

城市河道生态景观对防洪的影响

范春萌

(凌源市凌河城区建设管理办公室, 辽宁 凌源 122500)

【摘要】 河道是城市生存发展的重要资源,彻底改善水质、增强河道防洪能力、促进水系的循环、解决河道现状问题是城市建设中较为重要的部分。本文以大凌河为例,设计了四种景观方案,利用物理实验和数值模拟等研究手段,通过流体动力学、计算机数值分析等技术,将植被群及景观岛高度作为水流的主要影响要素进行研究,并对洪水来袭时不同的生态景观方案下河道的水位和流速进行模拟,进而定性分析不同城市生态景观对防洪的影响。该研究对景观防洪的实际应用有着非常重要的现实意义。

【关键词】 城市河道;生态景观;流速;水位;数值模拟

中图分类号: TV212.5

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)05-0048-04

Influence of urban river ecological landscape on flood control

FAN Chunmeng

(Lingyuan Linghe Urban Construction Management Office, Lingyuan 122500, China)

Abstract: River channel is an important resource in urban survival and development. It is more important for urban construction to improve water quality completely, enhance the capacity of river flood control, promote water system circulation and solve the problem of river channel status. Daling River is adopted as an example for designing four landscape plans. Physical experiment, numerical simulation and other research means are utilized for studying vegetation groups and landscape island height as main influencing factors of water currents through fluid dynamics, computer numerical analysis techniques and other techniques. River channel water level and flow velocity under different landscape plans during floods are stimulated, thereby qualitatively analyzing the influence of different urban landscapes on flood control, and the study has very importance practical significance for practical application of landscape flood control.

Key words: urban river channel; ecological landscape; flow velocity; water level; numerical simulation

河流与人类生活息息相关,河道作为文化遗产的物质载体,是城市发展的重要资源,促进水系循环、彻底改善水质、解决河道问题是城市建设的重要组成部分^[1]。为促进社会的可持续发展,生态文明建设越来越引起人们的关注,当前河道生态景观建设越来越成为城市规划的一个主题。随着社会的发展,防洪治河工程成为水利工程的组成部分^[2]。城市河流受降雨量的影响较大,防洪工作主要集中在冰雪融化期和夏天

雨季,利用工程措施降低洪水灾害变得尤为重要。

河道中的植被为水生物提供生存环境,但同时抬升了河流水位,加大了对水流的阻力,减小了河流的过流能力。因此在城市水利工程规划设计时,考虑城市河道景观、城市文化等多种因素,建设健康和谐的河流生态系统,具有重要的现实意义。生态景观方案的防洪体系建设是经济建设的必要条件,对人民生命财产的安全起着重要作用。本文以大凌河为例,设计了四

种景观方案对河道流域进行环境动力分析,并利用数值软件进行模拟研究^[3],分析不同景观因素对河流水流动力的影响,进而验证景观方案的合理性,为工程实际应用提供技术支持。

1 工程概况及模型设置

1.1 气候水文

凌源市位于华北地区,属于温带季风气候,四季分明。该地区拥有平原、丘陵、山地等地貌形态。水资源受大气的控制较大,平均气温 11.6 ~ 12.9℃;地下水量 9.6m³;地表水量 17.1 亿 m³;降雨量较为集中,年均降水量 694.5 mm;1 月最小,为 9.3 mm;7 月最大,为 180.6 mm,8 月次之,为 172.3 mm;平均蒸发量 1520 mm,月平均最高为 181 mm。大凌河流域是凌源市重要的排水系统,流域面积为 2.35 万 km²,水系总长约 398 km,年均径流量 16.67 亿 m³。

1.2 控制方程

在模拟计算水平尺度中,水流泥沙的运动特征采用平均水深平面二维水沙运动方程,水流运动可以由 Renold 基本方程,沿水深方向莱布尼兹积分进行模拟计算。水动力垂向模型控制方程如下^[4]:

a. 连续性方程:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (1)$$

b. 动量方程:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{gp}{C^2 h^2} \sqrt{p^2 + q^2} \\ - \frac{1}{\rho w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega q - fV \\ + \frac{h}{\rho w} \frac{\partial}{\partial x} (\rho a) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

式中 ξ ——水面高程,m;

C ——谢才系数;

Ω ——科氏力参数;

f ——风阻力系数;

V ——风速,m/s;

d ——时变水深,m;

h ——水深,m;

p, q —— x, y 方向单宽流量,m³/s。

1.3 边界条件

本文所采用的模型中的开边界包括 1.2% 和 2.1% 的高潮潮位,其中,将区域内大凌河与张庄河的流量作为开边界,流量值见表 1。

表 1 河道开边界流量

单位: m³/s

河道	2.1%	1.2%
大凌河	545.49	684.09
张庄河	424.71	490.05

1.4 方案设计

糙率表示水流通过复杂的过流边界表面所受阻力的综合系数,主要由植被景观、河床以及河道两岸的岸壁等自然条件决定,其主要影响因素包括河道表面的粗糙程度、河槽内的植被及河道内景观岛的植被等。为研究河道生态景观对防洪的影响,本文根据大凌河的河槽、河道、景观岛的不同情况,设计四种景观方案,设计并进行模拟计算。参考类似河道的景观糙率进行糙率值的选取,参考天然河道糙率表选取大概糙率数值。具体方案设计见表 2。

