

火力发电厂锅炉技术监督规程

Technical supervision code for boiler in thermal power plant

(报批稿)

2019 - 11 - 04 发布

2020 - 05 - 01 实施

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 总则.....	2
4 设备选型及设计监督.....	4
5 监造监督.....	7
6 安装监督.....	7
7 调试监督.....	11
8 性能验收试验监督.....	14
9 运行监督.....	15
10 试验监督.....	17
11 检修监督.....	18

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站锅炉标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国华能集团有限公司、西安热工研究院有限公司、华能国际电力股份有限公司。

本标准主要起草人：党黎军、张宇博、杨辉、应文忠。

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)。

火力发电厂锅炉技术监督规程

1 范围

本标准规定了火力发电厂锅炉技术监督的内容和要求。

本标准适用于125MW及以上容量电站锅炉，其他容量等级锅炉可参照使用。

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 5310 高压锅炉用无缝钢管
- GB/T 16507.1~8 水管锅炉
- GB/T 25960 动力配煤规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
- GB 50660 大中型火力发电厂设计规范
- GB/T 51106 火力发电厂节能设计规范
- DL/T 332.1 塔式炉超临界机组运行导则 第1部分：锅炉运行导则
- DL/T 340 循环流化床锅炉启动调试导则
- DL/T 435 电站煤粉锅炉炉膛防爆规程
- DL/T 438 火力发电厂金属技术监督规程
- DL/T 455 锅炉暖风器
- DL/T 466 电站磨煤机及制粉系统选型导则
- DL/T 468 电站锅炉风机选型和使用导则
- DL/T 561 火力发电厂水汽化学监督导则
- DL/T 586 电力设备监造技术导则
- DL/T 610 200MW级锅炉运行导则
- DL/T 611 300MW~600MW级机组煤粉锅炉运行导则
- DL/T 612 电力行业锅炉压力容器安全监督规程
- DL/T 715 火力发电厂金属材料选用导则
- DL/T 748.1~9 火力发电厂锅炉机组检修导则
- DL/T 750 回转式空气预热器运行维护规程
- DL/T 794 火力发电厂锅炉化学清洗导则
- DL/T 831 大容量煤粉燃烧锅炉炉膛选型导则
- DL/T 838 燃煤火力发电企业设备检修导则
- DL/T 852 锅炉启动调试导则
- DL/T 855 电力基本建设火电设备维护保管规程
- DL/T 869 火力发电厂焊接技术规程

- DL/T 889 电力基本建设热力设备化学监督导则
- DL/T 894 除灰除渣系统调试导则
- DL/T 895 除灰除渣系统运行导则
- DL/T 903 磨煤机耐磨件堆焊技术导则
- DL/T 936 火力发电厂热力设备耐火及保温检修导则
- DL/T 1034 135MW级循环流化床锅炉运行导则
- DLT 1035.1~5 循环流化床锅炉检修导则
- DL/T 1051 电力技术监督导则
- DL/T 1052 电力节能技术监督导则
- DL/T 1115 火力发电厂机组大修化学检查导则
- DL/T 1127 等离子体点火系统设计与运行导则
- DL/T 1269 火力发电建设工程机组蒸汽吹管导则
- DL/T 1316 火力发电厂煤粉锅炉少油点火系统设计与运行导则
- DL/T 1326 300MW循环流化床锅炉运行导则
- DL/T 1445 电站煤粉锅炉燃煤掺烧技术导则
- DL/T 5072 火力发电厂保温油漆设计规程
- DL/T 5121 火力发电厂烟风煤粉管道设计技术规程
- DL/T 5142 火力发电厂除灰设计规程
- DL/T 5145 火力发电厂制粉系统设计计算技术规定
- DL 5190.2 电力建设施工技术规范 第2部分：锅炉机组
- DL 5190.5 电力建设施工技术规范 第5部分：管道及系统
- DL/T 5203 火力发电厂煤和制粉系统防爆设计技术规程
- DL/T 5210.2 电力建设施工质量验收规程 第2部分：锅炉机组
- DL/T 5240 火力发电厂燃烧系统设计计算技术规程
- DL 5277 火电工程达标投产验收规程
- DL/T 5294 火力发电建设工程机组调试技术规范
- DL/T 5295 火力发电建设工程机组调试质量验收及评价规程
- DL/T 5375 火力发电厂可行性研究报告内容深度规定
- DL/T 5434 电力建设工程监理规范
- DL/T 5437 火力发电建设工程启动试运及验收规程
- JB/T 1386 钢球磨煤机
- JB/T 1616 管式空气预热器技术条件
- JB/T 4358 电站锅炉离心式通风机
- JB/T 4362 电站轴流式通风机
- JB/T 6990 MP型辊盘式磨煤机
- JB/T 7680 碗式磨煤机
- JB/T 7890 风扇磨煤机
- JB/T 10440 大型煤粉锅炉炉膛及燃烧器性能设计规范
- JB/T 10519 双进双出磨煤机
- TSG G0001 锅炉安全技术监察规程
- TSG G5003 锅炉化学清洗规则

3 总则

3.1 锅炉技术监督应贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，按照国家、行业有关标准、规程、规定和反事故措施要求，对锅炉设备及系统的选型、设计、监造、安装、调试、性能验收试验、运行、检修等进行全过程监督和管理。

3.2 锅炉技术监督应依靠科技进步，推广采用先进可靠的技术、设备和成熟的技术管理经验。

3.3 锅炉技术监督管理应符合 DL/T 1051 的规定。

3.4 锅炉技术监督的设备范围包括锅炉本体及其附件，锅炉尾部受热面（含排烟余热回收利用系统），锅炉风机及烟风系统，磨煤机、制粉及燃烧系统，除灰渣系统等。

3.5 锅炉技术监督各阶段监督工作包括但不限于以下内容：

a) 设备选型及设计阶段：

- 1) 审核锅炉设备招标文件、采购合同，重点审核设备的技术参数、性能指标、性能保证的考核项目和验收方式、技术资料提交要求、技术培训要求等。
- 2) 审核锅炉本体设计方案，重点审核锅炉设计煤种及校核煤种、炉膛选型、燃烧系统设计、受热面布置和选材、调温方式、相关测点布置、吹灰器选型、脱硝系统设计、锅炉对灵活性运行的适应性等。
- 3) 审核锅炉辅机及系统设计选型方案，重点审核制粉系统、烟风系统、除灰渣系统等设计。
- 4) 审核设计联络技术问题及各方工作的接口。

b) 监造阶段：

- 1) 审核设备监造单位、监造人员资质与业绩的符合性，审核监造大纲、主要见证项目，监督监造报告的报送、制造中出现不合格项时的处置、制造和监造单位使用的仪器仪表等。
- 2) 审核监造人员核查制造单位执行供货合同及相关标准的符合性，见证锅炉本体及重要辅机的重要监造节点。对于制造中出现的重大质量问题，协助制定处理方案。

c) 安装阶段：

- 1) 审核工程监理大纲、工程监理报告；审核施工单位的施工组织设计、施工方案、作业指导书，核查施工验收记录、验收证书。
- 2) 监督检查入厂主要设备的验收情况，监督检查入厂设备（或部件）的现场保管情况。
- 3) 结合工程安装主要质量控制点，监督检查锅炉本体及辅助设备的安装质量，主要包括锅炉构架、空气预热器、受热面、燃烧器、烟风及煤粉管道、燃油系统、磨煤机、风机、给煤机、排渣机、保温等部件和系统。
- 4) 审核水压试验方案和安全措施，见证水压试验条件、过程、结果。检查炉膛及烟风系统严密性试验结果。

d) 调试阶段：

- 1) 审核调试方案（措施）、调试记录、调试报告。
- 2) 对单体调试、分系统调试和整套启动试运阶段的技术指标、主要质量控制点、重要记录进行监督，重点检查冷态通风试验、首次点火、化学清洗、蒸汽吹管、蒸汽严密性试验及安全阀校验、整套启动试运行的方案、试验记录及结果。

e) 性能验收试验阶段：审核机组性能验收试验方案，按照合同约定的试验标准对试验仪器、过程、结果进行监督，并根据试验结果提出完善运行调整措施的监督建议，协助制定设备治理方案。

f) 运行阶段：

- 1) 监督锅炉设备启动、运行、停运情况，查看设备的运行参数统计台账和分析报告。
- 2) 监督锅炉运行规程、反事故措施的编制及执行情况，发现异常时提出监督建议。
- 3) 监督定期试验/操作的内容、方法、周期，必要时可开展针对性专项检查，对不符合项提出技术处理意见及建议。
- 4) 参与设备故障、事故调查和原因分析，完善反事故措施。

g) 检修阶段:

- 1) 审核检修规程, 查看设备解体检查报告、检修总结、设备台账。
- 2) 审核检修项目, 对检修项目及方案提出监督建议。
- 3) 参与锅炉主要设备和系统重大缺陷检修方案的讨论制定, 对大、小修工作进行技术指导、监督。
- 4) 监督检修过程质量控制和安全措施的执行情况。

4 设备选型及设计监督

4.1 锅炉本体

4.1.1 锅炉设计选型应符合 GB 50660、DL/T 831、DL/T 5240、JB/T 10440 等的规定。

4.1.2 锅炉设备的选型应根据设计燃料及校核燃料的燃料特性进行。锅炉设计煤种和校核煤种应委托具备检验资质的单位按标准化验分析。在炉膛设计选型前, 应对设计煤种煤质分析数据做必要的校验与核算, 并分析锅炉投运后煤质可能的变化幅度。校核煤种应考虑后期可采购的煤源, 且不宜与设计煤种偏差过大。

4.1.3 锅炉炉膛选型应符合 DL/T 831 的规定, 应控制炉膛主要特征参数在合适范围内, 还应满足以下要求:

- a) 对于严重结渣性煤种, 当采用墙式或切向燃烧方式时, 炉膛轮廓选型应取用有利于减轻结渣倾向的特征参数值。
- b) 对于燃用褐煤等新炉型, 设计时应对照现役机组进行调研, 合理选取设计参数。
- c) 对于安装在高海拔地区(海拔高度超过 500m)的燃煤锅炉机组, 应对炉膛特征参数进行大气压力修正, 并采取强化燃尽的技术措施。

4.1.4 锅炉燃烧设备应经过优化选型设计, 应合理选择燃烧器数量和单只燃烧器容量。炉膛及燃烧器的布置应考虑减小炉膛出口烟气温度和烟气流速的不均匀程度。

4.1.5 对于切圆燃烧方式的锅炉, 应合理设计假想切圆直径, 防止火焰冲刷水冷壁; 对于墙式对冲燃烧方式的锅炉, 应合理布置燃烧器, 并采取预防措施预防侧墙水冷壁高温腐蚀。旋流燃烧器宜设计燃烧器壁温测点。

4.1.6 锅炉点火及助燃系统的型式应根据燃用煤种、锅炉型式、制粉系统型式、点火及助燃燃料等条件确定, 等离子点火、少油点火、富氧微油点火等节油点火技术应纳入锅炉总体设计, 并满足以下要求:

- a) 等离子点火系统的设计应符合 DL/T 1127 的要求。
- b) 少油点火系统的设计应符合 DL/T 1316 的要求。
- c) 锅炉点火及助燃系统的设计应兼顾机组灵活性运行时的燃烧稳定性需要, 必要时可在中、上层燃烧器上增设助燃系统。

4.1.7 锅炉受热面设计及布置应考虑消除蒸汽温度偏差、机组调峰及灵活性运行、全负荷脱硝的需要, 包括但不限于以下要求:

- a) 锅炉高温受热面异种钢焊口位置及受热面结构设计应考虑焊缝的高温抗弯曲性能。
- b) 锅炉尾部受热面及烟道设计应兼顾脱硝装置全负荷运行的需要。
- c) 设计煤种为碱金属含量高、沾污性较强煤种时, 应合理选择各级受热面管排间距, 并增加吹灰装置。
- d) 对于大型超(超)临界机组锅炉, 应采取防止高温受热面氧化皮快速生成和大面积集中脱落的技术措施。

4.1.8 锅炉侧管道、集箱及受热面管子用金属材料的选用应符合 GB/T 5310、DL/T 715 的规定。受热面管子选材时应调研同类型在役锅炉受热面管材实际抗高温蒸汽氧化性能，合理选择材料等级。锅炉各级过热器、再热器受热面使用材料的允许使用温度应高于计算壁温并留有裕度，且应装设足够的壁温监视测点。

4.1.9 锅炉蒸汽调温方式设计应符合以下要求：

- a) 过热蒸汽系统应设有喷水减温装置，最大喷水量应为设计值的 1.5 倍。
- b) 再热蒸汽温度应设置摆动燃烧器、尾部烟气挡板或烟气再循环等烟气侧调节方式。额定负荷下，当燃烧器处于水平位置、烟气挡板处于中间位置或烟气再循环量较小时，再热蒸汽温度应能达到额定值。
- c) 喷水减温器的布置方式应适应机组负荷变动的需要。再热喷水减温器宜采用在低温再热器前及高温再热器前分级布置的方式。

4.1.10 锅炉设计时应应对低负荷运行时的水动力安全进行校核计算。

4.1.11 直流锅炉启动系统宜选用内置式分离器。对于启动次数较少的机组，宜采用不带循环泵的锅炉启动系统；对于调峰机组、启停次数较为频繁机组或空冷机组，宜选用带循环泵的锅炉启动系统。

4.1.12 循环流化床锅炉紧急补水系统的设置应根据锅炉设备要求、当地电网可靠性、机组运行方式等因素综合确定。设置外置换热器的循环流化床锅炉应配置紧急补给水系统。

4.1.13 锅炉炉顶密封宜采用柔性密封技术。对于严寒地区，锅炉炉顶宜同时采用炉顶大包封闭结构。

4.1.14 锅炉本体相关测点、测孔设计应符合以下要求：

- a) 应在燃煤锅炉省煤器出口左右侧烟道布置足够数量的氧量测点。对于前后墙对冲燃烧锅炉和 W 火焰燃烧锅炉，氧量测点数量不宜少于 4 个。
- b) 宜在燃煤锅炉尾部烟道的合适位置设置一氧化碳（CO）测量装置。
- c) 宜在前后墙对冲燃烧煤粉锅炉炉膛两侧墙合适位置预留烟气取样测孔。
- d) 应按验收试验标准要求预留足够的锅炉性能试验测点。
- e) 大型煤粉锅炉应配置必要的炉膛出口至空气预热器沿程各受热面两侧烟气温度测点。
- f) 燃烧器区域和炉膛上部受热面区域应设计必要的观察孔。

4.1.15 应合理选择和布置吹灰器。

- a) 对于一般结渣特性的燃料，炉膛吹灰器可采用蒸汽吹灰器。
- b) 对于严重结渣、且渣质疏松的燃料，可采用水力吹灰器。
- c) 对于燃用沾污性较强煤种及烟道宽度较大的锅炉，应优化水平烟道区域吹灰器的型式、位置和数量。

4.1.16 锅炉范围内管道的设计应符合 GB/T 16507.1~8 的规定。

4.1.17 锅炉安全附件应配置合理，安装位置适当。

4.1.18 应根据煤质特性、环保排放要求和经济性比较，合理选择脱硝工艺。

- a) 脱硝系统烟道设计时应进行流场优化计算。
- b) 应对氨喷嘴的布置和型式进行优化设计。
- c) 脱硝系统应有防止大粒径灰进入脱硝反应器的措施，并应设置吹灰设施。

4.2 锅炉辅机及系统

4.2.1 制粉系统的设计选型应符合以下要求：

- a) 磨煤机及制粉系统的设计选型应满足 GB 50660、DL/T 466、DL/T 5145、DL/T 5203、国家能源局《防止电力生产事故的二十五项重点要求》等规定。

- b) 对黏性大、有悬挂结拱倾向的煤，原煤仓出口段宜采用内衬不锈钢板、光滑阻燃型耐磨材料或不锈钢复合钢板。宜装设预防和破除堵塞的装置，必要时可选择扩大落煤口的小煤斗设计或带给料机的给煤机系统。
- c) 当煤的干燥无灰基挥发分大于 25%或煤的爆炸性指数大于 3.0 时，不宜采用中间储仓式制粉系统，如必要时宜抽取炉烟干燥或者加入惰性气体。
- d) 制粉系统（全部烧无烟煤除外）应有防爆和灭火措施。对煤粉仓、磨煤机，应设有通惰化介质和灭火介质的装置。
- e) 磨煤机出力宜根据可能的煤质变化情况留有足够的裕度。
- f) 中速磨煤机宜采用动态分离器。
- g) 磨煤机入口一次风道直管段的长度应满足一次风风量测量装置准确测量的要求。
- h) 磨煤机出口粉管宜安装一次风速在线测量装置。
- i) 对大容量锅炉机组，宜在磨煤机出口与燃烧器之间设置煤粉分配器，并配置一次风调平装置。
- j) 按照惰性气氛设计的制粉系统，磨煤机出口宜设置氧量连续监测装置，并将信号引至控制室。

