

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 1270—2002

代替 JB/T 1270—1993

水轮机、水轮发电机大轴锻件技术条件

Specification for shaft forgings for hydroturbines and hydrogenerators

2002-12-27 发布

2003-04-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

目 次

| | |
|-----------------------------|-----|
| 前言..... | III |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 订货内容..... | 1 |
| 4 技术要求..... | 1 |
| 4.1 制造工艺..... | 1 |
| 4.2 化学成分..... | 2 |
| 4.3 力学性能..... | 2 |
| 4.4 无损检验..... | 2 |
| 4.5 尺寸、公差、表面粗糙度..... | 3 |
| 5 检验规则与试验方法..... | 3 |
| 5.1 化学成分分析..... | 3 |
| 5.2 力学性能检验..... | 4 |
| 5.3 残余应力试验..... | 4 |
| 5.4 无损检验..... | 4 |
| 5.5 复试与重新热处理..... | 5 |
| 6 验收及合格证书..... | 5 |
| 6.1 验收..... | 5 |
| 6.2 合格证书..... | 5 |
| 6.3 退货规定..... | 5 |
| 7 标志和包装..... | 5 |
| 表 1 化学成分的质量分数..... | 2 |
| 表 2 力学性能..... | 2 |
| 表 3 成品分析超过规定上、下限的允许偏差量..... | 3 |

前 言

本标准代替JB/T 1270—1993《水轮机、水轮发电机大轴锻件 技术条件》。

本标准与JB/T 1270—1993相比主要变化如下：

- 取消了原标准中的4.1.1中的平炉冶炼；
- 将原标准中的4.1.4热处理修订成为4.3.1内容，并明确规定了带镜板的大轴不在此条要求内；
- 在原标准的5.5.2中增加了限制重新热处理次数的内容；
- 对化学成分的质量分数中P、S含量由 $\leq 0.030\%$ 修订为 $\leq 0.025\%$ ；
- 增加了7.3内容；
- 将原标准中的力学性能调整至4.3.1；
- 标准的总体编排和结构按GB/T 1.1—2000《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》进行了修改。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由德阳大型铸锻件研究所归口。

本标准起草单位：中国第一重型机械集团公司。

本标准主要起草人：张国利、顾红星。

本标准于1972年首次发布，1985年第一次修订，1993年第二次修订。

水轮机、水轮发电机大轴锻件技术条件

1 范围

本标准规定了水轮机、水轮发电机大轴锻件（包括焊接大轴，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、制造和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 223.3~78 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 228 金属拉伸试验法

GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法（GB/T 229—1994，eqv ISO 148:1983）

GB/T 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级

JB/T 1581 汽轮机、汽轮发电机转子和主轴锻件超声波探伤方法

JB/T 8468 锻钢件磁粉检验方法

3 订货内容

3.1 需方应在订货合同或技术协议书中规定锻件级别、钢号、标准编号及要求的补充试验项目。锻件级别、钢号在图样上按如下标注：

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

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。

4 技术要求

4.1 制造工艺

4.1.1 冶炼

锻件用钢应采用碱性电炉熔炼。经需方同意，允许采用保证质量的其他冶炼工艺。

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

锻件锻造后供方需进行正火加回火处理，以保证锻件获得均匀的组织 and 性能。

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 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 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的质量分数应符合表1的规定。

表1 化学成分的质量分数

| 钢号 | % | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------|-------------|-------------|
| | C | Si | Mn | P | S | Mo | Nb | Cu |
| 35A | 0.32~0.40 | 0.17~0.37 | 0.50~0.80 | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 | — | — | ≤ 0.20 |
| 45A | 0.42~0.50 | 0.17~0.37 | 0.50~0.80 | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 | — | — | ≤ 0.20 |
| 20SiMn | 0.16~0.22 | 0.60~0.80 | 1.00~1.30 | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 | — | — | ≤ 0.20 |
| 18MnMoNb | 0.16~0.22 | 0.20~0.40 | 1.20~1.50 | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 | 0.45~0.60 | 0.020~0.045 | ≤ 0.20 |
| 20MnMo | 0.17~0.23 | 0.17~0.37 | 0.90~1.30 | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 | 0.15~0.25 | — | — |

