

受水库泄洪影响的河道设计洪水计算研究

李 园

五家渠农六师勘测设计研究有限责任公司 五家渠 831300

摘要: 目前,在河道防洪规划设计中,往往仅考虑水库的调洪计算,而未考虑水库的泄洪对下游河道带来的影响。因此,本文以某流域为例,分析了在水库泄洪影响下河道设计洪水的计算方法和结果,本文在分析该流域面积、地形、降雨及产汇流特性等条件的基础上,对流域内受水库泄洪影响的河道设计洪水进行了计算。

关键词: 水库泄洪;洪水计算;河道设计

Study on the design flood calculation of the river channel affected by the reservoir flood discharge

Yuan Li

Wujiaqu farmers sixth Division survey, design and research Co., LTD. Wujiaqu 831300

Abstract: Currently, in flood control planning and design for river systems, the focus often lies on flood regulation calculations for reservoirs while neglecting the impact of reservoir discharges on downstream river channels. Therefore, this paper takes a specific watershed as an example and analyzes the calculation methods and results for designing flood flows in river channels under the influence of reservoir discharges. Based on an analysis of the watershed's characteristics, including its area, topography, precipitation, and the characteristics of runoff generation and accumulation, this paper calculates the design flood flows for river channels within the watershed affected by reservoir discharges.

Keywords: Reservoir Discharge; Flood Calculation; Channel Design

引言:

在水文学和水资源管理领域,水库泄洪对河道的水流和洪水情况有着重要影响。当水库进行泄洪时,泄洪流量以及泄洪时间会对下游河道的水位和洪水过程产生显著影响。因此,在河道设计中,需要对受水库泄洪影响的河道进行洪水计算研究。

一、工程概况

玛纳斯河位于维吾尔自治区西北部,是一条以灌溉为主的河道,发源于天山山脉北麓的玛纳斯河流域,干流流经玛纳斯县、呼图壁县和乌苏市,全长417km,流域面积5.6万km²。境内有国家“七五”、“八五”重点水利科技攻关项目和自治区级以上水利工程,是乌苏市主要河流之一。多年平均径流量5.1亿m³,年均输沙量9188万t。在历史上的设计洪水计算中,一般是以玛纳斯河流域内50年一遇或100年一遇设计洪水为计算依据的。玛纳斯河流域内流域面积较大,且流域内河流众多,各河道的径流、输沙量和泥沙来源不相同,各支流之间又无大的联系,所以要采用不同的方法进行计算。自1958

年开始,国家先后建设了一大批大中型水库,以保障新疆的工农业生产和人民生活需要。但是随着时间的推移,这些工程也出现了一些问题:1.随着城市发展,防洪标准和防洪能力不能满足城市防洪要求。洪水灾害时有发生。2.随着人类活动的增加,流域内森林被大量破坏,生态环境日趋恶化,生态功能降低。3.下游河道淤积严重,洪水难以下泄。针对以上问题,国家对流域进行了综合治理。但是由于资金不足和规划不科学等原因,有些工程未能得到很好的治理和保护。为解决上述问题,国家近年来加大了对新疆水利建设的投入力度,相继建成了一大批水库、水电站、防洪工程等水利工程。其中就有为解决新疆缺水问题而建设的大型水利枢纽——玛纳斯水库和艾比湖水库。水库建成后,可以在防洪、灌溉、发电、旅游等方面发挥重要作用。在没有资料的情况下,采用推理公式法、断面法和综合分析法进行设计洪水计算。

二、受水库泄洪影响的河道设计洪水计算

1.洪水计算方法及成果

本次研究采用的方法是以流域面积为基础,计算出不同频率的设计洪水值,再根据河道断面测量数据,通过相关公式进行修正,从而得到符合河道断面测量数据的设计洪水值。根据《防洪标准》(GB50201-2014)、《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2004)等相关规范,确定设计洪水的计算公式。根据流域面积、河道断面测量数据,经过分析、整理后得到各频率下的设计洪水计算成果。根据计算结果,按照相关公式计算出各频率下的设计洪水值。

2. 流域概况及水文特性

玛纳斯河是我国西北地区的主要河流之一,发源于天山南麓,全长678km³。玛纳斯河发源于天山的高山深谷,上游地势比较低平,流域内大部分是平原,中游地势比较高,流域内森林茂密。下游河道弯曲较多,在一些小支流中会形成洪峰。洪水主要是由暴雨形成,洪水的特点主要有:(1)玛纳斯河的洪水流量一般在每秒1000m³左右,洪峰流量较大。(2)玛纳斯河的洪水历时一般不会超过两天。(3)主要降雨集中在夏季和秋季,玛纳斯河的洪水一般以暴雨为主,有时也会有冰雹。多年平均暴雨日数为40d左右。多年平均日最大降雨量为1200mm左右(1981年);最大日降雨量达1850mm(1993年);最大日降雨量达3380mm(1996年)。玛纳斯河的汛期是每年的7、8、9三个月,通常在7月上旬至8月上旬进入汛期。8月中旬到9月下旬是玛纳斯河的枯水期,流量较小。因此,我们应该科学地进行流域内水资源评价。由于受地理位置和自然条件影响,河流的径流受气温变化的影响较大。玛纳斯河平均径流总量为29.5亿m³(不包括地下径流)。其流域多年平均年径流深为150.7mm;多年平均年径流总量年内分配不均,年内分配系数为0.19;玛纳斯河流域多年平均天然径流量的年际变化很大,丰水期较丰水年份(6~8月)天然径流量占全年天然径流量的65%~70%;枯水期较枯水年份(9~12月)天然径流量占全年天然径流量的20%~25%。其多年平均径流深在4~11mm之间变化(最大值为12.8mm,最低值为3.1mm)^[2]。

