

“买气”方式的空压机系统节能改造分析

马彦伟¹ 李春光²

(1 云南汇能科技有限公司 云南 昆明 650021; 2 云南蓝博机电有限公司 云南 昆明 650200)

摘要: 空压机系统是工业制造的辅助气源,在冶炼企业中较为常见。本文以云南某冶炼企业为例,通过分析改造前系统概况、存在问题、运行成本,以购买压缩空气的方式完成了空压机系统节能改造。该系统经过改造后,不仅降低了企业管理成本,还带来了较大的节能效果。

关键词: 压缩空气; 合同能源管理; 节能改造; 项目收益

0 引言

空压机是将大气中的空气制成高压空气,以提供气体压力能的机械,是工业制造的主要动力源^[1]。在空压机系统的能源消耗中,电能的消耗最大,占总消耗约77%;其次是维护费用,占总消耗18%;而设备投资只占到总成本的5%。因此,推动空压机系统在工业生产节能改造成为一种趋势^[2]。

大多数学者是通过空压机本体的变频改造、系统的集中控制或余热回收,达到节能降耗的目的。王坤阐述了空压机节电系统工作原理,并分析空压机节能系统的性能特点,对气动系统的节能效果、空压机节能改造方法进行了研究^[3]。刘成红等分析了空压机在节能方面的应用特点,结合鄂钢压缩空气系统存在的问题,通过对空气过滤器进行定期维护、适当调整空压机出口压力、改变空压机运行管理模式、改善循环水系统水质、查找泄露、定期维保及校验等措施,达到节能降耗的目的^[4]。马继松等综述了扬州市重点用能企业空压机能效水平及运行管理的现状,讨论了设备经济运行的诸多可能,提出了优化选型、余热回收、合同能源管理和政策激励等对策建议^[5]。夏坤基于空压机的具体工作原理,通过对空压机运行状态的实时监测,结合母管的压力值情况,借助可编程控制器 PLC 及监测传感器,让空压机实现了智能联动控制,来合理控制空压机的启动台数及启动时间,以达到降低空压机能耗的目的^[6]。合同能源管理是一种以节能服务公司与用能单位约定节能目标,节能服务公司以实现节能目标向用能单位提供服务的模式,其本质就是降低能源费用来支付节能项目全部成本的一种节能服务模式,这种节能服务模式有助于降低运营成本,提高能源利用率。也有少数学者介绍了项目通过合同能源管理完成空压机系统改造的案例^[7]。裴利星介绍了某煤矿以合同能源管理的方式对压缩空气系统进行改造,满足企业生产需要并达到了节能减排的目的^[8]。张冠华介绍了某企业使用外供压缩空气代替空压机的过程,总结了项目的经济效益^[9]。不过,并没有空压机系统节能改

造是以气费为结算方式来保证供气质量和改造效果的。

本文通过介绍改造项目的概况、系统存在问题、改造方案、实施效果和项目收益,对“买气”方式的空压机系统节能改造进行总结和分析,以期对类似的节能改造项目提供一定的参考。

1 空压机系统改造前情况

1.1 设备概况

云南某冶炼企业建厂时期同步配置了由3台空压机和3套微热吸附式干燥剂组成的空压站系统,系统由企业人员进行运行和维护,设备运行时间已达10年,存在较多问题。企业空压站原有喷油螺杆式空气压缩机3台,同时配备3套微热吸附式干燥机,具体设备信息见表1和表2。

1.2 存在问题

(1) 系统设计余量大。企业原配备的3台空压机设计余量较大,未能与生产实际耗气量做优化匹配,导致空压机系统出现开1台不够、开2台过多的问题,此种“大马拉小车”的模式导致电能浪费严重。

(2) 主设备运行周期较长,性能下降。企业原配备的3台空压机均为2010年投建,设备为一级压缩,较市场

表1 企业原空压机系统主要设备信息

设备名称	喷油螺杆式空气压缩机			微热吸附式干燥机
编号	1#	2#	3#	—
容积流量 / (m ³ /min)	43.3	43.3	43.3	42.6
工作压力 /MPa	0.75	0.75	0.75	1.0
功率 /kW	224	224	220	20
设备台数 / 台	1	1	1	3

