

大型主轴、电机轴的亚温正火

斯达机电设备制造有限责任公司 (黑龙江鹤岗 154103) 刘东

【摘要】 对大型主轴的工艺进行改进,使其由调质改变为亚温正火,以减少其变形和开裂,并且减少氢脆、消除白点、细化晶粒,以缩短周期、降低生产成本。

大型汽轮机、发电机转子、轧辊和大型船轴等大型件都是由钢锭直接锻成,材料为 35 钢或 45 钢。与中小型锻件相比,大型锻件具有以下特点:

- (1) 化学成分不均匀性与多种冶金缺陷的存在。
- (2) 晶粒粗大而且不均匀。
- (3) 较多的气体与夹杂物。
- (4) 较大的锻造应力和热处理应力。

在制定热处理工艺时,必须充分考虑上述因素。通常大型件的热处理包括两个阶段,即锻后热处理(也称

预备热处理)和最终热处理。对于某些碳素钢和低碳合金钢,锻后热处理也就是最终热处理。

1. 大型锻件或大型电机轴的热处理

大型锻件或大轴热处理的目的是:防止白点与氢脆,改善内部组织,消除锻造应力,降低硬度以提高锻件可加工性,细化晶粒以提高锻件的超声波探伤性能,使锻件获得良好的力学性能或为后续热处理过程准备良好的组织条件。对于不再进行最终热处理的锻件,通过热处理必须保证锻件达到技术条件所规定的

表 2 不同温度下对力学性能的影响

温度 /℃	<300		300~550		550~650	
	抗拉强度 /MPa	伸长率 (%)	抗拉强度 /MPa	伸长率 (%)	抗拉强度 /MPa	伸长率 (%)
方案一	620	32	525	27	510	23
方案二	700	22	560	14	535	13

可以看出,随着高温拉伸试验温度的升高,抗拉强度呈下降趋势。由于温度的升高,晶粒粗化,晶粒内部位错塞积群的长度增加了,所以使邻近晶粒位错源更易蠕变,易产生塑性变形;同时,晶粒粗化,使晶界数目减少了,即阻碍位错运动的障碍数目减少了,也会使抗拉强度降低。

比较发现,方案二的抗拉强度有了较为明显的提高,而方案一和供货原材料的强度差不多,没有大的改变,这说明方案二对提高该钢的强度效果明显。此外,即使

方案二的伸长率整体有所下降,但仍然符合该钢紧固件高温条件下的要求。

(3) 热处理工艺的最终确认 16Cr16Ni2MoNb 钢螺栓热处理工艺为 850~700℃ 温锻、空冷,经过 760~780℃ 水冷固溶处理后进行切六角,(750~760)℃ × 2h 空冷调整处理,搓丝,最后进行 (640~650)℃ × 3h 的时效处理。

4. 结语

16Cr16Ni2MoNb 钢螺栓经热处理后,其强度有所提高,最高可达 720MPa,比原材料的强度提高 10% 以上。

热处理后金相组织为奥氏体+碳化物。抗拉强度提高的原因主要是化学成分中 Nb 的存在形式而引起,以化合物形式存在的 Nb 抑制了晶界的腐蚀,改善了其强度,而以单质形式存在的 Nb 则细化了晶粒。

该钢制螺栓可选择温锻技术,配合热处理工艺,使其强韧性有了最佳的匹配。MW (20081128)

组织与性能。

(1) 大锻件中的白点与氢脆 白点是钢中的一种内部裂纹，它的存在使钢的力学性能特别是横向的塑性与韧性显著降低，严重影响零件的使用性能和寿命。白点是钢中的氢与应力共同作用下产生的，其形成温度约为 200℃ 至室温。白点的消除，除了浇注的方法，就是通过退火或正火使钢中的氢扩散出去。

(2) 热处理工艺 按钢的白点敏感性，典型的锻后热处理工艺分以下几种。

第一 保温及过冷。有利于氢的脱溶与扩散，同时有利于晶粒的调整与细化，为随后的重结晶做组织准备。

第二重结晶。改善组织均匀性、细化晶粒。

第三等温。等温时间要保证锻件中的氢降至极限氢含量以下，并使其分布均匀。

2. 大型轴的热处理工艺

根据上述原则，大型轴的工艺为淬火或正火。冷却方式为水冷、油冷、空冷、水淬油冷、双介质淬火和喷雾。

由于大型轴在淬火时极易产生缺陷，我们通常采取正火加高温回火的工艺。在这种状态下大型轴往往强度足够，而塑韧性等指标达不到要求。

3. 大型轴的最终热处理

为达到力学性能的要求，我们对大型轴进行亚温正火加中温扩氢退火处理，提高了轴的塑性、韧性及一次处理合格率，避免了淬火开裂。

主轴、电机轴的尺寸示意如图 1 所示，大端为 $\phi 370 \sim \phi 420$ mm，小端为 $\phi 280$ mm。它们的热处理工艺为亚温 ($Ac_1 \sim Ac_3$) 正火加中温扩氢退火，工艺曲线见图 2。

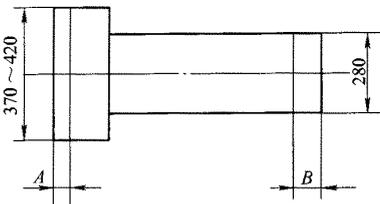


图 1

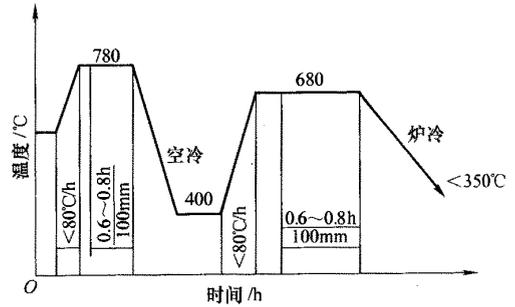


图 2

对经上述处理的工件取样进行力学性能测试，结果见附表。

各项力学性能指标达到 JB 1270—1985 II 的要求，且塑性、韧性较好，使主轴电机轴的一次处理合格率由常规工艺方法处理的 30% 左右提高到 90% 以上。

35A、45A 钢主轴力学性能试验结果

材质	力学性能 取样	σ_s	σ_b	δ_5	ψ	A_k
		/MPa	/MPa	(%)	(%)	/J
45A 钢	A 端	305	560	25	35	36
	$\phi 370$	300	555	20	36	34
	B 端	310	560	20	25	30
	$\phi 280$	315	600	25	33	33
35A 钢	A 端	280	500	26	50	50
	$\phi 420$	270	470	25	44	45
	B 端	290	470	24	38	34
	$\phi 280$	275	470	24	42	32
JB 1270—1985 II 35A、45A 钢	A 端	255	470	14	22	24
	B 端	255	470	16	30	31

4. 结语

主轴、电机轴经亚温正火和中温扩氢退火后，工件晶粒细化，并保留一定量的残留铁素体，使其力学性能在保证足够强度的前提下获得较高塑韧性，而且显著降低返修率，消除废品，缩短生产周期，降低生产成本。MW

(20081216)