

锅炉炉渣的深加工利用

刘富宏^{1,2}

(1.扬州大学,江苏扬州 225003;2.扬州电力设备修造厂,江苏扬州 225003)

摘要:随着国家对环境保护工作的重视和社会对电厂粉煤灰的综合利用,粉煤灰的深加工和综合利用取得了巨大的社会和经济效益,然而同样作为燃煤电厂废弃物的炉渣其价值并未得到充分开发。文中提供了一种炉渣深加工开发利用的方法,即将电厂湿排的炉渣进行烘干、磨细,使其粒度达到一定的国家标准,这样可扩大炉渣的使用范围,提高炉渣的综合利用率,最大限度地提高了炉渣的利用价值。

关键词:炉渣;烘干;磨细;综合利用

中图分类号: TM621.2

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2013)02-0079-03

近年来,随着我国经济的持续快速发展,用电量急剧上升,发电机组的容量不断增大,电力工业得到了迅猛的发展,目前我国电厂主要通过燃煤来发电,发电过程中除了会产生大量的粉煤灰外,还产生了大量的炉渣等副产品。伴随煤电企业的数量大幅增加,电厂累积的粉煤灰、炉渣等也越来越多,这些副产品如果得不到妥善处理就会污染周围环境。粉煤灰是从烟道中收集的粉尘颗粒,而炉渣则是燃煤在锅炉及其他设备燃烧后所排出的废渣,目前粉煤灰的价值已得到了充分开发,市场上粉煤灰供不应求。而相对于粉煤灰,大部分炉渣还没有进行综合有效地开发利用。经测定,煤渣的化学成分 SiO_2 为 40%~50%、 Al_2O_3 为 30%~35%、 Fe_2O_3 为 4%~20%、 CaO 为 1%~5%。其矿物组成主要有钙长石、石英、莫来石、磁铁矿和黄铁矿、大量含硅玻璃体 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)、和活性 SiO_2 、活性 Al_2O_3 等^[1]。因此,就其成分和矿物组成而言,炉渣并非是完全无用的废弃物,且目前该类废渣在我国分布很广,其利用量远没有排出量大。如何进行炉渣开发,变废为宝,实现炉渣的回收再利用,成了一个新的课题。

1 当前炉渣生产和利用现状

与粉煤灰处理的发展历程一样,以往粉煤灰一般采取水处理的方式,随着粉煤灰综合利用力度的加大,现在市场上大部分粉煤灰采取了干排方式。目前由于对炉渣的综合利用处于初级阶段,市场上大多数采用了湿排渣系统,只有部分新上的电厂设备采用了干排渣系统。随着国家对环境保护的要求越来越高,国家加大了对电力行业“节能减排”实施力度,减少生产用水量,在干出灰系统逐步替代了水出灰系统后,干排渣系统的设计运行逐渐被提上了日程,今后新上机组的渣系统基本上都会采用干排方式,有条件的话

电厂原来的湿排渣改干排渣系统也将是一大趋势。

(1) 湿排渣系统排渣流程。炉膛燃尽灰渣落入装在炉膛下部的注满水的渣斗,经水冷却后由捞渣机连续将渣排出,经碎渣机破碎后落入渣沟并输送至脱水仓,沥去部分水分,再用汽车装车外运进行综合利用,外运时含水量 30%~40%。此种系统以老电厂居多。

(2) 干排渣系统排渣流程。在干式排渣系统中,高温炉渣经过炉底排渣装置落到钢带输渣机的输送带上,随输送带低速移动。在锅炉负压作用下,通过钢带输渣机箱体外侧风门进入一定量的冷空气,使热炉渣在输送钢带上逐渐被冷空气冷却,冷空气将吸收炉渣余热与可燃物再次混合燃烧释放出热量,空气升温到 400~500℃ 返送入炉膛,用此种方式将炉渣的热量回收,从而减少锅炉的热量损失。被冷却后的低温炉渣进入随后的碎渣机,经碎渣机破碎后进入渣仓储存,通过卸料机构定期装车外运^[2]。

(3) 目前炉渣的利用现状。采用湿排渣的电厂直接将湿渣装车外运,而采用干排渣的厂家,因干渣外运时易形成扬尘,因而在外运时需进行喷水处理,含水量约在 30%。因此,无论目前电厂采用的是湿排渣还是干排渣方式,炉渣在装车外运时,都含有一定的水分,基本上作为高速公路的路基建筑材料或销售给建材厂生产炉渣砖、保温砖等。这些都没有对炉渣进行进一步的深加工,并没有完全开发出炉渣的价值,没有实现对炉渣真正的综合有效利用。

2 炉渣的深加工方案

本文论述的炉渣深加工方案包括炉渣的烘干和炉渣的磨细 2 个环节,炉渣在经过磨细前必须对炉渣进行脱水处理,使得炉渣由含水量 30%~40% 降到 5% 左右,炉渣的含水量过高可磨性不佳,不易出料造成堵塞;含水量低可磨性虽好但会增加烘干系统的压力,增加能耗降低出力。

