

主标题：水土云工业互联网平台

副标题：工业智能化的实战平台

引言：

中冶赛迪信息技术（重庆）有限公司（简称“中冶赛迪信息”）是中央直属企业中国五矿集团旗下智能化信息化业务板块引领企业，也是其下属国际化大型工程技术企业中冶赛迪集团的控股子公司。中冶赛迪信息以智能制造推动钢铁工业转型升级，助力钢铁企业实现生产流程、技术体系和组织管理多维度创新，推出了智能原料场、智慧炼铁、智能物流、炼钢智能工厂、轧钢智能工厂等一系列智能制造产品体系及解决方案，多项产品及解决方案市场占有率位居领先，并在全行业率先发布水土云工业互联网平台，打造高效率、高品质、绿色、安全的服务型智能工厂。

一、项目概况

1. 项目背景

随着网络信息技术与制造业的逐渐融合，智能制造不断走向深入，工业企业的信息技术应用从单个设备、单个工艺、单个企业向全要素、全产业链、全生命周期逐步拓展。传统数字化工具与当前不断增长的需求之间的差距，形成了制约

智能制造领域快速发展的痛点：一是工业数据的爆发式增长需要新的数据管理工具。随着工业系统由物理空间向信息空间、从可见世界向不可见世界延伸，工业数据采集范围不断扩大，数据的类型和规模都呈指数级增长，需要一个全新数据管理工具，实现海量数据低成本、高可靠的存储和管理。二是企业智能化决策需要新的应用创新载体。数据的丰富化为制造企业开展更加规范化和精准化管理创造了前提，但工业场景高度复杂，由少数大型企业驱动的应用创新模式难以满足不同企业的差异化需求，迫切需要一个开放的应用创新载体，通过工业数据、工业知识与平台功能的开放调用，降低应用创新门槛，实现智能化应用的爆发式增长。三是新型制造模式需要新的业务交互手段。为快速响应市场变化，制造企业间在设计、生产等领域的并行组织与资源协同日益频繁，要求企业设计、生产和管理系统都要更好支持与其他企业的业务交互，这就需要一个新的交互工具，实现不同主体、不同系统间的高效集成。在此背景下，工业互联网平台应运而生。

中冶赛迪集团承担着助力中国钢铁加快转型升级、由钢铁大国迈向钢铁强国的国家责任与使命。中冶赛迪信息依托集团公司自身数十载钢铁行业领域知识积累融合云计算、移动互联、物联网、大数据、人工智能等前沿技术，面向以钢铁工业为代表的复杂流程工业，以业务为导向攻克关键技术，研发水土云工业互联网平台，以数据驱动业务创新，提供面向数据全生命周期的一站式工业云服务，推进大数据价值发现与增值，致力于构建工业智能制造开放协同生态。

2. 项目简介

水土云工业互联网平台致力于打造钢铁工业智能工厂的数字化底座，为钢铁企业从传统制造向智能制造的转型升级提供数据开发治理、业务开发连接、云原生开发与运维等多项能力和平台化工具。赛迪信息以“一个平台+三个一体化”的新型架构为基础打造全流程智能工厂解决方案。通过建设超大规模钢铁一体化智能管控应用系统，在一个平台上支撑钢铁企业全流程管操控业务，纵向打通数据传送链路，横向贯通各生产工序和管理部门，打造覆盖钢铁企业全基地的数据“高速公路”，实现数据不落地，信息无断点，驱动生产数据持续创造价值。

2. 项目目标

本项目致力于面向以钢铁行业为代表的复杂流程工业，针对工业领域客户在全要素、全产业链、全流程、全生命周期的信息技术应用诉求，以水土云工业互

联网平台为数字底座，以基于平台的智能制造解决方案为依托，助力传统工业企业实现数据、知识和模型的汇聚与沉淀，以及生产流程、技术体系和组织管理多维度创新，打造高效率、高品质、绿色、安全的服务型智能工厂。

二、项目实施概况

1. 项目总体架构和主要内容

水土云工业互联网平台深度融合钢铁工艺知识和应用场景，形成了“一个平台+三个一体化”的新型钢铁行业智能制造架构，即以工业互联网平台为数字底座，以铁区一体化、钢轧一体化、管控一体化为思路，建设超大规模钢铁一体化智能管控应用。整体解决方案基于钢铁行业特征，以私有云架构，向下连接生产车间自动化系统以及智能传感设备等，向上支撑全厂全流程生产管控业务。具体架构如图 1 所示。



