

燃煤发电厂化学水处理技术及其发展分析

刘卜玲（山西西山热电有限责任公司，山西 太原 030023）

摘要：电力已经成为人们日常生活及工作不可或缺的重要能源，大量的电子设备需要电力能源的支撑才能正常运行，相应的电力行业也得到了大力发展。国家经济的快速发展也为电力行业发展带来了巨大的挑战，尤其是可持续发展理念的提出，对于传统电力行业提出了更高的要求。燃煤发电属于一种传统的发电方式，相关电厂设备正常运行过程对水具有较为严格的要求。本文以燃煤发电厂化学水处理技术为研究对象，在查阅大量文献以及结合以往工作经验的基础上，对燃煤发电厂化学水处理技术及其对燃煤发电厂的影响进行简单介绍，然后分析了燃煤发电厂化学水处理特点及现状，最后对燃煤厂化学水处理技术发展状况进行探讨，期望可以为燃煤发电厂化学水处理技术的推广使用及发展提供参考。

关键词：燃煤发电厂；化学水；处理技术；发展

1 燃煤发电厂化学水处理技术及其对燃煤发电厂的影响

燃煤发电厂处于不断发展的状态，厂内锅炉设备也在向着高温高压以及大型化的方向转变，在这一过程对于锅炉补给水也提出了越来越高的要求，因此需要彻底清除干净补给水中的有害物质，为相关热力设备的稳定安全以及稳定运行提供保障。另外，燃煤发电厂中的热力设备以及水汽管道等在运行过程也会发生一定程度的水汽损失。对于燃煤发电厂锅炉补给水的质量应当进行严格要求，确保厂内水汽系统在运行过程可以保持平衡状态。燃煤发电厂所使用的自然水基本上都含有对热力设备有害的物质，需要先严格处理自然水清除有害物质之后再将其注入到燃煤发电厂锅炉当中。在处理燃煤发电厂所使用的自然水时，应当确保其达到锅炉补给水质量标准，避免水中存在有害物质腐蚀到燃煤发电厂锅炉蒸汽系统以及相关热力设备设施。如果不进行化学水处理，水中含有的有害物质会造成热力设备表面产生大量污垢及沉淀物，对设备长久稳定运行造成严重干扰^[1]。可以将燃煤发电厂化学水处理技术分为除盐技术以及盐碱再生技术，以此来彻底清除水中的有害物质。

燃煤发电厂主要是由发电机、汽轮机以及锅炉三大主体助型设备组成，燃煤发电不同环节和部分属于相互联系和相互作用的关系，当其中某一部分出现问题时都会对燃煤发电厂整体产生影响。燃煤发电厂使用的自然水对于热力设备能力转换具有支撑作用，化学水处理技术会直接影响到相关设备的正常平稳运行。燃煤发电厂电化学处理技术对燃煤发电厂的影响主要体现在：自然水中有害物质腐蚀热力设备、热力设备表面产生污垢、汽轮机内部盐分增加等方面，自然水中有害物质没有得到彻底清除会对燃煤发电厂整体产生不容忽视的负面影响。化学水处理技术没有得到科学应用，不仅会对各项设备的正常使用产生负面影响，同时还会带来一系列的经济损失，严重情况下甚至会引发严重的安全事故，

增加燃煤发电厂的经济负担，长此以往阻碍其进一步发展。

2 燃煤发电厂化学水处理特点及现状

在国家经济以及电力行业快速发展的促进作用下，燃煤发电厂化学水处理技术以及工艺也得到不断发展。在环保工作持续推进的背景下，燃煤发电厂化学水处理工作对于水质要求有了更加明确的限制，譬如对水中磷酸盐含量以及pH值等要求都变得更加严格。与此同时，燃煤发电厂在设备、生产、工艺和检测手段方面都取得了明显突破，同时也为化学水处理技术的进一步发展奠定了良好基础。

