

# T/STIC

团 体 标 准

T/STIC 110010—2025

代替 T/STIC 110010-2021

## 1000MW 等级超超临界二次再热汽轮机规范

1000MW grade ultra-supercritical double reheat steam turbine specifications

2025 - 09 - 17 发布

2025 - 09 - 17 实施

全国团体标准信息平台

## 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 .....	3
4.1 参考边界 .....	3
4.2 主要性能参数 .....	3
4.3 寿命 .....	3
5 汽轮机系统 .....	4
5.1 概述 .....	4
5.2 汽轮机本体 .....	4
5.3 辅助系统 .....	4
5.4 仪控系统 .....	5
6 产品检验 .....	8
7 产品试验 .....	8
7.1 试验项目 .....	8
7.2 水压试验 .....	8
7.3 动平衡及超速试验 .....	8
7.4 阀门试验 .....	8
7.5 油箱性能试验 .....	9
7.6 控制系统（TCS）验收试验 .....	9
7.7 性能试验 .....	9
7.8 振动 .....	9
7.9 噪声 .....	9
8 铭牌、包装、运输、安装 .....	9
8.1 铭牌 .....	9
8.2 包装运输 .....	10
8.3 储存 .....	10
8.4 安装和投运 .....	10

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件代替T/STIC 110010—2021《1000 MW等级超超临界二次再热汽轮机》。与T/STIC 110010—2021相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 修改了边界参数的定义（见3.3.1）；
- b) 修改了汽耗率的定义（见3.5.2）；
- c) 修改了热耗率的定义（见3.6.1）；
- d) 增加了设计寿命的定义（见3.7.1）；
- e) 增加了运行小时的定义（见3.7.2）；
- f) 增加了等效运行小时的定义（见3.7.3）；
- g) 修改了主要性能参数，增加了机组的灵活性指标（见4.2）；
- h) 增加了机组寿命的要求（见4.3）；
- i) 增加了中压缸的结构形式（见5.2.2）；
- j) 增加了超高压阀门三阀一体式阀门结构（见5.2.4）；
- k) 增加了对转速和负荷调整（或控制）的限定（见5.4.3.2.2）；
- l) 增加控制系统的要求（见5.4.3.2.6）；
- m) 修改了无扭振自振频率的工频和二倍工频上限范围，修改了各转子轴系在通过临界转速时的轴承振动值（见7.8）；
- n) 增加了铭牌、包装、运输、安装的要求（见8）。

本文件由上海市检验检测认证协会提出并归口。

本文件起草单位：上海电气电站设备有限公司汽轮机厂、上海市检验检测认证协会、上海添唯认证技术有限公司。

本文件主要起草人：包锦华、王海涛、康明、李荐鹤、王荣、周欣康、周嘉琳。

承诺执行单位：上海电气电站设备有限公司汽轮机厂、上海市检验检测认证协会、上海添唯认证技术有限公司、上海机械工业质量管理协会、无锡透平叶片有限公司。

本文件历次发布情况：

——2018年首次发布；2021年第一次修订

——本次修订为第二次修订。

# 1000MW 等级超超临界二次再热汽轮机规范

## 1 范围

本文件规定了1 000 MW等级超超临界二次再热汽轮机的术语定义、设计要求、本体、辅助系统、仪控系统、产品检验试验以及铭牌、包装、运输、安装等要求。

本文件适用于1 000 MW等级超超临界二次再热汽轮机。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5578—2024 固定式发电用汽轮机规范

GB/T 7441—2008 汽轮机及被驱动机械发出的空间噪声的测量

GB/T 8117.1 汽轮机热力性能验收试验规程 第1部分：方法A-大型凝汽式汽轮机高准确度试验

GB/T 8117.2 汽轮机热力性能验收试验规程 第2部分：方法B-各种类型和容量的汽轮机宽准确度试验

GB/T 22198 汽轮机转速控制系统验收试验

DL/T 863 汽轮机启动调试导则

DL/T 893—2021 电站汽轮机名词术语

JB/T 2862 汽轮机包装 技术条件

JB/T 9629 汽轮机承压件 水压试验技术条件

ASME PTC 6 汽轮机性能验收试验规程 (Performance test code 6 on steam turbine)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 汽轮机型式

