

基于 BIM 技术的堤防工程信息系统建设

何学源, 李 益*, 任林丽, 高 健, 王晓娟

(南京市滁河河道管理处, 江苏 南京 210044)

摘要: 为了解决现阶段堤防工程管理中存在的信息采集困难、共享能力差、管理效率低等问题, 引入 BIM 技术, 将其作为堤防工程信息开发利用的一个重要载体, 构建了基于 BIM 技术的堤防工程管理系统, 并对系统的总体设计、主要功能和关键技术进行了阐述, 可为堤防工程的标准化和现代化管理提供参考。

关键词: BIM; 堤防工程; 信息系统

中图分类号: TV698.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2018) 09-0047-06

Construction of embankment engineering information system based on BIM Technology

HE Xueyuan, LI Yi*, RENG Linli, GAO Jian, WANG Xiaojuan

(Chuhe River Management Office of Nanjing, Nanjing 210048, Jiangsu)

Abstract: In order to solve the problems of difficult information collection, poor sharing ability and low management efficiency in embankment engineering management at present, the BIM technology was introduced as an important carrier for the information development and utilization of embankment engineering. The embankment engineering management system based on BIM technology was constructed, and the overall design, main functions and key technologies were expounded, which could provide reference for the standardization and modernization management of embankment engineering.

Key words: BIM; embankment engineering; information system

堤防工程与其他水利工程不同, 属于“线性工程”, 分布较为连续、狭长, 管理范围大。当前, 受管理机制、人力、物力等因素的影响, 堤防工程管理中暴露出的问题也比较突出, 主要表现为: 堤防工程信息采集较为困难, 其运行维护、监测检查、质量隐患等信息不能及时共享, 主管部门不能及时准确了解堤防当前的运行状态, 无法实现动态管理, 不能及时发现和有效解决问题, 总体上管理效率低, 与水利工程管理现代化要求不相匹配。因而, 针对堤防运行管理现状, 因地制宜地推进水利工程信息化管理系统建设, 是堤防工程运行

管理标准化和现代化的必然要求。

1 堤防管理信息化

信息化系统建设主要围绕信息进行, 包括信息的采集、筛选、处理、传递、存储、开发利用等一系列过程。堤防的日常运行管理主要包括检查与检测、养护与维修、管理设施养护维修、安全管理等主要过程。其中, 检查与检测是信息系统的前端, 对应信息的采集、筛选、传递等过程; 养护与维修和安全管理等过程更多的是在信息获取进

收稿日期: 2018-07-10

基金项目: 南京市水务科技项目 (2016004)

作者简介: 何学源 (1963—), 男, 主要从事水利工程管理工作。

通讯作者: 李益 (1986—), 男, 工程师, 主要从事水利工程管理和安全评价工作。

一步处理决策的基础上进行的,可将此过程理解为信息的处理与开发利用。因此,堤防管理信息系统构建过程可分为两部分:一是信息的采集与筛选;二是信息的处理、开发利用、存储和传递。

近年来,随着网络技术、空间信息技术、无线通信技术、多媒体技术和虚拟现实技术的结合^[1-5],使得无线移动信息服务平台的产生成为可能。移动信息服务平台主要由移动硬件设备、全球定位系统、地理信息系统、可以接入到网络GIS的无线通讯设备组成。平台具有移动性、动态(实时)性、对位置信息的依赖性、终端多样性等特点。因此,建设基于移动终端的巡查应用系统为现有堤防管理中存在问题的解决提供了新的思路。通过导航定位、移动GIS、4G网络等先进技术,解决目前巡查信息化工作中存在的弊端,可进一步加强对巡查队伍的管理及巡查任务的监督。

巡查系统为信息的收集与传递提供了便利,在获取信息之后需要对信息进行筛选、整理、加工利用、存储等一系列操作。现有做法是依据工程师的专业知识和以往施工经验,将实际测量数据与国家和行业规章规范进行对比,据此来判断堤防当前的运行状态和问题的类型,并在纸质档案中进行记录。上述做法存在诸多弊端:由于个人工作经验和专业背景的限制,难以全面判断问题,主观性大,管理决策缺乏公信力;在进行数据对比时,需要翻阅大量的纸质文档,费时费力,时效性差,工作效率低;信息价值难以充分挖掘,重复进行数据数值的对比,未对以往数据进行数据挖掘,信息价值流失;难以实现远程传输共享,纸质文件不易保存,容易损毁。BIM技术的出现,为工程数据信息的挖掘利用和传输共享开辟了新的途径,其以三维数字模型为载体,将物理模型映射到数字模型,并借助于无处不在的移动网络打通二者的连接线路,为数据信息的发掘利用创造有利条件。

