

先导式节能栓塞输送技术在热电厂的应用案例分析

李保全 王玮

(国电电力邯郸东郊热电有限责任公司 056001)

摘要: 国电电力邯郸东郊热电有限责任公司,为响应环保要求及提高能效,对原有高压气力除灰系统进行了改造,采用了先导式节能栓塞输送技术。该技术主要通过降低吹灰时间及改善气固比来减少能源消耗,有效降低了系统的维护成本和能耗,同时提高了系统的安全性和环境表现。改造项目不仅实现了节能效果,还提升了系统的稳定性和可靠性,预计投资回收期为2.73年,经济效益显著。

关键词: 热电厂;节能栓塞输送;节能技术;环境保护;系统改造

引言:

国电电力邯郸东郊热电有限责任公司位于河北省邯郸市肥乡区,总装机容量为1204MW,主要承担地区的电力及热能供应。面对严格的环保法规和不断增加的节能减排压力,公司对其气力除灰系统进行了重要的技术升级。传统的高压输灰系统由于高能耗及高维护成本,已不再适应现代的经济和环保需求。因此,公司决定引入先导式节能栓塞输送技术,该技术通过优化系统的工作压力和气固比,有效减少了能源消耗和设备磨损。

一、项目背景及目标

(一) 项目概述

国电电力邯郸东郊热电有限责任公司位于河北省邯郸市东部的肥乡县境内,具有 $3 \times 350\text{MW}$ 和 $1 \times 154\text{MW}$ 的装机容量,并在2017年开始投入商业运营。由于环保法规的严格和企业自身对节能减排的追求,公司决定对现有的气力除灰系统进行技术改造,以降低能耗和运行成本。原有系统中,除灰设备使用的是高压输灰方式,这不仅能耗高,而且设备磨损严重,维护成本高。改造项目的具体目标是将高压气力输灰系统改造为先导式节能栓塞输送系统,预计通过技术升级,改进系统效率,降低运营成本^[1]。

(二) 目标设定

项目的主要目标包括实现至少50%的节气率,即通过技术改造达到至少减少一半的压缩空气消耗。改造还旨在提升输灰系统的安全性和可靠性,减少因系统堵塞引起的停机和维护。改造后的系统需要能够稳定运行,不出现堵管情况,同时保证输灰能力和速度满足电厂日常运营的需要。安全运行方面,新系统应降低运行中的风险和潜在的安全隐患,增加自动监测和控制功能,以适应更为严格的环保和安全标准。

二、技术方案与实施

(一) 方案设计

热电厂针对老旧输灰系统的节能改造项目,主要采

用的是先导式节能栓塞输送技术。该技术的核心在于通过布置在输灰管道上的先导式自动成栓阀开启压力的不同,根据输送现场实际情况进行自主开启与关闭调节,实现点进气,做到哪里堵管哪里进气,不堵管的地方不进气的输送模式,以达到最佳输送效率;并且基于栓塞输送不堵管的特点,忽略掉管道吹扫的过程,仓泵内的灰只要完全进入输灰管道内即可认为本次输送完成,而无须将灰全部送入灰库,直接减少吹扫过程产生的耗气量大、流速高问题,仅此一点可节省输送用气量10%左右。

使用先导式节能栓塞输送技术,可以实现满泵、满管输送,一次的输送量较常规输送可提高3倍以上,这是常规输送所达不到的效果,所以输送效率大大提高,输送次数降低,节省增加输灰系统满负荷状态下的时间,又可以节省大量的输送能源。

使用先导式节能栓塞输送技术,通过改变传统的高压输送方式,从而减少了对压缩空气的依赖,确保各系统稳定运行的情况下,显著降低能耗。在先导式节能栓塞输送系统的设计中,首先对现有的气力输灰系统进行彻底的评估。通过安装流量计的方式统计原有系统的用气量,在于与改造后相同工况下的系统进行耗气量比较,直观的反应节气量。

改造方案中,通过对仓泵进行改造,将所有的仓泵流化风系统只保留一个主进气,其它的仓泵流化、二次气、防堵气、管道助吹全部取消,降低仓泵系统的故障点,提升系统稳定性。又通过在输灰系统进气组件处安装调压阀的方式实现对整体输灰系统压力的降低,将进气压力控制在 0.35MPa 以下,降低输送系统的流速,减少管道的磨损,做到既不影响输送效率,又通过降低进气压力的方式增加系统稳定性,减少系统磨损情况,做到延长设备使用寿命与节约了能源的双赢。

