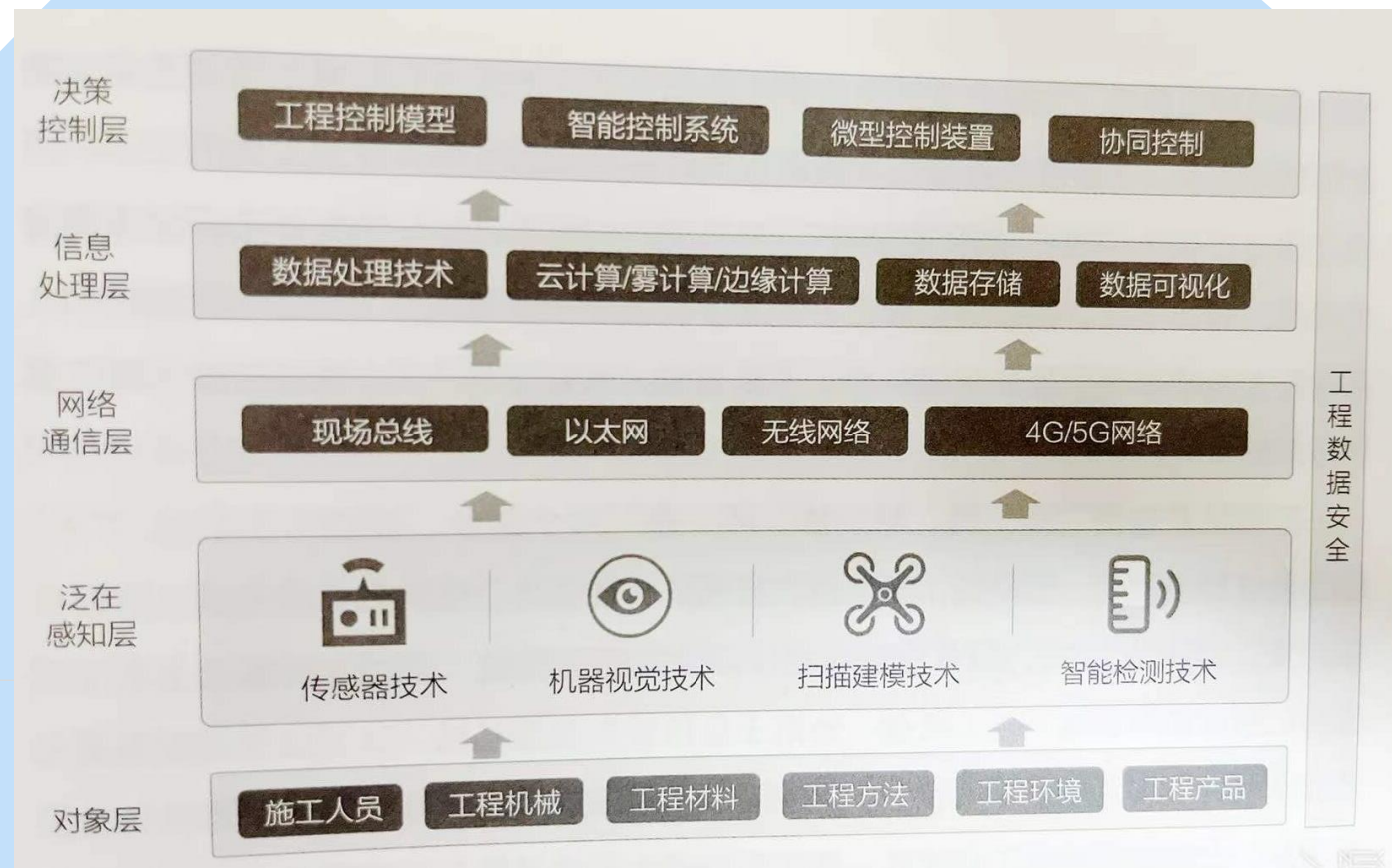




## ***2. 工程物联网的架构***

# 工程物联网的体系架构

参考物联网系统的基本架构，工程物联网的体系架构由对象层、泛在感知层、网络通信层、信息处理层以及决策控制层组成。





## 泛在感知

泛在感知层包含不同类型的数据采集技术，用以实时测量或感知工程要素的状态与变化，同时转化为可传输、可处理、可储存的电子信号，具体包括传感器技术、机器视觉技术、扫描建模技术、质量检测技术等。



## 网络通信

对于不同的管理层级，都可以使用个性化的智能感知、分析以及决策技术。对于工序级所涉及本地服务器设备往往采用工程现场总线技术进行连接；对于工地级的项目应用，一般采用有线和无线网络相结合的方式；对于企业级的信息传输，一般采用无线网络上传至云端。



## 信息处理

由于工程信息通常具有海量性、异构性等特点，对数据中心处理平台的计算能力、储存能力、决策能力、管理能力提出了较高要求。为此，工程物联网平台引入云计算、边缘计算、雾计算等技术进行数据加工处理。



## 决策控制

常见的控制系统包括分布式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）。相比于制造业，建筑业面临的可控制问题更加难以用精确的数学模型描述，建立在工程物联网基础上的控制技术也朝智能化、微型化及协同化方向发展。



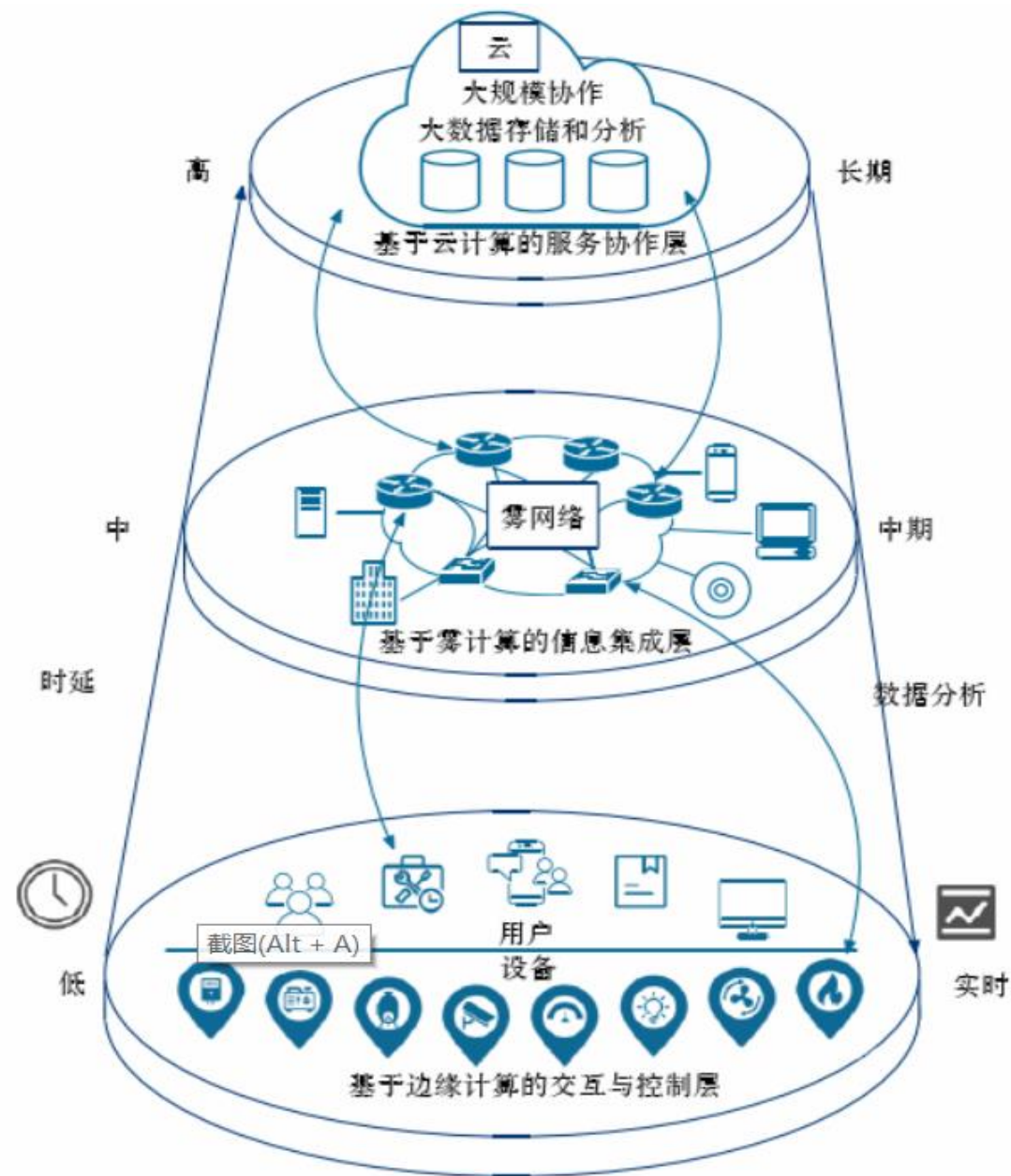


### ***3.工程物联网的应用***

# 一、基于边雾云的泛在电力物联网架构

## 1、总体架构

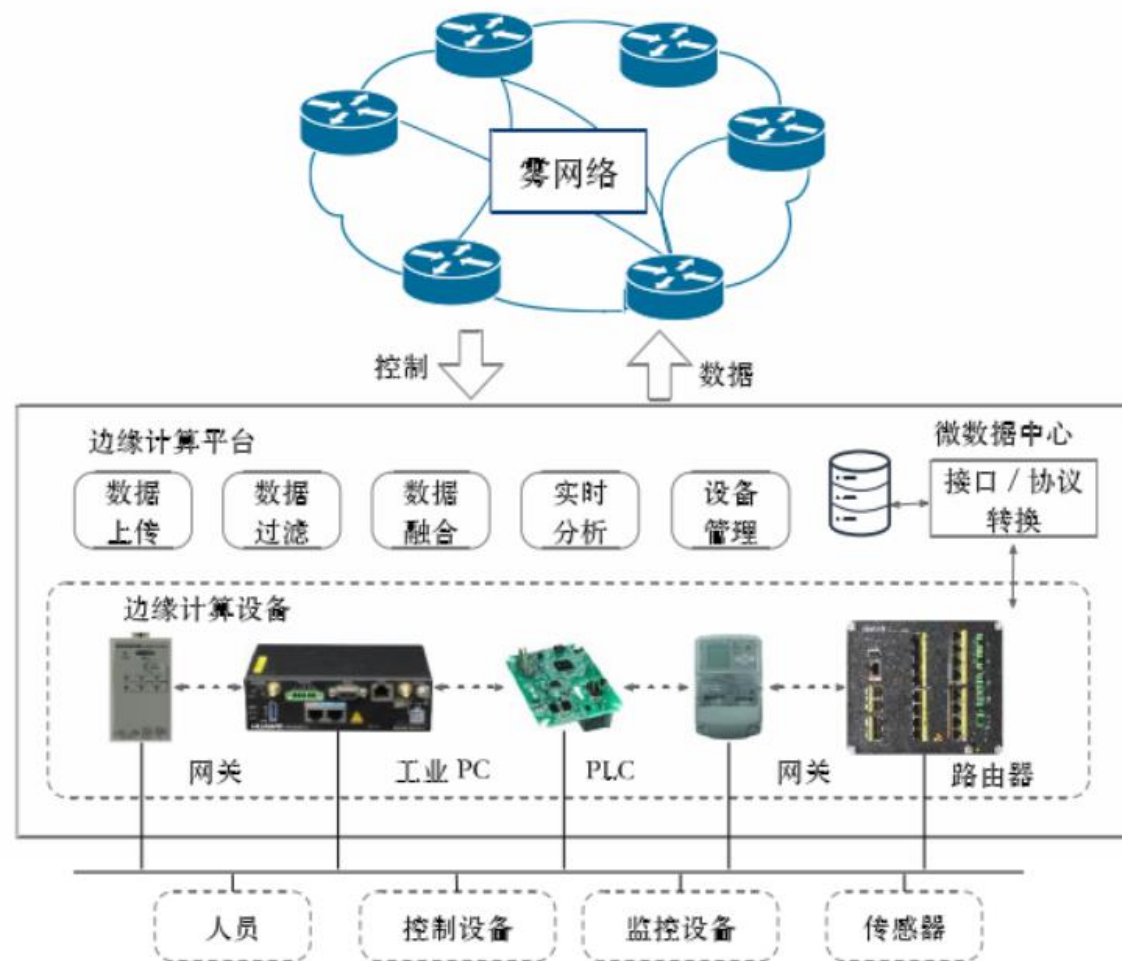
该架构在发送业务数据的过程是由配电网采集终端首先连接到边缘代理的访问控制模块以验证终端的合法性。验证后，将合法终端的业务数据通过本地接口或本地通信模式传送到雾平台。雾设备使用雾计算能力来分析或处理各类数据，对需要上传的数据进行加密，通过安全隧道将其传输到云平台。业务控制流程相反，由云层建立长期数据模型处理高延迟任务，雾层建立中期数据模型，边缘层实现实时配电网数据模型。通过虚拟交换技术完成各层终端之间的数据传输交换。



# 一、基于边雾云的泛在电力物联网架构

## 1.1 基于边缘计算的交互与控制层

边缘层向下支持配电网各种现场设备接入，向上与雾层对接。通过RFID、传感器、工业以太网等适当的接入方式，实时采集配电设备或用户等各种参数的实时状态。边缘层采集的数据类型多，传输协议也不尽相同。边缘计算设备将不同数据格式和通信协议转换为统一协议，实现边缘层数据交互，并对采集到的数据进行异常值清洗、噪声处理、数据融合等。边缘层还应具有一定的数据存储能力，利用微数据中心实现实时监测数据、设备故障信息、报警日志等数据的存储。



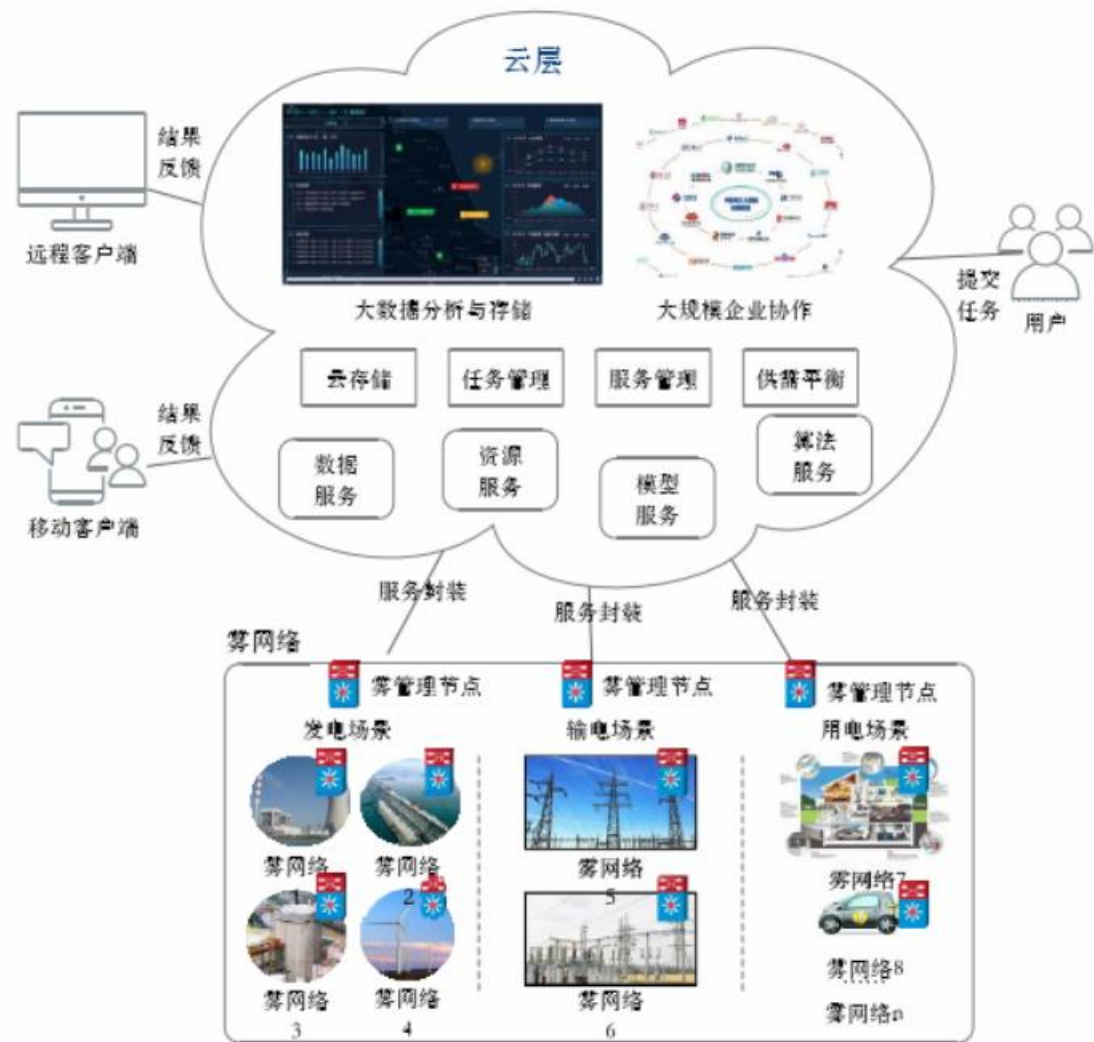




# 一、基于边雾云的泛在电力物联网架构

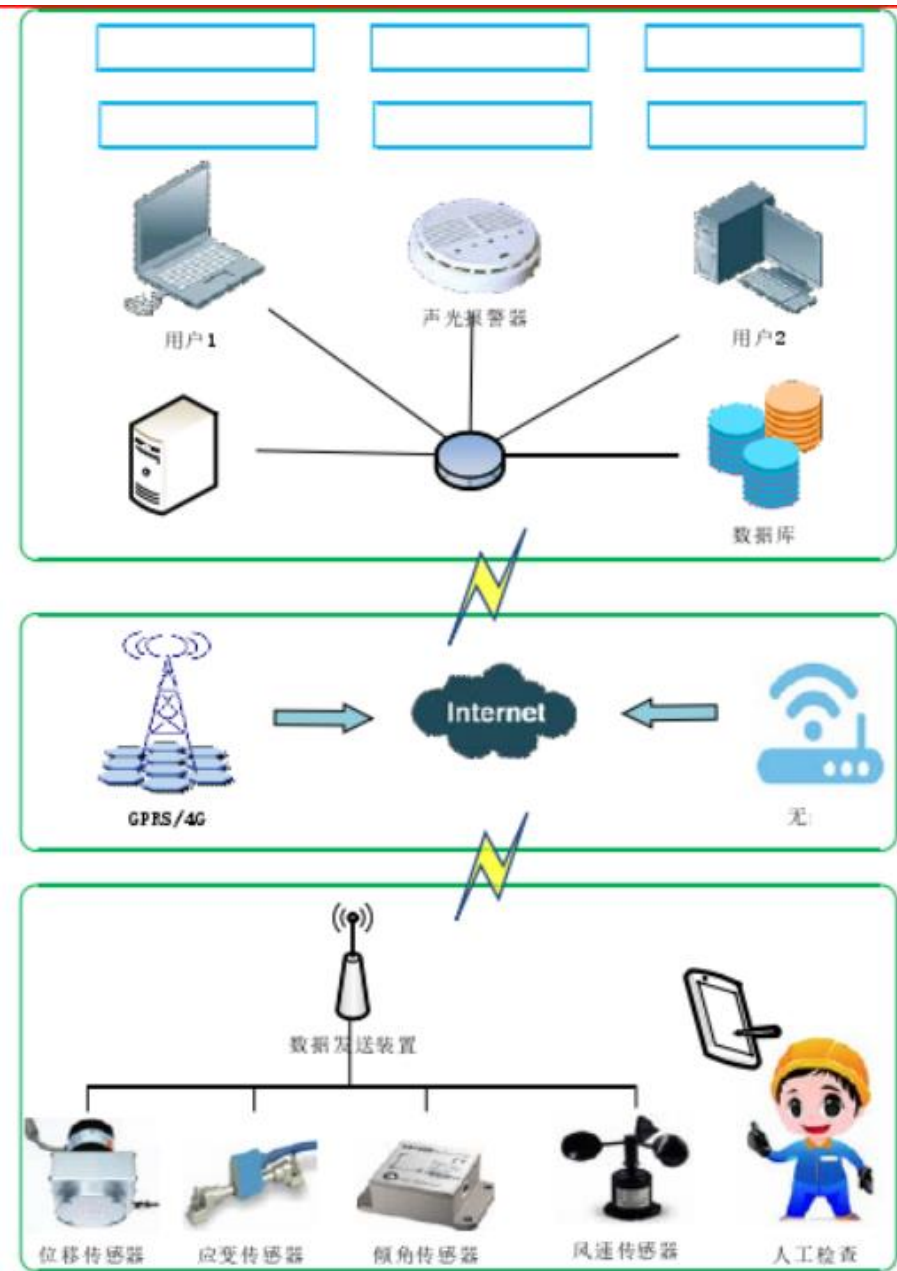
## 1.3 基于云计算的服务协作层

云层负责大数据分析和存储。在生产、传输、消费和企业协作过程中，会产生大量数据。云层具有巨大的运算和存储能力，能够接收、存储和处理从雾层传输上来的海量数据，从数据中进行大数据分析、挖掘，提取附加值，建立数据处理模型，分析大复杂度、低延迟敏感度和海量数据，或者雾层和边缘层下载模型对实时状态进行实时分析，并对结果进行显示。



