

附件

《国家信息化领域节能技术应用指南与案例(2022年版)》

之九：数字化绿色化协同转型节能提效技术

(一) 电力物联网高速载波数据采集及供电系统优化技术

1. 技术适用范围

适用于工业企业供配电系统运维管理及改造。

2. 技术原理及工艺

利用电力物联网高速载波技术对低压供电台区供用电数据、设备运行参数、环境状态等信息进行高频采集和实时监控分析，实现供电线路状态监控、用电负荷感知和调节，达到优化供电控制、提高供电效率、电能利用比值等效果。电力物联网高速载波数据采集及供电系统工作原理如图 1 所示。

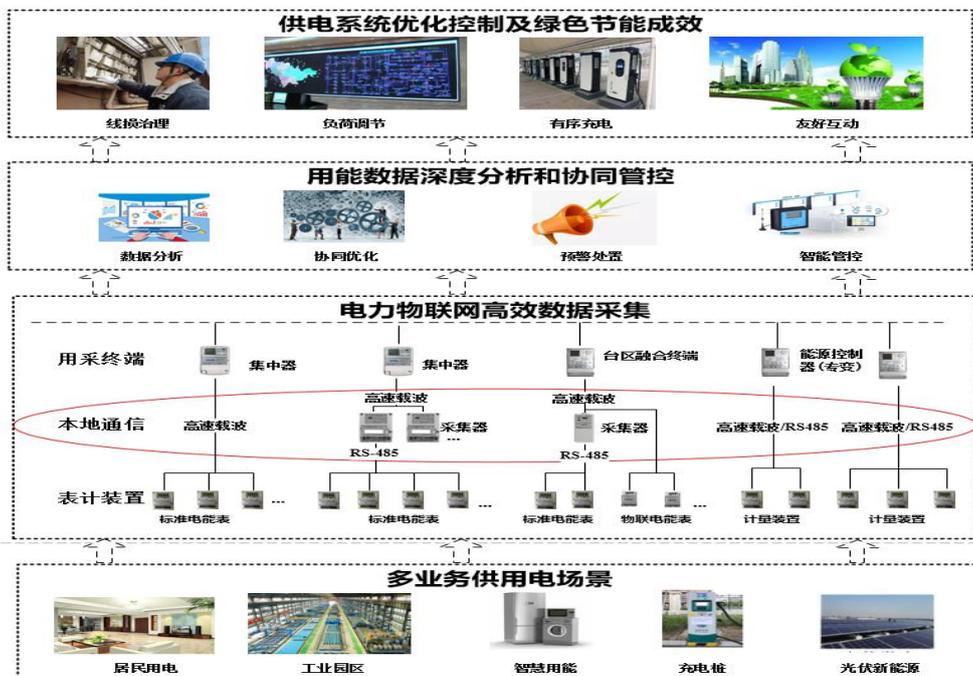


图 1 电力物联网高速载波数据采集及供电系统工作原理图

3.技术指标

- (1) 供电损耗可减少：1%；
- (2) 降低用电峰时段总负荷，节约电能消耗：>5%；
- (3) 停电上报时间：<60 秒；
- (4) 数据采集成功率：99%。

4.技术功能特性

(1) 具备快速自动组网、自动中继、通信响应速度快等特点，支持用电数据高频高效采集，支持分钟级曲线采集，成功率大于 99%；

(2) 支持台区自动识别、相位拓扑识别、停电事件主动上报、时钟精准治理等应用功能；

(3) 采用模块化设计，支持远程在线升级，智能化自动化程度高，减少人工维护工作量。

5.应用案例

智慧供电系统监测及线损治理示范项目，技术提供单位为北京智芯微电子科技有限公司。

(1) 用户用能情况：某供电台区用电量较大，供电线路损耗较高，供电设备运行状态无法实时监控，用电高峰时段常采取“拉闸限电”措施为电网“减压”。

(2) 实施内容及周期：运用电力物联网高速载波数据采集及供电系统对居民用电数据进行采集和用电负荷进行精准调节，

提高供电效率、降低峰时总负荷。实施周期 2 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，可降低台区用电峰时段总负荷，平均节约电能 5%，节能量为 120 万千瓦时/年。投资回收期约 1.8 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 10%。可实现节约标准煤 10 万吨/年及以上。

(二) 基于无线通信及多约束条件人工智能算法的公辅车间管理系统

1.技术适用范围

适用于工业企业空压站房等公辅车间运维管理及改造。

2.技术原理及工艺

针对工厂空压站等公辅车间，通过可视化方式展示车间设备运行状况，通过大数据可视化技术、窄带恒压技术、多约束多参数控制算法和边缘计算技术等对设备进行智能控制，协助实现空压站运行提质稳压。公辅车间管理系统架构如图 2 所示。