2 基于BIM的堤防管理系统

2.1 BIM技术概述

BIM(Building Information Modeling)即建筑信息模型,它是以建筑工程的各项相关信息数据为模型的基础,进行建筑模型的建立,通过数字信息仿真模拟构筑物所具有的真实信息,具有可视

化、协同性、模拟性、优化和出图等技术特点,可应用于建设工程管理的各个环节。

BIM技术于20世纪70年代首先在美国被提出。进入21世纪,随着电子信息工业的迅猛发展,BIM的应用在工业化国家得到广泛推广。统计数据表明:80%以上的美国建筑300强企业都已经在应用BIM技术进行项目设计和工程管理,欧美和日本等工业化国家也已先后出台了BIM技术实施的国家标准。

我国的BIM技术应用尚处于起步阶段,但国家已经明确提出将加大对BIM技术研究的支持力度。住建部在《2011-2015年建筑业信息化发展纲要》中明确指出要加快推广建筑信息模型(BIM)技术和基于网络的协同应用技术,改进传统生产与管理模式,提升生产效率和管理水平,在国际标准的基础上逐步构建符合我国实际的BIM技术标准规范

2.2 系统总体设计

系统建设的目的是以BIM三维数字模型为载体,将水下地形、地貌、流态流场和地形扫描等信息融合到三维模型构件中,并借助于系统动力学、概率学、大数据理论等数学知识,自动查询对比数据库中时间维度、区域纬度、类似工程维度等资料,以“所见即所得”的形式在三维模型中直观展示潜在的问题,为防洪减灾、水文分析、管理维护等工作提供全方位立体决策支持,降低工程运营管理成本,提高工程管理效率。系统总体框架如图1所示。

2.3 系统具有的主要功能

(1) 堤防监测预警

堤防监测项目包括变形(外部变形及内部变形)、渗透压力、渗流量、结构(涵闸、防渗墙或防洪墙等)应力应变、环境特征(包括江水位、气温、雨量等)、浸润线或地下水位、堤身土含水量等。顺沿河道走向,在堤防对应部位埋设渗压计、自动倾斜仪、应力和位移等传感器,为河道堤防添加“神经网络”,借助于虚拟现实技术将其观测数据实时显示到模型中,实时感知堤防当前的“生理状态”,为突发事件预警。

