SNCM420H-K齿轮渗碳直接淬火工艺

王孟，孙世超，李炎，王忠

SNCM420H为日本牌号渗碳钢，属于Cr-Mo系列的高级齿轮用钢，大量使用在重载齿轮中。该钢属于窄带高淬透性钢，渗碳后变形较小，表面硬度高，耐磨性好，使用寿命长。目前，该种材料渗碳基本采用渗碳+两次淬火工艺，我公司通过大量工艺试验，在保证使用性能的前提下成功实现了SNCM420H-K齿轮的渗碳直接淬火。

依据我国钢号命名规则，可将该钢命名为22CrNi2MoNbH，属于保证淬透性钢，其化学成分标准如表1所示。SNCM420H-K含有较高的Mn、Cr、Ni、Mo，4种合金元素的加入可提高该材料的淬透性、心部的强度，降低低温脆性；并且SNCM420H-K添加了微量元素Nb，Nb能与N、C结合，形成氮化物、碳化物，可显著提高再结晶温度，阻止奥氏体晶粒的长大，从而细化晶粒，改善材料的性能，使渗碳直接淬火成为可能。

据文献，含Nb的20CrNi2Mo钢，在880℃、900℃、920℃下保温1h再淬水后的奥氏体晶粒度没有明显变化；在940℃、960℃下保温1h再淬水后的奥氏体晶粒有较为明显的长大；在920℃保温10h后晶粒没有发生明显的长大，晶粒度为8～9级，由此确定含Nb的20CrNi2Mo钢的渗碳温度为920℃，由于SNCM420H-K与含Nb的20CrNi2Mo化学成分相近，因此选择920℃作为SNCM420H-K钢的渗碳温度。

1. 齿轮渗碳两次淬火工艺

SNCM420H-K钢选ϕ200mm圆钢，实测化学成分见表2，齿轮如图1所示。渗碳要求：节圆处硬化层要求2.4～3.0mm，齿根处硬化层深度≥1.5mm，心部硬度269～352HBW，马氏体、残留奥氏体1～4级，碳化物1～4级，表面硬度60～64HRC，晶粒度≤7级。该齿轮生产工艺：下料→锻造→正火→粗车→精车→滚齿→渗碳→淬火→高温回火→车螺纹→二次淬火→低温回火→磨端面→磨齿，渗碳两次淬火工艺曲线如图2所示。

完成低温回火工序后剖切检验齿轮。金相组织如图3所示，齿轮渗碳区组织为：回火马氏体+残留奥氏体1级，少量碳化物1级，晶粒度9级。心部组织为：回火索氏体+少量铁素体，晶粒度8级；心部硬度278～339HBW，满足工艺要求。

低温回火后检测齿轮轴的径向圆跳动值，并与渗碳前进行对比，得出二次淬火后的变形量（见表3），平均变形量约涨大

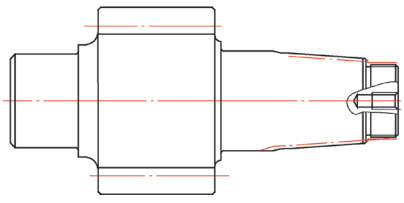


图1 齿轮示意

表1 SNCM420H-K化学成分（质量分数） (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	Nb	〔O〕
0.20～0.25	0.20～0.35	0.45～0.65	1.65～2.00	0.50～0.70	0.20～0.30	≤0.025	≤0.025	0.04～0.08	$\leq 20\times10^{-6}$

表2 试验用SNCM420H-K化学成分（质量分数） (%)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Ni	Nb
0.22	0.28	0.60	0.004	0.010	0.61	0.23	1.65	0.05

