

泥沙治理在水电站运行管理中的重要性及实践

薛 姣

新疆新华木扎提河水电开发有限公司 新疆 阿克苏 843000

摘要: 水电站作为绿色能源的代表,在全球能源转型中扮演着重要角色。然而,泥沙问题一直是水电站运行中的难题,对水电站的安全性和经济性产生深远影响。本文从多个角度深入探讨了泥沙治理在水电站运行管理中的重要性,并结合实践,详细阐述了泥沙治理的具体策略和措施,以期水电站的高效、安全运行提供理论支撑和实践指导。

关键词: 水电站;泥沙治理;运行策略;安全管理;实践应用

引言

随着全球对可再生能源需求的持续增长,水电站作为清洁、可持续的能源形式受到了广泛关注。然而,在水电站的运行过程中,泥沙问题成为了一个不可忽视的挑战。泥沙的淤积和侵蚀不仅对水电站设备造成损害,还可能引发安全事故,严重影响水电站的正常运行。因此,本文旨在深入探讨泥沙治理在水电站运行管理中的重要性,并结合实践提出有效的治理策略。

1 泥沙治理在水电站运行管理中的重要性

1.1 确保水电站安全运行

泥沙治理在水电站运行管理中的重要性不可忽视,其中最为核心的一点就是确保水电站的安全运行。水电站作为一个复杂的系统工程,其各个部分都紧密相连,任何一个环节的失误都可能引发整个系统的故障。泥沙问题,尤其是泥沙淤积,就是这样一个可能引发连锁反应的潜在风险点。具体来说,泥沙的淤积会导致引水渠道的堵塞。一旦渠道被堵塞,水流的稳定性和流量就会受到影响。在水电站运行中,稳定的水流是保证发电效率和设备安全的基础。泥沙淤积不仅会降低水流速度,还可能造成水流的不均匀分布,从而对水电站的正常运行构成威胁^[1]。更为严重的是,泥沙中的大颗粒物在水流的带动下,会以高速撞击水轮机的叶片,长时间下来,必然会造成叶片的磨损。如果这种磨损达到一定程度,就有可能引发叶片的断裂,进而导致整个水轮机的故障。这种故障不仅会影响水电站的发电效率,更有可能引发安全事故,对人员和设备造成损害。因此,从水电站安全运行的角度出发,泥沙治理显得尤为重要。只有通过有效的泥沙治理,及时清理淤积的泥沙,减少颗粒物对水轮机叶片的磨损,才能确保水电站的长期稳定运行。这不仅是提高发电效率的需要,更是保障人员和设备安全的必然要求。

1.2 提升水电站发电效率与经济效益

泥沙治理对于水电站来说,不仅关乎安全运行,更直接关系到发电效率和经济效益。在水电站运行过程中,泥沙淤积是一个常见的挑战,它会对水轮机的工作效率产生显著影响。具体来说,泥沙淤积在水轮机进口或流道内,会改变水流的动力学特性。这种改变可能导致水流的不均匀分布,减少水流对水轮机叶片的有效冲击,从而降低水轮机的转动效率和能量转换效率。当水轮机的效率下降时,其产生的电能也会相应减少,直接影响到水电站的发电量。发电量的减少不仅意味着水电站不能满足预定的电力供应需求,更会导致经济效益的下滑。因为水电站的主要收入来源就是销售所发的电能,发电量的减少将直接减少其收入。此外,泥沙淤积还可能导致设备的额外磨损,增加维护成本,进一步降低水电站的经济效益。因此,科学的泥沙治理显得尤为重要。通过定期的清理和维护,可以有效减少泥沙淤积,保持水轮机的最佳工作状态,从而提高其发电效率。这不仅可以增加水电站的发电量,提高其市场竞争力,还可以降低设备的维护成本,延长设备的使用寿命,最终实现水电站经济效益的最大化。

1.3 延长设备使用寿命与减少维护成本

泥沙治理在水电站运行管理中的另一个重要作用是延长设备使用寿命与减少维护成本。水电站设备,特别是水轮机、发电机等核心部件,长期暴露在富含泥沙的水流中,其表面会受到泥沙颗粒的持续冲刷和磨损。这种磨损不仅会影响设备的性能,还会逐步缩短其使用寿命。具体来说,泥沙颗粒,尤其是那些硬度较高的颗粒,会以一定的速度和角度撞击设备表面,造成微观或宏观的划痕和凹坑。随着时间的推移,这些划痕和凹坑会不断累积,导致设备表面粗糙度增加,进而影响设备的流体动力学性能和机械效率。更为严重的是,长期的磨损可能会引发设备的结构性破坏,如叶片断裂、轴承

