



# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1091 — 2018  
代替 DL/T 1091 — 2008

---

## 火力发电厂锅炉炉膛安全监控 系统技术规程

Code of furnace safeguard supervisory system for thermal power plant

2018-12-25 发布

2019-05-01 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 总则..... 3

5 煤粉锅炉炉膛安全监控系统逻辑设计 ..... 8

6 循环流化床锅炉炉膛安全监控系统逻辑设计..... 17

7 燃气轮机燃烧室安全监控系统逻辑设计 ..... 20

附录 A（资料性附录） 燃油系统泄漏试验 ..... 24

## 前 言

本标准按照 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。

本标准代替 DL/T 1091—2008《火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统技术规程》。除编辑性修订外，DL/T 1091 主要技术内容变化如下：

- 扩大了适用范围，机组容量由 125MW~600MW 扩大到 125MW 及以上等级机组；
- 增加了直流燃烧锅炉炉膛安全监控系统技术要求；
- 增加了等离子点火系统和少油点火系统的技术要求；
- 增加了燃气轮机燃烧室的技术要求；
- 删除了燃油和燃气锅炉的技术要求。

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这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业热工自动化与信息标准化技术委员会（DL/TC 28）归口。

本标准起草单位：国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、西安热工研究院有限公司、浙江大唐乌沙山发电有限责任公司、华电电力科学研究院有限公司。

本标准主要起草人：苏烨、贾强邦、杜学聪、尹峰、昌鹏、王鹏、胡建根、丁宁、陈波、冯博、李泉、罗志浩、余小敏、丁俊宏、陆政。

本标准 2008 年 11 月首次发布，本次是第一次修订。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统技术规程

## 1 范围

本标准规定了燃煤锅炉炉膛防爆、燃烧器管理和控制，以及燃气轮机燃烧室安全保护与燃烧调整等的逻辑设计和对监控设备的基本要求。

本标准适用于火力发电厂装设单机容量为 125MW（或对应的主蒸汽流量）及以上等级机组的多燃烧器燃煤锅炉及燃气轮机燃烧室的安全监控。其他容量的机组可参照执行。

## 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 15135 燃气轮机 词汇

DL/T 261—2012 火力发电厂热工自动化系统可靠性评估技术导则

DL/T 435 电站煤粉锅炉炉膛防爆规程

DL/T 655 火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统验收测试规程

DL/T 701 火力发电厂热工自动化术语

DL/T 774—2015 火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**储仓式制粉系统 bin system; storage system**

燃煤制成煤粉后储入煤粉仓，然后从煤粉仓通过给粉机供给炉膛燃烧的一种制粉系统。

### 3.2

**直吹式制粉系统 direct-fired system**

燃煤制成煤粉后直接从磨煤机供给炉膛燃烧的一种系统。

### 3.3

**锅炉炉膛安全监控系统 furnace safeguard supervisory system; FSSS**

保证锅炉燃烧系统中各设备按规定的操作顺序和条件安全启停、切投，并能在危急工况下迅速切断进入锅炉炉膛的全部燃料（包括点火燃料），防止爆燃、爆炸、内爆等破坏性事故发生，以保证炉膛安全的保护和控制系统。炉膛安全监控系统包括炉膛安全系统 [furnace safety system, FSS] 和燃烧器控制系统 (burner control system, BCS)。

### 3.4

**炉膛安全系统 furnace safety system; FSS**

防止炉膛内燃料和空气混合物产生的不安全工况，并能在危急工况下迅速切断进入锅炉炉膛的全部燃料（包括点火燃料），防止爆燃、爆炸等破坏性事故发生，以保证炉膛安全的保护系统。是炉膛安全监控系统的重要组成部分。

### 3.5

**燃烧器控制系统 burner control system; BCS**

根据指令或锅炉负荷变化的要求，按照规定的操作顺序和条件启停、切投锅炉点火系统或燃烧器

的控制系统。在中间储仓式制粉系统中单个或成对地切投燃烧器；在直吹式制粉系统中是一台磨煤机及辅助设备的启停。

3.6

**火焰检测器 flame detector**

检测有无火焰并提供信号的装置。

3.7

**点火器 ignitor**

能在一瞬间提供足够的点火能量去点着主燃烧器燃料的固定安装设备。

3.8

**惰性化 inerting**

将惰性气体或蒸汽充入空气/燃料混合物中，使其氧含量减少而避免爆炸的可能。

3.9

**总燃料跳闸 master fuel trip; MFT**

由人工操作或保护信号自动动作，快速切除进入锅炉（包括常压循环流化床）所有燃料（包括到炉膛、点火器、风道燃烧器等燃料）的控制措施。

3.10

**失去全部燃料 loss of all fuel**

所有进入炉膛燃烧器的燃料（包括煤粉、油等）被切断。

3.11

**失去临界火焰 loss of critical flame**

运行的燃烧器中，有 50%或 50%以上的燃烧器火焰在一定的时间间隔（如 15s）内相继消失。

3.12

**油燃料跳闸 oil fuel trip; OFT**

快速关闭燃油阀，切除进入锅炉炉膛的所有燃料油。

3.13

**炉膛吹扫 furnace purge**

用吹扫风量下的空气流或惰性介质流，有效清除任何气态或悬浮的可燃物，并用空气或惰性介质替换此类可燃物。

3.14

**辅机故障减负荷 run back; RB**

是针对机组主要辅机故障采取的控制措施。即当主要辅机(如给水泵、送风机、引风机)发生故障部分退出工作、机组不能带当前负荷时，快速降低机组负荷的措施。

3.15

**风机超驰作用 override action of fan**

检测到炉膛压力有足够大的偏差时的一种控制作用，其使引风机的控制装置向减少偏差的方向动作。

3.16

**等离子点火 plasma ignition**

锅炉配备等离子燃烧器，借助等离子发生器产生的高温等离子体点燃煤粉，实现燃煤锅炉点火、稳燃、助燃。

3.17

**少油点火 less oil ignition**

在少油点火燃烧器内点燃一定浓度的煤粉/空气混合物气流的过程。



## 3.18

**高盘吹扫 crank purge**

燃气轮机在启动前对燃气轮机冷却空气管道进行的空气吹扫，以保证冷却空气的清洁，防止异物堵塞燃机叶片的冷却通道。

## 3.19

**燃气轮机进口导叶 inlet guide vanes; IGV**

燃气轮机非旋转叶片组件，位于压气机第一级动叶片前，可以是可调叶片。

## 4 总则

## 4.1 基本要求

4.1.1 火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统的设计，应采用可靠性高的设备和成熟的技术。新产品和新技术应经实践证明合格后，才可在设计中采用。

4.1.2 根据发电厂自动化水平和锅炉设备类型，监控系统除满足本标准要求外，还可增加适应自身特点的逻辑设计和有关重要操作事件的信息指示，增加的系统应符合以下要求：

- a) 系统应具备系统功能在线检查和维护的功能，并不应影响控制系统整体可靠性。
- b) 提供一个有助于正确决策（如操作指导、智能化报警等）和快速操作（如自动跳出相关画面等）的环境。

4.1.3 油燃烧器的安全关断阀，应靠近点火器安装，使得阀后燃油管燃油的残留量减至最少。燃油总管的安全关断阀关断时间宜小于 1s，油燃烧器的安全关断阀关断时间宜小于 2s。

4.1.4 在控制盘（台）上应设置独立并可直接动作（可经确认或加避免误动的保护罩）的 MFT 紧急按钮，其回路和电源应独立于分散控制系统的控制器及模件，并由硬接线实现。

