

工业互联网基础

第7章 工业互联网平台

目录

01

工业互联网平台概念

02

工业互联网平台功能架构

03

工业互联网平台应用场景

04

国内外工业互联网平台

目录

01

工业互联网平台概念



学习目标

1. 了解工业互联网平台定义;
2. 了解工业互联网平台类型;
3. 了解工业互联网平台核心作用;
4. 了解工业互联网平台本质。

► 工业互联网平台定义

定义

工业互联网平台是面向制造业**数字化、网络化、智能化**需求，向下接入海量设备、自身承载工业知识与微服务、向上支撑工业APP开发部署的工业操作系统，是工业全要素、全产业链、全价值链全面连接和工业资源配置的中心，是支撑制造资源泛在连接、弹性供给、高效配置的载体。

本质

工业互联网平台是通过构建**工业数据采集体系**，建立面向工业大数据处理、分析的开发环境，实现工业技术、经验、知识的模型化、软件化、复用化，不断优化研发设计、生产制造、运营管理等资源配置效率。

► 工业互联网平台定义

工业互联网平台主要有三个定位：

1. 工业互联网平台是传统工业云平台的迭代升级。工业互联网平台在传统工业云平台的软件工具共享、业务系统集成基础上，叠加了制造能力开放、知识经验复用与开发者集聚的功能。

► 工业互联网平台定义

工业互联网平台主要有三个定位：

2. 工业互联网平台是新工业体系的“操作系统”。工业互联网平台向下对接海量工业装备、仪器、产品，向上支撑工业智能化应用的快速开发与部署，发挥着类似于操作系统的重要作用，支撑构建了基于软件定义的高度灵活与智能的工业体系。

► 工业互联网平台定义

工业互联网平台主要有三个定位：

3. 工业互联网平台是**资源集聚共享的有效载体**。工业互联网平台将工业企业、信息通信企业、互联网企业、第三方开发者等主体在云端集聚，将数据科学、工业科学、管理科学、信息科学、计算机科学在云端融合，形成社会化的协同生产方式和组织模式。

► 工业互联网平台类型

工业互联网平台主要包括特定行业平台、特定领域平台、特定区域平台和跨行业跨领域平台共四种类型。

► 工业互联网平台类型

1. 特定行业平台

(1) **行业设备接入能力**。平台在特定行业具有设备规模接入能力，连接不少于一定数量特定行业工业设备（离散行业）或不少于一定数量特定行业工艺流程数据采集点（流程行业）。

(2) **行业软件部署能力**。平台在特定行业具有工业知识经验的沉淀、转化与复用能力，提供不少于一定数量行业软件集成接口、特定行业机理模型、微服务组件，以及不少于一定数量特定行业工业APP。

(3) **行业用户覆盖能力**。平台在特定行业具有规模化应用能力，覆盖不少于一定数量特定行业企业用户或不少于一定比例特定行业企业。

► 工业互联网平台类型

2. 特定领域平台

特定领域平台主要包括关键数据打通能力和关键领域优化能力。

(1) **关键数据打通能力**。特定领域平台能够实现研发设计、物料采购、生产制造、运营管理、仓储物流、产品服务等产品全生命周期，供应链企业、协作企业、市场用户、外部开发者等各主体数据的打通，实现全流程的数据集成、开发、利用。

(2) **关键领域优化能力**。特定领域平台能够实现在某一关键领域的应用开发与优化服务，提升关键环节生产效率与产品质量。如协同设计、供应链管理、智能排产、设备预测性维护、产品质量智能检测、仓储与物流优化等。

▶ 工业互联网平台类型

3. 特定区域平台

特定区域平台主要包括区域地方合作能力、区域资源协同能力和区域规模推广能力。

(1) **区域地方合作能力**。平台在特定区域（工业园区或产业集聚区）落地，在该地具有注册实体，与地方政府签订合作协议，具备在地方长期开发投入、运营服务能力。

(2) **区域资源协同能力**。平台具有面向特定区域产业转型升级共性需求的服务能力，能够促进区域企业信息共享与资源集聚，带动区域企业协同发展。

(3) **区域规模推广能力**。平台具有特定区域企业的规模覆盖能力，为不少于一定数量特定区域企业或不低于一定比例特定区域企业提供服务。

► 工业互联网平台类型

4. 跨行业跨领域平台

在特定行业能力、特定区域能力、特定领域能力基础上，跨行业跨领域平台还具有如下**五个方面能力**。

- (1) 平台跨行业能力
- (2) 平台跨领域能力
- (3) 平台跨区域能力
- (4) 平台开放运营能力
- (5) 平台安全可靠能力

► 工业互联网平台类型

4. 跨行业跨领域平台

(1) 平台跨行业能力

平台覆盖不少于一定数量特定行业：

每个行业连接不少于一定数量行业设备（离散行业）或不少于一定数量行业工艺流程数据采集点（流程行业）。

每个行业部署不少于一定数量行业机理模型、微服务组件，以及不少于一定数量行业工业APP。

每个行业覆盖不少于一定数量企业用户或不少于一定比例行业企业。

► 工业互联网平台类型

4. 跨行业跨领域平台

(2) 平台跨领域能力

平台覆盖不少于一定数量特定领域：

每个领域之间能够实现不同环节、不同主体的数据打通、集成与共享。

每个领域具有不少于一定数量面向该领域（关键环节）的工业机理模型、微服务组件或工业APP。

► 工业互联网平台类型

4. 跨行业跨领域平台

(3) 平台跨区域能力

平台覆盖不少于一定数量特定区域：

平台在全国（华北、华东、华南、华中、西北、东北）主要区域注册不低于一定数量运营实体，负责平台在当地区域的运营推广。每个区域具有不少于一定数量特定区域企业用户或为不低于一定比例的特定区域企业提供服务。

► 工业互联网平台类型

4. 跨行业跨领域平台

(4) 平台开放运营能力

平台具备独立运营能力。具有独立法人实体或完整组织架构的集团独立部门，人员规模不少于一定规模。

平台具备开放运营能力。建立产学研用长期合作机制，建有开发者社区，且第三方开发者占平台开发者总数比例不低于一定比例。

► 工业互联网平台类型

4. 跨行业跨领域平台

(5) 平台安全可靠能力

工控系统安全可靠。在平台中建立工控系统安全防护机制，主动防护漏洞危害与病毒风险。

关键零部件安全可靠。在平台边缘计算或人工智能应用中，具备关键零部件的安全可靠能力。

软件应用安全可靠。平台创新开发一定数量工业机理模型、微服务组件或工业APP。

► 工业互联网平台核心作用

工业互联网平台能够

- 1) 有效集成海量工业设备与系统数据;
- 2) 实现业务与资源的智能管理;
- 3) 促进知识和经验的积累和传承;
- 4) 驱动应用和服务的开放创新。

工业互联网平台是新型制造系统的**数字化神经中枢**，在制造企业转型中发挥**核心支撑作用**。

► 工业互联网平台核心作用

当前工业互联网平台已成为企业智能化转型重要基础设施。

第一，帮助企业实现智能化生产和管理。

通过对生产现场“人机料法环”各类数据的全面采集和深度分析，发现导致生产瓶颈与产品缺陷的深层次原因，不断提高生产效率及产品质量。

基于现场数据与企业计划资源、运营管理等数据的综合分析，实现更精准的供应链管理和财务管理，降低企业运营成本。

► 工业互联网平台核心作用

当前工业互联网平台已成为企业智能化转型重要基础设施。

第二，帮助企业实现生产方式和商业模式创新。

企业通过平台可以实现对产品售后使用环节的数据打通，提供设备健康管理、产品增值服务等新型业务模式，实现从卖产品到卖服务的转变，实现价值提升。基于平台还可以与用户进行更加充分的交互，了解用户个性化需求，并有效组织生产资源，依靠个性化产品实现更高利润水平。

