

浅析水利水电工程中的水库水闸设计

陈金龙 崔厅

昆明龙慧工程设计咨询有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i5.5387

[摘要] 水利水电工程中水闸如果在设计时不进行全方位考虑,会严重影响水闸的安全性,导致水闸泄流能力难以满足要求,甚至影响水闸的正常运行。水闸如果出现泄流能力不足的问题,会导致堤坝漫水甚至坝顶会出现塌陷等情况,严重威胁下游设施及人员人身安全。因此,水利水电工程中需要提前完善水闸设计,减少水闸在后续使用中出现的各种问题,提高水闸的安全性、可靠性。

[关键词] 水利水电工程; 水库水闸; 设计; 探究

中图分类号: TV62 **文献标识码:** A

Analysis of reservoir sluice design in water conservancy and hydropower project

Jinlong Chen Ting Cui

Kunming Longhui Engineering Design Consulting Co., LTD

[Abstract] If the sluice is not fully considered in the design of water conservancy and hydropower projects, the safety of sluice will be seriously affected, resulting in the sluice discharge capacity is difficult to meet the requirements, and even affect the normal operation of sluice. If there is insufficient discharge capacity of the sluice gate, it will lead to the overflow of the dam and even the collapse of the dam roof, which seriously threatens the safety of downstream facilities and personnel. Therefore, water conservancy and hydropower projects need to improve the design of sluice in advance, reduce the problems in the subsequent use of sluice, and improve the safety and reliability of sluice.

[Key words] water conservancy and hydropower engineering; Reservoir sluice; Design; Probe into

随着社会经济水平不断的提升,我国水利水电工程发展脚步逐渐加快,然而水库水闸的设置,有助于合理调节水库水位、降低坝高、削减洪峰的作用,在同等条件下还有利于减少坝体建设的投资。所以应重视水闸设计的合理性与适用性,设计时应充分运用科学及创新设计手段,从导入数据、建立模型、系统模拟,再对水库及水闸数据进行模拟分析,得到及时有效的水位调节方案。基于此,笔者就对水利水电工程中的水库水闸设计进行分析,希望能够为相关探究人员提供一些有效的借鉴与参考。

1 水库水闸类型

水闸按功能主要划分为拦河闸、进水闸、排水闸、分洪闸及挡潮闸等;水闸按闸室类型可分为开敞式和涵洞式;根据常规水库水闸的功能及闸室特点,水库水闸一般可归为开敞式的拦河闸。

拦河闸又可称为节制闸或泄洪闸,主要是对水位进行控制,并且给能够调节泄流量,避免水流量过小或过大,对水闸上、下游造成较大的防洪压力。水库水闸一般在第一年汛期结束至第二年汛期来临前进行关闭,主要是为蓄挡来水,以提高水库的库

容量为供水做准备;而当汛期来临时,一般会根据地区水情条件提前清空部分库容作为汛期防洪库容,从而削减、滞待洪水,为下游分担防洪压力。

2 水库水闸的设计

为保障水库水闸正常运行,并充分发挥水闸自身功能,在水闸设计工作中应重视水闸设计的科学性、安全性、实用性。水利水电工程和其他建筑工程具有一定差异性,在设计中不可生硬照搬其它工程,而应该根据工程自身实际条件有针对性的进行设计,尽可能扬长避短。在进行水闸设计的过程中,应制定科学合理的设计方案,对工程周围环境进行综合分析,减少水文、气象、地质、施工、运行管理等因素对水闸设计的制约,同时还应综合考虑其它相关联建筑的设计方案,如大坝、溢洪道、隧洞等的布置的影响,根据工程整体实际情况经过经济技术对比不断优化设计方案,从而得到具有安全性、经济性、合理性、实用性的水闸方案。