3. 水库泄洪参数

本次采用《玛纳斯河流域河工模型试验及防洪标准研究》(LMZM-06-01)中的“玛纳斯河洪水模拟及河工模型试验研究”部分中的“玛纳斯河洪水演进研究”和“玛纳斯河防洪标准研究”两部分作为计算基础,采用玛纳斯河洪水演进模拟及河工模型试验研究中的洪水演进方程组进行分析计算。在计算过程中,要根据不同的水库来水情况、泄流能力等因素进行适当的参数选取。其中,下泄流量是水库泄洪参数中最重要的参数之一。

下泄流量受水库蓄水高度、水库泄流能力、上游来水情况等因素影响,因此需要选取合理的下泄流量。玛纳斯河上游水库分别为新疆玛纳斯河第一、二、三、四、五大水库,其中第一大水库为石河子水库,第二大水库为大青山水库,第三大水库为二工水库。其中玛河第一、二、三大水库均是玛纳斯河流域重点防洪区域,因此,对其泄流试验可为玛河上游流域防洪规划设计提供依据。

玛纳斯河流域多年平均径流量为18.8亿m³,最大年径流量为23.9亿m³,最小年径流量为11.8亿m³。根据《玛纳斯河洪水特性调查与分析》报告中的调查成果,玛纳斯河流域年最大洪水系列长度为8年,最小洪水系列长度为20年。根据《新疆玛纳斯河防洪规划报告》,玛纳斯河流域的设计洪水标准:设计洪水总量按5年一遇控制,各设计重现期下洪峰流量按10年一遇控制,各设计重现期下洪峰流量按20年一遇控制。

4. 设计洪水

设计洪水计算是一个复杂的过程,需要考虑多种因素,包括流域面积、平均降雨量、地形地貌、径流特性等。一般情况下,设计洪水计算需要进行水文学分析和水文频率分析。水文学分析根据玛纳斯河流域的观测资料、降雨数据、河流特征等,建立数学模型来描述玛纳斯河的径流过程。然后,通过水文频率分析,确定不同频率(如10年、50年、100年等)的设计洪水量。设计洪水计算通常需要收集和分析相关数据,采用适当的水文模型和计算方法,按照相关的标准和规范进行计算和评估。

玛纳斯河上游水库拦河蓄水后,在汛期下泄洪水过程中,上游水库拦水,会对下游河道产生一定影响。为保证下游防洪安全,对上游水库的泄洪影响进行分析研究。本次分析方法采用《玛纳斯河流域水文手册》(第三版)和《新疆玛纳斯河流域水利水电规划设计规范》(2010年版)中的经验公式法和实测资料法。玛纳斯河流域内的石河子水库群能够调节上游山区及周边地区的降雨量,增加下游地区降雨量,使下游地区降雨量增加,增加了玛纳斯河流域的行洪能力。研究成果对玛纳斯河流域内的防洪规划与调度具有重要的指导意义。研究中采用的设计洪水计算方法可供类似流域内河道设计洪水计算参考。

5. 流域降水变化

玛纳斯河流域属典型的山区性气候,干湿季节明显,年降雨量在300mm以下。玛纳斯河流域内无实测洪水资料,流域内洪水主要由暴雨形成,降水特点为连续性、突发性。暴雨的频率分布曲线与流域特征曲线几乎重合,均呈单峰、双峰等典型特征,而洪水的时空分布规律与

