

胀形表淬

田挚轩, 田晋宏

热处理生产实践中不可避免地都会产生各种形式的淬火变形, 如何巧妙地利用变形产生的规律来控制变形, 在工件获得所需性能要求的同时, 将变形控制在技术要求范围之内, 是我们所追求的。这里介绍我公司在生产实践中一种行之有效的淬火变形控制方法——胀形表淬, 以求与业界同仁共享。

1. 支承辊胀形表淬

生产中, 我们曾处理过许多不同材质的支承辊,

有9Cr2Mo、60CrMoV, 也有40CrMnMo、42CrMo、35CrMo, 还有50Mn、45钢等。支承辊形状如图1所示。

其加工工艺路线为: 毛坯锻造→粗车→调质→精车→外圆表淬→低温回火→车内孔、磨外圆。虽只是外圆表面加热淬火, 但由于工作壁薄, 仍会造成一定的收缩变形。支承辊直径越大, 壁厚越薄, 表淬后变形越大。

实例1: $\phi 380\text{mm}$ 支承辊结构见如图2所示, 材质为50Mn, 工件

淬火前预留磨量1.0~1.2mm, 中频感应加热, 外径表面淬火、回火后, 其内径、外径尺寸见表1。

从表1可见, 表淬后工件有明显的收缩变形, 呈马鞍形趋向。外径最大收缩4.7mm, 内径最大收缩>5mm。由此可见, 必须采取措施, 有效地控制支承辊表淬时的收缩变形。

2. 工艺设计思考

工件整体加热时, 随着温度的升高, 工件受热会胀大; 冷却

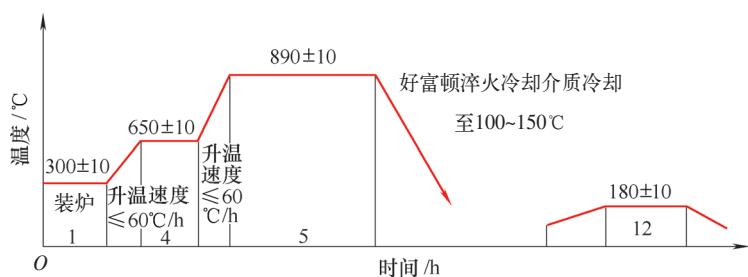


图 4

温下在工件上形成气泡, 此处冷却较慢, 最终导致软点的存在。

(2) 沿部硬度较低 因为该件大直径上下外圆出炉后散热较快, 低于此材料的淬火温度, 导致硬度比中间部位硬度低, 但凹辊使用部位在凹面处, 所以不影响使用。

5. 结语

从此次采取淬火保护措施到现场工艺的调整及执行, 最终顺利地完成了对该结构凹辊的表面淬火, 为以后类似凹辊的表面淬火积累了经验, 使一项困扰热处理大直径差的凹辊淬火工艺走向成熟。

淬火结果

淬火冷却介质	硬度
水淬油冷	58 HRC, 存在软点, 沿部硬度较低 (56~57 HRC)
好富顿淬火冷却介质, 浓度14%	58 HRC, 沿部硬度较低 (56~57 HRC)

作者简介: 葛花荣、马红利、甄志亮、马新年, 中冶陕压重工设备有限公司热处理车间。

MW 20160320

时其会收缩。把这一现象与工件感应加热结合起来，综合考虑，先将工件整体预热胀形。在设定温度下，让工件整体受热胀形，加热温度一定，其胀形量就一定。然后将工件出炉，用工装将其两端堵住固定，此时支承辊里径——内部处于胀形的热状态。然后再进行外径表面加热淬火，用工件内部的热胀形来抵制表面层淬火冷却时的收缩，即用工件整体热胀形来控制表面层淬火收缩变形，将工件尺寸控制在预定范围内。这一方法，我们称之为“胀形表淬”。

3. 工艺实践

实例2：φ220mm 支承辊
如图3所示，材质60CrMoV，技术要求硬度60~65HRC，深度6~10mm。预留尺寸：外径221.0~221.2mm，内径178.5~178.8mm。外径预留磨量1.0~1.2mm（单边0.5~0.6mm）