控制系统升级主要是为了能够对输送流程以及各点的压力和流量精确控制,确保改造后系统的稳定运行。

整个改造方案的设计旨在通过降低能耗和提高效率,达到节能减排的目标,同时也考虑到系统的经济性和可持续性^[2]。

(二) 实施步骤

团队需对现有系统进行细致的耗能分析和效率评估,以确切地确定必需的改造措施和技术参数。随后进入设备采购和安装阶段,此时将引入包括先导式自动成栓阀、调压阀及其它必要的控制系统在内的关键设备,并确保这些设备严格遵守国家及行业的安全和性能标准。系统进入调试和试运行阶段,专业团队将进行全面的系统性能测试,以验证所有设备是否能够按照设计要求稳定运行。调试过程中,将重点监测系统的安全性及其节能效果,确保达到预期目标。最终阶段是项目的总体验收,包括对技术资料的全面审核及工程实体的详细验收,以保证项目质量符合规定标准。

三、经济效益分析

应用先导式节能栓塞输送技术对两台锅炉进行改造后,每年运行280天,每年运行小时数为6720小时。在常用负荷下,5台空压机(50m³/分钟,275千瓦)输灰系统总用气量约为250m³/分钟。原输灰系统的一、二电耗气量约占总耗气量的80%,即200m³/分钟,每年的耗气量为8064万立方米。每立方米压缩空气耗电量为0.0917千瓦时。应用新技术后,通过统计结果,1号炉节气率为63.47%,2号炉为50.49%。按1、2号炉平均用气量计算,单台炉年耗气量为4032万立方米。按厂用电价格0.3元/千瓦时计算,1号炉节省压缩空气带来的直接经济效益约为70.4万元,2号炉约为56万元,两台炉合计节省压缩空气带来的直接经济效益约为126.4万元。

压缩空气使用量降低使空压机和干燥机的维护周期延长,每台50m³/分钟的空压机平均每年维护费用约为6.75万元,改造后每年5台空压机维护费用可降低30%,即节约约15万元。按规定每台空压机4000小时一次更换机油,2000小时一次更换滤芯,每隔两次更换油气分离芯,加上干燥机的维护费用,单台空压机每次更换机油的费用在3.5万元左右,单次更换滤芯的费用在0.5万元左右。降低30%的维护量后,每年可节省空压机和干燥机的维护费用约15万元。

原系统出力不足时,每次堵灰处理至少需要5小时,导致每台机组每小时少发电17.5千瓦时,每度电0.3元,2台机组每次处理损失约17.55万元,平均每年3次,损失约52.5万元。先导式节能栓塞输送技术可将输灰速度降低原来的2/3左右,大大减少输灰系统管道、阀门的磨损,避免磨损泄露造成的二次环境污染。改造后,每年节省的备品备件包括耐磨管道50米,每米550元,合

计2.75万元;耐磨弯头3个,每个3000元,合计0.9万元;出料阀和库顶切换阀各1个,每个0.8万元,合计1.6万元。两台炉每年备品备件费用合计可节约10.5万元。

输灰管道基本都在高空,发生磨损泄露需要搭脚手架进行检修,每次脚手架费用3500元,人工费8000元,传统输灰方式每年平均出现10次,合计11.5万元;原输灰方式容易发生堵管,每次处理堵管人工放灰清灰的费用至少2万元,平均每年4次,合计8万元。以上每年可节约的检修维护脚手架和人工费用为19.5万元,改造后每年可节约的检修维护费用合计为39万元。

应用先导式节能栓塞输送技术后,两台炉每年可产生直接经济效益约245.1万元。本次改造总投资为669.978万元,根据计算,669.978万元/245.1万元/年=2.73年即可收回成本。这些经济效益包括节省压缩空气带来的效益、降低空压机和干燥机的维护费用、消除因堵灰降出力带来的经济损失、减少输灰系统管道和阀门磨损的费用以及减少高空管道维修的费用。

四、环境与安全风险

(一) 环境改善

1. 减少大气污染

在邯郸东郊热电有限责任公司的改造项目中,先导式节能栓塞输送技术显著降低了压缩空气的使用量,从而减少了空压机的运行时间和能源消耗。空压机在未改造前的系统中,因为频繁启停,导致高能耗和高排放。改造后,由于输灰系统的压力需求降低,空压机的工作负荷减轻,从而降低了电力消耗和相应的排放量。通过改造降低输灰系统的气源压力,减少了粉尘和灰尘的扬起,有效减少了烟尘排放,改善了厂区及周边环境的空气质量^[4]。

2. 降低噪音污染

由于新技术的采用,系统运行更加平稳,减少了由于压力波动和空气冲击造成的噪音。原有的系统中,高压空气流通过管道时产生的噪音较大,尤其是在气流通通过阀门和弯头时。新系统通过降低运行压力和优化管道设计,有效地减少了气流速度和湍流,从而减少了操作噪音。减少设备的启停频率也有助于降低噪音污染,使得厂区的噪音水平保持在更低的标准,符合国家环保要求,提高了工作环境的舒适度和员工的工作满意度。