图 1 智能工厂解决方案整体架构

2. 网络、平台或安全互联架构

(1) 平台业务架构

水土云工业互联网平台作为构建数字工厂信息化框架和基础，主要由数据开发治理、业务开发连接、云原生开发运维三大板块组成，实现工业知识、模型和

图 3 数据开发治理平台架构

(3) 业务开发与连接

业务开发连接平台是支撑前端灵活构建各类工业应用和解决方案的中枢，提供适用于冶金钢铁敏捷开发的引擎组件与深度融合领域知识的业务组件，将企业生产运营数据与通用业务转为共享服务，实现业务重复建设的降低、烟囱式协作成本的较少、业务场景变化的快速响应，结合平台的开放连接能力与移动互联网技术，加快企业数字化进程，助力打造数字互联的协同体系。



图 4 低代码开发平台示意图

(4) 云原生开发与运维

云原生开发运维平台针对工业企业数字化过程中日益丰富的智能应用开发、管理和运维难题，基于云原生技术凝练应用研发和管理过程，实现应用构建过程中的质量控制、自动审批、可视化上线，软硬件资源灵活扩展、动态分配，多维度指标实时告警、高效排查。有效提升企业信息化智能化管理质量、保证基于平台的持续稳定运行，降低企业应用研发及部署运维技术门槛和成本，提升效率。



图 5 云原生开发运维平台架构

3. 具体应用场景和应用模式

(1) 冶金全流程智能工厂解决方案，打造极致高效的精益智能工厂

冶金全流程智能工厂解决方案是以水土云工业互联网平台为数字底座，针对钢铁企业全厂全流程，铁-钢-轧、生产、设备、能源、物流、安环等环节，进行铁区、钢轧、管控三个一体化改造的整体解决方案。

以炼铁工序为例，解决方案针对铁区生产的环境恶劣、效率偏低、智能化程度不足的问题，以高炉的稳定高效为中心，以原料、烧结、焦化、高炉的协同优化为目标，基于水土云工业互联网平台，贯穿铁区原料、烧结、球团、高炉生产工序的数据链，通过建立铁区一体化流程管控体系和多维度监控报警和推送机制，并结合深度学习算法在烧节点火、球团焙烧过程、高炉炉热等关键操作点的工序生产过程状态发展预测，实现铁区可视化生产、数字化管理、自动化告警和智能化分析。

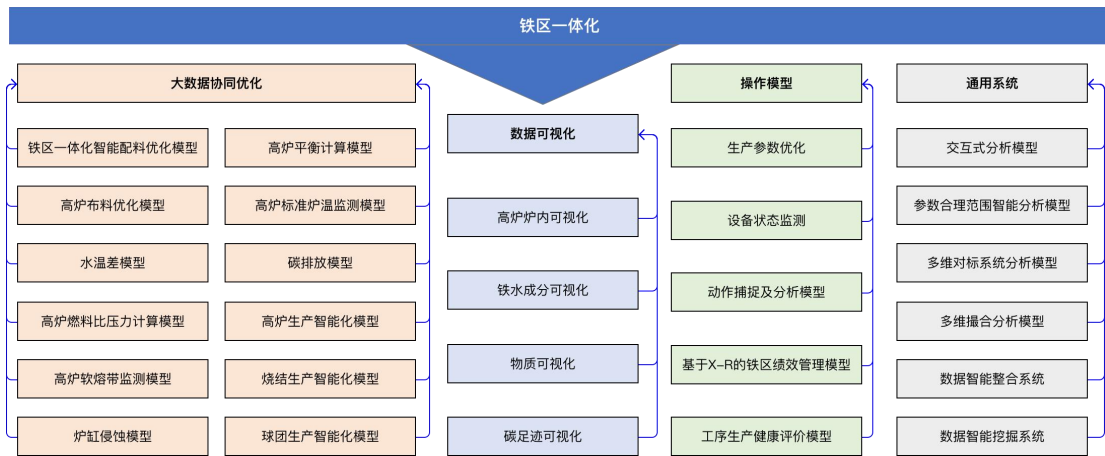


图 6 铁区一体化应用功能框架

(2) “千人千面” 高效响应业务需求和市场变化

千人千面是水土云工业互联网平台针对流程工业企业流程长、机理复杂、工序岗位特点各异等特点构建的工业敏捷低开解决方案。通过组件选择、拖拽、配置完成自定义业务的快速搭建，开放连接其他企业应用，为工业应用提供一种全新的高生产力开发范式。

通过该解决方案的实施，可帮助各岗位人员实时获取工艺参数、实时获取异常报警，通过配置简单的规则配置，实现生产事件的调度，利用多端设备优势（移动端、桌面端、Web 端）帮助岗位人员挖掘潜在的信息价值并形成任务闭环，实现企业用户“任何时间、任何地点”的数字协同。

