

### 锅炉运行规范 第 4 部分：生物质层燃发电锅炉运行导则

Boiler operation specification

Part 4: Biomass layer combustion boiler operation guideline to generate electricity

2016 - 09 - 27 发布

2016 - 11 - 27 实施

辽宁省质量技术监督局 发 布

目 次

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 总则 ..... 1

4 锅炉机组启动 ..... 1

5 锅炉机组运行 ..... 5

6 锅炉机组停运 ..... 9

7 主要辅助设备运行 ..... 10

8 事故分析处理 ..... 16

9 锅炉设备试验 ..... 24

附录 A（规范性附录）锅炉汽水质量标准..... 30

## 前 言

本标准是按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草的。

DB21/T 2662-2016《锅炉运行规范》分为以下11个部分：

- 第1部分：工业煤粉锅炉技术规范；
- 第2部分：煤粉锅炉低氮燃烧技术性能要求；
- 第3部分：锅炉设计、安装、使用说明书编写规则；
- 第4部分：生物质层燃发电锅炉运行导则；
- 第5部分：工业锅炉缓蚀剂缓蚀率的测定 失重法；
- 第6部分：工业锅炉缓蚀剂缓蚀率的测定 极化曲线法；
- 第7部分：工业锅炉水处理剂 腐植酸盐的测定：分光光度法；
- 第8部分：工业锅炉用水分析方法 腐植酸盐的测定：容量分析法；
- 第9部分：工业热水锅炉阻垢剂阻垢率的测定 常压法；
- 第10部分：工业蒸汽锅炉阻垢剂阻垢率的测定 承压法；
- 第11部分：工业蒸汽锅炉阻垢剂阻垢率的测定 受热面壁温升高法。

本部分为DB21/T 2662-2016《锅炉运行规范》的第4部分。

本标准由大连市锅炉压力容器检验研究院提出。

本标准由大连市质量技术监督局归口管理。

本标准起草单位：大连市锅炉压力容器检验研究院。

本标准主要起草人：张鲜俊、钟春雷、李景文、刘宇晗、钱宏利、李赫男

## 锅炉运行规范 第4部分：生物质层燃发电锅炉运行导则

### 1 范围

本标准规定了生物质层燃发电锅炉启动、运行、停止、维护、锅炉试验、事故分析与处理导则。

本标准适用于颗粒状生物质燃料层燃发电锅炉,其他类型生物质燃料以及其他燃烧方式生物质发电锅炉可参照使用。

### 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 5468 锅炉烟尘测试方法

GB/T 10184 电站锅炉性能试验规程

GB 13223 火电厂大气污染物排放标准

GB 26164 电力安全工作规程

DL 469 电站锅炉风机现场试验规程

DL 612 电力工业锅炉压力容器监察规程

DL 647 电站锅炉压力容器检验规程

DL/T 956 火力发电厂停(备)用热力设备防锈蚀导则

### 3 总则

3.1 本标准对颗粒状生物质燃料层燃发电锅炉运行具有通用性和指导性,各使用单位可根据本标准 and 制造厂技术文件并结合本单位的实际,编制现场运行规程。

3.2 本标准是以高温高压蒸汽锅炉为主编制的,凡本导则未包括部分,应根据实际运行经验和制造厂家的规定,做必要的补充。

### 4 锅炉机组启动

#### 4.1 启动条件

##### 4.1.1 基本要求

4.1.1.1 燃油(燃气)、除盐水储备充足,且质量合格。

4.1.1.2 生物质燃料储备充足,其应符合设计燃料的要求。

4.1.1.3 各类消防设施齐全,消防系统具备投运条件。

4.1.1.4 大、小修后的锅炉,临时设施已拆除,冷态检查验收合格与启动有关的热力机械工作票已注销。

4.1.1.5 工作电源可靠,备用电源良好。

4.1.1.6 DCS(机组分散控制系统)及其他主要程控系统、仪表具备投运条件。工程师站、热控电子间环境温度符合要求。



- 4.1.1.7 现场照明及事故照明、通信设备齐全良好。
- 4.1.1.8 地面平整，楼梯及通道畅通、无杂物，各种标志齐全清晰。
- 4.1.1.9 防雨、防冻、防风设施齐全良好。

#### 4.1.2 启动前的检查

##### 4.1.2.1 锅炉本体及尾部烟道检查：

- a) 对锅炉燃烧室、炉排等部位进行检查，确认炉内无杂物。炉墙应完整无裂缝，风压、烟压测点完整、指示正常；点火燃烧器完整，调节装置灵活，指示正确。
- b) 对风室、水冷壁、过热器、省煤器、空气预热器、烟气冷却器、烟道、炉顶等部位进行检查，确认内部无杂物，受热面管上无焦渣、堵灰、裂纹明显的变形、磨损。温度、静压指示正常。
- c) 汽包的支吊装置、本体刚性梁完整牢固。
- d) 所有人孔、看火孔、检查孔等完好，确认内部无人后关闭。
- e) 汽包水位计完好清晰，刻度正确并投入。
- f) 安全阀可靠，无卡涩现象，校验合格并投入。
- g) 膨胀指示装置完好，刻度清晰。膨胀系统无卡涩。
- h) 点火装置及系统完整好用，电源投入。
- i) 点火燃烧器的风门良好，并处于吹扫位置。

##### 4.1.2.2 辅助设备及转动机械检查：

- a) 烟风系统的引风机、送风机等；
- b) 燃油系统；
- c) 厂用辅助蒸汽系统；
- d) 炉前给料系统；
- e) 压缩空气系统；
- f) 除灰系统；
- g) 吹灰系统；
- h) 除渣系统；
- i) 炉排及控制装置。

上述各辅助设备及转动机械已按本导则 7.1—7.5 有关要求试运行合格，处于备用状态。

##### 4.1.2.3 管道检查：

- a) 汽、水、烟风管道完整无杂物，保温完整，颜色和色环标志清晰；
- b) 管道及联箱支吊架牢固，并留有足够的膨胀间隙；
- c) 所有阀门或挡板完整，标志齐全，传动机构良好，位置正确，指示值与实际相符，并置于启动前的位置。

##### 4.1.2.4 电（气）动阀门和烟风挡板开关检查。

##### 4.1.2.5 启动油（气）燃烧器装置检查。

- a) 油枪雾化检查；
- b) 点火电极打火检查；
- c) 程控系统静态检查。

##### 4.1.2.6 热工联锁保护声光报警等各项静态试验按 9.3 进行，并符合规定要求。

##### 4.1.2.7 烟风系统漏风试验已按 9.1 进行，并按要求消除缺陷。

##### 4.1.2.8 安全阀检查。

##### 4.1.2.9 低压烟气冷却器充水。

### 4.1.3 锅炉上水

4.1.3.1 水质满足标准要求。

4.1.3.2 控制上水速度，上水温度与汽包下壁温差符合制造厂家的规定。

4.1.3.3 点火前，维持汽包规定水位。

### 4.1.4 蒸汽加热

4.1.4.1 为缩短启动时间，可在锅炉点火前投入蒸汽加热。

4.1.4.2 加热速度应根据汽包下壁温度的上升速度（ $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ）来控制，前期慢些，后期可适当快些。

4.1.4.3 汽包下壁温度达到  $100^{\circ}\text{C}$  左右时，可停止蒸汽加热。

### 4.1.5 燃油系统

4.1.5.1 燃油系统投入油循环。若属安装或检修结束后的首次启动，燃油系统应符合 7.6.1.1 的要求。

4.1.5.2 投入燃油吹扫系统。

### 4.1.6 除尘器

要求达到投油点火启动状态投入旁路烟道。

## 4.2 锅炉冷态启动

### 4.2.1 综述

锅炉冷态启动一般采用滑参数启动方式，启动过程应按制造厂提供的启动曲线进行。

### 4.2.2 锅炉点火

4.2.2.1 点火前投入锅炉保护联锁。启动引风机、送风机等，保持炉膛压力正常。

4.2.2.2 设计有低压循环水泵系统，启动低压循环水泵。

4.2.2.3 对炉膛和烟道进行吹扫。吹扫风量不小于规定风量。吹扫时间不少于 5min。

4.2.2.4 将锅炉配风调整至点火风量。

4.2.2.5 投入启动油（气）燃烧器，根据燃烧器燃烧情况，适当调整风量以保持燃烧充分及稳定；燃烧室出口热烟气温度不超过设计允许温度。

4.2.2.6 如果启动油（气）燃烧器点火不成功，应立即切断燃料，查明原因；再次点火前，须加大通风量吹扫 5min。

### 4.2.3 启动初期的升温升压

4.2.3.1 根据制造厂家的要求调节燃烧器的燃烧功率和配风，控制风室温度、炉膛温度升温速率不超过设计值。

#### 4.2.3.2 燃料投入

- a) 给料系统满足 7.3 的要求;
- b) 炉膛温度必须符合 4.4.9 的要求。
- c) 启动给料系统向炉膛炉排投料;
- d) 观察炉排着火情况,可逐步停运启动燃烧器,并退出。
- e) 锅炉全烧生物质燃料后,应加强燃烧调整,将炉膛温度、风室压力稳定在合理范围内,防止结焦;
- f) 注意观察炉排上燃料的燃烧状态,若出现燃烧不良现象,应立即采取措施加以解决;
- g) 及时调整配风,保持炉膛整体温度缓慢升高。

