

橡胶坝泥沙淤积及工程运行模拟分析

国志鹏

(抚顺市江河流域管理局, 辽宁 抚顺 113006)

【摘要】 以浑河沈阳浑南段为研究对象,对该河段泥沙淤积规律进行分析,并对橡胶坝工程运行进行模拟。结果表明:河右侧弯道处泥沙沉积量较小,右侧回水区域泥沙沉积量较大,建设橡胶坝后的泥沙沉积量相比天然条件下要小得多,最大沉积量不超过0.03m;因此,需要适当设置橡胶坝,确保其有效阻挡泥沙,降低其对河岸的冲刷。该研究对合理规划、建设和运行橡胶坝有参考价值。

【关键词】 水利工程;泥沙淤积;橡胶坝工程;防洪工程

中图分类号: TV149

文献标识码: A

文章编号: 1005-4774(2017)02-0080-04

Simulation analysis on rubber dam sediment deposition and project operation

GUO Zhipeng

(Fushun River Basin Administration, Fushun 113006, China)

Abstract: Hunhe River Shenyang Hunnan section is regarded as a research object for analyzing the law of river sediment deposition in the river section and simulating the operation of rubber dam project. The results show that sediment deposition is smaller in the bend on the right side of the river. The sediment deposition is larger in the backwater area on the left side, the sediment deposition after construction of rubber dam is much smaller than that under natural condition. The maximum deposition is not more than 0.03m. Thereby, rubber dam should be installed suitably for ensuring effective blockage of silt and lowering its scouring on the river bank. The research has reference value for the rational plan, construction and operation of rubber dam.

Key words: water conservancy project; sediment deposition; rubber dam project; flood control project

在不同水文条件下,泥沙具体特征表现不同,对河道和河床的冲刷作用也存在差异^[1-2]。浑河流域沈阳段降水季节变化显著,枯水期泥沙沉积、汛期水位上涨会携带大量泥沙,从而对两岸尤其是右岸市区安全造成威胁。本文以浑河沈阳浑南河段为研究对象,对该河段泥沙淤积规律进行分析;在此基础上,对橡胶坝运行状态进行模拟,从而更加深刻认识橡胶坝在阻挡泥

沙、提升城市河段防洪能力方面的功能。本研究对提升橡胶坝的设计和建设的意义,使其更好发挥功能有积极意义。

1 工程概况

1.1 河段简介

浑河为大辽河支流,位于中国辽宁省中东部(北纬

122°~125°, 东经 40.7°~42.2°), 源头位于抚顺市清原县境内, 发源地属于长白山支脉滚马岭, 流经沈阳市并在海城市与太子河汇合后流入大辽河, 浑河全长为 416km, 流域面积高达 11531km²。浑河上游多为低山丘陵, 海拔为 500~800m, 上游流域占流域总面积的 70% 左右, 此处植被丰茂, 植被覆盖率高达 50%; 中下游为平原地区, 占流域面积 30% 左右。在沈阳段, 河床比降均值为 2.0%, 高程均值为 134.00m。从土层性质来看, 河床以砾石层为主, 厚度在 5~7.3m 之间, 且干密度均值为 1.69g/cm³。在对河床的沙粒直径进行初步分析发现, 粒径均值在 28~33mm 之间, 大部分粒径超过 300mm。

1.2 橡胶坝工程

为了更加科学、合理地利用浑河, 沈阳市决定在浑南区修筑蓄水防洪工程。如图 1 所示, 工程采用橡胶坝。左岸(靠近城区)堤防长度为 16.5km, 设计防洪标准为 50 年一遇; 右岸(非城区)堤防长度为 15.2km, 设计防洪标准为 30 年一遇。

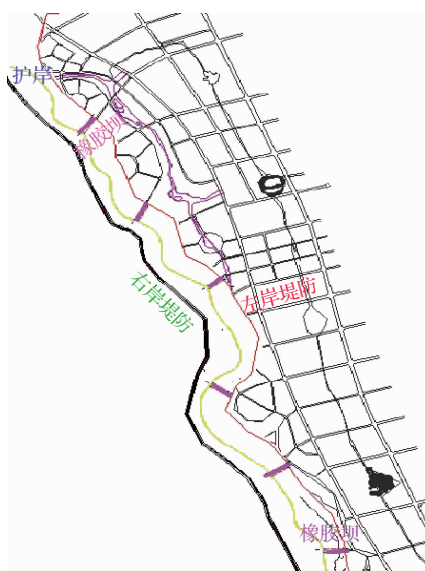


图 1 浑南区橡胶坝工程示意图

按照工程规划, 浑南区共要设置 6 座橡胶坝, 呈梯级分布。右表为 1 号—7 号橡胶坝的主要设计参数。从表中可知, 各个橡胶坝长均为 327.5m, 坝袋长度(单个)均为 100m, 隔墩个数均为 2, 坝袋个数均为 3; 各个橡胶坝在坝底高程、堤顶高程以及正常蓄水位等参数

