

# 电厂化学水处理制水设备问题的分析与处置

柳建昌

(国能宁夏石嘴山发电有限责任公司)

摘要:随着中国工业化进程的加快和人们生活水平的提高,对电厂供气供热的要求也越来越高。由于发电厂用水量的不断增加,对水处理系统的负荷日益增加,如何保障电厂的长期稳定运行,同时又能生产出高品质的除盐水,是保障电厂安全稳定运行的关键。本文对电厂的水处理工艺作了简单的介绍,并对操作中出现的问题进行分析,探讨了如何对其进行调整和解决的具体措施。

关键词:电厂化学水处理;预处理;反渗透

## 引言:

在发电时,水作为工作介质进行能源转换。在电厂中,热力系统的水质状况直接关系到电厂的安全和经济运行。未经净化的原水,因其含有较多的杂质,需对其进行适当地净化,以使其符合规定的水质要求,以确保电厂安全稳定地运行。在蒸汽循环系统中,水质差的水将导致热能装置的结垢和腐蚀,并在过热器和透平上形成盐垢。

## 1 电厂用水简述

### 1.1 电厂用水的水质简述

目前,我国电厂的用水来源以地表水、地下水以及中水为主。地表水是指从地下涌出的水,包括河流、湖泊、水库和海洋中的水。黄河水的盐分浓度在50~500毫克/升之间,而硬度则在1.0~8.0毫摩尔/升之间,两者都属于较低的水质,因此,它们都是理想的电厂用水。而海水在长期的蒸发和浓缩过程中,其盐分含量较高,需进行淡化处理后方可使用,而未经淡化的海水则主要用于冷却传热装置。

“地下水”通常指的是在地面以下的土壤和岩石中存储的水。当水流经地表时,通过对土壤和沙砾的筛选,可以有效减少悬浮物质和胶体的污染,从而使得地下水的浊度降至最低,但同时也会带来较高的盐度和硬度。因此,地下水在电厂中扮演着至关重要的角色,而且它的变化不大,因此具有良好的水质稳定性。

中水在我国水资源紧缺的形势下,已逐步成为电厂的主要水源之一,但由于其含有大量的细菌、大肠杆菌、余氯、悬浮物,以及大量的生化耗氧量,以及色度、浊度、臭味等,因此,中水在回用过程中,应在pH值、浊度、溶解性物质、挥发性残渣等方面达到一定的卫生标准,确保其在使用过程中不会对设备管线造成严重的腐蚀、结垢。

### 1.2 天然水中的杂质成分

天然水体中的悬浮物、胶体、溶解物、有机质以及微生物等是水体的重要组成成分。水处理实践证明,不管是哪一类的杂质,只要杂质粒径在相同的范围内,都可以用同样的方法除去。本厂现以黄河水为主,其含盐量偏低,悬浮物较多。为此,以某电厂有限公司为例,我公司设立了机械加速沉淀池,超滤装置,活性炭过滤器等预处理装置;三台一级反渗透装置(每台输出功率 $Q=70$ 立方米/小时),总输出功率210吨/小时,配置四组一级脱盐装置,其现有生产能力240吨/小时,以及六个混合床;安装3台二级反渗透装置(每台输出功率 $Q=200$ 立方米/小时)。

## 2 电厂用水的预处理

### 2.1 机械加速澄清池简介

三座机械加速澄清池,每一座都有1800t/h,最大为2100t/h的设计,因为这是一套在很早之前就已经设计好的系统,并没有考虑到加热的需要,这就造成了机械加速澄清池总是在满载状态下运转,而且运转速度太快。此外,因为黄河是一种高浊度的原水,所以处理起来比较困难,造成了机械加速澄清池出水的质量不稳定。

### 2.2 机械搅拌澄清池的工作原理及结构

机械加速澄清池利用混凝的作用,以去除水体中的悬浮物、有机物和胶质为目的。通过使用混凝剂,将其水解成带有正电性的胶体,并与水中带有负电性的胶体杂质进行电中和,使得胶体失稳,进而将水体中的有机物和胶体聚集在一起,形成网状颗粒,通过网捕获悬浮物,加快沉降速度。在这一过程中,通过中和、吸附、捕集、卷扫等作用,将其分成两个阶段,即前一阶段的胶体脱稳和后一阶段的絮凝。通过机械搅拌,澄清池的池体被三个部分组成:第一反应室、第二反应室和分离室。这些部件配备了进出水系统、排泥系统、搅拌机 and 刮泥装置、加药系统以及其他辅助设备,以提高池体的效率,促进泥渣的回流和接触絮凝。

### 2.3 影响因素及控制措施

#### 2.3.1 加药量

根据实际生产中使用的加药实验,确定了最佳加药量,目前已将加药量控制在5~8mg/L,并根据负载变化适时调整加药量。在操作过程中,要对凝聚剂加药泵的运转进行严密监控,如果不加药或加药体积减小,则出水浊度迅速升高,因此,要及时调整加药体积,或者联系维修加药装置。如果加入过量的药剂,会导致反应浓度偏低,絮凝不完全,出水区有发灰的迹象,因此,要及时减量。

#### 2.3.2 搅拌器的转速

第一反应室内的搅拌速率必须提高,以保证污泥与水中的杂质能够充分混合,提高接触凝结的几率,并避免因搅拌不均匀而导致一些污泥沉淀在池底。如果搅拌速度过快,将会损坏已经形成的铝片,导致反应室内的混浊,因此,恰当控制搅拌速度至关重要。随着泥渣的质量浓度的不断提升,搅拌的速度也会相应地发生改变,当质量浓度较低时,应适当降低转速;反之,当质量浓度较高时,则需要提升转速,目前的转速范围为300~350转/h。

#### 2.3.3 排泥的控制

在夏季,由于黄河水的浑浊程度比较高,因此,在澄清池中,应当加大污泥的排放频率,使沉降率控制在15~20%之间。同时,应根据现场的具体条件,采用底排方式将腐化沉淀的淤泥从底排中排出,或在秋天将淤泥从底排中完全取代。在冬季,原水浊度较低,悬浮物较少,不利于生成活性污泥,而悬浮污泥易于上浮,其沉降率控制较高(约20%)。在冬季,黄河水的浊度较低且温度也较低,以沉降比为依据,一般1个月内,将底部排出一层淤泥,在正常操作下,将淤泥打开10分钟左右。

#### 2.3.4 水温的影响

水温对澄清池的运行至关重要,如果水温下降,絮凝反应将受到抑制,形成的絮粒将变得极其微小,无法有效地与水分隔开,进而使混凝效果大打折扣;当水温发生剧烈波动,特别是突然上涨时,就可能造成高温和低温水的密度不均,这样就会产生对流,严重影响出水的品质。因此,为了维持水温的稳定,建议将进出水的温差控制在3℃以下。

#### 2.3.5 凝聚剂质量的影响

通过机械加速澄清池,可以有效地去除水中的盐分,但由于聚合氯

化铝的外观呈棕色颗粒或粉末,而且氧化铝含量低于28%,因此,若使用的凝聚剂质量不合格,将会严重损害澄清池的出水质量,并给后续的设备带来极大的负担。聚合氯化铝是一种常见的工业用或饮用材料,它的表面颜色可以是黄色或无色,氧化铝含量通常在28%以上,也可以是液态的。

#### 2.4 重力式空气擦洗滤池

由于澄清池的悬浮物含量无法达到后续离子除盐的标准,因此必须采取措施来改善水质。为此,采用重力式空气擦洗滤池可以有效地去除悬浮物,减少水的混浊程度,以达到更好的净化效果。为了提高过滤效率,在操作过程中,应定期进行反向清洗,通过剪切和摩擦来有规律地清除阻塞在滤层表面的杂质。在空擦洗的运行过程中,应特别注意池壁的防腐材料,确保其达到规定的质量标准,避免池壁受到腐蚀,导致防腐材料的脱落,并伴随着出水的排放,为后续的处理工作增加不必要的负担。

### 3 超滤

#### 3.1 超滤装置简介

该超滤设备采用了一种特殊的 PES 膜材,其结构包括一个中空纤维框架,一个内压式的超滤膜,以及一个 PVC 外壳。该膜材的原料是德国的 MembraNA 公司的 Liqui-FluxW08。三套出力均为 100~110m<sup>3</sup>/h。薄膜具有 1.0 毫米的外部直径和 0.7 毫米的内部直径,为了避免沉淀区出水中的大块悬浮物对超滤膜造成损害,本系统在进行超滤之前,使用以色列的 ARKAL 型自洁式叠片过滤器,其过滤精度可达 100 微米,确保了超滤膜的安全性。超滤采用了交叉流动的方法。

#### 3.2 保证超滤出水水质的控制措施

##### 3.2.1 控制运行参数

如果水压差大于 60kPa,透膜压差大于 80kPa,反洗压力大于 200kPa,则应立即终止对该套超滤系统的化学清洗。回流量为 290~360 吨/小时;在超滤正常运转的情况下,对超滤膜进行维护保养。超滤在运行过程中,每隔半个小时就会进行一次反洗,否则会加剧超滤膜的污染和堵塞,甚至会导致超滤膜的破裂。

##### 3.2.2 定期对叠片过滤器进行清理

首先,每天人工对叠片进行反洗。如果超滤混合水流量较小,在冲洗后仍然达不到标准流量时,应考虑将滤芯拆卸下来进行清洗,或者换一种新的滤芯。其次,及时做好化学清洁工作。本厂的污染物以有机物质为主,通常采用碱洗的方法,将 pH 值为 12 的氢氧化钠溶液配入 6000 毫升 10%次氯酸钠溶液,循环一小时,浸泡一小时,反复三次,直到出水的 pH 值符合要求,才投入使用。次氯酸钠具有良好的杀菌效果。在碱洗效果较差的情况下,可以采取酸洗的方法,将柠檬酸添加到清洗水箱中,配制出浓度为 2%的柠檬酸清洗液(pH=2),循环方法与碱洗相同。

##### 3.2.3 定期进行清水箱清理和排污。

为了保证清洁水质,运行人员应该定期向清水箱排放污水,并由维修人员进行清扫。此外,还需要清除澄清池中的淤泥和池壁上的防腐剂。

#### 3.3 活性炭过滤器

通过使用活性炭,可以有效地净化水,其中包括吸附、还原和过滤,从而去除水中的有害物质、色素和气味。由于其孔隙结构发达,表面化学特性独特,使其对重金属离子有较强的吸附性能。活性炭过滤器通过定期的水洗和空气清洗来清除污染物,从而有效地去除污染物。同时,要注意,水反洗的流量要控制在 190 吨/小时以下,以避免漏滤料。

### 4 一级反渗透系统

#### 4.1 一级反渗透系统概述

基于电厂现有的反渗透膜组件,拟采用陶氏公司的低压防污染膜,并采用最新产品:BW30-400/34i-FR。为了避免大颗粒物进入到反渗透膜中,造成反渗透膜的破坏,在反渗透之前要安装一个保安过滤器。它是一种垂直的圆柱形装置,内部装有 4 个滤芯,具有 5 微米的过滤精度。

#### 4.2 一级反渗透进水要求

入水情况:SDI<3,浊度<1mg/L。

SDI 检测方法:在检测之前,必须将 SDI 膜清洗干净,然后将其安装在 SDI 膜上。将输出水压调节至 0.21MPa,使用 500ml 的烧杯进行取水,并对取水所需的时间(t<sub>0</sub>)进行记录,15min 后,以相同方式进行取水(t<sub>1</sub>)。

$$SDI = \left[ \frac{(1 - t_0 / t_1)}{15} \right] \times 100 \quad (1)$$

#### 4.3 一级反渗透运行中注意问题

##### 4.3.1 防止膜氧化变质

由于次氯酸钠具有强烈的氧化性,一旦被添加到反渗透膜上,膜的氧化降解反应将发生,使得盐分和水分的流动变得更快,但这种变化是无法阻止的。一般情况下,前半部分的薄膜较后半部分的薄膜更容易被氧化。因此,在保安滤网的进水口上,设置了一个还原剂加药点,并添加了亚硫酸氢钠,这样就可以将进水口的还原电位控制在 200 以下,同时也可以将剩余的氯气降到 0 以下,这样就可以避免出水的质量下降。

##### 4.3.2 机械损伤

当膜部件受到机械损伤时,可能会造成大量的污染物从进水和浓水中排放,从而影响脱盐效果,并导致产品流量的大幅度提升。可以通过测量单个薄膜的电流导度来判断薄膜组件的状况,如果出现了问题,可以立即对薄膜组件进行维修。其机械破坏方式包括 O 型圈渗漏、膜卷绕辊、膜片断裂等等。

##### 4.3.3 污染

反渗透进水污染指数是评估反渗透技术的有效性的关键指标,因为它反映了反渗透过程中膜的污染程度。当污染物淤积在膜组件的水流路径上,会造成水流的阻力急剧增加,从而导致生产效率下降,并且会引起压降的增加。除了污染物,还有其他因素可能阻碍脱盐过程,使得脱盐率短暂增加,但随后,这些污染物就会被吸收,进入淡水,造成淡水的质量大幅度下降。使用反渗透技术会产生六种潜在的有毒污染,包括悬浮颗粒、金属氧化物、细菌、有机物和水垢等等。

#### 结语:

综上所述,电厂化学水处理系统的稳定性取决于良好的预处理和调节,通过合理的配置,使得原水的浊度不断减少,并且通过定期、精心的维护,确保反渗透系统的持续运转,从而大幅度的降低电厂的运营成本,并且能够提供优质的除盐水,确保机组的安全和稳定性。

#### 参考文献:

- [1]张龙娜.电厂化学水处理制水设备问题的分析与处置[J].化工管理,2023(5):41-43,47.
- [2]李鹏贺.电厂化学水处理制水设备问题的分析与处置[J].户外装备,2023(1):374-376.
- [3]邓强,赵赵云.电厂化学水处理系统的特点与发展趋势研究[J].造纸装备及材料,2022,51(6):136-138.
- [4]李传磊,任乾超.化学水处理制水设备问题分析及处理[C].//2018(第九届)电力行业化学专业技术交流会论文集.2018:166-169.