
制造业工业互联网解决方案

中信科技发展有限公司

网络行业应用篇/设备监控与维护

1 概述

矿物加工行业是我国经济的重要支撑行业，在国民经济中占有重要比重；而以矿山粉磨装备为代表的选矿生产在矿物加工处理行业中处于十分重要的地位，其作业工序直接影响到矿物加工生产企业的各项生产技术指标和经济效益，矿山粉磨装备电能消耗就占选厂的 45-65%左右，其生产成本约占选厂生产成本的 30-50%。可见在整个选矿成本中，矿山粉磨装备费用占很大比例。因此，面向矿物加工行业的工业互联网解决方案，对提升整个行业的产品质量和生产水平具有重要意义。

本解决方案利用信息技术和工业互联网技术，通过设备传感器收集数据，在云端对设备数据进行处理和分析。本解决方案平台提供了强大的工业设备管理能力、软件应用管理能力、良好而又灵活的用户与开发者权限管理能力、基于规则的数据治理能力等，从而实现对设备和生产线的全面监控，帮助企业进行预测性维护。特别是对于矿物加工行业，很多作业现场在矿区，距离遥远，交通又十分不便。本解决方案很好地解决了设备维护过程中的时空问题，借助 VR/AR/MR 等新技术，使得企业可以远程进行

作业现场的实时巡检。结合新兴的移动互联网技术，当设备产生故障时，本解决方案的预测和告警功能可以通过移动端应用及时通知相关人员，使得技术人员可以及时进行远程诊断并排除故障，极大地提高了企业的生产效率与竞争力。

本解决方案帮助生产制造企业在“互联网+”浪潮中，结合企业所在行业的经验，实施自动化、智能化转型。优势互补，各取所长，打造具有竞争力的产品，积极拥抱绿色发展、可持续发展，为制造企业的各类装备、工厂及矿产的生产线插上智能化的翅膀，安全、高效地实现对设备和产线的智能化监控、管理、操作和后期运维。

1.1 背景

2015年国务院常务会议强调“中国制造2025”要以信息化与工业化深度融合为主线，要强化工业基础能力，提高工艺水平和产品质量，实现制造业的绿色化和互联网化。实际上，以工业互联网为基础的信息化与工业化深度融合以及绿色制造是今后一个历史时期内，实现中国工业产业结构优化升级的必由之路，也是经济全球化背景下提高中国现代工业竞争力的必然选择。信息技术中，工业控制是实现优化产品质量，提高生产效益和节能减排的重要手段。

1.2 实施目标

通过实施本解决方案，实现设备与生产线的数字化孪生。通过设备传感数据联网，实现将设备数据上传至云端。利用云

端的数据处理和分析能力，实现对端到端生产过程，包括长期运维过程的智能化监控和管理，真正做到设备管理数字化、设备操作远程化、故障诊断智能化。帮助企业实现自身的数字化转型，降低生产成本，提高生产效率 20%以上。

1.3 适用范围

本解决方案适用于以下工业领域和场景：

- 制造行业及其所生产设备和产品数字化、智能化
- 矿产行业的生产线数字化、智能化
- 各类制造工厂生产线的数字化、智能化

1.4 在工业互联网网络体系架构中的位置

本解决方案提供了工业互联网网络体系架构中端到端的方案：以工业云平台为核心，既可以连接上下游企业智能工厂的智能机器、控制系统，也可以与工厂云平台进行集成，尤其支持异构云平台集成。在工业互联网应用层，本解决方案也提供了强大的数据流式处理引擎，以事件驱动为依托加快工业应用的开发，使工业应用开发只需聚焦于自己的业务需求与用户体验。

