

[能源管理]

发动机制造企业的能源管理系统 开发与应用

文/陈超君 陈东海
广西玉柴机器股份有限公司

随着国家节能减排、“双碳”目标及相关政策的实施，能源监测与管理技术迅速发展。针对发动机企业的能源管理过程存在的问题，研究开发能源管理系统，实现能源数据的自动采集，能耗管理业务的信息化、透明化和数字化，达到提高能源管理效率、节能降耗的目的。

节能减排是国家基本政策，是企业应尽的社会责任，同时也是改善自身经营业绩，提高经济效益的必要手段。近几年，随着国家节能减排、“双碳”目标及相关政策的实施，能源监测与管理技术迅速发展，一些先进企业已建立构建能源管理系统，实现对主要能耗介质的监控，减少人工抄表和能源数据统计的工作量，加强对重点耗能设备的监控，提高能源利用分析能力^[1]，采用信息管理的方法降低能耗，提高资源利用率和劳动生产率^[2]，取得了良好的节能效益。

能源管理痛点问题

本项目企业用能管理涉及发动机制造过程的铸造、机加工、装配等多个生产片区、多个车间，包含异地城市的多条生产线，用能区域广；主要使用的能源为生产用电、压缩空气和天然气等，用能较大。

在能源管理系统实施前，能源计量仪表只安装到工厂一级，能源作业人员需经常到现场巡检、维修、抄表和手工整理数据，形成报表后进行管理分析；能耗数据结果与业务流程脱节；电能质量监测欠缺等；能源数据分散在各生产系统，没有实现关联分析，很难进一步挖掘能源管理系统的价值^[3]。

以上造成能源管理存在数据及时性和准确性差、人力成本高、能源管理效率低和能耗管理粗放等问题，节能工作重点较难把控，节能改善策略滞后。随着公司生产规模不断扩大、能源消耗日益增加，这种能源管控方式已无法满足企业持续提升能源管理效率、降低能源费用和提高供能安全的需求，迫切需要构建专业系统予以改善。

上述问题在很多发动机制造企业普遍存在，本文将基于现状问题，研究开发一套发动机制造企业的能源管理系统，实现能源业务信息化、能源管理透明化、数字化，以达到企业提高能源管理效率、节能降耗的目的。

能源管理需求分析

系统需面向能源数据自动采集、远传和存储、预处理和统计分析，支持用户对设备能源使用情况的实时监控；实现能源结构透明化、系统操作便捷化、能源流向可视化、报表定制灵活化；提供多维度的数据分析工具，突出产线能耗、分时能耗分析，高效支持业务分析需求；与生产管理系统实现互联互通，快速高效实现产品能耗成本核算；提供多能源介质的生产、传输和使用的多场景数据分析支撑，协助制定供需平衡方案优化能源利用。

系统方案设计

能源管理系统分为数据采集、能源查询、能源概览、能源分析、报表管理、预警管理和系统设置等功能模块。系统以计算机网络为平台，在主站内集成各种应用的计算机服务设备，以应用软件为核心，通过远程通道对安装在各电站关口和变电站的数据采集终端进行数据通信，以此为桥梁将相关的各种表计数据按用户计划进行全面自动采集进入系统数据库，平台应用软件再根据数据库中的数据进行各种分析运算，提供各类监测、控制、报警数据

和管理报表。

业务架构分为设备接入层、数据存储层、业务应用层及用户层，如图1所示。设备，如风机、流量计、智能电表、机床和PLC等，经数据接入层，通过IoT平台将设备的实时数据进行采集、处理和保存，以供应用层进行业务应用。应用层根据业务功能对设备数据进行展示、应用。用户层根据具体业务需要、应用场景，通过不同的方式，以大屏、App和看板等对业务数据、设备状态和运行曲线等数据进行展示。