#### 4.2.3.3 按照升温升压曲线,控制蒸汽温度和蒸汽压力的上升速度。

#### 4.2.3.4 锅炉点火后,若烟气温度异常变化,应设法及时消除;情况紧急时,应立即切断燃料。

#### 4.2.3.5 控制锅炉汽包上下壁温差不超过制造厂家的规定值,且汽包下壁温度上升速度不应超过 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

#### 4.2.3.6 应通过水冷壁下联箱的膨胀指示器监视水冷壁受热情况,如发现异常,停止升压,待异常消除后再继续升压。

#### 4.2.3.7 锅炉蒸发量低于 10%额定值时,应控制过热器入口烟气温度不超过管壁的允许温度,尽量避免用喷水减温,如果喷水不能全部蒸发,则会积在过热器中。

#### 4.2.3.8 承压部件经检修后,应在汽包压力 $0.3\text{MPa}\sim 0.5\text{MPa}$ 时热紧螺栓,此间蒸汽压力应保持稳定;热紧螺栓应按 GB26164 的规定执行。

#### 4.2.3.9 根据蒸汽压力适时关闭空气门和疏水门、冲洗水位计和热工仪表管,适时投入连续排污和定期排污,进行减温器的反冲洗等工作。

#### 4.2.3.10 过热蒸汽参数达到汽轮机冲转条件时,可进行冲转工作。

### 4.2.4 机组带负荷后的升温升压

#### 4.2.4.1 根据汽轮机滑参数启动曲线的要求,调整锅炉参数。

#### 4.2.4.2 加强对全炉进行巡回检查。

### 4.3 锅炉热态启动

#### 4.3.1 锅炉具有一定过热蒸汽温度和压力的情况下启动为热态启动。

#### 4.3.2 热态启动中,锅炉升温升压速度 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,或按照制造厂规定。

#### 4.3.3 根据汽轮机滑参数启动曲线要求,调整锅炉参数。

### 4.4 锅炉启动中的安全要求

#### 4.4.1 在不同压力下,汽包上、下壁允许温差值应以制造厂提供的数据为依据。

#### 4.4.2 蒸汽的升温速度按制造厂提供的启动温升曲线进行;若制造厂无要求,按 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升温,启动前期应慢,后期可快。

#### 4.4.3 汽包水位波动在 $-50\text{mm}\sim +50\text{mm}$ 范围内。

#### 4.4.4 控制过热器管壁温度不超过允许值。

#### 4.4.5 从汽轮机冲转开始,过热蒸汽温度应具有 $50^{\circ}\text{C}$ 以上的过热度。

#### 4.4.6 经常检查设备膨胀状况,发现异常时,应及时消除。

- 4.4.7 汽轮机带负荷之前蒸汽温度的调整，应以燃烧调整为主。燃烧调整无法达到时可用减温水。
- 4.4.8 应保证锅炉送风量不低于最低风量。
- 4.4.9 锅炉“现场运行规程”应根据实际燃料情况确定“允许给料温度”。“允许给料温度”可按制造厂家的要求执行。
- 4.4.10 炉膛温度大于允许给料温度时，应按要求投入燃料；确认稳定着火后，可缓慢连续给料。
- 4.4.11 应控制炉膛温度变化率在锅炉制造厂家要求的范围内。
- 4.4.12 最高炉膛温度一般比燃料的灰变形温度 DT 低 150℃。
- 4.4.13 机组带大负荷运行前，应对尾部烟道吹灰一次。

## 5 锅炉机组运行

### 5.1 运行要求

- 5.1.1 保持锅炉蒸发量在规定值内，并满足机组负荷要求。
- 5.1.2 保持正常的蒸气压力、蒸气温度。
- 5.1.3 均匀给水，维持正常水位。
- 5.1.4 保持锅水和蒸气品质合格。
- 5.1.5 保持燃料正常给入，燃烧良好，减少热损失，提高锅炉热效率。
- 5.1.6 维持合理的炉内炉排燃料量保有量、料层厚度分布等。
- 5.1.7 负荷或燃料变化时，应及时调整锅炉运行工况，维持最佳工况。保持合理的炉膛温度、风室压力，并能满足负荷的需要。
- 5.1.8 烟气粉尘、SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的排放浓度应符合 GB13223 的要求。

### 5.2 燃烧调整

#### 5.2.1 燃料量的调节

- 5.2.1.1 当锅炉负荷变化时，应及时调整燃料量和风量。
- 5.2.1.2 燃烧调整按“先增风后增燃料，先减燃料后减风”的次序缓慢交替进行，并应“少量多次”，避免炉温产生大的波动，同时注意各种不同负荷与一次风量的对应关系。
- 5.2.1.3 运行中应注意给料量和燃料特性的变化，并根据变化情况进行相应的调整。

#### 5.2.2 风量的调节

- 5.2.2.1 为减少 NO<sub>x</sub> 的排放，调整二次风量，使燃烧在较低过量空气系数下进行，保障炉膛出口氧浓度达到设计文件要求。
- 5.2.2.2 一、二次风的调节原则：一次风用于调节炉排上燃料的厚度和炉膛温度；二次风用于控制总风量，维持正常的炉膛压力及氧量值。
- 5.2.2.3 一般运行情况（额定负荷）下，一次风率占 40%~60%，二次风率占 60%~40%；对不同燃料一/二次风合理的比例，可通过试验确定。
- 5.2.2.4 运行中燃料粒度较粗时，应适当增加一次风率；较细时，应适当减小一次风率。
- 5.2.2.5 负荷降低时，二次风可随之减少，同时应根据炉膛温度调整一次风率。
- 5.2.2.6 炉排振动时，锅炉一、二次风应做相应调整。

### 5.2.3 炉排料层厚度的调节

5.2.3.1 运行中应依据燃料品质维持相对稳定的料层厚度；炉排料层厚度可根据各部风室静压和一次风量来判断；料层厚度一般控制在 200mm~400mm 范围内或符合制造厂要求。

5.2.3.2 满负荷时，燃料量大，床料层应厚；低负荷时，燃料量小，床料层应薄。床料密度小，床料可厚一些；密度大，床料可薄一些。维持稳定的风室压力。

5.2.3.3 排渣应连续进行；不能连续时，采取“少量、勤排”原则。

5.2.3.4 为防止炉排上燃烧不均、灰渣沉积和结焦，应适当调整炉排振动频率、时间间隔或增加一次风率，使灰渣及时排出。炉膛温度恢复正常后，再将炉排振动、一次风量恢复到正常范围。

5.2.3.5 应不定期对各风室压力测点进行吹扫保证风室压力指示的准确。

### 5.2.4 炉膛温度调节

5.2.4.1 为保证良好的燃烧和传热、较低的 NO<sub>x</sub> 排放，炉膛温度一般控制在 800℃~900℃或按照制造厂规定执行。

5.2.4.2 负荷或给料质量变化时，应及时调整给料量和风量，以维持炉膛温度的相对稳定。炉膛温度调节应分多次缓慢进行并细调微调。

5.2.4.3 当通过改变一次风率来调节炉膛温度时，应注意保证炉排燃料处于良好分布状态。

5.2.4.4 给料粒径变化时，若引起炉膛温度变化，及时调整一次风量。

5.2.4.5 经常监视炉内燃烧状况、炉排燃烧层厚度、炉膛温度及各段烟气温度，以正确判断炉内燃烧的变化趋势，适时调节炉膛温度。

### 5.3 蒸汽压力的调整

5.3.1 定压方式运行时，负荷变化率不大于 5%/min；负荷低于 70%时，可采用滑压方式运行，其负荷变化率不大于 3%/min。

5.3.2 负荷及给料质量的变化均可导致蒸汽压力的变化，一般情况下可通过增减负荷或给料量进行调节。

5.3.3 蒸汽压力调节过程中，应尽量保持各给料点均匀给入燃料；若投运的给料机全处于最低转速下运行，且蒸汽压力仍在上升，在多台给料机情况下，则应切除一台给料机，以便使其余的给料机在调节性能良好的区域内运行。

5.3.4 非事故情况下，禁止用对空排汽阀来降低蒸汽压力。

5.3.5 停用高压加热器时，锅炉的最高负荷应通过试验确定，以防止受热面管壁超温、结焦。

### 5.4 蒸汽温度的调整

5.4.1 正常运行时，应维持过热蒸汽温度为额定值的+5℃或-10℃，两侧蒸汽温度偏差不应超过 20℃。

5.4.2 过热蒸汽温度采用减温水调节，减温水分多级，第一级以保持过热器管壁不超温；末级主要控制过热器出口蒸汽温度。蒸汽温度过高时，可相互配合调节。

5.4.3 用减温水调节蒸汽温度时，应确保喷水后的蒸汽过热度不低于厂家的规定值。

5.4.4 注意运行中蒸汽温度随蒸汽压力变化的规律，注意给水压力对减温水量的影响规律，做到调整预见性。

- 5.4.5 改变送风量及一、二次风的配比可调节汽温，但调整幅度不宜过大。
- 5.4.6 过热器积灰严重时，可通过吹灰提高蒸汽温度。
- 5.4.7 蒸汽温度调节过程中，应严格控制过热器各段管壁温度在材质的允许使用范围内。
- 5.4.8 在下列情况，应注意蒸汽温度、蒸汽压力的变化
  - a) 负荷变化、蒸汽压力不稳时；
  - b) 燃烧不良时；
  - c) 燃料质量和粒度变化大时；
  - d) 给水压力及给水温度变化较大时；
  - e) 锅炉吹灰时；
  - f) 启、停风机时；
  - g) 机组发生事故或异常时。

