

doi:10.3969/j.issn.1007-7545.2020.08.004

能源管理中心在铜冶炼企业的建设与应用

曲贞为¹,陈迎武¹,张煜^{1,2},李俊杰¹

(1. 阳谷祥光铜业有限公司, 山东 聊城 252000; 2. 中南大学 化学化工学院, 长沙 410083)

摘要:根据能源生产工艺和控制要求,阳谷祥光铜业有限公司建设了公司级管控一体化能源管理中心,实现了集中调度、能源优化、重点站所无人值守。采用中央以太网和工业以太网相结合的网络架构,将网络速度和使用效率最大化,确保网络的稳定性和可靠性;通过扁平化管理模式,实时了解能源需求和消耗状况,提高了能源介质的利用率,有效降低氧气、蒸汽等的放散,产品综合能耗指标得到降低,一期和二期制氧的电单耗也分别由 0.412 和 0.539 kWh/m³ 降至 0.395 和 0.483 kWh/m³。

关键词:能源管理中心;管控一体;调度;扁平化;能源介质

中图分类号:TF811

文献标志码:A

文章编号:1007-7545(2020)08-0020-05

Construction and Application of Energy Management Center in Copper Smelting Enterprises

QU Zhen-wei¹, CHEN Ying-wu¹, ZHANG Yu^{1,2}, LI Jun-jie¹

(1. Yanggu Xiangguang Copper Co., Ltd., Liaocheng 252000, Shandong, China;

2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: According to requirements of energy production technology and control, Yanggu Xiangguang Copper Co., Ltd., establishes an integrated energy management and control center, which realizes centralized scheduling, energy optimization, and key non-humanization stations. The energy management center adopts network architecture combining central ethernet and industrial ethernet to maximize network speed and efficiency, and ensure stability and reliability of network. Through flat management mode, real-time understanding of energy demand and consumption status can effectively reduce emission of oxygen and steam, improve utilization rate of energy medium, and achieve obvious energy saving effect. Comprehensive energy consumption index of product is reduced, and unit power consumption of oxygen production of first and second step is reduced from 0.412 kWh/m³ and 0.539 kWh/m³ to 0.395 kWh/m³ and 0.483 kWh/m³, respectively.

Key words: energy management center; management and control integrated; scheduling; flattening; energy medium

“节能降耗、保护环境”,已然成为有色金属冶炼企业技术进步和可持续发展的必然选择^[1-4],传统的企业能源管控方式已不能满足现阶段的节能需求,利用智能化、信息化等“两化融合”手段^[5]提高企业能源管理水平、促进节能降耗成为了节能降耗的主要研究

方向。2015年至2020年,工信部牵头拟在铜冶炼企业建设约15个企业能源管理中心。2018年,工信部也率先将企业应建立能源管理中心建设体现在《铜冶炼行业规范条件》。目前已有多家铜冶炼企业建设了能源管理中心,其中,阳谷祥光铜业有限公司(以下简

收稿日期:2020-04-27

基金项目:工信部有色金属行业节能与绿色标准研究项目(工信厅节函[2017]601号)

作者简介:曲贞为(1974-),男,山东临清人,工程师;通信作者:张煜(1982-),男,山东阳谷人,高级工程师

称祥光铜业)企业能源管理中心是国内建设并通过验收的第一家铜冶炼行业能源管理项目。祥光铜业能源管理中心是一个集过程监控、能源管理、能源调度为一体的公司级管控一体化计算机系统^[6-7],主要包含:管控一体化能源调度管理平台、现场数据采集子站、现场控制系统基础自动化改造、新增能源计量点、工业视频监控等子项。监控管理的能源介质主要有天然气、氧气、蒸汽、氮气、压缩空气、水、电力等。

1 能源管理中心在祥光铜业的建设

祥光铜业现场节能工作基础好,能源计量设施基本齐全,但是对于全厂的能源运行状态缺乏全面有效监控,制氧、动力运行分散,能源介质利用效率较低。例如:氧气、氮气、氧气、蒸汽、压缩空气、工业新水(中水)、除盐水、纯水的生产转换和使用相对独立,缺少集中一贯的管理节能手段。

能源管理中心的建成改变了传统分散的能源管理组织方式,实现扁平化的公司管理模式,实时了解企业的能源需求和消耗状况,对能源管理的方式和

方法进行优化,改进能源平衡的技术手段,提高能源介质的利用率和能源合理利用水平。

1.1 能源管理中心的总体设计原则

能源管理中心的设计严格按照规划设计方案进行,确保投运后中心真正实现集中调度、分散控制、优化能源的平衡。设计中主要考虑以下几个方面:

1)在未来可预见的时期内,根据公司生产工艺改造对能源的监控、调度和管理需要能够对能源管理中心进行扩展。

2)能源管理中心应该具有适用性、可靠性和可维护性,通过采用目前成熟的新技术和设备,满足能源生产工艺和控制的要求。

3)在用户和管网系统的适当位置加装必要的计量装置,达到能源供需平衡调度管理和能源计量管理的目的,保证能源供需数据的正确和完整。

4)采用分布式、客户/服务器的系统结构(见图1),管理范围覆盖公司全厂区。

5)根据现场实际开发“氧气优化模块”对制氧系统节能进行优化管理。

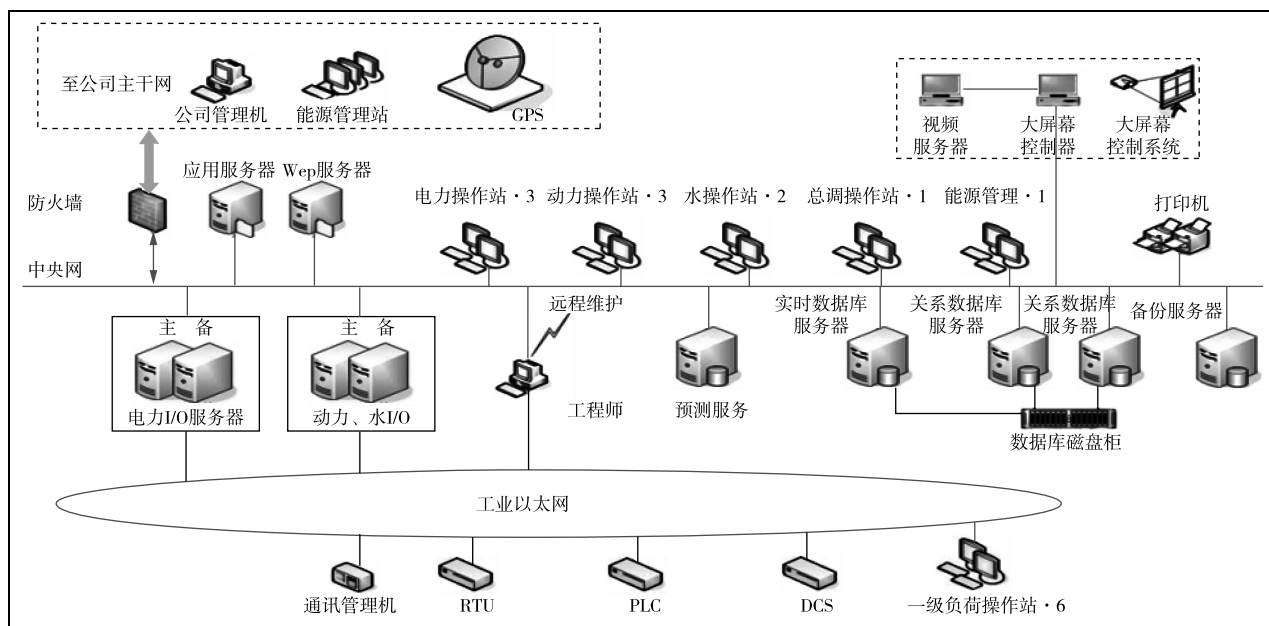


图1 能源管理中心结构图

Fig. 1 Diagram of energy management center

1.2 能源管理中心网络构成

祥光铜业能源管理中心采用工业以太网和中央标准以太网两层结构、客户端/服务器和浏览器/服务器相结合的架构。

1.2.1 中央以太网网络架构

中央以太网用于连接 I/O 服务器、历史数据库

服务器、实时数据库服务器、应用服务器、操作站、工程师站、能源管理站、网络打印机、GPS 设备等。I/O 及 WEB 服务器等各种服务器、电力操作站、工程师站、动力操作站、给排水操作站、总调度操作站、能源管理站等通过 UTP 电缆直接挂在中央以太网上。

1.2.2 工业以太网网络架构

工业以太网(工控网)采用百兆单模光口工业级交换机(西门子 SCALANCE 系列),按照环形加星形结构进行设计,用于连接所有现场设备(PLC、通信计算机)、I/O 服务器等。工业环网是一种网络结构,网络中的设备互联成闭合的环路,有的甚至不止一个闭合的环路,当网络上的任一节点故障,网络断开一处,联网的设备依然可以通过其他途径工作,城市的供电系统、互联网等网络结构就是如此。如发电厂的输电线路出厂有两条,一左一右,沿途向用户

