

ICS 27.060
J 98
备案号: 57164-2017

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 750 — 2016
代替 DL/T 750 — 2001

回转式空气预热器运行维护规程

Regulations for operation and maintenace of rotary air preheater

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 术语和定义.....	1
4 分类、工作原理及设备规范.....	2
5 启动前的检查.....	2
6 检修后试验项目.....	2
7 启动.....	3
8 运行与维护.....	3
9 停运.....	4
10 吹灰系统运行与维护.....	4
11 水冲洗系统运行维护.....	5
12 主要运行故障的处理.....	6
附录 A (资料性附录) 回转式空气预热器的设备规范.....	9
附录 B (资料性附录) 冷端综合温度.....	13
附录 C (资料性附录) 回转式空气预热器在线水冲洗要求及注意事项.....	14
附录 D (资料性附录) 防止锅炉尾部再燃烧事故.....	16

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。

本部分是对 DL/T 750—2001《回转式空气预热器运行维护规程》的修订，与 DL/T 750—2001 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了规范性引用文件章节；
- 增加了术语与定义章节；
- 增加了水冲洗系统运行维护章节；
- 增加了检修后试验项目章节；
- 将回转式空气预热器设备规范章节修改后变更为附录 A（资料性附录）；
- 对提示性附录（冷端综合温度）修改后变更为附录 B（资料性附录）；
- 增加了附录 C（资料性附录）回转式空气预热器在线水冲洗要求及注意事项；
- 增加了附录 D（资料性附录）防止锅炉尾部再燃烧事故；
- 对启动前检查、启动前试验、启动、运行与维护、停运、蒸汽吹灰等原有内容进行了完善补充；
- 对水（碱液）清洗内容进行了更新，增加了水冲洗的内容；
- 对回转式空气预热器主要运行故障处理内容进行了完善，增加了事故处理原则条目；
- 对烟气脱硝系统对回转式空气预热器运行维护方面的影响在相应章节进行了补充。

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：天津大唐国际盘山发电有限责任公司。

本标准主要起草人：邢希东、刘登军、金日锋。

本标准 2001 年首次发布，本次为第一次修订。

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）。

回转式空气预热器运行维护规程

1 范围

本标准内容规定了回转式空气预热器的启动、运行、停止、维护、事故处理的原则及技术条件。
本标准适用于电厂锅炉的回转式空气预热器。

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 10184 电站锅炉性能试验规程

DL/T 611 300MW~600MW 机组燃煤锅炉运行导则

DL 5027 电力设备典型消防规程

DL/T 5047 电力建设施工及验收技术规范 锅炉机组篇

国能安全〔2014〕161号 防止电力生产事故的二十五项重点要求

3 术语和定义

3.1

空气预热器 air preheater

空气预热器是指位于锅炉尾部烟道中，实现烟气与进入锅炉系统前的空气之间的热量传递，将空气预热到一定温度的受热面及其配套设施。

3.2

漏风系数 coefficient of air leakage

参考 GB/T 10184 相关定义，空气预热器漏风系数是指空气预热器烟气通道出、进口处烟气的过量空气系数之差。

3.3

漏风率 air leakage rate

参考 GB/T 10184 相关定义，空气预热器漏风率是指漏入空气预热器烟气侧的空气质量与进入该烟道的烟气质量之比。

3.4

密封装置 sealing device

回转式空气预热器密封装置是指尽可能减小通过空气预热器动、静元件间密封间隙漏入烟气侧的空气量的装置，主要有固定式密封、弹性密封、刷式密封、抽气式密封等，安装在转子的径向、轴向和周向方向。

3.5

BMCR/BECR 工况

BMCR (Boiler maximum continuous rating) 工况是指锅炉最大连续蒸发量工况；

BECR (Boiler economic continuous rating) 工况是指锅炉经济连续蒸发量工况。

3.6

冷端综合温度 cold junction temperature

冷端综合温度是指空气预热器的空气进口加权平均温度和漏风稀释前的烟气出口温度之和。漏风

稀释前的烟气出口温度是指不包括空气漏风的烟气出口温度。

注 1：空气进口加权平均温度指的是按回转式空气预热器入口一、二次风的流量加权后的空气温度。

4 分类、工作原理及设备规范

4.1 分类

空气预热器可分为管箱式、回转式两种，回转式又分为风罩回转式和受热面回转式两种。电站锅炉常采用回转式空气预热器，在锅炉中的应用一般为两分仓、三分仓、四分仓式，其中四分仓常用于循环流化床锅炉中。

4.2 工作原理

回转式空气预热器主要由主轴、隔仓板、传热元件、密封装置等部件组成。当回转式空气预热器缓慢旋转时，烟气和空气逆向交替流经回转式空气预热器。蓄热元件在烟气侧吸热，在空气侧放热，从而达到降低锅炉排烟温度，提高热风温度的预热作用。

4.3 设备规范

回转式空气预热器的设备技术规范应明确空气预热器本体结构参数、驱动装置参数、性能参数、出入口烟气、空气的各项设计参数、附属系统（如吹灰系统、水冲洗系统、火灾报警系统等）的设计参数。可参考附录 A，各使用单位可根据实际需求对表格数目及内容进行增减。

5 启动前的检查

5.1 回转式空气预热器及其相关的检修工作应已结束，所有人孔门应关闭，已办理的工作票应全部收回，现场清理干净，标志牌齐全。

5.2 主、辅电动机接线正常，接地线完好，电动机及电缆摇测绝缘合格。

5.3 电动机联轴器正常，事故按钮检查正常，保护罩完好。

5.4 外观及风道检查正常，保温完整，所有检查孔、放水门、排灰门关闭。

5.5 火灾监控装置、转子停转报警装置正常投入，远方、就地控制信号正常。

5.6 减速箱油位，上、下轴承油位正常，无漏油；轴承冷却水供回水正常。

5.7 出、入口烟、风道所有挡板执行机构电（气）源正常，开关灵活到位。

5.8 气动马达供气畅通，气源压力正常。

5.9 吹灰器各种试验正常，电（气）源正常投入，吹灰器在退出位置。

5.10 消防水系统正常，处于隔绝备用状态，若与蒸汽吹灰系统连接，则联络门应在关闭位。

5.11 变频控制的回转式空气预热器，应确认变频控制参数设置完成，变频器各电源已按要求合入，变频器“远程/就地”开关已切至远程位，“低速/高速”开关已切至“高速”位。

