

Pumped storage power station “ring water-keeper”: intelligent environment and water and soil conservation management

Hai Huang Hao Chen Zhi Sun Gang Han Liancheng Xuan

PowerChina Environmental Protection Technology Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410007, China

Abstract

Under the background of the continuous adjustment of China's energy structure, pumped storage power station has become an important energy storage facility. However, during its construction and operation period, the ecological environment and water and soil conservation problems brought by it can not be ignored. Therefore, this paper to pumped storage power station “ring water keeper” as the research object, the environmental effect of the construction and operation, water and soil conservation effect, and the detailed environmental management and soil and water conservation management, through examples illustrates the obvious effect of the management mode, and the existing problems and future development prospects.

Keywords

pumped storage power station; water keeper; intelligent environmental management

抽水蓄能电站“环水保管家”：智慧化环境与水土保持管理

黄海 陈昊 孙致 韩刚 轩连成

中电建环保科技有限公司，中国·湖南长沙 410007

摘要

在我国能源结构持续调整的背景下，抽水蓄能电站已成为一种重要的储能设施。但是，在其建造、运营期间，其所带来的生态环境及水土保持问题是不可忽视的。因此，本文以抽水蓄能电站“环水保管家”为研究对象，对其施工、运营过程中产生的环境效应、水土保持效应等问题进行了深入的研究，并对其进行了详细的环境治理和水土保持管理，通过实例说明了这种治理模式取得的明显成效，并对其存在的问题和今后的发展前景作了展望。

关键词

抽水蓄能电站；环水保管家；智慧化环境管理

1 概述

1.1 抽水蓄能电站的定义与发展现状

抽水蓄能电站是一种利用电力负荷低谷时的电能抽水至上水库，在电力负荷高峰期再放水至下水库发电的水电站。其具备调峰、填谷、调频、调相、储能和紧急事故备用等多种功能，对于保障电力系统的安全、稳定、经济运行具有重要意义。近年来，随着全球对清洁能源的需求不断增长以及能源结构转型的加速，抽水蓄能电站迎来了快速发展期。各国纷纷加大对抽水蓄能电站的规划与建设投入，装机容量持续攀升，技术水平也不断提升。

1.2 环境保护与水资源管理的重要性

抽水蓄能电站的建设与运营过程中，会对周围的生态、水资源造成一定的影响。环境保护既关系到生态平衡和稳定，又关系到生物多样性保护和气候调节。然而，水资源是人类赖以生存的基本资源，对水资源的合理使用和高效管理，对区域的可持续发展有着重要的意义。在抽水蓄能电站建设过程中，强化环境保护和水资源管理，可以降低对生态环境的损害，提升用水的利用率，达到经济发展和生态保护的双赢。

1.3 “环水保管家”的核心理念与功能定位

“环水保管家”的主要思想是把环境管理和水土保持管理相结合，利用智能化、信息化手段，对抽水蓄能电站的建设与运营进行全方位、动态的监控和调控。其职能定位包括：环境监测评价、水资源优化配置、污染防治、水土保持措施执行和监管。本项目以系统性思想，统筹协调电站与环境的关系，保证电站既能满足自身用能，又能尽量减少对环境

【作者简介】黄海（1988-），男，中国湖南益阳人，工程师，从事污水处理、抽水蓄能电站环保、市政公用工程研究。

境、土壤等环境的不利影响,达到环境、经济、社会效益的有机统一。

2 抽水蓄能电站的环境影响和水土保持影响分析

2.1 建设期对生态环境的影响

在抽水蓄能电站建设过程中,大量的工程开挖、回填、道路建设等行为会对地面植被造成严重的破坏,造成植被的退化,进而威胁到区域生态系统的稳定。此外,建筑工程产生的粉尘、噪音等污染物,在短时间内会对周围的空气和声产生一定的扰动。同时,建筑污水的排放如果处理不好,不仅会导致水质的恶化,而且还会对水生生物的生存产生一定的影响。最后,由于项目的实施,还会引起地形变化、野生动植物生境的破坏等问题,给生物多样性带来负面影响。

2.2 运行期对周边环境的影响(含生态影响)

在运行期间,水轮机组的运转和设备的运行都会引起噪音,并对周围的声环境造成一定的影响。水电站在运行期间,由于水体的周期性变化,导致上游和下游河段的水文条件发生了变化,从而对鱼类的洄游、繁殖等行为产生了一定的影响。同时,水库的建设会引起周围的地下水埋深增加,从而引起土地盐碱化,进而对陆地生态系统造成间接的影响。另外,电站在生产中排放的少量废油和废水,如果不加以妥善的处置,同样会对周围的环境造成一定的污染。