4.1.5 应设置吹扫条件、点火条件、火焰检测、吹扫失败、点火失败、MFT、MFT 首出原因、燃烧器启动条件、磨煤机启动条件、磨煤机跳闸首出原因等专用显示画面。

4.1.6 保护、连锁系统在安装、调整和测试时应验证其是否符合设计要求及定值、定时的准确性。重要的保护、连锁系统应定期进行测试和维护。

4.1.7 在系统和仪表未安装完毕、试验合格并投入运行前，不应启动锅炉。

4.1.8 机组正常运行时，FSS 保护不应退出。

4.1.9 新建机组投产前、FSSS 改造后、C 级及以上检修后，应进行连锁保护试验。

4.1.10 应制定系统和设备的定期试验和维护、维修计划，维修后应进行相关系统的保护及连锁验证试验。

4.1.11 应编写运行操作规程，叙述所有的手动和自动功能，列出所有的操作顺序和检查要点。

## 4.2 主要设备的基本设计要求

## 4.2.1 炉膛安全监控系统

4.2.1.1 炉膛安全监控系统应根据燃煤机组的炉型、制粉系统、燃烧器和燃气轮机的燃烧室类型的要求进行设计，应将单个模件的故障对整个系统的影响程度降至最低。

4.2.1.2 系统应能判明以下故障类型：

- a) 电源故障。
- b) 通信故障。
- c) 处理器故障。
- d) 输入和输出模件故障。

- e) 信号坏质量判断。

#### 4.2.1.3 系统的设计还应包括下列功能：

- a) 系统故障诊断功能。
- b) 系统内任何个别部件故障，不应妨碍强制性的 MFT。
- c) 系统的响应时间应满足 DL/T 261—2012 中 6.2.1.2 的要求。
- d) 系统抗干扰能力应满足 DL/T 774—2015 中 4.2.1.6 的要求。
- e) 在系统失电时，I/O 和继电器动断、动合触点的设置应能保证其所控设备处于安全状态或机组安全运行所需的工作状态。

#### 4.2.1.4 执行炉膛安全监控功能的逻辑系统，不应与其他逻辑系统组合在一起。

### 4.2.2 火焰监控和跳闸系统

#### 4.2.2.1 火焰监控系统设计应符合下列要求：

- a) 容量为 125MW（或对应的主蒸汽流量）及以上容量的锅炉，应对各燃烧器（包括主燃烧器和点火燃烧器）单独进行监视，当检测到某个燃烧器火焰熄灭时，应自动关闭该燃烧器的安全关断阀。
- b) 在炉膛设计时，应考虑火焰检测器对燃烧器的视角，检测视角最后需通过现场试验确定，并应对视角的有效角度范围进行校核。
- c) 应使用清洁空气对火焰检测器镜头进行清洁和冷却。
- d) 火焰检测器应具有对自身故障检查的功能，不应有自身故障造成对火焰的误判。

#### 4.2.2.2 跳闸系统设计应符合下列要求：

- a) 触发 MFT 动作的检测元件和回路，应独立于其他控制元件和回路，进行单独配置。
- b) 应采用比其他控制回路更可靠的硬件和设计（如冗余、三取二等），三取二或三取中的信号中的三个信号应分别通过三个独立的 I/O 模件引入分散控制系统的冗余控制器。
- c) MFT 跳闸系统在失电时应发出锅炉跳闸信号。
- d) 根据电厂实际情况，炉膛压力 MFT 保护可采用过程压力直接驱动的压力开关，也可采用时间常数满足要求的炉膛压力变送器，两种方式均应至少有三个独立取样，压力开关应配置“压力高”开关和“压力低”开关，压力保护动作信号按“三取二”逻辑产生。
- e) 炉膛压力取源部件位置应符合锅炉厂规定，具有防堵功能，不应集中布置在炉膛单侧。
- f) 跳闸条件中的汽包水位（汽包炉）、给水流量（直流炉）等保护信号应按“三取二”逻辑设计。
- g) 触发 MFT 的跳闸信号应采用硬接线接入，需要通过逻辑运算产生的 MFT 信号应在处理逻辑中采取冗余或表决的方式提高可靠性。
- h) MFT 跳闸输出指令应以硬接线接入其他系统 [如模拟量控制系统（modulating control system, MCS）、开关量控制系统（on-off control system, OCS）、汽轮机紧急跳闸系统（emergency trip system, ETS）等] 和相应动作设备的跳闸回路。
- i) 当跳闸连锁系统电源中断或恢复时，应防止引起系统的拒动作和误动作。

### 4.2.3 燃烧控制系统

#### 4.2.3.1 本标准对燃烧控制系统的设计要求仅涉及保证炉膛安全运行的要求，并不包括其他控制系统对燃烧控制系统提出的要求。

#### 4.2.3.2 燃煤锅炉启动时，风量应保持在吹扫流量（不小于 25%满负荷风量，对燃煤锅炉要求不大于 40%满负荷风量）。在运行期间，其空气容积流量应等于或大于吹扫流量。

#### 4.2.3.3 燃料和空气子系统应提供设定最大和最小极限的能力，燃料和风量不应超过使火焰稳定燃烧的极限。



4.2.3.4 负荷变化时应同时改变燃料量和风量，并保持适当的空气和燃料比例。风量控制在手动时不应将燃料量控制投入自动。

4.2.3.5 控制系统设计应防止产生富燃料混合物，允许采用燃料量变化期间对空气量变化的导前或滞后的措施，来保证空气量的暂时富余。当空气/燃料比低于预定值时，应闭锁增加燃料量和减少空气量的控制动作。

4.2.3.6 对平衡式通风炉膛，炉膛压力应保持在设定值。炉膛压力控制在手动时，不应将风量控制投入自动。

4.2.3.7 系统应具有磨煤机煤和空气混合物温度控制手段。

4.2.3.8 系统应具有保证输送所需煤粉的一次风控制调节的手段，并有限制一次风量低于危险值的措施。

4.2.3.9 系统应具有煤量、风量、油量等计量装置，必要时应进行压力、温度补偿，应保证测定的总燃料量和总风量的准确性。

4.2.3.10 系统应提供氧量或燃烧产物的测量装置，应满足表示和反应燃烧情况的需求。

4.2.3.11 炉膛安全监控系统的指令应优先于燃烧控制系统指令。

4.2.3.12 配置了脱硫、脱硝、超低排放系统的锅炉，应采取措施避免因设备（系统）故障、跳闸及要求机组快速减负荷对炉膛压力造成的影响。

#### 4.2.4 电源和气源

4.2.4.1 系统所有控制和安全设备所需的动力（电源和气源），应满足 DL/T 261 要求。

4.2.4.2 系统电源应为两路独立运行且各自负荷容量为 100% 的电源装置，至少一路来自 UPS。

#### 4.2.5 等离子燃烧系统

4.2.5.1 等离子燃烧系统的设计，应尽可能减少对燃烧系统正常运行的影响，等离子燃烧器本体的寿命应满足锅炉检修周期的要求，更换简单方便。

4.2.5.2 等离子发生器的供电电源应选取自负荷小的厂用电源段，应避免同一段电源上的大型设备启动时，整流柜的低压保护动作而造成等离子发生器的断弧。

4.2.5.3 等离子控制系统设计时，应充分考虑与 DCS 的接口，以确保锅炉安全。

4.2.5.4 宜设计等离子燃烧器壁温测点、一次风速在线检测等监测装置和测点。同时，阴极和阳极头在使用到预期寿命时，在操作和监控画面上应有明显的提示和报警。

### 4.3 功能配置要求

#### 4.3.1 基本原则

对燃烧器不同布置方式（墙式对冲、四角切圆、W 形火焰等）、燃烧器不同数量、不同制粉方式（直吹式制粉、储仓式制粉）、锅炉本体及主要辅机的不同类型和工艺等，应根据制造厂和锅炉专业的要求，设计相应的逻辑功能。

#### 4.3.2 炉膛安全保护功能

4.3.2.1 炉膛安全保护应包括 MFT、炉膛吹扫、油泄漏试验、锅炉点火、全炉膛火焰监视和灭火保护功能、MFT 首出原因和 RB 等功能。

4.3.2.2 当检测到炉膛内部分火焰丧失达到炉膛燃烧不安全或全部火焰丧失时，或者制造厂设计的并经现场试验验证的跳闸原则满足时，应触发 MFT。

4.3.2.3 MFT 时，应切断进入炉膛的燃料供应和点火器电源，解列制粉系统。如装有炉膛惰性化系



统，应同时投入该系统。

4.3.2.4 触发 MFT 保护条件的各跳闸动作值及延时时间应由锅炉厂提供设计依据，运行中在征得制造厂同意情况下可以进行修正。

4.3.2.5 MFT 后，应指示跳闸首出原因。

4.3.2.6 储仓式制粉系统中应具有防止给粉机总电源切换时可能产生给粉机运行状态瞬间失去（全炉膛燃料丧失）误信号的措施。直吹式制粉系统中应具有防止给煤机电源发生电压暂降时给煤机变频器低压保护动作，导致给煤机跳闸的措施。

