



# 主标题：钢铁行业基于工业互联网平台的能源智能导航系统

## 副标题：能源智能化管控的数智化升级

引言：上海优也信息科技有限公司成立于 2016 年，核心团队成员来自于龙头工业企业团队和卓越软件团队，优也是一家科技创新公司，以客户效益为核心，致力于打造基于工业互联网技术的工业软件产品与服务，以 Thingswise iDOS、工业智能应用系统、运营转型咨询服务的三位一体综合解决方案，助力工业企业数字化转型及智能化升级。

大部分钢铁企业能源管理系统 EMS 建设于 2013-2014 年间，该 EMS 系统仅做到了对数据的采集和数据的展示，对于能源管理的业务支持非常有限，已经无法满足钢铁企业在绿色发展和双碳发展的战略需求。在工业互联网、大数据、边缘计算等新技术逐渐引入生产环境的技术实践趋势下，优也以提升钢铁能源效率为目标，为钢铁企业提供能源系统资源平衡调配的智能化升级解决方案，推动企业在能源资源效率和节能降本上的显著提升。

## 一、项目概况

---

### 1. 项目背景

本案例的服务对象是河南省年产 1000 万吨钢铁的钢铁联合企业，2021 年成为河南省工信厅行业工业互联网平台的培育单位，引领河南省钢铁行业工业互联网平台的建设示范。优也作为技术服务商帮助企业建设行业工业互联网平台，并选择能源效率场景作为实践应用。

钢铁行业属于高能耗行业，原燃料成本占比高达 60-70%；企业吨钢能耗标准煤平均水平距离国际上最好的水平还有有 30-40% 的差距。在钢铁行业采用新一代的信息化技术工业互联网平台去提升企业的能源数字化运营水平以及为实现双碳目标具有重要的意义。

本案例主要解决的行业问题如下：

### (1) 提高能源资源利用效率，降低吨钢能耗

基于工业互联网技术开发的能介智能化应用，利用专业知识和大数据技术的相关模型、算法，提供时效最优的实时调度策略，实现从粗放管理向精准管控转型，提高资源回收利用率。

### (2) 提升企业基于数字驱动的决策效率

企业现有能源计量存在不完善，基础数据不全面的情况，难以实现“数据指导生产”的管理主旨。借助此类项目的实施完善计量基础设施，搭建能源大数据中心，为未来实现数据驱动的生产管控一体化提供夯实的数据基础。

### (3) 促进能源业务协同效率提升，为管理赋能

钢铁企业能源运行过程中关键的能源生产、输配、发生、放散等环节复杂，通过利用工业互联网和大数据技术，消除能源系统各环节信息孤岛及协同壁垒，提高协同效率。

### (4) 助力智能制造转型升级，增强核心竞争力

国内钢铁行业数字化、智能化水平不断提升，特别是能源系统作为钢铁企业管理创效的重要突破口，能源智能管控系统项目的实施，有助于提升整体数字化、信息化水平，进一步增强企业核心竞争力。；

因此，本案例项目根据该钢铁企业能源系统平衡调度业务运营现状，通过搭建钢铁行业工业互联网平台，建设企业最急需的煤气、蒸汽和压缩空气的智能调度系统，并实现对基础的能源数据进行梳理和监控，为下一步拓展工业互联网应用建立夯实的基础。

## 2. 项目简介

本项目采用先进的互联网架构、数字孪生体、工业大数据算法等新一代信息技术，基于案例企业目前能源系统（煤气、蒸汽、压空）痛点，植入“能效精益运营理念”及精益管理工具，通过搭建工业互联网平台，形成能源系统大数据，开发部署具备角色定制、全景呈现、异常分析（状态识别-诱因分析）、数据挖掘智能寻优、辅助决策导航等功能的数字化、智能化能源运行调度软件。通过该项目的实施，可显著提升案例企业能介系统业务信息化、运营数字化、管控智能化水平，持续促进案例企业能源资源运营效率提升和综合利用价值最大化。

## 3. 项目目标

结合公司承接河南省钢铁行业工业互联网平台以及两化融合的战略部署，本项目的总体目标如下：

（1）充分结合钢铁企业场景特点和需求，搭建满足钢铁企业业务需求的工业互联网平台，以平台更具通用性和良好操作性为目标，并最终形成适合钢铁行业的工业互联网平台；

（2）依托互联网平台采取总体设计、分阶段实施的方式，设计开发满足钢铁企业主要能介调度业务智能化升级的智能导航系统，该系统包括煤气/压缩空气/蒸汽三个介质的智能调度子系统，未来覆盖氧氮氩、水、电、鼓风等子系统的智能调度系统；

（3）通过本项目将连接不少于以下生产工序：焦化、烧结、炼铁、炼钢、轧钢、动力、制氧、公辅等，并连接不少于 50 套设备，梳理基础能源管理数据，并采集不少 5000 个数据点；

