

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10086—2001

20021917

### 汽轮机调节（控制）系统技术条件

Technical requirements for steam turbine governing(control) system



2001-08-30 发布

2002-02-01 实施

中国机械工业联合会 发布

## 前 言

本标准是对 JB/T 10086-1999《汽轮机调节系统技术条件》进行的修订。

本标准主要增加电子调节器部分，其内容采用 IEC 45-1: 1991《汽轮机规范》中的附录 A。其余各章的内容与 JB/T 10086-1999 基本相同，略作修改。

本标准从实施之日起，同时代替 JB/T 10086-1999。

本标准由全国汽轮机标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：南京汽轮机（集团）有限责任公司，杭州汽轮机股份有限公司，哈尔滨汽轮机厂有限责任公司。

本标准起草人：张静、王兴邦。

本标准于 1990 年 4 月首次发布，于 1999 年第一次修订。

# 汽轮机调节（控制）系统技术条件

Technical requirements for steam turbine governing(control) system

代替 JB/T 10086—1999

## 1 范围

本标准规定了汽轮机调节(控制)系统的定义和技术要求。

本标准适用于固定式发电用汽轮机调节(控制)系统, 其它型式汽轮机调节(控制)系统可参照使用。

## 2 引用标准

下列标准包含的条文, 通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时, 所示版本均为有效。所有标准都会被修订, 使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

JB/T 4273-1999 汽轮机转速控制系统验收试验

## 3 术语和定义

### 3.1 调节(控制)系统 governing (control) system

将控制信号按一特定形式转换为阀门位置的装置和机构的总和。它们可包括调速器、转速控制机构、同步器(转速变换器)、减负荷系统及其它蒸汽阀门的操纵装置等。

### 3.2 稳态转速调整率(转速不等率) steady-state speed regulation (speed governor droop)

当单台机组的调速系统整定值不变, 并假设没有死区的情况下, 负荷从零到额定值之间变化时, 以额定转速的百分率表示的稳态转速的变化率。

转速不等率, 以(1)式表示:

$$\delta = \frac{n_1 - n_2}{n_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $n_1$ ——空负荷转速, r/min;

$n_2$ ——满负荷转速, r/min;

$n_0$ ——额定转速, r/min。

### 3.3 稳态局部转速调整率(局部转速不等率) steady-state incremental speed regulation (incremental speed droop)

假定没有死区, 在一个给定的稳态转速和负荷下, 稳态转速相对于负荷的变化率, 该值即为所考虑的负荷处稳态转速—负荷曲线的斜率。

局部转速不等率以(2)式表示:

$$\delta^* = - \left( \frac{dn}{dN} \right) \times \left( \frac{N_0}{n_0} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $dn/dN$ ——任一功率点上的功率对转速特性的斜率。r/min/kW

$N_0$ ——额定功率, kW;

$n_0$ ——额定转速, r/min。

### 3.4 压力不等率 pressure governor droop

热负荷从零负荷到额定负荷的压力变化率, 以(3)式表示:

$$\delta = \frac{P_{CB1} - P_{CB2}}{P_{CB0}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $P_{CB1}$ ——热负荷为零时的抽汽(或背压)压力, MPa;

$P_{CB2}$ ——额定热负荷时的抽汽(或背压)压力, MPa;

$P_{CB0}$ ——额定抽汽(或背压)压力, MPa。

### 3.5 死区 dead band

当输入讯号变化后, 执行机构不产生随动反应的一个区域, 以百分率表示。

#### 3.5.1 转速死区 speed dead band

$$\varepsilon = \frac{\Delta n}{n_0} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:  $\Delta n$ ——在同一功率下的转速上、下行的最大偏差, r/min;

$n_0$ ——额定转速, r/min。

#### 3.5.2 压力死区 pressure dead band

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta P}{P_0} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $\Delta P$ ——在同一流量(热负荷)下压力上、下行的最大偏差, MPa;