4.2.2 烟风系统的设计选型应符合以下要求：

- a) 一次风机、送风机、引风机应按照 GB 50660、GB/T 51106、DL/T 468 等标准进行选型设计，应选用与烟风系统相匹配的风机及调节方式。
- b) 新建机组应优先采用脱硫增压风机与引风机合并方案。引风机压头提高后，宜对炉膛及烟风道进行防内爆校核计算。轴流式风机应设计失速保护。对于大容量机组，经技术经济比较合理时，引风机可考虑采用汽力驱动方式。
- c) 空气预热器设计应满足以下要求：
 - 5) 应设计足够的换热面积，并宜预留增加受热面的空间。
 - 6) 应选择防堵性能较好的换热元件型式和材料，冷端宜采用耐低温腐蚀的搪瓷换热元件。
 - 7) 回转式空气预热器应采用密封效果好的密封技术，密封系统的设计应考虑调峰需要。
 - 8) 回转式空气预热器应设有可靠的停转报警装置及完善的水冲洗系统、消防系统、吹灰系统。回转式空气预热器停转保护信号应取自空预器主轴。
 - 9) 应根据煤质情况合理选择空气预热器吹灰型式。
- d) 宜设计空气加热系统。回转式空气预热器采用热风再循环时，热风再循环风率不宜大于 8%。采用暖风器时，暖风器结构设计和布置应满足降低阻力的要求；对年使用小时数不高的暖风器，应采用旋转式结构；对于严寒地区，暖风器宜布置在风机入口并设置可靠的疏水装置。
- e) 烟风、煤粉管道的设计应符合 DL/T 5121 的规定。
 - 1) 应对煤粉管道和烟道中易磨损的弯管和零件采取防磨措施。当敷设防磨材料时，应避免增加阻力和造成煤粉沉积。
 - 2) 燃煤锅炉除尘器前的烟道内撑杆应采取防磨措施。
- f) 风机出口包括过渡段的直管段长度应不小于 2.5 倍~6 倍管路当量直径，具体视管道内气流速度而定，否则应考虑系统效应的影响。

4.2.3 除灰渣系统的设计选型应符合以下要求：

- a) 除灰渣系统的设计应满足 GB 50660、DL/T 5142 的规定。除灰渣系统的设计应充分考虑灰渣量、水量、灰渣综合利用、环保等要求，经技术经济比较后合理选择。
- b) 循环流化床锅炉除渣系统冷渣器的受热面应设计安全门和相关保护装置，并设置冷却水量调节装置。循环流化床锅炉底渣不宜采用气力输送系统。
- c) 石子煤输送系统应根据石子煤量、输送距离、磨煤机布置和机组台数等条件合理选用，石子煤系统应充分考虑系统设备的密封，防止粉尘二次污染。

5 监造监督

- 5.1 锅炉制造及监造应按照 DL/T 586、DL/T 612、供货协议、监造单位出具的监造大纲、制造厂的企业标准等进行。制造厂的企业标准应满足国家、行业标准的要求。
- 5.2 监造单位应按技术标准和规范、合同文件、设备技术资料等，编制监造大纲和质量控制计划，并经批准后实施。
- 5.3 锅炉及辅机设备制造质量主要见证项目及见证方式应依据 DL/T 586 确定，可根据具体情况协商增加设备的监造部件、见证项目和见证方式。
- 5.4 应按照国家 and 行业标准、合同文件、供货协议要求进行产品制造。制造过程中，在质量见证点实施前应及时通知监造代表参加见证；未按规定提前通知监造代表导致不能如期参加现场见证的，应重新安排见证。
- 5.5 应规范管理制造、监造过程中使用的仪器、仪表和量具，并经有资质的计量单位校验合格，在有效期内使用。
- 5.6 监造时应查阅制造单位的设备制造工艺、技术标准和生产计划，并及时提出意见。对出现的重大质量问题或重要检验/试验项目，应协助进行检测、分析，确定处理方案，并监督处理，直至满足要求。
- 5.7 应按监造服务合同的约定提交监造工作简报。
- 5.8 应定期检查监造验收报告和设备监造报告，检查内容应包括验收依据、验收项目、验收情况、出现的问题和处理方法、结论及建议。
- 5.9 监造工作结束后，应提交设备监造工作报告及总结，在监造总结中对设备质量和性能做出明确评价。
- 5.10 锅炉及其辅助设备、附属机械均应签发质量证明，作为交货时质量证明文件的组成部分。
- 5.11 管式空气预热器、钢球磨煤机、双进双出磨煤机、辊盘式磨煤机、碗式磨煤机、风扇磨煤机、暖风器、离心式风机、轴流式风机的监造验收还应分别符合 JB/T 1616、JB/T 1386、JB/T 10519、JB/T 6990、JB/T 7680、JB/T 7890、DL/T 455、JB/T 4358、JB/T 4362 的规定。

6 安装监督

6.1 锅炉安装管理

- 6.1.1 锅炉本体及辅机安装应符合 DL 5190.2、DL 5190.5、DL/T 438、DL/T 869、DL/T 5210.2 等标准和设备安装指导书、图纸等文件的规定。
- 6.1.2 锅炉安装工程施工单位应具备相应的施工资质，特种作业人员应持证上岗。应有经审批的施工组织设计、施工方案、作业指导书等文件。
- 6.1.3 监理单位应依据 DL/T 5434 并结合工程实际情况和专业特点编制监理大纲、监理实施细则。

6.2 设备入厂验收和保管

- 6.2.1 应制定设备入厂验收管理办法。
- 6.2.2 锅炉设备或部套入厂后，由相关单位组织，按照装箱清单、有关合同及技术文件对设备进行验收，并做好验收记录。
- 6.2.3 锅炉设备应符合技术协议要求，设备或部套入厂时应提供质量证明书。
- 6.2.4 设备在安装前应按照 DL/T 855 和设备技术文件的要求做好保管工作。
- 6.2.5 锅炉受压部件、压力容器及管道在未安装前，应按标准和设备技术文件的要求，做好防腐和保管工作，特别应防止受热面掉入异物、变形、受损、腐蚀。

6.3 锅炉构架及有关金属结构安装

6.3.1 锅炉开始安装前应根据验收记录进行基础复查，基础应符合设计文件和 GB 50204 的规定。基础划线允许偏差、垫铁的尺寸及安装要求应符合 DL 5190.2 的规定。

6.3.2 锅炉钢构架组合件的允许偏差应符合 DL 5190.2 的规定。构架吊装后应复查立柱垂直度、主梁挠曲值和各部位的主要尺寸。

6.3.3 高强度大六角头螺栓连接副终拧完成 1h~48h 内应对终拧扭矩进行检查。

6.3.4 钢构架安装允许偏差应符合 DL 5190.2 的规定。

6.3.5 应在锅炉大板梁承重前、水压试验前、水压试验上水后、水压试验完成放水后、锅炉点火启动前测量其垂直挠度，结果应符合设计要求。

6.3.6 锅炉钢架吊装过程中，应按设计要求安装沉降观测点。

6.4 回转式空气预热器安装

6.4.1 转子圆度、定子圆度、上下端板组装平整度、主轴垂直度的允许偏差应符合 DL 5190.2 和设备技术文件的要求。

6.4.2 换热元件应在转子盘车合格后安装，换热元件装入扇形仓内不应松动，换热元件间不应有杂物堵塞。换热元件安装完毕后应做好防止杂物落入的措施。

6.4.3 轴向、径向和周向密封的冷态密封间隙应按设备技术文件规定进行调整和验收。

6.4.4 密封间隙跟踪装置的安装应符合图纸要求。

6.5 受热面安装

6.5.1 受热面安装前应根据供货清单、装箱单和图纸进行全面清点，检查表面有无裂纹、撞伤、龟裂、压扁、砂眼和分层等缺陷。

6.5.2 对于合金钢材质的部件，在组合安装前应进行材质复查，并在明显部位做出标识；安装结束后应核对标识，标识不清时应重新复查。

6.5.3 受热面管在组合和安装前应分别进行通球试验，通球试验应符合 DL 5190.2 的规定。

6.5.4 受热面管在安装过程中应保持内部洁净，不应掉入任何杂物。受热面管或集箱上设置的节流装置应保证通畅并采用内窥镜检查。

6.5.5 汽包、汽水分离器、集箱吊装应在锅炉构架找正和固定完毕后进行；汽包、汽水分离器、集箱的安装偏差应符合 DL 5190.2、DL 5190.5 的规定。

6.5.6 不应在汽包、汽水分离器及集箱上引弧和施焊；如需施焊，应经制造厂同意，焊接前应进行严格的焊接工艺评定试验。在安装过程中，应避免对承压及承载部件进行敲击。

6.5.7 受热面组合安装应符合以下要求：

- a) 水冷壁组合应在稳固的组合架上进行。螺旋水冷壁的安装应分层找正定位。
- b) 水冷壁应按设备图纸要求进行拼装焊接，不应有漏焊、错焊。循环流化床（CFB）锅炉密相区或设备技术文件有明确要求的部位密封焊应进行渗透检查。
- c) 水冷壁、过热器、再热器和省煤器受热面在运输和起吊过程中不应产生永久变形。
- d) 过热器、再热器和省煤器等蛇形管安装时，应先找正固定集箱。
- e) 受热面组合安装偏差应符合 DL 5190.2、DL 5190.5 的要求。过热器、再热器应重点检查管排间距、边缘管与外墙间距是否符合要求，是否存在管子出列现象。
- f) 受热面组合安装应杜绝强制对口焊接。

