

## 锅炉化学清洗规则

1.1 为防止因化学清洗不当而危及**厦门锅炉**安全运行，保证**厦门锅炉**化学龄前清洗安全可靠，根据《锅炉水处理监督管理规则》，制订本规则。

1.2 本规则适用于以水为介质的固定式**厦门锅炉**（以下简称锅炉）的化学清洗。不适用于原子能锅炉的清洗。

1.3 从事**厦门锅炉**化学清洗的单位必须按《锅炉水处理监督管理规则》的规定，取得省级以上（含省级）**厦门锅炉**锅炉压力容器安全监察机构的资格订可，才能承担相应级别的锅炉化学清洗。对锅炉实施碱煮的单位不需要进行资格认可。

1.4 清洗单位须按《锅炉水处理监督管理规则》的要求，配备相应的专业技术人员和操作化验人员、清洗设备及化验分析仪器，健全质保体系，完善并认真执行各项管理制度。锅炉化学清洗时应做到资料齐全、现场记录清楚完整、数据真实准确并应妥善保存。1.5 清洗单位在锅炉化学清洗前，应制订清洗方案并持清洗方案、清洗资格证和清洗人员证书等有关资料到锅炉登记所在地的锅炉压力容器安全监察机构办理备案手续。

清洗结束时，清洗单位和**厦门锅炉**使用单位及锅炉压力容器安全监察机构或其授权的锅炉检验单位应对清洗质量进行检查验收。

1.6 各级**厦门锅炉**压力容器安全监察机构负责监督本规则的执行。

### 第二章 一般要求

#### 2.1 清洗前的准备

2.1.1 **厦门锅炉**化学清洗前应详细了解锅炉的结构和材质，并对锅炉内外部进出口行仔细检查，以确定清洗方式和制订安全措施。如锅炉有泄漏或堵塞等缺陷，应采取有效措施预先处理。

2.1.2 清洗前必须确定水垢类别。应在锅炉不同部位取有代表性的水垢样品进行分析。水垢类别的鉴别方法见附录 1《水垢类别的鉴定方法》。额定工作压力 2/5MPa 的锅炉需作垢样定量分析。

2.1.3 清洗前必须根据锅炉的实际情况，由专业技术人员制订清洗方案，并经技术负责人批准。清洗方案应包括下列内容：

- (1) **厦门锅炉**使用单位名称、锅炉型号、登记编号、投运年限及上次酸洗时间等；
- (2) **厦门锅炉**是否存在缺陷；
- (3) **厦门锅炉**结垢或锈蚀的状况，包括水垢的分布、厚度（或沉积物量）、水垢分析结果和设备状况；
- (4) 清洗范围、清洗工艺；
- (5) 根据“清洗工艺小型试验”、锅炉结构和锅炉的材质及垢量、清洗系统等确定清洗剂、缓蚀剂、钝化剂和其安助剂的浓度、用量及清洗温度、时间等工艺条件；
- (6) 化学龄前 清洗系统图；
- (7) 清洗所需采取的节流、隔离、保护措施；
- (8) 清洗过程中，应监测和记录的项目；
- (9) 清洗废液的排放处理；
- (10) 清洗后的清扫或残垢清理，清洗质量验收条件等。

2.1.4 清洗前对化学清洗的药品如原液纯度、所选择的缓蚀剂缓蚀效率等进行复验，并按技术、安全措施的要求做好设备、材料、化验仪器和试剂、安全用品及其它清洗所需物品的准备。2.2 清洗系统的设计

2.2.1 化学清洗系统应根据锅炉结构、清洗介质和清洗方式、水垢的分布状况、锅炉房条件和环境及清洗的范围等具体情况进行设计。

2.2.2 锅炉采用循环清洗时，其系统设计应符合下列要求：

- (1) 清洗箱应耐腐蚀并有足够的容积和强度，可保证清洗液畅通，并能顺利地排出沉渣；
- (2) 清洗泵应耐腐蚀，泵的出力应能保证清洗所需的清洗液流速和扬程，并保证清洗泵连续可靠运行；
- (3) 清洗泵入口或清洗箱出口应装滤网，滤网孔径应小于 5mm，且应有足够的通流截面；
- (4) 清洗液的进管和回管应有足够的截面积以保证清洗液流量，且各回路的流速应均匀；
- (5) **厦门锅炉**顶部及封闭式清洗箱顶部应设排气管。排气管应引至安全地点，且应有足够的流通面积；
- (6) 应标明监视管、采样点和挂片位置；
- (7) 清洗系统内的阀门应灵活、严密、耐腐蚀。含有铜部件的阀门、计量仪表等应在酸洗前拆除、封堵或更换成涂有防