此外，不同企业还可以基于平台开展信息交互，实现跨企业、跨区域、跨行业的资源 and 能力集聚，打造更高效的协同设计、协同制造，协同服务体系。

► 工业互联网平台核心作用

工业互联网平台具备**五大核心功能**，如图3-1所示。下面分别讲解这五大核心功能。

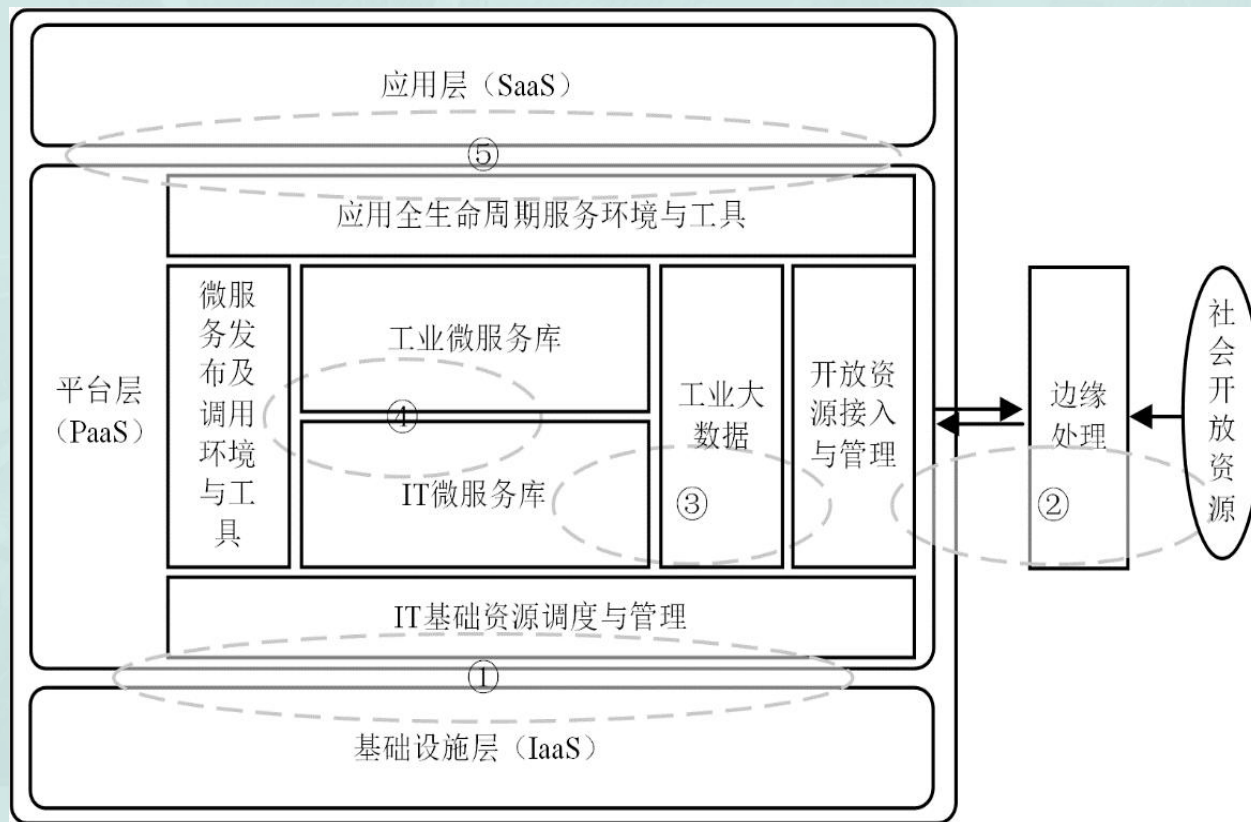


图3-1 工业互联网平台的五大核心功能

► 工业互联网平台核心作用

(1) 分布式IT资源调度与管理

工业互联网平台建立IT软硬件的异构资源池，提供高效的资源调度与管理服务，通过实现IT能力平台化，降低企业信息化建设成本，加速企业数字化进程，推动核心业务向云端迁移，为运营技术和IT的融合和创新应用提供基础支撑。

平台具备IT资源调度与管理服务，就可以对接入平台的计算、存储、网络等云基础设施进行注册、认证、虚拟化、运行维护等基础管理，结合微服务、工业APP的运行实现IT资源的动态调节，并且可以按照实际需求提供弹性扩容、多租户的资源隔离与计量等服务。

▷ 工业互联网平台核心作用

(2) 工业资源的泛在连接与优化配置

工业互联网平台通过在边缘侧运用边缘处理技术，围绕“人机物法环”等方面，将分布在异地的各类工业资源接入平台，并实现识别、注册、认证等基础管理功能。

另外，将数据化、模型化的工业资源进行加工、组合、优化，形成模块化的制造能力，并通过对工业资源的基础管理、动态调度、优化配置等，促进制造能力的在线交易、动态配置、共享利用。

► 工业互联网平台核心作用

(3) 工业大数据管理与挖掘

工业互联网平台应

- 1) 具备海量、异构工业数据汇聚共享、价值挖掘能力，支持海量、多源、异构数据的转换、清洗、分级存储、可视化处理等；
- 2) 提供多种分析算法和工具，支持相关方基于大数据处理形成工业机理模型、知识图谱等；
- 3) 提升数据利用水平，实现各参与主体知识的复用、传播、提升，形成基于数据驱动、持续迭代的工业知识体系。

► 工业互联网平台核心作用

(4) 工业微服务与IT微服务库

工业互联网平台应

- 1) 支持各类微服务组件提供商，围绕“人机料法环”等方面，快速构建人员技能、设备、生产资源、工业环境等一系列高度解耦、可复用的工业微服务及微组件等。
- 2) 支持各类微服务组件提供商结合工业微服务及微组件、IT微服务及微组件的使用情况，对其进行持续迭代优化。
- 3) 支持平台建设运营主体对各类微服务及微组件进行认证、注销等基础管理，并结合工业APP的运行需求实现微服务及微组件的快速发现、编排与调用。

► 工业互联网平台核心作用

(5) 覆盖工业APP全生命周期的环境与工具服务

工业互联网平台应建立开发社区，汇聚工业、IT、通信等领域的各类开发者，并提供覆盖工业APP全生命周期的环境与工具，支持各类工业APP的开发、测试验证、虚拟仿真、实施部署、运行、调度、优化，为企业转型升级提供可用好用的工业APP。

