

浅谈火力发电厂干除灰系统输灰性能优化策略

刘 强

国能宁夏电力固原新能源有限公司 宁夏 固原 756000

摘 要：火力发电厂干除灰系统负责燃煤飞灰的高效收集、输送与储存，其性能对发电厂的稳定运行和环保排放至关重要。本文分析了干除灰系统面临的主要问题，如灰质差异大、输灰管道易堵塞、除灰能力下降以及人员操作经验不足等。在此基础上，提出了优化系统设计、提升自动化水平、加强系统检修维护和改善燃煤质量等策略，以提高干除灰系统的输灰性能和稳定性。这些策略对于保障火力发电厂的环保运行和经济效益具有重要意义。

关键词：火力发电厂；干除灰系统；输灰性能；优化策略

引言：火力发电厂作为能源供应的重要一环，其运行效率和环保性能备受关注。干除灰系统作为火力发电厂的关键组成部分，承担着飞灰的有效处理任务。然而，在实际运行中，干除灰系统常面临输灰性能不稳定、堵塞等问题，影响了发电厂的稳定运行和环保排放。因此，探讨干除灰系统输灰性能的优化策略，对于提高发电厂的运行效率和环保水平具有重要意义。本文将从系统设计、自动化水平、检修维护和燃煤质量等方面，提出具体的优化措施。

1 火力发电厂干除灰系统概述

1.1 干除灰系统的定义和工作原理

干除灰系统，作为火力发电厂的重要组成部分，承担着燃煤过程中产生的飞灰的有效收集、高效输送以及安全储存的重任。这一系统的工作机理巧妙地将物理原理与工程实践相结合，确保了飞灰处理的高效性和环保性。飞灰的收集、输送和储存是干除灰系统的核心环节。在燃煤锅炉的运行过程中，燃料燃烧后产生的飞灰通过烟道进入静电除尘器，这是飞灰收集的首要环节。静电除尘器利用电场力的作用，使飞灰颗粒带上电荷，并在电场力的作用下被收集到除尘器的极板上。随着飞灰在极板上的积累，定期振打极板，使飞灰落入下方的灰斗中，实现了飞灰的初步收集。收集后的飞灰，需要被高效地输送到储存设施中。这一环节通常由气力输送系统完成。气力输送系统利用压缩空气的压力差，将灰斗中的飞灰通过管道输送到储灰库。在输送过程中，飞灰被连续的气流所携带，避免了传统机械输送方式可能带来的飞灰泄漏和环境污染。当飞灰被输送到储灰库后，便进入了储存环节。储灰库通常采用钢筋混凝土结构，具有良好的密封性和稳定性，能够有效防止飞灰的泄露和环境的污染。同时，储灰库还配备了相应的除尘设施，进一步保障了储存过程的安全和环保。

1.2 干除灰系统的主要构成

干除灰系统的主要构成包括受料装置、分选机、收集器、静电除尘器等关键设备。受料装置位于飞灰输送的起点，负责接收从锅炉烟道排出的飞灰。分选机则对飞灰进行粒度分选，将不同粒度的飞灰分别处理，以提高后续处理的效率和效果。收集器，如灰斗，是飞灰的暂时储存设施，其设计需考虑到飞灰的流动性、堆积密度等因素。静电除尘器作为飞灰收集的核心设备，其性能直接影响到整个干除灰系统的效率和环保效果。

1.3 干除灰系统的运行现状

尽管干除灰系统在火力发电厂中发挥着至关重要的作用，但其运行现状却面临着一些挑战。其中，输灰性能不稳定、易出现堵塞现象是较为突出的问题。这主要是由于飞灰的粒度、密度、湿度等特性差异较大，以及输送管道的磨损、老化等原因导致的。因此，如何优化干除灰系统的设计，提高输灰性能，减少堵塞现象，是当前火力发电厂亟待解决的重要课题。

2 火力发电厂干除灰系统输灰性能问题分析

2.1 灰质差、灰尘多的问题

(1) 煤炭质量变化对飞灰特性的影响。煤炭作为火力发电厂的主要燃料，其质量变化直接影响燃烧过程中飞灰的产生及特性。煤炭中的灰分、硫分、挥发分等化学成分的变化，会导致飞灰的粒度、密度、粘附性等物理特性的差异。例如，灰分高的煤炭燃烧后产生的飞灰量较大，且飞灰颗粒可能更细小，更易于吸附在管道和设备上，增加除灰难度。此外，飞灰的化学成分变化还可能影响其化学反应活性，进而对除尘设备的效率和飞灰的再利用价值产生影响。(2) 劣质煤使用带来的除灰压力。为降低成本，部分火电厂可能会选择使用劣质煤。然而，劣质煤的燃烧效率和稳定性往往较差，燃烧过程中产生的飞灰量更大，且飞灰的粒度分布更不均