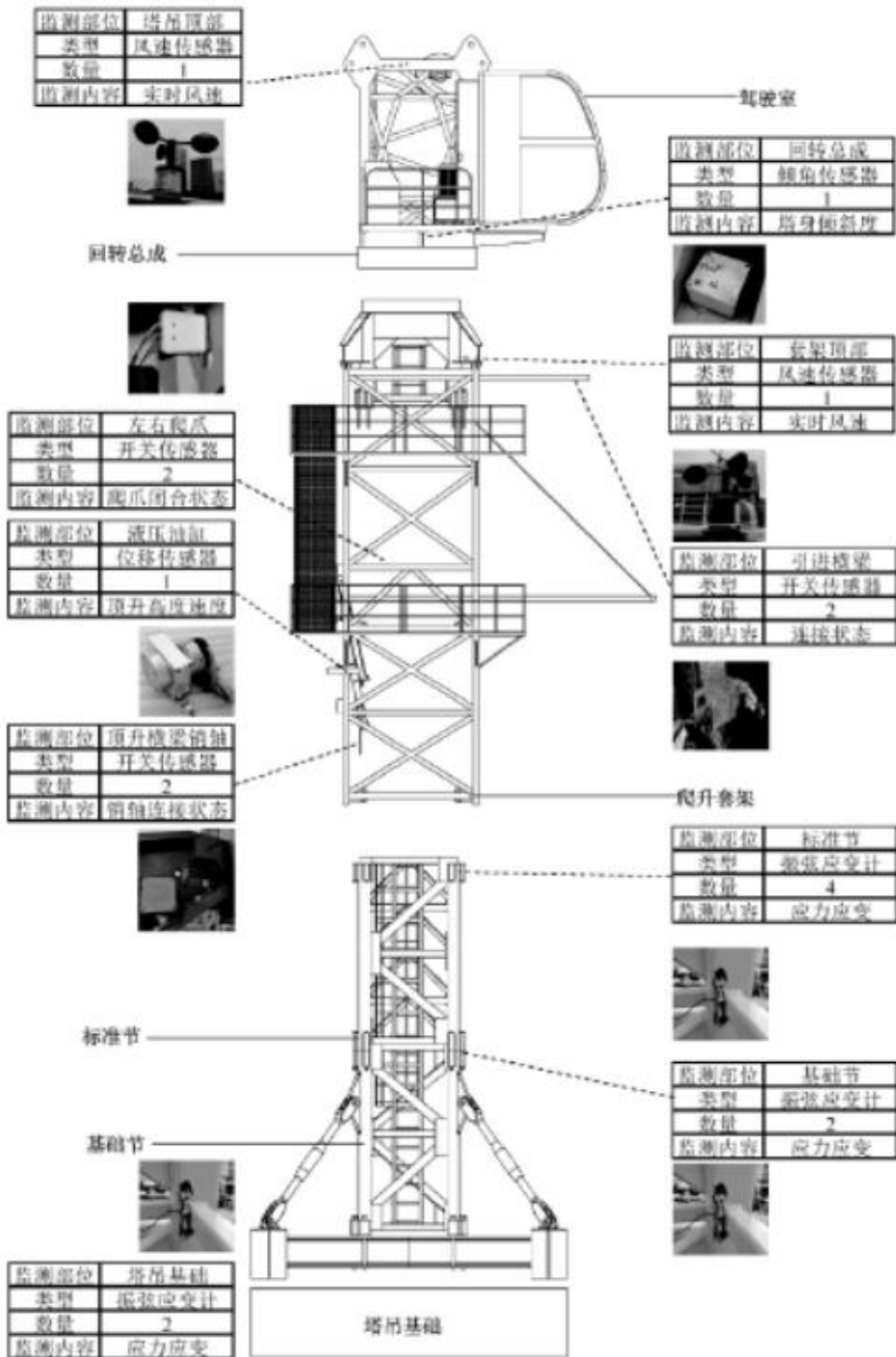
## 二、基于物联网的塔吊安全监控架构

根据物联网的网络架构将塔吊安全监控系统分为感知层、网络层和应用层三个层次。其中感知层主要任务是通过传感器收集塔吊各部位的实时监控数据再通过数据发送装置发出，主要包含传感器和数据发送装置两个部分；网络层的主要任务是借助移动蜂窝网络或者无线局域网传输数据并将数据上传到网络服务器；应用层包括服务端、客户端和数据库三个部分，主要任务是接受和存储各类数据，并将这些数据以文字或图像的形式展示出来随时供管理员查看。



## 二、基于物联网的塔吊安全监控架构

塔机编号	传感器名称	部位	位置	目的
2#、4#	振弦传感器	标准节	西北角	塔身稳定性
		标准节	东北角	塔身稳定性
		标准节	东南角	塔身稳定性
		标准节	西南角	塔身稳定性
		底层柱	东北角	塔身强度
		底层柱	西南角	塔身强度
		地基基础	东北角	地基承载力
		地基基础	西南角	地基承载力
	倾角传感器	回转总成	下回转	套架倾角
		起重臂	塔臂	塔臂倾角
	位移传感器	顶升套架	顶升油缸	顶升高度/速度
	机械开关传感器	顶升套架	顶升横梁两侧	销轴就位情况
	光电开关传感器	顶升套架	左右爬爪	爬爪就位情况
	风速传感器	回转总成	上回转	现场风速
	机械开关传感器	顶升套架	顶升横梁两侧	销轴就位情况
光电开关传感器	顶升套架	左右爬爪	爬爪就位情况	
风速传感器	回转总成	上回转	现场风速	



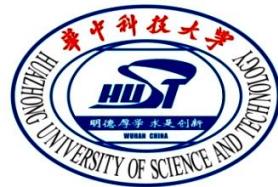
A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a blue square, a yellow square, and a black crosshair.

# 工程物联网

---

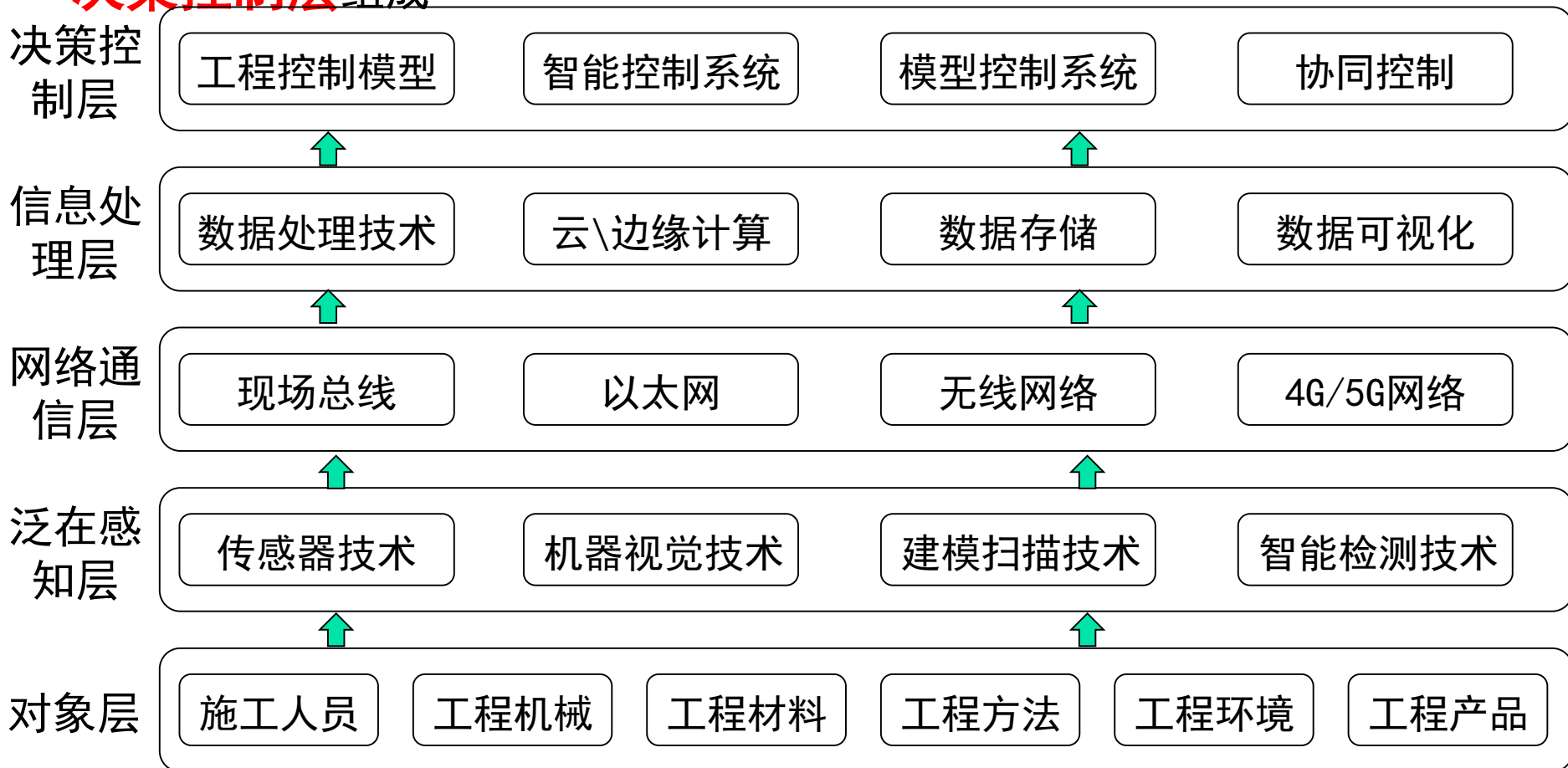
汇报人：张佳乐





# 工程物联网的体系架构

- 工程物联网的构建需要集成并应用 **各种感知通信技术、计算机技术、控制技术以及相关的硬件、软件等**
- 其体系架构由**对象层、泛在感知层、网络通信层、信息处理层及决策控制层**组成



# 泛在感知

包含不同类型的数据采集技术，用以实时测量或感知工程要素的状态与变化，同时转换为**可传输、可处理、可存储的电子信号或其他形式的信息**，是实现工程物联网中建造过程**自动检测和自动控制的首要**环节。

- **工程要素包括：“人、机、料、法、环、品”六个部分。**
- 不同的产品要素对应了不同的感知方法

## □ 施工人员感知——建造活动主体

根据**感知内容**可分为：劳务信息、作业状态以及健康状态

根据**感知对象**规模：单人感知、群体感知

**入场人员身份识别——无线射频标签和人脸识别**

**人员位置感知——定位技术**

→有助于识别工人的不安全行为和施工操作规范性（注重工人行为隐私保护）

## □ 工程机械感知——建造必备工具

✓ 根据**感知内容**可分为：机械的实时位置、运行状态以及执行动作

**实时位置——绝对值编码器、北斗卫星定位**

**运行状态（温度、速度、受力等）——机械内置传感器**

✓ →有助于全面捕获机械设备的执行动作

# 泛在感知

## □ 工程材料感知——建造工程要素

包括：材料识别及参数获取、数量统计、位置跟踪、质量检测、拼装精度控制（同步进行）

### 嵌入式芯片、粘贴二维码、RFID标签

→ 获取材料运输过程中的物流信息、使用情况、延申的工程质量控制等

A blue speech bubble icon containing a white lightbulb, symbolizing an idea or insight.

## □ 工程方法感知——间接感知

利用**传感器、定位、RFID等技术**对“法的产品”和工程其他要素进行感知并分析计算，以生成施工流程与方法的依据

→ 对仍处于建设状态的施工半成品的感知，一般聚焦于结构健康的监测

## □ 工程产品感知——建筑产品（运维过程）

### 嵌入式设备、智能传感器、机器视觉技术、可穿戴设备——

实现建筑设备运行状态的感知、健康状态的感知、能耗状态的感知、使用者状态感知——感知数据集成分析判断——提高人与建筑产品之间的信息交换、保障运行阶段的安全性、舒适性、便捷性、节能性

# 泛在感知

## □ 工程环境感知——不可分割

作业环境（风速、尘埃、气体等）——风速计、尘埃感受器、气体检测设备  
等监测设备和传感器

地质条件——位移、沉降、变形、压力等岩土工程监测设备以及探地雷  
达

水下施工——声光成像技术

周围环境及现场空间环境——机器视觉、三维激光扫描、图像快速建模  
等

→ 有利于保障施工安全和运营阶段建筑节能管理

上海世  
贸深坑  
洲际酒  
店



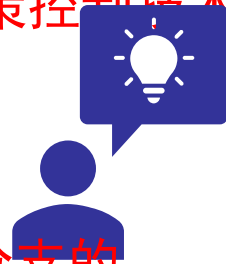
世界  
十大  
建筑  
奇迹

建造于原本为采石矿的深坑之上，主体结构  
与强风化壁岩大面积接触——分层精准爆  
破开挖——坑体三维几何模型和不规则表  
面几何形状与坐标参数——**三维激光  
扫描技术进行环境重构**



# 网络通信

- 对于不同的管理层级，都可以使用个性化的智能感知、分析以及决策控制技术
- 高层次的系统单元是由低层次系统单元互连集成
- **现场总线**：是连接现场设备和控制系统的开放、全数字化、双向、多分支的通信系统。主要解决工程现场的施工辅助设备、工程机械等施工设备间的数字通信以及这些现场控制设备和高级控制系统之间的信息传递问题
- **以太网**：一种计算机网络技术，提供了一个无缝集成到新的多媒体世界的途径
- **无线网络**：一种利用无线技术进行传感器组网以及数据传输的技术
- **5G网络**：2020年以后移动通信需求发展的新一代移动通信系统，具有更高的频谱利用率和能效，传输速率和资源利用率等方面较4G更强大



# 信息处理

■ 数据分析是将感知到的工程数据转化成可认知的信息，对于原始数据赋予意义，是挖掘**工程实体状态在时空域和逻辑域的内在因果性或关联性**的过程



## ➤ 工程数据特征：

- ①海量性（数据量大且要求数据作为信息资产永久保存）
- ②异构性（数据涉及结构化数据（变形数据等）、半结构化数据（施工日志等）
- ③高速性
- ④涵盖项目全寿命周期（对数据一致性、存储型、可访问性要求较高）
- ⑤需要强大的数据计算和分析能力

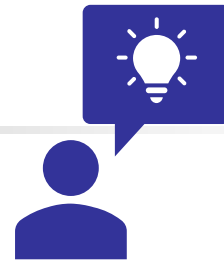
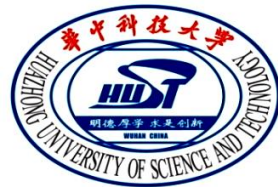


- ❑ 云计算
- ❑ 边缘计算
- ❑ 雾计算

广州电视塔



# 决策控制



- 通过融入更多的**基于数据驱动的控制模型**，通过**自动控制系统**的建立解决”多**输入——多输出**“系统问题，其分析对象可是**多变量、多线性、时变和离散**的复杂问题
- 控制系统一般包括控制器与被控制对象，可分为开环控制系统和闭环控制系统
  - ◆ **智能化的控制系统**——专家系统、模糊系统以及各种神经网络系统已经广泛应用于**施工风险分析及控制**中，智能化的控制系统也体现在**建筑的运营管理**阶段——阿姆斯特丹EDGE大楼的楼宇控制系统（超2.8万个感测器，建筑节能最优）
  - ◆ **微型化的控制设施**——微型化是控制系统的发展趋势——微型化的控制系统与嵌入式技术的结合有利于**工程设备的智能化升级**——使工地现场摄像头具备分析决策能力
  - ◆ **协同化的控制手段**——工程机械及装备具有极强的信息交互及自主作业能力——有利于**建造资源的合理利用和提高项目管理效益**——提供**更丰富的建造图景**



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.



EPS 10

ABSTRACT GRAPHIC  
vector illustration



# 工程物联网

## 云-边-端协同架构

Cloud / Edge/ Endpoints Co-design





# 前言

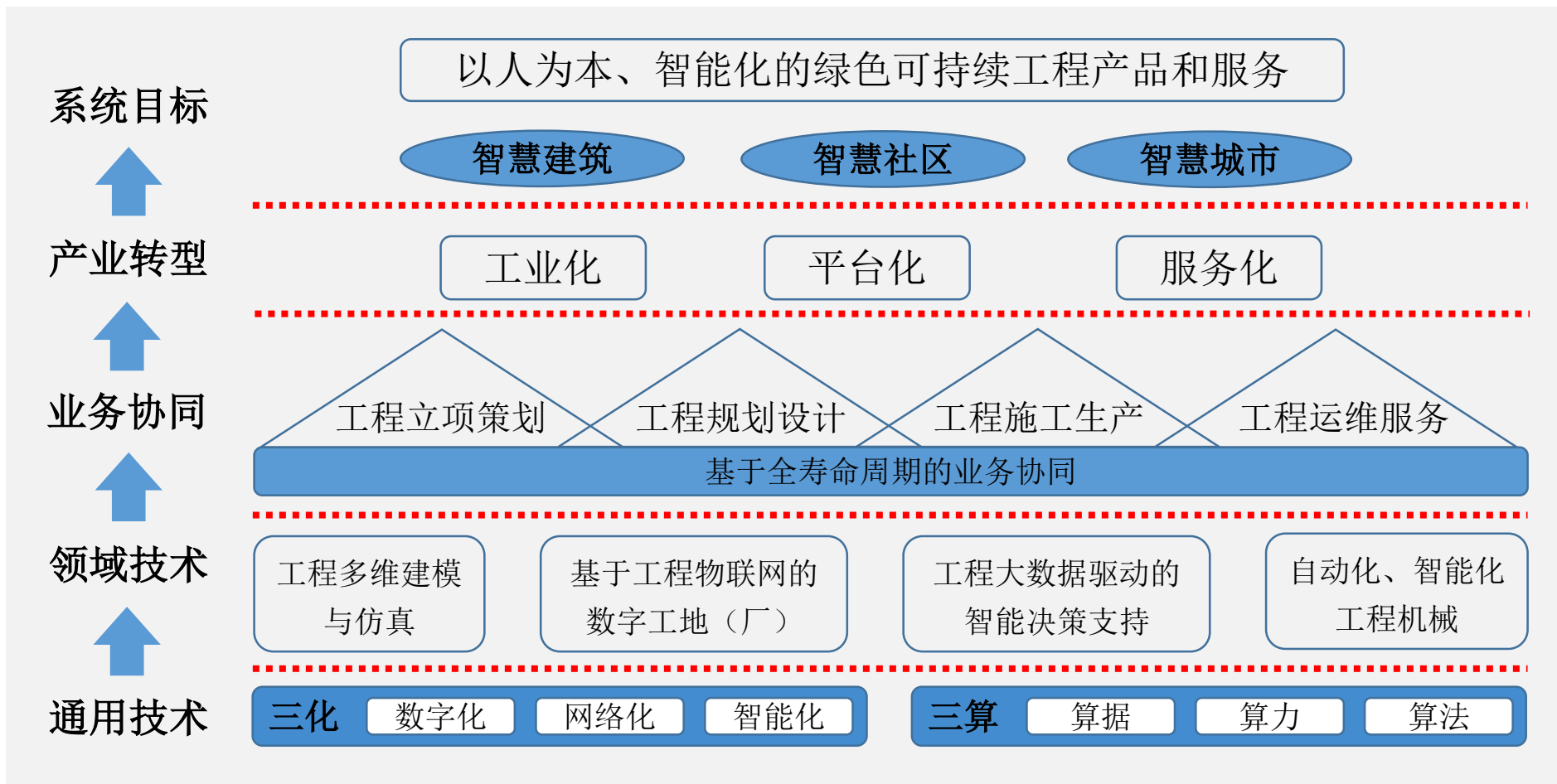
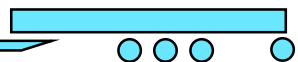
信息处理是工程物联网建设中最重要的一环。数据分析即是对将感知到的工程数据转化为可认知的信息，对原始数据赋予意义，是挖掘工程实体状态在时空域和逻辑域的内在因果关系或关联性关系的过程。

工程物联网平台引入云计算、边缘计算、雾计算等技术进行数据的加工处理，形成对外提供数据服务的能力，并在数据服务基础上提供个性化和专业化智能服务。

云计算与边缘计算不是替代关系，而是**互补协同关系**，云-边-端协同可以放大感知终端、边缘计算、云计算的应用价值。



# 数字建造框架视角



## 工程物联网

- 终端智能化
- 感知融合化
- 连接泛在化
- 计算边缘化
- 网络扁平化
- 服务平台化

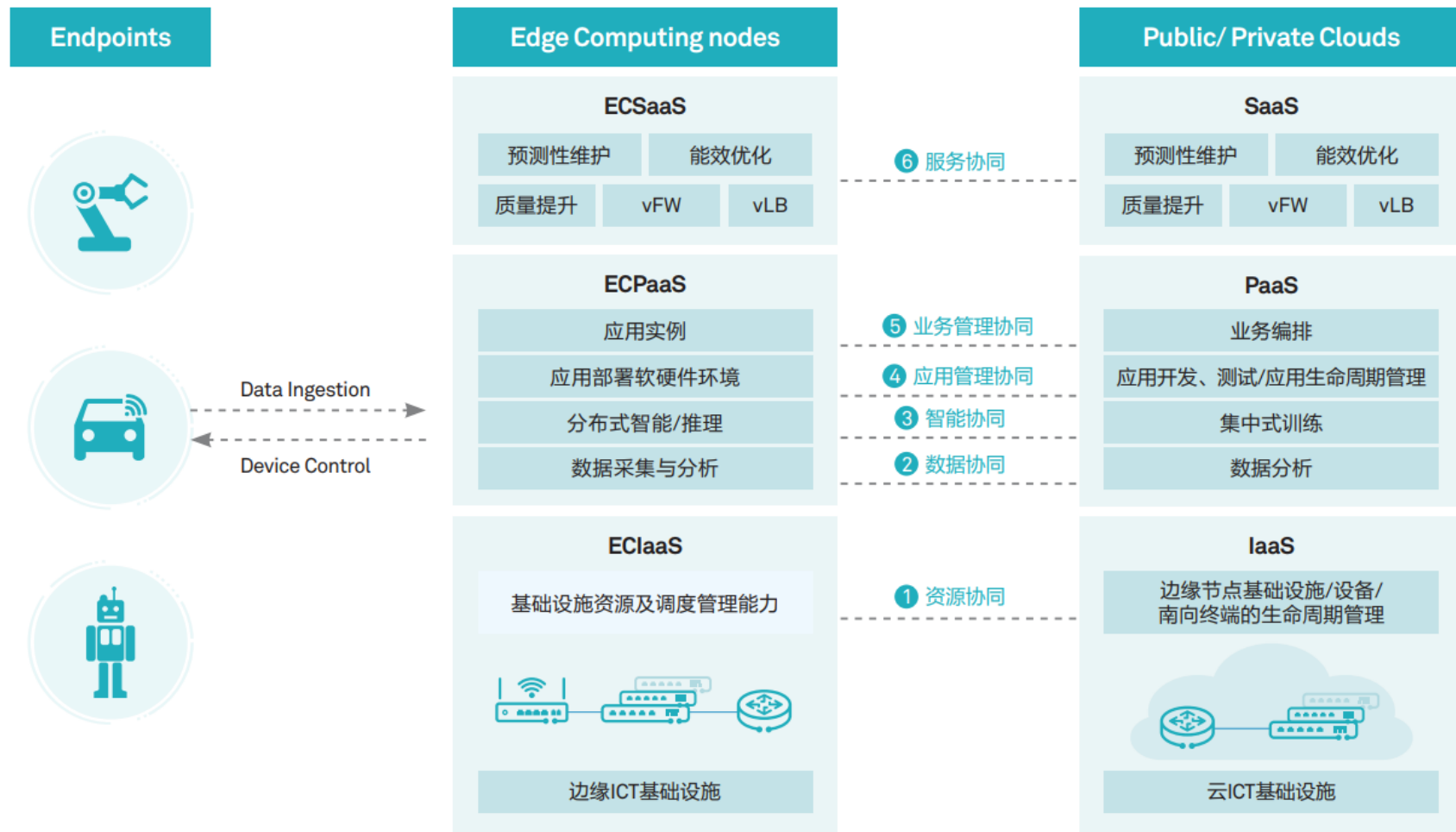
数字建造框架体系 (《数字建造导论》丁烈云. 著)