排汽直接进入凝汽器的汽轮机。

注：凝汽式汽轮机的排汽压力一般低于大气压力。

[来源：GB/T 5578—2024, 3.1.4]

#### 3.1.1

**再热式汽轮机 reheat turbine**

蒸汽从汽轮机膨胀过程中抽出，经加热（一次或多次）后重新返回的汽轮机。

### 3.2 进汽和再热方式

#### 3.2.1

**全周进汽 full-arc admission**

第一级进汽环圆周方向完整且连续，蒸汽通过第一级全周所有静叶后均匀进入动叶。

#### 3.2.2

**二次再热 double reheat**

蒸汽从汽轮机膨胀过程中抽出，再加热二次后重新返回汽轮机继续膨胀做功。

### 3.3 参数

#### 3.3.1

**边界参数 terminal condition**

在合同的装置边界点上规定的参数。

注：这些参数通常包括：

——新蒸汽和再热蒸汽参数（指再热汽阀进口处的蒸汽参数，也被称作热端再热蒸汽参数）；

- 冷端再热压力；
- 最终给水温度（有回热循环的汽轮机）；
- 排汽压力；
- 输出功率；
- 转子转速；
- 抽汽要求；
- 回补水要求。

[来源：GB/T 5578—2024，3.3.2]

### 3.3.2

#### 主蒸汽参数 initial steam condition

主汽阀进口处的蒸汽参数。

### 3.3.3

#### 再热蒸汽参数 reheat steam condition

再热汽阀进口处的蒸汽参数（也称再热热段蒸汽参数）。

### 3.3.4

#### 超超临界 ultra-supercritical

水蒸汽达到其超临界参数24.2 MPa(a)/566 °C/566 °C之上的状态。

## 3.4 功率

注：除非另有规定，所有功率或出力都是对汽轮机在额定边界参数（指合同上标明和/或保证的规定输出功率、热耗率所对应的终端参数。由于有些核电蒸汽发生器的供汽压力随负荷降低而升高，汽轮机设计时应考虑到该情况下运行而言）。

### 3.4.1

#### 功率 power

汽轮机或其被驱动机械的功率。

注：其定义宜说明测量位置和所有扣除的损失或辅助功率；功率也称作输出功率或负荷。

[来源：GB/T 5578—2024，3.5.1]

### 3.4.2

#### 额定功率 rated power

在规定的设计条件（主蒸汽压力、主蒸汽温度、蒸汽流量、背压、补给水率等）下，汽轮机运行时发电机端子处的保证连续功率。该功率一般为铭牌功率。

注：此处背压宜考虑冷却介质的全年最高温度下的冷端参数优化。

## 3.5 蒸汽流量与汽耗率

### 3.5.1

#### 主蒸汽流量 initial steam flow

在主蒸汽参数下进入汽轮机的蒸汽流量。该蒸汽包括供应阀杆、汽封或平衡活塞的所有蒸汽，也应包括供应辅机（例如，锅炉给水泵汽轮机、汽/汽再热器、射汽抽气器等）的所有蒸汽。

### 3.5.2

#### 汽耗率 steam rate

新蒸汽流量与输出功率之比。

注：新蒸汽流量指在新蒸汽参数（指主汽阀进口处的蒸汽参数，也被称为主蒸汽参数）下，进入汽轮机主汽阀的蒸汽流量。该蒸汽流量包括供应阀杆、汽封或平衡活塞的所有蒸汽，也包括供应辅机（例如，锅炉给水泵汽轮机、汽/汽再热器、射汽抽气器等）的所有蒸汽。

[来源：GB/T 5578—2024，3.6.1]

## 3.6 热耗率

### 3.6.1

#### 热耗率 heat rate

外界输入循环的热量与输出功率之比。

注：热耗率是热效率的倒数。

[来源：GB/T 5578—2024，3.7.1]