4.3.2.7 应有准确地反映火焰实际状态的判断功能。

### 4.3.3 连锁保护功能

4.3.3.1 连锁保护功能应监视燃烧设备的启动、停止过程和运行情况，应确保设备的安全操作顺序和安全运行。

4.3.3.2 当锅炉设备安全受到危险时，应按适当顺序使最小数量的设备跳闸。

4.3.3.3 主要设备跳闸后应能显示跳闸的首出原因。

4.3.3.4 当检测到下列情况时，应自动停运相关设备：

- a) 可能导致未燃烧燃料堆积的严重燃烧问题时。
- b) 失去锅炉控制时。
- c) 失去燃烧器管理时。
- d) 失去连锁系统的电源时。

4.3.3.5 引起跳闸的连锁信号或动作信号应报警。

### 4.3.4 报警功能

4.3.4.1 报警系统应提供听觉和视觉报警，指示超限情况。报警发生后，应有消除听觉警报手段，保持视觉报警指示直到工况恢复正常。

4.3.4.2 当燃烧出现不稳定时，应有警示信息。

4.3.4.3 用于跳闸的火焰熄灭信号一旦发生运行燃烧器火焰熄灭时，应立刻报警。

4.3.4.4 对所设计的基本燃料，应提供该燃料燃烧系统的报警。除连锁系统跳闸报警外，还应包括但不限于以下报警信号：

- a) 点火器燃油总管压力（高和低）。
- b) 点火器雾化蒸汽或空气压力低（采用介质雾化时）。
- c) 磨煤机跳闸（非正常停运）。
- d) 一次风机跳闸（非正常停运）。
- e) 磨煤机断煤。
- f) 风粉混合物温度高。
- g) 炉膛压力（高）。
- h) 炉膛负压（高）（适用于平衡通风炉膛）。
- i) 炉膛风量（低）。
- j) 连锁装置失去动力源。
- k) 控制系统电源丧失。
- l) 火焰丧失。
- m) 汽包水位（高和低）。
- n) 风机开（关）闭锁或风机超驰作用。
- o) 火检冷却风压低。

- p) 给水流量(低)(适用于直流炉)。
- q) 主汽温高/低(适用于直流炉)。
- r) 分离器水位高(适用于直流炉)。
- s) 分离器出口温度/过热度高(适用于直流炉)。
- t) 炉水泵差压报警(强制循环锅炉)。
- u) 过热器出口压力高或主汽压力高(适用于直流炉)。
- v) 燃气轮机排气压力高(适用于燃气轮机)。
- w) 燃气轮机排气离散度大(适用于燃气轮机)。
- x) 燃气轮机排气温度高(适用于燃气轮机)。
- y) 危险气体浓度检测高(适用于燃气轮机)。
- z) 燃气轮机叶片通道温度高(适用于燃气轮机)。

### 4.3.5 参数监视与记录功能

#### 4.3.5.1 炉膛安全监控系统应包括以下监视信号：

- a) 火焰监视。
- b) 系统设备状态。
- c) 启停顺序及运行监视。
- d) 报警信号及跳闸原因。

4.3.5.2 作为系统最低要求应提供以下参数的监视和记录功能：主汽流量、给水流量、总燃料量、总风量、汽包水位(汽包炉)、分离器出口温度/过热度(直流炉)、主汽温度、主汽压力、一次风压、磨煤机出口温度、燃油压力及炉膛压力等。

## 4.4 防止炉膛内爆的控制逻辑设计要求

### 4.4.1 设计原则

对于负压通风炉膛，应设计在其负压超过炉膛结构忍受能力的情况下，将其危险降至最低限度的控制逻辑。

### 4.4.2 炉膛压力控制系统设计要求

#### 4.4.2.1 应控制炉膛压力在要求的正常范围内。

#### 4.4.2.2 监控系统应满足以下要求：

- a) 3 台炉膛压力变送器应经过三选中环节生成炉膛压力信号，每台变送器应单独取样，并有适当的监控系统，以便使机组在炉膛压力测量有故障的情况下能安全运行。
- b) 系统应设计代表锅炉空气需求量的前馈信号，该信号可以是送风机指令信号，也可是测得的准确的空气量信号。
- c) 在引风机控制在自动状态下，当炉膛负压偏差大时，应有相应的闭锁功能。
- d) MFT 动作时应有将压力控制在正常范围内的超驰功能。
- e) 使用轴流风机时，应有避免风机失速状态运行的措施。

### 4.4.3 风机顺序控制与连锁保护设计要求

4.4.3.1 风机的启动与停止步骤，应由制造厂、设计单位、调试单位及运行单位共同确定。步骤应与本节所规定的顺序相协调。

4.4.3.2 在运行工况下，从送风机入口到烟囱应有通畅的气流通道。在系统设计不允许使用全开空气通



道之外，其最小空气通道断面积不应小于风机运行时吹扫空气流量要求所需要的面积，应满足下列要求：

- a) 配备多台送（引）风机的锅炉，启动首台引风机时，风机所有流量控制装置和关断挡板应打开，并应打开足够的隔离挡板、风箱及其他控制挡板，提供通畅的气流通道。
- b) 配备单台送（引）风机的锅炉，流量控制装置和关断挡板，在风机启动期间，与引风机有关的应允许关闭，与送风机有关的应置于风机启动电流可以接受的位置；在风机运行期间，应置于确保吹扫空气流量的位置。
- c) 在风机制造厂推荐的界限内，停运风机的所有流量控制装置和关断挡板应保持开启，直到第一台引风机和送风机投入运行，保持炉膛压力及通畅的流量通道为止。

4.4.3.3 启停风机时，应减少对炉膛压力和风量波动。当条件具备时，应投入炉膛压力自动控制。最后一台风机停运后，风机挡板的开启应经过延迟或处在可控状态，以防风机在惰走过程中，在炉膛内引起过度的瞬态正压或负压。

4.4.3.4 炉膛压力保护的连锁应符合以下要求：

- a) 当炉膛压力超过正常运行压力达到制造厂规定的限定值时，应触发总燃料跳闸。若跳闸后风机仍在运行，则应继续运行，但不应手动或自动控制增加风量。
- b) 在 MFT 后点火前，如果炉膛压力仍超过制造厂的规定值时，应将各送、引风机跳闸。

4.4.3.5 送（引）风机故障跳闸的连锁应符合以下要求：

- a) 每台送（引）风机均应有连锁跳闸逻辑，风机不能继续安全运行时，应将该风机跳闸。
- b) 当送（引）风机故障跳闸时，如果还有该类型其他风机在运行，应关闭跳闸风机相关的挡板。
- c) 当送、引风机设有成对启动、停止和跳闸的连锁系统时，送风机故障跳闸时，相关的引风机应跳闸；引风机故障跳闸时，相关的送风机应跳闸。最后运行的一对送、引风机，当送风机跳闸后，引风机仍应保持在被控制的运行状态下，相应送风机挡板应保持在开启位置；当引风机跳闸后，两者的挡板均应保持在开启位置。如果它们不是最后运行的一对送、引风机，跳闸的送、引风机挡板应关闭。
- d) 当所有的送风机或所有引风机跳闸时，应触发总燃料跳闸。所有风机挡板在延时一段时间后均应打开，如果有烟气再循环风机系统，则挡板应关闭。

