

鄂尔多斯地区铁路桥涵水文勘测及小流域流量分析与计算

李 涛^{1,2}

(1. 中铁工程设计咨询集团有限公司, 北京 100055; 2. 北京交通大学土建学院, 北京 100044)

摘 要:根据鄂尔多斯地区的水文地质条件,结合本地区铁路桥涵水文勘测情况,研究分析本地区小流域水文特征,进行水文参数验证,经过对比一院法和地方法的水文计算结果,确定一院法为本地区铁路桥涵小流域设计流量的计算方法。同时针对本地区主要为流域面积小于 2 km² 的内陆闭流水系的水文特征,通过对计算结果进行数据拟合,得出改进型的一院法概化计算公式,为本地区铁路桥涵水文勘测提供便捷算法。

关键词:鄂尔多斯地区; 铁路; 小流域; 水文勘测; 流量计算

中图分类号: U442.3 **文献标识码:** A

文章编号: 1004-2954(2010)07-0074-03

格尔煤田以及苏里格气田正在进行大规模建设,区域路网“三横四纵”也正在规划实施当中,地区铁路建设近年来呈密集趋势。鄂尔多斯地区地处高原,西、北、东三面被黄河河湾环绕,地势中部高四周低,高原内部水系呈放射状流入四周黄河水系,内陆沙地淖尔等闭流水系也分布广泛。因此根据本地区的水文地质特点,及时总结本地区在建铁路桥涵的水文勘测方法和计算方法,对于今后蓬勃发展的国铁、地铁和矿区专用线的桥涵水文勘测和流量计算具有一定的指导意义和参考价值。

1 概述

鄂尔多斯地区资源丰富,探明煤炭储量 1 050 亿 t,天然气储量 5 336 亿 m³,目前东胜煤田、准

2 水文勘测方法及计算说明

本地区流域面积较大的河流属黄河水系,在铁路初测阶段主要从下列几个方面开展大中桥水文勘测和计算。

(1)开展沿线河流的形态调查。对有调查条件的河流,通过走访桥址附近村落,调查其历史洪水位,但

路方向,每 12.4 m 设 1 个手拉葫芦,将横抬梁拉住,防止横抬梁横向移动。同时框架顶上铺钢板,宽 50 cm,间距 2.0 m 一块,钢板上涂石蜡,以减少顶进时摩擦力。

5 施工步骤及加固效果

(1)施工步骤

开挖基坑、预制箱体、既有线路加固。

箱体顶进至第 1 排桩边缘,拆除第 1 排桩中影响顶进的桩,继续顶进。

箱体顶进就位后,施工翼墙与桥相邻的引道外挡土墙,拆除框架箱体范围内第 2 排桩。

拆除纵、横抬梁及 D12 乙式施工便梁,施工框架顶进前端悬臂板,补齐连接墙,施工桥内外引道。

(2)加固效果

该桥现已施工完毕,施工期间可通行 级超重、超限重载列车,经观测线路加固的强度、刚度、线路的横向稳定性,均满足行车运输要求。

6 结语

“H 型钢横抬 D12 钢便梁”加固线路的方法,解决了大跨度下穿铁路框架桥线路加固的难题,避免了因

线路加固无法实施而改移线路的问题,减少了对既有线路运营的影响。随着我国城市化进程步伐的加快,下穿铁路立交桥跨度也越来越大,如何解决大跨度下穿框架桥顶进施工期间,既要保证列车运行安全,又不影响列车行车速度,成为了迫在眉睫的问题,在本工程设计中,采用“H 型钢横抬 D12 钢便梁”加固线路的方法,并采用一系列防线路横移措施,确保了立交桥施工期间线路安全及行车速度,为以后类似工程设计积累了经验。

参考文献:

- [1] TB10002.1—2005,铁路桥涵设计基本规范[S].
- [2] TB10002.2—2005,铁路桥梁钢结构设计规范[S].
- [3] TB10002.3—2005,铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范[S].
- [4] TB10002.4—2005,铁路桥涵混凝土和砌体结构设计规范[S].
- [5] TB10002.5—2005,铁路桥涵地基和基础设计规范[S].
- [6] TB10203—2002,铁路桥涵施工规范[S].
- [7] 铁运函[2004]120号,铁路桥梁检定规范[S].
- [8] 张敦宝,李聪林.铁路框架桥施工线路加固方案的探讨[J].铁道标准设计,2009(5):59-60.
- [9] 邓学光.框构桥顶进纵横抬梁空线路施工技术[J].铁道标准设计,2009(11).
- [10] 苏明周.钢结构[M].北京:中国建筑工业出版社,2003.

