

数字高程模型在长江江阴段丁坝水下地形分析中的应用

王淑兰¹, 葛于席²

(1. 江阴市江港堤闸管理处, 江苏 无锡 214431; 2. 江苏全方测绘地理信息有限公司, 江苏 无锡 214431)

摘要:以长江江阴段丁坝两个不同时期的水下地形 1:500 测量成果数据,使用 ArcGIS 软件强大的计算分析功能,建立数字高程模型(DEM),提取水下地形的影响因子包括河沙流失与淤积、坡度、粗糙度等,结合直观的图、表进行统计与分析,得出其中的变化值和变化趋势。

关键词:数字高程模型;丁坝;泥沙冲刷淤积;坡度;河床粗糙度

中图分类号:TV871.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2021)06-0064-02

Application of DEM in the underwater topography analysis of spur dike in Jiangyin Section of the Yangtze River

WANG Shulan¹, GE Yuxi²

(1. Yangtze River Dike and Gate Project Management Office of Jiangyin City, Wuxi 214431, China;

2. Jiangsu Quanzhang Surveying and Mapping Geographic Information Co., Ltd., Wuxi 214431, China)

Abstract:Based on the 1:500 survey data of underwater topography of spur dike in Jiangyin Section of the Yangtze River in two different periods, the powerful calculation and analysis functions of ArcGIS software were used to establish a digital elevation model (DEM). The influence factors of underwater topography were extracted, which including river sand loss and siltation, slope, roughness, etc., and change value and trend were obtained by combining with intuitive charts and tables.

Key words:digital elevation model; spur dike; sediment scouring and deposition; slope; bed roughness

数字高程模型,简称 DEM,是通过有限的地形高程数据实现对地面地形的数字化模拟,它是有顺序数值阵列形式表示地面高程的实体地面模型,是数字地形模型的分支。DEM 可以描述包括高程在内的各种地貌因子,如坡度、坡向、坡度变化等因子在内的线性和非线性组合的空间分布,其中 DEM 是零阶单纯的单项数字地貌模型,其他如坡度、坡向及坡度变化率等地貌特性可在 DEM 的基础上派生^[1-2]。

本文主要分析 DEM 在水下地形中的应用,以长江下游江阴丁坝为阐述对象,通过对长江河道水

下地形测绘成果的对比分析,掌握水下地形的变化规律与趋势,做出相应的应对措施,为江堤及节点控制工程丁坝的维护和安全提供数据参考,同时以点带面地诠释 DEM 在描述水下地形演变中的重要作用。

1 丁坝地理区位

长江江阴段西起与常州交界的老桃花港,东至与张家港交界的陆家庄,全长 35 km。由于江阴长江南岸临江山体基岩露头,无山体段地表以下土质坚硬,在 20 世纪 80 年代后,人工护岸工程的加强,

收稿日期:2020-09-23

作者简介:王淑兰(1972—),女,工程师,主要从事长江河道工程建设与管理工作。E-mail:869210084@qq.com

河道主流趋于稳定,长期保持少变的趋势。尤其是江阴桃花港段长江水道主流偏南,深泓紧靠南岸一侧,岸线微向江内凸起,水面在此收窄、水流变急,河床易遭洪水的冲刷,此处建有人工节点丁坝控制调整水流,和下游鹅鼻嘴节点一起有效控制了长江主泓的摆动和走向,使江阴段长江河势基本稳定。

2018年丁坝处桃花港1.5 km长江河道被定为Ⅲ级崩岸险情监测预警段,每年须组织开展江阴桃花港1.5 km长江河道Ⅲ级崩岸险情预警监测工作。长期水流的冲刷和往来船只的影响,因水下地理条件的不同,造成的河沙沉积及对河道堤防的冲刷状况也不尽相同。

