

Practice of Embedded Electric Bag Dust Collector in Lime Rotary Kiln

Jie Chen

Shougang Changzhi Iron & Steel Co., Ltd., Changzhi, Shanxi, 046031, China

Abstract

Under the situation that the state pays more and more attention to the environmental protection work, the lime rotary kiln should carry out energy-saving transformation in the operation to achieve the relevant environmental protection standards. At present, in the production, the 600t/d lime rotary kiln adopts electrostatic precipitator, and the particles, NO_x and SO_2 after dust removal are far from the national ultra-low emission standards of environmental protection. Through the innovative application of technology, the combination of electric dust removal and bag dust collector in production and operation can give full play to their respective dust removal advantages, making the emission of particulate matter in the flue gas of the lime rotary kiln reach the national ultra-low emission standard, and greatly extend the service life of the bag and the life of the kiln body. In this paper, the application and practical measures of embedded bag dust collector in lime rotary kiln are analyzed in detail for reference.

Keywords

embedded bag dust collector; standpipe cooler; clean air chamber; filter bag

嵌入式电袋除尘器在石灰回转窑的实践

陈洁

首钢长治钢铁有限公司, 中国·山西长治 046031

摘要

在国家对环境保护工作日渐重视的形势下, 石灰回转窑运行中要进行节能改造, 以达到相关环保标准。目前在生产中, 600t/d的石灰回转窑, 采用静电除尘器, 除尘后颗粒物、 NO_x 、 SO_2 均远远达不到国家环保超低排放的标准。通过技术的创新应用, 生产运行中采用电除尘与布袋除尘器的结合, 可以充分发挥各自除尘优势, 使得石灰回转窑窑尾烟气中颗粒物排放达到国家超低排放的标准, 同时大大延长了布袋的使用寿命, 与窑本体耐材寿命。论文对嵌入式电袋除尘器在石灰回转窑的具体应用实践措施进行了详细分析, 以供参考。

关键词

嵌入式电袋除尘器; 竖管冷却器; 净气室; 滤袋

1 引言

设计生产能力为 600t/d 的石灰回转窑, 使用焦、转炉煤气混合进行煅烧, 煅烧产生的窑尾烟气为 $800^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$, 经过预热器预热石灰石烟气为 300°C 进入除尘器中且排出, 窑尾烟气温度高。使用 XWD120X3 \times 5.8 型三电场静电除尘器, 除尘后颗粒物为 $70 \sim 80\text{mg}/\text{m}^3$, 且 NO_x 、 SO_2 均远远达不到国家环保超低排放的标准。

2 除尘器类型改善

2.1 嵌入式电袋除尘器

将 XWD120X3 \times 5.8 型三电场静电除尘器, 改为电除

尘器与布袋除尘器的结合——嵌入式电袋除尘器。

在打破 COHPAC 电袋复合型除尘器的基础上进行改造: 改造电袋混合除尘器为嵌入式电袋除尘器。在原有的占地空间上, 保持一电场结构不变, 二、三电场内嵌入布袋, 有机地将电除尘器与布袋除尘器的优点集中在了一个电场区域中, 实现了阳极板与布袋以交错布置的最佳结合^[1]。高温烟气进入前级电除尘区, 烟尘在电场电晕电流作用下荷电, 大部分被电场收集下来, 少量已荷电未被捕集粉尘随烟气均匀缓慢进入后级电袋除尘区, 细微颗粒的烟尘被电极和滤袋交错排列的复合结构收集和过滤, 从而烟气净化。这种新型高效嵌入式电袋除尘器可以收集高比电阻的粉尘, 颗粒极细的粉尘, 极大地提高收尘效率。

【作者简介】陈洁 (1989-), 女, 中国山西长治人, 本科, 助理工程师, 从事机械设备点检、石灰煅烧、机械设备改造及工程改造研究。

2.2 优点

2.2.1 占地面积小

在原有的占地空间上,保持一电场结构不变,二、三电场内嵌入布袋,增加 3600m² 布袋除尘面积,达到超低排放标准,占地面积比其他单独除尘器小 20%~30%。

2.2.2 除尘效率高

利用电除尘器与布袋除尘器的相互补充,除尘效率达到 99.99% 以上,出口排放浓度小于 10mg/Nm³。嵌入式电袋除尘有机的结合电袋除尘和布袋除尘的特点,充分发挥电除尘器和布袋除尘器各自的除尘优势,收集高比电阻、颗粒极细的粉尘,极大提高收尘效率。

2.2.3 阻力小

嵌入式电袋除尘器在收尘原理上有突破,布袋清理下的粉尘会再被收尘极板捕集,附着布袋上粉尘电荷粉尘以带负电荷为主,相互排斥,形成絮状粉尘,增大了透气率,所以阻力降低,一般运行阻力在 600Pa,实现原有配套风机电机不用更换可以满足电袋使用要求。

2.3 内部结构

2.3.1 壳体

壳体是除尘器设备实现气尘分离的空间,是除尘设备的基本框架和主要的承载部件。要求本体漏风率≤2%。顶部采用内、外顶双层结构,中间保温,不但保温效果好,而且屋顶密封性较优,保证不会渗水;同时保证了设备的漏风率。

2.3.2 净气室

位于壳体花板面之上,是含尘气体经过滤袋过滤粉尘后干净气体的通道。净气室的净高度的设计满足可以将滤袋、袋笼方便地取出和装入,便于随时进行检修维护。

2.3.3 阳极系统

阳极板又称收尘极板或沉积板。其作用是捕集荷电粉尘,冲击振打时,极板表面附着使得粉尘成片状或团状脱离板面,落入下部灰斗,达到除尘的目的^[2]。

本次选择 480mm 的 C 型极板,其材质为 SPCC,厚度为 1.5mm。垂直度误差<10mm,同极距误差<10mm。阳极板采用自由悬挂型的吊挂方式,这种吊挂方式的清灰效果较好,且更适用于高温烟气的场合。每排由 8 块收尘板组成,有效长度达 4.0m。上部采用 H 型悬挂梁,两端增加垂直调心装置,保证极板铅垂于电场内;下部与撞击杆采用凸凹套固接形式,保证撞击杆的直线度和抗振打能力,振打砧和撞击杆的连接采用预制铆接,保证振打砧不松动,不掉砧,振打效果好。为保证每排板的平面度,撞击杆下面有限位板,以保证极间距。

2.3.4 阴极系统

阴极系统是静电除尘的核心部件之一,是电晕放电的部件,因此称为电晕级或放电极,有因其呈阴极负电极,俗称阴极。

阴极线采用 BS 改进型芒刺线,能在较低电压下起晕放电,这样可大大提高电源运行的工作范围;为解决普通 RS 芒刺线与 480C 型极板匹配时存在板电流密度为零的电晕死区,影响收尘的问题,BS 改进型芒刺线采用四个齿的芒刺片,在两个主放电齿旁边各增加一个辅助放电芒刺,不但消除电晕死区,而且使板电流密度比较均匀,可有效的抑制反电晕现象,增加阳极板的有效利用率,提高除尘效率。实验室试验表明,在同极间距 400mm 时,在相同的试验条件下 RS 线的 $\sigma_r=0.516$,星形线的 $\sigma_r=0.473$,而 BS 系列新型管状芒刺线的平均 $\sigma_r=0.245$,可见 BS 新型管状芒刺线的电流密度的均匀性不仅大大优于 RS 线,而且也明显地优于以电流密度均匀著称的星形线。第一电场粉尘浓度较高,粉尘粒度较粗,所以芒刺线选用 BS-04 线,它不但起晕电压低,且放电方位多,芒刺尖端电场强烈,可避免电晕封闭问题,在高浓度的条件下使粉尘快速的充分荷电。第二、三电场粉尘浓度略低,粉尘粒度略细,比电阻较高,所以芒刺线选用 BS-02 线。这点对粘性较大细粉尘清灰特别重要。同时采用此方式更有效地降低运行电流,有利于实现电除尘器的节能。更可提高阳极板的利用率,有效的提高除尘效率。

2.3.5 振打系统

①阳极振打系统。电极清洁直接影响电除尘器的除尘效率,通过振打装置使捕集的灰尘落入灰斗并及时排出,保证电除尘器的有效工作。本次改造根据粉尘的性质,阳极振打采用单室底部振打技术,每个电场收尘极下部设有一套振打机构,采用侧部挠臂锤振打。同时根据振打试验选择振打锤的重量,提高了振打加速度,使阳极板上部的粉尘获得足够的振打加速度,有利于阳极板振打清灰。振打周期可以通过 PLC 调节。

②阴极振打系统。本次改造的每个电场采用顶部挠臂锤振打,为防止掉锤,锤头和锤柄间采用铆接,为使振打机构安全可靠,设有安全保护销。瓷轴箱内为防止结露,每个瓷轴箱内设一套电加热装置和温控装置。振打轴采用同收尘极振打轴相同的防窜轴、卡轴的措施。

除尘器烟气温度变化复杂,当温度超过一定温度时,阳极板受热伸长,阳极振打无法打到阳极振打杆中心位置,振打力减小,积灰无法清除。根据温度和热膨胀量的计算值,振打锤头的中心与振打杆的中心错开一定的高度差,在安装及空载运行时,振打锤头中心打在振打杆的中心偏下位置,当通烟气运行温度变化后,阳极板受热伸长,使振打锤打在振打杆的中心偏上位置。保证振打力达到设计要求的数值及克服高温变形打不到位的问题,提高振打清灰效果^[3]。

2.3.6 气流均布板

气流分布板采取阻流加导流型的进口气流分布板,保证了气流分布的均匀性:气流分布的均匀程度,是提高除尘效率的先决条件,特别是除尘效率要求高的条件,气流分布的均匀性程度尤为重要。为了使流入电场的含尘气体均匀经

过电场,在电场入口前装有进口气流分布板,常规设计采用的为纯阻流型气流分布板,这种气流分布板在调整时,需通过开孔或补孔,调整困难,且流体阻力较大,磨损严重,气流分布均匀性往往达不到设计要求,阻流加导流型的气流分布装置,该装置由多孔板和导流叶片组成,多孔板开孔直径为 $\phi 60\text{mm}$,开孔率根据模拟实验确定,使孔不容易堵,流体阻力大大减小。多孔板旁边的两个折边大大增强了本身的刚性,即使在相当强的涡流作用下,也不会变形,烟气在导流板的引导下能更均匀的进入电场,有效的消除气流沿分布板面不垂直的漫流现象。该气流分布装置的现场调整也很方便,只需改变导流叶片的悬挂位置就可达到目的。

2.3.7 二层迷宫式槽型板

出口喇叭内设置二层迷宫式槽型板,此种结构可组成一个附加的电场,以收集从未级电场“溜”出来的残余灰尘,增加对细粉尘的捕集,实现再次收尘作用。

2.3.8 旁路阻气板

进入电除尘器电场内的烟气应均匀通过电场内,并通过荷电吸附在阳极板,但仍有少部分烟尘末荷电而从最外侧阳极板与立柱间的空隙通过电场,导致烟气旁路,影响除尘效果,因此在每电场前后最外侧一块阳极板与立柱空隙间设置内部阻气板,阻止烟气旁路,使烟气全部有效进入收尘区,提高收尘效率^[4]。

3 长寿命滤袋的设置

3.1 增加竖管冷却器

在预热器之后,电袋除尘器之前增设竖管冷却器,竖管冷却器包含374根管,10台轴流风机。

①为考虑高温烟气为 300°C 进入除尘器后会损坏除尘本体设备及布袋,增加维护成本费用。在预热器之后,增设竖管冷却器,降低进入电袋除尘的高温烟气温度,使得高温烟气温度控制在 $150^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$,降低布袋的成本及维修费用。

②竖管冷却器下增加卸灰装置,使得高温烟气中大颗粒物通过竖管冷却器就可排除,大大的减轻了除尘器的工作负荷。由竖管冷却器下排出的大颗粒物占整体高温烟气粉尘的 $30\%\sim 35\%$ 。

③竖管冷却器排出的大颗粒物增设罗茨风机输送至成品储灰仓内,降低生产成本^[5]。

3.2 更换滤袋材质

采用优质的布袋材质,减少运行阻力,延长布袋使用寿命。

3.2.1 袋笼

首先袋笼使用20#碳钢,采用耐高温有机硅静电喷涂,涂层厚度为 $\leq 50\mu\text{m}$ 。袋笼三节连接,保证在 6000Pa 负压下运行1小时变形小于 3mm 。竖筋不小于16根,直径不小于 4mm ,之间间距不大于 30mm ,圆环间隔不大于 200mm 。袋笼联接有防脱落措施。

3.2.2 滤袋

初次的改造是在2015年,颗粒物排放要求 $30\text{mg}/\text{m}^3$,采用滤袋的材质为50%PPS+50%PTFE材质混纺针刺毡表面微孔涂层,改造后一个月后,达产由第三方检测,颗粒物排放浓度为 $9.5\text{mg}/\text{m}^3$,运行四年后再经第三方检测的大气排放监测数据显示实际运行颗粒物排放浓度为 $10\sim 22\text{mg}/\text{m}^3$,且此间没有更换布袋^[6]。

2019年,其次滤袋材料的选择考虑到耐温、耐酸碱、耐氧化、粉尘颗粒大小、气布比、粉尘磨损性、清灰方式、抗水解性、安装方式等因素,根据除尘器运行环境和介质情况选用优质材料,选择氟美斯符合覆膜针刺毡滤袋,滤料成份为无机纤维+机纤维/玻纤。滤袋克重为 $950\sim 1000\text{g}/\text{m}^2$,厚度为 $1.8\sim 2.0\text{mm}$,滤袋设计温度连续 $260^{\circ}\text{C}\sim 280^{\circ}\text{C}$,瞬间温度 300°C ,透气流 $7\sim 13\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{S}$,处理方式PTFE浸渍、PTFE膜。布袋底部采用三层包边缝制,无毛边裸露,底部采用加强环布,滤袋合理剪裁,尽量减少拼缝。拼接处,重叠搭接宽度不小于 10mm ,提高袋底强度和抗冲刷能力。这种布袋为超细纤维滤料,其具有的孔隙及材料特性,在保证现有除尘器正常运行同时,确保达到超低排放标准。经除尘器提标升级改造后,达产由第三方检测,颗粒物排放浓度为 $7.4\text{mg}/\text{m}^3$,满足冶金业关于颗粒物排放的超低排放 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求,并在运行1年后在线监测颗粒物排放为 $3\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。袋笼与滤袋的装配间隙直径间隙 $4\sim 6\text{mm}$,底部间隙 $15\sim 120\text{mm}$,布袋同排间距为 $220\pm 2\text{mm}$;异排间距为 $240\pm 2\text{mm}$;滤袋采用规格 $\phi 130\times 8000\text{mm}$;滤袋数量1092个。

4 其他

阻尼开关:在电袋除尘器下方灰斗上安装阻尼开关,自动控制。做到上方不会造成满灰顶坏极板,下方放料不会使整个除尘系统透风漏气的作用。下方增设机械双重检测低料位球阀,做到职工日常检测,防止存在漏风。

5 结语

在石灰回转窑运行中,创新采用电除尘与布袋除尘器的结合的嵌入式电袋除尘器,高效除尘处理方式,使得石灰回转窑窑尾烟气中颗粒物排放达到国家超低排放的标准,同时大大延长了布袋的使用寿命,与窑本体耐材寿命。

参考文献

- [1] 周兴求.环保设备设计手册——大气污染控制设备[J].时代启,2004(6).
- [2] 唐敬麟,张禄虎.除尘装置系统及设备设计选用手册[Z].2004.
- [3] 杨建勋.袋式除尘器设计指南[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [4] 祁君田.现代烟气除尘技术[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [5] 王洪礼.最新电除尘器的选型安装和运行及其技术应用实用手册[M].北京:中国机械工业出版社,2006.
- [6] 黎在时.电除尘器的选型安装[M].北京:中国电力出版社,2009.