铁道标准设计 RAILWAY STANDARD DESIGN 2010(7)

因本地区地广人稀,往往现场指认的洪痕不甚明显,也无其他更多的旁证资料,故本地区所调查的洪水位及推算流量仅供参考。

(2)本地区可以采用适用于陕、甘、宁、青、内蒙古

的一院法^[5],同时收集地方水利部门的水文计算方法,如内蒙古自治区水文手册^[6],榆林地区水文手册^[7],将计算结果进行比对校核(表1)。

表1 本地区一院法和地方法计算公式汇总

计算方法	适用流域 /km ²	适用区域	计算公式	公式来源
一院法	$F > 100$	西北地区	$Q_p = K_p K I_1^{0.167} f^{0.20} \bar{H}_1^{1.35} F^{0.56}$	《壹桥 8217》
	$F > 100$		$Q_p = \left[\frac{k_1 \cdot (1 - k_2) \cdot k_3}{x^n} \right] \frac{1}{1 - n y}$	《壹桥 8216》 《桥渡水文》P83
经验公式	$F > 2000$	伊盟伊旗、准旗 东胜南部	$Q_{mp} = K_p \bar{Q}_m$	《内蒙古水文手册》P14
			$\bar{Q}_m = C \bar{H}_{24}^{1/3} f^{1/3} F^{0.7}$	《内蒙古水文手册》P16
内蒙古法			$Q_m = 0.278 \frac{S_p}{n} F$	
			$Q_m = 0.278 \frac{S_p}{n} F_0$	《内蒙古水文手册》P21
图解公式	$50 < F < 300$		$Q_p = C F^n$	《榆林水文手册》P110
榆林法	$F > 300$	榆林1区 (即北部风沙区)	$Q_p = 0.278 \frac{S_p}{n} F$	《榆林水文手册》P111
	$F > 1500$	榆林地区	$Q_p = 18 P F^{0.815}$	《榆林水文手册》P114

(3)收集跨越河流的观测系列资料,采用数理统计法分析计算,或直接收集水利部门对系列观测资料的数理统计分析成果。

(4)收集地方水利部门对在建或拟建水库的设计文件,利用其中的最新水文分析成果。

下面就以本地区拟建的包西铁路与准东二期铁路联络线上的东、西乌兰木伦河特大桥为例,其水文分析计算详细说明如下:

东、西乌兰木伦河两岸村庄寥落,给本次历史洪水调查带来一定难度,通过在高家塔、张家塔、王家塔、活蚕塔等村落走访村民,并由村民于岸边指认洪痕,洪痕位置距离桥位上下游 0.5 ~ 5.0 km 范围内。经调查,建国以来的洪水多发年份为 1972、1976、1988、1992 年,与《伊克昭盟志》《伊金霍洛旗志》所载基本吻合。因现场洪痕不甚明显,本次调查只能定性而不能定量,仅供参考。

在 1 : 10 万图上通过圈绘汇水面积可得东、西乌兰木伦河特大桥桥位以上流域面积 ($F = 467.4 \text{ km}^2$ 、 1301.7 km^2),并量取东、西乌兰木伦河桥位上游主河道长度 ($L = 27.2 \text{ km}$ 、 25.1 km)及水坡 ($I = 3.55\text{‰}$ 、 3.35‰),利用表 1 中的一院法 ($F > 100 \text{ km}^2$)计算,可得百年设计流量为 3499.03 、 $7189.24 \text{ m}^3/\text{s}$,合计为 $10688.27 \text{ m}^3/\text{s}$;利用表 1 中的内蒙古经验公式法 ($F > 2000 \text{ km}^2$)计算,可得百年设计流量为 3435.99 、 $7228.28 \text{ m}^3/\text{s}$,合计为 $10664.27 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

东、西乌兰木伦河在桥位下游约 6.7 km 处交汇,交汇处名为转龙湾,此处拟建有转龙湾水库工程。根据现场收集到的《内蒙古自治区鄂尔多斯市转龙湾水

库可行性研究报告》^[8](内蒙古自治区水利水电勘测设计院 2007 年 5 月)中记录,其水库坝址设计洪水成果如表 2 所示。

表2 转龙湾水库坝址设计洪水成果

名称	不同频率洪水						
	$P = 0.05\%$	$P = 1\%$	$P = 2\%$	$P = 3.33\%$	$P = 5\%$	$P = 10\%$	$P = 20\%$
$Q_m / (\text{m}^3/\text{s})$	21 000	11 000	8 920	7 380	6 200	4 290	2 580
$W_{24} / \text{万 m}^3$	18 392	10 050	8 196	6 866	5 832	4 146	2 578

