

# 溢洪道的运行维修对防汛能力的影响研究

刘长生 王奉金

曲阜市尼山水库管理中心

**摘要：**本文介绍了溢洪道的基本原理及结构，分析了溢洪道运行中的问题及原因。针对现有防汛能力预测方法在准确性、时效性和实用性等方面存在一定的局限性，提出了溢洪道的维修加固措施。分析了溢洪道运行状态和维修加固对防汛能力的影响，并通过案例分析，以重庆市狮子滩水库为例进行了验证。最后，提出了运行维修策略及数据分析，包括制定合理的溢洪道运行管理规程和加强溢洪道日常检查与维护。研究结果表明，通过优化溢洪道的运行维修策略，可以有效提高防汛能力，为我国防汛工作提供有益的参考。

**关键词：**溢洪道；运行维修；防汛能力；影响分析；运行管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.10.075

溢洪道是水利工程中重要的泄洪设施，其运行状态直接关系到工程的安全和防汛能力。因此，研究溢洪道的运行维修对防汛能力的影响具有重要意义<sup>[1]</sup>。溢洪道在汛期承担着排放多余水量的任务，防止水库和水电站水位过高，确保工程安全。运行维修良好的溢洪道能够及时排放洪水，降低水位，减轻防汛压力。溢洪道运行维修得当，有利于维持河道生态平衡，降低洪水对周边环境的影响，保障生态安全。定期对溢洪道进行运行维修，确保其畅通无阻，可以提高防汛能力，降低灾害风险。目前，我国溢洪道的运行维修主要依赖于人力物力投入，部分地区已开始采用现代化技术进行监测和管理。尽管我国在溢洪道运行维修方面取得了一定的成果，但仍存在不足之处。主要体现在运行维修资金不足、运行维修技术水平存在差异、部分溢洪道缺乏实时监测和管理等问题。本文旨在探讨溢洪道运行维修对防汛能力的影响，以解决当前防汛工作中面临的运行维修资金不足、技术水平参差不齐以及监测与管理不到位等问题。

## 一、溢洪道运行维修现状

### （一）溢洪道的基本原理及结构

溢洪道是一种用于排放洪水的水利建筑物，其基本原理是利用重力将洪水排放至下游。溢洪道的结构主要包括进口、主体、出口和消能设施等部分。结构示意图如图1所示。

进口是溢洪道与水库或水电站连接的部分，主要负责调节洪水流量。在设计时，进口应考虑水库或水电站的运行需求，确保洪水顺利进入溢洪道。主体部分是溢

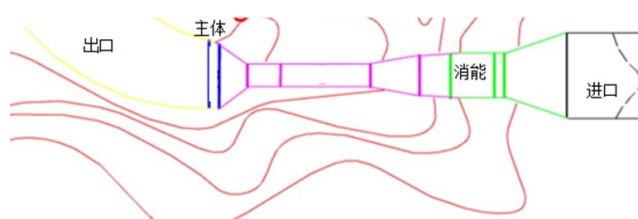


图1 溢洪道结构示意图

洪道的主要构成部分，承担着洪水排放的任务。主体结构通常为混凝土或浆砌石建筑，需要具备足够的强度和稳定性，以承受洪水冲击。出口是溢洪道将洪水排放至下游的关键部位。出口的设计应确保洪水顺利流出，同时降低对下游环境影响。出口位置的选择需要充分考虑地形、地质、洪水特性等因素。消能设施是用于降低洪水流出时产生的能量，防止洪水对下游河道造成破坏。常见的消能设施有跌水消能、挑流消能、底流消能等<sup>[2]</sup>。

### （二）溢洪道维修改造的必要性

溢洪道是水利工程中的一种重要设施，主要用于调节水库、水电站等水工建筑物的水位，确保水工建筑物安全运行。然而，长时间的运行和使用，使得溢洪道存在一定的安全隐患，如结构老化、磨损严重、泄洪能力降低等。这些问题不仅影响了溢洪道发挥作用，还可能给周围的生态环境和生产生活带来严重影响。

