

中华人民共和国机械行业标准

水轮机、水轮发电机 大轴锻件技术条件

JB/T 1270-93

代替 OEA. 640. 068—93

1 主题内容与适用范围

本标准规定了水轮机、水轮发电机大轴锻件(包括焊接轴,以下简称锻件)的技术要求、检验规则、试验方法、合格证书及标志等。

本标准适用于水轮机、水轮发电机大轴锻件的订货、制造与检验。

2 引用标准

GB 222 钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差

GB 223 钢铁及合金化学分析方法

GB 228 金属拉伸试验法

GB 229 金属夏比(U 型缺口)冲击试验方法

GB 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级

JB 1581 汽轮机、汽轮发电机转子和主轴超声波探伤方法

JB/ZQ 6101 锻钢件的磁粉检验方法

3 订货要求

3.1 需方应在订货合同中规定锻件级别、钢种、标准编号及要求的补充试验项目。

3.2 需方应提供标明力学性能试验试样位置的锻件尺寸的交货图样。

锻件级别、钢号在图样上按如下标注:

$\frac{\text{钢 号}}{\text{锻件级别} \times \text{本标准编号}}$

4 技术要求

4.1 制造工艺

4.1.1 冶炼

锻件用钢应在平炉或碱性电炉中熔炼。经需方同意,允许采用其他的冶炼工艺。

4.1.2 切头切尾

钢锭上、下端应有足够的切除量,以保证锻件无缩孔和无严重偏析。

4.1.3 锻造

应在有足够能力的锻压机上使锻件整个截面得到充分锻造,尽量使锻件接近成品的形状和尺寸,锻件与钢锭的中心线应较好地重合。

4.1.4 热处理

锻件在供方经热处理后,达到表 1 规定的力学性能。

表 1 力学性能

锻件级别	σ_b MPa		σ_s MPa		δ_5 %		ψ %		A_{KU} J		推荐用钢
	轴头	法兰	轴头	法兰	轴头	法兰	轴头	法兰	轴头	法兰	
I	450	450	225	225	16	14	30	22	31	24	35A
II	470	470	255	255	16	14	30	22	31	24	45A、20MnSi、20MnMo
III	510	510	315	315	16	14	30	22	39	24	18MnMoNb

注：1) 轴头(下同)系指无法兰的一端。

2) 如果在法兰上取轴向试样，允许有试样总数 25% 的试样其塑性和冲击韧性稍低于上表规定的值，但不能低于：延伸率 δ_5 为 12%；断面收缩率 ψ 为 20%；冲击功 A_{KU} 为 20J。

4.1.5 焊接

4.1.5.1 在单个锻件力学性能试验合格后进行大轴焊接，要求采用与锻件同等力学性能的焊条，选用最佳的焊接规范焊接。

4.1.5.2 焊接方法若采用电渣焊时，焊后需进行正火和回火，回火后必须重新进行力学性能和残余应力试验。若采用窄间隙自动焊或其他焊接方法时，焊后进行高温除应力回火，消除应力温度低于回火温度 30~50℃ 时，不需重新进行力学性能试验，若回火温度高于上述温度需重新做力学性能试验。

4.2 化学成分

锻件用钢的化学成分应符合表 2 的规定。

表 2 化学成分

%

钢 号	C	Si	Mn	P	S	Mo	Nb	Cu
35A	0.32~0.40	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.030	≤0.030	—	—	≤0.20
45A	0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.030	≤0.030	—	—	≤0.20
20MnSi	0.16~0.22	0.60~0.80	1.00~1.30	≤0.030	≤0.030	—	—	≤0.20
18MnMoNb	0.16~0.22	0.20~0.40	1.20~1.50	≤0.030	≤0.030	0.45~0.60	0.020~0.045	≤0.20
20MnMo	0.17~0.23	0.17~0.37	0.90~1.30	≤0.030	≤0.030	0.15~0.25	—	—

