

# 旋风式助流清堵技术在原煤仓疏堵方面的应用

张绍兴

(华电潍坊发电有限公司, 山东 潍坊 261204)

**摘要:**某公司2台670 MW燃煤机组采用直吹式制粉系统,煤质差时原煤仓堵煤频繁。原采用的振打电机法、空气炮法和螺旋疏通机法效果不佳。现采用一种旋风式气力疏通装置,大大降低了原煤仓堵塞次数,提高了制粉系统运行可靠性,避免了因原煤仓堵煤而导致的降负荷问题。

**关键词:**原煤仓;原煤煤质;堵塞;旋风式助流;防止堵塞

**中图分类号:**TM 621 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2018)07-0040-03

## 0 引言

某公司2台670 MW超临界锅炉为上海电气集团股份有限公司上海锅炉厂设计、生产的参数变压运行螺旋管圈直流炉。锅炉为单炉膛、一次中间再热、四角切圆燃烧方式、平衡通风、Π型露天布置、固态排渣、全钢架悬吊结构。锅炉燃烧系统按配低速磨冷一次风直吹式制粉系统设计,每台炉配6台BBD3854型双进双出磨煤机。锅炉原设计燃用晋中贫煤。原煤仓是钢结构圆筒仓,由圆柱形仓筒、圆柱形裙筒、倒置的正圆锥台漏斗和斜圆锥台漏斗组成。原煤仓由壁厚10 mm的Q345B钢板焊接而成,其下部煤斗(标高16.7~24.7 m)内壁衬有3 mm厚不锈钢内衬<sup>[1]</sup>。

## 1 原煤仓设备现状

近几年受到供煤影响,贫煤煤源比较少,价格偏高,采购的所谓贫煤大多为掺混煤,煤质不稳定,原煤颗粒较小,容易造成原煤仓堵塞;另外煤场没有完全封闭,受天气的影响比较大,尤其是雨季,煤中水分增大,煤黏性增强,特别容易在原煤仓出、入口落煤管处发生堵煤问题。现有的多种处理方法处理效果均不够理想。

原煤仓堵煤存在很大危害:轻者造成机组出力下降,引起发电量下降;重者造成燃料供应中断,机组被迫投油助燃;再严重者,多台次给煤机同时堵煤,断煤长时间不能得到解决,将导致机组被迫停机。近两年来,该公司曾发生过多起因原煤仓堵煤引起的机组限负荷问题。

## 2 原疏堵方案介绍

在此之前原煤仓先后采用了4种防堵方法:振

打电机法,空气炮法,螺旋疏通机法和人工疏通法。前3种方法可以单独使用,也可以组合使用,在原煤流动性较好时,可以起到疏通效果。但在煤质流动性差时,前3种方法的疏堵效果有限,被迫采用第4种方法—人工疏通法。但该方法疏通时间长、危险性大、工作环境差。

### 2.1 振打电机法

公司目前采用的是电动式振打器。其原理是在转子轴两端各安装一组可调偏心块,利用轴及偏心块高速旋转产生的离心力得到激振力,如图1所示。在振打过程中,由于粘在仓壁上的煤料同仓壁的材质不同,振动频率存在差异,使煤同仓壁之间产生分离、形成间隙,空气进入间隙之间形成气膜,降低摩擦系数。

振打电机法存在一些问题:此方法只有在振打点下部有空隙时才能起作用,否则会越打越实;振动锤在煤仓上安装的位置是不变的,只适用于流动缓慢或振动点下是悬空的情况;振动电机振动大、有噪音,有时会造成仓壁上的衬板松脱,导致振动电机脱落。

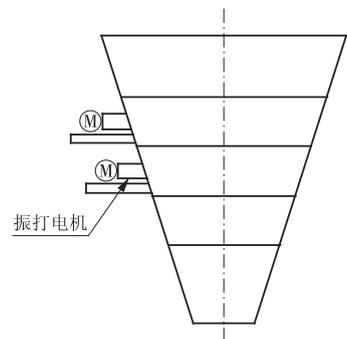


图1 振打电机方案结构示意图

### 2.2 空气炮法

空气炮法系统由小型储气罐和喷嘴构成。空气炮一般于煤斗两侧相向布置,为扩大疏通范围上下

错开,如图2所示。

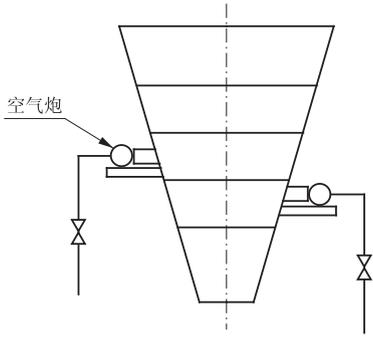


图2 空气炮方案结构示意图

小型储气罐内部有压缩空气,受电磁阀控制。启动空气炮时,压缩空气瞬间打入原煤仓内。放炮时瞬间产生强大的爆炸冲击力,此外力强制将物料向下推进。空气炮法存在的问题有:空气炮放炮点正处在堵塞位置附近时才能发挥其作用,而目前所有的空气炮在料仓上的位置都是固定不变的;如果放炮点处在堵塞点上方时,会造成下面的堵塞点压实;当物料很潮湿,内摩擦系数、黏度较大,放炮后只能打出一个孔洞,堵煤情况依旧存在,清堵效率不高。