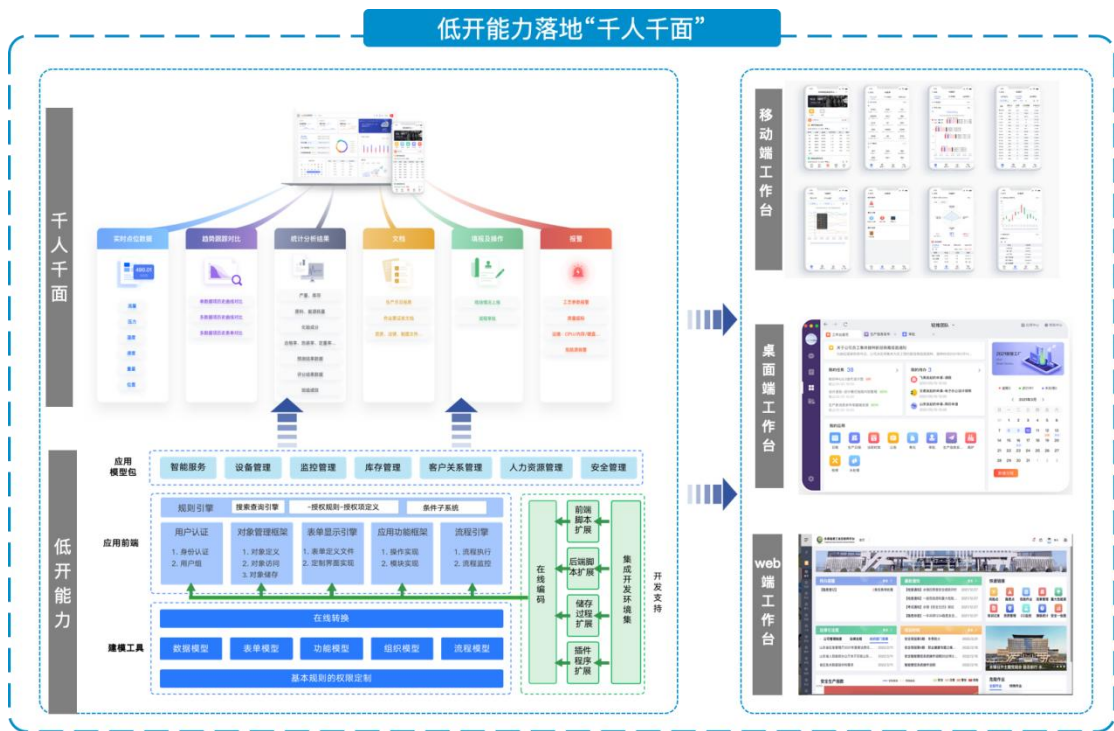


图 7 低开能力落地“千人千面”

(3) 数据分析挖掘指导生产决策

主题数据挖掘是针对指标优化问题的数据挖掘工具，可对铁钢轧全流程工序成本、高炉炉况、钢轧质量等多工序、多维度的主题数据进行交互式分析，协助工艺技术人员寻找生产控制的最优参数区间。

平台在某钢铁企业炼铁工序利用历史数据辅助工艺人员优化高炉炉况，分析钢铁企业 5800m³开炉 7 年的原料、操作、炉况、经济指标数据，显著提升利用系数，降低燃料比，减少企业成本，实现节能减排。

