

A Brief Analysis of the Ash Conveying Path Transformation of No. 13 Economizer

Jianjun Lu

National Energy Group Shanxi Electric Power Co., Ltd. Taiyuan First Thermal Power Plant, Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

In the renovation work of the ash conveying pipeline of the 13th economizer in Guodian Taiyuan First Thermal Power Plant, a comprehensive investigation was conducted on the existing problems such as pipeline wear and blockage in the original system. Afterwards, by optimizing the layout of the pipeline, selecting new wear-resistant materials, and adding intelligent blockage removal devices, the stability and output of the economizer ash conveying system were greatly improved. After the renovation was completed, the occurrence of ash accumulation in the economizer and air preheater was effectively avoided, the power consumption of the induced draft fan was reduced, and the equipment failure rate was also reduced, ensuring the long-term stable operation of the boiler. After analyzing the principles of the economizer and pneumatic ash conveying system, as well as the factors affecting ash conveying operation, a specific plan for the transformation of the ash conveying path of the economizer was proposed. With the implementation of the ash conveying path transformation, our plant's 13 # economizer and air preheater achieved the goal of economic and stable operation.

Keywords

economizer; Air preheater; Warehouse pump; ash conveying pipe; Path renovation

浅析 13# 省煤器输灰路径改造

路建军

国家能源集团山西电力有限公司太原第一热电厂，中国·山西太原 030000

摘要

在国电太原第一热电厂13#省煤器输灰管路改造工作中，对原系统存在的如管路磨损以及堵塞等问题展开了较为全面的调研。之后依靠优化管路的布局方式，选用新型耐磨材料，并增设智能清堵装置等举措，使得省煤器输灰系统的稳定性以及出力都得到了较大程度的提升，改造完成后，有效地避免了省煤器、空预器出现积灰的情况，引风机的功耗有所降低，设备故障率也减少了，保障了锅炉可长期稳定地运行。通过对省煤器以及气力输灰系统的原理，以及影响输灰运行的因素进行分析，提出了省煤器输灰路径改造的具体方案，借助实施输灰路径改造，我厂13#省煤器、空预器达成了经济稳定运行的目标。

关键词

省煤器；空预器；仓泵；输灰管；路径改造

1 引言

在锅炉正常运行工况下，一部分飞灰积聚在省煤器下部的冷灰斗中我厂省煤器输灰系统采用单仓泵运行。

2 省煤器积灰的危害

省煤器输灰系统是锅炉的重要组成部分，如果不能运行，将造成空气预热器磨损与堵塞，影响换热元件的换热效果，省煤器受热面严重积灰后，传热效果会迅速恶化，锅炉的排烟温度逐渐升高，锅炉热效率大大降低，同时烟气阻力也随之增加，使得引风机的电耗量增加，同时省煤器受热面

积灰后还会加快管壁腐蚀。空预器堵灰造成空预器进出口压差增大，引风机电流增加，锅炉总风量大幅波动，炉膛负压摆动，排烟温度偏差增大，堵灰严重时有时引起风机喘振。省煤器堵灰后，长时间运行后堆积到下游的空预器，省煤器输灰频繁堵管，不得下调低下料时间，提高输送压力的方式，造成输灰管磨损严重，经常停运检修，检修期间灰斗料位升高，且贴壁处灰粒温度降低，输灰更加困难，输灰管线经常堵塞，形成恶性循环，加剧了空预器堵灰，14#空预器的堵灰周期基本上为4个月，逼迫停炉对空预器进行高压冲洗。

我厂14#炉省煤器输灰系统采用压缩空气浓相输送方式，由进料圆顶阀，仓泵，输送管路，补气阀等组成，从省煤器灰斗下方，收集飞灰中的大颗粒，在输灰系统的控制系统，输送到灰库，由于省煤器输灰系统频繁堵管，使省煤器输灰无法正常运行，必须进行改造。

【作者简介】路建军（1975-），男，中国山西太原人，本科，工程师，从事除灰脱硫运行优化研究。

3 气力除灰的工作原理

锅炉运行过程中产生的飞灰被静电除尘器捕捉后落入其下方的灰斗内部。灰斗中聚集的飞灰在自身重力的作用下持续下落，最终进入专门设计的灰泵设备中。灰泵设备首先向进入其内部的飞灰注入压缩空气，使原本干燥的飞灰颗粒充分流化，变得像水一样具有极强的流动性。