损坏等,从而大大缩短设备的使用寿命。除了对设备本身的损害,泥沙磨损还会增加水电站的维护成本。磨损后的设备需要更频繁的检修和更换,这不仅占用了大量的时间和人力资源,还增加了备品备件消耗和维修费用的支出。因此,合理的泥沙治理措施对于延长设备使用寿命和减少维护成本至关重要。通过采取有效的泥沙过滤、沉淀、排放等措施,可以降低水流中的泥沙含量,从而减少泥沙对设备的磨损。这样不仅可以保持设备的良好性能,延长其使用寿命,还可以降低维护频率和成本,提高水电站的整体经济效益。

2 泥沙治理在水电站运行管理中的实践

2.1 构建完善的泥沙监测与预警系统

泥沙治理在水电站运行管理中的实践,首要任务是构建一套完善的泥沙监测与预警系统。这一系统的建立对于水电站的安全和高效运行至关重要,它能够确保工作人员及时、准确地掌握水流中的泥沙情况,从而在泥沙含量超标时迅速作出反应,采取措施以保障水电站的正常运行。构建这样一套系统,首先需要布置实时监测设备。这些设备应安装在水电站的关键位置,如引水渠道、水轮机进口等,以持续监测水流中的泥沙含量和粒度分布。监测设备可以采用先进的传感器技术,如光学浊度计、颗粒计数器等,这些设备能够提供高精度的实时数据,帮助工作人员准确了解泥沙状况。其次,数据传输与分析模块是这一系统的核心。该模块负责将实时监测设备采集的数据传输到中央控制系统,并进行深入的数据分析。通过高效的数据传输技术,如无线通信或有线网络,可以确保数据的实时性和准确性。而数据分析则依赖于先进的算法和软件工具,它们能够对大量的泥沙数据进行处理,提取出有价值的信息,如泥沙含量的变化趋势、异常值的识别等^[2]。最后,预警机制是这一系统的关键功能。当监测到泥沙含量超过预设的安全阈值时,预警机制会立即启动,通过声光报警、短信通知等方式,迅速将警报信息传递给相关工作人员。这样,工作人员可以在第一时间了解到泥沙超标的情况,并采取相应的应对措施,如调整运行参数、启动应急清理程序等,以防止泥沙淤积对水电站造成损害。

2.2 综合应用多种泥沙治理技术

2.2.1 防沙排沙设计

防沙排沙设计在水电站运行管理中至关重要,它涉及多个方面,旨在防止泥沙对水电站设备的损害,同时确保泥沙能够有效排放,防沙设计是在水电站进水口设置拦沙坎、沉沙池等设施,预先拦截和沉积大部分泥沙,减少进入机组的泥沙量。采用合适的引水渠道设

计,如调整渠道坡度、增设沉沙设施等,进一步降低水流中的泥沙含量。排沙设计包括排沙洞、冲沙闸等,确保在需要时能够快速排放淤积的泥沙。排沙洞的设计要考虑到泥沙的特性和排放效率,确保其尺寸、坡度和流速等参数能够满足排沙需求。定期对防沙排沙设施进行检查和维护,确保其处于良好的工作状态。通过设置泥沙监测设备,实时监测水流中的泥沙含量,为防沙排沙提供数据支持。

2.2.2 机械清淤技术

机械清淤技术是水电站泥沙治理中的重要手段之一。这种技术主要利用大型机械设备,如挖掘机、铲车等,对水电站底部的泥沙进行定期清理。在实践中,机械清淤展现出了高效、快速的特点,能够迅速清除大量淤积的泥沙,从而恢复水电站的正常运行状态。具体而言,机械清淤操作通常在水电站停机或者低负荷运行时进行,以确保操作安全。清淤前,需要对淤积的泥沙进行详细的勘测,确定淤积的范围和厚度,以便制定合理的清淤计划。在清淤过程中,机械设备通过铲、挖、推等操作,将淤积的泥沙从水电站底部移除,并运输到指定的处理区域。此外,机械清淤技术还具有较高的灵活性和适应性,可以根据不同的淤积情况和清理需求进行调整和优化。同时,随着科技的发展,现代机械设备在智能化和自动化方面取得了显著进步,进一步提高了清淤的效率和安全性。

