

基于三维建模技术的槎滩陂水利工程数字保护研究

王姣^{1,2}, 刘颖¹, 彭圣军^{1,2}, 钟变¹

(1. 江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029; 2. 江西省水工安全工程技术研究中心, 江西 南昌 330029)

摘要:建筑物三维模型较为真实地展示了建筑形体的各组成部分, 给人一种更为直观的感性认识. 本文以泰和县槎滩陂古代水利工程为例, 在完成特征数据采集的基础上, 综合利用 AutoCAD 强大的图形绘制、编辑功能和 3DMax 完善的三维模型构建技术, 建立了槎滩陂水利工程的三维模型, 并将三维模型导入 Lumion 中进行渲染编辑, 进一步实现三维动画漫游. 文中所构建的三维模型可为水利遗产的宣传和数字保护工作奠定基础.

关键词:三维建模; 槎滩陂; 数字保护

中图分类号:TV39

文献标识码:A

文章编号:1004-4701(2018)04-0265-05

0 引言

古代水利工程是先辈们伟大创造和聪明智慧的结晶, 同时也是我们研究古代水利工程相关历史、文化、艺术和科学技术发展极其重要的实物资料. 对古代水利工程等遗产保护一般主要以文字、图、表等形式进行存档保护, 这种传统的存储保护方法不仅数据量大, 占用较大的空间和人力资源, 而且不易反映古代水利工程本身的真实效果, 更不利于水利文化知识的宣传推广. 随着现代信息技术的不断发展, 数字技术逐渐渗透到我们的日常工作和生活中, 而如何把这些新技术应用于古代水利工程保护是遗产保护工作的重要研究内容.

我们选取泰和县槎滩陂古代水利工程为例, 采用全站仪和手持 GPS 对槎滩陂工程及其周围地形等基础数据进行采集, 再将数据导入 AutoCAD 中形成建筑物的线框图及不同时期灌区平面线框图, 并通过 3DMax 软件完成三维模型的构建, 最后将三维模型导入 Lumion 进行动漫编辑, 以实现槎滩陂水利工程及周边区域的三维动画漫游, 通过全景动态的三维动画对槎滩陂古代水利工程进行完整的展示. 这种将三维建模技术应用于古代水利工程的数字保护研究在我省尚属首次, 这有利于我们了解槎滩陂古代水利工程历史变迁的过程及不

同时期水工建筑物的工程特性, 以及在历史变迁的过程中槎滩陂古代水利工程的功能、环境、自然形态形貌的演变规律等.

1 相关软件技术平台

近年来, 三维数字技术的发展让建筑物的表现形式更直观、更丰富. 实现建筑物三维建模的方法有多种, 如 3DMax、LightWave、Solidworks 等^[1], 由于 AutoCAD 具有强大的图形绘制和编辑功能, 可以实现多种图形格式的转换^[2], 3DMax 具有丰富的造型工具、材质贴图等, 可以制成效果好、直观、逼真的模型, 以 AutoCAD 和 3DMax 技术相结合的方式构建三维建筑模型具有广泛的应用前景. 如今, 随着计算机辅助设计 (CAD) 在工程建设中的广泛应用, 水利工程三维模型构建越来越受到工程技术人员的重视, 由此也促进了水利工程的三维动画发展^[3].

1.1 AutoCAD

AutoCAD 是 Autodesk 公司首次于 1982 年开发的自动计算机辅助设计软件, 可用于二维绘图、设计文档和基本三维设计, 具有良好的用户界面, 可通过交互菜单或命令行方式进行各种图形绘制操作. AutoCAD 以其完善的图形绘制和编辑功能, 良好的图形格式转换和

收稿日期: 2018-05-28

项目来源: 江西省水利厅水利政策研究课题 (2016007), 水利部鄱阳湖水生态环境研究中心开放基金项目 (KXKT201509, ZXKT201703).

作者简介: 王姣 (1978-), 女, 硕士, 高级工程师.

数据交换功能,可满足多种用户的需求,已被广泛用于机械、建筑、水利等行业^[4]。

1.2 3DMax

3DMax 是 Autodesk 公司开发的基于 PC 系统的三维动画渲染和制作软件,其功能丰富,操作简单,已广泛应用于广告、游戏、影视、建筑设计等行业中。3DMax 内含丰富的模型制作工具和材质编辑器,可以制成直观、逼真、效果好的三维立体模型,对于复杂的细部结构,同样可以构建多样化的复杂模型,功能强大。

1.3 Lumion

Lumion 是由荷兰 Act-3D 公司开发的 3D 可视化工具,可广泛用于建筑、规划和设计等领域,其优势在于可以快速生成画质优秀的图像,更为重要的是可以通过虚拟现实场景,渲染出效果逼真、高清的图像和视频^[5]。Lumion 自带包括木材、金属、玻璃、地砖等多种材质的材质库,也有包括声音模型库、自然模型库、室内外模型库等多种模型素材库^[6],这为设计人员渲染模型效果提供了极大的便利。

