

循环流化床锅炉干煤泥掺烧实践

刘振军 高 晶

陕煤集团神木电化发展有限公司 陕西 榆林 719300

摘 要：针对陕西煤业化工集团神木电化发展有限公司热电车间循环流化床2×100MW机组锅炉，在2019年开始实施干煤泥掺烧，为保证锅炉蒸发量在90%以上，确保机组辅助系统安全高效运行，在设备原有的基础上进行技术改造，经过几年不断的摸索与改革，煤泥掺烧由原来的8.5%提升至60%以上，每年可掺烧干煤泥50万吨以上，通过煤泥掺烧降低原煤消耗，每年可节约燃料费用6000余万元，实现电厂节能降耗，降本增效的目的，为同行业锅炉降低燃料成本做出贡献。

关键词：锅炉；干煤泥；节能降耗；燃料成本

企业简介：陕西煤业化工集团神木电化发展有限公司是由陕西煤业化工集团神木煤化工产业有限公司和陕西神木电化资产运营有限公司（原神木发电公司）共同投资设立，公司主要从事电石、供热、电力的生产与销售，生产单位设热电车间、电石车间。公司实施的50万吨/年电石一体化项目分别由陕西省发改委和榆林市发改委批准，利用煤矸石、劣质煤和煤泥为原料，配套自备2×100MW煤矸石凝汽发电机组，发电全部用于电石生产或上网；批复年产电石50万吨，已建成6×33000KVA密闭电石炉，电石炉气净化回收用于发电、供热；供热能力为500万吉焦，能满足神木新村长远规划供热需求；项目总投资22.33亿元，于2013年底全部建成投运。

公司秉承“用户至上，信誉第一”的经营理念，努力实现发展的新跨越。已初步形成了“电-化-热”一体的资源综合利用产业链。

1 实施背景

煤炭是火力发电机组的主要生产成本，煤炭成本占总成本的70-80%；因此，降低燃料成本一直是火力发电企业成本控制的重点。随着煤泥、生物质、垃圾等的掺烧，企业自身也在探索一条符合自己发展的道路。循环流化床锅炉具有燃料适应性广的特点，可以燃用煤矸石、煤泥等燃料。在这样一种背景下，公司提出了节能降耗，降本增效的目的是为了提高企业的综合竞争力和抵御市场风险能力。

2 目标与内涵

2.1 循环流化床锅炉干煤泥掺烧的意义

干煤泥掺烧技术是指将燃烧过程中产生的废弃煤泥与主要燃料（如煤炭）同时进行燃烧，以提高能源的利用效率和减少废弃物的排放。^[1]干煤泥是指经过脱水处理后的煤泥，在干燥的状态下，便于储存和掺烧。

干煤泥掺烧技术的应用主要有两个方面的考虑。首先，该技术可以减少煤炭的使用量，提高能源的利用效率。其次，干煤泥的掺烧也是一种废弃物资源化的方式，有助于减少废弃物的处理成本 and 环境污染。通过将干煤泥掺烧技术，使用到循环流化床锅炉中，不仅可以减少废弃物的处理成本，还可以将废弃物转化为能源，实现废弃物资源化的同时降低环境污染。

3 实施办法

3.1 成立组织机构

神木电化发展有限公司干煤泥掺烧项目专门成立了攻关小组。

组长：王武超

成员：杨小平、刘振军、高晶、王庆炜、李西满、高瑞

3.2 岗位设置、岗位职责及岗位人员能力说明

3.2.1 岗位设置及能力说明（如下表所示）

| 姓名 | 职务/职称 | 专业 | 能力说明 |
|-----|---------|------|------------|
| 王武超 | 主任/工程师 | | 煤泥掺烧实践管理 |
| 刘振军 | 技术员/工程师 | 输煤运行 | 输煤系统及煤质把控 |
| 高 晶 | 技术员/工程师 | 锅炉运行 | 输煤系统管理 |
| 王庆炜 | 技术员/工程师 | 锅炉运行 | 锅炉运行操作管理 |
| 李西满 | 技术员/工程师 | 锅炉运行 | 锅炉运行操作管理 |
| 高 瑞 | 总值长/工程师 | 工艺运行 | 炉运行及输煤系统管理 |
| 杨小平 | 副主任 | 检修管理 | 煤泥掺烧技术改造 |