5.12 检修后第一次启动前，应采用手动盘车使转子旋转至少一周，确认转子能自由转动，就地确认转动声音正常。

5.13 如果进行回转式空气预热器主、辅电动机转向试验，应将另一台电动机停电及将气动马达气源隔绝，转速为 0，以防止造成设备损坏。

5.14 蒸汽吹灰汽源管路应进行暖管，保证点火时同步投入回转式空气预热器吹灰。

5.15 消防蒸汽管道及母管应完成暖管，管道处于热备用状态。

6 检修后试验项目

回转式空气预热器检修完成后，应进行以下项目的试验（包括但不限于）：

- a) 回转式空气预热器转动方向试验;
- b) 回转式空气预热器主、辅电动机事故按钮试验;
- c) 回转式空气预热器主、辅电动机转向试验;
- d) 回转式空气预热器主、辅电动机的联锁启动试验;
- e) 气动马达主路及旁路启动试验;
- f) 变频器相关试验;
- g) 回转式空气预热器润滑油系统试验;
- h) 火灾报警装置测试试验;
- i) 蒸汽吹灰器全行程试验 (如有其他类型吹灰器, 也应进行相应试验);
- j) 回转式空气预热器各项保护传动试验。

7 启动

7.1 确认启动前检查已经完毕, 启动前试验已经完成。

7.2 回转式空气预热器应在引风机启动前启动, 回转式空气预热器若进行过水冲洗, 应在启动风机前确认内部已经完全干燥, 否则应进行烘干, 防止粘灰。

7.3 按照回转式空气预热器启动条件逐项确认全部满足。

7.4 启动回转式空气预热器, 确认电动机启动电流及运行电流正常, 就地确认回转式空气预热器转向正常, 电动机及减速机运行声音正常、振动正常, 回转式空气预热器内部运行声音正常, 无异声。

7.5 确认回转式空气预热器转速低报警消失, 无任何报警信号, 将备用电动机投入联锁。

8 运行与维护

8.1 回转式空气预热器安装完毕之后, 按照 DL/T 5047 相关要求应在冷态下进行不少于 8h 的试运转, 每次大修以后也应进行 2h~4h 冷态试运转。若回转式空气预热器进行过改造或大修, 在燃烧调整完成且运行稳定后应进行回转式空气预热器性能试验。

8.2 机组冷态启动过程中或回转式空气预热器冷端综合温度无法满足时, 应投入暖风器 (或热风再循环) 系统运行, 回转式空气预热器冷端综合温度推荐值参考附录 B。

8.3 环境温度较低时, 应先启动回转式空气预热器确认运行参数及就地运行声音正常后, 再投入暖风器系统, 防止先投入暖风器造成回转式空气预热器内外部温差大, 启动时发生动静摩擦或电动机过载。

8.4 暖风器系统投运、退出时, 应控制回转式空气预热器入口风温的变化速度, 防止因风温变化过快造成回转式空气预热器局部不均匀膨胀发生摩擦。

8.5 检查驱动减速箱, 上轴承、下轴承油箱油位正常, 冷却水正常, 无漏油现象, 无异常振动和异声。

8.6 检查回转式空气预热器上、下轴承温度小于规定值。

8.7 监视回转式空气预热器运行电流平稳, 出入口风温、烟温、氧量显示正常, 就地检查回转式空气预热器转动正常, 如发生电流摆动, 应及时查明原因, 采取措施。

8.8 注意监视回转式空气预热器烟、风侧出入口差压, 当满负荷工况烟气侧差压大于设计值的 1.3 倍时应适当增加吹灰次数, 当烟气侧差压大于设计值的 1.5 倍时宜进行在线水冲洗, 防止发生严重堵塞。

8.9 回转式空气预热器热态运行期间, 入口烟温和烟温变化速率不应超过正常运行值, 否则应及时进行锅炉吹灰或控制升负荷速率。

8.10 变频控制的回转式空气预热器应检查远方、就地变频器控制系统指示灯指示正确, 工作正常。

8.11 对于露天或半露天布置的回转式空气预热器, 在恶劣天气下, 要加强巡视和维护, 确保回转式空气预热器保温层完好无渗漏, 必要时须采取遮雨措施, 防止雨水或雪水渗入保温层造成外壳收缩, 回

转式空气预热器动静摩擦卡涩。

8.12 采取选择性催化还原法烟气脱硝的机组，按照 DL/T 611 要求，回转式空气预热器应采用专门的防堵型蓄热元件。当同工况下的氨气耗用量和氨气逸量明显增大时，应对锅炉炉膛负压、回转式空气预热器的烟气侧差压、空气侧差压、运行电流等参数进行重点监视。

8.13 回转式空气预热器清洗系统工作状态正常。清洗系统包括吹灰系统和高压水清洗系统，其中高压水冲洗系统可以在线进行也可以离线进行。运行中应对吹灰系统的运行参数、吹灰周期以及设备健康水平进行监督和维护。

8.14 回转式空气预热器运行中应定期记录下列参数（包括但不限于）：

- a) 运行电动机的电流值；
- b) 烟气侧和空气侧的压降；
- c) 进口和出口的烟气温度；
- d) 进口和出口的空气温度；
- e) 回转式空气预热器上、下轴承温度。

8.15 回转式空气预热器变频运行与维护注意事项：

- a) 每台电动机各由一台变频器驱动，应只有一台变频器在工作，而另一台变频器处于待机备用状态。
- b) 采用变频器控制驱动电动机时，应设置启动时间，使回转式空气预热器转子能够平滑启动，从而克服了电动机直接启动时使减速箱承受高启动转矩的不利状况。
- c) 变频器应具有“跟踪启动”功能。
- d) 回转式空气预热器停车方式应选择为“自由停车”。
- e) 如对变频控制箱进行维护或更换调整元器件时，首先应切断所有输入电源，至少等待 5min 以上的时间作为变频器直流侧放电过程，在确保安全后再开始工作。
- f) 回转式空气预热器变频器控制电动机进行定速运转，而不起调速作用。
- g) 为防止误启动造成事故，禁止变频器上电后自动启动。
- h) 当变频器控制柜上“本地/远方”选择开关不在“远方”位或变频器跳闸时，远方操作员站上应确认无启动指令存在（已发出“停止”指令），防止切回“远方”位置时误启变频器。