流化后的飞灰在灰泵内部形成类似流体的状态，灰泵设备随即利用持续供给的压缩空气作为动力，将这种具有流体特性的飞灰混合物通过管道以较高速度推送至远处的灰库进行储存。

4 影响气力输灰的因素

探讨气力除灰技术的技术成效，动力核心要素为压缩空气所驱动的动力来源，灰流化后的流动状态构成了技术实施的核心环节的基石。实现灰色流动适宜性的达标，技术实施阶段的核心规定。

五个要素对气力除灰效果具有决定性的影响：首先，压缩空气的质量是保证除灰效果的关键要素之一；其次，灰的流动性不容忽视；再者，灰分的粒度不容轻忽；此外，节流孔板的孔数调整极为关键；最后，对输送灰分的管道直径的确定应予以恰当处理。

气力除灰系统的稳定性有压缩空气作为其动力后盾，其质量与系统稳定性的实现紧密绑定。压缩空气的品质核心问题集中在压力和净化效果的优劣上。

在实施气力除灰作业过程中，压缩空气的压力需达到 0.55MPa 及以上的要求。灰浆泵输送阶段之作业时段中，压力若降至临界线，将带来两种影响：输送管道可能因灰浆的聚集而遭遇阻塞，迫使输送作业停止；输送作业的时间长度将显著加长。灰泵输送泵内灰料的运作已达到预期成效，现阶段压缩空气的压力还未达到 0.55MPa 这一高度，循环流程即将陷入停滞，灰泵的进料作业将暂时休歇。待压力升至 0.55MPa，灰泵才会启动下一循环。

压缩空气的净化标准对气力除灰的成效有显著正面作用力。灰的流动效果在压缩空气高水分含量影响下显著受限。此外，水分已渗入灰库，随着时间的逐步延伸，灰板结的隐患较大，恶化了灰的流动性问题，进而对灰库排灰作业的连贯性造成了阻碍。

孔径之小几乎微不足道，直径通常为 $\phi 3\text{mm}$ ，压缩空气流动的路径，冷凝水往往在此地聚集。在冬季，气温一旦跌至零下摄氏度的临界点，冷凝水一触冷界便即刻结冰，紧随其后的结果是节流孔板出现了阻塞，这一效应对气力除灰系统的稳定性产生了巨大破坏。

在实施气力除灰作业的现阶段，节流孔板的布置往往难以符合理想规格。若逆止阀密封性能不够理想，输灰过程中，空气反向压缩现象可能源于灰粒的介入，流向节流孔板区域。孔板中的水与灰粒混合搅拌，形成灰泥，导致孔板孔道发生阻塞，进而影响了气力输灰的常规操作阶段。

灰流的强度，关乎灰泵输送效能核心任务的核心要害。

灰程作业的作业环节时段阶段，灰流需采纳流化途径，竭力提高其流动性水平。不管仓泵的样式有多少差异，但它们均包含一个共性部件——流化组件。灰的流动性对输送效果产生了直接性的影响。灰的流动性，是促进气力输灰效率增长的关键点。

在执行气力除灰系统调整过程中，应以灰斗中灰量及实际运行状况为准，确保主副仓泵在满载作业中稳定作业表现，适宜确定循环时间，降低同期内不同电场灰分输送同步作业的风险状况因素。

在运用除灰系统节流孔板阶段，必须保证灰泵在满负荷下无间断运行。只有在两台灰泵均满负荷工作的情况下，气灰比方能达到最适宜配比，此时仓泵的输出功率达到峰值，磨损标准降至最低标准点。两个灰仓的灰料装载量若不相等，将引起单灰泵的启动动作，气灰配比未符合理想配比标准，这无疑造成了压缩空气的不当消耗，输送灰粉所需时长有所增加，加剧了输灰管道的磨损程度。