4.3 力学性能

4.3.1 锻件在供方经热处理后，锻件的轴向力学性能应符合表2的规定（带有镜板的大轴锻件需在订货合同中另行规定）。

表2 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、20SiMn、20MnMo |
| III | 510 | 510 | 315 | 315 | 16 | 14 | 30 | 22 | 39 | 24 | 18MnMoNb |

注1：如果在法兰上取轴向试样，允许有试样总数25%的试样的塑性和冲击功稍低于上表规定的数值，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。

注2：轴头系指无法兰一端。

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2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2轴头性能要求。

4.3.4 焊接大轴的焊缝力学性能不低于表2中轴头性能。

4.3.5 锻件的残余应力（绝对值）不得大于39MPa。当工艺无重大变动时，可不做残余应力检验。

4.4 无损检验

4.4.1 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验：

- 补焊后在供方进行去应力处理；
- 做超声波探伤和酸洗（或磁粉）检查，不应存在裂纹；
- 在补焊区打硬度，与母材硬度差不得超过50HBS；
- 提供检查记录。

4.4.2 中心孔

锻件中心孔应由供方用肉眼或窥膛仪检验，检验结果应符合以下规定：

- a) 中心孔不允许有裂纹、疏松、缩孔残余。
- b) 单个、分散的缺陷：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五倍时，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1.5mm~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。

4.4.3 磁粉或酸洗检验

锻件经磁粉或酸洗检验，不允许有白点、裂纹。

4.4.4 超声波探伤

4.4.4.1 锻件外圆表面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6mm~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五倍。

4.4.4.2 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五倍。
- 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等于或大于3的缺陷）。
- f) 在八倍壁厚长度的焊缝内，连续缺陷总长不能超过焊接壁厚。

4.5 尺寸、公差、表面粗糙度

4.5.1 锻件加工应符合需方交货图样规定的尺寸、公差、表面粗糙度要求。

4.5.2 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浇注时取样进行分析，并报告分析结果。当钢锭由多炉合浇时，应报告权重分析结果并应符合表1的规定。

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的规定，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 | >800~1150 | >1150 |
| 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 |

表 3 (续)

| 元素 | 规定的最大范围 | 成品锻件最大直径 mm | | | | |
|----|-----------|-------------|----------|----------|-----------|-------|
| | | ≤400 | >400~500 | >500~800 | >800~1150 | >1150 |
| 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/T 223.3~78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处套取四个拉伸试样和四个冲击试样; 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半径处取两个拉伸试样和两个冲击试样。

切向试样可在法兰残余应力环上或相应部位切取, 在环的对称位置上取两个拉伸试样和两个冲击试样。

采用电渣焊的焊接大轴的焊缝力学性能, 在大轴锻件焊接试板上切取试样, 取两个拉伸试样和两个冲击试样。

5.2.2 试验方法和试样尺寸

5.2.2.1 拉伸试验方法按GB/T 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/T 229进行, 试样为尺寸10mm×10mm×55mm、缺口深度为2mm的夏比U型缺口试样。

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1250mm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1250mm时, 可在轴头端部外圆表面或内孔表面切环。残余应力测量圆环的尺寸为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:

$$\sigma_r = E \delta / D$$

式中:

σ_r ——残余应力, 单位为MPa;

E ——材料的弹性模量, 单位为MPa。

δ ——直径增量的代数值, 单位为mm;

D ——切割前环的外径, 单位为mm;

5.3.4 残余应力超过本标准时, 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℃, 回火后应做残余应力试验。

5.4 无损检验

5.4.1 酸洗或磁粉检验

由需方在相当于钢锭冒口(轴头或法兰端面)的部位进行酸洗或磁粉检验, 不允许有白点、裂纹。磁粉检验按JB/T 8468规定的方法进行。

5.4.2 超声波检验

超声波探伤按JB/T 1581和GB/T 11345规定的方法进行。

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两个试样复试，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进行取样试验。重新热处理的次数不得超过两次（不包括回火）。

6 验收及合格证书

6.1 验收

锻件由供方质量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的要求后方可交货。

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（若需方要求，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

7.1 供方在锻件相当于钢锭水冒口端打上合同号、熔炼炉号、锻件卡号，并用白漆圈上。

7.2 锻件中心孔检查合格后，内孔表面应涂防锈油。

7.3 供方应根据运输的要求进行包装。