**厦门锅炉|漳州锅炉|泉州锅炉|龙岩锅炉|福州锅炉|福建锅炉|莆田锅炉|厦门循环水|厦门杀菌灭藻剂|漳州杀菌灭藻剂|厦门防蚀防垢剂|漳州防蚀防垢剂|厦门水垢清洗剂|漳州水垢清洗剂|厦门除垢剂|漳州除垢剂|厦门除渣剂|漳州除渣剂|**

防腐涂料的管道附件。过热器内应充满加有联氨  $N_2H_4$  100-300mg/L 或醛肼 100-300mg/L, PH 值为 9.5-10.0 (用氨水调 pH 值) 的除盐水作保护。所有不参与清洗的系统、管道等都应严隔离;

(8) 必要时可装设喷射注酸装置、蒸汽加热装置和压缩空气装置;

(9) 应避免将炉前系统的脏物带入锅炉本体和过热器。一般应将锅炉分为炉前系统、炉本体和蒸汽系统三个系统进行清洗。

### 2.3 清洗介质的要求

2.3.1 清洗介质的选择, 应根据垢的成分, 锅炉设备的结构、材质, 清洗效果, 缓蚀效果, 药剂的毒性和环保的要求等因素进行综合考虑。一般应通过试验选用。

2.3.2 一般情况下不得利用回收的酸洗废液清洗锅炉。特殊情况下回收利用的酸液中铁离子总量不得超过 250mg/L。

2.3.3 清洗时必须根据清洗介质、温度、锅炉材质等因素选择合适的缓蚀剂。缓蚀剂的缓蚀效率达到  $98 \times 10^{-2}$  以上, 并且不发生氢脆、点蚀及其它局部腐蚀, 同时应尽量选择气味小、无有害作用、性能稳定、水溶性及均匀性好的缓蚀剂。2.3.3.1 如清洗中需添加清洗助剂的, 应预先对加助剂后的缓蚀剂进行缓蚀效率测定, 以防有些助剂对缓蚀性能产生影响。测定方法见附录 2《缓蚀剂缓蚀效率和酸洗剂腐蚀速率的测定方法》。

2.3.3.2 清洗单位应定期对库存的缓蚀剂进行缓蚀率复测, 不得以锅炉清洗时腐蚀试片的测定来代替。

2.3.4 酸洗剂: 对不同的水垢和金属材料, 应选用合适的酸洗剂和助溶剂, 一般选择如下:

(1) 对碳酸盐水垢, 一般采用盐酸清洗。

(2) 对硅酸盐水垢, 可在盐酸中添加氢氟酸或氟化物清洗。

(3) 对硫酸盐水垢或硫酸盐与硅酸盐混合水垢, 应预先碱煮转型, 然后再用盐酸或盐酸添加氟化物清洗。

(4) 对氧化铁垢, 可在盐酸中添加氟化物或采用硝酸清洗。

(5) 对于电站锅炉, 当氧公铁垢中含铜量较高 ( $CUO$  510-2) 时, 应采取防止金属表面产生镀铜的措施, 一般可选用盐酸加氟化物及硫脲等清洗助剂。

(6) 奥氏体钢的清洗, 不可选用盐酸作清洗剂。对于含铬材料的锅炉部件的清洗, 一般可选用氢氟酸、EDTA、柠檬酸或甲酸、己酸等有机混合酸作清洗剂。

### 2.3.5 清洗剂用量:

锅炉清洗时, 所需的盐酸 (硝酸)、EDTA、柠檬酸、缓蚀剂的用量计算方法见附录 3《清洗药品用量的计算方法》。2.4 清洗腐蚀的控制

2.4.1 清洗时必须加入合适的缓蚀剂, 其浓度和适用性应根据产品说明和试验结果确定。酸洗时一般应先加组蚀剂, 并在系统中循环均匀后, 再加酸液。缓蚀剂需和酸同时加入的, 应配制均匀后才可进入锅炉内。

2.4.2 酸洗时须防止因  $FE^{3+}$  浓度过高而引起的电化学腐蚀。当酸洗液中  $FE^{3+}$  浓度 1000/L 时, 应在酸洗液中加入还原剂 (一般应加氯化亚锡) 进行还原, 其添加量的计算可参考附录 4《酸洗中还原剂加入量的计算方法》。

### 2.4.3 酸洗液浓度的控制:

酸洗液的浓度不得过高, 最高浓度一般控制为:  $HCl$ 、 $HNO_3$ 、EDTA:  $10 \times 10^{-2}$ ;  $HF$ :  $3 \times 10^{-2}$ 。不得向锅炉内直接注入浓酸。

2.4.4 酸洗流速控制: 酸洗时, 锅炉炉管内酸液流速应维持在 0.2-0.5m/s, 但不得大于 1m/s。

### 2.4.5 酸液温度的控制:

(1) 无机酸的清洗温度宜控制在 550C 以下, 最高不得超过 650C;