4.3 力学性能

4.3.1 锻件的轴向力学性能应符合表 1 规定。

4.3.2 当无法对法兰螺钉孔进行套料或不具备套料条件时，可在法兰上取切向试样，这时切向力学性能应不低于表 1 中法兰部位的轴向性能。

4.3.3 法兰端轴向试样也可取在其延长部分(其直径等于轴身直径)，这时力学性能按表 1 轴头性能要求。

4.3.4 焊接大轴的焊缝力学性能不低于表 1 中轴头性能。

4.4 残余应力

锻件的残余应力值(绝对值)不得大于 39MPa。

注：当工艺无重大变动时，可不做残余应力检验。

4.5 无损检验

4.5.1 锻件表面

锻件表面不应有肉眼可见的裂纹、折叠和其他影响使用的外观缺陷。局部缺陷可以清除，但清除的深度不得超过精加工余量的 75%。对超过精加工余量的一般缺陷，允许补焊，有严重缺陷时应征得需方同意才能补焊，补焊后应做如下处理和检查。

4.5.1.1 补焊后在供方进行去应力处理。

4.5.1.2 做超声波探伤和酸洗(或磁粉)检查,不应存在裂纹。

4.5.1.3 在补焊区打硬度,与母材硬度差值不得超过 50HBS。

4.5.1.4 提供检查记录。

4.5.2 中心孔

锻件中心孔供方用肉眼或窥膛仪检验结果应符合以下规定:

- a. 中心孔表面不允许有裂纹、疏松、缩孔残余;
- b. 允许单个、分散的长度不超过 8mm 的缺陷存在(缺陷间距不小于其中较大缺陷长度 5 倍时,称为单个、分散的缺陷);
- c. 大面积聚集的缺陷在任意 100cm² 面积上,长度为 1.5~3mm 的缺陷数量不允许超过 20 个;
- d. 不允许有呈链状分布的点状缺陷;
- e. 缺陷超标时,双方协商处理。

4.5.3 酸洗或磁粉检验

锻件经酸洗或磁粉检验,不允许有白点、裂纹。

4.5.4 超声波探伤

4.5.4.1 锻件外圆表面超声波探伤检验,其结果应符合以下规定:

- a. 不允许存在白点、裂纹、缩孔等缺陷;
- b. 当量直径小于 5mm 的缺陷不计;
- c. 不允许存在当量直径 5mm 和 5mm 以上的密集缺陷;
- d. 允许有单个、分散的当量直径为 6~10mm 的缺陷存在,但相邻两缺陷的间距不小于较大缺陷直径的 5 倍。

4.5.4.2 焊接轴焊缝应进行超声波探伤检验,其结果应符合以下规定:

- a. 不允许存在任何形式与方向的裂纹;
- b. 不允许存在任何部位的未熔合与未焊透;
- c. 当量直径小于 5mm 的缺陷不计;
- d. 允许有不大于当量直径 10mm 的单个夹渣和气孔存在,但两相邻缺陷间距应不小于较大缺陷直径的 5 倍;
- e. 允许有不大于当量直径 10mm 的条状缺陷存在,但两相邻缺陷间距不小于 50mm(条状缺陷为长与宽之比大于或等于 3 的缺陷);
- f. 在 8 倍壁厚长度的焊缝内,连续缺陷总长不能超过焊接壁厚。

4.6 尺寸、公差、粗糙度

4.6.1 锻件加工应符合需方交货图样规定的尺寸、公差、粗糙度要求。

4.6.2 锻件的中心孔表面在供方精镗至表面粗糙度 R_a 值为 3.2 μ m。

5 检验规则与试验方法

5.1 化学成分分析

5.1.1 钢水分析

5.1.1.1 供方应对每炉钢水在烧注时取样进行分析,并报告分析结果。当钢锭由多炉钢水合浇时,应报告权重分析结果并应符合表 2 规定。

5.1.1.2 若试验及取样失败,或不符合分析要求时,供方可在钢锭或锻件表面附近合适部位取替代试样确定钢水成分。

5.1.2 成品分析

需方可在锻件延长部位的 1/2 壁厚处(空心锻件)或距表面 1/3 半径处(实心锻件)或在力学性能试棒上取样进行分析。分析结果应符合表 2 规定,并允许有表 3 的偏差。

表3 成品分析超过规定上、下限的允许偏差量

%

元 素	规定的最大范围 %	成品 锻 件 最 大 直 径, mm				
		≤400	>400~500	>500~800	>600~1 150	>1 150
C	≤0.25	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05
	0.26~0.55	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
Mn	≤0.90	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
	>0.90	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
P	≤0.050	0.008	0.010	0.010	0.015	0.015
S	≤0.030	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006
Si	≤0.40	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06
	>0.40	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09
Mo	≤0.40	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
	0.41~1.15	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08