表2 企业原空压机系统辅助设备信息

设备名称	功率 /kW
外循环冷却水泵	90
外循环热水泵	45
冷却塔风机	22
合计	157

主流的二级压缩机相比,能效比较低;设备机头已进行过一次大修,连续10年的运行导致设备性能下降、产气量下降。

(3) 辅助设备能耗较高。企业空压机系统配套的3套微热吸附式干燥机,处于连续运行状态,较市场主流的鼓风式干燥机相比能耗较高,同时该干燥机前后压缩用气压力损失0.1MPa以上,气损较高。冷却水系统使用率下降,原有冷却系统供应空压机系统等设备使用,存在浪费情况。

综上,企业现有空压机组在系统配置、运行能效、辅助系统能耗、设备维护、运行周期等方面存在一定的缺陷。

1.3 运行成本

合作方通过加装流量计、电能表的方式对企业空压机系统进行了数月的数据采集,计算了企业系统运行成本。企业空压站年度运行时间约8000h,每天运行费用约4900元,年度运行成本约200万元,计算得出每生产 1m^3 压缩空气得综合成本约0.12元/ Nm^3 。

2 改造方案

2.1 服务方案

压缩空气是由空气压缩机、后冷却器、接收器、空气干燥器、空气储罐、供应管线及多个压缩机单元组成的系统的产物^[10]。压缩机系统的总能耗取决于多个因素,如类型、型号和尺寸,但电机功率、控制机制、系统设计、使用和维护也是决定压缩空气系统能耗的基础^[11]。

本次改造企业结合实际需要,选取了市场上具备长期稳定运行能力的合作方,由合作方负责系统设计、选用新型节能空压机房设备、配套物联网云系统控制等,提供整站供气合作方案。

(1) 合作方负责投资与实施,企业按照成品压缩空气的使用标方(Nm^3/min)结算气费。其中气费包含电费,即电费由合作方承担。

(2) 由合作方自行负责运维,企业不负责对空压机组的运维工作。企业无需进行资金投入,双方每月按照成品压缩空气的使用标方(Nm^3/min)结算气费。

(3) 投入运行5年之后,合作方把新建系统免费移交给企业。

(4) 在合作期间,如由于合作方自身原因导致不能保障供气、服务不能满足要求等问题,企业不承担任何责任及费用,企业有权停用合作方设备并要求合作方自行拆除投资设备、搬离现场。

(5) 企业对于合作方选用的设备、设计的方案、运维的开展不做约束,同时也不承担任何运维作业任务,由合作方自行负责,在符合用气要求的前提下,合作方可对设备、管道做出有利于节能的优化改造,费用自行承担。

(6) 企业不对用气量做任何保证,即按仪表实际测量量结算,仪表由企业自行采购安装(以保证仪表的可靠性)。

(7) 合同期内如企业因不可抗力导致无法继续使用压缩空气,则可无条件终止合作,合作方自行拆走投建的供气设备。

(8) 如市场上出现节能效果有明显改善的新设备、新技术,经双方协商一致,可提前淘汰现有设备并共同分享进一步节能的价值。

2.2 系统建设方案

2.2.1 空压机系统建设方案

合作方通过长时间的调研后,根据企业用气量和用气波动范围,量身打造了一套节能压缩空气供应系统,放弃了传统上只是更换设备的简单做法,而是根据企业生产需要从实际出发,为企业重新建设了一个新的空压站。

2.2.2 空压机系统改造措施

参考《企业能量平衡通则》(GB/T 3484-2009)、《综合能耗计算通则》(GB/T 2589-2020)等标准,按照购入存储、加工转换、输送分配、终端使用和回收利用的能源平衡思路,对系统的空压机、辅助设备、输送管道、终端用气点和循环冷却系统进行了改造,同时借助物联网技术升级了空压机组的设备监测和运行维护系统。

(1) 冷却水系统改造。放弃原有大循环的冷却水供应,新建空压机系统配备独立小型冷却塔,系统功率仅为5kW。新冷却水系统改造完成后,冷却水系统独立运行,不再将辅助设备的冷却水回流到企业大循环冷却系统。同时,企业大循环冷却系统夜间停用,全年节省了大量电费。

(2) 压缩空气系统用户侧改造。合作方和企业对压缩空气用户侧进行了探漏、维修和优化工作,完成了压缩空气输送管道漏点的维修,减少了压缩空气泄漏量。同时,减少了系统供气量,缩短了空压机组的加载时间,降低了由此产生的电耗,从而直接降低了成本。

(3) 物联网云控制系统。设备通过物联网云控制系统采集用气量的峰值和时间、主设备运行温度、耗材寿命、电能质量和电量等数据,既方便企业查看设备运行状态,又减少了合作方的维护成本。