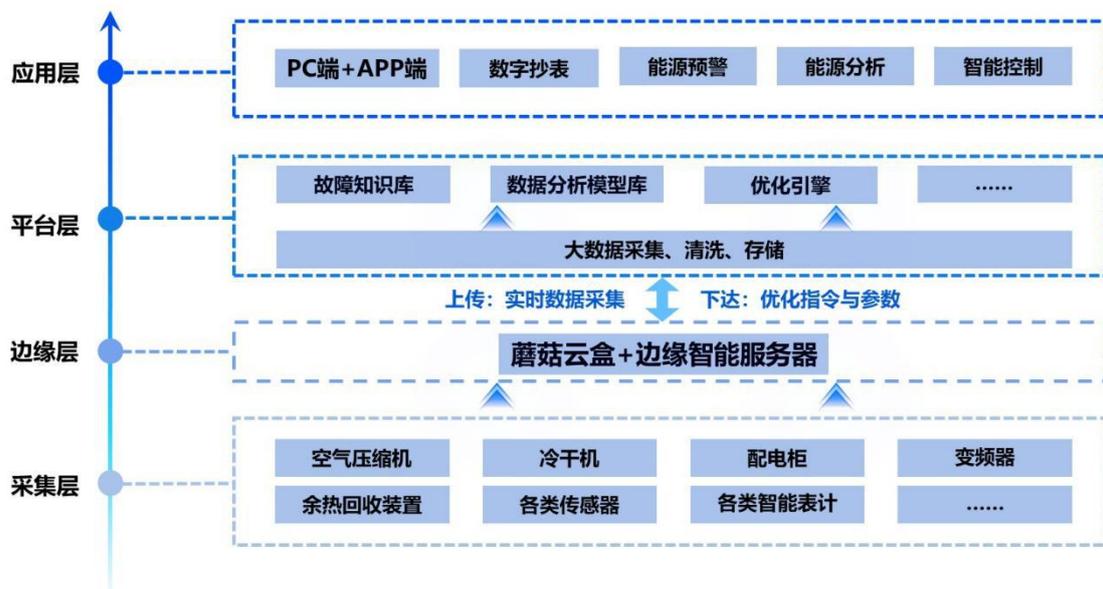


图 2 公辅车间管理系统架构图

3.技术指标

- (1) 空压站节电率：10%~30%；
- (2) 支持连接节点数量：≥100；

(3) 数据采集频率： ≤ 2 秒；

(4) 通讯掉包率： $< 0.5\%$ ；

(5) 通讯延迟： < 200 毫秒。

4.技术功能特性

(1) 可自动采集空压站内设备的运行数据，通过二维/三维组态可视化展示空压站的实时监测数据，还可通过个人电脑或移动设备远程监控；

(2) 采用负荷预测模型可智能识别生产车间用气规律，单机能效模型可智能识别空压机的实际供气能力和效能，管道压降模型可智能识别管道的损耗，从而优化调整空压站设备的运行状态，实现按需供气，降低能耗。

5.应用案例

某汽车装配工厂空压站云智控改造项目，技术提供单位为蘑菇物联技术（深圳）有限公司。

(1) 用户用能情况：该工厂空压站有 1 台 185 千瓦工频机、5 台 262 千瓦工频机、4 台 450 千瓦高压机、1 台 250 千瓦变频机；三线空压站有 1 台 200 千瓦工频机、4 台 600 千瓦离心机等耗能设备。平均耗电量达到 180 万千瓦时/月。

(2) 实施内容及将空压站的所有设备接周期：入物联网关，在车间安装边缘服务器，调试车间网络环境，接入云智控管理系统。实施周期 1 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，空压站设备平均加载率由 95%提高至 98%，节能率达 10%，节能量为 65 万千瓦时/年。投资回收期约 16 个月。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 10%。可实现节约标准煤 500 万吨/年及以上。

(三) 基于大数据的工业企业用能智能化管控技术

1. 技术适用范围

适用于工业园区整体能源管理及改造。

2. 技术原理及工艺

采用标准云架构模式，以电气设备指纹提取、负荷用电数据预测、综合能效分析与计算、异常用能分析等算法为核心，在对工业企业用能信息数据监控、采集基础上，基于人工智能和大数据技术进行智能分析及管理，以数字化手段协助用能管控与能效提升。技术原理如图 3 所示。

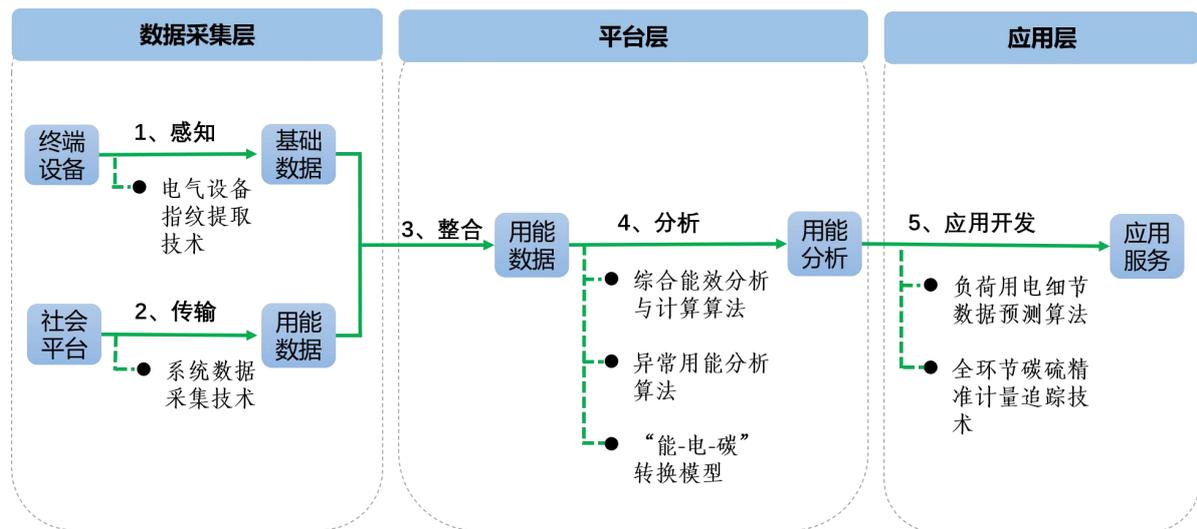


图 3 基于大数据的工业企业用能智能化管控技术原理图

3. 技术指标

- (1) 系统节能率：20%；
- (2) 系统平均故障修理时间：<1 天；
- (3) 系统执行简单业务平均响应时间：≤5 秒；
- (4) 复杂综合业务平均响应时间：≤8 秒；

