



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 805.2 — 2004

火电厂汽水化学导则 第 2 部分：锅炉炉水磷酸盐处理

Guideline for cycle chemistry in fossil plants
Part 2: Phosphate treatment for drum units

2004-03-09 发布

2004-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
4 总则	2
5 磷酸盐处理时的炉水质量标准	3
6 汽包锅炉炉水处理方式的选择	4
7 检测方法	5
8 药品纯度要求	6
9 炉水取样与加药	6
10 炉水质量劣化时的处理措施	6

前 言

DL/T 805《火电厂汽水化学导则》分为4部分:

第1部分:直流锅炉给水加氧处理;

第2部分:锅炉炉水磷酸盐处理;

第3部分:锅炉炉水氢氧化钠处理;

第4部分:锅炉给水处理。

本部分为DL/T 805的第2部分,是根据原中华人民共和国国家经济贸易委员会电力司《关于确认1999年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》(电力[2000]22号文第54项)的安排进行的。

炉水磷酸盐处理已有几十年的应用历史。随着机组参数和给水水质的提高,磷酸盐处理不断出现一些新的问题,然而通过研究,对磷酸盐处理机理有了新的认识,目前已发展有多种处理方式。为了提高我国应用该工艺的水平 and 指导电厂正确选用合理的处理方式,特此制订本部分。

根据机组的特性、锅炉炉水磷酸盐隐藏现象及由此造成炉管腐蚀的不同程度而采用不同的处理方式,是本部分的主要特点。

本部分对不同磷酸盐处理方式规定了炉水电导率等控制指标,以控制锅炉杂质的含量;通过对炉水加药、取样、检测方法和药品纯度的规定,使炉水磷酸盐处理规范化、合理化。另外,本部分还提出了炉水质量劣化时的处理措施。

本部分主要根据国内电厂的运行经验并参考国外标准制订。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由电力行业电厂化学标准化技术委员会归口并解释。

本部分主要负责起草单位:国电热工研究院、山西电力科学研究院。

本部分主要起草人:孙本达、宋敬霞、尚玉珍。

火电厂汽水化学导则

第 2 部分：锅炉炉水磷酸盐处理

1 范围

本部分给出了火力发电厂汽包锅炉炉水进行各种磷酸盐处理的使用条件、选用原则和控制指标。
本部分适用于火力发电厂汽包压力为 3.8MPa~19.3MPa 的锅炉的炉水处理。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 6904.1	锅炉用水和冷却水分析方法	pH 的测定	玻璃电极法
GB/T 6905.3	锅炉用水和冷却水分析方法	氯化物的测定	汞盐滴定法
GB/T 6905.4	锅炉用水和冷却水分析方法	氯化物的测定	共沉淀富集分光光度法
GB/T 6908	锅炉用水和冷却水分析方法	电导率的测定	
GB/T 6913.4	锅炉用水和冷却水分析方法	磷酸盐的测定	
GB/T 12146	锅炉用水和冷却水分析方法	氨的测定	苯酚法
GB/T 12150	锅炉用水和冷却水分析方法	硅的测定	硅钼蓝光度法
GB/T 14419	锅炉用水和冷却水分析方法	碱度的测定	

