

ICS 27.060
J 98
备案号: 57159-2017

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 611 — 2016
代替 DL/T 611 — 1996

300MW~600MW 级机组 煤粉锅炉运行导则

Operating guide for 300MW~600MW coal boiler

2016-12-05 发布

2017-05-01 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 锅炉机组启动 | 1 |
| 4 锅炉机组运行 | 6 |
| 5 锅炉机组停运 | 10 |
| 6 主要辅机运行与维护 | 13 |
| 7 锅炉机组事故处理 | 20 |
| 附录 A（规范性附录） 锅炉汽水质量标准 | 27 |
| 附录 B（资料性附录） 锅炉机组的简要特性 | 29 |
| 附录 C（资料性附录） 汽包锅炉启动时炉水二氧化硅控制标准 | 43 |

DL/T 611—2016

前 言

本导则按 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。

本导则与 DL/T 611—1996 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 第2章 规范性引用文件。按照现行的国家标准、行业标准，对原有引用标准进行修订和删减，并增加部分新标准。
- 删除原导则第3章 总则、第4章 锅炉机组特性。
- 第3章 锅炉机组启动。①增加脱硫、脱硝、少油/无油有关内容；②修订了再热器水压试验范围，增加了再热系统水压试验合格标准；③修订了热工联锁及保护退出规定；④修订了锅炉机组启动过程中的基本要求，按照锅炉上水、锅炉点火、煤粉燃烧器投运、升温升压的启动步骤修订了相关内容，合并了汽包锅炉和直流锅炉启动过程相同的部分。
- 第4章 锅炉机组运行。①锅炉运行调整主要任务增加汽水质量控制标准；②修订了燃烧调整的内容，从燃料管理、安全环保与经济运行等方面对相关内容进行了修订；③修订了蒸汽压力调整的原则；④修订了蒸汽温度调整方法，增加了二次再热机组蒸汽温度调整方法；⑤锅炉机组设备运行维护删除了维护工作项目表；⑥锅炉热力试验项目增加了磨煤机性能试验、电除尘效率试验、污染物排放试验等。
- 第5章 锅炉机组停运。①修订了直流锅炉停炉方式；②停炉过程增加有关脱硝停运的内容，删除了停炉后汽包锅炉开启旁路的内容；③修订了直流锅炉停炉过程，修订内容包括汽温控制、锅炉干态转湿态的要求，停炉后放水、冷却的规定；④修订了控制循环锅炉停炉后的冷却与放水的有关规定；⑤删除了锅炉化学清洗相关内容。
- 第6章 主要辅机运行与维护。①从磨煤机出力、煤粉细度方面修订了制粉系统运行调整规定；②修订了回转式空气预热器采用少油/无油点火技术、脱硝投运后的运行维护内容；③修订了炉水循环泵启动条件有关关注水操作的要求；④增加了布袋、电袋、湿式除尘器运行内容；⑤增加了除灰、除渣系统运行内容；⑥增加了 SCR 脱硝系统运行内容；⑦增加了脱硫系统运行内容。
- 第7章 锅炉机组事故处理。①将故障请示停炉合并至故障紧急停炉；②增加了炉膛/烟道/除尘器内、外爆原因和处理；③锅炉受热面管损坏原因增加锅炉启停汽温变化速度过快和受热面材质不当；④修订了直流锅炉给水流量骤降或中断处理方法；⑤删除了电气甩负荷、锅炉厂用电中断、锅炉热控仪表电源中断、炉水循环泵电动机温度升高的事故处理。
- 附录 A 锅炉汽水质量标准。按照 GB/T 12145—2008《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》有关规定，修改了锅炉汽水质量标准。
- 附录 B 锅炉机组的简要特性。①删除了热工自动调节装置规范；②热工保护装置增加了锅炉总风量低、火检冷却风压力低、浆液循环泵全停、删除了炉膛出口烟温；③按照 GB/T 12145—2008《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》有关规定，修订了给水、炉水及蒸汽品质的项目。
- 删除了原导则附录 D 锅炉图表。

本导则由中国电力企业联合会提出。

本导则由电力行业电站锅炉标准化技术委员会归口。

本导则起草单位：中国大唐集团公司、内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司、华北电力科学研究院有限责任公司。

DL / T 611 — 2016

本导则主要起草人：韩志成、赵振宁、付俊杰、李兴旺、董银怀、张清峰、杜和冲。

本导则历次版本发布情况为：

——DL/T 611—1996，本次为第一次修订。

本导则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）。

300MW~600MW 级机组煤粉锅炉运行导则

1 范围

本导则规定了 300MW~600MW 级机组煤粉锅炉及主要辅机设备的启动、运行、停运、维护、事故处理的原则。

本导则适用于 300MW~600MW 级机组自然循环汽包锅炉、控制循环汽包锅炉及直流锅炉。

2 规范性引用文件

下列文件对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（包括所有的修订单）适用于本文件。

GB 8978 污水综合排放标准

GB/T 10184 电站锅炉性能试验规程

GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量

GB 13223 火电厂大气污染物排放标准

GB/T 13931 电除尘器 性能测试方法

GB 26164.1 电业安全工作规程 第1部分：热力和机械

DL/T 260 燃煤电厂烟气脱硝装置性能验收试验规范

DL/T 414 火电厂环境监测技术规范

DL/T 467 电站磨煤机及制粉系统性能试验规程

DL 612 电力工业锅炉压力容器监察规程

DL/T 904 火力发电厂技术经济指标计算方法

DL/T 959—2014 电站锅炉安全阀技术规范

DL/T 998 石灰石-石膏湿法烟气脱硫装置性能验收试验规范

DL/T 1445 电站煤粉锅炉燃煤掺烧技术导则

DL/T 5145—2012 火力发电厂制粉系统设计计算技术规定

JB/T 8471 袋式除尘器 安装技术要求与验收规范

ASME PTC4 蒸汽锅炉 (Fired steam generators)

ASME PTC4.3 空气预热器 (Air heaters)

3 锅炉机组启动

3.1 锅炉机组启动应具备的条件

3.1.1 锅炉机组启动前的基本要求

3.1.1.1 燃煤、燃油、除盐水、仪用气储备充足，且质量合格。

3.1.1.2 各类消防设施齐全，消防系统具备投运条件且消防验收合格。

3.1.1.3 检修后的锅炉，临时设施已拆除，冷态验收合格，影响启动的工作票已注销。

3.1.1.4 动力电源可靠，备用电源良好。

3.1.1.5 现场照明及事故照明、通信设备齐全良好。

3.1.1.6 主控室及就地仪表齐全，校验合格。

DL/T 611—2016

3.1.1.7 热工逻辑、联锁和保护均经过传动检查，结果正确且有完整记录。

3.1.2 启动前的检查

3.1.2.1 厂房内工作环境整洁，楼梯、栏杆、平台应完整，通道及设备周围无妨碍工作和通行的杂物。

3.1.2.2 依照检查卡或操作票对设备进行检查，检查对象包括锅炉汽水系统、烟风系统、制粉系统、燃油系统、燃烧系统、吹灰系统、压缩空气系统、除灰、除渣系统、脱硝系统、脱硫系统等，要求各种汽（气）、水、油阀门状态良好、开关位置正确；各烟、风门内部位置与外部指示一致；各种管道保温良好，支吊架齐全；设备标识齐全，符合规定。

3.1.2.3 应对各部膨胀指示器进行检查，要求各指示器安装齐全，指示刻度清晰且标记位置正确，无任何影响膨胀的杂物及设施存在。

3.1.2.4 检查合格后方可送动力设备的动力电源及操作电源、仪表电源。

3.1.2.5 启动前应投入相关仪表、各种联锁及保护。

3.1.3 辅机及系统试运行

3.1.3.1 以下设备应经试运行合格，主要包括：

- a) 烟风系统的引风机、送风机、空气预热器、冷却风机、增压风机等。
- b) 制粉系统的给煤机、磨煤机、排粉机、给粉机、一次风机、密封风机等。
- c) 燃油系统的油泵及油循环，油枪进、退机构及自动点火装置、少油/无油点火装置。
- d) 一次风门、二次风门、烟气调节挡板、煤粉燃烧器及其摆动机构。
- e) 除灰、除渣系统的捞渣机、碎渣机、干渣机等。
- f) 除尘装置试验。
- g) 吹灰系统。
- h) 烟温探针进、退试验。
- i) 脱硝系统的稀释风机。
- j) 脱硫系统的氧化风机、浆液循环泵等。

3.1.3.2 各辅机配套的冷却系统、润滑系统、液压系统及控制机构都应试运行合格。

3.1.4 水压试验

3.1.4.1 水压试验及压力选取。

锅炉水压试验包括额定工作压力下的水压试验和超压水压试验两种。大、小修或因受热面泄漏检修后的锅炉启动前宜做额定工作压力下的水压试验。如果进行超压水压试验，试验压力按制造厂规定执行。制造厂无规定时，试验压力宜应根据 DL 612 对压力的规定，按表 1 进行。

表 1 超压水压试验压力

| 名 称 | 超压水压试验压力 |
|---------------|---------------------------------------|
| 汽包锅炉本体（包括过热器） | 1.25 倍汽包工作压力 |
| 再热器 | 1.5 倍再热器进口压力 |
| 直流锅炉 | 过热器出口计算压力的 1.25 倍，且不得小于省煤器计算压力的 1.1 倍 |

3.1.4.2 水压试验范围。

水压试验应包括下列范围：

- a) 省煤器、水冷壁及过热器部分，即给水泵出口至汽轮机主汽门前或过热器出口堵板（阀）前。

- b) 再热器部分, 再热器冷段堵板阀后至再热器热段堵板(阀)前。
- c) 锅炉本体部分的管道附件。
- d) 汽包就地水位计只参加工作压力水压试验, 不参加超压水压试验。

3.1.4.3 水压试验的要求。

水压试验应包括下列要求:

- a) 水压试验应使用合格除盐水, 上水温度与金属壁温的差值符合制造厂规定要求。
- b) 水压试验应制订专用的试验方案, 环境温度低于 5℃ 时应有防冻措施。
- c) 水压试验应有准确的压力指示: 汽包锅炉以汽包就地压力表指示为准, 直流锅炉以过热器出口压力表指示为准, 且有两只以上不同取样源的压力表投运, 并进行校对; 压力表精确度须高于 0.5 级。
- d) 过热器出口安全阀、再热器出口安全阀在压力升至整定压力额定蒸汽压力前应将阀体压死; PCV 阀的信号阀应在水压前予以关闭。
- e) 超压水压试验时锅炉应具备工作压力下的水压试验条件, 需要重点检查的薄弱部位保温已拆除; 不参加超压试验的部件已解列, 避免安全阀开启的措施已采取。
- f) 超压试验对各承压部件的检查应在升压至规定压力值维持 5min 再降至工作压力后进行。
- g) 水压试验的升、降压速率应符合制造厂的规定。
- h) 超压水压试验的合格标准应符合 DL 612 的规定。
- i) 工作压力水压试验的合格标准:
 - 1) 受压元件金属壁和焊缝没有任何水珠和水雾的泄漏痕迹。
 - 2) 关闭进水门, 停运升压泵后, 过热系统 5min 内降压不超过 0.5MPa, 再热系统 5min 内降压不超过 0.25MPa。

3.1.5 热工系统要求

3.1.5.1 分散自动控制系统(DCS)及其各子系统, 如炉膛安全监控系统(FSSS)、少油/无油火焰监视系统、数据采集系统(DAS)、协调控制系统(CCS)、监控及事故追忆系统(SOE)等, 均调试完毕具备投入条件。

3.1.5.2 汽包水位监视电视, 炉膛火焰监视电视, 事故报警、灯光、音响等安全监测设备和烟尘、氮氧化物、二氧化硫浓度等环境监测设备均能正常投运。

3.1.5.3 大、小修后的锅炉启动前应实做联锁及保护试验。试验应包括静态试验和动态试验两部分, 动态试验必须在静态试验合格后进行。辅机的各项联锁及保护试验应在设备及系统试运行前做完。锅炉主保护试验应在机组大联锁试验前进行。

3.1.5.4 联锁及保护试验动作应准确、可靠。严禁无故退出联锁及保护, 若因故障需退出时, 应履行审批手续, 并限期恢复, 退出时间一般不超过 8h。具体试验方法应根据设备实际情况, 在运行规程中规定。

3.1.6 安全阀校验

3.1.6.1 机组首次启动或安全阀经检修后应对其起座压力进行校验。宜采用辅助校验法校验安全阀。弹簧式安全阀宜使用安全阀液压校验装置; 带电磁力辅助操作机构的电磁安全阀, 应分别进行机械、电气回路的远方操作试验。辅助校验后, 应抽查 1、2 个安全阀作真实排汽试验, 以保证辅助校验法的准确性。安全阀校验的整定压力误差应符合 DL/T 959—2014 表 3 允许偏差范围。

3.1.6.2 安全阀应定期进行排汽试验, 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。使用安全阀在线定压仪在线校验可作为安全阀在运行中排汽试验。电磁安全阀电气回路试验每月应进行一次。

DL/T 611—2016

3.1.6.3 安全阀校验前应具备的条件

3.1.6.3.1 锅炉点火前的检查、调试工作已结束，安全阀及其排汽管、消声装置完整，汽包、过热器及再热器就地压力表、DCS 压力变送器检验合格，过热器、再热器向空排汽阀可用，锅炉的事故放水阀灵活好用。

