

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2017.03.036

新疆叶尔羌河中游河段护岸护滩 工程技术方案研究

徐燕

(新疆水利水电规划设计管理局, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要:从叶尔羌河中游的水沙特性出发,结合中游脆弱的河床边界条件,分析发现恰木萨至48团渡口段依次为典型的宽浅变迁河段和宽浅游荡型河段,宽浅变迁河段的河床质较粗,小流量运移过程中汉道密布;宽浅游荡型河段河床质越来越细,小流量时主流被河心滩分开,偏向河岸的一侧,主流摆动不定。提出了中游治理思路应是:“稳定河势,防止冲刷,漫溢,局部封堵汉河、裁弯取直、稳定险工段”。结合中游河段的河道演变情况,通过对不同河段典型护岸护滩工程防护结构设计的比选论证,将中游河段从上至下划分为3种典型断面进行结构设计,优化后的防护结构设计为今后塔里木河流域的游荡型河流的护岸护滩工程建设提供有力技术保障。

关键词:叶尔羌河;游荡型;治理思路;防护结构

中图分类号:TV853

文献标识码:A

文章编号:1672—1144(2017)03—0173—05

Technical Scheme for the Revetment and Beach Protection Engineering in the Middle Reache of Yarkant River in Xinjiang

XU Yan

(Xinjiang Water Resources and Hydropower Planning and Design Administration, Urumqi, Xinjiang 830000, China)

Abstract: Based on the fragile river bed boundary conditions of the middle reaches, we analyze and find that the section from Chamusa to the ferry of No.48 Regiment changes from the broad-shallow shifting river to broad-shallow wandering section, the former features coarse river bed materials, and creates dense inlets in the course of small flow migration; the latter features smaller and smaller bed material grains, and the main stream is divided by the river shoal when the flow becomes small, and deflects to one side and wobbles. Based on these characteristics, we proposed the control measures for the middle reaches which are: stabilize the river region, prevent eroding and overflowing, regionally block inlets, cut curves and stabilize the dangerous sections. According to the watercourse evolution in the middle reaches, through comparison and verification of typical revetment and beach protection structure designs of different sections, we divide the middle reaches into three typical sections from the upper to the lower for the structural design. The optimized protection structure design could provide strong technical guarantee for the revetment and beach protection of the wandering rivers in the Tarim River basin in future.

Keywords: Yarkant River; wandering type; control measure; protection structure

1 游荡型河流护岸护滩工程技术研究现状

游荡型河流主要特点是河床演变剧烈,会造成

河岸的崩坍、冲刷或满溢,严重影响河道两岸的生命财产安全,这就迫使人们不断的研究各种河流上的防护问题。从数千年以前,人们就开始与河流作斗争,设置不同的防护工程,解决各种险情。经过数千

收稿日期:2017-02-19

修稿日期:2017-03-14

基金项目:农牧骨干人才培养计划

作者简介:徐燕(1979—),女,河北蠡县人,硕士,高级工程师,主要从事水力学及河流动力学等方面的工作。E-mail:375524056@qq.com

年的发展,防护工程的结构设计都经历了质的飞跃,并且在理论上也在不断的成熟。防护的目的也从单一的防冲逐渐向综合的经济效益发展,不管防护的目的如何,其治理的思路还是要具体到每一条河流上具体的分析研究,需要我们研究河段的水沙运动规律和河床的演变规律,确定合适的防护思路,选择合理的防护工程结构型式和材料。“顺水之性,因势利导”是修建防护结构进行河段治理的基本思路。黄河下游宽浅游荡型河段目前提出的治理思路是:“稳定河势,防止冲决”;“涑水攻沙”;“宽河固堤,为泥沙淤积和水流行洪留下足够的位置”;“宽堤必须守滩”^[1-3]。新疆的游荡型河段是由脆弱的河床边界组成的,提出治理思路应是:“稳定河势,防止冲刷,漫溢,局部封堵汉河、裁弯取直、稳定险工段”。近年来,防护结构中新的防护型式(材料)不断被应用到实际工程中,但总体来说,新的防护型式大多还是从传统的防护上改进而来^[4]。