云-边-端协同是可支持 **算据精确感知、算力充分利用、算法有效运行** 的可靠架构。

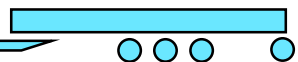
# 云-边-端总体能力与内涵

云计算擅长**全局性、非实时、长周期**的大数据处理与分析，在长周期维护、业务决策支撑等领域发挥优势。

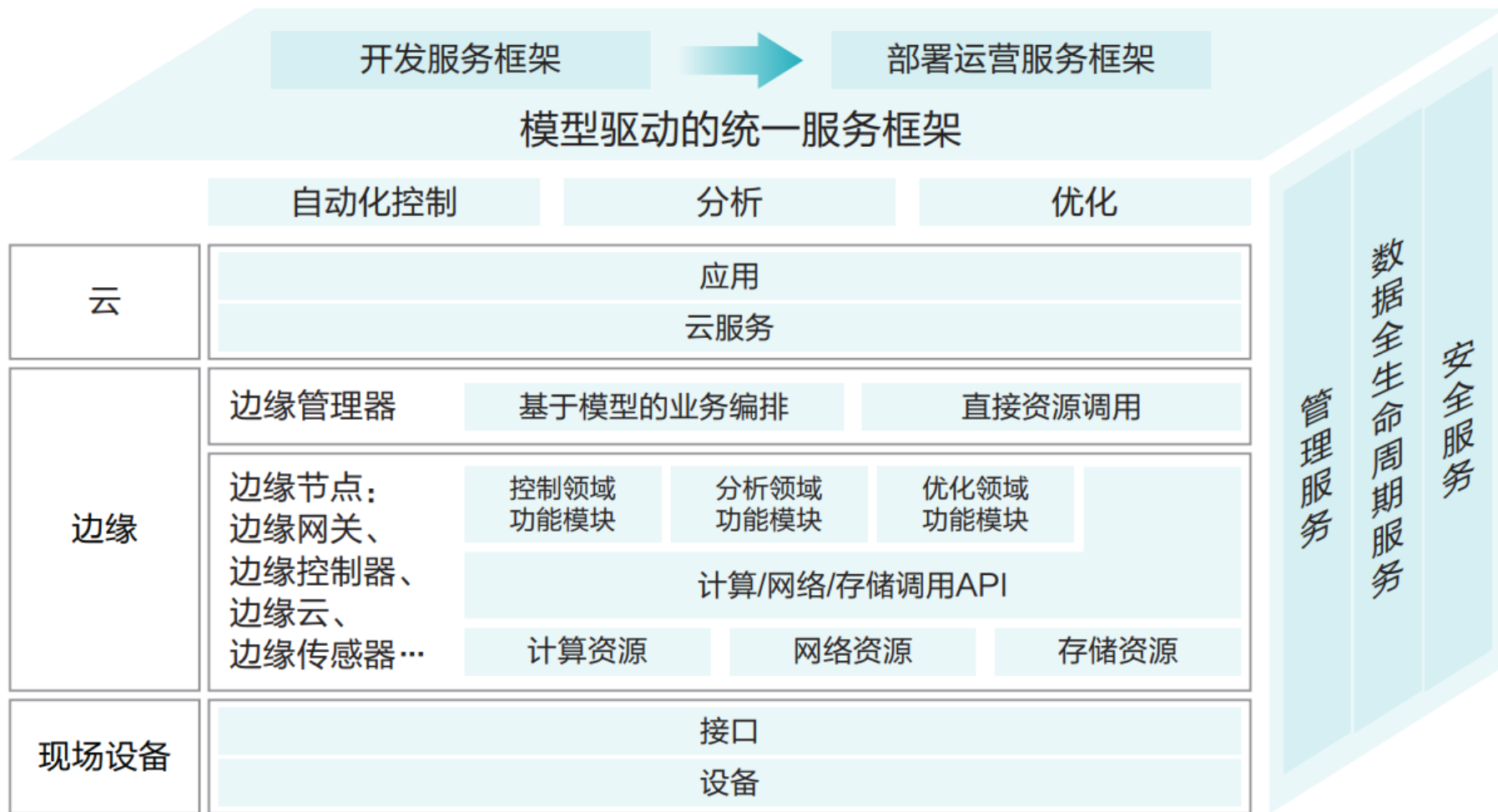
边缘计算更适用**局部性、实时、短周期**数据的处理与分析，能更好地支撑本地业务的实时智能化决策与执行。



# 云-边-端 架构



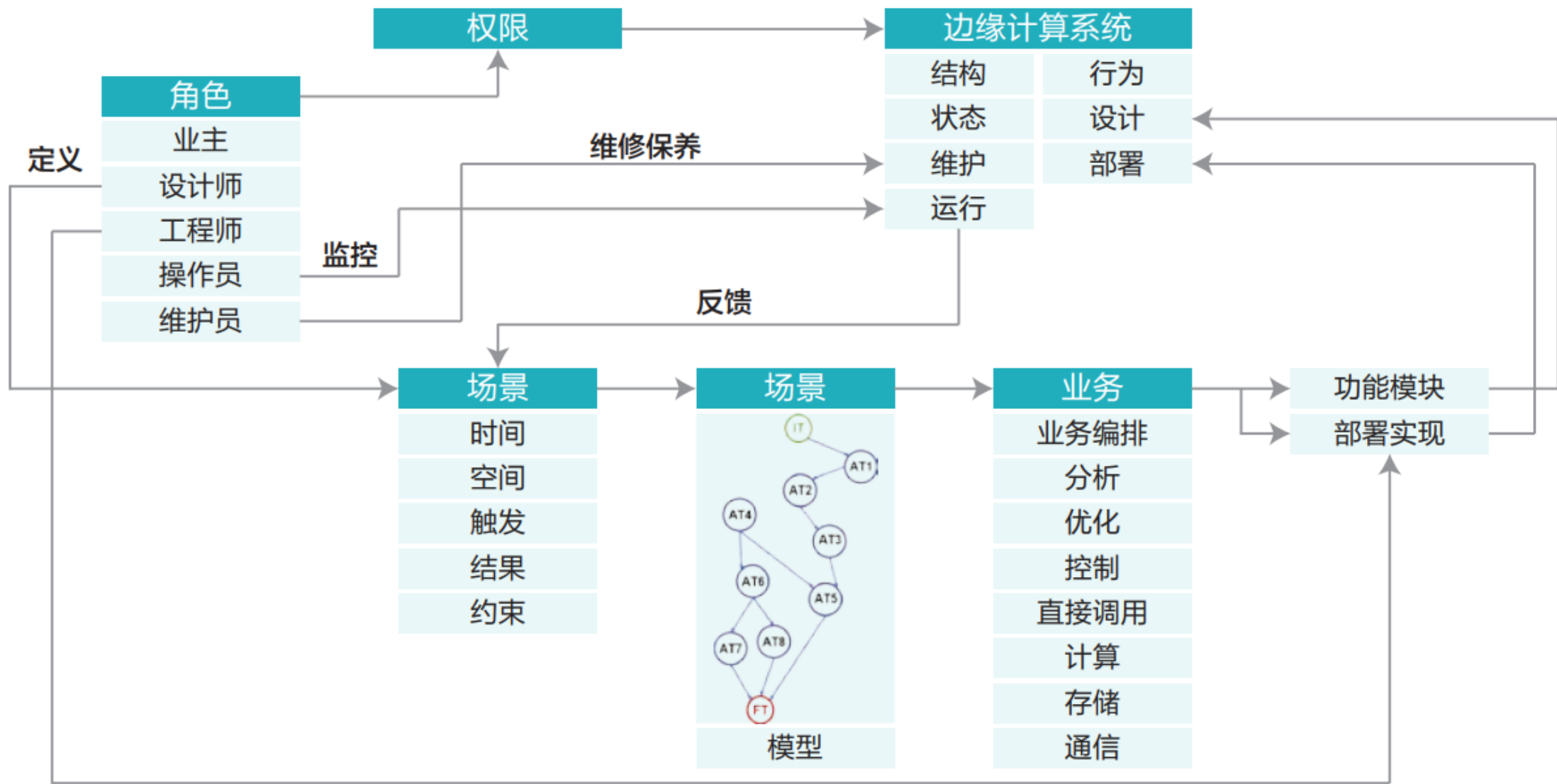
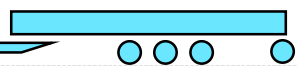
- 虚实世界协作
- 行业生态协作
- 系统简化集成
- 全生命周期支撑



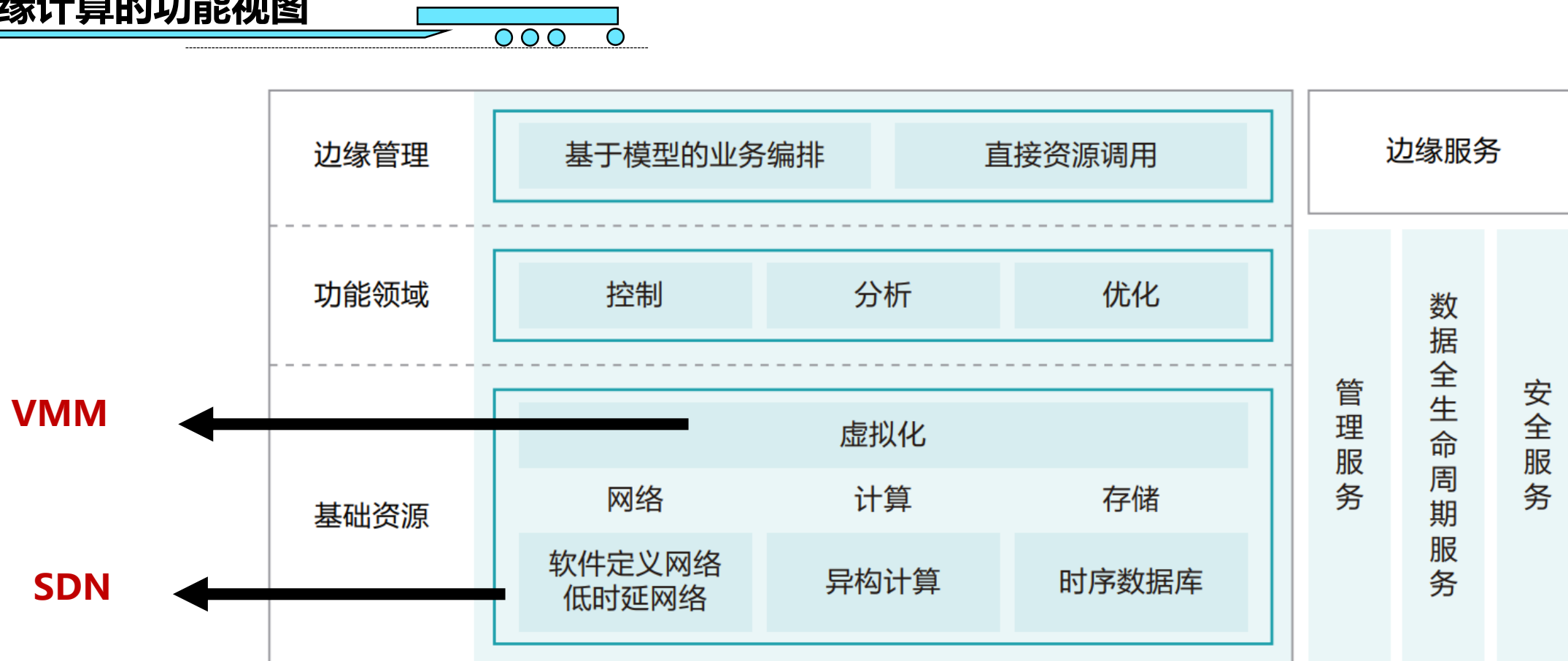
模型驱动参考架构



# 靠近现场的边缘层管理



# 边缘计算的功能视图



一方面将海量边缘设备采集或产生的数据部分或全部计算的**预处理操作**，对无用的数据进行过滤，降低传输的带宽；另一方面将**时间敏感型数据分析**应用迁移至边缘侧，提高数据访问速度，保证数据中心可靠性，满足数据生成速度的需求。

# 数据全生命周期服务

## ● 数据预处理

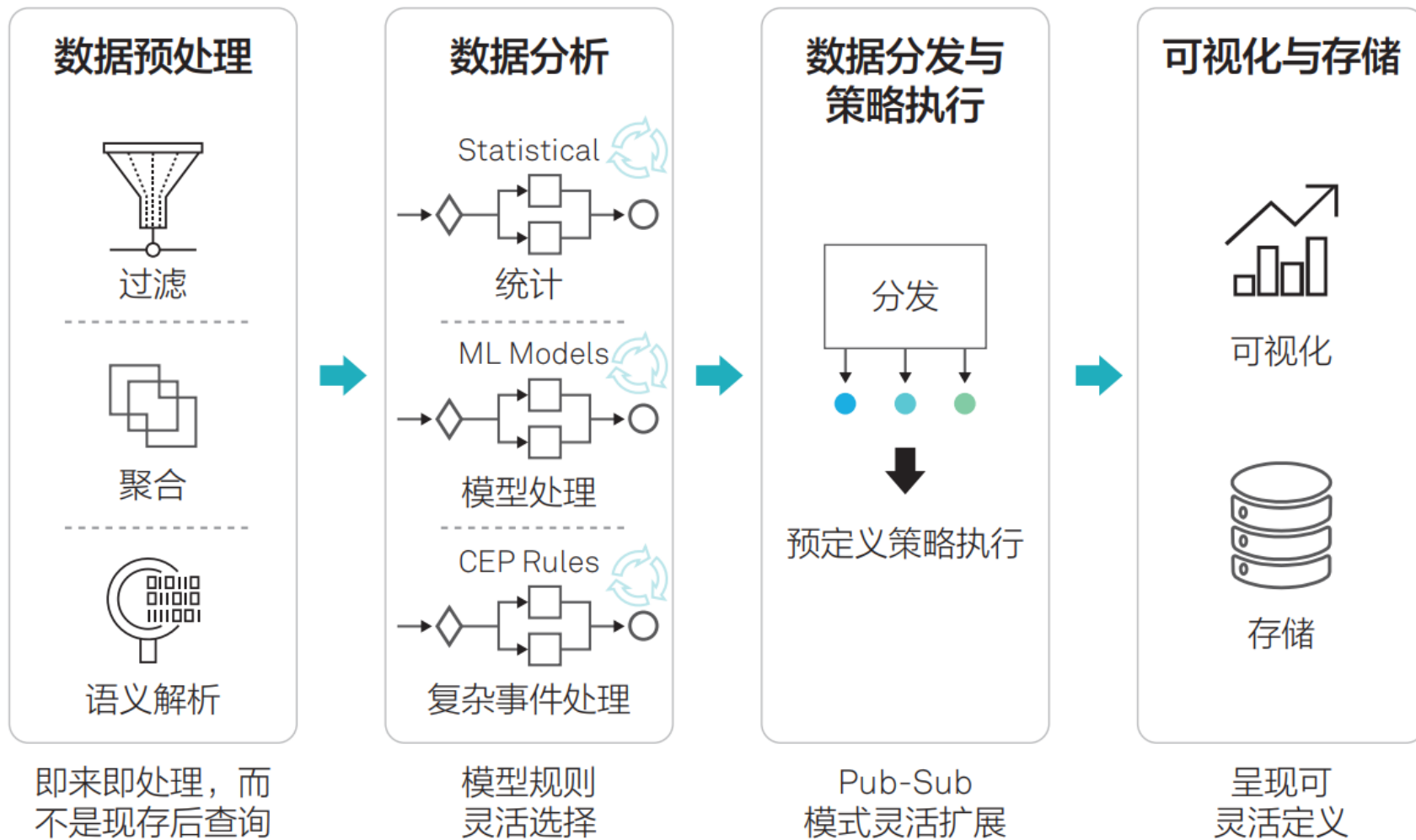
对原始数据的过滤、清洗、聚合、质量优化和语义解析。

## ● 分发与策略执行

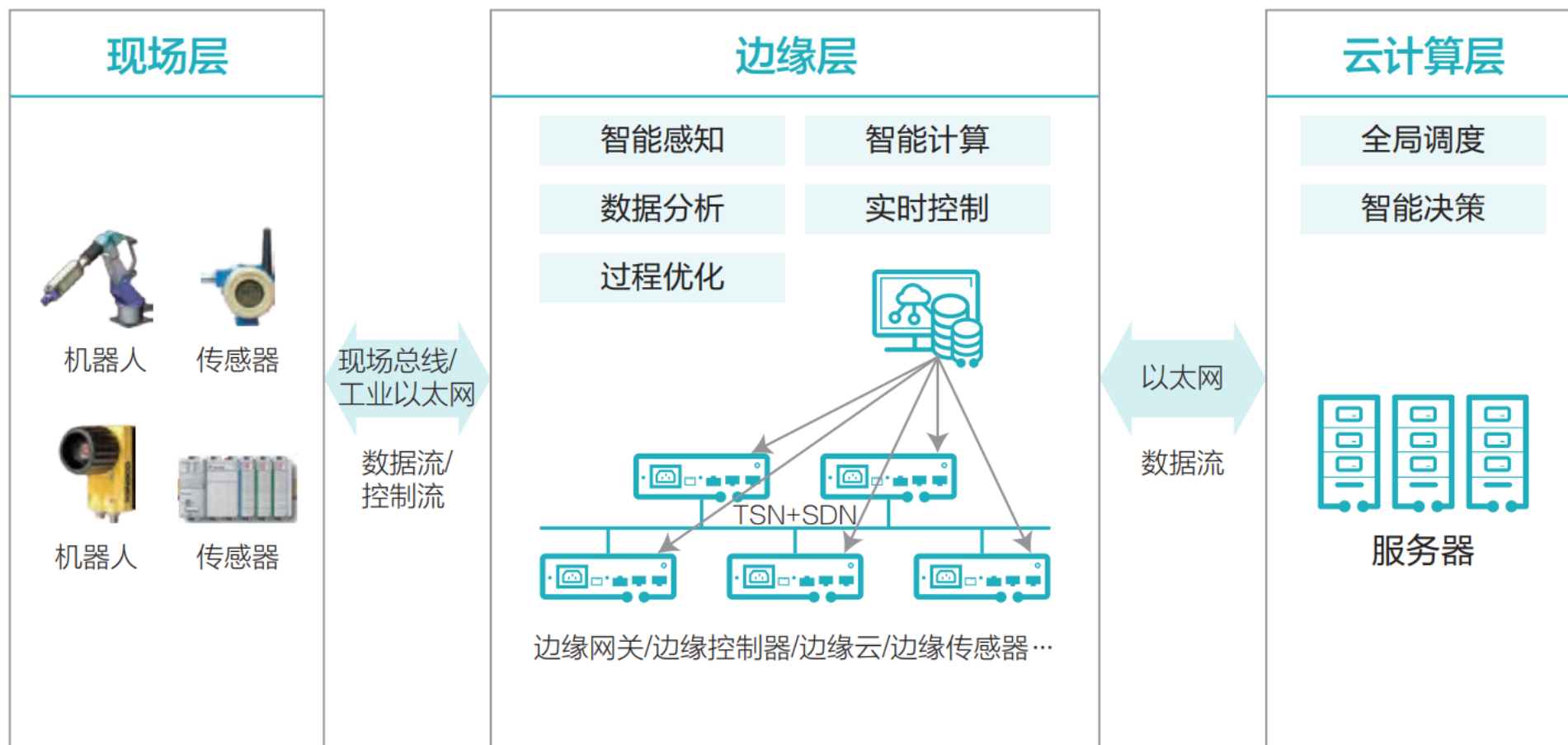
基于预定义规则和数据分析结果，在本地进行策略执行，或转发给云端、其他边缘计算节点处理。

## ● 可视化和存储

采用时序数据库等技术节省存储空间、满足告诉读写操作要求。



# 云-边-端架构 部署视图



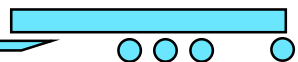
现场节点通过各类现场网络与边缘网关设备连接，实现**数据流/控制流的连通**。

提供智能感知、安全隐私保护、数据分析、智能计算、过程优化和实时控制等**时间敏感服务**。

提供决策支持系统，以及**智能化施工、网络化协同、服务化延伸和个性化定制**等特定领域的应用服务。



# 现场级应用场景



## 场景1：本地图像和视频识别

云端训练模型，超边缘计算分布式平台根据已有模型进行识别。



## 场景3：协议转换

超边缘计算分布式平台将采集的数据转换为通用协议，如OPC UA，再传输至云端



传感器  
温度、湿度、噪声



边缘计算云平台

接口



边缘计算分布式平台



确定性时延网络

## 场景2：远程部署和配置

对海量设备进行管理和部署；采用容器等技术对应用进行远程升级和维护



配置



## 场景4：确定性时延网络

可采用TSN技术，为机器协同生产、多轴共同作业等提供时延确定的网络环境



数据脱敏

数据清洗



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.



EPS 10

ABSTRACT GRAPHIC  
vector illustration



“加快建设宽带、泛在、融合、安全的信息网络基础设施，推动新一代移动通信、下一代互联网核心设备和智能终端的研发及产业化，加快推进三网融合，促进物联网、云计算的研发和示范应用。”