(2) 数据挖掘利用

对易出现滑坡、渗漏的部位,利用大数据技术,对历史同期的观测资料进行数据挖掘,借助于力学和数值模拟知识,模拟不同工况条件下,可能出

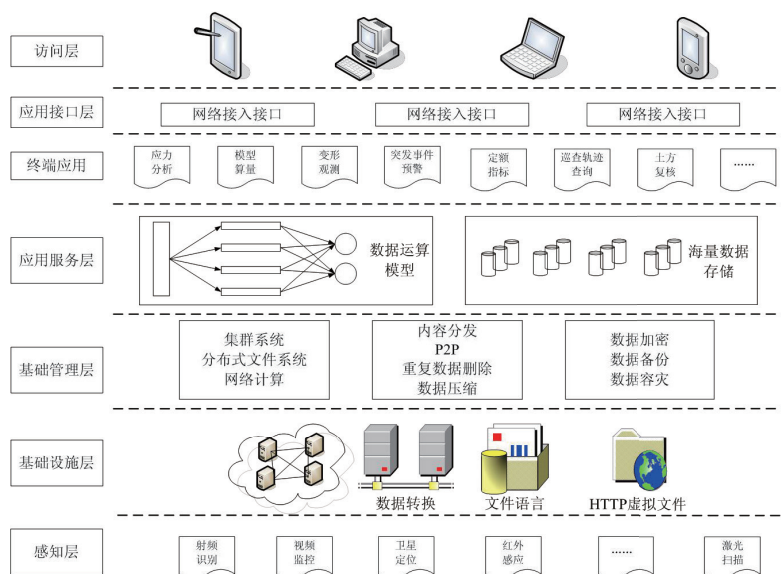


图1 系统总体框架图

现的突发状况,并以虚拟现实的形式展示滑坡的过程,为可能出现的险情做好准备,将以往的被动式应对改为主动式防御,最大程度的避免灾情的发生。

(3) 成本测算

堤防管理维护成本的测算大多依靠工程经验或相关案例,借助于BIM与云计算可实现对预算的科学编制。通过中性数据接口将BIM模型转化为算量模型,依靠云计算强大的计算能力,将计算工作从本地转移至云端,由原来的串行计算改为并行计算,大大提升计算效率;基于云计算和大数据技术,能够从海量互联网资源和以往工程案例中采集相关数据,在经过数据清洗和转换后存储到数据仓库中,通过数学建模和数据挖掘,分析提炼出真实准确的价格信息和定额指标,为组价工作提供准确及时的信息支撑;通过提取BIM模型中各构件的时间信息、工序信息、区域位置信息等,可快速高效拆分汇总实物量和造价的预算数据,实现时间维、工序维和区域维的多算比,为进行成本管控提供数据支撑。

(4) 安全评价

检核系统中,安全评价模型是其重要组成部分^[6]。有了安全评价模型,才能根据监测数据评价堤防的安全。而安全评价的可靠性不仅依赖于监测数据的准确性,更取决于评价模型的合理性。综合各方面的考虑,建立定性定量相结合的综合评价指标,在此基础上,利用神经网络、蚁群、贝

叶斯网络等数学算法对工程运行状态进行综合评价,确保工程的安全运行。

(5) 施工方案比选

在进行日常管理维护招标时,需要对多种方案进行优选。在虚拟的三维场景中,可以实时地切换不同的方案,在同一个观察点或同一个观察序列中感受不同的施工过程,有助于比较不同方案的特点与不足,以便决策。利用虚拟现实技术能够对不同方案进行比较,而且可以对某个特定的局部进行修改,并实时地与修改前的方案进行分析比较。利用BIM技术建立建筑物的几何模型和施工过程模型,可以实现对施工方案进行实时、交互和逼真的模拟,进而对已有的施工方案进行验证和优化操作,提高施工方案的实用性。

2.4 系统关键技术

(1) BIM模型轻量化

基于HTML/WebGL技术的BIM模型轻量化Web浏览技术更契合技术发展方向,Autodesk的View and Data API技术的推出,进一步降低了对BIM模型预处理难度,使得基于HTML/WebGL技术对BIM模型的Web浏览、分享以及协作更简单。

(2) 数据挖掘

大数据挖掘是从体量巨大、类型多样、动态快速流转及价值密度低的大数据中挖掘有巨大潜在价值的信息和知识,并以服务的形式提供给用户。

(3) 云计算

云计算是一种基于互联网的计算方式,通过这种方式,共享的软硬件和信息资源可以按需提供给计算机和其他终端使用。作为新一代的计算方式,云计算为 BIM 技术深入和扩展应用提供了新的方法和工具。将 BIM 与云计算技术进行集成,利用云计算在大规模计算和数据存储等方面的优势,将 BIM 应用转化为 BIM 云服务。基于云计算强大的计算能力,将 BIM 应用中计算量大且复杂的工作转移至云端,提升效率;基于云计算大规模存储能力,用户的 BIM 模型及其相关的业务数据能够同步至云端,方便随时随地的访问与协作共享;此外,将 BIM 应用转化为 BIM 云服务,云计算使得 BIM 技术能够走出办公室,用户可在现场通过移动设备随时连接云服务,及时获取所需的 BIM 数据和服务等。

(4) 虚拟现实技术

虚拟现实技术也称之为虚拟环境或虚拟真实环境,是一种集先进的计算机技术、传感与测量技术、仿真技术、微电子技术等为一体的三维环境技术。利用虚拟现实技术,可产生逼真的视、听、触、力等三维感觉环境,形成一种虚拟世界。虚拟现实技术是人们运用计算机对复杂数据进行的可视化操作,与传统的人机界面及流行的视窗操作相比,虚拟现实具有沉浸感、交互性、构想性等特点。