## 3.7 寿命

### 3.7.1

**设计寿命 design life**

汽轮机的设计运行时间。

注：这种运行含计划性保养，但不包括像转子等重要部件的更换。

[来源：GB/T 5578—2024，3.11.1]

**3.7.2****运行小时 running hours**

汽轮机带蒸汽运行的小时数。

[来源：GB/T 5578—2024，3.11.2]

**3.7.3****等效运行小时 equivalent operation hours**

一台机组在考虑各种因素影响后的折合运行时间，通常用来作为估算检修维护周期的依据。

注：等效运行小时 $T_{eq}$ 按公式 $T_{eq}=T_{act}+n_s \times T_s$ 进行评估，其中：

—— $T_{act}$  为机组实际运行小时数；

—— $n_s$  为机组所有冷态、温态、热态和极热态启动次数的总和；

—— $T_s$  为启动加权系数，通常取25。

[来源：DL/T 893—2021，3.11.33]

**4 设计要求****4.1 参考边界**

参考边界如下：

- a) 额定背压：4.8 kPa；
- b) 夏季背压：9.1 kPa；
- c) 给水泵驱动方式：给水泵汽轮机；
- d) 给水泵汽轮机额定背压：5.3 kPa；
- e) 额定给水温度：327.5 °C；
- f) 高压加热器抽汽管道压损：3 %；
- g) 其余各加热器抽汽管道压损：5 %；
- h) 一次再热系统压损：6 %；
- i) 二次再热系统压损：10 %；
- j) 给水泵汽轮机进汽管道压损：5 %；
- k) 发电机效率：99 %；
- l) 给水泵效率：86 %；
- m) 给水泵汽轮机效率：85 %。

注：上述边界为典型机组的参考值，机组性能基于参考边界设定，实际项目边界可存在差异。

**4.2 主要性能参数**

主要性能参数如下：

- a) 额定功率 $\geq 1\ 000$  MW；
- b) 额定主蒸汽压力 $\geq 31$  MPa(a)；
- c) 额定主蒸汽温度 $\geq 600$  °C；
- d) 额定一次/二次再热蒸汽温度 $\geq 600$  °C；
- e) 回热加热级数 $\geq 10$  级；
- f) 深度调峰最小发电出力达到20 %额定负荷；
- g) 50 %及以上负荷的负荷变化率达到2.2 %额定负荷/min；30 %~50 %负荷的负荷变化率达到1 %额定负荷/min。

注：基于以上主要参数和边界条件汽轮机热耗率不高于7 100 kJ/kWh。实际工程中边界条件与给定的参考边界存在偏差，则根据汽轮机性能试验相关规程（ASME PTC 6或同等标准）中的修正方法，对热耗率按边界差异进行修正。