叶尔羌河出山口以下的河段,“横河”、“斜河”“股流”问题均有所体现,其发生时,导致河势发生激烈演变,河道主流线急剧转变冲向岸堤或者防护工程,其水流集中,多于河岸或者防护工程尽垂直顶冲,顶冲之处往往形成严重坍塌或者出现措手不及的险情,造成巨大经济损失。也正是由于这个原因,新疆的水利工作者通过不断的努力分析研究,从防护工程的治理思路到结构形式、材料的选择上,都积累了一些经验。但“顺水之势,因势利导”,是我们修建防护工程的基本治河思路,结合叶尔羌河的脆弱河床边界条件,提出中游河段治理思路应是:“稳定河势,防止冲刷,漫溢,局部封堵汉河、裁弯取直、稳定险工段”。

目前,叶尔羌河防护工程的研究还没有形成一个体系,不同的设计可能存在一些缺陷。

我们对叶尔羌河出山口以下的河段的防护工程问题进行了一些研究,从河道的运动规律出发,选择适合不同河段的防护结构型式。

2 叶尔羌河中游河段水沙运动及河段情况特性分析

叶尔羌河全长 1 281 km,根据地形可分为上游山区河段、中游灌区河段以及下游荒漠河段,其中上游山区河段自黑巴龙口至喀群渠首上游 18 km 处的恰木萨,河道长 590 km。中游灌区河段自恰木萨至艾里克塔木渠首,河道长 352 km。下游河道自艾里

克塔木渠首至河道末端与和田河汇合口处,河段长 339 km。该河是塔里木河的主要源流之一,年径流量大,洪枯流量相差悬殊。1961 年实测洪峰流量达 $6\,270\text{ m}^3/\text{s}$,据调查历史洪峰流量达 $9\,140\text{ m}^3/\text{s}$ ^[5-6]。

叶尔羌河按地形起伏的程度可分为高山区、中山带、低山区以及平原区四部分^[1]。在出山口以下河道向宽浅游荡型河段发展。出山口以下,河床比降较大,河道宽浅,这时河床质组成相差较小,水流中携带的粗颗粒泥沙容易被洪水带走,随着洪水流量沿程减小(有部分水被引水渠首引走),粗颗粒泥沙就会沿程堆积,这时会产生股流对岸坡或河槽冲刷。随着水流继续向下游平原区的流动,往往由于水沙条件的变化,形成了宽浅游荡型河段,主流摆动不定,随着流量的变幅,河床变化明显,当洪峰流量来临时,河道较为顺直,河槽断面宽阔,河道曲率半径较大,引起主流和河势的变化;在小流量过流时,会出现横河或斜河现象发生,形成较多的河心滩,使汉道密集,这样的洪水会对岸坡造成顶冲现象,破坏力巨大。

目前下坂地水利枢纽工程是该流域已建成的唯一的山区水利枢纽工程。阿尔塔什水利枢纽正在施工中,是叶尔羌河流域规划开发中的重要控制性水利枢纽工程^[7],建成后将大大降低下游的防洪压力,在其发挥效益之前的时段内,仍需要采取防洪措施,降低洪水灾害,保证人民的生命财产安全。

2.1 洪水成因分析

叶尔羌河发源于喀喇昆仑山脉,是塔里木河的主要源流之一,该河年径流量大,多年平均径流量 66.1 亿 m^3 ,是典型的冰雪补给型河流,水量年内分配不均,洪枯流量相差悬殊,并周期性的伴有冰川湖突发洪水,这是叶尔羌河的主要水文特征。洪水按其成因,可以分为四种类型:冰雪消融型洪水、冰川“溃坝型”洪水、暴雨型洪水、混合型洪水^[8-9]。

从表 1 可以看出,洪水发生时间主要集中于 6 月—9 月,该河是一条洪水多发性河流,冰雪消融型洪水历时最长,但洪峰流量相对较小;冰川“溃坝型”洪水历时最短,但其洪峰流量是冰雪消融型洪水近 2 倍,且起涨速度非常快;混合型洪水,历时也不是很长,但其洪峰流量很大,与“溃坝型”洪水相当,其主峰相对靠后。通过分析我们发现“溃坝型”和混合型洪水的威力很大,会出现突发性洪水,而冰雪消融型洪水历时很长,其灾害也是严重的。

表1 卡群水文站洪水资料统计

洪水类型	洪水发生时间 /月	洪水发生年代 /年	洪水历时 /h	最大洪峰流量 /($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	峰型	备注
冰雪消融型 洪水	6~9	1973	382.0	2220	多峰	
冰川“溃坝 型”洪水	汛期或枯水季节 10~11	1984	0.3~4.5	4570	单一(峰靠前)	从 $900 \text{ m}^3/\text{s}$ 涨至 $4570 \text{ m}^3/\text{s}$ 只用了 18 min
暴雨型洪水	7月中旬~ 8月上旬	1979年8月30日	6.2	1960	单一(峰相 对靠前)	
混合型洪水	8~9	1971年8月初	>20.0	4570	单一(峰靠后)	“溃坝型”+消融型