3.2.2 岗位职责

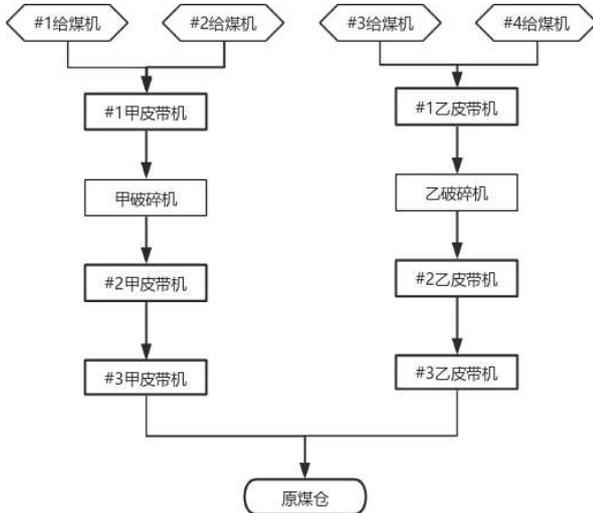
组长：负责煤泥掺烧的全盘管理、沟通、协调工作，煤泥掺烧的技术攻关及制约煤泥掺烧的技术改造工作。

成员：杨小平、高瑞负责煤泥掺烧过程中锅炉稳定运行及运行异常应急处理工作；

王庆炜、李西满负责锅炉煤泥掺烧运行调整工作；

刘振军、高晶负责输煤系统上煤、煤泥掺伴、原煤及煤泥质量把控工作。

3.3 工作流程图（如下图所示）



3.4 流程过程控制方法说明及节点工作的做法描述

流程过程控制方法说明要求全面描述如何从一个节点流向另一个节点；节点工作的做法描述要求包括具体工作方法、工作工具等的描述。

3.4.1 煤泥掺烧实施方案

根据煤泥掺烧工作前期调研、对标学习，应选用干煤泥热值指标为：发热量大于2500大卡，全水小于16%，原煤指标：发热量大于4200大卡，全水小于13%，入炉煤指标：发热量3000-3450大卡，全水小于15.5%。

3.4.2 煤泥掺烧存在的问题

- (1) 煤场给煤机受煤坑下煤泥不畅；
- (2) 落煤管、破碎机壁上煤泥粘结严重；
- (3) 炉前给煤机煤仓内蓬煤严重，造成给煤机频繁断煤；
- (4) 现场环境较差，粉尘较大。

3.4.3 煤泥掺烧存在的问题处理措施

3.4.3.1 煤场给煤机受煤坑下煤泥不畅的处理办法

- (1) 控制煤泥水分指标，严格执行煤泥全水小于16%；
- (2) 改造煤泥受煤坑坡度；
- (3) 煤泥受煤坑外壁加装振打装置；
- (4) 设专人定期清理受煤坑积煤。

3.4.3.2 落煤管、破碎机壁上煤泥粘结煤泥处理办法

- (1) 改造落煤管坡度；
- (2) 落煤管外壁增加振打装置；
- (3) 落煤管外壁增加气力喷吹；

- (4) 定期检查清理。

3.4.3.3 炉前给煤机煤仓内蓬煤严重，造成给煤机频繁断煤的处理办法

- (1) 煤仓下部坡度改造；
- (2) 煤仓外壁加装空气炮；
- (3) 煤仓外壁加装振打装置；
- (4) 煤仓底部加装旋转清堵机；
- (5) 定期清理煤仓。