3.1.6.3.2 安全阀校验前，必须制订专用的安全措施，检修、运行负责人及锅炉专责工程师应在场。

3.1.6.4 安全阀校验要求

3.1.6.4.1 安全阀校验后，其起座压力、回座压力、阀瓣开启高度应符合规定，并在锅炉技术档案中记录。

3.1.6.4.2 安全阀的校验顺序应先高压、后低压，一经校验合格就应加锁或加铅封。运行中不允许将安全阀解列。

3.1.6.4.3 安全阀起座压力的调整与校验见表 2。制造厂有特殊规定的按制造厂规定执行。

表 2 安全阀起座压力

| 安 装 位 置 | 起 座 压 力 |
|---------------|---------------------------------------|
| 汽包锅炉的汽包或过热器出口 | 控制安全阀：1.05 倍工作压力； 工作安全阀：1.08 倍工作压力 |
| 直流锅炉的过热器出口 | 控制安全阀：1.08 倍工作压力； 工作安全阀：1.10 倍工作压力 |
| 再热器 | 1.10 倍工作压力 |
| 启动分离器 | 1.10 倍工作压力 |

3.2 锅炉机组启动过程中的基本要求

3.2.1 启动方式及启动步骤

3.2.1.1 锅炉机组启动一般分冷态启动和热态启动两种方式。

3.2.1.2 应根据压力温度参数选择合适的启动方式，并按制造厂提供的启动曲线控制升温、升压速率。

3.2.1.3 冷态启动时宜采用滑参数启动方式。

3.2.1.4 锅炉冷态启动主要步骤：

- a) 直流锅炉：炉前给水管路清洗、锅炉上水、冷态清洗、风烟系统启动、炉膛吹扫、锅炉点火、升温升压、热态清洗、投入汽轮机旁路、汽轮机冲转及发电机并网、升负荷、湿态转干态等过程。
- b) 汽包锅炉：锅炉上水、风烟系统启动、炉膛吹扫、锅炉点火、升温升压、热态洗硅、投入汽轮机旁路、汽轮机冲转及发电机并网、升负荷等过程。

3.2.1.5 锅炉热态启动步骤自风烟系统启动开始，参照冷态启动步骤执行。

3.2.2 锅炉上水

3.2.2.1 锅炉启动前应准备充足的除盐水，且水质合格。

3.2.2.2 上水前应先清洗炉前给水管路。

3.2.2.3 上水时间符合制造厂规定，如无规定，按夏季不少于 2h、冬季不少于 4h 执行。

3.2.2.4 有炉水循环泵的锅炉，上水前必须先对炉水循环泵电动机注水，排净内部气体且保证注水水质合格。

3.2.2.5 锅炉冷态上水时应控制锅炉上水温度与水冷壁管壁温度差、省煤器进出口温差、分离器、汽包

等厚壁元件内外壁温差不超过限值。

3.2.2.6 热态启动时应严格控制锅炉上水速率，防止受热面壁温差过大。

3.2.2.7 自然循环汽包锅炉在不能连续上水时，应注意省煤器再循环阀的开、关时机。当锅炉上水时，省煤器再循环阀应关闭；停运上水时，省煤器再循环阀应开启，防止给水短路进入汽包中。

3.2.2.8 控制循环汽包锅炉至少应有两台炉水循环泵投入运行。

3.2.3 锅炉点火

3.2.3.1 锅炉点火前设置有炉底加热系统或临炉加热系统的锅炉，宜提前投入加热系统，待炉水温度达到规定值后可进行点火。

3.2.3.2 锅炉点火前投除尘器的振打装置，炉膛以不小于 30% 的额定负荷风量通风 5 min~10 min。

3.2.3.3 启动点火时油枪宜对称投运且雾化良好，点火后应加强监视，根据燃烧及温升情况及时切换，并及时投入脱硝装置及空气预热器的吹灰器。

3.2.3.4 采用少油/无油点火时宜保证煤质符合设计要求，并强化燃烧以提高煤粉燃尽度，同时保持脱硝装置及空气预热器的连续吹灰，输灰系统连续输灰。

3.2.4 煤粉燃烧器投运

3.2.4.1 直吹式制粉系统锅炉采用少油/无油点火时，宜先投入点火暖风器，待磨煤机入口热风温度达到规程规定值后可启动对应的磨煤机。

3.2.4.2 锅炉投粉后应严密监视煤粉的着火情况，若发现煤粉气流不着火，应立即停止投粉，待炉膛温度提高后再投。如两次投粉不着火，应停止投粉并分析原因。

3.2.4.3 中间储仓式制粉系统锅炉投粉后应监视乏气入炉后的着火情况，必要时加大燃油量，提高乏气燃尽率。

3.2.4.4 锅炉投粉后应调整一、二次风量在设计范围内，合理调整风、煤比例，保持炉膛压力，维持燃烧氧量符合要求，实时进行燃烧调整，保证炉内燃烧工况稳定，燃烧完全。

3.2.4.5 锅炉投粉后应根据条件适时投入除尘器、脱硫系统和脱硝系统，保证烟气中粉尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度符合 GB 13223 要求。

3.2.4.6 锅炉投粉运行后，应严密监视过热器、再热器各级受热面的金属壁温不宜超出厂家规定值。

3.2.5 升温升压

3.2.5.1 点火后锅炉应按启动曲线逐步增加燃料量。

3.2.5.2 升温升压过程中应监视热膨胀情况。如膨胀异常应立即停运升温升压，并采取相应措施进行消除。

3.2.5.3 再热器无蒸汽通过时，炉膛出口烟温按制造厂规定控制，制造厂无规定时应不超过再热蒸汽的设计运行温度。

3.2.5.4 汽包锅炉应控制炉水饱和温度升温率符合制造厂要求，汽包任意两点间壁温差不宜超过制造厂家限额，厂家无规定时宜控制在不大于 50℃ 的范围。

3.2.5.5 汽水品质不满足 GB/T 12145 的要求时锅炉应进行热态冲洗，热态冲洗时暂停升温升压。

3.2.5.6 直流锅炉湿态转干态运行时需加强监视，保证锅炉平稳转入干态运行。

3.2.5.7 热态启动时宜根据锅炉压力合理控制旁路和有关疏水阀开度及炉内燃烧，使蒸汽参数尽快满足汽轮机冲转需要。

3.2.5.8 机组带负荷后，根据汽轮机启动曲线要求，调整锅炉燃烧，控制升温升压速率。

3.2.5.9 低负荷投减温水应密切监视壁温，壁温变化不宜超过 5℃/min。

3.2.5.10 机组满负荷时，各种热工保护及自动装置应全部投入。

DL/T 611—2016

3.2.5.11 机组满负荷后，宜对各受热面进行一次全面吹灰。

3.2.6 汽水品质

3.2.6.1 锅炉启动过程中的汽、水质量标准应符合 GB/T 12145 的规定。

3.2.6.2 锅炉启动时的给水质量标准见附录 A 中的表 A.1，并在 8h 内达到正常运行时的标准。

3.2.6.3 汽轮机冲转前的蒸汽质量标准要求见附录 A 中的表 A.2，并在机组并网后 8h 内达到正常运行时的标准。

3.2.6.4 汽包锅炉升温升压过程中，宜分不同压力段进行洗硅，炉水二氧化硅含量控制标准见附录 C。

4 锅炉机组运行

4.1 锅炉运行调整主要任务

4.1.1 保持锅炉蒸发量满足机组负荷需要，且不应超过最大蒸发量。

4.1.2 保持蒸汽参数和汽水品质在规定范围内。锅炉正常运行时，给水质量标准见附录 A 中的表 A.3；汽包锅炉炉水质量标准见附录 A 中的表 A.4，蒸汽质量标准见附录 A 中的表 A.5。

4.1.3 汽包锅炉和直流锅炉启动阶段需保持汽包或分离器水位正常，直流锅炉直流工况下需保证分离器出口蒸汽温度正常。

4.1.4 保持正常的燃烧及锅炉效率，减少减温水量与厂用电的消耗。

4.1.5 控制污染物的排放。

4.2 锅炉正常运行中主要参数的监视和控制限额

4.2.1 锅炉运行中宜强化监视和调整工作，保持锅炉出力满足机组负荷变化要求，蒸汽温度、金属壁温等安全相关参数在允许的范围内。

4.2.2 宜根据制造厂家设计值、通过现场试验所取得的数据等重要依据，在运行规程中具体规定主要安全相关参数的运行限额。锅炉主要运行参数限额见表 3。

表 3 锅炉主要运行参数限额

| 序 号 | 项 目 | 单位 | 正常范围 | 报警 | | 跳闸 | 备注 |
|-----|--------------------|-----|------|----|---|----|----|
| | | | | 高 | 低 | | |
| 1 | 锅炉蒸发量（额定蒸发量、最大蒸发量） | t/h | | | | | |
| 2 | 汽包压力 | MPa | | | | | |
| 3 | 启动分离器压力 | MPa | | | | | |
| 4 | 汽包水位 | mm | | | | | |
| 5 | 汽包壁温差 | ℃ | | | | | |
| 6 | 过热蒸汽压力 | MPa | | | | | |
| 7 | 过热蒸汽温度 | ℃ | | | | | |
| 8 | 再热蒸汽压力（进口/出口） | MPa | | | | | |
| 9 | 再热蒸汽温度（进口/出口） | ℃ | | | | | |
| 10 | 过热蒸汽两侧温度差 | ℃ | | | | | |
| 11 | 再热蒸汽两侧温度差 | ℃ | | | | | |

表3 (续)

| 序号 | 项 目 | 单位 | 正常范围 | 报警 | | 跳闸 | 备注 |
|----|--------------|-----|------|----|---|----|----|
| | | | | 高 | 低 | | |
| 12 | 各段受热面壁温 | ℃ | | | | | |
| 13 | 分离器出口温度 | ℃ | | | | | |
| 14 | 给水压力 | MPa | | | | | |
| 15 | 给水温度 | ℃ | | | | | |
| 16 | 排烟温度(修正后) | ℃ | | | | | |
| 17 | 两侧烟气温差 | ℃ | | | | | |
| 18 | 空气预热器出口二次风温度 | ℃ | | | | | |
| 19 | 空气预热器出口一次风温度 | ℃ | | | | | |
| 20 | 烟气含氧量 | % | | | | | |
| 21 | 炉膛压力 | MPa | | | | | |
| 22 | 压缩空气压力 | MPa | | | | | |
| 23 | 炉前燃油压力 | MPa | | | | | |
| 24 | 炉前燃油温度 | ℃ | | | | | |
| 25 | 炉水循环泵压差 | MPa | | | | | |
| 26 | 炉水循环泵电动机温度 | ℃ | | | | | |
| 27 | 过热器减温水量 | t/h | | | | | |
| 28 | 再热器喷水量 | t/h | | | | | |

4.3 燃烧调整

4.3.1 新投产锅炉、燃烧系统改造后、更换煤种后的锅炉宜进行燃烧优化试验。

4.3.2 若煤种多变,宜根据 DL/T 1445 规定进行煤种掺烧,入炉煤质宜尽量接近设计煤种或已经证实锅炉可以适用的煤种并保持入炉煤质的相对稳定。如煤种性能大幅度改变,宜进行变煤种试验。

4.3.3 运行人员宜及时掌握入炉燃料种类、主要成分(挥发分、水分、灰分等)、发热量和灰熔融温度等参数,在此基础上进行燃烧调整,组织炉内良好的燃烧工况,主要包括:

- 根据入炉燃料的特性、在线或离线测量的 CO、飞灰含碳量等数值,确定炉膛出口最佳氧量。
- 对各煤粉燃烧器的煤粉气流进行调整,使同层各燃烧器出口气流速度偏差小于5%,出力接近。
- 按照 DL/T 5145 的规定,根据燃煤挥发分和飞灰含碳量,并参考锅炉合同的要求确定煤粉细度的控制值。
- 根据煤种和磨煤机的特性确定合适的一次风量与煤粉量的比例,保证燃烧器出口不结渣,着火稳定,距离适中。中贮式制粉系统需要调整给粉机的给粉量和一次风量;直吹式制粉系统需要调整给煤机给煤量和一次风量。
- 根据煤质特性和锅炉整体运行情况合理选择各层燃烧器的二次风量配比。燃烧特性较好的煤种

DL/T 611—2016

优先考虑防止燃烧器烧损、结渣等问题，燃烧特性较差的煤种优先考虑保证着火稳定性和完全燃烧，同时设法降低炉膛出口 NO_x 的排放浓度。

4.3.4 优先通过调整运行中制粉系统的出力（给煤机给煤量或给粉机转速）来满足负荷变化的要求。高负荷运行时，宜投入较多数量的煤粉燃烧器，并合理分配各煤粉燃烧器的供粉量，以均衡炉膛热负荷；低负荷运行时，尽量少投煤粉燃烧器，保持较高的煤粉浓度，且煤粉燃烧器避免隔层运行。

4.3.5 通过合理组织炉内空气动力场、调整反切风和烟气挡板等多种手段，保证锅炉两侧汽温平衡，控制热偏差。

4.3.6 四角切圆燃烧锅炉运行中严禁煤粉燃烧器缺角运行，维持炉膛火焰居于炉膛中心，避免受热面超温或结渣。

4.3.7 根据煤质的含硫量，及时投入暖风器或热风再循环，保证空气预热器冷端综合温度符合运行规程要求，防止空气预热器换热元件发生低温腐蚀。

4.4 蒸汽压力调整

4.4.1 机组采用定压运行方式时通过汽轮机调节阀开度控制负荷，锅炉宜及时调整燃料量保证汽轮机进气阀前蒸汽压力的稳定。

4.4.2 机组采用滑压运行方式时汽轮机调节阀全开，锅炉宜及时调整燃料量维持机组负荷。

4.4.3 机组宜采用“定—滑—定”运行方式提高经济性，锅炉调整原则如下：

- a) 高负荷时应采用定压运行方式，通过适当增减燃料量维持过热蒸汽压力基本稳定在额定水平。
- b) 中等负荷时应采用滑压运行方式，依靠锅炉的燃烧来调整负荷，蒸汽压力与负荷同向增减。
- c) 低负荷时应采用定压运行方式，控制方式与高负荷定压运行时类似，主蒸汽压力维持在较低水平。

