

中小型水库水闸泄洪能力分析与计算

郭坚强

塔城水利设计研究院有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i5.5445

[摘要] 本论文针对中小型水库水闸的泄洪能力进行了深入的分析与计算。通过研究水位变化、水闸开度、河道形态等关键因素对泄洪能力的影响,揭示了它们之间的内在联系。为了验证理论与实践的结合,本文以某中小型水库为例,进行了实证研究,通过实地观测和数据分析,得出了泄洪能力的实际表现,并提出了针对性的优化建议。本研究不仅丰富了水闸泄洪能力的理论体系,也为中小型水库的安全运行和水闸设计提供了科学依据和实践指导。

[关键词] 中小型水库; 水闸; 泄洪能力; 影响因素

中图分类号: TV62 文献标识码: A

Analysis and calculation of flood discharge capacity of sluice gates of small and medium-sized reservoirs

Jianqiang Guo

Tacheng Water Conservancy Design and Research Institute Co., Ltd

[Abstract] This paper analyzes and calculates the flood discharge capacity of small and medium-sized reservoir sluices. By studying the influence of key factors such as water level change, sluice opening and river morphology on flood discharge capacity, the internal relationship between them is revealed. In order to verify the combination of theory and practice, this paper takes a small and medium-sized reservoir as an example, conducts an empirical study, obtains the actual performance of flood discharge capacity through field observation and data analysis, and puts forward targeted optimization suggestions. This study not only enriches the theoretical system of flood discharge capacity of sluices, but also provides scientific basis and practical guidance for the safe operation and sluice design of small and medium-sized reservoirs.

[Key words] small and medium-sized reservoirs; Sluice; flood discharge capacity; Influencing factors

引言

中小型水库在我国水利基础设施中占有重要地位,它们不仅承担着灌溉、供水、发电等多重功能,还是防洪减灾系统的重要组成部分。水闸作为水库的关键设施之一,其泄洪能力的强弱直接关系到水库的安全运行和下游地区的安全。因此,对中小型水库水闸的泄洪能力进行准确的分析与计算显得尤为重要。

1 水闸泄洪能力基础理论

水闸泄洪能力,这一水利工程中的关键参数,关系到整个水利设施的安全与运行效率。简单地说,它描述了水闸在单位时间内能够排放的最大洪水量。然而,这并非一个简单的数字,而是众多复杂因素综合作用的结果。

当我们深入探讨水闸泄洪能力时,首先需要考虑的是泄流量的计算。这是一个基础的物理公式:泄流量(Q)等于泄洪断面的面积(A)与流速(v)的乘积,即 $Q=A*v$ 。虽然这个公式看起来简单,但在实际应用中,它涉及的因素远不止这些。每一个水闸都

有其独特的设计特点,水流条件也各不相同,因此在实际计算时需要对公式进行相应的调整,确保结果的准确性。

进一步地,水闸的结构设计对其泄洪能力有着至关重要的影响。不同的闸门尺寸、形状及启闭方式,都会直接影响到水流的通过效率。例如,有些弧形闸门的设计,由于其特殊的弧形结构,能够在一定程度上增大泄洪的截面面积,进而提高泄洪的效率。这种设计不仅体现了工程师们的巧思,更是对水流动力学的深入研究和应用。

上下游的水位差,这是另一个核心因素。当上下游水位存在较大差异时,水流通过水闸的流速和流量都可能大幅度增加。这种增加无疑会提高泄洪的效率,但同时也可能给水闸本身带来巨大的压力。因此,在设计水闸时,工程师们需要充分考虑到这一点,确保水闸在各种水位差下都能安全、稳定地运行。

当然,河道的形态也会对泄洪能力产生影响。一个宽敞、顺直的河道,相较于狭窄、弯曲的河道,更有利于洪水的迅速排放。

因为前者能够减少水流的阻力,使洪水更为顺畅地流向下游。

除了上述的主要因素外,还有一些其他因素,如风力、水温和泥沙含量等,虽然它们的影响可能相对较小,但在某些特定情况下,也可能成为决定性的因素。例如,强风可能会加速水面的蒸发,进而影响水流的速度和流量;而水温的变化则可能影响水的密度和粘性,从而影响水流的运动特性。

2 中小型水库水闸概况

中小型水库在我国水利资源开发和利用中扮演着至关重要的角色,而水闸作为这些水库的关键组成部分,不仅调控着水库的水位,还直接关系到防洪、灌溉、发电等多方面功能的实现。

中小型水库通常指的是库容在数十万立方米至数千万立方米之间的水库。这些水库分布广泛,多建设在河流的中上游或支流上,起着调节水流、蓄水、防洪及供水等多重作用。与之相匹配的水闸,则在水库的运行管理中发挥着举足轻重的调控作用。