4.4.3.6 多台并联的双速或变速风机，第 2 台及以上的风机启动后，开启挡板前，应能判断风机的转速已调整到有足够的能力将风量送出。

## 5 煤粉锅炉炉膛安全监控系统逻辑设计

### 5.1 油泄漏试验

5.1.1 燃油系统泄漏试验应能证实油系统的各部分（阀门及油管路）是严密的，判断主燃油跳闸阀和各油燃烧器角阀之间是密闭。如有泄漏，应指出泄漏的原因。

5.1.2 当锅炉点火方式为轻油点重油、重油点煤粉时，应分别对轻油及重油系统做油泄漏试验。燃油系统泄漏试验步骤参见附录 A。

5.1.3 油泄漏试验应满足以下条件：

- a) MFT 发生。
- b) 主燃油跳闸阀关闭。
- c) 回油阀关闭。
- d) 各油燃烧器角阀关闭。

5.1.4 油泄漏试验逻辑应包括以下内容：

- a) 通过逻辑控制对油系统各部分加压。
- b) 设计有检测所有泄漏情况的仪表和判别逻辑。



- c) 提供泄漏试验过程和结果的相应信息或报警。

## 5.2 炉膛吹扫

5.2.1 锅炉点火之前都应对炉膛进行吹扫。

5.2.2 炉膛吹扫时应开启送风机、引风机并保持一定的风量，维持一段时间的吹扫以保证所有可燃混合物从炉膛和烟道中吹扫出去。在吹扫过程中，如果某一吹扫条件不满足，则吹扫中断，经处理使吹扫条件满足后，重新开始吹扫计时，直至吹扫时间周期完成。吹扫时间按照 5.2.3 d) 的规定确定，推荐为 5min~10min。

5.2.3 吹扫条件应满足以下基本要求：

- a) 所有进入炉膛的燃料输入被切断。
- b) 油泄漏试验成功。
- c) 炉膛内无火焰。
- d) 炉膛的通风量一直保持相当于额定负荷通风量 25%以上的吹扫风量（推荐值为 30%额定风量），吹扫时间不应少于 5min 或相当于炉膛（包括烟道）换气 5 次的时间（取两者较大值）。

5.2.4 吹扫时应满足以下基本条件：

- a) MFT 发生。
- b) 无 MFT 跳闸条件。
- c) 油泄漏试验成功。
- d) 任一空气预热器运行。
- e) 任一引风机运行。
- f) 任一送风机运行。
- g) 炉膛压力正常。
- h) 所有火检均未检测到火焰。
- i) 所有磨煤机停运。
- j) 所有给煤机停运。
- k) 主燃油跳闸阀关闭。
- l) 所有油燃烧器角阀关闭。
- m) 火检冷却风压力正常。
- n) 所有二次风挡板全开或在吹扫位。
- o) 锅炉总风量不小于 25%额定风量，推荐值 30%额定风量。
- p) 所有给粉机停运（储仓制系统）。
- q) 汽包水位正常（汽包炉）。
- r) 任一炉水循环泵运行（强制循环汽包炉）。
- s) 所有一次风机均停运（若配置一次风机）。
- t) 所有排粉风机均停运（若配置排粉风机）。
- u) 所有电除尘器均停运（若配置电除尘器）。
- v) FSSS 系统硬件正常（包括主模件及电源系统）（可选）。
- w) 所有等离子点火器未启弧（若配置等离子点火器）。

5.2.5 当炉膛吹扫条件均满足时，通过运行人员手动操作进入吹扫阶段。在吹扫时间内，所有吹扫条件全部满足，发出吹扫完成信号。如吹扫期间任一吹扫条件失去，则发出吹扫中断信号，并显示中断原因。应在所有吹扫条件重新满足后，运行人员重新手动启动吹扫，直到吹扫完成。

5.2.6 因引风机失去导致紧急停炉或引风机全部停运时，应将风烟通道上所有挡板按照要求在规定时间内调节到全开位置，以建立大流量的炉膛自然通风，保持这种状态不少于 15min。

### 5.3 预点火操作

5.3.1 MFT 复位：吹扫完成后，吹扫完成的信号自动复位 MFT，不应设置 MFT 复位按钮。

5.3.2 OFT 复位：MFT 复位后 OFT 自动复位；或 MFT 复位后，通过“开主燃油跳闸阀”操作复位 OFT。

5.3.3 当以下基本条件满足时，运行人员通过“开主燃油跳闸阀”手动操作打开主燃油跳闸阀：

- a) MFT 已复位。
- b) OFT 已复位。
- c) 燃油供油压力正常。
- d) 无任何关闭或跳闸指令。

### 5.4 锅炉点火

5.4.1 炉膛点火允许应满足以下基本条件：

- a) MFT 已复位。
- b) 风箱/炉膛差压正常。
- c) 火检冷却风压正常。
- d) 锅炉风量合适（在点火风量，定值推荐为 30%~80%额定风量）或有煤层投运。
- e) 火检系统运行无异常（可选）。

5.4.2 油点火允许应满足以下基本条件：

- a) 炉膛点火许可。
- b) OFT 已复位。
- c) 主燃油跳闸阀打开。
- d) 燃油压力正常。
- e) 燃油温度正常。
- f) 雾化蒸汽（或压缩空气）压力正常（可选）。

5.4.3 油燃烧器投运许可应满足以下基本条件：

- a) 油点火许可。
- b) 油燃烧器无火焰检测到。
- c) 油燃烧器角阀关闭。
- d) 油燃烧器清扫阀关闭。

5.4.4 按以下步骤投运油燃烧器：

- a) 伸进油枪。
- b) 伸进点火枪。
- c) 点火器打火。
- d) 点火器开始打火后打开油燃烧器角阀。

注：如锅炉厂家要求点火前必须清扫油枪，则在伸进油枪后开清扫阀，清扫油枪一段时间（推荐为 60s）后，关闭清扫阀，再伸进点火枪并向下执行其他步骤。

5.4.5 以下条件满足时，认为油燃烧器已投运：

- a) 油枪伸进。
- b) 油燃烧器角阀打开。
- c) 检测到有火信号。

5.4.6 满足以下任一条件时，油燃烧器应保护跳闸：

- a) 手动跳闸。

- b) MFT。
- c) OFT。
- d) 油燃烧器角阀打开且未检测到火焰达 5s~15s。
- e) 油燃烧器投运后设备故障（如油燃烧器角阀未在开位、油枪未在进位等）。
- f) 油燃烧器点火失败（包括油枪未及时伸进、点火枪未及时伸进、油燃烧器角阀未及时打开等）。

#### 5.4.7 按以下步骤停运油燃烧器：

- a) 关闭油燃烧器角阀。
- b) 油燃烧器清扫步骤（按 5.4.8 进行）。

#### 5.4.8 按以下步骤清扫油燃烧器：

- a) 点火枪伸进。
- b) 点火器打火（打火时间推荐为 30s）。
- c) 打开清扫阀（清扫时间推荐为 1min~5min）。
- d) 清扫完成后退出油枪、点火枪。

#### 5.4.9 在油枪清扫过程中，满足以下任一条件，中断清扫：

- a) 油燃烧器跳闸。
- b) 清扫蒸汽压力低。

注：如油枪清扫中断，则油枪不退出，但并不影响下一次油燃烧器点火。

#### 5.4.10 油层顺序投运步骤：应按照厂家推荐顺序，但应是间隔一只油燃烧器启动，时间间隔一般为 5s~15s（如四角切圆锅炉一般为先对角后邻角）。

#### 5.4.11 油层顺序停运步骤：停运顺控应与投运顺控顺序相反，后启先停，时间间隔一般为 5s~15s。

### 5.5 煤燃烧器控制

#### 5.5.1 直吹式制粉系统

##### 5.5.1.1 启动磨煤机应满足以下基本条件：

- a) 炉膛点火允许。
- b) 煤层点火能量满足；煤层点火能量的判断全部宜以层为单位。以下任一条件满足，则为煤层点火能量满足：
  - 1) 对应油层投运。其中油层投运为：同一层的 4 支油枪至少有 3 支投运（每层配置 4 支油枪）；同一层的 6 支油枪至少有 4 支投运（每层配置 6 支油枪）；同一层的 8 支油枪至少有 6 支投运（每层配置 8 支油枪）；同一层的 10 支油枪至少有 8 支投运（每层配置 10 支油枪）。
  - 2) 锅炉负荷大于定值（推荐 30%~50%锅炉负荷）且相邻煤层投运。其中煤层投运为：同一层的 4 支煤粉燃烧器至少有 3 支投运（每层配置 4 支煤粉燃烧器）；同一层的 6 支煤粉燃烧器至少有 4 支投运（每层配置 6 支煤粉燃烧器）；同一层的 8 支煤粉燃烧器至少有 6 支投运（每层配置 8 支煤粉燃烧器）；同一层的 10 支煤粉燃烧器至少有 8 支投运（每层配置 10 支煤粉燃烧器）。
  - 3) 锅炉负荷大于定值（推荐 60%~80%锅炉负荷）。

