
铸管行业生产线智能管控系统解决方案

沈阳中科奥维科技股份有限公司

网络行业应用篇/智能化生产

1 概述

1.1 背景

工业无线网络技术兴起于 21 世纪初，通过设备间的交互过程，提供低成本、高灵活的泛在制造信息系统和环境，代表着工业物联网技术和产业发展的重点方向。我国自主研发的 WIA-PA 技术规范已成为国际 IEC 标准，在产业竞争中占得先机。

1.2 实施目标

据统计冶金行业生产设备差距并不十分明显，工厂自动化与智慧化深度融合越来越成为助力企业在市场竞争中重要因素，国家由此确立“工业 4.0”的发展目标，提出深化互联网在制造领域的应用，加快开展物联网技术研发和应用示范，培育智能监测、远程诊断管理、全产业链追溯等工业互联网新应用，实施工业云及工业大数据创新应用试点，建设一批高质量的工业云服务和工业大数据平台。

我国自主研发的物联网 WIA-PA 标准，于 2011 年 10 月被 IEC 全票通过成为国际标准，2011 年 12 月成为国家标准，使中国在国际上拥有重要的话语权。作为物联网国际标准的制定者，国内

标准的引领者，本公司将会在“工业 4.0”，“一带一路”应用和发展，为企业提供强大的助力。

1.3 适用范围

根据覆盖区域及现场无线采集节点数量，对厂区进行 WIA-PA 网络全覆盖，新建 WIA-PA 无线传输系统智能无线网关采用分散式布置方式，与各生产车间的管理结构布局相同，这样也便于系统实施后的设备维护及设备管理。在各生产车间安放 WIA-PA 智能无线网关，负责采集该生产车间管理范围内的所有能耗仪表数据、生产过程数据、机泵振动和加速度数据、有毒气体监测数据、环境数据等。

1.4 在工业互联网网络体系架构中的位置

本方案在图 1 中所处第 1、4、6 处，通过现场安装仪器仪表等智能机器，在工厂控制系统处安装无线网关，通过无线网关控制现场的无线智能机器，从而达到远程控制的目的。在现场安装无线智能机器后，智能机器可以通过现场网络之间互相关联。在现场和工厂控制系统全部安装后，和工厂云平台通过网络相连接，此时用户可以通过访问云平台到达工厂控制系统，从而控制现场智能机器。

通过本系统的示范应用，在实现系统全部功能的同时，为智能工厂建设形成生产信息标准化体系及工厂物联网标准化体系两套标准体系，标准体系的建立将聚焦企业优势领域，兼顾传统产业转型升级为出发点，按照“共性先立、急用先行”的原则，

