

提高 9SiCr 冷冲孔模使用寿命的 等温淬火工艺研究

河南东联机械制造有限公司 (平顶山 467021) 杨国正 丁 旗 曹树昂

冷冲孔模是一种具有刃口的冷冲模。该类模具在工作时,刃口部分承受冲击力、剪切力和弯曲力,同时又与工件发生剧烈磨擦,因此要求冷冲孔模具有高的硬度和良好的耐磨性、强韧性,以保证冷冲孔模的使用寿命。

我公司冷冲孔模采用的材料为 9SiCr。该模具在生产过程中失效的主要形式为:崩刃、疲劳断裂(占 75%)及磨损(占 25%)。

根据有关资料,模具经过贝氏体等温淬火,其韧性及耐磨性有很大提高,从而提高了模具寿命。为此我们对 9SiCr 冷冲孔模进行了等温淬火工艺方面的研究。

1. 9SiCr 材质特点

9SiCr 化学成分含量见下表。

9SiCr 化学成分 (质量分数) (%)						
元素	C	Si	Mn	Cr	S	P
含量	0.85 ~	1.20 ~	0.30 ~	0.95 ~	≤0.03	≤0.03
	0.95	1.60	0.60	1.25		

9SiCr 各特性点: $Ac_1 = 770^\circ\text{C}$, $Ac_3 = 870^\circ\text{C}$, $Ar_1 = 730^\circ\text{C}$, $Ms = 160^\circ\text{C}$ 。

9SiCr 中各合金元素的作用: Cr 元素主要作用是提高淬透性; Si 元素能提高材料的淬透性和淬硬性, Si 元素还可细化碳化物,改善碳化物的分布,可提高材料的耐磨性、回火稳定性和塑性变形抗力。另外 Si 还是强化铁素体元素,能提高钢的硬度和强度。

2. 试验过程

(1) 选用的材料 我们采用一种 9SiCr 冷冲孔模进行试验。冷冲孔模示意图如图 1 所示。淬火前的加工工艺为:下料→锻造→球化退火→机加工。试验模具淬火前为退火状态,硬度为 220 ~ 240HB。

(2) 常规淬火、回火工艺 常规淬火、回火工艺为 870°C 淬火,保温时间 45min; 280°C 回火,保

温时间为 90min。经该工艺处理后金相组织为回火马氏体,硬度为 59 ~ 61HRC。经该工艺热处理的模具使用寿命平均约 1 万次。

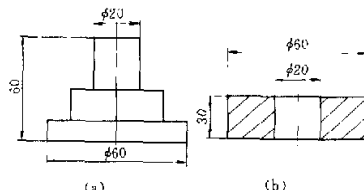


图 1 冷冲孔模示意图

(3) 等温淬火

①等温淬火加热温度及保温时间的确定:由于等温淬火时等温热质温度较高,其冷却能力较小,为了不使材料在从高温冷至等温温度过程中发生珠光体转变或上贝氏体转变,必须适当增加过冷奥氏体的稳定性。因此等温淬火时,加热温度应该稍高一些,大致比一般淬火加热温度高 30 ~ 50℃。而 9SiCr 为低合金工具钢,因而取下限,我们取淬火加热温度为 900°C 。保温时间与常规淬火保温时间相同,均为 45min。

②等温温度及等温时间的确定:根据有关资料的介绍,材料在淬火时,获得下贝氏体和马氏体混合组织的强韧性要优于单一马氏体和单一下贝氏体组织。我们根据 9SiCr 等温转变曲线及资料中贝氏体力学性能与形成温度的关系,确定等温温度为 270°C 。根据 9SiCr 等温转变曲线及资料确定等温时间为 40min。

③等温淬火工艺的确定:根据以上分析,我们确定 9SiCr 冷冲孔模的等温淬火工艺为:等温淬火加热温度为 900°C ,保温时间为 45min;等温温度为 270°C ,等温时间为 40min。等温淬火工艺曲线如图 2 所示。

由于材料在等温淬火过程中,因组织转变而产生组织应力,所以在等温淬火后应进行消除应力回



火, 回火温度为 180℃, 保温时间为 90min。

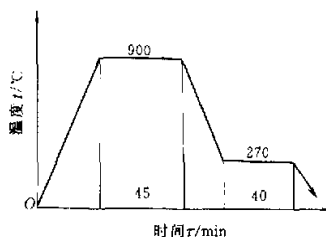


图2 等温淬火工艺曲线

3. 试验结果及模具使用情况

用该等温淬火工艺处理的冷冲孔模, 其硬度为 55~56HRC, 金相组织为下贝氏体+马氏体混合组织。模具的强韧性和耐磨性均有较大提高。通过该等温淬火工艺处理的模具, 其使用其寿命可达 2 万次以上, 比常规淬火使用寿命提高 1 倍以上。