8.16 回转式空气预热器运行中应定期进行漏风性能测试，具体试验要求参见 GB/T 10184，发现漏风率异常增大时，应在检修时进行检查处理。

9 停运

9.1 应在机组降负荷前，对两台回转式空气预热器进行一次全面吹灰。

9.2 所有吹灰器应保持在手动退出位。

9.3 带有漏风控制调整装置的回转式空气预热器，应先手动退出调整装置。

9.4 确认回转式空气预热器入口烟温小于设备规定值。

9.5 解除回转式空气预热器主、副电动机联锁，停止回转式空气预热器运行电动机，确认电流为零，就地确认回转式空气预热器转动部分静止。

9.6 轴承采取强制油润滑的回转式空气预热器停止 1h 后可以停止润滑油站，但应监视轴承温度持续下降。

9.7 回转式空气预热器停运后，检修工作开工前，应保证火灾报警系统正常投入。

9.8 变频控制的回转式空气预热器停止后，确认变频系统各反馈信号、报警信号正常。

10 吹灰系统运行与维护

10.1 回转式空气预热器吹灰系统目前以蒸汽吹灰为主，同时也有配套声波吹灰系统、化学气体弱爆炸

吹灰系统。吹灰系统的设计选型、吹灰介质参数及运行中吹灰的频次选择不应使换热元件和密封元件受损从而影响到其性能和使用寿命。吹灰系统应按照回转式空气预热器及吹灰器厂家要求进行运行维护。本标准以蒸汽吹灰为例提出运行维护要求。

10.2 吹灰器吹灰方式应有手动、自动两种方式，机组正常运行时可在自动状态下设定一定间隔时间进行两台回转式空气预热器轮流间断吹灰。

10.3 如果机组负荷低于稳燃负荷或已经进行投燃油（等离子系统）助燃时或机组启动过程中应按照附录 D 要求，进行连续吹灰，防止油滴或未燃尽煤粉在受热面积存引发燃烧。

10.4 回转式空气预热器正常运行中一般要求每 6h~8h 进行一次蒸汽吹灰，具体吹灰频次可根据实际情况予以调整，确保回转式空气预热器的烟气侧运行阻力维持在设计值范围内。

10.5 锅炉停运前应对回转式空气预热器进行吹灰以清除换热元件表面的沉积物，防止沉积物在回转式空气预热器冷却过程中腐蚀换热元件。

10.6 锅炉吹灰应按回转式空气预热器→炉膛及烟道→省煤器→回转式空气预热器的顺序进行。

10.7 回转式空气预热器的吹灰时间应多于锅炉吹灰器的吹灰时间。

10.8 吹灰时禁止蒸汽带水，否则会导致管路腐蚀、换热元件损坏，增加回转式空气预热器换热元件表面沉积物的黏结力和硬度而使之无法通过蒸汽吹灰清除，加剧换热元件的积垢、腐蚀和堵塞。

10.9 蒸汽吹灰系统设计时应确保管路中凝结的水不进入吹灰器，要求吹灰前必须进行彻底有效地疏水，推荐对疏水系统采取温度自动控制，使蒸汽温度达到吹灰要求。对于采取时间控制的系统，应对设定时间进行充分论证，确保蒸汽温度达到要求。

10.10 吹灰蒸汽参数应满足设计要求，吹灰器进汽阀后的蒸汽过热度至少为 110℃。

10.11 回转式空气预热器正常运行时，为了保证吹灰效果，宜单只吹灰器吹灰，同一回转式空气预热器上、下吹灰器不能同时运行。

10.12 运行时可以根据如下情况对吹灰频率进行适当调整：

- a) 回转式空气预热器的阻力超过设计值的 30%；
- b) 回转式空气预热器排烟温度高；
- c) 机组启动开始带负荷时；
- d) 负荷变化时；
- e) 燃烧条件差，燃油和飞灰可燃物含量大；
- f) 停炉和停用回转式空气预热器前；
- g) 脱硝系统氨逃逸增大时。

注：为了减缓换热元件的腐蚀和堵灰应确保消防装置、水冲洗系统、省煤器和暖风器等系统没有水或水蒸气长期侵入回转式空气预热器内部。

10.13 每次停炉时应应对吹灰器的动静部分、连接固定元件、喷嘴的磨损、堵塞情况及吹灰器的密封和腐蚀情况进行检查。

10.14 回转式空气预热器检修或吹灰器检修后，应进行吹灰器全行程试验，检查吹灰器进退是否完全自由、内部导向支架轨道是否牢固，防止运行中零部件脱落造成无法吹灰或卡涩回转式空气预热器。

10.15 每三个月应对吹灰器进行一次是否漏油及蒸汽管道的疏水、泄漏情况检查。

11 水冲洗系统运行维护

11.1 当日常的吹灰手段无法有效去除换热元件的积灰从而保持换热元件的清洁，且回转式空气预热器烟气侧差压达到设计值的 1.5 倍且保持稳定或持续上升时，可考虑进行水冲洗以降低回转式空气预热器烟气侧差压。

11.2 回转式空气预热器受热面水冲洗的方法可以分为离线水冲洗和在线水冲洗，可根据设备状况以及回转式空气预热器堵灰对运行经济性、安全性的影响等因素综合考虑选择合适的冲洗方法和冲洗

周期。

11.3 回转式空气预热器停运后,根据 DL/T 611 相关要求,可利用回转式空气预热器系统配套的水冲洗装置或移动式高压水冲洗装置对受热面进行离线水冲洗。清洗时需要不断地检查排水的 pH 值,当排水中不含灰粒,并且 pH 值为 6~8,透光检查的透光率在 90%以上时,表示清洗合格。