$P_0$ ——额定抽汽压力(或额定背压), MPa。

### 3.6 测量元件传感器 transducer

将一定的被测物理量(例如: 转速、功率、压力)转换成与控制过程相适应的另一种物理量(例如: 位移、压力、电信号)的元件。

### 3.7 放大部件 amplifier

将输入物理量进行放大的部件。

### 3.8 执行机构 actuator

驱动阀门开启、关闭的机构。

### 3.9 负荷最大偏差(或非线性) maximum load deflection

当控制系统在规定的环境(如温度、湿度)和动力源(电压、油压)范围内运行时, 相应于转速不等率直线与负荷转速曲线上负荷的最大偏差。

### 3.10 调节(控制)系统环境的稳定性 governor environment stability

除给定值或转速外, 由于其它独立变量变化所引起负荷的改变。这些独立变量为时间、温度、振动、大气压、电源的电压及频率。

### 3.11 短期稳定性 short-term stability

规定的环境条件范围内, 给定值和转速不变时, 任意 30 min 内负荷的变化。

### 3.12 长期稳定性 long-term stability

在给定值和转速不变的情况下, 间隔十二个月的两次 30 min 内与给定值对应的负荷平均值的变化量。两次试验期间的环境条件应在规定的范围内, 但并不要求一致。

## 4 系统要求

### 4.1 调节(控制)系统

4.1.1 汽轮机的调节(控制)系统应能控制从静止开始上升的转速。控制可用手动或其他方法。

4.1.2 对驱动发电机的汽轮机, 其调节(控制)系统还应能控制:

- 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) 当发电机与其他发电机并列运行时, 将能量稳定的输入电网。

4.1.3 调节(控制)系统及其系统应设计成任何零件失灵时都不会妨碍汽轮机安全停机。

4.1.4 调节(控制)系统和蒸汽阀门操纵机构应设计为: 在额定参数或规定的非正常参数下, 如果瞬时甩去部分负荷或最大负荷, 都不应导致足以引起汽轮机脱扣的瞬时超速(对于抽汽机组、背压机组或抽汽背压机组等, 其负荷包括热负荷和电负荷)。

### 4.2 转速和负荷调整

除非合同中另有规定, 当空负荷运行时, 汽轮机转速应能按下列范围进行调整:

- 当驱动发电机时, 至少能在额定转速 $\pm 5\%$ 范围内;
- 当驱动机械负荷时, 在商定范围以内。

在额定参数下, 转速和负荷调整装置把设定点由空负荷调到满负荷所需最短时间通常不应超过 50 s, 但也可由供、买双方商定。应提供调整设定点的手段。

### 4.3 调节(控制)系统特性

4.3.1 机械和电液系统要求的转速不等率和死区特性按表 1 的规定。工业汽轮机和额定出力超过电网容量 5% 的发电用汽轮机, 应作特殊考虑。

4.3.2 当用户无特殊要求时, 背压式和抽汽式汽轮机的压力不等率和压力死区应符合表 2 的规定。当热负荷在全部范围内变化时, 抽汽式汽轮机电负荷变化量应不大于额定负荷的 20%。对于大型中间再热式供热机组(100 MW 以上), 其电负荷变化量可另行考虑。

### 4.4 阀门试验

对工业汽轮机和仅有单只主汽阀或调节阀或只靠单只执行机构操纵多只调节阀的汽轮机应提供主汽阀和调节阀, 在不妨碍汽轮机运行情况下能作局部动作的试验手段, 以检查阀门能否自由活动。

对其他型式的汽轮机, 控制装置应具有在带负荷条件下进行依次部分或全关试验的手段。

供方应阐明有关的限制范围。

### 4.5 超速脱扣装置(危急遮断装置)

4.5.1 汽轮机和发电机除调节(控制)系统之外, 还应有一与调节(控制)系统分开动作操纵机组遮断的超速保护系统, 以防止过度超速。

超速脱扣装置通常应在超过额定转速 10% 的转速动作, 其容差为额定转速的 $\pm 1\%$ (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%)。