3 术语

下列定义和缩略语适用于本部分。

3.1

游离氢氧化钠 free sodium hydroxide

炉水中的氢氧化钠总量超过 Na_3PO_4 水解平衡反应所产生的那部分氢氧化钠。

3.2

磷酸盐处理 (PT) phosphate treatment

为了防止炉内生成钙镁水垢和减少水冷壁管腐蚀，向炉水中加入适量磷酸三钠的处理。

3.3

协调 pH-磷酸盐处理 (CPT) congruent phosphate treatment

为了防止炉水产生游离氢氧化钠，维持 Na^+ 与 PO_4^{3-} 的摩尔比为 2.6~3.0 的磷酸盐处理。

注 1：协调 pH-磷酸盐处理包含国外所称等成分磷酸盐处理，在我国统称协调 pH-磷酸盐处理。

注 2：为了防止发生酸性磷酸盐腐蚀，将 Na^+ 与 PO_4^{3-} 的摩尔比由原来的 2.3~2.8 提高到 2.6~3.0。

3.4

低磷酸盐处理 (LPT) low phosphate treatment

为了防止炉内生成钙镁水垢和减少水冷壁管腐蚀，向炉水中加入少量磷酸三钠的处理。

3.5

平衡磷酸盐处理 (EPT) equilibrium phosphate treatment

维持炉水中磷酸三钠含量低于发生磷酸盐隐藏现象的临界值，同时允许炉水中含有不超过 1mg/L

的游离氢氧化钠，以防止水冷壁管发生酸性磷酸盐腐蚀以及防止炉内生成钙镁水垢的处理。

3.6

加氧处理 (OT) oxygenated treatment

锅炉给水加氧的处理。

3.7

氢氧化钠处理 (CT) caustic treatment

锅炉炉水中加入氢氧化钠的处理。

3.8

全挥发处理 (AVT) all volatile treatment

锅炉给水只加氨和联氨，炉水不再加任何药剂的处理。

4 总则

4.1 炉水磷酸盐 (PT、CPT、LPT 和 EPT) 处理的作用

- a) 防止在水冷壁管生成钙镁水垢及减缓其结垢的速率；
- b) 增加炉水的缓冲性，防止水冷壁管发生酸性或碱性腐蚀；
- c) 降低蒸汽对二氧化硅的溶解携带，改善汽轮机沉积物的化学性质，减少汽轮机腐蚀。

4.2 炉水磷酸盐处理可能出现的问题

- a) 采用 PT、CPT 和 LPT 均可能发生磷酸盐隐藏现象；
- b) 磷酸盐隐藏现象可使有些锅炉发生酸性磷酸盐腐蚀；
- c) 使极少数锅炉的过热器和汽轮机发生积盐现象。

4.3 几种炉水磷酸盐处理方法的比较

- a) 采用 CPT，即使 Na^+ 与 PO_4^{3-} 的摩尔比为 2.6~3.0 时，有些锅炉仍发生磷酸盐隐藏现象，甚至导致酸性磷酸盐腐蚀，所以本标准不推荐使用该处理方法；
- b) 与 CPT 相比，采用 PT 处理时炉水水质容易控制，虽然也存在磷酸盐隐藏现象，但不易发生酸性磷酸盐腐蚀；
- c) 采用 LPT 和 EPT 时锅炉发生磷酸盐隐藏的程度会减轻或消除，锅炉很少发生酸性磷酸盐腐蚀。

4.4 PT、CPT、LPT 和 EPT 的使用条件

见表 1。

表 1 PT、CPT、LPT 和 EPT 的使用条件

处理方法	使用条件
CPT ^a	(1) 汽包压力低于 15.8MPa； (2) 用软化水或除盐水作锅炉的补给水； (3) 机组不作调峰运行
PT	(1) 汽包压力低于 15.8MPa； (2) 用软化水或除盐水作锅炉的补给水
LPT	(1) 用除盐水作锅炉的补给水； (2) 给水长期无硬度； (3) 采用 CPT 或 PT 时磷酸盐隐藏现象严重
EPT	(1) 用除盐水作锅炉的补给水； (2) 给水长期无硬度； (3) 采用 CPT 或 PT 时磷酸盐隐藏现象严重； (4) 采用 LPT 时磷酸盐隐藏现象仍然较严重
a 若采用该处理方式未出现问题，可按原控制标准继续运行	

5 磷酸盐处理时的炉水质量标准

5.1 采用 PT 时的炉水质量标准

按表 2 控制。

表 2 采用 PT 时炉水质量标准

锅炉汽包 压力 MPa	二氧化硅 ^a mg/L	氯离子 ^a mg/L	磷酸根 mg/L			pH 值 ^a (25℃)	电导率 ^a (25℃) μS/cm
			单段蒸发	分段蒸发			
				净段	盐段		
3.8~5.8	—	—	5~15	5~15	≤75	9.0~11.0	—
5.9~12.6	≤20	—	2~8	2~8	≤40	9.0~10.5	<100
12.7~15.8	≤0.45	≤4	1~5	1~5	≤25	9.0~10.0	<60
a 均指单段蒸发值或净段蒸发值							

5.2 采用 LPT 处理时, 炉水质量标准

按表 3 控制。

表 3 采用 LPT 时炉水质量标准

锅炉汽包 压力 MPa	二氧化硅 ^a mg/L	氯离子 ^a mg/L	磷酸根 mg/L			pH 值 ^a (25℃)	电导率 ^a (25℃) μS/cm
			单段蒸发	分段蒸发			
				净段	盐段		
5.9~12.6	≤20	—	0.5~3	0.5~3	≤25	9.0~9.8	<60
12.7~15.8	≤0.45	≤2	0.5~3	0.5~3	≤15	9.0~9.7	<40
15.9~19.3	≤0.25	≤0.5	0.3~2	—	—	9.0~9.7	<30
a 均指单段蒸发值或净段蒸发值							

5.3 采用 EPT 时的炉水质量标准

按表 4 控制。

表 4 采用 EPT 时炉水质量标准

锅炉汽包 压力 MPa	二氧化硅 ^a mg/L	氯离子 ^a mg/L	磷酸根 ^b mg/L			pH 值 ^a (25℃)	电导率 ^a (25℃) μS/cm
			单段蒸发	分段蒸发			
				净段	盐段		
5.9~12.6	≤20	—	0~3	0~3	≤25	9.0~9.8	<60
12.7~15.8	≤0.45	≤1	0~3	0~3	≤15	9.0~9.7	<40
15.9~19.3	≤0.25	≤0.1	0~2	—	—	9.0~9.7	<30
a 均指单段蒸发值或净段蒸发值							
b 磷酸根的含量由试验确定							