**4.3 寿命**

机组的设计寿命为30年，等效运行小时为20万小时。

## 5 汽轮机系统

### 5.1 概述

二次再热汽轮机系统构成包括汽轮机本体、辅助系统、仪控系统三大部分，汽轮机本体见5.2，辅助系统见5.3，仪控系统见5.4。汽轮机系统组成如图1所示。

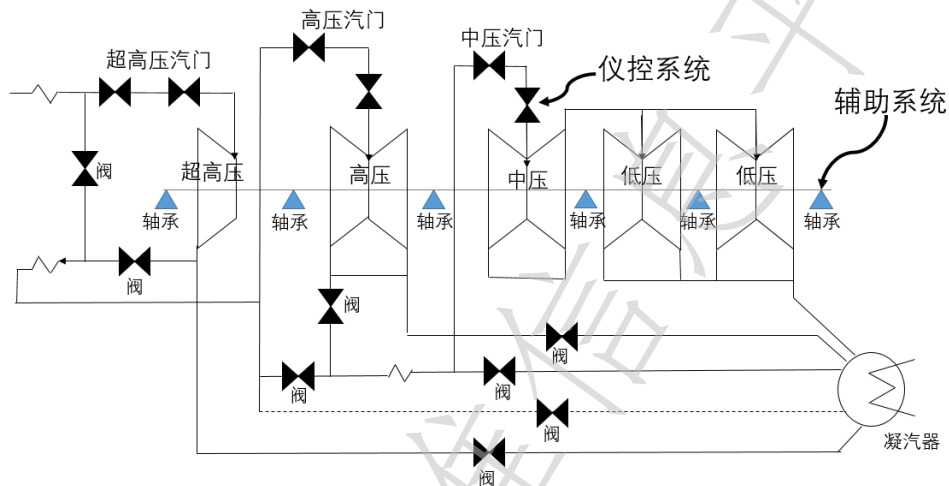


图1 汽轮机系统组成

### 5.2 汽轮机本体

#### 5.2.1 本体构成

二次再热机组本体部分包括1个超高压模块、1个高压模块、1个中压模块及多个低压模块。超高压模块主要由超高压缸及超高压阀门组成，高压模块主要由高压缸及高压阀门组成，中压模块主要由中压缸及中压阀门组成。超高压缸、高压缸、中压缸及低压缸采用单轴连接，汽缸内部分别含有转子、叶片、汽缸内含有转子、叶片、汽封体、汽封片等。

#### 5.2.2 汽缸和轴承座

超高压缸、高压缸及低压缸由两层缸组成，分为外缸及内缸。中压缸由三层缸组成，分为外缸、外内缸及内缸。汽轮机模块为单轴承支撑，轴承及轴承座个数为 $N$ （汽轮机模块数）+1个。在汽轮机转子及汽缸死点位置设置了径向推力联合轴承，其它为径向轴承。

#### 5.2.3 转子

包括超高压转子、高压转子、中压转子及低压转子，各转子上带有一定数量的叶片。

#### 5.2.4 阀门

超高压阀门有两个，分别在超高压缸左、右两侧布置。高压阀门有两个，分别在高压缸左、右两侧布置。中压阀门有两个，分别在中压缸左、右两侧布置。超高压阀门、高压阀门、中压阀门均为主汽门及调节汽门联合一体门，分别通过主汽门油动机及调节汽门油动机控制。基于实际需求，超高压阀门也可为主汽门、调节汽门、补汽阀三阀一体式阀门，其中补汽阀由补汽阀油动机控制。

### 5.3 辅助系统

#### 5.3.1 辅助系统构成

汽轮机辅助系统构成包括润滑油系统、控制油系统、汽封系统、疏水系统、盘车装置及系统管道。

#### 5.3.2 润滑油系统

5.3.2.1 汽轮机润滑油系统采用“电动主油泵”供油系统，由主油箱、2×100 %交流润滑油泵(即电动主油泵)、1×100 %直流润滑油泵、冷油器、滤油器、排油烟风机、顶轴油泵、电加热器、管道、阀门及仪表等组成。

5.3.2.2 主油箱应采用方形模块化结构。

5.3.2.3 交流润滑油泵是由交流电动机驱动的液下离心泵，安装在油箱顶板上。

5.3.2.4 直流润滑油泵是由蓄电池供电的直流电动机驱动的液下离心泵，应能实现快速启动。

5.3.2.5 冷油器、润滑油过滤器、顶轴油过滤器、排油烟风机均采用一用一备配置，方便设备的在线检修与更换。

5.3.2.6 为减少盘车或启动时的起动力矩和轴承的磨损，应供应一套顶轴油系统向汽轮机和发电机各轴承供给高压油以顶起转子。

5.3.2.7 各供油支管应设有节流阀以确保各轴承供油量及供油压力可调。

5.3.2.8 润滑油系统设计应确保在正常运行时，每个主轴承运行的排油温度一般不超过 75℃。

### 5.3.3 控制油系统

5.3.3.1 控制系统用动力油来自一个完全独立的油源。由油箱、2×100 %供油油泵、循环泵、冷油器、滤油器、电加热器(可选)、蓄能器、油再生装置、管道、阀门及各种仪表等组成。

