



上海优也信息科技有限公司

主标题：优也公辅车间精准控能系统

副标题：精准控能 节能降耗

引言：

上海优也信息科技有限公司（简称“优也”）成立于2016年，通过打造能效工业互联网服务，赋能流程工业节能减碳，引领绿色可持续发展标杆工厂打造。优也坚持以客户效益为核心，携手客户一起实现为中国工业节能减碳增效**1% GDP**的使命。

当前，工业互联网作为第四次工业革命的重要基石，是新一代信息技术与制造业深度融合的产物，通过对人、机、物的全面互联，构建起全要素、全产业链、全价值链全面连接的新型生产制造和服务体系，不仅是数字化转型的实现途径，更是实现新旧动能转换的关键力量，将对工业发展产生全方位、深层次的影响。

本案例用工业互联网的新技术，新方法，新理论赋能客户实现**能控管理精准感知，精准控制，精准分析判断以及精准预测**，将企业打造成为行业内能效管控的领航者，将项目打造成为当地“两化融合”的示范工程。

一、项目概况

该企业对于进一步提升能源管理效率有着强烈需求，而上海优也通过先进的工业互联网技术以及在工业能效提升上的应用实践，与该企业达成合作，建立了一整套供给、需求和输送侧各设备环节诊断体系，通过智能化的**能源精准控能一**

体化平台，站在全厂区的角度提高能源供应精准性、能源利用效率。

1. 项目背景

工业企业为直接生产活动提供水、电、气、冷、热等的公共辅助类车间是公辅车间。公辅车间常见动力设施有空压机，锅炉，空调，除尘器，制冷机等。

中国中部某烟草集团新厂区自 2019 年初投入运营以来，其动能设施各子系统在保障能源供给和节能控制方面基本达到了自动化水平，但日常控能管理仍依赖经验，积累的大量历史数据没有发挥真正价值。

各动力集控子系统之间、各子系统与生产自动化系统、MES 等系统之间缺乏智能联动，更难以做到智能判断与智能预测，整体能源管理信息化水平、能源利用效率、节能与环保力度均有较大的可提升空间。

整个新厂区主要的公辅车间动力设备如下：



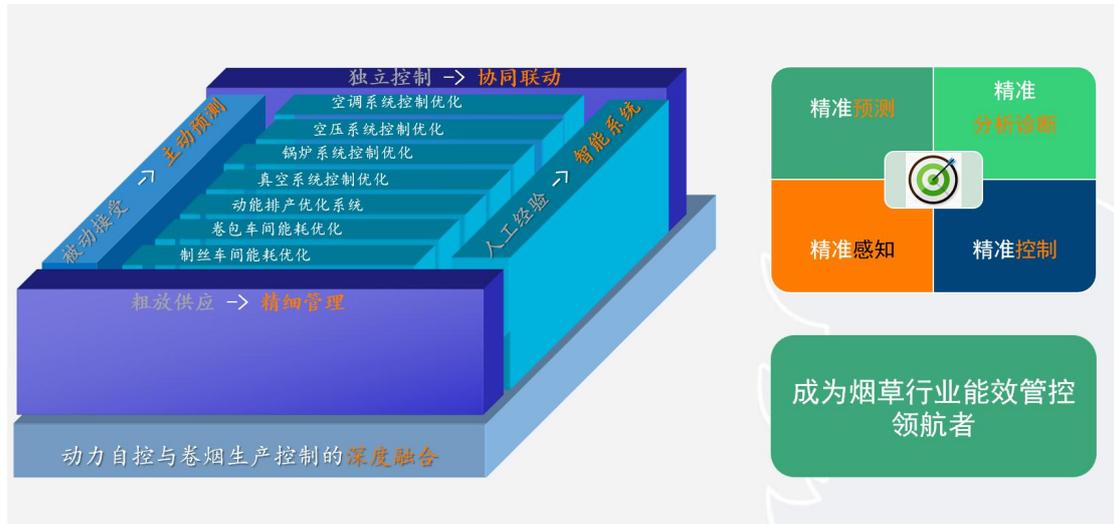
2. 项目简介

客户需求如下：基于智能诊断和精益能效理念，建立动力设备模型、建设智能化能源精控平台，接收能源参数、负荷、消耗的仿真预测，实现系统预测控制与现场工业自控系统反馈控制的深度融合、建立各工序能源消耗基准值和多层级能效评价指标、设备故障和能效预警机制等功能，实现设备启停、生产排产、工艺质量需求、环保运行和能源管理体系的深层次的广泛协同。