6 汽包锅炉炉水处理方式的选择

6.1 锅炉点火启动期间炉水处理方式

应优先使用 PT 方式。

6.2 锅炉运行期间炉水处理方式

a) 锅炉运行期间, 可根据机组的特点选择不同的炉水处理方式。

b) 当锅炉采用 PT 时, 有轻微的磷酸盐隐藏现象, 但没有引起腐蚀, 可按此方式继续运行。

c) 如果磷酸盐隐藏现象严重, 应通过图 1 所示的步骤选择其他炉水处理方式。

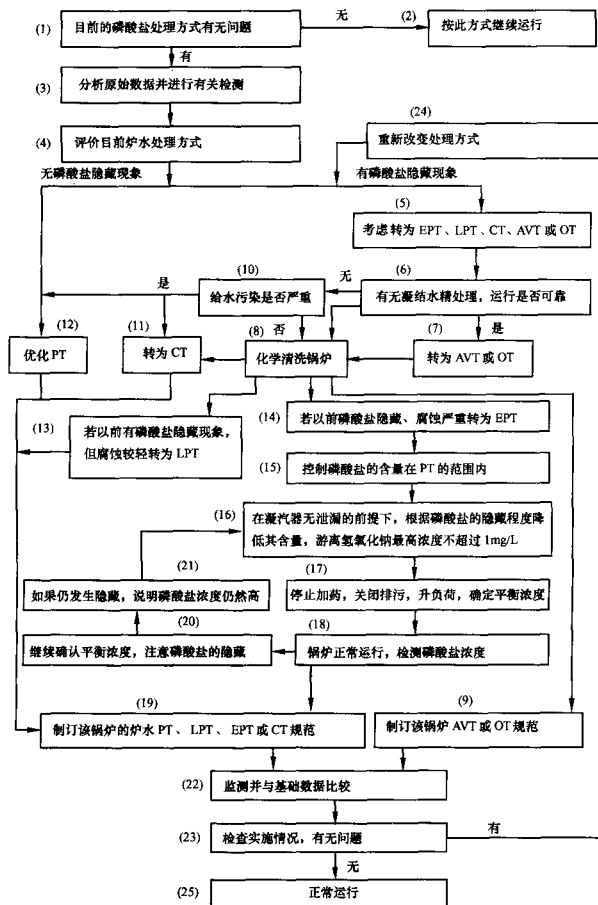


图 1 选择汽包锅炉炉水处理方式流程图

- d) 选择步骤如下：首先分析原始数据的可靠性并进行有关检测复查，然后评价采用目前炉水处理方式磷酸盐隐藏程度。
- 1) 排污全关且不加药的条件下，如果在 2h 内炉水中磷酸盐的浓度在高、低负荷时相差 30% 以上，就应认为隐藏现象严重。
 - 2) 如果水冷壁的结垢量在 200g/m² 以下可直接采用 LPT 或 EPT，或者对锅炉进行化学清洗后再采用 LPT 或 EPT。
 - 3) 如果暂时不能对锅炉进行化学清洗，则应对目前磷酸盐处理进行优化。最后根据试验结果制订该锅炉的炉水处理规范。

7 检测方法

7.1 检测炉水化学成分的方法

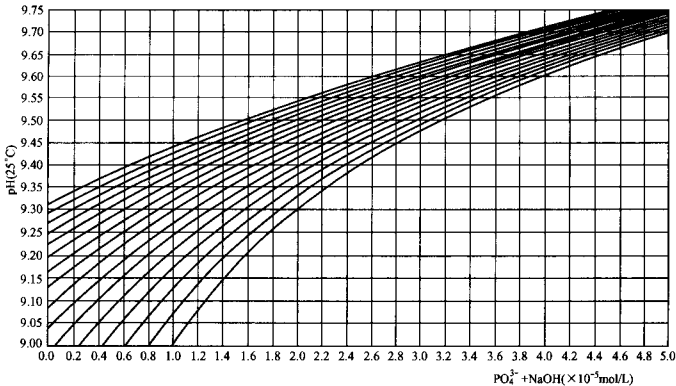
见表 5。

表 5 炉水化学成分的检测方法

检测项目	检测方法	备 注
PO ₄ ³⁻	GB/T 6913.4	12.7MPa 以上的锅炉不应使用目视比色法分析
NH ₃	GB/T 12146	
pH	GB/T 6904.1	
电导率	GB/T 6908	
SiO ₂	GB/T 12150	
Cl ⁻	GB/T 6905.3	氯离子浓度高时
	GB/T 6905.4 或离子色谱法	氯离子浓度低时
碱度	GB/T 14419	

