

径流式水利枢纽漂浮物拦截研究

谢梅兰

(江西省港航局界牌航电枢纽管理处, 江西 鹰潭 335000)

摘要: 水电是一种利用拦截水流进行发电的清洁能源, 但与此同时漂浮物也被拦截, 对水利枢纽的安全性、经济性以及库区环境产生较大影响。本文总结归纳国内外现有的漂浮物处置措施, 并将其分为直接打捞清理和拦截后(传统浮式拦漂排、外置式拦漂排、前置式拦污栅)清理两种类型。目前, 这两种类型都无法满足快速、及时和高效清理的需求, 建议未来研究方向应加强对水力特性的利用, 同时采用直线型拦漂排结构并配合机械设备实现自动化以提高漂浮物处理的效率。

关键词: 径流式水利枢纽; 拦漂排; 清漂措施; 漂浮物; 环境保护

中图分类号: TV732.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2025) 05—0135—04

1 前言

随着我国经济的快速发展, 水利枢纽工程在防洪、航运、发电等方面发挥着重要的作用^[1]。水力发电作为清洁能源的重要组成部分, 在全球能源结构中占据重要地位。然而水电站的运行面临诸多挑战, 其中漂浮物问题尤为显著。漂浮物影响水轮机的正常运转, 从而降低经济效益甚至影响水电站的安全性; 不及时清理的漂浮物同样会对水域环境造成污染。长时间浸泡的漂浮物会释放重金属, 水体无机污染和有机污染都会加重^[2]。根据水利部发布的行业标准《水利水电工程进水口设计规范》提到, 只要条件允许, 对漂污物要考虑通过集漂、捞漂, 将污物就地处理, 防止污染扩散^[3]; 且在水运强制性行业标准《渠化工程枢纽总体设计规范》中要求, 坝区内的水上固体漂浮物和沉淀物, 应采取有效处理措施, 不应向下游排放^[4]; 因此, 如何有效地处理漂浮物, 是当前水利枢纽高效安全运行的关键问题, 也是行业痛点问题。

近年来, 随着水利枢纽规模的不断增大以及水环境问题日益受到关注, 漂浮物拦截清理技术得到了广泛的研究。我国提出的对水处理的目标也加速了本领域研究的速度, 当前处于人水矛盾的“衰退期”与人水和谐的“成长期”^[5], 正是解决漂浮物问题的关键时期。现有的漂浮物拦截清理方式多样化, 各种方式的处理效果、经济性等方面也都有差别。因此, 深入探讨水电站漂浮物清理的现状、挑战及未来发展趋势, 对于推动水电行业的可持续发展具有重要意义。

本文将综述近年来国内外在径流式水利枢纽漂浮物拦截清理方面的研究进展。径流式水利枢纽的特点在

于其调节能力较差^[6], 相对于有调节库容的枢纽, 大流量的径流式枢纽流速相对较大, 对拦漂设施有着更高的要求。因此有必要分析当前漂浮物拦截清理技术的优缺点, 并探讨未来研究的可能方向, 为水电站漂浮物清理技术的优化与创新提供参考。

2 进水口处拦污结构

2.1 常规进水口拦污栅

如图1所示, 是位于奥地利坎普河的特恩贝格水坝。坝前有大量漂浮物聚集, 该水坝仅采用传统的拦污栅进行漂浮物拦截, 效果尚可但不便于清理, 大量漂浮物只能排向下游或依靠人工操作机械清理。在进水口前设置的拦污栅, 国内外大多数水电站都会设置, 非常普遍, 后文不再赘述。



图1 奥地利坎普河特恩贝格水坝实景图

2.2 漂浮物收集器

马来西亚的学者 Mohd Nashruddin Mohd Shah 等研究了一种小型水电站的漂浮物收集器^[7], 如图2所示。箭头所指方向为水流方向, 该装置布置在小型河流中, 结构方向驱使漂浮物分向两侧的漂浮物收集网中完成漂

A diagram of a roof truss system. It shows a cross-section of a roof with a central peak. The roof is supported by a central vertical post and two side posts. The rafters are shown as angled beams. The supporting walls are shown as rectangular blocks. Arrows indicate the direction of forces or movement.