支持开发者在多种开发工具及语言环境下，快速将其掌握的工业技术、经验、知识和最佳实践进行模型化、软件化和再封装，形成一系列工业APP，满足行业、领域的应用要求。

► 工业互联网平台本质

如果用一句话将工业互联网平台的本质抽象出来，那就是：**数据+模型=服务**。

“数据+模型=服务”也是信息技术与制造技术融合创造价值的**内在逻辑**。

工业互联网平台的本质如图3-2所示。

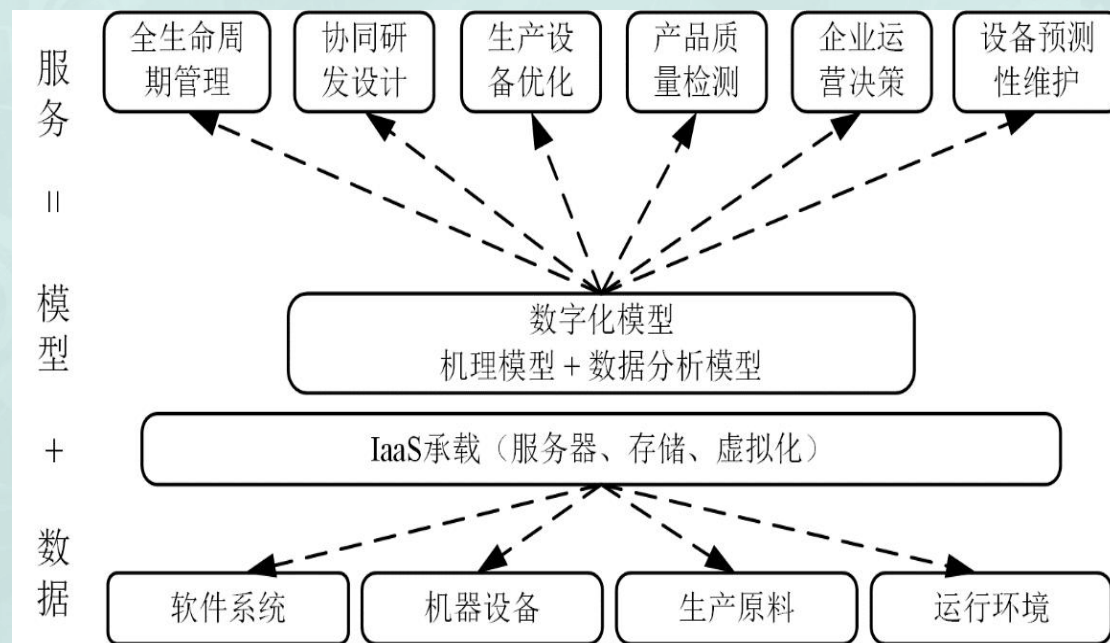


图3-2 工业互联网平台的本质

目录

02

工业互联网平台功能架构



学习目标

1. 了解工业互联网平台体系架构;
2. 了解工业互联网平台的四大要素：边缘层、IaaS层、平台层（工业PaaS）和应用层（工业SaaS）。

► 总体功能架构

工业互联网平台是工业云平台的延伸发展，其本质是在传统云平台的基础上叠加物联网、大数据、人工智能等新兴技术，构建更精准、实时、高效的数据采集体系。

建设包括存储、集成、访问、分析、管理功能的使能平台，实现工业技术、经验、知识模型化、软件化、复用化。

以工业APP的形式为制造企业各类创新应用，最终形成资源聚集、多方参与、合作共赢、协同演进的制造业生态。

► 总体功能架构

工业互联网平台架构如图3-3所示。

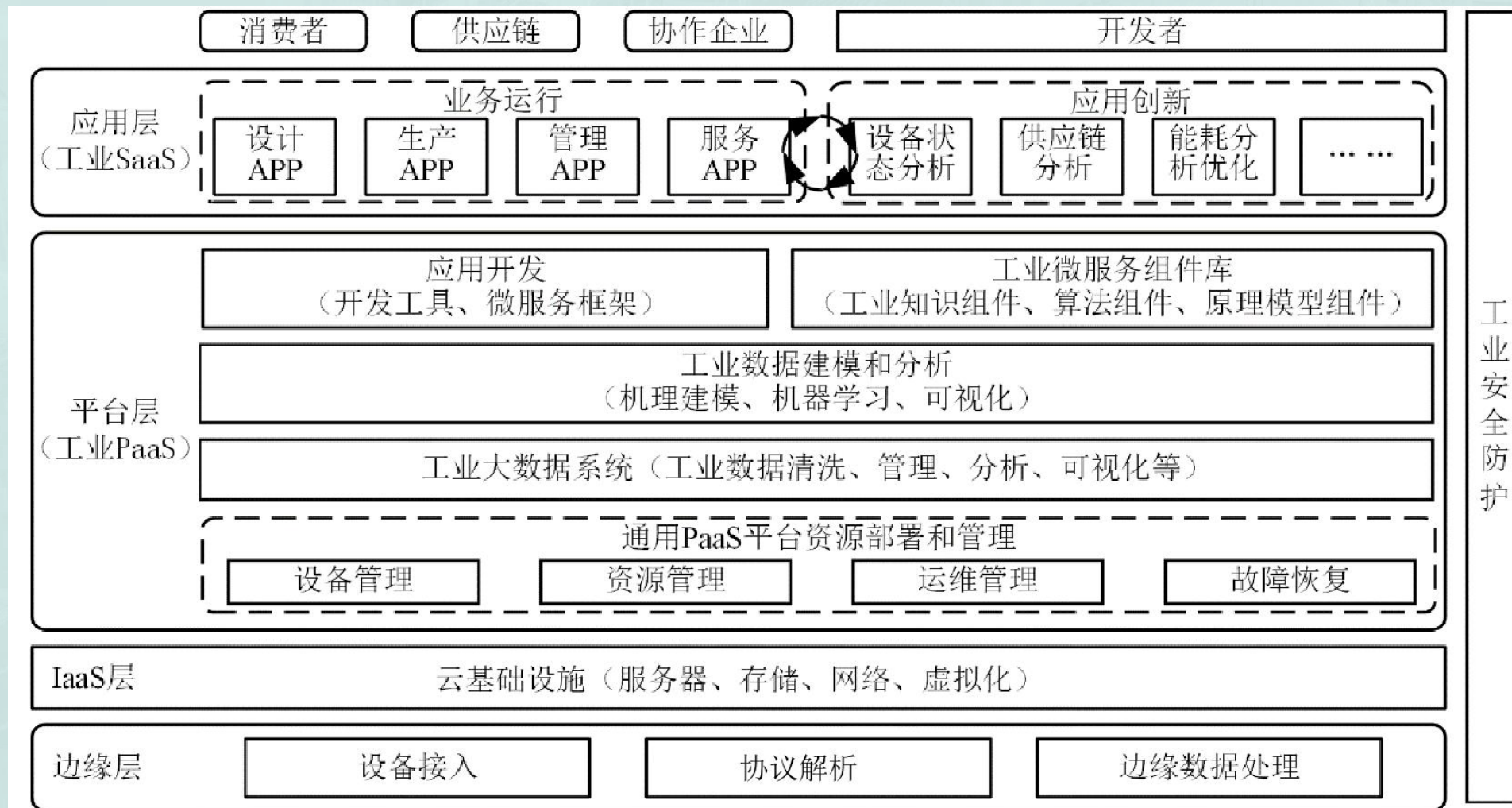


图3-3 工业互联网平台的体系架构

▷ 总体功能架构

从构成来看，工业互联网平台包含**四大要素**：边缘层、IaaS层、平台层（工业PaaS）和应用层（工业SaaS）。

第一层是边缘层，通过大范围、深层次的数据采集，以及异构数据的协议转换与边缘处理，构建工业互联网平台的数据基础。

- 1) 通过各类通信手段接入不同设备、系统和产品，采集海量数据；
- 2) 第二依托协议转换技术实现多源异构数据的归一化和边缘集成；
- 3) 第三利用边缘计算设备实现底层数据的汇聚处理，并实现数据向云端平台的集成。

▷ 总体功能架构

从构成来看，工业互联网平台包含**四大要素**：边缘层、IaaS层、平台层（工业PaaS）和应用层（工业SaaS）。

第二层是IaaS层，通过虚拟化技术将计算、存储、网络等资源池化，向用户提供可计量、弹性化的资源服务。

▷ 总体功能架构

从构成来看，工业互联网平台包含**四大要素**：边缘层、IaaS层、平台层（工业PaaS）和应用层（工业SaaS）。

第三层是平台层，基于通用PaaS叠加大数据处理、工业数据分析、工业微服务等创新功能，构建可扩展的开放式云操作系统。

1) 第一提供工业数据管理能力，将数据科学与工业机理结合，帮助制造企业构建工业数据分析能力，实现数据价值挖掘；

2) 第二把技术、知识、经验等资源固化为可移植、可复用的工业微服务组件库，供开发者调用；

3) 第三构建应用开发环境，借助微服务组件和工业应用开发工具，帮助用户快速构建定制化的工业APP。

▷ 总体功能架构

从构成来看，工业互联网平台包含**四大要素**：边缘层、IaaS层、平台层（工业PaaS）和应用层（工业SaaS）。

第四层是应用层，形成满足不同行业、不同场景的工业SaaS和工业APP，形成工业互联网平台的最终价值。

- 1) 第一提供了设计、生产、管理、服务等一系列创新性业务应用。
- 2) 第二构建了良好的工业APP创新环境，使开发者基于平台数据及微服务功能实现应用创新。

▷ 边缘层

边缘层主要着眼于实时、短周期数据的分析，满足本地业务及时处理执行要求。边缘计算靠近设备端，可以有效缓解数据传输的压力，支撑云端应用的大数据分析。

云端也可以通过大数据分析输出业务规则，下发至边缘处，以便执行和优化处理。利用泛在感知技术对多源设备、异构系统、生产要素信息进行实时高效采集和云端汇聚。

▷ 边缘层

工业互联网平台的边缘层功能主要包括设备接入、协议解析、边缘数据处理。

(1) 设备接入

通过工业以太网、现场总线、工业光网络、4G/5G、NB-IoT等各类有线和无线通信技术，接入各种工业现场设备、智能产品/装备，采集工业数据。

根据业务需要对设备安装传感器进行数字化改造，并通过有关协议将数据传输到云端。

▷ 边缘层

工业互联网平台的边缘层功能主要包括设备接入、协议解析、边缘数据处理。

(2) 协议解析

根据协议转换模块和产品，运用协议解析与转换、中间件等技术兼容Modbus、PROFINET、CAN等各类工业通信协议，实现数据格式转换和统一。

利用HTTP、MQTT等方式将采集到的数据传输到云端数据应用分析系统或数据汇聚平台。

实现设备、传感器、控制系统、业务系统等不同来源的海量数据在云端汇聚。

▷ 边缘层

工业互联网平台的边缘层功能主要包括设备接入、协议解析、边缘数据处理。

(3) 边缘数据处理

基于高性能计算、实时操作系统、边缘分析算法等技术支撑，在靠近设备或数据源头的网络边缘侧进行数据预处理、存储以及智能分析应用，提升操作响应灵敏度、消除网络堵塞，并与云端数据分析形成协同，实现对数据进行本地的运算和预处理，缓解云端压力。

▷ IaaS层

(1) IaaS层的功能

IaaS (Infrastructure as a Service, 基础设施即服务) 是工业互联网平台的运行基础, 由IT基础设施提供商为平台建设及运营提供虚拟化的计算机资源、网络资源、存储资源。

为平台层 (PaaS)、应用层 (SaaS) 的功能运行、能力构造及服务供给提供高性能的计算、存储、网络等云基础设施。

IaaS层将基础的计算网络存储资源虚拟化, 实现基础设施资源池化, 消费者通过Internet可以从完善的计算机基础设施获得服务。

(2) 关键技术

IaaS层涉及到的技术是IaaS技术，其是基于虚拟化、分布式存储、并行计算、负载调度等技术，实现网络、计算、存储等计算机资源的池化管理，根据需求进行弹性分配，并确保资源使用的安全与隔离，为用户提供完善的云基础设施服务。

IaaS层的核心为虚拟化技术。服务器虚拟化的目的是改善计算机资源的使用效率。服务器虚拟化依赖CPU虚拟化、Cache虚拟化和I/O虚拟化等资源虚拟化技术。但是服务器虚拟化只是IaaS的一种交付方式，物理硬件资源的交付也是IaaS的重要内容，但平台可对物理硬件池和虚拟化池进行可视化的管理和配置是前提条件。

▷ 工业PaaS层

1. 工业PaaS层的功能

PaaS (Platform as a Service, 平台即服务) 层是整个工业互联网平台的核心, 接收海量工业数据, 并运用平台自身能力对数据进行处理和分析, 以支持SaaS层工业APP的开发与制定。

▶ 工业PaaS层

1. 工业PaaS层的功能

PaaS层基于平台使能技术进行资源调度，实现资源的合理部署和管理，工业资产管理，系统业务对资源的需求量，根据业务对资源的需求量，动态调配相关基础资源，保证业务正常开展。

基于工业大数据系统形成平台的数据处理能力，可对工业数据进行预处理、存储、计算和可视化等操作。

通过海量数据构建数据模型，再运用深度学习等学习方法进行分析，从而最大程度地挖掘工业数据的价值。

▷ 工业PaaS层

1. 工业PaaS层的功能

PaaS层提供微服务等平台开发技术和算法工具等支持，以便数据分析师采用特征提取、机器学习、决策优化等先进技术，对各类数据进行分析与处理，搭建数据模型，实现设备健康评估、参数异常发现、信号趋势预测等功能。

PaaS提供了用户可以访问的完整或部分的应用程序开发，将生产技术部署到云计算基础设施上去，为第三方提供开发语言和工具，简化工业APP的开发难度。

▶ 工业PaaS层

2. 工业PaaS层关键技术

(1) 平台使能技术

通用PaaS平台应具有的环境：

一是基础架构，借助Cloud Foundry、OpenShift等成熟架构技术，实现通用PaaS云平台的快速、可靠构建，并具备在不同IaaS平台间进行灵活迁移部署能力；

二是运行与管理，综合运用面向服务架构（Service-Oriented Architecture, SOA）、微服务架构、容器、分布式等新型技术手段，构建具备资源调度分配、组件快速部署等能力的应用运行环境，以及具备多租户管理、开发运维、状态监控等能力的平台管理环境。

▶ 工业PaaS层

(1) 平台使能技术

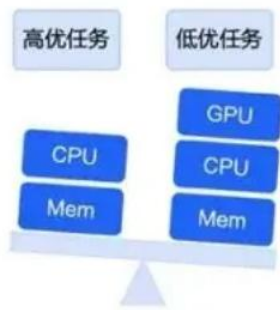
资源调度：通过实时监控云端应用的业务量动态变化，结合相应的调度算法为应用程序分配相应的底层资源，从而使云端应用可以自动适应业务量的变化。

多租户管理：通过虚拟化、数据库隔离、容器等技术实现不同租户应用和服务的隔离，保护其隐私与安全。

百度云原生 AI 下的资源调度 (1)

