

某电厂锅炉安装过程中吊杆断裂原因分析

王海琦 李庆春

哈尔滨锅炉厂有限责任公司 黑龙江哈尔滨 150046

摘要: 某电厂4#锅炉在安装过程中前水冷壁上集箱吊杆现场施工过程中发生断裂。通过对吊杆进行宏微观检测、低倍检测以及力学性能检测等综合检测分析,推断该吊杆发生断裂的原因是吊杆的力学性能指标不符合标准要求和吊杆中存在大尺寸裂纹共同造成的,且吊杆的力学性能指标不符合标准要求和是造成吊杆断裂的主要原因。

关键词: 锅炉安装; 吊杆; 断裂; 裂纹

The Cause analysis of hangers failure during boiler installation in a power plant

Haiqi Wang, Qingchun Li

Harbin Boiler Factory Co., LTD. Harbin 150046, China

Abstract: During the installation of No.4 boiler in a power plant, the hanger of the header on the front water cooling wall was broken during the site construction. Through the study of the macro-to-micro test of derrick, low power testing as well as the mechanical properties testing and so on comprehensive analysis, deduce the breakage reason: boom of mechanics performance indicators do not conform to the requirements of the standard and the boom of large size common cause of crack, and the mechanical performance index of the derrick do not conform to the requirements of the standards is the main cause to the hanger.

Keywords: Boiler installation; Hanger; Fracture; Crack

引言:

某电厂4#锅炉在安装过程中前水冷壁上集箱吊杆现场施工过程中发生断裂。吊杆规格为M76x3mm, L=6930mm, 材质为42CrMo5-6。从现场取回一段带有断裂位置的吊杆进行原因分析。吊杆的宏观形貌见如图1, 吊杆的断口形貌如图2。



图1 吊杆的宏观形貌



图2 吊杆断口的宏观形貌

一、试验项目

为分析该吊杆断裂原因,对吊杆进行了宏微观检测、低倍检测及理化性能检测。

1. 试样制备及检测设备

将吊杆锯成4段圆环或圆棒,从左往右依次取样。其中最左端的1#圆环保留断口形貌;紧挨着的2#圆环横截面进行低倍或宏观检测;依次在3#圆棒上取一根纵向圆棒拉伸试样(3-1#试样)和1组纵向冲击试样(3-1#试样);在最右端4#圆环上进行化学成分分析。

本分析开展检测所用全部试验设备和试验方法具体见下表1:

作者简介: 王海琦(1992—),性别:男,工程师,2014年6月毕业于佳木斯大学热能与动力工程专业,从事质量、工艺等工作。

表1 试验设备和试验方法

试验设备	试验方法
ZEISS Axiover200金相显微镜	GB/T13298《金属显微组织检验方法》
ZEISS Axiover200金相显微镜	GB/T6394《金属平均晶粒度测定法》
ZEISS Axiover200金相显微镜	GB/T10561《钢中非金属夹杂物含量的测定标准评级图显微检验法》
HB-300C布氏硬度计	GB/T231.1《金属材料布氏硬度试验试验方法》
CSS-44300万能电子试验拉伸机	GB/T228.1《金属材料拉伸试验 室温试验方法》

2. 化学成份分析

采用德国进口设备OBLFQSN750型直读光谱仪对4#试样进行化学成份分析, 结果见表2所示。结果显示: 样管母材的化学成分含量均符合BS EN10269标准对42CrMo5-6化学成分的要求。

3. 力学性能检测

对制备的3-1#试样拉伸和冲击试样进行力学性能检验, 试验结果如表3所示。

从表3中可以看到3-1#试样的拉伸和冲击性能均不符合BS EN10269的标准要求。该试样的性能指标, 从其拉伸和冲击试样的断后形貌也可以十分明显地体现出来。

表2 化学成分分析结果 (wt%)

化学元素	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu
4#试样	0.44	0.19	0.60	0.012	0.008	1.40	0.20	0.55	0.007	0.07
BS EN10269	0.38 ~ 0.45	≤ 0.43	0.37 ~ 0.73	≤ 0.028	≤ 0.028	1.16 ~ 1.54	≤ 0.43	0.47 ~ 0.73	≤ 0.11	≤ 0.25

表3 试样力学性能检验结果

项目	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (Map)	断后伸长率 %	断面收缩率 Z%	布氏硬度 (HBW 5/750)	冲击功, Akv 室温, J
3-1#试样	888	1061	14.8	41.5	323/321/329	7.4/11.1/8
BS EN10269	≥ 700	860 ~ 1060	≥ 16	≥ 50	250~331	≥ 50