2.1 水闸布置

水库水闸的布置根据坝体建筑的不同具有不同的要求,对于刚性坝体(如重力坝、拱坝等)水闸基础承载力一般不受限制,

若受限也容易通过技术手段解决,所以一般将水闸布置于刚性坝顺接下游河槽的坝段;对于土石坝一般将水闸布置于泄流和交通条件较好的一侧坝肩,并需要将水闸置于坚实基础上,下游衔接溢洪道泄槽;对于水闸的布置应充分考虑地质条件,尽可能避开滑坡等不利因素;水闸地基基础,应根据工程区地质条件,复核地基承载力是否满足水闸设计要求,若不满足一般通过固结灌浆等措施进行加固。

2.2 闸孔规模的确定

水库水闸的闸孔过流能力应根据过闸流量、水库上游水位流量关系、引水角度及其它过木或过冰等要求来综合考虑。首先堰型及堰高的确定,常用堰型主要有宽顶堰和实用堰两种,一般宽顶堰流量系数较小,在地形允许的情况下我们一般采用实用堰,它在等宽情况下具有更大的流量系数、泄流能力更强;其次初步拟定实用堰闸室单孔净宽 b 和孔数 n ,根据公式

$$Q = cm\epsilon\sigma_s B \sqrt{2g} H_0^{1.5}, \quad \epsilon = 1 - 0.2[\xi_k + (n-1)\xi_0] \frac{H_0}{nb}, \quad H_0 = H + \frac{v^2}{2g}$$

和闸门类型初步确定单孔 b 的宽度,通过 e/H 判断堰流和孔流(对于水库水闸、一般考虑闸门全开时的最大泄流能力),再通过计算淹没系数

$$\sigma_s = 2.31 \frac{h_s}{H_0} (1 - \frac{h_s}{H_0})^{0.4}$$

判定自由堰流和淹没堰流,对于流量系数的取值宽顶堰淹没出流可近似按平底闸计算,即 $m = 0.877 + (\frac{h_s}{H_0} - 0.65)^2$,对于实用堰流量系数亦可查表

《溢洪道设计规范》表A.2.1-1。最终通过调整 B 取值,使闸门在校核洪水工况下的最大过流能力略大于1.05倍 $Q_{核}$ 。

2.3 闸墩、边墙及闸门顶部高程确定

闸墩的选取可参考《水工设计手册》第七卷、第529页表5.3-11进行选取,同时还应兼顾考虑闸门安装预留尺寸适当增减闸墩厚度。对于墩墙顶部高程的确定,应注意分工况(挡水、泄水)考虑风浪爬高、安全超高、交通桥梁高等诸多因素,同时还应兼顾交通要求,尽可能使顶部与坝顶齐平,否则应采取提前采取措施保障满足交通通行要求。对于挡水闸门顶部高程不得低于正常蓄水位+波浪爬高+安全超高之和,泄水时不低于校核洪水+安全超高之和,最终选择二者中最大高程最为闸顶高程。

2.4 闸室底板设计

闸室底板应充分考虑地基承载力、挡水高度、上部结构的布置以及闸门的形式要求等综合确定。首先根据地质物理学参数、上部结构及闸门等附属结构的自重、地震等,初步估算地基承载力设计值,再与地基0.8倍允许值比较,初步判定地基是否满足设计要求,若不满足可采取固结灌浆、适当加大底板面等措施增加地基承载能力;其次,底板应充分考虑结构布置形式,对于水库闸室底板,一般建议设计为整体式,其厚度按 $(1/5 \sim 1/8)b$ 估算,最终厚度取1~2.5m。

2.5 闸门选型及布置

对于常规水库闸门,我们应根据运行管理要求、经济性、检修条件等综合考虑闸门选型及布置。对低于正常蓄水位运行期较长的水库,考虑到有检修窗口期,一般不设置检修闸门;对长时间高于正常蓄水位运行的水库,我们一般需要设置检修闸门。各闸门的布置,应根据工程的具体条件而定,工作闸门一般布置于堰顶,检修闸门则布置于工作闸之前,并根据各闸安装、运行、检修等条件预留一定间距。近些年来,随着水闸技术水平不断提高,比较适宜于水库运行的水闸,比较常用的有露顶平板闸门和弧形闸门,而平板闸门中又分为平面定轮钢闸门、平面滑动钢闸门,弧形闸门主要为弧形钢闸门,我们在选取闸门时应尽可能选择标准尺寸闸门,否则对于大型水工闸门需要进行专题设计,最终综合考虑布置条件、经济性、技术可行性、管理便利性,选适宜性最好的闸门类型。根据《水利水电工程钢闸门设计规范》要求,门槽宽可按 $w = 0.035H\sqrt{b_0} + 0.05$