方面存在差异。

浑南沈阳浑南段橡胶坝工程主要设计参数表

橡胶坝	正常蓄水位/m	堤顶高程/m	坝底高程/m	单个坝袋长度/m	坝袋个数/个	隔墩个数/个	坝长/m
1 号	77.22	78.21	74.94	100	3	2	327.5
2 号	75.44	76.43	73.16	100	3	2	327.5
3 号	73.66	74.65	71.38	100	3	2	327.5
4 号	71.87	72.86	69.60	100	3	2	327.5
5 号	70.09	71.08	67.82	100	3	2	327.5
6 号	68.31	69.30	66.03	100	3	2	327.5

2 橡胶坝泥沙淤积分析模型

2.1 泥沙浆体流变特性计算

在对橡胶坝泥沙特性进行分析时, 需要对粒径不均匀的泥沙沉降特性进行分析, 并绘制不同浑水浓度曲线。浑水浓度曲线图包含低浓度(S_a)曲线、高浓度曲线(S_b)以及清/浑交界线($2/3S_b$)三个部分; 水域泥沙浆体浓度也被相应地分为三个等级。在计算 S_a 和 S_b 时, 可分别按下式进行:

$$S_a = 0.0024e^{0.605 d_{50} \Delta p} \quad (1)$$

$$S_b = 0.15 (d_{50} \Delta p)^{0.66} \quad (2)$$

式中 S_a, S_b ——单位体积浑水所含沙的体积, 即沙体积浓度;

d_{50} ——中值粒径, mm;

p ——级配中粒径在 0.007mm 以上的沙粒所占比例, %。

2.2 橡胶坝运行模型

本研究运用 2D Weir 对泥沙淤积状态下橡胶坝的运行进行模拟。在模拟分析过程中, 用能量损失来描述泥沙淤积对水流的影响, 其计算公式^[3]:

$$M_\xi = -\frac{gH\Delta E_w}{\Delta x} \quad (3)$$

式中 E_w ——坝体上游总水头。

如果工程局部水流为超临界流, 坝前流量会受到影响, 而超临界流计算公式:

$$Q_s = \Delta y \frac{2}{3} E_{up} \sqrt{\frac{2}{3} g E_{up}} \quad (4)$$

式中 E_{up} ——堰上游水流的总水头,其计算公式^[4]:

$$E_{up} = \zeta_w + H_{i,j} + \frac{(U_w)^2}{2g} \quad (5)$$

其中 ζ_w ——坝上监测水深;

$H_{i,j}$ ——橡胶坝高程;

U_w ——橡胶坝局部监测点水流速度。

3 橡胶坝泥沙淤积特性分析

3.1 天然条件下泥沙沉积模拟

如图2所示,通过对泥沙分布进行模拟可以发现,在天然条件下,泥沙的沉积量最大值不超过0.08m,多数区域在0.02m以下;河流右侧弯道处泥沙沉积量较小,右侧回水区域泥沙沉积量较大。

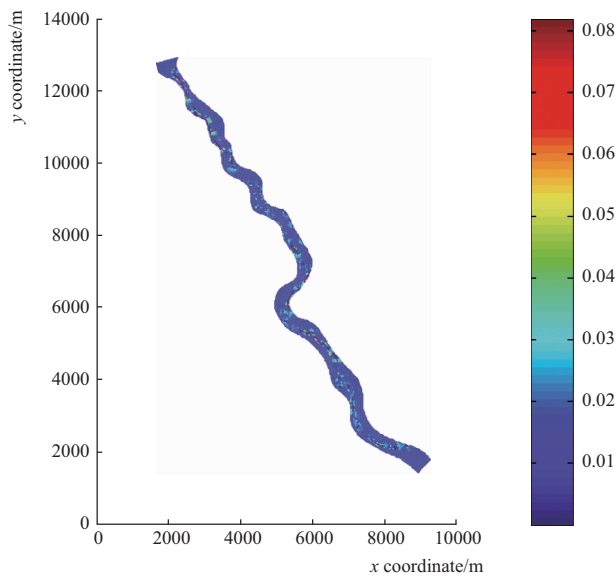


图2 天然条件下浑河沈阳段泥沙沉积量(单位:m)

