

拦河水闸的设计方法研究

袁德辉 谭 婷

江西省赣西土木工程勘测设计院 江西宜春 336000

摘要: 水闸作为防洪和水资源管理的重要设施,其设计方法研究对于合理利用水资源、减少洪涝灾害等具有重要意义。并且,水闸的安全性和可靠性直接关系到人民群众的生命财产安全以及国家的经济发展。本文以樟树市肖江横闸为例,对拦河水闸闸孔总净宽、闸孔数等最为关键的设计参数进行了研究,旨在为拦河水闸的设计提供参考,还分析了各种类型的拦河水闸的优缺点,为优化设计方案提供了依据。

关键词: 水闸; 结构设计; 方法研究; 实例; 必要性

水闸结构设计方法研究涉及到流体力学、结构力学、材料科学等多个领域的知识和技术。通过不断的研究和探索,可以推动工程技术的创新和发展,提高水闸结构设计的科学性、高效性和经济性。水闸结构设计方法研究可以在确保水闸安全稳定的前提下,实现水资源的合理利用、生态系统的保护和经济社会的可持续发展。

1. 实例

肖江横闸地处樟树市经楼镇,位于赣江水系肖江支流山前河下游,距樟树市城区1.8km。闸址控制流域面积249km²,水闸最大过闸流量309.4m³/s,设计灌溉面积2.1万亩,是一座具排洪、灌溉、防洪等综合效益的中型水闸。

肖江横闸枢纽工程始建于1976年9月,1977年12月建成受益,是一座横跨山前河的涵闸。肖江横闸由进口段、箱涵段、泄洪闸及消能防冲段组成。工程运行后基本达到设计目的,但因受兴建时的经济条件、技术水平等限制,工程在设计上不够合理。肖江横闸工程的正常运行,对肖江流域防洪、排涝以及当地的农业发展做出了重要贡献,但工程本身也存在诸多安全隐患,对上游防洪、排洪及农业灌溉等已构成威胁。经安全鉴定,水闸过流能力不足,水闸混凝土老化严重,肖江横闸存在诸多的安全隐患,不能保证防洪安全,水闸属“四类闸”,需进行除险加固。

2. 结构设计方法研究的必要性

2.1 安全性保障

水闸结构的设计必须保证其在各种工况下的安全性。例如,在面对洪水时,水闸一方面要能够承受巨大的水压和水力冲击,防止水闸发生破坏和其他灾害事故的发生,另外

一方面要能够使洪水安全下泄,保证水闸上游不受洪涝灾害的威胁。通过研究水闸结构设计方法,可以确保其稳定性和强度以及泄洪能力满足相应的要求。

2.2 效益最大化

水闸结构设计方法的研究可以帮助优化设计方案,以实现最大的工程效益。例如,在水闸的过流宽度、闸孔数、水闸型式等方面进行合理选择和设计,可以减少建设成本、提高使用寿命和降低维护费用。同时,合理的设计还可以提高水闸的运行效率,增加水资源的利用率,满足不同的水利需求。

2.3 环境友好性

水闸结构设计方法的研究也可以关注其对环境的影响。例如,在设计过程中考虑生态保护、水生态恢复和鱼类通行等因素,减少对河流生态系统的影响。通过合理的设计方法,可以最大限度地减少对河流生态系统、水质和生物多样性的破坏,实现工程与环境的协调发展。^[1]

3. 结构设计方法研究

3.1 水闸过水净宽研究

水闸过水净宽的确定,直接影响到水闸的防洪效益和水闸的造价。闸孔越大,其过来能力越强,可有效降低过闸水位差,减少水闸上游的淹没损失,但同时,过水净宽越大,相应的水闸造价也将增加。水闸过水净宽研究可以从过闸水位差、过闸单宽流量以及闸室总宽度与河道总宽的关系三个方面进行研究,从而确定一个较为合适的闸孔总净宽,既能减少水闸上游的淹没损失,也能将造价控制在一个合理范围内。

肖江横闸现有砼箱涵共5孔, 两侧孔每孔净宽3.175m, 中间三孔每孔净宽3.35m, 总净宽16.40m。根据安全鉴定结论, 肖江横闸现状过流能力不满足要求, 本次拟增加闸孔总净宽。本次设计选取总泄流净宽15m、20m、25m、30m、35m共5种泄流宽度进行比较, 分析不同闸孔净宽对闸前水位以及水闸造价的影响, 从而找到一个合理的闸孔净宽值。