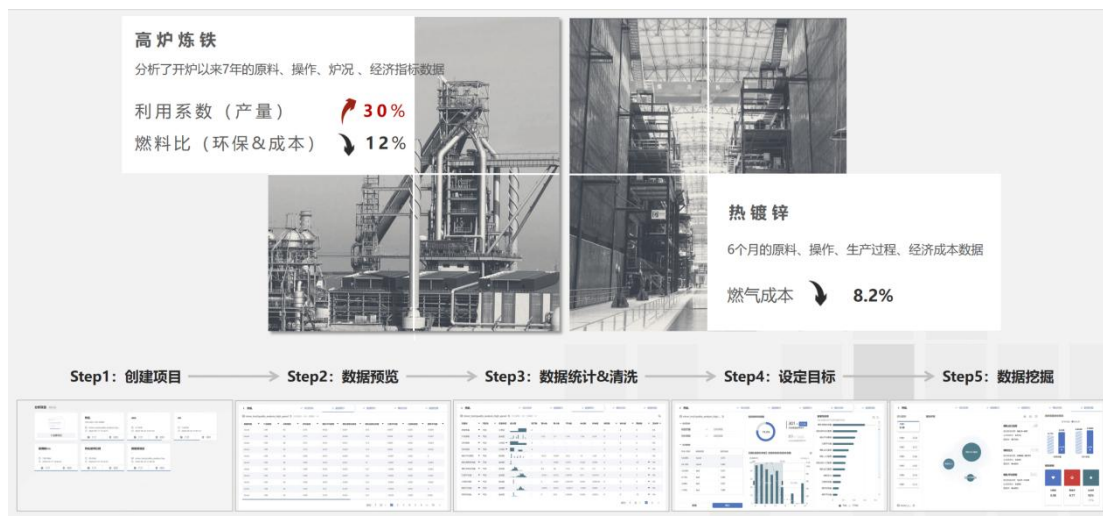


图 8 炼铁生产数据分析挖掘

4. 安全及可靠性

水土云工业互联网平台作为工业制造系统中枢，承载海量工业数据与各类工业模型管理、建模分析与智能决策、资源要素集聚与优化配置等关键能力和信息，其安全防护能力至关重要。目前平台通过自建数据中心、安全防御体系和安全运维团队，并基于平台搭建了设备和数据接入安全防护、数据权限及密级防护、平台访问及行为安全防护、操作审计等功能，为平台及应用的运行提供了基本安全可靠的环境。

三、下一步实施计划

1. 打造钢铁工业领域的数治理解决方案

以钢铁领域经验和工艺知识为基础，以区域和“人机料法环”的维度进行数据和业务的梳理和组织，形成钢铁领域数据资产和事件总线，实现上层智能应用与底层的数据采集、集成的横向解耦，和大型解决方案与具体功能点的纵向解耦，让数据资产投入再生产并持续创造价值，赋能业务，构建智能制造有机体。

2. 打造非钢领域的解决方案

结合钢铁领域工程实施经验，持续深挖非钢业务板块需求，提取共性价值点，形成“双跨”型平台，实现平台面向非制造行业领域的能力输出和服务覆盖范围的拓展。

3. 构建研发及实施协同生态

建立开发服务合作体系，以重庆本地及周边的技术和开发服务合作为主，推进与外部技术和团队交流、建设、引入和培育，通过技术和项目合作，形成研发协同生态，助力高新技术人才聚集和区域高质量发展。

同时建立运营服务合作体系：一方面寻找并引入面向非钢领域具备行业解决方案能力的专业化公司，联合打造相关行业的“平台+应用”的智能制造整体解决方案；另一方面引入第三方渠道商和代理商，提供标准化的平台产品，以委托销售模式进行产品的规模化应用推广。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

(1) 首次研发了覆盖钢铁生产“铁-钢-轧”全流程的工业互联网平台。

建立了基于分布式微服务的扁平化平台架构，提出了基于粗糙集的特征选择、多视图字典学习分类和不确定性数据的多粒度聚类分析方法，研制了内存数据库及工艺计算引擎、知识推理引擎等核心组件，攻克了全工序百万点实时、异构、多源数据的精确感知、高精度识别、可靠采集、稳定存储与运算等难题，首次实现了覆盖跨工序、跨层级、跨时空海量异构数据的平台应用示范。

(2) 首次研发了面向钢铁行业的远距离大规模集控技术。

针对钢铁生产上百年就近控制、分散管理所带来的危险、低效等问题，提出了远距离大规模集控模式，基于水土云工业互联网平台和三个一体化，开发了安全控制、集散联动等关键技术，建成多个全球/行业首例智慧中心，控制距离提升 50 倍，数十个中控室整合为一，重大危险区域操作工数量减少 90%，实现生产模式向“安全、集约、协同”的颠覆式转变。

（3）首次以技术创新推动钢铁生产管理组织扁平化变革。

基于上述 2 个创新点成果的支撑，建立了基于冶金流程工程学的管控流程解析优化模型，优化不同生产组织的“结构-功能-效率”，通过跨岗位、跨机组、跨作业区，以及跨厂部的流程再造，推进生产组织的扁平化变革。分厂全部取消，作业区数量精简 60%，操作岗位精简 40%。

2. 实施效果

基于水土云工业互联网平台的全流程智能管控解决方案目前已在国内某钢铁厂完成行业首例项目落地，平台连接现场 3.5 万台设备、20 万个数据点位，维护 230 台虚拟机，支持 150 多人开发人员平均每日近百次构建部署，单次构建部署时间缩短至 3 分钟，保障线上服务零异常运行超 400 天，支撑全厂 15 大类智能应用、共 1700 多项工业 APP……为企业建立了统一的生产组织与人员、设备、物料介质和生产运行数据模型，实现了钢铁生产全过程生产要素和过程的数字化，为上层智能应用提供统一、规范、完整、高效的数据服务，实现了数据的资产化管理。



图 9 冶金行业首例全流程智能工厂项目