

Research and Practice on Low Temperature Dehumidification and Drying Technology of Coal Slime in Handan Washery

Zhihui Yang

Handan Washing Plant of Jizhong Energy Co., Ltd., Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

Handan washing plant coal slime moisture, coal slime sales price is low. In order to improve the economic benefit of coal slime, dry coal slime. The moisture of the coal slime after drying is 12%~14%. After the coal slime products are dried and formed, the power coal with high calorific value is formed, which improves the economic benefit and comprehensive utilization value of coal slime, so as to improve the economic benefit of enterprises. To explore the application of heat pump dehumidification and low temperature drying technology in coal preparation plant slime drying. Improve the coal washing process, optimize the coal washing system, and realize the efficient and comprehensive utilization of cleaned coal products and all by-products.

Keywords

coal preparation plant; low temperature; dry; slime; heat pump; water content

邯鄲洗选厂煤泥低温除湿干燥技术的研究与实践

杨志会

冀中能源股份有限公司邯鄲洗选厂, 中国·河北 邯鄲 056000

摘要

邯鄲洗选厂煤泥水分大, 煤泥地销价格较低。为提高煤泥的经济效益, 对煤泥进行烘干。烘干后的煤泥水分为12%~14%, 煤泥产品干燥成型后, 形成发热量较高的动力用煤, 提升煤泥的经济效益和综合利用价值, 从而提高企业的经济效益。探寻热泵除湿低温干化技术在选煤厂煤泥干燥中的应用。完善洗煤工艺, 优化洗煤系统, 实现洗选精煤产品及所有副产品的高效综合利用。

关键词

选煤厂; 低温; 干燥; 煤泥; 热泵; 水分

1 概述

近年来, 煤泥产量伴随着煤炭产量的不断增加和煤炭入选比例的加大而大量增加, 由于多方面原因, 大部分煤泥没有得到很好的利用。由于煤泥堆积形态极不稳定, 运输和环境治理困难, 如作为废料遗弃, 造成的环保问题比煤矸石大得多, 极易产生严重的环境污染。经过压滤的煤泥水分一般为22%~30%, 热值一般较低, 但经过干燥, 煤泥热值可大大提高, 其经济效益更为可观。

目前煤泥干燥技术主要有高温干燥、低温干燥与蒸汽干燥等三种技术方式, 每种方式均由不同的工艺方法来实现。高温干燥技术是传统的干燥技术, 低温干燥技术是近年来出现的干燥技术, 蒸汽干燥技术则应用较少。

1.1 高温干燥技术

高温干燥技术利用热风炉、热烟气直接干燥, 一般是煤在600℃左右高温烟气环境下实现的。优势: 高温干燥技

术是传统干燥技术, 工艺设备成熟稳定, 技术成熟完善, 入料煤泥粒度范围较宽, 一般粒度 $\leq 200\text{mm}$ 的物料均可进入干燥滚筒^[1]。问题: 高温干燥需要外加热源, 存在易燃、易爆现象, 干燥效率相对较低。

1.2 低温干燥

低温干燥技术一般是指煤泥在250℃以下直接实现干燥。目前主要有真空射流干燥和微波干燥两种形式。优势: 干燥过程温度较低, 整个过程不需外加热设备, 燃烧爆炸风险小, 干燥后煤炭回湿少, 并且干燥出的水可回收, 无烟气和废水排放。真空射流可实现不同材料的合并与同质化, 能达到较佳的燃烧效率; 微波干燥具有独特的选择性加热特点, 瞬时加热损耗低, 且具有不存在余热等优势, 干燥效率较高。问题: 低温加热是近年来出现的干燥技术, 目前技术与设备还不十分完善, 且初期投入过高。