(5) 平均无故障率: >99.9%。

4.技术功能特性

(1) 支撑多场景下综合能源数据的语义一致性融合, 解决常规能源系统数据模型不统一、数据不互通的问题;

(2) 构建云边协同与模块化微服务架构, 解决多粒度对象多模态能源数据高效可视化需求。

5.应用案例

某营业厅节能改造项目, 技术提供单位为天津市普迅电力信息技术有限公司。

(1) 用户用能情况: 某营业厅能源系统运行超过 10 年, 现供热、供冷、照明等系统均独立运行, 缺乏协调优化运行调控手段, 单位面积能耗约 80 千瓦时。

(2) 实施内容及周期: 运用基于大数据的工业企业用能智能化管控技术对该单位的发电系统、用能设备的运行状态、功率、参数等实时采集存储、动态监测控制, 根据不同业务场景需求进行设备接入和输出模块的灵活组合和配置。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期: 改造完成后, 系统综合能效比由 1 提升至 2.50, 节能率 20%, 节能量为 3 万千瓦时/年。投资回收期约 7.30 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 1.7 万吨/年及以上。

（四）基于工业互联网的设备运行智能化协同管理技术

1.技术适用范围

适用于工业企业设备运行管理及改造。

2.技术原理及工艺

依托物联网、人工智能、大数据、云计算等技术，通过工业互联网平台对设备运行状态和环境参数进行监控及分析，实现基于算法模型的自预警、自诊断及优化，降低设备能耗。基于工业互联网的设备运行智能化协同管理技术原理如图 4 所示。

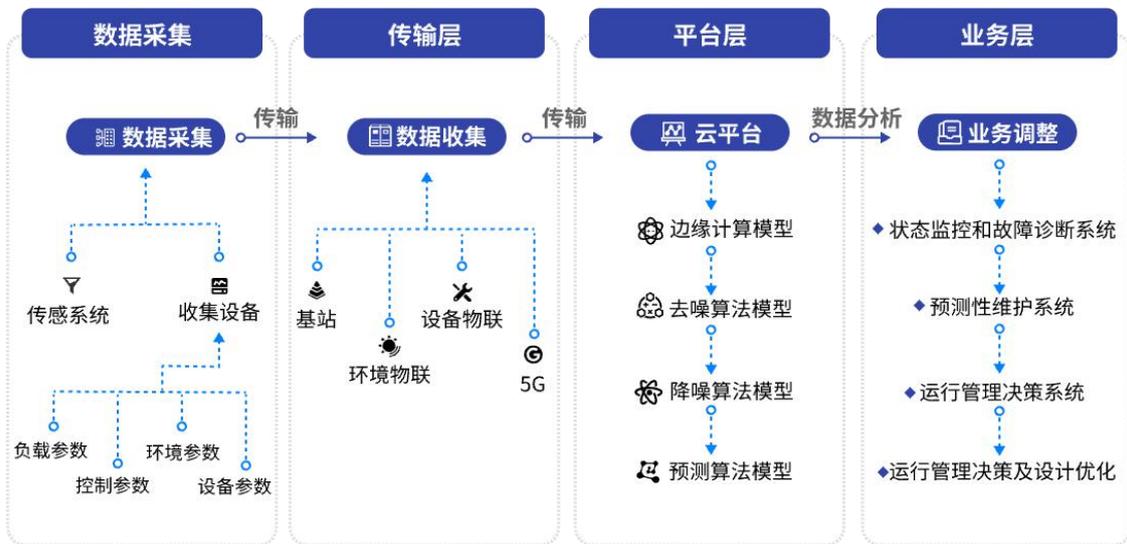


图 4 基于工业互联网的设备运行智能化协同管理技术原理图

3.技术指标

- (1) 能耗降低： $\geq 10\%$;
- (2) 水资源循环利用率提升： 35% ;
- (3) 运营成本降低： 22% 。

4.技术功能特性

建立用于信息采集、传输、存储的物联网平台，实现对设备

运行状态实时监测，并将监测的数据进行分类、清洗、挖掘等分析处理后送入专家系统进行模型化分析，得到设备当前故障影响因素，并预测设备将会发生故障的影响因子，形成故障解决方案。

5.应用案例

安徽省某设备运行智能化协同管理改造项目，技术提供单位为劲旅环境科技股份有限公司。

(1) 项目改造前未搭建工业互联网平台，没有对设备运行状态和环境参数进行监控及分析的能力，设备无法进行自预警、自诊断及优化，中端设备油耗量大、故障率高，耗能量达到 9 万吨标煤/年；

(2) 实施内容及周期：搭建预测性维护与智能运维平台，完成从传感器核心元器件、无线传感器网络、数据采集、工业大数据、预测性维护到设备管理智能化解决方案的完整技术布局。实施周期 5 个月。

(3) 节能减排效果：通过对设备运行状态和环境参数的有效监控及分析，降低了设备计划外停机，减少维护频率，设备能耗降低 10%；准确预测分析设备故障机理，避免失修过修，维护成本降低 22%；以设备运行状态为核心，对数据进行深度挖掘分析，提高设备运行效率，年节能量 729 万千瓦时。。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 86 万吨/年及以上。