5.3.3.2 供油泵应是两台，当一台泵故障时能自动切换至另一台。切换过程中应采取措施维持控制油的压力。

5.3.3.3 冷油器和滤油器也应冗余配置并可在运行中切换。

5.3.3.4 控制油管道采用 304 不锈钢

### 5.3.4 汽封系统

5.3.4.1 汽封系统由汽封供汽阀门站、汽封溢流阀门站、汽封减温装置、汽封管路、汽封蒸汽滤网、汽封冷却器等设备组成。

5.3.4.2 汽封蒸汽的控制应是完全自动化的。

### 5.3.5 疏水系统

5.3.5.1 在汽轮机启动或长期停机后重启过程中，其汽缸和蒸汽管道必须预热达到汽轮机升速和升负荷允许的温度，避免管道和汽缸由于温差应力的影响而超过许用极限。疏水系统的功能是去除汽缸和管道在预热过程中产生的凝结水。各疏水管路通过疏水阀连接至母管(疏水集管)。这些母管再将蒸汽排放到一个或多个凝汽器立管或疏水扩容器中。

5.3.5.2 疏水系统由气动疏水阀、节流孔板、疏水管路等设备组成。

### 5.3.6 盘车装置

为限制汽轮机停机中转子产生热变形，应设置盘车装置以使转子在停机时，能连续或断续地缓慢转动。当润滑油的供给不充分或齿轮未能完全啮合以前，不能开始盘转。汽轮机转速超过盘车转速时，盘车装置应自动脱开。

### 5.3.7 系统管道

所有蒸汽、水、油或空气管道宜采用符合国内标准或国际标准的钢材。应尽可能用焊接接头，必要时经商定也可采用其它连接形式。

## 5.4 仪控系统

### 5.4.1 仪控系统构成

汽轮机仪控系统包括监测仪表与就地测量仪表、控制系统和保护系统。

### 5.4.2 监测仪表与就地测量仪表

5.4.2.1 汽轮机应设置有运行和监视所需的各种仪表。

5.4.2.2 应在下列地方设置一次测量元件：

a) 转速：

——汽轮机的转速。

b) 压力：

——在靠近主汽阀滤网前的主蒸汽、一次再热和二次再热蒸汽进口处；

——去各级给水加热器的抽汽；

——每个汽缸的排汽；

——供给轴承的润滑油；

——控制系统的供油。

c) 温度：

——主蒸汽、一次再热和二次再热蒸汽；

——超高压、高压、中压缸和低压缸的排汽；

——汽轮机进汽阀门、汽轮机汽缸壁金属温度；

——去各级给水加热器的抽汽；

——润滑油冷油器出口油；

——各轴承轴瓦金属温度和回油温度。

——控制油温度。

d) 液位：

——主润滑油箱的油位；

——控制油箱的油位。

e) 阀位：

——超高压、高压和中压蒸汽主汽门和调节型阀门的开度。

5.4.2.3 应装设下述监视仪表：

a) 转子的位移：

——转子（推力盘）相对于推力轴承的相对位移（轴向位移）。

b) 振动：

——轴承座的绝对振动（冗余配置）；

——转子相对轴承座的相对振动（X和Y向）。

c) 汽缸膨胀；

d) 转子偏心和相位。

5.4.2.4 仪表设置原则如下：

a) 所有能直接引起机组跳闸、辅机联锁的重要参数设置独立的三重冗余测量；

b) 随机提供的指示表、开关量仪表、测温元件及控制设备应选用通用产品并符合国际国内标准；

c) 就地指示仪表的精度至少为1级；

d) 所有过程逻辑开关的精度至少为 $\pm 0.5\%$ ；

e) 变送器精度不低于0.075级。

### 5.4.3 控制系统

#### 5.4.3.1 概述

汽轮机控制系统（TCS）主要由电子控制柜、操作员接口、伺服油动机等组成。TCS接受来自汽轮机组的反馈信号（转速、功率、主汽压力等）及运行人员的指令，进行计算，输出信号至伺服油动机。控制方式可以方便地选择如汽机跟踪，锅炉跟踪，协调运行等。