3. 项目目标

本项目旨在为客户部署 Thingswise iDOS 工业互联网平台，定制化开发智能化的能源精控一体化平台，实时接收能源参数、能源负荷、能源消耗的仿真预测，建立各工序能源消耗基准值和多层级能效评价指标，动态优化供能方案，帮助企业

业能控管理实现精准感知，精准控制，精准分析判断以及精准预测，公司持续实现能源效率提升和能源成本降低，成为行业内能效管控的领航者。



二、项目实施概况

优也基于完全自主知识产权的 Thingswise iDOS 工业互联网平台打通生产全流程各工序、多系统之间的数据壁垒，在跨工序工艺统一和规范化归集、储存和管理的基础上，建立各种特定算法模型，通过对大量的生产过程数据进行实时分析，全面实现有效的企业各种应用场景的系统决策能力，最终打造“1 诊断+4 平台建设+1 策略”的整体项目架构。

1. 项目总体架构和主要内容

(1) 项目总体架构

本项目旨在站在全厂的角度提高能源供应精准性、能源利用效率，能源体系管理调研为基础，建立供给、需求和输送侧各环节诊断体系，以能源设备建模研究为导向，培养数字化骨干人员，提升数据分析和数字意识能力。



具体包括以下几点：

A. 统一架构

基于优也完全自主知识产权的 Thingswise iDOS 数据操作系统构建统一数据汇聚架构，搭建核心数据支撑平台

B. 仿真决策

建立数据决策分析中心，实现全过程洞察分析，基于优化策略和实时状态实现精准供能

C. 实时响应

掌握三大车间用能情况，实现动能供应于生产工艺相融合的快速响应

D. 能耗基准

建立能源基准和告警机制，实现横向协同、纵向贯通、信息互联和资源共享的一体化架构，搭建核心数据支撑平台

E. 日常运维协同管理

基于日常运维协同管理-建立供能和用能协同运维机制，保障生产安全。

F. 数据架构

数据架构-基于优也完全自主知识产权的 Thingswise iDOS 数据操作系统构建统一数据汇聚架构，搭建核心数据支撑平台

G. 设备信息管理

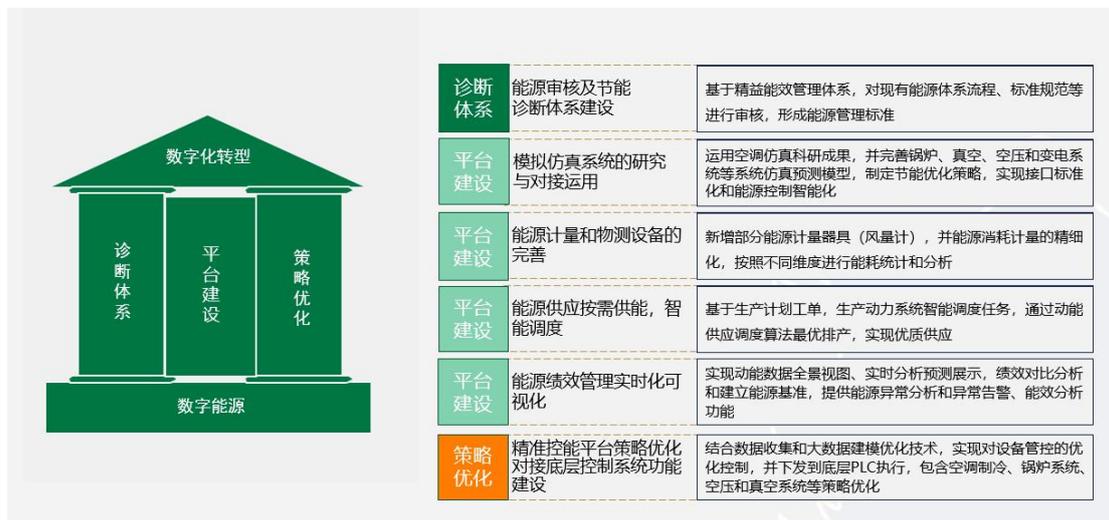
设备信息管理-从管理、运维、故障诊断与处理、备品备件管理等方面，建立全生命周期的设备信息管理；