11.4 回转式空气预热器停运后进行水冲洗时,应注意以下事项:

- a) 回转式空气预热器水冲洗时,应做好隔离和现场保护措施,防止对人员或其他设备造成影响。
- b) 回转式空气预热器人工盘车或低速运行时,应做好防止人身伤害、回转式空气预热器卡塞或损坏冲洗设备的检查和防范措施。
- c) 冲洗过程中要按照技术要求控制冲洗水的压力和冲洗方法,防止对回转式空气预热器内部部件产生损伤。
- d) 冲洗前应做好回转式空气预热器烟气出口车的排灰(水)措施,冲洗过程中严密监视排灰(水)情况,防止对灰(水)堆积影响烟道安全。
- e) 冲洗出来的灰(水)应及时、安全的进行清理,防止影响周围设备和生产环境。
- f) 严格控制冲洗合格标准,防止堵塞物在蓄热元件中段或其他位置集中,造成堵塞情况未缓解或恶化。
- g) 冲洗完成后应进行自然晾干或烘干,防止对蓄热元件产生腐蚀或启动时发生粘灰。
- h) 冬季冲洗时,应做好防止冲洗水结冰对人员或设备带来的不利影响的相应措施。

11.5 回转式空气预热器可以根据实际情况选择在运行中进行在线水冲洗。在线水冲洗的相应要求及注意事项可参考附录 C。

12 主要运行故障的处理

12.1 处理原则

回转式空气预热器事故处理应遵循下列原则:

- a) 威胁人身、设备安全时,立即停止设备运行;
- b) 单侧回转式空气预热器停运后,入口烟气温度推荐小于 280℃,防止回转式空气预热器内部发生变形;
- c) 单侧回转式空气预热器跳闸后短时间无法恢复运行时,应降负荷或停运锅炉处理;
- d) 单侧送、引风机或单侧回转式空气预热器运行时,应防止运行侧辅机超出力;
- e) 单辅机配置的锅炉,回转式空气预热器事故处理时,应做好锅炉灭火事故预想;
- f) 做好防止事故扩大的预想和措施。

12.2 回转式空气预热器跳闸

12.2.1 现象:

- a) 转子停转报警;
- b) 驱动电动机电流到零,备用电动机未运行;
- c) 光字牌报警。

12.2.2 原因:

- a) 主、副电动机电源故障(或变频器故障);
- b) 传动装置故障;
- c) 导向轴承或推力轴承损坏;
- d) 回转式空气预热器内有异物卡住或变形卡涩;
- e) 回转式空气预热器在线水冲洗时发生异常。

12.2.3 处理:

- a) 确认同侧风机已经联锁跳闸, 调整锅炉运行正常;
 - b) 隔绝跳闸回转式空气预热器, 确认烟、空侧所有挡板关闭严密;
 - c) 锅炉继续降负荷以降低入口烟气温度, 防止回转式空气预热器变形;
 - d) 对回转式空气预热器进行盘车, 检查跳闸原因并处理;
- 注: 严禁用手柄人为强行盘车。
- e) 若短时间无法处理, 应降负荷或停炉处理;
 - f) 双侧回转式空气预热器同时跳闸或单辅机配置的回转式空气预热器跳闸, 按锅炉 MFT 动作处理。
 - g) 若因回转式空气预热器在线水冲洗引起, 应立即停止冲洗系统, 隔绝冲洗水源。

12.3 轴承温度高

12.3.1 现象:

- a) 轴承远传温度及就地温度均高;
- b) 轴承或回转式空气预热器内部可能有异声。

12.3.2 原因:

- a) 冷却水(润滑油)不足或中断;
- b) 油质不符合要求
- c) 轴承本身损坏;
- d) 回转式空气预热器转动部分故障。

12.3.3 处理:

- a) 检查轴承冷却水、润滑油系统是否正常, 如有异常立即处理;
- b) 确认轴承损坏或回转式空气预热器转动部分故障, 应停止回转式空气预热器运行;
- c) 轴承温度达到规定值, 应停止回转式空气预热器运行。

12.4 运行电动机电流摆动大

12.4.1 现象:

- a) 电流摆动幅度超过正常范围;
- b) 回转式空气预热器内部或驱动、传动装置有异声;
- c) 运行电动机温度或振动异常。

12.4.2 原因:

- a) 内部机械原件动静摩擦或异物卡涩;
- b) 入口烟温或空气温度变化剧烈、严重堵灰等引发的动静摩擦;
- c) 电动机本体或电源侧(或变频器)故障;
- d) 联轴器、减速箱等传动装置故障;
- e) 轴承损坏;
- f) 电流测量、传输环节异常;
- g) 回转式空气预热器在线水冲洗时发生异常。

12.4.3 处理:

- a) 电流摆动峰值未达到额定电流值且摆动幅度基本稳定时, 可维持运行, 同时检查原因、采取控制措施;
- b) 当电流持续超过额定电流 10%, 最长运行时间应不大于 8h, 做好回转式空气预热器跳闸事故预想;

- c) 加强吹灰,必要时降低机组负荷;
- d) 运行电动机异常时,切换备用电机运行;
- e) 检查轴承、传动装置是否有明显异常,及时补充冷却、润滑介质;
- f) 若判断为机械损坏,尽快停止回转式空气预热器,进行处理;
- g) 若因回转式空气预热器在线水冲洗引起,应立即停止冲洗系统,隔绝冲洗水源。

12.5 回转式空气预热器内部着火

12.5.1 现象:

- a) 火灾监控装置报警;
- b) 排烟温度不正常升高;
- c) 热风温度不正常升高;
- d) 炉膛负压、回转式空气预热器烟气压力、一次风压波动大;
- e) 就地回转式空气预热器表面温度异常升高,从观察孔可看到火星。

12.5.2 原因:

- a) 锅炉燃油点火启动阶段,煤、油混烧;
- b) 锅炉无油/少油点火阶段,煤粉燃尽率低;
- c) 锅炉运行中燃烧不稳定,燃烧效率低,飞灰可燃物时间长偏高;
- d) 回转式空气预热器吹灰不正常;回转式空气预热器局部堵塞,可燃物积存。