估算、门槽深按 $D = (\frac{1}{1.4} - \frac{1}{2.5})w$ 估算,同时再咨询闸门生产厂家进行进一步咨询。

2.6 水闸启闭设计

根据所选闸门的不同类型需要配置不同的启闭方式,对于常规平板钢闸门,常用螺杆启闭和卷扬机启闭;而弧形钢闸门多采用液压启闭。我们在对启闭机进行选型时,应首先计算不同工况下的启闭力,依据最不利启闭力来对启闭设备选型。我们在计算启闭力时,除了需要考虑闸门自重、水压力外,应格外注重启门和闭门时的摩擦力,摩擦力的计算又关系到止水材料和金属材料的属性,这里建议在计算出摩擦力后考虑25%的富余值。这里需要值得注意的是,当我们计算出的摩擦力大于闸门的自重时,主要靠增加闸门配重或采用螺杆启闭以提高闸门的闭门力,同时在配置启闭机时,应配备相应的备用电源,以保障特殊情况下启闭机能正常启闭。

2.7 主要结构设计

水闸在设计时还应充分考虑结构的工作环境,应考虑建筑的合理使用年限、耐久性设计。对于我们常规水闸,工程的合理使用年限和工程等级、建筑物级别有关,应根据工程特点合理取值;建筑的耐久性主要考虑混凝土强度、抗冻、防冲和抗渗等,其中抗渗和挡水水头大小有关,我们常规水库水闸挡水水头一般在20m之内,所以抗渗等级一般取W4~W6,常规混凝土强度取C25~C30,抗冻和防冲应根据工程实际需要进行掺外加剂。

2.8 闸基防渗及排水设计

水利水电工程中,上游水位以及下游水位差异较大,对于水闸安全运行要求较高。所以在进行水闸设计的过程中,需要加强闸基防渗排水设计,降低水分在地基中渗透,影响闸基整体稳定

性。设计时可以在上游设置防渗透铺盖或进行帷幕灌浆,水流在经过闸底板、板桩时,可以将水流引入反渗透层当中的排水孔,将水流排泄出去,让水能够顺利流入下游,减少水流对地基的影响,提高地基排水效果。如果在水闸设计过程中,水闸地基出现渗透的情况,应采取“前止后排”的原则选择合适的排水措施进行止、排水。在工程实施过程中,实施人员应严格按照设计及有关规范进行施工,严把质量关口,同时应在需要防渗的部位进行注水实验,确保防渗达到设计要求。

3 结语

总的来说,水闸的设计问题直接影响着水库的安全运行,也关乎这下游人员的生命财产安全。所以,一定要重视水闸的设计质量。在水库水闸的设计中,应将精准的现场资料当做依托,在具体的设计中,应重视其中较为常见的过流问题、渗流问题、冲刷问题、沉降问题,为水库水闸的设计质量提供保障,推动水闸

后期运行的高效发挥。基于此,上文就多个方面对水库水闸设计过程中应重点注意的问题进行了浅要分析,希望通过上文的阐述能够为相关探究人员以及工作人员提供一些理论性的借鉴与参考,进而使得我国水库水闸设计质量可以得到进一步的提升。

[参考文献]

[1]姚崇武.浅析水利水电工程中的水库水闸设计[J].城市建设理论研究(电子版),2023(23):214-216.

[2]张宇,黄芸菲.浅析水利水电工程中的水库水闸设计[J].建材与装饰,2019(33):291-292.

[3]管蕾.《水工设计手册》(第2版)第二卷、第三卷审稿定稿会在京召开[J].水利技术监督,2011,(6):24.

[4]溢洪道设计规范SL253-2018.

[5]水闸设计规范SL265-2016.