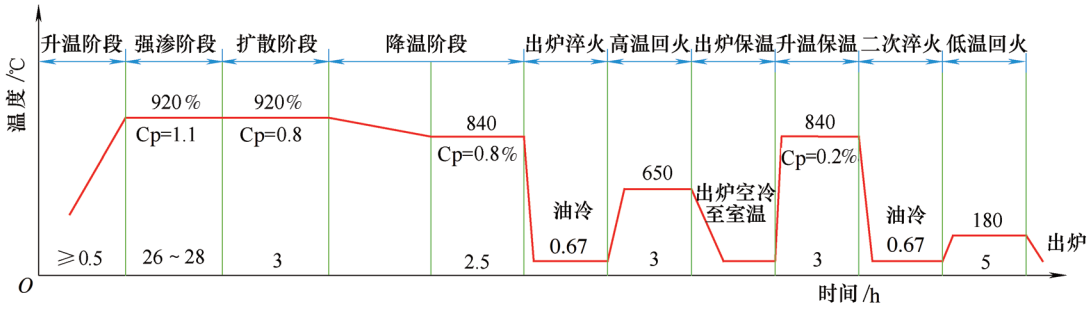


图2 SNCM420H-K齿轮渗碳两次淬火工艺曲线

0.044mm，淬火后涨大变形增加了后工序磨齿的磨削量。

2. 渗碳直接淬火工艺

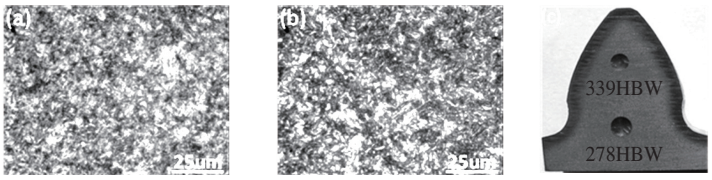
工艺路线调整为：下料→锻造→正火→粗车→精车→滚齿→车螺纹→渗碳→淬火→低温回火→磨端面→磨齿，渗碳直接淬火工艺曲线如图4所示。

完成低温回火工序后，剖检渗碳直接淬火齿轮，金相组织如图5所示。渗碳区组织：回火马氏体+残留奥氏体1级+碳化物2级，晶粒度9级。心部：回火索氏体+少量铁素体，晶粒度9级，心部硬度297～373HBW。将渗碳直接淬火齿轮与两次淬火齿轮的金相组织对比可看出，两者基本相当，心部硬度稍有提高。由此可判断，渗碳直接淬火对SNCM420H-K钢渗碳组织影响不大，可使用渗碳直接淬火工艺取代渗碳两次淬火。

低温回火后检测齿轮的径向圆跳动值，并与渗碳前进行对比，得出渗碳直接淬火变形量如表3所示，平均变形量约涨大0.03mm，较渗碳两次淬火工艺变形量减小0.014mm，齿轮变形减小32%，畸变率大大减小。因此，减去一次淬火过程能够有效减小淬火变形，减小了后续磨削量，降低生产成本，并且取消一次淬火工序，也节约了能源。

3. 结语

SNCM420H-K钢渗碳直接淬火组织与传统渗碳两次淬火工艺组织基本相当，但减少一次淬火工序可较大地减小齿轮轴的变形量，减小磨削量，节约能耗，降低生产成本，提高生产效率。



（a）渗碳两次淬火后渗碳区　（b）心部组织　（c）心部硬度

图 3

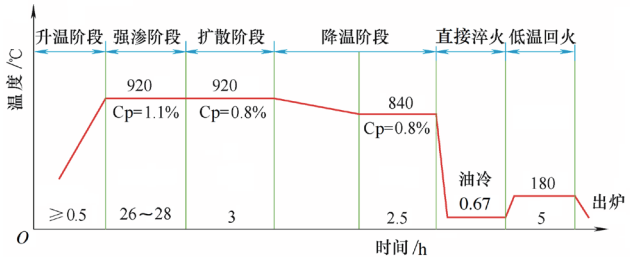
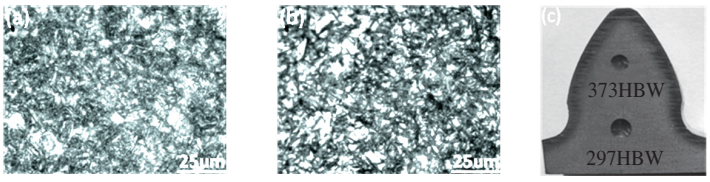


图4 SNCM420H-K齿轮渗碳直接淬火工艺曲线



（a）渗碳直接淬火后渗碳区　（b）心部组织　（c）心部硬度

图 5

表3 SNCM420H-K齿轮、齿轮轴渗碳直接淬火变形量 （mm）

件号	1	2	3	4	5	6	7	8
齿轮	0.04	0.05	0.02	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05
齿轮轴	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03

作者简介：王孟、孙世超、李炎、王忠，山推工程机械股份有限公司。

MW 20150615