统筹标准资源、优化标准结构，重点解决当前推进智能制造工作中遇到的数据集成、互联互通等基础瓶颈问题。

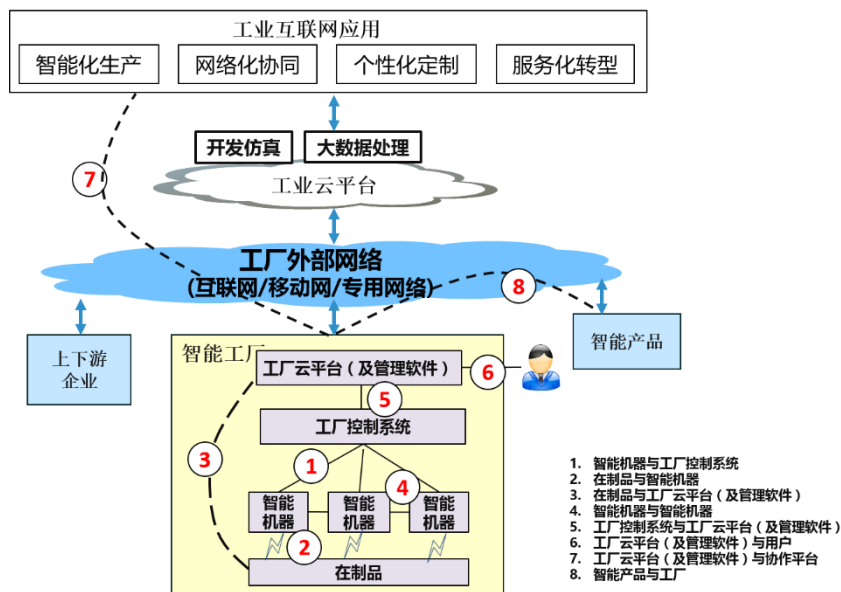


图 1 工业互联网互联示意图

2 需求分析

2.1 工厂现状

据统计铸管厂自动化及信息化水平一直较低，整个厂区面临着升级改造的紧迫问题，另外，新建生产线也面临着先进的数字化、自动化技术的引进，以全面提升生产效率，达到高效、节能、环保、稳产的基本目标。

- 能源管控不足

目前厂内风气表数据采集覆盖率约为 90%，水表数据采集覆盖率不超过 10%，电能表数据采集覆盖率约为 65%，采集能耗数据的不完整性与分散性导致无法根据生产计划实现能源的智能管控。

- 关键设备健康状态无法在线诊断

不同区域所涉及的设备和工艺不同部门负责，同时大部分工

序作业，并没有相应的信息化系统参与控制，导致整个车间信息流阻塞。关键机泵运行状态采用人工定期检查的方式，没有设备健康状态实现监测及诊断系统，设备故障不能提前预判。

- 危险区域气体泄漏未实时监测

危险区域没有气体泄漏实时监测，不能实时监测危险区域是否存在有毒气体泄漏，不能全面掌控厂区内环境数据。距离实现全厂安全环保生产还有一定差距。

2.2 现状分析

钢铁行业属于资产密集型企业，该类机组结构庞大复杂，连续运行时间长、转速高，控制系统精密，制造周期长，检维修困难，一旦发生故障，轻者引起装置停产，重者会造成机毁人亡的重大恶性事故。

根据上述情况，通过引入生产线能源计量与设备健康诊断系统，可同时实现生产线智能能源管控与关键设备健康状态管控；

一、通过系统应用，全面采集生产过程中所有耗能设备的“水”“电”“气”的能源消耗情况，并将能耗数据与生产产量关联起来，通过长期数据积累及能耗模型的构建，最终可实现不同投产需求下所需能耗的提前预估，为生产管理决策者提供理论依据，合理安排调度生产，进而达到节能减排、最优生产的使用效果。

二、通过系统应用，对厂内的关键机泵设备健康状态实现健康监测，控系统通过在拟监测机组振动明显部位安装无线监测器或有线传感器进行设备运行数据的实时采集，同时通过在线监测系统

整合已有监测系统数据，并根据机组的运行特性配置针对性的数据采集策略，抓取对分析定位机组故障有效的振动、温度数据，并借助智能报警策略，及时发现机组的运行异常状态，并实现异常状态的自动推送短信和移动 APP 报警推送。

3 解决方案

3.1 方案介绍

利用信息技术建立能源管理系统更可以为各种节能降耗手段的充分实施奠定数据基础，具有非常明显的现实意义。通过信息技术手段建立集中统一的智能能源管理子系统势在必行，对能源数据进行分析、处理和加工，工作人员能实时掌握能源运行的状态：

- 1) 全方位监控能源运行、使用与分配
- 2) 能源数据采集、能效分析
- 3) 能源供给的优化、负荷分配、负载均衡

利用智能能源管理子系统，在企业出现用能高峰或低谷时，从全局角度了解能源使用和变化。通过对能源进行合理调整，确保系统运行在最佳状态。智能能源管理子系统还有利于工作人员及时采取措施，优化其他能源调度，有效地减少高炉煤气的排放，减少了环境污染，进一步提高了能源的合理利用率。智能能源管理子系统平台解决方案从能源使用的全生命周期角度实现灵活可靠的工业能源过程监控。通过对重要的能源运行数据的集成，建立透明度更高的能源调度与管理平台，在更低能耗、更低排放