## 5.5 运行中汽包水位的调整

- 5.5.1 汽包水位应保持正常水位，波动范围为 $\pm 50\text{mm}$ 。
- 5.5.2 经常对照就地和表盘各水位表计，以确保水位计的准确性。核对水位时，一般以就地水位表计为准。
- 5.5.3 每班不少于三次对照就地和各低位水位表计，并定期冲洗水位计，以保证其准确可靠。
- 5.5.4 应保持正常水位，并注意蒸汽流量、给水流量、减温水流量、给水压力的变化规律，作到及时调整。
- 5.5.5 当给水压力过低，且不能满足锅炉负荷的需要时，应适当降低锅炉蒸汽压力，以保证正常供水必需的压差。
- 5.5.6 应向锅炉均匀连续给水。
- 5.5.7 若水位过高，必要时可开启事故放水门进行放水，正常后关闭。
- 5.5.8 下列情况应加强对水位的监视与控制：
  - a) 燃烧不良时；
  - b) 锅炉负荷变化过大时；
  - c) 锅炉发生事故时；
  - d) 定期排污时；
  - e) 安全门动作时；
  - f) 就地水位计指示不可靠时。

## 5.6 烟气 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 的控制

- 5.6.1 正常运行中烟气量排放浓度应满足 GB13223 中规定。
- 5.6.2 连续监视锅炉的排放浓度，使排放浓度符合规定值。
- 5.6.3 通过调节炉膛温度，改变一、二次风的配比，调节过量空气系数等手段，来控制排放浓度。
- 5.6.4 为获得较高的锅炉热效率、降低排放浓度，需要进行专门的燃烧优化调整实验，以确定最佳运行工况。

## 5.7 运行中的维护

- 5.7.1 运行中参数控制符合下列规定

- a) 锅炉蒸发量一般不超过额定值；
- b) 过热器出口蒸汽温度、压力应保持规定值；
- c) 两侧蒸汽温度差不大于 20℃，两侧烟气温差不大于 30℃；
- d) 排烟温度应接近设计值；
- e) 各受热面管壁最高温度不得超过金属材料的允许温度；
- f) 维持炉膛压力正常；
- g) 汽包水位保持±50mm；
- h) 氧量保持最佳值。

## 5.7.2 蒸汽、给水和锅水品质

5.7.2.1 蒸汽、给水和锅水的品质要求见附录 A。运行中为了保持锅炉水质，应对锅炉进行排污。

5.7.2.2 连续排污阀的开度应由锅水的品质决定。连续排污阀开启时，应缓慢的进行操作，应保持锅炉运行工况的稳定。

## 5.7.3 受热面清洁

5.7.3.1 为了清除锅炉受热面的积灰，应根据实际情况定期对锅炉受热面进行吹扫。吹灰介质的运行参数应根据设备情况，在现场运行规程中予以规定。

5.7.3.2 投运吹灰器次数应根据給料质量和各段受热面烟气温、蒸汽温度变化等情况来确定。

5.7.3.3 吹灰的注意事项应在现场运行规程中予以规定，确保吹灰时燃烧稳定及设备和人身安全。对故障吹灰器应及时修复备用。

5.7.3.4 低负荷运行时，应慎重吹灰，注意防止过热器管壁超温和炉膛压力波动。锅炉在 50%MCR 以下进行吹灰时，送风机、引风机的操作方式应改为手动。

## 5.7.4 燃料要求

5.7.4.1 生物质燃料颗粒度、湿度应接近设计条件。并对生物质燃料进行预处理。

5.7.4.2 运行人员应了解生物燃料的酸碱度特性及对锅炉运行的影响。

5.7.4.3 运行人员应掌握燃料的特性或燃料配比后燃烧特性。

5.7.4.4 运行人员应掌握生物燃料燃烧的放热特性，注意运行中蒸汽参数对应燃烧变化滞后特性，做到调整有预见性。

## 5.7.5 巡回检查

运行中应对设备进行定期巡回检查。检查的重点是：承压部件，汽水阀门，給料系统，炉排控制系统，除渣系统，送风机，引风机，支吊系统，密封系统等，发现不正常情况时，应查明原因；对暂时不能消除的缺陷，应立即通知检修，同时加强监视，采取必要的措施，防止事故发生。

## 5.7.6 其它要求

运行中应尽量保持各项参数处于最佳值，以提高锅炉热效率。为掌握锅炉的运行特点，以及給料质量、风率等条件变化对运行经济性的影响，应进行燃烧优化调整试验，寻找锅炉安全经济的运行方式，

用试验的结果指导运行。

## 5.8 自动、程控及联锁、保护装置的现场运行规程应包括的内容：

- a) 自动、程控及联锁、保护装置的特性；
- b) 自动控制投入、停止的条件及操作方法；
- c) 程控投入、停止的条件及操作方法；
- d) 保护装置投入、停止的条件及操作方法；
- e) 联锁装置投入、停止的条件及操作方法；
- f) 自动、程控保护装置的运行注意事项及一般故障处理。

## 6 锅炉机组停运

### 6.1 正常停炉

#### 6.1.1 停炉前的准备

6.1.1.1 如果预计停炉时间较长时（三天以上），则停炉前应将料仓排空，停炉时间较短时（三天以内），尽可能降低料仓料位。

6.1.1.2 在负荷高于 50%BMCR 时，对受热面进行吹灰一次。

6.1.1.3 停炉前全面检查锅炉设备，记录所发现的缺陷，以便停炉后检查处理。

#### 6.1.2 停炉操作

6.1.2.1 缓慢降低给料量，同时适当减少二次风量，保持合理的风量燃料比。一次风量应大于最小通风量。

6.1.2.2 正常停炉，单元制机组一般采用滑参数停炉。

6.1.2.3 控制汽包上下壁温差不超过规定值。

6.1.2.4 炉内任意一点烟气温度变化不得过快，防止炉墙裂纹。

6.1.2.5 炉膛温度可在较高温度时完成减少给料量和烧空料仓工作，避免长时间低温状态燃烧，必要时可投入油燃烧器。

6.1.2.6 炉膛温度低于 400℃时，停止给料机，启动炉排连续振动除灰，通风量不少于 30%额定风量，吹扫 3min~5min 后依次停运送风机、引风机。

6.1.2.7 停运低压循环水泵。

### 6.2 停炉后的冷却

6.2.1 停炉后密闭各烟风挡板，防止急剧冷却。

6.2.2 放水前，启动引风机、送风机，炉排、排渣系统排空灰渣。

6.2.3 炉膛温度降到 150℃后可打开引风机挡板、人孔门进行自然通风冷却，并进行下联箱放水一次，汽包压力降低至 0.2MPa 时，打开锅炉全部排空气门。

6.2.4 锅炉进行强制通风冷却时，冷却速度不应超过制造厂家的规定值。



### 6.3 停炉注意事项

6.3.1 锅炉停炉的降温降压过程应符合停炉曲线要求，熄火后的通风和放水，应避免使受压部件快速冷却。锅炉停炉后压力未降低至大气压力以及排烟温度未降至 60℃以下时，仍需对锅炉严密监视。

6.3.2 停炉过程中降压速度不应超过 0.05MPa/min~0.1MPa/min，保持汽包高水位，汽包上下壁温差不应超过允许值。

6.3.3 锅炉停止上水后，开启省煤器再循环门，保护省煤器。

6.3.4 冬季停炉后做好防冻措施。

### 6.4 停炉后的防锈蚀

#### 6.4.1 常用防锈蚀方法

6.4.1.1 热炉放水余热烘干法，适用于临时检修、小修，时间在一个月之内。该法要求炉膛有足够余热，系统严密，放水门、空气门无缺陷。

6.4.1.2 负压余热烘干法，适用于大、小修，时间在 3 个月之内。该法要求炉膛有足够余热，并利用汽轮机抽真空系统，系统严密。

6.4.1.3 给水压力法，适用于热备用，时间在 1 周之内。该法要求锅炉保持一定的压力，给水水质保持运行水质。

6.4.1.4 充氮法，适用于冷备用、封存，时间在 3 个月以上。该法要求配置充氮系统，氮气纯度应符合 DL/T 956 的要求，系统有一定的严密性。

6.4.1.5 氮—联氨法，适用于冷备用、封存，时间在 3 个月以上。该法要求配药、加药系统和废液处理系统投入。

#### 6.4.2 操作方法

防锈蚀操作及注意事项按 DL/T 956 的规定执行。

## 7 主要辅助设备运行

### 7.1 转动机械通则

#### 7.1.1 启动条件

新安装和经过检修的转动机械，在锅炉整套启动前，均应进行各项检查，并达到下列各项条件：

a) 现场清洁，照明充足。

b) 联轴器连接良好，保护罩完整，紧固螺丝无松动。

c) 轴承油位计完整，刻度正确，油质合格，油量充足。采用强制润滑时，润滑油系统油压、油温符合规定，油箱油位在 1/2 以上。

d) 轴承、电动机、油系统的冷却装置良好，冷却水量充足，回水畅通。电动机用空气冷却时，通风设备良好，通风道无堵塞现象。

e) 采用润滑脂润滑的滚动轴承，对转速在 1500r/min 以下的转动机械，其装油量不多于整个轴承室容积的 2/3；对 1500r/min 以上的机械，不宜多于 1/2。

- f) 电动机接地良好，绝缘合格，事故按钮完整。
- g) 各风门、挡板的传动机构，远方开关实验合格，处于启动前的状态。
- h) 各仪表保护和程控装备齐全、完整，连锁保护动作正常。

7.1.2 试运行

- 7.1.2.1 确认旋转方向正确。
- 7.1.2.2 新安装的转动机械，启动后连续试运时间 4h~8h，大、小修后的转动机械试运不少于 30min。
- 7.1.2.3 鼠笼式电动机在正常情况下，冷态时允许连续启动 2 次，每次间隔不小于 5 min；热态时允许启动 1 次。只有在事故处理时，启动时间在 2s~3s 的电动机可以多启动 1 次。启动时电流不回落时，应立即切断电源。
- 7.1.2.4 转动机械启动后逐渐增加负荷达到额定出力，电动机电流不应超过额定值。
- 7.1.2.5 风机试转时，应保持炉膛压力在正常范围内。
- 7.1.2.6 炉前上料系统的输料机、分配机、给料机等不应带负荷启动或试转，应预先关闭进料口。

