

并对管段、管件进行外观检查，要求管段表面伤痕深度应不超过其壁厚的 10%，再将管段放置夹具内，使对接两端的长度大致相等；管材在机架以外的部分用管道支架托起，使管材轴线与机架中心线处于同一高度，然后用夹具紧固好并调整夹具底座与支架位置，确保夹具底座与支架水平，保持在同一轴线上，且错边不应大于壁厚的 10% 且 ≤ 5mm；检查对接部位上、下、左、右是否对齐，如有不齐，需松开夹具，重新进行调整；若管口失圆，可以通过液压支架进行调整；连接部件固定后，需测试出 P 托值（P 托值：在能自由拖动管材时压力表的数值）；以一定的压力进行铣削；将熔接端口进行闭合，检查管口错边尺寸是否超过壁厚的 10% 且 ≤ 7mm 和表面平直度，若有超过继续调整后再进行铣削；

加热管材和管件：启动热熔焊机，将加热板放置在管材和管件的连接部位上，进行加热。加热完成后，检查加热板温度，用测温枪测试加热板至少 3 处温度，确保加热板整体温度在 220 ± 10℃ 范围内；然后放置加热板，放置时应注意将加热板吊至加热处垂直上方位置然后慢慢放入，注意防护，以防烫伤；

切换管段和管件：当管段和管件的连接部位达到所需的温度后，迅速将加热板移开（加热板取出时间 $t \leq 4 + 0.02D_n$ ， D_n ：管材的公称直径），并将管段和管件的连接部位对齐，施加一定的压力，使其紧密贴合。

合缝加压：在管段和管件的连接部位施加压力的同时，进行合缝操作，确保连接部位的密封性和强度。

冷却：保持管段和管件的连接部位在一定的压力下，进行冷却。冷却时间应根据管段的规格和厚度进行调整，一般为几分钟到十几分钟不等。

检查连接质量：待管段和管件的连接部位冷却后，检查连接部位的密封性、强度、平整度等。



图 1 加热管材管件

2 大直径高密聚乙烯管道连接质量要求

大直径高密聚乙烯管道连接质量要求主要包括以下几个方面：

外观质量：焊缝表面应平整、光滑，无裂纹、气孔、

夹渣等明显缺陷；焊缝宽度均匀，且与母材过渡平缓；焊缝的翻边应均匀对称，高度适中；

连接强度：热熔连接的强度应不低于母材的强度，能承受设计压力和工作荷载；

尺寸要求：连接点的宽度、高度和厚度应符合相关标准和设计规定。热熔对接缝的卷边切除检验，卷边应实心底圆滑，根部较宽，翻边下侧不应有杂质、小孔、扭曲和损坏；

密封性：焊缝应具备良好的密封性，在规定压力试验条件下无渗漏现象；

内部质量：连接点内部应无未熔合、未焊透、夹杂和裂纹等现象

3 大直径高密聚乙烯管道连接无损检测方式确定

在实际的施工过程中，对于高密聚乙烯管道的内部质量有着相当高的要求。这是因为高密聚乙烯管道在投入使用后，需要长期承受各种压力、温度以及介质的作用。如果内部存在缺陷或质量问题，极有可能导致管道泄漏、破裂等严重后果，影响整个工程的正常运行，这将会导致安全隐患和经济损失。因此，为了确保管道的质量和可靠性，必须使用可靠、有效的无损检测方法和手段来检测出高密聚乙烯管道连接点内部的各种缺陷。故对当前使用的几种常见的无损检测方式进行了对比。（见表 1. 无损检测方法对比表格）。

表 1 无损检测方法对比表格

检测方法	检测速度	检测精度	检测结果
相控阵检测	可以随时检测。可以同时激发多个阵元，实现快速扫描，提高检测效率。	对于微小缺陷的检测能力更强，如细小裂纹；能够实现缺陷的精确定位和定量分析	通过成像技术，以图像形式呈现检测结果，便于解读；检测人员能更直观地判断缺陷的位置、形状和大小。
超声检测	可以随时检测。不可以同时激发多个阵元，对操作者的技术要求较高，而每次的检测范围小。	对于微小缺陷的检测能力更强，如细小裂纹；能够实现缺陷的精确定位和定量分析	检测结果不直观，需要通过仪器来确定和记录缺陷位置
射线检测	因射线检测对人体有伤害，检测过程需要设置安全距离，一般在晚上检测	对未融合、未焊透、条形缺陷、气孔等缺陷灵敏，对微小裂纹缺陷不敏感	检测结果需经洗片后方可观察，结果直观明了，但不能确定缺陷深度。
渗透检测	可以随时检测。	对表面开口缺陷敏感	检测结果可直观显示在被检测部件表面上
磁粉检测	可以随时检测。	对表面和近表面缺陷敏感	检测结果可直观显示在被检测部件表面上

