

P&H107电铲辊挖掘机辊道辊轮 热处理工艺

中国第一重型机械股份公司 (黑龙江齐齐哈尔 161042) 王艳峰 刘时雨 蒋波

我公司生产的电铲辊挖掘机辊道辊轮采用美国P&H公司的P&H107材料(美国钢铁协会材料代号4350)。我国无此材料标准(JB/T6401-1992标准中的50CrNiMo成分与之接近,但其标准性能指标远低于P&H107材料),生产时无经验参数可供参考。按以往国内生产经验,强度、硬度指标可接近图样技术要求,但塑韧性指标难以满足国外设计要求,影响到工件的使用性能和寿命。为此,公司委派专业技术人员考察国内有关生产厂家寻求合作,但仍无法满足P&H公司产品检验大纲要求。

本文就电铲挖掘机辊道辊轮热处理工艺参数进行研究,并归纳、总结检验结果,制定出适合我公司热处理设备条件、切实可行的热处理工艺参数。

1. P&H107辊道辊轮

P&H107辊道辊轮化学成分如表1所示,生产工序为炼钢→锻造→粗加工→调质热处理→精加工。锻造时先锻成长棒,粗加工时按工艺要求切取。在同炼钢炉次、同热处理炉次的辊轮中取硬度上下限,按粗加工图切取力学性能试料(见图1),纵向、切向各取2个拉伸试样、3个冲击试样。如同一热处理工艺连续几炉合格,可抽检力学性能进行验收。调质热处理后技术要求如表2所示。

表1 材料化学成分(质量分数) (%)

材质	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
P&H107	0.48	0.15	0.60	0.60	1.65	0.20	≤0.035	≤0.040
	~0.53	~0.35	~0.80	~0.95	~2.00	~0.30		
50CrNiMo	0.45	0.20	0.50	1.40	1.00	0.20	≤0.030	≤0.030
	~0.55	~0.60	~0.80	~1.80	~1.50	~0.60		

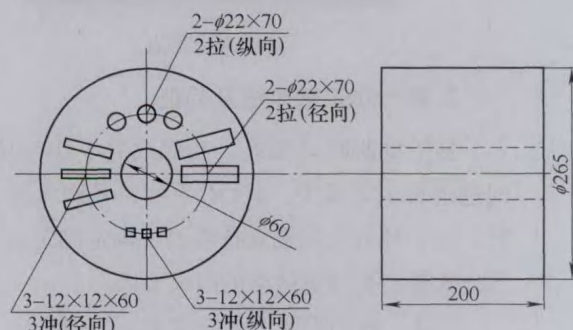


图1 辊道辊轮粗加工取样示意

表2 P&H107辊道辊轮力学性能要求

材质	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	A_{KV} (-40℃)/J	HBW
P&H107	≥1195	≥1265	≥10	≥20	≥13.8	388~444
50CrNiMo	—	≥780	—	—	—	229~286

采用锻后退火状态试样,在DT-1000型自动热膨胀仪上测定P&H107材料的临界点。被测试样组织主要为珠光体,尺寸为 $\phi 3\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。试验升温速度为 200°C/h ,奥氏体化温度 880°C ,奥氏体化时间20min,真空度 $\leq 10^{-3}\text{Pa}$ 。为避免脱碳,炉内抽真空后充氮气保护。临界点试验结果见表3。

表3 P&H107材料临界温度 (℃)

Ac_1	Ac_3	M_s
745	795	290

2. 热处理工艺参数的制订

(1) 工艺参数选择 目前,国内外结构钢调质热处理冷却参数均按碳当量选定,并且规定:①正偏析区 $w_c \leq 0.31\%$,正偏析区碳当量 $\leq 0.75\%$,可以毫无危险地采用水淬。②正偏析区 $w_c = 0.32\% \sim 0.36\%$,正偏析区碳当量为 $0.75\% \sim 0.88\%$,可以水淬,但需特别小心。③正偏析区 $w_c \geq 0.36\%$,正偏析区碳当量 $\geq 0.88\%$,没有特别指导时禁止水淬。