7.1.3 运行中的要求

- 7.1.3.1 无异声、摩擦和撞击。
- 7.1.3.2 轴承温度极限值按制造厂的规定，无规定时，滚动轴承温度不超过 80℃，滑动轴承温度不超过 65℃。
- 7.1.3.3 轴承振动值按制造厂的规定，无规定时，轴承振动值见表 1。

表 1 轴承振动值

额定转速 r/min	750	1000	1500	1500 以上
振动值 mm	0.12	0.10	0.085	0.05

- 7.1.3.4 窜轴值不超过 4mm。
- 7.1.3.5 各处无漏油、漏料、漏粉、漏灰、漏水、漏风等现象，冷却水温度、润滑油系统的油温、油压不应超过规定值。
- 7.1.3.6 电动机电流应在规定范围内。

7.1.4 事故停用的一般规定

当转动机械在运行中发生下列情况之一时，应立即停止运行：

- a) 发生人身事故，无法脱险时；
- b) 发生强烈振动，危及设备安全运行时；
- c) 轴承温度急剧升高或超过规定时；
- d) 电动机转子和静子严重摩擦和撞击或电动机冒烟起火时；
- e) 转动机械的转子与外壳发生严重摩擦和撞击时；
- f) 发生火灾或被水淹时。

7.1.5 辅机的保护装置

根据辅机保护装置的设置情况，现场运行规程内容应包括：

- a) 保护装置的特性；
- b) 保护装置投入、停止的条件、批准手续及操作方法；
- c) 保护装置的运行注意事项及一般故障处理。

## 7.2 风机

### 7.2.1 启动

风机启动前，除按 7.1.1 的要求进行全面检查外，还应满足下列要求：

- a) 有关保护、连锁及巡测装置投入；
- b) 风机油系统及密封、冷却系统投入；
- c) 离心风机出入口风门关闭。

### 7.2.2 运行与维护

7.2.2.1 运行中应按 7.1.3 的要求，对风机的进、出口风压，风机及电机的轴承温度、振动、润滑油量、油压，各种形式的冷却系统、转动部分的声音，电动机的电流、绕组和铁芯温度定期进行检查。

7.2.2.2 并联运行的风机应尽量保持各风机的负荷接近，并注意保持两侧风、烟温均衡。

7.2.2.3 并联风机运行时联络风门应开启。

7.2.2.4 并联风机，如一台运行、另一台停用时，应防止往停用中的风机漏风。

### 7.2.3 停止

7.2.3.1 离心风机的负荷应减至最低值后停止。

7.2.3.1 风机停止转动前，严禁停止其润滑油和冷却系统。

## 7.3 给料系统

### 7.3.1 启动条件

给料系统安装或检修结束，启动前应达到下列各项条件：

- a) 系统中转动机械启动条件符合 7.1.1 的要求；
- b) 料仓内清洁，无检修遗留杂物，料仓输料装置正常；
- c) 给料机（输料机）内清洁、部件完整、密封良好，电机、保护罩完整无损坏；
- d) 各风门、电动闸板门开关灵活，传动装置动作良好，仪表指示正确，连锁保护试验合格。
- e) 启动之前，须确保消防装置完好。

### 7.3.2 启动

7.3.2.1 给料机（输料机）的启动顺序为：开启给料机（输料机）出口闸板门/旋转给料阀，再启动给料机（输料机），最后开启给料机（输料机）入口闸板门，取料机以及配料机按设定转速转动，将储料仓填满。

- 7.3.2.2 储料仓填满后，取料机、输送机以及配料机等停止工作。
- 7.3.2.3 燃料在炉中开始燃烧的同时，取料机、输送机、配料机以及给料机开始运行，条件具备后投入自动运行。
- 7.3.2.4 锅炉点火后，视燃烧情况进行给料，给料过程中，应防止锅炉汽温、汽压急剧上升。

### 7.3.3 正常运转

- 7.3.3.1 运行中应经常监视各设备的运行情况，及时清理杂物。
- 7.3.3.2 电动机、减速机应无异音、振动、发热等现象，如有异常及时处理。
- 7.3.3.3 禁止在运行的给料设备上跨越、运送工具材料。运行中禁止一切清理工作并注意给料、输料设备有无卡塞现象。
- 7.3.3.4 为防止人身和设备事故，在紧急情况下，任何人都可以用拉线开关停运给料设备。运行人员在没查清停运的原因前，不得再次启动给料设备。

### 7.3.4 联锁

给料系统中单台设备停运后联停上游设备，以给料机、配料机、输料机以及取料机的顺序依次连锁停止。启动顺序为：给料机、配料机、输料机、最后是取料机。

### 7.3.5 给料系统监控

- 7.3.5.1 应根据负荷或料质变化情况，调整给料总量；根据炉内燃烧情况，调整各台给料机的给料量。
- 7.3.5.2 监视给料机进、出口和旋转阀进口等处的下料情况，应注意电动机电流的异常变化，特别是在燃料水分高时，应防止堵料、断料。
- 7.3.5.3 监视料仓存料量变化情况，及时补充存料。
- 7.3.5.4 监视撒料设备风量和风压、风温的变化情况，及时调整，防止高温烟气窜入给料系统。

### 7.3.6 给料系统停止的顺序

停止顺序为：关闭给料机入口闸板门或插板门，再停给料机，最后关闭给料机出口闸板门或旋转给料阀。给料机的停止过程中，应缓慢降低给料机转速，待给料机内的料走空后，再停给料机。大、小修或长时间备用的锅炉，应尽量将料仓内的燃料用完。依次停止取料机、输料机、配料机和给料机工作。

### 7.3.7 给料系统紧急停止条件

发生下列情况之一，系统应紧急停止：

- a) 给料系统中转动机械发生 7.1.4 所述情况时；
- b) 锅炉 MFT 动作；
- c) 给料机内着火；
- d) 严重机械故障，电机过电流时；
- e) 给料机内大量积料或出口严重堵料，不能正常给料；
- f) 发现设备和人身事故时或直接威胁设备及人身安全时。

## 7.4 除尘设备

### 7.4.1 旋风除尘器的运行要求

- a) 除尘器在运行中要保持密封,与大气隔离;
- b) 要定期除灰;
- c) 要经常检查除尘器,发现磨损时应及时更换或修补,发现排灰管堵塞应及时清除。

### 7.4.2 袋式除尘器运行中的注意事项:

- a) 经常检查除尘器外壳、灰斗及检修门的保温层是否完好,防止烟气结露,影响运行;
- b) 除尘器正常运行时,其阻力、烟气温度和湿度变化应在正常范围内;
- c) 保持除尘器的正常流量;
- d) 入口烟气温度严格控制,保证在规定范围,防止高温损坏滤袋或低温结露糊袋;反吹系统脉冲运行或振打机构工作正常;
- e) 滤袋必须定期检查,发现破损要及时处理;
- f) 定期检查除尘器的密封性;
- g) 定期检查各种清灰机构的工作情况,发现问题及时修复;
- h) 如长期停运,应在停止烟气处理后至少 15min-30min 后进行清灰运转。停运期间应保持滤袋干燥。
- i) 烟气温度过高过低,切换至旁路系统运行。
- j) 布袋除灰系统发生故障,无法恢复时,切换至旁路系统运行。

## 7.5 除渣设备

### 7.5.1 除渣系统试运

#### 7.5.1.1 试运前检查

设备启动前必须进行全面检查,主要包括以下:

- a) 除渣机壳体内外无其他与设备无关的物品及杂物;
- b) 检查主要零部件上的螺栓已拧紧;
- c) 检查所有刮板已安装到位,接链环锁紧销已装配到位;
- d) 减速机注入润滑油,检查无漏油;检查套筒滚子链上涂满钙基润滑脂;
- e) 检查确认链条已经张紧;
- f) 确认电控箱接线正确。

#### 7.5.1.2 电气试运

##### 7.5.1.2.1 按钮操作试验。

##### 7.5.1.2.2 检测信号试验。

#### 7.5.1.3 空载试车。

### 7.5.2 运行

#### 7.5.2.1 刮板除渣机在运行期间,应每班巡检一次:检查环链与链轮的啮合、环链接头(接链环)、刮

板与环链的连接、减速机的油位、电机减速机温升和温度、轴承温升等情况，定期给各部轴承座（或轴系）加油。

7.5.2.2 除渣机在运行期间，应每班巡检并将两根螺杆顶紧在尾导轮轴承座上。

## 7.6 燃油系统

### 7.6.1 启动

#### 7.6.1.1 启动条件

燃油系统安装或检修结束，启动前应达到下列各项条件：

- a) 已进行工作压力 1.25 倍的水压试验，并合格；
- b) 系统进油前，应利用蒸汽或压缩空气吹扫燃油管道和油枪；
- c) 回油电动调节阀、供油快速切断阀、回油快速切断阀已经校验合格，动作正常；
- d) 火焰检测系统可靠、联锁保护试验合格。

7.6.1.2 燃油系统的启动应经过炉膛吹扫、油泄漏试验合格后，方能启动点火装置，开启供油和回油快速切断阀。油枪着火后，应退出点火装置，并根据油枪的燃烧情况调整风量。