4.4.4 宜根据机组性能进行相关调整试验，确定高、低负荷时的定压值和最经济的滑压运行曲线，保证机组运行时的安全性和经济性。

4.5 蒸汽温度调整

4.5.1 过热蒸汽温度应维持在额定值 $\pm 5^\circ\text{C}$ 范围内，再热蒸汽温度应维持在额定值 $-10^\circ\text{C}\sim+5^\circ\text{C}$ ，两侧蒸汽温度偏差及过热蒸汽与再热蒸汽温度之差最大值不宜超过允许值。

4.5.2 汽包锅炉过热汽温调整宜以喷水减温为主要调节手段；直流锅炉过热汽温宜通过合理的煤水比控制汽水分离器出口温度作为基本调节手段，以喷水减温作为辅助调节，汽水分离器出口温度宜小于保护定值。

4.5.3 再热汽温宜通过改变火焰中心的位置和流经再热器的烟气量等烟气侧调整手段进行调整。烟气侧调整手段无法满足再热汽温调整时方可允许使用减温水来调整再热汽温。

4.5.4 二次再热机组过热蒸汽温度宜由燃水比和喷水减温控制调整，同时考虑燃烧器摆角的影响；再热蒸汽温度调整以烟气挡板和烟气再循环为主要调节手段，以燃烧器摆角为辅助调节手段。

4.5.5 当在烟气侧调整过热汽温与再热器汽温相矛盾时，优先满足再热汽温的调整要求。二次再热机组一次再热蒸汽温度与二次再热温度调整矛盾时，优先保证一次再热蒸汽温度。

4.5.6 安装分离燃尽风（SOFA）的锅炉可采用摆动 SOFA 燃烧器来调整蒸汽温度。

4.5.7 烟气侧调整蒸汽温度方式和方法宜根据设备情况在运行规程中规定。可采用下列方法进行：

- a) 改变摆动式煤粉燃烧器角度。
- b) 改变配风工况。
- c) 改变煤粉燃烧器的组合方式。

- d) 调节各层燃料量。
- e) 调节烟气挡板开度。
- f) 调节烟气再循环量。
- g) 受热面吹灰。

4.5.8 各级减温器的喷水量应视各段壁温和蒸汽温度情况调整,控制各段壁温和蒸汽温度在规定范围内。

4.5.9 运行中宜通过燃烧调整尽量减少减温水的用量。

4.5.10 在进行蒸汽温度调整时,操作宜平稳、均匀,以防引起蒸汽温度的急剧变化,确保设备安全。

4.6 汽包锅炉水位调整

4.6.1 锅炉正常运行中,汽包水位宜保持“0”位,正常波动范围为 $\pm 50\text{mm}$ 。

4.6.2 汽包水位的测量应以差压式水位计为准,其他汽包水位表计与其核对。

4.6.3 宜根据水位、蒸汽量和给水量相关变化关系及时通过调节给水调节阀开度或给水泵转速调节给水流量的方法对汽包水位进行准确控制。

4.6.4 给水泵并列运行时,宜均匀分配两台给水泵的负荷。

4.7 汽包锅炉排污

4.7.1 宜对锅炉进行定期排污和连续排污,保证锅炉汽水品质合格。

4.7.2 定期排污应尽量在低负荷时进行,并严格监视汽包水位,控制排污流量。每只定期排污阀的排污时间不宜超过 30s,排污时严禁定期排污扩容器超压,排污间隔和排污量宜在运行规程中做出具体规定。

4.8 锅炉吹灰

4.8.1 宜根据实际情况定期对锅炉受热面进行吹灰,清除锅炉受热面的积灰,防止结渣,保持受热面清洁,提高锅炉安全、经济运行水平。

4.8.2 吹灰区域的选择、吹灰介质参数和吹灰频次宜根据设备情况综合确定,锅炉燃煤的结渣性发生明显改变时吹灰模式必须做相应的调整。

4.8.3 锅炉受热面吹灰工作宜在燃烧稳定的工况下进行。

4.8.4 采用蒸汽吹灰时宜保证吹灰压力适当,疏水彻底,严禁吹灰蒸汽带水。

4.8.5 吹灰注意事项宜在运行规程中规定,确保吹灰时燃烧稳定及设备 and 人身安全。

4.9 锅炉机组设备运行维护

4.9.1 锅炉运行中,宜对设备进行定期巡回检查,检查的重点是:承压部件,汽阀、水阀、安全阀、炉墙、支吊架,燃油系统及主要辅机的运行情况。当发现不正常情况时应查明原因,及时消除缺陷。对暂时不能消除的缺陷,应立即通知检修,加强监视,采取必要措施,防止事故发生。

4.9.2 锅炉辅机系统应进行定期倒换或定期启动试验,保持设备的可靠备用。

4.9.3 值班人员应按规定进行维护工作。

4.10 自动、程控、保护装置

4.10.1 根据自动、程控及保护装置的实际情况,编制现场运行规程。

4.10.2 自动、程控及保护装置的现场运行规程宜包括下列内容:

- a) 自动、程控及保护装置的特性。
- b) 自动控制投入、停运的条件及操作方法。

DL/T 611 — 2016

- c) 程控投入、停运的条件及操作方法。
- d) 保护装置投入、停运的条件及操作方法。
- e) 自动、程控、保护装置的运行注意事项及一般故障处理。

4.11 锅炉热力试验

4.11.1 大修前后宜通过热力试验对锅炉性能进行比较和鉴定,改善和提高锅炉安全经济运行水平。

4.11.2 热力试验通常包括:

- a) 锅炉热效率试验,宜符合 GB 10184 和 ASME PTC4 有关规定。
- b) 一次风调平试验、磨煤机性能试验,宜符合 DL/T 467 有关规定。
- c) 回转式空气预热器漏风试验,宜符合 GB 10184 和 ASME PTC4.3 的有关规定。
- d) 除尘器漏风试验、除尘器效率试验,宜符合 GB/T 13931 有关规定。
- e) 脱硫系统的效率试验,宜符合 DL/T 998 有关规定。
- f) 脱硝装置的效率试验,宜符合 DL/T 260 有关规定。
- g) 污染物排放试验,宜符合 GB 10184 和 DL/T 414 的有关规定。
- h) 低负荷稳燃试验。
- i) 其他主要辅机的特性试验等。

4.11.3 锅炉效率和汽轮机热耗试验宜同时进行,根据 DL/T 904 计算机组的煤耗。

5 锅炉机组停运**5.1 停炉要求**

锅炉机组的停运过程中严格控制降温、降压速率,保证良好的水循环及水动力工况,防止高温厚壁承压部件热应力超限,保证锅炉的安全。

5.2 停炉方式

5.2.1 停炉方式一般分为正常停炉和事故停炉两大类。本导则只就正常停炉提出原则性要求。

5.2.2 汽包锅炉的正常停炉可采用定参数停炉和滑参数停炉两种方式。停炉热备用时宜采用定参数停炉以尽量保证锅炉蓄热,缩短启动时间;计划检修停炉宜采用滑参数停炉,以使锅炉和汽轮机得到最大限度的冷却。

5.2.3 为控制氧化皮集中脱落,直流锅炉停炉宜控制主汽温度不宜低于 450℃。

5.2.4 炉膛出口烟气温度低于 180℃,可开启引风机出、入口挡板进行自然通风冷却。

5.3 正常停炉准备

5.3.1 停炉前宜对锅炉进行一次全面吹灰,详细记录锅炉设备缺陷。

5.3.2 设备疏放水系统、少油/无油点火系统、燃油系统处于良好的备用状态。油枪畅通,雾化良好,必要时可试投一次。

5.3.3 原煤仓的原煤和煤粉仓的粉位符合停炉要求,根据停炉时间在运行规程中具体规定。

5.3.4 汽包锅炉的事故放水阀及直流锅炉启动旁路系统处于良好的备用状态。

5.3.5 根据机组特性及停炉目的确定停炉方式和停炉参数。

5.4 汽包锅炉滑参数停炉

5.4.1 汽包锅炉的滑参数停炉宜根据制造厂提供的滑参数停炉曲线严格控制降温、降压速率,运行规程中应附有滑参数停炉曲线。

5.4.2 随锅炉负荷降低,及时调整送风机、引风机风量,合理配风,保持燃烧稳定。根据负荷及燃烧情况,将有关自动控制系统退出运行或进行重新设定,适时投入助燃设备,稳定燃烧。

5.4.3 配中间储仓式制粉系统的锅炉,宜根据煤仓煤位和粉仓粉位情况,适时停用部分磨煤机;根据负荷情况,停用部分给粉机。停用磨煤机前,应将该制粉系统余粉抽净,停用给粉机后将一次风系统吹扫干净,然后停用排粉机或一次风机。

5.4.4 配直吹式制粉系统的锅炉根据负荷需要,适时停用部分制粉系统,且吹扫干净。

5.4.5 停用后的煤粉燃烧器宜将相应的二次风门关小。

5.4.6 宜及时调整减温水保证蒸汽温度;当烟气温度低于催化剂运行允许温度时,及时退出脱硝系统。

5.4.7 锅炉蒸汽压力、蒸汽温度降至停机参数,电负荷降至汽轮机允许的最低负荷时,汽轮机停机。再热器无蒸汽通过时,控制后屏过热器出口烟温不大于主蒸汽或再热蒸汽额定温度中的低值。切除锅炉全部燃料,锅炉熄火,关闭各减温水隔绝门,隔离燃油系统。

5.4.8 锅炉熄火后,维持正常的炉膛压力,以 30%的风量进行炉膛通风,吹扫 5min~10min 后停运送风机、引风机,关闭烟、风系统的有关挡板。保持回转式空气预热器、火检冷却风机运行,待温度降低至符合要求时,停止其运行。

5.4.9 在整个滑参数停炉过程中,严格监视汽包壁温,任意两点间的温差不允许超过制造厂家的规定值,严密监视汽包水位,及时调整,确保汽包水位正常。

5.4.10 停炉过程中,按规定记录各部膨胀值,冬季停炉宜做好防冻措施。

5.5 直流锅炉滑参数停炉

5.5.1 直流锅炉的正常停炉宜根据制造厂提供的正常停炉曲线要求进行参数控制和相应操作。运行规程中宜附有滑参数停炉曲线。

5.5.2 直流锅炉正常停炉,宜遵守下列程序:

- a) 滑压降负荷至规定值。
- b) 根据分离器出口蒸汽温度的过热度减少情况适时投入启动分离器,控制锅炉给水流量不低于制造厂规定值。
- c) 继续减负荷至汽轮机打闸联锁发电机解列,切除锅炉全部燃料,锅炉熄火。
- d) 停运锅炉炉水循环泵,锅炉密闭。

5.5.3 整个停炉过程中燃烧调整按 5.4.2 执行。对制粉系统的要求按 5.4.3 执行。

5.5.4 滑压降负荷过程中,降温、降压速率按照滑参数停炉曲线执行。根据分离器出口温度、分离器出口过热度调整燃料与给水比例,辅以减温水,保证蒸汽温度满足汽轮机蒸汽过热度的要求,主蒸汽温度要确保有 50℃ 以上的过热度。

5.5.5 锅炉转为湿态后,保持其分离器、储水箱水位正常、锅炉给水流量稳定,严密监视第一级过热器减温器前温度,防止汽水分离器水位过高。

5.5.6 锅炉 MFT 后,确认所有燃料切断,炉膛无火;一次风机、密封风机联锁停运;各磨煤机冷热风隔绝门、出口门关闭,关闭各减温水隔绝门,隔离燃油系统。

5.6 定参数停炉

5.6.1 定参数停炉时宜尽量维持较高的锅炉过热蒸汽压力和温度,减少各种热损失。降负荷速率按汽轮机要求进行,随锅炉燃烧效率的降低,蒸汽温度逐渐下降,保持过热蒸汽温度符合制造厂及汽轮机要求,否则宜适当降低过热蒸汽压力。

5.6.2 其他要求与滑参数停炉相同。

DL/T 611—2016

5.7 停炉后的冷却与放水

5.7.1 自然循环锅炉停炉后的冷却与放水

自然循环锅炉停炉后的自然冷却。

- a) 自然循环锅炉停炉后一般宜采用自然冷却方式。
- b) 在锅炉自然冷却状态下，汽包壁温大于 90℃时，应保持汽包高水位。整个冷却过程中，汽包壁温差应在规程规定范围内。

5.7.2 锅炉放水方式

5.7.2.1 正常停炉时宜采用带压放水，汽包压力为 0.5MPa~0.8MPa，汽包壁温差符合制造厂要求。

5.7.2.2 停炉采取充氮保养或其他方式保养时，锅炉放水按照保养要求进行。

5.7.3 控制循环锅炉停炉后的冷却与放水

5.7.3.1 停炉热备用时，通风系统全部停运后，锅炉密闭，保持汽包水位上限。

5.7.3.2 停炉后正常冷却时，按正常冷却曲线降温、降压。保持正常汽包水位及至少一台炉水循环泵运行，炉水温度降至 150℃以下时，停运全部炉水循环泵。

5.7.3.3 停炉后需快速冷却时，保持两台炉水循环泵运行，保持汽包水位正常，炉水温降速率在规定范围内，进行炉膛通风。

5.7.3.4 锅炉放水按照 5.7.2 执行。

5.7.4 直流锅炉停炉后的冷却

直流锅炉停炉后的自然冷却。

- a) 直流锅炉停炉后宜采用自然冷却方式，并严格监视过热器和水冷壁的降温、降压速率。
- b) 当主蒸汽压力降至 0.8MPa 时进行热炉带压放水，利用余热烘干炉管。

