

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2014.03.012

关于大凌河河岸稳定性的研究

赵阳¹, 张泽聪², 韩会玲¹

(1. 河北农业大学 城乡建设学院, 河北 保定 071001; 2. 保定市望都县贾村镇政府, 河北 保定 071000)

摘要: 在天然河道中, 由于水流和岸坡的相互作用会导致河岸失稳, 甚至造成河岸崩塌。为了保证河道安全与生态平衡, 同时, 也为了保证居民正常的生产生活, 对河岸稳定性进行研究是十分必要的。多方法、多断面、多指标相结合的方法能弥补一般稳定性分析方法的不足。运用 Trimble Juno SC 高精度手持 GPS、实地勘测及取样实验等多种方法, 对大凌河河岸 17 个断面岸坡倾角、河岸高度、河岸基质类别、坡脚冲刷强度和岸坡植被覆盖率稳定性指标进行分析评估。结果表明大凌河河岸整体稳定性较好。分析结果能为将来河岸加固和防护提供依据和参考。

关键词: 河岸稳定性; 岸坡倾角; 河岸基质类别; 坡脚冲刷强度; 岸坡植被覆盖率

中图分类号: TU441+.35

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2014)03-0054-05

Research on Bank Stability of Daling River

ZHAO Yang¹, ZHANG Ze-cong², HAN Hui-ling¹

(1. Institute of Urban and Rural Construction, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001, China;

2. Jiacun Town Gogernment of Wangdu County in Baoding City, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: In natural river, the interaction of water flow and bank slope will lead to the unstability of the river bank, and even cause the bank collapse. In order to ensure the safety of river and ecological balance, as well as to guarantee the residents' normal production and living, the study on the stability of river bank is very necessary. The method combined with many methods, more sections and many indicators can make up for the inadequacy of general stability analysis method. Here, by using the Trimble Juno SC high-precision handheld GPS, field survey, sampling test and many other methods, and through 17 cross sections of Daling River, the stability indices of the river bank were analyzed and evaluated including the bank slope inclination, bank slope height, matrix category of river bank, slope erosion intensity and bank slope vegetation coverage rate. The research results indicate that the overall stability of Daling River is better. The analysis results could provide the basis and reference for the bank reinforcement and protection in the future.

Keywords: stability of river bank; bank slope inclination; matrix category of river bank; slope erosion intensity; bank slope vegetation coverage rate

1 工程概况

大凌河位于辽宁省西部, 是辽西最大的河流。大凌河全长 397 km, 流域面积 2.35 万 km², 流域内年降水量 450 mm ~ 600 mm, 年均径流量 16.67 亿 m³。由于河流侵蚀和坡体逐渐饱和, 岸坡发生再造、后退等现象, 原来稳定的岸坡也可能在河流水位变动的作用下趋于不稳定, 同时, 滑坡稳定性分析评价是滑坡地质灾害防治论证的重要基础, 因此对大

凌河岸坡进行稳定性分析具有重要意义。目前, 岸坡稳定性分析多采用极限平衡法、应力应变分析法和有限元分析方法, 这些方法虽然计算结果较为准确, 分析结果在实际应用中也能够提供一定的参考意义, 但其由于要求输入非常准确的原始数据而有一定的局限性, 就其结果来看, 也和输入的原始数据一样容易失真。鉴此, 本文采用多方法、多断面、多指标相结合的方法对大凌河岸坡稳定性进行分析, 该方法能够从实际出发, 对大凌河进行实地考察并