来, 拉伸和冲击试样断后形貌见图3和图4所示。



图3 3-1#试样拉伸试样断后形貌



图4 3-1#冲击试样断后形貌

4. 宏观检测

根据吊杆锯断后的形貌, 结合4个圆环或圆棒的横截面进行宏观观察, 发现: 1#圆环和2#圆环相连的横截面上存在约55mm长的横向裂纹; 2#圆环和3#圆棒相连的横截面上存在约55mm长的横向裂纹; 3#圆棒和4#圆环相连的横截面上未发现裂纹。裂纹面由吊杆中心向

表面倾斜, 裂纹面沿轴向终止于3#圆棒的近表面处, 并从中可以看到: 从断口最低点开始裂纹沿轴向的长度为55mm+5mm (两锯条宽度)。可以看到该吊杆中的裂纹为一个裂纹面, 且裂纹面有吊杆心部向吊杆表面倾斜, 倾斜裂纹面的终端十分接近吊杆表面。

5. 金相检测

在3-1#冲击试样纵向进行微观金相检测, 冲击试样的位置靠近吊杆的表面; 在吊杆中心位置区横向试样 (3-2#试样) 进行微观金相检测。金相试样检测结果见表4。在3-1#试样上的非金属夹杂物为: A0.5级, D1.0级。可以看到吊杆的基体组织虽然为回火M+回火S, 其组织的位相十分明显, 表明吊杆在调质处理时回火严重不足。同时可以发现吊杆心部组织中存在部分残余奥氏体。

表4 试样金相检测结果

项目	金相组织	实际晶粒度 (级)
3-1#试样 (近表面纵向)	回火M+回火S	7
3-2#试样 (心部横向)	回火S+残余A	7
HGCC520-2008	回火S, 允许存在回火M, 不允许有残余F或A	≥ 4

二、结果分析

1. 通过表2中的数据, 说明该吊杆的化学成分符合

BS EN10269 的标准要求。

2.通过表3中的数据,说明该吊杆的抗拉强度超过BS EN10269 标准要求的上限,布氏硬度接近BS EN10269 标准要求的上限;断后伸长率和断面收缩率低于BS EN10269 标准要求的下限;冲击功远小于BS EN10269 的标准要求。通过表3的数据可以说明,该吊杆的强度指标非常高,而塑性指标非常差。通过该吊杆的力学性能数据,可以推断该吊杆在调质处理时回火严重不足。

3.通过对该吊杆的近表面和心部进行微观金相组织检测,发现该吊杆心部的微观金相组织不符合BS EN10269 的标准要求。该吊杆的微观金相组织形貌中有大量位相明显的回火M,可以推断该吊杆在调质处理时回火不足。吊杆心部存在残余A,说明在调质处理时,心部未淬透。

4.通过对吊杆的各个横截面进行低倍或宏观检查,发现在吊杆中存在一个由心部向表面倾斜的裂纹面。从断口最低点开始测量,该送检吊杆中的裂纹面沿横向和轴向的尺寸到达55x60mm。吊杆中的裂纹方向与断口方向不一致。从图2中断口口形貌,观察到断口面上两个发散区域的放射条纹都向一个区域收敛,可以判断该收敛区域就是裂纹源,位于图2中心部黑色线圈内部的光滑区域。

5.通过上面分析,推断该吊杆断裂的原因是:该吊杆的力学性能指标不符合标准和吊杆中存在裂纹等共同

造成的,结合断口形貌和裂纹方向,说明吊杆的力学性能指标不符合标准是造成吊杆断裂的主要原因。

结合该吊杆强度和硬度非常高而塑性很差力学特性,以及微观组织中存在大量位相明显的回火M,心部存在残余A,说明吊杆在调质处理时回火严重不足,且心部未淬透。由此推断吊杆中裂纹产生的可能原因是:吊杆在调质过程中热处理不当而形成的。

三、结论

1.吊杆中存在大尺寸的裂纹面,裂纹面由断口处的心部向表面倾斜,倾斜裂纹面终止处十分接近吊杆表面。

2.通过对吊杆进行宏观检测、低倍检测以及力学性能检测等综合检测分析,推断该吊杆发生断裂的原因是:吊杆的力学性能指标不符合标准和吊杆中存在大尺寸裂纹共同造成的,且吊杆的力学性能指标不符合标准是造成吊杆断裂的主要原因。

参考文献:

[1]沈成义.大型锻件热处理用吊杆断裂原因及其分析[J].热加工工艺.1983,(04).

[2]刘胜明.600MW超临界机组锅炉高温再热器出口管道恒力支吊架吊杆断裂失效分析[J].发电设备.2016,30(05).

[3]李海涛;李海.某电厂管道弹簧支吊架吊杆断裂失效分析[J].电工技术.2021,(20).