

回转式空气预热器运行维护规程

DL/T 750—2001

前 言

本标准是根据原电力工业部综科教 [1998] 28 号文《关于下达 1997 年电力行业标准制、修订计划的通知》的安排制定的。

针对目前电厂锅炉回转式空气预热器运行维护方面存在的问题，在广泛调研、吸收电厂先进经验的基础上，参照各空气预热器制造厂的运行维护说明书，制定出本标准。本标准具有原则性、通用性和实用性，各电力企业可根据本标准及制造厂技术文件，并结合实际情况，编制现场运行规程。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由电力行业电站锅炉标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：广东省电力集团公司。

本标准参加起草单位：深圳市能源集团有限公司。

本标准主要起草人：邱立新、胡敏、李乃钊、梁永溢、吴本丰。

本标准由电力行业电站锅炉标准化技术委员会负责解释。

目 次

前言	198
1 范围	200
2 引用标准	200
3 回转式空气预热器概述	200
4 回转式空气预热器的设备规范	200
5 启动前的检查	203
6 启动前的试验	203
7 回转式空气预热器的启动	203
8 回转式空气预热器的运行与维护	204
9 回转式空气预热器的停运	204
10 回转式空气预热器蒸汽吹灰及水（碱液）清洗	205
11 运行故障的处理	207
附录 A（提示的附录）综合冷端温度	209

中华人民共和国电力行业标准

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

1 范围

本标准内容包括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规定，适用于电厂锅炉的回转式空气预热器。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文，本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 483—1987 煤炭试验方法标准及说明

DL/T610—1996 200MW 锅炉运行导则

DL/T611—1996 300MW 锅炉运行导则

DL/T5027—1993 电力设备典型消防规程

DL/T5047—1995 电力建设施工及验收技术规范 锅炉机组篇

3 回转式空气预热器概述

根据本厂实际情况编写，可包括回转式空气预热器原理、特点、投产日期等内容。

4 回转式空气预热器的设备规范

回转式空气预热器的设备技术规范见表1～表7。

表1 回转式空气预热器本体的设备技术规范

序号	项 目	单 位	技术规范	说 明
1	型式型号			生产厂家
2	数量	台		
3	转子额定转速	r/min		
4	总重量	t		
5	L质流向			
6	综合冷端温度	℃		见附录 A
7	换热面	冷 端	m ²	单面计或双面计
		热 端	m ²	单面计或双面计

中华人民共和国国家经济贸易委员会 2001-02-12批准

2001-07-01 实施

续表

序号	项 目	单 位	技术 规范	说 明
8	转子内径	mm		对风罩回转式空气预热器,是指定子直径
9	换热面高度	mm		
10	通流截面的分配 烟/一次风/二次风			

表 2 传动装置设备技术规范

序 号	项 目	单 位	主 电 动 机	辅 助 电 动 机	盘 车 电 动 机
1	型号				
2	额定功率	kW			
3	额定电压	V			
4	额定电流	A			
5	启动电流	A			
6	转速	r/min			
7	绝缘等级/温升	℃			
8	重量	kg			

表 3 漏风控制系统技术规范

序 号	项 目	单 位	技术 规范	说 明
1	电动机	型 号		
2		功 率	kW	
3		转 速	r/min	
4	减速器型号			
5	额定提升负荷	t		
6	极限行程	第一上限	mm	
		第二上限	mm	
7	提升杆最大行程			
8	提升杆升降速度	mm/min		

表 4 吹灰器、水冲洗装置技术规范

序 号	项 目	单 位	吹灰器	水 冲 洗 装 置
1	型号			
2	介质			
3	介质压力	MPa		
4	介质温度	℃	(蒸汽过热度 > 110℃)	
5	布置			
6	喷嘴数目	个		
7	总的运行时间	min		
8	介质用量(每只喷嘴)	kg/min		
9	吹灰(冲洗)的顺序			

表 5 消防设备技术规范

序 号	项 目	单 位	技术 规范	说 明
1	型号			
2	介质压力	MPa		
3	喷枪流量	kg/min		
4	数量	套		
5	布置			
6	着火监测设备	套		安装位置、类型
7	报警温度	℃		
8	温度梯度报警	℃/s		

表6 回转式空气预热器润滑系统技术规范

序号	项目		单位	技术规范	说明
1	转 子 轴 承	导向轴承	型 号		
			润滑方式		
		推力轴承	润滑油牌号		油量、油位
			型 号		
		润滑方式			
		润滑油牌号		油量、油位	
2	滑 润 油 站	电动机型号			
		油泵型号			
		润滑油牌号		油量、油位	
3	传 动 装 置	联轴器型号			
		减速器型号			
		速 比			
		润滑方式			
		润滑油牌号		油量、油位	