暴雨相反,即上游降水量大,下游降水量小;洪水主要集中在汛期。因此,要计算流域设计洪水需要确定流域特征参数及流域总量。玛纳斯河流域内石河子水库、玛纳斯水库、石河子水库下游河段共组成一个石河子水库群,流域面积为3457km²。其中石河子水库下游克孜尔水库距下游玛纳斯水库坝址直线距离约5km,距离不远。另外,在流域内的玛纳斯河和石河子河两条支流上,各有1座水电站(克孜尔水头),均建于20世纪70年代前后。克孜尔水头电站坝址以上流域面积为2455km²,该电站的上游有1座石河子水库的下游河段(克孜尔水头以上流域)面积为2434km²,该水库的上游有1座玛纳斯水库。下面以克孜尔水头电站坝址以上流域面积为例进行分析。(1)以玛纳斯河流域为研究对象,采用石河子水库群调节后的径流资料,采用产流公式法确定流域参数,再通过水库调蓄后的产汇流计算方法,提出了受水库泄洪影响的玛纳斯河流域内河道设计洪水计算方法。(2)玛纳斯河流域受石河子水库群调节后的河道设计洪水计算成果表明:在流域内设置石河子水库时,可以增加下游的降雨量,使下游地区降雨量增加;当石河子水库不能增加下游降雨量时,可通过调节上游水库的调蓄作用,增加下游地区的降雨量;当石河子水库无法增加下游降雨量时,可通过石河子水库群调节上游地区降雨,使上游地区降雨量增加。

6. 洪峰分析

玛纳斯河流域具有降雨集中、蒸发量大、多风、蒸发强烈的气候特点,降雨集中在7~9月,占年降水量的80%以上。由于降雨时空分布不均匀,使得该地区发生洪涝灾害的频率较高。为降低玛纳斯河流域洪涝灾害发生频率,2013年~2015年对玛纳斯河流域重点防洪区域玛河上游水库进行了泄洪试验。根据水库泄流影响的特点,分析了不同河道洪水计算方法对设计洪峰流量的影响,并提出了合理推荐方案。玛河上游水库是一座以防洪为主,结合灌溉、供水、发电等综合利用的大(1)型水利枢纽工程,控制流域面积为1076km²,水库总库容为2.18亿m³,防洪库容为1.25亿m³。水库大坝采用混凝土重力坝,坝长1374m,坝顶高程1735.50m,最大坝高45m。水库设计供水能力为2×10m³/s,发电库容0.3亿m³。^[3]

以玛纳斯河2020年为例,其发生流域性洪水过程于8月18日17时开始,至19日7时,玛纳斯河出现洪峰过程。其中,18日17时至18日07时,玛纳斯河干支流出现了不同程度的涨水过程,最大涨水幅度为0.12m/s,出现在8月17日17时至18日12时;18日07时至18日18时,玛纳斯河上游河道水位持续上涨,最大涨水位为0.75m/s;8月18日16时至18时,玛纳斯河上游河道水位

达到最大涨水位1.20m/s,出现在8月17日17时至18日13时。同时,玛纳斯河上游玛纳斯水库水位达到最高汛限水位(130.50m)。

根据《玛纳斯河流域行洪河道洪水计算方法》,玛河上游水库建成后,上游干流河道行洪流量减少,可采用流域面积与河道长度相关关系公式进行设计洪峰流量的计算。根据玛河上游水库建成后流域面积与河道长度相关关系公式,根据实测资料对玛河下游河道行洪断面进行推求,从而计算出不同频率的设计洪峰流量。

根据玛纳斯河水文监测中心监测数据显示,8月18日17时至21时,玛纳斯河发生了明显的洪峰过程,玛纳斯河上游红柳沟水文站洪峰流量为5100立方米/秒。此次洪峰流量较大,受上游水库泄洪影响,造成了洪峰流量的增加。洪峰流量是指在一个时段内,降雨和洪水同时到达的总水量。洪水产生于暴雨、洪水过程中,有大量的降水和径流进入河道,其流量称为洪峰流量。洪水具有峰高量大、来势迅猛、持续时间短等特点。在暴雨期间,地面径流的损失很大。因此,洪水常被用来作为评价江河洪水特性的指标之一。一般把洪水过程划分为洪峰、洪量、洪期三个阶段。其中受上游泄洪影响,玛纳斯河发生流域性洪水,玛纳斯县境内的乌什河、沙尔塔什河、喀拉苏河等主要河流水位上涨。玛纳斯县境内主要河道出现洪水过程,为保障河道能够承载泄洪影响,在泄洪洪峰期间,经计算分析,玛河下游河道设计洪峰流量为3.78m³/s,实测最大洪峰流量为1.01m³/s。^[4]

三、结语

本文对水库泄洪状态下的河道设计以及洪水量进行计算,最终经过研究,计算结果表明,在受水库泄洪影响的河道中,水库的设计泄流量对河道设计洪水影响较大,在进行河道洪水设计时,应尽量考虑水库泄洪对河道设计洪水的影响,以降低泄洪对于河道及周边居民的影响。

参考文献:

- [1]何滔,郑永佳,王巧.受水库泄洪影响的河道设计洪水计算浅析[J].四川水利,2023,44(01):71-73+127.
- [2]邓瑞欣.增江流域派潭河上游段河道设计洪水研究[J].水利科技与经济,2022,28(11):90-94.
- [3]韩卫东,李晓红,刘建勇,李航锋.贺沟口流域护岸工程河道设计洪水计算分析[J].地下水,2022,44(05):321-324.
- [4]张斌.基于一维非恒定流渭河河道洪水演算及设计洪水流量确定[J].水电站机电技术,2022,45(01):105-107.