3 空压机系统改造后收益

3.1 系统运行资金收益

经过统计分析,新系统每年为企业节能约100万度的电耗,折合约55万元;每年节省设备维护费、人工费、折旧费,约32.5万元。项目申报了地区工业能效提升及淘汰落后产能专项资金,经有关部门的书面审查和现场核查后,获得10.3万元的奖励。

3.2 系统运行节能收益

根据《节能量测量和验证技术通则》(GB/T 28750-2012),项目节能量是指所实施的节能技术改造项目正常运行后,用能系统的能源消耗量(可比期)与改造前基

期能源消耗量相比较的降低量。

(1) 改造前能耗情况: 2020年1月至9月, 空压机系统耗电量为1926460kWh, 折算全年电量为2568613kWh。冷却水原系统功率157kW。

(2) 改造后能耗情况: 2020年10月至2021年5月, 空压机系统耗电量为1024270kWh, 折算全年电量为1365693kWh。冷却水改造后系统功率5kW, 改造完成后, 原系统每天停运12h。

(3) 项目节能量计算方法及结果。压缩空气节能量: $(2568613-1365693) \times 3.1=373$ 吨标准煤; 电机节能量: $(157-5) \times 12 \times 365 \times 3.1=141.12$ 吨标准煤; 项目合计节能: $373 + 141.12=514.12$ 吨标准煤。

从上述来看, 企业在空压机组的改造项目中, 不仅获得了资金方面的直接回报, 同时项目每年带来了一定的节能效果, 另外企业积极参与政府管理工作也获得了一定的荣誉和资金奖励。

4 项目总结

(1) 项目以压缩空气用量为费用结算方式, 不同于常见的租赁设备、分享节能量等合同能源管理方式, 既要求了合作方供应合格的压缩空气、降低用气成本、保证设备高效运行, 又满足了企业用气需求、减少采购低质量设备的风险、降低了运维成本。

(2) 合作方借助专业的技术能力, 结合企业实际生产情况, 从设备选型、冷却水系统改造、用气使用点的优化处理、保留企业原空压机系统的后备作用等方面入手, 借助物联网云控制系统的优势, 在保证企业正常用气的前提下, 帮助企业达到了节能降耗的目的, 也得到了相应的经济回报。

(3) 企业的节能改造项目, 积极参与政府部门的节能专项资金申报工作, 不仅取得了资金奖励, 也为企业和相关员工带来了荣誉。

(4) 经过数据测算, 本次空压机系统节能改造, 5年内总体节能效益平均在36%左右, 企业分享节能效果的26%, 合作方分享节能效果的10%。

5 结语

云南某冶炼企业为改变空压机系统设计余量大、设备性能下降、辅助设备能耗偏高的问题, 通过计算用气成本, 以“买气”的方式完成了空压机系统节能改造。不但保证了压缩空气优质、稳定的工作, 又降低了运维成本和能源消耗, 达到了节能降耗的目的。

参考文献:

- [1] 田郭毅. 空压机节能运行措施探讨[J]. 内江科技, 2018, 39(06): 32+78.
- [2] 李春晖. 浅析空压机节能改造与应用[J]. 中国高新区, 2017(15): 18-19.
- [3] 王坤. 空压机稳压节能技术和余热回收方法[J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11(06): 87-88.
- [4] 刘成红, 吕森, 张静波. 浅谈钢铁行业空压站节能的发展趋势[J]. 中国设备工程, 2022(11): 214-216.
- [5] 马继松, 严乐荣, 赵鲁苏. 扬州市重点用能企业空压机能源利用状况及对策研究[J]. 能源研究与利用, 2021(02): 8-11.
- [6] 夏坤. 矿用空压机的远程监测及智能联控系统的设计[J]. 机械管理开发, 2022, 37(08): 287-288.
- [7] 文志勇. 高校后勤能源管理模式实践探究[J]. 上海商业, 2022(05): 159-161.
- [8] 裴利星. 煤矿空压机设备节能研究与改造应用[J]. 机械管理开发, 2020, 35(10): 201-202.
- [9] 张冠华. 外供压缩空气代替空压机运行总结与效益分析[J]. 化学工程与装备, 2021(08): 207-208.
- [10] 艾佳薇. 关于空压机节能减排技术的研究[J]. 机械管理开发, 2022, 37(05): 195-197.
- [11] 江飞飞, 江楠, 卞淞霖, 等. 关于空气压缩机后冷却器流程选择的探讨[J]. 石油化工设备技术, 2005, 26(04): 30-32.

作者简介: 马彦伟(1988.08-), 男, 汉族, 河南郑州人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 工业节能。