表7 空气预热器设计参数

序号	设计参数		单 位	状态1 (额定值)	状态2 ()	状态3 ()
	项 目					
1	机组负荷		MW			
2	进口烟气流量		kg/s			
3	出口烟气流量		kg/s			
4	进口空气流量	一次风	kg/s			
		二次风	kg/s			
5	出口空气流量	一次风	kg/s			
		二次风	kg/s			
6	漏风率		%			
7	进口烟气温度		℃			
8	出口烟气温度, 校正前		℃			
9	出口烟气温度, 校正后		℃			
10	进口空气温度	一次风	℃			
		二次风	℃			
11	出口空气温度	一次风	℃			
		二次风	℃			
12	热端空气与烟气压差	一次风	kPa			
		二次风	kPa			
13	冷端烟气与空气压差	一次风	kPa			
		二次风	kPa			
14	流动阻力	烟气侧		kPa		
		空气侧	一次风	kPa		
			二次风	kPa		
15	进口烟气过剩空气系数		%			
16	设计燃料		外在水分 M_f %; 内在水分 M_{ch} %; 全水分 M_t %; 灰分 A_{ad} %; 挥发分 V_{ad} %; 固定碳 FC_{ad} %; 硫分 S_{ad} %; 低位发热量 $Q_{net,ad}$ kJ/g; 灰成分 ; 灰熔融性软化温度 ST ℃; 哈氏可磨性指数 HGI			

5 启动前的检查

- 5.1 进、出口烟风道应无变形，支吊牢固。膨胀节安装正确，烟、风道支撑不得妨碍烟、风道正常膨胀。
- 5.2 回转式空气预热器及烟、风道内应无人、无杂物，无积灰、无积水。
- 5.3 现场设备标志齐全、正确。
- 5.4 人孔门、检查孔、观察孔及烟道防爆门应关闭严密。观察孔的玻璃清晰。
- 5.5 电动机、减速器安装牢固。电动机绝缘合格、接地线完整、可靠。
- 5.6 各温度、压力测点完好，指示正确。
- 5.7 吹灰装置及系统完整、无变形和其他异常情况。
- 5.8 回转式空气预热器本体支承完好，临时支撑及固定设施应已拆除。膨胀时不应受阻。
- 5.9 确认回转式空气预热器密封间隙符合设定值，有漏风控制装置的，漏风控制装置应完好。
- 5.10 手动盘车驱动转子一圈以上，无异常。
- 5.11 确认每台电动机的旋转方向正确。
- 5.12 各润滑油系统及部件按规定加油，油位计油位正确、清晰。
- 5.13 消防装置完好，系统完整，消防水压力正常。
- 5.14 冲洗水系统完整，阀门关闭严密并挂“严禁开启”警示牌。
- 5.15 所有外部保温完好。
- 5.16 压缩空气系统正常。
- 5.17 冷却水系统正常。
- 5.18 主、辅电动机和润滑油泵已送电。

6 启动前的试验

- 6.1 润滑油站的试验。
- 6.2 主、辅电动机的联锁试验。
- 6.3 吹灰器试验。试验正常后，确认吹灰器已复位。
- 6.4 着火报警试验。
- 6.5 转子停转报警试验。
- 6.6 轴承温度报警试验。
- 6.7 有漏风控制装置的，进行漏风控制系统试验。试验正常后，将密封板置于第一上限位置。
- 6.8 烟、风挡板开关及联锁试验。
- 6.9 对推力轴承采用滑动轴承的回转式空气预热器，进行推力轴承磨损极限报警试验。

7 回转式空气预热器的启动

- 7.1 确认回转式空气预热器检修工作已全部结束。
- 7.2 关闭回转式空气预热器烟、风隔离挡板。
- 7.3 投入着火报警系统。
- 7.4 确认吹灰汽（气）源，吹灰参数符合规定，确认消防设备在备用状态。

- 7.5 投入转子停转报警。
- 7.6 投入冷却水系统。
- 7.7 投入压缩空气。
- 7.8 启动润滑油系统。检查油压、油温、油位正常，投入联锁开关。
- 7.9 启动主电动机，观察电流值。一般正常电流应稳定在额定电流的 50% 左右的某一数值，其波动幅度不大于 $\pm 0.5A$ 。
- 7.10 转子停转报警信号消失。
- 7.11 全面检查空气预热器，确认运行正常。
- 7.12 打开空气预热器烟、风隔离挡板。
- 7.13 投入空气预热器主、辅电动机联锁。
- 7.14 投入漏风控制系统。
- 7.15 新安装和改造后的回转式空气预热器要经过不少于 48h 的试运行，大小修后的回转式空气预热器不小于 4h 的试运行。