2.3 水资源消耗与利用的挑战

抽水蓄能电站是一种新型的储能系统,如何在保证水电安全的前提下,既要保证电站的正常运营,又不会影响到周围区域的供水及生态用水,这是一个亟待解决的问题。与此同时,在缺水和干旱的区域,水资源供需矛盾将会进一步加剧,必须采取优化调度,提高用水效率等对策。

3 环境管理

3.1 生态环境的管理

在生态环境治理上,应加强对建设用地及周围的生态环境状况的监测,以了解其动态。针对建设工程造成的植被受损,要制订科学、合理的植被修复方案,选用合适的当地树种,以促进植被的恢复。建设生态廊道,为物种间的迁移与交流提供便利,维持生物多样性。对周边的自然保护区、风景区等生态敏感地区进行保护,并对其进行合理的开发利用。

3.2 水资源优化调度与利用方案(零排放和达标排放)

制定科学的水资源优化调度方案,根据电力需求、水资源状况等因素,合理安排抽水 and 发电时间,提高水资源利用效率。对于电站产生的各类废水,应采用先进的处理技术,实现零排放或达标排放。建立废水处理与循环再利用系统,将处理后的中水回用于电站的生产、生活用水,如车辆冲洗、场地绿化等,减少新鲜水资源的消耗。

3.3 废水处理与循环再利用技术

针对不同类型的废水,采用相应的处理技术。对于洞室排水,可采用沉淀、过滤、消毒等工艺,使其满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准后回用于车辆冲洗、场地冲洗、降尘等。机修含油废水通过隔油、气浮、过滤等处理工艺,使其满足车辆冲洗标准后用于场地冲洗。砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水经沉淀、絮凝等处理,使 $SS \leq 100\text{mg/L}$ 后回用于系统本身。生活污水采用生化处理工艺,使其满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4中一级排放标准后,回用于边坡植物喷淋、施工道路洒水降尘、厕所冲洗等或合理排放。

3.4 水资源风险防控(饮用水源保护)

对于涉及饮用水源保护区的抽水蓄能电站,要制定严格的水资源风险防控措施。加强对饮用水源地的水质监测,建立水质预警系统,及时发现和处理水质异常情况。在电站建设和运行过程中,严格控制污染物排放,避免对饮用水源造成污染。制定应急预案,提高应对突发水污染事件的能力,确保饮用水源安全。

4 水土保持管理

4.1 表土堆存场的管理

在施工过程中,对剥离的表土进行集中堆存,并采取防护措施,防止表土流失。表土堆存场应设置挡土墙、截排水沟等防护设施,避免雨水冲刷导致表土滑坡、流失。在工程后期,将堆存的表土用于植被恢复和土地复垦,提高土壤肥力,促进植被生长。

4.2 绿化措施的应用

在电站建设区及周围进行了大量的绿化工程。根据各地区立地条件及对生态功能的要求,选用合适的树种。在坡面等易侵蚀区,采取喷播植草、立体植被网等植物防护措施,可有效地提高边坡的稳定性,减轻土壤侵蚀。对电站周围的道路和生活区进行了景观和绿化,以改善电站的整体景观,也可以打造休闲旅游新景点。

5 关键技术与创新应用

5.1 物联网技术在电站环境监测中的实践

采用物联网技术,对电站周边环境、水体、噪声等关键区域进行环境监测,实现对环境的实时监测,并通过无线通信方式将监测结果传送到监控中心。监测中心可以对监测到的数据进行实时的分析、处理,并能及时了解周围的环境状况。在监测过程中,若发现有异常情况发生,会自动给出相应的预警,从而为环保部门的决策提供科学的依据。比如,在水中安装了水质传感器,对水质指标进行了实时的监控,可以及时报告检测出存在的问题。

5.2 人工智能在生态修复与预测中的作用

利用人工智能技术,可以为生态恢复方案的制订、生

态环境的演变预测提供科学依据,基于海量的生态数据,采用机器学习等方法,构建生态修复模式,实现生态修复模式的优化,提升生态修复成效。

6 实际案例分析

6.1 抽水蓄能电站环境管理的成功经验

重庆某座抽水蓄能电站,从规划到实施,建立了一整套的环保管理系统,并对其进行了全面的环保管理。在建设初期,通过对周围生态环境的详细调查,确定稀有植物分布区和生态敏感区,并有针对性地采取相应的规避和保护措施。在建筑工程中,采用先进的低尘、低噪音的施工机械,大大减少了对周围环境的影响。同时,对地下洞室排水、砂石加工系统清洗污水等实行严格的排污管理制度。比如,为保证洞室废水在经过处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)的分级沉淀和过滤装置,在满足场地降尘、车辆冲洗等功能的同时,也将回灌到一些对水质要求不高的建筑区域,达到了高效率的循环使用,并有效降低了对新鲜水资源的使用。