——《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》





# 物联网

2022  
5.16

文献  
综述

汇报人：

龙振滔





# 目 录

研究趋势



相关技术



物联网概念及发展

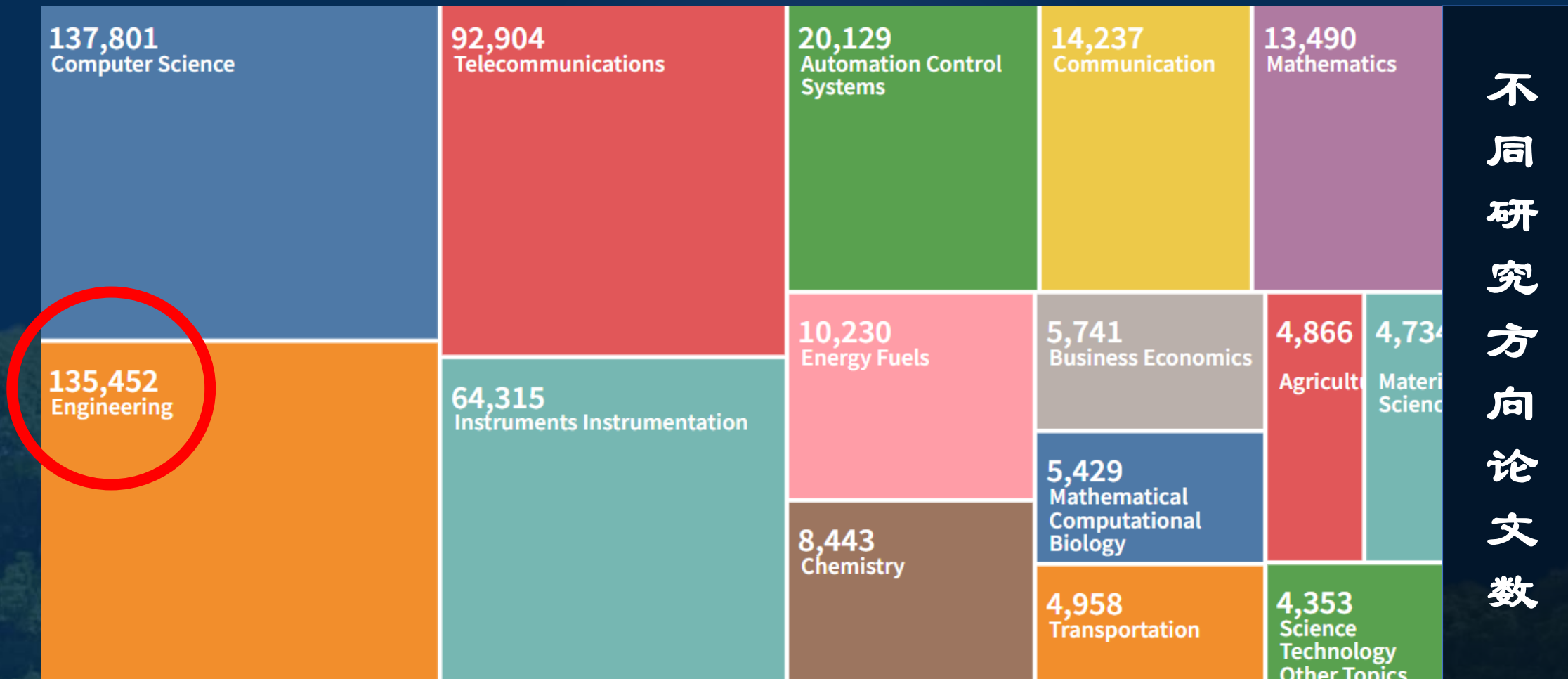


应用举例



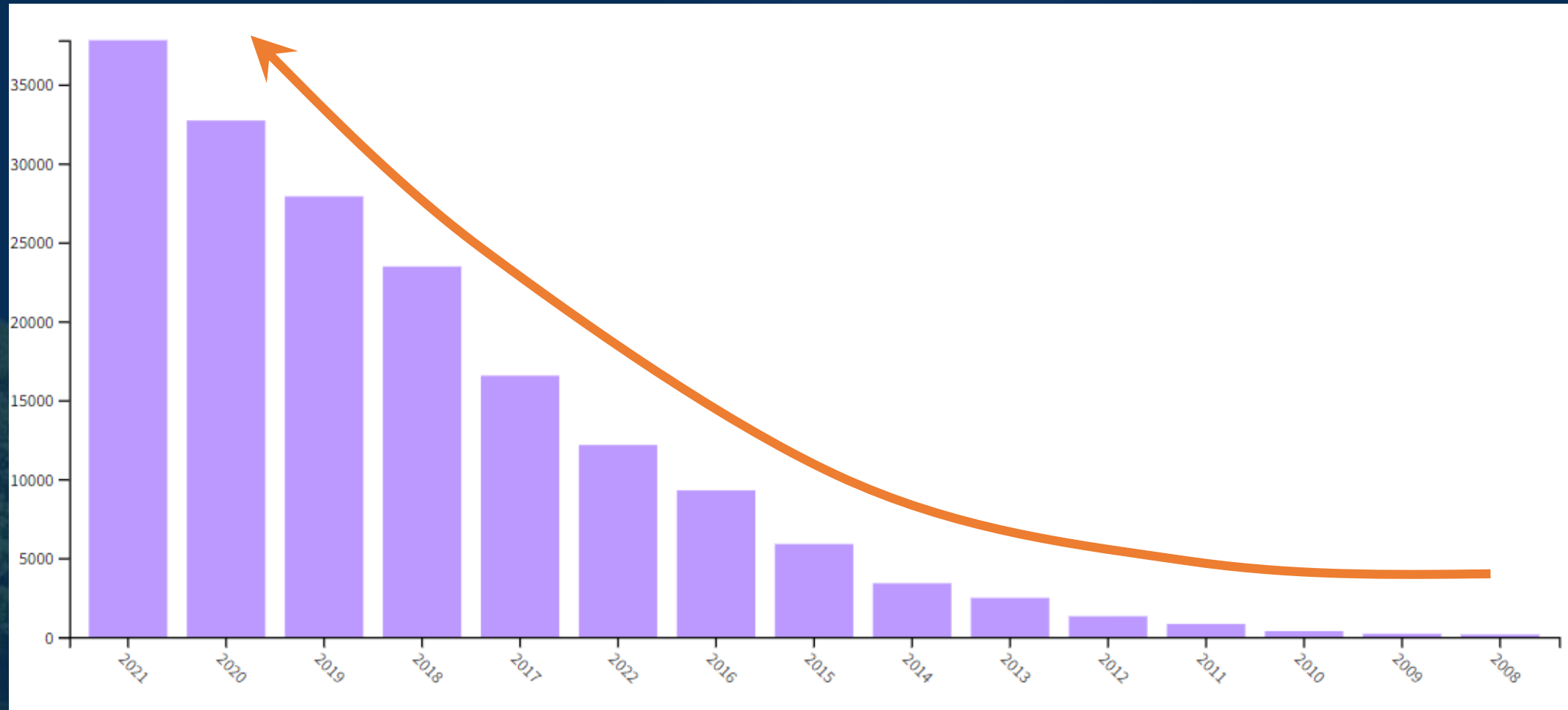


# 研究趋势





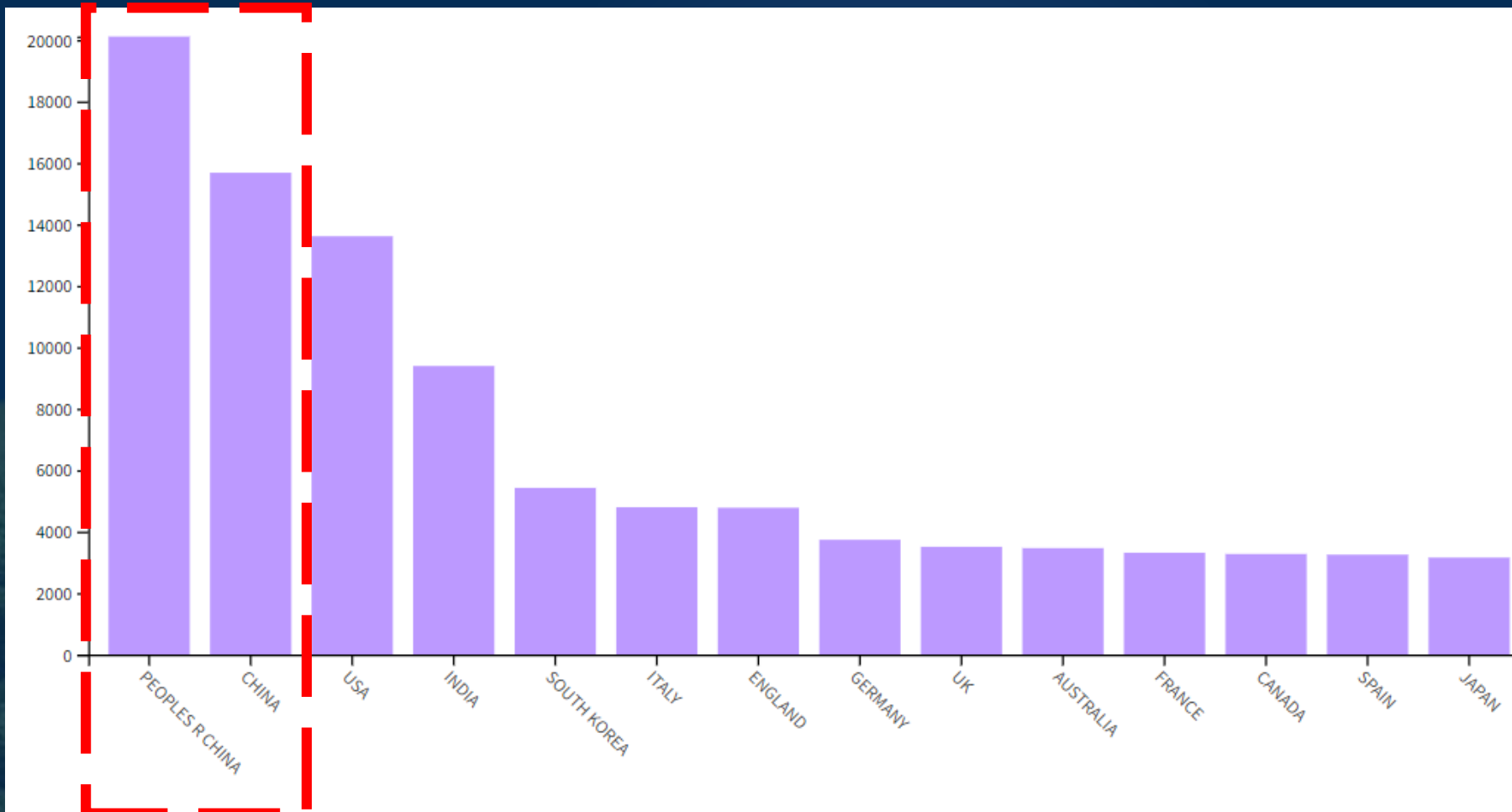
# 研究趋势



不同年份论文数



# 研究趋势



不同地区论文数



## 概念及发展

**物联网**（IoT，Internet of things）是互联网基础上的延伸和扩展的网络，将各种信息传感设备与网络结合起来而形成的一个巨大网络，实现任何时间、任何地点，人、机、物的互联互通 [1]

**发展：** 1998年，美国麻省理工学院创造性地提出了当时被称作EPC系统的“物联网”的构想 [2]

1999年，美国Auto-ID首先提出“物联网”的概念

2005年11月17日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS）上，国际电信联盟（ITU）发布了《ITU互联网报告2005：物联网》，正式提出了“物联网”的概念。

2008年底，IBM向美国政府提出智慧地球战略后，物联网得到高度关注 [3].

## 参考文献

[1] 贾益刚. 物联网技术在环境监测和预警中的应用研究[J]. 上海建设科技, 2010(6):65-67.

[2] 甘志祥. 物联网的起源和发展背景的研究[J]. 现代经济信息, 2010(1).

[3] Europea C. Internet of Things-An action plan for Europe [DB / OL].





# 概念及发展

## 物联网三大特征

### □ 全面感知

利用无线射频识别(RFID)、传感器、定位器和二维码等手段随时随地对物体进行信息采集和获取

### □ 可靠传输

通过各种电信网络和因特网融合，对接收到的感知信息进行实时远程传送，实现信息的交互和共享，并进行各种有效的处理

### □ 智能处理

利用云计算、模糊识别等各种智能计算技术，对随时接受到的跨地域、跨行业、跨部门的海量数据和信息进行分析处理，提升对物理世界、经济社会各种活动和变化的洞察力，实现智能化的决策和控制



# 相关技术



A



B

A

## 三层结构

- 应用层
- 网络层
- 感知层

B

## 五层结构

- 业务层
- 应用层
- 处理层
- 传输层
- 感知层



# 相关技术

## A 三层结构

- 应用层

对感知层采集数据进行计算、处理和知识挖掘  
从而实现对物理世界的实时控制、精确管理和  
科学决策

**结构** 物联网中间件、物联网应用、云计算

- 网络层

接入网

由各种私有网络、互  
联网、有线和无线通  
信网等组成

传输网

- 感知层

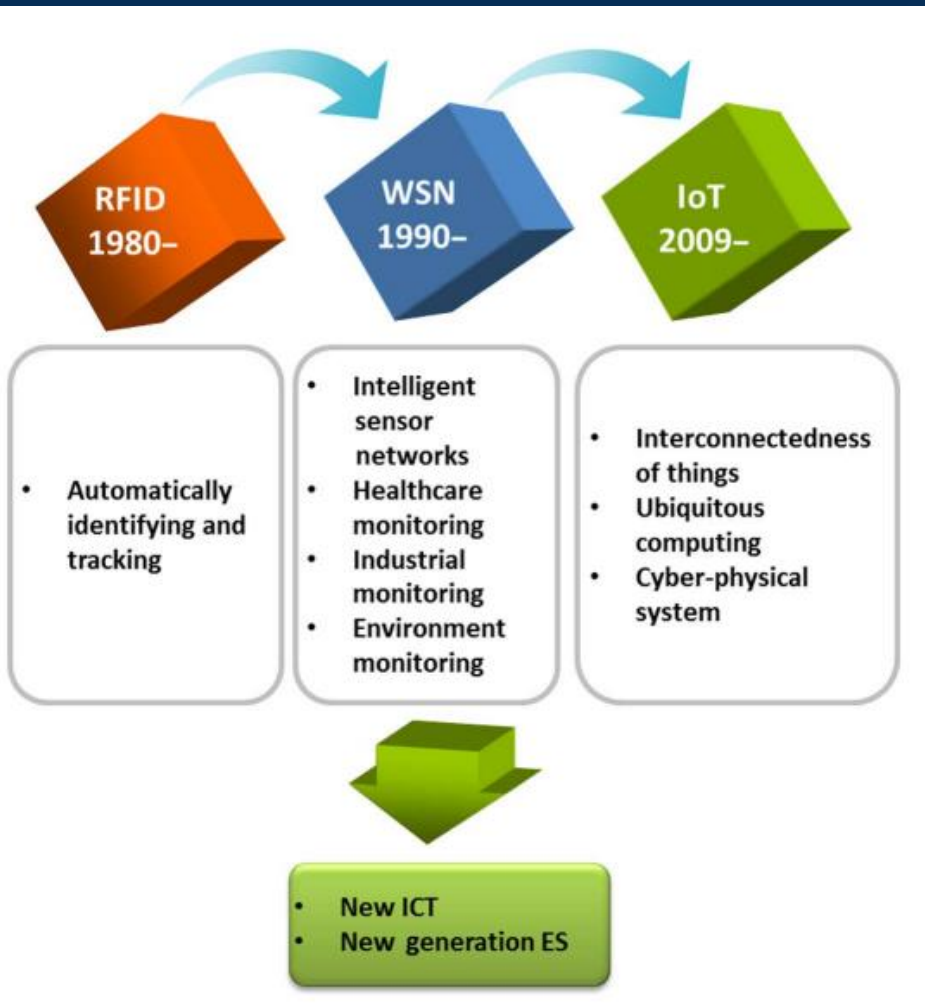
基本的感应器件

是信息采集的关键部分

感应器组成的网络



## 相关技术



## 参考文献

射频技术

无线网络

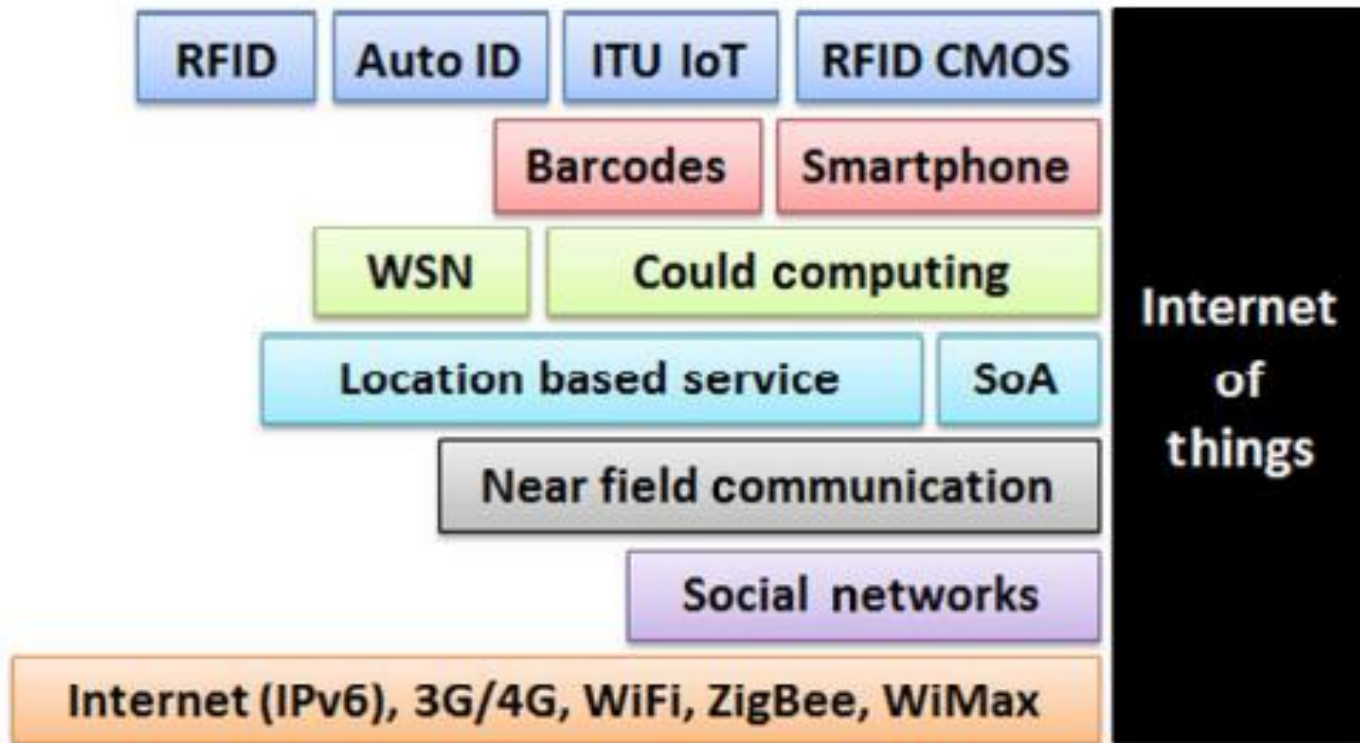
物联网

[4] Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on industrial informatics*, 10(4), 2233-2243.





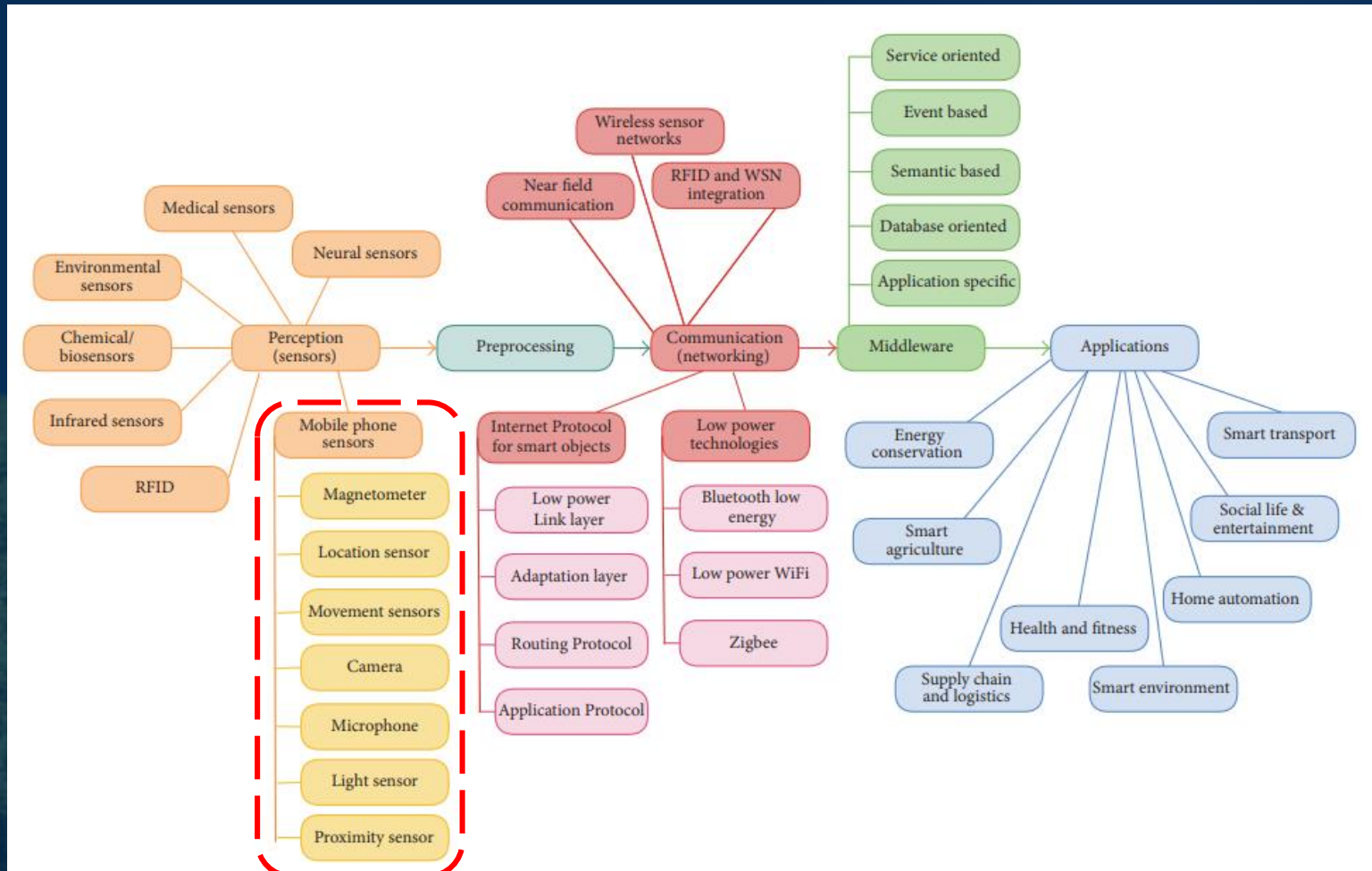
## 相关技术



## 参考文献

- [5] D. Uckelmann, M. Harrison, and F. Michahelles, "An architectural approach towards the future internet of things," in *Architecting the Internet of Things*. D. Uckelmann, M. Harrison, and F. Michahelles, Eds., New York, NY, USA: Springer, 2011, pp. 1–24.
- [6] S. Li, L. Xu, X. Wang, and J. Wang, "Integration of hybrid wireless networks in cloud services oriented enterprise information systems," *Enterp. Inf. Syst.*, vol. 6, no. 2, pp. 165–187, 2012.
- [7] L. Wang, L. Xu, Z. Bi, and Y. Xu, "Data filtering for RFID and WSN integration," *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 10, no. 1, pp. 408–418, Feb. 2014.
- [8] L. Ren, L. Zhang, F. Tao, X. Zhang, Y. Luo, and Y. Zhang, "A methodology towards virtualization-based high performance simulation platform supporting multidisciplinary design of complex products," *Enterp. Inf. Syst.*, vol. 6, no. 3, pp. 267–290, 2012.
- [9] F. Tao, Y. Laili, L. Xu, and L. Zhang, "FC-PACO-RM: A parallel method for service composition optimal-selection in cloud manufacturing system," *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 9, no. 4, pp. 2023–2033, Nov. 2013.
- [10] Q. Li, Z. Wang, W. Li, J. Li, C. Wang, and R. Du, "Applications integration in a hybrid cloud computing environment: Modelling and platform," *Enterp. Inf. Syst.*, vol. 7, no. 3, pp. 237–271, 2013.

## 相关技术

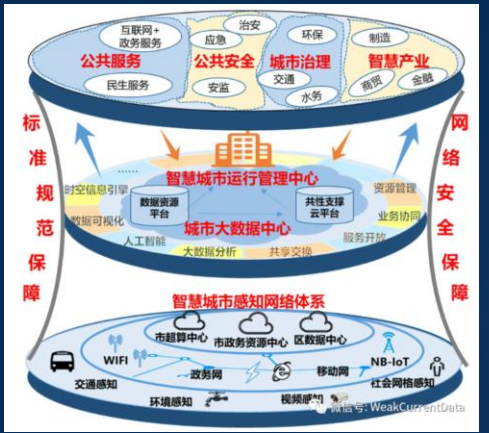


[13] Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2017). Internet of things: architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017.