8 回转式空气预热器的运行与维护

- 8.1 在锅炉带负荷期间，如果发现综合冷端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。
- 8.2 大小修或改造后的回转式空气预热器首次热态试运或密封系统重新设定后，密封片的摩擦会造成回转式空气预热器的驱动电动机电流值偏高，并有小摆动，待密封片磨合后便可恢复正常值，应注意监视驱动电动机电流不超标。
- 8.3 控制锅炉变负荷速率和回转式空气预热器温差，确保驱动电动机电流不超过最大值。
- 8.4 在某些特殊运行工况下（如锅炉安全门整定），可能引起动静部分摩擦。此时，可通过增加空气流量或降低回转式空气预热器入口烟温的方法，确保转子变形不超过允许值。
- 8.5 锅炉启动或低负荷运行时，加强对回转式空气预热器烟、风温和传热元件的壁温（特指风罩回转式空气预热器）的监视，预防回转式空气预热器内部着火。一旦发现着火报警，立即投入回转式空气预热器蒸汽吹灰，并进行全面检查。
- 8.6 检查回转式空气预热器润滑油系统，每班至少一次。
- 8.7 润滑油压在 0.25MPa ~ 0.5MPa 之间，滤网压差应小于 0.05MPa，若压差大于 0.05MPa 时，应切换备用滤网，并通知检修人员更换或清理堵塞的滤网。润滑油位正常，无泄漏。
- 8.8 回转式空气预热器运行中记录下列参数：
 - a) 驱动电动机的电流值；
 - 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。

9 回转式空气预热器的停运

- 9.1 当锅炉下一次启动为冷态时的停运操作步骤
 - 9.1.1 在减负荷前，按 10.1 进行空气预热器吹灰。
 - 9.1.2 将漏风控制系统的密封板提升至第一上限后并退出。