(2) 有机酸的清洗温度控制为: 柠檬酸 90-980C; EDTA 110-1450C。

酸洗过程中 (除 EDTA 清洗外) 严禁采用炉膛点火方式加热酸液, 以防爆炸和产生局部过热。酸液的加热方法见附录 5《酸液加热方法》, 加热时应注意整个清洗系统的温度平衡, 避免局部温度过高而产生腐蚀。

2.4.6 酸洗时间的控制: 从酸液达到预定浓度起到开始排酸时的酸洗时间, 一般应不超过 12 小时, 对较厚和难溶水垢, 在严格监督下可适当延长酸洗时间, 延长酸洗时间的长短, 可以腐蚀量测定的方法确定。

### 2.4.7 腐蚀指示片的测定：

2.4.7.1 酸洗开始时，必须在清洗系统中挂放腐蚀指示片（一般应在清洗箱或循环管路及锅内分别挂放）。腐蚀指示片的材质应与锅炉被清洗部分的材质相同，其制作与腐蚀测定方法见附录 6《腐蚀指示试片的制作与腐蚀测定方法》。2.4.7.2 金属腐蚀速度的计算方法如下：腐蚀速度  $u = \Delta m / S t \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$  式中： $\Delta m$ —酸洗前与酸洗后腐蚀试片的质量之差， $g$ （均用万分之一分析天称重）； $S$ —腐蚀试片的总表面积， $\text{m}^2$ ； $t$ —酸洗时间，小时，其计算方法为：

- （1）循环清洗，从清洗系统进、出口酸度趋于一致起到开始排酸止的时间。
- （2）开式清洗，从清洗系统开始加酸起到停止加酸止的时间。

2.4.8 锅炉化学清洗后应尽快投入运行，若不能很快投入运行，钝化后应采取保养措施，以防腐蚀。

## 第三章

3.1 工业锅炉是指以向工业生产或生活用途提供蒸汽、热水的锅炉，一般指额定工作压力 $\leq 2.5\text{MPa}$ 的锅炉。

3.2 化学清洗条件的确定。工业锅炉化学清洗包括碱洗和酸洗两种类型。当锅炉产生水垢或锈蚀时应及时清理，但采用酸洗方法的，应符合下列条件之一，且每台锅炉酸洗间隔时间不宜少于二年。

- （1）锅炉受热面被水垢覆盖  $80 \times 10^{-2}$  以上，且平均水垢厚度达到或超过下列数值： $1\text{mm}$ ；对于有过热器的锅炉： $0.5\text{mm}$ ；对于热水锅炉： $1\text{mm}$ 。
- （2）锅炉受热面有严重的锈蚀。

### 3.3 清洗系统

工业锅炉仅采用碱洗的一般不需要循环系统。采用酸洗形式时，应采用循环清洗或循环和静态浸泡相结合的方法。

### 3.4 化学清洗工艺

3.4.1 运行锅炉化学清洗工艺包括碱煮转型、水冲洗、酸洗、酸洗后水冲洗、漂洗及钝化等各阶段，其中碱煮转型和漂洗可视具体情况免做。

3.4.2 化学清洗前，应清除锅内堆积的沉渣和污物。如有堵塞的管道应尽量预先加以疏通。

3.4.3 对以硫酸盐为主的水垢，应进行碱煮转型，要求如下：

（1）根据不垢厚度和成分，将溶解成溶液的碳酸钠和磷酸三钠混合液加入锅炉内，并使用锅水中药剂浓度均匀地达到： $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ： $(0.3-0.6) \times 10^{-2}$ ； $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ： $(0.5-1.0) \times 10^{-2}$ （相当于  $\text{PO}_4^{3-}$  浓度  $1250-2500\text{mg/K}$ ）。

（2）锅炉应缓慢升压，一般在 5 小时内使锅炉压力升至额定工作压力的二分之一并维持 36-48 小时。结垢严重的还应当延长碱煮转型时间。

厦门锅炉|漳州锅炉|泉州锅炉|龙岩锅炉|福州锅炉|福建锅炉|莆田锅炉|厦门循环水|厦门杀菌灭藻剂|漳州杀菌灭藻剂|厦门防蚀防垢剂|漳州防蚀防垢剂|厦门水垢清洗剂|漳州水垢清洗剂|厦门除垢剂|漳州除垢剂|厦门除渣剂|漳州除渣剂|

(3) 煮炉时间，应定期取样分析，当锅水碱度低于 45mmol/L，PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>浓度小于 1000mg/L 时，应适当补加碳酸钠和磷酸三钠。

(4) 碱煮转型结束后，应放尽碱液，并用水冲洗至出口水 PH 值小于 9。

### 3.4.5 酸洗控制要求如下：

3.4.5.1 酸洗液的浓度：HCl 或 HNO<sub>3</sub> (4-80×10<sup>-2</sup>，用盐酸清洗，添加氟化物助剂：HF1×10<sup>-2</sup>；或 NaF (0.5-0.8)×10<sup>-2</sup>。酸洗时间：6-10 小时。

