

# 火力发电厂焊接接头热处理问题分析及处理建议

## Problem Analysis on Thermal Power Plant Welding Heat Treatment and Suggestions

梁红方

(河北省电力建设第一工程公司)

**摘要:** 恩熙火力发电厂焊接接头热处理的现状, 之处存在热处理技术人员缺乏、热电偶未及时检定、热处理温度的选择与材料不匹配、焊后热处理保温时间短等问题, 并针对各种问题给出相应的处理方法及建议。

**关键词:** 焊接技术; 热处理; 热电偶

**Abstract:** This paper analyzes status quo of welding joint heat treatment of thermal power plant, points out the problems existing from the aspects of less heat treatment technology members, not inspecting thermocouple in time, controlling temperature unsuitably, and short treatment time after welding, and presents the corresponding settlements and suggestions.

**Key words:** welding joint; heat treatment; thermocouple

## 0 前言

焊接热处理应在焊接之前、焊接过程中或焊接之后, 将焊件全部或局部加热到一定的温度, 保温一定的时间, 然后以适当的速度冷却下来, 以改善工件的焊接工艺性能和力学性能, 是改善焊接接头金相组织的一种工艺方法。焊接热处理包括预热、后热和焊后热处理。焊后热处理一般为高温回火, 其目的是降低焊接残余应力, 改善焊接接头的金相组织和力学性能, 如果焊缝处理不好易导致机组运行期间开裂, 影响机组正常运行, 甚至造成停机, 导致安全事故, 给企业造成巨大损失。焊接热处理对于充分发挥金属材料的性能潜力, 延长接头的使用寿命, 提高经济效益具有十分重要的意义。

## 1 焊接接头热处理的现状

在火力发电厂基建过程中, 焊接的工作量较大, 包括受热面小管焊接、四大管道焊接和机炉外管焊接等, 这些焊接项目通常需要进行焊接热处理。

热处理的效果一般以热处理后的硬度检测为准, 认为只要热处理记录曲线、硬度检测合格就可以了, 但热处理记录曲线合格不一定过程合格, 焊缝硬度也不一定合格, 检测点硬度合格不一定整个焊缝硬度合格。热处理过程的合格是焊缝硬

度合格的充分条件, 加强热处理的过程监控室非常必要的。热处理后焊缝的硬度检测只是一个抽样检测, 即使进行 100% 检测也还是抽样检测。因为一道焊缝进行热处理时往往要分区控制, 检测点的硬度合格并不意味着整个焊缝所有区域的硬度检测都合格。所以, 要求热处理人员应有较高的理论知识、丰富的施工经验和高度的责任心。

## 2 焊接接头热处理存在的问题及处理方法

### 2.1 热处理技术人员缺乏

由于大量火电厂基建工程的开工, 各电建公司工作点较多, 因此各电建公司焊接热处理技术人员紧张, 不能保证在整个焊接热处理过程中一直有技术人员负责, 也不能保证焊接热处理质量。因此应该重视热处理技术人员的学习培训及培养, 提高其素质水平, 保证每个工作点技术人员的数量及素质满足要求。

### 2.2 热电偶未及时检定

火力发电厂焊接热处理常采用热电偶测温, 因此热电偶测温温度的准确与否对热处理的质量影响较大。常出现热电偶未及时检定使热处理温度达不到要求, 导致热处理效果较差的现象。热电偶的测量时根据热电偶测量端点与冷端点温度差产生电动势的原理进行温度测量, 是一种接

触式测量放, 适合热处理炉、柔性陶瓷、中频加热灯多种加热方式的测温。热电偶测温的准确性, 与热电偶本身的材料、热电偶和焊件的接触方式、冷端补偿、测量设备有关。因此在测量之前需要对热电偶、补偿导线、加热控温设备和记录仪等进行校验标定, 即用高精度的电子电位差、温度检定仪表进行系统误差标定, 温度设定时扣除相应的数值。另外热电偶在使用过程中会产生热电势的漂移, 因此热电偶丝每半年或每累计使用 200h 后需重新检定, 重要零部件的焊后热处理建议采用已使用 200h 以上并重新检定或厂家进行时效处理的热电偶。

### 2.3 热处理温度的选择与材料不匹配

焊接热处理温度是根据材料的性质决定的, 不同的材料有不同的要求。现场实际进行热处理时, 常出现由于没有根据材质采用有针对性的热处理, 导致热处理温度控制不当, 使热处理不能达到满意效果。

预热时, 普通低合金钢和碳钢材料预热温度根据壁厚可以适当提高以减小裂纹等焊接缺陷的出现。对于马氏体钢材料和奥氏体钢材料, 要在保证不出现焊接裂纹的前提下尽量采用低的预热温度, 以保证焊接过程中组织的完全转变。如果预热温度高于马氏体的转变温度, 则最后得到的组织和性能将不符合要求。

后热时, 最高热处理温度是保证氢较容易扩散(温度较扩散更容易), 一半后热温度不低于 300° C, 如果能够立即进行焊后热处理可不进行后热处理。

焊后热处理时, 根据材料的要求, 最高温度不能高于焊接材料、两侧母材的 Ac1 温度的最低值, 要求控制在 Ac1 温度一下 20~30° C, 同时也不应超过材料供货状态的最终热处理温度。

机械行业标准和电力行业标准中对电站部件焊接热处理最高温度控制的差别较大, 目前机械行业标准控制的最高温度普遍低于电力标准。例如, 对于 12Cr1MoV 钢最终热处理温度控制, JB/T6046-1992《碳钢、低合金钢焊接构件焊后热处理方法》中规定为大于 670° C, DL/T869-2004