5.1.3 分析方法

按 GB 223 进行分析,或用其他能保证同等测定精度的方法进行分析。

5.2 力学性能检验

5.2.1 取样位置与数量

5.2.1.1 锻件两端带法兰或两端均无法兰时,供方在锻件冒口端取样,需方在水口端取样;一端带法兰时,供需双方均在法兰端和轴头端取样。

5.2.1.2 轴向试样,法兰端取样时,在法兰螺栓孔处或相当于该部位钻取 4 个拉力试样和 4 个冲击试样;轴头端取样时,有中心孔的锻件在 1/2 壁厚处,实心锻件在距表面 1/3 半径处取 2 个拉力试样和 2 个冲击试样。

切向试样可在法兰残余应力环上或在相应部位切取,在环的对称位置上取 2 个拉力试样和 2 个冲击试样。

采用电渣焊的焊接大轴的焊缝力学性能试样,在大轴锻件焊接试板上切取试样,做 2 个拉力试样和 2 个冲击试样。

5.2.2 试验方法和试样尺寸

5.2.2.1 拉力试验方法按 GB 228 进行,试样为直径 10mm,标距 50mm 的标准试样。

5.2.2.2 冲击试验方法按 GB 229 进行,试样尺寸为 10mm×10mm×55mm 的梅氏试样。

5.3 残余应力试验

5.3.1 锻件最终热处理后进行残余应力检查,用切环法或环芯电阻应变法测残余应力。

5.3.2 用切环法时,当法兰直径小于 1 250mm 时,如两端带法兰,则供方在冒口端,需方在水口端的法兰端部外圆表面切环;如一端带法兰,则均在法兰端部外圆表面切环。

当法兰直径大于 1 250mm 时,可在轴头端部外圆表面或内孔表面切环,也可在法兰端部内孔表面切环。圆环的截面尺寸为 25mm×25mm。

5.3.3 用测量该环在切割前后平均变形量的方法来计算残余应力,计算公式为:

$$\sigma_t = E\delta/D$$

式中: σ_t 残余应力,MPa;

δ 直径增量的代数值,mm;

D 切割前环的外径,mm;

E 材料的弹性模量,MPa。

5.3.4 残余应力不合格时,锻件应进行补充回火,回火温度比性能热处理的回火温度低 25~50℃,然

后再做残余应力试验。

5.4 无损检验

5.4.1 酸洗或磁粉

由需方在相当于钢锭冒口(轴头或法兰端面)的部位进行酸洗检验,采用磁粉检验按 JB/ZQ 6101 方法进行。

5.4.2 超声波探伤

超声波探伤参照 JB 1581 和 GB 11345 方法进行。

5.5 复试与重新热处理

5.5.1 力学性能检验,如有一试样试验结果未达到规定时,允许取该试样相邻的 2 个试样复试,但由于出现裂纹、白点而使力学性能不合格时,则不得复试。

5.5.2 若锻件的任何一项力学性能不合格,允许对锻件重新热处理,重新热处理后的锻件应按新的锻件取样试验。

6 验收及合格证书

6.1 验收

锻件由供方技术检查部门按本标准和订货图样要求进行检查,全部达到本标准和订货图样要求后方可交货。

6.2 合格证书

交货时,供方必须向需方提供合格证书,合格证书应包括下列内容:

- a. 订货合同号;
- b. 订货图号;
- c. 熔炼炉号;
- d. 锻件卡号;
- e. 化学成分分析结果;
- f. 力学性能检验结果;
- g. 无损检验结果(必要时提供缺陷分布图);
- h. 中心孔检验报告;
- i. 最终热处理的主要工艺参数(需方要求时,焊接大轴应报告焊接规程及焊后热处理的主要工艺参数和焊接人员资格)。

6.3 退货规定

锻件在供方验收后,如果在需方复验及在加工过程中再发现不允许的缺陷,需方应及时通知供方,双方协商解决。

7 标志和包装

供方在锻件相当于钢锭水口端上打上合同号、熔炼炉号、锻件卡号,并用白漆圈上。

锻件中心孔检查合格后,内孔表面应涂防锈油。

附加说明:

本标准由机械工业部德阳大型铸锻件研究所提出并归口。

本标准由齐齐哈尔铸锻焊研究所负责起草。

本标准主要起草人王长林、汤新法、何恩祥、张存富、周云松。