P&H107材料标准碳含量（质量分数）0.50%左右，按此规定只能采取油淬。为保证辊轮超高强度性能指标，在标准奥氏体化温度（ $A_{c3}+50^{\circ}\text{C}$ ）的基础上提高20~30 $^{\circ}\text{C}$ ，以增加淬硬性；并尽可能地降低回火温度。另外，中碳合金钢适当提高淬火温度，可以减少淬火后片状马氏体的相对含量，提高钢的韧性；但淬火温度过高会增加合金钢淬火后的残留奥氏体含量，使钢的硬度降低。

其他参数依据辊轮有效截面尺寸200mm制订，并适当考虑装炉件数及工附具等参数的影响，具体热处理工艺参数如图2所示。

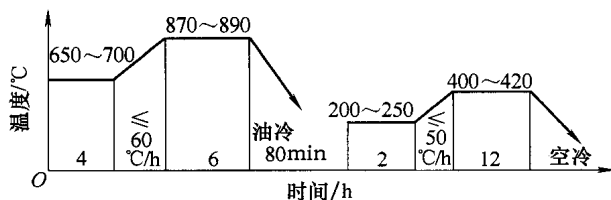


图2 辊轮热处理工艺参数

(2) 工艺试验结果 按图2工艺参数进行了两炼钢炉次（共计12件）辊轮热处理生产，实际化学成分如表4所示。热处理后取硬度上下限共4件进行力学性能检验，结果如表5所示，强度性能指标略低，塑性尤其是低温冲击韧性根本无法满足图样要求。

表4 P&H107材料化学成分（质量分数）（%）

炉号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
1	0.48	0.23	0.68	0.81	1.75	0.27	0.05	0.02
2	0.51	0.31	0.71	0.85	1.69	0.24	0.06	0.02

表5 辊轮热处理后力学性能

炉号	取样方向	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	$A_{kv} (-40^{\circ}\text{C})$ /J
1	纵向	1180	1270	12.0	39.0	8、7、8
		1220	1330	11.5	40.5	
		1205	1310	10.5	41.5	
	径向	1150	1295	11.0	41.0	8、10、8
2	纵向	1190	1285	11.0	38.5	7、8、5
		1210	1305	10.5	42.0	
		1195	1300	12.5	39.5	
	径向	1185	1290	10.5	41.0	8、9、8

随后经数次试验证明，辊轮热处理后力学性能结果与表5近似。

3. 热处理工艺参数的优化

淬火冷却速度的提高可使工件表面获得更多的马氏体组织及更深的淬硬层深度，极大地提高工件的综合力学性能及低温冲击性能，充分发挥材料的潜力。而以P&H107的材料特性，若采用水冷会存

在极大的风险，因此必须严加限制。

众所周知，淬火槽的循环与搅动系统的合理设计对水冷效果影响极大。我们利用水冷介质这一特点，控制水冷条件，使P&H107辊轮获得理想的淬火效果。图3所示为不同温度的水及N46全损耗系统用油的冷却能力。