提高安全性，通过对溢洪道的维修改造，可以消除安全隐患，确保溢洪道的安全运行。维修改造过程中，对损坏的部分进行更换，对磨损严重的部位进行修复，提高溢洪道的整体使用寿命。

提高效率，维修改造后的溢洪道，泄洪能力得到提升，有利于水位调节，保障水工建筑物的高效运行。同时，减少因溢洪道故障导致的洪水灾害，降低经济损失。

环保与生态，溢洪道维修改造有利于改善周围生态环境，减少泥沙流失，保护水资源，促进生态平衡。

社会效益，溢洪道安全高效的运行，有助于保障我国水利工程设施的稳定运行，提高国家抗洪能力，为社会主义建设创造良好的环境。

### （三）溢洪道的维修加固措施

针对溢洪道运行中的问题，可采取以下维修加固措施：清理堵塞物、修复磨损部位、加固结构裂缝等。此外，定期进行巡视检查，及时发现并处理问题，是提高溢洪道运行安全性的关键。①针对溢洪道进口处的堵塞

问题,定期进行清理工作,将洪水携带的泥沙、树枝等杂物及时清除,确保溢洪道畅通。对于顽固性堵塞物,可采用机械或人工方式进行清除。②对溢洪道中出现的磨损部位进行修复,主要包括混凝土或浆砌石结构的表面磨损和金属部件的磨损。修复过程中,选用耐磨材料和先进的修复技术,提高磨损部位的使用寿命。③对溢洪道结构中出现的裂缝,采用合适的加固措施,如灌浆、粘贴碳纤维布等。根据裂缝的性质和大小,选择合适的加固材料和技术,确保结构稳定性和安全性。④建立完善的巡视检查制度,定期对溢洪道进行巡视检查,及时发现并处理问题。⑤提高溢洪道的维护管理水平,包括维修人员的培训、维修材料的储备、应急预案的制定等。⑥借鉴国内外先进经验,引入新型材料、施工技术和监测手段,提高溢洪道的运行性能和使用寿命。例如,采用无人机进行定期巡检,利用大数据和人工智能技术进行故障诊断和预测维护<sup>[3]</sup>。通过实施上述维修加固措施,可以有效提高溢洪道的运行安全性,确保防汛工作的顺利开展。

### 二、防汛能力影响分析

#### (一) 溢洪道运行状态对防汛能力的影响

溢洪道运行状态的良好与否直接影响防汛能力。运行状态良好的溢洪道能确保洪水及时、安全地排放,降低下游地区的洪水风险,避免洪水淹没农田、村庄和城市地区,降低经济损失和人员伤亡;有助于保护下游交通、通信、供水等基础设施,确保社会正常运转;及时排放洪水有利于维护下游河道的生态平衡,减少河道改道、侵蚀等现象,保护河道生态环境。反之,若溢洪道运行状态不佳,可能导致洪水排泄不畅,加大防汛压力,增加抢险救援工作的难度;可能引发洪水泛滥,威胁下游地区人民群众的生命财产安全;洪水排泄不畅可能导致河道侵蚀、水土流失等生态环境问题,进一步恶化下游地区的生态环境质量。

#### (二) 溢洪道维修加固对防汛能力的影响

通过对溢洪道的维修加固,可以提高其运行安全性,确保在洪水来临时能充分发挥泄洪作用。此外,维修加固还能延长溢洪道的使用寿命,降低工程的维护成本。溢洪道在运行过程中,可能会受到洪水、泥沙、冰凌等的影响,导致设施磨损、结构裂缝等问题。通过定期对溢洪道进行维修加固,可以及时修复这些问题。①溢洪道的维修加固,旨在保障其在洪水来临时能够充分发挥泄洪作用,确保溢洪道结构的稳定性和完整性,提高泄洪能力;降低下游地区的洪水风险,保障人民群众的生命财产安全。②溢洪道的维修加固,可以修复受损部位,恢复其功能,延长溢洪道的使用寿命。③溢洪道的维修加固,可以提高其运行性能,降低工程的维护成本。