3.2 建坝条件下泥沙沉积模拟

在建设橡胶坝工程后,河道、水流速度、水位等都会发生变化。如图3所示,模拟结果表明,建设橡胶坝后的泥沙沉积量相比天然条件下要小得多,最大沉积量不超过0.03m,多数区域沉积量在0.017m以下。

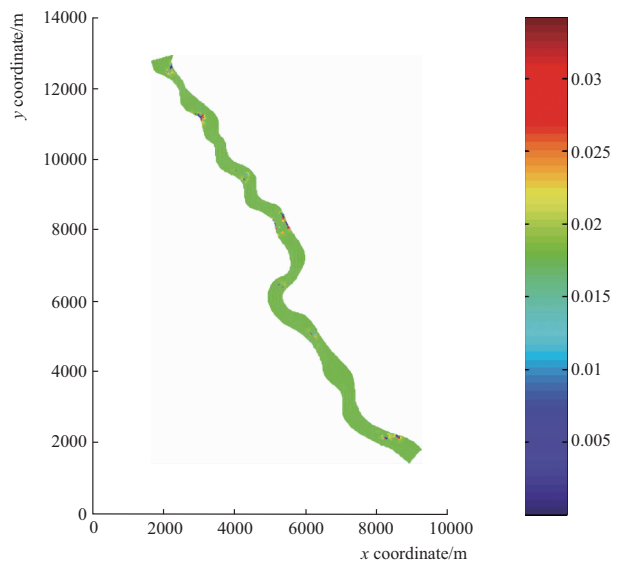


图3 建坝后的泥沙沉积量(单位:m)

床的冲刷,从而保护浑河两岸人民的生产和生活安全。如图4所示,通过2D Weir软件,当橡胶坝正常运行时,将水流流量均值控制为335.5m³/s,将泥沙浓度最大值控制在75.5kg/m³以内。此时,区域S(x=1750, y=1870)的泥沙沉积量达到0.85m,其他区域的泥沙沉积量也多在0.2m以上,泥沙沉积显著。

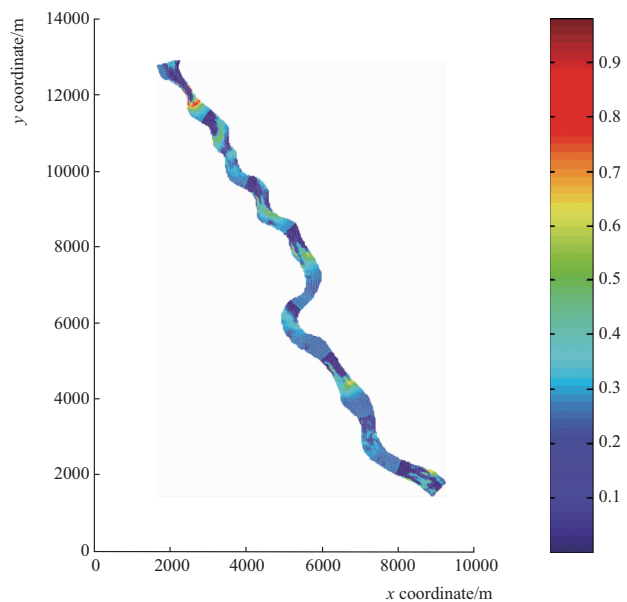


图4 橡胶坝正常运行时的泥沙分布(单位:m)