（4）开发不少于 15 个基于工艺机理和大数据挖掘的能源算法模型库，包括机理模型、数学模型、逻辑模型和混合模型等。

## 二、项目实施概况

---

### 1. 项目总体架构和主要内容

（1）工业互联网平台功能架构

本案例采用基于优也 Thingswise iDOS 来搭建，Thingswise iDOS 平台是面向工业企业生产场景，融合云计算与大数据、机器学习与人工智能、模型和应用研发工具为一体，为实现工业运营的智能化而自主开发的数据驱动工业操作系统。

Thingswise iDOS 具备三个核心功能层即物联层、数孪层和应用层，如下图所示：

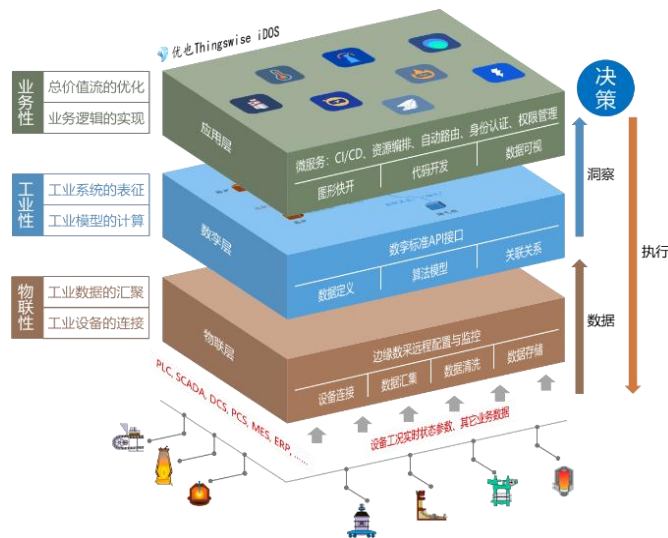


图 Thingswise iDOS 平台功能架构

**物联层：**面向生产现场实现对人、机、料、法、环等多维数据的集成，具有数据采集、数据清洗、数据存储，并实现数据和控制的双向流动的能力，满足对现场设备和系统物联，数据采集和实时控制的需求。

**数孪层：**通过数字孪生体梳理和整合数据、算法，对业务关注的物理实体和生产、业务过程在数字空间进行系统性描述和表征。数孪的对象既可包括物理实体，也可包括生产的组织结构，每个数孪体均包含所描述对象的属性和状态参数，及分析计算的算法模型。平台提供统一的数字孪生体的定义和配置体系，在数字空间对生产现场的设备等系统建立模型，并实现一次建模，多处复用。提高研发效率、缩短研发周期。

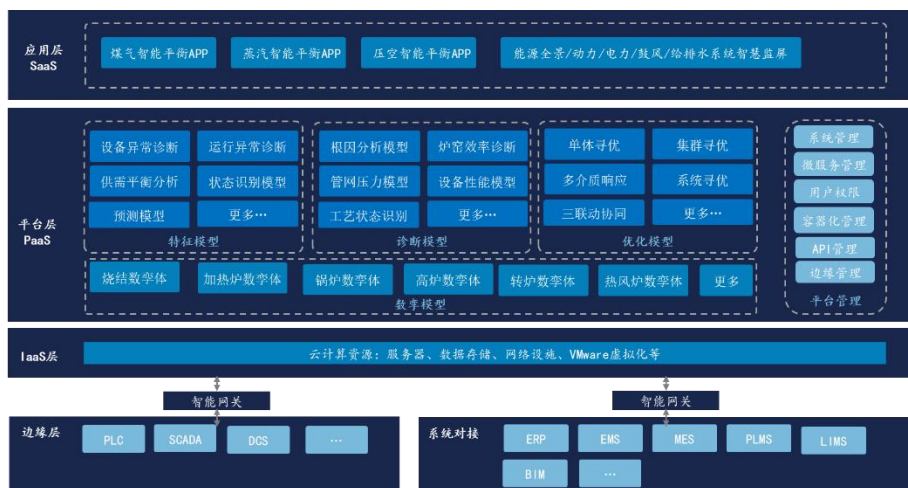
**应用层：**基于数孪层提供的规范化数据和数字孪生体，开发应用系统，通过API和数孪层的模型进行交互，构建前端交互界面。

同时，工业数据平台提供统一管理入口可以提供对于用户权限管理，边缘管

理，容器管理，微服务管理，多租户管理，系统及安全管理等多个维度对平台及其运行组件进行实时准确的监控和管理。

### (2) 能源智能导航系统软件架构

在 Thingswise iDOS 平台基础上搭建钢铁行业的能源管控平台，规范化管理多元多流能源数据、构建能源大数据中心、开发能源系统的数字孪生，通过数据建模满足业务功能，具体软件架构如下：



