

天津翔悦

天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

天津华能杨柳青发电厂的CPP系统

天津华能杨柳青发电厂 邓月海 吴萍

摘要：本文介绍了杨柳青发电厂凝结水精处理设备，阐述了阳+阴+阳离子交换设备作为凝结水处理系统的优越性，并对此系统做出评价，提出一些运行经验。

关键词：凝结水 设备规范 程序控制 评价

常见的火力发电厂中的凝结水处理系统一般由机械过滤设备和除盐设备组成，或者只有除盐设备组成。国内电厂凝结水处理装置常采用覆盖过滤器或其它过滤器作为机械过滤设备，高速混床作为除盐设备，有的电厂只用高速混床过滤器作为凝结水处理装置。

杨柳青发电厂#5、6机组的凝结水精处理系统由德国WABAG水处理技术公司设计，中方制造的。本系统采用弹筒过滤器作为机械过滤装置，阳浮床、阴浮床、固定阳床作为除盐设备，此装置常作为补给水处理系统，作为凝结水处理系统在中国是很罕见的。由于凝结水精处理站英文为“condensate polishing plant”故称为CPP系统。

一、系统简介

1、系统流程

系统流程详见后附系统图

凝结水经过弹筒过滤器进行过滤，然后经过阳浮床、阴浮床、阳固定床进行除盐，达到净化的目的；#5、6机组CPP系统相同并且设计公用一套再生系统和树脂擦洗相同。此系统设计三个旁路，一个是弹筒过滤器之前，一个是弹筒过滤器之后（除盐之前），另一个是阳固定床之前阴浮床之后；三个旁路都连接在凝升泵入口管线上。

2、机械过滤

每套机械过滤装置由两个精度为 $5\mu\text{m}$ 的弹筒过滤器组成，每个弹筒过滤器设计出力为 $750\text{m}^3/\text{h}$ 。（最大为 $800\text{m}^3/\text{h}$ ）一般情况下一台运行，另一台备用。两列运行时两台流量和设计为 $750\text{m}^3/\text{h}$ （最大为 $800\text{m}^3/\text{h}$ ）过滤器主要作用是除去凝结水中的悬浮物和胶体铁。过滤器的每根滤元由带孔的不锈钢管上绕聚丙烯线组成。运行一段时间后滤元被污物堵塞后，过滤器压差上升，到了一定的设定值时如果弹筒过滤器控制开关处于“自动”位置，备用弹筒自动投运，运行弹筒自动停运退出运行，并自动完成反洗擦洗。反洗完成后自动备用。反洗的次数可以由运行人员设定。反洗用压缩空气来自CPP压缩空气储罐，反洗用水来自化学车间的除盐水箱。

3、凝水除盐

当凝结水经过弹筒过滤器过滤后，又经过阳浮床、阴浮床、阳固定床进行除盐。一般情况下一列阳浮床、阴浮床运行、另一列备用，阳固定床公用。每列设计出力为 $750\text{m}^3/\text{h}$ ，（最大为 $800\text{m}^3/\text{h}$ ）两列运行时两列流量和设计为 $750\text{m}^3/\text{h}$ （最大为 $800\text{m}^3/\text{h}$ ）。凝结水除盐设备失效后指示报警，要人为手动启动再生程序，再生过程自动完成。

每列复床除盐（阳浮床、阴浮床）后设计一台循环水泵，循环泵的入口连接在每列的阴浮床的出口管线上，出口连接在阳浮床入口管线上；循环泵的入口也连接在阳固定床出口管线上。当复床再生、阳固定床再生后，启动循环泵对复床或阳固定床进行循环置换冲洗，正洗直至水质合格为止；而

且当运行时，循环泵自动完成小流量运行程序，确保浮动床不落床。

#5、6机CPP系统公用一套再生设备。再生设备由再生水泵（辅助泵）和酸碱计量箱、酸碱喷射器组成；计量箱上酸碱自动完成，再生水源来自化学车间的除盐水箱。阳浮床阳固定床公用阳再生酸系统。碱系统还包括一个换热器，保证再生碱液40℃，温度自动控制。再生阳床用酸液浓度为5.4%，再生碱液浓度为4%。

除盐再生废液流至一个废水箱，通过提升泵将废液提至化学车间的中和水塔中，中和处理。废液提升泵与液位联锁，自动控制启停。

每个除盐设备后面设置一台树脂捕捉器。当树脂捕捉器压差超过设定值时，对应列除盐设备自动停运。

4、 凝结水旁路

当凝结水装置运行过程中，为了保护设备不损坏，当CPP入口压力超标时，CPP旁路自动开启。开启后应处理事故或缺陷，然后手动关闭CPP旁路。并且当CPP旁路能调节CPP运行流量；当CPP流量超过800m³/h，CPP旁路自动开启，保证CPP流量不超过800m³/h；当CPP流量低于720m³/h时，旁路自动关闭。