1.3 蒸汽干燥

蒸汽干燥是用4MPa左右的饱和水蒸气对煤进行干燥, 其热效率高, 干燥速度快。过热蒸汽热流化床干燥、过热蒸汽内加热流化床干燥以及过热蒸汽管式干燥均属于蒸汽干

【作者简介】杨志会(1986-), 男, 中国河南睢县人, 本科, 工程师。

燥技术。但是,蒸汽干燥耗水量大,不适合缺水地区,同时投入成本较高。目前,蒸汽干燥较少应用于煤泥干燥^[2]。

2 项目背景

邯郸洗选厂设计能力 3.5Mt/a,受原煤量的限制,实际年处理量为 2.5Mt/a,每年生产煤泥约 1.28 万吨(水分 24%),煤泥水分在 23%~30%,发热量在 1600~1800 千卡/千克。2006 年邯郸洗选厂建设煤泥干燥系统,采用的是高温烟气干燥技术,2014 年,迫于环保压力停用,目前,压滤后的湿煤泥在尾煤棚里晾晒后,通过汽车运输到电厂。

2.1 制约生产

尾煤来料粒度细,压滤时间长,尾煤泥堆放于尾煤棚,不仅容易结块影响装车运输,而且部分过干煤泥容易造成扬尘污染,也存在安全隐患。

2.2 制约销售

煤泥比较黏,水分大,装车比较困难,而且现在环保要求比较严格,汽车运输将改为火车运输。用火车运输时,需要从煤泥场地用铲车往火车上端煤,因距离较远,煤泥容易掉落,污染环境。

3 主要技术及方案

3.1 总体思路

针对我厂尾煤处理中存在的问题,提出干化煤泥是唯一解决问题的途径。研究目前中国和其他国家煤泥干化的方法,结合我厂实际,提出具体方案。根据我厂煤泥参数,对比当前煤泥干化工艺的优缺点,确定我厂煤泥干化采用网带式低温除湿干化工艺,制定具体技术方案并实施安装。

3.2 设计计算依据

3.2.1 入料煤泥参数

物料:煤泥;粒度:≤ 0.5mm;入料水分: Mt=23%~30%,根据实际生产情况,设计取平均水分 24%;入料量:400 吨/天(全水分 24%)。

3.2.2 低温干化后煤泥参数

物料:煤泥;粒度:≤ 0.5mm;出料水分: Mt ≤ 14%。

3.2.3 低温干化方式

密闭网带式除湿干化;低温干化温度:48℃~56℃(设备进风);热风温度:65℃~80℃。

3.3 干化工艺比较

用于煤泥干化的工艺目前主要有三种:高温烟气干燥工艺;蒸汽干燥工艺;网带连续低温除湿干化工艺。

3.3.1 高温烟气干燥工艺

高温烟气干燥工艺工作原理为:湿煤泥通过打散带式输送机输送至滚筒干燥机内,同时燃煤热风炉内的高温烟气进入回转圆筒干燥机的筒体内部。煤泥在高温烟气的直接接触下充分传热传质,大量的水分被蒸发,干燥后的煤泥经卸料器排出,完成整个干燥过程,含尘气体经除尘器净化后由

引风机排空。

优点:①给料量可宽幅调整,生产适应性强,系统料流通畅,没有堵塞现象。②系统运行可靠,维修量小,寿命长。③干燥机导料通畅,干燥产品的品质好。

缺点:①利用燃烧炉燃煤获取热源,不符合国家现行的环保政策。②燃烧炉对煤的发热量要求较高,且不宜燃烧粉末煤,对煤质的适应性较差;结构复杂,维修费用高。③烘干温度在 500℃~700℃,烘干高挥发份、热值高的煤泥时如果操作不当会有煤粉爆炸的危险、干燥尾气量大、含尘量高,处理不好容易造成环境污染,蒸发的煤泥中水分直接排放,对热能资源和水资源造成极大浪费。

