

55CrMnA弹簧扁钢淬火硬度低实例分析

■ 韩晓乾, 袁利民, 张政玮

摘要: 对生产车间出现淬火硬度低的样品进行检测, 结果显示, 原材料化学成分虽然符合国标技术要求, 但C、Mn、Cr含量偏中下限, 对其淬透性有很大影响, 显微组织检测淬火处理的样品局部还存在珠光体组织。针对原材料现状, 经过多次淬火处理试验, 最终确定原材料在940℃保温40min, 淬火摇摆时间定为180s后, 硬度可以达到理想要求, 组织为马氏体。

关键词: 淬火处理; 弹簧扁钢; 55CrMnA; 淬火硬度; 马氏体

某板簧厂库存约有300t规格为22mm×89mm、55CrMnA材质弹簧扁钢, 其中约有60t已下料, 在其正常生产时, 对淬火样品进行常规硬度检测, 发现其布氏硬度值较低, 实测数值在373~325HBW (技术要求≥492HBW, 洛氏硬度值≥50HRC, 880℃温度下保温30min淬火90s), 这严重的影响后续工序生产, 甚至造成很大损失。因此, 委托我公司检化验中心对此批次扁钢进行质量分析, 并提出解决方案。

1. 试验及结果

(1) 化学成分分析 在其已

淬火试样及原材料上取样用光谱仪进行化学成分分析, 结果见表1, 符合 GB/T1222—2007 弹簧钢标准技术要求。

(2) 金相检验及分析 在其已淬火试样及原材料上取样, 用德国徕卡DMI5000M及布氏硬度计进行非金属夹杂物、显微组织、布氏硬度检验, 结果见表2及表3。

2. 原因分析

经检测结果可知: 原材料各项性能指标均符合GB/T1222—2007 弹簧钢标准技术要求, 但化学成分C、Mn、Cr含量相对偏中下限, 显微观察淬火试样组织

异常且不均匀, 表面附近组织为马氏体+贝氏体 (见图1), 中心部位组织为马氏体+珠光体+铁素体 (见图2), 表明试样因未完全淬透, 导致组织存在差异, 致使淬火硬度较低。

影响55CrMnA淬透性的主要因素有两方面, 即化学成分各元素含量和热处理工艺。大量文献表明, C、Mn、Cr含量对提高弹簧扁钢淬透性起主要作用^[1-4], 但因厂家原材料已定, 提高弹簧扁钢的淬透性只能从热处理工艺入手。从热处理工艺来讲, 影响55CrMnA淬透性的因素有淬火温度、保温时间、淬火冷却速度和时间以及淬火冷却介质。

表1 化学成分 (质量分数) 检测结果 (%)

类别	编号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
已淬火试样	1	0.53	0.24	0.74	0.015	0.003	0.78	0.022	0.022	0.002
	2	0.54	0.26	0.73	0.010	0.006	0.76	0.018	0.020	0.006
	3	0.55	0.27	0.72	0.011	0.005	0.75	0.020	0.020	0.005
原材料试样	4	0.53	0.26	0.70	0.011	0.001	0.77	0.025	0.017	0.005
	5	0.55	0.24	0.75	0.013	0.005	0.74	0.022	0.018	0.006
	6	0.54	0.25	0.74	0.012	0.006	0.78	0.022	0.015	0.003
标准值		0.52~0.60	0.17~0.37	0.65~0.95	≤0.025	≤0.025	0.65~0.95	≤0.35	≤0.25	—

3. 改进措施及试验结果

根据板簧厂现有设备状况及生产成本考虑，最终确定对加热温度、保温时间、淬火摇摆时间进行调整，加大淬火槽外部冷却水的流量以保证在大批量生产时，淬火油温控制在50℃左右。试验参数及硬度检测结果见表4。

分别对试验样品进行显微观察，综合淬火组织、总脱碳层深度、洛氏硬度检测结果，最终确定淬火工艺参数为：加热温度为940℃，保温40min，淬火摇摆时间180s，淬火油温50℃。在此工艺参数下其淬火试样硬度较均匀，试样显微组织较均匀，组织为马氏体+少量贝氏体（见图3），总脱碳层深度为0.21mm，也符合相关标准要求（见图4）。

4. 结语

55CrMnA弹簧扁钢淬火硬度低主要原因是由于原材料淬火组织异常，未得到较均匀的马氏体组织。这可能主要与原材料成分设计有关，后期的热处理淬火工艺对其有一定的弥补作用。

参考文献

[1] 方国章, 李祥才. 50CrVA弹簧扁钢淬透性的研究[J]. 安徽冶金, 2014, 1: 10-13.