#### 5.4.3.2 功能

5.4.3.2.1 控制系统应能够根据运行要求，在不同情况下对汽轮机转速、负荷、主汽阀前蒸汽压力等进行控制。

5.4.3.2.2 当空负荷运行时，汽轮机转速应至少能在额定转速 $\pm 5\%$ 范围内能进行调整。在额定转速下，转速和负荷控制器改变目标负荷（从零调到满负荷）的时间通常不应超过50s。

5.4.3.2.3 控制系统还应能包括：

a) 当发电机孤立运行时，从空负荷到满负荷之间（包括两者）所有负荷下的转速保持稳定；

b) 当与其他发电机并列运行时，把能量稳定地输入电网。

5.4.3.2.4 控制系统和蒸汽阀门操纵机构应能做到，在额定工况或者异常工况下，即使瞬时甩去能达到的最大负荷的任何负荷，都不应引起足以导致汽轮机跳闸的瞬时超速。

5.4.3.2.5 控制系统具有汽轮机组自启停功能，在运行人员最少的干预下，以转子、汽缸、阀门的热应力计算为基础，自动控制汽轮机组从盘车状态到冲转、暖机、到额定转速、并网发电的全过程。

5.4.3.2.6 控制系统接受协调控制负荷指令或运行人员输入负荷指令，控制机组负荷。负荷的变化速率由运行人员确定，并不超过实时计算的热应力限制。

#### 5.4.3.3 性能

5.4.3.3.1 不等率的设定根据电网频率与额定频率的偏差需要增加或减少的输出功率而定。机组控制系统的总不等率应在3%~5%之间。

5.4.3.3.2 机械式迟缓率应小于0.10%。

5.4.3.3.3 电液式迟缓率应小于0.06%。

5.4.3.3.4 汽轮机进汽调门通过伺服阀控制从关闭到全开的时间小于1.6 s，主汽门调门快关时间小于0.2s。

#### 5.4.3.4 硬件要求

5.4.3.4.1 系统符合“故障安全”设计准则，当系统故障时保证可靠停机，并对可能的误操作采取有效的防范措施。

5.4.3.4.2 控制系统的设计不应在任何部件故障时妨碍汽轮机安全停机。

5.4.3.4.3 系统具有自诊断、自恢复和抗干扰能力。

5.4.3.4.4 控制系统依据分层、分散控制原则，除CPU处理器、I/O模件、通信处理器和电源冗余外，对重要的I/O信号（如转速、功率）采用三冗余配置。

5.4.3.4.5 具有与DCS的通讯接口，冗余的高速通讯网络保证信息通畅。

5.4.3.4.6 除满足机组启动运行控制要求外，系统具有一定的I/O裕量以便未来进行功能扩展。

#### 5.4.4 保护系统

5.4.4.1 应设置独立且分开的汽轮机保护系统，该系统监视汽轮机的重要运行参数，当这些参数超过运行限制时，发出停机信号，快速关闭汽轮机进汽阀门，遮断汽轮机组。

5.4.4.2 保护装置应按失效保护原则设计。

5.4.4.3 当引发跳闸系统动作的条件消失后，不应使跳闸装置自动复位和蒸汽阀重新开启。跳闸系统应设计成只能手动复位，在跳闸系统复位之前，任何蒸汽阀不能重新开启。

5.4.4.4 跳闸系统应包含下列装置（但并不局限于此），且其中任何一个装置动作均应导致保护系统动作：

- a) 超速跳闸；
- b) 汽轮机就地手动跳闸；
- c) 凝汽器真空度低跳闸；
- d) 轴承振动高跳闸；
- e) 润滑油油箱液位过高/低跳闸；
- f) 润滑油压过低跳闸；
- g) 轴向位移过大跳闸；
- h) 控制系统失电故障跳闸；
- i) 由发电机或其辅助系统故障引发的跳闸；
- j) 锅炉侧故障跳闸；
- k) 电气系统故障跳闸。