6.2 水资源智慧化管理的应用实例

以数字化电厂为平台,重庆一抽水蓄能电站构建了完善的废水(污水)处理监控平台,利用物联网技术,在污水处理厂设置多个监测点,对污水处理厂的运行参数和水质等进行实时监测,并将数据汇总到监控中心。本项目以污水处理过程为研究对象,构建基于数据解析模型的污水处理效果评价方法,实现污水处理效果的精确评价,并在此基础上提出相应的预警,指导相关人员进行工艺优化。比如,在砂石处理系统清洗出水中悬浮物浓度达到10mg/L时,该系统会及时提醒有关人员,对药剂加入量、沉淀时间等重要指标进行调整,以保证污水经处理后能够达标回收再利用,从而达到水资源的有效节省。同时,利用GPS追踪技术,实现对喷洒降尘车的行驶轨迹和工作时间的数字化控制,并根据各地区的扬尘监控数据,对喷洒路径进行智能化的规划,在确保降尘效果的前提下,避免水资源的浪费。

6.3 应急响应与环境风险防控的典型案例

针对重庆抽水蓄能电站的实际情况,建立了一种行之有效的预防和应对措施。为应对极端气候条件下的地质灾害和水污染事故,重庆某抽水蓄能电站制订了详尽的应急计划,并定期进行演练。在暴雨期间,由于暴雨的作用,附近的山体发生了小规模的山体塌方,电站监控系统及时发现这一异常,并将相关的信息反馈给了当地的应急指挥中心。指挥部当即启动了应急预案,一方面,迅速组织专业救援队前往事发地点,设立警示标志,并对滑坡体进行紧急加固和清理;同时,对周围受到危险的建筑工人和居民进行紧急撤离,保证人民群众的生命安全。通过加大水质监测频率,启动污水应急处置设施,有效防止山体滑坡引发的水环境污染,确保电站及周围生态环境的安全。

6.4 人群健康与保护的案例

重庆某抽水蓄能电站,在建设过程中,“环水保管家”统筹考虑的是工人的身体健康和安全问题。加强建筑工地环境卫生管理,定期对宿舍、食堂和厕所等场所进行彻底消毒,切断病菌的传染渠道。为工地工人提供安全卫生的饮水,并建立食物来源追溯体系,保证原料的新鲜和安全。与此同时,还积极进行环保宣传和教育,通过举行环保知识讲座,发放宣传资料,增强建筑工人的环保意识,让他们在平时的工作中,自觉地降低对环境的损害。电站蓄水后,通过对周边人群的健康状况进行长时间的追踪监测,并定期采集饮用水样品,对周边环境空气质量进行检测,保证电站蓄水后的水质及环境卫生均达到国家标准,保证周围居民的身体健康。

7 挑战与未来展望

7.1 技术创新与政策支持的需求

近年来,我国对抽水蓄能电站的环保治理工作进行了较深入的研究,但仍然存在许多问题。在技术创新上,为提升治理效能与效益,应不断研发出更高效节能的污水处理技术、生态修复技术、智能监控技术。在此基础上,还必须要有更好的政策支撑,政府要制定更健全的环保和水土保持政策,加强对抽水蓄能电站的环境和水土保持管理的支持,并引导企业主动进行有关工作。

7.2 绿色技术在抽水蓄能电站中的发展趋势

在今后的发展中,抽水蓄能电站将会得到更多、更深的发展。比如,将新的储能技术与抽水蓄能技术相结合,可以进一步提升电站的能量储存效率与稳定性。在电厂施工过程中采用绿色施工技术,可以降低建材的使用成本,降低对环境的影响。

7.3 推动环水保管家服务可持续发展的路径

为推动“环水保管家”服务的可持续发展,应从建立健全行业标准、规范服务内容、规范服务质量等几方面着手。其次,要加强对水利水电工程专业人员的培训,使水利水电工程建设成为一支具有良好综合素质的水利水电工程技术人才队伍。同时,要加强与科研院所和高等院校的合作,进行产学研合作,使“环水保管家”的技术水平与创新能力得到进一步提高。同时,通过加大宣传力度,提升“环水保管家”的认识与认同,推动“环水保管家”在更多的抽水蓄能电站上推广使用。

参考文献

- [1] 周伟,周浩晨,王缙.智能开关站技术在抽水蓄能电站中应用研究[J].水电站机电技术,2024,47(12):104-107.
- [2] 李勇,邓胜礼,龚英,等.开关量控制模组在抽蓄电站继电保护调试中的应用[J].水电站机电技术,2024,47(12):135-136.
- [3] 柏睿,韩冬,金伟,等.混合式抽水蓄能电站建设运行关键问题研究[J].人民长江,2024,55(11):46-56.
- [4] 杨俊,冒福强,李川川.抽蓄电站平面施工控制网多源数据联合平差[J].北京测绘,2024,38(09):1376-1380.