7.6.1.3 燃烧器油枪着火后，应调整燃烧器供风量，控制燃烧器附近的温度水平不超过规定值，防止烧坏燃烧器。

### 7.6.2 运行调节与检查

7.6.2.1 保持燃油温度、燃油压力在规定范围内。

7.6.2.2 应根据锅炉升温升压需要，调整油枪出力和风量。

7.6.2.3 检查管道、阀门，若有泄漏，及时隔离。

7.6.2.4 检查运行油枪的运行情况，应保持油枪雾化良好。

### 7.6.3 油枪及燃油系统停用

7.6.3.1 油枪停用后，应吹尽油枪内的积油；必要时，应关闭相应的燃油快速切断阀前的手动门。

7.6.3.2 燃烧器油枪停用后，必须退出工作位置。

7.6.3.3 燃油系统停用后，应及时关闭相应的燃油快速切断阀前的手动门。

## 8 事故分析与处理

### 8.1 事故及故障处理原则

8.1.1 发生事故时，按照保人身、保设备、保电网原则处理。运行人员应迅速、果断、准确地按现场规程规定处理。

8.1.2 发生事故后，应立即采取一切可行措施，防止事故扩大，查明原因并消除后，恢复机组正常运行。在确定设备不具备继续运行条件时，应立即停炉处理。

8.1.3 紧急停炉时，必须立即切断供给炉内的所有燃料。

8.1.4 事故处理完毕，运行人员应如实地将事故发生的时间、现象、所采取的措施等作好记录。按电监会[2004]4号《电力生产事故调查暂行规定》的规定组织有关人员对事故进行分析、讨论、总结经验，

从中吸取教训。

## 8.2 事故(紧急)停炉

### 8.2.1 停炉条件（见表 2）

表 2 停炉条件表

紧急停炉条件	故障（请示）停炉
遇有下列情况之一时，应紧急停炉： 1. 达到 MFT 动作条件而保护拒动时。 2. 所有水位计损坏，无法监视水位时。 3. 给水管、过热蒸汽管道严重爆破时。 4. 设备故障危及人身安全时。 5. 主蒸汽超温严重。 6. 锅炉尾部烟道内发生二次燃烧，炉膛或烟道内爆燃，使设备严重损坏时。 7. 锅炉房内发生火警，严重危及锅炉的安全运行时。 8. 锅炉过热蒸汽压力高，超过安全阀动作压力而安全阀不动作，同时向空排汽门无法打开时。 9. 安全阀动作后不回座，压力下降，汽温变化到汽轮机不允许时。	遇有下列情况之一时，应请示停炉： 1. DCS 故障、热控仪表电源中断，无法监视主要运行参数，且短时无法恢复时。 2. 锅炉汽包低位水位计全部损坏。 3. 过热蒸汽管壁温度超过规定值，经运行调整仍无法恢复正常时。 4. 给水管路、受热面管子以及其他承压部件泄漏。 5. 锅炉严重结焦，难以维持正常运行时。 6. 炉排严重故障，无法恢复时。 7. 炉膛温度超过制造厂规定值。 8. 锅炉房内发生火警，危及锅炉的安全运行时。 9. 锅炉给水、锅水及蒸汽品质严重超过标准，经多方面调整无法恢复正常时。 10. 排渣系统发生故障，经无法恢复时。

### 8.2.2 紧急停炉操作

8.2.2.1 手动 MFT，复位各跳闸设备开关，关小送风机和引风机挡板或调小调速装置转速，保持炉膛负压-50Pa，进行通风（如发生尾部烟道二次燃烧，应立即停止引风机，关闭其挡板）。

8.2.2.2 解除各自动，手动调整汽包水位，关闭各级减温水门。

8.2.2.3 水冷壁、省煤器、给水管发生严重泄漏，不能保持正常水位时，则停止向锅炉供水，迅速排除炉渣。

8.2.2.4 如炉管爆破，待蒸汽排除后再停引风机。

8.2.2.5 其他操作应按正常停炉处理。处理完后将原因及处理过程做好记录。

## 8.3 炉膛爆炸（爆燃）事故

### 8.3.1 炉膛及烟风道爆炸（爆燃）的原因、现象和预防（见表 3）

表 3 炉膛及烟风道爆炸（爆燃）的原因、现象和预防

原因	现象	预防
1. 给料点温度低于燃料着火温度；点	1. 炉膛压力急剧升高，锅炉 MFT 动作。	1. 点火启动过程中，投料不着火时，

火初期，投料量过大。 2. 燃料、油混烧。油燃烧器雾化不好；燃烧器油枪灭火后通风不充分，可燃气体在炉内积聚。 3. 排烟中 CO 浓度过大。 4 压火后再启动不正常。 5. 燃料质变化大。 6. 给料中水分过大，燃烧不完全或推迟燃烧。	2. 严重时，水冷壁或尾部烟风道开裂。 3. 锅炉一、二次风压急剧升高。	应立即停止投料；严禁大量投料。 2. 油燃烧器投运时，应保证油压稳定，雾化正常，燃烧充分；油枪灭火后，应及时关闭油门进行吹扫，充分通风后方可再次点火。 3. 一次风必须大于最低风量。 4. 热态启动时，应按规定启动风机，并吹扫；压火操作应按 6.2 的规定执行。 5. 及时了解料质变化情况。 6. 加强对炉膛温度、氧量、炉膛压力的监视，发现异常，及时处理。
--	---	--

8.3.2 处理

MFT 动作，按紧急停炉处理。

8.4 锅炉水位事故

8.4.1 原因、现象和预防（见表 4）

表 4 水位事故的原因、现象和预防

原 因	现 象	预 防
1. 水位表计不准，使运行人员误判断。 2 自动给水调整机构失灵，给水调整阀、给水泵调速装置故障。 3. 给水压力骤变。 4. 锅炉过热蒸汽压力骤变。 5. 锅炉给水排污系统、省煤器、水冷壁严重泄漏。 6. 热工仪表电源消失，运行人员失去监控手段。	1. 水位报警器发出信号，各水位表计指示偏离正常值。 2. 满水时，水位表计正值增大，给水流量不正常地大于蒸汽流量；严重时，蒸汽温度急剧下降，蒸汽管道内发生水冲击，蒸汽含盐量增加。 3. 缺水时，水位表计负值增大，给水流量不正常地小于蒸汽流量(水冷壁、省煤器爆破相反)；严重时，过热蒸汽温度升高，汽温自动调节装置投入时，减温水流量增大。	1. 运行中各种水位表计应经常对照水位，发现水位不准或设备有缺陷时，及时消除，保持水位表计正确，水位保护及报警装置可靠。 2. 严密监视给水压力、给水流量的变化，控制给水流量和蒸汽流量相适应。 3. 锅炉定期排污时，应保持偏高水位，排污后严密关闭撑污阀，低水位不准排污。 4. 锅炉运行中应严密监视水位。

表 4（续）

7. 锅水质量不合格、含盐量过大、排污不及时、锅水处理不符合规定、负荷增加过快及汽水分离装置损坏，造成汽水共腾。	4. 汽水共腾时，汽包水位发生剧烈波动。各水位计指示摆动，低位水位表计显示模糊，蒸汽温度急剧下降；严重时，蒸汽管道内发生水冲击，饱和蒸汽含盐量增大。	5. 运行中应防止误操作、误判断。 6. 应核规定进行加药、排污。锅水含盐量应符合附录 A 的规定。
--	--	---



8.4.2 处理（见表5）

表 5 水位事故的处理

满 水 处 理	缺 水 处 理	汽水共腾的处理
1. 立即对照汽、水流量，核对水位表计是否正确。 2. 证实水位高时，应关小给水调整阀或降低给水泵转速；若给水调整阀卡涩时，应关给水隔绝阀。 3. 开启事故放水阀，待水位正常后关闭。 4. 汽包水位正值达到制造厂家规定的紧急停炉的水位值时，紧急停炉，全开事故放水门，关小减温水，必要时开启过热器集汽联箱疏水。	1. 立即对照汽、水流量，核对水位计指示是否正确。 2. 证实水位低时，应开大给水调整阀或提高给水泵转速，若给水阀被卡住时，应投入备用给水管道路。 3. 给水压力低时，应提高给水压力或启动备用给水泵，必要时降低锅炉压力。 4. 汽包水位负值达到制造厂家规定的紧急停炉的水位时，应立即停止燃料供给和风机运行，调整减温水，关闭连续排污及取样阀。	1. 证实为汽水共腾时，立即降低锅炉蒸发量，保持稳定运行。 2. 汽包水位可偏低低于正常值，开大排污阀，加强排污。 3. 开启过热器联箱疏水，通知汽轮机运行人员开启过热蒸汽门前疏水阀或对空排气阀，以防品质恶劣的蒸汽进入汽轮机。 4. 通知化学人员对锅水进行分析，水质未改变以前应保持负荷稳定。

8.5 锅炉受热面管损坏（见表6）

表 6 受热面管损坏的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 焊接质量不佳，管材质量不合格，膨胀不畅。 2. 锅炉给水、锅水和蒸汽品质不符合标准或化学清洗不彻底，使管内结垢或管内有杂物堵塞。 3. 高温腐蚀致使管壁变薄，或因灰、渣冲刷，使受热面磨损。 4. 吹灰不当使受热面管产生热疲劳或吹损减薄。	1. 发生爆管时，炉膛负压变正压，爆管处有泄露声，其人孔门或炉墙缝隙等处喷水、漏汽、冒烟，烟气温度不正常地变化，引风机电流增大。 2. 炉膛内受热面(包括水冷壁、屏式过热器等)泄漏时，负压波动大，锅炉出口温度下降。	1. 水冷壁管和省煤器、高压烟气冷却器管损坏： a) 汽包水位能保持时，应尽量维持汽包水位，减燃料、减风量、减负荷，加强排渣，并请示停炉。 b) 汽包水位不能保持正常时，应停止锅炉上水，禁止开启省煤器再循环门和对空排汽门，并按紧急停炉处理。