注：如果锅炉厂对点火能量有特殊要求时，以锅炉厂的要求为准。

- c) 磨煤机出口温度正常。
- d) 磨煤机一次风量正常。
- e) 磨煤机润滑油系统正常（任一台润滑油泵运行且油压正常）。



- f) 磨煤机无跳闸条件。
- g) 磨煤机密封风系统投运正常。
- h) 磨煤机出口门全开。
- i) 冷、热风隔离挡板开启。
- j) 磨煤机在等离子点火方式且等离子允许启动磨煤机（配置等离子点火器的煤层）。

5.5.1.2 满足以下任一条件，磨煤机应保护跳闸：

- a) MFT。
- b) 磨组投运一段时间后，失去火焰跳闸（如同一磨煤机对应的 4 个煤粉燃烧器中，有 3 个及以上失去火焰；或同一磨煤机对应的 6 个煤粉燃烧器中，有 4 个及以上失去火焰；或同一磨煤机对应的 8 个煤粉燃烧器中，有 5 个及以上失去火焰；或同一磨煤机对应的 10 个煤粉燃烧器中，有 6 个及以上失去火焰）。
- c) 失去磨煤机润滑油。
- d) 磨煤机运行且磨煤机出口门关闭。
- e) 磨煤机运行且给煤机停运达到一定时间（可选）。
- f) 磨煤机出口温度高。
- g) 磨煤机的密封风与一次风差压低。
- h) 运行人员手动跳闸指令。
- i) 一次风机均停运。
- j) RB 信号（部分磨煤机）。
- k) 磨煤机断煤、堵煤（可选）。
- l) 磨煤机及其电动机的保护（如轴承温度高、绕组温度高等）（可选）。
- m) 等离子点火器跳闸磨煤机（配置等离子点火器的煤层）。

5.5.1.3 磨煤机跳闸后应连锁跳闸相应的给煤机，并联锁关闭磨煤机出口挡板、热风隔离挡板。

5.5.1.4 启动给煤机应满足以下基本条件：

- a) 磨煤机已运行。
- b) 给煤机出口挡板已开。
- c) 给煤机转速指令在最低。
- d) 对应的磨煤机出口混合风粉温度合适。

5.5.1.5 满足以下任一条件，给煤机应保护跳闸：

- a) MFT。
- b) 磨煤机停运。
- c) 给煤机运行且进口挡板开启，给煤机煤量小于规定值。
- d) 磨煤机进口一次风量低。
- e) 给煤机出口挡板关闭（可选）。
- f) 给煤机堵煤或无煤（可选）。

5.5.1.6 应按以下步骤进行煤层顺序启动（应根据相关设备可控条件，确定进入顺序启动的步骤）：

- a) 启动磨煤机润滑油泵、冷却风机等。
- b) 启动磨煤机密封风机，并打开对应密封风门。
- c) 建立一次风进入磨煤机及风粉进入炉膛的通道（打开磨煤机入口风门、磨煤机出口门、冷风调节挡板等）。
- d) 暖磨（调整磨煤机出口温度达到要求）。
- e) 开启给煤机进、出口挡板；给煤机转速指令设定在最低。
- f) 磨煤机启动条件（见 5.5.1.1）满足，启动磨煤机。

- g) 给煤机启动条件 (见 5.5.1.4) 满足, 启动给煤机。
  - h) 延时后释放给煤机转速指令设定在最低指令。
- 5.5.1.7 应按以下步骤进行煤层顺序停运 (应根据相关设备可控条件, 确定进入顺序停运的步骤):
- a) 将给煤机转速减至最小, 并关闭热风调节挡板、开启冷风调节挡板。
  - b) 冷却至磨煤机进口温度小于一定值后, 关闭给煤机进口挡板。
  - c) 停运给煤机。
  - d) 给煤机停运后, 磨煤机吹扫一段时间以排空磨煤机内的煤粉, 停运磨煤机。
  - e) 依次关闭热风隔离挡板、冷风隔离挡板、磨煤机出口门、磨煤机入口风门、密封风隔离挡板。

## 5.5.2 储仓式制粉系统

5.5.2.1 储仓式制粉系统的控制可相对独立, 进入 FSSS 控制的设备有给粉机、给粉机出口一次风门, 给粉机应单台控制, 磨煤机、给煤机等设备的逻辑可在 SCS 系统中实现。

5.5.2.2 启动给粉机应满足以下基本条件:

- a) 炉膛点火允许 (按 5.4.1)。
- b) 无给粉机跳闸条件。
- c) 对应煤层点火能量满足 [按 5.5.1.1 b)]。

5.5.2.3 满足以下任一条件时, 给粉机应保护跳闸:

- a) MFT。
- b) 失去火焰跳闸 (给粉机运行且失去火焰达数秒)。
- c) 给粉机出口一次风门关闭。
- d) 一次风机全停 (若配置一次风机)。
- e) RB 信号 (部分给粉机)。

5.5.2.4 启动磨煤机应满足以下基本条件:

- a) 磨煤机润滑油压正常。
- b) 磨煤机轴温正常。
- c) 磨煤机冷风门全开。
- d) 相应侧排粉机已运行。

5.5.2.5 满足以下任一条件时, 磨煤机应保护跳闸:

- a) MFT。
- b) 相应侧排粉机停运。
- c) 磨煤机润滑油压低。
- d) 磨煤机轴承温度高。

5.5.2.6 当相应侧磨煤机运行, 允许启动给煤机。

5.5.2.7 满足以下任一条件时, 给煤机应保护跳闸:

- a) MFT。
- b) 相应侧磨煤机停运。
- c) 相应侧排粉机停运。

## 5.6 总燃料跳闸

5.6.1 满足以下任一条件时, 应触发 MFT 动作:

- a) 手动操作 “MFT” 按钮。
- b) 汽轮机跳闸且机组负荷高于旁路系统卸载能力负荷。
- c) 二次风机全停。

- d) 引风机全停。
  - e) 空气预热器全停。
  - f) 炉膛压力高于保护定值。
  - g) 炉膛压力低于保护定值。
  - h) 汽包水位高(汽包炉)。
  - i) 汽包水位低(汽包炉)。
  - j) 锅炉总风量低(以锅炉厂规定的最低风量为准)。
  - k) 过热器保护。
  - l) 再热器保护。
  - m) FSSS 电源失去或 FSSS 控制器均故障。
  - n) 失去全部燃料:
    - 1) 所有磨煤机全停, 并且任一油燃烧器投运状态下主燃油跳闸阀关闭或所有单个油燃烧器角阀关闭(直吹式制粉系统); 所有给粉机全停或给粉机电源中断, 并且任一油燃烧器投运状态下主燃油跳闸阀关闭或所有单个油燃烧器角阀关闭(储仓式制粉系统)。
    - 2) 两台一次风机停运且油枪都未投运(直吹式制粉系统或热风送粉储仓式制粉系统); 所有排粉机跳闸且油枪都未投运(乏气送粉储仓式制粉系统)。
  - o) 多次点火失败(MFT 复位后, 常规油枪 3 次~5 次点火都不成功, 少油油枪 8 次~12 次点火都不成功, “任一油燃烧器投运”信号屏蔽此 MFT 动作条件)。
  - p) 延时点火(MFT 复位后, 5min~30min 内炉膛仍未有任一油燃烧器投运)。
  - q) 失去全部火焰: 煤粉及油层投运的情况下油燃烧器均失去层火焰信号。
- 注: 失去层火焰和全部火焰条件应满足锅炉制造厂要求, 推荐失去层火焰信号指同一层如配 4 支燃烧器火焰失去 3 个及以上火焰, 或同一层如配 6 支燃烧器火焰失去 4 个及以上火焰, 同一层如配 8 支燃烧器火焰失去 5 个及以上火焰, 同一层如配 10 支燃烧器火焰失去 6 个及以上火焰等。即无煤层投运信号, 也无油层投运信号。
- r) 所有炉水泵停运(强制循环汽包炉)。
  - s) 主蒸汽压力高(直流炉, 根据锅炉制造厂要求)。
  - t) 给水流量低或给水泵全停(直流炉)。
  - u) 主汽温度高/低(直流炉, 根据锅炉制造厂要求)。
  - v) 启动分离器水位高(直流炉, 根据锅炉制造厂要求)。
  - w) 启动分离器出口温度高(直流炉, 根据锅炉制造厂要求)。
  - x) 失去火检冷却风(火检冷却风压低, 或火检冷却风机都停运)(可选)。
  - y) 失去临界火焰(适用于直吹式或半直吹式制粉系统): 至少三层煤投运且运行的煤粉燃烧器中部分火焰失去(满足锅炉制造厂要求, 其定值推荐为 50%)(可选)。
  - z) 失去角火焰(适用于直吹式或半直吹制粉系统、四角切圆燃烧锅炉): 至少三层煤投运且某一角从上到下所有燃烧器(煤、油)都失去火焰(可选)。
  - aa) 脱硫系统跳闸保护。
  - bb) 水冷壁温度高(直流炉, 根据锅炉制造厂要求)。