12.5.3 处理:

- a) 火灾报警后应首先采取如下措施:
 - 1) 远方就地同时确认报警是否真实,检查负压、排烟温度等参数变化情况;
 - 2) 投入回转式空气预热器蒸汽吹灰;
 - 3) 就地观察孔观察回转式空气预热器内部是否有火星;
 - 4) 确认回转式空气预热器着火后,立即降负荷,做好停炉准备。
- b) 立即停止同侧风机,保持回转式空气预热器运行,对回转式空气预热器烟、空侧进行隔绝。
- c) 打开回转式空气预热器底部烟、风道排放阀,按照 DL 5027 相关要求,进行灭火。
- d) 处理过程中回转式空气预热器跳闸,立即将主、副电动机停电,进行回转式空气预热器盘车,无法盘车时立即停炉。
- e) 处理过程中,回转式空气预热器出口烟温异常升高威胁到下游设备运行安全时 160℃(袋除、脱硫系统的要求)应紧急停炉处理。
- f) 未停炉前,注意调整另一侧回转式空气预热器及风机运行,保证运行正常。
- g) 未设回转式空气预热器出/入口烟气挡板的锅炉,回转式空气预热器一旦停转,应立即停炉处理。

附 录 A
(资料性附录)
回转式空气预热器的设备规范

A.1 回转式空气预热器结构参数表

参 数 名 称	单 位	设计参数
型号		
每台锅炉的回转式空气预热器数量	台	
总换热面积(单面)	m ²	
转子直径	mm	
热段/中温段/冷段换热元件的材质		
热段/中温段/冷段换热元件的板型		
热段/中温段/冷段换热元件的厚度	mm	
热段/中温段/冷段换热元件的高度	mm	
热段/中温段/冷段换热元件的面积	m ²	
热段/中温段/冷段换热元件的质量	kg	
回转式空气预热器转子总质量	t	
回转式空气预热器金属总质量	t	

A.2 驱动装置参数表

项 目	单 位	设计参数
减速机(箱)	厂家	
	运行转速	r/min
	盘车转速	r/min
	润滑油标号	
主备驱动电动机	厂家	
	电动机功率	kW
	额定电压	V
	额定电流	A
	功率因数	
	额定频率	Hz
	额定转速	r/min

(续)

项 目		单 位	设计参数
气动马达	气源		
	流量	L/min	
	电磁阀型号		
变频装置 (可选)	型 号		
	配 置		
	转速方式 (定速/变速)		
	额定功率	kW	
	额定电流	A	
	电源要求		
	加速时间	s	
	减速时间	s	
	停车方式		
	控制箱尺寸 (长×宽×高)	mm	
	防护等级		
	使用环境		

A.3 性能及空气烟气参数表

项 目		单 位	设计工况 (BMCR)	设计工况 (BECR)
烟气侧换热效率		%		
烟气入口流量		kg/s		
烟气出口流量		kg/s		
一次风入口流量		kg/s		
一次风出口流量		kg/s		
磨煤机入口流量		kg/s		
二次风入口流量		kg/s		
二次风出口流量		kg/s		
烟气入口温度		℃		
烟气出口温度	漏风稀释前	℃		
	漏风稀释后	℃		
一次风入口温度		℃		
一次风出口温度		℃		
磨煤机入口温度		℃		

(续)

项 目	单 位	设计工况 (BMCR)	设计工况 (BECR)
二次风入口温度	℃		
二次风出口温度	℃		
烟气侧阻力 (设计)	kPa		
烟气侧阻力 (一年内)	kPa		
一次风侧阻力	kPa		
二次风侧阻力	kPa		
热端一次风到烟气侧压差	kPa		
热端二次风到烟气侧压差	kPa		
烟气流速	m/s		
一次风漏到二次风的量	kg/s		
一次风漏到烟气侧的量	kg/s		
二次风漏到烟气侧的量	kg/s		
总漏风量	kg/s		
一次漏风率	%		
总漏风率保证值 (一年内)	%		
总漏风率保证值 (三年内)	%		
冷端综合温度	℃		
设计 X 比			

A.4 吹灰系统参数 (以蒸汽吹灰为例)

名 称	单 位	数 值
吹灰器型号		
吹灰器数量		
生产厂家		
吹灰器蒸汽介质额定压力 (进汽阀前)	MPa	
吹灰蒸汽压力	MPa	
吹灰器介质额定温度	℃	
吹灰器介质额定流量	kg/min	
吹灰器行程设定 (蒸汽)		

A.5 高压水清洗系统

名 称		单位	数 值							
水清洗系统布置位置										
清洗水水源										
清洗水流量		kg/min								
清洗水水压										
高压水泵型号										
高压水泵数量及生产厂家										
高压水泵流量		m ³ /h								
高压水泵压力		MPa								
高压水泵电动机型号										
高压水泵电动机参数	额定功率	kW								
	额定电流	A								
	转速	r/min								
高压水枪喷嘴数量		个								

附录 B

(资料性附录)