2.2 泥 沙

叶尔羌河是一条多泥沙河流,泥沙发生的时间也集中在6月—9月,11月至次年3月泥沙的含量会小很多,说明该河是大水大沙小水小沙。通过对1961年9月4日卡群站实测洪峰流量 $6\,270 \text{ m}^3/\text{s}$ 进行分析,发现洪水发生前日平均含沙量在 $3 \text{ kg}/\text{m}^3$ 之下,洪水发生后最大日平均含沙量达 $60.4 \text{ kg}/\text{m}^3$,这也就说明大水泥沙消退过程远比洪水消退过程缓慢的多,河道泥沙问题非常突出。通过对整个河道分析我们发现,河道上游山区为产沙区,平原区为落淤区^[10]。

2.3 叶尔羌河中游典型河段情况分析

(1) 恰木萨至依干其渡口水文站河段的典型分析。恰木萨(喀群渠首上游18 km处)至依干其渡口水文站河段相对较陡,为冲积平原区上部和山区向平原区的过渡区(为宽浅变迁河段),位于冲积扇下缘地段区域,由于河流在平原区两岸失去了山体屏障,加之坡度陡,流速大,水流之动能冲刷河岸,造成河岸在平面上的摆动,使河床越来越宽,形成游荡性,河床比降在 1.4‰ 至 7.6‰ 。河床质主要为砂卵石石。

栏杆防洪工程起点距下游卡群渠首17 km,河段水流发散,分汊为多股水流,为复杂弯曲分汊型河段,汊道数目众多,平面形态和入口处的水流条件都比较复杂。河道由上游向下游扩散,无明显的主流,上游河道较窄约500 m宽,下段河道较宽为2 600 m左右,在一般常遇洪水的情况下,对河道两岸冲刷较强,该河段植被较少,河中心滩生长有红柳。

库热克铁热克防洪工程起点距上游喀群渠首42 km,终点下距依干其渡口水文站28 km,也为复杂分汊型河道,主流从河段中央斜向右岸冲刷防洪工程,防洪工程河段目前平均河床宽度约为 $1.2 \text{ km} \sim 2.1 \text{ km}$,河中心滩地植被很少,防洪河段稳定性较弱,冲淤变化迅速。现状河段主流靠近右岸,防洪段上段主流位于右岸及中部,防洪段下段主流位于中

部及左岸。防洪段上下游河道均为主槽不明显的多股分汊型河道。

(2) 依干其渡口水文站至48团渡口段的典型分析。叶尔羌河在先巴扎至48团渡口段较为平缓,河床比降在 $8\text{‰} \sim 1\text{‰}$ 以下,为主要的冲积平原区(为宽浅游荡型河段)。河床质主要为粉细砂。

先巴扎防洪工程距卡群渠首70 km,河床质主要为低液限粉土、细砂、圆砾。近年来,主流从对岸的央阿力克末端折向右岸直冲先巴扎,由于多年的冲刷从而形成一个弯道,近10 a弯道处已向内推进约150 m,已冲走大片耕地。从库热克铁热克至莎车县依干其渡口河段,两岸几乎全为耕地。右岸遭洪水冲刷严重,使河岸严重后缩。

霍热斯坦防洪工程距上游依干其渡口18 km,距上游卡群站约100 km,地处冲洪积细土平原区,河道比较顺直,河心滩广泛发育,规模较大,在1 km左右宽度的主河道上,河心滩宽度占到了50%以上,即主河槽宽度不足50%,约400 m~500 m。河心滩的阻隔作用,致使主河道分叉较多,主流不稳定,洪水期主河槽常常摆动,游荡性很大。从莎车县依干其渡口到霍热斯坦,两岸几乎全为耕地,左岸遭洪水冲刷严重,使河岸后缩了数百米。

从依干其渡口以下至巴楚县钱老汉龙口段,长约140 km,两岸冲洪积细土平原均由低液限粉土、低液限黏土、粉细砂组成,河两岸绝大部分为耕地,少数为林地、草地。本河段左岸受冲刷较严重的有19处,长约45 km,河岸后缩200 m~500 m;右岸受冲刷较严重的有7处,长约30 km,河床因冲刷后缩200 m~2 000 m。

