



槽帮钢热处理工艺探讨

河南东联机械制造有限公司 (平顶山 467021) 杨国正

槽帮钢是煤矿用刮板输送机的主要部件(见图1)。由于煤矿地质条件特殊,刮板输送机在运行过程中,槽帮钢受力复杂,易出现脆断、变形等失效形式。因此为提高槽帮钢的强韧性,需进行适当热处理。

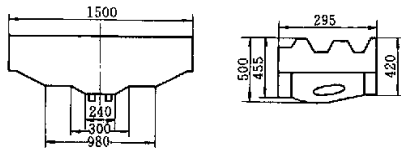


图1 槽帮钢示意图

槽帮钢的材质为ZG35SiMn,其化学成分要求如表1所示。其特征点: $A_{c1}=750^{\circ}\text{C}$, $A_{c3}=830^{\circ}\text{C}$, $M_s=330^{\circ}\text{C}$, $A_{r1}=645^{\circ}\text{C}$ 。

表1 ZG35SiMn化学成分(质量分数)(%)

C	Si	Mn	S	P
0.30~0.40	1.10~1.40	1.10~1.40	≤ 0.04	≤ 0.04

ZG35SiMn属低合金结构钢,该钢种经适当热处理后,具有良好的强韧性。

1. ZG35SiMn合金元素的作用

Si、Mn元素固溶于铁素体中,能强化铁素体,提高钢的强度;Si、Mn元素固溶于奥氏体中,能增加过冷奥氏体稳定性,即减缓奥氏体向铁素体和碳化物的转变过程,使“C曲线”右移,降低临界冷却速度,提高钢的淬透性;Si元素能在一定程度上阻碍奥氏体晶粒长大,能有效地防止热处理加热时的过热倾向,使钢获得细化,有利于提高钢的强韧性;Si和Mn元素适当配合,可以减少因Si引起的脱碳现象,以及削弱因Mn造成的过热敏感性;钢中含有Si、Mn元素会增加第二类回火脆性的敏感性。

2. 工艺试验

槽帮钢铸造后进行完全退火,工艺曲线如图2

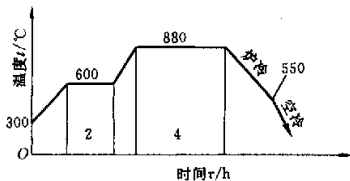


图2 完全退火工艺曲线图

所示。经过完全退火的槽帮钢再进行热处理工艺试验,试验后从槽帮钢耳部取拉伸和冲击试样,做力学性能试验。根据槽帮钢外形复杂、尺寸大的特征,在槽帮钢热处理加热时均采用 300°C 装炉,升温到 600°C ,保温2h,再升到正常加热温度,以防止槽帮钢因升温过快,产生较大的热应力,使工件产生裂纹。

(1) 工艺试验1 淬火+回火,工艺曲线如图3所示。

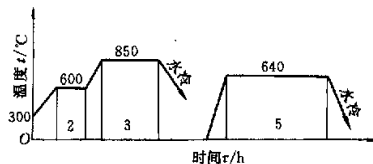


图3 “淬火+回火”工艺曲线图

采用工艺1试验后,槽帮钢力学性能如表2所示。

表2

试样编号	硬度 HBS	$a_k/J\cdot\text{cm}^{-2}$	σ_b/MPa	$\delta_5(\%)$	备注
1-1*	220	24	654	7.0	试样断口平直,只呈亮白色
1-2*	226	18	692	6.5	
1-3*	224	20	679	5.0	

从试验结果可以看出,采用该工艺热处理后的槽帮钢,其抗拉强度较高,冲击韧度、伸长率均较低,工件塑性、韧性差。

(2) 工艺试验2 正火+淬火+回火,工艺曲线如图4所示。

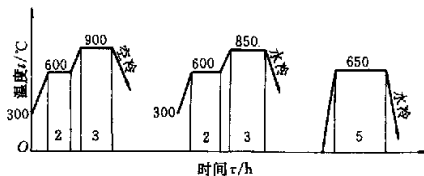


图4 “正火+淬火+回火”工艺曲线图

经工艺2试验后,槽帮钢的力学性能如表3所示。



表 3

试样编号	硬度 HBS	$\alpha_k/J \cdot cm^{-2}$	σ_b/MPa	$\delta_5(\%)$	备 注
2—1*	230	53	740	13	试样断口呈暗灰色, 纤维状, 有少量亮点
2—2*	216	54	736	13	
2—3*	223	50	729	12	