（五）流程工业能源系统运行调度优化技术

1.技术适用范围

适用于流程工业能源系统运维管理及改造。

2.技术原理及工艺

针对流程工业能源系统，以大型数据库构建智能化能源管理平台，结合多能源介质产耗预测技术、机理建模与数据分析技术、优化调度技术、非线性规划求解技术等，建立能源管网模拟与协同平衡模型，实现能源系统多周期动态优化调度。流程工业能源系统运行调度优化技术原理如图 5 所示。



图 5 流程工业能源系统运行调度优化技术原理图

3.技术指标

- (1) 能源系统综合能耗降低： $>1.5\%$ ；
- (2) 废气排放量减少： $>5\%$ ；
- (3) 主要能源介质管网模拟精度： $>95\%$ 。

4.技术功能特性

(1) 实时监控能源产耗平衡、实时计算及监控设备能效；

(2) 开展能源统计分析，评价装置及设备能效水平；建立动态能耗基准，发现能耗异常、挖掘节能潜力；

(3) 进行多能源介质产耗预测、能源管网模拟，支撑能源系统优化调度，实现节能运行。

5.应用案例

辽宁省某能源管理优化项目，技术提供单位为浙江中控技术股份有限公司。

(1) 用户用能情况：该企业在扩能改造时，能源系统没有进行同步适应性改造，导致在扩能改造后，部分装置与系统不匹配，致使企业能耗偏高。

(2) 实施内容及周期：搭建涵盖能源计划、调度与操作优化、过程模拟、统计分析、计量管理等功能的能源管控与优化平台。实施周期 1 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，据统计，企业万元产值综合能耗下降 3%，节能率 3%，可节约标准煤 2 万吨/年。投资回收期 6 个月。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 45 万吨/年及以上。

(六) 基于工业互联网面向工业窑炉高效燃烧的大涡湍流算法

1. 技术适用范围

适用于基础工业产品热加工及热处理用燃烧系统改造。

2. 技术原理及工艺

基于现有基础工业工艺热需求、节能需求和减排需求，通过大涡湍流燃烧模拟算法设计适用于该工业炉窑的燃烧系统并根据模拟所得参数对炉窑现有燃烧系统进行改造，同时采用数字孪生技术对工业燃烧动态参数进行即时运算和呈现，实现精细化燃烧。工业窑炉高效燃烧的大涡湍流算法原理如图 6 所示。

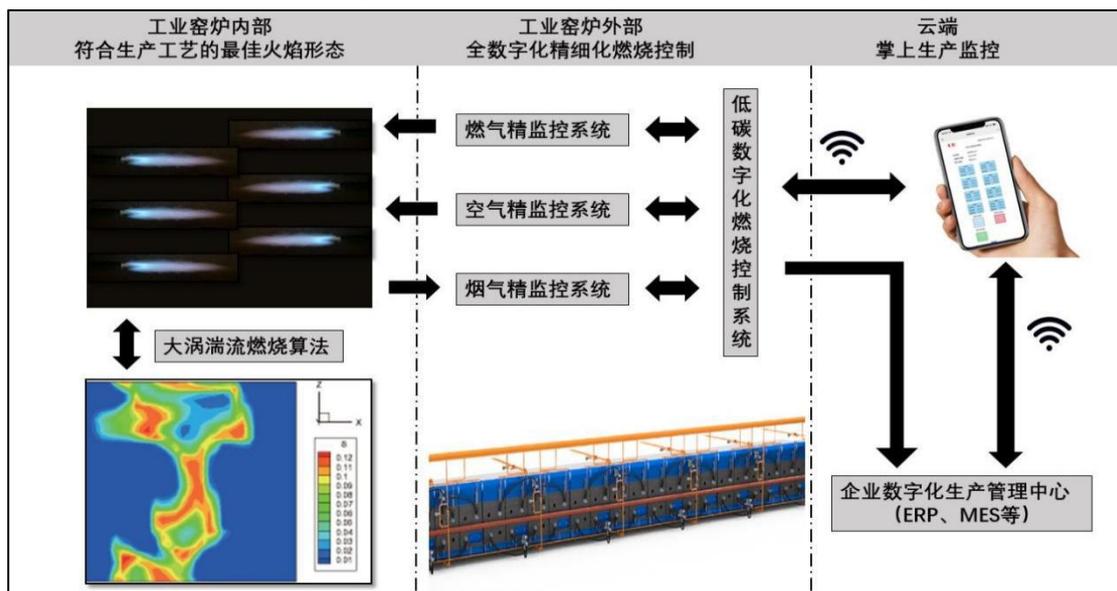


图 6 工业窑炉高效燃烧的大涡湍流算法原理图

3. 技术指标

- (1) 节省天然气：10%~40%；
- (2) 减少氮氧化物排放：25%~40%；
- (3) 提高产品合格率：3%。

4.技术功能特性

(1) 通过大涡湍流算法设计的燃烧系统比原有工艺节约天然气 10%~40%;

(2) 火焰形态的最优化能确保产品品质最优化, 避免局部欠烧和过烧引发的品质不稳定问题;

(3) 燃烧参数可进行实时采集和控制, 实现精细化燃烧。

5.应用案例

中国某特种装备制造公司表面加热控制系统改造项目, 技术提供单位为江阴优燃科技有限公司。

(1) 用户用能情况: 中国某特种装备制造公司压力容器焊缝加热火焰热量向周围散发严重、天然气用量很高, 在大风或者加工瑕疵等条件下容易熄火且没有熄火报警, 存在安全隐患。