5.8 停炉后的保养

5.8.1 停炉后宜进行保养，防止锅炉受热面金属腐蚀，减少锅炉设备的寿命损耗。

5.8.2 宜根据设备及实际情况确定锅炉停用期间的保养方案。

5.8.3 充氮或充气相缓蚀剂防腐

5.8.3.1 向锅炉内充入氮气或气相缓蚀剂，将氧从锅炉受热面内驱赶出来，使金属表面保持干燥且与空气隔绝，防止金属腐蚀。

5.8.3.2 充氮防腐时，氮气压力宜为 0.020MPa~0.049MPa，使用的氮气纯度宜大于 99.9%。

5.8.3.3 锅炉充氮或充气相缓蚀剂期间，宜经常监视压力的变化和定期进行取样分析，压力降低时宜及时补充。

5.8.3.4 此法可用于锅炉的长期防腐。

5.8.4 压力防腐

5.8.4.1 短时停炉热备用可用压力防腐法保养。

5.8.4.2 停炉后维持汽包压力大于 0.3MPa，以防止空气进入锅炉，达到防腐的目的。汽包压力降至 0.3MPa 时，点火升压或投入水冷壁下联箱蒸汽加热，在整个保护期间保证炉水品质合格。控制循环锅炉应保持一台炉水循环泵运行。

5.8.5 热炉放水、余热烘干防腐

5.8.5.1 自然循环锅炉正常停炉后，待汽包压力降至 0.8MPa~0.5MPa 时，开启放水阀进行全面快速放

水。压力降至 0.2MPa~0.15MPa 时,全开空气门、向空排汽阀、疏水阀,对锅炉进行余热烘干。

5.8.5.2 直流锅炉短时间停炉宜采用加氨结合热炉放水余热烘干法进行保养,要求炉水 pH 值为 9.0~9.5。

5.8.6 抽真空干燥防腐

5.8.6.1 真空干燥是在锅炉采用热炉放水,余热干燥后,再利用汽轮机的真空系统对锅炉受热面抽真空,使其中残余的水分进一步蒸发和抽干,从而达到防止金属腐蚀的目的。

5.8.6.2 采用带压放水余热烘干法、真空干燥法防腐时,在烘干过程中,禁止启动引风机、送风机通风冷却。

5.8.6.3 对于停炉时间较长的大修机组,宜采用抽真空干燥防腐或化学保养。

5.9 锅炉的冬季防冻

5.9.1 冬季宜及时投入锅炉的伴热系统、各辅机油箱加热装置、各处取暖装置。

5.9.2 厂房及辅机室门窗关闭严密,设备系统的各处保温完好,发现缺陷应及时进行消除。

5.9.3 锅炉消防系统管道作为重点检查项目。

5.9.4 停炉时宜尽可能采用干式保养,必要时投入锅炉暖风器。

5.9.5 锅炉停运后宜放净炉外管道存水。

5.9.6 锅炉停运时,备用设备的冷却水宜保持畅通或将水放净,防止管道冻结。

5.9.7 根据实际情况制订具体的防冻措施。

6 主要辅机运行与维护

6.1 辅机通则

6.1.1 辅机投运应具备的条件

- a) 辅机投运前应经过试运转,并验收合格,工作票终结。
- b) 控制回路、电气联锁、热工保护及自动装置经试验合格动作正常。
- c) 辅机设备系统外观完整,机械保护装置完好。
- d) 辅机润滑油、冷却水系统投运正常。
- e) 各监控、测量仪表齐全完好,指示正确。
- f) 不同辅机宜根据其具体要求进行检查。

6.1.2 辅机启动原则

- a) 辅机严禁带负荷启动(设计允许者除外)。
- b) 辅机及其电动机启动严格按照规程规定执行。

6.1.3 辅机运行中的要求

- a) 无异声、无异常摩擦。
- b) 油位、油温、油压符合要求,油质良好。
- c) 各处无泄漏现象。
- d) 监测、保护装置投入正常。
- e) 辅机轴承温度、振动、窜轴值应在运行规程中规定并严格执行。
- f) 电动机的运行情况应符合相关规程规定。

DL/T 611—2016

6.1.4 辅机事故停运

运行中遇有下列情况之一时，应立即停运辅机：

- a) 发生剧烈振动或窜轴，有损坏设备危险时。
- b) 轴承温度不正常升高或超过规定值时。
- c) 电动机转子和静子严重摩擦或冒烟起火时。
- d) 辅机的转子与外壳发生严重摩擦或撞击时。
- e) 辅机发生火灾或被水淹时。
- f) 危及人身安全时。

6.1.5 辅机的保护装置

各厂宜根据辅机保护装置的设置情况，编制运行规程，内容包括：

- a) 保护装置的特性。
- b) 保护装置投入、停运的条件及操作方法。
- c) 保护装置的运行注意事项及一般故障处理。

6.2 制粉系统

6.2.1 制粉系统的启动

6.2.1.1 启动前宜按 6.1.1 的要求对系统及设备（排粉机、一次风机、密封风机、磨煤机、给煤机、给粉机）、保护装置（防爆门、充氮装置、蒸汽灭火、CO₂ 灭火）、电气联锁、热工保护进行全面检查，具体检查内容宜在运行规程中规定。

6.2.1.2 当磨煤机入口热风温度达到制粉系统投粉条件且点火能量满足煤质着火要求时，方可启动制粉系统。

6.2.1.3 排粉机或一次风机启动后，宜缓慢增加出力，以防一次风压突然增大，炉膛正压或爆燃。

6.2.1.4 制粉系统启动后，严格控制磨煤机出、入口温度在规定范围内，严密监视风压，以防堵塞。

6.2.2 制粉系统的运行和调整

6.2.2.1 运行的基本要求：

- a) 提供连续供给锅炉燃烧所需的煤粉。
- b) 保持合格的煤粉细度。
- c) 维持正常的风温、风压，防止发生煤粉自燃、爆炸或其他事故。
- d) 提高制粉系统的经济性。

6.2.2.2 运行中的监视：

- a) 转动机械的电动机电流、轴承温度、窜轴、振动不超过规定值。
- b) 磨煤机出口温度、差压及系统风压符合要求。
- c) 给煤机供煤均匀连续。
- d) 保持合理的粉仓粉位，防止煤粉自燃。粉仓温度不得超过磨煤机出口气粉混合物的温度，并定期降粉位。
- e) 定期对煤粉细度进行取样分析，通过试验确定最佳煤粉细度，并严格控制。
- f) 磨煤机出口气粉混合物的温度限额可参照 DL/T 5145—2012 中表 6.4.2 执行。

6.2.2.3 制粉系统的运行调整：

- a) 制粉系统出力的调整：

- 1) 中间储仓式制粉系统出力的调整应考虑提高经济性和降低制粉电耗,在保证合格煤粉细度的条件下,应尽量使制粉系统保持在额定出力下运行。
 - 2) 直吹式制粉系统出力调整时应当综合考虑煤质可磨性、水分、灰分及煤粉细度的要求,并充分考虑对一次风机运行的影响,对分离器折向挡板、一次风量和加载力进行调整。中速磨煤机应定期调整加载压力,以保证制粉系统出力。
- b) 煤粉细度的调整:
- 1) 中间储仓式制粉系统可采用调整粗粉分离器折向挡板的方法来调整煤粉细度。
 - 2) 直吹式制粉系统可采用改变分离器折向挡板位置或旋转分离器转速的方法来调整煤粉细度。
 - 3) 煤粉细度的控制值应当根据实际燃用煤种及锅炉运行情况来确定。

6.2.3 制粉系统的停运

6.2.3.1 制粉系统停运前,应将磨煤机内的存煤磨制完毕,电流降至空载,并将系统内的煤粉吹扫干净。制粉系统停运后,关闭各一次风门,对应二次开度调整在自然冷却位置。对中间储仓式制粉系统,应密封粉仓。

6.2.3.2 锅炉紧急停运造成的制粉系统存粉且短期不能恢复时,宜做好防止煤粉自燃或爆炸的措施。

6.3 燃油系统

6.3.1 投入燃油系统应具备的条件

6.3.1.1 检修后的燃油系统,经检查验收合格,利用蒸汽吹扫燃油管道和油燃烧器,严禁向无火焰的燃烧室吹扫存油。

6.3.1.2 油管道正式充油前宜利用吹扫蒸汽进行充压,检查系统无泄漏。

6.3.1.3 油泵房所有照明、电动机及开关应符合防爆要求,消防设备齐全完好,并符合 GB 26164.1 的有关规定。

6.3.2 燃油系统的投入运行

6.3.2.1 投入燃油系统的操作方法宜在运行规程中规定,并保持燃油温度、压力和伴热蒸汽温度、压力达到规定值。

6.3.2.2 燃油系统在锅炉运行时宜保持连续运行,以保证锅炉故障情况下稳定燃烧。

6.3.2.3 油罐中油温不得超过规定值,当温度高时应投运降温装置。定期排放油罐积水,做好油量计量工作。

6.3.2.4 油系统运行中应避免燃油进入吹扫蒸汽系统。

6.3.2.5 油区应建立完备的防火、消防、准入、动火作业制度。

6.3.3 燃油系统的停运

6.3.3.1 锅炉运行中需停运燃油系统时,宜制订稳燃措施。

6.3.3.2 停运燃油系统后,应对燃油管道进行蒸汽吹扫。

6.4 无油/少油点火系统

6.4.1 投入点火暖风器,保证磨煤机出口温度满足煤粉着火要求。

6.4.2 无油/少油所对应的磨煤机应保证煤质发热量、挥发分满足无油/少油点火设计要求。

6.4.3 无油/少油点火初期,应投入空气预热器连续吹灰。

DL/T 611—2016

6.5 风机

6.5.1 风机的启动

6.5.1.1 风机启动前除按 6.1.1 全面检查外,还应满足下列要求:

- a) 保护、联锁装置投入。
- b) 风机液压油、润滑油系统投入。
- c) 密封冷却风机投入。
- d) 离心式风机出、入口调节门关闭。
- e) 轴流式风机动叶关至最小位置。

6.5.1.2 变频风机启动前,宜检查确认变频器投入良好。

6.5.1.3 一台风机运行,需要启动另一台风机并联运行时,应避免风机抢风。

6.5.1.4 备用风机启动前,应确认风机未反转,否则要采取制动措施后方可启动。

6.5.2 风机的运行与维护

6.5.2.1 运行中宜按 6.1.3 的要求,对风机及电动机的轴承温度、振动、润滑油量、油压、冷却系统、液压系统、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监视。

6.5.2.2 并联运行的风机宜尽量保持风机的负荷接近,并注意保持两侧风、烟温均衡。

6.5.2.3 风机严禁在喘振区工作。

6.5.3 风机的停运

6.5.3.1 将风机负荷减至空载后停运。

6.5.3.2 风机停运转动前,严禁停运其润滑油系统。

6.6 回转式空气预热器

6.6.1 回转式空气预热器的启动

6.6.1.1 启动前除按 6.1.1 要求检查外,还宜检查空气预热器密封、间隙合格,动静部分无卡涩,吹灰器完全退出,水清洗装置已隔离,灭火装置完好。

6.6.1.2 启动时,先启动盘车装置试转,检查驱动和转动部件无卡涩、撞击现象,然后停运盘车装置。

6.6.1.3 进行主电动机、辅助电动机联锁启动试验。

6.6.1.4 启动主电动机运行,投入盘车装置自启动联锁。

6.6.1.5 安装间隙自动控制装置宜根据厂家规定投入。

6.6.2 回转式空气预热器运行中的维护

6.6.2.1 运行中宜按 6.1.3 的要求对回转式空气预热器电流、本体部件及润滑油、冷却水系统的运行情况进行监视。

6.6.2.2 监视回转式空气预热器进、出口烟温及热风温度正常,并注意回转式空气预热器阻力的变化,定期对回转式空气预热器进行吹灰。

6.6.2.3 运行中为防止冷端受热面发生低温腐蚀,宜及时投入暖风器运行,保证回转式空气预热器冷端综合温度符合要求。

6.6.2.4 SCR 系统运行时宜及时根据阻力情况进行吹灰,以保证预热器的通畅。

6.6.2.5 空气预热器严重堵塞后宜进行彻底的冲洗，宜采用停炉离线高压水冲洗，不可使用消防水冲洗，并进行完全的通透性检查。冲洗结束后宜对空气预热器蓄热元件进行充分干燥。

6.6.3 回转式空气预热器的停运

停炉后，当回转式空气预热器入口烟温降至制造厂规定要求时方可停运回转式空气预热器。

6.7 炉水循环泵

6.7.1 炉水循环泵的启动条件

6.7.1.1 炉水循环泵的注水排空气操作要在锅炉上水前完成。注水操作步骤和要求严格按照制造厂规定执行。锅炉上水至汽包最高可见水位时，还应进行炉水循环泵的“点动”排空气。

6.7.1.2 炉水循环泵启动前，热工及电气保护、监视仪表、联锁等应投入。电动机绝缘合格，冷却水流量符合要求。

6.7.1.3 炉水循环泵启动在锅炉水位正常后进行。

6.7.2 炉水循环泵的启动

6.7.2.1 根据需要分别启动各台炉水循环泵运行。

6.7.2.2 炉水循环泵启动后，宜注意保持水位正常。

6.7.3 炉水循环泵的运行

6.7.3.1 炉水循环泵正常运行时，宜严格监视出、入口压差、电动机腔室温度、冷却水滤网前后压差正常。

6.7.3.2 备用炉水循环泵暖泵系统投入。

6.7.4 炉水循环泵的停运

6.7.4.1 锅炉运行中，炉水循环泵停运，应保证冷却水连续运行，监视电动机腔室温度，并投入暖泵系统。

6.7.4.2 停炉后，炉水温度低于炉水循环泵制造厂规定值时，方可停运。锅炉放水前，所有炉水循环泵要停电。

6.7.4.3 锅炉放水完毕后，炉水循环泵电动机腔室方可放水，绝不允许炉水循环泵泵壳内的炉水经电动机腔室放掉。

6.7.4.4 炉水循环泵泵壳温度低于厂家规定值后，才能停运炉水循环泵的冷却水。

6.8 除尘器

6.8.1 电除尘器

6.8.1.1 电除尘器的投运

电除尘器投运前，宜对电除尘器本体、灰斗及除灰系统所属的电气、机械、热工自动及联锁保护装置等设备进行全面检查，并经试运行合格。

6.8.1.2 电除尘器投运条件

- a) 锅炉点火前 12h，投入绝缘子、振打瓷轴及灰斗的加热装置。
- b) 锅炉全燃油时，不可投运电除尘器各电场，只投入振打装置，并保持连续振打。

DL/T 611—2016

- c) 锅炉投粉后根据现场实际情况, 逐个投入各电场。
- d) 电除尘器投入的操作步骤宜在运行规程中规定。

6.8.1.3 电除尘器的运行

- a) 运行中宜监视和保持电除尘器电压、电流和各加热点温度在正常范围内, 火花频率符合要求。高压硅整流变压器油温和电抗器的温升不超过 80°C , 无异常声音。
- b) 定期检查振打系统及驱动装置、各加热系统、卸灰装置及排灰系统运行正常; 电除尘器各孔门密封良好, 漏风率不大于 3%。
- c) 监视电除尘器进出口烟温、负压正常, 异常时应分析原因, 进行处理。