在特殊情况下经商定可以把正常脱扣设定值允许超过 10% (保持选定值 $\pm 1\%$ 的允差)。总之, 如果发生突然甩负荷而调节(控制)系统失灵的情况下, 超速脱扣装置应在足够低的转速下动作, 以限制最高超速在安全值内, 即防止汽轮机和被它驱动机械的所有零部件有损坏, 或防止甩负荷后仍与发电机保持连接的电动机及其驱动设备的损坏, 供方应在运行说明书上说明超速脱扣的设定值

表 1 调节(控制)系统的不等率和死区特性

调节(控制)系统形式		机械式			电液式		
汽轮机额定功率 $N$ MW		$N < 20$	$20 \leq N \leq 150$	$N > 150$	$N < 20$	$20 \leq N \leq 150$	$N > 150$
转速不等率 %		3~5					
局部转 速不等 率 %	a) (0~0.9) 额定功率范 围	最大=无限制  最小=0.4×总不等率			a) 3~8  b) $\leq 12$		
	b) (0.9~1.0) 额定功率 范围						
在 (0.9~1.0) 额定功率范围 平均局部转速不等率 <sup>1)</sup> %		$\leq 15$			$\leq 10$		
死区, 额定转速的 %		0.40	0.20	0.10	0.15	0.10	0.06
注: 采用部分进汽喷嘴调节(控制)的汽轮机, 除最后一组喷嘴组外, 调节阀控制在 90%~100%负荷范围内的平均转速不等率, 不应超出转速不等率的三倍。							

表 2 背压式和抽汽式汽轮机的压力不等率和压力死区

背压或抽汽压力绝对值 MPa (ata)		压力不等率 %	压力死区 %
背压	$\geq 0.980$ (10)	$\leq 10$	$\leq 1$
	$< 0.980$ (10)	$\leq 20$	$\leq 2$
抽汽压力	$\geq 0.784$ (8)	$\leq 10$	$\leq 1$
	$< 0.784$ (8)	$\leq 20$	$\leq 2$

4.5.2 额定输出功率小于 50 MW 的汽轮机, 应至少提供一套独立于调节(控制)系统的超速脱扣系统, 当其动作时应关闭主汽阀和调节阀。

4.5.3 其他型式的汽轮机, 至少应提供两套独立于调节(控制)系统、完全分开作用的超速脱扣装置。任何一套动作时都应能关闭所有主汽阀和调节阀。

当机组在额定转速运行时, 应能在防止超速的另一套装置保护下, 进行每套超速脱扣装置功能正确性的验证试验, 而不改变主汽阀的位置。为此应备有措施, 以便当一套超速装置正在进行功能正确性试验时, 即使有要求也不可能把另一套锁住或阻止其动作。

4.5.4 工业汽轮机, 超速脱扣装置应能在不停机时复位。

4.5.5 其他型式的汽轮机，在汽轮机转速下降到不低于额定转速时，超速脱扣装置应能复位。

4.5.6 转速控制系统验收试验按 JB/T 4273。

## 5 电子控制系统要求

### 5.1 电子控制器

#### 5.1.1 控制器的分类

##### 5.1.1.1 按可靠性和不同性能可分为：

A 型：故障—容错系统，在不影响或只是有限影响系统的可用性以及不影响超速限制能力条件下，系统中至少能检测和检修一项故障。例如系统配有三个平行冗余的主过程通道，通过比较可检测出某一通道故障并给予报警，同时根据通道选择装置维持控制作用。