[2] 陈海军. 60Si2Mn弹扁淬透性试验研究[J]. 新疆钢铁, 2004, 1: 15-17.

[3] 徐德祥, 尹锺大. 弹簧钢高强度化及合金元素的作用[J]. 金属热处理, 2003, 28(12): 30-35.

[4] 项程云. 合金结构钢[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999: 227-273.

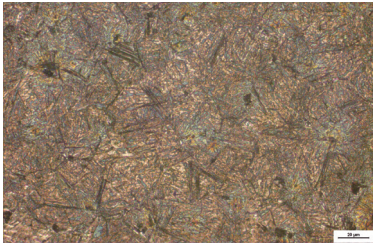


图1 马氏体+贝氏体组织 (500×)

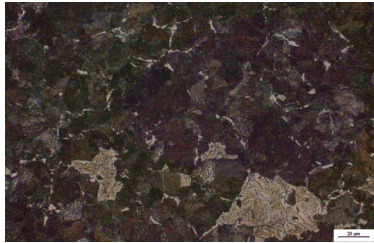


图2 马氏体+珠光体+网状铁素体 (500×)

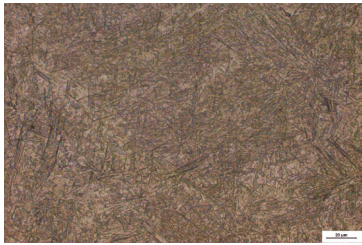


图3 马氏体+少量贝氏体组织 (500×)

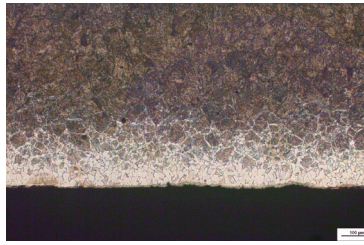


图4 脱碳层组织形貌 (100×)

表2 已淬火试样布氏硬度、非金属夹杂物级别及显微组织检测结果

类别	编号	非金属夹杂物 (级)				基体组织	布氏硬度HBW
已淬火试样	1	A0.5	B0.5	C0.5	D0.5	M+B+P+F少量	385
	2	A1	B0.5	—	D0.5	M+B+P+F少量	398
	3	A0.5	B1	—	D0.5	M+B+P+F少量	390
标准值		≤2.5	≤2.5	≤2.0	≤2.0	—	≥492

表3 原材料试样布氏硬度、非金属夹杂物级别及显微组织检测结果

类别	编号	非金属夹杂物 (级)				基体组织	布氏硬度HBW
原材料	4	A1	—	C0.5	D0.5	P+F	285
	5	A0.5	B0.5	C1	D0.5	P+F	292
	6	A0.5	B0.5	C0.5	D0.5	P+F	288
标准值		≤2.5	≤2.5	≤2.0	≤2.0	—	≤321

表4 试验参数及洛氏硬度检测结果

编号	加热温度 /℃	保温时间 /min	淬火摇摆时间 /s	淬火油温 /℃	淬火硬度检测HRC
1	880	40	90	50	35.5、36.0、36.5
2	880	40	180	50	40.5、39.0、40.5
3	900	40	90	50	45.0、46.5、49.5
4	900	40	180	50	48.0、46.0、47.5
5	920	40	90	50	48.0、50.5、49.5
6	920	40	180	50	52.5、48.5、50.0
7	940	40	90	50	52.5、50.0、55.5
8	940	40	180	50	57.0、56.5、55.0
9	960	40	90	50	55.5、57.0、51.5
10	960	40	180	50	58.5、56.5、58.0
标准值	—	—	—	—	≥50HRC

作者简介：韩晓乾、袁利民、张政玮，河北永洋特钢集团有限公司检化验中心。

MW 20160704