



回转窑及圆筒混合机大型托辊热处理工艺创新

■ 彭更翠

回转窑是水泥生产中的主机，俗称水泥工厂的“心脏”，而大型托辊是水泥生产设备回转窑及圆筒混合机的关键零部件，其使用的工矿条件恶劣，承受载荷较大。大托辊只有进行表面淬火而形成高硬度，但不足以满足其他性能要求，调质处理不仅能够细化晶粒，而且可以提高机械产品零件基体强度，改善其抗冲击能力和抗疲劳强度，因此要求表面具有高硬度的同时基体要有一定的强度和韧性。某产品大托辊材料为40Cr，轮廓尺寸

为 $\phi 1400/\phi 484\text{mm} \times 900\text{mm}$ ，重量11412kg，技术要求调质处理，硬度228~269HBW，力学性能要求 $\sigma_b \geq 635\text{MPa}$ 、 $\sigma_s \geq 440\text{MPa}$ 、 $\psi \geq 35\%$ 、 $\delta_5 \geq 10\%$ 、 $A_{KU} \geq 23\text{J}$ 。

1. 技术方案

大托辊成形工艺是采用常规油冷却，能够保证其硬度要求，但淬硬层硬度值和性能指标基本偏下限。为了提高大托辊的硬化层深度和力学性能，同时考虑到节能降耗，根据现场实际装炉情况进行分

析评审；其次参照《重型机械标准》及《大锻件热处理》等资料作为理论依据，同时根据长期从事热处理的工作经验，确定采用非常规的“水-空-水”新工艺，制订工艺时考虑到大型锻件内部可能存在缺陷的因素，保守确定水冷时间，合理确定空冷时间，从而保证大托辊质量。

成果创新点是采用“水-空-水”新工艺，增加淬硬层深度，提高力学性能，缩短炉内剩余零件加热时间，同时也缩短了生产周期，达到节能降耗的目的。

度和均匀度。1号淬火加热炉：实际温度877℃，设定温度860℃，实际温度比设定及显示温度高了17℃。

4. 改进措施

(1) 严格控制原材料带状组织级别，要达到 ≤ 2 级。经过严格控制，现在的带状组织如图3所示。

(2) 把7A一二档齿套强渗时间减到200min，三四档及五档齿套强渗时间减到180min，经过多炉的试验结果7A一二档齿套渗层平均为0.65~0.9mm

(要求0.6~0.9mm)和三四档及五档齿套0.46~0.65mm(要求0.4~0.7mm)，得到的渗层深度比较满意。

(3) 对淬火油内的残渣及氧化皮和污泥进行了清理。

经过上面几方面的改进后，使热处理变形降低，数据如下：7A五档圆度变形超差率从30%降

到18.2%，S170F01齿套从20%降低到7.1%。

5. 结语

通过对原材料带状组织和晶粒度均匀性的控制，清理淬火油槽内的残渣，以及通过调整热处理工艺参数后得到合理的渗层深度，最后使淬火圆度超差率降低了10%~15%，减少了经济损失。

作者简介：高旺印，河北香河凯华齿轮有限公司；高尚，北京精雕科技集团公司。

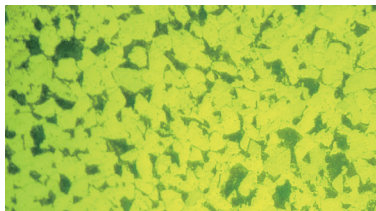


图3 带状组织1级(100×)

MW 20161118

2. 新工艺试验

选用两个工件，分别进行常规油冷却和非常规的“水-空-水”新工艺试验，并在靠近外圆端面位置切取试样进行力学性能和淬硬层深度检测。

(1) 采用常规工艺对大托辊进行调质处理，工艺曲线如图1所示。

经检测表面硬度为240~265HBW；切取 $\phi 1400\text{mm} \times 30\text{mm}$ 试样，进行淬硬层深度检测（见表1）和力学性能检测（见表2）。

(2) 采用“水-空-水”新工艺对大托辊进行调质处理，由于大锻件采用水冷有一定的风险，水冷时间控制不合理，会发生开裂现象，根据多年调质工作经验，并参照相关资料确定水冷的时间按 $0.4 \sim 0.6\text{s/mm}$ 计算，故大托辊水冷时间应为2.5~4min，工艺曲线如图2所示，生产过程如图3所示。

经检测表面硬度为245~265HBW；与油冷件相同位置切取试样，进行硬度检测（见表1），力学性能指标检测（见表2）。

3. 试验结果

由表1、表2可以看出，经过“水-空-水”新工艺调质的托辊，同样的距表面距离其硬度值明显高于常规油冷，这说明其硬化层深于常规油冷的工件；同时经过“水-空-水”新工艺调质的托辊性能指标明显优于常规油冷。综上分析，经过“水-空-水”新工艺调质的托辊基体强度及韧性等综合力学性能都优于常

规油冷。从而使托辊在长期重载运转过程中，抗变形及抗冲击能力有了新的提高，延长了托辊的使用寿命。

由此可见，由于大型合金钢

锻件同行业都采用常规油冷工艺，所以该创新工艺已达到同行业技术领先水平，为我公司产品质量的提升提供了重要保证。对新产品的开发制造意义重大。

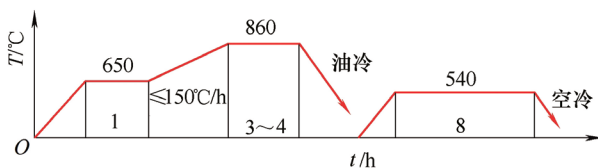


图1 托辊常规油冷淬火工艺

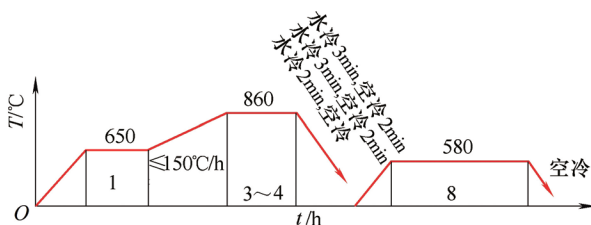


图2 托辊水-空-水淬火新工艺



图3 托辊水空水淬火

表1 托辊硬度检测结果对比

距表面深度/mm	3	5	8	11	13	15	18	21	23	25
HBW（常规油冷工艺）	265	255	250	245	235	230	225	220	218	210
HBW（水-空-水新工艺）	265	265	262	260	258	255	252	250	248	245

表2 力学性能检测结果

力学性能	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	断后伸长率(%)	断面收缩率(%)	冲击吸收能量/J	硬度HBW
常规油冷工艺	508	790	17	48	33、32、38	233
水-空-水新工艺	715	905	19	68	70、75、80	255

作者简介：彭更翠，北方重工集团热处理分公司技术质量部。

MW 20160927