

# 工业互联网平台体系架构及核心技术详解

秘书处 [工业互联网产业联盟重庆分联盟](#) 2023-06-01 14:30 Posted on 重庆



当前，工业互联网平台发展处于深耕阶段，技术体系、应用场景、商业模式、产业生态仍处于快速迭代、持续探索中，需要结合国际国内发展形势和应用实践，持续开展调查研究、总结经验、提炼规律、深化认识，打造我国多层次、系统性工业互联网平台体系。

## 01

### 工业互联网平台定位

工业互联网平台是工业全要素、全流程、全产业链与互联网深度融合的载体，能够将信息流、资金流、人才创意、制造工具和制造能力在云端汇聚，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，推动资源、主体、知识集聚共享，形成社会化的协同生产方式和组织模式。



从“云”“网”“端”的角度来看，工业互联网平台以“云”为核心，通过“网”的泛在连接，实现对海量终端、资源、数据以及主体进行汇聚集成与优化配置。

工业互联网平台其本质是通过构建精准、实时、高效的数据采集互联体系，建立面向工业大数据存储、集成、访问、分析、管理的开发环境，支撑工业技术、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，形成资源富集、多方参与、合作共赢、协同演进的制造业生态。工业互联网平台是工业互联网的核心，是对工业活动中生产、供应、销售各环节的全面优化，是协同推进制造强国和网络强国的关键支撑。

02

工业互联网平台作用

工业互联网平台的作用主要体现在以下三个方面：

- 一是能够发挥平台的集聚效应。工业互联网平台承载着数以亿计的设备、系统、工艺参数、软件工具、企业业务需求和制造能力，是工业资源汇集共享的载体，是网络化协同优化的关键，催生了制造业众包、众创、协同制造、智能服务等一系列互联网新模式和新业态。
- 二是能够承担工业操作系统的关键角色。工业互联网平台向下连接海量设备，自身承载工业经验与知识的模型，向上对接工业优化应用，支撑构建了基于软件定义的高度灵活与智能的新工业体系，驱动着先进制造体系的智能运转。
- 三是能够释放云计算平台的巨大能量。工业互联网平台凭借先进的网上大规模计算架构和高性能的云计算基础设施，能够实现对海量异构数据的集成、存储和计算，解决工业数据处理爆炸式增长与现有工业系统计算能力不匹配的问题，加快以数据为驱动的网络化、智能化的进程。

图1：工业互联网平台架构图



来源:赛迪智库信息化与软件产业研究所

03

工业互联网平台体系架构

从构成来看，工业互联网平台包含四大要素：数据采集（边缘层）、基础设施（IaaS层）、工业PaaS（平台层）、和工业App（SaaS层）。



数据采集（边缘层）是基础，其本质是利用泛在感知技术对多源设备、异构系统、运营环境、人等要素信息进行实时高效采集和云端汇聚。同时，通过协议转换和边缘计算，一部分数据在边缘侧进行分析、处理并将结果直接返回到机器设备，指导设备运行；另一部分数据传到云端进行综合分析，进一步优化形成决策。数据采集通过实现制造全流程隐性数据的显性化，为制造资源的优化提供了海量数据源，是实时分析、科学决策的起点，也是建设工业互联网平台的基础。

基础设施（IaaS层）是支撑，其作用是提供计算、存储及网络等资源，支撑PaaS层更好地为用户服务。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、弹性的资源服务。这一层主要由ICT企业主导建设，在这一领域，我国以阿里、腾讯、华为为代表的企业提供的服务在国际上已经处于第一梯队，与发达国家处于同一水平。

工业PaaS平台是核心，通过构建一个可扩展的操作系统，为工业App应用开发提供了基础平台。工业PaaS（平台层）是IaaS层和SaaS层承上启下的中间关键层，向下能够调用部署在IaaS层的资源，向上能够为SaaS层提供功能模块、管理模块、计算存储等资源的调用和配置。工业PaaS最核心的是基于微服务架构的数字化模型，即将大量的工业技术原理、行业知识、基础工艺、模型工具等规则化、软件化、模块化，并封装为可重复使用的组件。