6.5.8 折焰角、水平烟道与上部管屏底部距离不应小于设计值。

6.5.9 受热面吊挂装置弹簧的锁紧销在锅炉水压试验期间应保持在锁定位置，直到锅炉点火前。

6.6 燃烧设备安装

- 6.6.1 旋流燃烧器安装前，燃烧器区域水冷壁、刚性梁及大风箱桁架等设备应安装完毕或已临时固定；直流燃烧器组件与水冷壁角部管屏找正焊接应在水冷壁整体调整后进行。
- 6.6.2 燃烧设备与水冷壁的相对位置应符合设计要求，并保证有足够的膨胀间隙。
- 6.6.3 旋流燃烧器安装时应确认燃烧器旋流方向与图纸一致。
- 6.6.4 与燃烧器相连接的风、粉管道，不应阻碍燃烧器的热态膨胀和正常位移，接口处应严密不漏，风、粉管道等重量和轴向推力不应附加在燃烧器上。
- 6.6.5 燃烧器喷口标高，燃烧器间距离，旋流燃烧器一、二次风筒同心度，直流燃烧器喷口与一、二次风道间隙偏差应符合 DL 5190.2 的规定。
- 6.6.6 油点火装置炉外管道应采用带丝扣的金属软管连接，软管的裕量应能满足自身活动和锅炉膨胀要求。点火油枪的金属软管应经 1.25 倍工作压力下的水压试验合格，金属软管的弯曲半径应大于其外径的 10 倍，接头至开始弯曲处的最小距离应大于其外径的 6 倍，油枪进退动作时金属软管不应产生扭曲变形。

6.7 水压试验

- 6.7.1 锅炉受热面安装完成后，应进行整体水压试验。
- 6.7.2 水压试验前，应按照 TSG G0001、DL/T 889 等标准、设计图纸、设备技术文件编制水压试验作业指导书。
- 6.7.3 水压试验压力应符合 TSG G0001、锅炉安装说明书的规定。
- 6.7.4 水压试验宜采用制造厂提供的水压堵阀或专用临时封堵装置，并应经强度校核计算。
- 6.7.5 锅炉水压试验水质和进水温度应符合 DL/T 889、设备技术文件的规定，所用压力表计应经校验合格，其精度及刻度极限值应符合 DL 5190.2 的要求。
- 6.7.6 锅炉水压试验前，可进行一次 0.2MPa~0.3MPa 的气压试验，试验介质为压缩空气。
- 6.7.7 水压过程中，升降压速率应严格按 DL 5190.2 规定执行。
- 6.7.8 对于寒冷地区，水压试验期间应采取可靠的防冻技术措施。
- 6.7.9 水压试验后的废水排放应满足环保要求。

6.8 锅炉附属管道及附件安装

- 6.8.1 锅炉排污、疏放水管道应有不小于 0.2% 的坡度，不同压力的排污、疏放水管道不应接入同一母管。锅炉疏水、放气点附近的管道应设置膨胀弯头，保证锅炉热态运行条件下管道膨胀不受阻。
- 6.8.2 锅炉水位计的安装应符合设备图纸和 DL 5190.2 的规定。水位计安装后应做好标识，水位计不参加超压试验。
- 6.8.3 锅炉安全阀及 PCV 阀的安装应符合 DL 5190.2 和设备技术文件的规定。
- 6.8.4 汽水系统阀门的安装位置应便于操作和检修，应核对执行机构行程位置，并进行过扭矩保护试验。
- 6.8.5 吹灰器与受热面的间距应符合设备图纸要求；伸缩式吹灰器应根据对应的膨胀位移量偏装。
- 6.8.6 蒸汽吹灰系统管道安装时应考虑锅炉膨胀补偿；燃气脉冲吹灰可燃气管道安装、严密性试验应按照 DL 5190.5 规定执行，可燃气体集中供应点应设置泄漏报警装置。
- 6.8.7 膨胀指示器应按设备图纸要求安装，零位应经过调整。
- 6.8.8 调节阀、流量计等节流装置应在管道酸洗、冲洗、吹扫后安装。

6.9 锅炉烟风道、燃料管道安装

- 6.9.1 烟风道在安装前应经检查验收，其所用材料、厚度应符合设计要求。

6.9.2 烟风道组合件焊缝长度及高度应符合要求，组合件焊缝应在保温前经渗油检查合格；管道和设备的法兰间应有足够厚度的密封衬垫，衬垫应安装在法兰螺栓以内并不应伸入管道和设备中，衬垫两面应涂抹密封涂料。

6.9.3 烟风系统挡板、插板安装后应在轴端头做好与实际位置相符的永久标识；对组合式挡板门，各挡板的开关动作应同步，开关角度应一致。

6.9.4 锅炉烟风道安装结束后应及时清除内外杂物和临时固定件。

6.9.5 保温施工前宜采用风压试验检验炉膛及烟风系统的严密性，烟风系统严密性试验范围包括：锅炉炉膛、尾部烟道及空气预热器、烟风及煤粉管道、脱硝装置、除尘器及烟风系统辅机设备。

- a) 风压试验压力应按设备技术文件规定进行，无规定时可取风压试验压力为 0.5kPa。风压试验中发现漏点应做好标识和记录。
- b) 如检查发现炉膛或炉顶密封区域大范围泄漏，缺陷处理完毕后，应重新进行炉膛及烟风系统整体密封性试验。

6.10 燃油系统设备及管道安装

6.10.1 燃油系统的设备、管道、阀门及管件的规格和材质应符合设计图纸要求，燃油管道不应采用铸铁阀门。

6.10.2 燃油管道的密封垫片应按设计要求选用。

6.10.3 燃油系统设备及管道的接地和防静电措施应按设计要求施工。

6.10.4 燃油系统安装结束后，所有管道应经水压试验合格。不应以气压试验代替水压试验。

6.10.5 燃油系统管道安装结束后应采用蒸汽吹扫。蒸汽吹扫应执行 DL 5190.2 的相关规定。

6.11 锅炉辅助机械安装

6.11.1 辅机安装前，应对基础进行检查划线。

6.11.2 辅机安装过程中，地脚螺栓和垫铁的选用和安装应符合 DL 5190.2 的规定。

6.11.3 磨煤机的安装应符合以下要求：

- a) 钢球磨煤机主轴承的安装及允许偏差应符合 DL 5190.2 和设备技术文件的规定。钢球磨煤机罐体就位后，应测量和调整轴颈水平偏差、主轴承端面跳动值、推力间隙、承力端轴颈的膨胀间隙等数据。
- b) 风扇磨煤机安装前应检查轴承箱、打击轮、机壳、进料大门、分离器等部件符合设备技术文件的规定；轴封安装后，迷宫的轴向、径向间隙应符合设备技术文件的规定，无摩擦、卡涩现象；应检查并记录打击轮背筋与衬板间隙。
- c) 碗式中速磨煤机安装过程中，地脚螺栓、底板、底座的安装应符合 DL 5190.2 的规定。磨盘轴颈密封处圆周间隙、磨辊与磨盘之间的间隙应调整均匀，且应符合设备技术文件的规定。
- d) 辊盘式中速磨煤机安装过程中，基框、地脚螺栓、垫铁、减速机、机座、密封装置和传动盘的安装和找正应符合 DL 5190.2 的规定；喷嘴环与磨盘的径向间隙、与磨环分段法兰的轴向间隙偏差均不应大于 0.5mm。

6.11.4 风机的安装应符合以下要求：

- a) 风机的安装施工应符合 GB 50275、DL 5190.2 及设备技术文件的规定。
- b) 离心式风机的机壳进风斗与叶轮进风口的间隙、轴与机壳的密封间隙应符合设备技术文件的规定；离心式风机的调整挡板安装应保证各叶片的开启和关闭角度一致，开关的终端位置应符合厂家技术文件的规定，调节挡板的轴头上应有与叶片板位置一致的标记。

- c) 轴流式风机安装中，应调整动叶根部间隙、动叶与外壳的径向间隙符合设备技术文件的规定；动（静）叶调节装置的调节及指示与叶片的转动角度应一致，调节范围应符合设备技术文件的规定，极限位置应有限位装置。

6.11.5 给煤机的安装应符合以下要求：

- a) 刮板给煤机的刮煤板应平整，与底板间隙应符合设计规定；链条的轨道应平整，水平度偏差和两轨道间平行距离偏差应符合 DL 5190.2、设备图纸的要求，链条张紧装置应保持有 2/3 以上的调整余量。
- b) 振动给煤机与原煤仓结合的法兰应保持水平，螺栓应紧固；给煤槽与振动器的连接应牢固，振动器振幅应按设备技术文件进行调整。
- c) 在全密封自动称量式皮带给煤机安装结束前不应取出机内的防振垫块；整机纵横水平度偏差应符合设备技术文件要求，各窥视孔、门孔应严密不漏风。