2.1 炉渣的烘干

炉渣的烘干是针对电厂湿排渣系统而言的,目前大多数电厂采用的都是湿排渣系统,对这些渣料进行磨细前必须先进行烘干。烘干原理是采用天然气、柴油、煤炭等能源作为燃料加热空气,在空气达到 $600\sim 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后使得空气流经烘干机,同时转动的烘干机对进入其内的炉渣粉料进行搅拌,这样被搅拌的炉渣和经过的热空气进行充分混合产生热交换,从而使得炉渣中的水分气化排出,最终达到炉渣脱水被烘干的目的。由于采用天然气作为能源需要布设管道,这对供应商有一定的局限性,柴油作为燃料的成本又太高,因此选用煤炭作为燃料来加热空气是比较经济的选择,煤加热烘干的工艺系统如图1所示。

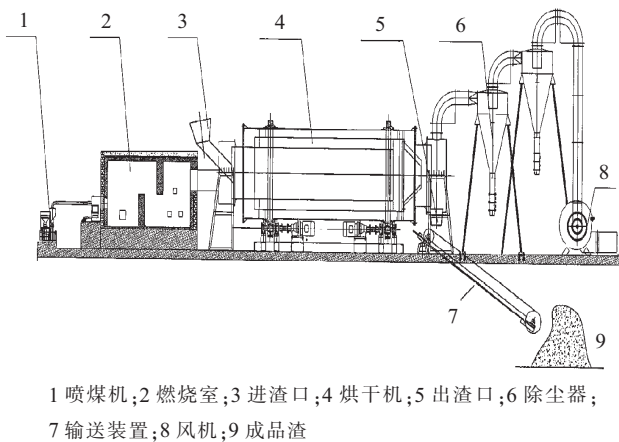


图1 煤加热烘干系统工作示意图

采用煤炭作为能源的炉渣烘干系统的工作流程如图2所示。原煤通过碎煤机形成煤粉后,喷煤机将煤粉喷进燃烧室与空气混合燃烧,产生 $600\sim 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热烟气,热烟气从烘干机的侧面进入烘干机,同时待烘干的湿炉渣从烘干机的上方通过给料机均匀进入烘干机。炉渣在转动的烘干机带动下不停地翻动、扬起、落下,与热烟气充分混合接触,进行热交换。炉渣中所含的水分在高温烟气的作用下汽化与炉渣分离,从而达到炉渣脱水烘干的目的。烘干后的干渣通过输送机进入成品渣仓,而含有粉尘、水蒸气的烟气则通过除尘器、风机最终排入大气。

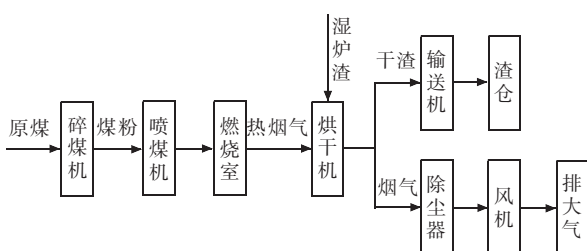


图2 炉渣烘干工作流程图

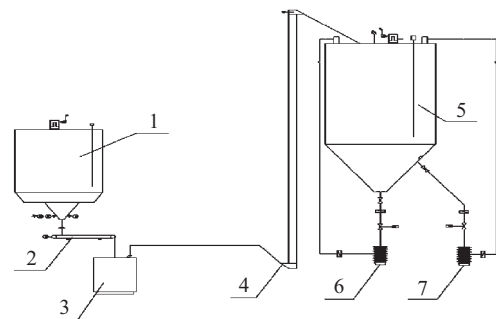
2.2 炉渣的磨细

炉渣的磨细系统设备主要包括原渣仓、给料机、磨

渣机、提升机、成品仓、卸料装置等,其中磨渣机是系统的关键设备,磨型可以采用钢球磨和立式磨,钢球磨作为磨细系统的早期设备由于存在效率低、能耗大、噪音大、占地面积大等缺点,在本磨细系统中推荐采用立式磨。立式磨的工作原理类似于电厂制粉系统的中速磨煤机,整机结构由主机、选粉机、管道装置、引风机、旋风集粉器、除尘器等组成。具有磨细、分选一体化的功能,设备的集成度较高,所需的安装场地较小,易于安装。同时设备在负压下运行,除尘器除尘效率高,降低了粉尘噪音对环境的污染。磨细系统运行流程如图3所示。其系统的工艺流程如图4所示。



图3 炉渣磨细流程



1 渣仓;2 称重给料机;3 磨渣机;4 提升机;5 成品仓;6 卸料装置1;7 卸料装置2

图4 炉渣磨细工艺图

图4中,炉底渣由渣仓1通过称重给料机2进入磨渣机3进行磨细加工,磨制后的细渣经过磨渣机自带的分选装置通过提升机4进入成品仓5暂存,之后通过卸料装置6、7排出作为二级灰或细灰销售。或者在成品仓底部加装输送仓泵,通过空压机气力输送至灰库与灰库内二级灰或细灰掺混销售。