#### (三) 案例分析:重庆市狮子滩水库等

重庆市狮子滩水库位于重庆市东北部,是一座具有供水、发电、灌溉、生态等多种功能的大型水利枢纽工程。狮子滩水库始建于1958年,经过多次扩建和改造,现已成为重庆市重要的水源地和生态宝库。狮子滩水库占地面积约40平方公里,总库容为1.68亿立方米。水库大坝为混凝土面板浆砌石重力坝,坝高122.5米,坝顶长430米。在对狮子滩水库进行溢洪道维修前,进行了全面的安全评估和勘察,了解溢洪道的损坏程度和原因。同时,制定了详细的维修方案和应急预案,确保维修过程的安全顺利进行。针对溢洪道的损坏情况,采用了先进的修复技术进行维修。具体包括:对损坏的混凝土进行修复,恢复其承载能力;对老化、破损的金属结构进行更换,提高其耐久性;对溢洪道周边的生态环境进行整治,保障溢洪道的正常运行。维修过程中,严格遵循相关规范和标准,对维修质量进行全程监控。维修完成后,进行了严格的质量检测,确保溢洪道的安全运行。狮子滩水库溢洪道维修工程符合绿色、环保的发展理念,有利于水库的可持续发展。维修后的溢洪道可更好地发挥水资源的优势,为重庆市的经济和社会发展提供支持。

### 三、运行维修策略及数据分析

#### (一) 制定合理的溢洪道运行管理规程

为确保溢洪道的安全运行,需制定合理的运行管理规程,明确溢洪道的使用、维护、检修等要求。同时,加强对运行管理人员的培训,提高其业务水平。

#### (二) 加强溢洪道日常检查与维护

日常检查内容包括:溢洪道各部位是否正常、运行参数是否合理、设施设备是否完好等。对于发现的问题,要及时进行整改和维护。此外,定期开展专项检查,确保溢洪道的安全运行。

#### (三) 针对不同问题制定针对性的维修加固方案

针对溢洪道运行中出现的问题,我们需要制定针对性的维修加固方案。对于溢洪道主体结构的损坏,如混凝土开裂、脱落等,可以采用压力注浆、粘贴碳纤维布或更换损坏部件等方法进行修复。同时,对损坏的钢筋进行焊接或更换,以确保结构安全;对于溢洪道进口、出口及转弯处的磨损问题,可以采用喷涂耐磨材料、加大转弯半径等方法进行改善,以减小水流对结构的冲击;对于溢洪道内部的堵塞问题,定期进行清淤和清理,确保通道畅通。同时,加强对上游来洪的控制,降低溢洪道的运行风险;对于溢洪道周边环境的问题,如滑坡、泥石流等,需要采取相应的地质灾害防治措施,确保溢洪道运行安全<sup>[4]</sup>。

#### (四) 提高溢洪道施工及材料质量

为确保溢洪道的安全运行,提高防汛能力,需要关

表 1 实施泄洪道效果对比

类别	弯道		消能效率 (%)			下游流速 (m/s)	工程造价(万元)
	半径 (m)	横向水面差 Max (m)	入口流速 (m/s)	上游	下游		
未实施	235	3.16	18.25	0	53	11.30	/
实施泄洪道	212	2.0	5.45	10	47	5.95	1428.647

注溢洪道施工及材料质量。严格遵循设计规范和施工标准，确保溢洪道建设的合理性和安全性；优选建筑材料，注重材料的抗磨损、抗侵蚀性能，提高溢洪道的使用寿命；加强施工现场的管理和监督，确保施工质量。施工过程中，严格执行质量验收制度，对不合格工程及时整改；注重科技创新，引进先进的施工技术和管理方法，提高溢洪道的建设水平。