(二) 安全提升

1. 环境改善

传统输灰系统在操作中频繁产生大量灰尘和噪音,对周围环境造成影响。改造后,系统的密封性和压缩效率显著提升,大幅减少了灰尘的逸散。由于整个系统的

压力降低,操作时产生的噪音也相应减少。这些改进不仅提升了工作环境的质量,也减少了对周边环境的污染。在此基础上,系统还通过使用更为高效的除尘技术,进一步减少了微粒物的排放,对空气质量的改善作用明显。

2.安全提升

采用先导式节能栓塞输送技术后,热电厂的输灰系统安全性得到了根本性提升。该技术通过操作减少了系统内的高压风险,使得输灰过程中的管道压力大大降低,从而降低了因压力过高而导致的管道破裂事故。系统的自动化程度提高,减少了人工操作的需要,降低了操作错误的可能性。在系统中引入的智能感知技术可以实时监测管道内的压力和流速,当系统检测到异常时,能够自动调整或关闭,避免了因技术故障导致的安全事故。

五、项目总结与未来展望

(一)项目运行情况

改造后新系统已经投入运行,系统运行稳定,可靠,无堵管情况,节气效果明显,达到设计要求。#1 锅炉节气率 63.47%,#2 炉节气率 50.49%,高于技术协议中 50% 的节气要求;#1 炉输灰能力提升 33.69%、#2 炉输灰能力提升 35.71%,高于 30%的技术要求;#1 炉输灰流速 6.29m/s、#2 输灰流速 7.6m/s,符合技术要求;进气压力 0.35Mpa 符合技术要求。

(二)项目评估

1.成功之处

在技术实施后,#1 锅炉的节气率达到了 53.47%,而 #2 锅炉的节气率也达到了 50.49%,均高于技术改造前的表现。这一改造减少了压缩空气的使用量,进而降低了运行成本。通过安装新的调压阀,降低了输灰系统的进气压力,有效降低了设备的磨损和维护成本。改造项目还包括了对现有设备的综合升级,例如输灰能力的提升和输灰系统的安全性增强,有效地减少了输灰频次,提高了灰气比,降低了流速,延长了输灰管道的使用寿命。

2.存在的问题

改造初期由于部分设备的调试不足,导致系统运行初期出现了几次堵管情况。这些堵管问题虽然随后通过技术调整得到了解决,但仍暴露出在项目管理和设备测试方面的不足。虽然新系统的设计和实施都旨在提高效率 and 安全性,但在实际操作中,操作人员对新系统的熟悉和操作技能需要时间去适应,初期存在一定的操作误区。

(三)未来方向

1.技术水平评价

#1、#2 炉气力除灰一、二电场节能改造后比改造前的耗气量大大降低,#1 锅炉节气率 63.47%,#2 炉节气率 50.49%,高于技术协议中预期的节气要求;其次,减少了输灰频次,#1 炉输灰能力提升 33.69%、#2 炉输灰能力提升 35.71%;对阀门的开启频率降低,延长了阀门等设备的使用寿命;还有,提高了灰气比,减小了流速,改造后#1 炉输灰流速 6.29m/s、#2 输灰流速 7.6m/s,降低了输灰管道的磨损,延长了输灰管道的使用寿命。

2.推广与应用扩展

先导式节能栓塞输送技术的应用不应仅限于现有的热电厂,其节能和环保的优点同样适用于其他工业领域如水泥厂、垃圾焚烧发电及钢铁厂等。该技术的推广将侧重于这些行业的定制化需求,开发更适应不同工业环境的设备版本。在水泥厂中,输送系统需要处理更高的粉尘浓度和更大的颗粒,技术的调整应考虑这些特殊要求。政府和行业协会可以通过制定优惠政策和补贴措施,鼓励更多的企业采用节能技术,推动绿色制造和可持续发展的理念在更广泛的领域内得到实施。

结语

国电电力邯郸东郊热电有限责任公司通过先导式节能栓塞输送技术改造,成功降低了能耗并提升了系统效率。该项目不仅减少了压缩空气的使用,还提高了输灰系统的安全性和可靠性,有效防止了堵管现象,确保了电厂日常运营的需求。未来,公司将继续探索更高效的节能技术,并针对遇到的挑战进行技术评估和兼容性测试,以满足更严格的环保法规和安全标准,推动可持续发展战略的实施。

参考文献:

- [1]回大全.自力式机械调节先导式减压阀特性研究及流场分析[D].哈尔滨工程大学,2023.DOI
- [2]李文成,李鹏,罗翔,等.先导式节能栓塞输灰系统在 700MW 机组应用研究[J].自动化应用,2022,(03):30-32. DOI
- [3]赵洪波,赵媛媛.先导式安全阀在天然气输气流程中的应用分析[J].科学技术创新,2020,(08):174-175.
- [4]张绍华,陶国庆,刘建峰,等.先导式安全阀的研制及其性能特点[J].化工机械,2019,46(05):561-563.
- [5]王伟海.先导式栓塞技术在电厂管道输灰系统中的应用.山东省,龙口矿业集团热电有限公司,2019-06-17.