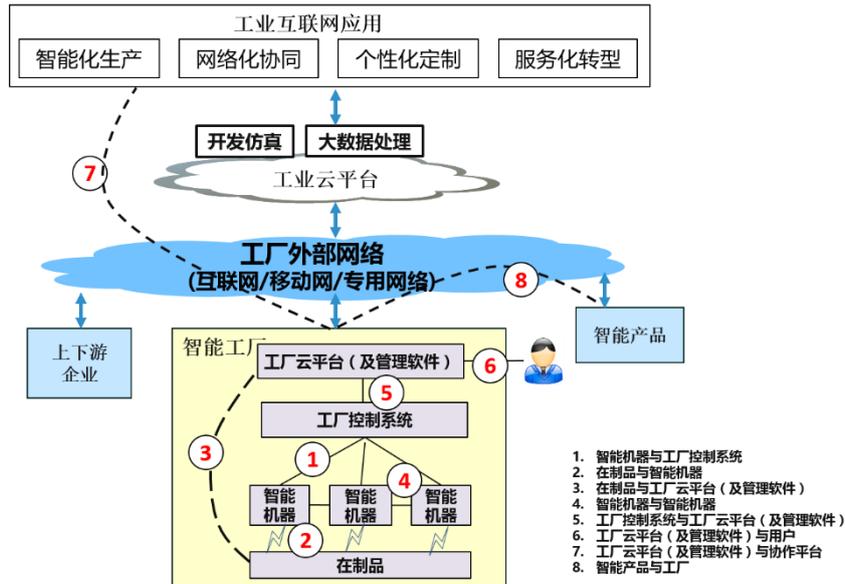


图 1 工业互联网互联示意图

2 需求分析

当前国内的大部分工业企业还处于信息化阶段，有的甚至还未完成信息化建设。而另一方面，互联网技术迅猛发展，特别是在云计算、物联网、大数据、移动应用这四大关键领域，国内已基本与国际保持在同一技术水平上，个别领域甚至处于领先地位。在此同样背景下，国外的很多工业企业已充分利用这些新兴技术，在向新的阶段迈进，比如德国的工业 4.0 指导下的企业就是典型代表。在这样的时代和行业背景下，国内的工业企业非常具有紧迫性，需要实现自身的转型升级。

分析认为，在制造业及其延伸领域，在以下三个方面存在本解决方案所描述的需求：

2.1 制造业本身的生产设备或者生产线

制造业本身的生产设备或生产线也可能需要升级并进行数字化管理、智能化分析，这对促进企业的精细化管理、降本增效

和对市场的敏捷反应，都有积极帮助。

2.2 制造业所生产设备

在市场化、全球化形势下，制造企业所生产的产品，要想被市场认可并占领市场份额，就必须具有足够的竞争力，而适应时代发展，融入工业互联网体系，充分利用云平台、工业互联网、大数据技术，无疑是最直接、也最容易被市场接受和认可的有效方式和手段。

2.3 使用已有设备的客户

经过几十年发展，工业制造领域产品已有很大市场和很多用户，这些用户的现有设备，通过本解决方案所提供的方案和技术，通过一定的技术改造和应用开发，可以快速实现转型升级。离开产品本身的功能特性，光从工业互联网技术角度看，这样的转型升级与制造企业利用同样的方案所生产的设备产品并无多大区别。

3 解决方案

3.1 方案介绍

本解决方案分为设备端、平台、应用三层。设备端主要指客户端包含传感器的具体设备；平台指云端用来接收设备数据的工业互联网服务；应用指基于平台、根据客户业务逻辑而开发的具体业务应用。而数据作为流动的介质贯穿于从设备到应用的整个过程。在设备端，客户只需关注需要收集哪些数据；在应用层，客户只需关注需要实现哪些业务场景及其功能展现。而

中间的数据分析和治理则交由平台实现。具体来说，在平台层，方案提供给用户自助式的设备接入、可视化的工业设备管理、详细灵活的用户权限管理、云端计算存储服务、基于规则的数据处理、全面的安全防护、与异构的第三方平台无缝集成、提供VR/AR/MR技术、可以调用云平台的区块链服务等功能。而在应用层，客户可实现根据自身技术条件，选择合适的技术框架和语言，利用平台提供的通用算法，实现完全定制化的开发，并通过应用实现对设备的监控管理、故障知识库管理、设备的远程操作、诊断和维护等功能。

3.2 系统架构

本方案涉及的平台是基于业界开放标准完全自主开发的，拥有 100% 的自主知识产权。系统以微服务为开发架构，以工业互联网平台为核心，以自服务和 SaaS 化为根本宗旨。根据数据的不同用途，分别保存到 MySQL, Redis, MongoDB, Neo4j 图数据库。平台提供开放 API 接口，符合云计算架构规范，可以基于公有云、私有云、混合云提供服务。