表 2 数值模拟计算区域糙率的选取

方案编号	大凌河
无植物群	景观岛: 3.1 × 10 ²
	河道: 2.4 × 10 ²
	河槽: 3.4 × 10 ²
景观方案 A	芦苇或草: 5 × 10 ²
	河道: 2.4 × 10 ²
	河槽: 3.4 × 10 ²
景观方案 B	稀疏灌木丛和树: 0.07
	河道: 2.4 × 10 ²
	河槽: 3.4 × 10 ²
景观方案 C	中等密度灌木丛(在夏季): 0.11
	河道: 2.4 × 10 ²
	河槽: 3.4 × 10 ²

2 河道生态景观对防洪的影响

为研究河道生态景观对防洪的影响,需对河道生态景观进行整体规划设计。本文选取凌源市区桩号 H1 + 420 ~ H2 + 140 总长为 760m 的区域,利用控制模型方程,对生态景观糙率对河道水位及流速进行数值模拟计算研究。

2.1 河道生态景观糙率对水位的影响

在相同水动力的条件,四种方案下河道中泓线水位的变化趋势如图 1 所示。

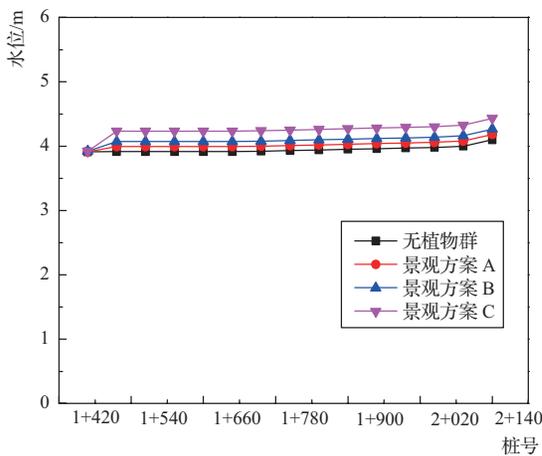


图 1 H1 + 420 ~ H2 + 140 河道中泓线水位

从图 1 可以看出,区域内景观岛的上游水位随着糙率的增加而增加,当糙率较大时,水位受糙率影响较小,而糙率较小时,水位增大比较明显。四种方案下,河道中泓线水位的变化趋势基本相同,其中方案 C 的水位变化值最大,方案 B 次之,无植物群方案的水位变化最小。由于区域内景观岛的存在,景观岛上游的水流受到影响,产生水位壅高,景观岛数目增加,其水位壅高比单个景观岛更加复杂,因此,方案 C 的水位最大壅高达到 1.1m,景观植被对景观岛上游的水位影响较大,对下游水位影响较小。糙率变化越大,水位的幅值变化就越明显,四种景观方案在糙率改变时,河道水位的标准差见表 3。

表 3 河道水位标准差

项目	无植物群	景观方案 A	景观方案 B	景观方案 C
河道水位标准差	0.2991	0.3022	0.4138	0.4944

由表 3 可以看出,景观方案 C 的标准差最大,景观方案 B 次之,无植物群最小。说明在相同地形条件和水动力条件下,糙率变化值越大水位的幅值变化也相应变大。

2.2 河道生态景观糙率对流速的影响

地形条件和水动力条件相同时,景观岛群桩号为 H1 + 420 ~ H2 + 140 间断面中泓线流速沿流程方向的变化趋势如图 2 所示。

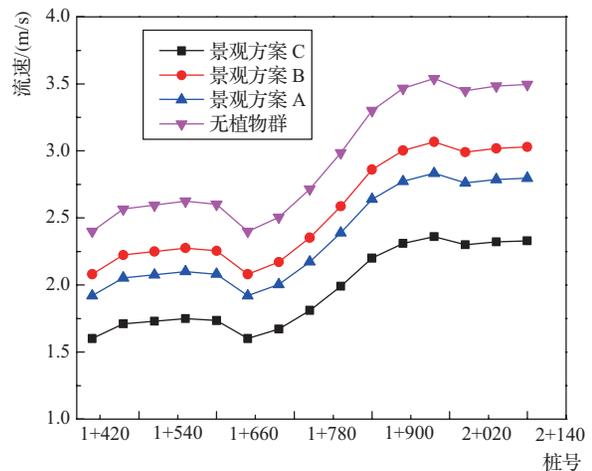


图 2 H1 + 420 ~ H2 + 140 河道中泓线流速

由图 2 可以看出,四种方案下,河道中泓线水流速度变化趋势基本相同,而变化幅度大小不同。其中方案 C 的水流速度变化值最小,方案 B 次之,即糙率越大水流速度越小。相同流量条件下,糙率不同时,断面平均流速变幅与糙率有关。糙率值越大,变化幅度值的波动更加明显,其变化的幅度值也越大。河道生态景观规划需整体建设规划,水流速度同时会受到多个生态景观的影响,因此可以实现对河道水流速度的定性分析。