3.4.5.2 在酸洗后阶段，应根据下列各点判断酸洗终点，及时停止酸洗：（1）酸液浓度趋于稳定：相隔 30 分钟，两次分析结果酸液浓度的绝对差值小于 0.2×10<sup>-2</sup>；

（2）铁离子浓度基本趋于平衡。

3.4.6 酸洗结束后，宜用清水迅速将锅内的酸洗废液顶出。如冲洗水量不足，也可采用边排酸边上水（排酸速度应不大于上水速度），并在冲洗的后期加适量碱液中和的方法进行退酸中和和水冲洗。水顶酸或退酸中和和水冲洗至排出液的 pH≥4.5 为止。

3.4.7 酸洗后必须进行中和、钝化，以防金属腐蚀。一般可采用下述方法钝化：水冲洗后，在系统循环下，加入 Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O，使其浓度达到 (1-2)×10<sup>-2</sup>，同时加入氢氧化钠调整 PH 值，PH 值应控制在 11-12，一般可采用小于工作压力带压钝化。当锅内钝化液浓度均匀后，关闭循环系统，然后锅炉点火，缓慢将锅炉升压至额定工作压力的二分之一左右，保压钝化时间应维持 16 小时以上。对于额外负担定工作压力≥1.6MPa。且额外负担定蒸发量≥10t/h 的锅炉，酸洗后应按电站锅炉的要求进行漂洗、钝化。

3.5 残垢清理：中和后必须打开所有的检查孔，用人工清理锅内松动的残垢和沉渣，以防水垢脱落后造成堵管。

### 3.6 清洗过程中的化学监测：

3.6.1 碱煮过程：每 4 小时（接近终点时每项 1 小时）测定碱洗液中的 pH 值、总碱度和 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>浓度。

3.6.2 酸洗过程：开始时每 30 分钟（酸少中间阶段可每 1 小时）测定酸洗液中的酸浓度、Fe<sup>3+</sup>和 Fe<sup>2+</sup>浓度，接近终点时，应缩短分析时间。

3.6.3 中和退酸水冲洗过程：后阶段每 15 分钟测定出口水的 PH 值。

3.6.4 钝化过程：每 3-4 小时测定钝化液中的 PH 值和 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>浓度。

上述项目的测定方法见附录 7《清洗过程化学监测分析方法》

### 3.7 清洗质量验收要求

厦门锅炉|漳州锅炉|泉州锅炉|龙岩锅炉|福州锅炉|福建锅炉|莆田锅炉|厦门循环水|厦门杀菌灭藻剂|漳州杀菌灭藻剂|厦门防蚀防垢剂|漳州防蚀防垢剂|厦门水垢清洗剂|漳州水垢清洗剂|厦门除垢剂|漳州除垢剂|厦门除渣剂|漳州除渣剂|

### 3.7.1 除垢率：

- (1) 清洗以碳酸盐为主水垢，除垢面积应达到原水垢覆盖面积的  $80 \times 10^{-2}$  以上。
- (2) 清洗硅酸盐或硫酸盐水垢，除垢面积应达到原水垢覆盖面积的  $60 \times 10^{-2}$  以上。

如除垢率低于上述规定，或虽达到规定要求但锅炉主要受热面上仍覆盖有难以清理的水垢时，应在维持锅水碱度达到以水质标准上限值的条件下，将锅炉运行 1 个月左右再停滞不前炉，用人工清理脱落的垢渣和残垢。

3.7.2 锅炉清洗表面应形成良好的钝化保护膜，金属表面不出现二次浮锈，无点蚀。

3.7.3 用腐蚀指示片测量的金属腐蚀速度的平均值应小于  $6\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，且腐蚀总量不大于  $72\text{g}/\text{m}^2$ 。

3.7.4 锅内所有水冷壁管和对流管等都应畅流无阻。如清洗前已堵塞的管子，清洗后仍无法疏通畅流的，应由有资格的单位修理更换。

## 第四章

4.1 电站锅炉是指以发电和热、电联产为主要目的的锅炉，一般指额定工作压力  $\geq 3.8\text{MPa}$  的锅炉。

### 4.2 电站锅炉化学清洗条件的确定：

4.2.1 新建锅炉的化学清洗，应能除去新建锅炉在轧制、加工过程中形成的高温氧化物以及在存放、运输、安装过程中所产生腐蚀产物、焊渣和泥沙污染物等。其清洗范围为：

(1) 直流炉和额定工作压力为  $9.8\text{MPa}$  及以上的锅筒式锅炉，在投产前必须进行酸洗，额定工作压力在  $9.8\text{MPa}$  以下的锅筒式锅炉，除锈蚀严重者外，一般可不进行酸洗，但必须进行碱煮。

