

ICS 27.120.20

F 69

备案号: 50717-2015

**NB**

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20354.2—2014

---

**压水堆核电厂汽轮机转子设计制造规范**  
**第2部分：套装转子**

**Design and manufacturing specification of steam turbine rotor for pressurized  
water reactor nuclear power plant - Part 2: Shrunk rotor**

2015 - 07 - 01 发布

2015 - 12 - 01 实施

国家能源局 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 设计要求 .....	1
5 锻件要求 .....	3
6 制造要求 .....	3
7 高速动平衡试验 .....	5
8 质量保证 .....	5
9 包装、运输和贮存 .....	5

## 前 言

NB/T 20354《压水堆核电厂汽轮机转子设计制造规范》分为3个部分：

- 第1部分：整锻转子；
- 第2部分：套装转子；
- 第3部分：焊接转子。

本部分为NB/T 20354第2部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本部分由核工业标准化研究所归口。

本部分由上海电气电站设备有限公司上海汽轮机厂负责起草，东方电气东方汽轮机有限公司、哈尔滨汽轮机厂有限公司和中广核工程有限公司参与起草。

本部分主要起草人：周一工、何阿平、蒋浦宁、沈红卫、黄庆华、高清辉、申如国、许雄国、姜成仁、崔建国、刘双明。

# 压水堆核电厂汽轮机转子设计制造规范

## 第2部分：套装转子

### 1 范围

本部分规定了压水堆核电厂汽轮机套装转子的设计、制造、装配、检验、动平衡、包装、运输、贮存等技术要求。

本部分适用于压水堆核电厂汽轮机套装转子的设计制造。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1182	形状和位置公差
GB/T 6557	挠性转子的机械平衡
DL/T 893	电站汽轮机名词术语
JB/T 2862	汽轮机包装技术条件
JB/T 4058	汽轮机清洁度
JB/T 8468	锻钢件磁粉检验方法
HAD 102/04	核电厂内部飞射物及其二次效应的防护

### 3 术语和定义

DL/T 893 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**止口 spigot**

在工件上加工出的用于两个工件定位的凸台或凹槽。

#### 3.2

**首件认证 FAI first article inspection**

为了确认主轴和叶轮的材料性能及制造过程是否与设计规范/图样/标准一致而在批量生产前对首件产品实施的检查。

### 4 设计要求

#### 4.1 总体要求

4.1.1 转子体在规定的使用条件下的设计寿命应不低于 40 a。

4.1.2 飞射物发生概率应满足国家核安全导则 HAD 102/04。



4.1.3 转子应选材合理，转子的设计结构应满足强度、振动等的要求，保证安全运行稳定可靠。转子设计至少应考虑的因素如下：

- a) 工作转速运转或超速时动叶片和转子体的质量引起的离心应力；
- b) 转子传递功率引起的扭应力；
- c) 轴向推力及其引起的应力；
- d) 机组由启停机、升降负荷引起的热应力及疲劳；
- e) 转子质量引起的弯应力和轴系中心偏差引起的附加弯应力及疲劳；
- f) 接近临界转速和转子剩余不平衡力引起的振动；
- g) 轴系扭转振动和发电机短路引起的扭应力；
- h) 轴承油膜震荡和蒸汽涡动引起的轴系的振动；
- i) 湿蒸汽区的应力腐蚀；
- j) 在规定的启停、运行条件及超速试验时叶轮与主轴之间的安全性；
- k) 主轴与叶轮接触应力；
- l) 装配完成后叶轮外圆直径的变化。

4.2 结构设计

4.2.1 转子体

- 4.2.1.1 转子体应具有合理的结构形式和几何尺寸，并保证加工、热套和装配空间。
- 4.2.1.2 转子体在直径突变的部位，应采用圆弧光滑过渡，避免应力集中。
- 4.2.1.3 应考虑平衡校正面的位置，平衡校正面位置应设置在转子体的两端和中部，并满足现场动平衡不揭缸的需要。
- 4.2.1.4 转子应设计有合理的起吊位置和结构。