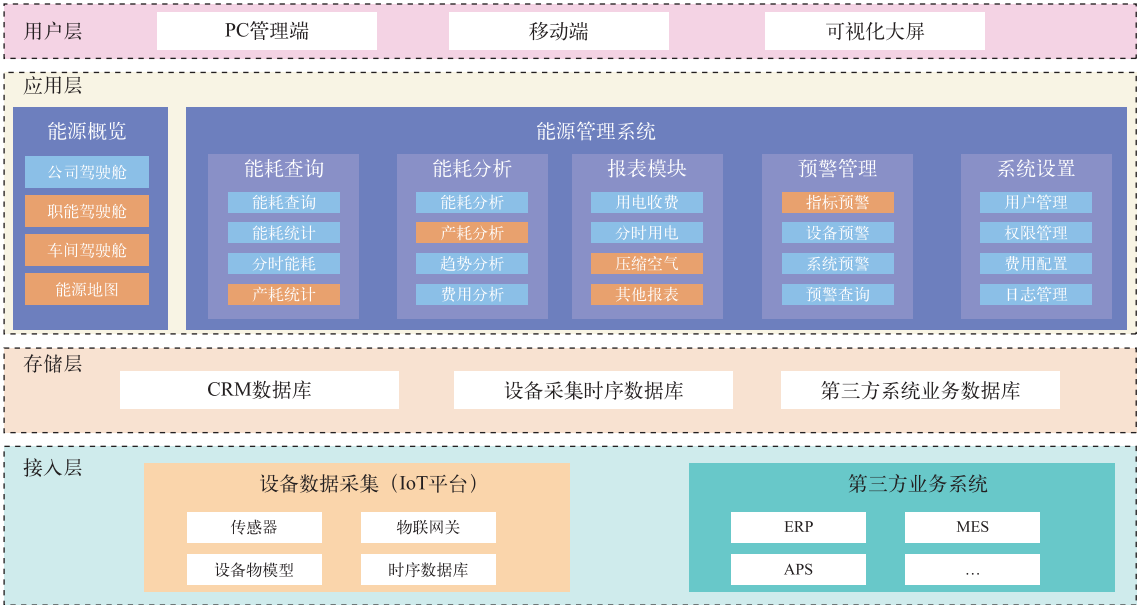


图1 业务架构图

1. 数据采集模块

在保留原有电能表、压缩空气表和燃气表等表计，采集网关及相关通信线路、网络的基础上，通过加装智能水表、电能质量分析仪和智能网关等，重建数据采集系统，迁移旧数据库历史数据，实现数据自动采集。

将机械式水表置换为智能水表，智能水表内置电池供电，可实现远程无线上传数据。电能质量分析仪支持谐波、间谐波、电压偏差、频率偏差和不平衡度等电能质量在线监测，可助力电能质量分析提升，设备效率分析提升。

2. 能源概览模块

开发系统驾驶舱，将主要能耗信息以公司级、职能部门级和车间级直接显示、实时更新，以3D地图的导航形式从“公司-工厂-车间-产线”层层

下钻，显示各车间能源消耗情况及各项能耗相关数据，使各级管理人员能快速获取准确的能耗概况，能源绩效指标一目了然。

3. 能源查询模块

按照不同时段对各单位能耗进行统计，分别计算每个时段的用电量及用电费用。自定义费用配置，可根据不同时段的能源单价自由配置。实现水、电、气分时查询、分单位多级查询、按设备分类直接查询。以曲线图、柱状图和表格等数据表现形式展示数据情况，支持EXCEL表格导出。

4. 能源分析模块

对收集到的数据进行清洗和预处理，去除无效数据、纠正错误数据，利用数据可视化技术，将能源数据转化为图表、仪表盘等形式，直观地展示能源系统的状态和性能，实现能耗趋势分析、能耗排

名分析、损耗分析、峰谷用电分析、压缩空气系统分析、变压器运行分析、大用电设备能耗分析、产线能耗分析和电能质量监测分析等。

5. 预警管理模块

根据预警类型分为指标预警、设备预警和系统预警。自定义设置预警规则，包括阈值、推送时间、推送方式和推送人数等。通过系统提醒、邮件发送和移动端提示等多种渠道告知相关负责人。通过监测设备，将产生的预警信息实时收集、汇总、统计和分析，找出重复性告警或频繁发生的问题，定位潜在的系统或设备故障。

6. 系统设置模块

系统可根据需求设置多级权限，为不同级别用户提供定制化的功能角色，满足用户的个性化需求，同时保证用户数据的安全性和隐私性，防止越权操作。提供现场采集层的网络监控功能，包括通信采集网关，如电表、水表、流量计等设备通信异常、通信中断查询等通信功能。

系统应用情况

1. 分时能耗分析应用

按照尖峰平谷各时段进行电耗分时统计，即时显示错峰用电情况及对比分析，解决了以前人工统计效率低、数据滞后的痛点，大大提高统计分析效率，并通过分时能耗数据的结果，及时指导错峰生产，降低电价成本。