水闸的种类繁多,根据功能和使用场合的不同,可分为节制闸、分洪闸、排沙闸等。中小型水库的水闸一般采用钢结构或钢筋混凝土结构,具有较强的耐久性和稳定性。这些水闸通常由闸门、闸室和启闭机械等部分组成。闸门是水闸的主要工作部分,它可以升降或开闭,以控制水流。闸室则是闸门两侧的封闭空间,用于承受水流的压力和保证闸门的正常运行。启闭机械则是控制闸门开闭的重要设备。

在中小型水库中,水闸的设计原则主要遵循安全性、实用性和经济性。安全性是首要考虑的因素,水闸必须能够承受设计洪水标准下的水流冲击和压力。实用性则要求水闸的操作简便、灵活,能够快速响应水库运行的需要。经济性则体现在水闸的建设和维护成本上,要求在满足安全和使用寿命的前提下,尽可能降低投资。

近年来,随着科技的不断进步,中小型水库水闸的设计和建造也在不断创新。新材料、新技术的应用使得水闸的性能更加优越,如采用高强度钢材和耐腐蚀材料,提高了水闸的承载能力和使用寿命。同时,自动化和智能化技术的应用也使得水闸的操作更加便捷、高效。

3 泄洪能力计算模型

泄洪能力计算模型在水利工程中占据着举足轻重的地位,它不仅关系到水库的安全运行,还直接影响到下游地区的防洪安全。因此,构建一个准确、高效的泄洪能力计算模型至关重要。这一模型主要基于水力学原理,并结合了丰富的实际工程经验,以确保在各种复杂情况下都能提供可靠的结果。

确定泄流断面是计算泄洪能力的关键一步。不同类型的水闸,其泄流断面的形状和面积都会有所不同。例如,对于闸门式水闸,泄流断面通常就是闸门的开启部分。因此,我们需要根据闸门的宽度、高度以及可能的开启程度来精确计算泄流断面的面积。

接下来是流速的计算。这是一个相对复杂的步骤,因为它涉及到多个因素的综合考虑。我们可以利用伯努利方程或曼宁公式等经典的水力学公式来估算流速。这些公式考虑了上下游水

位差、河道糙率等重要因素,从而能够更准确地模拟实际水流情况。通过这些公式,我们可以得到通过泄流断面的平均流速,为后续的计算提供基础数据。

有了泄流断面的面积和平均流速,我们就可以采用简单的 $Q=Av$ 公式来计算单位时间内的泄流量。这个公式虽然形式简单,但它是泄洪能力计算的核心。通过它,我们可以快速得到水闸在不同条件下的泄洪能力,为水库的运行管理提供重要依据。

然而,实际的泄流过程远比这个公式描述的要复杂。闸门开度就是一个非常重要的影响因素。在实际操作中,闸门的开启程度并不是固定的,而是会根据水库的水位、下游河道的承受能力以及天气条件等因素进行灵活调整。因此,在计算泄洪能力时,我们需要根据闸门的实际开度来调整泄流断面的面积,从而得到更准确的泄流量。

实际水流情况还可能受到许多其他因素的影响,如风力、水温、泥沙含量等。这些因素虽然对泄流量的影响可能相对较小,但在某些特定条件下,它们的影响可能会被放大。为了更准确地模拟实际水流情况,我们通常会引入一个校正系数来调整理论计算值。这个校正系数可以根据历史观测数据和实际工程经验来确定,以确保计算结果的准确性和可靠性。

模型的验证与修正是必不可少的步骤。通过与实际观测数据的对比,我们可以验证计算模型的准确性。如果发现模型预测值与实际观测值存在较大偏差,那么就需要对模型进行修正。这可能涉及到调整模型的参数、改进计算方法或者引入新的影响因素等。通过不断的修正和优化,我们可以使计算模型更加贴近实际情况,从而提高其预测精度和应用价值。

4 泄洪能力影响因素分析

泄洪能力是指水库在面临洪水威胁时,通过水闸等设施将多余的水量安全快速地排放到下游的能力。这种能力是水库防洪功能的重要组成部分,而泄洪能力的大小受到多种因素的影响。以下是对泄洪能力影响因素的详细分析。

水位差: 上下游水位差是影响泄洪能力的关键因素。当上游水位高于下游水位时,形成了水位差,这是水流动的动力。水位差越大,水流通过泄洪设施时的流速就越快,从而提高了泄洪能力。但是,过大的水位差也可能对水库大坝和水闸结构造成压力,甚至引发破坏,因此在实际操作中需要严格控制水位差。