供电,两条线路在中间汇合,形成一个环网,只要线路中有一处断开,供电依然正常,即环网提高了可靠性。

在实际应用中,祥光铜业企业能源管理中心的工业环网配置了 2 台核心交换机。当工业环网中某一节点发生故障时,可继续维持网络的通畅,而且在切换过程中,基本能够做到无缝切换,能够确保网络的稳定性、安全性及可靠性。整个工业网络按单模设计。环网主站点直接用光口互连,其余子站点可以用光电收发器连接(见图 2)。

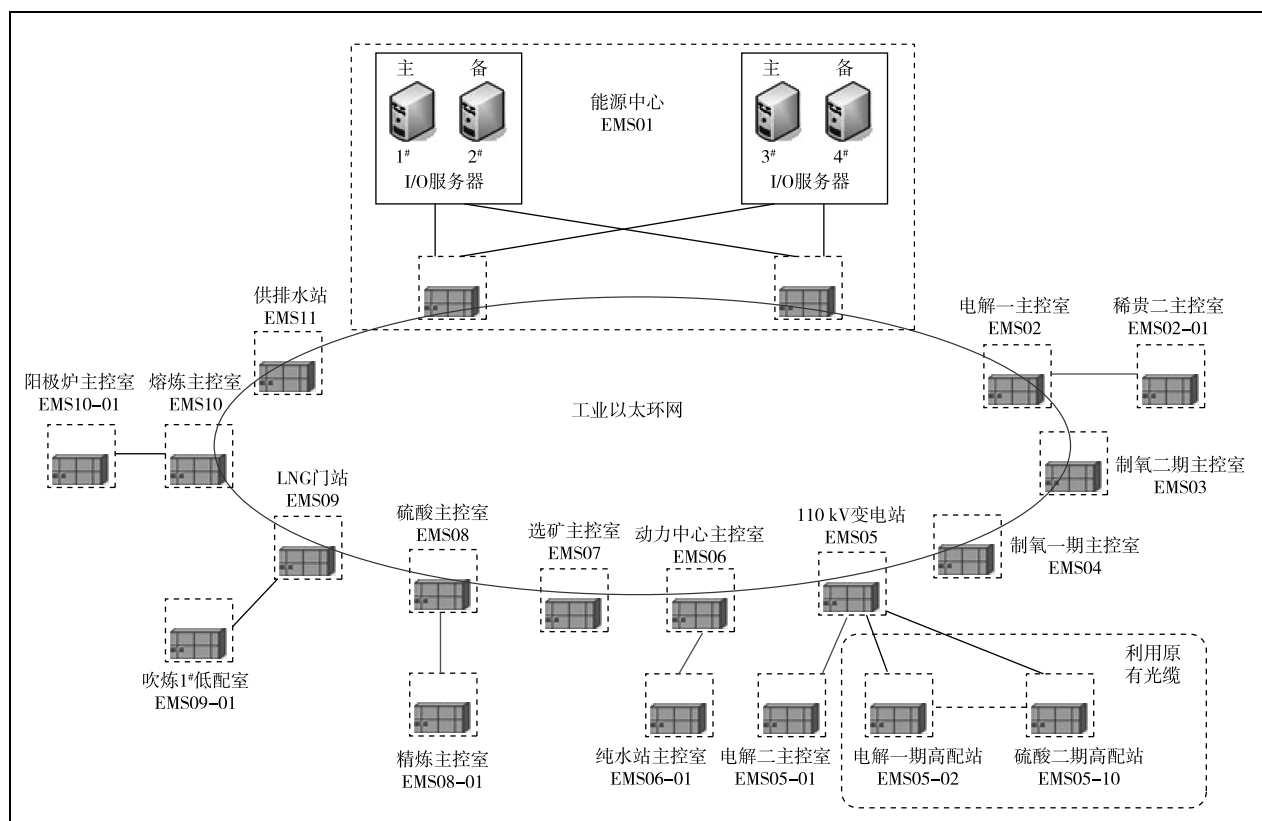


图 2 工业以太网网络架构图

Fig. 2 Diagram of industrial ethernet network architecture

1.2.3 能源管理中心各站点管理模式定位

电力系统、动力系统、水系统按照现场实际管理模式确定,详见表 1。

表 1 能源管理中心各站点管理模式

Table 1 Management mode of each site of energy management center

序号	名称	管理模式定位
1	110/10 kV 总降变电所	EMS 远程监控
2	10 kV 配电站(一期)	EMS 远程监控
3	10 kV 配电站(二期)	EMS 远程监控
4	动力中心柴油发电机	EMS 远程监控
5	一级负荷设备开关状态	EMS 远程监控

