

PAG淬火冷却介质对40CrNiMoA钢组织与性能的影响

那艳会

通用技术集团大连机床有限责任公司 辽宁大连 116000

摘要：研究40CrNiMoA钢调质处理分别采用5%PAG淬火冷却介质、双液淬火（水转油）、淬火油进行淬火冷却，并对40CrNiMoA钢显微组织和力学性能进行分析。结果表明：三种淬火冷却介质调质后的组织均为回火索氏体，采用5%PAG淬火冷却介质冷却的显微组织更加细小，呈弥散分布，同时可以提高40CrNiMoA钢强韧性指标，显著提高大尺寸40CrNiMoA钢零部件调质处理的一次合格率。此外，40CrNiMoA钢使用5%PAG淬火冷却介质进行淬火，淬火温度较正常温度降低10~20℃后仍能获得较高的淬后硬度和淬火均匀度。

关键词：40CrNiMoA钢；PAG淬火冷却介质；显微组织；力学性能

1 序言

40CrNiMoA钢属于铬镍钼系调质钢，Cr、Ni、Mo的加入可显著提高淬透性和抗回火软化能力，使其具有优良的综合性能，主要应用于高负荷、大截面轴类以及承受冲击载荷的构件，如大型发电机转子、汽轮机、喷气涡轮机轴，以及喷气式客机的起落架和火箭发动机外壳等^[1]。某厂对于40CrNiMoA钢大截面工件采用油淬，但由于油的淬火冷却能力有限，因此有时会出现油冷“淬不上火”、调质处理力学性能不合格的情况。针对这种情况，一般采用水淬油冷的方式，对于工件水冷时间，由于操作人员的水平、水温的高低、工件的大小及表面状态等原因，因此很难保持淬火质量。根据相关文献，现在很多厂家都是采用淬火液作为冷却介质，稳定性很高。

本文重点研究PAG淬火冷却介质对40CrNiMoA钢组织和力学性能的影响，以提高大截面40CrNiMoA钢零部件调质处理一次合格率的问题，克服传统淬火冷却介质的不足，有效提高工件淬火

质量及性能稳定性。

2 试验材料及试验方法

试验材料为40CrNiMoA钢，试棒尺寸为 $\phi 120\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，其化学成分见表1。该材料经电炉冶炼、锻造成形，并经超声波检测合格。依据GB/T 228.1—2010《金属材料室温拉伸试验方法》，在RSA250拉伸试验机上进行室温拉伸试验；采用夏比U型标准试样（GB/T 229—2007《金属材料-夏比摆锤冲击试验方法》），在JWB-300型冲击试验机上进行（结果取3个试验的平均值）；使用Axiovert200MAT型光学显微镜观察金相组织。热处理工艺试验参数见表2。

3 试验结果及分析

3.1 不同淬火冷却介质对40CrNiMoA钢力学性能的影响

本试验采用了3种工艺方法进行比较（见表2）。由表2可见，a试样采用常规油冷调质工艺；b试样采用双液冷却（水淬+油冷）调质工艺；c试

表1 40CrNiMoA钢试验材料的化学成分（质量分数）

(%)

元素	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	S	P
标准值	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	0.60~0.90	0.15~0.25	1.25~1.65	≤0.025	≤0.025
试验值	0.41	0.20	0.55	0.85	0.20	1.45	0.02	0.02

表2 热处理工艺参数

试样编号	淬火		高温回火		备注
	加热温度/℃	淬火冷却介质	回火温度/℃	冷却方式	
a	860	淬火油	630	水冷	操作简单, 质量没有保证
b	860	水+油	630	水冷	有难度, 稳定性差
c	840	5%PAG	640	水冷	操作简单

样采用采用5%PAG淬火冷却介质调质工艺方法。其中, c试样采用的PAG淬火液, 仍是属于水类性质, 选择的淬火温度比正常的温度要低10~20℃, 因此选择淬火温度为840℃, 回火温度为640℃, 主要目的是看水基淬火液的淬透能力。不同热处理工艺下40CrNiMoA钢力学性能测试结果见表3。三种工艺参数的屈服强度、抗拉强度、硬度等都是上升的, 其中以采用5%PAG淬火液工艺参数处理获得的性能最优。从表2、表3还可看出, 5%PAG淬火液处理淬火温度最低, 回火温度最高, 由此可见, 40CrNiMoA钢调质处理采用PAG淬火冷却介质有助于提高材料的强韧性指标。

表3 40CrNiMoA钢力学性能测试结果

编号	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	断后伸长率(%)	断面收缩率(%)	冲击吸收能量/J	硬度HBW
a	688	830	20.0	66	112、118	249
b	758	882	20.5	67	130、135	268
c	828	936	21.5	69	152、156	286

3.2 不同淬火冷却介质对淬硬层硬度分布的影响

40CrNiMoA钢经不同淬火冷却介质淬火后, 淬硬层硬度分布曲线如图1所示。从图1可看出, 在距离表面40mm区域内, 三种淬火冷却介质所得到的硬度变化趋势都比较平缓; 在距离表面40~80mm区域内, 采取油冷和双液淬火(水转油)所得到的硬度变化趋势下降明显, 而采用PAG淬火介质所得到的硬度变化趋势依旧平缓; 在距离表面80~120mm区域内, 三条硬度分布曲线趋势相近。淬火分为三个阶段, 即蒸汽膜阶段、沸腾阶段、对流阶段。PAG无机淬火冷却介质能很好地湿润炽热金属表面, 使核沸腾快速均匀和剧烈, 膜层的存在使沸腾减弱, 因此会出现与一般淬火油不同的冷却机制, 淬火冷却介质的冷却速度越大, 表面越容易淬硬^[2]。因此, 使用PAG淬火冷却介质时, 工件表面硬度分布平缓, 马氏体组织分布均匀, 有利于延长工件使用寿命。

