

渗碳件表面碳含量分析

■ 谢玲珍, 王忠, 王孟, 冯显磊

渗碳件表面碳含量及其分布梯度对渗碳层的性能有重要影响。表面碳含量过高、过低或表面脱碳等都将对渗碳件表面强化效果产生不良影响。我公司生产的某种渗碳件工艺流程为渗碳→炉内风冷→机械加工→加热淬火→清洗→回火→磨削, 渗碳后重新加热淬火过程中使工件表面发生轻微脱碳, 再采用磨削的方法去除脱碳层, 同时修正淬火过程中发生的畸变, 可以有效提高产品尺寸精度。本文结合我公司生产实际, 对渗碳件的表面碳含量分布情况进行检测分析, 确定脱碳层深度并验证磨削加工余量的合理性。

1. 试验方案

渗碳件材质20CrMnMo, 表面碳浓度要求0.75%~0.95%, 渗碳有效硬化层深度1.8~2.4mm, 表面硬度56~62HRC。由于渗碳件的形状结构不便于表面碳的检测, 使用随炉试样进行代表性检测。随炉试样规格 $\phi 25\text{mm} \times 50\text{mm}$, 材质20CrMnMo, 数量6个。渗碳设备为易普森多用炉生产线TQF-27-ERM。

(1) 渗碳。随炉试样标识

1~6号, 随工件渗碳后炉内风冷, 渗碳工艺曲线见图1。

(2) 二次淬火。渗碳风冷后4~6号试棒随工件重新加热淬火, 气氛碳势设置为0.18%, 加热至 $840^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ 保温1h, 好富顿K油淬火。

(3) 试样制备。试棒从端部线切割制取 $\phi 25\text{mm} \times 10\text{mm}$ 表面碳含量试样, 并标记检测面及标号1~6。

(4) 表面碳检测。①清洁表面碳含量试样。②用千分尺测量试样原始长度并记录。③平面磨削量0.1mm, 测量长度并记录。④直读光谱仪检测表面碳含量并记录。⑤每磨削0.1mm测定长度及碳含量一次。

(5) 有效硬化层深度检测。对4~6号试棒采用维氏硬度计检测硬化层深度。

(6) 渗碳件实物剖检。对渗碳件进行实物剖检硬化层深度

及金相分析。

2. 试验结果及分析

共对6个试样进行了8次磨削及表面碳含量的检测。各试棒的单次磨削量、累计磨削量及相应的表面碳含量记录见表1、表2。

根据表格数据绘制表面碳含量的分布梯度曲线, 见图2, 1~3号曲线为渗碳—风冷后进行检测得到的曲线, 4~6号为渗碳→风冷→二次淬火后得到的曲线。

4~6号试棒淬火后硬化层检测结果为2.3~2.5mm, 略高于工艺要求上限。

根据试验数据可知, 1~3号试棒在渗碳风冷后表面碳含量在0.8%~0.85%之间, 表面碳含量分布曲线在近表面层平缓下降, 多用炉密封性能及气氛保护效果较好; 而4~6号试棒由于在二次加热时气氛碳势设定比渗碳时低很多, 因此表面碳含量在表层

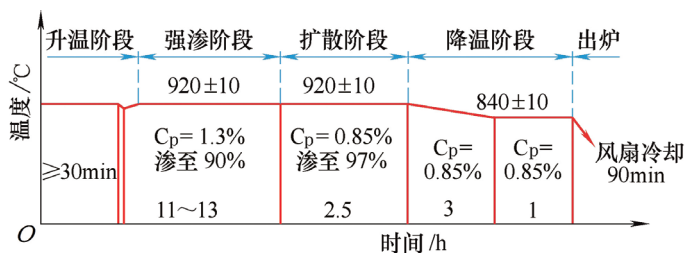


图1 渗碳风冷工艺曲线

发生明显“低头”现象，0.1～0.15mm深度处碳含量在0.49%～0.58%。以表面碳含量0.75%为界限则试棒脱碳层深度在0.29～0.36mm，工艺要求磨削余量在0.3～0.4mm，因此渗碳件磨削后能够保证一定的表面硬度及耐磨性，磨削后的硬化层深度也能满足产品的最终要求。

