渗碳淬火不良碳化物的解决办法

南京高精齿轮集团有限公司 （江苏 210012） 张 伟 朱百智 郭祺龙 李朝青 石卫星

某公司常用渗碳材料为20CrNi2Mo、17Cr2Ni2Mo（17CrNiMo6，18CrNiMo7-6），在日常渗碳淬火过程中，偶尔会发生碳势失控，碳化物超标的现象，如何有效消除碳化物又能保证表面硬度，是技术难点。结合多年来消除碳化物的经验，本文总结了一套相对简单而有效的方法。

碳化物分两种，块状系碳化物和网状系碳化物，在强渗和扩散阶段碳势失控常形成块状系碳化物，而在降温过程中，在碳势失控或冷速较慢的情况下常形成网状系碳化物，淬火过程中若碳势过高有时也会形成网状系碳化物。

根据GB/T25744－2010，碳化物1～3级为合格，表面硬度≥58HRC为合格。

1. 工艺说明

图1为该公司常规热处理渗碳淬火工艺曲线，渗碳温度为930℃，淬火温度为830℃。

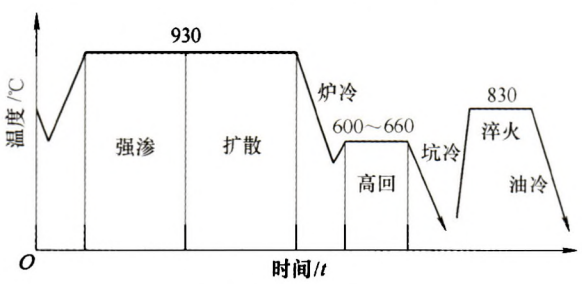


图1 常规工艺曲线

对于两种材料渗碳淬火过程中常规碳势见表1。

表1 常规碳势 （%）

材料	强渗碳势Cp	扩散碳势Cp	降温碳势Cp	淬火碳势Cp
20CrNi2Mo	1.20～1.25	0.90～0.95	0.90～0.95	0.90～0.95
17Cr2Ni2Mo	1.00～1.05	0.80～0.85	0.70～0.75	0.70～0.75

2. 消除碳化物的典型工艺

不良碳化物常规的消除方法是将工件重新加热到渗碳温度，进行高温退火，使其溶化消除后，再加热进行淬火，但缺点是处理周期长，工件表面会有较严重的氧化脱碳层，且硬度很难达到58HRC以上。而本文总结并设计的消除两类不良碳化物的工艺方法，既可以缩短不良碳化物处理周期，又能保护表面不被氧化，保证工件表面硬度。

（1）消除网状碳化物的方法 工艺1：将淬火温度由830℃提高到850℃，降低淬火碳势（见表2），使碳化物有效溶解。全过程以氮气为保护气体，甲醇为载气，异丙醇为富化气体。

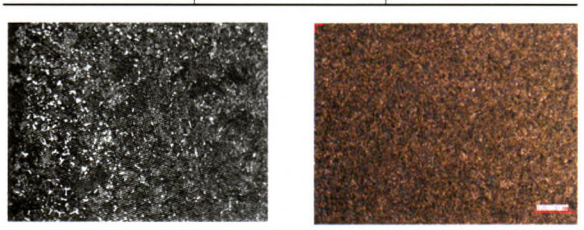
表2 淬火碳势调整

材料	现淬火碳势Cp（%）
20CrNi2Mo	0.80～0.85
17Cr2Ni2Mo	0.60～0.65

随炉试样经过工艺1处理，经金相显微硬度仪观测后，网状碳化物基本消除（见表3），并呈颗粒状弥散分布，金相对比如图2所示。

表3 工艺1处理网状碳化物

材料	工艺1淬火后碳化物级别	200℃×24h工件表面硬度HRC
20CrNi2Mo	1～2	59
17CrNiMo6	1～2	59



（a）网状碳化物4级 500× （b）碳化物1～2级 500×

图2 网状碳化物消除前后金相组织对比

本文尝试用工艺1消除块状碳化物，消除效果不明显，仍为3～4级，呈尖角块状分布，见表4。

表4 工艺1处理块状碳化物

材料	工艺1淬火后碳化物级别	200℃×24h工件表面硬度HRC
20CrNi2Mo	3～4	60～61
17CrNiMo6	3～4	60～61

（2）消除块状碳化物的方法 工艺2：通过升温到（920±10）℃，降低碳势（碳势参数见表2），使碳化物有效溶解后，再降温到淬火温度淬火，降温过程需开快冷风机以确保降温速度，全过程以氮气为保护气体，甲醇为载气，异丙醇为富化气体，工艺曲线如图3所示。