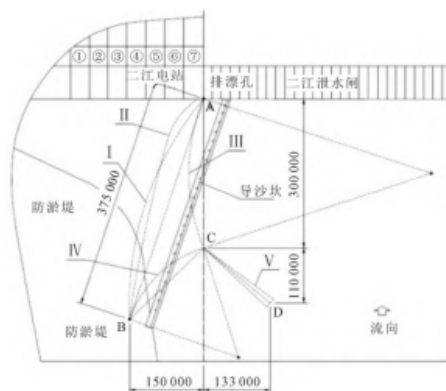
该装置的优点在于：可以在短时间内有效地收集漂浮物；其缺点在于：应用范围有限，无法应用在国内诸多大型水电站，且此装置的漂浮物容量有限，在洪水期并不适用。因此也不是一个完善的清理漂浮物方式。

由于仅在进水口处设置拦污栅清理效率低,现在的水电站前一般会在距离进水口一定范围内的上游设置拦截漂浮物结构。本文按与进水口距离远近分类。

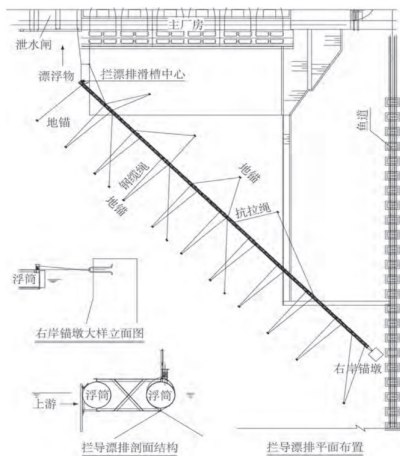
目前大多数水利枢纽在进水口与拦沙坎之间设置一道拦漂结构, 本文称其为前置式拦漂排。

葛洲坝枢纽是我国大型径流式水电站,无调蓄库容。在三峡工程建成前,每年汛期都会有大量的漂浮物聚集在电站前,水流流速高达 $3 \sim 3.5 \text{ m/s}$ 。原二江电厂前设置有拦漂装置多次被冲毁。在很长一段时间内,枢纽对漂浮物的思路都为“以排为主,以清为辅”^[8-10]。

如图 4 所示,是应用于奥地利坎普河上另一些区域的拦漂排,类似于我国的浮式拦漂排结构,不能保持直线型,不便于清理与导流^[13]。



汉江碾盘山水电枢纽是汉江中下游的综合开发治理枢纽工程,该枢纽在浮式拦漂排的基础上进行改进,设计了一种新型的拦漂排,命名为水力一体拦漂排,如图5所示。



该拦、导漂排主要设计点在于,通过改善结构,增加地锚的方式使得拦、导漂排保持直线型^[14]。这种漂浮物处理的优点在于:相对于浮式拦漂排,这种结构具有引导漂浮物的功能,直线形状更利于漂浮物流向下游;且相对传统浮式拦漂排,受力更加合理。其缺点在于:依靠地锚改善拦漂排受力,降低了适应水位变化的能力,据中国水利 2023 年 10 月 8 日的报道,在洪水期碾盘山枢纽的清漂排需人工调节以应对水位变化,这增加了危险性,不是一种完善的拦漂设施。

3.2 外置式拦漂结构

与前置式拦漂排相比,目前部分枢纽在距离进水口更远的拦沙坎处设置拦漂结构,本文称其为外置式拦漂结构。

如图6所示为江西界牌枢纽,位于信江干流,是信江航运工程的第一个梯级。可以看到,该电站也采用前置拦污栅对漂浮物进行拦截。并在2024年竣工的改建工程中新建一座水电站,采用了同样的拦漂方式。说明这种方法具有良好的效果,能有效地拦截漂浮物,减小其对电站发电的影响。

该种拦漂方式的优点在于:在水中修建的固定式建筑物相对于浮式拦漂排有更高的强度,能够在高流速下保持直线型,且方向为顺水流方向,更便于漂浮物沿拦漂建筑物向下游排放,清污机械运作也更加高效。缺点在于:对于拦漂工作来说,修建如此规模的水中建筑物成本过高,北江干流枢纽选择此方案相对常规方案增加土建投资800万元^[15]。