### 2.3 螺旋疏通机法

螺旋疏通机实质是一种刮切式疏通装置(如图3所示),由电机带动,通过减速机传动带动刮刀旋转。旋切刀、旋转锥体构成螺旋强制输料系统,通过改变仓体内物料的流动状态,使物料的流动状态由中心流恢复为整体流。

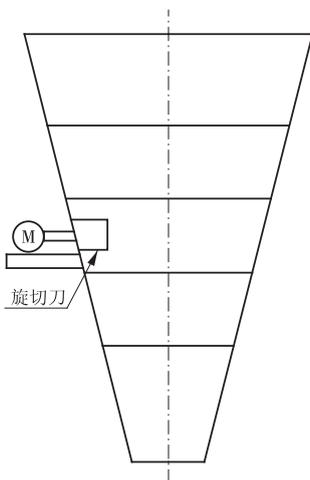


图3 螺旋疏通机结构示意图

螺旋疏通机法存在的问题有:该方法只能清除下料段一小段的堵料问题,对上部的蓬煤不起作用,清堵范围太小,对整个料仓清堵效果不佳;当下部堵塞时,疏堵效果差;长时间转动,部件磨损大,维修工作量大。

### 2.4 人工疏通法

堵煤严重时,以上机械方法均无法达到效果,被

迫采用人力疏通法。该方法主要通过捅煤棒在通煤孔破拱,用手锤敲击堵煤部位。

人工疏通法存在的问题有:若堵煤位置较高,需要搭设脚手架,人员高空作业,存在安全隐患;疏通效果有限,费时耗力;当敲打无法解决堵煤时,需对原煤仓筒壁进行割孔处理,对仓壁破坏力大,且原煤外露成堆会污染环境。

## 3 旋风式助流清堵技术

通过多方调研,该公司采用一种新型旋风式气动助流清堵装置,并于2016年4月在堵煤发生率比较高的3C1原煤仓上进行安装及试验。该装置可根据生产实际情况修改清扫频次、清扫时间和清扫位置,疏堵效果良好。

### 3.1 旋风式气动助流清堵结构及原理

如图4所示,该系统主要由储气罐、进气阀门、控制阀、喷嘴等组成,为了便于运行人员控制,该系统具有远程和就地切换功能,运行人员使用过程中可通过分布式控制系统(DCS)画面分别控制或集中控制各层喷嘴。

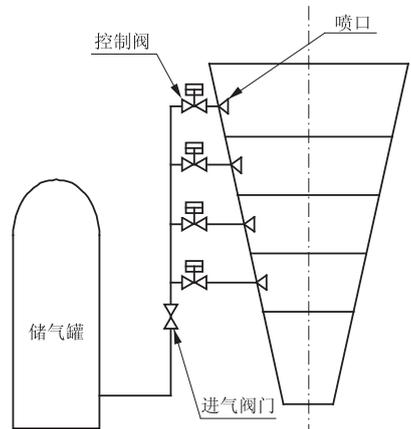


图4 旋风式气动助流清堵结构

在原煤仓清堵段的仓壁上轴向方向,沿螺旋线轨迹径向均匀铺设喷嘴喷气点,喷嘴喷气口紧贴内仓壁沿螺旋角切线方向向下喷射高压气流,在仓壁与物料之间形成旋风式旋转气流。此气流将物料与仓壁短暂分离,降低了物料同仓壁之间的摩擦系数,加大了下滑力,消除了黏壁棚煤。在气流旋转的同时会产生指向中心的推力,气体在料仓内周边密度加大,压力升高,形成高压区;旋风中心区气体密度降低,形成低压区(旋风的特点)。此时周边的高压区气体会向中心的低压区流动,产生翻滚向上的高压气流,此气流在料仓径向方向会产生剪力。同时气体在仓内膨胀后降低了物料的密度和物料的内摩擦系数,减小了内聚力,消除了拱状堵煤<sup>[2]</sup>。

