

图1 火电厂锅炉辅机设备

### 3.1 炉水泵故障

炉水泵常见故障包括泵不出水或流量不足、噪音过大或振动异常以及过热等，主要原因分别是泵体内部堵塞、叶轮损坏或泵轴出现问题；轴承磨损、泵叶片不平衡或泵轴不对中；泵内磨损严重或过载运行，导致摩擦增大，泵体过热。这些状况的存在均直接影响水泵作业质量，需要相关人员加强对其的研究。

### 3.2 送、引风机故障

送、引风机作业环节，经常出现风量不足或风压过低等问题，可能原因是风机叶轮损坏、叶片积灰或风道阻塞，影响风机功能。还可能出现噪音大或振动的问题，常见原因是叶片磨损、风机轴弯曲或不平衡，会导致噪音的产生，影响工作人员的状态。

### 3.3 除尘器故障

作为除尘设备，可能出现除尘效率降低的问题，原因是除尘器滤袋破损或堵塞。也可能出现漏气或渗漏问题，主要原因是除尘器密封不良或滤袋老化，导致烟气外泄。此外还存在除尘器控制系统失常问题，可能导致除尘器无法正常工作。

### 3.4 空气预热器故障

空气预热器作业环节，可能由于积灰或腐蚀，导致蓄热元件堵塞或损坏，造成热交换效率降低，还可能因密封不良或设备腐蚀严重导致的漏风、漏烟等现象。而且由于传动系统故障、烟风温度偏差、膨胀异常等，还会引起振动或声音异常。

### 3.5 燃料输送设备故障

常见故障包括输送管道堵塞、燃料潮湿或设备故障导致输送失败、燃料质量差或输送设备磨损，导致设备及系统泄漏、燃烧器故障等现象，导致锅炉燃烧不良、结焦等问题。

综上，火电厂锅炉辅机设备故障通常是由于设备老化、操作不当、维护不及时或外部因素（如水质差、燃料问题等）引起的。需要相关人员通过定期检查、及时维修和合理的运行方式等，确保锅炉系统的安全、高效运行。

## 4 火电厂锅炉辅机设备常见故障的排除策略

### 4.1 炉水泵问题的处理

炉水泵故障需要结合其故障类型与成因进行针对性地解决。首先，针对泵不出水或流量不足问题，需要检查泵体及进、出口管道是否有杂物或结垢，及时清理。还需要检查叶轮是否有损坏或严重磨损，必要时更换叶轮或密封件。而且启动泵前，还需要进行充分排气，确保泵内无气阻。此外还需要检查泵入口管道是否有漏气或松动的地方，及时修复；其次，针对泵声音异常或振动超标问题，则需要专业人员采用对中仪检查泵与电机的对中精度，必要时进行调整。还需要检查轴承的磨损情况，及时更换损坏的轴承。并且检查叶轮是否有损坏、积灰或不平衡，必要时清理叶轮或更换；然后，针对水泵过热故障，则需要检查轴承润滑是否良好，及时更换润滑油。还需要确保泵的负载在额定范围内，避免超负荷运行<sup>[2]</sup>。并且检查泵体内部零部件的磨损情况，必要时进行维修或更换。综上分析，炉水泵在火电厂锅炉辅机设备中的正常运行至关重要，检修过程中应针对不同的故障表现采取针对性措施。

### 4.2 送、引风机故障的处理

在火电厂锅炉辅机设备中，送、引风机是锅炉运行中的重要设备，确保其正常运行对于锅炉的稳定性至关重要，需要通过以下手段进行解决。首先，针对风机不启动或启动困难问题，需要检查电机绕组是否存在短路或开路情况，必要时进行电机绕组检修或更换；检查电源电压是否正常，电缆连接是否紧固，确保供电正常；定期检查风机叶轮是否有异物或积灰卡阻，则需要清理叶轮或检查，是否需要更换；其次，针对风机噪音大或振动异常问题，则需要检查叶轮是否积灰或损坏，必要时进行清理或更换；检查轴承是否磨损，润滑是否充分，必要时更换轴承并加注润滑油；检查风机安装基础和支撑结构是否牢固，确保无松动。综上分析，风机定期维护、检查检修和及时更换磨损部件，是保持其安全高效运行的关键。要求相关人员根据不同故障类型采取针对性的维修措施，有效避免故障的扩展并延长设备使用寿命。