# 应用举例



提升交通运输效率，缓解交通压力，减少交通事故



智能交通

智能电网



智能电网可以通过实时的调整来实现负载均衡和精确的电网管理，从而减少电网的中断，提升电网的可靠性

物联网

智慧城市

智能物流



物流系统具有感知、学习、优化控制、提升物流效率和物流安全可控的能力

实现能源管理、安全管理、健康管理、家庭远程管理等功能，增强了家居生活的健康性、舒适性和便利性

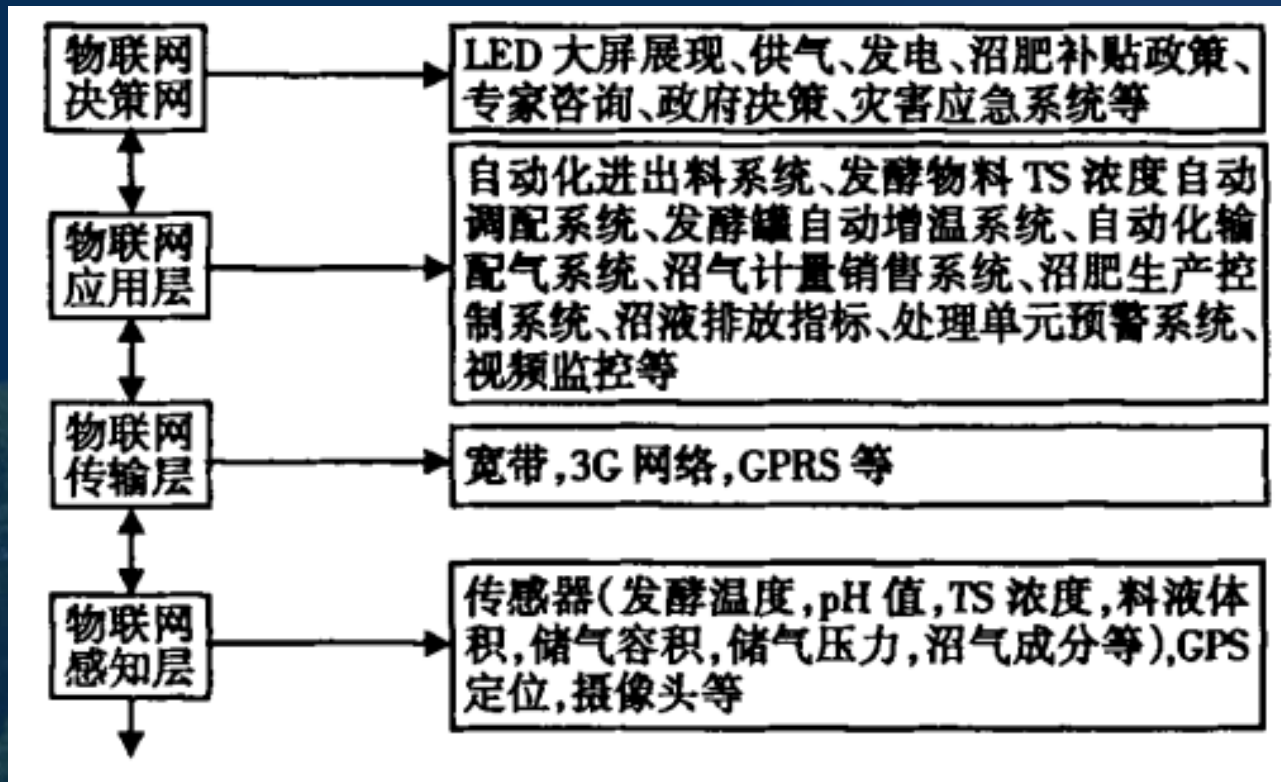
智能家居







## 应用举例



[14] 冉毅, 王超, 罗秦, 余小军, 陈子爱, & 丁自立等. (2015). 沼气工程物联网构建及应用分析. 中国沼气, 33(1), 5.





## 应用举例



物联网 (IoT) 结合 5G 和云计算等新兴技术，物联网可以提高运营效率、降低成本、改进决策并增强客户体验，可以为各个行业数字化转型的关键推动因素。

[15] Fernandez, F., & Pallis, G. C. (2014, November). Opportunities and challenges of the Internet of Things for healthcare: Systems engineering perspective. In 2014 4th international conference on wireless mobile communication and healthcare-transforming healthcare through innovations in mobile and wireless technologies (MOBIHEALTH) (pp. 263-266). IEEE.



# 应用举例



## 一. 缺乏全球物联网安全标准

连接设备数量的增加显著增加了网络攻击的潜在点，并造成了巨大的安全漏洞

## 二. 缺乏全球物联网通信标准

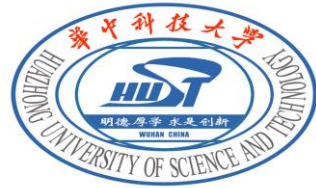
大量的通信协议可能会导致物联网生态系统之间和内部的兼容问题

## 三. 能量传输问题

物联网设备体积小，且很多是无线连接方式，这对它们的能量供给手段提出了较高的要求

## 四. 信息处理技术

主要有两个方面的问题：一是大量数据都交给云计算，这对平台的信息处理、存储、分析以及数据挖掘提出了极高的要求；二是延迟问题



# 工程互联网

-- 运营隧道结构健康监测预警系统

汇报人：冯宗宝

汇报日期：2022年5月





# 目录

- 一、内涵
- 二、案例应用





内涵



# 内涵

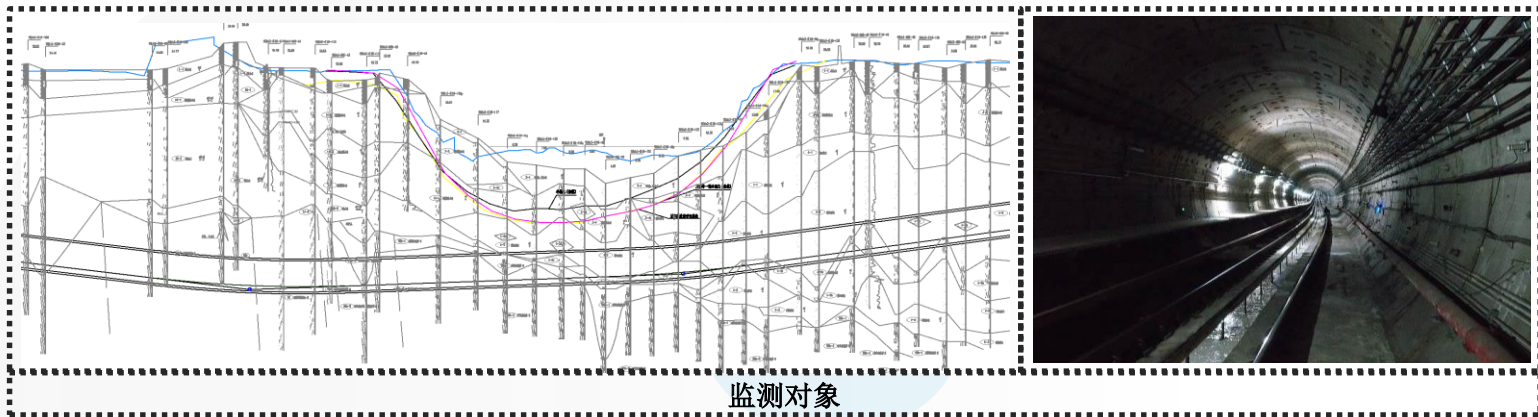
**工程物联网**：是物联网技术在建造领域的拓展，它是通过**工程要素的泛在感知与连接**，实现建造工序协同优化、建造环境实时响应、建造资源的合理配置以及建造过程的按需执行，从而建立服务驱动的新工程生态体系。同时，把工程物联网定位为支撑**信息化、数字化、智能化工地**建设的一套技术体系，这套综合技术体系包含**硬件、软件、网络、云平台**及其与之相关的感知、通信、分析和控制技术。



# 案例应用

# 案例背景

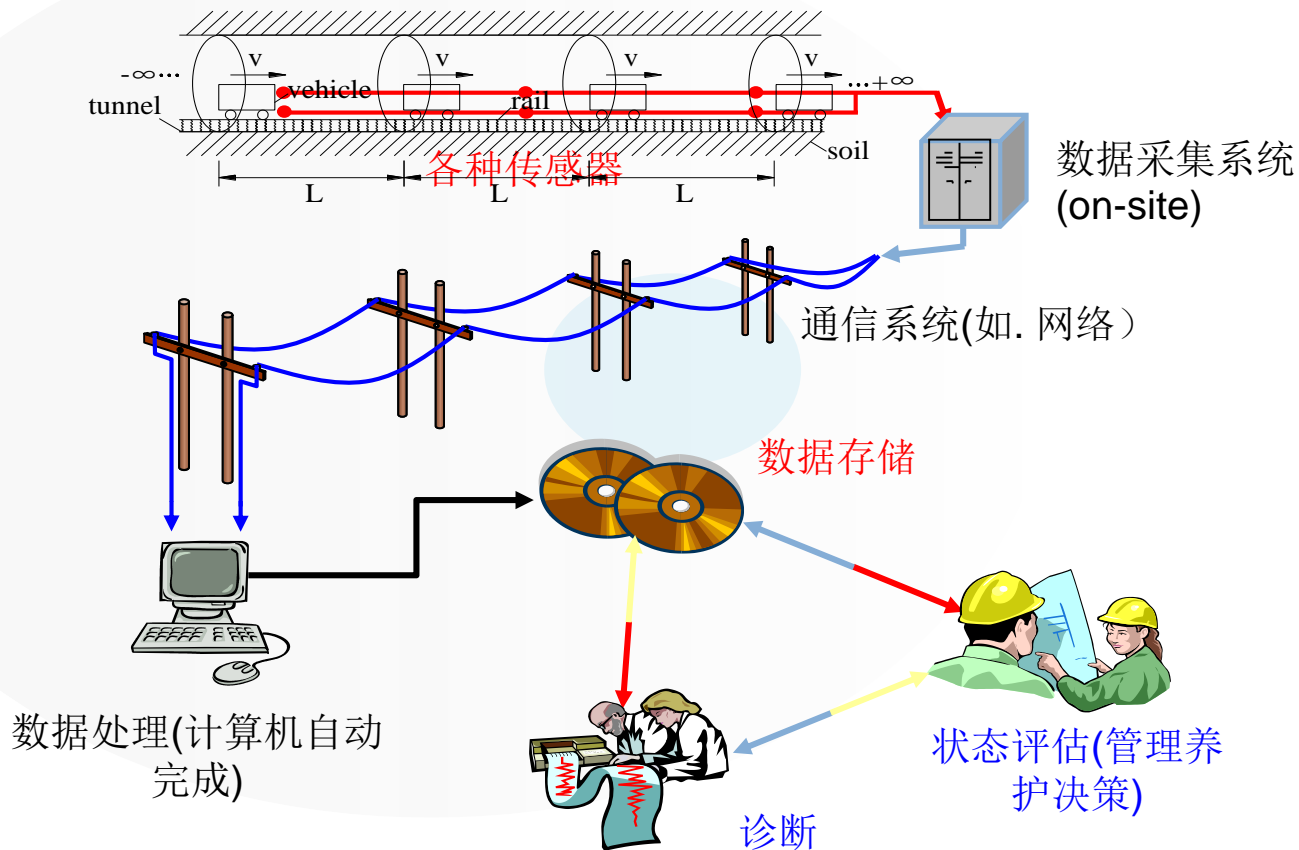
## 武汉地铁三号线王家湾至宗关区间跨江段



- **监测区段：**武汉市轨道交通三号线王家湾至宗关区间跨江段。
- **施工工法：**矿山法开挖初支衬砌，盾构机拼装管片通过，全程为盾构隧道。
- **覆土围岩情况：**监测区段上覆粘性土及淤泥质土，下伏硬塑粘性土及基岩。
- **地下水情况：**土层地下水水量多，对混凝土及钢筋均具有微腐蚀性。

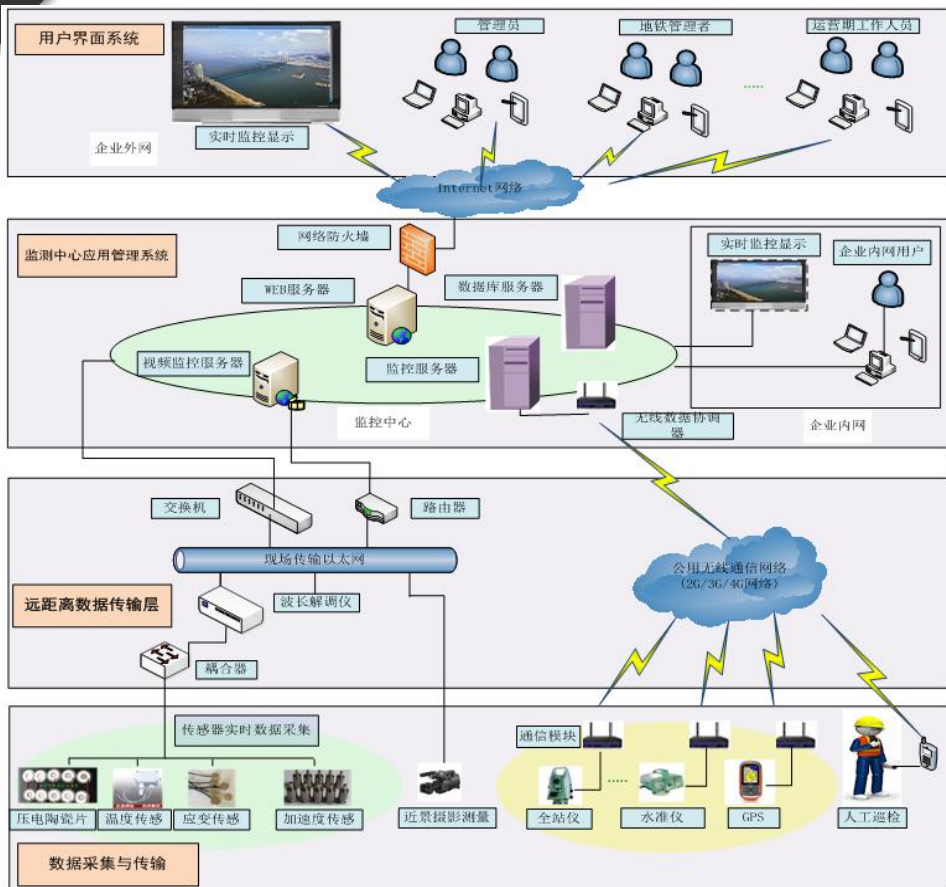


# 运营隧道结构健康监测预警系统



系统组成示意图

# 运营隧道结构健康监测预警系统



系统结构分为现场测量仪器数据层、远距离数据传输网络层和监测中心应用管理系统三个层次。系统具有传感、实时数据监测、健康评估、报警、查询手机APP操作等功能。

隧道自动实时监测系统结构

# 传感器和监测设备的布置

Leica TM50 全站仪



Leica SiTrack 扫描仪



红外热像仪



倾角传感器



BDI 加速度传感器



BDI 应变传感器



数据采集

# 数据传输

## 应变和加速度传感器的无线传输系统



个人电脑



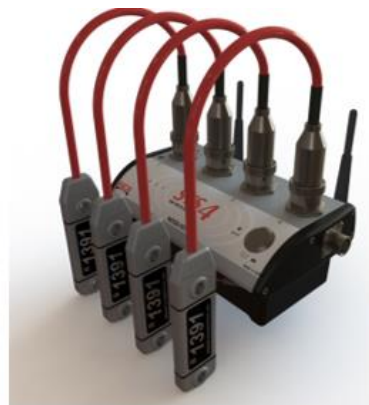
无线基站



无线节点

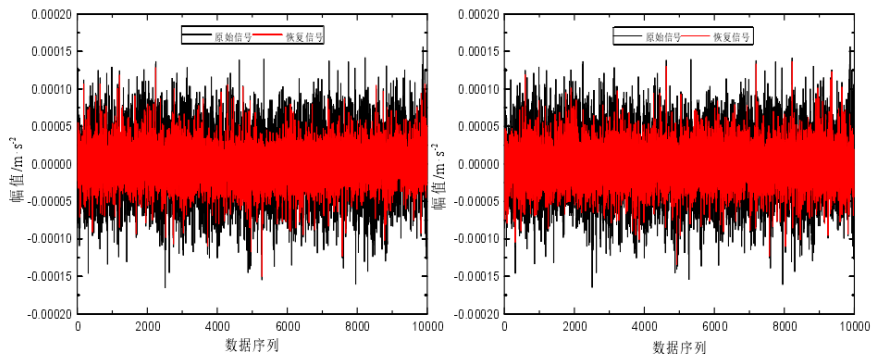


安装在隧道上的应变传感器





# 数据处理



(a) 传统单传感器节点重构算法

(b) 基于传感器网络的重构算法

## 压缩感知

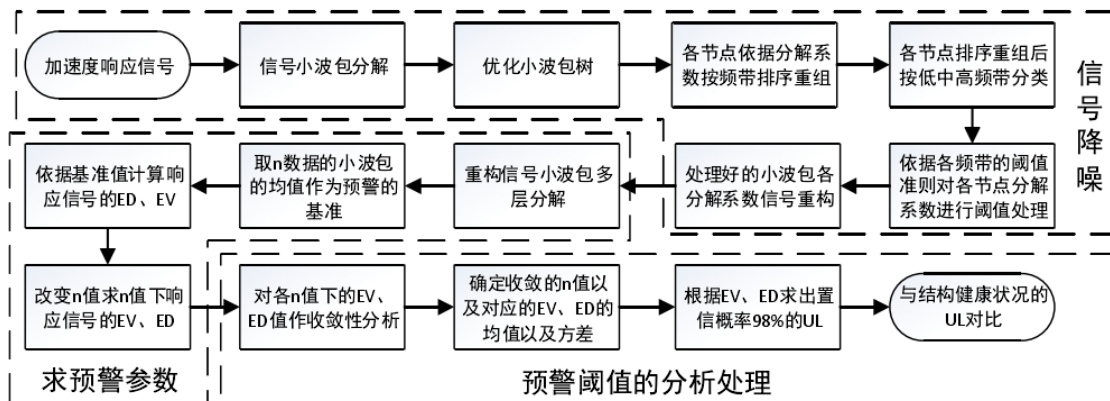
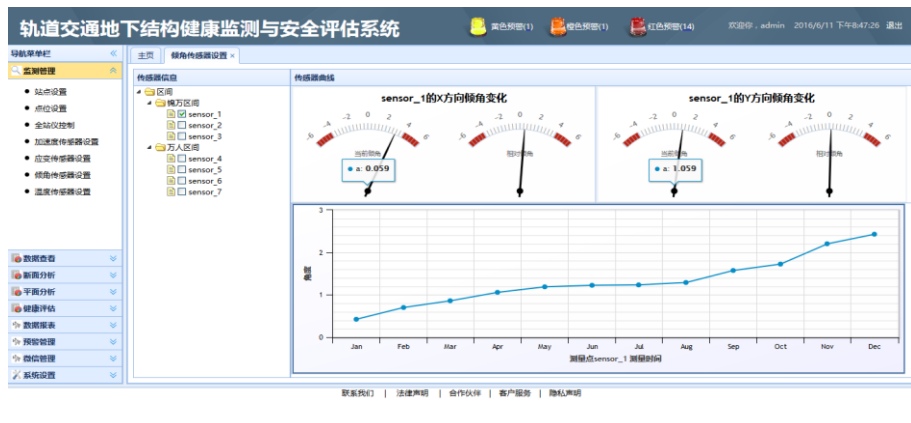
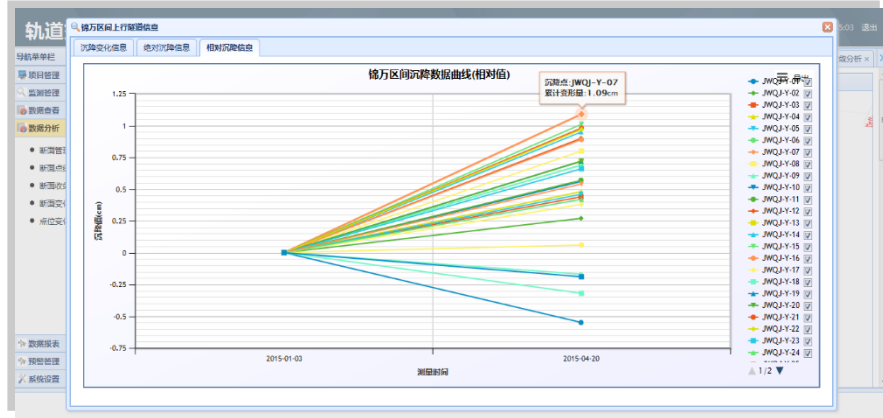


图 3-2 基于小波包能量谱的健康监测预警流程

# 应用层





# 手机端

手持终端APP界面



手机APP登陆界面



手机APP系统主界面





# 参考文献

- [1]陈兴海,丁烈云.基于物联网和BIM的建筑安全运维管理应用研究——以城市生命线工程为例[J].建筑经济,2014,35(11):34-37.
- [2]张凯南.运营隧道结构健康监测预警与安全评价研究[D].华中科技大学,2019.