传统AI工程面临的问题

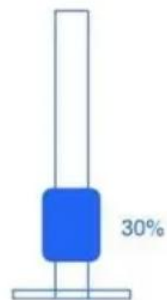
百度智能云



资源分配不均衡
资源规划不合理



资源碎片多



集群GPU资源
利用率低



AI工程效率低下

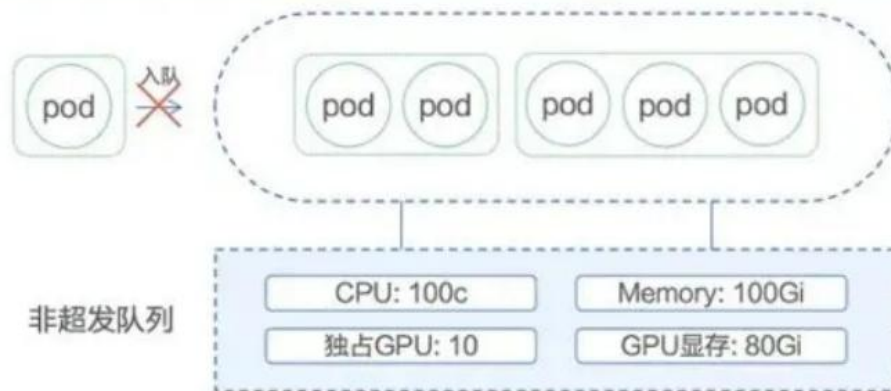
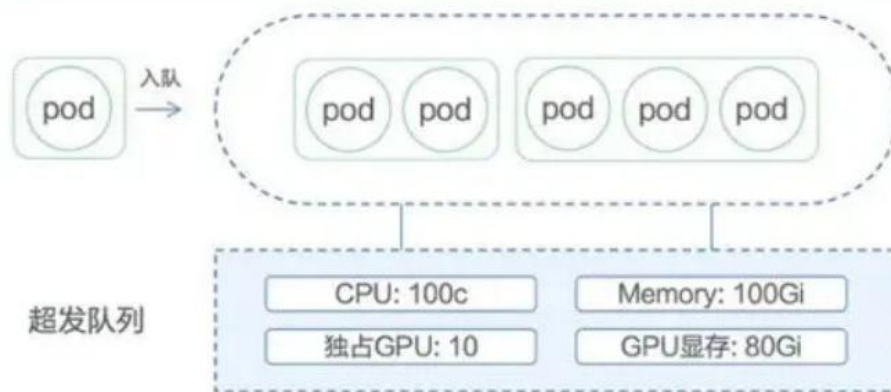
百度云原生 AI 下的资源调度 (2)

云原生AI资源管理和调度逻辑图



百度云原生 AI 下的资源调度 (3)

云原生AI资源配额管理介绍



▶ 工业PaaS层

(2) 数据管理技术

数据处理框架：借助Hadoop、Spark、Storm等分布式处理架构，满足海量数据的批处理和流处理计算需求。

数据预处理：运用数据冗余剔除、异常检测、归一化等方法对原始数据进行清洗，为后续存储、管理与分析提供高质量数据来源。

数据存储与管理：通过分布式文件系统、NoSQL数据库、关系数据库、时序数据库等不同的数据管理引擎实现海量工业数据的分区选择、存储、编目与索引等。

▶ 工业PaaS层

(3) 工业数据建模和分析技术

数据分析算法：运用数学统计、机器学习及最新的人工智能算法实现面向历史数据、实时数据、时序数据的聚类、关联和预测分析。

数据分析算法库：提供各类通用数学算法，支撑进行聚类分析、关联分析、文本分析和深度学习等。

机理建模：利用机械、电子、物理、化学等领域专业知识，结合工业生产实践经验，基于已知工业机理构建各类模型，实现分析应用。

(3) 工业数据建模和分析技术

机理模型的定义：机理模型，亦称**白箱模型**。根据对象、生产过程的内部机制或者物质流的传递机理建立起来的**精确数学模型**。它是基于质量平衡方程、能量平衡方程、动量平衡方程、相平衡方程以及某些物性方程、化学反应定律、电路基本定律等而获得对象或过程的数学模型。

机理模型的优点是参数具有非常**明确**的物理意义，模型参数易于调整，所得的模型具有很强的适应性。其缺点是对于某些对象，难以写出它的数学表达式，或者表达式中的某些系数还难以确定时，就不能适用。

机理模型往往需要大量的参数，如果参数不能精准地获取，便会影响到模型的模拟效果。

(3) 工业数据建模和分析技术

机理模型的建模流程：机理建模，根据系统的机理（如物理或化学的变化规律）建立系统模型的过程。

- 1) 根据建模对象的应用场合和模型的使用目的进行合理的假设；
- 2) 根据系统的内在机理建立数学方程，并比较过程变量数与独立方程数来进行自由度分析，以保证模型有解；
- 3) 进行模型简化与验证。

机理模型库：面向装备、电子、冶金、石化等不同行业，提供满足不同场景分析应用需求的各类机理模型，既包括基于物理化学规律的传统理论模型，也包括行业先验知识与数据分析算法互相融合的新型数据模型。

(4) 应用开发和微服务技术

多语言与工具支持：支持Java、Python、JavaScript、Ruby和PHP等多种语言编译环境，并提供Eclipse integration, JBoss Developer Studio、git和Jenkins等各类开发工具，构建高效便捷的集成开发环境。

1) 微服务架构：提供涵盖服务注册、发现、通信、调用的管理机制和运行环境，支撑基于微型服务单元集成的“松耦合”应用开发和部署。

2) 图形化编程：通过类似LabVIEW的图形化编程工具，简化开发流程，支持用户采用拖拽方式进行应用创建、测试、扩展等。

▶ 工业SaaS层

SaaS (Software as a Service, 软件即服务) 为平台用户的不同业务需求提供个性化的解决方案。

工业SaaS形成满足不同行业、不同场景的工业SaaS和工业APP, 形成工业互联网平台的最终价值。

- 1) 提供了设计、生产、管理、服务等一系列创新性业务应用。
- 2) 构建了良好的工业APP创新环境, 使开发者基于平台数据及微服务功能实现应用创新。

目录



03

工业互联网平台应用场景



学习目标

1. 了解工业互联网平台的四大应用场景。

► 工业互联网平台四大应用场景

工业互联网平台如下四大应用场景，如图3-4所示。

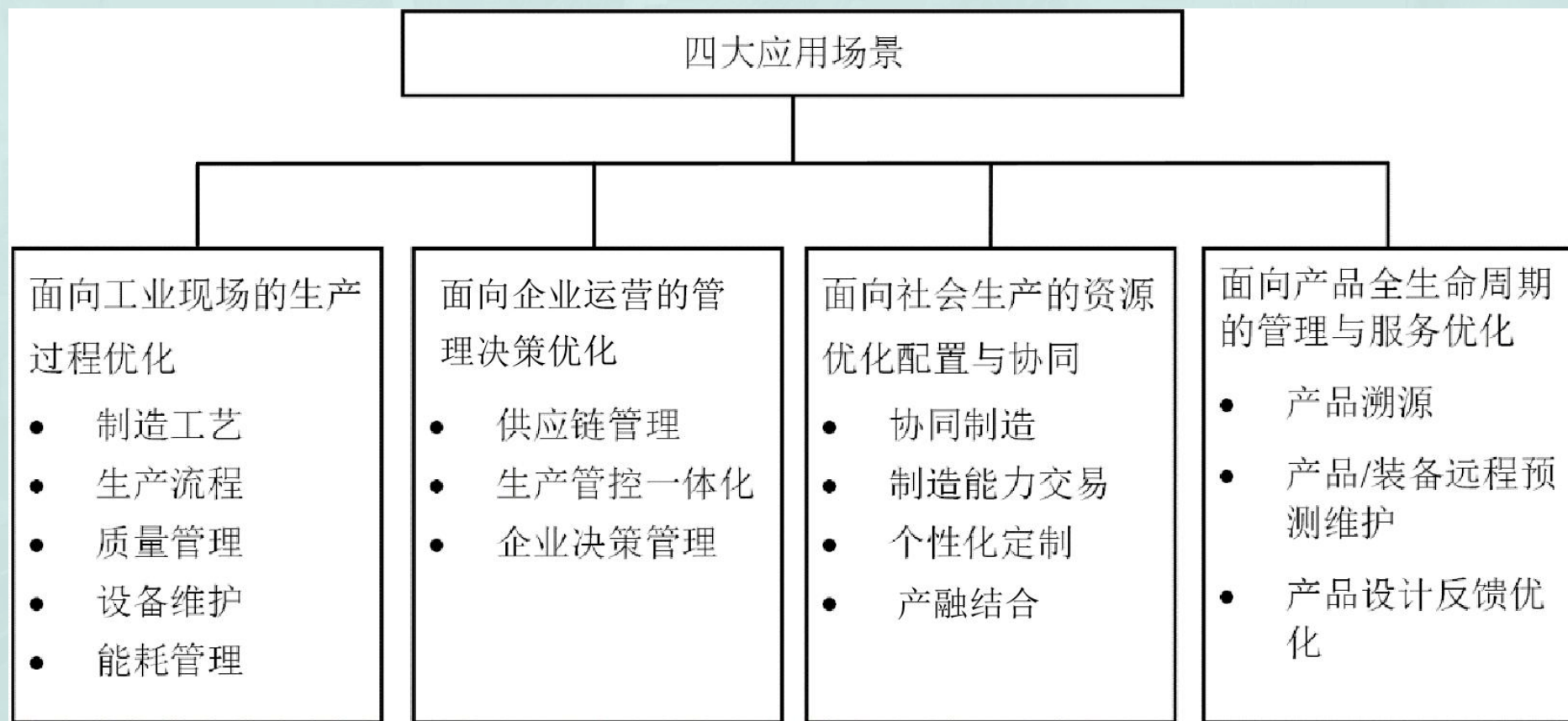


图3-4 工业互联网平台四大应用场景

► 工业互联网平台四大应用场景

1. 面向工业现场的生产过程优化的应用场景
2. 面向企业运营的管理决策优化的应用场景
3. 面向社会化生产的资源优化配置与协同的应用场景
4. 面向产品全生命周期的管理与服务优化的应用场景

▶ 面向工业现场的生产过程优化的应用场景

- (1) 制造工艺：通过对工艺参数、设备运行等数据进行综合分析，找出生产过程中最优参数，提升制造品质；
- (2) 生产流程：通过对生产进度、物料管理、企业管理等数据进行分析，实现提升排产、进度、物料、人员等方面管理的准确性；
- (3) 质量管理：通过产品检验数据和“人机料法环”等过程数据进行关联性分析，实现在线质量检测 and 已成分析，降低产品不良率；
- (4) 设备维护：通过设备历史数据与实时运行数据构建数字孪生，及时监控设备运行状态，并实现设备预测性维护；
- (5) 能耗管理：通过现场能耗数据的采集与分析，对设备、产线、场景能效使用进行合理规划，提升能源使用效率，实现节能减排。