工业App是关键，通过推动工业技术、经验、知识和最佳实践的模型化、软件化，形成满足不同行业、不同场景的应用服务，以工业App的形式呈现出来。工业App层由传统软件云化和基于工业PaaS层开发的新型工业App应用构成，面向企业客户提供SaaS服务。工业App层通过不断汇聚应用开发者、软件开发商、服务集成商、工业用户和平台运营商等各方资源，正在成为行业领军企业和软件巨头构建和打造共生共赢工业云生态系统的核心。

工业互联网平台运用多种技术，其中以传感器技术、协议转换技术、工业建模技术、微服务架构技术、图形化编程技术等最为关键。





（一）数据采集层核心技术

**传感器技术：**传感器是指能感受规定的被测量，并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置。传感器技术是实现测试与自动控制的重要环节，通过传感器对被测的原始信息进行准确可靠的捕获和转换，可实现一切准确的测试与控制，进而传输于计算机。因此，传感器作为信息获取的重要手段，是工业互联网重要的感知器官。

表1：工业互联网平台核心技术列表

| 架构分层      | 关键技术       |
|-----------|------------|
| 数据采集层     | 传感器技术      |
|           | 协议转换技术     |
|           | 能量获取技术     |
|           | 边缘计算技术     |
| 基础设施层     | 海量数据分布存储技术 |
|           | 海量数据管理技术   |
|           | 虚拟化技术      |
|           | 云计算平台管理技术  |
| 工业 PaaS 层 | 数据建模分析技术   |
|           | 工业建模技术     |
|           | 微服务架构技术    |
|           | 动态调度技术     |
|           | 平台安全技术     |
| 工业 SaaS 层 | 图形化编程技术    |
|           | 多租户技术      |
|           | 应用系统集成技术   |

来源：赛迪智库信息化与软件产业研究所

来源:赛迪智库信息化与软件产业研究所

**协议转换技术：**协议转换技术是通过构建一个脱离于具体硬件设备的接口通信服务平台，依据其开放的实时数据库，简化系统中异种协议的转换和系统联网过程，异种协议容易接入并可转换为标准协议并与其他系统联网。通过该技术，实现实时数据采集和处理，可以实现串口、以太网、现场总线物理层的通信协议转换、同时在数据链路协议层的通信协议也可以相互转换，并具备将非标准通信协议转化为标准通信协议的功能。

**能量获取技术：**能量获取技术不同于传统的供电方式，不仅能够摆脱有线供电的束缚，还能够“免费”使用能源，通过热量

（热电、温差电堆）、振动或应变（压电体）、光线（光电）、运动（线圈、磁体）等，用于给系统中的电池进行充电或补充，甚至完全替代电池。随着物联网的发展与低功耗元件的发展，环境捕获能量系统已经开始从利基应用向大规模普及了。

**边缘计算技术：**边缘计算是在靠近物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台，就近提供边缘智能服务，满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。它可以作为连接物理和数字世界的桥梁，使能智能资产、智能网关、智能系统和智能服务。工业互联网平台中，边缘计算可以在工业控制系统中的IT与OT系统的融合方面得到充分的价值体现。



## （二）IaaS层核心技术

**海量数据分布存储技术：**海量数据分布式存储采用分布式存储方式，提供了一个分布式缓存系统来提供对此分布式存储系统的访问接口，以及本地数据缓冲以降低网络压力，具有高可扩展性、高并发性、高可用性等特点。主要分为三种类型：一是**直连式存储（DAS）**，这种存储方式与我们普通的PC存储架构一样，外部存储设备都是直接挂载在服务器内部总线上，数据存储设备是整个服务器结构的一部分。二是**网络存储设备（NAS）**，这种方式采用独立于服务器，单独为网络数据存储而开发的一种文件服务器来连接所存储设备，自形成一个网络。三是**存储网络（SAN）**，这种存储方式顺应了计算机服务器体系结构网络化的趋势，其最大特性是将网络和设备的通信协议与传输物理介质隔离开，这样多种协议可在同一个物理连接上同时传送。

