

跨河桥梁防洪影响评价研究

杨文海¹, 路志强¹, 刘涛²

(1. 华北水利水电学院, 河南 郑州 450011; 2. 保定市水利水电勘测设计院, 河北 保定 071000)

摘要: 为保障河道行洪安全和桥梁安全运行, 跨河桥梁作为河道管理范围内的建设项目必须进行防洪影响评价。结合桥孔过流的实际特点, 对跨河桥梁防洪影响评价的评价内容、评价指标、防洪评价计算方法进行了系统的分析, 建立了跨河桥梁防洪影响评价的评价体系。在此基础上以实际工程为例, 通过防洪评价计算从桥梁布设、桥底高程分析、河势影响分析等方面对工程做出了防洪影响综合评价。结果表明: 该评价体系科学、实用, 可为其他跨河桥梁的防洪影响评价提供参考。

关键词: 跨河桥梁; 河道行洪; 防洪计算; 防洪影响评价

中图分类号: TV873.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-643X(2013)02-0163-03

Assessment of flood control impact for crossing bridge

YANG Wenhai¹, LU Zhiqiang¹, LIU Tao²

(1. North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou 450011, China;

2. Baoding Survey and Design Institute of Water Conservancy and Hydro Power, Baoding 071000, China.)

Abstract: In order to ensure the safety of river channel flood and the bridges safe running, crossing bridge as the river management within the scope of construction projects must conduct flood impact assessment. Combining with the characteristics of bridge opening flow, the assessment contents, evaluation index and evaluation calculation method were systematically analyzed, so the assessment system of flood control impact assessment for crossing bridge was built. On this basis, taking practical engineering as an example, the paper made flood control comprehensive evaluation from the arrangement of bridge, bottom elevation analysis and analysis of influence on the river regime by calculation of flood control. The results showed that the assessment system is scientific and practical, it can provide reference for flood control impact assessment of other crossing bridge.

Key words: crossing bridge; river channel flood; calculation of flood control; flood control impact assessment

近年来随着我国交通运输业的持续快速发展, 新建或改建公路等交通工程项目越来越多, 作为渡河工程的跨河桥梁是公路建设的重要建筑物。为保障河道河势稳定、行洪安全及桥梁的安全运行, 对跨河桥梁进行防洪影响评价, 是保证河道堤防和行洪安全以及桥梁安全运行的关键; 同时, 对河道管理范围内的建设项目开展防洪影响评价也是国务院及各级水行政主管部门制定的法律法规的要求。

因此, 结合跨河桥梁的具体情况, 如何规范防洪影响评价内容和指标, 如何合理分析计算并有针对性地提出评价结论和建议, 是跨河桥梁防洪影响评价工作的重要课题。本文就跨河桥梁防洪影响评价的工作内容、评价指标、分析计算方法等方面进行深入研究, 并应用该评价体系结合保涞公路跨东峪沟

桥改建工程进一步具体说明了跨河桥梁防洪计算内容和评价方法, 以期今后河道管理范围内跨河桥梁的防洪影响评价提供参考。

1 评价内容与评价指标

1.1 评价内容分析

桥梁桥墩以及临时工程的修建侵占了部分河道, 缩窄了河道过水断面, 造成桥孔对水流的挤压, 使得桥梁上游水位壅高, 引起了洪水及水位特征的变化; 同时由于桥墩缩窄河道过水断面, 发生洪水时, 水流流速加大, 经过桥孔的水流冲走桥孔上下游床面的泥沙, 形成桥孔附近床面的冲刷, 迫使水流在桥台前缘、桥墩周围附近产生绕流, 流速、流向急剧变化, 引起涡漩和折冲水流及较大的床面切力, 随着

收稿日期: 2012-11-26; 修回日期: 2012-12-04

作者简介: 杨文海(1979-), 男, 河北井陘县人, 讲师, 硕士, 主要从事水力学及水环境方面的研究。

时间的推移,会形成局部冲刷坑。冲刷坑的发展威胁着桥梁的安全和稳定。

因此,跨河桥梁防洪影响评价内容主要包括两个方面:一是研究桥梁建设本身对河道行洪的影响;另一方面,研究河道水流对桥梁安全的影响^[1]。

1.2 评价指标

根据以上两方面评价内容进行综合分析,防洪影响评价指标主要考虑以下几方面:

(1) 桥梁设计洪水标准是否达到规划标准以及相关规范的规定;

(2) 桥墩布置是否合理,桥梁长度是否满足河道泄洪要求;

(3) 桥梁梁底高程是否高于允许最低梁底高程;

(4) 壅水高度及壅水曲线长度是否满足行洪要求和规范超高要求;

(5) 桥梁修建是否引起河道局部流速加大,改变行洪方向,冲刷堤岸及桥墩;

(6) 其他指标,如施工工期安排是否影响防汛抢险工作展开,跨河桥梁的防护措施是否得当等等^[2]。

2 防洪评价计算

针对以上评价指标,需主要进行以下几方面的防洪评价计算。

2.1 设计洪水计算

充分利用实测流量资料,考虑历史洪水调查资料,采用频率分析法、经验公式法及当地《水文手册》进行设计洪水计算。对于所在河段没有河道治理规划的情况,可采用经水文部门认可的最新水文资料(如实测暴雨资料、暴雨等值线图、水文图集等),结合流域、地形、土壤、植被和相关河道实测纵、横断面情况,推求不同设计标准的洪水^[3]。

2.2 河道水力计算

天然河道的行洪条件总体上符合恒定非均匀流方法的基本要求,恒定非均匀流法能将主河槽和行洪滩地纳为一体,可以充分反映主河槽和滩地的分流情况,水力计算采用推求水面线方法^[4]。天然河道水面线法主要理论依据是伯努利能量守恒方程式:

$$\begin{aligned} Z_{\text{下}} + (a + \xi) \frac{V_{\text{下}}^2}{2g} + \frac{\Delta S}{2} \times \frac{Q^2}{K_{\text{下}}^2} \\ = Z_{\text{上}} + (a + \xi) \frac{V_{\text{上}}^2}{2g} - \frac{\Delta S}{2} \times \frac{Q^2}{K_{\text{上}}^2} \end{aligned} \quad (1)$$

式中: $Z_{\text{上}}$ 、 $Z_{\text{下}}$ 为上、下游断面水位,m; $V_{\text{上}}$ 、 $V_{\text{下}}$ 为上、下游断面流速,m/s; Q 为设计流量,m³/s; ΔS 为上、下游断面间流段长度,m; K 为流量模数; α 为动

能修正系数; ξ 为局部损失系数。

计算方法采用逐断面试算法,从推求河道河段最下游断面开始,把该断面过设计流量时的水位作为起始水位,根据水文和河槽类型等资料,选取河槽及滩地的计算糙率,逐断面推算上游断面的水位。

2.3 壅水计算

根据桥梁、河道边界条件及建桥前后河道过水断面面积的变化,常采用《公路桥涵设计手册—桥位设计》中推荐的经验公式计算壅水高度^[5]。

$$\Delta z = \eta(\bar{v}_m^2 - \bar{v}_0^2) \quad (2)$$

式中: Δz 为建筑物前最大壅水高度,m; η 为计算系数,根据阻断流量的不同取0.05~0.15; \bar{v}_m 为桥下断面平均流速,m/s, \bar{v}_0 为建桥前断面平均流速,m/s。

2.4 冲刷计算

计算河道一般冲刷深度的方法较多,目前普遍采用的是《公路工程水文勘测设计规范》JTJ062-2002中推荐的河床一般冲刷和局部冲刷公式:

河槽部分一般冲刷公式:

$$h_p = \left[\frac{A_d \frac{Q_2}{\mu B_{c_j}} \left(\frac{h_{cm}}{h_{c_j}} \right)^{5/3}}{E \bar{d}^{1/6}} \right]^{3/5} \quad (3)$$