(2) 实施内容及周期: 以大涡湍流燃烧模拟为基础设计一套表面加热燃烧控制系统。实施周期 1 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期: 改造完成后, 该套设备可为大型压力容器焊接表面进行预热, 与国内现有的加热排管相比, 节省天然气 40%, 以该厂 100 条焊缝的产能计算, 可节省天然气 40 万立方米/年。投资回收期 2 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 1 万吨/年及以上。

(七) 基于云计算的能源站智能化能效管控技术

1.技术适用范围

适用于工业企业能源系统运维管理及改造。

2.技术原理及工艺

通过网关采集设备和系统运行数据，利用优化算法和专家模型，实现对能源站设备及系统状态感知、诊断和优化。同时利用虚拟对象技术及参数可编程技术，扩充适用能源站类型，扩展节能优化算法。基于云计算的能源站智能化能效管控技术架构如图7所示。

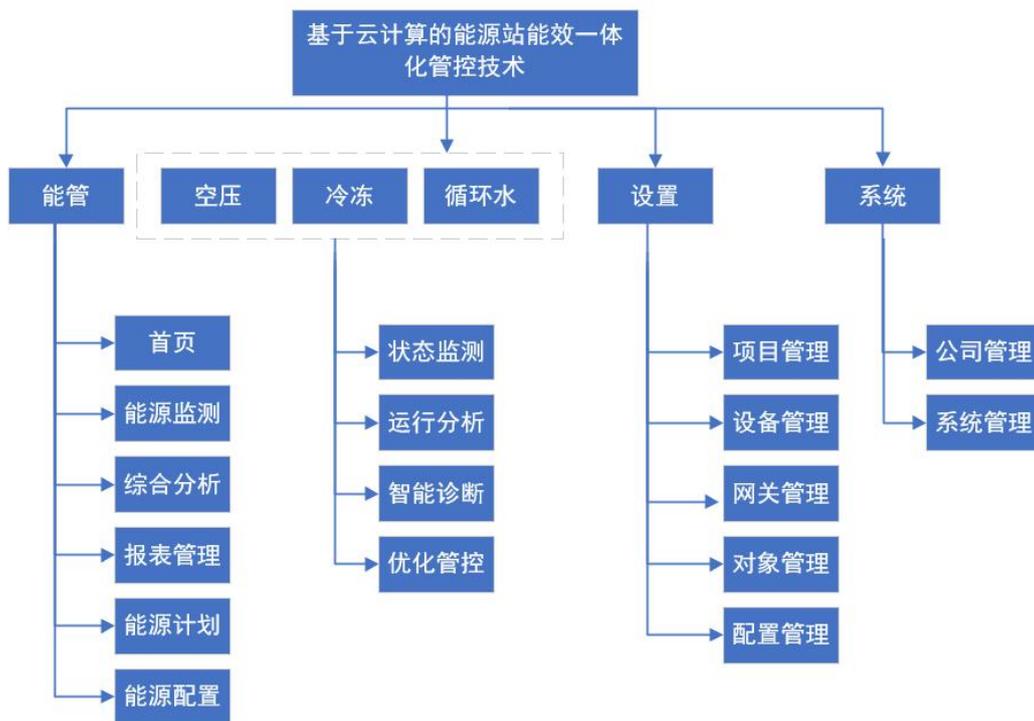


图7 基于云计算的能源站智能化能效管控技术架构图

3.技术指标

(1) 节能率： $\geq 10\%$;

- (2) 实时数据采集周期：10 秒至 1 小时可调；
- (3) 一般功能响应 ≤ 2 秒；
- (4) 复杂功能响应 ≤ 10 秒。

4.技术功能特性

- (1) 支持多类型设备接入，兼容性强；
- (2) 以可视化图表的方式精准查找能效漏洞，优化能源站运行调度；
- (3) 通过采集系统运行数据，自动计算系统运行能效，并对存在的问题进行诊断和分析；
- (4) 通过多种优化算法和专家模型，深度优化系统运行能效。

5.应用案例

河南省某化工有限责任公司压缩空气系统节能改造项目，技术提供单位为杭州哲达科技股份有限公司。

(1) 用户用能情况：河南省某化工有限责任公司动力厂空压站共 4 台离心机和 2 台螺杆机，设计总供气量为 800 立方米/分钟，供气压力 0.70 ± 0.05 兆帕。原有的吸干机均为无热型干燥机，通过使用干燥后的空气膨胀做功，使吸附剂与所吸附水分强行分离，脱附后再排除空气，损耗的压缩空气超过产气量的 15%。

(2) 实施内容及周期：拆除 4 台离心机三级冷却器，配套零气耗余热再生干燥机，空压站群控采用基于云计算的能源站能

效一体化管控技术。实施周期 5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造前原空压站基准电耗为 0.17 千瓦时/标立方米，改造后电耗为 0.12 千瓦时/标立方米，空压站的平均运行气量约为每分钟 400 标立方米，按照全年运行 8000 小时计算，改造完成后，节能量为 880 万千瓦时/年。投资回收期约 2 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 10%。可实现节约标准煤 46 万吨/年及以上。

(八) 基于工业大数据动态优化模型的离散制造业用能管控技术

1. 技术适用范围

适用于离散制造业企业压铸、热处理等工序运维管理及改造。

2. 技术原理及工艺

以离散制造业中能流动态模型为主线，对生产场景内能流、价值流进行解耦分析，利用工业互联网和大数据采集分析技术，结合精益管理途径，提供节能工艺参数优化、节能排产优化和设备边缘端节能管控等优化措施。基于工业大数据动态优化模型的离散制造业用能管控技术原理如图 8 所示。