5.4.4.5 除控制系统外，汽轮发电机组还应设置独立动作的超速保护装置，以防止超速。超速保护装置的要求如下：

- a) 超速保护装置通常应在超过额定转速10%的转速动作，其允差为额定转速的±1%（即超过额定转速的动作转速不应大于额定转速的11%或低于9%）；
- b) 采用电子式超速保护装置，配置冗余的两套装置，任何一套动作时都应能关闭所有主汽阀和调节阀；

- c) 当机组在额定转速运行时,可在线进行每套超速装置功能正确性的验证试验,而不使保护系统动作。当一套超速保护装置正在做试验时,另一套装置能正常工作;
- d) 在汽轮机转速下降到不低于额定转速时,超速保护装置就应能复位;
- e) 低压排汽缸和凝汽器应设置足够尺寸的释放阀或泄放膜以防止超压,以保证其压力不超过允许值;
- f) 为限制甩负荷时的转速飞升,在绝对压力大于 0.098 MPa 的抽汽管道上设置抽汽止回阀,该阀门的位置应尽可能靠近汽轮机的抽汽口。

## 6 产品检验

汽轮机产品应经制造厂质量部门检验合格,并附有合格证、产品质量证明书方能出厂。产品质量证明书应至少包括超高压、高压、中压、低压模块的装配、检验记录,转子原材料化学成分分析及探伤报告,汽缸、持环材料试验报告及探伤报告。

## 7 产品试验

### 7.1 试验项目

每台汽轮机所需执行的试验项目按表1执行。

表1 汽轮机试验项目汇总表

序号	试验项目	关联章条号	试验阶段	试验实施方
1	水压试验	10.2	■出厂前 □运行中	■制造厂 □业主方
2	动平衡及超速试验	10.3	■出厂前 □运行中	■制造厂 □业主方
3	阀门严密性试验	10.4.1	□出厂前 ■运行中	■制造厂 □业主方
4	阀门活动性试验	10.4.2	■出厂前 ■运行中	■制造厂 ■业主方
5	油箱性能试验	10.5	■出厂前 □运行中	■制造厂 □业主方
6	控制系统验收试验	10.6	■出厂前 □运行中	■制造厂 □业主方
7	性能试验	10.7	□出厂前 ■运行中	□制造厂 ■业主方
8	振动监测	10.8	□出厂前 ■运行中	□制造厂 ■业主方
9	噪声测定	10.9	□出厂前 ■运行中	□制造厂 ■业主方

### 7.2 水压试验

7.2.1 对于大的承压铸件,如汽缸及阀壳。在其制造完成后,需要进行水压试验。其试验压力至少应超过在额定边界参数(如 3.3 所定义)的任何负荷下可能出现的最大压力的 50 %。

7.2.2 水压试验应符合 JB/T 9629 的规定。

### 7.3 动平衡及超速试验

超速试验应在超过最高计算转速2 %的转速下进行,最高计算转速是假定在调速器失灵且最高转速仅受到超速跳闸装置动作的限制时可能出现的转速值,超速试验持续时间不应超过2 min。并只可进行一次。超速试验不应超过额定转速的120 %。动平衡机超速试验应按制造厂规定的试验大纲或标准执行。

### 7.4 阀门试验

#### 7.4.1 阀门严密性试验

7.4.1.1 阀门严密性试验应在额定汽压、正常真空和汽轮机空负荷运行时进行。

7.4.1.2 超高压、高压、中压主汽阀或超高压、高压、中压调节汽阀分别全关而另一汽阀全开时,应保证汽轮机转速降至 1000r/min 以下。

7.4.1.3 当主(一次再热、二次再热)蒸汽压力偏低时,但不低于 50%额定压力时,汽轮机转速下降值 N 按下式修正:

$$N=(p/p_0) \times 1000 \text{r/min}$$

式中：p为试验时的主蒸汽压力或再热蒸汽压力，单位：MPa

p<sub>0</sub>为额定主蒸汽压力或再热蒸汽压力，单位：MPa

操作要求按DL/T 863执行。

#### 7.4.2 阀门活动性试验

7.4.2.1 阀门应定期对各蒸汽阀门进行部分行程或全行程活动试验，以确定阀门未发生卡涩。通过运行人员在TCS监控画面启动阀门试验顺控，顺控程序安装预设的顺序对每个阀门进行开关试验。如试验过程中发生故障，试验终止并发出报警信号。