经过对比相控阵检测在大直径高密聚乙烯管道的无损

检测过程中存在如下优势：

适应复杂管道形状对于大直径且形状不规则的高密聚乙烯管道，相控阵能够更好地适应管道的曲面和拐角部位；

快速检测相比传统方法，检测速度更快，提高工作效率；

减少检测误差，由于其精确的波束控制和成像能力，降低了人为因素导致的检测误差；

更好的结果反馈，相控阵检测通过成像技术，以图像形式呈现检测结果，便于解读。

4 相控阵检测原理

相控阵超声无损检测技术，基本原理同常规超声波探伤（UT）的一致，也是基于脉冲反射法而来的，是通过电子系统控制换能器阵列中的各个阵元，按照一定的延迟时间规则发射和接收超声波，从而动态控制超声束在工件中的偏转和聚焦来实现材料的无损检测方法。

相控阵检测探头由多个小的压电晶片组成阵列。通过精确控制每个晶片发射超声波的时间延迟，能够实现声束的聚焦和偏转。当对板材进行检测时，脉冲发生器向探头的各个晶片发送电脉冲，使其产生超声波。这些超声波在板材中传播。通过调整晶片发射的时间延迟，可以将声束聚焦到板材内部的特定深度。

当超声波遇到板材内部的缺陷时，会发生反射、折射和散射等现象。这些反射回来的超声波被探头的晶片接收。各阵元接收超声波回波后，依据回波时间差，仪器对回波信号进行补偿计算，合成相关信号，最终按一定的显示方式进行呈现，实现相控阵的数字化和可视化。（见图2.相控阵检测的扫描成像原理）

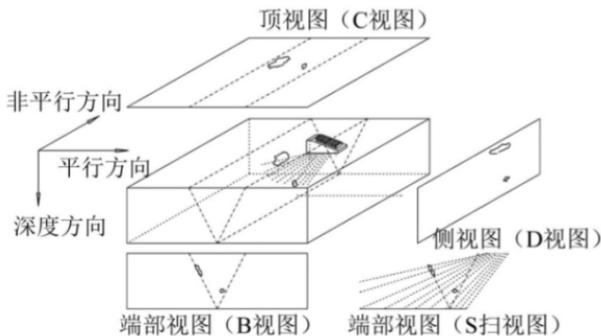


图2 相控阵检测的扫描成像原理

5 实际应用案例

项目装置海水冷却系统管道涉及直径 DN700~DN1400，厚度 45~95 厚度的高密聚乙烯管道。对于检测对象为直径 1410mm，厚度为 88mm，连接方式为热熔连接的高密聚乙

烯管道

检测仪器配置及附件：

选用 OminScanMx2-32/128 相控阵探伤仪；

相控阵探头选择 2.25L32-1.0x10-A32-P-5-0M 探头，频率为 5MHz，阵元数为 32，楔块型号为 SD2-N55S-IHC，楔块角度为 45°。

扫查装置采用大管径扫查装置：AutomaticScannerRG-HTO1

灵敏度设置：

探头打到对比试块上每个深度点的基础增益在满刻度的 80% 附近；

扫查灵敏度为 80%TCG+15dB。

耦合剂选择：由于现场温度基本是常温，采用水作耦合剂，经济实用。

扫查工艺：在两侧等厚的管道环焊缝上，采用每侧用相同的步进偏置各扫查一周。



图3 相控阵检测实拍

6 结论

在对大直径高密聚乙烯管道连接与无损检测实例的研究中，我们得到以下结论：成功的管道连接依赖于严格的施工标准和精准的操作。无损检测在保障管道质量方面发挥了重要作用，实例研究表明，相控阵检测方法以其便捷、直观、灵敏的检测特点，可以很好的应用在大直径聚乙烯管道的热熔连接的施工过程中。

参考文献

- [1] 刘向薇.超声相控阵技术对聚乙烯管道焊接接头的检测研究[J].焊接技术,2019,48(11):24-26.
- [2] 周乐,张志文.无损检测及其新技术[J].重庆工程院学报.2006,20(8):46.
- [3] 李行.焊缝超声检测相控阵参数与缺陷显示的相关性[J].无损探伤,2010,34(3):1-4.