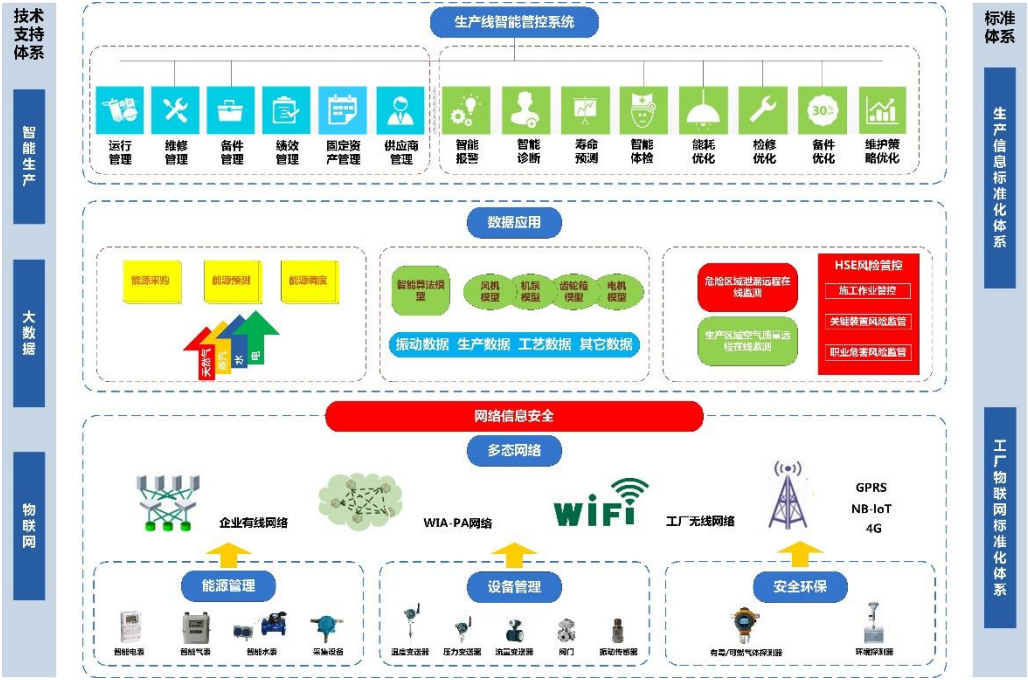
的水平下获取运行优化和最大化生产力：针对冶金行业对节能增效的需求，通过动态灵活地定制报表、管理和可视化功能，对各部门用电以及其它能耗趋势、增长情况、节能情况实绩进行自动或手工操作进行记录。为节能增效提供全方位多样性的追溯手段以及各种分析工具。智能能源管理子系解决方案从系统上改善了冶金企业能源使用的跟踪与追溯能力。通过对能源使用的可视化改善，提供各单位对能源消耗过程以及记录的可追溯性，降低满足政府环保法规和国际标准遵从的时间成本和资金成本。从企业管理角度而言，智能能源管理子系解决方案为企业管理者提供高可视化的能源使用和消耗状况，辅助企业决策层对节能增效管理策略的制定和实施。

智能能源管理子系统将对企业能源环网采集的“水”“电”“气”数据进行汇集分析,通过使用符合 WIA-PA 技术标准的 WIA-PA 智能无线网关、WIA-PA 无线路由器、WIA-PA 无线 IO 适配器等装置，建立基于 WIA-PA 技术标准的冶金生产物联网，实现全厂未进入能源环网的能耗仪表的数据采集补全，并将能源环网与项目补充采集的能耗数据与生产产量关联起来，通过长期数据积累及能耗模型的构建，最终实现生产能耗预测，为生产管理决策者提供理论依据，合理安排调度生产，提高生产管理水平，提高产收率降低资源浪费，进而达到节能减排、最优生产的使用效果。

3.2 系统架构

生产线智能管控系统技术支持体系分为三个部分：物联网部

分，大数据部分及智能生产部分。简单来说，物联网部分负责底层数据的采集及传输，主要负责将现场海量的生产过程数据、设备运行状态数据及危险告警环境数据实时采集并汇集到大数据平台上，大数据部分是通过各种算法模型将物联网部分采集上来的海量数据进行分类、统计及大数据分析，智能生产部分是对各个生产环节功能模块的大数据分析的结果关联起来加以使用，以工厂全局的角度出发有效实现企业生产的运行管控、能源智能优化、设备智能管控及安全高效生产。