用井式炉将工件整体预热，预热温度430℃，保温90min。淬火时，淬一件出炉一件，随出即淬。

感应器尺寸：φ240mm，单匝，截面20mm×35mm，加热面宽20mm。1000kVA淬火变压器，匝比10：1，匹配电容量：106μF。KGPS中频感应加热电参数见表2。感应器行走速度72mm/min。目测淬火加热温度正常（880~890℃）。

φ220mm 支承辊，430℃ 预热+表淬、回火后尺寸见表3。

从表3可见，经预热胀形表淬，工件淬火时的收缩变形得到有效控制。

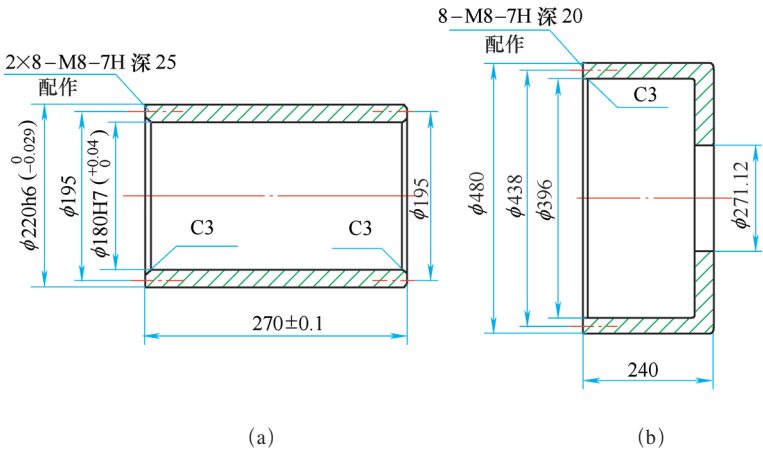


图1 支承辊

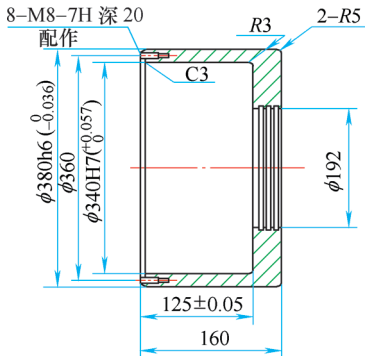


图 2

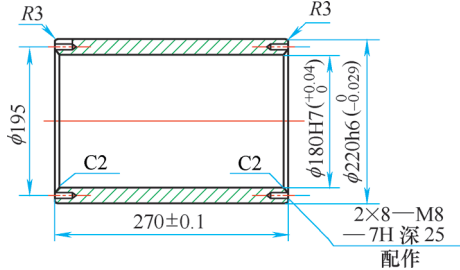


图 3

表1 φ380mm支承辊淬回火后内径、外径尺寸 (mm)

工件 编号	内径 (340mm)			外径 (380mm)		
	油封端	中	端盖端	油封端	中	端盖端
1	-2.1	-2.3	-1.3	+1.8	-1.0	-0.12
2	-3.0以上	-3.2	-2.9	+1.2	-1.7	-0.30
3	-1.3	-1.6	-0.9	+1.1	-0.6	+0.40
4	-2.9	-3.1	-2.6	+1.5	-0.5	+0.43
5	-3.5以上	-3.5	-1.8	+1.2	-2.6	-0.60
6	-3.3	-2.5	-1.8	+0.7	-0.85	0
7	-2.6	-3.0	-2.4	+1.05	-0.70	+0.20
8	-5.0以上	-4.4	-3.6	+0.30	-2.6	-0.50
9	-5.0以上	-4以上	-3.0	+0.6	-2.9	-0.30
10	-3.8	-3.0	-2.3	+1.05	-0.4	+0.30
11	-5.0以上	-4以上	-3.1	+0.5	-3.5	-0.55

注：支承辊端盖端外圆30mm长度内未淬火。

表2 中频感应加热电参数

输入电流 /A	直流电压 /V	直流电流 /A	中频电压 /V	频率 /Hz	中频功率 /kW
275	460	310	740	1900	90

$\phi 220\text{mm}$ 支承辊，未经预热胀形，直接表淬，回火后尺寸变化见表4。

实例3： $\phi 480\text{mm}$ 支承辊（见图1 b），材质40CrMnMo，技术要求：硬度50~55HRC，

表3 $\phi 220\text{mm}$ 支承辊胀形+表淬、回火后尺寸 (mm)

