

# 除盐水工艺的优化改造

李建文 (晋能控股煤业集团广发化学工业有限公司, 山西 大同 037000)

**摘要:** 除盐水就是经过各种水处理工艺技术的采用, 来将水中的悬浮物、阴阳离子以及胶体去除, 从而得到成品水的过程。本文结合某项目, 首先分析了除盐水工艺优化改造的必要性, 之后探讨了具体的优化改造措施, 最后经由对改造前后的处理成本效益对比, 计算了改造项目的经济效益, 以供参考。

**关键词:** 除盐水工艺; 工艺优化; 设备改造

某除盐水处理站的一起工程生产能力约为 270m<sup>3</sup>/h, 在具体工艺流程方面为除铁过滤器→超滤→一级反渗透→混床 9 的处理模式, 其中一级除盐水的产能大约为 230m<sup>3</sup>/h, 二级除盐水的生产能力则为 40m<sup>3</sup>/h。其中以及除盐水用于供给干熄焦余热锅炉, 二级除盐水则负责供给高压燃气发热炉。在具体除盐水质标准方面, 一级除盐水要将电导率控制在 5 μs·cm<sup>-1</sup>, 二氧化硅的总量要控制在 100 μg/l; 二级除盐水的质量标准则为电导率控制在 0.2 μs·cm<sup>-1</sup> 内, 二氧化硅的总量要控制在每升 20 μg。

## 1 工艺优化的必要性

除盐水质会直接决定锅炉蒸汽的质量, 如果除盐水质不合格, 则必然提高锅炉的整体排污量, 在过热器和汽轮机当中会形成大量的盐成分堆积, 从而让汽轮机的出力效率都手档次严重影响, 甚至会出现停机事故。所以为了确保除盐水质, 提高水汽品质, 对现有的除盐水质进行改良, 才能有效提高锅炉运行效率, 从而确保其整体经济效益。

项目需要处理的污水来自于清泥沟水源地, 从类别上来看, 属于地下水, 各项指标水平较低。在经过铁滤器和超滤来进行预处理, 从而可以达到反渗透进水条件, 但实际上由于该水的水质较硬, 含盐量也偏高, 所以在运行过程中虽然按照规定进行了化学清洗操作, 但反渗透电导率一直无法得到控制, 同时二段反渗透膜也出现结垢问题, 所以必须更换渗透膜, 提高了处理成本, 同时也提高了酸碱性成分的消耗总量。

## 2 工艺优化方案

### 2.1 除盐水处理站情况分析

本项目是对原除盐水处理站进行的技术改造, 其前提是确保中间水箱的水在经过多次介质过滤器和反渗透之后, 除盐率能够提高到 97%。原有的联合发电工程除盐水处理系统水量共计为 270t/h, 其中 230t 一级除盐水, 2 级除盐水为 40t, 在电导率的对比上, 为 5 μs/cm 和 0.2 μs/cm。如图 1 所示, 为改造前处理工艺。

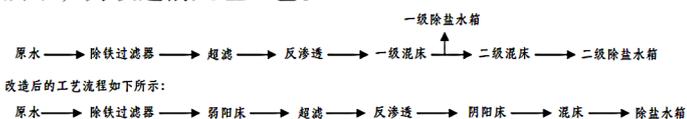


图 1 改造前处理工艺

原有的一级混合离子交换器的具体技术规格如下: 设计流速为 45m/h, 设计水流量为 112.5t/h, 共有三台, 二用一备, 产水量总计为 225t/h, 预计处理水质约为 5 μs/cm。二级混合离子交换器设计流速与前者相同, 水量为 50t/h, 处理水质为 0.2 μs/cm, 一共两台, 一用一备。

在改造方案方面, 由于本项目需要在二期工程当中加设两座高温高压机组设备, 所以原有的锅炉给水质量是无法满足使用需要的, 因而需要对原系统进行改造, 以提高其处理能力, 确保除盐水电导率符合 0.2 μs/cm 的标准。