鉴于主副仓泵尺寸无二，两灰斗的灰量变动极为有限，主副仓泵均能进行满负荷作业之时机，灰斗的料位实现了同步平衡一致性，也为连续满载作业带来了便捷。

利用旋风器先行脱水，再由冷干机深入除水，压缩后的空气实现了净化功能。冷干机的去湿效果未能达到理想水平，导致处理后的压缩空气标准露点温度仅为 3°C 。若压缩空气的温度降至零下三度界限，冷凝迹象即将露出端倪。气温进一步降至零度以下临界点，冷凝水结冰，阻塞阀门与节流孔板的风险不容忽视，进而对气力除灰系统的运行效能带来了极大的不良后果。2003 年冬季，压缩空气中的水分因冷却而凝固成冰，气力除灰作业正面临极度的不利挑战。应对这一挑战性的局面，暂时在压缩空气管道、储气罐、节流孔板及阀门等环节实施了伴热带的附加，成功度过了危机。

一般环境里，煤粉燃烧所产生灰烬的颗粒比原煤粉更小。贫煤燃烧阶段，锅炉内煤粉的 R90 细度一般处于 25% 这一级别，而灰的粒径通常小于 $30\mu\text{m}$ 。然而，鉴于煤炭质量下降的演变速度明显加快，煤的灰分比例迅猛上升。就算燃烧后的灰分比煤粉更碎，颗粒度明显地超出了常规标准所设的界限。若煤炭中掺杂了较多的煤矸石，其燃烧效能几乎完全丧失；加之煤矸石质地坚硬，磨碎后的粉末颗粒与煤粉相比显得更为粗犷，即便炉膛内燃料燃烧至完全燃烧的完全实现阶段，颗粒大小的改变有限。矸石含量增加的时段，一般该灰分的颗粒度普遍高于煤粉。

煤灰校核结果为 26.5%。煤矸石所含灰分最高值可达 40%，一般含量维持于 30%。锅炉灰量迅猛增加阶段已初现端倪，其灰分量是正常情况的两倍之多，细度 R90 值高达 41.5%。灰泵的循环周期延长至 8 分钟，较之前 4 分钟显著增加。灰量迅猛增长，灰泵输送灰的效能遭遇了衰减，灰斗物料急剧上升，锅炉的安全与经济运行面临重大挑战。

一般状况下，气力除灰的历史数据曲线的波动性不强，灰泵始终保持在满负荷工作水平，该循环周期一般维持于 4 分

钟这一时间界限。历史曲线的波动显现了气灰比的波动周期特点规律,必须对气力除灰系统的节流孔板进行调节以应对波动。调整准则:首先,节流孔板的孔数调整需在既定的区间标准界限内实施;其次,单次孔数调整不宜超过两个分项分量。

运行期间,若仓泵启动送灰导致压力急剧上升,输送管道堵塞事件频发连绵,通常可归因于以下三种情况:一是节流孔板孔洞堵塞;灰粒度变动导致气灰比例失衡;第三个情形是灰中形成的板结状灰块进入了输送管道,导致气力输送的阻碍现象。

对首种现象进行详尽剖析,首先应对流化气节流孔板的堵塞情况予以核实,若发现堵塞,必须对逆止门的封闭性能进行详尽审查;接着,执行配气节流孔板的检测措施,堵塞情况依然存在,必须对逆止门的密封状况进行确认。

就第二种情况作出说明,首先应核实节流孔板孔数是否达标。孔数若达到既定规定,灰泵流化风量可以适当上调,降低主输送风量或预充压风量以匹配。若孔数不足,适当提高流化风量至合理水平即可。此外,还可以通过增加配气风量、减少主输送风量或预充压风量来调整。

灰泵的作业周期延长了,输送压力有所降低(气源压力要求不低于0.55MPa),且启动送料时压力迅速上升,管道吹扫压力维持恒定水平,这一迹象说明流化风量相当可观,主输送风力显得不够强大。因此,建议对流化风量实施适度下调,主输送风量实施了扩充。

气力输灰系统的运行周期被延长了周期性延后执行周期性处理,输送压力已突破0.55MPa的门槛,灰泵启动送料过程中压力上升平缓,每个周期结束时压力下降也较缓,有效降低了输灰管道堵塞的隐患指数,且清扫压力维持在高位。应当对配气风量作出恰当的调节,以符合要求。