6.11.6 排渣机的安装应符合以下要求：

- a) 刮板捞渣机驱动装置、链条、尾部张紧装置的安装应符合 DL 5190.2 的规定。
- b) 刮板捞渣机安装时应重视设备注油，除刮板链条销轴处外，所有螺杆、滑轨、轴承、传动部件以及减速器内，均应按设备技术文件加注润滑剂。
- c) 干排渣机中输送机的安装与前、后滚筒中心的重合度偏差不应大于 5mm，输送链调整张紧后，未利用的行程不应小于全行程的 50%。前、后滚筒安装偏差，上、下托辊安装偏差应满足 DL 5190.2 的要求。

6.11.7 冷渣器的安装应符合以下要求：

- a) 滚筒冷渣器纵横中心、标高、水平度的安装偏差应合格。
- b) 风水联合冷渣器风帽布置时部件编号应与图纸相符，安装方向应正确，风帽、管排安装应符合 DL 5190.2 的规定。

6.12 保温

6.12.1 保温作业指导书应符合 DL 5190.2 及设备相关图纸、资料等文件的规定。特殊部位的保温应进行专门设计。

6.12.2 锅炉炉墙、炉衬砌筑的保温应符合 DL 5190.2 的规定；锅炉设备（不包括锅炉本体）、管道及其附件的保温、油漆的设计应符合 DL/T 5072 的规定。

6.12.3 保温施工前，应核对保温材料产品合格证等质量证明文件，并作外观检查，按批次进行现场见证抽样复检，检验项目应符合 DL 5190.2 的规定。

6.12.4 保温施工应无漏项，应重视引风机轴承冷却风机烟道内保温等重要或易遗漏部位的保温检查。

6.12.5 保温材料施工时保温层应拼接严密，同层错缝，层间压缝，不应出现直通缝。

6.12.6 设备及管道保温安装中，应采取有效的保护措施防止成品被污染或损坏。

6.12.7 对于露天或半露天布置的回转式空气预热器，应确保空气预热器保温层完好无渗漏，必要时须采取防雨措施，防止雨水或雪水渗入保温层造成外壳收缩。

6.13 安装验收

6.13.1 锅炉安装质量验收应符合 DL 5277、DL/T 5210.2 的规定。安装工程应分阶段由施工单位、监理单位、建设单位进行质量验收。

6.13.2 各阶段施工质量验收应具备的签证和记录应齐全，并满足 DL 5190.2 的要求。

7 调试监督

7.1 锅炉调试管理

7.1.1 锅炉调试应符合 DL/T 340、DL/T 852、DL/T 1269、DL/T 5294、DL/T 5295、DL/T 5437 标准和设备说明书、技术协议和合同等文件的规定。

7.1.2 机组调试工作应由试运指挥部全面组织、协调，锅炉启动调试应由锅炉调试专业小组负责。

7.1.3 锅炉专业调试小组应由调试、施工、生产、建设、监理、设计及制造单位的工程技术人员组成。应由主体调试单位任组长。

7.1.4 工程安装施工阶段，调试单位应收集、熟悉、掌握锅炉设备及系统的详细资料，并应进入现场熟悉锅炉设备及系统，对发现的问题和缺陷及时提出处理建议。

7.1.5 调试单位应编制锅炉专业调试措施方案，明确锅炉调试项目、调试步骤、试验的方案及工作职责，并制定相应的调试工作计划与质量、职业健康安全和环境管理措施。调试项目应完整。

7.1.6 锅炉分系统及整套启动时的调试方案或措施应经过建设、生产、施工、监理、设计、制造单位讨论，应符合标准、技术协议、设计文件、设备厂家等要求，并经试运指挥部批准后实施。

7.1.7 应做好调试前仪器仪表的准备、设备系统的验收及启动条件的检查工作。

7.1.8 分系统调试与锅炉整套启动调试阶段应做好全过程的调试记录。

7.2 单体调试及分系统调试

7.2.1 回转式空气预热器试运应符合以下要求：

- a) 试运前应进行杂物检查和清理，并确认消防水系统达到投运条件。
- b) 在首次启动前，应启动盘车装置，检查转子密封无卡涩，动静部分无撞击现象，启动主电动机后电流值应稳定，无异常摩擦声。
- c) 首次投入间隙自动控制装置应在制造厂家指导下进行；在投入运行初期，若电流异常，应切除自动密封装置的运行，问题处理结束后方可重新投入。
- d) 回转式空气预热器试运时应进行主辅电机联锁试验。

7.2.2 风机试运应符合以下要求：

- a) 启动前应确认离心风机的进口调节挡板，轴流风机的动、静叶和出口隔绝挡板在关闭位置且动作方向正确。
- b) 首次启动时应瞬动试转，记录启动电流、启动时间、空载电流并确认转动部分无异音；启动电流值和启动时间应符合要求。
- c) 风机并列运行应符合 DL/T 468 的规定，并列运行的风机应保持电动机电流值一致。
- d) 轴流风机试运期间，应对喘振保护开关进行校验并投入运行。

7.2.3 锅炉炉水循环泵一次冷却水系统投用前，应进行超压试验，试验范围包括仪表管路、疏放水管路、一次阀门、过滤器等所有承压部件。炉水循环泵冷却水进入电机腔室前应经冲洗、化验合格。

7.2.4 燃油系统管路蒸汽吹扫前，应将吹扫的油系统和压力油系统可靠隔绝。油系统管路蒸汽或压缩空气变流量吹扫时，宜分阶段进行，管系内调节阀门门芯、过滤器滤网、流量计应拆除或旁路。

7.2.5 磨煤机试运应符合以下要求：

- a) 新装钢球磨煤机首次空负荷试转时，应进行钢球装载量试验，装球量宜为最大装球量的 70%~75%，热态运行后再视磨煤机出力和制粉系统经济性予以调整。
- b) 中速磨煤机在初次试转前应按设计要求进行风环间隙、加载压力调整；对碾磨部件非接触型的中速磨煤机在空负荷试转时，应按照设备技术文件规定值调整碾磨部件之间的间隙；应检查核对磨煤机折向门开度或旋转式分离器转速，与实际误差应小于 5%。

7.2.6 除灰渣系统的调试应符合 DL/T 894 的规定。除灰渣系统应进行通水（气）联动试验及严密性试验。中速磨煤机石子煤排放系统应进行严密性检查，并模拟检查石子煤斗高料位信号发送的正确性。

7.2.7 蒸汽吹灰系统试运时应测定吹灰器动作时间符合设计规定，吹灰器限位器动作程序、进汽和疏水阀门开关时间符合设计要求；墙式吹灰器喷嘴伸入炉膛内的距离及喷嘴启转角度应符合技术要求。

7.3 锅炉分系统调试

7.3.1 冷态通风试验应符合以下要求：

- a) 风门挡板动作试验时，应确认挡板轴端刻度与挡板实际开度、就地指示一致，就地指示与计算机指令一致。同一基准燃烧器各风门或调风器的开度偏差应控制在 $\pm 5\%$ 以内。
- b) 对于切向燃烧的锅炉，点火前应进行燃烧器摆动喷嘴的摆角试验。同一摆角下，各喷嘴实际摆角间的偏差应控制在 $\pm 1.5^\circ$ 范围内。
- c) 应试验标定送风系统及二次风流量、磨煤机入口风量测量装置的风量系数。
- d) 应按 DL/T 852 要求开展一次风调平试验，保证各粉管风速间偏差不超过 $\pm 5\%$ 。
- e) 可在冷态通风试验过程中开展冷态空气动力场试验。

7.3.2 燃油或燃气试点火应符合以下要求：

- a) 应确认点火器与油（气）枪间的距离符合设计要求，锅炉水冷壁内有水且炉底水封投入。
- b) 在炉膛吹扫风量保持在 30%左右锅炉满负荷时通风量条件下进行点火试验，点火后应及时观察着火情况，迅速调整至良好的燃烧状况，必要时对点火油量、点火风压、点火器的发火时间进行调整。对点火中出现的点火失败或油雾化质量差等，应在查明原因予以消除后再进行试验。