▶ 面向企业运营的管理决策优化的应用场景

借助工业互联网平台可打通生产现场数据、企业管理数据和供应链数据，提升决策效率，并基于大数据挖掘分析实现管理决策优化。其具体场景主要有供应链管理、生产管控一体化和企业决策管理。

(1) 供应链管理：通过实时跟踪现场物料消耗，结合库存情况安排供应商进行精准配货，实现零库存管理，降低成本；

(2) 生产管控一体化：通过进行业务管理系统和生产执行系统集成，实现企业管理和现场生产的协同优化；

(3) 企业决策管理：通过对企业内部数据的全面感知和综合分析，有效支撑企业智能决策。

▶ 面向社会化生产的资源优化配置与协同的应用场景

工业互联网平台可实现制造企业与外部用户需求、创新资源、生产能力的全面对接，推动设计、制造、供应和服务环节的协同优化。其具体场景主要有协同制造、制造能力交易、个性定制和产融结合。

(1) 协同制造：通过有效集成不同设计企业、生产企业及供应链企业的业务系统，实现设计、生产的并行实施，大幅缩短产品研发设计与生产周期，降低成本；

(2) 制造能力交易：通过对外开放空闲制造能力，实现制造能力的在线租用和利益分配；

(3) 个性定制：通过企业与用户的无缝对接，形成满足用户需求的个性化定制方案，提升产品价值，增强用户粘性；

(4) 产融结合：通过工业数据的汇聚分析，为金融行业提供评估支撑，为银行放贷、股权投资、企业保险等金融业务提供量化依据。

▶ 面向产品全生命周期的管理与服务优化的应用场景

工业互联网平台可以将产品设计、生产、运行和服务数据进行全面集成，以全生命周期可追溯为基础，在设计环节实现可制造性预测，在使用环节实现健康管理，并通过生产与使用数据的反馈改进产品设计。其具体场景主要有产品溯源、产品/装备远程预测性维护、产品设计反馈优化等。

(1) 产品溯源：通过借助标识技术记录产品生产、物流、服务等各类信息，综合形成产品档案，为全生命周期管理应用提供支撑；

(2) 产品/装备远程预测性维护：通过将产品/装备的实时运行数据与其设计数据、制造数据、历史维护数据进行融合，提供运行决策和维护建议，实现设备故障的提前预警，远程维护等设备健康管理应用；

(3) 产品设计反馈优化：将产品运行和用户使用行为数据反馈到设计和制造阶段，从而改进设计方案，加速创新迭代。

目录



04 国内外工业互联网平台



学习目标

1. 了解国外典型工业互联网平台；
2. 了解国内典型工业互联网平台。

▶ 国外典型工业互联网平台

1. GE -Predix平台

GE（美国通用电气公司）是世界上最大的装备与技术服务企业之一，业务范围涵盖航空、能源、医疗、交通等多个领域。Predix是GE推出的全球第一个工业互联网大数据分析服务平台，围绕工业设备健康管理、生产效率优化、能耗管理等提供了丰富的应用场景，并提供多种应用程序的微服务市场。

GE的工业互联网平台经历了一个从企业内部的资产管理平台向综合工业平台转型，由IT向OT延伸，最终发展为工业互联网平台的过程。

Predix平台的主要功能是将各类数据按照统一的标准进行规范化梳理，并提供随时调取和分析的能力。

国外典型工业互联网平台

Predix平台的架构如图3-5示。

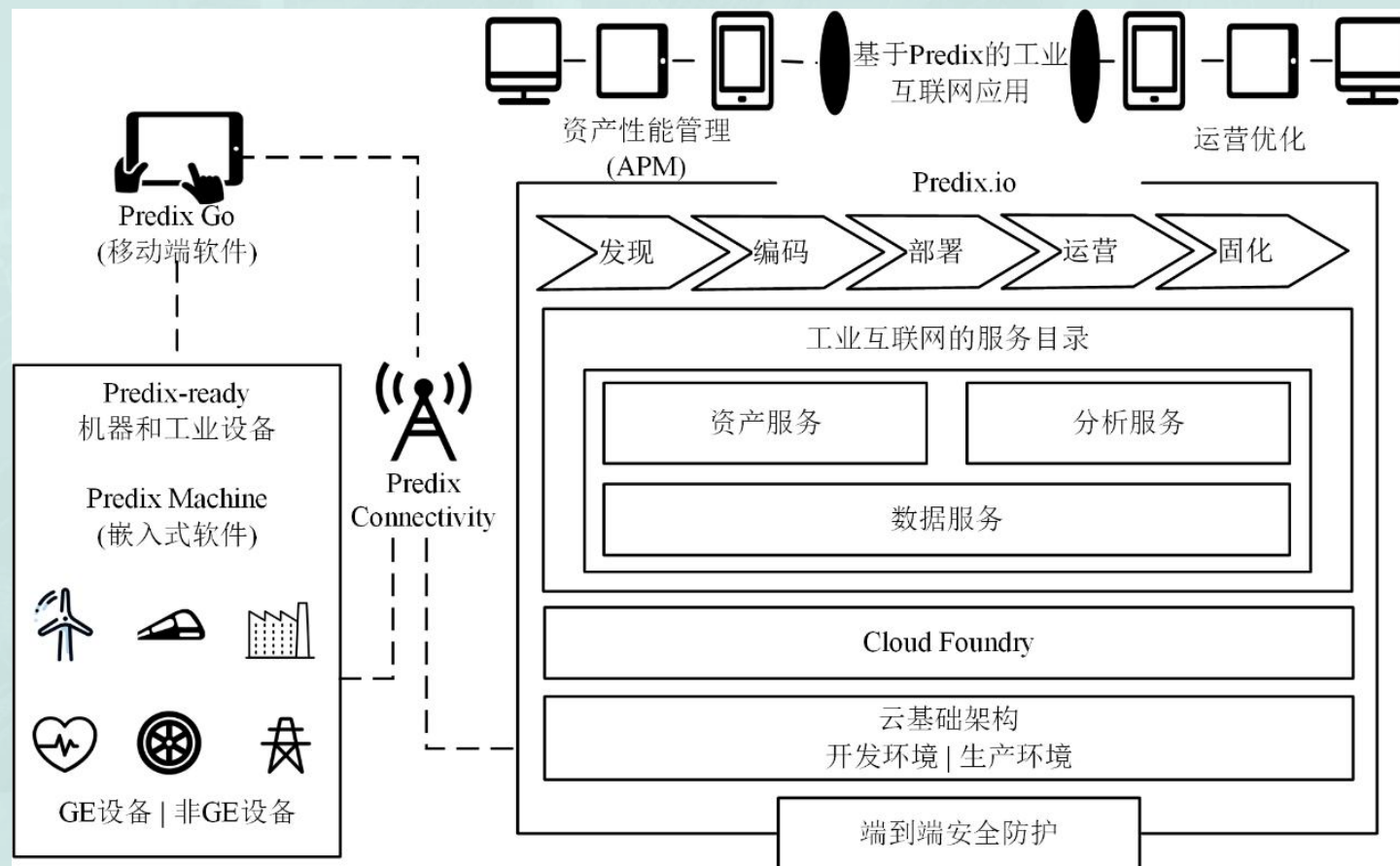


图3-5 Predix的架构

▶ 国外典型工业互联网平台

1. GE -Predix平台

Predix平台架构分为三层，边缘连接层、基础设施层和应用服务层。

- 1) 边缘连接层主要负责收集数据并将数据传输到云端；
- 2) 基础设施层主要提供基于全球范围的安全的云基础架构，满足日常的工业工作负载和监督的需求；
- 3) 应用服务层主要负责提供工业微服务和各种服务交互的框架，主要提供创建、测试、运行工业互联网程序的环境和微服务市场。

GE目前已基于Predix平台开发部署计划和物流、互联产品、智能环境、现场人力管理、工业分析、资产绩效管理、运营优化等多类工业APP。

▶ 国外典型工业互联网平台

2. ABB-ABB Ability平台

ABB是设备制造和自动化技术领域的领导厂商，拥有电力设备、工业机器人、传感器、实时控制和优化系统等广泛的产品线。

ABB于2017年推出了工业互联网平台ABB Ability，探索将数字技术与其在电气自动化设备制造等领域的专业优势结合。

▶ 国外典型工业互联网平台

2. ABB-ABB Ability平台

ABB Ability定义为从设备、边缘计算到云服务的跨行业、一体化的数字化解决方案。

简单来说，ABB Ability工业平台就是“边缘计算+云”架构，边缘设备负责工业设备的接入，对关键设备的参数、值和属性进行数据采集，由ABB Ability边缘计算服务进行数据的处理和展现，最上层云平台用来对工业性能的高级优化和分析。