图：钢铁企业能源智能导航系统顶层设计架构

### (3) 主要建设内容

- 能效全景智慧监屏支持对钢铁企业全厂范围内能源系统运行全貌实施数字化展现，并从公司运行成本追踪、关键公辅设备运行状态、能源运行经济性指标（放散率、余热余能资源回收与利用、缓冲用户运行）、关键管控参数等维度，可视化反映当前能源运营管控水平。
- 煤气智能平衡系统按“监测-诊断-调度”的业务管理逻辑设计整体功能框架，目前主要包括“智慧监屏”、“智能诊断”、“智能调度”三大部分，其中1)“智慧监屏”：以信息互联互通的可视化监测为主的相关功能，支持煤气系统实时监测和动态平衡异常揭示；2)“智能诊断”：以运行异常识别、效率诊断分析为主的相关功能，支持煤气平衡状况辨识、根因追溯、煤气供需平衡趋势预测、平衡策略调配损益测算等等；3)“智能调度”，以协同优化、策略响应、联调联控为主导的相关工作，支持单介质煤气平衡优化、多介质煤气系统协同、跨工序策



略调配、关键设备寻优控制。通过上述系统功能的实施，最终实现全网产用气协同运行、生产端稳定保供、煤气管网稳定性提升、系统放散降低、系统维持在经济运行模式。

- 蒸汽智能平衡系统以钢铁企业蒸汽系统资源数字化、运行过程可视化为基础，支持热力公司围绕蒸汽资源（余热+锅炉）供需平衡的最优配置实施策略化调度，并以蒸汽资源平衡为切入点围绕“煤气-蒸汽-发电”资源的价值最大化配置，支持用户实施跨能介系统的策略导航及联合调配。
- “压缩空气智能平衡”主要以压缩空气介质为主要对象设计研发智能化平衡业务支持功能。支持用户实现对安阳钢铁压缩空气系统端到端可视化、运行异常识别-诱因分析，基于角色推送“单体-集群-系统供应”运行策略，支持空压站多机组、空压机单体策略化经济运行。

## 2. 具体应用场景和应用模式

本案例对钢铁企业能源平衡调度场景将带来全新的智能化运行调度模式，具体表现如下：

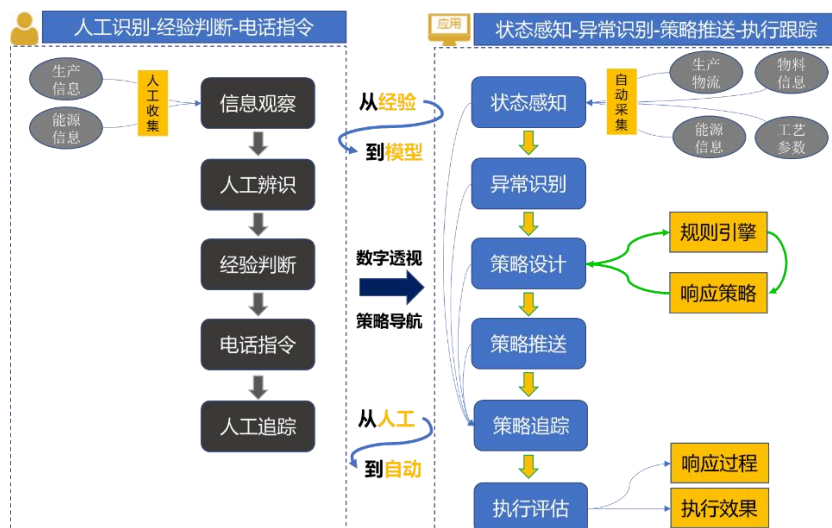
（1）支持用户自定义运行规则（煤气运行规则进行结构化梳理和数字化定义过程），为系统自主运行建立响应机制、跟踪机制、评价机制；

（2）在日常运行过程中，通过对能源介质关键运行参数的实时监控，推送全网运行平衡状态，依托异常识别引擎由系统自动向能源调度推送识别的异常；

（3）由系统根据响应机制自主研判和生成调度策略，并向能源调度推送指令，通过能源调度实施确认/修改/忽略等人机交互操作，完成该调度指令的在线下达；

（4）在下达指令的同时，系统自动启动跟踪机制，对推送到指令执行情况的全过程跟踪包括指令下发后的响应和执行效果；

综合上述业务操作，最终帮助用户实现从策略形成-策略推送-策略跟踪-策略评价的全流程的在线闭环管理，并实现从人工判断向智能化调度转变的应用模式：



### 3. 其他亮点

1、得益于 Thingswise iDOS 平台的数据可视化、图形快开、低代码开发特点，本系统具有十分良好的扩展性。用户在使用系统的过程中，一样可以根据自身需求，在原有平台和功能基础上进行进一步扩充，从而使得本系统逐渐趋于完善和适用于自身需求。