图6 江西省界牌枢纽卫星图

3.3 远置式拦漂排

相对于前两种拦漂排结构,部分枢纽在相对于更远处设置了拦漂结构,本文称其为远置式拦漂排。

东江水利枢纽位于广东省惠州市,是一个径流式枢纽,电站前流速大,漂浮物多。其初始设置的拦漂排位于进水口拦沙坎前,由于流速过大导致拦漂排前后水位差,水头损失最高可达0.8 m,因此在远离进水口处设置了一道新型的拦漂排,本文称其的外置式拦漂排,如图7所示。这种新型拦漂排远离进水口呈人字形布置,顺水流方向贴近直线型。拦漂排中间段利用管式浮筒,节点处设置船型浮箱,利用类似船锚结构进行固定,设计初衷是方便人员站立清理漂浮物^[16]。

此拦漂排的优点在于:远离进水口布置,避免了流速大引起的一系列问题;结构较为简单,在洪水期拆卸方便且造价较低。其缺点在于:利用地锚的方式进行固定,使得拦漂排随水位上下浮动的能力有限,一旦浮动过大就会产生较大的变形使得拦漂排失去现有形状;其次由于时代的局限性,此拦漂排主要依靠人工清理漂浮

物,未能实现机械化清理,费时费力。

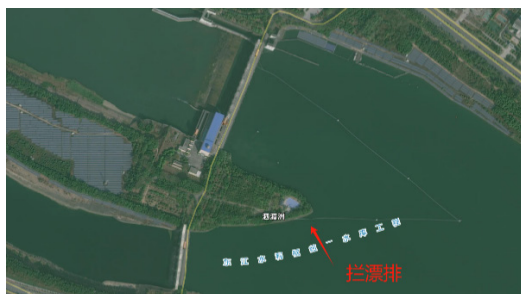


图7 东江水利枢纽卫星图

4 趋势与建议

通过对各时期几种水利枢纽漂浮物清理技术的分析,得出以下几点认识。

(1)早期的水利枢纽漂浮物清理单纯利用浮式拦漂排拦截,在考虑水力特性方面欠缺。中期的水利枢纽漂浮物清理方式发展到利用水力特性设计出直线型的前置式拦污建筑物,能够更好地引导漂浮物流向下游。

(2)在考虑到经济特性时,又出现的水力一体式拦漂排,相对前置式拦污建筑物进一步改善。

(3)在最近几年被多次提到的智能化清漂、自动化清漂也已经开始研究。

明显的研究趋势是利用水力特性研究新型结构保持直线型,以及在此基础上增添自动化,智能化的清漂设备来完成拦截与清理一体化。结合趋势分析,当前的研究重点:①在综合考虑安全性、可靠性与经济性下,研究出一种新型直线型拦漂结构;②配合此结构设计出更适合清理漂浮物的机械装置。两者相结合,可以在目前应用中更进一步,提高清理效率。③目前大多数水利枢纽都会在设置进水口处的拦污栅以及上游处的拦漂排两道拦截措施,可以考虑在远离进水口设置第三道拦污结构,对漂浮物分类筛选。

5 结语

漂浮物问题一直是影响水电站运行的行业难题,不仅影响水利枢纽的安全性,也同时对库区生态环境有影响。目前已有的漂浮物清理方式,不论是传统的电站前的拦污栅、浮式拦漂排或是前置式拦污栅,虽然有一定的效果但都无法兼顾效率与经济性,这些方法也并未利用好水力特性与现代智能化设备。现有的研究主要集中在拦截结构设计等方面,相关技术已经趋于成熟。然而,现有技术依然有很大的局限性。很多水利枢纽能有效拦截但并不能及时清理漂浮物,长时间停留的

西北地区盐碱环境下混凝土水闸冻融性能研究

孟苗苗, 纪纓芯, 杨春景, 王建伟

(黄河水利职业技术学院, 河南 开封 475000)

摘要: 本文旨在评估西北地区寒冷气候下不同除冰盐对水闸混凝土性能的影响。研究在实验室条件下, 选取三种常见除冰盐 (CaCl_2 、 NaCl 、 MgCl_2) 对不同类型混凝土进行了盐结垢试验。结果表明, CaCl_2 溶液对混凝土的破坏作用最强, 导致其性能显著劣化; NaCl 溶液次之; MgCl_2 溶液对混凝土的劣化程度最小, 表现出较好的保护效果。研究表明, 合理选择除冰盐对延长水闸混凝土使用寿命至关重要, 尤其在寒冷和盐碱环境下, 为基础设施管理提供了重要依据。