3 叶尔羌河中游河段护岸护滩方案的比选分析

通过叶尔羌河宽浅过渡段和宽浅游荡型河段的水流泥沙特性分析,本文针对出山口至48团渡口河

段的防护结构进行分析研究。

从已建成的叶河防洪工程中,我们发现采用最多的防护型式有:坡式、坝式、井柱桩式及梢石坝等。坡式、坝式结构在中上游使用较多,井柱桩式结构在中下游河段有所应用,梢石坝在河道应急抢险应用较多^[11-13]。

从对叶尔羌河典型河段的分析我们发现,恰木萨至依干其渡口水文站河段的河床质为砂卵砾石,依干其渡口水文站至 48 团渡口段的河床质以粉细砂为主,从上游至下游地下水位是由深至浅变化的,河势演变的特点是有所区别的,上段汉道密布,下段主流明显,摆动不定,河心滩明显。结合这些特点,我们选择了 4 种不同的断面进行分析研究。如图 1~图 2 所示。

(1) 恰木萨—依干其渡口河段(0+000—84+000)(上游山区到平原区的过渡段)。地层岩型基本上都是冲洪积砂卵砾石,主要存在的问题是冲刷和掏刷,以护岸工程建设为主。由于汉道发育,要注重小流量时出现斜流、横流的顶冲处的防护。该段卵石料相对丰富,混凝土运距相对较远,基础开挖比较容易,采用斜坡式防护的造价要低于墙式防护的,故

护坡型式采用斜坡式护砌。现以栏杆(右岸桩号 2+083—4+222)、吾宗萨依桥(桩号 34+206—37+741)、库热克铁热克(左岸桩号 56+467—61+509)防洪工程为例,结合叶河已建工程设计管理经验,防洪点卵石料较多,且卵石料的抗冲刷耐磨性能较好,因此护坡均采用浆砌石护坡,设计对河床基础的抗冲刷防护采用两种形式进行比选,方案 1 典型断面设计图见图 2,方案 2 典型断面设计图见图 1。比选结果如表 2 所示。

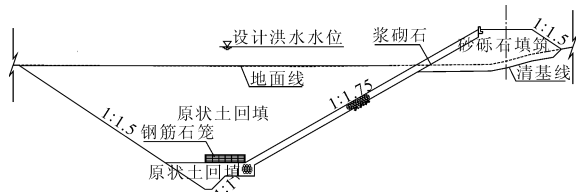


图 1 山区到平原区的过渡段横断面设计图

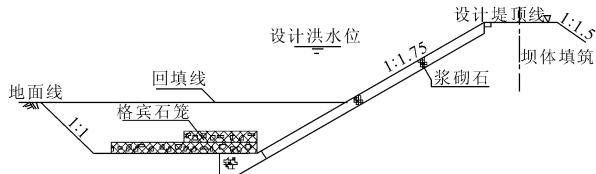


图 2 平原河段(纵坡较陡)横断面设计图

表 2 栏杆、乌宗萨依桥、库热克铁热克防洪工程基础方案建筑工程比选表

方案	结构型式			单公里投资(直接费)/万元		
	栏杆	吾宗萨依桥	库热克铁热克防洪工程	栏杆	吾宗萨依桥	库热克铁热克防洪工程
方案 1	坡面防护采用浆砌石衬砌,防冲从河床原基面向下开挖 4 m~5 m+水平铺设钢筋石笼(上层 3 m、下层 6 m)方案。	坡面防护采用浆砌石衬砌,防冲从河床原基面向下开挖 3.5 m~4 m+水平铺设钢筋石笼(上层 3 m、下层 6 m)方案。	坡面防护采用浆砌石衬砌。防冲从河床原基面向下开挖 3 m~4 m,水平铺设格宾石笼(上 3 m 下 9 m)。	637.62	667.42	631.10
方案 2	坡面防护采用一坡到底浆砌石衬砌方案,基础埋深 7.5 m,局部顶冲段水平铺设钢筋石笼。	坡面防护采用一坡到底浆砌石衬砌方案,基础埋深 7.5 m,不再布置水平防护结构。	坡面防护采用一坡到底浆砌石衬砌方案,基础埋深 7.5 m,不再布置水平防护结构。	497.60	752.41	653.78