2 能源管理中心在祥光铜业的应用

2.1 能源管理中心应用系统

能源管理中心应用系统主要包含人机画面、设备操作、报警、数据归档、报表、数据查询等功能。以设备操作功能为例(见图 3),设备的操作控制连锁主要在各工艺单元内完成,EMS 内主要完成操作控制功能。如供配电系统的信号是通过通讯方式传输的,在 EMS 系统内只经过计算机的处理,所有操作和控制连锁应该在变电所的自动化系统内完成。

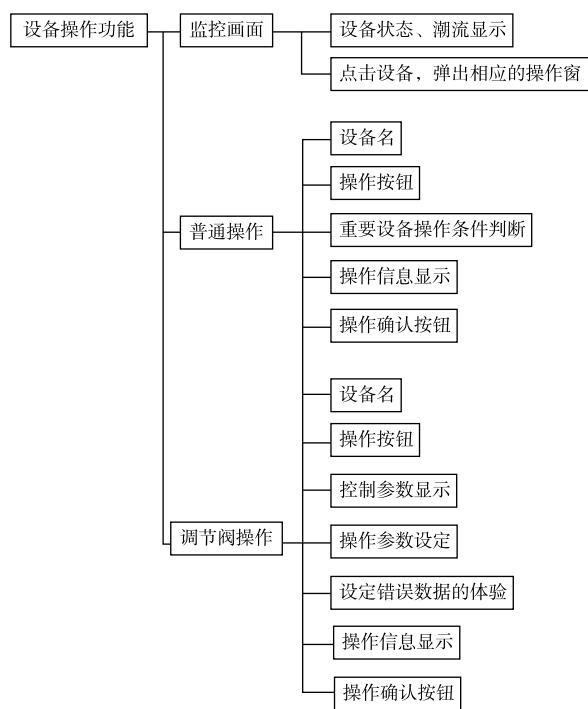


图 3 能源管理中心设备操作流程
Fig. 3 Equipment operation flow chart of energy management center

2.2 能源管理中心作用及效果评价

能源管理中心采用目前主流的 B/S 结构分布式应用,包括系统安装、修改和维护。根据企业不同的生产工艺及能源管理要求可进行灵活配置,并根据企业不同的业务需求对数据进行整合分析与报表输出,主要配置维护包括:

- 1) 计量点增删维护(SCADA 上传点与抄表计量点);
- 2) 主要用能单位(二级计量单位)、工序的维护;
- 3) 能源介质维护;

- 4) 数据项逻辑维护(主要包括实绩数据项、能源平衡数据项、能源计划数据项、能源指标数据项及其他能源数据项逻辑计算配置);
- 5) 输出数据维护(画面输出可进行二次开发扩展、报表输出可通过维护报表模板进行自定义报表输出);
- 6) 其它基础信息维护,如能源属性、位置单元、时间粒度维护等,通过配置方式灵活实现系统的各项管理功能;
- 7) 用户维护(可增加软件系统用户并对系统模块功能进行权限控制)。

祥光铜业能源管理中心建成运行后,通过合理用能调度,节能管理效果明显,产品综合能耗指标逐步降低,制氧的电单耗也降低明显。在此将能源管理中心运行前后近半年(2013 年 12 月至 2014 年 5 月和 2014 年 12 月至 2015 年 5 月)的用能情况与制氧能耗数据进行了对比,结果见表 2 和表 3。

能源管理中心实现了对氧气生产、消耗环节的直接优化调度,提高了氧气利用率,降低了制氧的耗电量。2013 年 12 月至 2014 年 5 月,制氧车间一期氧气电单耗为 0.412 kWh/m³,二期氧气电单耗为 0.539 kWh/m³。2014 年 12 月至 2015 年 5 月,制氧一期产氧气 148 994×10³ m³,耗电 5 873 万 kWh,氧气电单耗为 0.395 kWh/m³,制氧二期产氧气 122 731×10³ m³,耗电 5 994 万 kWh,氧气电单耗为 0.483 kWh/m³。氧气利用率较前期提高 2.28%。

通过计算可得,半年时间内,制氧一期和制氧二期的节电量分别为 119.2 万 kWh 和 1 313.2 万 kWh;氧气利用率提高 2.28%带来的节电量为 270.6 万 kWh。三项合计,半年来制氧优化直接产生的节电量为 1 703 万 kWh,折标准煤 2 093 t。

表 2 能源管理中心运行前用能情况及制氧能耗数据
Table 2 Energy consumption and energy consumption data of oxygen production before operation of energy management center