7.4.2.2 阀门活动试验不得导致机组负荷出现明显波动。另外，汽轮机在进行阀门活动试验时，还应满足其汽轮机供方规定的其他限制条件。

#### 7.5 油箱性能试验

7.5.1 为确保油箱性能达到设计要求，在油箱制造设备出厂前，应进行性能试验。

7.5.2 设备设计方应按具体项目编制油箱性能试验大纲，制造厂按试验大纲进行性能试验，并做好试验记录。

#### 7.6 控制系统（TCS）验收试验

控制系统在设备出厂前，应在制造厂内按技术人员编制的TCS系统验收规程，对整个控制和保护系统按照制造厂的试验规范进行硬件和系统功能测试试验，试验合格方可出厂。

#### 7.7 性能试验

7.7.1 性能试验在机组正式投运后实施，性能试验时间、试验测点及安装要求、计算方法等内容按GB/T 8117.1或GB/T 8117.2或ASME PTC 6进行。转速和负荷调节试验应按GB/T 22198进行。

7.7.2 在额定工况下，按参考边界修正后，汽轮机机组功率应 $\geq 1\ 000$  MW，汽轮机热耗率应 $\leq 7\ 100$  kJ/kWh。

#### 7.8 振动

7.8.1 汽轮发电机组的轴系各阶临界转速与工作转速应避开-10%至+15%的区间。在工频和二倍工频-10%至+10%范围内无扭振自振频率。在任何轴颈上所测得的双振幅（水平、垂直方向）相对振动值不大于0.050 mm，轴承振动值不大于0.025 mm，各转子轴系在通过临界转速时各轴颈双振幅相对振动允许值不大于0.15 mm，额定转速3000 rpm时轴承振动值小于0.076 mm。

7.8.2 各项振动值应由本文件5.4.2部分规定的监测仪表实时测定。

#### 7.9 噪声

7.9.1 提供必要的噪声处理装置，以便达到噪声控制设计目标。最大允许的噪声水平为：离开设备外表面1.0米距离处，噪声小于85 dB（A）。

7.9.2 噪声测量应在产品运行过程中，按GB/T 7441-2008执行。

### 8 铭牌、包装、运输、安装

#### 8.1 铭牌

汽轮机产品应安装铭牌，铭牌正面应平整光滑、色泽均匀，文字整齐、清晰。铭牌应至少包含以下信息：

- 产品型号；
- 功率；
- 新蒸汽和再热蒸汽参数；
- 额定排汽压力；
- 额定转速；
- 出品编号。

## 8.2 包装运输

8.2.1 在运出工厂之前,为防止运往现场途中和安装前的储存阶段发生腐蚀和装卸损坏,所有汽轮机部件在出厂前均应采取适当保护措施,对部件根据运输条件和合同要求进行必要的包装和运输。

8.2.2 如运输条件允许,汽轮机应采用模块化整体发运,以降低现场装配工作量,保证设备安装质量。汽轮机包装按照 JB/T 2862。

## 8.3 储存

8.3.1 部件抵达现场需方验收后,需方应合理保存部件,防止腐蚀、碰摩、虫害和污垢等对部件的损害。

8.3.2 储存条件和时间应由供需双方商定。

## 8.4 安装和投运

安装和投运程序应按供方在图样上或由其他文件提出的建议和说明进行,如果合同不包括安装和投运部分,则需方宜接受供方专业人员指导。