收稿日期: 2014-03-03

修稿日期: 2014-04-07

作者简介: 赵阳(1989—), 男, 河北石家庄人, 硕士研究生, 研究方向为农业水土资源优化与配置。

通讯作者: 韩会玲(1965—), 女, 河北深县人, 教授、博导, 主要从事水利水电工程、农业水土工程的教学与科研工作。

结合试验分析得出相对准确的原始数据,从而克服了一般稳定性分析方法的不足,分析结果能够为将来河岸加固和防护以及滑坡地质灾害防治论证工作的开展提供依据和参考。

2 大凌河河岸稳定性指标确定

2.1 大凌河河岸稳定性研究断面选取

根据大凌河所处的地貌条件、地形条件以及大凌河流域内水利工程分布条件、城市分布情况,并结合该地区水功能区划图对该流域进行了实地考察。根据取样的原则,即便利性和安全性,选取大凌河流域内较有代表性的位置,目的是使选取的代表断面尽量覆盖整个流域范围。本次大凌河河岸稳定分析断面初步选取范围包括大凌河现有的对水文、水质进行定期检测的断面、区域内主要河流上下游断面及河口位置、流域内水库库区上下游控制断面及干流水库库区、流经县级以上城市河段上下游控制断面等总数共计 21 个。本次大凌河河岸稳定性分析研究将不涉及水库,即从 21 个初选断面中除去宫山咀水库断面、阎王鼻子水库断面和白石水库断面。但由于在实际考察过程中,发现部分河流汇流口由于长时间遭到人工采砂的破坏造成监测断面消失,从而被迫放弃断面物理结构取样调查。因此本次大凌河河岸稳定性分析只对剩余的 17 个监测断面进行取样、赋分、计算^[1]。

2.2 大凌河河岸岸坡倾角及河岸岸坡高度的确定

大凌河河岸岸坡倾角及岸坡高度将采用 Trimble Juno SC 高精度手持 GPS 定位仪确定,通过手持高精度 GPS 定位仪对大凌河河岸断面数据进行详细记录并利用 EXCEL 表编辑公式对相关数据进行处理^[2-4]。由于通过手持高精度 GPS 定位仪记录得到的数据为 GPS 所独有的 WGS-84 坐标系下的坐标,因此,要想计算该河岸岸坡倾角及岸坡高度,必须通过高斯投影公式对坐标系进行转换,从 WGS-84 坐标中的经纬度 B、L 换算成北京 54 坐标系的平面坐标或西安 80 坐标中的高斯平面直角坐标 X、Y^[5]。该次研究将从 17 个监测断面的每个断面采集两组数据,根据高斯投影坐标转换公式对 WGS-84 坐标进行转换,得到了各点位的平面坐标并绘出各监测断面纵剖面图。

根据转换之后的平面坐标以及 17 个监测断面纵剖面图可以得出监测断面的岸坡倾角和岸坡高度,根据计算结果表可以画出大凌河河岸岸坡倾角和岸坡高度变化的走势图,见图 1、图 2。

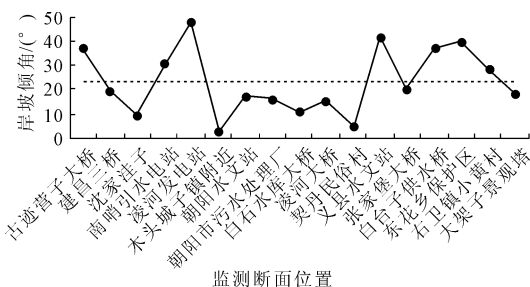


图1 大凌河河岸斜坡倾角变化图

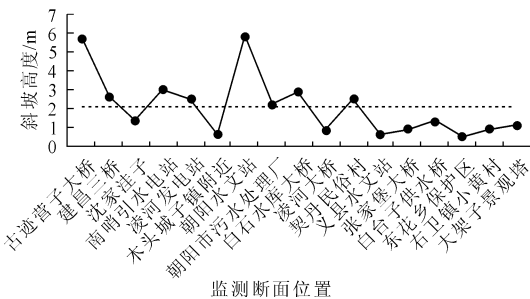


图2 大凌河河岸岸坡高度比较

从计算结果及图 1、图 2 的数据分析可以看出,大凌河 17 个监测断面由于采砂、河道人工取直的原因造成河岸带岸坡倾角波动变化较大,其中已有几个断面岸坡倾角超过 40°。但是总体看来,大凌河河岸的平均岸坡高度在 2 m 左右,只有两个断面的岸坡高度超过 5 m,其余断面普遍在 3 m 以下,因此,17 个监测断面的斜坡高度比较适中。

2.3 大凌河河岸基质类别及坡脚冲刷强度的确定

对大凌河 17 个监测断面采用洛阳铲取样,每个监测断面取样的样本不少于两个,每次挖掘重量不少于 1 kg,挖掘深度在垂直方向上按上层(0~20 cm)、中层(20 cm~30 cm)和下层(30 cm~40 cm)3 个不同深度分别取剖面样^[6]。将 3 个重复样的不同层分别充分混匀后取适量装入塑料袋并对土的分层结构进行拍照记录,而后带回实验室进行测定^[7]。通过分析测定得到了 17 个监测断面的河岸基质样本,并使用标签对每个样本的采集时间、地点进行标记,对取得的样本进行颗粒级配试验。试验过程中,保证选取的土样样本质量为等量,并用电动振荡筛对每组样品进行筛分,筛子孔径从下到上依次分为 0.1 mm、0.3 mm、0.63 mm、1.25 mm、2.5 mm、5 mm、9.5 mm,筛分后确定了土壤的中值粒径并判断基质类别。