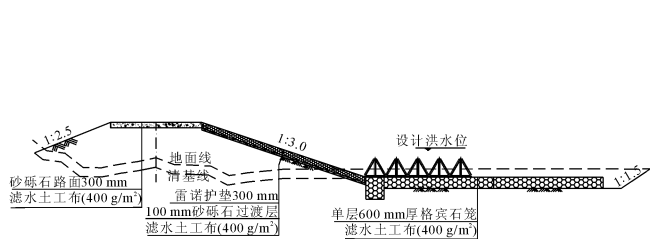
结合地勘资料,我们发现桩号 36+000 段之后的地下水位埋深相对较浅,河床质粒径有所减小,施工难度有所增加。通过表 2 我们发现 36+000 桩号之后方案 1 的投资比方案 2 的投资有所下降,方案 2 的投资涨幅明显。最终经过经济技术比选论证,我们确定 0+000—36+000 段采用一坡到底的浆砌石衬砌方案,基础埋置深度 6.5 m~9.0 m,对局部地下水位高的位置将基础垂直挖深 4 m~5 m,平铺钢筋石笼防冲体;桩号 36+000—84+000 段采用一坡到底的浆砌石衬砌方案,基础埋置深度 3 m~5 m,部分段基础垂直挖深 4 m~5 m,铺设双层 3 m~9 m 的格宾石笼防冲体,局部纵坡大,卵石颗粒大的河段段

铺设 3 m~5 m 钢筋石笼防冲体。

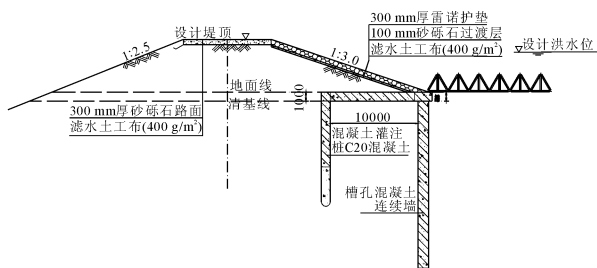
(2) 依干其渡口—48 团渡口河段(84+000—280+000)(平原游荡性河段)。河道变得更加的宽浅,主河槽蜿蜒曲折,河叉发育,且地层主要岩性为冲洪积粉土、粉细砂,局部段粉质黏土、淤泥层,地下水埋深很浅,这种地层开挖十分困难,会造成开挖时塌落,这给施工带来了诸多不便,经过多年来的研究,墙式防护型式不适合,地基土的承载力低;一坡到底的护砌型式,在该河段建设也是不合适的,开挖时很难成坡。通过对黄河河道整治和该河道已有的一些经验我们发现图 3 的两种治理型式是较为合适的。现以霍热斯坦、康萨罕防洪工程为例,对河床基

础的抗冲刷防护采用两种形式进行比选。图 3(a) 为方案 3 的典型断面设计图,图 3(b)为方案 4 的典

型断面设计图。比选结果如表 3 所示。



(a) 护坡采用雷诺护、水平铺设格宾石笼水框架群防冲刷方案渗墙



(b) 护坡采用雷诺护、槽孔混凝土防四面六边混凝土透四面六边混凝土透水框架群防冲刷方案

图 3 游荡性河段(纵坡缓)横断面设计图

表 3 霍热斯坦、康萨罕防洪工程基础方案建筑工程比选表

方案编号	结构型式		单公里投资(直接费)/万元	
	霍热斯坦	康萨罕	霍热斯坦	康萨罕
方案 3	坡面防护采用雷诺护垫护砌,防冲从河床原基面向下开挖 1.2 m + 水平铺设格宾石笼(上层 3 m、下层 6 m) + 1 层四面六面体混凝土透水框架方案。	坡面防护采用雷诺护垫护砌,防冲从河床原基面向下开挖 1.2 m + 水平铺设格宾石笼(一般加强段设一层,宽度 9 m;加强段设 1 层,宽 12 m;重点加强段设两层,上层宽 5 m、下层宽 12 m) + 1 层四面六面体混凝土透水框架方案。	867.00	973.13
方案 4	坡面采用雷诺护垫护砌,基础防冲采用垂直槽孔防渗墙(8.5 m) + 水平四面六边混凝土透水框架群(宽 5 m ~ 12 m)	坡面采用雷诺护垫护砌,基础防冲采用垂直槽孔防渗墙(9.5 m) + 水平四面六边混凝土透水框架群(宽 5 m)	1105.21	1313.72