(2) 再热器一般不进行化学清洗，但额定工作压力大于  $13.0\text{MPa}$  锅炉的再热器可根据情况进行化学清洗。清洗时必须保证管内流速大于  $0.15\text{m/s}$ ，过热器进行化学清洗时，必须有防止立式管产生气塞和腐蚀产物的管内沉积的措施。

(3) 容量为  $200\text{MW}$  以上的机组，凝结水及高压给水系统必须进行化学清洗（不包括高压加热器）；容量为  $200\text{MW}$  以下的机组，凝结水及高压给水管道的化学清洗，应根据管道内壁的腐蚀产物情况决定。

### 4.2.2 运行锅炉化学清洗的确定：

(1) 当水冷壁管内的沉积物量或锅炉化学清洗的间隔时间超过表 1 中的极限值时，就应安排化学清洗。锅炉化学清洗的间隔时间，也可根据运行水质的异常情况和大修时锅炉的检查情况，作适当变更。

#### 1 确定运行锅炉需要化学清洗的条件 炉型

锅筒式锅炉

直流炉

厦门锅炉|漳州锅炉|泉州锅炉|龙岩锅炉|福州锅炉|福建锅炉|莆田锅炉|厦门循环水|厦门杀菌灭藻剂|漳州杀菌灭藻剂|厦门防蚀防垢剂|漳州防蚀防垢剂|厦门水垢清洗剂|漳州水垢清洗剂|厦门除垢剂|漳州除垢剂|厦门除渣剂|漳州除渣剂|

额定工作压力 MPa

<6.0

6.0-13.0

>13.0

沉积物量\*g/m<sup>2</sup>

600-900

400-600

300-400

200-300

清洗间隔年限 a

一般 12-15

10

6

4

注：表中的沉积物量，是指在水冷壁管热负荷最高处向火侧 180 部位割管取样，用洗垢法测得的沉积物量。洗垢法测定垢量的方法见附录 8《确定清洗工艺的小型试验方法》。

(2) 燃油燃气锅炉和液排渣炉，应按表 1 中规定的提高一级参数锅炉的沉积物极限量确定化学清洗。一般只需清洗锅炉本体，蒸汽通流部分是否进行化学清洗，应根据实际情况决定。

4.3 清洗前应完成的准备工作：

4.3.1 机组热力系统已安装或检修完毕，并经水压试验合格。

4.3.2 临时系统安装完毕后，应通过 1.5 倍清洗工作压力的热水水压试验。清洗泵和各种计量泵及其它转动机械经试运转无异常。

4.3.3 储、供水的质量和数量已能满足化学清洗和冲洗的用水需要。清洗用水量可参照附录 9《发电锅炉化学清洗用水》。

4.3.4 废液处理临时或正规设施应安装完毕，并能有效地处理排放废液。

4.3.5 安装在临时系统中的温度、压力、流过表计及分析仪器应经计量校验合格，并备齐全。腐蚀指示片、监视管等制作完毕。

4.4 清洗系统及其安装

4.4.1 清洗方式应根据清洗介质和炉型来选择，一般盐酸、柠檬酸、EDTA 等采用循环清洗，氢氟酸采用开式清洗。

4.4.3 清洗系统的安装应符合下列要求：

4.4.2.1 安装临时系统时，水平敷设的临时管道，朝排水方向的倾斜度不得小于 1/200。应保证临时管道的焊接质量。焊接部位应位于易观察之处，焊扫不宜靠近重要设备。

4.4.2.2 所有阀门在安装前，必须研磨，更换法兰填料，并进行水压试验。阀门压力等级必须高于清洗时相应的压力等级。阀门本身不得带有钢部件。阀门及法兰填料应采取耐酸、碱的防腐材料。EDTA 清洗时，升温后应检查并紧固循环系统内所有的法兰螺栓。

4.4.2.3 清洗箱的标高及液位应能满足清洗泵的吸人高度，以防泵抽空。安装泵进、出口管道时，应考虑热膨胀补偿措施，不便水泵受到过大的推力。

4.4.2.4 可在锅筒上设临时液位计及液位报警讯号。根据循环流速的要求，在锅筒下降管口设节流装置，并将锅筒放水管加高。

4.4.2.5 清洗系统中的监视管段应选择脏污程度比较严重，并带有焊口的水冷壁管，其长度为 350-400mm，两端焊有法  
 厦门锅炉|漳州锅炉|泉州锅炉|龙岩锅炉|福州锅炉|福建锅炉|莆田锅炉|厦门循环水|厦门杀菌灭藻剂|漳州杀菌灭藻剂|厦  
 门防腐防垢剂|漳州防腐防垢剂|厦门水垢清洗剂|漳州水垢清洗剂|厦门除垢剂|漳州除垢剂|厦门除渣剂|漳州除渣剂|