**海量数据管理技术：**由于云计算需要对海量的分布式数据进行处理、分析，因此，数据管理技术必须能够高效地管理大量的数据。Google的BT（BigTable）数据管理技术和Hadoop团队开发的开源数据管理模块HBase是业界比较典型的大规模数据管理技术。BigTable是非关系型数据库，是一个分布式的、持久化存储的多维度排序Map，其设计目的是可靠地处理PB级别的数据，并且能够部署到上千台机器上。HBase定位于分布式、面向列的开源数据库。作为高可靠性分布式存储系统，HBase在性能和可伸缩方面都有比较好的表现。同时，海量数据管理系统通常还包括对外提供数据服务的功能，提供服务的方式一般包括API调用、订单服务、实时推送等。

**虚拟化技术：**虚拟化技术是一种资源管理技术，能够将计算机的各种实体资源，如服务器、网络、内存及存储等，予以抽象、转换后呈现出来，打破实体结构间的不可切割的障碍，使用户可以比原本的组态更好的方式来应用这些资源。虚拟化是云计算最重要的核心技术之一，它为云计算服务提供基础架构层面的支撑。虚拟化技术具有可以减少服务器的过度提供、提高设备利用率、减少IT的总体投资、增强提供IT环境的灵活性、可以共享资源等优点。从实现层次来分，虚拟化技术可以划分为：硬件虚拟化、操作系统虚拟化、应用程序虚拟化等；以应用领域来划分，虚拟化技术可以划分为：服务器虚拟化、存储虚拟化、网络虚拟化、桌面虚拟化、CPU虚拟化、文件虚拟化等。

**云计算平台管理技术**：云计算平台管理技术能够帮助用户方便地使用所有的设施，包括处理、存储、网络和其他基本的计算资源，能够部署和运行任意软件，包括操作系统和应用程序。使用者不管理或控制任何云计算基础设施，但能控制操作系统的选择、储存空间、部署的应用，也有可能获得有网络组件（例如，防火墙、负载均衡器等）的控制。其中，方便地部署和开通新业务、快速发现并且恢复系统故障、通过自动化、智能化手段实现大规模系统可靠的运营是云计算平台管理技术的关键。



### （三）工业PaaS层核心技术

**数据建模分析技术**：数据建模分析是指运用数学统计、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，是一种用于定义和分析数据的要求和其需要的相应支持的信息系统的过程。数据分析是大数据价值链的重要阶段，是大数据的价值体现，提供论断建议或支持决策，主要包括数据挖掘、自然语言处理、全文检索几个部分。通过模型算法管理和调度引擎，使用回归分析法、决策树算法、聚类分析、关联分析等方法，从大量的、不完全的、有噪声的、随机的数据中，挖掘出有潜在价值的信息。

**工业建模技术**：主要包括机理建模技术和测试法建模技术。机理建模技术是利用机械、电子等领域专业知识，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，其实质是根据生产过程中实际发生的变化机理，写出各种有关的平衡方程，从中获得所需的数学模型。用机理法建模的首要条件是生产过程的机理必须为人们充分掌握，可以比较确切地加以数学描述。测试法建模是根据工业过程的输入和输出的实测数据进行数学处理后得到的模型。特点是把被研究的工业过程视为一个黑匣子，完全从外特性上测试和描述它的动态性质，不需要深入掌握其内部机理。

