

燃煤电厂废水零排放技术研究与实践分析

黄国强

华电水务科技股份有限公司, 北京 100160

[摘要]随着工业化进程的加快和城市化进程的推进,废水排放对环境造成的影响日益突出,严重威胁着生态环境和人类健康。因此,开发高效、低能耗的废水处理技术,实现废水零排放已成为当前环保领域的重要任务之一。此文将重点介绍湖南华电平江一期2x1000MW煤电项目废水零排放处理系统,探讨其废水处理工艺系统的设计和运行优势,以及对环境保护和可持续发展的积极意义。

[关键词]燃煤电厂; 废水; 废水零排放

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13752

中图分类号: X773

文献标识码: A

Research and Practical Analysis of Zero Discharge Technology for Wastewater From Coal-fired Power Plants

HUANG Guoqiang

Huadian Water Science and Technology Co., Ltd., Beijing, 100160, China

Abstract: With the acceleration of industrialization and the advancement of urbanization, the impact of wastewater discharge on the environment is becoming increasingly prominent, seriously threatening the ecological environment and human health. Therefore, developing efficient and low-energy wastewater treatment technologies to achieve zero wastewater discharge has become one of the important tasks in the current environmental protection field. This article will focus on introducing the zero discharge wastewater treatment system of Hunan Huadian Pingjiang Phase I 2x1000MW coal-fired power project, exploring the design and operational advantages of its wastewater treatment process system, as well as its positive significance for environmental protection and sustainable development.

Keywords: coal-fired power plants; wastewater; zero discharge of wastewater

随着工业化进程的不断加速和城市化发展的持续推进,我国面临着严峻的环境污染挑战。特别是在能源行业,煤炭等传统能源的大规模开采和利用导致了大量废水的产生,直接威胁着水资源的安全和生态环境的健康。基于此,为了实现经济的持续发展和生态环境的协调发展,迫切需要开发高效、低能耗的废水处理技术,实现废水的零排放。

1 废水零排放的概念和意义

废水零排放是指在工业生产、农业种植、城市生活等各个领域,通过高效的废水处理技术,将生产过程中产生的废水处理至符合环保标准的水平,实现不再向外界排放废水的目标。废水零排放的意义不仅在于减少对自然环境的污染,更在于提升生产效率、保护水资源、降低环境治理成本、增强企业社会责任感以及促进可持续发展。是企业践行社会责任、树立良好企业形象的重要举措,有助于树立环保意识、推动绿色发展理念的深入人心。

2 平江项目废水处理工艺系统介绍

2.1 工艺流程概述

平江项目废水处理工艺系统先废水从生产过程中收集至脱硫废水清水箱进行暂存,随后清水泵根据需要将废水抽送至低温余热烟气浓缩塔^[1]。在低温余热烟气浓缩塔中,废水与来自燃煤发电机组的余热烟气进行接触,废水中的水分在余热的作用下蒸发,从而实现废水的浓缩。浓缩后

的废水进入澄清池,通过沉淀和过滤等过程,进一步去除悬浮物和杂质。之后,废水进入浓水缓冲箱进行临时存储。接下来,浓缩后的废水被输送至高温烟气干燥塔。在高温烟气干燥塔中,废水受热并被干燥,由液体变成了固体灰。最后,经过除尘器处理后,废水达到环保排放标准,实现了零排放目标。特点是,通过低温余热烟气浓缩和高温烟气干燥的有机结合,实现了对废水的有效处理,节约了能源资源。澄清池和浓水缓冲箱的设置,使得废水能够在一定程度上进行预处理和暂存,保证了后续处理的连续性和稳定性。同时,高温烟气干燥塔的应用,有效地提高了废水的固体含量,降低了废水的体积,减少了处理成本。此外,除尘器的使用确保了排放废水的环保标准,保护了周围环境的健康和安全。

2.2 废水浓缩减量处理系统

2.2.1 设备介绍

废水浓缩减量处理系统采用了多种设备,每个设备都在系统中发挥着关键作用。清水泵是系统的核心设备之一,其主要功能是将废水从脱硫废水清水箱输送至低温余热烟气浓缩塔。低温余热烟气浓缩塔是系统中的关键设备之一,利用来自燃煤发电机组的余热烟气,与废水进行接触,通过传热传质作用,使废水中的水分蒸发并浓缩。澄清池是对浓缩后的废水进行进一步处理的设备,其主要功能是通过沉淀、过滤等物理和化学方法,将废水中的悬浮物和杂质去除,提