岸坡脚冲刷强度^[8]包括:无冲刷迹象,轻度冲刷,中度冲刷和重度冲刷 4 个层次。对 17 个监测断面的取土样本采用击实法制备扰动土样,对击实后的土样,分别施加 100 kPa、200 kPa、300 kPa、400 kPa

围压,实验采用 ZJ 应变控制式直剪仪以不固结不排水的方式进行剪切^[9]。实验完成后,可以获得土体抗剪强度曲线及土体抗剪强度指标 C 、 ϕ ,另外可以通过称重的方法测得土壤密度^[10-11]。通过将土体内摩擦角 ϕ 与河岸倾角相比较,可以得出河岸岸坡的抗冲刷程度,根据实验结果得出基质特征分布比例图与冲刷强度分布比例图见图 3、图 4。

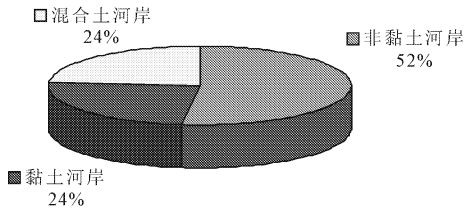


图 3 大凌河河岸基质分析图

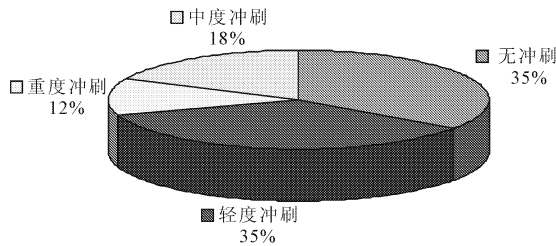


图 4 大凌河岸坡脚冲刷强度分析

从图 3、图 4 的数据分析可以看出,大凌河河岸基质以土质为主,其中,非黏土河岸的比例超过一半,属于典型的平原河流特征。受大凌河河岸基质类别的影响,该流域已有 65% 的河岸受到不同程度的冲刷和侵蚀,因此,大凌河河岸稳定受到一定影响。

2.4 大凌河岸坡植被覆盖率的计算

植被覆盖率是指一个区域内的所有植被(包括草本、木本植被)所占面积与该区域的实际面积的比值,用百分数表示。本次评估中采用样方测量法对植被覆盖率进行调查。

植被覆盖率取样^[12-14]的具体方法是:首先要在大凌河 17 个监测断面上随机选取一块 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的样方,此时,为防止断面植被高度过高造成所取样本不易观察,要求样方四个角的标记物(建筑装修中使用的小木方)高度不小于 0.6 m ;其次,以样方

斜对角拉线所形成的交点作为中点,并在中点位置上下分别确定一个 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的子样方,从子样方的上下左右四条边分别向大样方的各边引量线,然后将大样方每条边的剩余部分进行 4 等分,并标记小木方。取完后用量线连接对应的小木方,这样一个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的样方就被平均划分为了 25 个子样方;最后记录各网格内是否有植物,对于植物超过格子一半的按满格计算,对于植物没有超过格子一半的按照没有植物计算。对统计结果进行记录,用有植物的格子数量除以总格数就得到了大凌河河岸岸坡的植被覆盖率。大凌河 17 个监测断面岸坡植被覆盖率比较图见图 5。

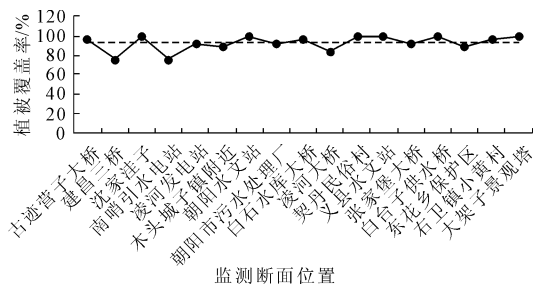


图 5 大凌河河岸带植被覆盖率比较

从计算结果及图 5 的数据分析可以看出,除建昌三桥监测断面和南哨引水电站监测断面的覆盖率不足 80% 以外,其他监测断面植被覆盖率均已超过 80%,大凌河河岸整体平均覆盖率超过 90%。因此,大凌河河岸整体的植被覆盖率处于较高水平,且下游植被覆盖率要优于上游。