6.8.1.4 电除尘器的停运

- a) 在停炉过程中, 当排烟温度降至 100°C 时, 逐个停运各电场, 但要保证烟尘排放浓度满足环保排放要求。停运的电场宜改投连续振打方式。
- b) 引风机停运后, 振打装置连续运行 2h~3h 后停运, 并将灰斗积灰放净。停运各加热装置。

6.8.2 布袋除尘器

6.8.2.1 布袋安装完好, 笼骨骨架笔直, 各布袋之间无摩擦碰撞, 灰斗内无积灰。

6.8.2.2 在锅炉点火前、引风机启动后进行预涂灰, 布袋除尘器预涂灰要求按 JB/T 8471 执行。

6.8.2.3 锅炉点火前 1h~2h, 确认除尘器温度、差压、清灰及输灰气源压力、灰斗料位、烟尘连续监测等监测仪表和报警系统投运正常。

6.8.2.4 检查实时差压, 按要求启动喷吹清灰系统。

6.8.2.5 除尘器入口烟气温度宜控制在 150°C 以下, 当烟气温度超过 160°C 时应及时进行调整。

6.8.2.6 当发生锅炉尾部烟道再燃烧或空气预热器卡涩时, 应紧急开启降温系统避免滤袋因高温损毁。

6.8.3 电袋除尘器

6.8.3.1 电袋除尘器投运前需对电场区与布袋区分别检查, 且具备启动条件。

6.8.3.2 锅炉点火前 4h~6h, 启动低压控制柜并投运绝缘子室、振打瓷轴室及灰斗内的加热装置。

6.8.3.3 长期停炉宜对除尘器进行清灰操作, 先通过振打系统连续运行完成电场区清灰, 再投入滤袋区喷吹清灰系统, 清除黏附在滤袋上的粉尘。再次启动前应重新进行预涂灰。

6.8.4 湿式除尘器

6.8.4.1 湿法脱硫系统应提前投运, 避免干态高温烟尘进入湿式电除尘器, 导致内部件结垢并损坏内部防腐涂层。

6.8.4.2 不可在锅炉完全投油或脱硫未开启有高温干烟气时开启湿式除尘器。

6.8.4.3 进入湿式除尘器烟气温度应低于 70°C 。

6.8.4.4 开启湿式电除尘器时先开低压给水系统再开高压供电系统; 湿式电除尘器停运时先停高压供电系统再停低压给水系统。

6.8.4.5 锅炉停炉后湿式电除尘器喷淋系统继续投运, 确保电场冲洗干净后方可停运。

6.9 除灰、除渣系统

6.9.1 对输灰设备、灰库、气化风系统、除渣系统全面检查, 保证设备完好, 具备投运条件。

6.9.2 灰斗料位计指示正确。

6.9.3 输灰系统运行时, 保证输灰压力满足运行要求, 不可关断输送气或控制气气源。

6.9.4 除尘器停运后，输灰系统宜继续运行至灰斗内无积灰。

6.9.5 锅炉长时间停运时宜切断除灰输送气源。

6.10 低温省煤器

6.10.1 低温省煤器安装在除尘器前时，出口烟气温度宜低于酸露点温度，利用除尘器消除结露的 SO_3 ；低温省煤器安装在除尘器后时，运行出口烟气温度宜高于酸露点温度，防止腐蚀尾部烟道。

6.10.2 宜密切监视低温省煤器运行参数，防止低温省煤器泄漏。

6.10.3 运行期间注意干除灰系统的输送，避免干除灰系统管道的堵塞。

6.11 SCR 脱硝系统

6.11.1 SCR 脱硝系统的投运条件

6.11.1.1 稀释风机已运行。

6.11.1.2 SCR 反应器入口烟气温度在催化剂允许运行范围。

6.11.1.3 相关联锁保护合格且已投入。

6.11.2 SCR 脱硝系统的运行维护

6.11.2.1 运行中宜监视 SCR 反应塔入口烟气温度在正常范围内，反应器出入口差压正常。

6.11.2.2 检查 SCR 脱硝系统的吹灰系统正常投入。

6.11.2.3 运行中出口 NO_x 浓度和氨逃逸率宜符合要求。

6.11.2.4 宜根据 SCR 正常运行最大喷氨量调整好稀释风量，使氨/空气混合物中的氨体积浓度小于 5%。

6.11.2.5 宜定期进行脱硝性能试验、脱硝催化剂活性试验；大修及更换催化剂后应进行脱硝喷氨量流场优化试验。

6.11.3 SCR 脱硝系统的停运

6.11.3.1 逐渐减少喷氨量，喷氨全停时，关闭喷氨关断阀。

6.11.3.2 保持稀释风机运行，对空气混合器及反应区进行吹扫，直至引风机停运，方可停运稀释风机。

6.11.3.3 停运稀释风机。

6.12 脱硫系统

6.12.1 湿法脱硫系统投运

- a) 启动工艺水系统。
- b) 启动吸收塔浆液循环泵系统。
- c) 启动氧化风机系统。
- d) 启动石灰石浆液供给系统。
- e) 启动石膏浆液排放系统。
- f) 启动除雾器冲洗系统。
- g) 启动废水处理系统。

6.12.2 湿法脱硫系统的运行

6.12.2.1 通过除雾冲洗或工艺水补水调整吸收塔液位，使吸收塔液位在正常范围。

6.12.2.2 控制吸收塔石膏浆液排出量，调整吸收塔浆液浓度在正常范围。

DL/T 611 — 2016

6.12.2.3 根据脱硫效率、pH 值调整给浆量。

6.12.2.4 定期检查湿式球磨机筒体内部的衬板和介质的磨损情况，对磨穿和破裂的衬板应及时更换。

6.12.2.5 检查除雾器差压不超过运行规定值，否则进行除雾器冲洗。

6.12.3 湿法脱硫系统的停运

- a) 停运吸收塔浆液循环泵系统。
- b) 停运氧化风机系统。
- c) 停运石灰石浆液系统。
- d) 停运除雾器冲洗系统。
- e) 停运石膏浆液排放系统。
- f) 停运工艺水系统。
- g) 停运废水处理系统。

7 锅炉机组事故处理

7.1 事故处理的一般原则

7.1.1 事故发生时迅速按规程规定正确处理。

7.1.2 发生事故后，应立即采取措施，防止事故扩大，查明原因并消除后恢复机组正常运行。在确定设备不具备运行条件或继续运行对人身设备有危害时，应立即停炉处理。

7.1.3 事故处理完毕，运行人员应实事求是地把事故发生的时间、现象、所采取的措施等做好记录。按照相关规定组织有关人员事故进行分析、讨论、总结经验，从中吸取教训。

7.2 事故紧急停炉

7.2.1 事故紧急停炉的条件

7.2.1.1 锅炉保护具备跳闸条件而保护拒动。

7.2.1.2 锅炉严重满水或严重缺水。

7.2.1.3 汽包锅炉所有水位表计损坏。

7.2.1.4 直流锅炉所有给水流量变送器损坏，造成过热蒸汽温度不正常或过热蒸汽温度正常，但半小时内给水流量变送器未恢复。

7.2.1.5 主给水、过热蒸汽、再热蒸汽管道发生爆破或严重泄漏。

7.2.1.6 炉管爆破，威胁人身或设备安全。

7.2.1.7 直流锅炉给水中断。

7.2.1.8 锅炉蒸汽压力升高至安全阀动作压力而安全阀拒动。

7.2.1.9 所有引风机、送风机或回转式空气预热器停运。

7.2.1.10 锅炉灭火。

7.2.1.11 炉膛烟道内发生外爆、内爆。

7.2.1.12 尾部烟道发生再燃烧。

7.2.1.13 锅炉机组范围发生火灾，直接威胁锅炉的安全运行。

7.2.1.14 锅炉安全阀动作后不回座。

7.2.1.15 热控仪表电源中断，无法监视、调整主要运行参数。

7.2.1.16 再热蒸汽中断（制造厂有规定者除外）。

7.2.1.17 强制循环汽包锅炉全部炉水循环泵停运或出入口差压低于规定值。

7.2.2 事故紧急停炉的处理

7.2.2.1 将自动切换至手动操作。

7.2.2.2 立即停运向炉膛供给所有燃料，锅炉熄灭。

7.2.2.3 保持汽包水位、关闭减温水阀。直流锅炉应停运向锅炉进水。

7.2.2.4 维持额定风量的 30%，保持炉膛压力正常，进行通风吹扫。若引风机、送风机故障跳闸时，应消除故障后启动引风机、送风机通风吹扫。通风时间不少于 5min。若炉管爆破停炉时，宜保留一台引风机运行。

7.2.2.5 使用无旁路袋式除尘器的机组，当锅炉四管发生严重泄漏后应立即停炉，并在锅炉吹扫结束后停止引风机运行，关闭通往除尘器的烟气挡板。

7.2.3 故障请示停炉

遇有下列情况之一时，宜请示停运锅炉：

- a) 锅炉承压部件泄漏，运行中无法消除。
- b) 锅炉给水、炉水、蒸汽品质严重恶化，经处理无效。
- c) 受热面金属壁温严重超温，经调整无法恢复正常。
- d) 蒸汽温度超过允许值，经采取措施无效。
- e) 炉膛严重结渣或严重堵灰而难以维持正常运行。
- f) 锅炉安全阀有缺陷，不能正常动作。
- g) 汽包锅炉远传水位计全部损坏，而短时间内又无法恢复。