### 4.3 除尘器故障的处理

在火电厂锅炉辅机设备检修中，除尘器故障的排除对于保持锅炉系统的正常运行至关重要（如图2所示），需要相关人员通过以下手段进行处理。首先，针对除尘器运行不正常（气流量低、除尘效率低）问题，需要定期检查滤袋是否有破损、堵塞或积灰，清理积灰或更换损坏的滤袋。并且检查气流分配装置（如导流板、风帽等）是否正常，确保气流均匀分布。还需要检查进风口和出风口是否有异物堵塞，清理管道，确保畅通。并且检查风量调节装置的工作情况，必要时调整风量至设计范围内；其次，针对除尘器的脉冲阀失灵或工作异常问题，则需要检查脉冲阀的工作状态，进行清洁或更换故障阀门。并且检查电气控制系统是否正常，确认脉冲阀的控制信号是否正常。还需要定期清理脉冲阀及其喷嘴，确保没有灰尘积聚影响其正常工作；然后，针对除尘器噪音过大问题，需要检查风机的叶片、轴承、风机电机等部件是否完好，必要时进行修理或更换，以确认脉冲阀工作正常，避免气流异常导致噪音。还需要检查风管是否安装稳固，避免松动部件产生振动噪音，必要时进行加固。综上，通过对滤袋、脉冲阀、风机等关键部件的检查和维修，可以有效避免除尘器出现故障，确保设备的正常运行。

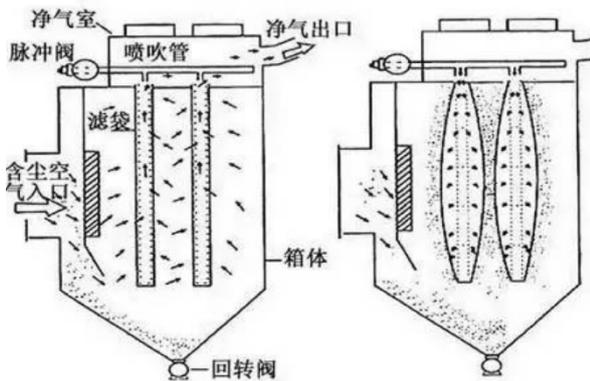


图2 除尘器结构与工作原理

### 4.4 空气预热器故障的处理

在火电厂锅炉辅机设备中，空气预热器（APH）作为提升锅炉效率、节能减排的重要设备，其故障可能影响锅炉的正常运行，就需要通过以下方法进行故障的排除。首先，如果空气预热器效率下降，就需要定期进行空气预热器的清灰工作，清理换热器表面的积灰，确保换热效率。并且检查烟道气流分布，必要时调整烟道导流板，确保气流均匀。还需要检查空气侧的管道，清理堵塞物，确保空气流畅；其次，针对空气预热器噪音过大问题，则需要相关人员检查蓄热元件、轴承等部件，确保其运行正常，如有损坏及时更换或修理。并且定期清理蓄热元件和风道内部的积灰，避免积灰导致流动不畅和噪音增加。还需要检查空气预热器风道、管道及支架的焊接、磨损等情况，确保无裂纹、磨损现象，避免

因磨损、焊缝开裂造成稳定性差而产生振动、声音异常；然后，针对空气预热器漏风、漏烟问题，需要相关专业人员检查空气预热器的冷、热端密封件是否完好，人孔及壳体是否有漏点，必要时进行更换或修补。还需要检查各管道接口和焊接部位，确保无松动或裂纹，及时修复漏点。并且检查冷却水系统的管道和接口，确保无泄漏，修复损坏的管道和接头<sup>[3]</sup>。综上，空气预热器故障排除应从检查内部积灰、各部件运行状况、密封件等方面入手，确保设备安全运行。

### 4.5 燃料输送设备故障的处理

在火电厂锅炉系统中，燃料的稳定供应直接影响锅炉的燃烧效果与整体效率，因此，及时排除故障非常重要。首先，针对燃料输送系统堵塞，需要定期对输送管道和设备进行清理，去除煤粉积聚。并且检查输送管道是否有变形或堵塞，必要时调整或更换损坏的部分。还需要确保使用的燃料符合要求，湿度过高或杂质过多的煤粉应避免使用；其次，针对给煤机故障，则需要检查电机及其控制系统，确保电机正常工作，如有故障及时维修或更换。并且检查给煤机的驱动、从动滚筒、减速机设备等部件是否转动异常，轴承损坏等现象，需及时检查并清理障碍物，确保设备运行正常。还需要检查并调整给煤机的煤量控制和调节装置，确保给煤量满足锅炉燃烧需求；此外，针对煤粉输送系统故障，则需要检查煤粉输送风机的叶轮、轴承等部件，确保风机正常工作，修复或更换故障部件。并且检查煤粉输送管道是否有泄漏点，修复破损部分，确保煤粉输送系统的密封性。综上分析，在检修过程中，排除燃料输送设备故障需要从多方面入手，保障燃料输送设备的高效、稳定运行，进而保证锅炉的高效燃烧和供热。