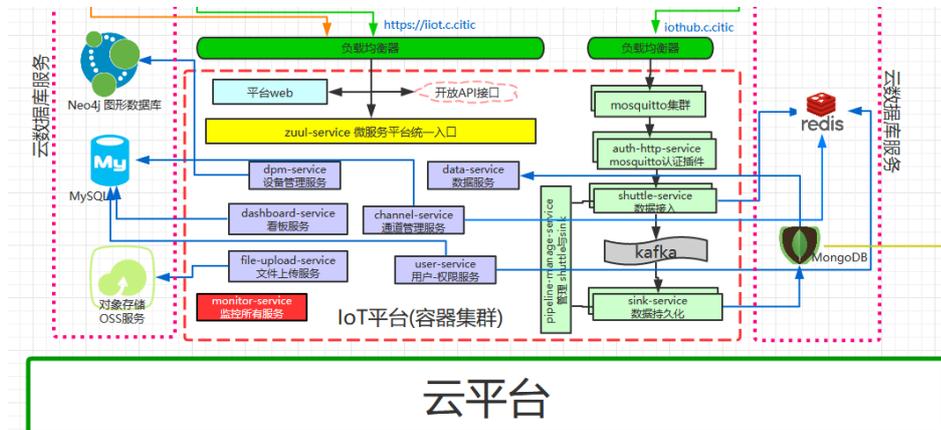


图 2 工业互联网平台系统架构

3.3 网络拓扑设计

本解决方案的设备端在地理位置上分散于客户的不同地点，通过安全的网络连接与云端的工业互联网平台进行连接，数据传输采用 SSL 加密通道。在工业互联网平台端，采用容器集群模式，微服务之间的相互调用处于同一私有网络。基于工业互联网平台所开发的具体应用系统，通过标准 API 与平台进行通讯。这些应用既可以与平台在同一云平台之上，也可以部署到跨广域网的异构云平台上。因此，本方案在总体上是一个支持广域网、低延时的工业互联网解决方案，并且具有端到端的安全的数据传输规范和手段；处于核心地位的平台则具备高可靠性、灵活的弹性伸缩等特性。

本解决方案支持 ModBus, MQTT, CoAP, TCP/UDP, TLS/SSL 等数据采集和传输协议，在云端与用户端，支持 HTTP, HTTPS, WebSocket 等主流标准协议。在网络适配方面，支持 WiFi, NB-IoT, LoRa, GPRS/3G/4G 等。

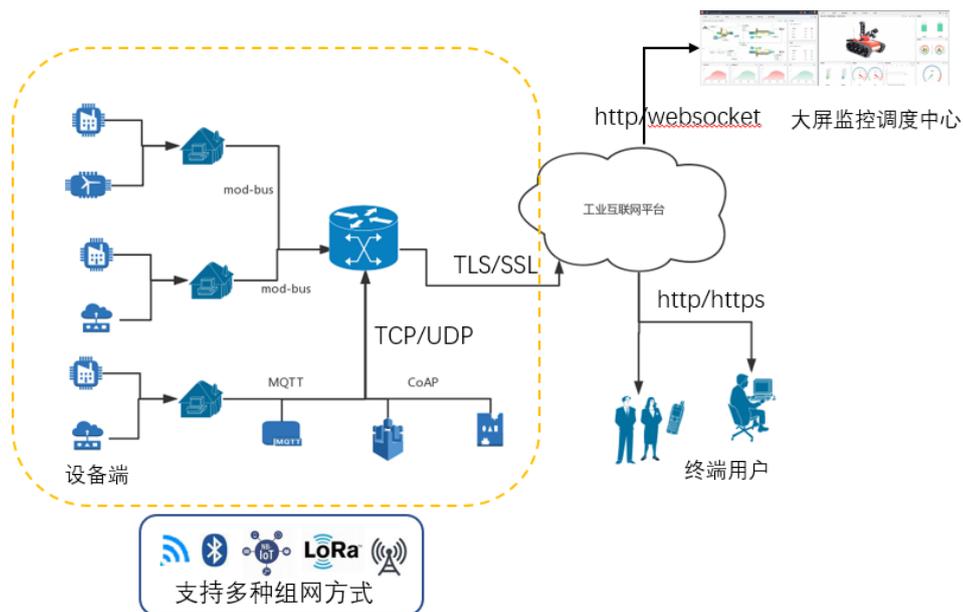


图3 工业互联网平台网络拓扑

3.4 功能设计

- 应用管理

平台支持 SaaS 化应用管理，每个客户可以根据自己的需要注册并管理一个或多个应用到平台。平台已经提供了很多基础功能，能满足基本需求。如有很多的个性化需求，用户也只需以很小的成本进行快速开发。