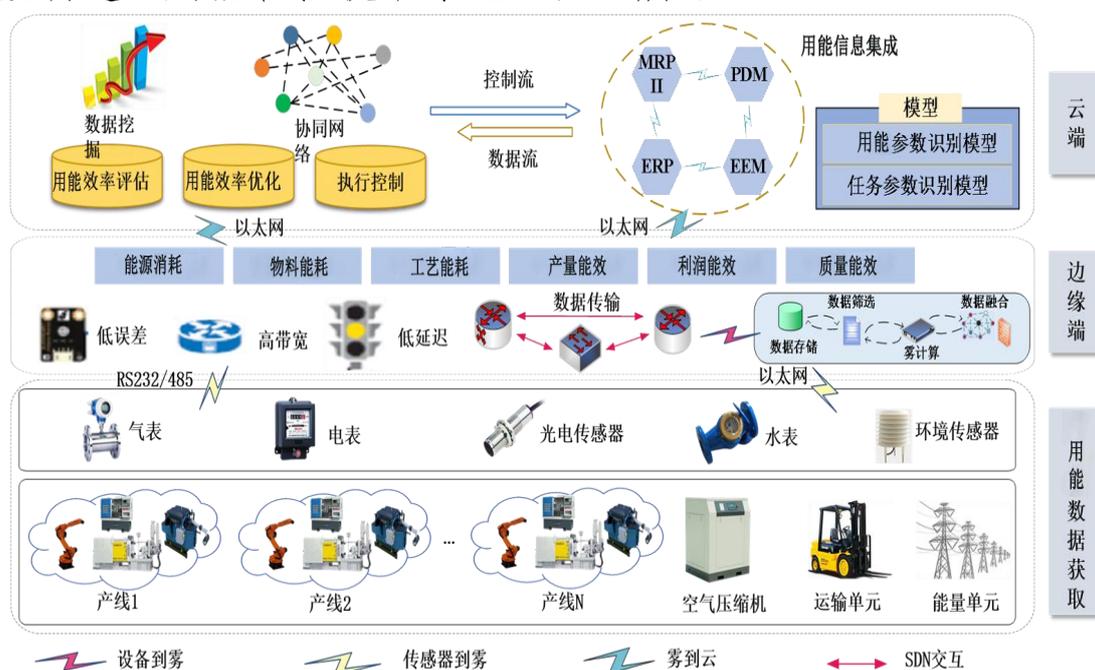


图 8 基于工业大数据动态优化模型的离散制造业用能管控技术原理图

3. 技术指标

- (1) 综合能耗降低：5%~10%；
- (2) 车间设备运行效率提升：10%~15%；

(3) 产品质量提高：8%~12%。

4.技术功能特性

(1) 建立生产全流程用能场景能/碳排放动态模型，可为生产全流程智能节能降碳优化运行及动态调控提供支撑；

(2) 针对重点行业提出设备使用率、物料消耗、工艺参数、排产约束值等与能耗/碳排放之间的计算和优化运行控制模型，并构造复杂模型求解的自学习算法，可实现生产全流程智能节能降碳优化；

(3) 针对机械加工、汽车及其零部件制造等重点行业，提出基于实时能耗/碳排放数据及云边协同一体化控制的生产全流程用能动态调控机制，可对生产设备能耗进行实时管控。

5.应用案例

重庆市某大型机械加工企业改造项目，技术提供单位为重庆工业大数据创新中心有限公司。

(1) 用户用能情况：重庆市某大型机械加工企业车间有 13 台大型压铸设备、8 台小型压铸设备、13 台焊接机器人及 4 台机械手臂设备。企业成立时间较长，多数大型设备老化、能耗高、容易出现故障。

(2) 实施内容及周期：在该车间建设基于工业大数据驱动的绿色制造智能产线管理平台，对企业能源、设备精益化管控，分析企业能源结构、设备能耗情况等。实施周期 1 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，设备运行效率提升 27%，生产能效提升 21%，节能率 6%。投资回收期约 1 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 5%。可实现节约标准煤 100 万吨/年。

(九) 基于大数据分析的企业用能智能化运营技术

1. 技术适用范围

适用于工业企业及园区能源系统运维管理及改造。

2. 技术原理及工艺

采用大数据、第五代移动通信、云计算等信息技术，实现对工业企业 24 小时连续监测监控，以及对所采集用能数据进行存储、计算、分析，结合实时预警策略，对工业企业和园区内能源系统进行调控配置。基于大数据分析的企业用能智能化运营技术架构如图 9 所示。