式中: Q_2 为桥下河槽部分通过的设计流量,m³/s; B_{c_j} 为桥长范围内的河槽宽度,m; μ 为桥墩水流侧向压缩系数; h_{cm} 为河槽最大水深,m; h_{c_j} 为桥下河槽平均水深,m; \bar{d} 为冲刷层内泥沙平均粒径,mm; A_d 为单宽流量集中系数, $A_d = 1.0 \sim 1.2$; E 为与汛期含沙量相关的系数。

桥墩局部冲刷公式:

$$\text{当 } v \leq v_0 \quad h_b = K_{\xi} K_{\eta_2} B_1^{0.60} h_p^{0.15} \left(\frac{v - v_0'}{v_0} \right)$$

$$\text{当 } v > v_0 \quad h_b = K_{\xi} K_{\eta_2} B_1^{0.60} h_p^{0.15} \left(\frac{v - v_0'}{v_0} \right)^{n_2}$$

$$K_{\eta_2} = \frac{0.0023}{\bar{d}^{2.2}} + 0.375 \bar{d}^{-0.24} \quad (4)$$

式中: h_b 为桥墩局部冲刷深度,m; K_{ξ} 为墩形系数; B_1 为桥墩计算宽度,m; h_p 为一般冲刷后最大水深,m; \bar{d} 为冲刷层内泥沙平均粒径,mm; K_{η_2} 为河床颗粒影响系数; v 为一般冲刷后墩前行近流速,m/s; v_0 为河床泥沙启动流速,m/s; v_0' 为墩前泥沙起冲流速,m/s; n_2 为指数。

2.5 允许最低梁底高程计算

一般河道均没有通航的要求,根据中华人民共和国颁布的《公路工程水文勘测设计规范》、《公路桥涵设计通用规范》及相关的水利规范、规定分析

确定,梁底高程仅考虑不通航情况时计算公式形式:

$$H_{\min} = H_p + \sum \Delta h + \Delta h_j \quad (5)$$

式中: H_{\min} 为最低梁底高程, m; H_p 为设计水位, m; $\sum \Delta h$ 为根据河流的具体情况, 酌情考虑壅水、浪高、河弯超高水拱、床面淤高、漂浮物高度诸因素的总和, m; Δh_j 为桥下净空高度安全值, m。

对于山区河道, 允许最低梁底高程应结合河道两岸现状及上下游情况综合分析确定。

3 工程实例

3.1 工程概况

保涞公路是保定市通往山西省的重要公路, 它连接着 108 国道、207 国道, 也是一条具有重要政治、军事、经济意义的国防公路。保涞公路某段改建工程路线沿唐河设置, 并穿越唐河支流塔儿沟。公路跨塔儿沟修建有东峪沟中桥, 塔儿沟在桥址处河道顺直, 河道纵坡 18.52‰, 河槽糙率 0.035, 滩地糙率 0.06; 河道左侧河槽较深, 左侧滩地较宽, 河道主流靠左侧, 河槽内右侧有导流墙, 目前没有河道治理规划。东峪沟中桥改建后中心桩号 K0+129.6, 桥全长 109.93 m, 布置走向与水流方向夹角为 60°, 设计梁底高程 659.65 m。本桥上部采用 6×16 m 钢筋混凝土连续空心板, 下部桥墩采用桩柱式墩台, 桥台采用 U 型桥台及肋板式桥台, 钻孔灌注桩基础。桥梁设计洪水标准百年一遇。下面依据上述评价体系对跨河桥梁东峪沟中桥进行防洪影响综合评价。

3.2 防洪评价计算

(1) 设计洪水计算。塔儿沟没有规划治理标准, 按桥梁设计标准进行复核, 从地形图量取桥梁上游流域面积 56.1 km², 并根据当地《水文手册》经验公式计算 100 年一遇洪峰流量 769 m³/s, 求得过桥流量。

(2) 河道水力计算。由上述水面线推求方法, 并根据式(1)计算得, 当达到 100 年一遇行洪流量 769 m³/s 时, 大桥桥址处水位为 652.43 m。