渗碳件磨削后的剖检结果如表3所示。

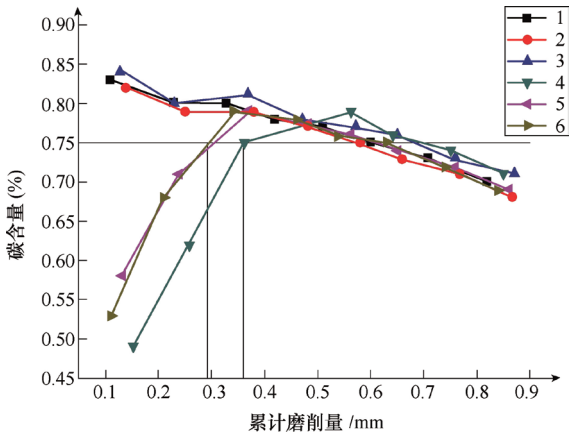


图2 渗碳试棒表面碳含量的分布梯度曲线

表1 试样1～3表面碳检测结果

磨削次数	1 [#]			2 [#]			3 [#]		
	单次磨削量/mm	累计磨削量/mm	含碳量(%)	单次磨削量/mm	累计磨削量/mm	含碳量(%)	单次磨削量/mm	累计磨削量/mm	含碳量(%)
1	0.11	0.11	0.83	0.14	0.14	0.82	0.13	0.13	0.84
2	0.12	0.23	0.80	0.11	0.25	0.79	0.10	0.23	0.80
3	0.10	0.33	0.80	0.13	0.38	0.79	0.14	0.37	0.81
4	0.09	0.42	0.78	0.10	0.48	0.77	0.10	0.47	0.78
5	0.09	0.51	0.77	0.10	0.58	0.75	0.10	0.57	0.77
6	0.09	0.60	0.75	0.08	0.66	0.73	0.08	0.65	0.76
7	0.11	0.71	0.73	0.11	0.77	0.71	0.11	0.76	0.73
8	0.11	0.82	0.70	0.10	0.87	0.68	0.11	0.87	0.71

表2 试样4～6表面碳检测结果

磨削次数	4 [#]			5 [#]			6 [#]		
	单次磨削量/mm	累计磨削量/mm	含碳量(%)	单次磨削量/mm	累计磨削量/mm	含碳量(%)	单次磨削量/mm	累计磨削量/mm	含碳量(%)
1	0.15	0.15	0.49	0.13	0.13	0.58	0.11	0.11	0.53
2	0.11	0.26	0.62	0.11	0.24	0.71	0.10	0.21	0.68
3	0.10	0.36	0.75	0.13	0.37	0.79	0.13	0.34	0.79
4	0.12	0.48	0.77	0.10	0.47	0.78	0.12	0.46	0.78
5	0.08	0.56	0.79	0.09	0.56	0.76	0.08	0.54	0.76
6	0.08	0.64	0.76	0.09	0.65	0.74	0.09	0.63	0.75
7	0.11	0.75	0.74	0.11	0.76	0.72	0.11	0.74	0.72
8	0.10	0.85	0.71	0.10	0.86	0.69	0.10	0.84	0.69

表3 渗碳件剖检结果

材质	表面硬度HV	硬化层深度/mm	碳化物级别(级)	残留奥氏体量(%)	表面脱碳
20CrMnMo	699	2.1	1	20	无

3. 结语

根据对渗碳随炉试样及渗碳件的检测结果，表面碳含量的分布控制合理，渗碳淬火后磨削预

留量合理，磨削后工件表面无脱碳层，既满足了表面硬度及耐磨要求，也利于尺寸精度的提高。

作者简介：谢玲珍、王忠、王孟、冯显磊，山推工程机械股份有限公司。

MW 20160324