匀,这无疑增加了干除灰系统的处理负担。同时,劣质煤燃烧可能产生更多的有害物质,如二氧化硫、氮氧化物等,这些物质在飞灰中的富集可能进一步加剧环境污染问题,对于干除灰系统的环保性能提出更高要求。

2.2 输灰管道堵灰问题

(1) 灰与空气在管道中分离,产生积灰。在干除灰系统的输送过程中,飞灰与空气在管道内形成气固两相流。若气流速度或压力分布不均,飞灰颗粒可能会因重力或惯性作用与空气发生分离,沉积在管道底部或拐角处,形成积灰。积灰不仅会降低管道的输送效率,还可能引发管道堵塞,导致系统运行中断。此外,积灰中的水分、腐蚀性物质等还可能对管道造成腐蚀,缩短管道使用寿命。(2) 输灰压力不足,管道堵塞。输灰系统的压力是影响飞灰输送效率的关键因素之一。若输灰压力不足,飞灰颗粒在管道内的流动速度将减缓,甚至停滞不前,最终导致管道堵塞。造成输灰压力不足的原因可能包括气源压力不足、管道磨损泄漏、阀门故障等。管道堵塞不仅影响系统的正常运行,还可能引发设备过载、磨损加剧等问题,增加维修成本^[1]。

2.3 除灰能力降低问题

(1) 系统设计选型过小。在干除灰系统的设计和选型阶段,若未能充分考虑燃煤的含灰量、飞灰特性以及系统的输送能力等因素,可能导致系统设计选型过小。当燃煤含灰量增加或飞灰特性发生变化时,系统的除灰能力将无法满足实际需求。这将导致飞灰在锅炉尾部或输送管道中积聚,进而引发一系列问题如锅炉效率下降、管道堵塞等。(2) 燃煤实际含灰量与设计量的差异。燃煤的实际含灰量往往与设计值存在一定的偏差。这种偏差可能源于煤炭市场的波动、燃煤采购的多样性以及燃煤预处理过程中的不确定性等因素。当燃煤实际含灰量高于设计值时,系统的除灰能力将面临严峻挑战。此时若不及时调整系统参数或增加输送设备容量,将严重影响系统的正常运行和发电厂的环保性能。

2.4 工作人员操作经验不足问题

干除灰系统的运行和维护需要专业知识和技能的支持。然而在实际操作中部分工作人员可能由于经验不足或培训不足等原因,对系统的运行原理、设备性能以及故障处理等方面了解不够深入。这可能导致在参数调整、设备巡检和故障处理等方面出现不当操作进而影响系统的正常运行。特别是在参数调整方面,若工作人员对系统的关键参数如气流速度、压力、温度等调整不当可能导致飞灰在管道中的输送效率降低或造成管道堵塞等问题。在设备巡检方面若未能及时发现并处理设备磨

损或故障情况可能导致设备性能下降甚至损坏进而影响到整个系统的稳定性和可靠性。在故障处理方面若工作人员对故障原因判断不准确或处理措施不当可能导致故障扩大化增加维修成本和时间影响发电厂的稳定运行。

3 火力发电厂干除灰系统输灰性能优化策略

3.1 优化干除灰系统设计

(1) 增加飞灰输送系统,实现灰尘分选。传统的干除灰系统往往采用单一的气力输送方式,难以适应不同粒度、密度的飞灰处理需求。为了提高输送效率和减少系统堵塞,可以增加飞灰输送系统,如采用双套管气力输送系统或链式输送机等。这些系统能够根据不同粒度和密度的飞灰进行适应性调整,确保飞灰在输送过程中的稳定性和连续性。同时,为了实现灰尘的分选,可以在输送系统中增设分选设备,如旋风分离器、静电除尘器等。这些设备能够将飞灰按照粒度大小进行分离,分别处理粗灰和细灰,从而提高飞灰的利用率和减少环境污染^[2]。(2) 将飞灰分为粗灰和细灰,分别储存。飞灰的粒度分布对系统的输送效率和储存效果有着重要影响。粗灰粒度大、不易压实,适合采用露天堆放或简易仓库储存;而细灰粒度小、比表面积大,容易飞扬和造成环境污染,因此应采用封闭仓库储存,并配置除尘设备以减少扬尘污染。通过分别储存粗灰和细灰,不仅可以提高储存效率,还能减少环境污染风险。同时,根据飞灰的性质和用途,可以考虑将其用于建筑材料、道路铺设等领域,实现资源的合理利用和循环经济发展。