3.3 网络拓扑设计

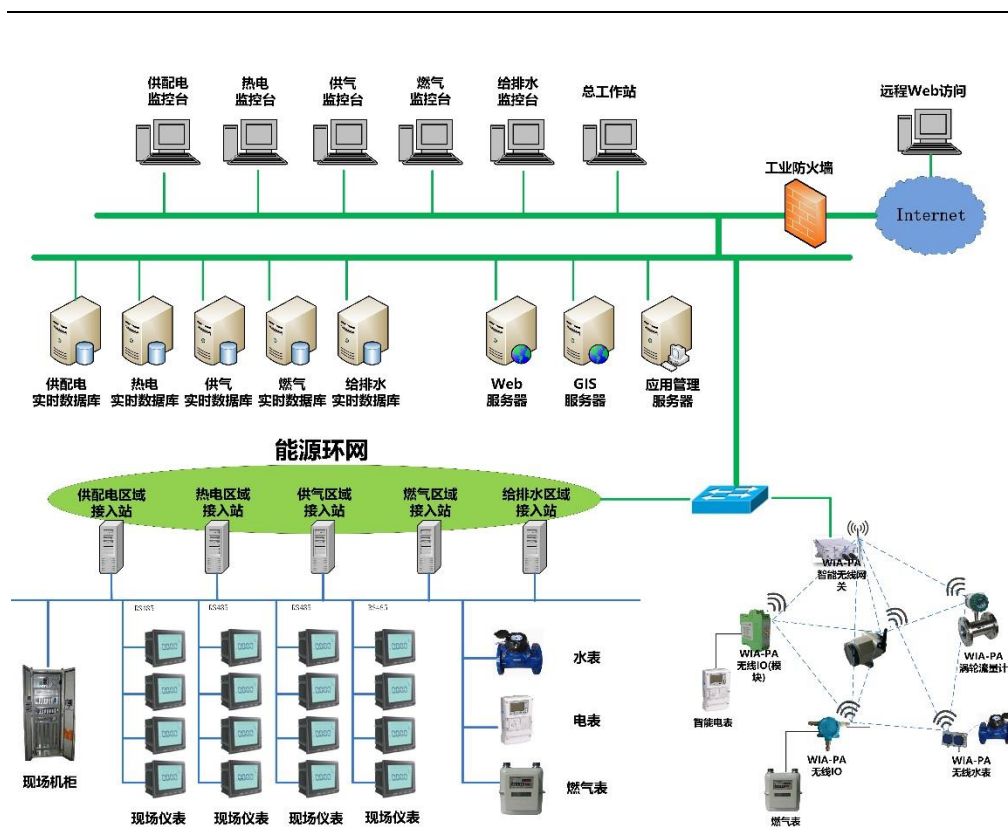


图 3 智能能源管理子系统架构

能源系统的工艺对象覆盖钢铁生产所涉及的各种大型能源设施，如变电站、水泵站、煤气站等。能源系统采集的数据点范围遍布整个生产运行与作业区，作为实时监控与信息处理系统，其实现包括信息的实时采集、海量储存、二次加工。因此智能能源管理子系统方案立足于系统集成的高度，以信息为核心满足能源管理应用功能上的特殊性及能源生产利用的连续性。系统对各种能源介质进行集中监控、统一调度和平衡优化，对无人值守站所设备进行远程操作和控制的要求，充分满足过程控制、信息管理和数据库的一体化系统集成需求。整个系统充分考虑了时间、空间上的可扩充性，采用开放的体系结构，增强与第三方的可连接性。其易于扩充的平台架构，延长了系统应用的生命周期，增强了发展后劲，适应了市场激烈竞争的需要。