通过2013年、2016年2个年度的数据的DEM模型计算与分析,阐明水下地形监测的必要性与丁坝对水下地形的影响。

2 数据与分析

2.1 数据格式说明

水下数据采用DGPS+测深仪+潮汐改正,组合成数据采集工具,平面坐标系为1954北京坐标系,高程基准为1985黄海高程,为了数据分析的准确性,所测得数据不进行任何内插值。原始数据记录格式通过ArcGIS软件中的Tin模块,实现水下地形的数字化模拟。

数据提取2013年10月和2016年12月水下地形测量成果进行对比分析,数据横断面点间距为20 m,断面间距为40 m。建立DEM分析该段水域的河床泥沙冲刷与淤积、坡度、河床粗糙度等方面的变化情况,建立丁坝区域水下倾斜栅格图,可见河底“深槽”。

2.2 泥沙冲刷与淤积变化

可以通过2期DEM数据的栅格运算来分析泥沙的冲刷与淤积,判断河床未来演变方向以及上下游防洪安全,分析河床的演变态势。

由于丁坝的存在改变了原有的水动力外部条件,至2016年12月沟脊长度超200 m,沟底最宽处约200 m。通过2次DEM栅格计算,在丁坝坝头长江侧河底地形变化较小,2个年度高程值相近,趋于稳定,沟脊处变化较大,冲刷位置向上游移动。“深槽”处纵断面显示纵向冲刷线平均向上游移动约8.3 m,纵轴同一数值明显向左移动(上游);横断面数据显示“深槽”向江岸侧移动大约2.0 m以上,沟逐渐变窄、变深。

2.3 坡度变化分析

坡度是用来描述河床地形变化起伏的一系列数值,与河沙的淤积、流失相关联。坡度数值越大,数值之间变化越大,说明河床越陡峭,水流动力等各方面因数复杂;反之则河床平缓稳定,水流也相对平缓,对河床、堤岸等影响较小。

通过2年数据对比如表1,该区域 $0^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 为主要地势,合计占比80%以上,地形连续变化较大,对比数值主要变化在 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 和 $5^{\circ} \sim 12^{\circ}$,变化主要发生在“椭圆形”区域内(深槽附近)。“深槽”江岸方向,即丁坝区影响域内,坡度为 $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$,该地形对长江堤岸、河床等周边环境的影响较小; $2^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 变化量最大,正是河床土壤分离和淤积的主要区域;丁坝尽头长江方向坡度在 $22^{\circ} \sim 27^{\circ}$ 区域内,变化数值不大,但需注意后期的观测数据。

2.4 河床粗糙度变化

地面粗糙度是指在某个区域内,栅格表面积与其投影面积之比,是反映地表形态的一个宏观指标,是水下地形表达的参数之一,也是河床稳定性参考因子之一,粗糙度越大意味地貌表面越粗糙^[3]。

粗糙度通过地形的栅格坡度值可以计算出,公式如下:

$$M = 1 / \cos(\beta \cdot 3.14159 / 180) \quad (1)$$

式中, M 为粗糙度, β 为栅格坡度值,在ArcGIS中,通过提取坡度得到的值是角度,而计算默认的角度值是弧度值,所以在计算时必须把角度转为弧度^[4]。

使用ArcGIS中栅格计算器,输入 $1 / \cos$ (“坡度栅格” $\times 3.14159 / 180$),得到2013年和2016年测量区域栅格粗糙度数据,最大值分别为1.16597、1.17419,最小值均为1。由数值分析结合坡度图可知,水下地形粗糙度在缓慢增加,栅格的粗糙度可能会随水下地形采样点的密度不同而不同,可以看出栅格表面的粗糙程度缓慢变化,和DEM栅格运算得出冲刷和流失区域相符。

2.5 DEM在长江水下地形中的分析结果

冲淤变化:用丁坝2期的水下地形数据作对比分析,对河床泥沙的流失与淤积的统计、计算、分析,可以看出沿丁坝方向侧水下地形有缓慢的变化,水下冲刷槽缓慢向上游移动。

坡度分析:可以看出水下地形坡度变化主要在 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 、 $5^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 这两个较平坦的区域,其余坡度范

(下转第72页)