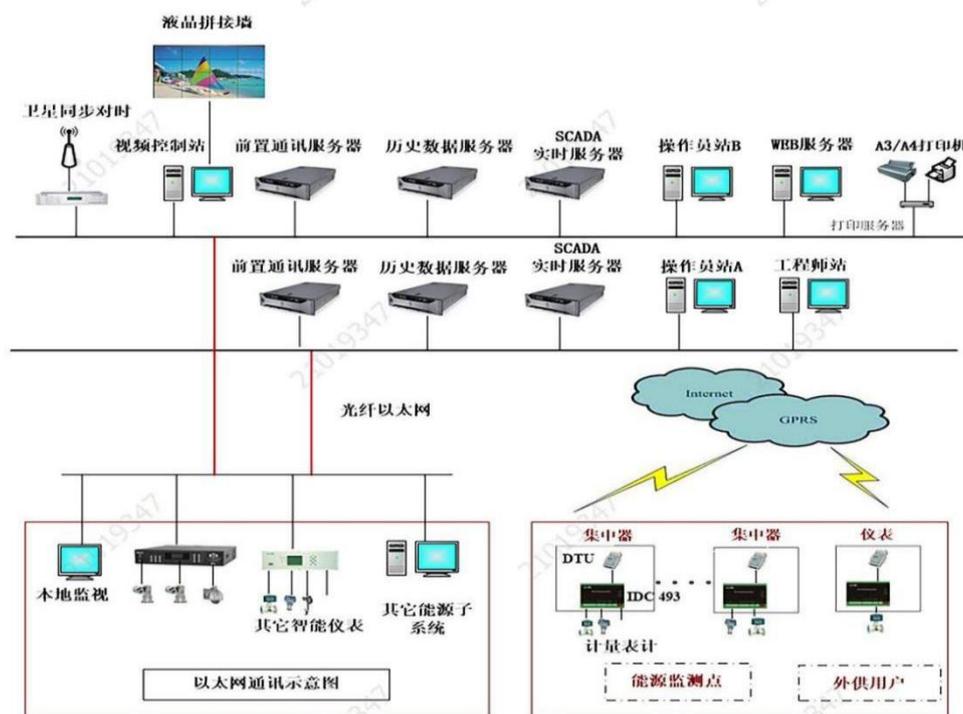


图 9 基于大数据分析的企业用能智能化运营技术架构图

3. 技术指标

(1) 单位产品能耗下降：6.5%；

(2) 能源利用率: >85%;

(3) 通过降低用电峰时段总负荷, 节约电能消耗: 5%。

4.技术功能特性

(1) 数据处理自动化;

(2) 数据服务智能化;

(3) 数据采集能力强。

5.应用案例

山东省某智慧能源改造项目, 技术提供单位为青岛海尔能源动力有限公司。

(1) 用户用能情况: 该项目空调、照明设备未采取平台化集中管理, 2020年用电量为72万千瓦时。

(2) 实施内容及周期: 搭建基于大数据分析的企业用能智慧运营平台对中央空调、照明设施等各类系统进行分布式监控和集中管理。实施周期2个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期: 改造完成后, 据电表统计, 2021年用电量为54万千瓦时, 较改造前, 节能率为20%, 节能量为18万千瓦时/年。投资回收期2年。

6.预计到2025年行业普及率及节能能力

预计到2025年行业普及率可达到10%。可实现节约标准煤1万吨/年及以上。

(十) 基于第五代移动通信（5G）及大数据的数字设备节能管理技术

1. 技术适用范围

适用于工业和通信企业数字设备运维管理及改造。

2. 技术原理及工艺

通过第五代移动通信获取数字设备运行功率数据及开关权限，通过微控制单元（MCU）实现集中管理及分路独立计量，并基于大数据技术实现差异化备电、远程使用授权等功能。基于第五代移动通信及大数据的数字设备节能管理技术网络架构如图 10 所示。

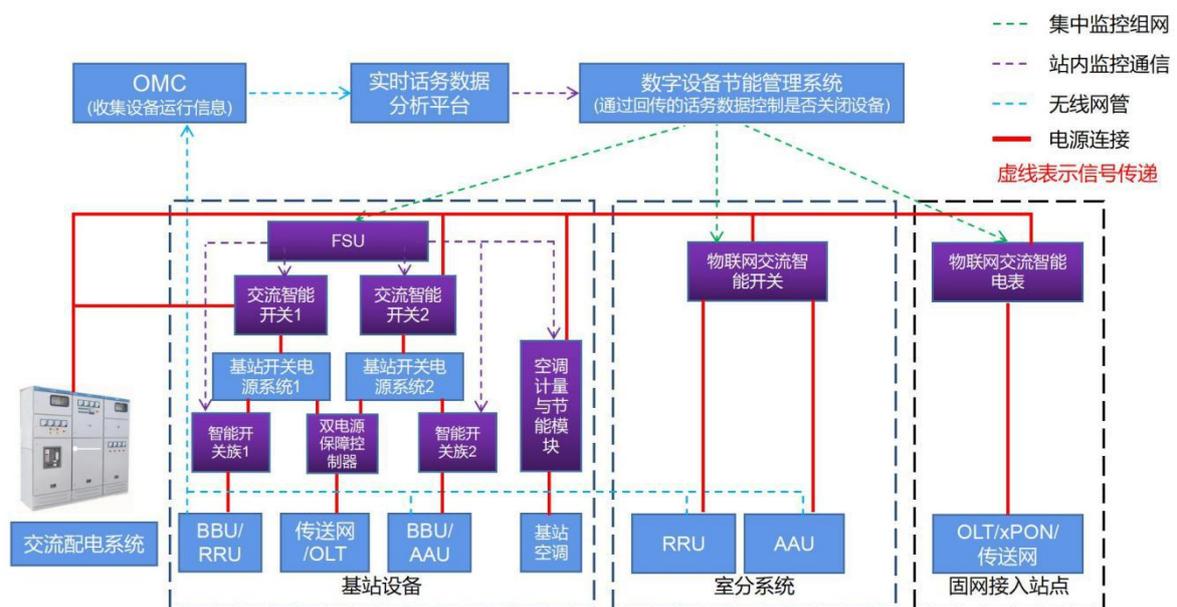


图 10 基于第五代移动通信及大数据的数字设备节能管理技术网络架构图

3. 技术指标

(1) 节能率: >10%;