- 连接器管理

连接器页面主要对应用内的连接器进行管理，包括对连接器的新增、查找、修改、删除、启用、停用、与设备建立关系、解除与设备关系、消息用户密码重置等操作。

- 设备中心

通过设备管理，您可以维护平台上设备的信息，查看设备的实时数据及运行状态，及控制设备。

- 用户中心

用户中心主要功能包括对应用内用户,角色,团队的管理,通过用户中心可以实现团队和物的分级管理和基于资源的权限管理。

- 规则引擎

规则引擎可以帮助用户处理数据流,通过规则的定义,实现数据按既定规则进行处理,在达到规则定义的条件时,触发相应的动作,达到事件驱动的目的。

- 监控中心

用户在监控中心可以创建自己的监控页面,并且根据实际情况创建监控点,从而实时地显示设备的运行状态和数据。

- 故障知识库

在工业领域,知识的积累十分重要,对于设备的远程诊断和智能化运维起着基础性作用。而知识库的建立正是实现了从对人的依赖转变到对标准化、可分享经验的依赖。

- 远程操作

在很多工业生产场景中,有很多人工不方便进入的场景,比如危险场所的实时巡检、偏远地区的设备操作、消防救援的特种机器人操作等,都需要设备的远程操作支持,通过从云端发送指令,实现远程设备的精准操作。

- 移动应用

平台提供了丰富的 API 接口,也支持客户根据需要快速开

发属于自己的移动 APP。业务逻辑与功能实现实际上都由平台端提供，移动 APP 关注于界面展示与用户体验。

3.5 安全及可靠性

3.5.1 数据安全

本解决方案实现数据传输和数据存储的全过程加密。在设备到平台间的传输通过 SSL 加密；在应用与平台间的接口调用和数据传输也通过 SSL 加密；在用户访问业务应用系统的时候，通过 HTTPS 进行访问。所有的物和人都有身份认证，用户所有的行为操作都有审计日志。密钥的颁发和证书的管理都严格授权。平台具有完整性验证能力，并能发现是否被篡改，具备自愈能力。数据存储利用云平台的数据服务，由云平台提供标准、可靠的备份、容灾方案。

3.5.2 系统可靠性

本解决方案在微服务架构的基础上，采用云技术和容器技术作为部署方案的一部分，所有模块都有冗余部署，通过服务发现和熔断技术，实现系统每个模块的高可靠性。在部署策略上，采用滚动发布和蓝绿部署，实现生产环境持续、不间断地提供服务。

4 成功案例

在河南某矿山粉末装备远程运维服务项目中，针对用户对矿山系统的全生命周期的关注和对运维服务要求的提升，基于

工业互联网的粉磨装备状态数据(包括声音、温度、振动)获取技术、大数据挖掘技术,实现多源数据融合和知识再生,建立粉磨装备诊断的专家知识库、粉磨装备的健康评估模型和预测诊断模型,实现粉磨装备的故障诊断识别和工艺异常参数识别,并开发基于 APP 的远程运维智能终端,实现人机交互和数据可视化。

本案例构建了互联网+矿山粉磨装备大数据云平台,针对矿山粉磨装备的电控系统、液压系统、减速器、润滑系统、磨机系统、风机系统等状态监控数据,数据采集实时性高,数据量大,而互联网有限的传输带宽限制的特点,研究有效的数据压缩、编码、以及监控和诊断预处理技术,以实现采集数据的实时高效传输。开发长时间大规模的工业运行数据采集、传输与存储、多类型设备数据采集与传输技术,以 RESTful 架构应用技术、数据虚拟桥接技术、SLB 负载均衡技术、多类型数据库(SQL、NoSQL)分散存储(HDFS)存储技术、SpringCloud 微应用云治理技术、实时消息处理技术、规则引擎技术等工业互联网技术,构建基于“互联网+”的矿山粉磨装备行业工业互联网云平台。

基于大数据的矿山粉磨工艺数字化建模及仿真。本项目针对智能优化控制目标,研究大数据分析和机器学习技术,采用机理与数据结合建模的方法,建立破碎机、半自磨机、球磨机、旋流器等关键设备的仿真数学模型,实现基于大数据的工序建模;将各个设备工序模型进行集成优化,开发整个粉磨典型工

艺系统的仿真系统，构建粉磨系统回路数字双胞胎，实现基于物料总平衡的系统建模；通过大数据仿真分析和验证、优化工艺控制模型及控制参数，形成鲁棒性强的智能控制算法，实现智能控制算法的仿真优化。

基于云平台的矿山粉磨装备优化与智能控制等内容。本项目针对破碎机、半自磨机、立磨、过滤机等关键设备，在磨矿生产过程中能耗高、生产效率低等情况，进行基于大数据的关键设备选型优化设计，基于云平台的设备性能仿真分析，及基于离散元和大数据的破碎机和半自磨机衬板等关键零部件优化。并研究关键零部件高效传动技术、关键零部件耐磨性技术和部件轻量化技术，以及单机智能控制技术，实现磨矿关键装备的部件优化设计和核心部件升级。