**THANKS**

# 城市水管网信息感知技术

汇报人：刘子涵

# 数据与视频回传

### 数字底座搭建



- 倾斜遥感影像
- BIM+GIS搭建三维可视化模型

### 数据获取与传输



- 数据获取:  
智能感知终端&感知作业一体化智能终端
- 数据上传:  
5G与物联网实现“视频传输零延迟”  
“数据建模同步走”

数据上传  
数据接收与分析

### 数据分析：静态数据



静态数据统计展示

### 数据分析：动态数据



动态数据分析决策

基于网络速率的海量模型加载技术  
基于传感器数据的物联感知技术  
系统平台化的BIM建模技术  
多因子的水模型分析技术  
基于规则库的数据挖掘技术

任务生成

### 信息反馈




任务下发

### 任务执行




数据上传水务云

### 数据存储



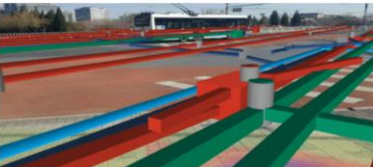
区块链数据加密



水务云数据存储

### 数据展示：MR结合全息技术实现完全交互式现实体验

- 1、地下管线智能巡检
- 2、设施属性实时查看



基于现场真实地物定位方法实现管线模型精准匹配



取代经验判断作业方式，实现实景精准匹配检修

利用感知技术与智能装备对物理世界进行感知识别,通过网络传输互联, 进行计算、处理和知识挖掘, 实现人与人、物与物信息交互和无缝链接,达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策目的



# 城市污水处理系统CIM平台能力演进图

产品行业价值

水环境  
污染物溯源与管理

水资源  
管理与调度

水安全  
预报、预警、预演、预案  
应急联合调度

水生态  
生物多样性管理

水工程  
全生命周期管理

产品行业需求

监测预警  
态势感知

产-汇-流仿真  
管网汇流

积水点分布  
城市内涝仿真

洪水演进  
污染物扩散

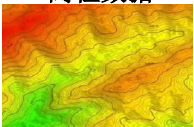
水位预报/预  
警仿真

淹没分析仿真

水生态多样  
性管理

产品能力

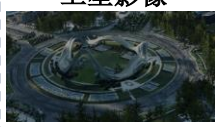
高程数据



BIM数据



卫星影像



管网数据



倾斜摄影数据



传感器



手工模型



点云数据



视频数据



水质监测仪+移动水质检测实验室



智能井盖传感器  
(液位 气体 气压)



三维点云数据



倾斜影像采集



厂内运行状态实时  
视频监控数据

数据治理能力

数据承载能力

物理实时渲染能力

仿真融合能力

共享交换能力

多源数据接入与汇聚能力

空间编码及数据组织能力

强大、高效的数据治理能力

海量数据承载和运行能力

基于物理世界的实时渲染能力

空间数据挖掘与视觉分析能力

几何动态仿真与专业仿真融合能力

数据的共享与交换能力

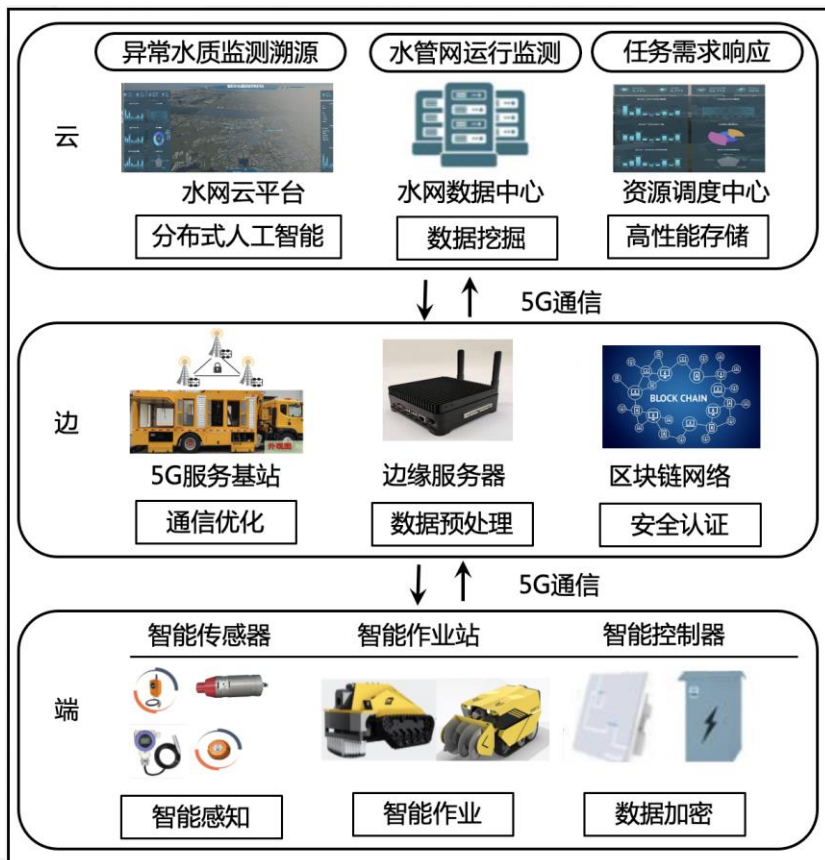
基于混合云架构的微服务开放能力

物联网的应用在于感知层通过前端数据采集设备实现对城市污水处理系统的智能感知识别、信息采集和自动控制

# 解决方案与关键技术：城市水管网全面信息感知

□ 解决方案：城市排水管网智能监测传感器体系

■ 关键技术：基于物联网的云边协同技术



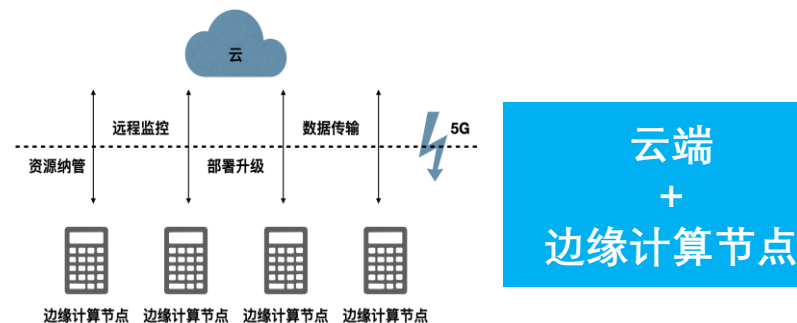
## 运行难点

面临海量设备接入：

- 资源**严重异构**
- 网络通信质量**不稳定**
- 统一运维管理**复杂**
- 安全风险控制**难度高**

一旦发生网络错误或网络攻击，城市排水管网将会处于裸奔状态，**无法对管网进行有效监测预警！**

## 解决方案



- ✓ 缓解云端**网络带宽压力**和云端存储压力，规避**长距网络传输安全风险**。
- ✓ 物联网数据将在**数据源头**附近进行处理，**缩短数据传输的距离**，降低时间延迟

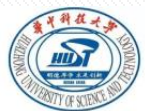
- 工地偷排漏排及时捕捉取证
- 城市级海量数据存储无压力

基于物联网的云边协同技术，采用云平台与边缘计算终端相结合的形式，达到**高效、稳定、安全**的可视化、数据储存及导出目的，保证城市排水管网的实时有效监控，实现**防洪防涝预警监控**



# 物联网

汇报人：杨静



2022年5月



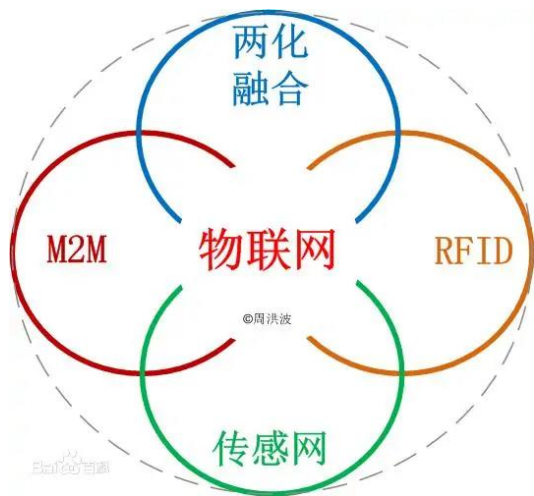
e-construction

湖北省数字建造与安全工程技术研究中心  
CENTER FOR VIRTUAL, SAFE AND AUTOMATED CONSTRUCTION (VISAC)

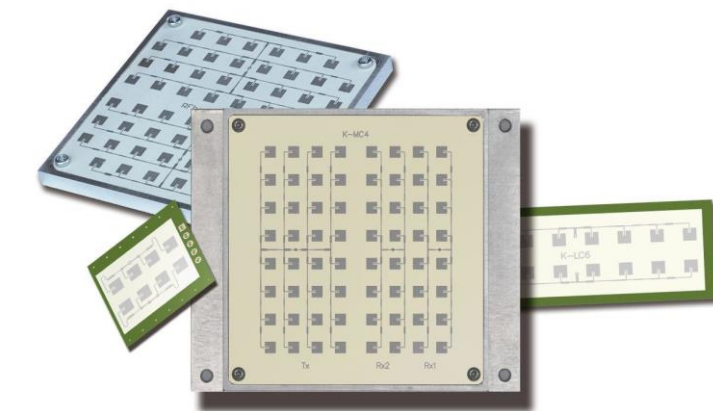
# 1 内涵

## ● 物联网

- 物联网 (Internet of Things, 简称IoT) 是指通过各种信息传感器、射频识别技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器等各种装置与技术, 实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程, 采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息, 通过各类可能的网络接入, 实现物与物、物与人的泛在连接, 实现对物品和过程的**智能化感知、识别和管理**。物联网是一个基于互联网、传统电信网等的信息承载体, 它让所有能够被独立寻址的普通物理对象形成**互联互通的网络**。



物联网的示例



传感器



RFID技术

## 2 应用

---

期刊: Q1, 中科院分区2区 (计算机, 交叉学科)

Computers in Industry 135 (1900) 103573



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

### Computers in Industry

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/compind](http://www.elsevier.com/locate/compind)



---

## Linking permissioned blockchain to Internet of Things (IoT)-BIM platform for off-site production management in modular construction



Liupengfei Wu<sup>1</sup>, Weisheng Lu<sup>\*2</sup>, Fan Xue<sup>3</sup>, Xiao Li<sup>4</sup>, Rui Zhao<sup>5</sup>, Maohong Tang<sup>6</sup>

*Department of Real Estate and Construction Management, The University of Hong Kong, Hong Kong Special Administrative Region*

---



## ● 物联网+BIM

物联网不能记录物体更详细的属性信息，如设备的具体尺寸、出厂日期、供货商等。而BIM模型中能够储存建筑物内所有构件和设备在设计、施工、运营过程中的所有信息，**两者具有较强的互补性。**

### 五种物联网和BIM集成方法：

- (1) 采用BIM工具和关系数据库的应用程序接口(APIs)；
- (2) 采用新的数据模式重构BIM数据；
- (3) 构建新的查询语言；
- (4) 应用语义web技术；
- (5) 采用混合方法。

充分实现BIM在项目中的潜力，就需要在整个项目生命周期中进行**准确的信息收集、及时的信息交换和自动决策支持。**

### 应用：

- a) 支持物联网的BIM平台
- b) 施工安全管理
- c) 施工物流和供应链管理
- d) 现场组装服务
- e) 设施管理
- f) .....

上层：信息集成层

**BIM技术：建筑部件、机电管线从设计施工到运维全过程信息集成、管理和传递**

- 三维协同设计
- 模型性能分析
- 错漏碰缺检查
- 施工方案仿真
- 工程量统计
- 施工总体筹划
- 施工进度管理
- 质量安全管理
- 动态投资控制
- 专项方案模拟
- 建筑空间管理
- 建筑能耗管理
- 日常物业管理
- 设备日常巡检
- 安全应急响应

设计深化阶段

现场施工阶段

运营维护阶段

- 部品基础信息
- 建材身份标识
- 同步加工制造
- 运输物流管理
- 现场人员管理
- 设备设施巡检
- 现场物料管理
- 施工数据监控
- 环境数据监控
- 建筑智能安保
- 结构安全监控
- 智能家居

**物联网技术：建筑物空间内各物体标签化、可识别化及可感知化的动态交互管控**

底层：信息感知层

底层信息流：信息感知、采集、传输、监控

上层信息流：信息集成、交互、展示、管理

## ● 物联网+BIM+区块链

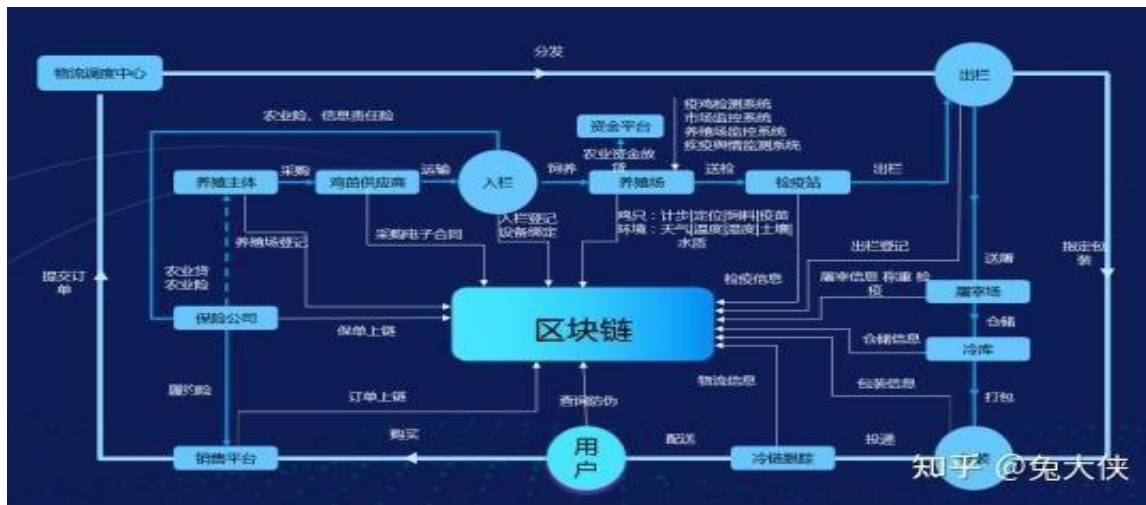
区块链的三个基本组成部分保持了它的功能：密码学、分布式账本和共识机制。

**密码学**（例如，哈希算法）体现了转换数据以隐藏语义内容、限制未经授权使用或防止未检测到的修改的原则和方法。

**分布式账本**涉及一种会计技术，以记录任何有价值的交易。这些账本通过使用分散的共识机制在用户之间共享和同步。

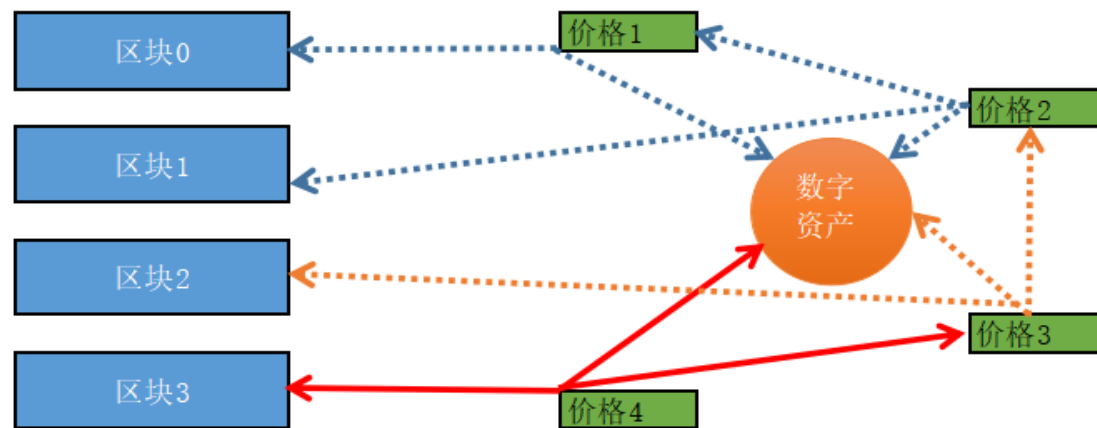
**共识机制**是用于就数据的顺序和正确性达成协议的程序。

此外，区块链还可以被配置为智能契约。智能合同是一种数字合同，可以在满足预设条件时自行执行流程。

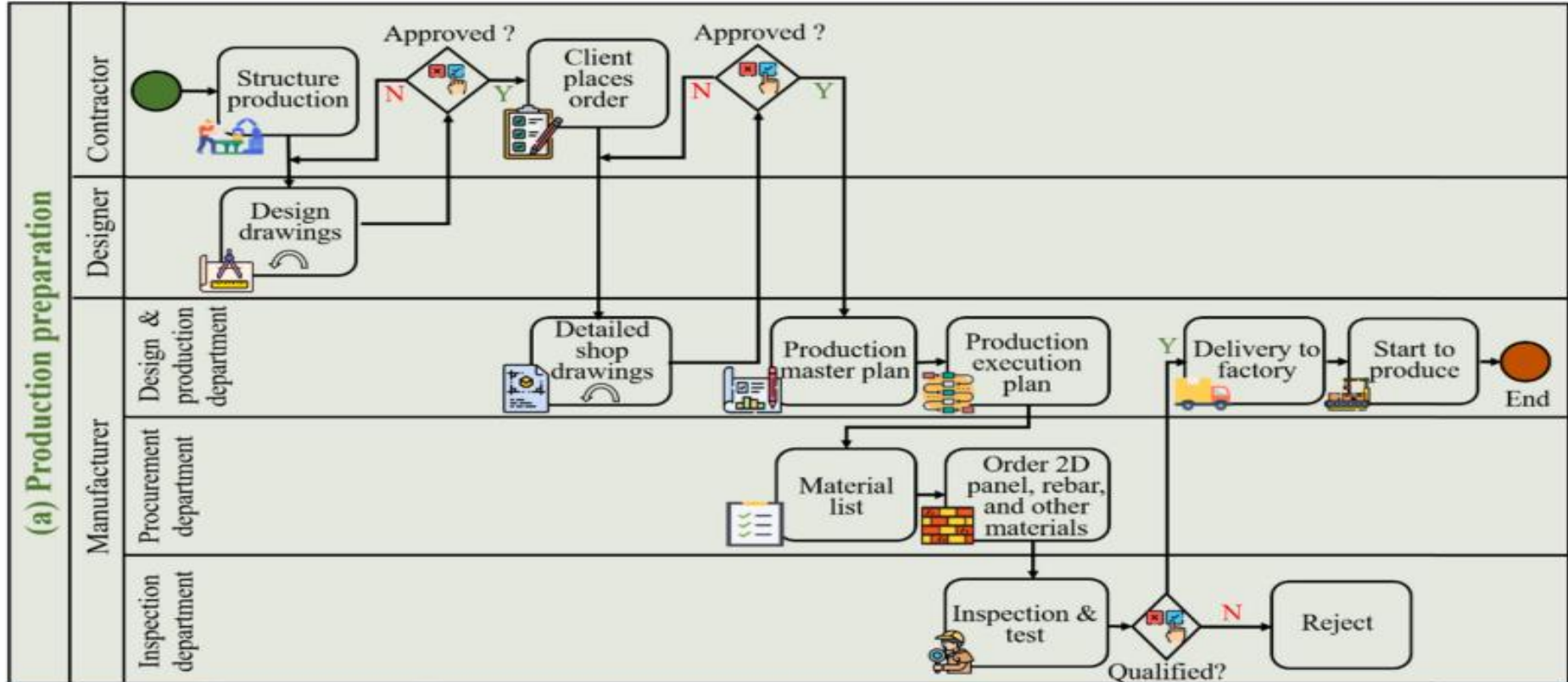


www.Q578.com

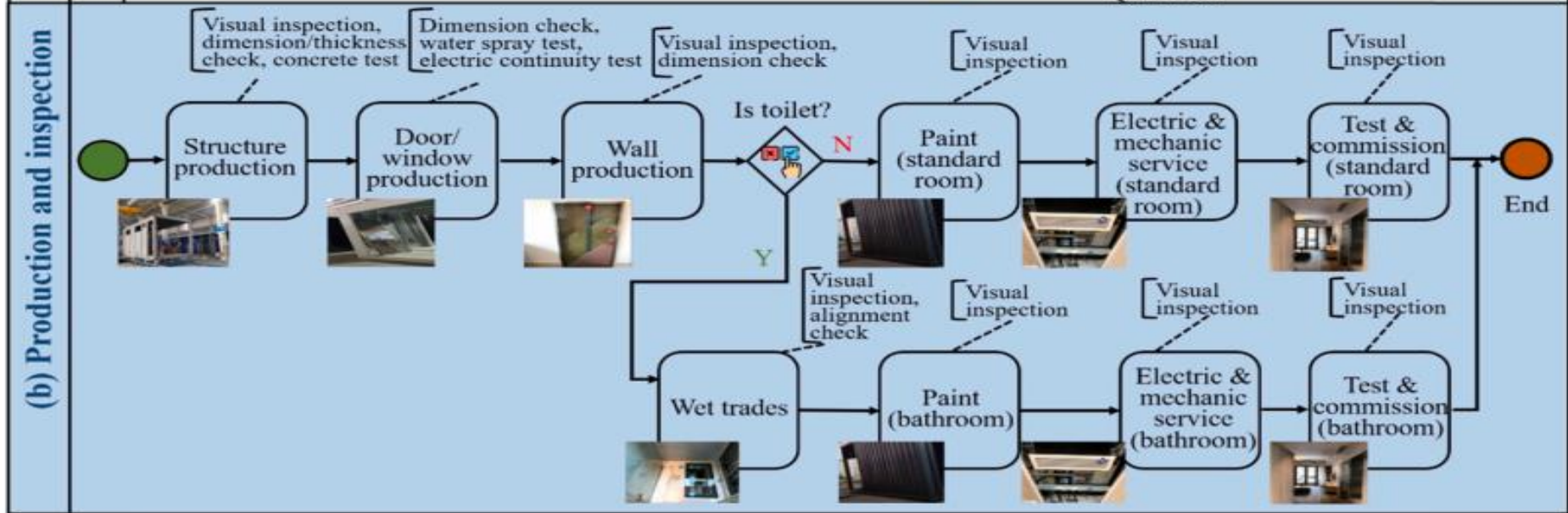
区块链架构图







装配式构件生产过程



问题：1.单点故障；2.你的模型是真的吗？



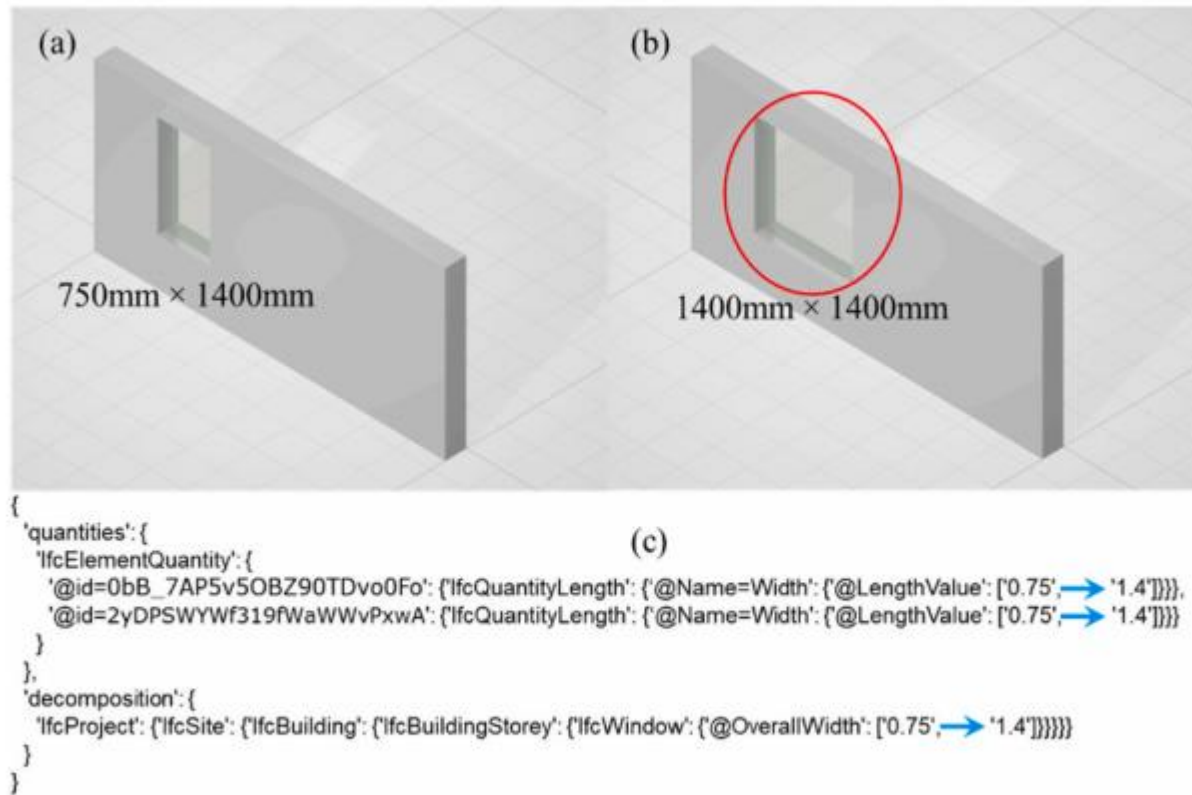


Fig. 4. Illustrative example of the semantic differential transaction record of a design change: (a) example wall; (b) window size changed; (c) differential record (0.36KB) of the design change.