表 6（续）

5. 水冷壁管被耐火材料砸坏；汽包水位过低，水管缺水。 6. 过热器在启动期间疏水不够、低负荷时投减温水不当，造成水塞，导致局部过热或运行中管壁温度长期超温；屏式过热器管变形，管壁超温。 7. 启、停炉过程中对受热面保护不好。 8. 启、停炉过程中对省煤器再循环使用不正确。 9. 受其他受热面泄漏汽流冲刷。	3. 水冷壁爆管损坏时，汽包水位低或急剧下降。给水流量不正常地大于蒸汽流量。 4. 对流式过热器爆管损坏时，蒸汽流量不正常地小于给水流量，汽压降低，过热器蒸汽温度发生变化。 5. 省煤器爆管损坏时，汽包水位下降，给水流量不正常地大于蒸汽流量，从烟道底部漏灰水。	2. 过热器管损坏： a) 泄漏不严重，能维持汽温、汽压、水位时，允许短时间继续运行。必要时可降低负荷、降参数运行，并请示停炉。 b) 泄漏严重不能维持锅炉正常运行或对邻近的管子有威胁，情况继续恶化时，应紧急停炉。 c) 停炉后保留引风机运行。待炉内蒸汽基本消除后停止。 d) 炉内过热器泄漏时，根据情况决定是
--	--	---

10. 烟气冷却器泄漏。		否清除炉排燃料。 e) 保持汽包较高水位，停止上水，开省煤器再循环门。
--------------	--	--

## 8.6 汽水管道损坏（见表 7）

表 7 汽水管道损坏的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 材质缺陷。 2. 制造、安装质量不合格。 3. 支吊装置设计不当，膨胀不畅。 4. 暖管不充分，发生水冲击或振动。 5. 超温、超压运行。 6. 汽水品质差，管内结垢腐蚀。	1. 轻微损坏时，保温层潮湿，滴水或漏汽，并有泄漏声。 2. 严重损坏时，汽水喷出，发出巨响，蒸汽或给水流量异常变化、压力下降。	1. 轻微损坏时，调整机组运行参数，监视损坏部位，请示停炉。 2. 严重损坏达 8.2.1 的规定时，应紧急停炉。

## 8.7 电负荷骤减（见表 8）

表 8 电负荷骤减的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 电力系统故障。 2. 汽轮机、发电机故障。 3. 操作失误。	1. 蒸汽压力急剧升高，蒸汽流量急剧下降，控制不当时，安全阀启座。 2. 汽包水位先下降后升高，给水投自动时，给水流量减小，蒸汽温度升高。	1. 根据负荷情况立即切断部分燃料，防止超压。 2. 控制蒸汽温度、水位，及时投入旁路运行。

## 8.8 厂用电中断（见表 9）

表 9 厂用电中断的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 电力系统故障。 2. 发电机故障。 3. 厂用工作电源故障，备用电源未及时投入。	1. 高、低压的电压和电流到零，所有运行中的高压或低压电动机停止运转。 2. 低压保护动作，信号闪光，事故音响报警，锅炉 MFT 动作。	1. 高压或低压厂用电部分中断，未造成锅炉 MFT 动作时，应根据具体情况，保持适当负荷、迅速调整燃烧，保持各参数稳定，尽快恢复电源。 2. 厂用电中断造成锅炉 MFT 动作时，应按锅炉 MFT 动作处理： a) 将跳闸转机开关复位； b) 待电源恢复后，重新启动。

## 8.9 过热蒸汽温度过高（见表 10）

表 10 蒸汽温度过高的原因、现象和处理

序号	原 因	现 象	处 理
1	设计受热面偏大。	蒸汽温度高报警。	改进设计。
2	给水温度降低(如高压加热器退出), 炉膛热负荷增加。	过热蒸汽温度高报警, 同时给水温度降低。	提高给水温度。
3	减温水及其自动控制装置故障或给水压力低。	过热蒸汽温度高报警, 同时减温水量减少。	1) 解除减温水自动。 2) 提高减温水流量。
4	汽包安全阀、过热器进口安全阀启座。	过热蒸汽温度高报警, 同时蒸汽流量减少。	调整蒸汽压力, 使安全阀尽快回座。
5	给燃料量过大。	过热蒸汽温度高报警, 同时炉膛温度异常升高。	给料量不宜太大。
6	给料中细颗粒过多。	过热蒸汽温度高报警, 同时炉膛出口温度过高。	1) 控制给料平均粒径, 不宜过细。 2) 风室风量适当减小。
7	总风量过大。	过热蒸汽温度高报警, 同时烟气中氧量过大。	一般炉膛出口烟气氧量控制在3-5%左右为宜。
8	炉排燃料燃烧不均、不良, 炉膛结焦。	过热蒸汽温度高报警, 同时局部床温异常、床压异常。	按 8. 15 的规定进行处理。
9	受热面积灰严重。	过热蒸汽温度高报警, 同时烟气阻力增大。	加强选择性吹灰, 特别是其上游受热面的吹灰。
10	烟道内发生二次燃烧。	过热蒸汽温度高报警, 同时各段烟道温度异常高。	按 8. 2. 2 的规定进行处理。

注 1: 采取上述降温措施后, 汽温仍继续升高, 应降负荷运行。及时减少给料量, 调整一、二次风量。

注 2: 蒸汽温度超过规定值, 经采取措施无效, 应请示停炉。

#### 8.10 蒸汽温度过低(见表 11)

表 11 蒸汽温度过低的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 设计受热面偏小。 2. 减温水量过大, 或调整不及时。 3. 减温水调节系统故障。 4. 过热器积灰严重。 5. 给水压力变化大。 6. 给料机断料, 造成炉膛温度异常下降。 7. 增带负荷过快。 8. 蒸汽严重带水。	过热蒸汽温度低报警。	1. 过热蒸汽的温度降低时, 立即解除减温水自动, 减少减温水, 尽快使蒸汽温度恢复正常。 2. 若蒸汽温度继续下降, 可关闭减水电动门及减温水总门。 3. 根据过热蒸汽温度下降情况, 开启过热器疏水门。 4. 增加给料量, 及时调整燃烧。 5. 适当降低负荷。 6. 加强过热器吹灰。 7. 若采取上述措施, 蒸汽温度仍不回升时应降压运行。

## 8.11 蒸汽压力高（见表 12）

表 12 蒸汽压力高的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 机组甩负荷或汽轮机跳闸。 2. 给料质量过大。 3. 料质变好。	1. 蒸汽压力高报警。 2. 排气阀或安全阀动作。	1. 立即解除燃烧自动，减少给料量；电负荷低时，应联系增带电负荷。 2. 当压力继续升高时，应适当开启对空排气阀进行降压。必要时，可适当开启旁路门。

## 8.12 蒸汽压力低（见表 13）

表 13 蒸汽压力低的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 电负荷突然增加。 2. 给料质量变差。 3. 给料系统故障。 4. 受热面管泄漏。	蒸汽压力低报警。	1. 立即解除燃烧自动，增加给料量（同时应调整风量）。 2. 若为原因 3 所致，必要时可投入油燃烧器。 3. 上述措施无效时，应降负荷运行。

## 8.13 炉膛温度过高过低（见表 14）

表 14 炉膛温度过高过低的的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 给料不正常。 2. 燃料质量变化大。 3. 给料粒度过细或过粗。 4. 一、二次风配比失调。 5. 燃烧异常。 6. 炉排或炉内结焦。	1. 炉膛温度高或低报警。 2. 负荷升高或降低。 3. 局部炉膛温度异常。	1. 炉膛温度高时，应适当增加一次风率，减小给料量。 2. 炉膛温度低时，应适当减小一次风率，增加给料量。必要时可投入油燃烧器。 3. 炉膛温度温差增大时，为防止结焦，应适当增加一次风率，加强排渣；炉膛温度温差恢复正常后，再将风量恢复到正常范围。 4. 给料粒径较粗，使炉膛温度升高时，应适当增大一次风率；给料粒径较细，大量带入上部使炉膛温度降低时，应适当减小一次风率。

## 8.14 炉排结焦（见表 15）

表 15 炉排结渣的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 炉膛温度过高或燃料熔点过低。 2. 运行中，锅炉长时间风、料配比不当。 3. 炉排流道堵塞过多，或者杂物留在炉内。 4. 给料质量变化过大，调整不及时。	1. 局部炉排温度异常。 2. 风室压力异常。 3. 炉膛压力波动大。 4. 严重时排渣困难，水冷风室压力升高。	1. 降低负荷，减少进料量。增大一次风量，下二次风量。 2. 维持正常风压，适当降低炉温，增大排渣量。 3. 若为原因 3 所致，应停炉处理。 4. 联系燃料改善料质。 5. 经调整，仍无改善，应请示停炉。
5. 撒料风压低，造成给料堆积给料口，局部结焦。 6. 燃料过粗，一次风率低。 7. 油料混烧时间过长或油燃烧器雾化不好。 8. 炉排驱动装置故障。		

### 8.15 减温器故障（见表 16）

表 16 减温器故障的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 减温器喷嘴堵塞。 2. 减温器喷嘴脱落。 3. 减温器套筒移位。 4. 减温水门故障。 5. 减温水管道泄漏。	1. 一侧汽温和管壁温度异常升高或降低。 2. 两侧过热器管壁温度偏差异常增大。 3. 两侧蒸汽温度偏差大。 4. 两侧减温水量异常增大。	1. 若蒸汽温度超过规定值，降负荷运行，维持蒸汽温度正常。 2. 若为原因 1 所致，用蒸汽进行反冲洗。 3. 若为原因 2 所致，关小或关闭减温水，保持蒸汽温度稳定。 4. 若蒸汽温度或受热面管壁温度超过规定值，经调整无效，应申请停炉。