5 我厂13#省煤器输灰系统存在的问题

一般情况下,颗粒细小的灰物质流动性较好,粗细颗粒的灰质流动性不强。以单位重量灰的颗粒度较小为前提性规定,面积随之扩张开来,故而能吸附更多的烟尘,导致灰的密度变得轻柔,不易结块。此外,灰粒越轻,更易被烟雾所携带而飘然升腾。省煤器灰斗中的灰层密度颇高,输送过程中易在输灰管内沉积,形成堵塞。

以2号与13号省煤器为示范性参照的典型实例,该输灰管道的垂直距离为25米,重力导致物质聚集,灰分在水平管道与垂直管道的交汇点有聚集的偏好。三段省煤器所采用的灰渣输送管道总长度是500米,四段省煤器的工作离不开单仓泵的助力,但气体供应量不足。鉴于省煤器所产灰粒的粗细不均,输送效果未能令人满意,故需在管道沿线增设补气设施。然而,此类补气方式不仅导致系统耗气量增加,也引发了输送距离的延长,极大地推高了工程开销。

6 省煤器输灰路径解决方案及技术支持

采用电输灰系统把省煤器的灰输送到13#除尘器2B辅

3灰斗,再通过13#除尘器2B输灰系统将省煤器输送到灰库。路径改造的技术支持1由于13#除尘器2B输灰系统的出力和一电场一致,而一电场收集了85%的飞灰,二电场只有10%的灰量,同时我厂13#除尘器已改造为电袋除尘器,保留一电场,原来二三四电场改造为布袋除尘器,二电场的灰质相对省煤器和一电场好了许多,这样,二电场的细灰和省煤器的粗灰混合在一起,细灰的密度很小,细灰悬浮在压缩空气,加大了输灰介质的密度,这样省煤器的粗灰颗粒就能悬浮在细灰和压缩空气的混合物中,粗灰颗粒对管壁的磨损得以避免,减少检修人员的维护工作量。2 13#省煤器和二电场辅三灰斗垂直高度六米,输灰管长80米,高度为原来的1/4,长度为原来的1/6,这样就解决了省煤器输灰管路补气不足的问题。3由于我厂省煤器采用浓相微正压输灰系统,而且除尘器运行工况为负压状况,省煤器输灰系统成了前抽后推的输灰模式,这样大大加强了省煤器输灰系统的可靠性和出力。

省煤器输灰系统改造后的运行情况

本系统可自动运行或由运行人员手动控制,运行模式采用时间顺序控制,各阶段时间长度可由运行人员根据情况调整,自动状态投入时,参考运行方式如下:

空吹时,先开“出料阀”,5S后再开“补气阀”,

最后打开“进气阀”,空吹完毕时,先关闭“进气阀”和“补气阀”,10S后再关闭“出料阀”,正常输送时,确认“进气阀”和“补气阀”在开位,才能打开“进料阀”,15s后关闭“进料阀”,5S后开“出料阀”,再开“进气阀”和“补气阀”,运行3min后,先关“进气阀”和“补气阀”,10S后关“出料阀”,每2次输灰的间隔时间为30min,根据燃用煤种的不同,省煤器出口烟道输灰系统的实际出力为1.5~2.0t/h。

7 13#省煤器输灰路径改造后的运行工况

通过技术改造,空气预热器,引风机的安全经济水平有了很大的提高,运行后空预器的烟气阻力没有明显增大现象,引风机电流正常,省煤器出口烟道气力输灰系统排灰正常,未发生堵塞,烟道内积灰现象得到消除。空预器不再积灰。同时由于引风机出力降低,除尘器入口烟气流速降低,电除尘除灰效率明显提高,布袋除尘器二次飞扬现象明显减少,取得了明显经济效益。

参考文献

- [1] 殷波,谷文超,乔子兴,等. 省煤器输灰系统气力输送堵塞的成因及解决方案研究[J]. 电力设备管理, 2024, (24): 105-107.
- [2] 侯春江. 省煤器输灰管道结构优化[J]. 电站系统工程, 2021, 37(03): 22-24+31.
- [3] 杜一鸣,降雪,张腾飞,等. 浅析电厂锅炉省煤器输灰系统改造[J]. 电工技术, 2019, (10): 33-34.
- [4] 梁国建. 省煤器输灰管路的设计应用与改进[J]. 华东电力, 2002, (02): 41-45.