国外典型工业互联网平台

ABB Ability平台架构如图3-6所示。

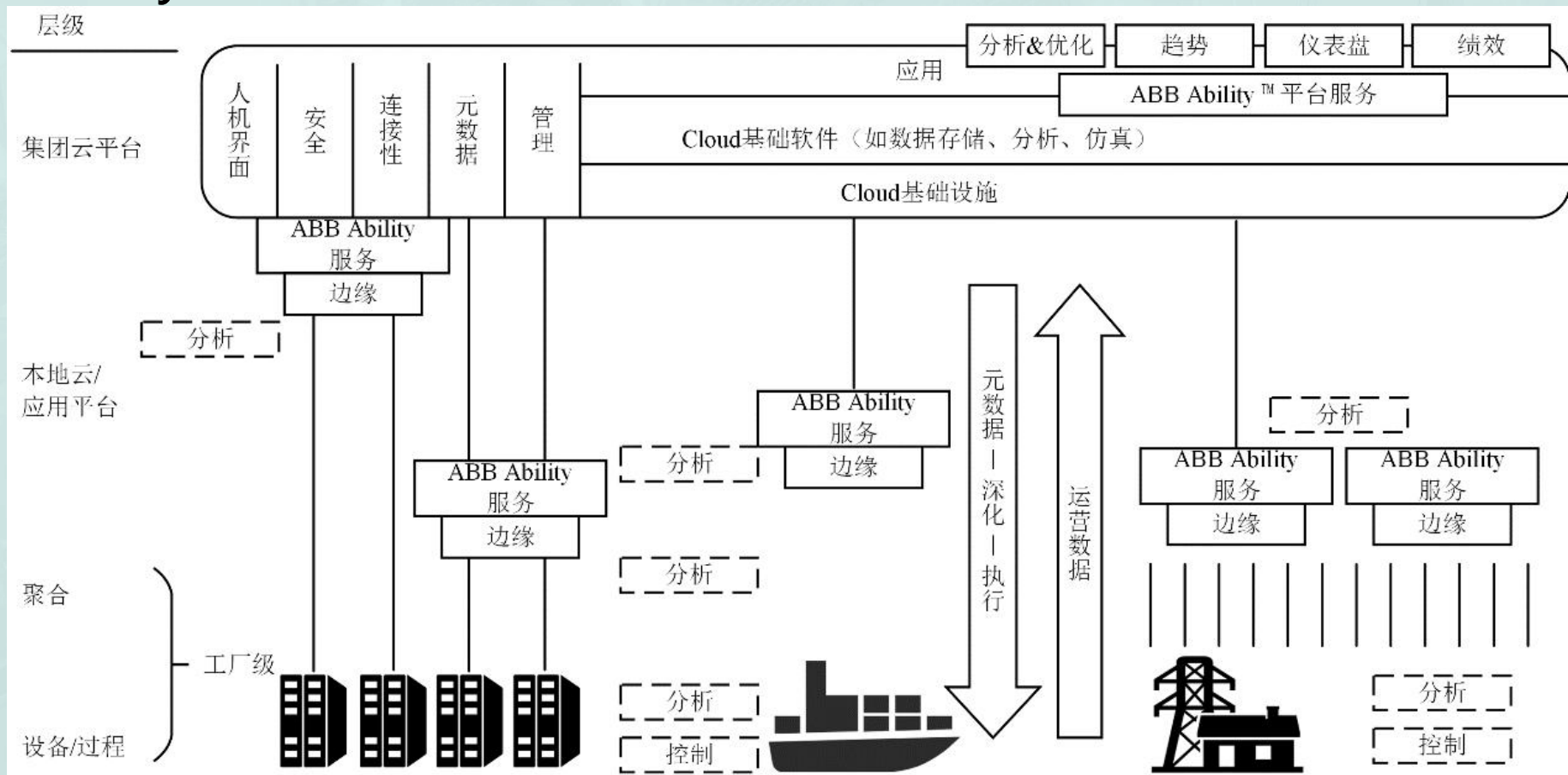


图3-6 ABB Ability平台

▶ 国外典型工业互联网平台

2. ABB-ABB Ability平台

边缘计算对于工业环境下的设备数据采集采取了两种方式。

第一种是通过ABB提供的ABB Ability智能传感器。

第二种方式，对于不能通过贴附采集的工业设备，ABB也可通过对单台计算机或功能型服务器进行配置来实现对关键设备数据的采集。通过对服务器进行有效配置，使得服务器可支持OPCUA、Modbus等常用的工业协议。

通过两种数据采集方式基本解决了设备的数据采集的问题。边缘计算硬件在采集数据之后可以及时地对这些数据进行分析处理，包括关键性能指标、绩效、趋势和聚合等状态。

▶ 国外典型工业互联网平台

3. 西门子——MindSphere

西门子股份公司是全球电子电气工程领域的领先企业，业务主要集中在工业、能源、基础设施及城市、医疗4大领域。

西门子于2016年推出MindSphere平台，是德国工业4.0平台的典型代表，主要面向广大工业企业提供预防性维护、能源数据管理等数字化服务。

该平台采用基于云的开放物联网架构，可以将传感器、控制器以及各种信息系统收集的工业现场设备数据，通过安全通道实时传输到云端，并在云端为企业提供大数据分析挖掘、工业APP开发以及智能应用增值等服务。

▶ 国外典型工业互联网平台

西门子——MindSphere平台架构图如图3-7所示。

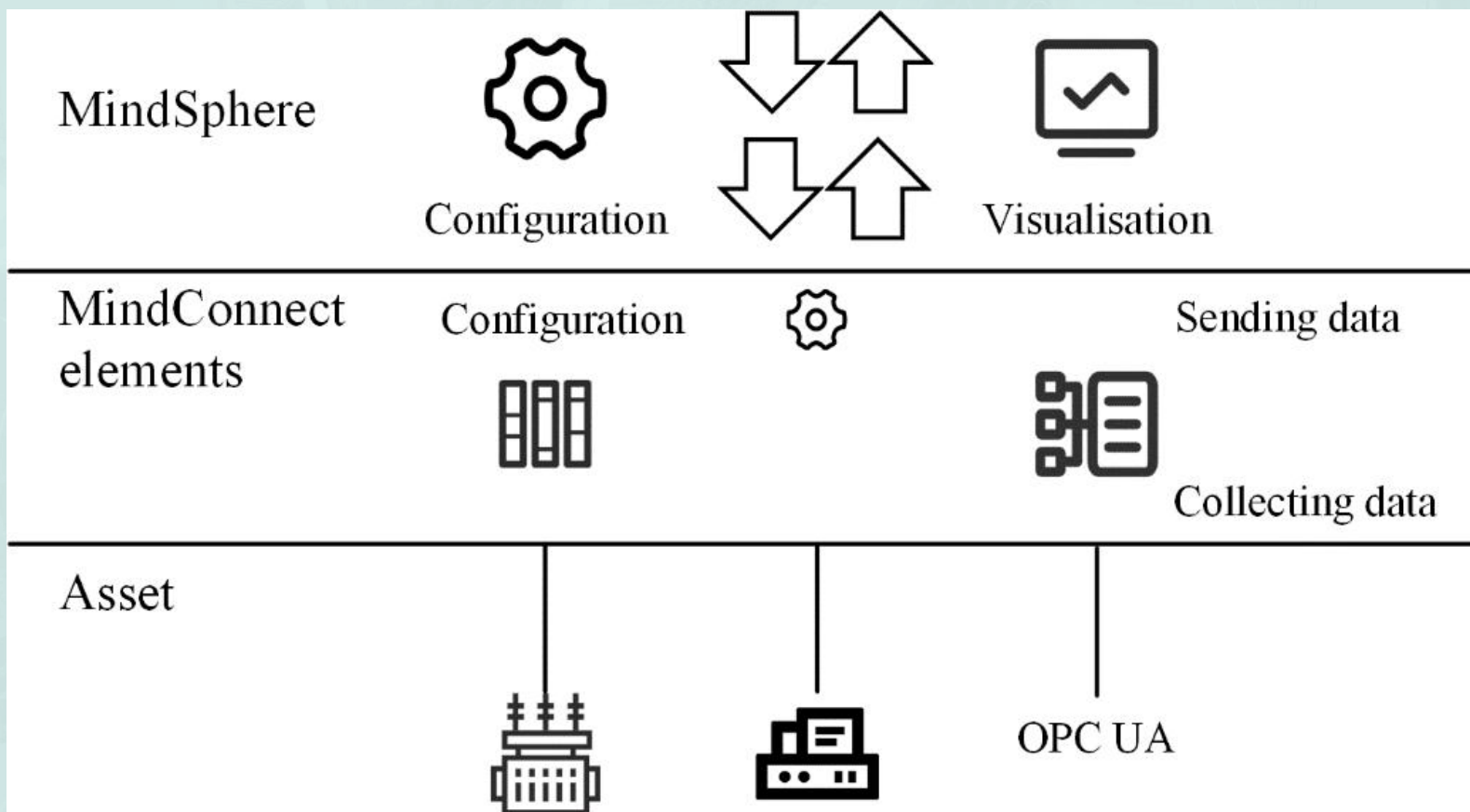


图3-7 MindSphere平台架构

▶ 国外典型工业互联网平台

3. 西门子——MindSphere

基于云的开放式物联网操作系统MindSphere平台包括边缘连接层、开发运营层，应用服务层三个层级。

主要包括MindConnect、MindCloud、MindApps三个核心要素，其中MindConnect负责将数据传输到云平台，MindCloud为用户提供数据分析、应用开发环境及应用开发工具，MindApps为用户提供集成行业经验和数据分析结果的工业智能应用。

▶ 国外典型工业互联网平台

3. 西门子——MindSphere

在对工业设备进行数据采集时，提供的MindConnect工具盒子，可以让设备连接入网。其中有Nano工具，拥有配套的网关，使得连接变得容易，并且可以集成到MES软件上。

这个工具目前是有限制条件的，要求设备支持西门子S7的通讯协议或OPC UA通讯协议。

▶ 国外典型工业互联网平台

3. 西门子——MindSphere

MindSphere平台主要依托Nano这一网关型硬件产品，向上与MindSphere的云端进行连接，向下与西门子的众多具有以太网通讯能力的硬件产品、以及支持通用协议的其他品牌产品进行通讯，完成数据采集与传输。

如果设备的通讯协议比较特殊，用户可以基于Nano中的开源软件自行开发设备通讯与数据采集程序。

▶ 国外典型工业互联网平台

3. 西门子——MindSphere

MindSphere平台向下提供数据采集API，既支持开放式通讯标准OPC UA，也支持西门子和第三方设备的数据连接；向上提供开发API，方便合作伙伴和用户开发应用程序。

MindSphere平台应用开发也是基于Cloud Foundry框架构建，即搭建完整的大数据预处理、存储及分析的技术框架，融合了西门子以前在若干个领域积累的分析模型与算法，提供开放的接口，便于用户嵌入满足个性化需求的分析算法模型。