### 8.16 尾部烟道二次燃烧（见表 17）

表 17 尾部烟道二次燃烧的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 燃料与风配比严重失调。 2. 长时间燃料、油混烧，燃烧不充分。 3. 油燃烧器雾化不良。 4. 给料质量变化。 5. 尾部烟道吹灰器故障或吹灰不及时，可燃物未及时清理。	1. 尾部烟温和一、二次风温异常升高。 2. 氧量指示不正常降低。 3. 炉膛负压波动过大或变正，引风机电流增大并摆动。 4. 尾部烟道不严密处冒烟。	1. 经检查已发生二次燃烧时，按 8.2.2 的规定紧急停炉。 2. 严密关闭各风门挡板、烟道各孔门。 3. 投入消防蒸汽灭火，不得已时用水灭火。 4. 保持锅炉连续少量进水、开启过热器排空阀，以冷却省煤器、过热器。

		5. 尾部烟道各段温度正常后，方可启动引风机进行通风吹扫 10min。 6. 详细检查设备情况，确认无火、设备无损坏时，方可重新启动锅炉。
--	--	--

8.17 热控及仪表电源中断（见表 18）

表 18 热控及仪表电源中断的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 电气系统及电源母线故障。 2. 开关或刀闸故障。 3. 备用电源未能投入。	1. 电动机执行机构指示灯灭，开度指示异常，无法对设备进行远控操作。 2. 仪表指示异常。	1. 将自动装置切至手动位置。 2. 应尽量保持机组负荷稳定，同时监视汽包就地水位计、一次压力表，并参照汽轮机有关参数值进行调整。 3. 不能恢复时，应请示停炉。

8.18 给料系统故障（见表 19）

表 19 给料系统故障的原因、现象和处理

原 因	现 象	处 理
1. 给料设备电气故障停转。 2. 刮板卡链、断链。 3. 皮带打滑、撕裂。 4. 燃料湿，堵塞、卡塞给料设备、给料管。 5. 料仓搭桥或空仓。 6. 旋转给料阀堵料或故障。 7. 生物燃料潮湿、颗粒度、杂物超标。	1. 断料信号报警。 2. 故障给料系统设备给料量、电流到零或电机过电流。 3. 给料设备内温度高报警。 4. 料仓料位低。 5. 烟气含氧量上升、炉膛温度下降。 6. 蒸汽流量、压力、温度下降、炉膛压力降低。	1. 停故障给料设备，查原因；增大其他给料机出力，保持运行稳定。 2. 及时疏通堵料部位。 3. 若给料设备内的温度超过规定值，应立即手动关闭给料机出口门，并检查自动失灵原因，予以消除。 4. 若为原因 5 所致，应及时启动料仓疏料装置或通知往料仓进料；并关闭给料机出口门，防止烟气返窜。

9 锅炉设备试验

9.1 炉膛、烟风道漏风试验

9.1.1 正压试验法

利用风机向炉膛和烟风道内充压，保持炉膛压力 50Pa~100Pa，在风机入口处撒入白粉或放烟幕。如有缝隙或不严密处，则白粉或烟气会从中逸出，检查发现后及时进行堵塞处理。

9.1.2 负压试验法

利用引风机使炉膛和烟风道形成负压，保持炉膛压力-150Pa~-200Pa，用点燃的蜡烛、火把等靠近

接缝等处进行查找，发现不严密处应及时进行堵漏处理。

## 9.2 锅炉冷态通风试验

### 9.2.1 烟风系统检查

9.2.1.1 通风试验前，应对风门挡板进行动作检查试验，以对挡板动作位置的准确性进行确认：确认挡板轴端刻度与挡板实际开度、就地指示的一致性；确认就地指示与表盘指示/CRT 画面指示的一致性，同时检查反馈信号是否正确。发现问题，应及时处理。

9.2.1.2 分别启动引风机、送风机等，检查各风机运行状况，确保其正常运转，并检查各风量测点安装情况。

### 9.2.2 一、二次风门挡板调节特性试验

根据需要，进行一、二次风门挡板调节特性试验。

### 9.2.3 风室风压检查及其特性试验

试验前，应先检查确认风室风压测点正常、风门挡板开关正常。然后检查炉排密封件是否正常。在空炉排的情况下，开启引风机、送风机，逐渐加大一次风量，维持炉膛压力稳定，记录各工况下各风室压力，进而得出一次风量与风室压力的关系曲线。热态运行时，应根据实际风温和风量进行修正。

## 9.3 锅炉联锁保护试验

### 9.3.1 试验注意事项

9.3.1.1 试验前，电源、开关、设备状态良好，达规定要求。拉合闸、事故按钮均试验合格。

9.3.1.2 试验顺序按先单机、再分系统、最后整体联动的原则进行。

9.3.1.3 联锁试验原则上在静态下进行，电源开关切至试验状态。确有必要时，经上级批准后方可进行动态试验。给料系统不应进行动态有料试验。

### 9.3.2 合格标准

9.3.2.1 各转动机械能按规定程序启动和停止。

9.3.2.2 各相关系统能按设计逻辑和整定值正确动作。

### 9.3.3 联锁保护试验主要内容

9.3.3.1 声光报警、光字牌、事故按钮试验。

9.3.3.2 引风机、送风机联锁保护试验。

9.3.3.3 各风机出入口电动门、挡板开闭试验。

9.3.3.4 炉前给料输送设备系统联锁保护试验。

9.3.3.5 炉前给料输送设备系统互锁保护试验。

- 9.3.3.6 给料机启、停条件试验。
- 9.3.3.7 其他辅机启、停试验。
- 9.3.3.8 燃油快关阀联锁保护试验。
- 9.3.3.9 给料机联锁保护试验。
- 9.3.3.10 机、炉、电大联锁保护试验。

## 9.4 水压试验

### 9.4.1 水压试验种类

水压试验共分两种，一种是额定工作压力水压试验，另一种是超工作压力水压试验。检修后的锅炉一般进行额定工作压力水压试验；经厂级领导批准后进行的超工作压力水压试验，应按照制造厂的规定执行；若制造厂无规定时，则按 DL612 的规定进行：对锅炉本体（包括过热器、省煤器、水冷壁系统），计算压力以汽包工作压力为准，超压试验压力为计算压力的 1.25 倍。

### 9.4.2 水压试验范围

水压试验范围一般应包括锅炉全部承压部件，具体如下：

- a) 高压烟气冷却器、高温空气预热器、省煤器、水冷壁及过热器系统。从给水泵出口至汽轮机电动过热蒸汽门前的整个设备系统。
- b) 汽包就地水位计、安全阀只参加工作压力水压试验，不参加超压试验。
- c) 对工作压力水压试验，一般可根据调试、运行或检修人员的要求，随时进行。但对超压试验则应严格控制次数，并须经批准后方可按规程执行。

### 9.4.3 超压试验的必要条件

具有下列情况之一者方可进行超压试验：

- a) 新安装或迁装的锅炉要投运时；
- b) 停用一年以上的锅炉需恢复运行时；
- c) 运行锅炉经过两次大修时；
- d) 水冷壁管更换总数达到 50%以上时；
- e) 过热器、省煤器管成组拆除或更换时；
- f) 汽包、水冷壁联箱、过热器联箱、省煤器联箱更换时；
- g) 锅炉承压部件进行较大面积补焊修复时；
- h) 根据运行情况，对设备安全可靠有怀疑时。

### 9.4.4 水压试验要求

9.4.4.1 确认锅炉汽水系统安装、检修工作结束，验收合格。

9.4.4.2 水压试验压力应以汽包就地压力表指示为准，集控室压力指示作参考，且应互相校对。试验用精密压力表应事先经校检合格。量程应是试验压力的 1.5~3.0 倍，表盘直径一般不小于 100mm，且应具有两只以上不同取样源的压力表投运，并进行校对。压力表安装地点应考虑高度差。

9.4.4.3 水压试验前，应制定专门的试验措施或方案，包括快速泄压措施，以防超压。当环境温度低于 5℃时，应采取防冻措施。

9.4.4.4 进行超压水压试验时，除了应具备工作压力下的水压试验条件外，还应事先拆除需要重点检查



的薄弱部位的保温层,解列不参加超压试验的部件,对安全阀应采取防止开启的措施(如:用装置卡住)。在工作压力水压试验合格后,方可继续将压力升至超压试验值,保持 20min 后,立即将压力降至工作压力,在此压力值下对各承压部件进行检查,严禁在超压值时进行设备检查工作。

9.4.4.5 水压试验用水必须是合格的除盐水。上水温度及其与汽包金属壁温差应按制造厂规定的数值进行控制。若无特殊规定,则按 DL647 的规定执行,上水温度一般以  $21^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$  为宜。

9.4.4.6 锅炉充满水后,必须排净管内空气。

9.4.4.7 水压试验时,升、降压速率应符合制造厂的规定,应尽量缓慢升降压力。一般应控制升压速度不大于  $0.2\text{MPa}/\text{min}$ 。当压力升至工作压力以上时,升压速度应不大于  $0.2\text{MPa}/\text{min}$ 。降压速度应不大于  $0.5\text{MPa}/\text{min}$ 。

9.4.4.8 当压力升至工作压力的 10% 时,应暂停升压,进行全面检查。如无渗漏,则继续升压;若泄漏严重,则应停止升压或进行泄压,消除漏点后再继续升压。

9.4.4.9 当压力升至工作压力的 80% 时,应暂停升压,检查进水阀的严密性,无问题后将压力升至工作压力并保持压力不变,进行全面检查。

9.4.4.10 当压力降至零时,应开启对空排汽阀、过热器疏水阀,对过热器进行疏水。

9.4.4.11 在进行水压试验过程中,应加强对锅炉膨胀值的监视和记录。

#### 9.4.5 水压试验合格标准

##### 9.4.5.1 工作压力水压试验的合格标准:

- a) 承压部件外表无漏水及湿润现象,受压元件没有残余变形;
- b) 从停止给水泵,关闭进水阀开始计时,20min 内汽包压降不超过  $0.6\text{MPa}$ 。