通过图 3、表 3 的断面结构型式和单公里投资我们发现,方案 4 的造价要高很多,从图 3 我们发现断面图 3(b)施工工艺复杂,难度较大,断面图 3(a)施工方便,容易维护。断面图 3(b)的方案据调查某工程经历洪水后,在水流顶冲作用下,造成护脚淘刷破坏,防渗墙体出现倒塌的情况,防护效果还需研究论证^[14]。桩号 84 + 000—280 + 000 段护坡采用雷诺护垫护砌,防冲从河床原基面向下开挖 1.2 m ~ 2.0 m,坡脚处水平铺设 3 m ~ 12 m 格宾石笼,其上放置四面六边混凝土透水框架群;部分段铺设单层 3 m ~ 6 m 的格宾石笼。

(3) 小结。结合上述分析,我们将恰木萨至 48 团渡口段防护断面的结构设计进行了统计,得出了不同河段防护结构型式^[15],见表 4。

表 4 叶尔羌河不同河段治理特征参数

河段	桩号	治理型式	方案
恰木萨—包尔克拉克	0 + 000—36 + 000	以护岸工程为主	方案 2
包尔克拉克—依干其渡口	36 + 000—84 + 000	以堤防工程为主	方案 1
依干其渡口—48 团渡口	84 + 000—280 + 000	以堤防工程为主	方案 3

4 结 语

(1) 叶尔羌河河道出山口以下河道由宽浅变迁河段向宽浅游荡型河段发展。宽浅变迁段河床质较粗,大洪水时河道较为顺直,小洪水时河道汉道弥补,易产生横河、斜河现象,对河岸产生冲刷破坏,要引起我们的注意;游荡型河段河床质细,主流摆动不定,河床变化迅速,形成河心滩,河道内形成主流偏向左岸或右岸,小流量作用下,股流宽度较窄、单宽流量大,流速高,易对河岸造成冲刷破坏,不利于河岸稳定。

(2) 结合叶尔羌河恰木萨至 48 团渡口河段的河道演变典型断面的分析,将防洪工程从上游至下游依次划分成 3 段进行治理,其中 0 + 000—84 + 000 段被划分为 2 段,这是因为桩号 36 + 000 后地下水埋深变浅和河床质变细的原因引起的。

(3) 通过对叶尔羌河 280 km 河段防护横断面结构的分析,为今后塔里木河流域的防洪工程建设提供技术保障。

参考文献:

- [1] 胡江.新疆宽浅游荡型河段防护工程研究[D].重庆:重庆交通学院,2004:2-32.
- [2] 端木礼明,符建铭,李永强.新形势下黄河下游游荡型河段的河道整治方案[J].人民黄河,2016,38(10):56-59.
- [3] 冀建疆,邹朝望,闵志华.基于滩岸变形的游荡型河段崩岸计算模型研究[J].人民长江,2014,45(16):94-97.
- [4] 王永波.阿什河干流道外香坊段防洪及河道整治工程护岸型式比选[J].水利科技与经济,2015,21(2):57,60.
- [5] 吉永军,张小帅.叶尔羌河中游渠首枢纽运行管理相关问题探讨[J].水利与建筑工程学报,2012,10(6):187-190.
- [6] 吉永军.叶尔羌河平原区游荡河型成因及治理方略探讨[J].水资源与水工程学报,2012,23(5):130-133.
- [7] 王永涛.阿尔塔什水利枢纽工程截流设计[J].水利科技与经济,2016,22(7):58-60.
- [8] 李德祥.叶尔羌河防洪浅析[J].中国水运,2015,15(12):209-210.
- [9] 王杰,马英杰.新疆叶尔羌河溃坝洪水分析[J].中国水运,2016,16(6):212-214.
- [10] 王均.叶尔羌河泥沙特征分析[J].黑龙江水利科技,2013,41(5):163-164.
- [11] 邹德华,卢俊,乔玲.叶尔羌河整体防洪工程规划布置特点及综合治理措施[J].水利水电技术,2016,47(3):33-35.
- [12] 余智慧,王曰鑫.新疆叶尔羌河泽普县段河道防洪工程治理对策[J].山西农业大学学报(自然科学版),2012,32(5):456-459.
- [13] 库尔班·依明.浅析新疆叶尔羌河东河滩段防洪堤基础防冲处理方案[J].人民珠江,2014(3):64-66.
- [14] 孙庆平,刘长春.新疆麦盖提县东河滩一期防洪工程水毁段加固设计方案[J].水利建设与管理,2012(6):66-70.
- [15] 谢艳玲.叶河平原区防洪工程布置及主要建筑物形式[J].黑龙江水利科技,2015,43(4):119-120.