通过以上调查情况、计算结果及收集到的水库资料加以分析,一院法 ($F > 100 \text{ km}^2$)流量计算结果与内蒙古经验公式法 ($F > 2000 \text{ km}^2$)流量计算结果相差甚小,两河合流之前 6.7 km 范围内尚有部分汇流需要叠加,因此在转龙湾处的合计流量与收集资料上的流量成果也很相近,故选用一院法 ($F > 100 \text{ km}^2$)作为本地区流域面积超过 100 km^2 河流百年设计流量的计算方法。

3 小流域流量分析与计算

本地区流域面积较小的河流多属内陆闭流水系,通过对本地区小桥涵工点进行调绘,本地区地表水不甚发育,加之地形平坦开阔,汇流区域亦不明显,给小流域流量计算带来一定难度。

下面就以本地区在建的新街至恩格阿娄铁路为例,通过选取沿线流域面积不超过 100 km^2 的河流,利用表 1 中的一院法 ($F > 100 \text{ km}^2$)及内蒙古推理公式法 ($F > 300 \text{ km}^2$)分别计算。计算结果如表 3 所示。

一院法 ($F > 100 \text{ km}^2$)水文参数选取根据地理区域查《壹桥 8216》A - 6 及 A - 7 图表可得,其中暴雨衰

减指数 $n_1 = 0.6$ 、 $n_2 = 0.75$, 设计暴雨参数 $S_{1\%} = 80\text{ mm}$ 。

内蒙古推理公式法 ($F = 300\text{ km}^2$) 水文参数选取根据地理区域查《内蒙古自治区水文手册》中图 8、图 10、图 12、图 13 可得, 其中暴雨递减指数 $n_2 = 0.75$ 、 $n_3 = 0.83$, 多年平均年最大 24 h 雨量 $H_{24} = 60\text{ mm}$, 相应变差系数 $C_v = 0.85$, 偏差系数 $C_s = 3.5C_v$ 。

表 3 新恩铁路小流域 ($F = 100\text{ km}^2$) 水文计算结果对比

序号	桥名或河名	流域面积 (F)/ km^2	$Q_{1\%}/(\text{m}^3/\text{s})$	
			内蒙古法 (推理公式)	一院法
1	塔河 1 号大桥	25.79	169.70	158.76
2	塔河 2 号大桥	55.00	401.33	394.12
3	丁当庙河大桥 (1 号支流)	45.83	377.56	382.06
4	丁当庙河大桥 (2 号支流)	44.48	336.33	328.75
5	跨独戈渠中桥 (专用线)	30.75	203.86	202.35
6	台格庙 1 号大桥	42.15	311.92	313.32
7	台格庙 2 号大桥	12.55	96.08	98.85

由表 3 可知, 一院法 ($F = 100\text{ km}^2$) 与内蒙古推理公式法 ($F = 300\text{ km}^2$) 计算结果相差甚小, 故选用一院法 ($F = 100\text{ km}^2$) 作为本线流域面积不超过 100 km^2 河流百年设计流量的计算方法。

4 适用于本地区的小流域流量计算概化公式

通过对目前本地区在建或拟建的包西、准东、东乌、新恩、恩陶、陶靖、陶鄂、鄂上等铁路上的桥涵工点进行抽样, 发现本地区内陆闭流水系多分布于荒漠化草原和丘陵沙区, 其流域面积基本均不超过 2 km^2 , 通过对其流域面积与设计流量的对应数据分析, 反复试算参数, 验证数据如表 4 所示, 可得适用于本地区小流域流量计算的概化公式

$$Q_{1\%} = 24.457F^{0.7726} \quad (F \leq 1.5\text{ km}^2) \quad (1)$$

$$Q_{1\%} = 24.457F^{0.7726} + 6(F - 1.5) \quad (1.5\text{ km}^2 < F \leq 2\text{ km}^2) \quad (2)$$

通过表 4 可知, 一院法 ($F = 100\text{ km}^2$) 与概化公式计算结果相差最多 $1\text{ m}^3/\text{s}$, 将表 4 中一院法计算散点数据拟合为曲线, 如图 1 所示。