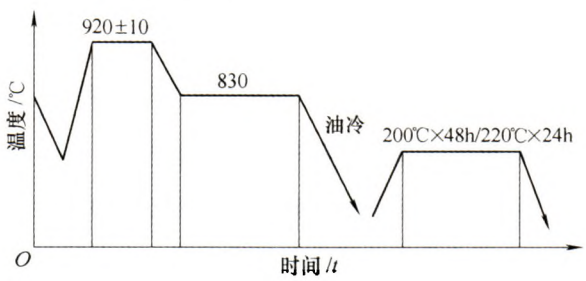


图3 消除块状碳化物的工艺曲线

经过工艺2处理后，随炉试样经金相显微硬度仪检测后，两种不良碳化物均一次性消除，但残留奥氏体等级在4～5级，分析原因是由于经过（920±10）℃保温后随炉降温到830℃过程中，由于表面含碳量较高，降低了*Ms*点，因而组织中保留较多残留奥氏体，导致表面硬度为56～57HRC，通过延长低温回火时间到48h以上，或提高低温回火温度到220℃，残留奥氏体数量可降低到15%以内（2～3级），同时表面硬度可达到58HRC以上（见表5、表6），工件表面无明显的氧化脱碳现象。

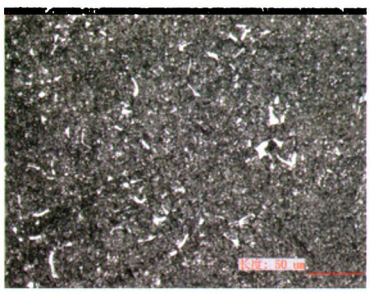
表5 网状碳化物

材料	工艺2淬火后碳化物级别	低温回火后工件硬度HRC	
		200℃×24h	200℃×48h/220℃×24h
20CrNi2Mo	1～2	56～57	58～59
17Cr2Ni2Mo	1～2	56～57	58～59

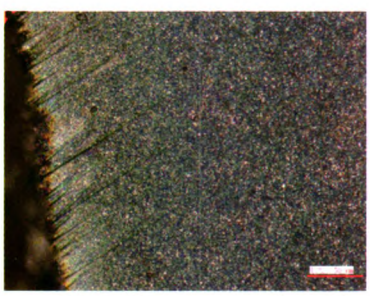
表6 块状碳化物

材料	工艺2淬火后碳化物级别	低温回火后工件硬度HRC	
		200℃×24h	200℃×48h/220℃×24h
20CrNi2Mo	1～2	56～57	58～59
17CrNiMo6	1～2	56～57	58～59

金相对比如图4、图5如示，经过工艺2处理后，块状碳化物基本消除，呈弥散分布。

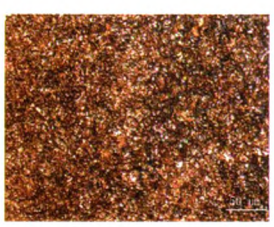


（a）块状碳化物4～5级



（b）碳化物1～2级

图4 块状碳化物金相组织对比



（a）200℃×24h残留奥氏体4～5级



（b）200℃×48h/220℃×24h残留奥氏体2～3级

图5 残留奥氏体对比

3. 结语

针对本文讨论的两种材料20CrNi2Mo、17Cr2Ni2Mo，可以得出以下结论：

（1）对于网状系碳化物，使用850℃保温淬火，适当降低淬火碳势，即可保证碳化物1～2级，表面硬度58HRC以上。

（2）对于块状系碳化物，使用（920±10）℃+830℃保温淬火，适当降低淬火碳势，同时使用220℃低温回火，即可保证碳化物1～2级，表面硬度58HRC以上。

（3）通过使用上述工艺对不良碳化物进行处理，工件表面金相组织形态符合GB/T25744－2010，表面硬度符合客户要求，同时缩短了处理周期。MW （20131106）