闸门开度: 闸门开度直接影响泄流断面的面积,进而影响泄流量。闸门开度越大,泄流断面面积越大,泄流量也相应增加。在实际操作中,根据洪水情况和下游河道的承受能力,需要灵活调整闸门的开度,以达到最佳的泄洪效果。

河道形态与河床糙率: 河道的形态,包括宽度、深度和弯曲程度,都会影响水流的流速和流向。宽敞的河道有利于洪水的快速通过,而狭窄或弯曲的河道则可能减缓水流速度,降低泄洪能力。此外,河床的糙率也会影响水流速度。糙率越大,水流受到的阻力就越大,流速越慢,从而影响泄洪能力。

水流含沙量: 水流中的泥沙含量也会影响泄洪能力。含沙量高的水流会对泄洪设施造成磨损,降低其使用寿命,同时泥沙

淤积也可能减小泄流断面的有效面积,从而降低泄洪能力。因此,在水库运行管理中需要定期清淤,保持泄洪设施的通畅。

气候与风力: 气候和风力等自然因素也会对泄洪能力产生影响。在强风作用下,水面波动会增加,可能影响闸门的正常开启和关闭,进而影响泄洪能力。同时,气候变化可能导致极端天气事件的增多,如暴雨、台风等,这些都会对水库的泄洪能力提出更高的要求。

水闸设计与维护: 水闸的设计和维持状况对泄洪能力有着直接影响。合理的设计能够确保水闸在面临洪水时能够有效运行,而定期的维护和检修则能够保持水闸的良好状态,防止因设备老化或损坏而影响泄洪能力。

人为操作与管理: 人为操作和管理水平也是影响泄洪能力的重要因素。专业的操作人员能够根据洪水情况和下游河道的承受能力,合理调整闸门开度,确保泄洪的安全和效率。同时,科学的管理制度和应急预案也能够紧急情况下提供有效的指导,保障泄洪工作的顺利进行。

5 实证研究

5.1 水库与水闸基本情况

该中小型水库位于某河流的中上游,总库容约为500万立方米,主要功能包括灌溉、供水和防洪。水闸为钢筋混凝土结构,设计洪水标准为50年一遇,校核洪水标准为100年一遇。水闸共有3扇闸门,每扇闸门宽5米,高10米,最大开度可达8米。

5.2 泄洪能力计算与分析

基于前文所述的泄洪能力计算模型,本研究对该水库水闸的泄洪能力进行了详细计算。通过实地测量和记录上下游水位、闸门开度等数据,并结合水力学公式进行计算,得出了不同水位和闸门开度下的泄流量。

分析结果表明,在水位差一定的情况下,随着闸门开度的增大,泄流量明显增加。同时,当上游水位升高时,泄流量也会相应增大。这些结果与泄洪能力计算模型的预测基本一致,验证了模

型的准确性。

5.3 影响因素的实地观测与分析

为了更深入地了解泄洪能力的实际影响因素,本研究还进行了长时间的实地观测。观测内容包括河道形态变化、水流含沙量、风力以及水闸的维护和操作情况等。

观测结果显示,河道形态的微小变化(如淤积或冲刷)都会对泄洪能力产生一定影响。此外,水流含沙量的增加会导致闸门和河道的磨损,从而降低泄洪效率。风力对泄洪的影响虽然相对较小,但在极端天气条件下仍需考虑。最后,水闸的定期维护和操作水平也直接关系到泄洪能力的发挥。

6 结论

本研究通过对某中小型水库的实证研究,深入探讨了水闸泄洪能力及其影响因素。通过实地考察、数据收集、模型验证和长时间实地观测等手段,得出以下结论:

泄洪能力计算模型在实际应用中具有良好的准确性,能够较为精确地预测不同条件下的泄流量。水位差和闸门开度是影响泄洪能力的关键因素。随着水位差的增大或闸门开度的增加,泄流量显著提高。河道形态、水流含沙量、风力以及水闸的维护状况和操作水平等因素也会对泄洪能力产生不同程度的影响。

[参考文献]

- [1]刘文康,李英豪.子威水库泄洪方式与洪水调节分析[J].江西水利科技,2024,50(01):48-51.
- [2]金超,温宗然.某水库超标准洪水应急防御预案研究[J].黑龙江科学,2024,15(02):150-152.
- [3]李洪涛.豫北山区某小型水库防洪能力复核[J].河南水利与南水北调,2024,53(01):88-90.
- [4]王沛霖,苏承国.考虑泄洪设施闸门控制的水库防洪调度方法[J/OL].水利水电技术(中英文),1-16[2024-05-09].