H. 数字化人才培养

数字化人才培养-以项目锻炼队伍，以合作和共赢推进项目，关键用户全周期全工序参与项目设计和建设，在项目完成时打造一支高质量的数字化人才队伍。

(2) 项目实施架构

本项目整体实施架构为“1 诊断+4 平台建设+1 策略”，具体如下：



A. “1 诊断”

基于精益能效管理体系，对现有能源体系流程、标准规范等进行审核，形成能源管理标准

B. 4 平台建设

平台建设 1，模拟仿真系统的研究与对接运用

运用空调仿真科研成果，并完善锅炉、真空、空压和变电系统等系统仿真预测模型，制定节能优化策略，实现接口标准化和能源控制智能化

平台建设 2，能源计量和物测设备的完善

新增部分能源计量器具（风量计），并能源消耗计量的精细化，按照不同维度进行能耗统计和分析

平台建设 3，能源供应按需供能，智能调度

基于生产计划工单，生产动力系统智能调度任务，通过动能供应调度算法最优排产，实现优质供应

平台建设 4，能源绩效管理实时化可视化

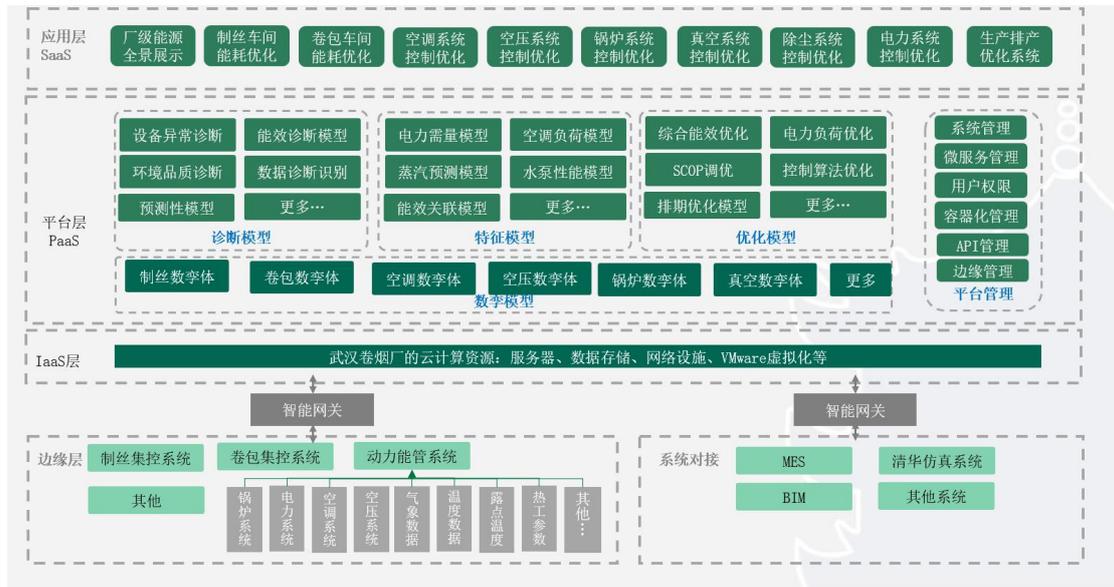
实现动能数据全景视图、实时分析预测展示，绩效对比分析和建立能源基准，提供能源异常分析和异常告警、能效分析功能

C. “1 策略”

精准控能平台策略优化对接底层控制系统功能建设，结合数据收集和大数据建模优化技术，实现对设备管控的优化控制，并下发到底层 PLC 执行，包含空调制冷、锅炉系统、空压和真空系统等策略优化

(3) 平台建设架构

采用基于优也完全自主知识产权的 Thingswise iDOS 数据操作系统，构建精准控能一体化平台。



(4) 主要内容

A. 全景视图



该项目第一次实现了工业互联网平台在客户企业的部署,实现集控系统 with 工业互联网平台的对接和数据传输;第一次运用大数据分析技术对客户企业多年积累的大量历史数据进行分析建模;第一次运用工业机理模型+大数据模型实现设备单体、群控的优化控制,以及供能和用能端的生产协同;第一次运用工业互联网技术进行事中实时能耗计算和基准对比分析,使得供能和用能指标及时、透明、可控。