3 炉底渣磨细经济效益分析

炉底渣作为湿渣外运综合利用的效益不是很高,且在水渣外运过程中,由于含水量较大,运渣车辆密封欠佳,对运渣道路造成了持续的污染,并且湿渣虽然含水但仍然无法避免形成扬尘造成环境污染。因此,将炉渣进行烘干磨细形成二级灰作为干灰细灰进行销售,不仅销售价格大幅上升,也将彻底解决二次排渣区域的污染问题,带来良好的经济效益和环保效益。

按照国家标准,细灰(一级灰)的细度是指 $45\text{ }\mu\text{m}$ 方孔筛筛余量不大于 12% 。二级灰要求 $45\text{ }\mu\text{m}$ 方孔筛筛余量不大于 25% ,粗灰(三级灰)要求 $45\text{ }\mu\text{m}$ 方孔筛筛余量不大于 45% 。在目前的炉渣市场上,炉渣经喷淋形成含水量 $30\%\sim 40\%$ 的湿渣后市场销售价格为 $5\sim 10$ 元/t(含水价),平均价格约 7 元/t;而炉渣磨细成二级

灰(品质介于粗、细灰之间)销售价格为旺季 100 元/t, 淡季 70~80 元/t, 考虑到淡、旺季价格浮动, 年平均价格为 80~90 元/t。干渣磨细成细灰销售价格旺季 120 元/t, 淡季 80~100 元/t, 考虑到淡、旺季价格浮动, 年平均价格为 100~110 元/t。烘干、磨细设备的运行成本如人工、电耗、设备折旧等按照 45 元/t 计算, 则干渣磨细成二级灰时, 每吨净收益可达 35~45 元/t; 如果干渣磨细成细灰(一级灰)时, 每吨净收益则可达 55~65 元/t。

以一台 600 MW 机组为例。每天机组的耗煤大约 6 000 t, 以灰分 30%、渣占灰比例 10% 计, 一年的渣量为 $6\,000 \times 30\% \times 10\% \times 365 = 65\,700$ t。折合每小时渣量为 7.5 t(干渣)。

如果采用湿渣(含水量约 30%)外运销售, 全年收益为(考虑到峰谷价格, 取均价 7 元/t 计算):

$$7 \text{ 元/t} \times 65\,700 \text{ t} / (1-30\%) = 65.7 \text{ 万元}$$

如果干渣磨细成二级灰外运销售, 全年净收益为(按净收益 40 元/t 计算):

$$40 \text{ 元/t} \times 65\,700 \text{ t} = 262.8 \text{ 万元}$$

如果干渣磨细成细灰外运销售, 全年净收益为(按净收益 60 元/t 计算):

$$60 \text{ 元/t} \times 65\,700 \text{ t} = 394.2 \text{ 万元}$$

由上可以看出, 在炉底渣经过磨细成二级灰或细

灰后进行销售, 收益分别是磨细前的 4 倍和 6 倍, 收益在原单售炉底渣(湿渣)的基础上净增长 197.1 万元和 328.5 万元。经济效益极其显著。

4 结束语

综上所述, 尽管目前炉渣已经得到了一定程度上的应用, 如作为高速公路的路基等, 但炉渣的这种应用仅仅停留在初级阶段, 其附加值并不高。如果将煤渣进行深层次的加工, 按上述工艺将炉渣烘干磨细变成二级灰或一级灰后, 达到要求的炉渣灰可直接用于水泥、建筑用砖、墙体等材料的制作中, 真正实现了电厂炉渣的变废为宝, 对环境保护起到了积极的作用。同时烘干磨细后的炉渣价格也将成倍的上涨, 大幅度提高了炉渣综合利用的经济效益。

参考文献:

- [1] 商晓峰, 周晓平. 矿粉磨掺加煤渣的应用[J], 水泥工程, 2012(1):38, 54.
- [2] 沙威, 孙国通, 刘新利, 等. 火电厂干排渣系统特点及国产化应用[J]. 天津电力技术, 2008(4):15-17.

作者简介:

刘富宏(1976), 男, 江苏高邮人, 高级工程师, 从事电厂辅机系统设计与调试工作。

Deep Processing and Utilization of Boiler Slag

LIU Fu-hong^{1,2}

(1. Yangzhou University, Yangzhou 225003, China;

2. Yangzhou Electric Power Equipment Manufacture Factory, Yangzhou 225003, China)

Abstract: Since the government paid more attention to the environmental protection, the further processing and comprehensive utilization of coal ash has made great social and economic benefits. However, as the waste of coal-fired power plants, boiler slag has not been fully utilized. This paper presents an approach to develop and use slag in deep processing. That is drying and grinding the wet slag from the plants until its ash granularity meets the national standard. In this way, the boiler slag will have a wider range of use, a higher comprehensive utilization rate and the most effective value in use.

Key words: boiler slag; drying; grinding; comprehensive utilization.

《江苏电机工程》编辑部电话号码变更启示

《江苏电机工程》编辑部电话号码已变更, 新的电话号码如下:

主编 (025)86558772

编辑 (025)86556860

编务 (025)86558020

广告 (025)86558020

传真 (025)86558020