兰盘，监视管段一般安装于循环泵出口，必要时高压锅炉还应在水冷壁管处设置监视管装置。

4.4.3 不参加化学清洗的设备、系统应与化学清洗系统可靠地隔离，要求：

- (1) 拆除锅筒内不宜清洗的装置；
- (2) 水位计及所有不耐腐蚀的仪表，取样、加药等管道均应与清洗液隔离；
- (3) 过热器若不参加清洗，应采取充满除盐水等保护措施。

4.4.4 为维持锅炉清洗液的温度，应严密封闭炉膛及尾部烟道出口。

4.4.5 在锅筒不位监视点、加药点及清洗泵等处，应设通讯联络点。

4.4.6 应将清洗系统图挂于清洗现场。系统中的阀门应按图纸编号，并挂编号牌。管道设备应标明清洗液流动方向，并经专人核对无误。

4.4.7 系统安装完毕后应清理系统内的砂石、焊渣和其它杂物。

#### 4.5 电站锅炉化学清洗工艺

一般工艺步骤为：系统水冲洗、碱洗、碱煮转型、碱洗后的水冲洗、酸洗、酸洗后的水冲洗、漂洗和钝化，其清洗工艺的主要控制条件见附录 10《电站锅炉化学清洗工艺综合表》。

##### 4.5.1 系统水冲洗

新建锅炉，在化学清洗前必须进行水冲洗。可用过滤后的澄清水或工业水进行分段冲洗，冲洗流速一般为 0.5-1.5m/s。冲洗终点以出水达到透明无杂物为准。

##### 4.5.2 碱洗或碱煮

4.5.2.1 新建锅炉仅实施碱煮的，在煮炉过程中，需由底部排污 2-3 次已煮炉结束后进行大量换水，待排出水和正常锅水的浓度接近，且 pH 值降至 9 左右，水温降至 70-80°C，即可将水全部排出。煮炉后应对锅炉进行内部检查，要求金属表面无腐蚀产物和浮锈，且形成完整的钝化保护膜。同时应清除堆积于锅筒、集箱等处韵污物。

4.5.2.2 酸洗前的去油碱洗，一般应采用循环清洗或循环与浸泡相结合。碱洗后用过滤澄清水、软化水或除盐水冲洗，洗至出水 pH 值垂 8.4，水质透明为止。

4.5.2.3 若水垢中硫酸盐、硅酸盐含量较高，为提高除垢效果，可在酸洗前按 3.4.3 的方法，先进行碱煮转型。

##### 4.5.3 酸洗及酸洗后的本冲洗

4.5.3.1 监视管段渍在清洗系统进酸至预定浓度后，投入循环系统，并控制监视管内流速均被清洗锅炉水冷壁管内流速相近。

4.5.3.2 酸洗时必须按清洗方案严格监控酸洗液的温度、循环流速，锅筒和酸槽的液位等，并每小时记录一次。按时巡回检查，如实记录出现的问题。

4.5.3.3 当每一回路循环清洗到预定时间时，应加强酸液浓度和铁离子浓度的测定。当各回酸洗液中酸液浓度和铁离子浓度趋于稳定和平衡，预计酸洗将绪栗蹲，可取下监视管检查清洗效果。若管段内仍有污垢，应再把监视管段装回系统继续酸洗。至监视管段内清洗于净，应再循环 1 小时，方可停止酸洗。

4.5.3.4 为防止活化金属表面产生二次锈蚀，酸洗结束时，不得采用将酸直接排空再上水的方法进行冲洗，可用纯度大于  $97 \times 10^{-2}$ ，的氮气连续顶出废酸液，也可用除盐水顶排出废酸液。酸液顶出后采用变流量水冲洗，冲洗时水流速应达到清洗流速的一倍以上，尽可能缩短冲洗时间。水冲洗至排出液的 PH 值为 4-4.5，含糊铁量小于 50mg/L 为止。

4.5.3.5 对沉积物量或垢奴较多的锅炉，酸洗后如有较多未溶解的沉渣堆积在清洗系统及设备的死角时，可在水冲洗 至出水 PH 值为 4-4.5 后，再排水用人工方法清除锅炉和酸内酌沉渣。用此法冲洗后，须经漂洗才能进行钝化。

##### 4.5.4 漂洗和钝化

4.5.4.1 采用氮气或水顶酸，即在锅内金属未接触空气的情况下可免做漂洗，若退酸水确洗后有二次锈蚀产生的，则须进行漂洗。

4.5.4.2 锅炉酸洗后必须进行钝化(除 EDTA 清洗钝化一次完成外)。如漂洗后钝化的，漂洗液申的铁离子总量应小于 300mg/L 若超过该值,应用热的除氧水更换部分漂洗液至铁离子含量小于该值。钝化过程中，应定时取样化验，如钝化液浓度降至起始浓度的二分之一时，应及时适量补加钝化液。