4. 模具寿命提高的机理

(1) 强韧性提高 下贝氏体中铁素体被一定量的碳所过饱和, 而且还有细小碳化物比较均匀地弥散分布。在铁素体中, 由于碳的固溶强化作用及碳化物的弥散硬化作用, 使模具具有较高的强度和硬度, 而

且还兼有较好的塑性和韧性。一定强度范围内, 在同样的强度下, 下贝氏体的室温韧性高于回火马氏体。

由于先形成的贝氏体分割了原奥氏体晶粒, 使得随后形成的马氏体条束变小, 因此下贝氏体和马氏体的混合组织的强韧性优于单一马氏体和单一贝氏体。

(2) 耐磨性提高 由于等温淬火时, 提高了奥氏体化温度, 组织中的残余碳化物明显少于常规“淬火+回火”组织。析出的碳化物弥散地分布于下贝氏体针中, 这些碳化物与基体的结合力转强。而常规“淬火+回火”组织中, 存在着较多的大颗粒残余碳化物, 在反复的冲击载荷作用下, 这些碳化物质点逐渐疲劳剥落, 并成为硬的磨粒, 加快了随后的磨损速度。

5. 结语

9SiCr 冷冲孔模等温淬火工艺为: 900℃ 加热保温, 加热时间与常规淬火保温时间相同; 等温温度为 270℃, 等温时间为 40min; 180℃ 去应力退火。9SiCr 冷冲孔模经该等温淬火工艺热处理后, 其综合力学性能均有较大提高, 模具使用寿命比常规淬火提高 1 倍以上。

(20030708)

(上接第 42 页)

表 2

加热设备	装炉温度/℃	淬火温度/℃	保温时间/min	冷却介质	淬火液浓度(%)	淬后硬度 HRC	平均硬度 HRC	回火温度/℃	回火时间/min
RJX-20	> 790	810 ± 10	45	KR 6480	8	48, 50 48, 47 49, 52 52, 50 46, 52	49.4	510 ± 15	80
说明: 本批来料件数为 80 件, 零件名称及代号为轴 8XGD6203.003, 每炉装炉量为 25 件左右。分三炉连续淬完本批零件后, 淬火液温度已超过 50℃, 因淬火液冷却槽容积(1000mm×1000mm×800mm)较小, 又无控温设施, 故液温较高。零件在 35kW 井式回火炉中回火后空冷									

从我们自检及随后的抽检(硬度值)结果上看, 其硬度范围值全部符合设计要求, 在后序的机加工过程中也未出现裂纹等质量问题。不久, 我们又对另两根轴(最大轴径为 180mm, 总长 485mm, 材质 40Cr, 设计硬度要求为 30~35HRC)也采用了相似的工艺处理, 结果也满足设计要求。因此, 我们现已用淬火液(KR6480)代替柴油做冷却淬火介质, 将直径 > 36mm 的 40Cr 零件的淬火工艺作了相应的改进, 即淬火加热温度选定在 (820 ± 10)℃, 用淬火液冷却代替柴油冷却, 回火温度根

据零件硬度要求而定等。在生产中采用这些措施后, 取得了满意的效果。

4. 处理要点

(1) 为防止淬火裂纹, 加热淬火温度不宜过高, 一般选定为 (810 ± 10)℃。直径越大, 温度取上限; 反之, 取下限。

(2) 直径在 36mm 左右的轴类零件, 入液前预冷 2~3s (780℃左右) 后垂直入液冷却。

(3) 为防因冷透而使工件淬裂, 出液温度以工件出液时冒白气为宜 (150℃左右)。

(4) 大径工件(> 50mm)在冷却的过程中, 可将工件提出液面反复空冷 1~2 次, 空冷时间为 2~3s。

(5) 注意淬火液浓度。一般选用 8% 左右的浓度比, 温度在 15~45℃为宜。

5. 结语

随着新型淬火液的广泛应用, 像 40Cr 一类的中碳合金钢较大直径的工件, 用常规方法淬冷(机、柴油冷却)后, 仍不能满足设计要求时, 改用淬火液淬冷并调整相应的热处理工艺参数处理, 在满足设计要求的前提下, 可有效解决油淬时出现硬度不足的问题, 极大地改善了工作环境。

(20030618)