Study on common faults and troubleshooting strategies of auxiliary equipment in thermal power plant

Bo Xie

PowerChina Power Investment Corporation Zimbabwe Hwange Project Department, Lanzhou, Gansu, 730030, China

Abstract

In the operation of thermal power plant, the boiler auxiliary machine refers to the boiler auxiliary mechanical equipment mainly includes coal mill, coal feeder, blower, induced draft fan, primary fan, slag removal machinery, etc. These equipment in the work link to assist the role of the boiler, will be affected by the high temperature and high pressure environment, a variety of faults, for its maintenance is very necessary, the need for relevant personnel through regular maintenance, with the help of professional equipment and technology, in-depth analysis of the boiler auxiliary equipment common faults. This paper starts with the maintenance of auxiliary equipment in thermal power plant boiler, analyzes the possible fault types and causes of the operation of auxiliary equipment, and formulates the elimination strategy to ensure the quality of auxiliary equipment, so as to ensure the smooth development of the work of thermal power plant.

Keywords

thermal power plant; boiler auxiliary equipment; fault maintenance; fault management

火电厂锅炉辅机设备检修常见故障及排除策略研究

解波

中电建电力投资集团有限公司津巴布韦旺吉项目部, 中国·甘肃 兰州 730030

摘要

火电厂作业中, 锅炉辅机是指锅炉附属机械设备主要包含磨煤机, 给煤机, 送风机, 引风机, 一次风机, 除渣机械等。这些设备在工作环节承担辅助锅炉的作用, 就会受到高温高压环境的影响, 出现各种故障, 针对其检修就十分必要, 需要相关人员通过定期检修, 借助专业的设备与技术, 深入分析锅炉辅机设备常见的故障。本文就从火电厂锅炉辅机设备检修入手, 分析辅机设备作业环节可能存在的故障类型与成因, 并且制定排除策略, 以保证辅机设备的质量, 从而保证火电厂工作的顺利开展。

关键词

火电厂; 锅炉辅机设备; 故障检修; 故障治理

1 引言

火电厂锅炉是一种能量转换设备, 向锅炉输入的能量有燃料中的化学能、电能、锅炉输出具有一定热能的蒸汽、高温水或有机热载体。作为通过高温高压进行工作的设备, 锅炉以及辅机设备就承担较大的压力, 很容易出现设备老化、损伤以及开裂等问题, 影响设备的功能。此背景下, 针对火电厂锅炉辅机设备的检修就十分必要, 需要相关人员通过目视检查、无损检测以及定期检测等技术及设备, 对可能存在的故障进行检测, 并在此基础上制定可行的排除策略, 以规避辅机设备可能存在的故障, 保证火电厂的功能。

【作者简介】解波(1982-), 男, 中国陕西韩城人, 本科, 工程师, 从事锅炉设备安装、维护、检修及技术管理等研究。

2 火电厂锅炉辅机设备概述

火电厂锅炉辅机设备是指与锅炉本体配套, 确保锅炉系统正常、稳定运行的各类辅助设备。它们负责提供燃烧、输送、循环、除尘、加热等支持功能。锅炉辅机设备的运行直接影响火电厂的效率、环境排放和经济性。一般而言, 常见的锅炉辅机设备主要包括给水系统、风系统、除尘系统、排烟系统、燃料供给系统、水处理系统、冷却系统以及控制系统等^[1](如图1所示)。这些辅机设备构成了火电厂锅炉的支撑系统, 它们相互配合, 共同保证锅炉高效、环保、稳定地运行。

3 火电厂锅炉辅机设备常见故障

火电厂锅炉设备作业环节, 辅机设备由于承担较重的任务, 设备还经常出现一些故障, 影响其功能的发挥, 需要相关人员进行分析。