工件编号	外径			胀形工艺
	上	中	下	
1	220+1.25	220+0.5	220+1.0	加热温度：430℃ 保温时间：90min
2	—	220+1.0	—	
3	—	220+0.7	—	
4	220+1.2	220+0.9	220+1.0	
5	—	220+1.2	—	
6	—	220+0.7	—	
7	—	220+0.7	—	
8	—	220+0.7	—	
9	—	220+0.75	—	
10	—	220+0.9	—	

表4 $\phi 220\text{mm}$ 支承辊未经胀形，直接表淬、回火后尺寸变化 (mm)

工件编号	内径			外径			原始尺寸	
	上	中	下	上	中	下	内径	外径
11	—	—	—	220.7	220.3	220.7	178.8	221.1
12	—	—	—	220.35	220.15	220.35	178.5	221.1
13	178.35	177.9	178.3	220.87	220.46	220.84	178.6	221.1

注：1.支承辊两端各空留30mm未淬。

2.感应器尺寸： $\phi 228\text{mm}$ ，截面：14mm（加热面） $\times 25\text{mm}$ 。

预留磨量0.7~0.8mm，单边0.35~0.4mm，最终尺寸480mm，内径预留1mm。470℃预热，保温60min，预热后外径胀大尺寸484~484.5mm。

感应器尺寸： $\phi 488\text{mm}$ ，单匝，截面30mm $\times 30\text{mm}$ ，1000kVA淬火变压器，匝比13：1，匹配电容：104 μF 。中频加热电参数：直流电压470V，直流电流390A。感应器加热，喷水器淬火。经表淬、回火后，内径能车出，外径黑皮均能磨去，硬度也达技术要求。

4. 工艺操作几点注意事项

(1) 该工艺为胀形表淬，淬火时需淬一件出炉一件。若过早出炉，则预热温度会在空气中

降温，预热胀形效果变小，淬火后变形也不一。

(2) 工件为预热后装夹淬火，工装样式、尺寸、所留间隙要合适，以方便装夹、淬火为原则，尽可能减少降温。装夹工装如图4所示。

(3) 要确保工件淬火时内径仍保持预热状态，不能进水。

(4) 工件最终预热温度，可通过试淬件变形情况进行调整。若工件收缩量超过控制要求，可适当提高预热温度。最高预热温度以工件表面不产生氧化皮（<573℃）为宜。

5. 结语

(1) 支承辊经整体预热胀形，能有效控制筒状零件外圆表

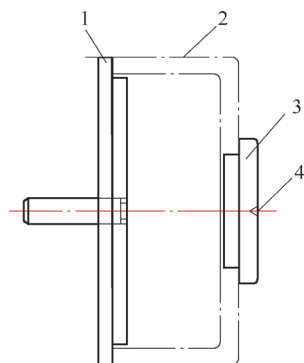


图4 装夹工装示意

1. 端盖端 2. 支撑辊 3. 油封端 4. 顶尖孔

面淬火变形，是控制支承辊类筒形、薄壁（20~40mm）工件表面淬火收缩变形行之有效方法。

(2) 采用此工艺可显著控制支承辊收缩变形，甚至消除马鞍形变形，使其变形量趋于一致，提高产品质量，减小磨加工留量，提高生产效率。

(3) 支承辊的使用状态为一条线式面接触，只要有足够宽的耐磨带作支承，边缘处留一软带并不影响使用寿命。在支承辊端盖端，有固定端盖的螺孔，还有的端盖凹在支承辊内，故而有一凹台薄边。如整个外径表面全淬，则薄边、螺孔处极易产生裂纹，造成废品。因此，边缘处要空留30mm，不淬硬为宜。

(4) 因支承辊为筒形结构，形状对称，所以在没有经加工而破坏的形状对称段内，无论是9Cr2Mo、60CrMoV，还是35CrMo、42CrMo材质，均可在感应加热后喷水连续淬火。

作者简介：田擎轩、田晋宏，长治市茂海热处理技术服务有限公司。

MW 20160316