2.5 系统的应用

BIM 是先进的信息处理工具,BIM 技术的核心是对工程建筑物的三维数字化,能够使参与人员更直观、便捷地获得模型所承载的信息。本文以滁河南京段最大分洪道—马汊河为例,简述 BIM 系统的建模过程。

(1) 参数化模型构建

根据马汊河河道堤防平面设计图纸以及竣工图断面图纸,利用三维参数化建筑设计软件 Revit Architecture,构建马汊河河道堤防三维模型,模型族组成及族环境如图 2 所示。

河道基础模型:基于公制体量族环境构建河道基础模型,具体参数包含河道基础土层、左右两岸背水坡护坡、一至三级马道、排水沟、护脚等。针对二、三级马道以及混凝土护坡下的碎石垫层、石灰土等,进行专门体量建模。河道基础模型族示意图如图 3 所示。

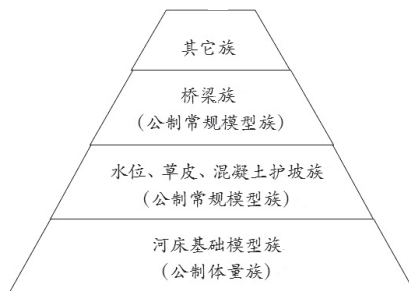


图 2 模型族组成及族环境

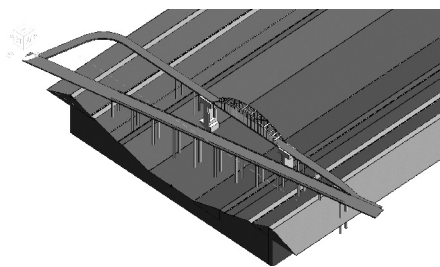


图 3 河道基础模型族示意图

信息参数化设计族:针对迎水坡草皮护坡、运行水位以及混凝土护坡模型,采用公制常规模型族环境分别构建了草皮护坡族、水位族、混凝土面板族,便于后期专门进行信息参数化设计。

桥梁及其它族:针对沿河的部分路桥进行简单的模型构建。为使模型更贴近实际情况,对护坡防护林、道路指示牌、堤防警示牌以及其他附属设施进行模型构建。

(2) 堤防信息参数化设计

参数化是 BIM 设计的重要思想,主要包括图元参数化和参数引擎 2 个层面。

在堤防参数化模型构建基础上,结合河道堤防信息化的运用需求,将堤防模型的图元参数信息、巡查监测信息定义到族参数中。其中模型的图元参数信息包括河道图元的构造尺寸(如一至三级马道宽度)、排水沟尺寸、护坡厚度、设计宽度等以及河道各个构件的材质。巡查监测信息包括护坡及草皮破坏面积、运行水位以及混凝土裂缝等。

在模型族中创建相应的图元族参数以及巡查监测信息族参数,并通过在参数公式中编辑布尔运算,实现堤防监测信息的自动判别并关联到模型文字中、堤防的运行状态及时显示在模型中。堤防信息模型族构建完成之后,将模型族载入到马汊河堤防建筑模板中,并对项目基础信息进行设置,可得马汊河堤防参数化信息模型。

(3) 系统可视化设计

建立了马汉河堤防模型后,通过信息化巡查系统,将检查人员的数据输入预先设定好的族参数里,以实现模型与信息动态关联,及时了解堤防的检查结果,运行状态,做到管理信息的可视化、动态化。

BIM模型最基础的应用是设计效果可视化。不同于以往的2D平面图,BIM最大的一个特点就是附带各类信息的建筑3D模型,可以直接传达最直观的视觉效果,更容易对建筑物整体构造进行把握,更容易发现问题,真正做到所见即所得。马汉河河道堤防典型断面BIM模型剖面图如图4所示。

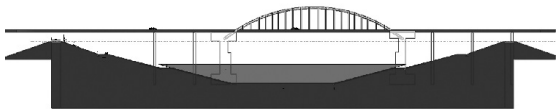


图4 马汉河河道堤防典型断面BIM模型剖面图

利用软件自带的漫游功能,通过漫游路径,相机视角设置,可以实现对堤防任意位置任意视角的模拟巡查,便于巡查检测人员预先规划巡查路径,做到安全隐患之处重点检查,保障堤防安全长久运行。堤防巡查漫游图如图5所示。