4.2.2 轮槽

- 4.2.2.1 轮槽（叶根槽）应具有足够的强度、合理的结构型线和尺寸。
- 4.2.2.2 轮槽（叶根槽）应具有良好的工艺性，以方便加工和安装。

4.2.3 粗糙度

转子制造完工后表面粗糙度（ $R_a$ ）应满足表1要求。

表1 转子表面粗糙度

位置	粗糙度/ $\mu\text{m}$	备注
振动和偏心测量处	$R_a \leq 0.8$	如有
轴颈（与轴瓦配合面）	$R_a \leq 0.8$	-
推力盘端面（与轴瓦配合面）	$R_a \leq 0.8$	如有
叶根槽工作面	$R_a \leq 1.6$	-
主轴、叶轮、联轴器的套装接触面	$R_a \leq 3.2$	-
其他表面粗糙度要求按制造厂要求执行。		

4.2.4 尺寸公差

套装转子制造完工后尺寸公差及形位公差应满足表2要求。



表2 套装转子尺寸公差及形位公差

类型	内容	允许的公差 mm
套装前公差	轴颈外圆直径	±0.05 或 h6
	各叶轮外圆、与汽封配合的转子外圆、挡油环处转子外圆、振动和偏心测量处转子外圆直径	±0.10 或 h9
	推力盘端面相对基准轴的全跳动度（如有）	0.02
	轴颈的圆柱度	0.02
	轴颈的径向圆跳动	0.02
	加工基准面对基准轴的垂直度	0.02
	叶轮端面对基准面的全跳动度	0.05
	转子测振处外圆对基准轴的全跳动度（如有）	0.02
	叶轮内孔的圆柱度	0.02
套装后公差	叶轮、联轴器外圆对轴径的全跳动度	0.10
	叶轮端面对轴径的全跳动度	0.15
	联轴器外端面对轴径的全跳动度	0.02
	联轴器止口直径对基准轴的同轴度或跳动度	φ0.02 / 0.02
	各基准面间轴向尺寸	±0.50
	各叶轮端面和联轴器端面相对于基准面轴向尺寸	±1.0
其余各类公差按制造厂要求执行。 注：h为轴公差带（见GB/T 1182）。		

5 锻件要求

5.1 首件认证

- 5.1.1 锻件制造商在制造主轴和叶轮锻件前应进行首件认证。
- 5.1.2 锻件制造商应在首件主轴和叶轮锻件制造之前按照需方的要求编制主轴和叶轮锻件制造和质量控制计划，并提供给需方认可。
- 5.1.3 首件主轴和叶轮锻件通过首件认证后，锻件制造商应将制造工艺和检查程序固化。

5.2 一般要求

- 5.2.1 锻件技术要求应按相应的需方技术条件执行。
- 5.2.2 需方应提供标明化学分析、金相分析和力学性能试验取样位置和取样数量的锻件订货图样。
- 5.2.3 需方如有本部分规定以外的技术要求应在订货合同或技术协议中写明。
- 5.2.4 锻件制造商应保存每一锻件在各个生产工序中的完整制造记录（包括试验和检查记录），以便需方及最终用户追踪审查。
- 5.2.5 锻件制造商应通过需方的合格供应商资质审查。

6 制造要求

6.1 总体要求



### 6.1.1 工艺方案

套装转子工艺设计时，应对主要的工艺方案进行评审，评审通过后形成正式生产工艺。转子制造工艺方案应至少包括以下内容：

- a) 工件吊装装备和吊装方法；
- b) 加工设备；
- c) 装夹找正方法；
- d) 特殊部位加工方法；
- e) 套装设备及方法；
- f) 轮盘加热设备；
- g) 检测手段；
- h) 动叶片装配方法；
- i) 装配后加工。