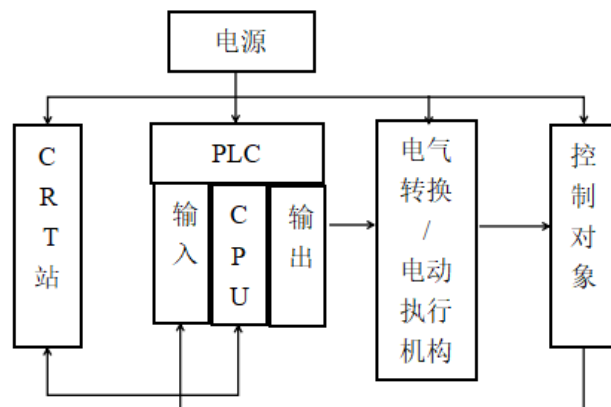


图1 化学水处理自动控制系统

①燃煤发电厂的设备布置最初是根据用途进行单元化的分散布置，没有达到合理利用空间的效果，最终造成资源浪费的情况。另外，过长的不同类型公共介质管道，还导致输送消耗大量能量的情况，对实际生产以及管理工作都产生不利影响。现代化的燃煤发电厂改善了分散布置设备的情况，本着节约场地空间以及提高设备利用率的原则对设备进行立体化以及集中化的布置；

②燃煤发电厂以往的化学水处理系统需要人工进行现场监控，以此来满足生产现场日常管理需要。但是，依靠人工进行监管会导致较多的操作失误，同时因为操作延迟引发一系列的操作事故。为了改善这一问题，将

汇集远程控制、自动化以及计算机技术的可编程逻辑控制器应用至燃煤厂化学水处理系统当中,通过集中监测、操作以及控制化学水处理系统,可以提升整个系统对于突发情况的应急处理能力^[2]。以广西某发电厂设计的化学水处理自动化控制系统为例,其总体设计思路如图1所示,该系统的核心为以微处理器为基础的可编程控制器,主要组成部分包括CRT站、PLC控制系统以及电器转换装置等;

③水资源作为一种珍贵资源对于人类生存以及社会发展都具有不容忽视的影响作用,我国人均水资源占有率明显不足,燃煤发电厂生产过程会消耗大量的水资源,不利于整个行业的可持续发展。为了对国家环保要求进行积极响应,燃煤发电厂应当提升水资源利用率。燃煤发电厂自动化程度逐渐提升,在这些电厂当中都已经基本实现废水零排放的目标,既可以节约用水,也可以缓解所产生的环境污染^[3];

④在以往的生产工作中,燃煤发电厂化学水处理技术主要为过滤沉降以及加药浓缩等方法,这类化学水处理技术相对来说比较落后,无法达到理想的水质处理效果。在技术进步的推动作用下,越来越多的化学水处理技术被研制出来,离子膜、超滤、阴阳树脂法、反渗透等新型化学水处理技术的应用明显改善了传统技术的诸多弊端;

⑤在科学技术不断发展进步的促进作用下,在线监测技术得到大力发展,相应的检测精确度也得到明显提升。在线检测技术的应用为燃煤发电厂化学水处理系统在线监控的实现提供技术保障^[4]。通过在线的方式对化学水处理过程进行监控,可以事前预防水质,为相关设备的长期稳定运行提供保障。

3 燃煤厂发电化学水处理技术发展状况

3.1 燃煤发电厂传统化学水处理技术介绍

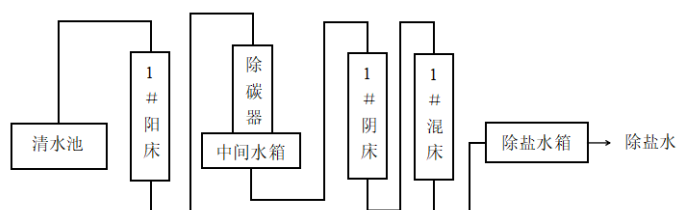


图2 化学水处理系统示意图

燃煤发电厂化学水处理工作的主要目的为对设备结垢以及腐蚀情况进行有效预防,燃煤发电厂使用频率最高的化学水处理技术为阴阳树脂法,这也是很多燃煤发电厂化学水处理车间存在大量离子树脂交换罐的直接原因,在不断切换的状态下离子树脂还可以持续再生。以最常见的化学水处理方式为例,主要是先将自来水通过升压泵升压进入过滤器,对自来水中的大颗粒杂质进行滤除,之后在离子树脂交换器的作用下使其进入脱盐水

箱,之后进行有效的脱盐处理(如图2所示),这一化学水处理方式在很多燃煤发电厂得到应用。现阶段,越来越多的发电厂注重化学水处理系统的节能改造工作,以某一具有10套滤镜、10套阴床、8套反渗透、8套混床以及7套阳床的电厂化学水处理系统为例,对其进行系统改造,在其阴床上增加除碳装置,阴床CO₂含量由17mg/L降低至5mg/L,其制水量明显提高,可以达到每年节省200t碳以及22300t除盐水的效果。

3.2 燃煤发电厂膜分离技术应用

在科学技术不断发展的促进作用下,燃煤发电厂化学水处理工作中开始广泛使用膜分离技术,此项技术的应用原理为利用具有高性能的高分子微孔材料过滤和提纯水中的微小杂质。如今,燃煤发电厂使用频率最高的膜分离技术主要有微滤、超滤以及反渗透等,这些膜分离技术也在燃煤发电厂化学水处理工作中取得了明显的应用成果。膜分离技术中的微滤以及超滤技术都是利用膜表面微孔结构选择性分离有害物质。在膜分离技术中,反渗透技术的应用频率最高,应用范围也最广泛,并且反渗透技术还具有明显的环保性。反渗透技术主要的组成部分为有膜组件,在半透膜的作用下达达到隔离物质的目的。在实际工作过程从膜组件一端压入加压水,在半透膜作用下促进水中化学物质进入导流层,之后在通道经膜组件中心孔的排除作用下排出化学物质,得到水质较好的处理水,这种化学水处理技术的脱盐率可以达到90%以上,得到很多燃煤发电厂企业的广泛关注。超滤膜在电厂反渗透预处理中得到广泛应用,主要是常利用孔径为0.005-1μm的不对称多孔性半透膜作为过滤介质,借助0.1-1.0MPa的压力推动作用,对水质进行净化。另外,反渗透装置对于进水水质具有严格要求,其堵塞指数SDI应小于4,超滤产水水质SDI应小于2。浅盐去除方法的原理为利用离子交换对水中的盐分进行有效去除,一般是在原始水处理系统当中添加弱酸性阳离子交换树脂或弱碱性阴离子交换树脂来达到除盐效果。浅盐去除方法具有诸多优点,不仅操作起来比较简单,还不会耗费较高的成本,并且还可以达到较高的去除率,还能够有效避免污泥膨胀情况的发生。

3.3 燃煤发电厂设备补给水防腐处理

燃煤发电厂生产过程一项不容忽视的问题便是锅炉的防腐问题,在为锅炉补水时,如果水质不合格将会对锅炉设备产生腐蚀影响,最终对相关设备的正常使用产生严重的负面影响,在严重情况下甚至会引发严重的爆炸生产事故,给燃煤发电厂企业以及国家带来严重损失。燃煤发电厂原水当中含有大量的盐分,并且还包含了大量的氧气。因此,燃煤发电厂化学水处理工作中应当注重给水除氧以及pH调节工作的开展,对原水当中的杂质进行有效清除,为燃煤发电厂的顺利发电以及可持续

发展提供保障。已经进行预处理的水,也应当进行除氧和 pH 调节,只有经过上述处理的水才能够经过给水系统进入锅炉。如果,水只经过预处理,其仍旧含有数量较多的具有较强腐蚀性的氧以及二氧化碳。因此,燃煤发电厂应当持续进行原水除氧和 pH 调节工作。国家对于燃煤发电厂锅炉用水具有严格要求以及明确规定,对于蒸发量不小于 2t/h 的蒸汽锅炉必须要进行除氧处理。在对水进行除氧防腐处理时,主要是采用物理以及化学方法,其中最常用的物理除氧技术为热力除氧技术,主要是加热锅炉水至沸点降低水中氧含量,热力除氧操作简单,但是容易汽化并且耗能高。对于热力除氧效果不佳的锅炉可以使用真空除氧技术进行弥补。化学除氧防腐技术主要包括亚硫酸钠除氧(主要原理如公式 1)以及树脂除氧,无论是应用哪种化学除氧防腐技术都可以得到良好的除氧效果。为了提高锅炉的腐蚀电位,可以通过电化学方式对锅炉补给水进行加氧处理,使锅炉金属表面生成氧化膜进行防腐。在调节原水的 pH 值时,可以在水中添加一定量的氨水试剂,对水中的碱性进行不断提升,这样便可以有效控制水中的 pH 值。



3.4 锅炉水的磷酸盐处理及锅炉排污

燃煤发电厂的锅炉水当中包含有大量的盐分,其中磷酸盐占有较大的比重。因此,燃煤发电厂应当注重锅炉水的磷酸盐处理工作,对原水中所含有的杂质进行有效清理。对于已经进行除氧和 pH 调节的原水便可以顺利的进入锅炉当中,为接下来的火力发电工作而提供服务。如果,水中仍旧含有大量的钙离子,就会导致钙离子在锅底大量堆积的情况,不仅会形成大量的沉淀物质,还会对火力的发电效率产生严重的负面影响。这就需要相关工作人员对水进行进一步的加药处理,对锅炉当中的水垢进行有效清除。一般,可以在锅炉水当中投放磷酸盐等,对锅炉当中残留于锅底的钙离子进行软化,对钙离子的硬度进行有效调节的同时,还能够调节水中 pH 值。燃煤发电厂的锅炉使用时间过长,锅底不可避免的才产生厚厚的水垢,在锅炉运行过程应当及时对锅炉水质进行检查,档锅炉水中的含盐物质以及含硅物质增加到一定量之后,可以通过抽放锅炉底部一部分水的方法,对锅炉当中的水渣进行排除,以此来达到对锅炉进行排污的效果,既可以净化水源也能够促进锅炉使用寿命的延长。

3.5 锅炉水排放的绿色化学处理及发电机内冷水处理

前文已经提到使用磷酸盐对锅炉水进行处理之后再排放,但是磷酸盐具有一定的污染性,排放之后将会引起燃煤发电厂污水排放问题,会对当地的水资源产生严重的破坏影响。如果,燃煤发电厂所排放的污水处于高

温状态,那么不仅会引发严重的水污染问题,还会造成大量热能的浪费。因此,应当采用绿色化学处理方法对锅炉水进行处理,有效避免水污染问题的发生,并且还能够为锅炉运行效率以及资源利用率的提升提供促进作用。燃煤发电厂应当注重锅炉及相关设备的管理工作,对锅炉水处理过程所使用的添加剂的化学成分进行全面分析,在此基础上找出可以合成所得反应物的中和剂,既实现了锅炉水处理,也可以达到零排放的目标。在燃煤发电厂中发电机在电厂生产及运行过程占据重要位置,其运行过程会产生大量的摩擦热,如果没有及时进行处理,长此以往会影响到发电机的正常工作。因此,可以采用冷水处理的方式冷却循环水,但是循环水有可能会对发电机铜线产生腐蚀影响,因此可以在中间冷却水中添加一定量的腐蚀抑制剂,以此来降低对于发电机铜线的腐蚀干扰。但是,腐蚀剂往往具有毒性或者刺激性味道,不利于工作人员的身心健康。因此,今后应当加强绿色处理发电机内部冷水的研究,比如可以通过冷凝水对内部冷水质量进行调节,对水中的氧气和二氧化碳进行有效清除,也可以达到防腐的目的。今后,电厂化学水处理技术应当朝着节能、环保以及自动化的方向发展,以此来有效处理燃煤发电厂的水体。

4 结语

综上所述,燃煤发电厂化学水处理属于电厂电力生产的关键环节之一,会对厂内相关设备的正常运行产生重要影响。燃煤发电厂自然水需要经过化学处理达到使用标准后,才能够输送至不同的生产环节,为燃煤发电厂机组的稳定运行提供重要保障。燃煤发电厂化学水处理技术得到快速发展,但是与发达国家相比仍旧存在一定的差异,今后在化学水处理技术方面既要进行自主创新,也要积极汲取国外先进经验,在保障燃煤发电厂生产效率的基础上,促进社会经济的进一步发展。

参考文献:

- [1] 马小原. 简述电厂化学水处理技术的创新应用 [J]. 机电信息, 2020(18):83-84.
- [2] 廖华丽, 周伟军. PLC 控制在火电厂水处理的应用与研究 [J]. 科技资讯, 2019, 17(12):29+31.
- [3] 郭欣玮. 电厂化学水处理技术的应用及发展研究 [J]. 技术与市场, 2019, 26(03):139+141.
- [4] 许如平. 电厂化学水处理技术发展与应用探究 [J]. 节能, 2019, 38(02):95-96.

作者简介:

刘卜玲(1970-), 女, 山西永济人, 中级职称, 2004年7月, 取得第二学历, 太原理工大学工商管理, 本科, 毕业后一直从事电厂化学工作, 历任电厂化验员、化学专工、发电部副部长、生产技术部副部长、安全环保部副部长等职务。