B. 空压系统

空压系统实现了供能端、输送端、用能端的端到端覆盖。按照网格管理的思路,将整个系统进行划分,根据历史数据确定各网格基准,根据生产计划预测需求量,根据设备实时能效和末端实时用量,动态优化控制。在保供的前提下,让动能设备始终运行在经济区间。

C. 网格管理

网格体系是整个系统的核心,系统在综合考虑了工厂管理需求,计量体系的覆盖面和颗粒度,供能管网和用能对应关系等几个方面的因素,从机理角度运用大数据算法开展软测量,最终实现对所有供能系统和用能单位的网格划分,并在此基础上实现网格能耗指标的确定,从而可以在事前按照生产计划开展能源需量的预测,事中按照实时能耗计算与基准能耗比对结果来预警,并推送相关优化策略。

D. 异常报警

系统在采集了大量实时数据,以及运用大数据模型计算了大量能耗数据后,统一将这些数据接入工业互联网平台所具备的数字孪生体中。基于这样的数据,提供了异常报警能力,可以根据生产需求,访问数字孪生体中的数据来定义异常,系统会实时监控并发出报警。

E. 优化策略

系统针对所推送的优化控制策略,还要做到闭环的跟踪。按系统统计所推送策略的内容及现场执行情况,不断进行优化分析,完善模型算法。

2. 网络、平台或安全互联架构

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的工业数据平台, 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。

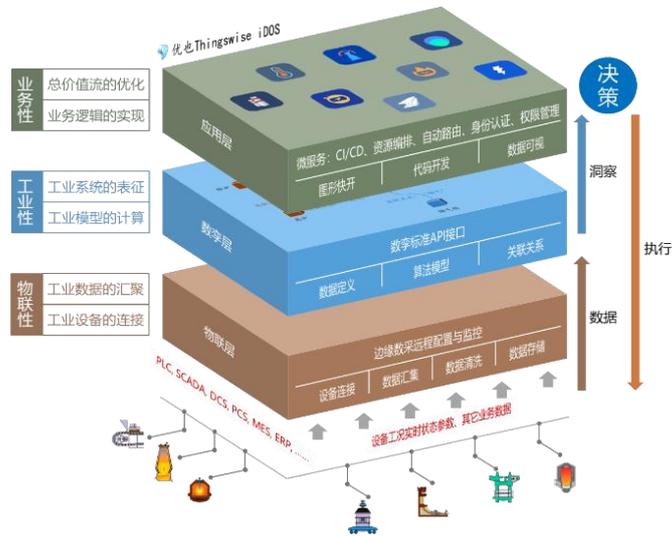


图 Thingswise iDOS 平台功能架构

工业数据平台具备三个核心功能层即物联层、数字孪生层和应用层：

A. 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。

B. 数字孪生层

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。数字孪生的对象既可包括物理实体如物料、制品、产品、生产装备中的组件、设备、机组、产线、管网等, 也可包括生产的组织结构, 如班组、工段、车间、工厂等。每个数字孪生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。

C. 应用层

基于数字孪生层提供的规范化数据和数字孪生体, 构建东方特钢的应用系统。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。

3. 具体应用场景和应用模式

优也精准控能系统针对与整个园区的能源控制，应用场景复杂且庞大，下面以全景视图，空调系统与空压系统来展示

(1) 全景视图

A. 主要功能

- 全厂能介走向展示：基于厂房模型，展示全厂能源介质总体流向及分布情况；
- 用能车间生产数据：展示制丝、卷包等车间的生产用能信息；
- 生产计划执行情况：展示制丝、卷包车间 MES 系统生产计划执行情况；
- 动能排产计划和执行：展示各动力系统排产信息及当前执行状态；
- 年度能源消耗汇总：能耗产量、碳排放量、综合能耗；
- 关键指标对标：万支综合能耗、能耗产量、碳排放量、综合能耗的同比环比；
- 关键指标趋势：万支综合能耗、能耗产量、碳排放量、综合能耗的趋势；
- 能源转化漏斗图：展示外购能源、动力加工、生产使用的能源及损耗；
- 万支综合能耗日趋势：展示基准值、实时值、预测值与偏差的趋势；
- 月度水电气剩余量及单耗：展示水电气的月度总量、剩余量、单耗趋势；
- 车间综合能耗对标：展示各车间及辅房的综合能耗对标情况；
- 左右两侧的图表根据用户实际管理需要，在全景视图配置界面中配置。