根据不同的过流宽度得到其相应的泄流曲线, 将水闸以上部分当做一个水库, 进行调洪演算, 得到不同宽度下的上下游特征水位, 并计算得到过闸水位差、过闸单宽流量、闸室总宽度与河道总宽的比值详见下表。

闸孔总净宽 (m)	水头差 (m)	单宽流量 ($m^3/(s \cdot m)$)	闸室总宽/河道宽	增加造价 (万元)
15	0.63	19.78	0.44	0
20	0.34	15.76	0.59	101.15
25	0.2	12.96	0.75	202.31
30	0.13	10.95	0.90	343.446
35	0.09	9.46	1.09	444.61

从表中可以看出, 随着闸孔总净宽的增加, 其水头差和单宽流量随之降低, 闸室总宽与河道的比值增加, 造价也随之增加。

根据《水闸设计规范》, 平原区水闸的过闸水位差可采用0.1m~0.3m, 则闸孔总净宽选择25m~30m之间较为合适。另外, 根据规范, 土基上的水闸, 其分段长度不宜超过35m, 如选择闸孔净宽超过30m, 则需增加分缝, 这将增加造价以及结构的复杂度。

在水闸的设计中, 过闸单宽流量的确定, 对水闸的工程造价和上下游消能防冲的安全都有直接的影响。根据长江中下游各省在土基上的建闸经验, 水闸的过闸单宽流量可根据基础的不同进行选择, 本工程肖江横闸闸基础为壤土, 其过闸单宽流量可选择 $15m^3/s$ 左右。

同时, 闸室的总宽度还应大体上与上下游河道宽度相适应。根据工程经验, 闸室总宽度与河道的比值一般为0.6~0.85较为合适, 本工程肖江横闸所处萧江, 其上下游主河道宽度约为40m, 其闸室总宽度宜选择为24m~34m。

经综合分析, 本次拟选择闸孔总净宽为25m较为合适。

3.2 水闸孔数的研究

确定好闸孔总净宽后, 还应进行分孔, 闸孔孔径的大小, 主要根据水闸的地基条件、运用要求、选用的闸门结构

型式、启闭机容量等因素综合分析确定。本工程确定闸孔总净宽25m, 根据工程经验, 闸孔数肯定小于8孔, 一般情况下, 选择单数孔。本此拟选用3孔8.5m和5孔5m进行闸孔数的研究。

肖江横闸位于萧江, 当闸外洪水位高于闸内水位时, 横闸将及时关闸防汛, 当闸内水位高于闸外水位时, 及时开闸泄洪, 从而保证水闸的安全又减轻了闸体的压力。其平时无需开闸放水, 也无调节流量之需。选择较少的孔数, 可方便水闸的运行管理。肖江横闸地处经楼镇旁, 闸址处河段是经楼镇与张家山街道每年举行龙舟比赛的重要赛道, 选择较宽的闸孔有利于龙舟的通行。综合以上分析, 本工程肖江横闸拟选用3孔每孔8.5m的方案进行设计。

3.3 水闸型式的研究

根据坝址现状地形地质条件、水闸的适应条件、行洪安全、挡水高度、景观要求及投资限制, 结合本地区已兴建的各种拦河建筑物, 其主要型式有以下几种: 闸坝、橡胶坝、液压翻板坝、液压卧倒坝、气盾坝等, 以上各种坝型优缺点详见表3.3.1。