冷端综合温度

B.1 定义

回转式空气预热器进口空气加权平均温度与烟气出口温度（漏风稀释前）之和。

B.2 公式

$$t = t_r + t_y$$

式中：

t_r ——进口空气加权平均温度，℃；

t_y ——烟气出口温度（漏风稀释前），℃；

t ——冷端综合温度，℃。

B.3 冷端综合温度推荐值与燃料含硫量的变化曲线（参考）

冷端综合温度推荐值与燃料含硫量变化曲线见图 B.1。

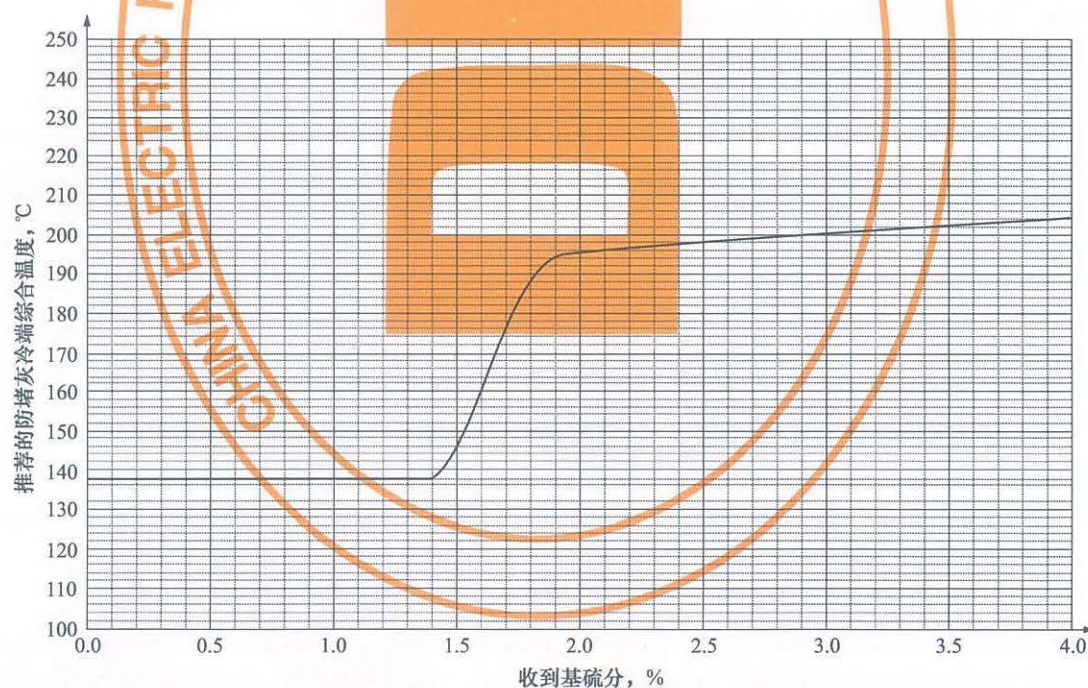


图 B.1 冷端综合温度推荐值与燃料含硫量变化曲线（参考）

图注：回转式空气预热器冷端综合温度推荐值的确定与具体运行环境、燃料种类和成分、燃烧状况等因素有关，一般由厂家在“回转式空气预热器性能参数”中根据设计煤种给出，但当锅炉燃烧的煤质发生较大变化时，应及时与回转式空气预热器厂家联系重新计算冷端综合温度。

附 录 C
(资料性附录)

回转式空气预热器在线水冲洗要求及注意事项

C.1 回转式空气预热器运行中在线水冲洗对锅炉及相关辅机运行及设备安全有可能产生影响, 冲洗效果受运行条件制约。

C.2 当回转式空气预热器蓄热元件堵塞造成锅炉送风机、引风机和一次风机等主要辅机运行能耗水平升高, 或因堵塞严重影响到锅炉燃烧安全及回转式空气预热器、风机等设备安全时, 可考虑进行在线水冲洗, 但在线水冲洗的组织措施、安全措施和技术措施应准备充分, 并且做好回转式空气预热器跳闸或锅炉灭火的事故预想。

C.3 在线水冲洗装置运行配置要求如下:

C.3.1 回转式空气预热器烟气出口侧已经安装高压清洗装置, 且经过调试, 确认符合以下条件 (包括但不限于):

- a) 高压水喷嘴安装务必保证水流喷射方向与换热面横截面保持严格垂直;
- b) 动力部分应具有较为精准的间断行走功能;
- c) 高压水喷嘴布置应保证冲洗范围应尽量覆盖全部换热面, 减少冲洗盲区;
- d) 不宜使用碱性水作为高压水冲洗水源, 应尽量采用除盐水作为水源并配套多级滤网。
- e) 采用柱塞泵作为高压水泵时, 水泵入口水源应具有一定的压力;
- f) 高压水喷嘴宜配套有防堵塞装置或吹扫系统;
- g) 系统宜具备喷嘴在线检查和更换功能。

C.3.2 新安装的水冲洗装置应进行冷态调试, 并对管路进行彻底吹扫、冲洗。

C.4 在线水冲洗时, 锅炉及回转式空气预热器系统应满足如下条件:

- a) 回转式空气预热器烟气侧出口烟道应有排灰 (水) 装置, 防止产生大量灰 (水) 聚积, 影响烟道安全。
- b) 在线水冲洗对机组负荷的要求: 综合考虑烟温对冲洗水气化及回转式空气预热器动静间隙余量的影响, 建议负荷选择为机组额定负荷的 70%~90%, 尽量保持稳定。
- c) 冲洗前应对锅炉助燃及点火系统、回转式空气预热器盘车系统进行检查试验, 确保正常备用。
- d) 回转式空气预热器运行状态稳定, 运行电流正常无波动, 回转式空气预热器内部无任何摩擦。
- e) 送风机、引风机、一次风机系统, 回转式空气预热器暖风器 (或热风再循环) 系统运行正常。
- f) 锅炉炉膛及烟道、省煤器、脱硝装置等回转式空气预热器上游系统的吹灰系统及待冲洗回转式空气预热器的吹灰系统停止运行。

C.5 回转式空气预热器在线水冲洗时, 应注意如下事项:

- a) 冲洗过程中注意监视风烟系统参数: 回转式空气预热器运行电流, 烟气侧压差, 炉膛压力, 回转式空气预热器运行声音, 送风机、引风机、一次风机电流, 动叶开度等运行参数及报警信息。
- b) 冲洗技术措施中应明确回转式空气预热器电流的上限值。
- c) 冲洗过程中严密监视回转式空气预热器出口烟温及热空气温度。原则上回转式空气预热器出口烟温下降幅度不大于冲洗前稳态烟温的 15%且最低烟温能保证下游除尘系统的安全运行; 冲洗过程中回转式空气预热器出口热空气温度应基本保持稳定, 无明显下降。
- d) 冲洗过程中应监视回转式空气预热器烟气侧差压应保持下降趋势。
- e) 冲洗过程中严密监视下游烟气除尘系统的运行及排灰情况。
- f) 冲洗过程中应检查回转式空气预热器出口烟道排灰 (水) 装置的工作情况, 发现灰 (水) 量过