▶ 国内典型工业互联网平台

1. 航天云网INDICS平台

航天科工基于自身在制造业的雄厚实力和在工业互联网领域的先行先试经验，打造了工业互联网平台INDICS。

中航科工所打造的航天云网平台是一个以云制造服务为核心，以信息互通、资源共享、能力协同、开放合作、互利共赢为理念的“互联网+智能制造”产业化创新服务平台。

国内典型工业互联网平台

航天云网INDICS平台架构图如3-8所示。

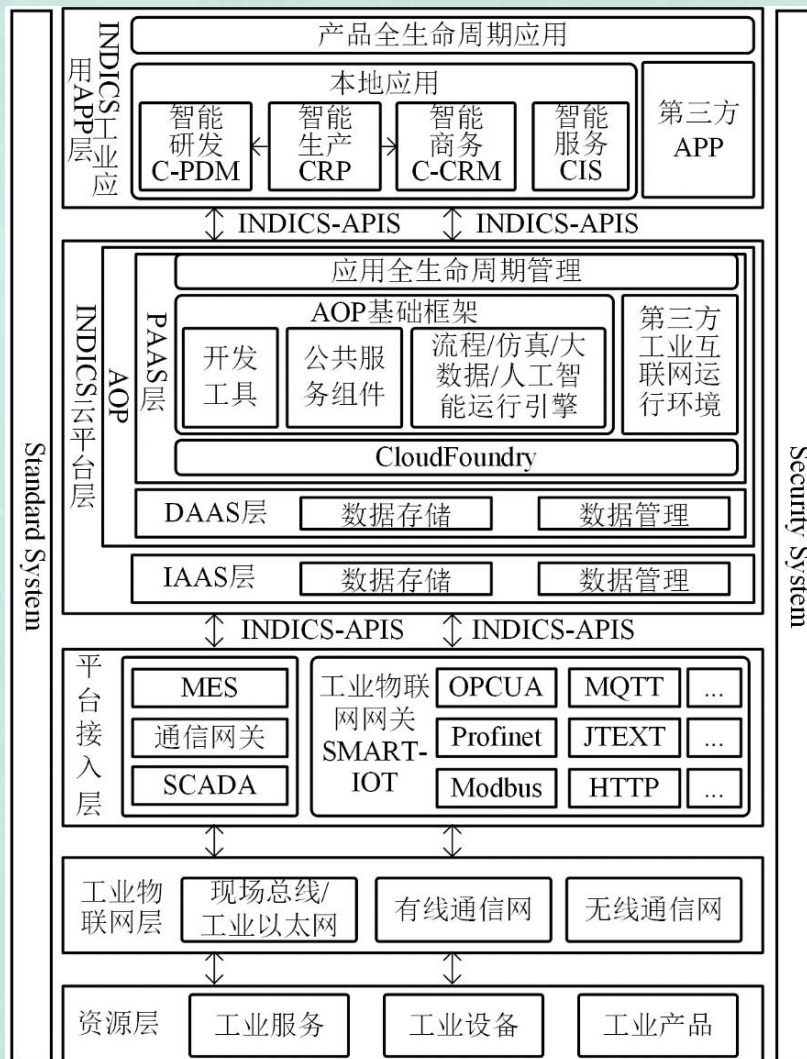


图3-8航天云网INDICS

▶ 国内典型工业互联网平台

INDICS总体架构包括INDICS工业应用APP层、INDICS云平台层、平台接入层、工业物联网层和资源层五层。

(1) 资源层。实现产品研发全产业链资源/能力的接入，提供生产制造、试验验证、计量检测等各类资源/能力的接入能力，以及各类工业设备，包括机械加工、环境试验、电器互联、计量器具、仿真试验等21类工业设备的接入能力。

(2) 工业物联网层。实现各类工业设备的通信互联，支持OPC UA、MQTT、Modbus、PROFINET等主流工业现场通信协议的通信互联，支持工业现场总线、有线网络、无线网络的通信互联。

▶ 国内典型工业互联网平台

INDICS总体架构包括INDICS工业应用APP层、INDICS云平台层、平台接入层、工业物联网层和资源层五层。

(3) 平台接入层。实现工厂/车间的云端接入，提供自主知识产权的Smart IoT系列智能网关接入产品（标准系列、传感器系列、高性能系列）和INDICS-APIs软件接入接口，支持“云计算+边缘计算”的混合数据计算模式。

(4) INDICS云平台层。提供云资源基础设施管理、大数据管理和应用支撑公共服务等云服务功能。以业界主流开源PaaS云平台Cloud Foundry基础架构作为底层支撑架构，有效支持工业云的能力扩展；同时自建数据中心，直接提供基础设施层（IaaS）和通用平台层（PaaS）的基础云服务。

▶ 国内典型工业互联网平台

INDICS总体架构包括INDICS工业应用APP层、INDICS云平台层、平台接入层、工业物联网层和资源层五层。

(5) INDICS工业应用APP层。提供面向制造全产业链、基于平台开发的原生工业应用APP，同时提供开发接口，形成基于平台的第三方应用，支持多样化、个性化的用户需求。

▶ 国内典型工业互联网平台

2. 海尔COSMOPlat平台

COSMOPlat是一个以用户驱动的实现大规模定制的平台，COSMOPlat将社会资源纳入到平台中，能够有效连接人、机、物，不同类型的企业可快速匹配智能制造解决方案。

该平台强调用户全流程参与、零距离互联互通、打造开放共赢的新生态等三大特性，用户可以全流程参与产品交互、设计、采购、制造、物流、体验和迭代升级等环节，形成了用户、企业、资源三位一体，开放共赢的有机全生态。

▶ 国内典型工业互联网平台

2. 海尔COSMOPlat平台

COSMOPlat平台全流程共有“七大模块”，包括：用户交互定制平台、精准营销平台、开放设计平台、模块化采购平台、智能生产平台、智慧物流平台、智慧服务平台。

COSMOPlat平台已打通交互定制、开放研发、数字营销、模块采购、智能生产、智慧物流、智慧服务等业务环节，通过智能化系统使用户持续、深度参与到产品设计研发、生产制造、物流配送、迭代升级等环节，满足用户个性化定制需求，为各方协同创造条件，帮助更多中小制造企业借助规范的平台进行转型升级。

国内典型工业互联网平台

COSMOPlat平台架构共分为四层，如图3-9所示。

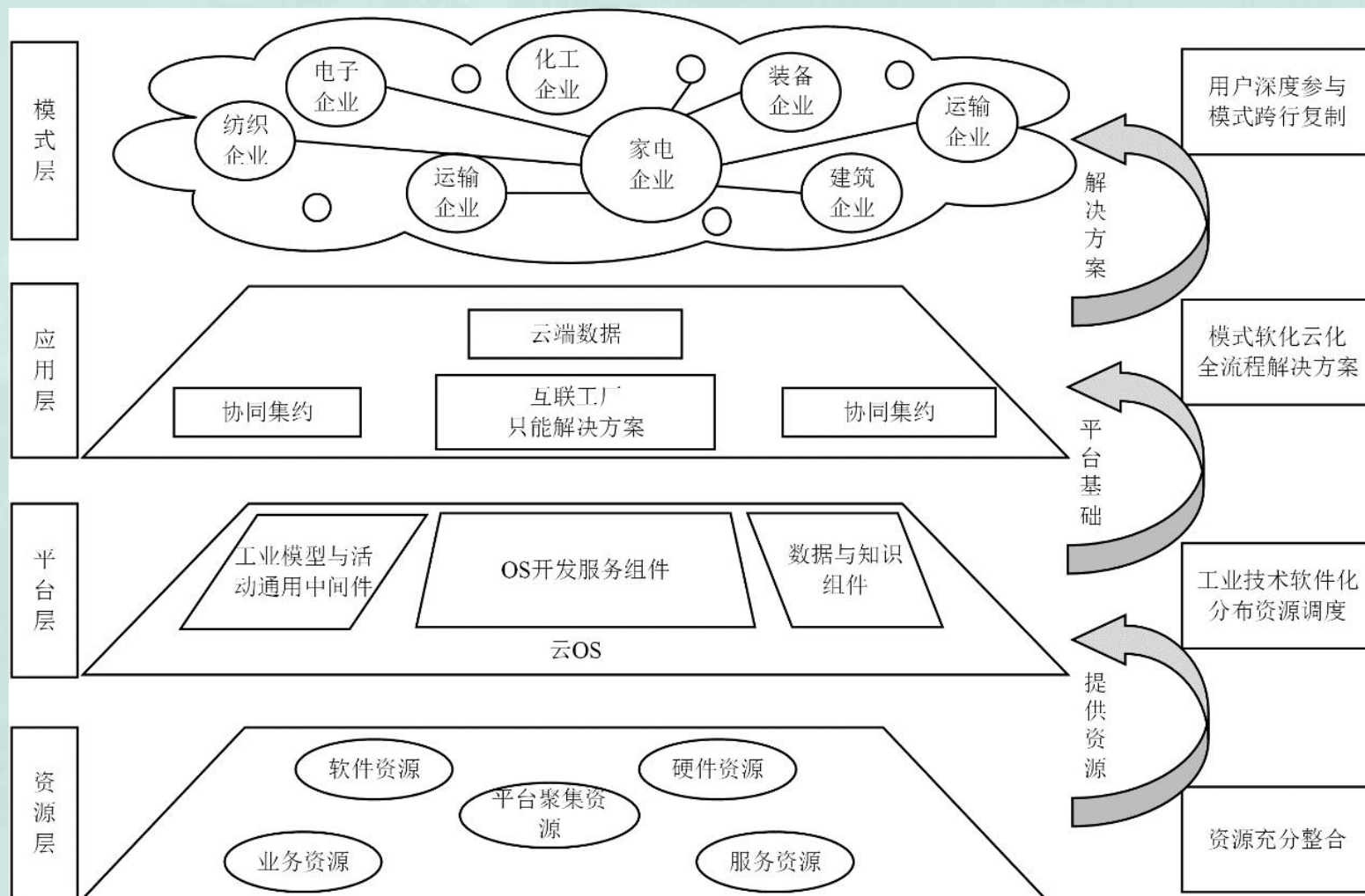


图3-9 海尔COSMOPlat平台架构

▶ 国内典型工业互联网平台

2. 海尔COSMOPlat平台

第一层是资源层，以开发模式对全球资源，包括软件资源、服务资源、业务资源、硬件资源等，进行聚集整合，打造平台资源库，为以上各层提供资源服务；

第二层是平台层，是COSMOPlat平台的核心技术所在，支持工业应用的快速开发、部署、运行、集成，实现工业技术软件化，各类资源的分布式调度和最优匹配；

第三层是应用层，通过模式软化、云化等，为企业提供具体互联工厂应用服务，形成全流程的应用解决方案；

第四层是模式层，依托互联工厂应用服务实现模式复制和资源共享，实现跨行业的复制，通过赋能中小企业，助力中小企业提质增效，转型升级。

▶ 国内典型工业互联网平台

3. 东方国信BIOP平台

东方国信基于软硬件相结合的端到端工业大数据解决方案，推出BIOP工业互联网平台，该平台主要包含数据采集层、PaaS层、SaaS层三个部分。

- (1) 数据采集层包含BIOP-EG智能网关接入设备和BIOP的接入接口软件，支持各类数据的接入。
- (2) 工业PaaS层集成了工业微服务、大数据分析、应用开发等功能。
- (3) 工业SaaS层面向工业各环节场景向平台内租户提供工业领域通用、专用以及基于大数据分析的云化、智能化工业应用及解决方案服务。