9.1.3 逐渐打开回转式空气预热器烟气入口旁路门，使外界冷空气进入回转式空气预热器内烟气侧，进行冷却。

9.1.4 停送风机、引风机。

9.1.5 关闭回转式空气预热器烟、风挡板。保持引风机挡板置于开启位置。

9.1.6 停暖风器。

9.1.7 保持回转式空气预热器运转直至排烟温度降到 80℃ 以下，关闭引风机挡板。

9.1.8 切除转子停转报警系统。

9.1.9 保持着火报警系统运行。

9.1.10 解除主、辅电动机联锁。

9.1.11 停回转式空气预热器主电动机。

9.1.12 转子停转后，停止轴承润滑油泵运行，关闭冷却水。

注：若回转式空气预热器换热面需清洗，则在锅炉停运后回转式空气预热器入口烟温降至 200℃ 时，方可进行回转式空气预热器水冲洗工作。

9.2 当锅炉下一次启动为热态时的停运操作步骤

9.2.1 停炉前注意观察回转式空气预热器烟侧压降、风侧压降，漏风和排烟温度等情况。减负荷前，进行回转式空气预热器吹灰。

9.2.2 将漏风控制系统的密封板提升至第一上限，不退出。

9.2.3 逐渐打开回转式空气预热器的烟气入口旁路门，使外界空气进入回转式空气预热器烟气侧，进行冷却。

9.2.4 停送风机、引风机。

9.2.5 关闭回转式空气预热器烟、风挡板，保持引风机挡板置于开启位置。

9.2.6 停暖风器。

9.2.7 保持回转式空气预热器运转直至排烟温度降到 80℃ 以下，根据需要解除主、辅电动机联锁，停回转式空气预热器主电动机。关闭引风机挡板。

9.2.8 保持着火报警系统运行。

9.2.9 保持冷却水系统运行。

9.2.10 保持润滑油系统运行。

9.2.11 保持转子停报警系统。

9.2.12 停炉后要密切监视回转式空气预热器轴承温度。

9.2.13 回转式空气预热器停运前后，注意监视烟、风温及壁温情况，防止火灾。

10 回转式空气预热器蒸汽吹灰及水（碱液）清洗

10.1 回转式空气预热器蒸汽吹灰

10.1.1 开启吹灰系统疏水门和来汽门，调整吹灰器参数至规程规定值。充分疏水后关闭疏水门，进行吹灰。

10.1.2 吹灰结束后，开启电动疏水门，关闭吹灰来汽门，10min 后关闭疏水门。

10.1.3 程控吹灰在控制盘上操作。

10.1.4 就地吹灰：

a) 将控制开关切换至就地位置。

b) 选择吹灰器（先下后上）。

- c) 启动吹灰器。
- d) 正常运行时，每班吹灰一次。

10.1.5 在下列情况下，应增加吹灰次数：

- a) 空气预热器的压降大于设计值；
- b) 锅炉点火后及低负荷运行期间；
- c) 负荷变化频繁；
- d) 燃烧恶化，飞灰可燃物增加；
- e) 停炉或减负前。

10.1.6 注意事项：

- a) 两台回转式空气预热器可同时吹灰，但同一回转式空气预热器上、下吹灰器不能同时运行；
- b) 锅炉吹灰应按先回转式空气预热器，再炉膛、省煤器，最后回转式空气预热器的顺序进行。

10.2 回转式空气预热器水（碱液）清洗

10.2.1 当回转式空气预热器的烟风压降明显偏高且吹灰效果不佳时，应进行回转式空气预热器水（碱液）清洗，在回转式空气预热器碱液清洗时，根据回转式空气预热器历次检修所掌握的情况及停炉前回转式空气预热器运行状态，确定进行碱液清洗或水清洗。碱液清洗后，必须进行水清洗。

10.2.2 回转式空气预热器碱液清洗的步骤如下：

- a) 停止主、辅电动机，启动低速水冲洗电动机。
- b) 打开烟、风道底部排放阀，并确保畅通。
- c) 投入碱液清洗加热系统，达到清洗参数，保持清洗水压力。
- d) 按照先下后上的原则反复清洗。
- e) 在清洗过程中，定期检查排污情况，当排污携带灰粒较少时，停止碱液清洗。

10.2.3 回转式空气预热器水清洗的步骤如下：

- a) 停止主、辅电动机，启动低速水冲洗电动机。
- b) 打开烟、风道底部排放阀，并确保畅通。
- c) 投入清洗水系统（冬季时，注意水温，防止结冰），保持清洗水压力。
- d) 按照先下后上的原则反复清洗。
- e) 在清洗过程中，定期检查排水，当排水携带灰粒较少且清洗水与排水的 pH 值差小于 1 时，停止水清洗。
- f) 关闭所有清洗水阀门，关闭排水阀。

10.2.4 对回转式空气预热器必须进行干燥。干燥方法如下：

- a) 若锅炉为热态，可用锅炉余热烘干。
- b) 锅炉冷态时可启动送风机，投入暖风器用温风烘干。若不允许开送风机，可先自然通风干燥，待条件满足时开送风机烘干。
- c) 锅炉上水加热后，可适当开启引风机挡板，用炉内温风烘干，完全干燥后方可启动锅炉。

11 运行故障的处理

11.1 主、辅电动机停转

11.1.1 现象:

- 转子停转报警。
- 驱动电动机电流到零,相应侧的送风机、引风机跳闸。
- 事故喇叭响,光字牌报警。

11.1.2 原因:

- 电源故障。
- 电动机损坏或过载。
- 传动装置损坏或失灵。
- 导向轴承或推力轴承损坏。
- 回转式空气预热器内有异物卡住(此时电动机电流先增大后至零)。
- 回转式空气预热器内部着火,严重变形。
- 漏风控制系统过行程,导致转子卡涩。

11.1.3 处理:

- 若跳闸前无异常信号,电流正常,可强合一次。
- 若单台回转式空气预热器不能强合或强合不成功时,确认相应侧的送风机、引风机已经停止运行,关闭进、出口挡板,并闭烟气联络挡板和冷风联络挡板。提起漏风控制系统的密封板置于第一上限位置。锅炉降负荷,降低烟气温度的并进行空气预热器手动盘车。
- 联系检修,立即消除相应缺陷。若缺陷不能消除并对回转式空气预热器造成危害时,应申请停炉处理。

11.2 轴承温度高报警

11.2.1 现象:

- 轴承温度高。
- 轴承有异音。

11.2.2 原因:

- 冷却水不足或中断。
- 中心筒密封装置漏风。
- 润滑油不足或太多,油质变差。
- 润滑油站故障。
- 轴承故障、着火。
- 油密封圈损坏。

11.2.3 处理:

- 轴承温度高报警,应检查原因,并联系检修处理。
- 轴承温度高高报警,应停止空气预热器运行。

11.3 驱动电动机电流过高

11.3.1 现象:

- 电流过高或摆动大。
- 空气预热器内或传动装置有异音。

- c) 电动机外壳温度升高。

11.3.2 原因:

- a) 动静摩擦。
- b) 轴承损坏。
- c) 电动机绕组故障。
- d) 传动装置故障。
- e) 异物卡涩。

11.3.3 处理:

- a) 动静摩擦不太严重时, 可维持正常运行, 并检查原因。
- b) 当电流超过额定电流 10%, 最长运行时间应不大于 8h。
- c) 当电动机电流长期摆动较大时, 应停止回转式空气预热器运行, 立即降负荷, 停止相应侧的送风机、引风机运行, 关闭回转式空气预热器隔离挡板或烟气(空气)联络挡板。控制该侧回转式空气预热器进口烟气温度¹⁾。手动盘车至顺畅后, 重新启动。通知检修人员检查。

- d) 若有机机械损坏, 要尽快停止回转式空气预热器, 进行处理。

11.4 回转式空气预热器内部着火

11.4.1 现象:

- a) 着火声光报警。
- b) 排烟温度不正常升高。
- c) 热风温度不正常升高。
- d) 壁温不正常升高。
- e) 炉膛负压波动大。回转式空气预热器烟、风压波动大。
- f) 从回转式空气预热器观察孔可看到火星。

11.4.2 原因:

- a) 传热面上积存的可燃物太多, 尤其在煤、油混烧阶段。
- b) 吹灰不正常。
- c) 油枪雾化不良。
- d) 锅炉燃烧不稳定。

11.4.3 处理:

11.4.3.1 一旦接到报警, 运行人员应采取如下行动:

- a) 投入回转式空气预热器蒸汽吹灰。
- b) 确认控制室内回转式空气预热器着火报警指示。
- c) 就地检查控制面板, 确定报警的真实性。
- d) 观察回转式空气预热器内部是否有火星。
- e) 在进一步采取灭火措施前, 确认空气预热器着火。

11.4.3.2 停炉。停止送风机、引风机、一次风机, 关闭一切烟、风挡板和可能进风的孔洞。

11.4.3.3 保持空气预热器运行。

1) 为防止回转式空气预热器转子变形, 推荐进口烟气温度为 280℃ 以下。

- 11.4.3.4 打开空气预热器底部烟、风道排放阀。
- 11.4.3.5 开启消防系统进行灭火，检查烟、风道底部排放门是否有污水排放。
- 11.4.3.6 继续喷水，直到火焰全部熄灭，转子完全冷却。
- 11.4.3.7 应注意观察另一台空气预热器是否有类似的情况。

11.5 厂用电中断

11.5.1 现象：

- 控制室灯光亮度变暗，事故照明自投。
- 所有动力机械电流表到零，压力、流量、汽温二次表指示到零或不动。
- 各转动电动机指示灯闪光，事故喇叭响。
- 锅炉跳闸。

11.5.2 处理：

- 投入保安电源，或空气马达。
- 将漏风控制系统的密封板置于第一上限位置。
- 启动低速盘车电动机，必要时手动盘车。

11.6 漏风控制系统故障

11.6.1 现象：

- 驱动电动机电流摆动大。
- 空气预热器内部有异音。
- 漏风控制系统故障报警。

11.6.2 原因：

- 空气预热器传感器异常。
- 扇形板过调，漏风控制系统驱动机构故障。
- 电源消失。

11.6.3 处理：

- 投入备用电源。
- 将漏风控制系统的密封板置于第一上限位置。
- 检查原因，并联系检修处理。

附录 A

(提示的附录)

综合冷端温度

A1 定义：空气预热器进口空气温度与烟气出口温度之和。

A2 公式：

$$t = t_r + t_y$$

式中： t_r ——空气进口温度，℃；

t_y ——烟气出口温度，℃；

t ——综合冷端温度，℃。

A3 综合冷端温度与燃料含硫量的变化曲线见图 A1。

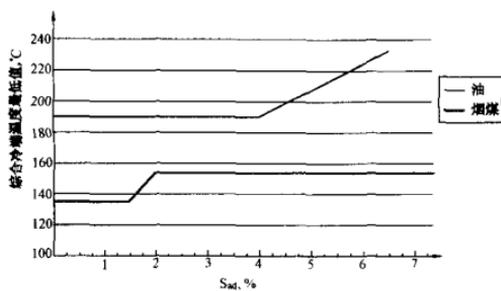


图 A1 综合冷端温度与燃料含硫量变化曲线