2、上海优也是产品公司同时也是咨询公司，在数字化产品中融入了精益和资源有效性理念，让产品能有效减少运营浪费、充分挖掘企业增效潜力。

## 三、下一步实施计划

本项目成果钢铁行业能源智能管控系统项目采用成熟的工业互联网平台架构及数字孪生技术。系统功能强调能源业务协同性和对能源波动响应前置决策，突出运营异常在线识别、根因诊断、策略推送、执行监督的闭环管理，着力于业务全景数字化呈现和策略导航，处于相对领先地位。从实际场景应用迭代，整体运行效果良好，技术先进成熟，在钢铁行业具有较高的复制推广的可行性。

下一步实施计划是向河南省地区的钢企和全国 260 多家长流程钢铁联合企业进行推广。按 5% 节能计算，每家能源成本可节降几千万元，对整个行业的能源节降和减碳效果可产生巨大影响。

## 四、项目创新点和实施效果

### 1. 项目先进性及创新点

#### (1) 分层解耦提高开发效率

构建统一的数据平台、统一的数字孪生数字空间和统一的 DevOps 应用开发环境的三层结构，将数字孪生体工业应用开发过程进行解耦化、标准化、体系化，简化了开发过程，提升了开发效率。

#### (2) 统一数字空间灵活配置数字孪生体

独创统一的数字空间，灵活定义和配置数字孪生体，快速构建复杂系统并很好支持机理模型与大数据模型融合，提高建模效率和质量。通过数字孪生体的灵活组合，构造出系统级、系统之系统级的数字孪生，快速实施对工序或产线数字孪生体灵活动态配置。

#### (3) 多云适配和流式计算提高实时响应

多云适配和可边可云的灵活部署能力，保障系统和数据的安全性和可控性，确保低时延高流量的计算需求。原生设计的流式计算工业互联网平台，对数据即来即算，保证实时动态响应物理实体。

#### (4) 以策略导航方式支持用户开展能源调度工作

具备状态感知-异常识别-诱因分析-策略推送（策略设计与角色推送）-执行跟踪-绩效评价的闭环自主调度指令形成-上传/下达-追踪与评价，实现能源运行调度业务从“人工”向“信息化+智能化”升级。

#### (5) 基于角色实现分级管控

为突出调度的层次性和管控范围差别，通过创新性提出多层级系统策略寻优推送模式，支持用户按系统、集群、单体三个不同层面实施不同方式的能介运行寻优调度，保障能源供应及提高整体能源资源利用效率。

#### (6) 源于数据挖掘建模驱动业务高阶分析

将业务运行规则、精益诊断工具与 AI 数据分析技术结合，构建场景高阶能效分析模型。例如“能效根因分析”：基于对各个能源介质影响因子进行结构化梳理，按“宏观-微观”与“浅显-深究”的方式，自上而下的层级分析逻辑架构



的设计和逻辑建模，为企业能提供介入运行异常时的智能化诊断业务支持。

## 2. 实施效果

### (1) 直接经济效益可达 5%能源节降

- 降低煤气放散损失，提高煤气回收利用价值
- 增加余热回收利用，提高余热发电价值
- 降低压空运营损失，减少资源排放损失，降低空压机综合电耗

### (2) 间接经济效益

- 平抑系统管网波动，稳定生产

通过对高炉/焦炉煤气管网压力波动的调控和优化，促进煤气系统管网窄幅波动，稳定煤气供应及产线生产。

- 优化窑炉燃烧，提升精益运行水平

通过对工业炉窑关键运行数据监控、分析、异常识别，支持单体智能诊断及“单体-集群-系统”控制优化。如降炉窑低排烟损失、改善加热质量、增加热炉时机产量等。

- 降碳减排

项目的实施有助于进一步降低能源放散损失、优化炉窑效率、提高能源利用率，降低碳排放量，为企业创造碳减排收益。

- 提升企业数字化运营水平

通过能源流、设备状态、生产物流等信息融合和价值关联的能源大数据构建，将业务数字化，整体提升能源管理数字化运营水平，为后续企业数字化夯实数据基础。

### (3) 社会效益

- 本项目属于基于工业互联网平台设计研发的工业智能 APP，项目涉及到的问题点，属于行业普遍存在的共性问题，在案例企业实施后具有较好的社会推广价值，具有解决行业共性问题的能力，为推动钢铁行业能源高质量可持续发展提供借鉴和参考。
- 由于企业对于自身能源资源的最优配置、数字化展现、智能化调度业务支持在系统管控原理和指导思想方面存在异曲同工的情况，因此本项目

跨行业可推广性较强，不仅适合钢铁行业，还适合于有色、石油、化工、园区等大型流程行业的能介系统智能平衡与决策。