**微服务架构**：微服务架构是一项在云中部署应用和服务的技术。微服务可以在“自己的程序”中运行，并通过“轻量级设备与HTTP型API进行沟通”。系统中的各个微服务可被独立部署，各个微服务之间是松耦合的。每个微服务仅关注于完成一件任务并很好地完成该任务。有的微服务通过开放应用程序接口（API）供其他微服务或者应用客户端调用；有的微服务则通过网页UI实现复用。

**动态调度技术**：动态调度技术可以根据应用的CPU和内存的负荷、时间段、应用系统的优先级等多种方式来对计算单元进行动态地创建，动态地分配到应用，动态地将计算单元挂接到路由和均衡模块上。调度策略即是一系列的调度规则，包括全局调度规则，也包括应用系统级别的调度规则。调度决策需要一个偏实时的动态计算过程，而计算的输入则实时地从各个计算单元中获得，调度模块根据运行数据+调度规则进行动态计算并进行调度。

**平台安全技术**：平台安全技术主要包括工业设备控制、网络安全和数据安全，阻止非授权实体的识别、跟踪和访问，非集中式的认证和信任模型，能量高效的加密和数据保护，异构设备间的隐私保护技术。通过工业防火墙技术、工业网闸技



术、加密隧道传输技术，防止数据泄漏、被侦听或篡改，保障数据在源头和传输过程中安全，实现数据接入安全。通过平台入侵实时检测、网络安全防御系统、恶意代码防护、网站威胁防护、网页防篡改等技术实现工业互联网平台的代码安全、应用安全、数据安全、网站安全，实现平台安全。通过建立统一的访问机制，限制用户的访问权限和所能使用的计算资源和网络资源实现对云平台重要资源的访问控制和管理，防止非法访问，实现访问安全。



#### （四）工业SaaS层核心技术

**图形化编程技术：**图形化编程技术能够简化开发流程，帮助对代码不熟悉的领域专家通过图形化编程工具快速生成应用程序。通过图形界面交互定制并行构件及组装构件，结合代码自动生成引擎，自动生成指定编程语言的应用代码，支撑领域专家只需用拖拽方式进行应用创建、测试、扩展等快速研发应用程序。这种编程方法可显著降低并程序序的研制难度，提高软件的研制效率。

**多租户技术：**多租户技术或称多重租赁技术，是一种软件架构技术，它是在探讨与实现如何于多用户的环境下共用相同的系统或程序组件，并且仍可确保各用户间数据的隔离性。多租户技术一是降低环境建置成本，可以让多个租户共用一个应用程序或运算环境，且租户大多不会使用太多运算资源的情况下，对供应商来说多租户技术可以有效地降低环境建置的成本。二是降低硬件本身的成本，操作系统与相关软件的授权成本都可以因为多租户技术，而由多个租户一起分担。三是降低维护成本，多租户技术的数据可以实现数据隔离，在供应商的架构设计下，数据的隔离方式也会不同，而良好的数据隔离法可以降低供应商的维护成本（包含设备与人力）。四是可以降低程序发布成本，多租户架构下所有用户都共用相同的软件环境，因此在软件改版时可以只发布一次，就能在所有租户的环境上生效。

**应用系统集成技术：**应用系统集成是以系统的高度为客户需求提供应用的系统模式，以及实现该系统模式的具体技术解决方案和运作方案，即为用户提供一个全面的系统解决方案。应用系统集成已经深入到用户具体业务和应用层面，在大多数场合，应用系统集成又称为行业信息化解决方案集成。应用系统集成可以说是系统集成的高级阶段，独立的应用软件供应商将成为核心。

--THE END--

来源：数字经济杂志/作者：闫小恒 赛迪智库信息化与软件产业研究所

往期回顾

2023工业互联网大会，来了~

工业互联网平台专题报告：打开工业大数据与工业AI的钥匙

设计赋能“重庆造”，又一批市级工业设计中心出炉！

2023全球数字经济大会7月在京举办！

继续访问

Cancel

轻触阅读原文

继续滑动看下一个

people underline