高废水的水质^[2]。浓水缓冲箱则是对处理后的废水进行临时储存的设备,其作用是平衡处理系统的进出水流量,保证系统运行的连续性和稳定性。总之,废水浓缩减量处理系统中的设备包括清水泵、低温余热烟气浓缩塔、澄清池和浓水缓冲箱。

2.2.2 技术特点和性能

废水浓缩减量处理系统具有几项关键的技术特点和优越性能,使其成为平江项目废水处理的核心组成部分。首先,该系统采用低温余热烟气浓缩减量技术,充分利用燃煤发电机组产生的余热烟气资源,实现对废水的高效处理。通过利用余热进行蒸发浓缩,系统能够将废水中的水分有效地减少,从而减少了废水的体积和含水量,降低了后续处理的成本和能耗。其次,系统设备运行稳定可靠,具有高度的自动化控制能力。清水泵采用变频调速技术,能够根据实际需要实现流量的精确调控,保证废水的稳定输送;低温余热烟气浓缩塔采用高效的传热传质结构设计,确保了废水的充分接触和蒸发浓缩效果;澄清池和浓水缓冲箱的设置能够有效平衡进出水流量,保证系统运行的连续性和稳定性。此外,系统的处理效率高,能够有效去除废水中的悬浮物和杂质,使废水达到环保排放标准。澄清池通过沉淀和过滤等物理和化学方法,去除废水中的悬浮物和杂质,提高了废水的水质;而浓水缓冲箱的设置能够平衡处理系统的进出水流量,保证系统运行的连续性和稳定性。总之,废水浓缩减量处理系统具有高效、稳定、可靠的特点,能够实现对废水的有效处理和浓缩减量,为实现废水零排放目标提供了可靠的技术支持和保障。

2.3 末端高温蒸发处理系统

2.3.1 设备介绍

旋转雾化器是高温干燥塔顶部的核心设备之一,是将浓缩后的废水进行喷洒,以达到进一步干燥和处理的效果。通过旋转雾化器,浓缩后的废水能够被雾化成细小的水滴,从而增大水滴与高温气体的接触面积,促进废水的进一步蒸发和干燥。旋转雾化器通常由雾化器本体、旋转部件、喷嘴等组成。浓缩后的废水通过喷嘴进入雾化器本体,在旋转部件的作用下,废水被雾化成微小的水滴。水滴在高温气体的作用下迅速蒸发,通过旋转运动,废水水滴的分布更加均匀,与高温气体的接触更加充分,从而提高了废水的干燥效率和处理效果。

高温干燥塔是湖南华电平江一期 2x1000MW 煤电项目废水零排放处理系统中的核心设备之一,其主要功能是利用高温烟气进行废水的干燥固化处理,将浓缩后的废水中的水分进一步蒸发并固化成固体颗粒,从而实现废水的零排放。高温干燥塔采用先进的高温烟气干燥固化工艺,能够有效地将废水中的水分蒸发并固化,达到彻底处理废水的目的。高温干燥塔主要由干燥室、加热系统、除尘器等组成。浓缩后的废水首先进入干燥室,在高温烟气的作用下,废水中的水分被蒸发并固化成固体颗粒。经过干燥处理后的废水固体颗粒具有较高的稳定性和不易挥发性,可以有效地避免二次污染和排放。最后,经过除尘器的处理,确保烟气中的固体颗粒物被有效地捕集和清除,保证烟气的排放达标。

2.3.2 技术特点和性能

高温烟气干燥能够将浓缩后的废水在高温环境下进行干燥处理,迅速降低废水中的水分含量。高温烟气干燥塔的干燥效果优异,能够在短时间内实现废水的干燥固化,提高了废水的固体含量,降低了处理成本。除尘器采用先进的除尘技术,能够有效去除高温烟气中的颗粒物和有害气体,确保了废水的排放水质达标。除尘器采用高效的过滤器和清洁装置,能够保持设备长时间稳定运行,保证了废水处理系统的可靠性和稳定性。高温烟气干燥塔和除尘器的设备结构合理,操作简便,维护方便^[3]。设备采用先进的自动化控制系统,能够实现设备的智能化运行和监控,减少了人工操作和维护的工作量,提高了工作效率。