关键词: 表面结垢; 抗冻融; 除冰盐; 水闸混凝土

中图分类号: TU528.36

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2025) 05—0138—03

Research on the Freeze-Thaw Performance of Concrete Sluices in Saline-Alkali Environments in Northwest China

Meng Miao-miao, Ji Ying-xin, Yang Chun-jing, Wang Jian-wei

(Yellow River Conservancy Technical Institute, Kaifeng 475000, Henan, China)

Abstract: This study aims to evaluate the impact of different deicing salts on the performance of concrete sluices in the cold climate of Northwest China. Under laboratory conditions, three commonly used deicing salts (CaCl_2 , NaCl , and MgCl_2) were selected to conduct salt scaling tests on different types of concrete. The results indicate that CaCl_2 solution causes the most severe damage, leading to significant deterioration of concrete performance, followed by NaCl solution, while MgCl_2 solution exhibits the least deterioration and provides better protection. The findings highlight the importance of selecting appropriate deicing salts to prolong the service life of concrete sluices, particularly in cold and saline-alkali environments, offering crucial insights for infrastructure management.

Keywords: surface scaling; freeze-thaw resistance; deicing salt; concrete sluices

漂浮物可能会沉底从而越过拦漂排^[17]。

因此, 对新结构的进一步研究以及结合智能化机械设备的研究都需要深入研究, 以提高拦污清污的效率。

参考文献:

- [1] 李应周, 曾理, 毛新莹, 等. 大型水利枢纽工程中水工结构的设计要点分析 [J]. 珠江水运, 2024, (24): 44-6.
- [2] 张馨月, 向娇, 高千红. 三峡水库水面漂浮物对近坝段水体重金属的影响初探 [J]. 三峡生态环境监测, 2020, 5(02): 37-43.
- [3] 长江勘测规划设计研究有限责任公司. 水利水电工程进水口设计规范 [Z]. 中华人民共和国水利部. 2020: 89.
- [4] 中交水运规划设计院有限公司. 渠化工程枢纽总体设计规范 [Z]. 行业标准 - 交通. 2009: 46P.A4.
- [5] 吴丹, 曹思奇, 康雪, 等. 我国水治理现状评估与展望 [J]. 水利水电科技进展, 2019, 39(01): 7-14.
- [6] 王利卿, 刘志强. 径流水电站前池水位自动控制研究 [J]. 河南水利与南水北调, 2015, (23): 63-6.
- [7] Mohd Shah M N, Ahmad F, Abdullah M S, et al. Design and development of trash trap of stream for mini hydro [J]. Materials Today: Proceedings, 2021, 46: 2105-11.

[8] 庄正新. 葛洲坝水利枢纽工程导漂清污问题研究 [J]. 大坝与安全, 1996, (01): 59-68.

[9] 李佳才. 葛洲坝二江电厂 QW100-CW 型清污机的研制与应用 [J]. 华中电力, 1992, (06): 48-53.

[10] 彭君山. 葛洲坝电站排漂清污措施的研究 [J]. 人民长江, 1990, (11): 1-6.

[11] 张益华. 浅谈三峡—葛洲坝联合运行对葛洲坝电站的影响 [J]. 华中电力, 2011, 24(05): 75-8.

[12] 胡剑杰, 钱军祥. 葛洲坝枢纽二江电站进口拦漂排重建设计 [J]. 水电与新能源, 2024, 38(02): 54-7+61.

[13] Dams S Co. FLOATING DEBRIS AT RESERVOIR DAM SPILLWAYS [R], 2017.

[14] 蔡莹, 李书友, 黄明海. 汉江碾盘山电站水力一体拦导漂排设计研究 [J]. 长江科学院院报, 2021, 38(10): 99-103+11.

[15] 尼珂, 陈景祥. 前置拦污栅在大流量低水头电站中的应用 [J]. 人民珠江, 2013, 34(04): 65-6.

[16] 张保求, 郑程遥, 钟祖兵, 等. 大距离管式拦污排的设计与应用 [J]. 水电能源科学, 2008, 26(06): 112-4.

[17] 李镇江, 罗斌, 韦启升, 等. 大藤峡水利枢纽工程治漂方式研究 [J]. 人民珠江, 2023, 44(S2): 450-5.