(2) 空调系统

A. 主要功能

- 状态监控信息：空调管辖区域内的实时温度、湿度，实时热源、湿源产生量以及空调系统阀门开度、可消纳量，新风采用量，供冷量、除湿量、加热蒸汽使用量、加湿蒸汽使用量、送风机运行赫兹等参数的实时值、各环节平衡情况以及未来走势。
- 供应质量信息：温度/湿度趋势图以及其 CPK 曲线；
- 能效信息：表冷器效率、加热器效率基准与实绩，置换单位能量消耗冷

冻水量/蒸汽量/电量基准与实绩；（趋势图，对标柱状图）

- 需求预测信息：未来时间段各工艺段的空调风需求量（温度、湿度、流量）并生成空调风需求量预测曲线（包括制丝车间和卷包车间）；
- 策略优化信息：优化运行策略，如需冷冻水量、加热蒸汽量、加湿蒸汽量、风机运行频率以及负责同一区域各空调间的协同。
- 诊断报警信息：诊断、预警信息，能耗异常报警以及相关的设备异常信息。



(3) 空压系统

A. 主要功能

空压系统显示可视化数据标签和可视化图表。其中可视化数据标签实时展示能源介质生产端的关键设备及辅助设备的当前运行情况、各项能源管控参数、能耗、效率，以及用能端的关键设备、网络拆分情况以及各节点的实时能耗与预测；通过管道连线表示能源介质的流向，展示空压系统整体运行情况。可视化图表展示空压系统的能耗统计情况，分别展示了压缩空气的供需平衡情况、压空电耗的对标与趋势、能耗情况的实时基准预测、下一日需求预测、以及压缩空气的供应质量

4. 安全及可靠性

优也 Thingswise iDOS 提供面向信息安全防护，从云、企、端全方位的信息安全防护方案，实现数据安全、信息安全和物理安全，保障安全自主可控。

(1) 自主可控

平台可灵活部署在公有云的 VPC 环境、私有云环境中的云管环境、虚拟机集群、服务器集群、甚至在现场的软硬一体化机柜，以多种方式保障企业对系统、数据和应用的自主可靠性。

(2) 边界安全

系统实行封闭式防护，在 IaaS 平台部署时将充分利用其虚拟化平台各类安全加固措施，包括虚拟资源隔离的 VPC 安全组等技术进行严格封闭式保护。

(3) 应用安全

提供对租户和系统用户的统一的身份管理和细颗粒度的身份验证体系，保障用户的应用安全。

(4) 数据安全

对数据库的访问实行保密协议和密码保护，对数据库访问行为进行全方位审计。对不同的租户的数据进行隔离，并进行容灾备份。

(5) 网关安全

网关提供读写限制、报文分析、报文过滤等多种安全管理方法提升网关的安全管理策略。

4. 其他亮点

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。

上海优也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

1. 开展设备及系统能源异常诊断和预警

利用精准控能系统所接入的大量实时数据及系统所具备的异常诊断和报警功能,对各个动能系统运行过程中可能出现的设备运行异常及能源供应指标异常进行判异规则梳理,并将规则配置到系统中,实现不间断的异常诊断和监测,及时发现设备/系统的运行异常,并提前采取干预措施,降低设备故障率,提高能源供应质量。

2. 开展设备优化控制策略的运用和完善

在保供前提下,动员和鼓励运行班组充分实践系统推送的优化控制策略,并对策略内容的合理性及策略参数的准确性进行不断的反馈和修正,实现优化策略与实际生产活动的匹配,实现人工经验与数据智能的结合,在部分重点领域实现从人治到混治再到机治的转变,以工业智能驱动能源生产。

3. 开展网格基准的修正和运用

对2022年的能源数据进行大数据分析,对比去年数据,定期对网格基准进行修正,建立更加准确可行的网格基准,服务于能源需量测算及生产过程中的实时监控,并对车间的用能情况提供优化建议。

4. 项目推广

本项目具有推广价值,工业企业为直接生产活动提供水、电、气、冷、热等的公共辅助类车间是公辅车间,应用范围几乎涵盖了所有的轻工业园区和工业企业,本项目在现在客户落地后将会大力推广到其他工业企业。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