3.3.2 蒸汽干燥工艺

蒸汽干燥工艺工作原理为:湿煤泥通过打散和皮带及螺旋输送机输送至蒸汽干燥机内,同时蒸汽进入干燥机气室,与湿煤泥进行换热实现干燥,干燥后的煤泥排除筒体外。

优点:①系统工艺简单,更节能环保,且热效率高,可达 90% 以上。②干燥后产品呈球状,直径在 10~20mm,水分约为 13%。③蒸汽凝结水可以做锅炉回水,干燥尾气量小,含尘量低,易处理。

缺点:①利用热蒸汽作为热源,大部取自电厂过热蒸汽,或利用天然气锅炉。②煤泥在干燥过程中蒸发脱除的水分及挥发的固体颗粒进入尾气管路,经湿式除尘器除尘达标后排放至大气,但不能保证所排放的尾气完全达标。③消耗蒸汽量大,热利用效率低,多数项目利用附近电厂余热蒸汽或利用燃气蒸汽锅炉产生蒸汽。

3.3.3 网带低温干化工艺

网带式低温干化工艺工作原理为:湿煤泥经过打散输送至干化机内的网带上,同时除湿热泵对湿煤泥采用热风循环冷凝除湿烘干,通过回收排风中水蒸气潜热和空气显热实现干化,除湿干化过程没有任何废热排放。

优点:①采用热泵热回收技术,密闭式干化模式无任何废热排放。② 80℃以下低温干化过程,运行安全,无爆炸隐患,无需冲氮运行。③干料为颗粒状,无粉尘危险。④出料温度低(< 50℃),无需冷却,直接储存。⑤排出物为少量热蒸汽冷凝水。⑥设备安装简单,安装、调试周期短,设备占地面积小。

缺点:①较之滚筒干燥机和低温蒸汽回转干燥机,单台处理量小。②干燥过程排出蒸汽冷凝水需要入排水系统处理。

综合上述三种干燥方式比较,高温烟气干燥工艺由于受环保政策限制不予考虑。低温蒸汽干燥工艺和网带式低温干化工艺都满足本项目要求,但是蒸汽干燥工艺于热源不好解决,不予考虑。选用网带式低温除湿干化工艺^[3]。

3.4 技术方案

3.4.1 设计选型

低温干化分为直接低温干化和间接低温干化两种。间

接低温热干化热利用率较低,设备占地面积大,故在煤泥处理领域较少应用。直接低温热干化由于热风直接作用于煤泥上,热效率较高,而温度较低又不会使煤泥中的有机物裂解和挥发,循环热风仅从煤泥中带走水分。

选用直接低温干化,送风温度 $60^{\circ}\text{C}\sim 75^{\circ}\text{C}$,回风温度 $48^{\circ}\text{C}\sim 56^{\circ}\text{C}$,干化温度 $48^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

方案选用密闭式除湿干化模式,无需引入外界能源,无需尾气处理系统;煤泥除湿干化机是利用除湿热泵对煤泥采用热风循环冷凝除湿烘干;煤泥水分汽化潜热=除湿热泵水蒸汽冷凝潜热(能量守恒),干化过程无需接入外界热量,能源消耗为压缩机输入的耗电;除湿干化机相当于除湿热泵及网带输送机(带式低温干化);除湿热泵=除湿(去湿低温干化)+热泵(能量回收)结合。除湿热泵可回收所有排风过程潜热和显热,不向外界排放废热。

网带式低温干化透气性好,可以增加热风与物料的接触面积,换热效率高;煤泥静态放置,减少粉尘量及延长网带的使用寿命。

网带减速机采用变频调速控制,无级变速,利于调节出料的含水率;除湿热泵采用模块式设计,可自动调节运行模块数,节约运行电费。

3.4.2 工作原理

煤泥除湿干化机是利用除湿热泵对煤泥采用热风循环冷凝除湿烘干。除湿干化是回收排风中水蒸气潜热和空气显热,除湿干化过程没有任何废热排放。

除湿热泵烘干是利用制冷系统使来自低温干化室的湿空气降温脱湿,同时通过热泵原理回收水分凝结潜热加热空气达到低温干化物料目的。除湿热泵是除湿(去湿低温干化)加热泵(能量回收)结合,使低温干化过程中能量循环利用。