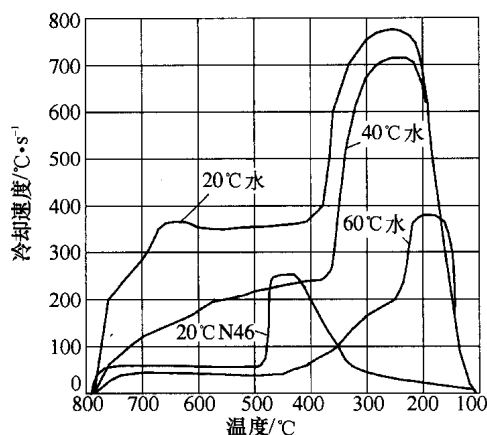


图3 不同温度的水及N46全损耗系统用油的冷却能力

由于辊轮的淬火冷却速度增加，在保证强度指标的前提下，可以适当降低奥氏体化温度，并提高回火温度，对辊轮塑韧性有利。考虑到用台车炉热处理，辊轮从出炉到入水淬火需用一段时间，高温奥氏体化温度选用 $A_{c3}+(60\sim70)^{\circ}\text{C}$ 。我公司最小的台车炉2600mm×1300mm×800mm（长×宽×高），每炉可以装辊轮12件以上（带料盘），最小的淬火水槽为5000mm×3000mm×5000mm（长×宽×深），最大冷却能力20t，对辊轮淬火而言冷却能力过强，如不加以严格限制，无法保证淬火质量。淬火前水温控制在30~40 $^{\circ}\text{C}$ ，冷却能力介于20 $^{\circ}\text{C}$ 水与油冷之间，既可获得比油冷快的冷却速度，又不至于引起过大的热应力和组织应力。淬火时不通风、不循环，降低水槽的冷却能力，仅将工件左右摆动，适当提高膜状沸腾阶段和泡状沸腾阶段的水冷速度。辊轮淬火后表面温度控制在100~150 $^{\circ}\text{C}$ ，具体工艺参数如图4所示。

首次按图4工艺参数处理了两炼钢炉次的辊

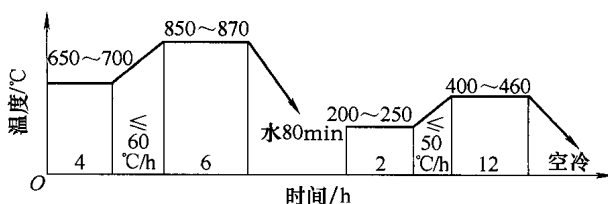


图4 优化后辊轮热处理工艺

控制煤矿挖掘式装载机薄壁套 热处理变形工艺

辽源煤矿机械制造有限公司 (吉林 136201) 田 嘉

薄壁套是煤矿挖掘式装载机的关键零部件之一,工作时承受很大的冲击载荷和摩擦,薄壁套的热处理质量和几何尺寸精度对其使用寿命有着重要影响。

由于薄壁套在应力作用下,热处理时容易产生几何尺寸超差,加大了薄壁套的热处理难度。通过对薄壁套的热处理工艺进行分析试验,合理制定热处理工艺方案及工艺参数,从而控制了薄壁套的热处理变形。

一、薄壁套技术参数

煤矿挖掘式装载机的薄壁套如图1所示,针对不同材质(化学成分见附表),其技术参数有如下两种:

(1) 42CrMo 淬火处理,表面硬度45~50HRC。

(2) 38CrMoAlA 调质处理+氮化处理,心部硬度240~280HBW,氮化层深0.2~0.4mm,表面硬度970~1100HV。

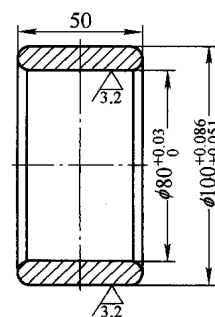


图1 薄壁套

轮,具体化学成分如表6所示。12件辊轮热处理后,取硬度上下限共4件进行力学性能检验,如表7所示。金相组织为回火索氏体。

表6 试验辊轮的化学成分(质量分数) (%)

炉号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
1	0.50	0.28	0.69	0.86	1.70	0.28	0.05	0.01
2	0.49	0.30	0.72	0.83	1.65	0.25	0.05	0.02

表7 辊轮热处理后力学性能

炉号	取样方向	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	$A_{KV}(-40^\circ\text{C})$ /J
1	纵向	1320	1430	11	43.5	16、16、16
		1290	1410	16	47	
	径向	1290	1410	12	38.5	14、15、15
		1290	1420	12.5	39	
2	纵向	1295	1415	12	44	14、15、15
		1305	1420	15	45.5	
	径向	1300	1425	13	41	15、16、15
		1295	1420	13.5	41.5	

随后我们又按图4工艺试制40余炉(500余件)辊轮,热处理后力学性能与表7所示近似,仅其中两件的性能指标略低于技术要求,其原因是辊轮锻造时锻造纤维过于明显,加之锻件水冒口成分偏差,影响到锻件径向性能。后期辊轮锻造修正了锻造工艺参数,经调质热处理后各项性能指标完全达到美国P&H公司技术要求,得到外方认可。

4. 结语

(1) P&H107辊道辊轮锻造成棒料后截取加工,明显的锻造纤维会影响辊轮热处理后的径向性能指标。

(2) 通过控制水淬参数及合理工艺,辊轮调质后可获得远超国内类似材料标准的综合力学性能,材料潜能得以充分发挥。MW (20120909)