7.3.3 锅炉化学清洗应符合以下要求：

- a) 锅炉化学清洗应按照 TSG G5003、DL/T 794 要求进行。化学清洗系统的管道安装应符合 DL 5190.5 的规定。
- b) 应委托有清洗资质的单位进行化学清洗，清洗单位应按照标准、设计文件、设备技术资料等要求编制化学清洗方案和措施，化学清洗范围应明确且无漏项，清洗流程应与标准和系统设计文件相符。
- c) 化学清洗方案应根据锈蚀程度，锅炉设备的构造、材质、清洗效果，缓蚀效果，经济性的要求及废液排放和处理要求综合考虑。清洗介质的选择应符合 DL/T 794 的规定。
- d) 化学清洗结束后，应对汽包、水冷壁下集箱和中间混合集箱割口检查，并彻底清除沉渣；检查监视管段和腐蚀指示片，应达到 DL 5190.2、DL/T 794 的要求。
- e) 化学清洗结束至锅炉启动时间不应超过 20 天，如超过 20 天应按 DL/T 889 的要求采取停炉保养措施。

7.3.4 蒸汽吹管应符合以下要求：

- a) 锅炉蒸汽吹管应按照 DL 5190.2、DL 5190.5、DL/T 1269 规定进行。
- b) 吹管临时管道系统应由有设计资质的单位进行设计，应按正式管道的施工工艺施工。
- c) 蒸汽吹管前应按照标准、吹管调试措施对应具备的条件进行检查验收，应对靶板系统可靠性、靶板质量、数量进行验收。
- d) 蒸汽吹管前，空气预热器吹灰系统应具备投运条件、消防系统应处于备用状态。
- e) 在正式吹管前，应进行三次低于选定吹管压力的试吹管，试吹压力可按正式压力的 30%、50%、70%选定，并对临时系统进行检查。
- f) 正式吹管过程中，应根据集粒器的前后压差，及时清理集粒器；每阶段吹管过程中，应至少停炉冷却两次，每次停炉冷却时间不少于 12h。
- g) 吹管质量标准应符合 DL 5190.2、DL/T 1269 的要求。过热器、再热器及其管道各段的吹管系数应大于 1.0。
- h) 吹管结束后应按照 DL/T 1269 的规定对集箱进行检查，对带节流孔的集箱宜进行割管检查。吹管结束后应开展空气预热器、低（低）温省煤器、除尘器及其灰斗的内部检查。

7.3.5 蒸汽严密性试验及安全阀校验应符合以下要求：

- a) 锅炉升压至工作压力进行蒸汽严密性试验时，应注意检查：
 - 1) 锅炉焊口、人孔门、法兰等的严密性；
 - 2) 锅炉附件和全部汽水阀门的严密性；
 - 3) 汽包、集箱、各受热面部件和锅炉范围内汽水管路的膨胀情况。
- b) 安全阀的校验顺序应按照其设计动作压力，遵循先高压后低压的原则。
- c) 安全阀校验时应记录其起座压力、回座压力。在安全阀整定过程中，根据需要进行安全阀起座压力、回座压力、前泄现象的调整，安全阀的调整应按设备厂家的技术要求进行。
- d) 安全阀的校验收按照 DL/T 852 规定进行。

7.4 整套启动试运行

7.4.1 锅炉机组整套启动试运行时间及程序应符合 DL/T 5437 的规定。整套启动试运的调试项目和顺序，可根据工程和机组实际情况，由试运总指挥确定。

7.4.2 空负荷试运包括锅炉点火、系统热态冲洗、锅炉蒸汽严密性试验和膨胀系统检查、锅炉安全门校验、本体吹灰系统安全门校验。

7.4.3 锅炉点火升压前，应参照 DL 5190.2 标准相关规定重点检查试验条件是否具备。锅炉首次升温升压应缓慢平稳，厚壁受压件升温升压速度应符合设备技术条件的规定。升温升压时应检查受热面各部分的膨胀情况，若有膨胀异常情况，应查明原因并消除异常后方可继续升压。

7.4.4 带负荷试运时，在条件许可情况下宜完成机组性能试验项目中的锅炉最低负荷稳燃试验、自动快减负荷(RB)试验。满负荷试运前和试运结束应满足 DL/T 5437 的要求。

7.4.5 整套试运期间，所有辅助设备应投入运行；锅炉本体、辅助机械和附属系统应工作正常，其膨胀、严密性、轴承温度、振动等应符合设备技术要求；锅炉运行性能应达到设计要求。

7.5 启动调试验收

7.5.1 锅炉启动调试工作完成后，调试单位应编写调试总结报告，应对调试过程中出现的问题进行分析，并提出指导机组运行的建议。

7.5.2 单机试运部分质量验收及评价、分系统试运和整套启动试运部分质量验收及评价应分别满足 DL/T 5210.2、DL/T 5295 的要求。

8 性能验收试验监督

8.1 锅炉主辅设备性能验收试验应按合同约定的标准进行。

8.2 锅炉主辅设备性能验收试验应由建设单位组织，具体试验工作应委托有资质的第三方单位负责，设备制造厂、电厂、设计、安装等单位配合。

8.3 进行锅炉主辅设备性能验收试验前，应由试验单位按项目分别编制机组性能试验大纲（方案），并由建设单位组织，试验、建设、监理、设计、制造、安装等有关单位审核后报机组试运总指挥批准。

8.4 试验单位应在设计阶段提出锅炉主辅设备性能试验测点的具体要求。性能试验所使用的仪器应在检定有效期内。

8.5 锅炉性能验收（考核）试验内容包括但不限于以下内容：

- a) 锅炉热效率试验；
- b) 锅炉最大连续出力试验；
- c) 锅炉额定出力试验；
- d) 锅炉最低不投油稳燃负荷试验；

- e) 重要辅机性能试验;
- f) 污染物排放测试;
- g) 机组散热测试。

9 运行监督

9.1 锅炉运行管理

9.1.1 锅炉运行应符合国能安全[2014]161号《防止电力生产事故的二十五项重点要求》、DL/T 332.1、DL/T 435、DL/T 610、DL/T 611、DL/T 1034、DL/T 1326、设备技术文件的规定。

9.1.2 应编制锅炉运行规程、反事故措施,绘制系统图。应编制有防止炉膛内爆的规定和事故处理预案。

9.1.3 锅炉运行应保持蒸发量满足机组负荷要求,调节各参数在正常范围内,同时应确保污染物达标排放。

9.1.4 运行中应按照锅炉设备定期切换要求开展例行切换工作。应特别重视涉及机组安全的重要设备的定期切换操作工作,合理安排定期切换操作时间,做好定期切换工作的组织、监护和事故预想。

9.1.5 配煤掺烧应符合 GB/T 25960、DL/T 1445 的规定。运行人员应掌握当班配煤加仓的具体情况,做好调整燃烧的应变措施。当机组负荷变动或燃用煤质变化时,应对锅炉运行的相关参数进行调整。当不同入厂煤干燥无灰基挥发分绝对值相差大于 15%时,应进行燃烧试验。锅炉燃用煤质应控制在锅炉燃烧器安全运行设计的煤质范围内。

9.1.6 应建立、维护并及时更新锅炉超温管理台账、运行技术资料管理台账(启停记录和运行日志等)。

9.1.7 汽水品质应符合 DL/T 561 的规定。

9.2 锅炉启动

9.2.1 锅炉启动应执行运行规程和启动操作票,重点加强上水、冷态清洗、热态清洗监督。

9.2.2 锅炉启动应根据设备技术文件提供的启动曲线控制升温、升压速率。

9.2.3 锅炉点火时应就地监视油枪雾化情况。一旦发现油枪雾化不好应立即停用,并进行清理、检修。

9.2.4 采用少油/无油点火方式启动锅炉机组,应保证入炉煤质,调整煤粉细度和磨煤机通风量在合理范围,控制磨煤机出力和煤粉浓度,使着火稳定和燃烧充分。

9.2.5 机组启动期间,锅炉负荷低于 25%额定负荷时空气预热器应连续吹灰,锅炉负荷大于 25%额定负荷时至少每 8h 吹灰一次;当回转式空气预热器烟气侧压差增加时,应增加吹灰次数;当低负荷煤、油混烧时,应对空气预热器进行连续吹灰。

9.2.6 在低负荷燃油、等离子点火或煤油混烧期间,应就地对排渣系统进行监控;输灰系统应正常投运,以及时排出各灰斗(特别是除尘器灰斗)未完全燃烧的积粉。

9.2.7 汽包锅炉不应在水位计数量不足的状况下运行。直流锅炉应严格控制燃水比,湿态运行时应严密监视分离器水位,干态运行时应严密监视微过热点(中间点)温度,防止蒸汽带水或金属壁温超温。

9.2.8 锅炉启动过程中应监视热膨胀情况,发现膨胀异常,应立即停止升温升压,并采取相应措施进行消除。

9.3 运行调整

9.3.1 运行中应维持蒸汽温度在正常值范围内。汽包锅炉主蒸汽温度调节应以锅炉设计的调节方式调节,并可通过改变燃烧配风、制粉系统运行方式等作为宏观调节手段。直流锅炉主蒸汽温度的调节应以煤水比调节为主,以喷水减温为辅,各级减温喷水量应分配合理。再热蒸汽温度的调节应充分发挥燃烧