#### 4.6 清洗后的内部检查和系统的恢复

厦门锅炉|漳州锅炉|泉州锅炉|龙岩锅炉|福州锅炉|福建锅炉|莆田锅炉|厦门循环水|厦门杀菌灭藻剂|漳州杀菌灭藻剂|厦门防蚀防垢剂|漳州防蚀防垢剂|厦门水垢清洗剂|漳州水垢清洗剂|厦门除垢剂|漳州除垢剂|厦门除渣剂|漳州除渣剂|

4.6.1 清洗后, 应打开锅筒、集箱和直流炉的启动分离器等能打开的检查孔, 彻底清除洗下的沉渣。

4.6.2 一般应对水冷壁进行割管检查, 判断清洗效果。对于运行锅炉应在热负荷较高部位割管; 对于新建锅炉应在清洗流速最低处, 割取带焊口的管样。对于新建锅炉, 如能确定清洗效果良好的, 也可视具体情况免作割管检查。

4.6.3 清洗检查完毕后, 应将锅筒内和系统中拆下的装置和部件全部复位, 并撤掉所有的堵头、隔板、节流装置等, 使系统恢复正常。

#### 4.7 循环清洗中的注意事项

4.7.1 酸洗时, 应维持酸液液位在正常水位线上, 水冲洗时, 应维持液位比酸洗时液位略高一些, 钝化时的液位应比水冲洗的液位更高。

4.7.2 清洗液的循环方式与锅炉的结构和受热面结垢的程度等因素有关。对结垢严重的回路应先进行循环清洗, 其余回路静止浸泡, 待该回路循环一定时间后, 再依次倒换。必要时可对结垢严重的回路重复进行循环清洗。

4.7.3 为了提高清洗效果, 每一回路最好能正反向各循环一次(取决于炉管和锅筒连接的情况)。如通向锅筒的某些导汽管位置较高, 只能进行单向循环时, 酸液应由高位管进入, 低位管排出。

#### 4.8 清洗后的保养

锅炉清洗后如在一个月内不能投大运行, 应采取下列之一的防腐蚀方法进行保护;

##### 4.8.1 液相保护法:

氨液保护: 钝化液排尽后, 用  $1 \times 10^{-2}$  的氨液冲洗至排出液不含钝化剂, 再用  $(0.3-0.5) \times 10^{-2}$  的氨液充满锅炉, 进行保护。氨-联氨溶液保护: 将浓度为 500mg/L 的  $\text{NH}_3$ , 300-500mg/L 的  $\text{N}_2\text{H}_4$ , PH 值为 9.5-10 的保护液充满锅炉, 进行保护。

氨-乙醛肪( $\text{C}_2\text{H}_5\text{ON}$ )溶液保护: 将浓度为 300-500mg/L 的  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ON}$ , 加氨水调 pH 值, PH 值为 9.5-10 的保护液充满锅炉, 进行保护。

##### 4.8.2 气相保护法:

在严冬季节, 可采用充氮法保护或气相缓蚀剂保护。使用的氮气纯度应大于  $99.9 \times 10^{-2}$ , 锅炉充氮压力应维持在 0.02-0.05MPa。

#### 4.9 清洗过程的化学监测及留样分析项目

4.9.1 清洗系统中应在有代表性的部位设置便于操作的监视取样点。一般锅筒式锅炉的监视取样点布置在系统回路的入、出口处; 直流锅炉应在下列各部位分别布置取样点: (1) 凝结水处理系统出口; (2) 低压加热器出口; (3) 除氧器水箱出口; (4) 高压加热器出口; (5) 水冷壁管出口; (6) 启动分离器出口; (7) 高温过热器出口; (8) 再热器出口。

4.9.2 清洗过程应定时对清洗液进行取样化验, 化验方法见附录 7 《清洗过程化学监测分析方法及其监测的项目一般规定如下:

4.9.2.1 煮炉和碱洗过程: 锅筒式锅炉取盐段和净段的水样, 直流炉取锅炉出、入口水样, 每 2 小时测定碱度和  $\text{PO}_4^{3-}$  一次; 换水时每 2 小时测定碱度一次, 直至水样碱度与正常锅水碱度相近为止。

4.9.2.2 碱洗后的水冲洗: 每 15 分钟测定一次出口水的 PH 值, 每隔 30 分钟收集一次冲洗出口水留样分析。

4.9.2.3 循环配酸过程: 每 10-20 分钟分别测定酸洗回路出、入口酸浓度一次, 直到浓度均匀, 并达到指标要求为止。

4.9.2.4 酸洗过程: 每 30 分钟分别测定酸洗箱出口、酸洗回路出、入口的酸浓度和  $\text{Fe}^{3+}$  及  $\text{Fe}^{2+}$  的含量。