#### 5.6.2 MFT 发生后, 至少应连锁动作以下设备:

- a) 跳闸汽轮机。
- b) 关闭所有过热器减温水截止门。
- c) 关闭所有再热器减温水截止门。
- d) 关闭主燃油跳闸阀。
- e) 切除所有油燃烧器。
- f) 跳闸磨煤机。



- g) 跳闸给煤机。
- h) 打开高压旁路（根据负荷、旁路容量等设计要求）。
- i) 跳闸除尘器。
- j) 锅炉吹灰器全部退出。
- k) 将风箱入口二次风门挡板置于吹扫位。
- l) 跳闸两台一次风机（若配置）。
- m) 跳闸所有排粉风机（若配置）。
- n) 跳闸所有给粉机及给粉机电源（若配置）。
- o) 跳闸所有给水泵（根据设计要求）。
- p) 跳闸等离子点火器（若配置）。

## 5.7 油燃料跳闸

### 5.7.1 满足以下任一条件时，应触发 OFT 动作：

- a) MFT。
- b) 运行操作站或备用盘上操作主燃油跳闸阀关闭按钮。
- c) 任一油燃烧器角阀未关，雾化蒸汽（或压缩空气）压力低（有延时）。
- d) 任一油燃烧器角阀未关，燃油母管压力低（有延时）。
- e) 主燃油跳闸阀开启或关闭故障（开启或关闭信号发出后 10s 后未到位）或状态故障（开状态和关状态同时触发，延时 5s）（可选）。
- f) 任一燃烧器检测无火，而一段时间内对应的油燃烧器角阀不能关闭（可选）。

### 5.7.2 OFT 发生后，至少应连锁动作以下设备：

- a) 关闭主燃油跳闸阀。
- b) 跳闸所有油燃烧器。

## 5.8 等离子点火

5.8.1 锅炉 FSSS 系统逻辑不应做根本性修改，但应对等离子层的磨煤机等设备增加相应的启动条件和跳闸保护逻辑。对有等离子燃烧器的煤层，应设置“等离子模式”和“正常模式”两种方式，且应在运行的监视和操作画面增加投切按钮。

5.8.2 应根据阴极和阳极寿命周期和实际使用小时数，更换阴极和阳极，应尽量避免在启机、并网过程中更换阴极和阳极。

5.8.3 当磨煤机在“等离子模式”下运行，等离子点火器发生断弧报警时，断弧点火器上层或相应层的油枪应能自动投运。如果离子点火器发生多支断弧时，应根据设备厂家要求保护停磨煤机。

### 5.8.4 等离子点火器启动应满足以下基本条件：

- a) 等离子点火器电源控制柜正常。
- b) 等离子点火器电源控制柜遥控位。
- c) 等离子点火器冷却水压满足。
- d) 等离子点火器风压满足。

### 5.8.5 满足以下任一条件时，等离子点火器应保护跳闸：

- a) 等离子点火器电源控制柜不正常。
- b) 等离子点火器电源控制柜不在遥控位。
- c) 等离子点火器冷却水压不满足。
- d) 等离子点火器风压不满足。

- e) MFT 动作。
- f) 对应层的磨煤机跳闸。

5.8.6 等离子点火器对应的磨煤机跳闸条件：在等离子模式下，2 支及以上等离子点火器未启弧。

## 5.9 少油点火

5.9.1 锅炉 FSSS 系统逻辑不应做根本性修改，但需对少油点火层的磨煤机等设备增加相应的启动条件和跳闸保护逻辑。应设置“少油点火模式”和“正常模式”两种方式，且应在运行的监视和操作画面增加投、切按钮。

5.9.2 负荷升至正常负荷，少油点火模式应提醒切换至“正常模式”，当负荷升至正常最低稳燃负荷的 1.3 倍时，应自动切换至“正常模式”；负荷降至正常负荷，应提醒切换至“少油点火模式”。

5.9.3 少油点火模式下，启动相应磨煤机应满足以下基本条件：

- a) 少油点火模式。
- b) 所有少油枪点火正常。
- c) 磨煤机启动条件允许。

5.9.4 直吹式制粉系统在少油点火模式下，任意一个少油油枪灭火时，关相应磨煤机出口煤粉管道关断门；同一油层少油油枪灭火时（如同一少油油层对应的 4 个少油油枪，有 3 个及以上失去火焰；或同一少油油层对应的 6 个少油油枪中，有 4 个及以上失去火焰；或同一少油油层对应的 8 个少油油枪中，有 5 个及以上失去火焰；或同一少油油层对应的 10 个少油油枪中，有 6 个及以上失去火焰），停相应磨煤机。

5.9.5 MFT 动作时，少油系统跳闸，同时关闭各角油快关阀。当少油油枪灭火时，应连锁关闭相应的进油阀。

5.9.6 “正常模式”下，任意少油灭火不跳相应磨煤机，不连锁关磨煤机出口关断门。

5.9.7 “少油点火模式”下，给煤机启动运行一段时间后，正常投入原煤火检保护程序，若少油燃烧器没有稳定着火，应触发相应磨煤机跳闸。

5.9.8 少油油枪火检发出无火信号时，应保护退出本组少油油枪。

5.9.9 “少油点火模式”下，如果各角油枪点火成功，少油燃烧器喷口温度及中心筒温度应监视及温度高报警，当温度进一步升高到保护值时应保护自动停温度高的少油油枪。

5.9.10 启动少油点火应满足以下基本条件：

- a) 无 MFT。
- b) 无 OFT。
- c) 燃油进油快关阀开。
- d) 少油进油压力满足要求。
- e) 燃油吹扫空气母管压力满足要求。
- f) 炉膛吹扫完成。
- g) 若少油点火燃烧器喷口设计为摆动，燃烧器摆角应在设备厂家要求的点火位。

5.9.11 满足以下任一条件时，少油点火应保护跳闸：

- a) MFT。
- b) OFT。
- c) 油角阀开且吹扫阀未关。
- d) 少油点火模式下，对应的燃烧器喷口温度高高。
- e) 少油点火模式下，对应的燃烧器中心筒温度高高。
- f) 油枪火检发出无火。