器摆角或尾部烟气挡板的调节作用。若再热器仅设计喷水减温为唯一调节方式，应控制入炉煤质，加强燃烧调整、降低火焰中心。

9.3.2 运行中应严格监控各级受热面出口蒸汽温度热偏差和各段管壁温度，通过燃烧调整调节烟气温度偏差，避免再热器、过热器壁温超限。

9.3.3 制粉系统切换或启动后应就地对燃烧器的燃烧情况进行检查。

9.3.4 磨煤机启停过程中应严格执行防爆和系统惰化程序；应控制磨煤机出口温度、风量，并确保制粉系统内部吹扫完全。磨煤机出口温度应符合 DL/T 5145、运行规程的规定，实际取值宜与锅炉及磨煤机制造厂协商确定。磨煤机出口温度应高于露点，且不应低于 60°C。

9.3.5 制粉系统运行调整过程中应维持合理的一次风压，保持磨煤机热风门开度在最佳调节区，提高系统运行经济性，并预防一次风机失速。在燃用煤种发生变化时，应及时进行煤粉细度测试，并调整磨煤机分离器及加载力，保持煤粉细度在合理范围。

9.3.6 在锅炉任何负荷下，从磨煤机（分离器）或排粉机至燃烧器的各煤粉管道内一次风速不应低于 18m/s。对于热风送粉中间储仓式制粉系统，在锅炉任何负荷下，从一次风箱至燃烧器和从排粉机至乏气燃烧器之间的煤粉管道，其流速不应低于 25m/s。

9.3.7 运行中应加强锅炉燃烧调整，改善贴壁气氛，避免受热面结渣和高温腐蚀。锅炉采用主燃区过量空气系数低于 1.0 的低氮燃烧技术时应加强贴壁气氛的监视；当出现严重结渣现象时，应加强锅炉吹灰，通过周期性改变机组负荷的方式，预防锅炉结大渣和掉大渣。必要时，可在容易结渣的部位增加吹灰器。

9.3.8 运行中应保证备用层燃烧器有足够的冷却风量，防止燃烧器烧损。

9.3.9 运行中应监视省煤器出口 CO 浓度。对于燃用无烟煤、贫煤的锅炉，省煤器出口局部 CO 浓度不宜超过 300 μ L/L，平均 CO 浓度不宜超过 100 μ L/L；对于燃用烟煤、褐煤的锅炉，省煤器出口局部 CO 浓度不宜超过 500 μ L/L，平均 CO 浓度不宜超过 100 μ L/L。

9.3.10 循环流化床锅炉运行时应维持稳定的床压，保证床料正常流化；监视炉内流化和燃烧状况、炉膛出口烟气温度及各段烟气温度，判断床温的变化趋势。当负荷或入炉煤质变化时，应及时调整给煤量和风量，维持床温相对稳定。

9.3.11 回转式空气预热器运行应符合 DL/T 750、运行规程的规定。在锅炉带负荷期间，如果发现冷端综合温度低于推荐的最低值，应投入暖风器运行或开启热风再循环。

9.3.12 运行中应按照规程要求定期吹灰。吹灰器投运及退出应进行现场确认，防止吹灰器未完全退出而吹损受热面。空气预热器吹灰器提升阀后的压力应符合设备技术文件的要求。脱硝装置采用蒸汽吹灰器时，运行中吹灰器减压阀后压力控制在 0.6~0.9MPa，过热度不小于 20°C。蒸汽吹灰器疏水温度应保持一定的过热度，避免吹灰蒸汽带水。

9.3.13 除灰渣系统的运行应符合 DL/T 895、运行规程的规定。运行人员应对出渣情况进行监视，如渣的大小、颜色等。当发现堵渣或堆渣现象时，应及时汇报并采取措施处理。锅炉发现大块渣或出现液态状的流渣时，应加强对冷灰斗处观火口掉焦现象的观察，防止落渣口搭桥、堵塞。

9.3.14 新建锅炉机组投产、锅炉改进性大修后或当实际燃料与设计燃料有较大差异时，应进行燃烧调整试验。

9.3.15 运行中若发现回转式空气预热器停转，应立即将其隔绝，投入盘车装置。若挡板隔绝不严或转子盘不动时，应立即停炉。

9.3.16 锅炉运行中严禁随意退出锅炉灭火保护。因设备缺陷需退出部分锅炉主保护时，应履行审批手续，并事先做好安全措施。

9.3.17 运行人员应了解防止炉膛结渣的要点，熟悉燃烧调整手段，避免锅炉高负荷工况下缺氧燃烧。

9.3.18 制粉系统运行中出现断煤、满煤问题时，应及时正确处理，防止出现严重超温和煤在磨煤机及系统内不正常存留。

9.3.19 对于汽包炉，当运行中无法判断汽包真实水位时，应紧急停炉。

9.3.20 应加强直流锅炉的运行调整，按照规程规定的负荷点进行干湿态转换操作，并避免在该负荷点长时间运行。

9.4 锅炉停运

9.4.1 锅炉正常停炉应控制降温、降压速率；紧急停炉应尽可能控制降温、降压速率。超临界锅炉应做好停炉初期的锅炉保温，避免强制冷却锅炉。

9.4.2 锅炉停运后，应根据设备及实际情况确定保养方案。

9.5 锅炉运行指标管理

9.5.1 应对反映锅炉安全运行的主要参数和指标，如锅炉蒸发量、汽包压力、启动分离器压力、汽包水位、过热蒸汽压力、过热蒸汽温度、再热蒸汽压力（进口/出口）、再热蒸汽温度（进口/出口）、过热蒸汽两侧温度差、再热蒸汽两侧温度差、两侧烟气温差、各级受热面金属壁温、过热器减温水量、给水压力、给水温度、炉膛压力、空气预热器入口风温、磨煤机出口温度、转动机械振动值等进行统计分析。

9.5.2 应对影响锅炉经济运行的主要参数和指标，如排烟温度、烟气含氧量、排烟一氧化碳浓度、煤粉细度、飞灰可燃物含量、炉渣可燃物含量、空气预热器烟气侧阻力、空气预热器漏风率、再热减温水量、吹灰器投入率、风机耗电率、制粉系统耗电率、燃油量（点火用油量、助燃用油量）、锅炉漏风率等进行统计分析。

9.5.3 应根据机组设备特点、机组负荷、燃煤特性、环境因素等优化锅炉及其附属设备的运行方式。

9.5.4 锅炉运行监督指标应达到设计值，并符合 DL/T 1052 要求。

10 试验监督

10.1 机组投产后的性能试验

10.1.1 锅炉 A 级检修前后或重大改造应进行锅炉热效率试验。B/C 级检修宜开展锅炉热效率试验。

10.1.2 风机改造前后应进行性能试验，主要风机宜在 A 级检修前后进行效率试验。

10.1.3 磨煤机及制粉系统改造前后应进行性能试验，A 级检修后宜进行性能试验。

10.2 锅炉运行优化调整试验

10.2.1 全面的锅炉运行优化调整试验宜委托具备相应资质和相应试验经验的单位进行。

10.2.2 应通过锅炉燃烧优化调整试验确定相关系统可调参数的最佳值，包括各风量、风速、风压、氧量、配风方式、各风门挡板开度、煤粉细度等，建立合理的操作运行卡片和曲线。

10.2.3 中速磨煤机直吹式制粉系统优化调整试验应通过调整风量、煤量、加载压力、磨辊磨碗间隙、风门挡板开度、折向挡板开度或旋转分离器转速等确定磨煤机最佳运行状态。

10.2.4 制粉系统调整后，磨煤机出口粉管之间的风速偏差宜降低至 10% 以下，粉量偏差宜降低至 25% 以下。

10.2.5 燃烧器改造或一、二次风流场实施较大结构变动后，应开展冷态空气动力场试验。

10.3 锅炉定期试验与测试分析

10.3.1 应定期进行的主要试验与测试包括：

- a) 每季度进行一次空气预热器漏风率测试；
- b) 每季度或石子煤排放异常时进行一次石子煤热值测定试验；

- c) 每日进行飞灰可燃物含量测试、每周进行炉渣可燃物含量测试；
- d) 每月进行一次煤粉细度测试，燃用低挥发分等劣质煤种的机组应视情况增加测试频率；
- e) 转动机械振动测试（磨煤机、风机）；
- f) 机组 A 级检修前后宜开展保温测试；
- g) 锅炉水压试验：锅炉受压部件的修理必要时应进行水压试验；检验人员或使用单位对设备安全状况有怀疑时，应进行水压试验；因结构原因无法进行内部检验时，应每 3 年进行一次水压试验。