7.2 炉水中游离 NaOH 的含量

由图 2 计算得出。



曲线自下而上 NH₃ 的浓度分别为 0、0.05、0.1、0.15、…、0.75mg/L。

图 2 采用 LPT 或 EPT 时游离 NaOH 的计算图

示例：当炉水 $\text{pH}=9.5$ 、 NH_3 的浓度为 0.4mg/L 、 PO_4^{3-} 浓度为 0.28mg/L （即 $0.3\times 10^{-5}\text{mol/L}$ ）时，查图 2 得出炉水中 PO_4^{3-} 和 NaOH 的总浓度为 $2.3\times 10^{-5}\text{mol/L}$ ，则 NaOH 含量为： $2.3\times 10^{-5}\text{mol/L}-0.3\times 10^{-5}\text{mol/L}=2.0\times 10^{-5}\text{mol/L}$ ，即 0.80mg/L 。

8 药品纯度要求

8.1 锅炉汽包压力为 $5.9\text{MPa}\sim 15.8\text{MPa}$

使用的磷酸盐的纯度应为化学纯或以上级别。

8.2 锅炉汽包压力为 $15.9\text{MPa}\sim 19.3\text{MPa}$

使用的磷酸盐的纯度应为分析纯或以上级别；如果辅助使用氢氧化钠，其纯度应为分析纯或以上级别。

9 炉水取样与加药

9.1 炉水取样

炉水取样管应与连续排污管相连，并且焊接在排污管的垂直段或水平段的下半侧。连续排污管宜从汽包的两侧引出，如图 3 所示。如果连续排污管只从汽包的一侧引出，则应从汽包中间引出，如图 4 所示。

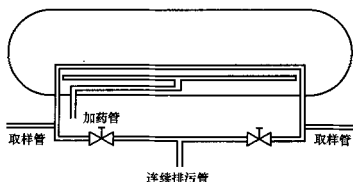


图 3 汽包两侧取样与加药示意图

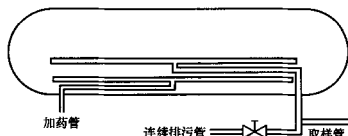


图 4 汽包一侧取样与加药示意图

9.2 炉水加药

汽包内的加药管应沿汽包轴向水平布置，并应比连续排污管低 $100\text{mm}\sim 200\text{mm}$ 。药液宜从加药管的中部进入，如图 3 和图 4 所示，加药管的出药孔应沿汽包长度方向水平或朝下均匀布置。

10 炉水质量劣化时的处理措施

10.1 炉水质量劣化处理

- 当炉水质量劣化时，应迅速检查取样是否有代表性，化验结果是否正确。
- 综合分析系统中水、汽质量的变化，确认判断无误后，应立即向有关负责人汇报情况，提出建议。
- 有关负责人应责成有关部门采取措施，使炉水质量在允许的时间内恢复到标准值。炉水质量劣化的程度分为三级，见表 6，其涵义为：
 - 一级处理值——有因杂质造成腐蚀的可能性，应在 72h 内恢复至标准值；
 - 二级处理值——肯定有因杂质造成腐蚀，应在 24h 内恢复至标准值；
 - 三级处理值——正在进行快速腐蚀，如水质不好转，应在 4h 内停炉。
- 在异常处理的每一级中，如果在规定的时间内尚不能恢复正常，则应采用更高一级的处理方法。对于汽包锅炉，降压运行是恢复标准值的办法之一。
- 当出现水质异常时，还应测定炉水中的含氧量、电导率和碱度，以便查明原因，采取对策。

表 6 锅炉炉水水质异常时的处理值

项 目	处 理 值		
	一级	二级	三级
pH	8.5~9.0	8.0~8.5	<8.0

10.2 紧急处理措施

10.2.1 加大锅炉的排污量及泄漏检查

- 如果出现给水有硬度或炉水的 pH 值大幅度下降或升高、凝结水中的含钠量骤增等现象之一时，均应加大锅炉排污量，同时查找异常原因，及时消除其缺陷。
- 对于有凝结水精处理的机组，应检查混床漏氯离子及漏树脂等情况并对炉水中的氯离子进行测定。
- 对于没有凝结水精处理的机组，重点检查凝汽器是否发生泄漏。然后根据出现的具体情况，再采用 10.2.2、10.2.3 规定的处理措施。

10.2.2 加大磷酸盐的加药量

如果进入炉水的钙镁过多，使磷酸根的浓度大幅度下降，则应加大磷酸盐的加入量。

10.2.3 加入适量的 NaOH 以维持炉水的 pH 值合格

如果炉水的 pH 值大幅度下降，应及时加入适量的 NaOH 使炉水的 pH 值合格。