3.4.3.4 现场粉尘较大环境较差的处理办法

- (1) 给煤机下煤口做密封；
- (2) 落煤管检查口做密封；
- (3) 皮带落煤点加装微动力除尘器；
- (4) 输煤系统走廊加装水冲洗装置。

3.4.4 干煤泥掺烧方法及经验

我公司现采用采购好合格的干煤泥和原煤分类存放至煤场，由铲车铲至给煤机受煤坑铲煤，上煤时同时启动两台给煤机运行，其中一台给煤机输送原煤另一台给煤机输送干煤泥，通过给煤机变频调节控制原煤和煤泥量，原煤和煤泥同时落在#1输煤皮带混合输送至破碎机进行筛分破碎，破碎后落至#2输煤皮带，经过#2输煤皮带转运至#3输煤皮带，#3输煤皮带分别输送至各煤仓供锅炉使用。

根据公司干煤泥掺烧总结，提升煤泥掺烧比例降低燃料成本，当干煤泥比例提升至55%以上时，锅炉满负荷运行时，燃料量增大，送风量增加，易造成锅炉爆管，为了从长远考虑干煤泥掺烧经济效益，合理控制干煤泥掺烧比例至关重要，通过几年的掺烧经验总结，煤泥掺烧比例控制在50%-55%之间为最佳掺烧比例。

4 实施成效

从2019年7月开始公司逐步开始实施干煤泥掺烧，随着设备瓶颈问题不断改造，掺烧技术越来越成熟，公司煤泥掺烧比例逐步提高，煤泥掺烧量逐步增大。2023年煤泥掺烧已达到公司预期效果，年度制定煤泥掺烧比例50%，煤泥实际掺烧比例50.96%，使用干煤泥563836吨。

2023年公司采购干煤泥平均发热量2396大卡，平均价格150元/吨，原煤平均发热量4200大卡，平均价格450元/吨。

2023年使用干煤泥节约燃料成本6016万元。

5 主要创新点

5.1 煤矿和选煤厂在加工精煤过程中产生煤泥，将煤泥作为废弃垃圾处理，处理时还受环保部门监管，不得造成环境污染，处理时成本较高，一定程度上影响公司效益，电厂锅炉使用后既降低了煤泥污染又降低了废弃

处理费用,实现“变废为宝”目的。

5.2 循环流化床锅炉具有燃料适应性广的特点,可以燃用煤矸石、煤泥等燃料,在用煤矸石时锅炉排渣量大,长期会造成排渣系统故障率提高,处理排渣系统故障时影响锅炉负荷。所以在循环流化床锅炉燃料选取使用部分干煤泥掺烧其优点较为明显,首先煤泥采购性价比更高;其次使用煤泥可减少锅炉排渣量,降低出渣系统故障频率,电厂选择使用可降低燃料成本,实现降本增效的目的,从而提高经济运行质量和效益,增强核心竞争力。

5.3 在使用干煤泥做燃料时,输煤系统易造成扬尘大,现场环境污染,在实施干煤泥掺烧以来,我公司对输煤系统环境卫生进行彻底改造治理,输煤系统全线的扬尘点实施全封闭,对皮带运转落煤点加装微动力除尘抑尘,皮带全程实施全封闭,皮带地面、走廊全部改造为水冲洗清理卫生,通过一系列的改造,区域达到职业卫生环境标准。

5.4 干煤泥掺烧实施以来,入炉原煤粒径下降,为进一步降低破碎机的出力同时降低破碎机电耗,公司对破碎机实施了技术改造,在破碎机入口上方加装滚轴筛分,破碎机入口增加一条下煤旁路管道,与破碎机入口相连接为三通,内部增加一块切换挡板,使用干煤泥掺拌时,入炉煤先经过滚轴筛分,大约80%合格的细煤粉从旁路管下落,只有20%粒度加大的入炉煤进行破碎,大大降低了破碎机的工作能力,从而实现了降低破碎机的电耗,节约厂用电量,实现公司降本增效的目的。

5.5 为了实现煤泥掺烧比例最大化,陕西煤业化工集团神木电化发展有限公司制定了《煤泥掺烧管理办法》《配煤指导表》《日成本核算进班组》等煤泥掺烧管理办法,积极进行煤泥掺烧的技术探索和尝试,通过对不同发热量煤种的掺烧工况和技术探索,制定了一系列保证安全的掺烧配比方案,有计划地在煤种水分低、发热量低时,增加水分高、发热量低的煤泥配比,从而优化库存结构,节约燃烧成本,实现环保和节能的双赢。

6 展望与思考

6.1 干煤泥需求量增大,资源紧缺

煤泥是由于煤炭洗选过程中产生的附属产品,近年来,随着煤炭行业的快速发展,煤泥的需求量也在不断增加。煤泥的应用领域广泛,可以用于发电、供热、制砖、制作炭素、陶瓷等多种行业。因此,煤泥市场的需求量非常旺盛,行业前景十分广阔。

在煤泥的应用领域中,发电和供热是较为常见的领域。随着能源消耗量的不断增加,电力需求量也在不断增长,煤泥发电将会成为未来发展的重要方向。

6.2 干煤泥掺烧对环境的影响

干煤泥掺烧作为一种旨在提高煤泥利用率、降低燃烧成本、减轻环境污染的燃烧技术,其在环境方面的影响备受关注。从目前的研究和实践来看,干煤泥掺烧对环境的影响主要表现在以下几个方面:

一是干煤泥掺烧有助于减少烟尘和有害气体的排放。煤泥燃烧过程中,由于煤泥颗粒小、含水量高,燃烧不完全,容易产生大量的烟尘和有害气体,如 SO_2 、 NO_x 、 CO_2 等。

二是干煤泥掺烧过程中,如果掺烧比例不当,也可能导致某些污染物的排放增加。因此,我们需要对干煤泥掺烧的燃烧过程进行精细化管理,确保其在带来环境效益的同时,最大限度地减少负面影响。^[2]

三是干煤泥掺烧还能改善煤泥燃烧过程中的污染物扩散特性,减小污染物对周边环境的影响。

6.3 我国干煤泥掺烧的发展策略与建议

第一,加强政策引导和支持。政府部门应继续完善相关法律法规和政策,为干煤泥掺烧技术的发展提供有力的政策保障。同时,加强对干煤泥掺烧技术推广的宣传力度,提高社会认知度,营造良好的发展氛围。

第二,加大技术研发和创新。我国应持续加大对干煤泥掺烧技术研发的投入,鼓励科研院所、企业、高校等各方加强合作,开展技术攻关,突破关键核心技术。^[3]此外,借鉴国际先进经验,创新燃烧工艺和设备,提高燃烧效率,降低环境污染。

第三,优化人才培养和交流。加强干煤泥掺烧领域的人才培养,提高人才培养质量,培养一批具备专业素质和创新能力的工程技术人才。

同时,企业应注重与政府、高校合作,加强政策引领、优化人才培养,共同推进干煤泥掺烧技术的创新发展。

结语

总之,干煤泥掺烧作为一种煤炭清洁高效利用技术,具有广阔的发展前景。通过对干煤泥特性、掺烧技术、燃烧性能、污染物排放和经济效益的研究,可以为干煤泥的合理利用提供科学依据。未来,随着相关技术的不断进步和政策的支持,干煤泥掺烧将在能源领域发挥更加重要的作用,为实现能源的可持续发展和环境保护做出贡献。

参考文献

- [1]黄中,杨娟,车得福.大容量循环流化床锅炉技术发展应用现状[J].热力发电,2019,6:1-8.
- [2]郑锦武.火力发电厂燃料系统安全运行分析[J].科技风,2019,(18):184.
- [3]鄢晓忠,何旭,马琪顺,等.260t/h循环流化床锅炉燃烧优化调整试验研究[J].浙江工业大学学报,2022,50(5):553-558.