7.3 锅炉灭火

7.3.1 锅炉灭火的原因

7.3.1.1 运行中辅机故障跳闸或灭火保护动作。

7.3.1.2 运行中煤质变差、挥发分过低、发热量过低、煤粉太粗、水分过高；煤粉仓粉位太低，直吹式制粉系统堵煤、断煤处理不当。

7.3.1.3 低负荷运行时，调整不当或炉内掉渣。

7.3.1.4 水冷壁管爆破。

7.3.1.5 全燃油时，油中水分过大或燃油系统故障。

7.3.1.6 无油/少油点火失败。

7.3.1.7 厂用电中断。

7.3.1.8 灭火保护误动。

7.3.2 锅炉灭火的处理

7.3.2.1 锅炉灭火按紧急停炉处理。

7.3.2.2 查明灭火原因并消除后，按热态启动重新点火。

7.4 炉膛/烟道/除尘器内、外爆

7.4.1 外爆原因

7.4.1.1 锅炉点火前已有油或煤粉漏入炉膛，并已形成和达到可燃浓度的空气混合物，未进行通风吹扫即点火。

DL/T 611—2016

7.4.1.2 锅炉启动点火时，燃油雾化不良，有油滴沉积在受热面上，当炉膛温度逐渐升高，沉积的油滴大量挥发并遇上火源，在炉内爆燃。

7.4.1.3 多次点火不成功，炉膛及后部烟道或受热面上积有可燃燃料，未经通风吹扫即再点火，引起爆燃。

7.4.1.4 在锅炉长期低负荷或氧量不足的情况下运行，在灰斗和烟道死区滞积有可燃的燃料。

7.4.1.5 当炉膛上部大渣突然掉下使部分燃烧器失去火焰，或使全炉膛灭火，而继续送入燃料和空气，并在此情况下强投点火器。

7.4.1.6 当供给燃烧器的燃料、空气或点火源突然中断时，造成瞬间灭火，随即又恢复，使积聚的可燃物被点着而引起爆燃。

7.4.1.7 在一个或多个燃烧器灭火或燃烧不稳定的情况下，再投入制粉系统或油枪。

7.4.1.8 锅炉熄火停炉后，燃油系统阀门关闭不严，燃油继续漏入炉膛而未发现，在热炉膛的条件下，燃油挥发达到一定浓度后，发生爆燃。

7.4.1.9 无油点火初期，煤粉燃烧不完全，又投油助燃。

7.4.2 内爆原因

锅炉灭火、送风机动叶突然关闭、送风机跳闸或一次风机跳闸，导致炉膛负压超过设计承压能力。

7.4.3 处理及预防

7.4.3.1 发生锅炉内外爆时，保护未动立即手动 MFT，停运锅炉机组。

7.4.3.2 在锅炉启动点火前，必须保证炉膛负压保护可靠投入。

7.4.3.3 锅炉灭火后，必须进行炉膛吹扫，严禁强制吹扫条件强行点火。

7.4.3.4 锅炉正常运行时，加强氧量调整保证燃料完全燃烧，防止未燃尽的燃料积聚爆燃。

7.4.3.5 磨煤机启动时，应满足点火能量需求。

7.4.3.6 当炉膛已经灭火或已局部灭火并濒临全部灭火时，不可用爆燃法恢复燃烧。重新点火前必须对锅炉进行充分通风吹扫，以排除炉膛和烟道内的可燃物质。

7.4.3.7 两台引风机或两台送风机跳闸导致锅炉 MFT 动作时，在跳闸后要保持风机动叶开度为跳闸前开度，保持通风状态。

7.4.3.8 锅炉正常运行时，宜加强炉膛负压监视，发现炉膛负压异常增大应及时调整，必要时手动停运引风机，防止炉膛内爆。

7.5 尾部烟道再燃烧

7.5.1 尾部烟道再燃烧的原因

7.5.1.1 燃烧调整不当，油燃烧器雾化不良，煤粉过粗，使未燃尽的可燃物在尾部烟道受热面沉积。

7.5.1.2 启、停炉过程中或低负荷运行时炉膛温度过低，风、煤、油配比不当，风速过低使可燃物积存在烟道内。

7.5.1.3 少油/无油点火投粉过早，部分煤粉未燃尽，沉积在尾部烟道内。

7.5.1.4 尾部烟道吹灰器故障或吹灰不及时，可燃物未及时清除。

7.5.2 尾部烟道再燃烧的处理

7.5.2.1 当发现尾部烟温不正常地升高时，宜首先查明原因，加强燃烧调整，对受热面进行蒸汽吹灰。

7.5.2.2 当确认烟道再燃烧时，应紧急停炉，停运引风机、送风机，严密关闭各烟、风门及挡板，严禁通风。

7.5.2.3 投入烟道蒸汽灭火，必要时进行喷水灭火。待尾部烟道各段烟温正常后，打开检查孔，检查设

备损坏情况。同时对着火侧和未着火侧回转式空气预热器进行彻底检查、清理。

7.5.2.4 使用布袋或电袋除尘时，宜检查布袋是否烧损，必要时更换布袋。

7.6 回转式空气预热器故障

7.6.1 回转式空气预热器故障的原因

7.6.1.1 转动部分与外壳摩擦卡涩。

7.6.1.2 密封间隙调整太小。

7.6.1.3 吹灰器或者烟道支撑部件掉落卡涩。

7.6.1.4 蓄热元件严重堵灰。

7.6.1.5 轴承损坏。

7.6.1.6 空气预热器减速器故障。

7.6.1.7 空气预热器严重变形。

7.6.1.8 电气设备故障。

7.6.2 回转式空气预热器故障的处理

7.6.2.1 回转式空气预热器跳闸，若在跳闸前无电流过大现象或机械部分故障，可重合闸一次。若重合闸成功，则宜查明原因并消除。若重合闸无效，应投入盘车装置，降低锅炉负荷，控制排烟温度不超过规定值。

7.6.2.2 一台回转式空气预热器故障停运，而排烟温度超过限额，或两台回转式空气预热器故障停运时，应按紧急停炉处理。

7.7 锅炉水位事故

7.7.1 发生水位事故的原因

7.7.1.1 汽包水位计故障或水位计指示不准确，造成误判断而误操作。

7.7.1.2 给水自动调节装置失灵，给水调节阀、给水泵系统故障。

7.7.1.3 负荷突然骤变，控制调整不当。

7.7.1.4 炉管爆破。

7.7.1.5 燃烧剧烈变化。

7.7.2 水位事故的处理

7.7.2.1 汽包低水位异常的处理

- a) 发现汽包低水位异常，宜对照汽、水流量，校对汽包水位计指示是否正确。
- b) 证实汽包水位低时，将给水自动切至手动，开大给水调节阀或调整给水泵转速，增加锅炉进水量；若正在排污，应立即停运。
- c) 若给水压力低时，宜提高给水压力或启动备用给水泵。
- d) 若汽包水位降至低限值时，应紧急停炉。

7.7.2.2 汽包高水位异常的处理

- a) 发现汽包高水位异常时，应对照汽、水流量，校对汽包水位计指示是否正确。
- b) 证实汽包水位高时，将给水自动切至手动，关小给水调节阀或调整给水泵转速；开启事故放水

DL/T 611 — 2016

阀，水位正常后关闭。

- c) 若汽包水位升至高限，应紧急停炉，全开事故放水阀并关闭给水阀。
- d) 查明原因，消除故障后保持正常汽包水位，重新点火恢复运行。

7.8 锅炉受热面管损坏

7.8.1 锅炉受热面管损坏的原因

7.8.1.1 管材质量不良，制造、安装、焊接质量不合格。

7.8.1.2 锅炉给水、炉水品质长期不合格，造成管内结垢腐蚀；管外高温腐蚀；受热面工质流量分配不均或管内有杂物堵塞，造成局部管壁超温过热；飞灰冲刷使受热面磨损；受热面膨胀不良，热应力增大造成受热面管损坏。直流锅炉工质流量或给水温度大幅度变化造成锅内相变区反复位移，导致管壁疲劳损坏；直流锅炉氧化皮大量脱落。

7.8.1.3 受热面结渣、积灰严重使局部管壁过热。

7.8.1.4 蒸汽吹灰器吹损受热面。

7.8.1.5 锅炉严重缺水使水冷壁管过热。

7.8.1.6 过热器、再热器管壁温度长期超温运行。

7.8.1.7 启、停炉时对再热器、省煤器保护不好等使受热面管损坏。

7.8.1.8 启停炉时升温、升压或降温、降压过快。

7.8.1.9 受热面管材质用错。

7.8.2 受热面管损坏的处理

7.8.2.1 水冷壁及省煤器管损坏的处理

- a) 若泄漏不严重，可以维持锅炉运行时，给水自动切至手动操作，汽包锅炉维持汽包水位，直流锅炉维持煤、水比例正常，降低锅炉蒸汽压力及负荷，申请停炉。
- b) 若损坏严重，达到事故停炉条件时应紧急停炉。停炉后保留一台引风机运行，维持炉膛压力，待炉内蒸汽基本消失后，停运引风机。
- c) 停炉后汽包锅炉宜继续上水，维持汽包水位。不能维持汽包水位时应停运上水，禁止开启省煤器再循环阀。
- d) 停炉后停运电除尘器运行。

7.8.2.2 过热器、再热器管损坏的处理

- a) 过热器管损坏宜降压运行，再热器管损坏宜降低机组负荷，并维持各参数稳定。加强监视，申请停炉。
- b) 严重泄漏或爆破时，应紧急停炉。保留一台引风机运行，维持炉膛压力，待炉内蒸汽消失时停运引风机。

7.9 蒸汽温度过高

7.9.1 蒸汽温度过高的原因

7.9.1.1 减温水系统或蒸汽温度自动调节装置故障，造成减温水量减少。

7.9.1.2 烟气调温挡板开度不当。

7.9.1.3 燃烧调整不当，上组煤粉燃烧器负荷过大或锅炉增负荷过快。

- 7.9.1.4 直流锅炉煤/水比例失调。
- 7.9.1.5 炉膛漏风严重。
- 7.9.1.6 煤质过差或煤粉过粗。
- 7.9.1.7 炉膛结渣严重。
- 7.9.1.8 配风工况不当或煤粉燃烧器摆角偏高，造成火焰中心上移。
- 7.9.1.9 汽包锅炉给水温度降低；直流锅炉给水温度升高。
- 7.9.1.10 制粉系统故障，造成燃料量不正常增加。
- 7.9.1.11 烟道内有可燃物二次燃烧。
- 7.9.1.12 直流锅炉过热器进口侧发生泄漏或爆破，低温过热器进口安全阀启座。
- 7.9.1.13 再热器进口安全阀启座。

7.9.2 蒸汽温度过高的处理

- 7.9.2.1 将蒸汽温度自动切至手动，增大减温水量。再热蒸汽温度过高时可投运事故喷水。
- 7.9.2.2 直流锅炉调整煤/水比。
- 7.9.2.3 调整燃烧，设法降低火焰中心，减少炉膛漏风。
- 7.9.2.4 上述方法无效时，降低锅炉负荷。
- 7.9.2.5 蒸汽温度超过规程规定值无法控制时应紧急停炉。

7.10 蒸汽温度过低

7.10.1 蒸汽温度过低的原因

- 7.10.1.1 减温水系统或蒸汽温度自动调节装置故障使减温水量增加。直流锅炉给水系统故障使给水流量不正常的增大。
- 7.10.1.2 燃烧调整不当造成锅炉热负荷降低，火焰中心下移。
- 7.10.1.3 直流锅炉煤/水比例失调。
- 7.10.1.4 制粉系统故障使燃料量不正常的减少。煤粉燃烧器摆角过低。
- 7.10.1.5 汽包锅炉给水温度升高，直流锅炉给水温度降低。
- 7.10.1.6 蒸汽压力大幅度下降，过热器、再热器严重结渣或积灰。

7.10.2 蒸汽温度过低的处理

- 7.10.2.1 将蒸汽温度自动切至手动，关小或关闭减温水阀，调整烟气挡板。
- 7.10.2.2 调整燃烧，设法提高火焰中心。
- 7.10.2.3 直流锅炉调整煤/水比例正常。
- 7.10.2.4 蒸汽温度低至限额、停运汽轮机运行。

7.11 给水流量骤降或中断

7.11.1 给水流量骤降或中断的原因

- 7.11.1.1 给水泵跳闸，备用给水泵未能正常投运。
- 7.11.1.2 给水自动调节装置失灵，造成给水调节阀自动关小或关闭。
- 7.11.1.3 给水管道的泄漏或爆破。
- 7.11.1.4 高压加热器故障时，系统阀门误动作。
- 7.11.1.5 给水泵出力骤降。

DL/T 611—2016

7.11.2 给水流量骤降或中断的处理

7.11.2.1 若因给水自动调节装置失灵，宜立即将给水自动切至手动，开大给水调节阀，维持正常给水流量。

7.11.2.2 当直流锅炉给水流量尚大于给水流量保护定值时，宜紧急减少燃料量，维持煤/水比例正常。迅速提高并恢复正常给水压力。

7.11.2.3 汽包锅炉当给水流量骤降或中断，造成汽包水位下降时，应立即减少燃料量，降低过热蒸汽压力及机组负荷，维持炉内燃烧稳定，迅速提高并恢复正常给水压力。

7.11.2.4 给水流量骤降或中断，直流锅炉达到紧急停炉条件时，汽包锅炉水位达低限时，应紧急停炉。

7.12 制粉系统自燃及爆炸

7.12.1 制粉系统自燃及爆炸的原因

7.12.1.1 制粉系统内积粉。

7.12.1.2 磨煤机出口温度过高。

7.12.1.3 煤粉仓严重漏风，高挥发分的煤粉在粉仓内积存过久。

7.12.1.4 煤中含有易燃易爆物。

7.12.1.5 有外来火源。

7.12.1.6 烟气干燥系统含氧量过高。

7.12.2 制粉系统自燃和爆炸的处理

7.12.2.1 中间储仓式制粉系统

- a) 若磨煤机内部自燃着火，宜加大给煤量，必要时投入灭火装置。
- b) 一次风管自燃时，应立即停运对应的给粉机运行并切断风源，从吹扫孔通入蒸汽或二氧化碳灭火。
- c) 制粉系统爆炸时，停运该制粉系统。并注意防止锅炉灭火，维持一次风压正常，消除火源。
- d) 煤粉仓粉温异常升高时，向煤粉仓送粉，关闭煤粉仓吸潮阀，注入二氧化碳并降低粉位。粉位降低后迅速提高粉位，进行压粉；经降低粉位后，若煤粉温度继续上升，应停运向粉仓送粉，并使用灭火装置。

7.12.2.2 直吹式制粉系统

- a) 当磨煤机内发生自燃和爆炸时，应紧急停运磨煤机，严密关闭磨煤机的进出口风门，进行蒸汽灭火。
- b) 故障设备恢复运行前，宜对设备内部进行清理检查，确认火源已消除，各部件完整无损，方可投入运行。

7.13 燃油管道爆破

7.13.1 燃油管道爆破时，立即将爆管处与系统隔离，必要时停运供油泵，及时清除积油。

7.13.2 若发生火灾，立即用消防器材灭火，并报火警。若威胁锅炉安全运行，应立即停炉。

附录 A
(规范性附录)
锅炉汽水质量标准

A.1 锅炉启动时给水质量标准

锅炉启动时给水质量标准见表 A.1。

表 A.1 锅炉启动时给水质量标准

| 炉 型 | 锅炉过热蒸汽压力 MPa | 硬度 $\mu\text{mol/L}$ | 氢电导率 (25℃), $\mu\text{S/cm}$ | 铁 | 溶解氧 | 二氧化硅 |
|-----|-----------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | | | | $\mu\text{g/L}$ | | |
| 汽包炉 | >12.6 | ≤ 5.0 | ≤ 1.00 | ≤ 75 | ≤ 30 | ≤ 80 |
| 直流炉 | — | ≈ 0 | ≤ 0.50 | ≤ 50 | ≤ 30 | ≤ 30 |

A.2 汽轮机冲转前蒸汽质量标准

汽轮机冲转前蒸汽质量标准见表 A.2。

表 A.2 汽轮机冲转前蒸汽质量标准

| 炉 型 | 锅炉过热蒸汽压力 MPa | 氢电导率 (25℃) $\mu\text{S/cm}$ | 二氧化硅 | 铁 | 铜 | 钠 |
|-----|-----------------|--------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | $\mu\text{g/kg}$ | | | |
| 汽包炉 | >12.6 | ≤ 1.00 | ≤ 60 | ≤ 50 | ≤ 15 | ≤ 20 |
| 直流炉 | — | ≤ 0.50 | ≤ 30 | ≤ 50 | ≤ 15 | ≤ 20 |