案例说明：如何在区块链和BIM系统中进行工程变更。

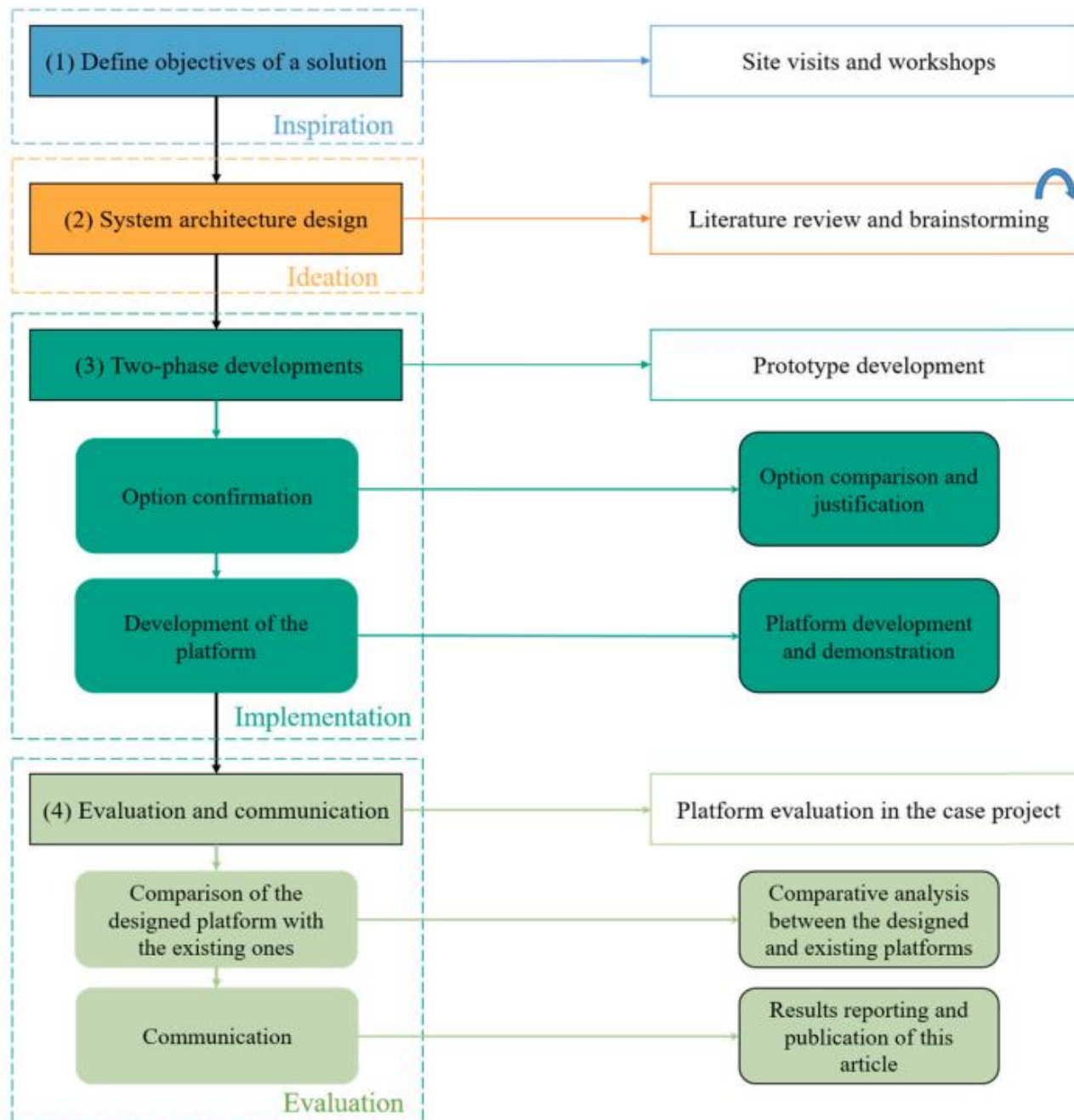
墙上的一个窗口宽度由750mm变更为1400mm，其中两行表示窗口的唯一标识和原始属性和更改的属性对。这些更改通过构建层次结构的多层次分解与IFC对象相关联。变更记录很短——没有SDT的IFC是不可用的——足够区块链。

此外，通过交换原始属性和更改属性的值对，可以反转更改的时间箭头，以便从新的区块链BIM标准中获得回带和跟踪操作——这在IFC中是不可用的。有了新的区块链BIM标准，即使是一个巨大的BIM也可以存储在区块链上。

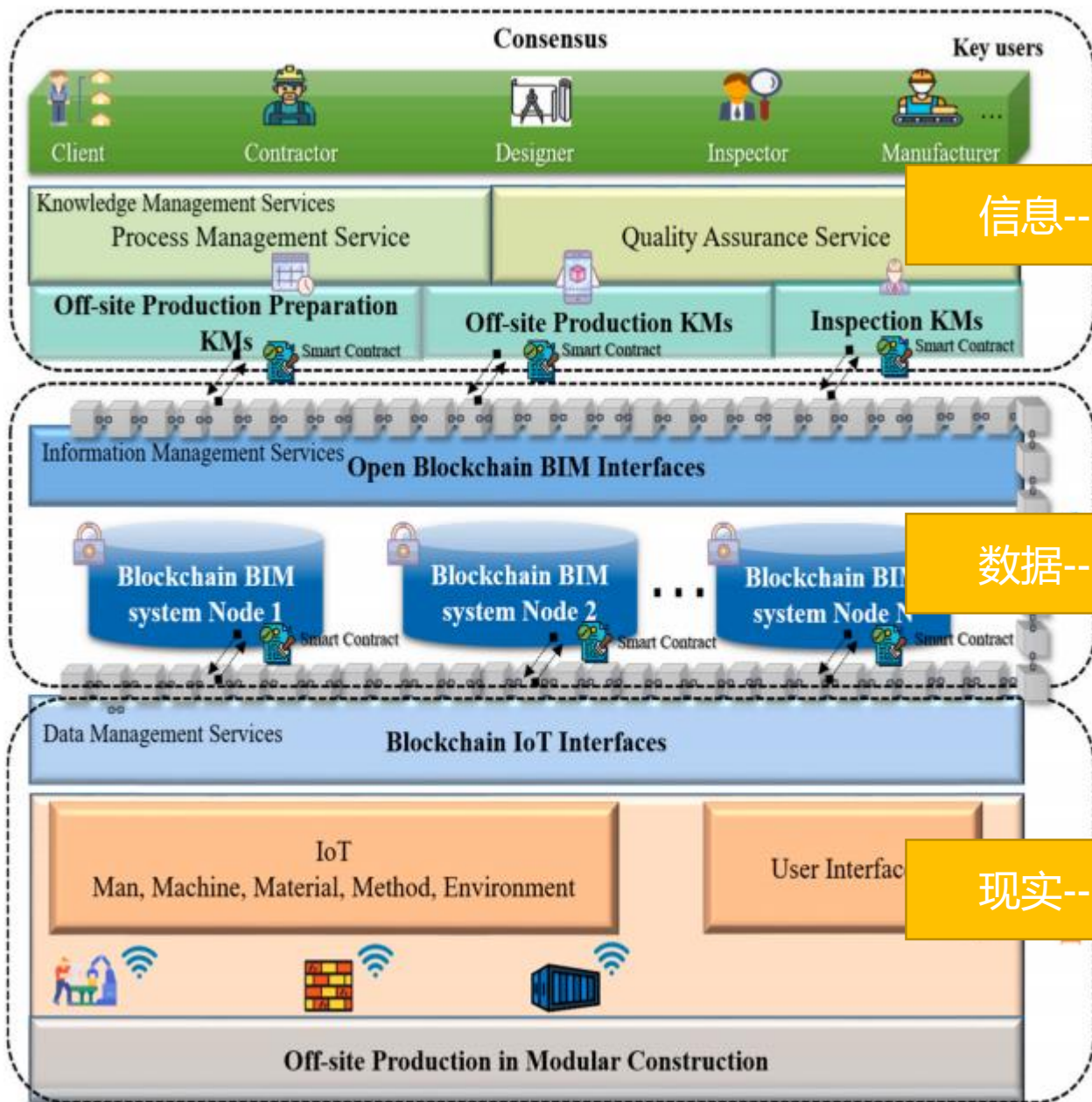
# 设计科学研究的方法

## Steps for design science research method

## Methods



目的： (i)应加强从RFID收集的信息的真实性； (ii)记录BIM修改； (iii)为从业人员开发高级API提供基础。



信息---知识

数据---信息

现实---数据

**SaaS**  
包括一个共识机制。

**BaaS**  
包括两个主要模块来互操作信息、语义和推断。  
第一个模块是开放的区块链BIM接口，扩展了现有的开放的BIM标准IFC(ISO16739-1: 2018)。  
第二个模块是区块链BIM系统，其中包括BIBP网络、账本和一套智能合同。

**基础设施层**  
1. 包括物联网和用户界面两个模块。  
边缘基础设施支持物联网模块，该模块包含支持物联网的生产资源、协议、网关节点、代理节点和计算单元节点。



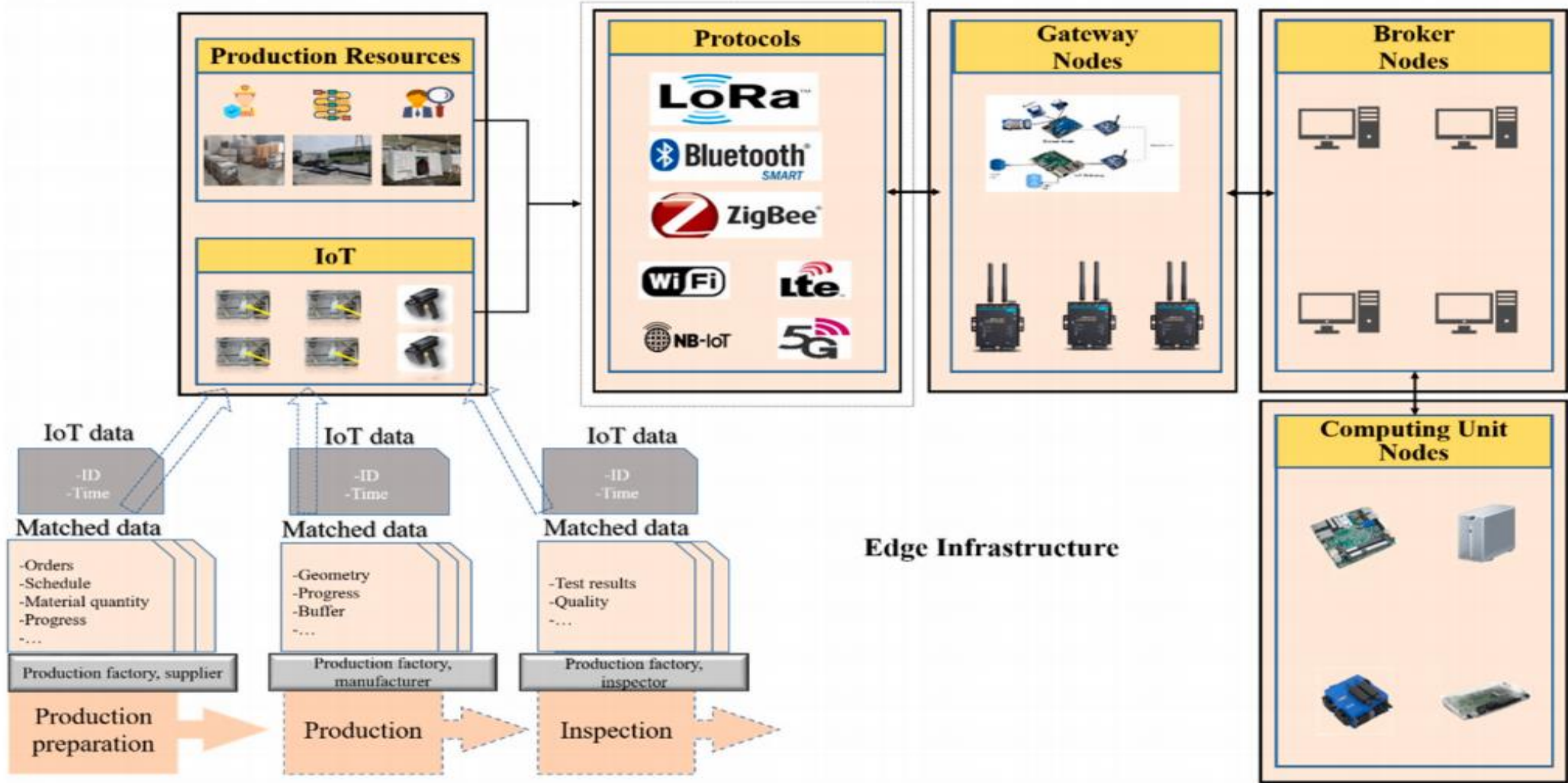


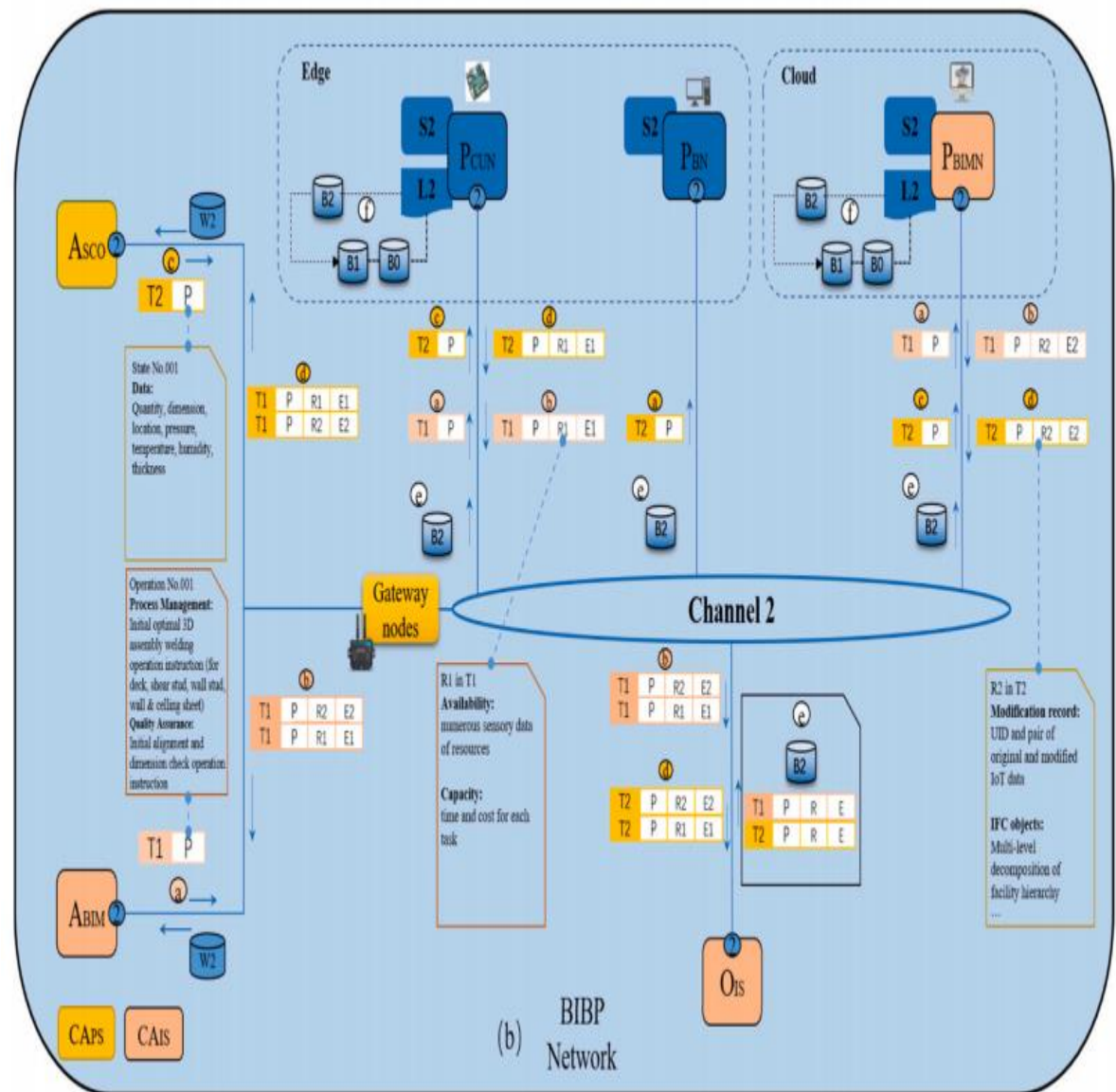
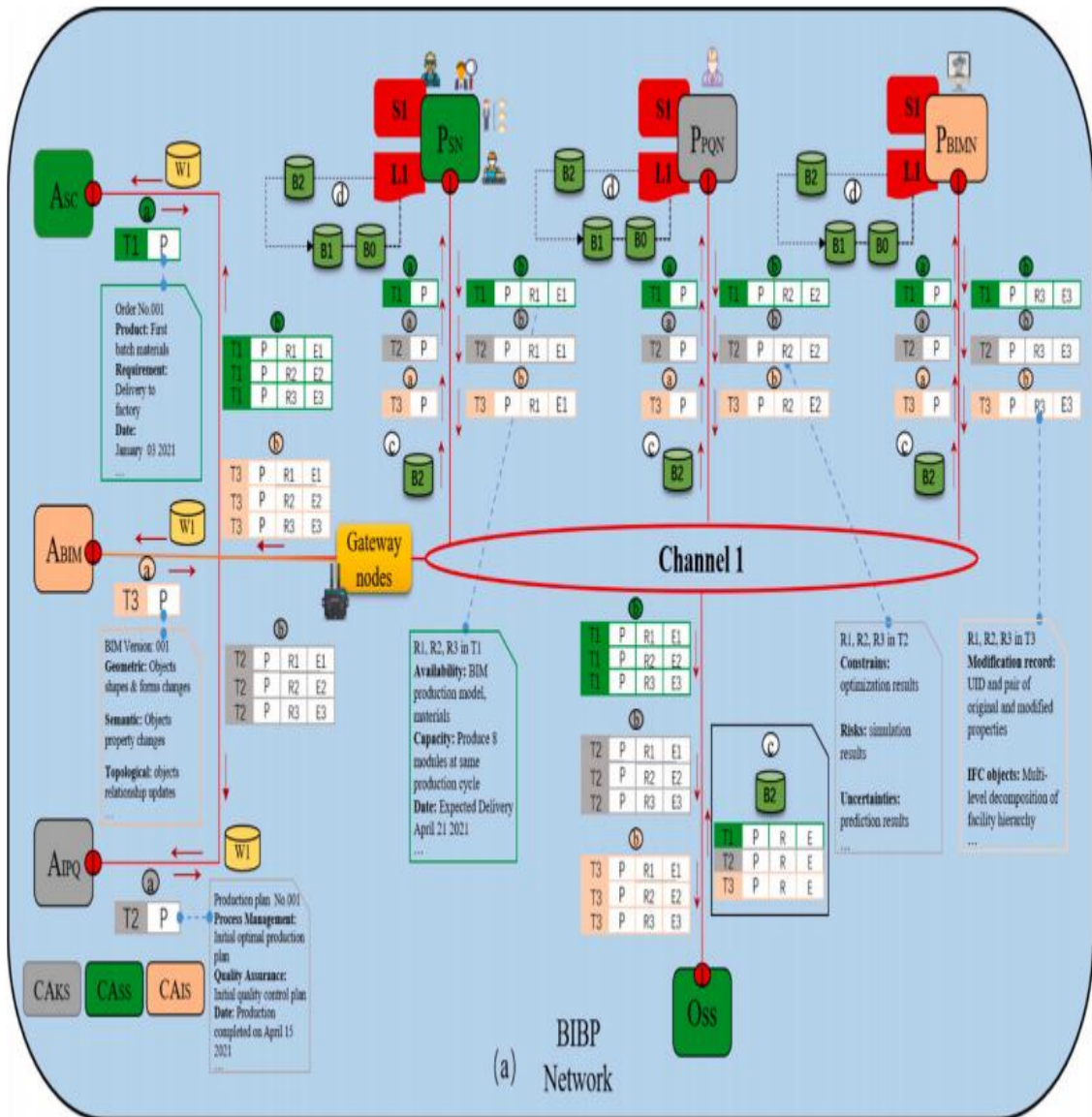
Fig. 7. IoT module.

**代理节点**被配置为分配计算单元节点来处理对时间敏感的任务或将具有挑战性的任务转移到云。

**网关节点**在工厂中充当数据转换器。RFID动作被捕获，由计算单元节点计算,并记录。

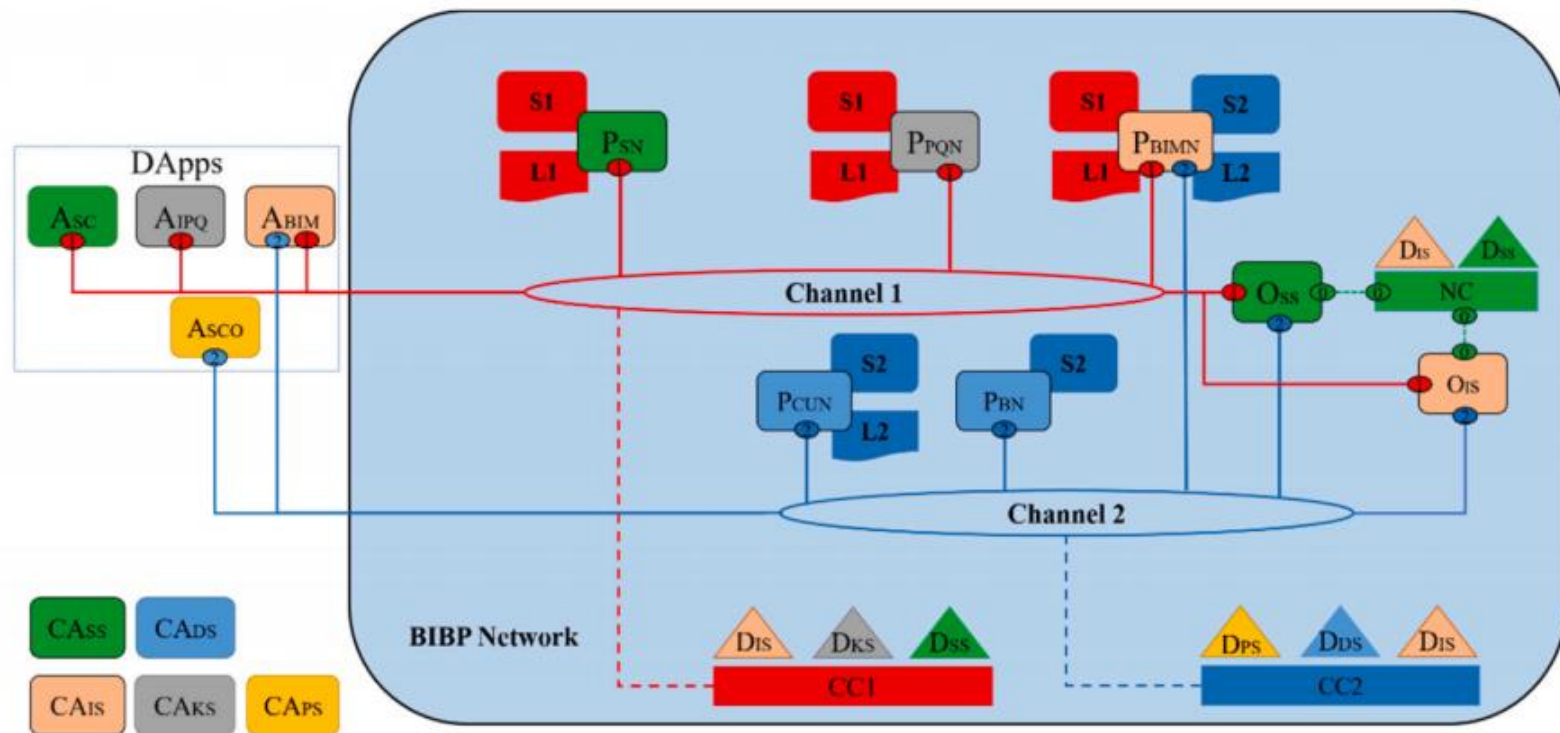
区块链物联网接口依靠智能合约，可以为用户提供有效的操作控制。例如，一旦为模块生成窗口，操作员可以扫描贴上面的RFID标签并将该交易提案发布到区块链，当提议的交易在分散网络中达成共识时，智能合同可以向生产经理和其他利益相关者发送任务完成通知。