3.4.3 方案设计

煤泥量(含水煤泥)占原煤量的5%左右。平均煤泥小时生产量为 28.6t/h ,每天平均生产12.4小时、生产煤泥355吨,煤泥水分平均在24%。低温干化车间按照全年处理煤泥12.8万吨设计,每小时处理能力为16.16吨。设计采用1台低温除湿干化机SHS12000SLC和2台低温除湿干化机SHS18000SLC。将干化机的风冷改为水冷,增加一套水冷系统设施设备,水冷系统相比风冷系统增加了干化机的脱水能力,提高干化机的设备寿命,从能量损失的角度说更节能^[4]。

3.4.4 方案布置

设计根据现有煤泥生产系统现状,在现有的尾煤棚将湿煤泥落地缓存,低温干化系统工作时用铲车将湿煤泥送入3台缓冲给料机(带缓冲漏斗, $N=15\text{KW}+6\times 5.5\text{KW}$)。每台缓冲给料机下配一条湿煤泥转载胶带输送机($B=650\text{mm},N=5.5\text{KW}$),共3条。在尾煤棚的东侧新建一座低温干化车间, $21\text{m}\times 24\text{m}$ 。湿煤泥胶带输送机头部布置在螺旋挤条机上方,利用溜槽将湿煤泥卸载至挤条机里。挤

条成型后物料进入布料机,通过布料机的左右摆动,将物料均匀平铺在低温除湿干化机的网带上进行干化。干化后产品通过2台刮板输送机运送至现有的干煤泥胶带机上,然后进入型煤储煤场进行储存。

4 生产指标对比

该项目实施前,煤泥晾干销售,水分按照24%计算,项目实施后,通过近一个月的实验,煤泥干化后的平均水分为13%。

5 效益分析

5.1 经济效益

根据相关生产技术资料,选煤厂年处理量为250万吨,生产煤泥12.8万吨、全水分24%、发热量1600~1800千卡/千克、售价35元/吨(含税),总销售收入为448.00万元;建设煤泥干化系统,煤泥干化后数量11.31万吨、全水分13%、发热量2200~2400千卡/千克、售价105元/吨(含税)。

煤泥干化后总销售收入为 $105\times 11.31=1187.55$ 万元,干化前总销售收入 $35\times 12.8=448$ 万元,煤泥干化加工成本为 $34.05\times 12.8=435.84$ 万元(单位湿煤泥的干化成本为34.05元/吨),煤泥干化系统的年增收益为 $1187.55-448-435.84=303.71$ 万元(不含税)。

5.2 环保效益

本次项目研究实施后,减少了煤泥无组织扬尘污染,降低了煤泥管理的环保风险,并且可提高路运比例,符合环保要求,环保效益显著。从环保投入方面计算,每年可减少清洁洒水人工费用约1万元。从减少环保风险带来的各项环保罚款计算每年约5万元。

综合以上,经济效益和环保效益每年可创效309.71万元。

6 结语

煤泥低温除湿干化工艺,是热泵除湿技术在选煤厂煤泥干燥中的首次应用,开发研究出了中国先进的煤泥低温干燥成套装备和工艺,完善了选煤厂洗煤工艺,为热泵低温干化技术在煤泥干化领域的应用,提供了宝贵的经验和参考,为煤泥的洁净干燥提供了新的技术途径。

参考文献

- [1] 顾强.工业废水化学预处理技术研究进展[J].煤炭加工与综合利用,2017(2):39-41.
- [2] 匡亚莉.智能化选煤厂建设的内涵与框架[J].选煤技术,2018(1):85-91.
- [3] 崔庆华.排水系统中水泵扬程的分析计算[J].选煤技术,2016(4):55-57.
- [4] 郑维国,朱建军.选煤厂设备健康系统智能化研究[J].煤炭加工与综合利用,2021(4):17-21.