A.3 锅炉运行时给水质量标准

锅炉运行时给水质量标准见表 A.3。

表 A.3 锅炉运行时给水质量标准

| 炉 型 | 锅炉压力 MPa | 硬度 μmol/ L | 二氧化硅 μg/L | 溶解氧 μg/L | 铁 μg/L | 铜 μg/L | 钠 μg/L |
|------|-------------|---------------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 汽包锅炉 | 5.9~15.6 | ≈0 | ≤20 | ≤7 | ≤20 | ≤5 | — |
| | >15.6 | ≈0 | ≤20 | ≤7 | ≤15 | ≤3 | — |
| 直流锅炉 | 5.9~18.3 | ≈0 | ≤15 | ≤7 | ≤10 | ≤3 | ≤5 |
| | >18.3 | ≈0 | ≤10 | ≤7 | ≤5 | ≤2 | ≤3 |

| 炉 型 | 锅炉压力 MPa | pH 值 (25℃) | 电导率 (经氢粒子交换后, 25℃) μS/cm | 联氨 μg/L | 总有机碳 μg/L |
|------|-------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|--------------|
| 汽包锅炉 | 5.9~15.6 | 8.8~9.3 或 9.2~9.6 (当加热器为钢管时) | ≤0.3 | ≤30 | ≤500 |
| | >15.6 | | ≤0.15 | | ≤200 |
| 直流锅炉 | >5.9 | | ≤0.15 | | ≤200 |

DL/T 611—2016

A.4 汽包锅炉正常运行时炉水质量标准

汽包锅炉正常运行时炉水质量标准见表 A.4。

表 A.4 汽包锅炉正常运行时炉水质量标准

| 锅炉压力 MPa | 处理方式 | 电导率 (25℃) μS/cm | 二氧化硅 mg/L | 氯离子 mg/L | 磷酸根 mg/L | pH 值 (25℃) |
|-------------|-----------|--------------------|--------------|-------------|-------------|---------------|
| 12.7~15.8 | 炉水固体碱化剂处理 | <35 | ≤0.45 | ≤1.5 | ≤3 | 9.0~9.7 |
| >15.8 | 炉水固体碱化剂处理 | <20 | ≤0.20 | ≤0.5 | ≤1 | 9.0~9.7 |
| | 挥发性处理 | — | ≤0.15 | ≤0.3 | — | 9.0~9.7 |

A.5 锅炉正常运行时蒸汽质量标准

锅炉正常运行时蒸汽质量标准见表 A.5。

表 A.5 锅炉正常运行时蒸汽质量标准

| 过热蒸汽压力 MPa | 铁 μg/kg | 铜 μg/kg | 钠 μg/kg | 二氧化硅 μg/kg | 氢电导率 (25℃) μS/cm |
|---------------|------------|------------|------------|---------------|---------------------|
| 5.9~15.6 | ≤15 | ≤3 | ≤5 | ≤20 | ≤0.15 |
| 15.7~18.3 | ≤10 | ≤3 | ≤5 | ≤20 | ≤0.15 |
| >18.3 | ≤5 | ≤2 | ≤3 | ≤10 | ≤0.15 |

附 录 B
(资料性附录)
锅炉机组的简要特性

B.1 设计规范

锅炉铭牌见表 B.1, 主要设计参数见表 B.2, 锅炉热平衡见表 B.3, 锅炉热力性能计算数据汇总表见表 B.4, 主要承压部件、受热面及管道材料、结构、尺寸见表 B.5, 燃烧系统规范见表 B.6, 辅机规范见表 B.7, 安全阀见表 B.8, 热工保护装置见表 B.9。

表 B.1 锅炉铭牌

| | |
|------|--------|
| 锅炉型号 | |
| 制造厂家 | |
| 主要参数 | 铭牌所标参数 |
| 制造日期 | |
| 安装日期 | |
| 投产日期 | |

表 B.2 主要设计参数

| 序号 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|-----------|----------------|------|------|
| 1 | 额定蒸发量 | t/h | | |
| 2 | 再热蒸汽量 | t/h | | |
| 3 | 汽包工作压力 | MPa | | 汽包锅炉 |
| 4 | 过热蒸汽压力 | MPa | | |
| 5 | 再热蒸汽进口压力 | MPa | | |
| 6 | 再热蒸汽出口压力 | MPa | | |
| 7 | 过热蒸汽温度 | ℃ | | |
| 8 | 再热蒸汽进口温度 | ℃ | | |
| 9 | 再热蒸汽出口温度 | ℃ | | |
| 10 | 给水温度 | ℃ | | |
| 11 | 送风机进风温度 | ℃ | | |
| 12 | 热风温度 | ℃ | | |
| 13 | 排烟温度(修正后) | ℃ | | |
| 14 | 锅炉正常水容积 | m ³ | | |
| 15 | 水压试验时水容积 | m ³ | | |
| 16 | 启动分离器压力 | MPa | | 直流锅炉 |

DL/T 611—2016

表 B.2 (续)

| 序号 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|-----------|-----|------|------|
| 17 | 低温过热器出口压力 | MPa | | 直流锅炉 |
| 18 | 汽水系统总阻力 | MPa | | |
| 19 | 锅炉烟气阻力 | Pa | | |
| 20 | 空气预热器空气阻力 | Pa | | |

表 B.3 锅炉热平衡

| 序号 | 项 目 | 符号 | 单位 | 设计数据 | 备注 |
|----|------------|--------|--------------------|------|------|
| 1 | 排烟热损失 | q_2 | % | | |
| 2 | 气体不完全燃烧热损失 | q_3 | % | | |
| 3 | 固体不完全燃烧热损失 | q_4 | % | | |
| 4 | 散热损失 | q_5 | % | | |
| 5 | 灰渣物理热损失 | q_6 | % | | |
| 6 | 锅炉计算效率 | η | % | | |
| 7 | 计算燃料消耗量 | B | % | | |
| 8 | 理论空气量 | V_0 | m ³ /kg | | 标准状态 |

表 B.4 锅炉热力性能计算数据汇总表

| 序号 | 名 称 | 单位 | 定压 | | | 滑压 | | |
|----|--------------|------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | | | MCR | 100% | 75% | 75% | 50% | 30% |
| 1 | 过热蒸汽流量 | t/h | | | | | | |
| 2 | 过热蒸汽温度 | ℃ | | | | | | |
| 3 | 过热蒸汽压力 | MPa | | | | | | |
| 4 | 再热蒸汽流量 | t/h | | | | | | |
| 5 | 再热蒸汽温度 进口/出口 | ℃ | | | | | | |
| 6 | 再热蒸汽压力 进口/出口 | MPa | | | | | | |
| 7 | 给水温度 | ℃ | | | | | | |
| 8 | 过热器喷水温度 | ℃ | | | | | | |
| 9 | 空气预热器进口冷风温度 | ℃ | | | | | | |
| 10 | 锅炉计算效率 | % | | | | | | |
| 11 | 再热器烟道侧烟气份额 | % | | | | | | |
| 12 | 计算燃料消耗量 | kg/h | | | | | | |
| 13 | 炉膛容积热负荷 | kJ/(m ³ ·h) | | | | | | |
| 14 | 炉膛断面热负荷 | kJ/(m ² ·h) | | | | | | |

表 B.4 (续)

| 序号 | 名 称 | 单位 | 定压 | | | 滑压 | | |
|----|---------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | | | MCR | 100% | 75% | 75% | 50% | 30% |
| 15 | 炉膛出口烟温 | ℃ | | | | | | |
| 16 | 后屏过热器出口烟温 | ℃ | | | | | | |
| 17 | 高温过热器出口烟温 | ℃ | | | | | | |
| 18 | 高温再热器出口烟温 | ℃ | | | | | | |
| 19 | 低温再热器出口烟温 | ℃ | | | | | | |
| 20 | 低温过热器出口烟温 | ℃ | | | | | | |
| 21 | 省煤器出口烟温 | ℃ | | | | | | |
| 22 | 分隔屏过热器出口蒸汽温度 | ℃ | | | | | | |
| 23 | 后屏过热器出口蒸汽温度 | ℃ | | | | | | |
| 24 | 低温过热器出口蒸汽温度 | ℃ | | | | | | |
| 25 | 低温再热器出口蒸汽温度 | ℃ | | | | | | |
| 26 | 省煤器出口水温 | ℃ | | | | | | |
| 27 | I 级减温器出口蒸汽温度 | ℃ | | | | | | |
| 28 | II 级减温器出口蒸汽温度 | ℃ | | | | | | |
| 29 | 后屏过热器烟气流速 | m/s | | | | | | |
| 30 | 高温过热器烟气流速 | m/s | | | | | | |
| 31 | 高温再热器烟气流速 | m/s | | | | | | |
| 32 | 低温再热器烟气流速 | m/s | | | | | | |
| 33 | 低温过热器烟气流速 | m/s | | | | | | |
| 34 | 省煤器烟气流速 | m/s | | | | | | |
| 35 | 一级减温器喷水量 | t/h | | | | | | |
| 36 | 二级减温器喷水量 | t/h | | | | | | |
| 37 | 炉膛出口负压 | Pa | | | | | | |
| 38 | 炉本体总阻力 | Pa | | | | | | |
| 39 | 空气预热器出口烟气流速 | t/h | | | | | | |
| 40 | 空气预热器入口烟温 | ℃ | | | | | | |
| 41 | 锅炉排烟温度 | ℃ | | | | | | |
| 42 | 空气预热器出口一次风温度 | ℃ | | | | | | |
| 43 | 空气预热器出口二次风温度 | ℃ | | | | | | |
| 44 | 空气预热器一次风阻力 | Pa | | | | | | |

DL/T 611—2016

表 B.4 (续)

| 序号 | 名 称 | 单位 | 定压 | | | 滑压 | | |
|----|-------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | | | MCR | 100% | 75% | 75% | 50% | 30% |
| 45 | 空气预热器二次风阻力 | Pa | | | | | | |
| 46 | 空气预热器漏风率 | % | | | | | | |
| 47 | 空气预热器入口一次风量 | t/h | | | | | | |
| 48 | 空气预热器入口二次风量 | t/h | | | | | | |
| 49 | 空气预热器出口一次风量 | t/h | | | | | | |
| 50 | 空气预热器出口二次风量 | t/h | | | | | | |

表 B.5 主要承压部件、受热面及管道材料、结构、尺寸

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|-----------|-----------------|----------------|------|-------------|
| 1 | 汽包(启动分离器) | 1) 长度 | mm | | |
| | | 2) 内径 | mm | | |
| | | 3) 壁厚 | mm | | |
| | | 4) 材质 | | | |
| | | 5) 材质冷脆温度 | ℃ | | |
| | | 6) 中心线标高 | m | | |
| | | 7) 正常水位线在中心线下位置 | -mm | | |
| | | 8) 旋风分离器数量 | 个 | | |
| | | 9) 旋风分离器单个出力 | t/h | | |
| | | 10) 工作水容积 | m ³ | | |
| | | 11) 总水容积 | m ³ | | |
| 2 | 省煤器 | 1) 型式 | | | 按级分别列出 |
| | | 2) 受热面积 | m ² | | |
| | | 3) 管数 | 根 | | |
| | | 4) 外径及壁厚 | mm | | |
| | | 5) 材质 | | | |
| | | 6) 允许管壁温度 | ℃ | | |
| | | 7) 进口/出口水温 | ℃ | | |
| | | 8) 进口/出口烟温 | ℃ | | |
| 3 | 水冷壁 | 1) 型式 | | | 按照炉膛四面墙分别列出 |
| | | 2) 水循环回路 | 个 | | |
| | | 3) 管数 | 根 | | |

表 B.5 (续)

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|-----------|---------------|----------------|------|-------------|
| 3 | 水冷壁 | 4) 外径及壁厚 | mm | | 按照炉膛四面墙分别列出 |
| | | 5) 材质 | | | |
| | | 6) 计算管壁温度 | ℃ | | |
| | | 7) 允许耐热温度 | ℃ | | |
| | | 8) 受热面积 | m ² | | |
| 4 | 下降管及汽水引出管 | 1) 集中下降管数 | 根 | | |
| | | 2) 集中下降管外径及壁厚 | mm | | |
| | | 3) 分散引入管数 | 根 | | |
| | | 4) 分散引入管外径及壁厚 | mm | | |
| | | 5) 汽水引出管数 | 根 | | |
| | | 6) 汽水引出管外径及壁厚 | mm | | |
| 5 | 过热器 | 1) 型式 | | | 按级分别列出 |
| | | 2) 受热面积 | m ² | | |
| | | 3) 管数 | 根 | | |
| | | 4) 外径及壁厚 | mm | | |
| | | 5) 材质 | | | |
| | | 6) 计算管壁温度 | ℃ | | |
| | | 7) 允许管壁温度 | ℃ | | |
| | | 8) 进口/出口蒸汽温度 | ℃ | | |
| | | 9) 进口/出口烟气温度 | ℃ | | |
| 6 | 再热器 | 1) 型式 | | | 按级分别列出 |
| | | 2) 受热面积 | m ² | | |
| | | 3) 管数 | 根 | | |
| | | 4) 外径及壁厚 | mm | | |
| | | 5) 材质 | | | |
| | | 6) 计算管壁温度 | ℃ | | |
| | | 7) 允许管壁温度 | ℃ | | |
| | | 8) 进口/出口蒸汽温度 | ℃ | | |
| | | 9) 进口/出口烟气温度 | ℃ | | |
| 7 | 减温器 | 1) 型式 | | | 按级、用途分别列出 |
| | | 2) 数量 | 个 | | |
| | | 3) 外径及壁厚 | mm | | |

DL/T 611—2016

表 B.5 (续)

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|-------|-----------|----------------|------|-----------|
| 7 | 减温器 | 4) 材质 | | | 按级、用途分别列出 |
| | | 5) 减温水量 | t/h | | |
| | | 6) 减温水源 | | | |
| | | 7) 减温水温度 | ℃ | | |
| | | 8) 减温水压力 | MPa | | |
| 8 | 汽水管道 | 1) 主给水管数 | 根 | | |
| | | 2) 外径及壁厚 | mm | | |
| | | 3) 材质 | | | |
| | | 4) 过热蒸汽管数 | 根 | | |
| | | 5) 外径及壁厚 | mm | | |
| | | 6) 再热蒸汽管数 | 根 | | |
| 9 | 旁路系统 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 容量 | t/h | | |
| | | 3) 减压范围 | MPa | | |
| | | 4) 减温范围 | ℃ | | |
| 10 | 定排扩容器 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 容积 | m ³ | | |
| | | 3) 工作压力 | MPa | | |