双通道

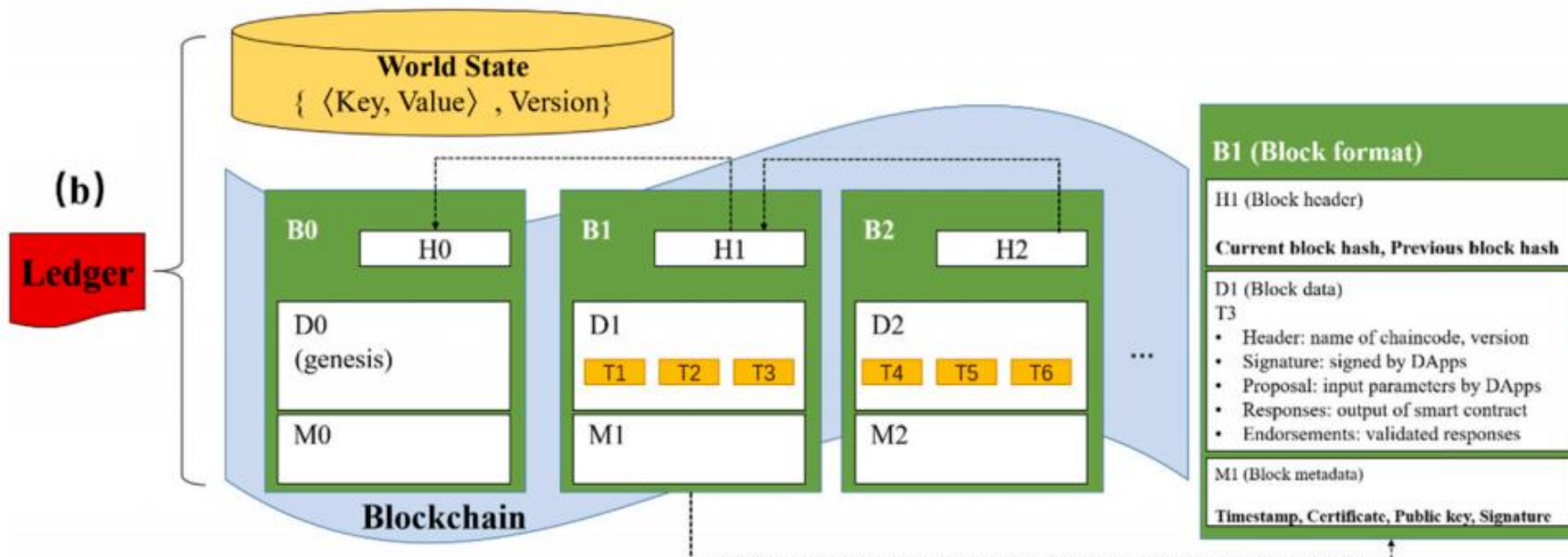
(a)



一个双通道结构，提供账本 (L1、L2) 和链码 (S1、S2)，以促进数据形成-知识驱动。

## 区块链和BIM系统

(b)



账本包括状态和分布式账本两部分组成。

在BaaS中，链码S1和S2分别安装在通道1和通道2的对等体S上。

S1包含7个智能合同，分别用于**价值评估、能力评估、可用性评估、过程优化、质量控制、BIM修改和决策支持**。

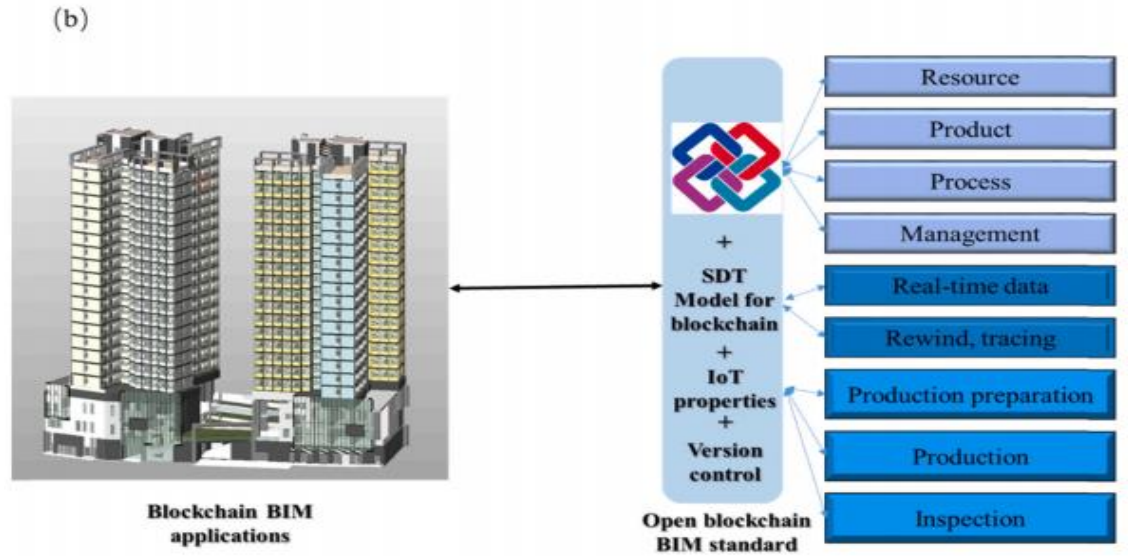
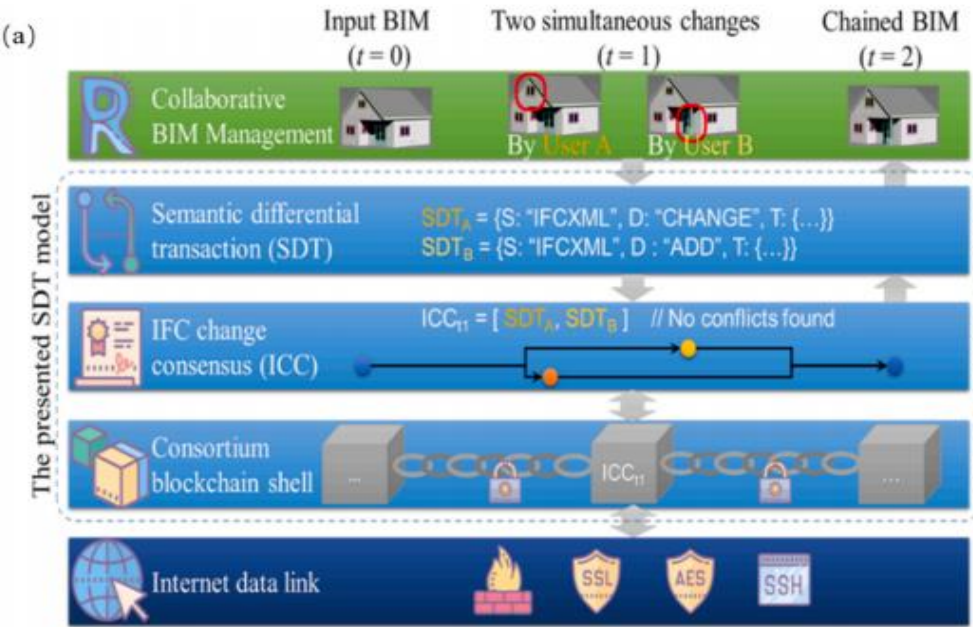
当利益相关者提出一笔交易时，价值评估合同、容量评估合同和可用性评估合同将有助于评估交易的业务价值以及场外生产资源和流程的容量和可用性。接下来，这些智能合约将决定是否根据对等方的响应来验证事务。经批准后，AIPQ向渠道1创建一个提案，其中流程优化合同和质量控制合同首先使用知识模型对提案进行优化和模拟，然后提供合适的计划。然后，ABIM可以使用BIM修改合同来记录因该交易而导致的BIM修改。当达成一致后，通过执行决策支持合同，可以将优化后的过程管理和质量保证计划从BIM导入到第2通道。

链码S2包含四个智能合同，分别用于跨物理、数据和信息空间管理面向数据的服务。这些合同是**状态验证合同、状态计算合同、状态评估合同和状态更新合同**。在DApps中，ASCO观察生产资源和过程的状态，以理解对现有过程管理和质量保证的干扰。此外，这些状态也可以作为交易提案提交给通道2。当有一个新的提案时，州验证合同、州计算合同、州评估合同可以检查、计算和评估提案中的数据，如果它们都产生了积极的响应，州将被批准。在流程管理和质量保证中，状态更新合同可以将更新后的状态提供给ABIM。此外，ABIM可以订阅过去的状态和干扰，来研究流程管理和质量保证的性能，从而通过知识模型提高未来的性能。

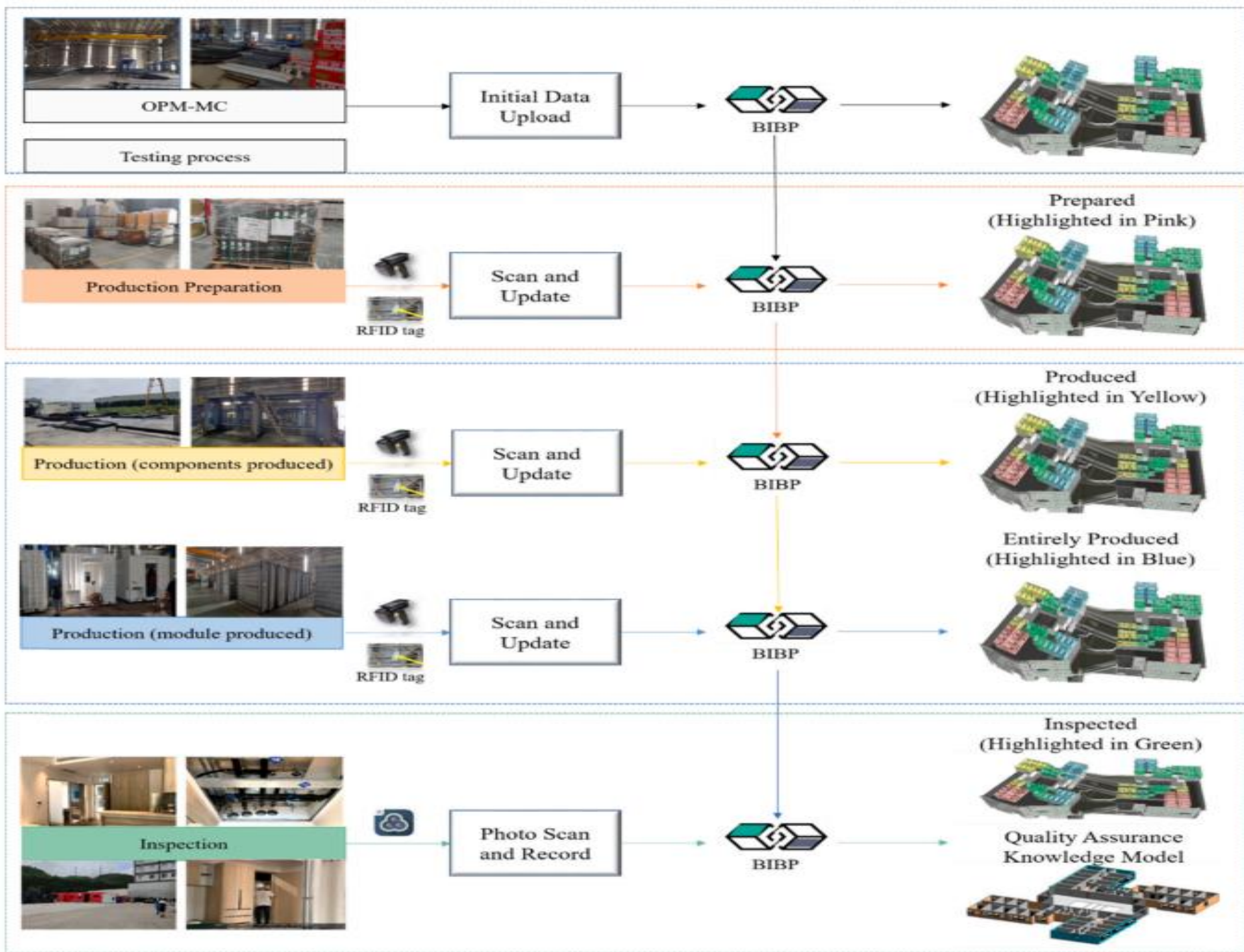


## 区块链BIM接口设置

1. 区块链可计算性的模型，以弥合IFC和区块链之间的基本差距
2. 可计算的模型如图 (a)所示，可以管理IFC变化共识时实时、同时的变化。IFC的另一个扩展是物联网特性，如图 (b) 所示扩展后的标准比原来的IFC标准可以处理更多的功能。例如，使用IFC标准中的示意图定义，可以使用生产分析，如代码检查、进度分析和成本估算。
3. 区块链BIM系统配置了一个网络和两套链码。此外，通道1和通道2被配置用于将与OPM-MC应用程序相关的事务传递给分布式分类账。图10(a)显示了BIBP网络的详细信息，其中包括五维组织(DPS、DDS、DIS、DKS、DSS)，其中DSS和DIS还指定成员为订购服务的管理点(OIS和OSS)。







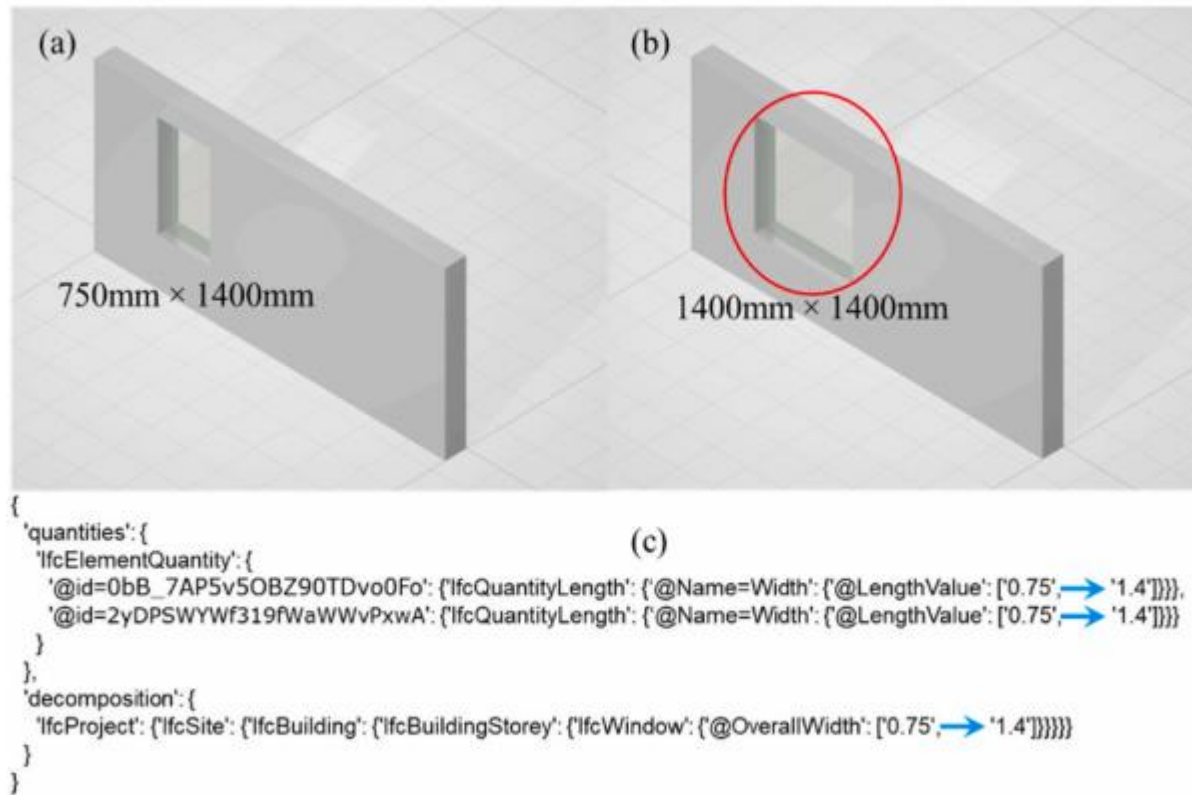


Fig. 4. Illustrative example of the semantic differential transaction record of a design change: (a) example wall; (b) window size changed; (c) differential record (0.36KB) of the design change.

案例说明：如何在区块链和BIM系统中进行工程变更。

墙上的一个窗口宽度由750mm变更为1400mm，其中两行表示窗口的唯一标识和原始属性和更改的属性对。这些更改通过构建层次结构的多层次分解与IFC对象相关联。变更记录很短——没有SDT的IFC是不可用的——足够区块链。

此外，通过交换原始属性和更改属性的值对，可以反转更改的时间箭头，以便从新的区块链BIM标准中获得回带和跟踪操作——这在IFC中是不可用的。有了新的区块链BIM标准，即使是一个巨大的BIM也可以存储在区块链上。

# 施工现场室内定位技术

《数字建造》“工程物联网”课堂分享

胡睿博  
2022.05.16

# 内容来源

Automation in Construction 118 (2020) 103309



Contents lists available at ScienceDirect

## Automation in Construction

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/autcon](http://www.elsevier.com/locate/autcon)



Review

## Top 10 technologies for indoor positioning on construction sites

Chun Ting Li, Jack C.P. Cheng\*, Keyu Chen

Department of Civil and Environmental Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, China





# 目录

- 施工现场室内定位难点分析
- 施工现场室内定位系统及评估体系
- 施工现场室内定位技术比较
- 施工现场室内定位技术应用及趋势

# 施工现场室内定位难点分析

➤ **定位技术**：室外定位技术和室内定位技术

- **室外定位**技术发展成熟，使用全球卫星定位系统（GNSS），主要技术包括：BeiDou（中国），GPS（美国），GLONASS（俄罗斯），Galileo（欧盟），精度为亚米级。
- **室内定位**技术发展缓慢，主要原因是受复杂施工环境的影响。

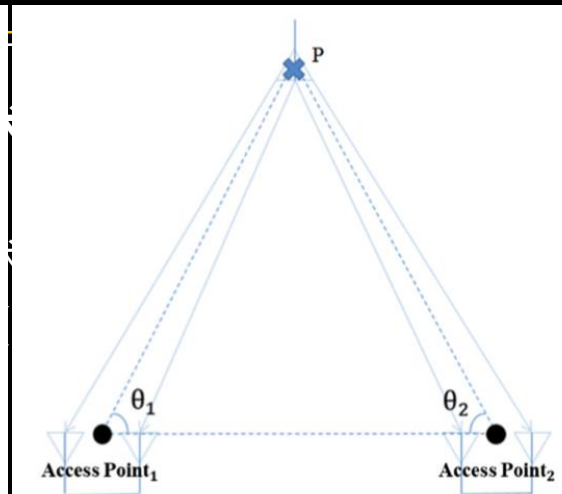
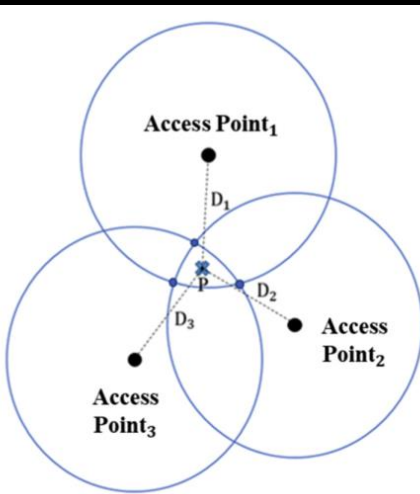
施工环境的典型特征	室内定位难点	影响
<ul style="list-style-type: none"><li>• 半封闭环境</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 顶部遮挡物存在</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• GNSS难以在半封闭环境发挥作用</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 施工环境复杂（物料、设备的堆放）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 非可视距环境</li><li>• 严重的信号衰减及分散</li><li>• 多路径效应</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 基于信号传输的室内定位技术受到较大影响</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 施工环境动态变化</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 非固定噪声干扰信号传输</li><li>• 信号接收点的位置规划复杂</li><li>• 动态变化的光环境</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 定位精度难以把控</li><li>• 施工现场布局管理成本高</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 基础设施不完善</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 电力供应不足或不稳定</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 室内定位技术需要较低的电消耗</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 噪声环境</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 背景噪声的强干扰</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 基于声波的室内定位技术受到较大影响</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 电气设备及射频通信系统存在</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 电磁干扰存在</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 使用电磁波的室内定位技术受到影响</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 金属材料 and 设备的移动</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 磁场干扰存在</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 使用磁力波的室内定位技术受到影响</li></ul>

# 施工现场室内定位系统及评估体系

## ➤ 定位系统的构成

### 原理

- 三边测量：三条线确定一个点
- 三角测量：两个角确定一个点
- 场景匹配：先建立场景库，然后通过特征识别确定场景匹配的位置



### 算法

- 时间到达法(ToA)：通过时间计算距离
- 角度到达法(AoA)：通过角度计算距离
- 图像特征分析法(IBFA)：图像与场景匹配



## 定位系统的评价

- (1) 精确度;
- (2) 准确度 (误差波动大小);
- (3) 电耗;
- (4) 成本;
- (5) 覆盖面积;
- (6) 响应时间

# 施工现场室内定位技术比较

技术分类	室内定位技术	精确度	准确度	电耗	成本	覆盖面	响应时间
电磁波技术	Wi-Fi	低 (>1m, <10m)	低	高	高	高	长 (1~4s)
	低功耗蓝牙	低 (>1m, <8m)	低	低	低	高	短 (20~30ms)
	RFID	中到高 (亚米, 亚厘米)	中到高	低到中	低到中	中	短 (30ms)
	ZigBee	中 (亚米)	中	低	低	高	短 (60ms)
	UWB	高 (亚厘米, 亚毫米)	高	低	中到高	中到高	中 (300ms)
	室内卫星定位	中到高 (亚米, 亚毫米)	中到高	中	中到高	高	短/长 (25~100ms/1s)
非电磁波技术	超声波定位	中到高 (亚米, 亚毫米)	低	低	低	低	短 (25~70ms)
	地磁波定位	低到中 (米, 亚米)	低	低	低	高	中 (100~300ms)
全光谱光线技术	图像识别定位	低到中 (米, 亚米)	低	高	低	低到高	长 (2~3m)
	深度图像技术	高 (亚厘米, 亚毫米)	高	高	低	中到高	短/长 (60~470ms)



# 施工现场室内定位技术应用及趋势

## ➤ 应用:

- 施工安全管理 (Applying sensor-based technology to **improve construction safety** management, 2017)
- 施工进度监测与管控 (Integrating automated data acquisition technologies for **progress reporting** of construction projects, 2011)
- 建筑结构和材料检测 (Embedded image processing systems for automatic **recognition of cracks** using uavs, 2015)
- 施工机器人自动化 (A BIM and UWB integrated mobile **robot navigation system** for indoor position tracking applications, 2016)

## ➤ 研究趋势:

- 混合定位技术
- 混合定位原理(算法)
- 环境同步建模与定位
- 博弈论下的协同定位
- BIM协同定位 (模型几何信息或语义信息纠正定位偏差)
- 无信号接发站定位
- 无设备定位