(3) 壅水计算。根据建桥前后河道过水断面面积的变化, 由式(2)计算得水位壅高 0.88 m, 同时计算壅水长度为 96 m。

(4) 冲刷计算。根据交通设计院提供的桥址处地质资料, 各桥址处河道均为卵石土河床。计算冲刷深结果如下: 建桥前平均流速 5.98 m/s, 建桥后平均流速 7.31 m/s, 建桥前后流速差 1.32 m/s, 冲刷坑深 3.84 m。

(5) 允许最低梁底高程计算。根据以上计算结

果, 并取安全超高 0.5 m, 由式(5)确定跨越桥梁的允许最低梁底高程为 653.81 m。

3.3 桥梁防洪影响评价

3.3.1 桥梁布设 根据交通部门提供的路线布置图和桥型布置图, 东峪沟中桥布置走向与河道水流方向夹角为 60°, 桥梁的桥墩布置形式均采用平行于河道水流方向, 这样减小了对行洪的影响范围, 保证了改建后的桥梁不会对河道的整体流势产生大的影响, 而且东峪沟中桥桥梁长度基本满足河道行洪要求。

3.3.2 桥梁梁底高程评价 由以上河道水力计算和允许最低梁底高程计算结果可知, 100 年一遇行洪流量 769 m³/s 时, 东峪沟中桥桥址处水位为 652.43 m, 桥梁的允许最低梁底高程为 653.81 m。而设计桥梁底高程为 659.65 m, 梁底超高 5.84 m。由此可见, 虽然公路穿越区域为山区, 桥梁的布设及高程确定受地形条件控制, 但桥梁的设计梁底高程不仅大于 100 年一遇行洪水位, 而且大于允许最低梁底高程, 因此, 设计桥梁底高程满足河道行洪要求。

3.3.3 河道流势影响评价 东峪沟中桥跨河桥梁的桥墩均采用平行于河道水流方向的布置形式, 对河道的整体流势不会产生大的影响。但通过上面冲刷计算可知, 由于桥墩缩窄河道过水断面, 使得桥下流速增大, 建桥前后流速差达 1.32 m/s, 冲刷深达 3.84 m。因此, 东峪沟中桥桥下流速较大, 河床冲刷严重, 应加强防护, 以保证河道两岸的防洪安全。

3.4 评价结论及防治补救措施

(1) 通过分析评价, 桥梁布设合理, 桥梁梁底高程高于允许最低梁底高程, 桥梁长度基本满足河道泄洪要求, 桥梁的修建对河道防洪基本没有影响。

(2) 由于东峪沟中桥桥墩的设置不同程度地缩窄了河道行洪断面, 加大了断面流速, 一旦行洪河道冲刷将对河道两岸产生影响。为确保河势稳定, 保证桥梁安全运行以及公路和河道两岸村庄的安全, 公路设计部门应加强桥址处河岸的防护; 同时, 东峪沟中桥占用河道部分滩地, 建议加强桥梁引道及桥位上下游河岸的防护。

(3) 汛期施工时要通过合理的施工安排和充分利用水文、汛情预报系统, 尽量减小对河道正常行洪的影响, 同时避免工程和施工设备遭受损失。

(4) 由于桥梁是在原桥位置处进行改建, 所以桥梁施工过程中要将新建桥梁桥孔下原有桥梁基础及引道一并拆除, 恢复为与原河道上下游河道断面形式一致, 以增强河道的过水能力, 保证河道的行洪安全和桥梁运行的安全。 (下转第 169 页)

表6 综合关联度及评价结果

断面	I	II	III	IV	V	物元单因子	
						分析结果	评价结果
1	0.0490	-0.0492	-0.1854	-0.2750	-0.6420	I	III
2	0.0269	0.1361	-0.2941	-0.2718	-0.6692	II	II
3	0.0284	0.1294	-0.2788	-0.2681	-0.6649	II	II
4	0.0299	-0.1232	-0.3244	-0.2970	-0.7270	I	III
5	0.0993	-0.1359	-0.4869	-0.3554	-0.7670	I	II
6	0.0319	-0.1714	-0.3597	-0.2648	-0.7086	I	III
7	0.1607	-0.2007	-0.5283	-0.3580	-0.7821	I	II
8	0.0512	-0.1712	-0.4569	-0.2865	-0.7259	I	III
9	0.1700	-0.1282	-0.4667	-0.3417	-0.7586	I	II