4 泥沙淤积工况下橡胶坝运行模拟

4.1 橡胶坝运行时的泥沙特性

橡胶坝正常运行时,可以将水流速度、泥沙浓度控制在一定范围内。此时,可以有效减轻泥沙对河道、河

4.2 橡胶坝塌坝后的泥沙特性

本研究中,通过2D Weir软件模拟橡胶坝塌坝后的泥沙特性。如图5所示,塌坝后的泥沙沉积厚度分

布更加不均匀,主要集中在坝后、河流弯道处,最大值超过 0.8m。此时,河道受到的冲刷较为严重,防洪能力降低。

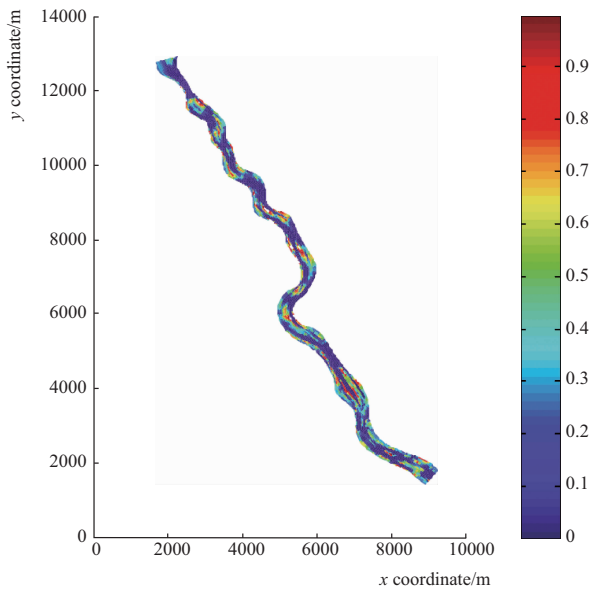


图5 橡胶坝坝后的泥沙分布(单位:m)

5 结 语

在河流治理过程中,保持水道畅通、河道安全是重要的任务。然而,受降水冲击、地质活动及土壤疏松等

(上接第 73 页) 并且要严防出现断相运行。

c. 定期检查电动机的温升,常用温度计测温升不得超过最大允许值。

d. 正常的电动机运行应平衡无杂音,外侧轴承密封良好,运行时无杂音,观察其音响、气味、振动情况及传动装置。

e. 利用兆欧表定期检测绕组的绝缘电阻,在小于 0.5MΩ 时,应进行干燥处理,如绕组绝缘老化,应视其老化程度采用浸绝缘漆,干燥或更换绕组。

f. 由于电动机的定子是通通过轴承来支持整个转子的,因此轴承是电动机中唯一承受严重机械磨损而负载最重的部件,其发生故障的概率是电动机机械故障中最大的,所以是维护保养的重点。轴承需定期更换润滑油,正常情况下润滑油应保持在腔内 1/2 ~ 1/3。定子和转子间的间隙要保持均匀,轴承若有松动、磨损应及时更换(一般滑动轴承不得超过 1000h,滚动轴承不得超过 500h)。尤其要注意,添加及更换润滑

因素的影响,泥沙进入河道的现象十分普遍。进入河道的泥沙会在水流速度较慢的河段沉淀下来,从而形成泥沙淤积现象;当汛期来临,如果泥沙不能够有效阻挡,则可能冲刷河岸及河床,对岸边居民造成威胁。经过研究,浑河右侧弯道处泥沙沉积量较小,右侧回水区域泥沙沉积量较大,建设橡胶坝后的泥沙沉积量相比天然条件下要小得多,最大沉积量不超过 0.03m。因此,需要适当设置橡胶坝,确保其有效阻挡泥沙,降低其对河岸的冲刷;同时,有效发挥橡胶坝防洪抗旱功能,根据降水变化调节水位。希望本文对类似水利工程的规划和运行有借鉴作用。◆

参考文献

- [1] 杨佳栋,周政民. 滦河梯级橡胶坝群建设水电站探讨[J]. 中国水能及电气化,2013(7):20-22,4.
- [2] 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(5):27-29,22.
- [3] 焦蓓. 从橡胶坝到水力自控翻板闸的应用分析——以灵宝市河道治理工程为例[J]. 水利建设与管理,2016(2):68-71.
- [4] 张维涛. 关于平度市城区水环境发展思路设想[J]. 水资源开发与管理,2016(1):27-30,26.

油时应尽量采用同一型号,若更换型号时要将原有油脂清洗干净。

g. 电动机的合理运行是保证安全可靠、使用寿命长的重要条件。值班人员应每日作好巡视检查记录。

h. 水泵的维护保养极为重要。若发现水泵的汽蚀和振动,应按改善水泵汽蚀和降低振幅的要求进行调节。在寒冷冬季,要注意水泵有关部件的防冻。

总之,机电传动装置在江尖水利枢纽运行多年来,体现了明显的优越性和可靠性。获得了很多运行经验和管理办法,今后还需不断总结更多经验,使之更好地应用于更多水利工程。◆

参考文献

- [1] 武汉水利电力学院. 水泵和水泵站[M]. 北京:水利出版社,1981.
- [2] 斯洛博丹 N 乌克塞维克. 电机[M]. 北京:机械工业出版社,2015.