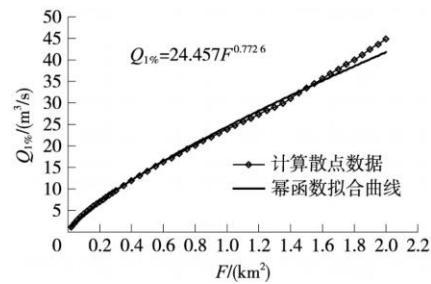


图 1 一院法计算散点数据拟合曲线

由图 1 可知, 概化公式在流域面积 $F \leq 1.5\text{ km}^2$ 时, 拟合情况良好, 即概化公式 (1); 当流域面积 $F >$

1.5 km^2 时, 需要对其进行修正, 即概化公式 (2)。

表 4 一院法 ($F = 100\text{ km}^2$) 与概化公式 ($F \leq 2\text{ km}^2$)

计算结果对比 m^3/s

F/km^2	一院法 $Q_{1\%}$	概化公 式 $Q_{1\%}$	差值	F/km^2	一院法 $Q_{1\%}$	概化公 式 $Q_{1\%}$	差值
0.02	1.19	1.19	0.00	0.85	21.09	21.57	- 0.48
0.04	2.07	2.03	0.04	0.90	22.02	22.54	- 0.52
0.06	2.83	2.78	0.05	0.95	22.93	23.51	- 0.58
0.08	3.53	3.47	0.06	1.00	23.85	24.46	- 0.61
0.10	4.19	4.13	0.06	1.05	24.72	25.40	- 0.68
0.12	4.81	4.75	0.06	1.10	25.59	26.33	- 0.74
0.14	5.41	5.35	0.06	1.15	26.46	27.25	- 0.79
0.16	5.98	5.94	0.04	1.20	27.32	28.16	- 0.84
0.18	6.54	6.50	0.04	1.25	28.16	29.06	- 0.90
0.20	7.09	7.05	0.04	1.30	29	29.95	- 0.95
0.22	7.62	7.59	0.03	1.35	29.83	30.84	- 1.01
0.24	8.13	8.12	0.01	1.40	31.06	31.72	- 0.66
0.26	8.64	8.64	0.00	1.45	32.25	32.59	- 0.34
0.28	9.14	9.15	- 0.01	1.50	33.41	33.45	- 0.04
0.30	9.63	9.65	- 0.02	1.55	34.55	34.61	- 0.06
0.35	10.81	10.87	- 0.06	1.60	35.68	35.77	- 0.09
0.40	11.96	12.05	- 0.09	1.65	36.79	36.91	- 0.12
0.45	13.07	13.20	- 0.13	1.70	37.88	38.05	- 0.17
0.50	14.15	14.32	- 0.17	1.75	38.97	39.19	- 0.22
0.55	15.2	15.41	- 0.21	1.80	40.04	40.32	- 0.28
0.60	16.23	16.48	- 0.25	1.85	41.11	41.44	- 0.33
0.65	17.24	17.53	- 0.29	1.90	42.38	42.56	- 0.18
0.70	18.23	18.57	- 0.34	1.95	43.62	43.67	- 0.05
0.75	19.2	19.58	- 0.38	2.00	44.83	44.78	0.05
0.80	20.15	20.58	- 0.43				

5 结论

(1) 鄂尔多斯地区建议采用一院法进行水文流量计算, 内蒙古法予以校核。

(2) 本地区外流黄河水系, 建议尽可能收集当地水利部门或水文站的观测资料和计算成果。

(3) 本地区内陆闭流水系, 一般流域面积不大于 2 km^2 , 其流量计算推荐采用本文中的概化计算公式。

参考文献:

[1] 陈 昊. 浅析铁路桥梁勘测设计中的水文勘测 [J]. 中国科技信息, 2007 (10): 43~44.
[2] 叶守泽. 水文水利计算 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1992
[3] 铁道部第三勘测设计院. 桥渡水文 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 1999.
[4] 铁道部第一勘测设计院. 汇水面积 - 流量关系曲线图 (壹桥 8216) [S]. 1984
[5] 铁道部第一勘测设计院. 大中河流洪峰设计流量 (壹桥 8217) [S]. 1984
[6] 内蒙古自治区水利局. 内蒙古自治区水文手册 [Z]. 1977.
[7] 陕西省榆林地区水电局. 榆林地区实用文手册 [Z]. 1973.
[8] 内蒙古自治区水利水电勘测设计院. 转龙湾水库可行性研究报告 [R]. 2007.
[9] 伊克昭盟水利处. 伊克昭盟水资源评价及利用 [Z]. 1994.
[10] TB10017—1999, 铁路工程水文勘测设计规范 [S].