3.2 提升除灰系统自动化水平

(1) 采用PLC控制器实现智能化控制。PLC(可编程逻辑控制器)作为现代工业自动化领域的核心技术之一,具有控制灵活、可靠性高、易于扩展等优点。在干除灰系统中,采用PLC控制器可以实现系统的智能化控制。通过编写控制程序,PLC可以根据系统的运行状态和参数变化,自动调整输送设备、分选设备、储灰设备等的工作状态,实现系统的稳定运行和高效输灰。此外,PLC还可以实现远程监控和故障报警等功能,提高系统的可靠性和安全性。通过智能化控制,可以实现对干除灰系统的精准管理和优化运行,提高系统的整体性能和效率。(2) 设定自动控制、半自动控制、远程控制和现场控制等多种方式。为了满足不同场景下的控制需求,干除灰系统可以设定多种控制方式。自动控制方式下,系统可以根据预设的参数和逻辑自动运行,无需人工干预;半自动控制方式下,操作人员可以在必要时对系统进行手动干预和调整;远程控制方式下,操作人员可以在远离现场的地方通过远程终端对系统进行监控和操

作；现场控制方式下，操作人员可以在现场对设备进行手动操作。通过设定多种控制方式，可以更加灵活地应对各种突发情况，提高系统的灵活性和适应性。同时，还可以根据实际需要选择合适的控制方式，以提高系统的运行效率和操作便捷性^[3]。

3.3 加强系统检修和维护

(1) 制定干除灰系统运行管理制度。制定科学的运行管理制度是确保系统稳定运行的基础。该制度应包括系统的日常运行管理、故障处理、维护保养等方面的内容。通过明确各级人员的职责和权限，规范操作流程，加强设备巡检和保养，可以有效预防设备故障和安全事故的发生。同时，还应建立完善的应急预案和救援机制，确保在突发情况下能够迅速采取有效措施进行应对。通过运行管理制度的制定和实施，可以确保干除灰系统的安全、稳定和高效运行。(2) 定期对系统进行巡检和检修。为确保干除灰系统的长期稳定运行，必须建立定期的巡检和检修机制。巡检应涵盖所有关键设备和部件，包括但不限于输送管道、分选设备、除尘设备、储灰设施等。巡检人员需具备专业的知识和技能，能够及时发现并处理潜在的安全隐患。检修工作则应侧重于设备的磨损情况、连接件的紧固程度、电气系统的运行状态等方面。通过定期的巡检和检修，可以及时发现并解决设备故障，避免小问题演变成大问题，从而影响整个系统的运行效率。(3) 对工作人员进行培训和指导。人员培训是提高系统检修和维护水平的关键。应定期组织专业培训和交流活动，提高操作人员的专业素养和实际操作能力。培训内容应涵盖系统的工作原理、设备操作、故障排查与修复等方面。同时，还应邀请经验丰富的专家进行现场指导和答疑解惑，帮助操作人员更好地掌握设备维护和检修的技巧。通过持续的培训和指导，可以确保操作人员能够熟练掌握系统操作和维护技能，提高系统的运行效率和稳定性。

3.4 改善燃煤质量

(1) 选择与设计接近的热值和灰份的燃煤。燃煤的

质量对干除灰系统的运行效果有着直接影响。为了提高系统的输灰性能，应选择与系统设计要求相匹配的燃煤。燃煤的热值和灰份是影响飞灰产生量和性质的关键因素。通过选择与设计接近的热值和灰份的燃煤，可以确保燃煤在燃烧过程中产生的飞灰量适中、粒度分布均匀，有利于系统的输送和储存。同时，还可以根据燃煤的性质和用途，选择合适的燃烧方式和燃烧设备，进一步提高燃煤的燃烧效率和利用率。(2) 燃煤混烧，确保颗粒度与总灰量在可控范围内。燃煤混烧是一种有效的节能减排措施。通过将不同种类的燃煤进行混合燃烧，可以调整燃煤的热值、灰份和挥发分等参数，使其更加符合系统的运行要求。在燃煤混烧过程中，应严格控制燃煤的颗粒度和总灰量。通过合理的破碎和筛分工艺，可以确保燃煤的颗粒度在可控范围内，避免过大或过小的颗粒对系统造成不利影响。同时，还应通过调整燃煤的配比和燃烧条件，控制总灰量的产生和排放。通过燃煤混烧和颗粒度控制，可以进一步提高干除灰系统的输灰性能和环境适应性。

结束语

综上所述，火力发电厂干除灰系统输灰性能的优化是一个系统工程，需要从多个方面入手。通过优化系统设计、提升自动化控制水平、加强系统维护与检修以及改善燃煤质量等措施，可以有效提高干除灰系统的稳定性和输灰效率。这不仅有助于火力发电厂的稳定运行，还能减少环境污染，实现经济效益和环保效益的双赢。未来，随着技术的不断进步和创新，干除灰系统的优化将迈上新的台阶，为火力发电行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]周斌,陈晶.某600MW燃煤机组干除灰系统程序优化改造[J].山东工业技术,2019,(04):33-34.
- [2]张涛.660MW发电机组干灰系统优化改造方案评析[J].中国新技术新产品,2021,(06):52-53.
- [3]伊象武.超临界燃煤机组输灰系统改造效果分析[J].海峡科学,2021,(12):141-142.