##### 9.4.5.2 超压水压试验的合格标准应符合 DL612 的规定。

#### 9.5 蒸汽严密性试验

##### 9.5.1 试验检查项目应包括:

- a) 锅炉受热面的焊口和仪表管接头等的严密性;
- b) 锅炉附件和全部汽水阀门、人孔门和法兰等的严密性;
- c) 锅炉汽包、联箱、各受热面和锅炉范围内的汽水管道的膨胀情况及其支座、吊杆和弹簧的受力情况,是否有妨碍膨胀之处。

9.5.2 在整个升压期间,应经常对锅炉的严密性和膨胀情况进行检查和记录。当主蒸汽压力达到额定值的 50% 时,应暂停升压,对承压部件进行全面检查,确认无泄漏后方可继续升压。

9.5.3 升压过程中,一旦发现异常,应及时降压或停炉处理。处理完毕,方可继续升压。

9.5.4 当主蒸汽压力升至额定压力时,维持压力稳定,对锅炉进行全面检查。

9.5.5 蒸汽严密性试验合格后,应及时办理签证手续。

#### 9.6 安全阀校验

##### 9.6.1 安全阀校验前应具备的条件

9.6.1.1 锅炉已具备上水、点火条件,安全阀及其排汽管、消声装置完整。安全阀已在出厂前或按厂家的要求在现场进行过阀芯研磨等处理,并已用锁紧装置压紧所有安全阀。汽包、过热器就地压力表、集控室表盘二次压力表经检验合格。过热器对空排汽阀或压力控制阀(PCV)经校对合格。锅炉事故放水

阀开、关灵活好用。

9.6.1.2 蒸汽严密性试验合格。

9.6.1.3 编写好安全阀调整方案，制定好专门的安全措施，调校人员与运行人员分工明确，并与汽轮机专业作好联系，在调校时锅炉监察工程师应到场。

9.6.1.4 准备好精度压力计，校验时用以替换就地压力表。

9.6.1.5 备好调校工具、阀门锁紧装置、通信联络工具和个人安全防护用品。现场照明良好，并应选择好应急撤退路线。校验期间，应由专人负责统一指挥。

9.6.1.6 安全阀校验应按 GB/T 16507 的相关规定执行。

## 9.6.2 安全阀启座压力整定原则

9.6.2.1 脉冲安全阀整定压力是指冲量接出地点的工作压力，其他类型的安全阀整定压力是指安全阀安装地点的工作压力。

9.6.2.2 对汽包或过热器出口，其控制安全阀的启座压力为 1.05 倍工作压力，工作安全阀的启座压力为 1.08 倍工作压力。再热器安全阀的启座压力为 1.10 倍工作压力。

## 9.6.3 安全阀校验工作

9.6.3.1 安全阀的校验顺序应按照其设计动作压力，遵循先整定高压、后整定低压的原则。对带电磁装置的安全阀，应先整定机械部分，后整定电磁部分。

9.6.3.2 点火升压时，升压速度可按 0.1MPa/min 进行控制。当压力升至额定工作压力的 70%~80%时，应拆除安全阀锁紧装置，进行远方手动启座的排汽试验，开启安全阀 10s~20s，对安全阀管座进行吹扫。

9.6.3.3 将锅炉压力升至安全阀启座压力，进行安全阀校验，并根据需要，进行启座压力、回座压力和前泄现象的调整。

9.6.3.4 当采用液压顶升装置校验安全阀时，通常在 70%~80%额定压力下进行。校验后，应选择抽查同一系统启座压力最低的一只安全阀进行实际启座复核，二者启座压力的相对误差应在 1%范围之内，超出此范围，则应重新校验。

9.6.3.5 进行脉冲式安全阀校验时，应先冲洗来汽管，调整好脉冲阀的启座压力后，再对主安全阀的启座、回座压力进行调整。对其他形式的安全阀，应按其结构特点采用相应的调整方法。

9.6.3.6 调整期间，应控制好压力变化速度。越接近起跳值，升压速度越应缓慢。如升降幅度较大，可通过调整燃烧来控制；反之，则可用对空排汽阀或过热器疏水来控制。进行再热器安全阀调整时，可利用高低压旁路阀开关进行控制。

9.6.3.7 调整期间，应加强对汽包水位、汽包上下壁温差受热面管壁温度的监视。

9.6.3.8 若实际启座、回座压力已在误差允许范围之内，则无需再调整，应尽量减少调整次数。若确需重调，则应间隔 30min 以上，待阀体冷却后再进行。

9.6.3.9 安全阀校验合格后，应及时办理签证手续。

## 9.6.4 验收标准

9.6.4.1 安全阀的启座与设计压力的相对偏差为  $\pm 1\%$ 。

9.6.4.2 安全阀的回座压力一般比启座压力低 4%~7%，最大不得比启座压力低 10%。若制造厂家有特殊规定，则按制造厂家要求执行。

### 9.6.5 日常维护试验

锅炉运行期间，应定期对安全阀进行排汽试验，试验间隔不大于一个小修间隔期，一般在小修停炉过程中进行。电磁安全阀电气回路试验应每月进行一次。

## 9.7 锅炉热工性能及环保试验

### 9.7.1 主要试验依据

9.7.1.1 试验应按 DL/T496、GB13223 等标准的有关规定进行。锅炉热效率试验参照 GB/T 10184。

9.7.1.2 进口锅炉的性能试验按商务合同中规定的要求进行。若合同未规定，则按 9.7.1.1 的规定执行。

### 9.7.2 主要试验项目

试验项目通常应包括以下内容：

a) 锅炉热效率试验。通过对锅炉配风方式（一、二次风率变化）、运行氧量等参数的调整，测量锅炉热效率，为锅炉经济运行提供依据。

b) 锅炉最大连续出力试验。通过本项试验，以检验锅炉机组是否能够达到设计最大连续蒸发量。试验时，应在最大负荷工况下，保证锅炉连续稳定运行 2h 以上。

c) 锅炉额定出力试验。通过本项试验，以检验锅炉机组在额定工况下连续安全运行的能力，并考核锅炉机组在不同运行方式下的适应能力，如汽轮机高压加热器全投或退出时。

d) 锅炉最低负荷试验。试验时，应在最低负荷工况下，保证锅炉连续稳定运行 2h 以上。

e) 锅炉负荷变化率试验。通过本项试验，可了解锅炉机组对电网调峰运行要求的适应能力，确定其调峰时允许的负荷变化率，以便对锅炉调峰运行的安全性和经济性给予指导。

f) 锅炉散热试验。通过本项试验，可测试锅炉范围内敷有保温材料的设备的表面温度和环境温度，以检验保温措施是否符合设计要求。散热试验应按合同的要求进行，或参照 DL/T934 和 GB 8174 的规定进行。

g) 污染物排放监测试验。通过本项试验，可测试锅炉机组满负荷运行时向环境排放的二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等浓度及废水的排放情况，以了解并考核锅炉机组的环保状况。

h) 锅炉设备及厂界噪声测试。通过本项测试，考核锅炉机组防噪设施的使用效果，测试锅炉各设备的噪声水平是否达到合同或设计要求。同时测试锅炉工作场所劳动保护条件是否达到要求，厂界的环境噪声是否达到环保要求。

i) 除尘器性能试验。通过本项试验，以检验和考核除尘器的各项技术经济指标是否达到合同、设计和有关规定的要求。测试的主要内容包括：除尘效率、除尘器进出口烟温、除尘器压降、除尘器出口粉尘浓度、除尘器漏风率等。

### 9.7.3 主要注意事项

9.7.3.1 试验前，应成立试验领导小组，分工明确。制订试验大纲、操作措施，经审批后实施。

9.7.3.2 试验前，应准备好足够数量的燃料，并进行成份分析和化验，且应确保其特性与设计特性相同或相近，这是确保锅炉进行验收考核试验准确性的重要因素。

9.7.3.3 燃料的颗粒度应符合试验要求。试验前，应对给料粒度进行分析化验和粒度筛分工作。

9.7.3.4 测试时，应停止锅炉吹灰和排污，并尽量保持运行参数的稳定。

9.7.3.5 试验期间,应做好必要的安全防护措施。如遇到危及人身和设备安全的情况发生,应暂停试验,并要求运行人员按运行规程进行处理。

附 录 A  
(规范性附录)  
锅炉汽水质量标准

A.1 生物质锅炉给水质量标准见表 A.1。

表 A.1 给水质量标准

炉型	锅炉压力 MPa	Ph (25℃)	联氨 μg/L	油 mg/L	硬度 μmol/L	溶解氧 μg/L	铁 μg/L	铜 μg/L
汽包炉	5.9~ 12.6	8.8~9.3 (有铜系 统)或 9.1~9.4 (无铜系 统)	10~15 或 10~30 (挥发性 处理)	≤0.3	≤2.0	≤7	≤30	≤5

A.2 生物质锅炉锅炉水质量标准见表 A.2。

表 A.2 锅炉水质量标准

锅炉压力 MPa	磷酸根 mg/L	pH (25℃)	含盐量 mg/L	二氧化硅 mg/L
5.9~12.6	2~10	9~10.5	≤100	≤2.0

A.3 生物质锅炉蒸汽质量标准见表 A.3。

表 A.3 蒸汽质量标准

炉型	压力 MPa	钠 μg/kg		二氧化硅 μg/kg	铁 μg/L	铜 μg/L
		磷酸盐处理	挥发性处理			
汽包炉	5.88~18.62	≤10	≤10	≤20	≤20	≤5