## 5 结语

总之，在火电厂锅炉辅机设备运行的过程中，振动、噪音和磨损是比较常见的三种故障形式，风机运行还可能会出现叶片积灰产生振动、声音异常，内部及轴承室外部灰尘堆积等问题。这就要求检修维护人员做好隐患排查和定期维修工作，并应特别注意严格按照维护规程和标准要求来预防和故障处理，针对不同辅机设备的故障设计不同的解决策略，以此来提高锅炉辅机设备及系统性能，保障机组的发电效率 and 安全性。

### 参考文献

- [1] 刘福玉. 火电厂锅炉辅机设备检修的常见故障及排除措施 [J]. 化工管理, 2021, (17): 115-116.
- [2] 王龙. 刍议火电厂锅炉辅机设备检修的常见故障和应对策略 [J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2020, (03): 163-164.
- [3] 王佩亮. 火电厂锅炉辅机设备检修的常见故障及对策研究 [J]. 民营科技, 2018, (10): 42.
- [4] 方蕊蕊,程思明. 火电厂锅炉辅机设备检修的常见故障及排除 [J]. 通讯世界, 2018, (09): 157-158.

# Analysis of machine tool thermal deformation problem and application study of temperature compensation

Jinjie Chen

Nantong Guosheng Intelligent Technology Group Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226003, China

## Abstract

Thermal deformation of CNC machine tools is one of the important factors affecting the machining accuracy, metal materials with thermal characteristics of thermal expansion and cold contraction can not be completely avoided, especially in the precision machining of the error of the total error proportion is higher. This paper analyzes the mechanism of thermal deformation and its influence on the machining accuracy of machine tools, discusses the original and method of temperature compensation technology, and summarizes the application effect of temperature compensation technology in thermal deformation control of machine tools. The study shows that the temperature compensation technique can effectively hedge the influence of thermal deformation through thermal error modeling, temperature control and structure optimization design.

## Keywords

CNC machine tool, thermal deformation, temperature compensation, machining accuracy

## 机床热变形问题分析及温度补偿应用研究

陈锦杰

南通国盛智能科技集团股份有限公司, 中国·江苏 南通 226003

## 摘要

数控机床热变形是影响加工精度的重要因素之一,金属材料具有热胀冷缩的热特性无法完全避免,尤其在精密加工中热变形产生的误差占总误差比重更高。本文分析了机床热变形产生的机理及对加工精度的影响,探讨了温度补偿技术的原来与方法,并结合实际案例,总结了温度补偿技术在机床热变形控制中的应用效果。研究表明,通过热误差建模,温度控制和结构优化设计,温度补偿技术能有效对冲热变形对机床加工精度的影响。

## 关键词

数控机床,热变形,温度补偿,加工精度

## 1 引言

随着制造业对机床加工精度要求的不断提高,机床热变形问题备受关注,传统方法一般通过恒温和热机来减少影响。热变形主要由机床内部热源(如电机,丝杆,轴承等)和外部环境变化引起,导致机床部件发生变形及传动部件的热伸长,从而影响加工精度。温度补偿技术通过实时监测温度场,能够有效的减少热变形,提高加工精度的稳定性。本文旨在探讨温度补偿技术在机床热变形问题中的应用及其研究进展。

## 2 机床热变形产生的机理及影响

金属材料具有热胀冷缩的热特性,当机床处于工装状

态时,由于机床运动部件产生摩擦热,切削热以及外部热源引起的整个加工工艺系统变形,这种变形称为热变形。由热变形引起的误差称为热变形误差简称热误差。

### 2.1 热变形产生的原因

机床热变形主要由以下热源引起:

#### 2.1.1 内部热源

包括电机,丝杆,轴承,齿轮副等,这些部件在运动中因摩擦和能量损耗产生热量,通过传导和对流传递到机床主体。

#### 2.1.2 外部热源

如因季节早晚温度变化等因素引起的环境温度变化,阳光照射,冷却液温度波动等,导致机床温度场不均匀。

#### 2.1.3 切削液

在加工过程中,切削液通过切削和冷却液传递到机床,直接影响工件和机床的热变形。

### 2.2 热变形对加工精度的影响

机床在内外热源的共同作用下产生热量 $Q$ ,该热量通

【作者简介】陈锦杰(1982-07),男,汉族,籍贯:江苏省海门市,本科,中级工程师,研究方向:数控机床电气设计与调试。