对重庆市狮子滩水库通过以上运行维修策略的实施，获得的效果如表1所示。

根据表1所示，重庆市狮子滩水库在实施运行维修策略后，取得了显著的效果。通过科学的调度和管理，水库水位得到了有效控制，保证了水库的正常运行。入口流速下降了70.14%，横向断面最大水面差下降了36.71%，下游消能降低了11.32%。同时，合理分配水资源，使得水库在满足下游用水需求的同时，确保了水库水位的稳定。

在重庆市狮子滩水库的实际情况下，研究发现格宾网的抗冲刷能力相对较弱，但它的柔韧性使其在水库的斜度变化时仍然可以保持完整，相对于传统的刚体结

构，它的安全和稳固性要高。对弯道进行格宾网全断面衬砌，50 cm厚格宾网 + 40 cm厚砂砾石垫层。经过详细分析，发现这一区域的土壤属于粉土，其中的颗粒直径不超过0.075 mm，但是颗粒的重量超过了整体的 10%，因此将其定义为冻胀性土。地下水埋深1.4~3.1m。只对弯道边坡做抗冻计算。

工程设计洞深计算公式如下式所示：

$$Z_d = \psi_d \psi_w Z_m$$

基础设计洞深，基础板厚度 < 0.5m，基础设计洞深公式如下式所示：

$$Z_f = Z_d - 0.35\delta_c - 1.68\delta_w$$

基础下土洞深计算公式如下式所示：

$$Z_b = Z_f - \delta_c$$

基础冻胀量计算公式如下式所示：

$$h_f = \frac{hZ_f}{Z_d}$$

计算结果如表2所示。

表 2 护坡抗冻胀计算结果

位置	渠道衬砌厚度 $\delta_0$ (m)	计算点地下水深度 $Z$ (m)	日照及遮阴影影响系数 $\psi_d$	土类系数 $\alpha$	地下水影响系数 $\psi_w$	设计洞深 $Z_d$ (m)	基础设计洞深 $Z_f$ (m)	基础冻胀量 $h_f$ (cm)
阳坡	0.15	1	0.954	0.79	0.805	1.50	1.44	7.81
阴坡	0.15	1	1.063	0.79	0.805	1.66	1.61	8.16

通过以上计算结果，表明重庆市狮子滩水库在实施泄洪道改造后，基础冻胀量满足要求。河道流态为明渠均匀流。通过对水库设施设备的定期检修和维护，降低了设备故障率，确保了设施设备的正常运行。定期对设备进行更新换代，降低了运行成本。

#### 四、结论

溢洪道作为防洪工程的关键组成部分，其运行状态和维修质量对防汛能力具有显著影响。通过对溢洪道的全面检查和分析，找出存在的问题，并根据问题性质和具体情况制定相应的维修加固方案。提高溢洪道施工及材料质量是保障防汛能力的关键。通过建立完善的巡查制度，定期对溢洪道进行巡查，发现潜在问题并及时整改。要加强监测设施的建设和维护，提高监测数据的准

确性，为防汛决策提供科学依据。

#### 参考文献

[1] 王亚军. 水利工程中面板堆石坝坝体填筑施工技术[J]. 大众标准化, 2023, (22): 98-100.  
 [2] 姜付仁, 凌永玉. 美国奥罗维尔大坝溢洪道事故应急决策及启示[J]. 中国防汛抗旱, 2018, 28(07): 40-45.  
 [3] 张立伟. 水利工程生态文明建设的实践——尼尔基水利枢纽建设对周边生态环境建设的影响效果[J]. 水利发展研究, 2018, 18(04): 49-53.  
 [4] 张志强, 刘岩, 王舒等. 密云水库信息化建设的现实分析与发展趋势[J]. 广西水利水电, 2023, (02): 112-115.