除盐旁路可以直接将除盐设备旁路掉。这满足了当凝结水水质很好时（设计上凝结水电导小于0.5μs/cm时），可考虑走此旁路。此旁路只能手动操作。

阳固定床旁路可将阳固定床旁路掉，这旁路是当阳固定床再生时、阳固定床故障、检修时使用。

5、 树脂擦洗

#5、6CPP公用树脂擦洗系统由一个阳树脂擦洗罐、一个阴树脂擦洗罐组成。擦洗气源来自压缩空气罐，动力水源通过辅助水泵来自化学车间的除盐水箱。每个除盐设备上设有树脂装卸管线。运送树脂的动力水也通过辅助水泵来自化学车间的除盐水箱。

二、 主要设备规范

1、 弹筒过滤器

| 项目 | 单位 | 数据 |
|---------|-------------------|---------------------|
| 滤元数量 | 根 | 275 (每个弹筒) |
| 弹筒材质 | / | 罐体不锈钢衬胶；滤元为不锈钢绕聚丙烯线 |
| 滤元尺寸 | mm | 63×1500 |
| 设计温度 | ℃ | <60 |
| 滤元精度 | μm | 5；启动期间为20 |
| 最大出力 | m ³ /h | 750 |
| 运行流速 | m/h | 10（全部滤元表面积） |
| 过滤器设计压力 | MPa | 1.1 |
| 最大允许压降 | MPa | 0.2 |
| 需压缩空气压力 | MPa | 0.4~0.5 |
| 反洗水量 | | 弹筒过滤器容积的一倍 |
| 反洗出水成分 | | 主要是FeO ₃ |
| 设计温度 | ℃ | 60 |
| 直径×高 | mm | 1700×2300 |

2、 阳浮床

| 项目 | 单位 | 数据 |
|---------|-------------------|------------------------|
| 每列的阳浮床数 | 个 | 1 |
| 每个阳浮床出力 | m ³ /h | 0~750 |
| 最大流速 | m/h | 79.4 |
| 净交换容量 | eq | 10000 |
| 树脂工交 | eq | 0.83 |
| 树脂全交 | eq | 1.0 |
| 交换树脂容积 | L | 12000 |
| 惰性树脂容积 | L | 1900 (IN42) |
| 设计压力 | MPa | 1.1 |
| 压力损失 | MPa | 0.28 (30℃) |
| 设计温度 | ℃ | <60 |
| 阳树脂型号 | / | Bayer Lewatit SP 112BG |
| 再生用盐酸量 | L | 1847 (31%) |
| 再生浓度 | % | 约6 |
| 进酸时间 | 分钟 | 20 |
| 冲洗水量 | m ³ | 30 |
| 自用水量 | m ³ | 38.9 |
| 直径×高 | m m | 3500×1900 |

3、阴浮床

| 项目 | 单位 | 数据 |
|---------|-------------------|-----------------------|
| 每列的阴浮床数 | 个 | 1 |
| 每个阴浮床出力 | m ³ /h | 0~750 |
| 最大流速 | m/h | 79.4 |
| 净交换容量 | eq | 4000 |
| 树脂工交 | eq | 0.30 |
| 交换树脂容积 | L | 13500 |
| 惰性树脂容积 | L | (IN42)1900 |
| 设计压力 | MPa | 1.1 |
| 压力损失 | MPa | 0.34 (30℃) |
| 设计温度 | ℃ | <60 |
| 阳树脂型号 | / | Bayer Lewatit MP500BG |
| 再生用盐酸量 | L | 800 (31%) |
| 再生浓度 | % | 约4 |
| 进酸时间 | 分钟 | 20 |
| 冲洗水量 | m ³ | 34 |
| 自用水量 | m ³ | 44.4 |
| 直径×高 | m m | 3500×2300 |

4、阳固定床

| 项目 | 单位 | 数据 |
|--------|-------------------|------------------------|
| 阳固定床数 | 个 | 1 |
| 阳固定床出力 | m ³ /h | 0~750 |
| 最大流速 | m/h | <101.5 |
| 净交换容量 | eq | 7500 |
| 树脂工交 | eq | 0.83 |
| 树脂全交 | eq | 1.0 |
| 交换树脂容积 | L | 8000 |
| 惰性树脂容积 | L | 1600(IN42) |
| 设计压力 | MPa | 1.1 |
| 压力损失 | MPa | 0.29(30℃) |
| 设计温度 | ℃ | <60 |
| 阳树脂型号 | / | Bayer Lewatit SP 112BG |
| 再生用盐酸量 | L | 1567(31%) |
| 再生浓度 | % | 约6 |
| 进酸时间 | 分钟 | 20 |
| 冲洗水量 | m ³ | 20 |
| 自用水量 | m ³ | 27.5 |
| 直径×高 | mm | 3200×2000 |

三、除盐凝水水质标准

| 监督项目 | 单位 | 控制值 |
|------|-------|------|
| 电导率 | μs/cm | 0.15 |
| 二氧化硅 | ppb | 15 |
| 钠 | ppb | 5 |
| 铁 | ppb | 8 |
| 铜 | ppb | 3 |

四、程序控制及自动

杨柳青电厂的CPP的自动程度相当高，除树脂的擦洗操作外，其余各项操作可手动启动，自动完成。自动流量调节用电动门实现，固定流量用手动门配合气动门调节。每个程序功能组设计合理严密，安全灵活实用。并且可“手动”“自动”切换。这里介绍两个比较有特色程序，通过此程序可以看出此系统的高自动水平。一个是压力保持程序，一个是小流量运行程序，通过这两个小程序可看出此系统设计水平。压力保持是为了保证床体压力，树脂床层紧密，防止再次启动时落床。小流量运行的作用也是为此。

1.

一列压力保持部分控制程序

启动方式：

- 一列停运功能组程序（一列停运时自动启动此程序）
- 一列再生功能组停运程序（一列再生程序停运时自动启动此程序）

停止方式：

- 一列启动功能组程序运行（一列停运时自动关闭此程序）
- 一列再生功能组程序运行（一列再生停运时自动关闭此程序）

程序步骤：

一列压力保持部分控制程序步骤

- | | |
|----------------|---------------|
| (1) 一列阳浮床出口门 | 开 |
| 一列阴床后循环门 | 开 |
| (2) 当一列循环泵前的压力 | <低报警时(0.4Mpa) |
| 阳浮床入口门 | 开 |
| 阳浮床前自动控制蝶阀 | 开26% |
| (3) 当一列循环泵前的压力 | >高报警时(0.7Mpa) |
| 则阳浮床入口门 | 关闭 |
| 阳浮床前自动控制蝶阀 | 关闭 |

2.

一列小流量部分控制程序

启动方式：

- 一列除盐功能组启动（一列除盐除盐运行时启动此程序）
- 阳II功能组启动（阳II启动时启动此程序）

停运方式：

- 一列除盐功能组停运（一列除盐停运时关闭此程序）
- 一列再生功能组的启动（一列再生时关闭此程序）
- 阳II再生功能组的启动（阳II再生时关闭此程序）

程序步骤：

一列小流量运行程序

(1) 当一列阳浮床前流量 $<100\text{m}^3/\text{h}$

则

一列阴床后循环门 开

一列阳床前的循环门 开

一列循环泵 启动

(2) 当一列阳浮床前流量 $>150\text{m}^3/\text{h}$

一列阴床后循环门 关闭

则

一列阳床前的循环门 关闭

一列循环泵 停运

五、CPP系统评价

通过两年多的运行，发现此系统作为凝结水处理系统是十分优秀的。系统简单、结构合理，功能齐全、自动化程度较高。此外其优越性远远高于常规的凝结水精处理系统，主要表现为以下几点：

1. 相比较来说此系统出水水质优于高混，阳II有效地拦住一级阳床漏过的钠离子和阴树脂上脱落下来的微量胺类，制得高纯度水。混床泄漏的钠离子和微量胺类离子无法进一步除去。运行过程中CPP系统出水电导要小于 $0.1\mu\text{s}/\text{cm}$ 。
2. 避免了混床再生中的交叉污染，再生效果好；不会因为酸碱的交替作用使树脂急剧地胀缩变化，而缩短树脂寿命；而且运行过程中树脂受到的压力较高混小，树脂不易破碎。
3. 此系统操作简单，设备虽然较混床多但是再生较混床容易，而且浮床采用逆流再生，树脂再生完全，运行周期较长。（单列约1100小时，阳II约20000小时）
4. 运行监督较高混容易，一旦凝结器发生泄漏，阴床后电导上升迅速报警，利于监督。

五、运行中应该注意的问题

此系统本身作为凝结水精处理设备有着很大的优越性，但是从设计、施工方面还是存在着一些不足之处，也是运行中应该注意的问题：

1. 设计凝结水系统处理水量为 $750\text{m}^3/\text{h}$ ，实际运行中发现由于一些设备内漏无法避免，凝结水量常常超过此设计值。这样导致在机组300MW负荷下，电动旁路自动开启（约25%左右），常常使除盐凝结水电导升高，如果凝结器泄漏将直接影响机组运行。
2. 凝结水泵、凝升泵选型不匹配。由于凝结泵出口压力较小，又因为CPP复床系统阻力较大，常常会因操作不当或者凝水流量波动导致凝升泵入口压力低掉泵而影响机组安全运行。为了减小CPP系统的压降，现两列除盐设备同时运行。但解决此问题的根本方案是改造凝结泵，提高其出口压力。

3. 由于电动旁路动作时间与气动阀门动作时间不匹配，电动旁路动作较长，当由于某些连锁保护停运CPP设备时，阳II出入口气动阀门关闭完成而电动旁路未打开，造成凝升泵入口压力过低而掉泵。解决此问题的最好办法是修改一下程序，将阳II出入口气动阀门关闭时间加上延时，待电动旁路门开启后，再关闭阳II出入口气动阀门。

虽然此系统存在一些问题，但是这只是由于设计造成，并不能掩盖此CPP系统本身的高优越性、高可靠性。

文章作者： 邓月海 吴萍

发表时间： 2003-11-26 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)