## 6 循环流化床锅炉炉膛安全监控系统逻辑设计

### 6.1 燃油系统

6.1.1 燃油系统的控制主要包括主燃油跳闸阀、燃油回油阀的开启和跳闸逻辑、燃油泄漏试验及油燃料跳闸，OFT 功能要求按 5.7 执行。

6.1.2 对于有风道燃烧器和启动（床上）燃烧器的循环流化床锅炉，应对风道燃烧器和启动（床上）燃烧器分别进行油泄漏试验。

### 6.2 炉膛吹扫

6.2.1 循环流化床锅炉启动点火之前应进行吹扫。吹扫时，应使足够的风量进入炉膛并保持一段时间，将可燃性混合物从炉膛带出，同时要防止一切燃料入炉。

6.2.2 吹扫时应满足以下基本条件：

- a) 无 MFT 跳闸条件。
- b) 任一引风机运行。
- c) 任一高压（增压）风机运行。
- d) 任一二次风机运行。
- e) 任一次风机运行。
- f) 风量大于 30%。
- g) 床温低于一定值。
- h) 所有给煤机停运。
- i) 所有油跳闸阀关闭。
- j) 主燃油跳闸阀关闭。
- k) 回油总阀关。
- l) 所有火检均未检测到火焰。
- m) 石灰石给料泵停运。
- n) 所有二次风挡板全开。
- o) 汽包水位正常。

6.2.3 当炉膛吹扫条件均满足时，启动吹扫程序，进入吹扫周期（吹扫周期见常规煤粉锅炉）。一个吹扫周期完成后系统自动发出吹扫完成信号，同时复位 MFT、OFT 和跳闸首出记忆。如吹扫期间任一许可条件失去，则发出吹扫中断信号，并显示中断原因。应在所有吹扫条件重新满足后，系统重新启动吹扫周期，直到吹扫完成。

### 6.3 锅炉点火

6.3.1 炉膛点火许可条件按 5.4.1 规定执行。

6.3.2 油点火许可条件按 5.4.2 规定执行。

#### 6.3.3 油燃烧器启停控制

6.3.3.1 应根据油系统管路布置的具体情况设计判断各个油阀状态的检测及显示方案。

6.3.3.2 风道油燃烧器投运应满足以下基本条件：

- a) 油点火允许。
- b) 油燃烧器无火焰检测到。
- c) 无油燃烧器跳闸条件。
- d) 床温低于定值。



6.3.3.3 启动（床上）油燃烧器投运条件：床温达到定值。

6.3.3.4 按以下步骤投运油燃烧器：

- a) 伸进油燃烧器。
- b) 伸进点火枪。
- c) 点火器打火，同时开进油快关阀及回油快关阀（若配置）。
- d) 油燃烧器点火考核计时（推荐 10s），计时时间内应满足下列条件：
  - 1) 进油快关阀开。
  - 2) 回油快关阀开。
  - 3) 进油吹扫阀关。
  - 4) 回油吹扫阀关。
  - 5) 火检有火。
  - 6) 油燃烧器进入。
- e) 燃烧器启动成功，如在油燃烧器启动后一定时间（宜为 120s）内，若油燃烧器启动未成功，应复位油燃烧器启动。
- f) 停点火枪。

6.3.3.5 应按以下步骤停运油燃烧器：

- a) 油燃烧器停止逻辑宜分为两步：油燃烧器吹扫、油燃烧器停止。首先关进油快关阀及回油快关阀，进油快关阀及回油快关阀关闭后进入油燃烧器吹扫阶段。
- b) 吹扫前，应先检测是否满足以下条件：
  - 1) 进油快关阀关。
  - 2) 回油快关阀关。
  - 3) 无启动指令。
  - 4) 无 MFT 条件。
- c) 按以下程序进行吹扫：
  - 1) 吹扫条件满足后，发出启动点火枪指令。
  - 2) 点火枪运行，发出开进油吹扫阀及回油吹扫阀指令。
  - 3) 吹扫阀开到位后，进行油燃烧器吹扫计时（推荐 60s）。
  - 4) 计时结束后，吹扫结束。
  - 5) 在吹扫计时中，若有任一条件失去，则吹扫故障，发出吹扫阻塞信号，停点火枪、关吹扫阀，停止吹扫。
  - 6) 若条件重新满足后，可进行停操作，复位吹扫阻塞，重新进行吹扫。
  - 7) 吹扫结束后，停点火枪，关进油吹扫阀及回油吹扫阀。
- d) 油燃烧器停止：吹扫阀关后，发出退油燃烧器指令；油燃烧器退出后，油燃烧器停止控制逻辑结束。

6.3.3.6 满足以下任一条件时，油燃烧器应保护跳闸：

- a) 油燃烧器停操作。
- b) 进油阀或回油阀关。
- c) 点火失败。
- d) MFT。
- e) 油燃烧器无火。

## 6.4 给煤控制

6.4.1 煤点火允许应满足以下基本条件：

- a) 炉膛点火允许。
- b) 任一一次风机运行。
- c) 任一高压（增压）风机运行（若配置）。
- d) 二次风温大于定值（此信号表示锅炉负荷已达到一定程度）。
- e) 床温大于定值。

6.4.2 给煤机的启停控制应按制造厂的控制要求设计控制逻辑。

6.4.3 给煤机的启停应设置顺控逻辑。

6.4.4 给煤机启动允许应满足以下基本条件：

- a) 一次风流量大于最小值。
- b) 足够的床上燃烧器运行（例如 3/4）。
- c) 无 MFT 条件。

6.4.5 满足以下任一条件时，给煤机应保护跳闸：

- a) MFT。
- b) 给煤机断链、断煤、堵煤延时若干秒。
- c) 给煤口给煤装置关闭。
- d) 下一级给煤机跳闸。

## 6.5 总燃料跳闸

6.5.1 满足以下任一条件时，应触发 MFT 动作：

- a) 手动操作“MFT”按钮。
- b) 汽轮机跳闸且机组负荷高于旁路系统卸载能力负荷。
- c) 炉膛压力高 II 值。
- d) 炉膛压力低 II 值。
- e) 一次风流量低或总流化风量（相应风量之和）低。
- f) 床温高于保护定值。
- g) 床温低于保护定值。
- h) 燃料丧失（主燃油跳闸阀关闭或所有油跳闸阀关闭，且给煤机全部停运）。
- i) 风道燃烧器连续两次点火失败。
- j) 点火延迟（吹扫完成后，延时 5min～30min 时间后，不点火）。
- k) 锅炉跳闸。

6.5.2 MFT 发生后，至少应连锁动作以下设备：

- a) 切过热器减温水调节门为手动。
- b) 切再热器减温水调节门为手动。
- c) 关闭主燃油跳闸阀。
- d) 切除所有油燃烧器。
- e) 跳闸给煤机。
- f) 跳闸石灰石给料泵。
- g) 停冷渣器。
- h) 停飞灰再循环。
- i) 切一次风机、送风机风量调门为手动。
- j) 锅炉吹灰器全部退出。

## 6.6 锅炉跳闸

6.6.1 满足以下任一条件时，应触发锅炉跳闸动作：

- a) 炉膛压力高III值或低III值。
- b) 汽包水位高III值或低III值。
- c) 一次风机全停。
- d) 二次风机全停。
- e) 引风机全停。
- f) 高压流化风机全停。
- g) 高压流化风母管压力低低。
- h) 蒸汽阻塞。
- i) 给水泵停且床温高。
- j) FSSS 电源故障。
- k) 锅炉跳闸按钮信号。

6.6.2 锅炉跳闸发生后, 至少应连锁动作以下设备:

- a) 跳闸一次风机。
- b) 跳闸送风机。
- c) 关闭定期排污阀和连续排污阀。
- d) 关闭过热器和再热器减温水喷水阀。
- e) 跳闸吹灰系统。

## 7 燃气轮机燃烧室安全监控系统逻辑设计

### 7.1 燃气轮机启动过程气体燃料泄漏试验

7.1.1 燃气轮机启动过程应对燃气轮机速比阀、控制阀及天然气管路的密闭性进行气体燃料泄漏试验。

7.1.2 燃气轮机每次启动前都应进行燃气泄漏试验(燃气泄漏试验宜采用压力变送器)。合格后燃气轮机才能正常点火升速。

7.1.3 燃气泄漏试验应满足以下基本条件:

- a) 燃料截止阀关闭。
- b) 各燃料控制阀关闭。
- c) 燃气排空阀关闭。
- d) 燃气管压力正常。
- e) 燃气轮机启动条件满足。

7.1.4 按以下步骤进行燃气泄漏试验:

- a) 一定转速时, 先开启辅助截止阀, 关闭放散阀, 在规定时间内速比阀后压力变化应满足泄漏试验要求。
- b) 经过规定时间后, 速比阀短暂开启后再关闭, 且辅助截止阀关闭, 规定时间内速比阀后压力下降不超过允许值; 检查放散阀与燃料控制阀的严密性在合格范围内。
- c) 速比阀关闭规定时间后, 放散阀开启前监视速比阀后压力下降值, 不应超过允许值; 放散阀开启后, 速比阀后压力应快速下降并满足要求。
- d) 阀门严密性试验不合格, 泄漏试验失败, 主保护应动作。
- e) 停机时阀门严密性试验, 同 a) ~d)。

### 7.2 燃气轮机高盘吹扫

7.2.1 燃气轮机在启动前应对燃气轮机冷却空气管道进行的空气吹扫。



7.2.2 燃气轮机对尾部烟道的高盘吹扫倍率（吹扫过程中，需置换几倍的吹扫容积）应为 5 倍及以上，且吹扫时间不应少于 5min。

7.2.3 高盘吹扫应满足以下基本条件：

- a) 余热锅炉烟气挡板已打开。
- b) 所有燃气轮机跳闸条件都清除。
- c) 余热锅炉以及各辅助系统均正常投运。
- d) 燃气轮机各油系统均正常投运。
- e) 燃气轮机静态变频启动装置系统正常。
- f) 燃气轮机启动条件满足。

7.2.4 按以下步骤进行高盘吹扫：

- a) 燃气轮机启动条件满足后，点击燃气轮机启动按钮。
- b) IGV 开启到吹扫位。
- c) 燃气轮机由静态变频启动装置拖动升速到高盘吹扫转速。
- d) 燃气轮机到高盘吹扫转速后开始吹扫计时。
- e) 高盘吹扫计时结束后，高盘吹扫程序退出，高盘吹扫完成。

### 7.3 清吹阀吹扫

7.3.1 清吹系统运行应符合以下要求：

- a) 当燃气轮机燃烧进入预混阶段时，燃气清吹系统应将压气机排气对相应不工作的燃烧器和燃气管道进行大流量吹扫。
- b) 当燃气轮机燃烧方式在扩散燃烧时，燃气清吹系统应将压气机排气对相应不工作的燃烧器和燃气管道进行小流量吹扫。
- c) 当所有燃烧器工作时，清吹系统不工作。

7.3.2 当出现以下任一情况时，清吹系统应报警：

- a) 燃料喷嘴吹扫系统故障跳闸报警。
- b) 清吹系统压力高报警。
- c) 清吹阀关闭故障报警。
- d) 清吹阀开启故障报警。
- e) 清吹系统温度信号报警。
- f) 清吹故障停机报警。
- g) 清吹故障跳闸报警。

7.3.3 满足以下任一条件时，清吹系统应保护跳闸：

- a) 清吹阀开启故障。
- b) 清吹阀关闭故障。
- c) 清吹空气压力保护。
- d) 清吹空气温度保护。

### 7.4 余热锅炉保护

满足以下任一条件时，应发出余热锅炉保护信号：

- a) 高压汽包液位高Ⅲ值。
- b) 高压汽包液位低Ⅱ值。
- c) 中压汽包液位高Ⅲ值。
- d) 中压汽包液位低Ⅱ值。

- e) 低压汽包液位高Ⅲ值。
- f) 低压汽包液位低Ⅱ值。
- g) 过热汽温/再热汽温高（燃气轮机减负荷或全速空载）。
- h) 烟囱挡板关闭。
- i) 手动紧急停炉。

## 7.5 总燃料跳闸

### 7.5.1 满足以下任一条件时，MFT 动作：

- a) 手动紧急停燃气轮机。
- b) 燃气轮机排气压力高。
- c) 燃气轮机排气离散度大。
- d) 燃气轮机排气温度高。
- e) 压气机压比大。
- f) IGV 控制故障。
- g) 火灾信号。
- h) 危险气体检测高。
- i) 燃气压力低。
- j) 燃气压力高。
- k) 燃气轮机 TSI 保护。
- l) 燃烧室加速度保护。
- m) 速比阀故障。
- n) 控制阀故障。
- o) 火焰失去。
- p) 叶片通道温度高保护。
- q) 叶片排气温度控制偏差大。
- r) 燃烧压力波动大。
- s) 润滑油供油压力低。
- t) 润滑油供油温度高保护。
- u) TCS 硬件故障保护。
- v) TCS 控制系统异常。
- w) 高盘吹扫冷却器液位高保护。
- x) 燃气轮机防喘保护。
- y) 余热锅炉保护。
- z) 发电机保护。
- aa) 汽轮机保护（同轴联合循环机组）。

### 7.5.2 MFT 发生后，至少应连锁动作以下设备：

- a) 关闭速比阀。
- b) 关闭燃料控制阀。
- c) 关闭 IGV。
- d) 关闭燃料截止阀。
- e) 打开速比阀和控制阀之间的向空排气阀。
- f) 关闭余热锅炉过热器和再热器的减温水阀。
- g) 跳闸发电机。

h) 跳闸汽轮机（一拖一联合循环机组）。

## 7.6 燃气轮机机组燃烧调整

应调整不同负荷段和不同时期的燃料阀开度配比及 IGV 角度开度，实现以下功能：

- a) 燃烧室内的压力波动应稳定可靠。
- b) 机组全行程燃烧稳定，各参数应稳定可靠。
- c) 模式切换时应燃烧稳定，负荷变化小。
- d) 机组负荷控制、排气温度应控制良好。
- e) 机组环保排放指标应达到标准要求。



附 录 A  
(资料性附录)  
燃油系统泄漏试验

**A.1** 燃油泄漏试验宜先试验主燃油跳闸阀,再试验油母管回油阀及单个油燃烧器角阀。运行人员直接在运行操作站上发出启动油泄漏试验指令。

**A.2** 测点配置包括主燃油跳闸阀前压力开关 1 个(编号:压力开关 A),油母管压力开关 4 个(编号:压力开关 B、C、D、E)。压力开关 A 到 E 的动作定值分别为定值 1~定值 5。

**A.3** 试验应具备以下条件:

- a) 试验前主燃油跳闸阀前压力开关 A 动作(油压大于定值 1,此定值表示供油压力达到点火压力以上)。
- b) MFT 发生。
- c) 主燃油跳闸阀关闭。
- d) 回油阀关闭。
- e) 各单个油燃烧器角阀关闭。
- f) 油调节阀打开(如果有调节阀配置)。

**A.4** 主燃油跳闸阀泄漏试验

打开回油阀给油母管泄压,10s~20s 后或压力开关 B 动作(油压小于定值 2,此定值较低,表示油母管基本无油),关闭回油阀。如果在规定时间内(推荐为 1min~2min)压力开关 C 保持动作(油压小于定值 3,此定值较定值 2 稍高,表示油母管油压未显著升高),表示主燃油跳闸阀泄漏试验成功;如果规定时间内压力开关 C 复位,表示油母管压力升高,主燃油跳闸阀泄漏试验失败。

**A.5** 油母管回油阀及单个油跳闸阀泄漏试验

先打开主燃油跳闸阀给油母管充压,10s~20s 后或压力开关 D 动作(油压大于定值 4,此定值与定值 1 相当,表示油母管充油完成),关闭主燃油跳闸阀。如果在规定时间内(推荐为 1min~2min)压力开关 E 保持动作(油压大于定值 5,此定值较定值 4 稍低,表示油母管油压未显著降低),表示油泄漏试验成功;如果规定时间内压力开关 E 复位,表示油母管压力降低,油泄漏试验失败。

**A.6** 在试验过程中,可以手动停止油泄漏试验,油泄漏试验失败信号也会自动停止油泄漏试验。

**A.7** 当 MFT 跳闸后,油泄漏试验成功信号自动复位,下一次启动锅炉时应重新进行油泄漏试验。

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
火力发电厂锅炉炉膛安全监控  
系统技术规程

DL/T 1091 — 2018

代替 DL/T 1091 — 2008

\*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

\*

2019 年 6 月第一版 2019 年 6 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.75 印张 49 千字

印数 0001—1000 册

\*

统一书号 155198.1356 定价 27.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 **最及时、最准确、最权威** 的电力标准信息



155198.1356