表 3.3.1 各种坝型优缺点对照表

坝型	优点	缺点
橡胶坝	可完全倒伏不阻水, 水下结构简单, 施工工期短, 抗震性能好, 工程造价低。	橡胶坝需用水泵动力充排, 因坝袋破损和管网损失易造成坝袋塌落损失, 橡胶坝充坝时间为2~3小时, 增加了防洪压力。坝袋10~15年需更换, 充排水泵、闸阀10年以内即需更换, 为了维持坝袋高度长期需要水泵充水, 耗电较多, 其运行、维修费用较高。
液压翻板坝	在原有的水力自控翻板闸门基础上增加了液压控制设备, 能更好地控制闸门的开启和关闭, 施工较为简单, 工程造价低。	孔数过多每扇门体之间协调控制困难, 易受泥沙和杂物淤积影响, 支腿部位容易卡堵树木及垃圾, 造成无法正常启闭, 油管容易受树木等挂断, 液压油泄露污染河水。
闸坝	运行安全可靠, 可单独设检修门槽进行检修。能快速启闭, 每扇门体能单独控制, 不受泥沙和杂物淤积影响。启闭房可根据环境以及当地特色进行设计, 恢弘大气。	造价稍高
液压卧倒坝	可完全倒伏不阻水, 水下结构简单, 施工工期短, 工程造价低, 坝后形成瀑布景观。	对制造、安装要求较高, 单门的两个液压启闭机不同步门体易产生受扭变形。

根据肖江横闸的运行方式, 当闸外洪水位高于闸内水位时, 横闸将及时关闸防汛; 当闸内水位高于闸外水位时, 及时开闸泄洪, 从而保证水闸的安全又减轻了闸体的压力。根据水文计算, 当需要挡下游洪水倒灌时, 其下游最高水位达11.29m, 而此时闸内最高水位也将达9.28m。

在以上拦河建筑物型式, 橡胶坝是一种低水头挡水建筑物, 适宜在河道水流平稳、漂浮物少、悬移质及推移质较少的河道中興建。橡胶坝只适合低水头, 目前国内已建成的橡胶坝中, 最大坝高约为6m, 本工程最高挡水位达11.29m, 不适宜此种型式。

液压翻板坝和液压卧倒坝也是适用于低水头, 挡水高度不大于6m, 且这两种坝型适用于平时拦蓄上游来水, 抬高上游河段水位, 洪水来临时进行泄洪, 与本工程的运行方式相悖, 故不适用于本工程。

闸坝型式是传统的水闸型式, 既可以挡水也可以泄水, 还可以调节流量。闸坝运行安全可靠, 可单独设检修门槽进行检修。能快速启闭, 每扇门体能单独控制, 不受泥沙和杂物淤积影响。启闭房可根据环境以及当地特色进行设计, 恢弘大气。肖江横闸位于经楼镇旁, 现状闸顶为进镇公路, 在进行设计时, 可将闸墩向上游延伸, 形成工作桥供交通之用; 闸顶的启闭房可根据业主要求, 结合当地的“经楼”文化, 打造成经楼镇的地标建筑, 在融入当地环境的同时, 提升当地的水文化底蕴。经分析认为, 闸坝能够良好地适应本工程。

4. 结语

拦河水闸是河道防洪、调节河道流量、调节水资源配置的重要水利设施, 水闸设计是水利工程中的重要环节, 而闸孔总净宽、闸孔数的选择对水闸的整体性能具有重要影

响, 水闸的闸型选择, 也关系到水闸的运行管理以及与当地环境的协调性。在进行水闸设计时, 需要综合考虑水力计算、水文条件、结构设计以及与当地环境的协调性, 以实现工程安全、经济合理、运行方便、技术可行等方面的最佳平衡。在实际工作中, 需要根据具体情况, 进行详细的综合分析, 才能获得满足的结果。

参考文献

- [1] 陆李密; 徐玉雪. 水闸基坑设计与施工 [J]. 水利科学与寒区工程, 2021, 4(04): 100-102.
- [2] 赵大海. 水利工程水闸金属结构施工方法 [J]. 珠江水运, 2021, (15): 110-111. DOI: 10.14125/j.cnki.zjsy.2021.15.046
- [3] 周海轮. 小型水闸上游连接段的结构型式 [J]. 河南水利与南水北调, 2021, 50(08): 74-75+87.
- [4] 邹国华; 周清勇; 万亮亮. 某水闸结构抗震能力分析 [J]. 广东水利水电, 2021, (09): 47-51.
- [5] 水闸设计规范. SL265-2016《水闸》取水输水建筑物丛书, 第二版《水工设计手册》(第二版, 第七卷)

作者简介:

袁德辉, 出生年月: 1989年9月, 性别: 男, 民族: 汉, 籍贯: 江西宜春, 学历: 大学本科, 职称: (现目前的职称) 工程师, 研究方向: 水工结构