3 平江项目的运行优势

3.1 高可靠性的系统运行

高可靠性的系统运行是平江项目废水处理工艺系统的一大优势。该系统采用了先进的设备和技术,确保了系统在长期运行过程中的稳定性和可靠性。清水泵、低温余热烟气浓缩塔、高温烟气干燥塔等关键设备均采用了优质材料和先进制造工艺,确保了设备的耐用性和稳定性。这些设备经过严格的质量控制和测试,能够在恶劣的工作环境下稳定运行,减少了设备故障的发生。该系统能够对废水处理工艺进行智能化监控和调节,实时监测各项参数和运行状态,及时发现和解决问题。通过自动化控制系统,系统能够根据实际情况进行智能调节,提高了系统的运行效率和稳定性,减少了人为操作的错误和失误。平江项目废水处理工艺系统定期进行设备检修和维护保养,保证了设备的良好状态和运行性能。同时,系统备有足够的备件库存,能够及时替换损坏的零部件,确保了系统长期稳定运行。

3.2 真正实现零排放

实现零排放是平江项目废水处理工艺系统的核心目标之一,通过系统工艺流程和技术设备的精密设计和高效运行,成功实现了对废水的零排放。在废水浓缩减量阶段,系统利用低温余热烟气浓缩减量技术,将废水中的水分蒸发浓缩,从而降低了废水的体积和含水量。接着,经过高温烟气干燥固化和除尘处理等工艺,将废水中的有害物质固化处理,并且去除了废水中的颗粒物和有害气体,最终确保了排放水质达标。废水处理系统中的各项设备,如清水泵、烟气干燥塔、除尘器等,均采用了先进的技术和高质量的材料制造,保证了设备的稳定性和耐久性。通过自动化控制系统的智能监测和调节,确保了设备的正常运行和处理效率,有效地避免了设备故障和停机对废水处理的影响。在废水处理过程中,严格遵守了环保排放标准,保证了废水处理后的排放水质符合国家和地方的相关法律法规要求,有效保护了周围环境的清洁和健康。同时,零排放的实现也是企业社会责任的体现,为企业树立了良好的环保形象,得到了社会各界的认可和支持。

3.3 低能耗的电耗

清水泵、烟气干燥塔等关键设备采用了节能型设备,

具有较高的能效比和运行效率。清水泵采用了变频调速技术,能够根据实际需要灵活调节流量和转速,避免了能源的浪费。而烟气干燥塔则采用了高效的干燥技术,通过提高干燥温度和优化干燥过程,降低了能耗,提高了能源利用效率。系统配备了先进的自动化控制系统,能够实时监测和调节各项参数和运行状态,优化运行策略,提高能源利用效率。此外,系统还采用了能源管理系统,对能源消耗进行监测和分析,发现和解决能耗问题,降低了能源的浪费。系统利用燃煤发电机组产生的余热烟气进行废水浓缩减量处理,充分利用了余热资源,降低了废水处理过程中的能耗。同时,系统还采用了废热回收技术,将废水处理过程中产生的热能进行回收利用,提高了能源利用效率,降低了系统的能耗。

3.4 经济成本分析

经济成本分析是评估平江项目废水处理工艺系统运行的重要指标之一。由于系统采用先进的自动化控制系统和稳定的设备结构,减少了设备故障和停机的可能性,降低了维护和修理的频率和费用。通过废水处理工艺系统的高效运行,确保了排放水质符合环保标准,避免了因排放超标而引发的环境污染治理成本。企业不需要额外投入资金进行污染物治理和排放改善,减少了对环境的不良影响,也为企业节省了可能的处罚费用和清洁费用。废水处理工艺系统通过采用节能设备、智能化控制系统和废热回收技术等手段,有效降低了能耗,减少了企业的电费支出。尤其是在长期运行中,低能耗的电耗意味着企业能够持续节约能源成本,提高了废水处理系统的经济效益。