大或排灰口堵塞，及时检查冲洗参数和烟道状态，必要时停止冲洗。

- g) 高压水冲洗完毕后，应立即恢复蒸汽吹灰，避免烟道中积灰吸湿后增加烟道重量引起事故。
- h) 冲洗过程中应严密监视并保持冲洗水压力稳定。
- i) 条件允许时，在线水冲洗应保证连续进行直至回转式空气预热器烟气侧差压恢复或接近设计值。
- j) 高压水泵组备用时，应进行保养和定期检查，防止设备损坏。

C.6 出现以下任一情况，应立即停止回转式空气预热器在线水冲洗，并隔绝水源，查明原因后决定是否恢复冲洗：

- a) 回转式空气预热器运行电流达到技术措施规定的上限值时；
- b) 回转式空气预热器烟气侧差压异常升高时；
- c) 回转式空气预热器出口烟温下降幅度超过规定值且继续下降时；
- d) 高压冲洗水压力突降或大幅摆动时；
- e) 回转式空气预热器出口烟道排灰（水）突然增大或其他部位出现漏水时；
- f) 下游除尘设备运行异常时；
- g) 冲洗过程中发生重要辅机保护动作，或有威胁人身、设备安全的异常时；
- h) 回转式空气预热器出现运行规程规定的异常情况时。

附录 D
(资料性附录)

防止锅炉尾部再燃烧事故

本附录全部内容来自于国家能源局关于印发《防止电力生产事故的二十五项重点要求》的通知(国能安全〔2014〕161号)中第6.1条“防止锅炉尾部再燃烧事故”的条款。

6.1 防止锅炉尾部再次燃烧事故

6.1.1 防止锅炉尾部再次燃烧事故,除了防止回转式空气预热器转子蓄热元件发生再次燃烧事故外,还要防止脱硝装置的催化元件部位、除尘器及其干除灰系统以及锅炉底部干除渣系统的再次燃烧事故。

6.1.2 在锅炉机组设计选型阶段,必须保证回转式空气预热器本身及其辅助系统设计合理、配套齐全,必须保证回转式空气预热器在运行中有完善的监控和防止再次燃烧事故的手段。

6.1.2.1 回转式空气预热器应设有独立的主辅电动机、盘车装置、火灾报警装置、入口风气挡板、出入口风挡板及相应的连锁保护。

6.1.2.2 回转式空气预热器应设有可靠的停转报警装置,停转报警信号应取自空气预热器的主轴信号,而不能取自空气预热器的马达信号。

6.1.2.3 回转式空气预热器应有相配套的水冲洗系统,不论是采用固定式或者移动式水冲洗系统,设备性能都必须满足冲洗工艺要求,电厂必须配套制订具体的水冲洗制度和水冲洗措施,并严格执行。

6.1.2.4 回转式空气预热器应设有完善的消防系统,在空气及烟气侧应装设消防水喷淋水管,喷淋面积应覆盖整个受热面。如采用蒸汽消防系统,其汽源必须与公共汽源相联,以保证启停及正常运行时随时可投入蒸汽进行隔绝空气式消防。

6.1.2.5 回转式空气预热器应设计配套有完善合理的吹灰系统,冷热端均应设有吹灰器。如采用蒸汽吹灰,其汽源应合理选择,且必须与公共汽源相联,疏水设计合理,以满足机组启动和低负荷运行期间的吹灰需要。

6.1.3 锅炉设计和改造时,必须高度重视油枪、小油枪、等离子燃烧器等锅炉点火、助燃系统和设备的适应性及完善性。

6.1.3.1 在锅炉设计与改造中,加强选型等前期工作,保证油燃烧器的出力、雾化质量和配风相匹配。

6.1.3.2 无论是煤粉锅炉的油燃烧器还是循环流化床锅炉的风道燃烧器,都必须配有配风器,以保证油枪点火可靠、着火稳定、燃烧完全。

6.1.3.3 对于循环流化床锅炉,油燃烧器出口必须设计足够的油燃烧空间,保证油进入炉膛前能够完全燃烧。

6.1.3.4 锅炉采用少油/无油点火技术进行设计和改造时,必须充分把握燃用煤质特性,保证小油枪设备可靠、出力合理,保证等离子发生装置功率与燃用煤质、等离子燃烧器和炉内整体空气动力场的匹配性,以保证锅炉少油/无油点火的可靠性和锅炉启动初期的燃尽率以及整体性能。

6.1.3.5 所有燃烧器均应设计有完善可靠的火焰监测保护系统。

6.1.4 回转式空气预热器在制造等阶段必须采取正确保管方式,应进行监造。

6.1.4.1 锅炉空气预热器的传热元件在出厂和安装保管期间不得采用浸油防腐方式。

6.1.4.2 在设备制造过程中,应重视回转式空气预热器着火报警系统测点元件的检查和验收。

6.1.5 必须充分重视回转式空气预热器辅助设备及系统的可靠性和可用性。新机基建调试和机组检修期间,必须按照要求完成相关系统与设备的传动检查和试运工作,以保证设备与系统可用,连锁保护作正确。

6.1.5.1 机组基建、调试阶段和检修期间应重视空气预热器的全面检查和资料审查，重点包括空气预热器的热控逻辑、吹灰系统、水冲洗系统、消防系统、停转保护、报警系统及隔离挡板等。

6.1.5.2 机组基建调试前期和启动前，必须做好吹灰系统、冲洗系统、消防系统的调试、消缺和维护工作，应检查吹灰、冲洗、消防行程、喷头有无死角，有无堵塞问题并及时处理。有关空气预热器的所有系统都必须在锅炉点火前达到投运状态。

6.1.5.3 基建机组首次点火前或空气预热器检修后应逐项检查传动火灾报警测点和系统，确保火灾报警系统正常投用。

6.1.5.4 基建调试或机组检修期间应进入烟道内部，就地检查、调试空气预热器各烟风挡板，确保分散控制系统显示、就地刻度和挡板实际位置一致，且动作灵活，关闭严密，能起到隔绝作用。