《火力发电厂焊接技术规程》中规定为 720~750° C。实际热处理过程中, 发现需要取电力标准的上限值才可以保证热处理后焊缝硬度值符合要求。在对 P91、P92 材料的研究中也发现取上限更容易保证最终合格的性能要求, 建议在建设现场和电厂检修过程中, 严格按电力行业标准进行焊接热处理。

### 2.4 焊后热处理保温时间短

最终的焊后热处理保温时间需要通过焊接工艺评定来确定。DL/T868-2004《焊接工艺评定规程》中规定, 焊件厚度大于 40mm 时, 可以使用的厚度不限定。在超超临界机组中, 对于壁厚大于 70mm 的厚壁管道焊接时, 焊后热处理保温时间要延长至 7~8h, 此时用 40mm 厚度对应的工艺参数进行评定是不合格的, 因此, 当厚壁管道的厚度大于 70mm 时, 需要进行工艺评定, 以确定最高焊接热处理温度下的保温时间。

### 2.5 特殊焊接接头的热处理方法不当

对于现场一些特殊的焊接接头由于没有掌握合适的热处理方法和工艺, 往往会导致热处理效果达不到要求。管道与法兰、阀门等对接接头的焊后热处理中, 在焊缝两侧将产生不对称的热传导, 法兰或阀门等部件将吸收大量的热量, 即产生“冷阱效应”, 在壁厚不同的部件上采用各自独立的控温加热区是最理想的。在这种方法无法实现的情况下, 可将加热区向壁厚大的部件偏移。但对管道/阀门、管道/法兰的焊接接头, 通常达不到所需的偏移量。对于不能在厚壁部件上布置额外的加热器时, 必须通过加装监控热电偶来保证薄部件不能过热, 同时厚壁部件达到预定温度, 此时可以减小薄壁部件上的保温层来使均温区的正好落在预定的温度范围之内。采用式(1)计算加热区宽度的方法可以确定加热带的偏移量。以焊缝为中心, 每一侧所需的加热区宽度为:  $HB_2(1/2) = \{Hi * [(OD^2 - ID^2 + ID * SB) / 2] / OD$  式中:  $HB_2$  是由径向温度差判据确定的最小加热区宽度, mm;  $Hi = A_c / (2A_{cs} + A_i)$ ,  $A_c$  为管子外表面热源覆盖面积,  $A_{cs}$  为管子厚度方向截面积,  $A_i$  为均热带内表面积。对水平布置的、公称直径在 150D<sub>n</sub> 以下的管

道，且只有 1 个周向加热控制区时其  $H_i$  可取 5；对公称直径在  $150D_n$  以上的管道和公称直径在  $150D_n$  以下但有 2 个以上周向加热控制区的水平管道以及所有的垂直管道， $H_i$  取 3。 $OD$  为管道的外径，mm； $ID$  为管道的内径，mm； $SB$  为均温宽度，mm。

如加热宽度按单侧分别计算，然后按各自的加热宽度设定偏移量。对接管、吊耳等与管道的焊接接头热处理，应尽可能采取对主管整圈环形加热的方式，管座视大小和壁厚采取保温或适量布置受热面。

## 2.6 异常情况处理经验不足

热处理过程中可能出现一系列异常情况。比如停电、设备或加热器故障、测温元件或装置故障、加热器功率不足达不到规定保持（恒温）温度等，遇到这些情况都应采取相应对策。

### 2.6.1 电源中断时

网络停电或电源设备故障而停止向加热器供电时，应采取下列措施控制加热温度范围降温速度，具体方法为：

a. 加强保温，利用补助热源（火焰等）向接头区补充输入热量。

b. 与供电部门沟通，需要停电检修时提前通知。可采用双电源供电，电源中断时，立即启用备用电源。

### 2.6.2 加热器故障时

如故障处于升温阶段则应加强保温，控制冷却速度，缓冷至  $300^{\circ}\text{C}$  一下后，拆开保温，处理故障点，或更换加热器，然后重新进行热处理；如故障处于降温过程中，则重点加强保温，尽量把冷却速度控制在规定的范围内，待冷却至室温时测定接头的硬度值，判定是否需要重新热处理；如故障处于恒温过程中，则要根据恒温时间的长短，结合工艺实验数据，判断是否需要重新热处理。也可在累加原恒温时间的基础上进行适当的

延长。

### 2.6.3 测温系统失灵时

测温系统失灵，应先停止加热，处理故障。如有备用测温点，更换测温点继续记性工作；如没有备用测温点，则要根据不同的工作阶段采取不同的措施：

a. 故障处于升温或恒温阶段，则应立即停止加热，防止温度失控造成热处理事故；然后加强保温，控制降温速度，缓冷至  $300^{\circ}\text{C}$  以下后，拆开保温，更换热电偶，重新进行热处理；

b. 故障处于恒温即将结束或降温时，则应立即停止加热，重点加强保温，尽量把冷却速度控制在规定的范围内，待冷却至室温时测定接头的硬度值，判定是否需要重新热处理。

### 2.6.4 加热器功率无法达到最高温度时

由于对工件的散热估计不足，选择加热功率过小，导致产热无法满足最高温度下的散热，温度达不到焊接热处理的最高温度。此时，需要针对具体的温度值，判定是需要延长时间来保证质量，还是保温缓冷后重新进行热处理。超超临界机组管道用材合金含量高，对焊后热处理最高温度要求较高，温度低于规定的范围无论延长多少时间也不会达到热处理质量要求，此时只能保温缓冷后重新进行热处理。

## 3 结束语

只有充分认识到焊接接头热处理的重要性，从人员、技术上予以保证，提高焊接热处理人员对特殊情况的处理能力，加强新型耐热钢的热处理技术储备，掌握特殊焊接接头的热处理方法及工艺，才能保证火力发电厂基建期间焊接接头的热处理质量，为机组的安全可靠长周期运行提供有力的技术保障。