表 B.6 燃烧系统规范

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|----|--------------|------------------------|------|----|
| 1 | 炉膛 | 1) 容积 | m ³ | | |
| | | 2) 宽度 | m | | |
| | | 3) 深度 | m | | |
| | | 4) 高度 | m | | |
| | | 5) 有效辐射受热面积 | m ² | | |
| | | 6) 容积热负荷 | kJ/(m ³ ·h) | | |
| | | 7) 燃烧区域壁面热负荷 | kJ/(m ² ·h) | | |
| | | 8) 截面积热负荷 | kJ/(m ² ·h) | | |
| | | 9) 炉膛出口烟气温 | ℃ | | |
| | | 10) 出口过量空气系数 | | | |

表 B.6 (续)

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|--------------|------------|----------------|------|-------------------------|
| 2 | 煤粉 燃烧器 | 1) 型式 | | | 四角布置注明 切圆直径 |
| | | 2) 布置方式 | | | |
| | | 3) 数量 | 个 | | |
| | | 4) 容积 | t/h | | |
| 3 | 油燃烧器 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 个 | | |
| | | 3) 容量 | kg/h | | |
| | | 4) 喷嘴直径 | mm | | |
| | | 5) 供油压力 | MPa | | |
| | | 6) 回油压力 | MPa | | |
| | | 7) 雾化蒸汽压力 | MPa | | |
| | | 8) 雾化蒸汽温度 | ℃ | | |
| | | 9) 燃油温度 | ℃ | | |
| 4 | 回转式空 气预热器 | 回转式空气预热器 | | | 若附有暖风 器, 应将其规范 列出 |
| | | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 台 | | |
| | | 3) 受热面积 | m ² | | |
| | | 4) 转子转速 | r/min | | |
| | | 5) 转子直径 | mm | | |
| | | 6) 材质 | | | |
| | | 7) 进口/出口风压 | Pa | | |
| | | 8) 进口/出口风温 | ℃ | | |
| | | 9) 烟气阻力 | Pa | | |
| | | 主驱动电动机 | | | |
| | | 1) 型号 | | | |
| | | 2) 电压 | V | | |
| | | 3) 电流 | A | | |
| | | 4) 转速 | r/min | | |
| | | 5) 功率 | kW | | |
| | | 6) 数量 | 台 | | |

DL/T 611—2016

表 B.6 (续)

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|----------|-----------|-------|------|------------------|
| 4 | 回转式空气预热器 | 盘车电动机 | | | |
| | | 1) 型号 | | | |
| | | 2) 电压 | V | | |
| | | 3) 电流 | A | | |
| | | 4) 转速 | r/min | | |
| | | 5) 容量 | kW | | |
| | | 6) 数量 | 台 | | |
| | | 循环油泵 | | | |
| | | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 工作压力 | MPa | | |
| | | 3) 吸入高度 | Mm | | |
| | | 4) 排油量 | L/min | | |
| | | 5) 数量 | 台 | | |
| | | 油泵电动机 | | | |
| | | 1) 型号 | | | |
| | | 2) 电压 | V | | |
| | | 3) 电流 | A | | |
| | | 4) 转速 | r/min | | |
| | | 5) 功率 | kW | | |
| 5 | 除尘器 | 1) 型号 | | | 电除尘器应列出电气方面的有关数据 |
| | | 2) 除尘器台数 | 台 | | |
| | | 3) 电场数 | 个 | | |
| | | 4) 除尘效率 | % | | |
| | | 5) 烟气阻力 | Pa | | |
| 6 | 吹灰器 | 1) 型号 | | | 按吹灰的不同部位分别列出 |
| | | 2) 数量 | 台 | | |
| | | 3) 工作压力 | MPa | | |
| | | 4) 工作温度 | ℃ | | |
| | | 5) 吹扫直径 | m | | |
| | | 6) 吹扫介质耗量 | t/h | | |

表 B.7 辅 机 规 范

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|-----|-----------|-------|------|---|
| 1 | 风机 | 1) 型式 | | | 按现场实际风机种类（引风机、送风机、增压风机、排粉机、循环风机、一次风机、稀释风机、冷却风机、密封风机等）分别列出 |
| | | 2) 数量 | 台 | | |
| | | 3) 风量 | m³/h | | |
| | | 4) 风压 | Pa | | |
| | | 5) 允许介质温度 | ℃ | | |
| | | 6) 叶轮直径 | mm | | |
| | | 7) 调节方式 | | | |
| | | 8) 效率 | % | | |
| | | 9) 润滑方式 | | | |
| 2 | 给粉机 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 台 | | |
| | | 3) 出力 | t/h | | |
| | | 电动机 | | | |
| | | 1) 型号 | | | |
| | | 2) 容量 | kW | | |
| | | 3) 电压 | V | | |
| | | 4) 电流 | A | | |
| | | 5) 转速 | r/min | | |
| 3 | 磨煤机 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 台 | | |
| | | 3) 出力 | t/h | | |
| | | 电动机 | | | |
| | | 1) 型号 | | | |
| | | 2) 容量 | kW | | |
| | | 3) 电压 | V | | |
| | | 4) 电流 | A | | |
| | | 5) 转速 | r/min | | |
| 4 | 给煤机 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 台 | | |
| | | 3) 出力 | t/h | | |
| | | 电动机 | | | |
| | | 1) 型号 | | | |

DL/T 611—2016

表 B.7 (续)

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----------|-----------|-----------|-------------------|------|----|
| 4 | 给煤机 | 2) 容量 | kW | | |
| | | 3) 电压 | V | | |
| | | 4) 电流 | A | | |
| | | 5) 转速 | r/min | | |
| 5 | 空气 压缩机 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 台 | | |
| | | 3) 风量 | m ³ /台 | | |
| | | 4) 一级排气压力 | MPa | | |
| | | 5) 二级排气压力 | MPa | | |
| | | 6) 排气温度 | ℃ | | |
| | | 7) 润滑油压力 | MPa | | |
| | | 电动机 | | | |
| | | 1) 型号 | | | |
| | | 2) 容量 | kW | | |
| | | 3) 电压 | V | | |
| | | 4) 电流 | A | | |
| | | 5) 转速 | r/min | | |
| | | 6 | 炉水 循环泵 | | |
| 2) 温度 | ℃ | | | | |
| 3) 压力 | MPa | | | | |
| 4) 容量 | t/h | | | | |
| 5) 总压头 | m | | | | |
| 6) 数量 | 台 | | | | |
| 电动机 | | | | | |
| 1) 型式 | | | | | |
| 2) 功率 | kW | | | | |
| 3) 电流 | A | | | | |
| 4) 温度 | ℃ | | | | |
| 热交换器 | | | | | |
| 1) 冷却水流量 | t/h | | | | |
| 2) 冷却水温度 | ℃ | | | | |

表 B.7 (续)

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|-----|--------|-------|------|----|
| 7 | 捞渣机 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 台 | | |
| | | 3) 出力 | t/h | | |
| | | 4) 转速 | r/min | | |
| | | 电动机 | | | |
| | | 1) 型号 | | | |
| | | 2) 功率 | kW | | |
| | | 3) 电压 | V | | |
| | | 4) 电流 | A | | |
| | | 5) 转速 | r/min | | |

表 B.8 安 全 阀

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|--------------|-------------|-----|------|----|
| 1 | 汽包 安全阀 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 只 | | |
| | | 3) 起座压力 | MPa | | |
| | | 4) 回座压力 | MPa | | |
| | | 5) 排放量 (每只) | t/h | | |
| 2 | 过热器 安全阀 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 只 | | |
| | | 3) 起座压力 | MPa | | |
| | | 4) 回座压力 | MPa | | |
| | | 5) 排放量 (每只) | t/h | | |
| 3 | 再热器 安全阀 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 只 | | |
| | | 3) 起座压力 | MPa | | |
| | | 4) 回座压力 | MPa | | |
| | | 5) 排放量 (每只) | t/h | | |
| 4 | 启动分离 器安全阀 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 只 | | |
| | | 3) 起座压力 | MPa | | |
| | | 4) 回座压力 | MPa | | |
| | | 5) 排放量 (每只) | t/h | | |

DL/T 611—2016

表 B.8 (续)

| 序号 | 名称 | 项 目 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|------------|-------------|-----|------|----|
| 5 | 吹灰器 安全阀 | 1) 型式 | | | |
| | | 2) 数量 | 只 | | |
| | | 3) 起座压力 | MPa | | |
| | | 4) 回座压力 | MPa | | |
| | | 5) 排放量 (每只) | t/h | | |

表 B.9 热 工 保 护 装 置

| 序号 | 项 目 | 报警 | | MFT | 备注 |
|----|-------------|----|----|-----|----|
| | | 高限 | 低限 | | |
| 1 | 失去全部燃料 | | | | |
| 2 | 全炉膛熄火 | | | | |
| 3 | 炉膛压力高 | | | | |
| 4 | 炉膛压力低 | | | | |
| 5 | 送风机全停 | | | | |
| 6 | 引风机全停 | | | | |
| 7 | 一次风机全停 | | | | |
| 8 | 排粉机全停 | | | | |
| 9 | 给水泵全停 | | | | |
| 10 | 汽包水位高 | | | | |
| 11 | 汽包水位低 | | | | |
| 12 | 直流锅炉给水流量低 | | | | |
| 13 | 过热蒸汽压力高 | | | | |
| 14 | 锅炉总风量低 | | | | |
| 15 | 火检冷却风压力低 | | | | |
| 16 | 汽轮机跳闸 | | | | |
| 17 | 炉水循环泵出、入口压差 | | | | |
| 18 | 浆液循环泵全停 | | | | |
| 19 | 手动 MFT | | | | |

B.2 设计燃料成分及特性

燃煤成分及特性见表 B.10, 燃油成分及特性见表 B.11, 给水、炉水及蒸汽品质见表 B.12。

表 B.10 燃煤成分及特性

| 序号 | 类别 | 项 目 | 符号 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|----|-------------|--------------|-------------------------|--------------------------|------|----|
| 1 | 燃煤成分 及特性 | 1) 收到基碳 | C_{ar} | % | | |
| | | 2) 收到基氢 | H_{ar} | % | | |
| | | 3) 收到基氧 | O_{ar} | % | | |
| | | 4) 收到基氮 | N_{ar} | % | | |
| | | 5) 收到基硫 | S_{ar} | % | | |
| | | 6) 全水分 | M_t | % | | |
| | | 7) 湿分 (外在水分) | M_f | % | | |
| | | 8) 内在水分 | M_{inh} | % | | |
| | | 9) 收到基灰分 | A_{ar} | % | | |
| | | 10) 收到基低位发热量 | $Q_{ar,net,p}$ | kJ/kg | | |
| | | 11) 干燥无灰基挥发分 | V_{daf} | % | | |
| | | 12) 哈氏可磨指数 | HGI | | | |
| | | 13) 燃尽指数 | C_B | | | |
| | | 14) 结渣指数 | S_c | | | |
| | | 15) 磨损指数 | K_e | | | |
| | | 16) 沾污指数 | R_f | | | |
| | | 17) 飞灰比电阻 | | $\Omega \cdot \text{cm}$ | | |
| | | 18) 着火温度 | IT | $^{\circ}\text{C}$ | | |
| 2 | 灰成分 及特性 | 1) 二氧化硅 | SiO_2 | % | | |
| | | 2) 氧化铁 | Fe_2O_3 | % | | |
| | | 3) 氧化铝 | Al_2O_3 | % | | |
| | | 4) 氧化钙 | CaO | % | | |
| | | 5) 氧化镁 | MgO | % | | |
| | | 6) 三氧化硫 | SO_3 | % | | |
| | | 7) 变形温度 | DT | $^{\circ}\text{C}$ | | |
| | | 8) 软化温度 | ST | $^{\circ}\text{C}$ | | |
| | | 9) 流动温度 | FT | $^{\circ}\text{C}$ | | |

表 B.11 燃油成分及特性

| 类别 | 项 目 | 符号 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|-------------|---------|----------|----|------|----|
| 燃油成分 及特性 | 1) 油种 | | | | |
| | 2) 收到基碳 | C_{ar} | % | | |

DL/T 611—2016

表 B.11 (续)

| 类别 | 项 目 | 符号 | 单位 | 设计参数 | 备注 |
|-------------|-------------|----------------|-------------------|------|----|
| 燃油成分 及特性 | 3) 收到基氢 | H_{ar} | % | | |
| | 4) 收到基氧 | O_{ar} | % | | |
| | 5) 收到基氮 | N_{ar} | % | | |
| | 6) 收到基硫 | S_{ar} | % | | |
| | 7) 全水分 | M_t | % | | |
| | 8) 收到基灰分 | A_{ar} | % | | |
| | 9) 收到基低位发热量 | $Q_{ar,net,p}$ | kJ/kg | | |
| | 10) 密度 | ρ | kg/m ³ | | |
| | 11) 动力黏度 | η | Pa·s | | |
| | 12) 凝固点 | t | ℃ | | |
| | 13) 闪点 | t | ℃ | | |

表 B.12 给水、炉水及蒸汽品质

| 序号 | 项 目 | 单位 | 控制标准 | 备注 |
|----|------|--------|------|----|
| 1 | 硬度 | μmol/L | | |
| 2 | 溶氧 | μg/L | | |
| 3 | 铁 | μg/L | | |
| 4 | 铜 | μg/L | | |
| 5 | 钠 | μg/L | | |
| 6 | 二氧化硅 | μg/L | | |

附 录 C
(资料性附录)

汽包锅炉启动时炉水二氧化硅控制标准

汽包锅炉启动时炉水二氧化硅控制标准见表 C.1。

表 C.1 汽包锅炉启动时炉水二氧化硅控制标准

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|------|------|------|
| 压力 MPa | 9.8 | 11.8 | 14.7 | 16.7 | 17.7 |
| SiO ₂ 含量 mg/L | 3.3 | 1.28 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |