

煤粉收集器在制粉系统中的应用及故障处理

周勇强

国家能源集团鄂尔多斯煤制油分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017209

摘要：本文深入分析了煤粉收集器在制粉系统中的工作机制与结构组成，突出了其在效率提升与环境保护方面的应用价值。文章通过具体案例，详细讨论了煤粉收集器运行过程中可能出现的技术问题及其解决策略，包括反吹压力调整、脉冲阀维修和系统压力管理等关键操作。进一步探讨了煤粉收集器的安全操作规范和维护要求，为制粉系统的优化提供了实际指导。最后，本文对未来煤粉收集技术的发展方向提出了展望，强调了技术创新在提升设备性能和环境友好性中的重要性。

关键词：煤粉收集技术；系统优化；故障分析；安全操作；技术创新

引言

本文旨在探讨煤粉收集器在制粉系统中的重要作用。通过对煤粉收集器的工作原理、特点和优势的分析，阐述了其在提高煤粉收集效率、降低环境污染等方面的作用。同时，结合实际应用案例，分析了煤粉收集器在制粉系统中存在的问题及解决方案，并对其未来发展趋势进行了展望。

1 煤粉收集器的工作原理

制粉系统中所使用的低压高效长袋脉冲式煤粉收集器，是专门设计用于高效收集煤粉的设备。该设备的工作原理是利用循环风机的作用，引导含煤粉的气体进入收集器箱体。在进入的过程中，气体首先经过一个缓冲区，这个区域的作用是使含尘气流进行扩散和减速，从而更有效地捕捉煤粉粒子^[1]。当气体与煤粉混合物通过滤袋时，煤粉被阻留在滤袋的外侧，而清洁的气体则通过滤袋内侧进入上方的净气室。随后，这些净化后的气体通过出风口排出收集器。为了维持滤袋的清洁效率，采用了两种清灰方式：一是基于压差的自动清灰，二是基于脉冲时间的自动清灰。在压差模式下，当滤袋表面的粉尘层增厚导致设备阻力上升至设定压差时，自控系统会触发喷吹装置开始清理滤袋。而在脉冲时间模式下，达到设定的脉冲间隔后，同样的清灰操作会自动执行，确保滤袋持续处于最佳工作状态。这种双重清灰机制保障了系统的高效运行和煤粉的有效收集，同时也延长了设备的使用寿命。

2 煤粉收集器的结构和组成

煤粉收集器是制粉系统中的关键设备，主要由多个功能部件组成，以确保高效率的粉尘收集和环境保护。详细来看，收集器的核心部件包括净气室、尘气室、灰斗、氮气反吹装置、过滤装置、插板阀、防爆装置、蒸

汽伴热保温装置以及控制系统。

净气室是由10个单体通过现场拼焊构成，直接与烟气排出口相连。在净气室内，滤袋被安装在花板孔中并与滤袋框架配套使用，这样的配置有助于精确控制气体的流动和粉尘的收集。尘气室设置在收集器的中部，是过滤含粉气体的关键区域。此部分上设有12个泄爆阀，这些阀门能在压力过大时自动开启以泄压，并在泄压后自动关闭，防止空气被二次吸入导致连续爆炸的危险。

灰斗部分是收集器中用于存储收集到的粉尘的部分^[2]，每台收集器配备三个灰斗，每个灰斗上均设有伴热保温以维持温度，确保粉尘不会因温度变化而结块或者影响卸料。灰斗下部设计有人孔门和插板阀，方便进行检修和维护。此外，灰斗下的法兰与下游的旋转给料阀相连，确保粉尘能顺畅转移，减少堵塞和泄漏的风险。

氮气反吹装置则是煤粉收集器中的一个核心技术部分，包括90套直通式脉冲阀、电磁阀和喷吹管。这一装置通过设置不同口径的15个喷嘴口于每个喷吹管上，与滤袋相配套，保证每条滤袋能接收均等的气流，从而有效地清除滤袋上的粉尘，确保过滤的持续性和效率。

鄂尔多斯煤制油公司所使用的煤粉收集器，处理风量达到262555立方米/小时，滤袋总过滤面积为4610平方米，能够满足大规模工业化煤粉收集需求。使用的滤袋材质为PPS（抗静电针刺毡），这种材料不仅抗静电，还能承受较高的工作温度，提高设备的安全性和耐用性。滤袋的直径为120毫米，长度达到6000毫米，这种长袋设计有助于增加过滤效率，减少频繁的清洁需求。清灰方式采用的是长袋低压脉冲喷吹技术，这种方法可以有效清除滤袋表面的积尘，同时保持较低的能耗和运行成本。整体设计温度为150摄氏度，允许煤粉收集器在较高温度下稳定运行，适应各种热环境。

3 正常操作及参数设定

在煤粉收集器的操作和管理中,控制系统的核心是PLC和DCS。PLC(可编程逻辑控制器)用于进行系统的直接参数设定和调整,而DCS(分布式控制系统)主要负责生产操作的综合管理。操作权限根据需要可以分为就地操作(PLC)和远程操作(DCS)。此外,脉冲阀的操作可以选择为自动或手动单阀操作,根据实际情况来选择最适合的清灰方式,如定时清灰或基于压差的自动清灰。在PLC系统中,操作人员可以设定多个关键参数以优化设备性能和保证收集器的高效运行。这些参数包括系统的压差值设定、周期清灰间隔时间、仓间隔时间和阀间隔时间。具体设定值如下:系统压差定为1000Pa;阀与阀的操作间隔设为15秒,以确保脉冲阀的有效操作和滤袋的彻底清灰;仓间隔时间设为8秒;整个清灰周期则设置为120秒。通过这些精确的设定,减少故障率,并延长设备的使用寿命。

4 煤粉收集器运行时的工艺过程及控制

制粉系统工艺过程中,精煤首先由给煤机送入磨机进行研磨。此过程中,循环风机起着关键作用,通过将惰性气体在热风炉中加热后输送到磨机,用于干燥煤粉。这个阶段,系统通过精确控制工艺参数,确保生产出的煤粉水含量控制在4%以下,同时保证粒度符合要求。这些参数的精确控制是确保最终产品质量和系统效率的关键。

经磨机磨碎和干燥后的煤粉含有大量粉尘,这些含尘气体需要通过煤粉收集器进行有效净化。收集器的设计使得含尘气体在进入时先经过一个缓冲区域,以减速和扩散气流,然后粉尘被滤除,而清洁的气体通过滤袋从收集器的净气室排出。煤粉则被有效地收集在灰斗中,进一步处理或直接输送到使用地点。收集器的高效运作使得大部分气体能被循环利用,有少部分气体从系统中排出。

为保证煤粉收集器安全平稳运行,煤粉收集器主要监控以下方面:

- (1)严格监视煤粉收集器滤袋前后差压小于1.5KPa;反吹压力应控制在0.28—0.3MPa之间;
- (2)入口压力:应控制在-0.25KPa—0.8KPa之间;
- (3)入口温度:应控制在100—110℃;
- (4)灰斗温度:灰斗温度正常应在110℃以下;
- (5)反吹压力:反吹压力应控制在0.28—0.3MPa之间;
- (6)灰斗料位:灰斗料位应无报警;
- (7)出口CO含量:应控制在300PPM以下;
- (8)出口O₂含量:应控制在8%以下;

(9)粉尘浓度:应控制在100mg/NM³以下。

同时设置有以下工艺连锁:

1.1入口压力:高高报2KPa、高报0KPa、低报-7KPa,高高报2 KPa触发磨机与循环风机连锁停车。正常生产时入口压力-0.25—-0.8KPa;

1.2灰斗料位:3个料斗每个料斗上都有1个触点,其中1个触点报警延时30秒触发磨机连锁停车;

1.3出口CO含量:高高报380ppm、高报300ppm;高高报380ppm触发布袋中部补氮阀及磨机补氮阀同时打向系统补氮;

1.4灰斗下旋转卸料阀故障停触发磨机连锁停车。

5 煤粉收集器的特点和优势

袋式煤粉收集器是一种专门为高含尘浓度烟气设计的高效设备,常用于冶金、电力、建材和化工等行业。这种收集器的设计充分考虑了操作的特殊需求,如防爆和防泄漏,使其能够在极其恶劣的环境中稳定运行。收集器的结构包括高性能的滤料、有效的清灰系统和精密的控制机制,能够处理含尘浓度极高的气体,达到每立方米数千克至数万克的范围,其排放浓度能够远低于国家的严格排放标准。

其核心技术之一是采用PPS(聚苯硫醚)材质的抗静电针刺毡作为滤料,该材料具有良好的抗静电和抗化学腐蚀特性,同时也考虑到PPS材质在抗氧化方面的弱点。为此,收集器特别设计了温度和氧含量控制系统,以减少滤袋因高温氧化而加速老化的风险。滤袋的直径为120mm,长度达到6000mm,使其具有较大的过滤面积和较长的使用寿命。

清灰方面,袋式煤粉收集器采用的是低压脉冲清灰技术,使用氮气作为清灰介质。该技术通过高效的直通式脉冲阀来实现对滤袋的间歇性反吹,清除滤袋上的积尘。这种方法不仅清灰效率高,而且消耗较低,只需0.25至0.30MPa的压力即可实现对长达6米的滤袋的彻底清洁。这种低耗能的清灰方式在减少运营成本的同时,也延长了设备的维护周期和使用寿命。

为保障运行过程的安全性,收集器的箱体结构被特别设计以具备防爆和泄爆的能力。泄爆阀的设置可以在系统内部压力异常升高时自动开启,释放压力以防止设备损坏或更严重的安全事故发生。此外,系统还装备有自动监控设备,实时监控设备的各项运行参数,确保在出现任何异常情况时能够迅速作出反应,确保操作的高度安全性和可控性。

6 煤粉收集器在应用中存在的问题及解决方案

6.1 常见问题分析

煤粉收集器在我装置工业应用常见的故障有以下几种:

- (1)反吹氮气压力低于0.25MPa;
- (2)脉冲阀喷吹无力;
- (3)煤粉收集器进出口压差高于1.5KPa;
- (4)系统放空有明显煤粉;
- (5)灰斗人孔或卸料阀法兰密封处漏粉;
- (6)煤粉收集器下旋转卸料阀停转。

6.2 解决方案分析与探讨

- (1)反吹氮气压力低于0.25MPa

原因:气源压力低、减压阀故障、脉冲阀故障。

处理:如果气源压力低,紧急联系恢复压力;如果脉冲阀膜片破损漏气,紧急联系更换膜片;如果减压阀出现故障,切换副线运行。

- (2)脉冲阀喷吹无力

原因:脉冲阀膜片卡住或破损、气源压力低。

处理:如果脉冲阀膜片卡住或破损,更换膜片或清理;如果气源压力不足,联系恢复压力。

- (3)煤粉收集器进出口压差高于1.5KPa

原因:仪表引压管被粉尘堵塞、反吹程序设置异常、反吹气源压力不足、脉冲阀故障。

处理:如果是引压管被粉尘堵塞,人工清理;如果反吹程序出现问题,重新设定程序;如果气源压力不足,紧急联系恢复压力;如果脉冲阀出现异常,根据具体情况修理。

- (4)系统放空有明显煤粉

原因:布袋有破损或烧毁。

处理:停止系统运行,降温更换布袋。

- (5)料斗人孔或卸料阀法兰密封处漏粉

原因:人孔或卸料阀法兰螺栓松动、煤粉收集器入口压力正压、煤粉仓压力高。

处理:如果是螺栓松动,紧固螺栓或停运降温后重做密封;如果是系统压力出现问题,调整系统压力;如果是煤粉仓压力高,检查并恢复正常压力。

- (6)煤粉收集器下旋转卸料阀突然停转

原因:电气故障、设备本体故障、被东西卡住。

处理:如果是电气原因,联系处理恢复;如果是设

备本体损坏停系统检修;被东西卡住需降温后清理完旋转卸料阀上部积粉才能拆开卸料阀处理。

- (7)煤粉收集器的料位出现报警

原因:料位计误报、料斗积粉。

处理:如果料位计出现问题,联系仪表处理;如果是料斗里积粉,检查积粉原因清理积粉。

结语

煤粉的易燃易爆特性要求在操作制粉系统时严格控制系统内的氧含量和温度,以避免煤粉收集器中的布袋发生燃烧。为此,不断检查系统内的设备、法兰及软连接,确保不存在煤粉泄漏,从而保证系统的安全运行。我装置的制粉系统虽然具有简单的工艺流程,但在长时间的运行、启停和检修期间,我们通过实践和分析不断优化操作策略和维护手册。

特别是对于煤粉收集器布袋,我们发现布袋因金属骨架的磨损而损坏的问题较为常见。为解决这一问题,我们制定了在布袋金属骨架焊接处进行打磨的操作规程,有效防止了因骨架磨损导致的布袋损坏。此外,我们还引入了定期使用荧光粉的检测方法,这不仅帮助我们发现了因箱体开焊而导致的布袋内侧积粉问题,也使我们能在更换布袋过程中及时发现并处理潜在的布袋损伤。

进一步的设备改进包括在煤粉收集器锥斗人孔下侧增设格栅网,这一改造有效防止了脱落的布袋卡死旋转卸灰阀,极大地节省了设备的检修时间。同时,在布袋的出风管道中增加了一条氮气吹扫线,在停工时使用,有效防止了管道内煤粉的堆积,从而降低了自燃的风险。这些技术和管理上的改进不仅降低了运行成本,还提升了能源使用效率和环境保护效果,同时也极大地提高了设备的安全性和稳定性。这些措施的实施,为我装置制粉系统的安全、稳定、长期、满载和优化运行做出了重要的贡献。

参考文献

[1]田铂,陈志伟,赵贵燕,等.燃煤电厂锅炉袋除尘与电袋除尘应用技术探析.中国环保产业,2009(8):41-45.

[2]童庆,王浩明,孙礼明.煤粉收集系统的技术改造[J].中国水泥,2012,(07):70.