从试验结果可以看出: 冲击韧度、塑性均较高, 抗拉强度高, 可见工艺 2 试验后的槽帮钢具有较好的强韧效果。

(3) 试验工艺 3

正火 (自然空冷), 工艺曲线如图 5 所示。

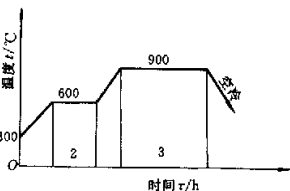


图 5 “正火 (自然冷却)” 工艺曲线图

采用工艺 3 试验后, 槽帮钢的力学性能如表 4 所示。

表 4

试样编号	硬度 HBS	$\alpha_k/J \cdot cm^{-2}$	σ_b/MPa	$\delta_5(\%)$	备 注
3—1*	192	79	489	20	试样断口呈暗灰色, 纤维状
3—2*	188	77	478	22	
3—3*	182	70	506	19	

从试验结果可以看出: 采用工艺 3 热处理的槽帮钢, 其塑性、韧性均很好, 但抗拉强度偏低。

(4) 工艺 4 正火 (强风冷却), 工艺曲线见图 6。

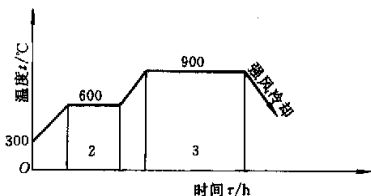


图 6 “正火 (强风冷却)” 工艺曲线图

采用工艺 4 试验后, 槽帮钢的力学性能见表 5。

表 5

试样编号	硬度 HBS	$\alpha_k/J \cdot cm^{-2}$	σ_b/MPa	$\delta_5(\%)$	备 注
4—1*	224	69	677	18	试样断口呈暗灰色, 纤维状
4—2*	226	70	669	17	
4—3*	231	72	698	15	

采用工艺 4 试验后, 从工件力学性能可以看出: 冲击韧度、伸长率均良好, 抗拉强度较高, 采用该工艺热处理的槽帮钢, 具有良好的强韧性。

3. 试验结果分析

对以上 4 种工艺的试验情况进行理论分析, 由于该工件外形尺寸较大, 结构复杂, 且材质特殊, 在工件铸造过程中, 易出现成分及组织偏析、晶粒粗大、魏氏组织等缺陷, 这些缺陷通过正火能有效地消除。该种材质存在第二类回火脆性, 应尽可能避免在 500~650℃ 范围内回火。

从以上 4 种工艺的试验结果可知, 工艺 2 和工艺 4 均能有效地提高槽帮钢的强韧性, 但工艺 4 生产过程简化, 生产效率高, 节能, 并可消除材料回火脆性, 可见工艺 4 为合理的槽帮钢热处理工艺。

4. 结语

(1) 槽帮钢结构复杂, 外形尺寸较大, 材质特殊, 铸造时易出现偏析、魏氏组织、晶粒粗大等缺陷, 可用正火消除。我们用工艺 4 热处理槽帮钢 350 件, 经用户使用, 未发现脆断、变形等失效形式。

(2) 提高槽帮钢强韧性的合理热处理工艺为: 工件铸造后经完全退火后, 再正火, 正火冷却时, 用强制风冷方式冷却, 工艺简单实用, 经济效益明显。

(20030810)

(上接第 20 页)

并使其尽量保持淬火状态的尺寸。此工艺特点是模具可获得高的硬度和耐磨性, 热处理畸变小, 适合既能在较大压力下工作, 又能承受一定的冲击负荷的形状复杂的冷锻冲头。

应当注意 LD 钢模具淬火后的变形。切边模六角对边 s 尺寸在淬火前加工完成, 淬火后胀大量为 0.02~0.06mm; 冷锻六角冲头对边 s 尺寸在淬火后缩小量为 0.01~0.03mm, 这主要是由以下原因造成的: ①马氏体的分解。②残留奥氏体的转变。③内应力的松弛。马氏体的分解会导致体积的收缩, 反应在冲头上, 自然是对边尺寸的缩小; 奥氏体的转变则会导致体积的膨胀, 反应在切边模上, 自然是对边尺寸的胀大, 内应力松弛所引起的变形方向是不固定的。为此, 需通过机械加工调整模具最终尺寸。切边模对边尺寸是淬火前加工完成的, 由于刃口有轻微脱碳影响, 寿命低于 10000 件; 对边尺寸在淬火后采用线切割加工, 切边模寿命最高可达 40000 件以上。结果表明, 进行线切割加工成本较高, 但由于模具寿命延长, 效果明显优于前者。

(20030818)