1) 时段划分。将一天分为24个时间点，在系统内定义尖峰平谷各属于哪些时间点。

2) 峰谷平时分析及数据可视化。系统将自动采集的能源数据整合并分析能源消耗的峰谷平时特征，即发现能耗的高峰时段、低谷时段和平时段。将分析结果以图表或仪表盘等形式进行可视化展示，也可以在系统内选择使用柱状图、折线图和饼图等图表，直观地展示不同时间段的能耗情况和趋势。

3) 实施能源节约措施。对高峰时段的能耗进行分析，确定高能耗的原因，并针对高峰时段的能耗开展负荷管理、优化设备运行时刻和调整用能策略等，以降低耗能峰值。

4) 监测和评估。在实施节能措施后，持续监测和评估能耗变化和效果。通过与分时能耗分析的

历史数据进行对比，评估节能措施的实际效果和成果。

2. 产线能耗分析应用

基于已实施制造执行MES系统的生产线，系统获取与能源数据相关的产品信息，实现各生产线产品能源单耗成本计算分析及预警。

1) 构建能耗成本模型。对接MES系统，通过接口获取产品数量、开始生产时间、结束生产时间和使用产线信息等。通过开始生产时间和结束生产时间之差，结合产品数量、使用产线信息等，计算平均每个产品所需时间、所需电水气的消耗情况。根据阶段性的能源单价，计算出不同时段下生产单个产品的平均能耗成本，并在系统内构建能耗成本模型。模型包括产线成本、单台成本和能耗阈值超限告警，如图2所示。

2) 在系统内导入生产计划，系统自动计算出每天生产多少件产品，并且在哪个时间段生产的能源成本最低，分析在不同时段生产产品所产生的能源费用差异性，根据制定好的能源分配原则，模拟计算出不同生产排班情况下各产线所需分摊的能源费用，指导管理者进行生产计划决策。

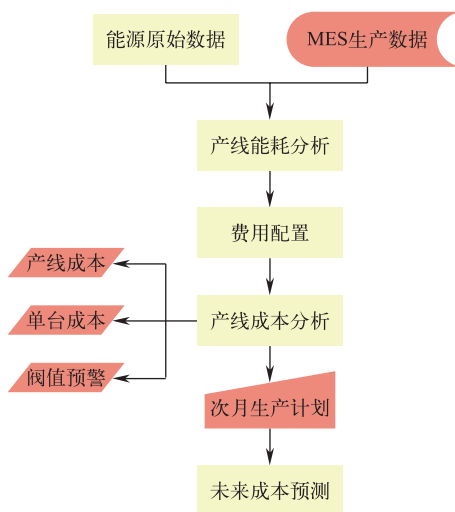


图2 产线能耗分析流程图

3. 系统整体应用成效

系统通过安装智能水表、电能质量分析仪等，将耗能数据实现自动采集，大幅度降低了人工抄表及巡查的频次，降低了劳动强度。各单位管理员可随时、实时、直观、准确地查看本单位以不同单位维度、不同时间颗粒度的能耗数据及能耗费用

情况，系统以图表等直观形式实现多种能耗分析，指导管理人员及时发现问题，采取对应措施降低成本，实现了透明化、数字化和精细化能源管理。系统将能源数据接入企业微信，业务人员可实时利用移动端开展能源管理工作，实现了移动办公，提高了工作效率。

经测算，系统投入使用后，工作效率提高40%以上。利用系统指导错峰生产、最大需量用电调控以实现用电成本下降；利用系统对中央空调能效分析及时维护，确保设备能效最优；通过能源损耗分析及时控制并减少能耗浪费，获得了很好的经济成效。

结束语

本文所述的能源管理系统，直击能源管理痛点，解决了实施前企业存在的能源管理的难题，实

现了业务信息化、过程管理的透明化及精细化，对企业提高能源管理效率、持续节能降耗方面起到很好的支撑作用，是企业数字化工程的一个成功实践。**EA**

(收稿日期：2024-07-05)

参考文献

- [1] 熊伟. 基于数字化工厂的能源管理系统设计. 化工设计通讯[J], 2023(12): 174-176.
- [2] 姚刘奕, 何文萱, 唐海亮. 企业能源管理系统的设计与应用[J], 智能制造, 2023(4): 110-112.
- [3] 耿端阳, 许通, 朱庆华, 等. 数字化能源管理系统促进工业界节能减碳的分析与建议[J]. 中国科学院院刊, 2024(2): 311-322.