(1) 先进性一：先进的工业互联网平台

采用国际先进的四层架构模式,与国内现有的工业互联网平台相比,其先进性在于:

实现了系统功能的结构性解耦,同时具备通用性和可定制性;支持数字孪生

体的类定义和实例化，功能复用性强，开发复杂度低；支持孪生体的聚合互联和多维度大尺度对象的数字孪生体建模，可实现跨工序跨领域的生产优化和实时综合决策。

(2) 先进性二：安全、便捷、智能的开发模式

平台具有严格的边界隔离和端口管理机制，在保障安全的前提下，支持模型、数字孪生体和应用功能的开发。平台提供了可视化的开发 API，兼容人工智能技术，为用户的定制化开发提供安全、便捷、智能的开发模式，保证系统安全性的同时极大地降低开发难度，深度满足用户需求。

(3) 先进性三：可通用可定制的行业数字孪生体结构

优也数字孪生技术打造行业标杆，制定具有通用性的数字孪生体框架，最大限度提升数字孪生体在行业内的互操作性，实现不同细分知识、算法模型和应用功能的共享。并且可以帮助企业积累数据资产和可持续的优化。

(4) 创新点一：创新的能源网格化管理

建立了覆盖供能和用能的端到端网格体系，并确定了各级网格中的各用能能介的能耗基准。利用该套网格和基准，可以在事前根据生产计划进行能源需求量的测算，并根据测算结果进行能源生产的排产，以及管理单位向生产单位下发能耗指标；还可以在事中实时监测各项用能行为是否合理；在建立了基准能耗的情况下，这套系统可以成为企业业绩提升的优先工具：可以实现对不同班组、不同产品的能耗指标的横向对比，并基于对比结果找差异找原因，运用 PDCA 的循环，持续改善能耗指标。

(5) 创新点二：设备群控优化

传统的控制系统是基于单个设备的控制优化，但更多的价值创造有赖于多设备组合后成的动力系统的优化。本系统通过对所有能效介质关键设备，建立单个设备的性能曲线，通过大数据技术、机理模型和 AI 模型，确定经济运行区间和出力能力范围。根据需求量的波动情况，动态的计算不同设备组合模式的优劣，推送设备启停的优化策略，保证动力系统在满足生产需求的情况下，实现综合能耗最优。

(6) 创新点三：以“工业 4.0 客制化用户界面主导”的原则

以”工业 4.0 客制化用户界面主导“的原则,实现不同操作角色的行为进行个性化推送,实时指导。

(7) 创新点四: 动态的供需平衡。

通过动态的对用能端需求量波动情况的预测,得出供能端需要做出的调整,推送优化策略到供能端,从而避免过度供应和欠供应,做到按需供能,动态平衡。

2. 实施效果

(1) 6.7%的能源节降

基于工业互联网架构、设备数字孪生建模和大数据实时计算技术实现全厂区所有动力系统的供需动态平衡,整套园区系统实现了 6.7%的能源节降。

除了系统节能之外,单体设备节能水平亦大幅提高。仅以空压机为例:

- 使空压系统压力达标率提高 10%
- 使空压系统设备故障率降低 10%
- 单个设备能效降低 5%
- 空压系统的总体能耗降低 5%
- 空压系统压力波动 $CPK > 1.0$
- 计划准确率提高 10%;
- 计划编制时间降低 50%



(2) “2022 智能制造” 示范工程

建立了一整套供给、需求和输送侧各设备环节诊断体系，站在全厂区的角度提高能源供应精准性、能源利用效率，本项目赋能客户企业获得当地经信厅所发布的“2022年智能制造试点示范企业”。

（3）联合国工业发展组织中国代表案例

7月末，2022年（第四届）全球工业互联网大会(GIIC 2022)暨工业行业数字化转型年会在乌镇举办。会上，上海优也信息科技有限公司凭借“公辅车间数字化精准控能解决方案”入选 GIIC 工业数字化暨 UNIDO Global Call 2022 中国代表案例之一。（UNIDO - 联合国工业发展组织）

（4）管理方式改变

系统在运行过程中利用先进的流式计算能力，实现对设备的故障诊断、能效异常预警及优化控制。

吸收和沉淀人工经验，发挥大数据模型的价值，建设一套智能化的能源精准控能一体化平台，实现设备启停、生产排产、工艺质量需求、环保运行和能源管理体系的深层次的广泛协同。