2.2.3 水沙分离技术

水沙分离技术是水电站泥沙治理中的关键技术,其主要目的是将水流中的泥沙有效分离,以保障水电站的正常运行和延长设备使用寿命。砂水分离器是水沙分离技术的核心设备。它通常内部设有旋转的圆筒或螺旋形装置,当混合了砂和水的混合物进入分离器后,通过旋转产生的离心力,将砂和水进行分离。混合物进入砂水分离器后,较重的砂粒在离心力的作用下被甩向边缘并沉降,而轻质的水则通过中心空洞或分离管道排出。部分砂水分离器还配备过滤系统,以进一步清除水中的细小砂粒。水沙分离技术广泛应用于水电站、建筑工地、水产养殖和砂石厂等领域,尤其在水电站中,它对于减少泥沙对设备和管道的磨损、提高发电效率具有重要意义^[3]。通过水沙分离技术处理后的水体,泥沙含量显著降低,有助于保护水电站设备,减少维护成本,并提高发电效率。同时,该技术也有助于减少下游水体的污染。

2.2.4 化学处理法

化学处理法在水电站泥沙治理中扮演着重要角色。这种方法主要是通过化学反应来改变泥沙的性质,以便

于其处理和清除。化学处理法利用化学物质与泥沙中的某些成分发生反应,从而达到溶解、分离或固化泥沙的目的。例如,可以使用酸碱等化学试剂来溶解特定的泥沙成分。首先,需要对泥沙样品进行分析,确定适用的化学试剂和方法。然后,将选定的化学试剂与泥沙混合,控制反应条件(如温度、压力、时间等)以确保反应充分进行。最后,通过过滤、沉淀或蒸馏等方法分离和处理反应产物。使用化学处理法时,必须严格控制化学试剂的用量和反应条件,以避免对环境和设备造成损害。同时,处理后的废液和废物需要妥善处置,以防止二次污染。化学处理法的效果可以通过检测处理后的水质和泥沙成分来评估。如果处理后的水质达到预定标准,且泥沙得到有效清除或转化,则说明处理方法有效。

2.2.5 生物清淤法

生物清淤法是一种环保且长效的泥沙治理方法,主要利用生物及其活动来清除或处理淤积的泥沙。生物清淤法通过引入特定的水生植物、微生物等生物物种,利用其生物活动力、生物吸附、生物降解等化学和物理作用,来清除河道或水电站底部的泥沙和有机物。常见的实施方式包括种植具有净化功能的水生植物,如莲藕、水葱等,它们能够吸收并处理污水中的有害物质。同时,也可以投放适宜的微生物,通过其代谢活动分解有机物,加速泥沙的降解。生物清淤法的优点在于其环保性和长效性,能够持续改善水质并减少泥沙淤积。然而,该方法也存在局限性,如处理周期较长,受天气、季节等环境因素影响较大。在实际应用中,生物清淤法已在一些水电站和河道治理项目中得到验证。通过合理配置生物物种和优化环境条件,可以显著提高清淤效果。

2.3 加强水土保持与生态修复

加强水土保持与生态修复是水电站泥沙治理中的长期战略,对于维护水电站正常运行及保护周边环境具有重要意义。在水电站上游区域,水土保持工作的核心在于稳固土壤、减少水流对土壤的冲刷,进而从根本上降

低泥沙含量。为实现这一目标,可以采取多种措施。首要任务是植树造林,通过种植根系发达的树木来稳固土壤,这些树木的根系能够有效抓住土壤,防止其被雨水冲刷带走。此外,退耕还林也是关键措施之一,将坡度较大、土质疏松的土地重新变为林地,不仅能够减少水土流失,还能恢复生态多样性。同时,对受损生态系统的修复同样重要。这包括对退化土地进行治理,恢复其植被覆盖,提高其土壤保持能力和自然净化功能。可以通过引入适宜的植物种类,进行土壤改良,以及实施科学的灌溉和施肥管理等措施,来逐步修复受损的土地^[4]。除了上述措施,还应加强相关法规的制定和执行,以确保水土保持和生态修复工作的持续推进。通过严格的监管和执法,防止非法开垦、过度放牧等破坏生态环境的行为发生。

结语

泥沙治理是水电站运行管理中不可或缺的一环。通过深入研究泥沙治理的重要性并付诸实践,我们可以有效提升水电站的安全性和经济效益,延长设备使用寿命并降低维护成本。展望未来,随着科技的不断进步和创新,我们期待更多先进的泥沙治理技术和方法涌现出来,为水电站的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]孙美元,唐摇影.新形势下官厅水库泥沙淤积治理措施探讨[J].北京水务,2021,(02):66-70.
- [2]董耀华.水电站泥沙治理研究最新进展[J].水利水电快报,2017,38(04):19-20.
- [3]蒋三林,陈志运.瑞丽江一级水电站过水部件泥沙磨蚀治理[J].云南水力发电,2016,32(02):98-100.
- [4]张恒洲.苏帕河三江口水电站泥沙治理对策[J].中国水力发电工程学会水文泥沙专业委员会.中国水力发电工程学会水文泥沙专业委员会第四届学术讨论会论文集.昆明勘测设计研究院,2023:3.