国内典型工业互联网平台

东方国信BIOP平台架构如图3-10所示。

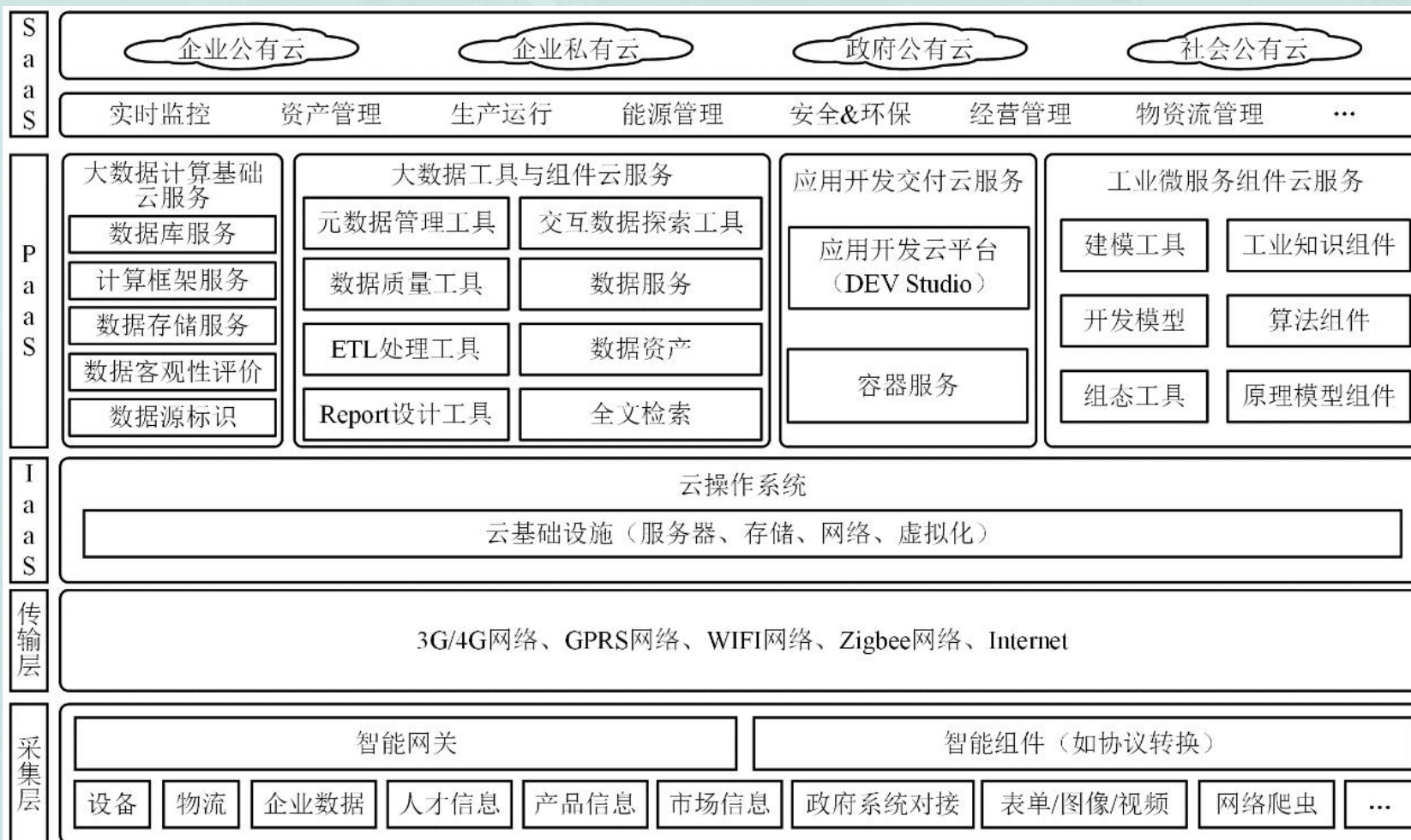


图3-10 东方国信BIOP平台架构

▶ 国内典型工业互联网平台

4. 树根互联根云Root Cloud平台

树根互联技术有限公司由三一重工物联网团队创业组建，是独立开放的工业互联网平台企业。2017年初，树根互联发布了根云Root Cloud平台。

根云平台主要基于三一重工在装备制造及远程运维领域的经验，由OT层向IT层延伸构建平台，重点面向设备健康管理，提供端到端工业互联网解决方案和服务。

国内典型工业互联网平台

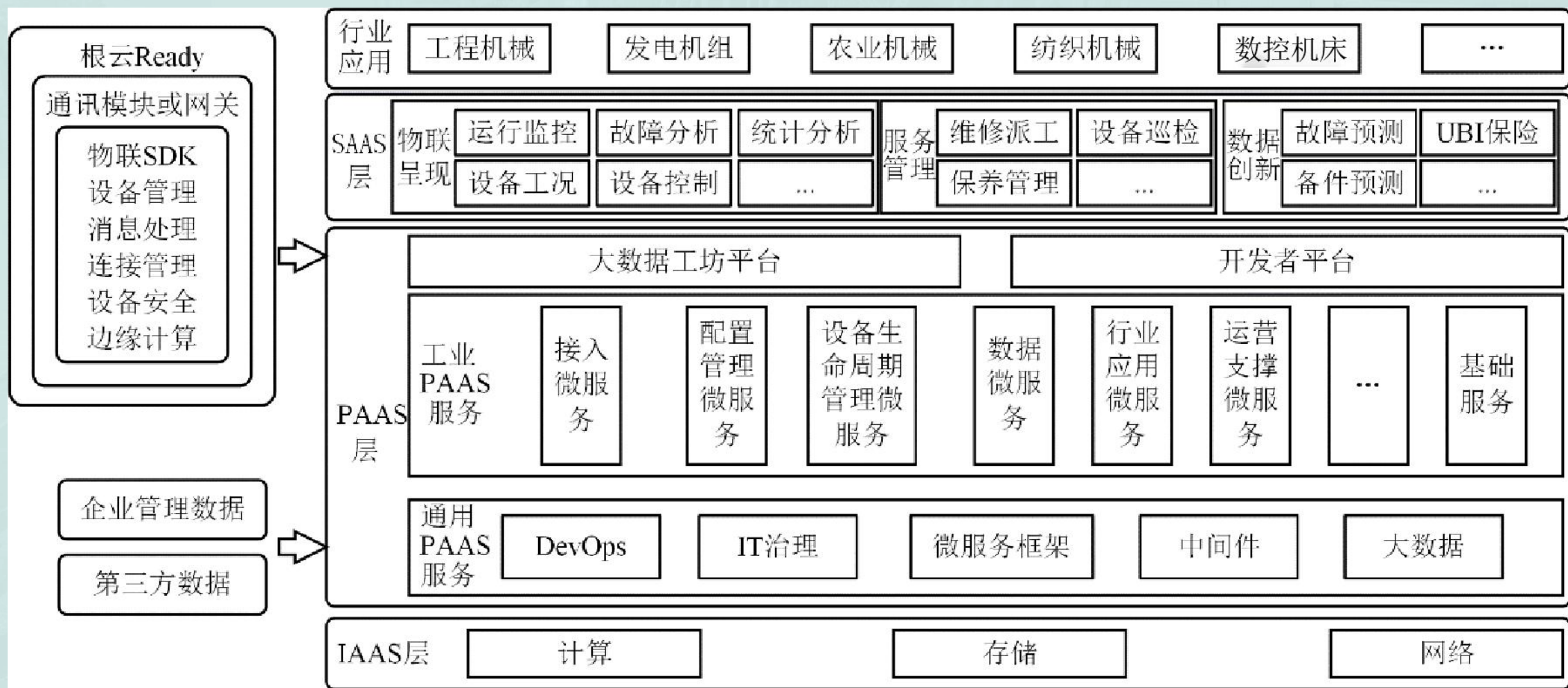


图3-11 树根互联“根云平台”


▶ 国内典型工业互联网平台

(1) 智能物联，通过传感器、控制器等感知设备和物联网络，采集、编译各类设备数据。

(2) 大数据和云计算，面向海量设备数据，提供数据清洗、数据治理、隐私安全管理等服务以及稳定可靠的云计算能力，并依托工业经验知识谱构建工业大数据工作台。

(3) SaaS应用和解决方案。为企业提供端到端的解决方案和即插即用的SaaS应用，并为应用开发者提供开发组件，方便其快速构建工业互联网应用。

目前，根云平台能够为企业 provide 资产管理、智能服务、预测性维护等工业应用服务。同时基于平台开展产业链金融创新，已有UBI保险、维保等产品实践，服务于保险公司等金融机构，提升其风险管控和金融服务能力。

The background of the slide features a light blue overlay with a faint, detailed map of a city grid. Overlaid on this map are several semi-transparent gear icons of varying sizes, suggesting a theme of technology, engineering, or industry. The Chinese characters '谢谢' (Thank you) are prominently displayed in the center in a bold, dark blue font.

谢谢