3 河床面突起高度对流速的影响

3.1 河床面突起高度对上游流速的影响

在相同河道、相同水流等条件下,河床面突起高度对水流速度的影响如图 3 所示。

由图 3 可以看出:河床面突起高度为 1.0m 时,水流速度 Δv 为 -0.472m/s ;河床面突起高度为 4.0m

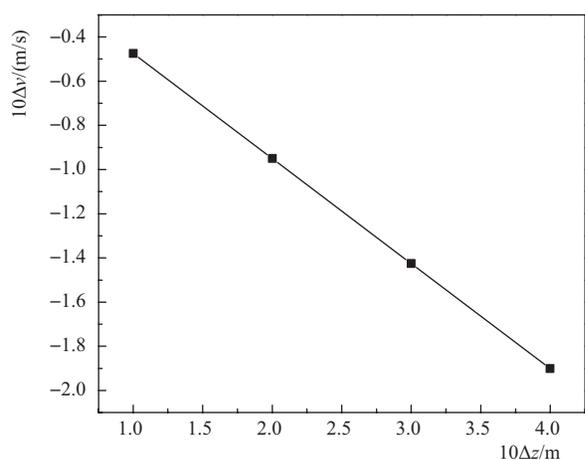


图3 Δz 与 Δv 的关系

时,水流速度 Δv 为 -1.908m/s 。表明当糙率、水动力等条件相同时,在淹没状态下,随景观岛的高度逐渐增加,景观岛上游水位壅高不断提升,河道的水流速度呈线性下降趋势。其中突起高度差 Δz 与上游流速 Δv 线性关系为: $\Delta v = -0.5211\Delta z + 0.0052$, $R^2 = 0.991$, 拟合度较高。

3.2 河床面突起高度对景观岛顶点流速的影响

在相同河道、相同水流等条件下,河床面凸起高度对景观岛顶点流速的影响如图4所示。

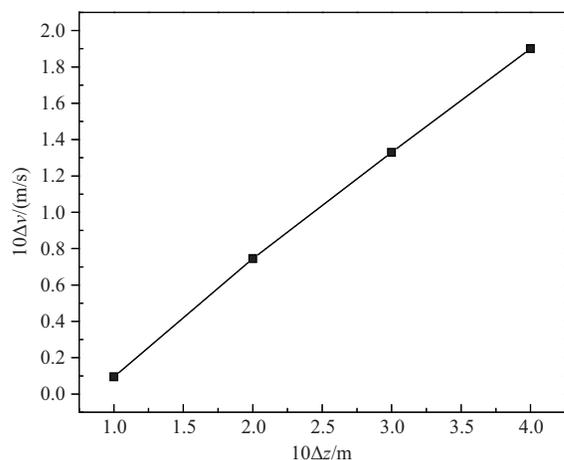


图4 Δz 与 Δv 的关系

由图4可以看出:床面突起高度为 1.0m 时,景观岛顶点水流速度 Δv 为 0.152m/s ,床面突起高度为

4.0m 时,景观岛顶点水流速度 Δv 为 1.917m/s 。表明当糙率、水动力等条件相同时,在淹没状态下,随景观岛的高度逐渐增加,景观岛顶点流速不断增加。其中突起高度差 Δz 与岛顶点流速 Δv 的线性关系为: $\Delta v = -0.4621\Delta z + 0.0113$, $R^2 = 0.989$, 拟合度高。

4 结论

本文以大凌河为例,选定河桩号 $H1 + 420 \sim H2 + 140$ 总长为 760m 的区域,设计了四种景观方案,分析景观因素对河流水动力的影响,并对河道流域环境动力进行分析,通过数值软件进行模拟计算研究,进而验证景观方案的合理性,得出以下结论:

a. 洪水流动过程中,水位受糙率的影响较大,景观岛上游水位随着糙率的增加而增加,当糙率较大时,水位受糙率影响较小,而糙率较小时,水位增大比较明显。

b. 植被群的阻水效果较为明显,糙率值越大河道内洪水的流速越小,水位越高。糙率不同时水流速度的变化幅度趋势相同,变化幅度有较大差别。

c. 当糙率、水动力等条件相同时,在淹没状态下,随景观岛高度的逐渐增加,景观岛上游水位壅高不断提升,河道的流速呈线性下降趋势。

d. 当糙率、水动力等条件相同时,在淹没状态下,随景观岛高度的逐渐增加,景观岛顶点流速呈线性增加趋势。

参考文献

- [1] 孟琳琳. 城市河道治理中的景观生态模式[J]. 人民黄河, 2013(11):6-7+10.
- [2] 胡静波. 城市河道生态修复方法初探[J]. 南水北调与水利科技, 2009, 7(2):128-130.
- [3] 李宏军, 杨佳栋. 城市河流生态景观与橡胶坝设计运用探讨[J]. 水利建设与管理, 2014, 34(5):27-29.
- [4] 王国华, 梁昕. 东焦河水电站坝下河道生态治理措施初探——山西晋城市东焦河水电站绿色小水电建设典型经验介绍[J]. 中国水能及电气化, 2015(12):10-11.