用 EDTA 清洗时, 每 1 小时(酸洗后期每 30 分钟)分别测定酸洗回路出口、入口清洗液中 EDTA 的浓度、pH 值和总铁含量。

开式酸洗系统在开始进酸时, 每 5 分钟测定一次锅炉出、入口酸液的浓度。酸洗过程中, 每 10 分钟测定一次锅炉出、入口酸液的酸浓度及含铁量。

为了计算洗出的铁渣量, 在酸洗过程中还应定期取排出液混合样品, 测定其悬浮物和总铁量的平均值。

4.9.2.5 酸洗后的水冲洗: 每 15 分钟测定一次出口水的 PH 值、酸浓度。冲洗接近终点时, 每 15 分钟测定一次含铁量。

4.9.2.6 漂洗过程: 每 30 分钟测定一次出口漂洗液的酸浓度、PH 值和含铁量, 并在漂洗结束时留样分析。

4.9.2.7 钝化过程: 每 1-2 小时测定一次钝化液浓度和 PH 值。

厦门锅炉|漳州锅炉|泉州锅炉|龙岩锅炉|福州锅炉|福建锅炉|莆田锅炉|厦门循环水|厦门杀菌灭藻剂|漳州杀菌灭藻剂|厦门防腐防垢剂|漳州防腐防垢剂|厦门水垢清洗剂|漳州水垢清洗剂|厦门除垢剂|漳州除垢剂|厦门除渣剂|漳州除渣剂|



4.9.2.8 过热器水冲洗过程:分别从饱和蒸汽和过热蒸汽取样，每 30 分钟测定一次碱度，PH 值和电导率。

4.9.2.9 留样分析项目:碱洗留样，主要测定碱度、硅酸化合物和沉积物含量；酸洗留样，主要测定悬浮总铁量；漂洗留样，主要测定沉积物含量。

4.10 清洗质员验收要求

4.10.1 被清洗的金属表面应清洁，基本上无残留氧化物和焊渣，无明显金属粗晶析出的过洗现象，不允许有镀铜现象。

4.10.2 用腐蚀指示片测量的金属腐蚀速度的平均值应小于 6g/(m<sup>2</sup>·h)，且腐蚀总量不大于 60g/m<sup>2</sup>。

4.10.3 锅炉清洗表面应形成良好的钝化保护膜，金属表现不出现二次浮锈，无点蚀。

第五章 清洗废液的处理

5.1 锅炉清洗废液应经处理后才能排放。废液处理和测定方法见附录 11《清洗废液的处理和 F-含量的测定方法》和附录 10《电站锅炉化学清洗工艺综合表》。严禁排放未经处理的酸、碱液及其它有毒废液，也不得采用渗坑、渗井和漫流的方式排放废液。

5.2 锅炉化学清洗废液的排放应依据当地受纳水域功能的要求，按 GB8978-1996《污水综合排放标准》的规定控制污染物排放浓度。其中主要的有关指标和最商允许排放浓度如下：

受纳水域

污水排放执行标准

PH

悬浮物 SSmg/L

化学需氧量 CODmg/L

氧化物(mg/L)

磷酸盐(mg/L)

III类水域或二类海域

一级

6-9

70

100

10

0.5

IV、V类水域或三类海域

二级

6-9

150

150

10

1.0

二级污水处理城镇排水系统

三级

厦门锅炉|漳州锅炉|泉州锅炉|龙岩锅炉|福州锅炉|福建锅炉|莆田锅炉|厦门循环水|厦门杀菌灭藻剂|漳州杀菌灭藻剂|厦门防蚀防垢剂|漳州防蚀防垢剂|厦门水垢清洗剂|漳州水垢清洗剂|厦门除垢剂|漳州除垢剂|厦门除渣剂|漳州除渣剂|

6-9

400

500

20

注：1.III、IV、V类水按 GB3838-88《地面水环境质量标准》划分；

2.二、三类海域按 GB3097-82《海水水质标准》划分；

3.排入未设置二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，应根据受纳水域的功能要求，分别执行一级或二级标准。

## 第六章 安全基本要求

6.1 清洗单位须根据本单位具体情况制定切实可行的安全操作规程。锅炉清洗前，工作人员必须学习并熟悉清洗的安全操作规程，了解所使用的各种药剂的特性及急救方法，并做好自身的防护。

6.2 清洗现场应备有可靠的消防设备、安全灯、充足的照明、急救药品和劳保用品。

6.3 清洗时，禁止在清洗系统上进行其它工作，酸洗时不准进行明火作业。在加药场地及锅炉顶部严禁吸烟。清洗过程中，应有专人值班，定时巡回检查，随时检修清洗设备的缺陷。

## 第七章 附 则

7.1 本规则由国家质量技术监督局负责解释。

7.2 本规则自 2000 年 3 月 1 日起施行