3 大凌河河岸稳定性指标赋分计算

根据对大凌河河岸稳定性要素:岸坡倾角、岸坡高度、河岸基质特征分布、坡脚冲刷强度和岸坡植被覆盖率进行的现场勘察和试验分析,得到了准确详细的数据结果。根据表 1 的指标赋分标准^[15]对河岸稳定性的 5 项指标分别进行赋分,可以得出大凌河河岸 17 个监测断面的稳定性分析及调查结果,具体调查见表 2。

表 1 河岸稳定性评估分指标赋分标准

岸坡特征	稳定	基本稳定	次不稳定	不稳定
分值	90	75	25	0
斜坡倾角/ $^{\circ}$ ($<$)	15	30	45	60
植被覆盖率/ $\%$ ($>$)	75	50	25	0
斜坡高度/ m ($<$)	1	2	3	5
基质(类别)	基岩	岩土河岸	黏土河岸	非黏土河岸
河岸冲刷状况	无冲刷迹象	轻度冲刷	中度冲刷	重度冲刷

表 2 河岸稳定性调查结果

序号	监测站点	倾斜角度/(°)	植被覆盖率/%	斜坡高度/m	基质(类别)	河岸冲刷状况
1	古迹营子大桥	37.3	96	5.7	非黏土河岸	无冲刷
2	建昌三桥	19.3	76	2.6	非黏土河岸	重度冲刷
3	沈家洼子	9.6	100	1.3	非黏土河岸	无冲刷
4	南哨引水电站	30.3	76	3.0	黏土河岸	轻度冲刷
5	凌河发电站	47.2	92	2.5	混合土河岸	中度冲刷
6	木头城子镇附近	2.5	88	0.6	非黏土河岸	轻度冲刷
7	朝阳水文站	17.4	100	5.9	非黏土河岸	无冲刷
8	朝阳市污水处理厂排污口下游	16.3	92	2.2	混合土河岸	轻度冲刷
9	白石水库大桥	10.6	96	2.8	黏土河岸	无冲刷
10	凌河大桥	15.1	84	0.8	非黏土河岸	重度冲刷
11	契丹民俗村	5.0	100	2.5	混合土河岸	无冲刷
12	义县水文站	41.5	100	0.6	非黏土河岸	无冲刷
13	张家堡大桥	20.3	92	0.9	混合土河岸	轻度冲刷
14	白台子供水桥采沙场	37.2	100	1.3	非黏土河岸	轻度冲刷
15	东花乡保护区	39.5	88	0.5	黏土河岸	中度冲刷
16	右卫镇小黄村	28.6	96	0.9	非黏土河岸	轻度冲刷
17	大架子景观塔	18.6	100	1.1	黏土河岸	中度冲刷

17 个监测点的河岸稳定性(BKS_r)指标得分按下
列公式计算

$$BKS_r = \frac{SA_r + SC_r + SH_r + SM_r + ST_r}{5}$$

式中: BKS_r 为大凌河河岸岸坡稳定性指标赋分; SA_r

为岸坡倾角的赋分分值; SC_r 为岸坡覆盖率的赋分
分值; SH_r 为岸坡高度的赋分分值; SM_r 为河岸基质的
赋分分值; ST_r 为坡脚冲刷强度的赋分分值,具体
赋分结果见表 3。

表 3 河岸稳定性赋分结果

序号	监测站点	倾斜角度 /(°)	植被覆盖率 /%	斜坡高度 /m	基质(类别)	河岸冲刷 状况	河岸稳定性 (BKS_r)
1	古迹营子大桥*	90.0	90	90.0	90	90	90.0
2	建昌三桥	85.7	90	45.0	0	0	44.1
3	沈家洼子	90.0	90	85.5	0	90	71.1
4	南哨引水电站	74.0	90	25.0	25	75	57.8
5	凌河发电站	21.3	90	50.0	25	25	42.3
6	木头城子镇附近	90.0	90	90.0	0	75	69.0
7	朝阳水文站*	90.0	90	90.0	90	90	90.0
8	朝阳市污水处理厂排污口下游	88.7	90	65.0	25	75	68.8
9	白石水库大桥	90.0	90	35.0	25	90	66.0
10	凌河大桥	89.9	90	90.0	0	0	54.0
11	契丹民俗村	90.0	90	50.0	25	90	69.0
12	义县水文站*	90.0	90	90.0	90	90	90.0
13	张家堡大桥	84.7	90	90.0	25	75	73.0
14	白台子供水桥采沙场	51.2	90	85.5	0	75	60.3
15	东花乡保护区	43.6	90	90.0	25	25	54.7
16	滨河管理路右卫镇小黄村	76.4	90	90.0	0	75	66.3
17	入海口湿地大架子景观塔	86.4	90	88.5	25	25	63.0