(2) 设备支持嵌入式（19 英寸机柜）安装方式，机框高度： < 1 单元（U）；

(3) 防护等级： $\geq IP20$ ；

(4) 在标准温度和额定电压下设备功率消耗： ≤ 10 瓦；电压、电流测量误差： $\leq 1\%$ ；电量计量误差： $\leq 2\%$ 。

4.技术功能特性

(1) 可实现多用户共享基站的差异化备电需求；

(2) 具备分路电量计量功能，可实现分组计量精细化管理；

(3) 可对不同运营商负载设备实现差异化发电管理；

(4) 每分路可以单独设置定时时间，实现远程关断和闭合功能。

5.应用案例

重庆市某商圈电源配套改造项目，技术提供单位为中国铁塔股份有限公司重庆市分公司。

(1) 用户用能情况：该商圈人流量大，数据流量高，基站密度高，设备功耗高，平均每站电量消耗为 72 千瓦时/天，但每天凌晨 2 点至 5 点人流量极少，基站部分小区数据流量为 0。

(2) 实施内容及周期：对该商圈 36 个基站电源配套机柜增加智能配电单元（智能 DCDU）及相关设备。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，平均每天电量消耗为 63 千瓦时/天，节能率为 12.5%，节能量为 12 万千瓦

时/年。投资回收期 2 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 5 万吨/年及以上。

(十一) 钢铁烧结过程协同优化及装备智能诊断技术

1. 技术适用范围

适用于钢铁工业烧结工厂新建及改造。

2. 技术原理及工艺

主线装备实现自动化状态检测和智能诊断，通过关键工艺参数和生产指标感知技术，建立烧结过程产量、质量、能耗多目标优化与智能控制模型，实现烧结过程能耗降低与质量提高，以及智能化与无人化作业。钢铁烧结过程协同优化及装备智能诊断系统构架如图 11 所示。

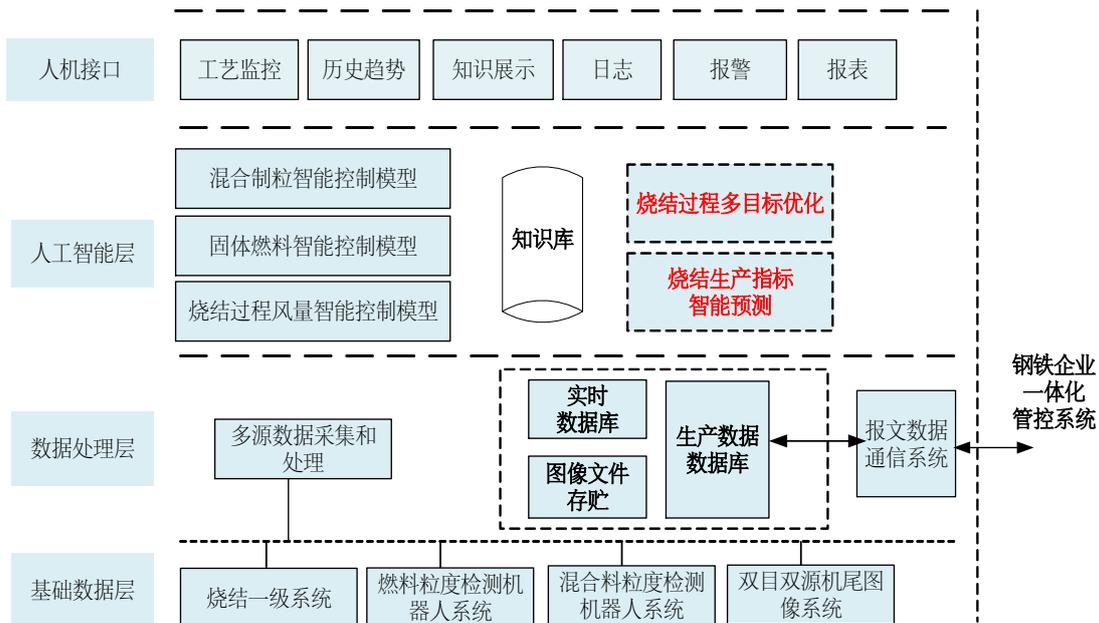


图 11 钢铁烧结过程协同优化及装备智能诊断系统构架图

3. 技术指标

- (1) 固体能耗： ≤ 45 千克标准煤/吨；
- (2) 吨产品工序能耗：40 千克标准煤；

(3) 烧结成品率： $\geq 81\%$;

(4) 岗位定员：40 人。

4.技术功能特性

(1) 采用基于液氮定型、无扰筛分和微波快速干燥的物料粒度检测技术，实现烧结混合料粒度、水分、燃料粒度在线精准感知；

(2) 采用固体能耗多目标智能优化模型及混合料水分、燃料配比和烧结风量等工艺参数智能控制模型，实现烧结质量和能耗协同优化与智能控制；

(3) 烧结关键设备状态智能感知与诊断，实现减员增效。

5.应用案例

河北省某公司 215 平方米烧结工程智能制造系统 EPC 项目，技术提供单位为中冶长天国际工程有限责任公司。

(1) 用户用能情况：该项目为新建项目。

(2) 实施内容及周期：建立设备健康管理系统、智能巡检管理系统、烧结机掉轮及算条在线诊断系统。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，工序能耗降低 1.5 千克标准煤/吨矿，电耗降低 15 千瓦时/吨矿，煤气消耗降低约 10 立方米/吨矿。投资回收期约 1.8 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 25%。可实现节约标准煤 90 万吨/年及以上。