10.3.2 定期试验及测试应详细记录试验的时间、过程、结果。如果试验结果异常，应进行原因分析并处理。

10.3.3 对直吹式制粉系统，应在煤粉分配器（或竖井）出口管道上采用等速取样器采样；对中间储仓式制粉系统，可在细粉分离器下粉管道上采用旋转式活动取样管采样。

11 检修监督

11.1 锅炉检修管理

11.1.1 煤粉锅炉检修应符合 DL/T 438、DL/T 748、DL/T 838、检修规程的规定。

11.1.2 锅炉检修应以提高安全、可靠性指标和降低损耗为重点，根据 DL/T 838、设备状态评价报告、安全性评价、技术监督、耗差分析和可靠性分析、经济性评价等结果，结合对标要求，统筹制定检修项目。

11.1.3 锅炉检修宜采用先进工艺和新技术、新方法，推广应用新材料、新工具，提高工作效率，缩短检修工期。

11.1.4 锅炉检修外委的项目，承包方应具有相应的资质、业绩和完善的质量保证体系。

11.1.5 设备台账应按设备分别建立，台账记录的主要内容应包括设备投产前情况，设备规范表，主要附属设备规范表，检修经历，重大异常记录，设备变更、异动记录等。

11.1.6 设备台账应定期检查、备份，保证设备台账内容及时更新，实现台账动态维护。

11.2 锅炉检修监督要求

11.2.1 应检查锅炉受热面壁温测点完善情况，必要时可加装壁温测点。

11.2.2 锅炉检修及受热面磨损检查前可对受热面进行水冲洗。水冷壁外观磨损检查时，应重点检查吹灰器吹扫孔、打焦孔、看火孔等门孔四周水冷壁管，燃烧器两侧水冷壁管，凝渣管，双面水冷壁前后屏夹持管，双面水冷壁靠冷灰斗处管子的磨损情况。

11.2.3 对于深度调峰运行的机组，检修期间应重点检查中间混合集箱标高附近水冷壁管的横向裂纹，以及吹灰孔、人孔、观火孔等区域的水冷壁鳍片裂纹。

11.2.4 应重视超临界机组受热面氧化皮的检测。新投产的超临界机组，应在第一次检修时检查高温段受热面的内壁氧化皮情况。对于存在氧化皮问题的锅炉，应利用检修机会对不锈钢弯头及水平段进行氧化层检查及氧化皮分布检查；锅炉水压试验后应再次开展氧化皮的检测工作。

11.2.5 应加强对超临界机组锅炉过热器的高温段集箱、管排下部弯管和节流圈的检查。

11.2.6 锅炉采用低氮燃烧技术或前后墙对冲燃烧方式时，应在检修中详细检查水冷壁管壁高温腐蚀趋势并记录。

11.2.7 应检查受热面防腐蚀喷涂层，对失效部位应重新喷涂。

11.2.8 应对省煤器、过热器、再热器的防磨装置进行磨损检查和位置检查。防磨装置磨损严重时应予以更换；防磨装置的位置应固定，无移位、无脱焊，且能与管子做相对自由膨胀。

11.2.9 锅炉水冷壁、省煤器、过热器、再热器的割管检查时间、位置选择、检测内容应符合 DL/T 1115 的规定。

11.2.10 燃烧器检修中应检查燃烧器一次风喷口烧损和扩锥磨损情况，应及时修复或更换损坏的部件。进行单组燃烧器喷口摆角机械、电/气动校验，并检查燃烧器喷口摆角就地指示与集控室表计指示是否一致。燃烧器喷口检修完毕后，应对喷口位置进行恢复。

11.2.11 应对直流燃烧器二次风挡板进行检查和开度校验，燃烧器二次风挡板就地开度指示与集控室表计指示应一致。

11.2.12 减温器集箱内部检查时应采用内窥镜检查减温器内套管位置及减温器内壁的腐蚀和裂纹情况。

11.2.13 捞渣机检修应满足 DL/T 748.7、设备技术资料的要求。

11.2.14 加强对吹灰器设备的维护管理，确保吹灰器正常投运并进、退到位。吹灰器检修组装后，应手动将喷管伸入炉膛，复测喷嘴与水冷壁的距离及喷管与水冷壁的垂直度，保证距离和垂直度符合设计要求。

11.2.15 应按照设备说明书要求调整吹灰器提升阀（鹅颈阀）后的压力在合适范围内。

11.2.16 炉前燃油系统检修时应重点检查油系统是否存在漏油、接口不严密等现象。对油枪软管、接头垫片、炉前油管道连接软管等燃烧器喷口区域易损件应进行定期检查维护更换。油系统法兰垫片的选择应符合要求，禁止使用塑料垫、橡皮垫（含耐油橡皮垫）和石棉纸垫。对油系统阀门进行解体检修和校验，定期定点测量油系统管道内外壁厚度。

11.2.17 应重视钢球磨煤机衬板及钢球的检查，检查衬板和钢球破损、磨损情况，按要求对磨损衬板和钢球进行更换；应重视中速磨煤机磨辊，磨盘/碗磨损检查，及时修复或更换磨损部件；应重视风扇磨煤机叶轮冲击板的检查更换。

11.2.18 磨煤机耐磨件堆焊应符合 DL/T 903 的规定。当中速磨煤机磨辊存在贯穿性裂纹、局部基体磨损、基体厚度小于耐磨件设计总厚度的 55% 时不宜进行堆焊再制造时，宜进行更换。磨辊堆焊后的耐磨件周向尺寸允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，径向尺寸允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ，堆焊耐磨层表面的焊道鳞片状凸起不平度不应大于 3mm。

11.2.19 应做好磨煤机风门挡板和石子煤系统的检修维护工作，保证磨煤机能够隔离严密、石子煤能够清理排出干净。

11.2.20 原煤仓检修中应对磨损部位进行检查修复。原煤仓钢板、防磨衬板磨损超过 2/3 时应更换。方圆节、下煤管、下煤斗更换磨损的部位不应超过 1/2，否则应整体更换。

11.2.21 应进行风机叶片检查。应检查引风机叶片的磨损、腐蚀情况。离心式风机的调节挡板传动装置应完好，无卡涩现象；轴流式风机的调节机构中连杆、导柱应无裂纹、弯曲变形，调节机构动作灵活无卡涩。应重点检查动叶可调式轴流风机液压缸反馈机构处轴承的损坏情况。

11.2.22 动叶可调式轴流风机在机组停备期间应按照风机说明书进行风机叶片的全行程活动。

11.2.23 暖风器检修应在停炉后通水检查暖风器的泄漏情况；检查暖风器的磨损情况，发现磨损严重部位应进行更换；检查暖风器的腐蚀情况，对腐蚀严重部位进行更换；检查暖风器散热片间的积灰情况，应及时清除积灰。

11.2.24 空气预热器维护检修应满足 DL/T 748.8、DL/T 750 的要求。检查空气预热器隔仓板与蓄热元件间间隙，对间隙超出规定的应进行调整；应检查空气预热器密封片，严重磨损、变形、腐蚀的应进行更换；应按照设备说明调整密封间隙。

11.2.25 烟风道检修应符合 DL/T 748.5 的规定。烟道铁板及加强筋不应有裂纹，磨损不应超过原厚度的 2/3。对于燃用煤质灰分较高的机组，应定期检查空预器入口烟道、除尘器入口烟道内支撑的磨损、脱焊情况。

11.2.26 锅炉停炉 1 周以上时应检查回转式空气预热器受热面，若有存挂油垢或积灰堵塞的现象，应及时清理并进行通风干燥。

11.2.27 应检查脱硝系统催化剂堵塞、磨损情况，对堵塞或磨损严重的催化剂模块进行修复或更换。

11.2.28 锅炉膨胀指示器应齐全，刻度清晰，指示牌刻度模糊时应更换。膨胀指示器指针位置冷态应处于刻度板的零位。

11.2.29 应检查炉底渣斗耐火凝土内衬，内衬开裂严重时应进行修补。炉底密封板应完整无破损或腐蚀，水封良好，密封板变形和腐蚀严重时应更换。

11.2.30 阀门及汽水管道的检修符合 DL/T 748.3 的规定。

11.2.31 锅炉炉墙、密封及内衬检修，烟风煤粉管道的保温应符合 DL/T 936 的规定。检修项目应根据锅炉炉墙与热密封罩的严密程度，管道的散热损失或表面温度的超标和保温结构的情况来确定。

11.2.32 循环流化床锅炉检修应符合 DL/T 438、DL/T 1035、DL/T 838 的规定。检修期间应重视耐火浇注料的检查修复，加强对风帽、旋风分离器、返料器等设备的检修维护。

11.3 检修验收与评价

11.3.1 检修过程中应按照检修规程和检修文件包中制定的 W 点（见证点）和 H 点（停工待检点）进行质量验收。

11.3.2 检修完毕后，应对检修工作进行总结并作出技术经济评价（冷、热态）。