

大型火电机组磨煤机入口一次风道内部流场数值优化研究

张建彪

宁夏京能宁东发电有限责任公司 宁夏灵武 750400

摘要: 目前国内大型火电机组锅炉磨煤机入口风道通常布置比较紧凑,冷、热风道往往会在小范围内汇合,这样冷、热风无法均匀掺混,导致磨煤机入口一次风量测量出现失真,包括一次风量测量偏差大、剧烈波动等问题,严重影响到了机组运行的安全性和经济性。本文结合大型火电机组磨煤机入口一次风道内部流场数值优化措施进行分析,以供参考。

关键词: 大型火电机组;磨煤机;入口一次风道;内部流场;数值优化

1 大型火电机组磨煤机入口一次风道内部流场数值优化必要性

一次风道是燃烧系统的重要组成部分,直接影响燃烧过程中煤粉的均匀性和分布。通过数值优化可以优化风道内部的流场分布,确保煤粉的均匀混合和分布,提高燃烧效率和稳定性。优化风道内部流场可以降低煤粉在输送过程中的能耗,减少能量损失。同时,通过提高煤粉的燃烧效率,减少未完全燃烧产生的废气排放,降低对环境的影响。不合理的风道设计会导致煤粉在输送过程中发生回流、堵塞等问题,加剧设备的磨损和维护负担。通过数值优化可以优化风道结构,减少煤粉的回流和堵塞,延长设备的使用寿命,降低维护成本。优化风道内部流场可以减少煤粉在输送过程中产生的涡流和振动,减少设备运行时的不稳定性,提升设备的安全性和可靠性。通过数值优化可以优化风道结构和参数配置,提高风道的输送能力和响应速度,支持设备的运行优化和调节,适应不同负荷条件下的运行需求。对大型火电机组磨煤机入口一次风道内部流场进行数值优化,提高其流场均匀性和稳定性,降低能耗和排放,实现煤粉输送的高效、安全、可靠运行。

2 大型火电机组磨煤机入口一次风道内部存在的问题

(1) 磨煤机入口在线一次风量测量不准,导致磨煤机入口风量无法实现精确控制,容易出现磨煤机低出力下风量偏高、高出力下风量偏低的非正常情况,影响到了制粉系统和一次风系统的安全运行。

(2) 磨煤机入口在线一次风量测量不准,可能出现风量过低磨煤机堵塞、磨煤机爆燃等安全隐患,而且会

直接影响锅炉排烟温度,一次风机电耗,低氮燃烧器的低氮控制效果以及低负荷稳燃性能等。

3 大型火电机组磨煤机入口一次风道内部流场数值优化方案

3.1 现有烟道内部流动特性

现有磨煤机入口冷一次风道和热一次风道布置极为紧凑,冷、热风需在狭小的空间内掺混,且在线风量测量截面距离冷、热风掺混位置很近,很容易出现冷、热风掺混不均以及风量测试不准的问题。为此,建议针对现有磨煤机入口一次风道开展流场优化工作,以改善冷、热一次风的掺混,并提高一次风量的测量精度,进而解决目前制粉系统和一次风系统运行中存在的问题。对现有磨煤机入口一次风道进行数值计算,对于现有磨煤机入口冷、热一次风道,冷、热风需在狭小的空间内掺混,掺混效果很差,冷风、热风掺混后的流场,在竖直中方面,无论是速度场均匀性还是温度场均匀性都较差;在风量测量截面,速度场在中部偏上区域有一低速区,温度场在中部偏上区域有一低温区,这说明在风量测量截面,速度场和温度场的均匀性也较差。因此,对于现有磨煤机入口冷、热一次风道,冷风、热风掺混效果很差,这会产生磨煤机入口在线一次风量测量不准等一系列问题,因而,必须对现有磨煤机入口冷、热一次风道开展流场优化工作。

3.2 优化设计方案

针对现有磨煤机入口一次风道风量测量不准的问题,结合相关改造经验,本文提出了一种磨煤机入口一次风道优化设计方案:对冷、热一次风道汇合方式进行优化,同时在风道内部增设掺混分区板和导流板。对于磨煤机

入口冷、热一次风道优化方案，因为对冷、热一次风道汇合方式进行优化，将冷风道汇入热风道位置前移，冷、热风掺混更加充分，同时在风道内部增设了掺混分区板和导流板，改善了冷、热风的掺混效果和风道内流场的均匀性，所以采用优化方案后，与改造前相比，在竖直面中分面，无论是速度场均匀性还是温度场均匀性都有明显的提高，整体流动特性均有明显的改善。

(1) 流场模拟建模：使用计算流体力学 (CFD) 软件，对一次风道的内部流场进行建模和仿真。通过将风道几何结构、边界条件和流体特性等参数输入模型中，可以模拟出风道内部的流场分布。

(2) 网格划分：对风道的几何结构进行网格划分，将复杂的几何结构划分为小的网格单元，以便进行数值计算和模拟。网格划分的密度和精细度对仿真结果的准确性和计算效率具有重要影响。

(3) 流体方程求解：基于流体力学的基本方程 (如连续方程、动量方程和能量方程)，使用数值方法求解风道内部流场的流体动力学特性。通过迭代计算，可以得到风道内部各点的流速、压力、温度等参数。

(4) 参数优化与调整：在模拟过程中，可以通过调整风道的几何结构、入口条件、出口条件等参数，进行数值优化。通过试验不同的设计方案，找到最优的风道设计方案，以达到流场均匀性、稳定性和能量损失最小化的目标。

(5) 流场分析与评估：对优化后的风道内部流场进行分析和评估，包括流速分布、压力分布、温度分布等。通过对比分析不同方案的仿真结果，评估优化效果和性能提升。

(6) 验证与实验对比：将优化后的数值模拟结果与实际试验数据进行对比验证，验证模拟结果的准确性和可靠性。根据对比结果，进一步调整和优化模型，确保数值优化结果的可信度。

结束语

综上所述，对大型火电机组磨煤机入口一次风道内部流场进行数值优化具有重要的必要性，可以提高燃烧效率和稳定性，降低能耗和排放，减少设备磨损和维护成本，提升安全性和可靠性，支持设备运行优化，从而实现火电厂的高效、安全、可靠运行。采用优化方案后，磨煤机入口风量测量截面的速度均匀性系数和温度均匀性系数均有显著的提升，这说明优化方案显著提升了磨煤机入口一次风道的内流特性，进而取得了显著的优化效果。

参考文献

- [1] 徐亚峰, 彭小敏, 胡亮, 等. 1000MW级燃煤机组磨煤机入口圆形一次风道冷热风均流改造技术[J]. 热能动力工程, 2019, 34(3): 103-108.
- [2] 陈宝康, 沈平, 陈纲, 等. 中速磨煤机入口一次风道优化改造[J]. 热力发电, 2011, 40(10): 93-94.
- [3] 常毅君, 王晓冰, 张波, 等. 磨煤机入口一次风量测量数值模拟研究[J]. 热力发电, 2012, 41(12): 48-54.
- [4] 房新, 肖荣, 朱晋永, 等. 660MW燃煤机组锅炉磨煤机入口一次风流场优化技术应用研究[J]. 发电运维, 2021(2): 72-73.