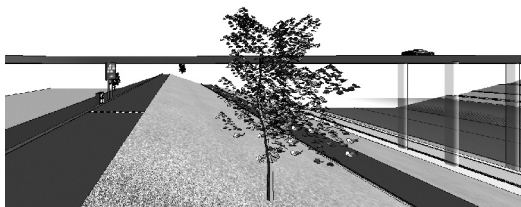


图5 马汉河堤防巡查漫游示意图

针对堤防运行管理过程中的运行状态问题,对河道水位模型进行了设计。在水位模型族参数中输入不同的运行水位 H ,模型将更新水位高程,并根据水位是否超过临界值,显示“正常,预警(已超过警戒水位),危险(已超过保证水位)”三种运行状态,分别以绿、橙、红三种醒目字体加以区分,使得实际观测信息能够在模型中显示出来,并自动判别水位运行状态。

堤防检查维护工作是保障堤防长期安全运行的基础。混凝土护坡是堤防防渗的主要屏障,因此及时了解混凝土护坡的运行状态,检查混凝土护坡是否存在破坏情况,便于管理人员掌握混凝土护坡的运行状态,并及时进行维护整修。

通过在混凝土护坡族中创建混凝土状态参数(如裂缝个数、混凝土超宽裂缝个数),并通过布

尔算法设计,对检测输入的信息进行判别,从而在模型中直接关联显示混凝土护坡的运行状态,包括“正常、轻微、严重(存在渗漏危险)、危险(急需维护修理)”四种状态。

此外,对迎背水坡的草皮护坡族进行设计,在族参数中创建草皮破坏面积(包括生物破坏等)参数。根据巡查系统检查的结果,将信息输入族参数中,生态草皮模型将根据预先设定的布尔算法,将草皮护坡的检查结果显示在模型中,包括“正常、轻微、严重破坏(急需维修)”三种状态。

基于BIM模型的堤防信息管理系统,通过族参数设置,将堤防信息与三维模型动态关联。通过族环境中布尔语言设置,将堤防巡查系统数据与三维模型关联,并自动判别堤防的工作状态。整个设计过程遵循参数化、数据化和可视化紧密结合的原则,最终实现了马汉河堤防参数化信息管理,提高了马汉河堤防信息化综合管理水平。

3 结语

在堤防工程管理中,传统的信息采集模式需要耗费大量的人力、物力、财力。同时由于人为操作的原因,信息失真、滞后现象较多。此外,传统的依靠文字和二维图纸来记录信息的方式,不便于存储、占用空间大、容易损毁、难以实现远距离传输与共享。对于堤防工程,从工程建设到竣工验收再到运行管理,整个过程涉及大量的信息。传统的信息处理方式难以为堤防标准化管理提供服务,因而迫切需要信息化手段作为支撑。BIM技术在很大程度上契合了堤防工程管理信息化这一需求。本文针对堤防管理标准化信息系统构建的需求,引进BIM技术作为信息化建设的工具,提升堤防运行管理过程中信息采集的效率和质量,同时借助于大数据理论和云计算技术,充分挖掘数据信息所蕴含的价值,构建基于BIM技术的堤防工程管理信息系统,为管理部门决策提供技术支持,提升堤防安全运行管理水平,加快推进堤防运行管理标准化和现代化进程。

参考文献:

- [1] 钟永,杜文印.河道数字化关键技术研究及应用[J].水利信息化,2015(05):17-21.
- [2] 赵峰,韩汝春.水利工程视频监控系统建设与技术支

- 撑 [J]. 水利信息化, 2012 (05):53-57.
- [3] 吴德彬. 滑坡演化过程的三维视景仿真与控制研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2013.
- [4] 黄可谈. 金华市全面推进水利工程标准化管理的对策建议 [J]. 中国水利, 2016 (16):29-31.
- [5] 刘敏. 广东省堤防巡查细则要点解读 [J]. 广东水利水电, 2016 (09):52-55.
- [6] 周小文, 包伟力, 吴昌瑜, 等. 现代化堤防安全监测与预警系统模式研究 [J]. 水利学报, 2002 (06):113-117.