单因子指数法是用水质最差的单项指标所属类别来确定水体综合水质类别。该评价方法只考虑了最突出的因子即相对含量较高、污染状况较严重的评价因子对整体评价结果的影响,充分显示了超标最大的评价因子对整体评价结果的决定性作用,其他因子的作用被弱化。而且,对相邻两级标准范围内的监测值不能体现其大小差异^[4];对于同一类别的水质,无法对其质量进行排序。适用于个别评价参数超标过大,严重影响水环境质量的情况,评价出发点是为了体现单因子否决权。该评价方法具有一定的片面性,但对水质管理来说,安全性高。

物元分析法以评价指标及其特征值作为物元,通过对评价级别和实测数据归一化后,得到模型的

(上接第165页)

(5)工程竣工后,必须及时拆除围堰、便道等临时建筑物;对于破坏原河床或滩地断面的要恢复原状,同时要及时清除河道内的全部施工弃料,不能形成河障^[6]。

4 结 语

(1)跨河桥梁防洪影响评价是河道管理范围内建设项目防洪影响评价的主要领域之一,目前对此尚缺乏系统的评价理论和方法。本文对跨河桥梁防洪影响评价的评价内容、评价指标、评价方法等进行了系统化和规范化研究,为建立符合我国国情的防洪影响评价的评价体系提供了一定思路。

(2)从实际工程保涑公路跨东峪沟桥防洪影响计算和评价结果来看,该评价体系对于跨河桥梁防洪影响分析全面,计算科学,评价结果合理、可靠,具有很强的实用性。同时该评价体系和工程实例可以为今后跨河桥梁及河道管理范围内其他建设项目的

经典域、节域、权系数及关联度,建立水质多指标参数的质量评定模型,并能以定量的数值表示评定结果,从而能够较完整地反映水质的综合水平,体现监测值大小的差异,对水体质量进行排序^[5]。评价出发点是体现了不同评价因子对水质的综合影响。

3 结 语

物元分析法为水质评价提供了方法,评价结果全面、系统、真实,为水资源保护决策提供了较为可靠的科学依据。在实际应用中,应根据评价目的,选择合适的评价方法,使水质评价结果满足水资源保护管理需要,反映水体的实际情况。

参考文献:

- [1] 王立坤,马永胜,门宝辉.水质污染评价的物元模型[C]//中国农业工程学会学术年会论文集,2005:33-35.
- [2] 韩家悦,吕海峰,门宝辉.物元分析法在水环境质量评价应用中的初探[J].南水北调与水利科技,2005,3(2):33-35.
- [3] 谢武,王旭.物元分析法在水质评价中的应用[J].吉林水利,2006(4):1-3.
- [4] 冯玉国.用物元分析法综合评价环境质量[J].环境保护,1995(5):30-32.
- [5] 王国平,王洪光.物元分析法用于水环境质量的评价比较[J].干旱环境监测,1997,11(2):65-67.

防洪影响评价提供参考。

参考文献:

- [1] 赵淳逸,朱立俊.感潮河段桥梁工程对河道行洪影响研究——以宁波惊驾路甬江大桥防洪论证为例[EB/OL][2006-12-04]. <http://www.paper.edu.cn>.
- [2] 孙庆磊,周波,李超.跨河桥梁防洪影响评价指标体系及影响防治措施研究[J].水利科技与经济,2010,16(4):432-435.
- [3] 魏永霞,王丽学.工程水文学[M].北京:中国水利水电出版社,2005.
- [4] 吴持恭.水力学(上)[M].北京:高等教育出版社,2003.11.
- [5] 王俊,肖俊.浅谈拟建桥梁对河道行洪和河势稳定的影响——以孔雀河复线大桥工程为例[J].水资源与水工程学报,2012,23(2):126-131.
- [6] 杨文海,路志强.高速引线跨越唐河桥梁防洪影响评价[J].河南水利与南水北调,2008(4):7-8.