6.1.6 机组启动前要严格执行验收和检查工作，保证空气预热器和烟风系统干净无杂物、无堵塞。

6.1.6.1 空气预热器在安装后第一次投运时，应将杂物彻底清理干净，蓄热元件必须进行全面的通透性检查，经制造、施工、建设、生产等各方验收合格后方可投入运行。

6.1.6.2 基建或检修期间，不论在炉膛或者烟风道内进行工作后，必须彻底检查清理炉膛、风道和烟道，并经过验收，防止风机启动后杂物积聚在空气预热器换热元件表面上或缝隙中。

6.1.7 要重视锅炉冷态点火前的系统准备和调试工作，保证锅炉冷态启动燃烧良好，特别要防止出现由于设备故障导致的燃烧不良。

6.1.7.1 新建机组或改造过的锅炉燃油系统必须经过辅汽吹扫，并按要求进行油循环，首次投运前必须经过燃油泄漏试验确保各油阀的严密性。

6.1.7.2 油枪、少油/无油点火系统必须保证安装正确，新设备和系统在投运前必须进行正确整定和冷态调试。

6.1.7.3 锅炉启动点火或锅炉灭火后重新点火前必须对炉膛及烟道进行充分吹扫，防止未燃尽物质聚集在尾部烟道造成再燃烧。

6.1.8 精心做好锅炉启动后的运行调整工作，保证燃烧系统各参数合理，加强运行分析，以保证燃料燃烧完全，传热合理。

6.1.8.1 油燃烧器运行时，必须保证油枪根部燃烧所需氧量，以保证燃油燃烧稳定完全。

6.1.8.2 锅炉燃用渣油或重油时应保证燃油温度和油压在规定值内，雾化蒸汽参数在设计值内，以保证油枪雾化良好、燃烧完全。锅炉点火时应严格监视油枪雾化情况，一旦发现油枪雾化不好应立即停用，并进行清理检修。

6.1.8.3 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，控制磨煤机出力和风、粉浓度，使着火稳定和燃烧充分。

6.1.8.4 煤油混烧情况下应防止燃烧器超出力。

6.1.8.5 采用少油/无油点火方式启动时，应注意检查和分析燃烧情况和锅炉沿程温度、阻力变化情况。

6.1.9 要重视空气预热器的吹灰，必须精心组织机组冷态启动和低负荷运行情况下的吹灰工作，做到合理吹灰。

6.1.9.1 投入蒸汽吹灰器前应进行充分疏水，确保吹灰要求的蒸汽过热度。

6.1.9.2 采用等离子及微油点火方式启动的机组，在锅炉启动初期，空气预热器必须连续吹灰。

6.1.9.3 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，应连续吹灰。

6.1.10 要加强对空气预热器的检查，重视发挥水冲洗的作用，及时精心组织，对回转式空气预热器正确地进行水冲洗。

6.1.10.1 锅炉停炉1周以上时必须对回转式空气预热器受热面进行检查，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。

6.1.10.2 若锅炉较长时间低负荷燃油或煤油混烧，检查，重点是检查中层和下层传热元件，若发现有残留物积存，应及时组织进行水冲洗。

6.1.10.3 机组运行中，如果回转式空气预热器阻力超过对应工况设计阻力的150%。应及时安排水冲洗；机组每次大、小修均应对空气预热器受热面进行检查，若发现受热元件有残留物积存，必要时可以进行水冲洗。

6.1.10.4 对空气预热器不论选择哪种冲洗方式，都必须事先制定全面的冲洗措施并经过审批，整个冲洗工作严格按措施执行，必须严格达到冲洗工艺要求，一次性彻底冲洗干净，验收合格。

6.1.10.5 回转式空气预热器冲洗后必须正确地进行干燥，并保证彻底干燥。不能立即启动引送风机进行强制通风干燥，防止炉内积灰被生气预热器金属表面水膜吸附造成二次污染。

6.1.11 应重视加强对锅炉尾部再次燃烧事故风险点的监控。

6.1.11.1 运行规程应明确省煤器、脱硝装置、空气预热器等部位烟道在不同工况的烟气温度限制值。运行中应当加强监视回转式空气预热器出口烟风温度变化情况，当烟气温度超过规定值、有再燃前兆时，应立即停炉，并及时采取消防措施。

6.1.11.2 机组停运后和温热态启动时，是回转式空气预热器受热和冷却条件发生巨大变化的时候，容易产生热量积聚引发着火，应更重视运行监控和检查，如有再燃前兆，必须及早发现，及早处理。

6.1.11.3 锅炉停炉后，严格按照运行规程和厂家要求停运空气预热器，应加强停炉后的回转式空气预热器运行监控，防止异常发生。

6.1.12 回转式空气预热器跳闸后需要正确处理，防止发生再燃及空气预热器故障事故。

6.1.12.1 若发现回转式空气预热器停转，立即将其隔绝，投入消防蒸汽和盘车装置。若挡板隔绝不严或转子盘不动，应立即停炉。

6.1.12.2 若回转式空气预热器未设出入口烟/风挡板，发现回转式空气预热器停转，应立即停炉。

6.1.13 加强空气预热器外的其他特殊设备和部位防再次燃烧事故工作。

6.1.13.1 锅炉安装脱硝系统，在低负荷煤油混烧、等离子点火期间，脱硝反应器内必须加强吹灰，监控反应器前后阻力及烟气温度，防止反应器内催化剂区域有未燃尽物质燃烧，反应器灰斗需要及时排灰，防止沉积。

6.1.13.2 干排渣系统在低负荷燃油、等离子点火或煤油混烧期间，防止干排渣系统的钢带由于锅炉未燃尽的物质落入钢带二次燃烧，损坏钢带。需要派人就地监控。

6.1.13.3 新建燃煤机组尾部烟道下部省煤器灰斗应设输灰系统，以保证未燃物可以及时地输送出去。

6.1.13.4 如果在低负荷燃油、等离子点火或煤油混烧期间电除尘器在投入，电除尘器应降低二次电压电流运行，防止在集尘极和放电极之间燃烧，除灰系统在此期间连续输送。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
回转式空气预热器运行维护规程

DL/T 750—2016
代替 DL/T 750—2001

*

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>)
北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

*

2017年5月第一版 2017年5月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张 37千字
印数 001—500册

*

统一书号 155198·258 定价 11.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155198.258