### 6.1.2 套装基本要求

6.1.2.1 转子的套装应采用专用设备；应具有紧急备用电源；

6.1.2.2 应对操作人员进行专业培训和安全教育；操作时主要操作人员应穿戴隔热服；

6.1.2.3 套装工作区域应采取隔离防护措施；冷却时不允许有明显气流或强制冷却。

### 6.2 套装前零件加工及检验

6.2.1 加工前应确认零件来料合格。

6.2.2 按照设计图样、工艺要求加工主轴和轮盘等。

6.2.3 加工后应进行尺寸及磁粉等检查和记录，磁粉检查按照 JB/T 8468 或制造厂标准进行。

6.2.4 检查合格后应进行清洁、保护、标识，防止磕碰、拉毛和锈蚀。

### 6.3 套装过程

#### 6.3.1 零件确认

转子各零件应按图样进行确认。

#### 6.3.2 加热

6.3.2.1 加热前应按 JB/T 4058 清洁度洁-2 对零件进行清洁。

6.3.2.2 可采用电阻加热或感应加热等方法，并保证轮盘受热均匀。

6.3.2.3 加热的温度、时间及轮盘内、外径温差应控制在图样和工艺要求的范围内。

6.3.2.4 加热的过程应保留完整记录并备案。

#### 6.3.3 套装

6.3.3.1 轮盘加热到所需温度并按规定时间保温后，应立即进行套装。

6.3.3.2 轮盘的套装应在规定的时间内完成。

6.3.3.3 套装后如有必要按图样对转子体进行加工和装配。

#### 6.3.4 套装后检验

应对外观和尺寸进行检验并记录。



#### 6.4 套装后加工

对转子体相关区域进行加工，并满足图样要求。

#### 6.5 动叶片装配及围带加工

##### 6.5.1 静平衡

根据动叶片安装到转子本体上后对转子不平衡的影响量，将动叶片分为三类：

- a) 不进行排序；
- b) 按质量排序；
- c) 按重力矩排序；

动叶片应按装配顺序结果进行编号并打印标识。

##### 6.5.2 动叶片的装配

动叶片的装配应按照排序情况编号和技术要求进行装配并检验，装配应满足图样要求。

##### 6.5.3 围带加工

动叶片装配完成后，必要时对围带进行加工以满足图样要求。

#### 7 高速动平衡试验

高速动平衡试验按 GB/T 6557 进行。

高速动平衡试验完成后进行检查、清理、保护及必要的加工，动平衡后的加工应不影响动平衡合格的结果。

#### 8 质量保证

转子的质量控制按照各制造厂的质保体系和质量控制计划执行，并对其检查记录和质量文件进行归档管理。

#### 9 包装、运输和储存

##### 9.1 包装要求

包装应满足 JB/T 2862 的要求，同时应考虑公路、海运、水运、铁路运输等运输方式，以及多次装卸和储存的要求。

##### 9.2 运输要求

9.2.1 转子运输应采用转子专用包装箱及支架。

9.2.2 陆路运输应考虑运输路线所经过的桥梁、涵洞、收费站等限制宽度和高度的尺寸，并制定合理的运输方案。

9.2.3 若转子径向尺寸过大而导致无法陆路运输，可采用拆卸动叶片的方法，降低转子直径尺寸。

9.2.4 运输过程中，应装载牢固，保证运输，避免转子串动或翻落。

##### 9.3 贮存要求



- 9.3.1 储存地应是防火、抗裂、防风雨、防凝露和良好通风的建筑物或库房。
  - 9.3.2 储存地应具有铺砌或类似地面，应能防止雨水浸入以及昆虫、鼠类等进入。
  - 9.3.3 现场储存时，应定期对转子翻身，时间间隔不应超过3个月，沿圆周方向旋转180°，在翻身过程中做好保护措施，防止把原包装防锈层破坏。
  - 9.3.4 如果出现包装防锈层破损，应补全防锈层，或把被破坏的部位全部清理干净，并均匀涂刷防锈油。
-

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
压水堆核电厂汽轮机转子设计制造规范  
第 2 部分：套装转子  
NB/T 20354.2—2015

\*

核工业标准化研究所发行  
北京海淀区骚子营 1 号院  
邮政编码：100091  
电话：010-62863505  
机械工业信息研究院印制部印刷  
版权专有 侵权必究

\*

2015 年 12 月第 1 版      2015 年 12 月第 1 次印刷  
印数 1—50      定价 21.00 元