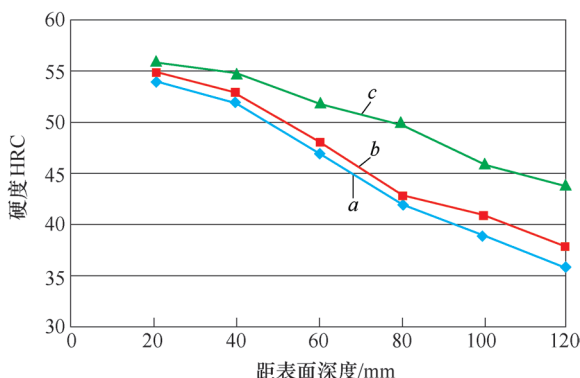


图1 经不同淬火冷却介质淬火后淬硬层硬度分布

3.3 淬火冷却介质对40CrNiMoA钢金相组织的影响

40CrNiMoA钢调质处理经三种不同淬火介质冷却的显微组织如图2所示。从图2可看出, 采用三种淬火冷却介质调质处理后得到的金相组织主要为索氏体。但使用5%PAG淬火冷却介质冷却时, 显微组织更加细小且弥散分布, 马氏体形态细小。马氏体相变速率仅取决于由冷却速度决定的马氏体形核率, 而与马氏体晶体的长大速度无关^[3]。在不同的冷却速度下, 随冷却速度的增加, 马氏体板条越来越细小。使用PAG淬火冷却介质冷却, 工件的冷却速度要高于在油冷和双液淬火冷却介质中的冷却, 因此在PAG淬火冷却介质中淬火后得到的马氏体尺寸会更加细小。

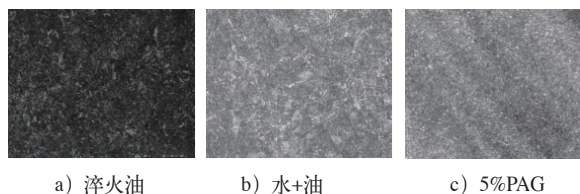


图2 40CrNiMoA钢调质处理经三种不同淬火冷却介质冷却的显微组织

4 结束语

1) 对于大截面工件, 40CrNiMoA钢采用5%PAG淬火冷却介质调质的热处理工艺所得的综合力学性能优于采用普通油冷调质处理所得的力学性能。

热处理台车的日常维护和保养

林玉东

泰钢合金（中山）有限公司 广东中山 528400

摘要：在铸造厂，热处理台车起着至关重要的作用。结合日常积累的生产经验，介绍了热处理台车使用前、运行中及使用后应注意的问题。完善日常保养内容，建立日常保养监督机制，降低台车出故障的概率，延长设备使用寿命，降低设备停机时间，提高产品质量，为公司创造更多效益。

关键词：热处理台车；日常维护；日常保养；故障

1 序言

在产品制造过程中，设备是企业生产和发展的基础，设备的好坏直接影响着公司的生产效益。在台车式热处理工序中，热处理台车的状况直接影响着产品的质量，对公司的经济效益有着重要的意义。因此，加强热处理台车的日常维护，将日常维护内容纳入企业生产常规化操作中，使员工按标准化作业方式对设备进行日常使用和管理，通过提高设备安全来保证产品安全，进而实现安全生产，提高企业生产效益^[1]。

2 热处理台车简介及工作原理

热处理台车主要包含控制系统和机械结构两大部分。控制系统是热处理台车的控制中枢，主要包括配有一台触摸屏操作平台和一台以西门子300系列PLC为核心的控制柜。精准地分析热处理台车的组成结构，准确地理解热处理台车的工作原理，可以帮助企业更好地使用和维护设备，实现企业经济与

效益共同发展^[2]。

(1) 设备组成 热处理台车的机械结构主要包含两条轨道、大车机构、小车机构。轨道用来保证大车按预定的轨迹运动；大车机构主要包含4条轮毂和4台步进电动机，利用编码器对大车进行大概定位，使用接近开关对大车进行精确定位；小车机构主要包含两条轮毂、两台步进电动机和一套液压系统，通过接近开关来控制小车的移动和定位，利用液压系统来控制小车的升降，对工件进行搬运。

(2) 工作原理 在热处理工序中，通过热处理台车将需要进行热处理的工件搬运到热处理炉中，在热处理结束后，需要通过台车在规定的时间内将高温工件搬运到预定的地方进行冷却处理。在整个工件搬运过程中，对热处理台车的要求很高，大车、小车必须精确定位，并且稳定运行，否则可能导致即将完工的工件报废，给企业带来巨大的经济损失。因此，加强热处理台车的日常维护、降低设备故障发生的概率是非常重要的。

2) 40CrNiMoA钢采用5%PAG淬火冷却介质调质处理时，考虑减少淬火应力和变形倾向的因素，淬火温度可以选用比正常温度降低10~20℃，仍能获得较高的淬后硬度和力学性能。

3) 5%PAG淬火冷却介质完全适用40CrNiMoA高淬透性中碳合金钢。

参考文献：

[1] 刘卫民.PAG 水溶性淬火介质的使用[J].热处理，

2007，22（3）：63-65.

[2] 温新林，王秀梅，张大庆，等.水溶性淬火介质在现代热处理中的应用[J].热加工工艺，2007，36（6）：58-60.

[3] 李敬民，周丹晨，李昌安，等.淬火温度对液体淬火介质冷却能力的影响[J].材料热处理学报，2011，32（S1）：30-32.

MW 20220115