4 平江项目对环境的贡献

4.1 减少水污染

平江项目通过其先进的废水处理工艺系统,显著减少了水污染的程度,为环境保护作出了重要贡献。废水经过浓缩减量处理和零排放处理后,其污染物含量大幅降低,包括重金属、有机物等有害物质的浓度明显下降。废水处理过程中采用的高效除尘器技术能够有效去除废水处理过程中产生的颗粒物和有害气体,防止了这些污染物被释放到大气中,从而避免了二次污染。废水处理工艺系统还通过零排放的处理方式,实现了对废水的彻底处理和清洁排放。

4.2 减少大气污染

平江项目的废水处理工艺系统不仅在减少水污染方面发挥着重要作用,同时也对减少大气污染做出了显著贡献。在废水处理过程中,烟气中可能会产生颗粒物和有害气体,若直接释放到大气中将会造成二次污染。然而,通过废水处理系统中的除尘器,能够有效地捕捉和去除这些颗粒物和有害气体,避免其进入大气中,从而减少了大气污染物的排放。该技术利用高温干燥废水中的固体废物,将其转化为干燥固体,从而减少了废水中的水分含量。干燥固化的过程在高温条件下进行,不会产生二次污染,同时通过固化处理,将废水中的有害物质固定在固体中,防止其重新释放到大气中,有效降低了大气污染物的排放。废水处理工艺系统通过高效处理和净化废水,确保了处理

后的水质符合环保标准,不会对大气环境造成污染。

4.3 保护生态环境

平江项目的废水处理工艺系统不仅对水质和大气环境的保护做出了重要贡献,同时也对生态环境的保护起到了积极作用。通过系统的高效净化处理,废水中的有害物质得到有效去除,降低了对河流、湖泊等水域生态环境的影响。废水处理系统通过去除废水中的有害物质,减少了土壤和植被受到的污染程度,保护了土壤的肥力和生态系统的稳定性。这对于维护土地生态平衡和生物多样性具有重要意义。通过零排放的处理方式,废水处理过程中不会产生对生态环境有害的废气排放,不会对周围植被和动物造成伤害,保护了生态环境的完整性和稳定性。

4.4 促进可持续发展

平江项目的废水处理工艺系统不仅在环境保护方面具有重要意义,同时也对可持续发展做出了积极促进。通过对废水进行高效处理,项目确保了企业生产过程中产生的废水能够符合环保排放标准,避免了因排放不达标而导致的生产受限或处罚,保障了企业的生产经营稳定。同时,系统的高可靠性运行和低能耗的特点降低了企业的运营成本,提高了企业的竞争力,为企业的持续发展提供了坚实保障。通过减少水污染、大气污染和土壤污染,系统保护了周边自然生态环境的健康和完整性,为当地居民提供了清洁的生活环境和良好的生态条件。这有利于增强当地居民的环保意识,促进了生态文明建设,实现了经济发展和环境保护的良性循环。系统的运行需要技术人才和管理人才的支持,促进了相关产业的发展和就业机会的增加。同时,系统的环保效益和社会效益得到了社会各界的认可和支 持,有助于树立企业的良好社会形象,提升企业的社会责任感和品牌价值,为企业在市场竞争中赢得更大的信誉和声誉。

5 结语

在平江项目废水处理工艺系统的实施和运行中,我们见证了环保技术的力量,以及企业对环境保护和可持续发展的承诺。通过系统的高效净化和零排放处理,我们成功降低了水污染和大气污染的程度,保护了生态环境的健康和完整性。同时,系统的高可靠性运行和低能耗特点,不仅保障了企业的生产稳定和竞争力,也促进了产业的可持续发展。我们坚信,环保与经济发展并不矛盾,而是相辅相成,唯有实现了对环境的保护,才能真正实现经济的可持续发展。

【参考文献】

- [1] 赵德玉,崔振,王志永,等. 燃煤锅炉烟气石灰石湿法脱硫废水处理技术与应用[J]. 煤质技术, 2023, 38(2): 19-29.
 - [2] 张建华. 针对燃煤电厂废水零排放技术研究与实践分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(22): 38-40.
 - [3] 季宏飞,李志猛,陈金明,等. 电渗析技术在电镀废水零排放方面的应用研究[J]. 电镀与精饰, 2023, 45(9): 64-68.
- 作者简介: 黄国强(1983.10—),男,职称: 中级工程师,籍贯: 湖北荆门。