注:表 7 中划*号的古迹营子大桥、朝阳水文站、义县水文站三个检测断面的河岸由于采用了人工硬性护砌的处理措施,所以根据实际河岸带稳定情况对除植被覆盖率以外的其余四项指标均赋于最高分 90 分。

从赋分结果及图 6 的数据分析可以看出,大凌河 17 个监测断面上游河段波动最为明显,最大与最小分值相差接近 50 分。另外,监测断面最终赋分结果中得分最低的两个断面均分布于上游河段,该现象说明河流上游岸坡严重受到了自然因素和人为因素的影响。大凌河 17 个监测断面中虽然河岸稳定性分值区间波动大,但仍有 9 个断面分值高于平均分 66.4,所以大凌河河岸整体稳定性较好。

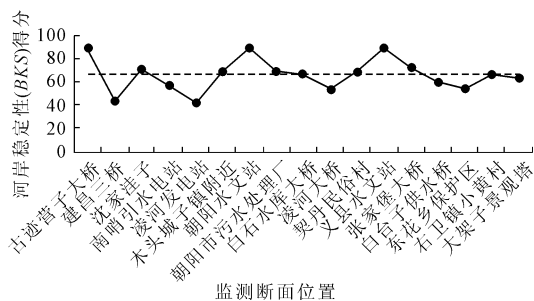


图 6 大凌河监测断面河岸稳定性得分统计分析结果

4 结 论

(1) 通过多方法、多断面、多指标相结合的方法在大凌河河岸稳定性分析中的应用,验证了该方法的适用性,得到了大凌河河岸整体稳定性较好,该分析结果较为准确,使原始数据能够反映河岸稳定性的整体特性,弥补了一般稳定性分析方法由于数据准确性而造成分析结果失真的缺点,适合于其他河流河岸的稳定性研究。

(2) 本文以大凌河为例进行了河岸稳定性研究,能够为其他河流河岸稳定性研究提供借鉴意义,根据数据分析结果,对大凌河未来如何进行防治滑坡地质灾害以及提出大凌河不稳定岸坡加固方案具有一定的参考作用。

参考文献:

- [1] 张泽聪.大凌河河流健康物理结构完整性调查技术及计算方法研究[D].保定:河北农业大学,2013.
- [2] 周 磊.GPS 监控系统的精度与报表优化[D].上海:华东师范大学,2011.
- [3] 朱 钢.基于 CDMA、GPSONE 定位的电子地图设计与应用[D].上海:同济大学,2007.
- [4] 赵淑湘.手持 GPS 坐标转换参数求解方法及在 EXCEL 中的实现[J].矿山测量,2009,(2):20-22,26.
- [5] 丁海鹏.手持 GPS 坐标系统转换参数求解方法的探讨[J].中国煤田地质,2006,18(3):73-74.
- [6] 郇 威,卢振兰,孔维静,等.太子河河岸带土壤理化性质特征及其与环境因子的关系[J].生态科学,2013,32(1):90-97.
- [7] 杨春璐,马溪平,李法云,等.太子河北支河岸带土壤理化性质分析[J].辽宁农业科学,2010,(05):1-5.
- [8] 黄 河.河岸崩塌机理及其流固耦合模型研究[D].南昌:南昌大学,2008.
- [9] 中华人民共和国水利部.SL237-1999.土工试验规程[S].北京:中国水利水电出版社,1999.
- [10] 徐 平.三峡库区涉水滑坡体稳定性的可靠度研究[D].西安:长安大学,2011.
- [11] 张芳枝.河流冲刷作用下堤岸稳定性研究[D].广州:暨南大学,2010:25-29.
- [12] 富晓松.石羊河中下游河岸植被与土壤变化研究[D].兰州:甘肃农业大学,2010.
- [13] 刘虎俊,刘世增,李 毅,等.石羊河中下游河岸带植被对地下水位变化的响应[J].干旱区研究,2012,29(2):335-341.
- [14] 王顺德.气候变化和人类活动在塔里木河流域水文要素中的反映[J].干旱区研究,2006,23(2):195-202.
- [15] 刘传正,刘艳辉,温铭生,等.长江三峡库区地质灾害成因与评价研究[M].北京:地质出版社出版,2007.