智能能源管理子系统与企业已建成的能源环网进行充分结合，利用能源环网的海量能源数据作为系统的数据支撑，将需要的各种一级或二级能源实时数据集成起来，以便于进行后续能源管理和分析。系统是集过程监控、能源管理、能源调度为一体的厂级管控一体化计算机系统。随着企业规模的扩大、技术不断进步、信息产业的高速发展，智能能源管理子系统面向生产运行的能源介质(包括水、电力、重油、各种煤气、天然气、蒸汽、压缩空气、氧、氮、氩等)实现能源预测、降低能耗，实时监控的综合能源信息管理平台。

调研中发现现场仍存在约 10%的气表、35%的电表、90%的水表，数据不具备远程采集功能，针对目前没有远程采集的能源仪表，通过建立工厂 WIA-PA 网络，并增加智能无线采集仪表实现全厂能源数据的采集补全。该部分采集网络主要由 WIA-PA 无线路由器、WIA-PA 智能无线网关、WIA-PA 无线 IO、WIA-PA 涡轮流量计、WIA-PA 无线水表等设备组成，系统框架如上图右下角部分所示。

根据工厂内能源仪表分布及无线传输环境按界区布置 WIA-PA 无线数据采集系统。WIA-PA 无线设备采集现场能耗数据，并通过 WIA-PA 无线网络传输至 WIA-PA 智能无线网关内；WIA-PA 智能无线网关管理网络，汇聚采集数据，并实现数据的统一解析与存储，并通过工厂内企业通信以太网或工厂无线 WiFi 网络接入工厂局域网，多个网关的数据传输至中控室数据服务区，实现对

全厂能源仪表的数据监控。另外，可根据 WIA-PA 无线网络传输条件适当增加部分 WIA-PA 无线路由节点来扩大 WIA-PA 网络的覆盖半径。

3.4 功能设计

- 工厂部署 WIA-PA 网络，实现厂内标准化工业物联网全覆盖，用于现场能源仪表数据的全面采集。
- 现场非数字电表、非数字风气表更换为数字化仪表。
- 将现场水表数字化改造或更换为流量计，并通过 WIA-PA 网络实现数据远传。
- 通过对现有数字仪表配套 WIA-PA 无线 IO，实现仪表数据的远程采集。
- 通过能源管理系统的计算功能将采集到的数据进行处理，并将结果通过报表、曲线等方式完全透明、准确地显示出来，方便用户实时查看。
- 能源管理系统可以将所有的数据、报表、曲线通过工厂局域网或 Internet 发布在公司网络上，各级用户可以按照相应的访问权限通过 IE 浏览器轻松访问到需要的信息，同时也保证了数据的同步性、可靠性。
- 能源管理系统可提供强大的报表功能，根据生产工序分级查询方式，快速查找用户所需查看点的数据，自动生成生产能耗报表，报表展开可查看各个设备的单独能耗情况，良好的人机界面用户可以方便使用。

- 依靠能源管理系统的分析模块，可以很好实现能源预测、能源成本分析，绿色能源控制、能源采购预算等。引入标准日、节假日、比率、消耗种类、产品类型等概念，分析不同车间、不同产品、不同时段、不同工段的能源需求。

3.5 安全及可靠性

我国工业控制系统面临的安全形势严峻，如图 4 所示：

- 2014 对我国影响较大的工控系统漏洞就达到 133 个。
- 2015 年 3 月国家公开工业控制系统安全漏洞共 405 个。



图 4 工业控制系统典型安全事件

安全加固方案

针对新兴铸管建立的智能管控系统，每个系统区域将与实时数据库的 MES 系统进行 OPC 通信连接，实现控制系统状态的上报。基于 OPC 基金会与工业控制系统应急响应中心（ICS-cert）给出的解决方案的建议，在 OPC 客户端与服务器端之间，需要针对 OPC 协议增加安全防护技术，控制 OPC 客户端与服务器访问的身份、访问的权限、访问的区域、开放的端口、不正常的 OPC 数据过滤等，实现权力的正确使用及权力最小化约束。OPC 工业防火墙能有效实现以上安全防护功能，实现权力的正确使用及权力的最小化约束，功能如下：