### 3.2 技术特点

使用情况证明,该技术具有以下特点。

(1)清堵范围广。本系统多层气刀从下至上对煤仓堵塞处进行分段连续旋切,在清除粘壁蓬煤的同时又可清除拱状堵煤。

(2)系统维护量低。本系统清堵方法先进,没有运动部件,没有易损部件。

(3)对系统影响小。喷嘴喷气时间、时间间隔、循环周期可调,喷嘴喷气能量及冲力在喷射过程中基本保持不变,并能保持在最高值。由于储气罐容积比最大的空气炮容积大几十倍,因而可在短时间内实现多次喷射,使仓内物料产生脉动振荡,并可防止气洞的产生。

(4)安装方便。在安装施工时无须清仓;在不明确堵塞位置情况下,在任意段清堵都不会引起堵塞加重。

(5)电气控制功能强大。可同 DCS 系统融合并网,实现手动/自动、本地/远程快速转换,运行人员在集控室内可以对该系统进行控制。另外该系统还有多种疏堵模式选择,有轻度疏堵、中度疏堵和重度疏堵模式选择<sup>[3]</sup>。

### 3.3 旋风式助流清堵技术与其他技术的对比

采用旋风式气动助流清堵技术的原煤仓堵煤次数显著降低,极大地提高了制粉系统的稳定性,同时也为机组的稳定、经济运行提高了保障。为了检验不同原煤仓疏通装置的效果,自 2017 年 1 月 1 日—2017 年 12 月 31 日统计安装有不同疏堵装置的原煤仓发生堵煤的次数,通过对比 4 种清堵方案的运行情况可以看出,旋风式气力助流技术的原煤仓堵

(上接第 39 页)

### 3.2 技术难点

电蓄热装置由于容量大、电压等级高,无论投入、切除都是满负荷,装置在设计上均不具备负荷调整功能,分合闸操作时对 66 kV 母线有冲击,易产生谐振过电压现象。为此,停机后将增加谐振装置,同时积极与调度沟通,适当延长电蓄热切换时间,减少谐振问题。

### 4 电蓄热装置应用收益分析

2017 年 2 月 28 日—3 月 31 日,电蓄热装置投运 1 个月,辽宁电网弃风现象得到了有效缓解,弃风率非常低,累计减少上网电量 25.63 GW·h,为清洁能源发电腾出 25.63 GW·h 发电空间。电蓄热锅炉投运后,供热初末期热网运行方式可实现热泵带热网一期负荷,电蓄热锅炉带热网二期负荷,热网加

塞次数最少(见表 1)。

表 1 4 种清堵方案运行情况对比

| 项目       | 旋风式气动助流 | 振动锤 | 空气炮 | 旋转疏松机 |
|----------|---------|-----|-----|-------|
| 严重堵塞次数/次 | 1       | 31  | 47  | 77    |
| 堵塞时间/小时  | 4       | 248 | 376 | 616   |

注:运行天数 365 天

### 4 结束语

该公司对 2 台 670 MW 机组原煤仓进行了旋风式气力助流疏堵技术改造,经过实践改造效果良好。改造完成后可有效解决原煤仓堵煤导致的机组降出力问题。该公司的原煤仓气力助流疏堵技术,给国内相似机组的原煤仓疏通技术改造提供了借鉴。

### 参考文献:

[1] 670 MW 机组锅炉专业检修工艺规程[Z]. 潍坊:华电潍坊发电有限公司.

[2] 夏力伟,邹忠良,张学锁,等. 2015 火电厂污染物净化与节能技术研究会论文集[C]//扬州:旋风式清堵煤仓技术在皖能马鞍山发电公司,2015:208-213.

[3] 旋风式料仓清堵使用说明书[Z]. 马鞍山:马鞍山市天工科技股份有限公司,2016.

(本文责编:陆华)

### 作者简介:

张绍兴(1972—),男,山东潍坊人,工程师,从事火电生产技术管理工作(E-mail:zsxzsx126@126.com)。

热器作为尖峰备用。经测算,丹东金山热电有限公司 260 MW 电蓄热装置投运后相当于拆除 29 台 10 t/h 小燃煤锅炉,一年可减少标煤消耗 10.00 万 t、二氧化碳排放 26.21 万 t、二氧化硫排放 0.24 万 t、粉尘排放 7.51 万 t、氮氧化物排放 0.07 万 t。电蓄热参与调峰 5 个月,获得经济收入 815.82 万元。

### 参考文献:

[1] 刘玲,叶红卫. 国内外蓄热材料发展概况[J]. 兰化科技, 1998,16(3):168-171.

[2] 白胜喜,赵广播,董芄. 固体电蓄热装置及经济性分析[J]. 中国电力,2002,35(6):79-80.

(本文责编:刘芳)

### 作者简介:

孙立本(1976—),男,辽宁丹东人,工程师,从事火电厂汽轮机检修和运行工作(E-mail:slb7608@163.com)。