B 型：本系统应能检测故障并使机组卸负荷或跳闸，这类故障系指其中任意故障都会导致超速限制能力的丧失。这类的控制系统可以有两个过程通道或具有功能监视的单通道。

C 型：汽轮机发生故障时，机组在卸负荷或跳闸前，控制系统的输出可被置于“保持”位置，其它性能与 B 型相同。在此状态下，尽管系统输出可手动控制，但控制系统对限制超速不起作用。

D 型：简单的控制系统，该系统故障可能完全影响可用性。

##### 5.1.1.2 按进汽分配阀液压继电器接口可分为：

a 型：该系统各个汽阀均配置独立的电—液转换器，具有故障检测装置和冗余度。该装置通常与 A 型或 B 型控制器一起使用。

b 型：该系统中汽轮机所有阀门或控制组件使用一个公共接口，本装置通常与 B 型、C 型或 D 型控制器一起使用。

#### 5.1.2 超速保护

机械和电超速保护装置均适用，而任一装置均可与电子控制器一起使用，电超速保护装置可以配机械式控制系统使用或与机械超速装置同时使用。

#### 5.1.3 控制方法

电子控制器可采用模拟控制和数字控制或两者兼有。

#### 5.1.4 电源

A 型控制器用户至少应配备两个独立的电源，以便在任何时候一个电源断电时，另一电源可维持控制器性能不受影响。

#### 5.1.5 控制器应有的要求

- a) 在线检查和试验用的测试点。
- b) 设备故障的报警指示。
- c) 组件的简单更换（A 型可在线更换）。
- d) 有特殊要求时，可将部分进汽转换到全周进汽运行。
- e) 供需双方可协商的其它要求：
  - 1) 遥控、就地控制、遥控和就地控制；
  - 2) 与其它控制系统的接口；
  - 3) 卸负荷和跳闸装置；
  - 4) 可变不等率；

- 5) 大范围控制、小范围控制、大范围和小范围控制;
- 6) 控制用的各种阀门(主蒸汽、再热、抽汽等);
- 7) 速度限制、负荷限制、速度和负荷限制;
- 8) 转速/负荷控制、压力控制、负荷和压力控制;
- 9) 阀位的直接控制。

## 5.2 特性

除另有商定外,电调系统的总特性按表3规定。

转速给定装置应能步进调整输出,每步变化不超过额定输出的0.5%。

表3 非线性和稳定性

汽轮机额定功率 $N$ MW		$N < 20$	$20 \leq N \leq 150$	$N > 150$
非线性额定负荷的 %		—	—	0至100%负荷范围内不超过 $\pm 3$
稳定性额定 负荷的 %	短期	$\leq 2.5$	$\leq 1.5$	$\leq 1$
	长期	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$

## 5.3 环境

在下述规定的任何一种环境条件下,装置能稳定的持续运行。

### 5.3.1 环境温度和相对湿度列于表4中。

表4 环境级别

级别	环境温度 ℃	环境相对湿度 %	典型条件
1	0~+40	45~75	控制室和设备室
2	-25~+55	45~100	室外和机组现场
3	-10~+70	45~100	特殊

### 5.3.2 标准环境参数:

振动为10 Hz~55 Hz,振幅0.15 mm;

气压为0.086 MPa~0.106 MPa。

### 5.3.3 在自然界和规定的磁干扰情况下,装置能正常地运行。装置本身不应发出超过规定的无线电电磁干扰。

## 5.4 试验

### 5.4.1 厂内试验

有用户在场的试验内容应事先商定。

### 5.4.2 现场试验

装置应在所有规定方式下进行调整试验。

## 5.5 资料

用户提出的技术规范中应包括下列内容:



- a) 工作环境的条件 (参看 5. 2. 4);
  - b) 可用电源情况;
  - c) 汽轮发电机组控制方案框图或过程框图;
  - d) 提供所需控制功能要求, 包括 5. 2. 2 中所商定的要求;
  - e) 选用的控制器 (A、B、C、D) 和接口 (a 或 b) 的种类;
  - f) 试验的特殊要求。
- 

www.360dl.com