日期	电耗/万 kWh		氧气产量/10 ³ m ³		电单耗/(kWh·m ⁻³)		氧气利用率/%
	制氧一期	制氧二期	制氧一期	制氧二期	制氧一期	制氧二期	
2013 年 12 月	1 013	766	25 732	12 097	0.394	0.633	86.33
2014 年 1 月	1 029	568	22 075	8 032	0.389	0.602	87.03
2014 年 2 月	925	609	19 427	8 680	0.395	0.616	86.04
2014 年 3 月	1 022	648	21 057	11 088	0.408	0.601	85.90
2014 年 4 月	995	878	20 821	16 905	0.410	0.555	86.06
2014 年 5 月	1 002	874	20 120	17 613	0.420	0.535	86.21
6 个月合计	5 986	4 343	129 232	74 415	—	—	—
6 个月平均	997.7	723.8	21 538.7	12 402.5	0.403	0.59	86.26

表3 能源管理中心运行后用能情况及制氧能耗数据

Table 3 Energy consumption and energy consumption data of oxygen production after operation of energy management center

日期	电耗/万 kWh		氧气产量/ 10^3 m^3		电单耗/($\text{kWh} \cdot \text{m}^{-3}$)		氧气利用率/%
	制氧一期	制氧二期	制氧一期	制氧二期	制氧一期	制氧二期	
2014年12月	957	1 076	25 849	21 053	0.370	0.511	90.12
2015年1月	1 005	932	25 539	18 489	0.393	0.504	89.78
2015年2月	931	832	22 048	15 963	0.422	0.521	91.03
2015年3月	1 008	1 021	26 215	22 078	0.385	0.462	86.57
2015年4月	976	991	24 673	21 823	0.397	0.454	86.45
2015年5月	997	1 143	24 669	23 324	0.404	0.460	87.31
6个月汇总	5 873	5 994	148 994	122 731	—	—	—
6个月平均	975	970	24 865	19 881	0.395	0.483	88.54

3 结语

阳谷祥光铜业企业能源管理中心打破传统的企业能源管控方式,利用两化深度融合手段,通过采用扁平化管理模式,实时了解能源需求和消耗状况,节能效果明显,产品综合能耗指标得到降低,一期和二期制氧电单耗分别由 0.412 kWh/m^3 和 0.539 kWh/m^3 降至 0.395 kWh/m^3 和 0.483 kWh/m^3 ,使能源的合理利用达到一个新的水平,加快了企业现代化的进程,是发展循环经济的助推器,并助推企业实现节能减排的目标。

参考文献

- [1] 郭学益,田庆华,刘咏,等.有色金属资源循环研究应用进展[J].中国有色金属学报,2019,29(9):1859-1901.
GUO X Y, TIAN Q H, LIU Y, et al. Progress in research and application of non-ferrous metal resources recycling [J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2019, 29(9): 1859-1901.
- [2] 马昌盛.强化节能降耗—助推有色金属工业可持续发展[J].节能与环保,2013(3):40-41.
MA C S. Strengthen energy conservation and reduce consumption; Boost the sustainable development of nonferrous metal industry [J]. Energy Saving and Environmental Protection, 2013(3): 40-41.
- [3] 农光师.有色金属节能减排技术探讨[J].世界有色金属, 2019(4):19-20.
- [4] 吴志勇,周师玉,郭景荣.有色金属冶金生产企业节能降耗的思路探析[J].科技经济导刊,2019,27(20):128.
WU Z Y, ZHOU S Y, GUO J R. Discussion on energy saving and consumption reduction of nonferrous metallurgical enterprises[J]. Technology and Economic Guide, 2019, 27(20): 128.
- [5] 王芝清.能源转型怎么转?智能化和信息化是重要途径[J].国际融资,2020(2):24-26.
WANG Z Q. How does the energy transformation change? Intelligence and informatization are important ways[J]. International Financing, 2020(2): 24-26.
- [6] 王志蕴,陈丰,潘雨桐,等.钢铁企业能源管理中心的建设[J].资源节约与环保,2010(3):62-63.
WANG Z Y, CHEN F, PAN Y T, et al. Construction of energy management center in iron and steel enterprises[J]. Resource Conservation and Environmental Protection, 2010(3): 62-63.
- [7] 陈耕,董昱伟.窄带物联网技术在铜冶炼工厂中的应用实践及前景展望[J].有色金属(冶炼部分),2020(2):9-13.
CHEN G, DONG Y W. Application and prospect of narrow band internet of things technology in copper smelter[J]. Nonferrous Metals (Extractive Metallurgy), 2020(2): 9-13.