### 2.2 增加弱阳床的原因

本项目当中的 CCPP 全部补水的来源都产清泥沟水源地, 这部分水源主要是地下水, 质量较差, 结合除盐水处理站最近 1 年的运行状况来看, 由于原水硬度较大, 同时也较为浑浊, 所以超滤设备和反渗透设备的前部的滤芯频繁堵塞, 更换频率快, 大约不到一个月就要更换一次, 所更换下来的滤芯上面存有大量泥沙, 也有较大量的白色碳酸盐类物质。反渗透系统进水压力和出水压力以较高的速度变化, 从而提高了系统的掺水电导率, 致使反渗透膜出现结垢问题。

### 2.3 增加弱阳床的优势

首先, 增加弱阳床的优势在于可以将水中的部分钙镁离子消除, 从而降低对下一级除盐设备的破坏, 对于反渗透系统的危害降低作用更为明显, 不仅让反渗透装置的结垢效率大幅降低, 同时也增加了水量, 可以让反渗透膜的使用年限大幅提高。相关数据显示, 该系统可以提高过滤率的使用寿命, 更换周期也从一个月延长到了三个月。同时也可以加大其后其他工序设备的出水量, 降低离子交换器设备的再生次数, 控制酸碱用量, 在提高生产效率的同时, 也可以控制成本。其次, 在改造完成之后, 全除盐水处理站的产能也会有一定幅度的提升, 约为 360m<sup>3</sup>/h, 弱阳床设计产水量则约为 525m<sup>3</sup>/h, 其中大约多出 165m<sup>3</sup> 的水量可以作为循环水, 浓缩倍率也从原来的 2 提高到 4, 每天减少循环用水 1000m<sup>3</sup>, 具有非常可观的经济效益, 每万吨的补水率可控制在不高于 110m<sup>3</sup> 的水平。最后, 除盐水处理站超滤运用的是日产的旭化外压超滤设备, 在超滤工序前, 需要应用相应的过滤器来保护超滤膜, 而弱阳床产水所形成的小颗粒可以在进入超滤前就实隔离在过滤器之外, 所以不会影响超滤设备的工作, 延长了设备的使用寿命。

### 2.4 改造所需设备

为了进一步提高除盐水的工艺水平, 确保除盐水质符合于使用要求, 需要增设一批设备来确保工序能达到相应的质量要求。

首先, 在管路材料方面, 酸管路所选用的材料为钢衬塑料, 碱管路则使用无缝钢管, 其余部分, 如阴阳床水管和反洗管则为 316 不锈钢材质; 其次, 出于监测和控制便利的需求, 需要增设各种仪表设备, 其中比较重要的有钠表、硅表, 以及其他计量仪器等等。最后, 结合计算结果,

原有的处理系统当中,无论是中间水泵还产再生水泵,其性能与功能都无法适应于新的使用需要,需要进行必要的改造,其中对于扬程的改变则分别为 50m 与 32m。

### 3 经济效益计算

设备改造一次性投资约为 1200 万元,经过系统改造之后,除盐水的产量得到了提升,同时其品质也得到了改善,确保了除盐水系统长期运行的安全稳定性,实现长期的可持续运营。与此同时,也对于其他设备的安全运行有一定的积极作用,如锅炉、发电机设备都受到了一定的保护。在经济效益计算方面如下:

第一,安全可靠的处理技术可以确保超滤设备与反渗透设备的运行,一方面控制了超滤与反渗透的清洗频率,同时也延长了设备检修周期。清洗费用按每次 6000 元计,每年各少清洗 3 次,共计节约 3.6 万元。第二,在保安过滤器设备的更换周期方面,由每年更换 6 次降低为每年更换 3 次,该部分降低成本约为每年 9 万元。第三,每年可节约超滤膜元件一组,按每根 2.4 万元计,每年节约成本 67.2 万元。第四,可以有效地提高除盐水的质量,同时也可以控制超滤与反渗透浓排,从而让产水率得到了显著增长。原超滤浓排的水量降低为原来的 2/3,按每小时节约 10m<sup>3</sup> 计算,每年降低用水量约为 10.95 万 m<sup>3</sup>,按自来水 5

元 /m<sup>3</sup> 计,大约节约 54.75 万元。第五,反渗透浓水的排放量也得到了控制,大约每日的排水量减少 5m<sup>3</sup>,每年节约水量则为 5.475 万 m<sup>3</sup>,按自来水 5 元 /m<sup>3</sup> 计,大约节约 27.375 万元。第六,增加成本部分,主要是每吨除盐水生产所需要消耗的酸碱总量,大约 0.1 元,所以大约每年花费在酸碱上的成本约为 15 万元。最后,弱阳床所产的水可以实现对循环水的补充,在循环水的消耗上,可以减少大约 600m<sup>3</sup>,所降低的成本为 110 万元。

综合计算,本项目每年节约成本约为 257 万元,可在 5 年内回收全部成本,有着较好的经济效益和可行性。

### 参考文献:

- [1] 张海忠,郭永鹏,曹美杰.国产 DCS 系统在除盐水系统的应用[J].冶金动力,2020(10):60-64.
- [2] 段军召.浅谈煤化工工艺冷凝液闪蒸扩容乏汽回收利用[J].化工管理,2019(23):167-168.
- [3] 熊小康.垃圾电厂锅炉除盐水的工艺合理选择——与设计人员的商榷[J].西部皮革,2016,38(14):26.

### 作者简介:

李建文(1993-),女,2018年6月毕业于吕梁学院,本科,助理工程师,研究方向:除盐水方向。

(上接第 67 页)长过程中会喷洒一定浓度的农药,但是目前在农药的使用过程中存在许多问题,例如喷洒的农药量比较大,农药品种的结构不是十分合理,以上原因均会导致出现农药残留的现象,而人们如果食用农药残留超标的食物会导致出现中毒事件,对未成年人的生长发育也有很大的影响,因此对食物中残留的农药进行检测也是非常必要的。在对残留的农药进行检测时,色谱法是常用的一种方法。并且虽然金属元素的种类是相同的,但是他们在不同形态下的化学性质是不同的,因此在对食品中金属元素进行检测时可以将多种检测技术进行结合,使检测结果的准确度能够提高。

### 4 食品中金属元素形态生物分析技术及应用

由于物理检测方法和化学检测方法会对环境造成一定的污染,随着科技的进步和人们环保意识的提高,生物检测方法开始走入人们的视线。生物检测方法具有操作简单、无需复杂设备、受外界因素干扰小等优点。

#### 4.1 酶抑制法

在采用生物法对食品种金属元素形态进行分析时,常用的是酶抑制法。酶抑制法中起作用的主要是酶内部的酶活性中心,当酶活性中心与重金属元素进行结合后,酶的活性会失去或其性质发生变化,从而整个系统中的颜色、电导率等都会发生改变。其中重金属物质的含量及种类就会通过整个酶系统改变的数值求出来。在用酶抑制法对食品中的重金属含量及形态进行分析测定时,所需的样品含量比较少,并且检测的速度比较快,产生的污染物质比较少。同时,酶抑制法还可以用来检测一些农药,例如有机磷农药,这种农药对胆碱酶的活性有强烈的抑制作用,因

此采用这种方法能够快速的检测出食品中的有机磷农药残留。

#### 4.2 免疫分析法

免疫分析法具有很多优点,这种方法由于特异性比较强,能够对食品样品中的金属元素进行针对性的检测,因此检测的速度比较快。首先向样品中加入相应的物质,这些物质与金属离子发生反应,新的金属络合物会出现,然后在载体蛋白上连接这种新的络合物,就会出现免疫原性。在对样品进行检测,需要对其进行消解,随着科技的发展,微波消解仪逐渐被广泛应用,使消解过程变得简单起来,并且对一些金属元素不会造成损伤,使消解工作的效率和质量也能提高,使后续的检测的准确度也能够提高。

### 5 结语

综上所述,食品安全问题越来越受到人们的关注,其中金属元素虽然对人体来说是非常重要的,但是人们对不同形态的金属元素的吸收程度也是不同的,因此对金属元素形态进行分析也很重要。人们日常食用的食品中存在农药残留和金属元素含量超标的情况,因此对食品中金属元素进行检测也是非常重要的。金属元素分析方法主要有物理、化学和生物,随着人们环境意识的提高,应该寻求环保的检测方法。

### 参考文献:

- [1] 骆月霞.食品中金属元素形态分析技术及其应用[J].食品安全导刊,2017(21):88-89.
- [2] 王腾.食品中金属元素形态分析技术及应用研究[J].当代化工研究,2020(04):50-51.