-
- ANSI/ISA-99 规定的纵深防御原则,对控制系统划分为不同的安全区域,每种区域有不同的安全级别,不同区域之间的访问通过 OPC 工业防火墙进行隔离,完成对不同区域的安全隔离与保护,避免病毒的扩散;
 - 认证客户端与服务器端的身份,有效的锁定 OPC 客户端与服务器的身份,控制正确的身份才能进行读/写/添加标签等操作;
 - 由于 OPC 协议存在不固定分配数据传输端口的特性,需要通过 OPC 协商的协议数据流进行解析,约束 OPC 协议访问与控制的端口范围,禁止非必要端口开放;
 - 不需要改变网络的拓扑结构,以透明网桥的方式接入控制系统的一个区域。
 - 罗列所有 OPC 客户端与服务器列表,便于查看与管理。

技术路线

OPC 工业防火墙部署在每个控制系统数据出口,在不改变网络结构的前提下,以透明网桥的方式为每一个控制系统区域配置一个 OPC 工业防火墙,为这个区域进行安全隔离与保护,所以对于各个控制系统区域及补充传输的无线 WIA 监控系统区域,配置 OPC 工业防火墙,同时需要配置 1 套中央管理与控制平台,集中管控各个区域的 OPC 工业防火墙。

新兴铸管厂的 OPC 工业防火墙安全防护的总体架构如图所示,OPC 工业防火墙保护每个控制系统区域,部署在控制系统区

域出口，进行区域隔离，避免病毒扩散，对 OPC 协议进行解析、动态端口管理、完整性检查等，避免病毒攻击。安全管控平台为统一的集中管理 OPC 工业防火墙，部署在同 Aspen 数据库同一层，对整个工业智能控制网络进行实时监控，对报警及消息日志进行历史存储与分析。

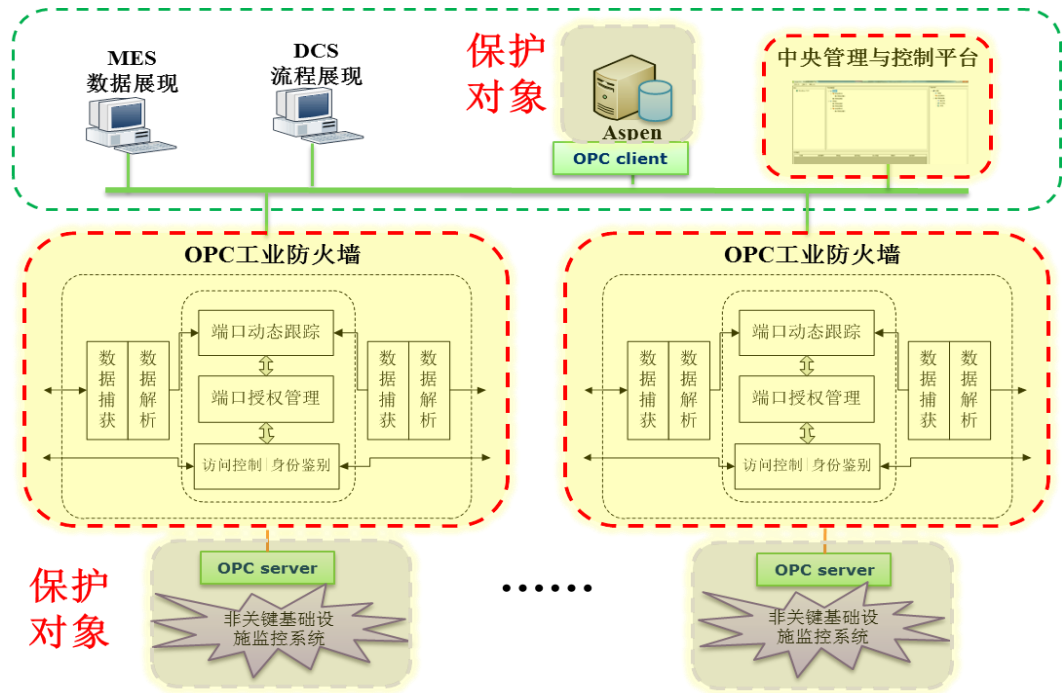


图 5 OPC 工业防火墙实施架构

4 成功案例

抚顺大乙烯实施的烯烃厂设备状态监测、能源计量与优化管理系统，其工厂存在问题是：现有 DCS 系统内物料、能源计量节点均采集瞬时流量值，DCS 内进行累加后得到累积流量值，物料的每个计量点精度差异、4~20mA 模拟信号传输时的损耗、小信号切除计算、物料温度及密度信息缺失导致了计量值不准确，直接造成了物料不平衡，无优化分析与管理。电能源计量节点未接入 DCS 系统，需计量人员日抄表，进行平衡计算，装置区的能源甚

至无计量管理。

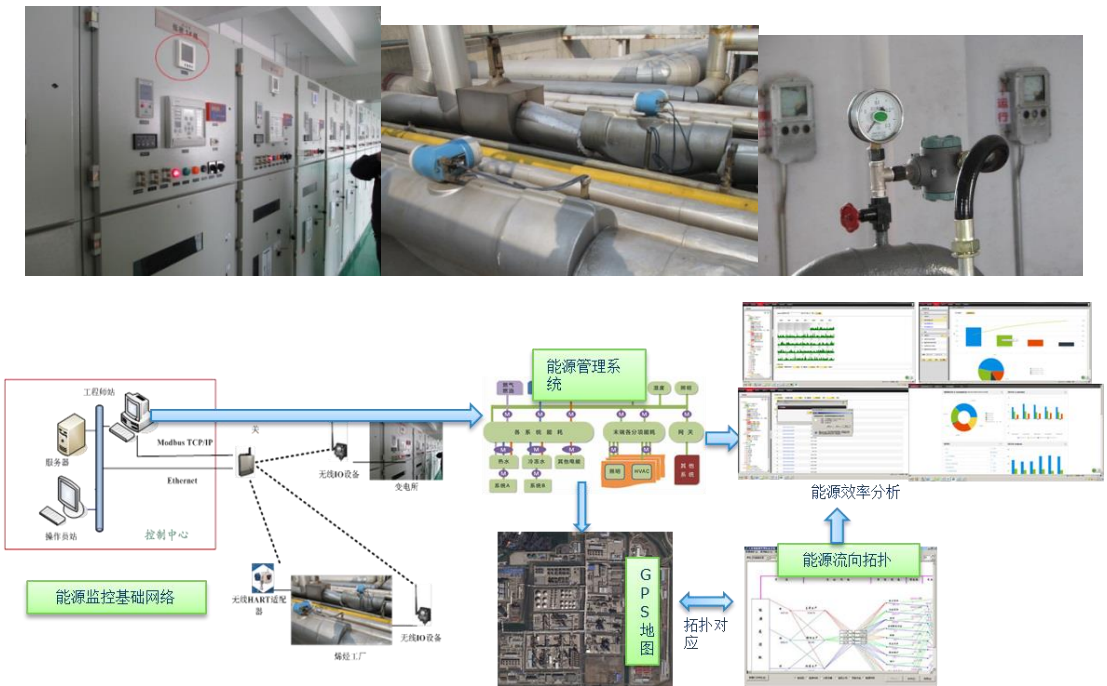


图 6 能源计量与优化管理系统应用

如上图所示，能源计量与优化管理系统实现能源精细化管理，包括：

- 1) 现有汽、水、风计量仪表安装 WIA 无线适配器，远传计量值；现有电度表安装 WIA 无线 IO 设备，远传用电计量值；
- 2) 计量值通过 WIA 无线网络汇聚至 WIA 物料计量与能源管理优化平台进行能源精细化管理并给出异常点分析；
- 3) 多样化、图形化的统计图与报表配置；
- 4) 多种能耗对比与统计模板供用户使用；
- 5) 支持基于私有云的系统级支撑。

高危泵密封泄漏监测主要实现压力值采集与显示、密封状态告警等功能，实现密封远程监测。



图 7 现场能源仪表数据采

集设备安装照片