2 建模流程

综合运用 AutoCAD 和 3DMax 进行建筑物三维建模的整体流程为:建筑物特征数据的采集→数据导入 AutoCAD 并结合 Auto Lisp 软件生成建筑物线框图→导入 3DMax 形成三维模型→纹理映射→模型输出,详见图 1。

2.1 数据采集

基础数据的采集,包括平面数据、高程数据和纹理数据等^[7-9]。本次主要利用全站仪和手持 GPS 对建筑物的特征参数进行采集,确保建筑三维模型构建的真实性。数据采集的主要工作内容有现场勘查、布设测量控制点、控制测量以及建筑物特征点测量。现场勘查主要是掌握建筑物的走向、轮廓及结构、周边环境等基本情况;控制点的布设要使测量范围能覆盖建筑物及周边环境,同时保证任一控制点和至少两个其他控制点可以通视;控制测量一般包括平面控制测量和高程控制测量,其目的是为了布设高精度的控制网,获得高精度的控制点坐标^[10]。

2.2 建筑物线框图生成

将采集到的数据导入到 AutoCAD,利用 Auto Lisp 语言编写的程序进行建筑物特征点的自动展点和初步连线,从而生成建筑物的线框图。建筑物特征点的代码采用“四位编码法”,其中前两位代码代表建筑物构件名称,常用首字母表示,如 TJ 为台阶;第 3、4 位编码是

连线码,是点的连线顺序和线条类别,如第 3 位中的 B(begin)、E(end) 分别表示连线的起点、终点,第 4 位中的“1”、“2”、“3”分别代表直线、圆弧、样条线^[11]。

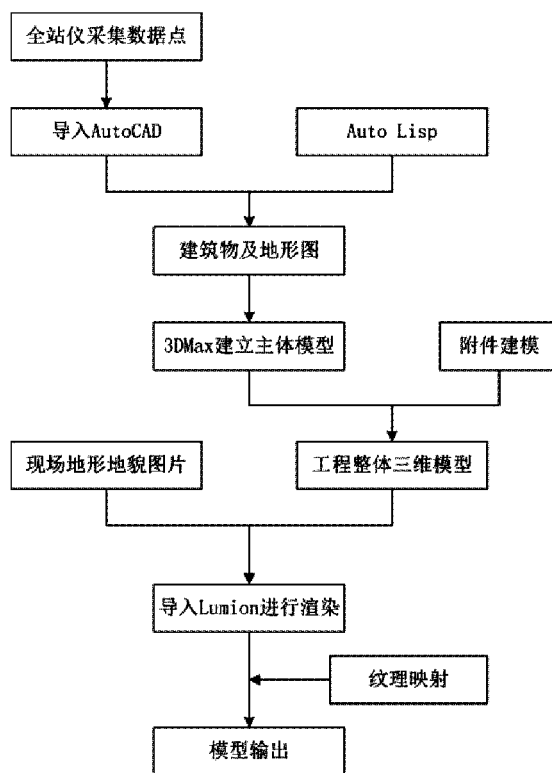


图 1 基于 AutoCAD 和 3DMax 的三维建模流程

2.3 三维模型的构建

在将 AutoCAD 中生产的线框图 DWG 文件导入 3DMax 之前,需要对 3DMax 进行单位的设置,以保证 3DMax 系统单位比例和显示单位比例一致,一般均设为毫米。建筑物线框图导入 3DMax 后,首先对所有图形进行重组并旋转到合适位置,以消除导入的线框图与视图之间形成的交角,有助于线框图导入后的编辑和建模操作。

3 槎滩陂水利工程三维建模

3.1 工程概况

槎滩陂水利工程位于江西省泰和县禾市镇桥丰村委槎滩村畔,座落于槎滩村旁的禾水支流牛吼江上,为南唐监察御史周矩父子所建,是一座拥有千余年历史的古代水利工程,至今仍灌溉泰和与吉安两县 4 个乡镇约 5 万亩粮田,堪称“江南都江堰”。通过对槎滩陂水利工程的资料梳理,其历史演变情况详见表 1~2。

表 1 槎滩陂古代水利工程不同时期概况

时间	建筑物	筑坝材料	长度/m	高度/m
南唐时期及宋、元朝	大坝	木桩、竹条、土、石等	300.0	0.66
	碛坝	木桩、竹条、土、石等	100.0	不详
明、清朝	主、副坝	土石结构、条石	维持原尺寸不变	
民国 4 年~27 年	主、副坝	条石、桐油、石灰砂浆		
1952 年	主坝	混凝土	105.0	4.7
	副坝	混凝土	177.0	4.1
1983 年至今	主坝	表层增设混凝土保护层	105.0	4.7
	副坝	表层增设混凝土保护层	177.0	4.1

表 2 渠道建设过程

时间	主要建设项目	渠道长度/km	渠道数量	灌溉面积/万亩	备注
南唐时期			36 条	0.90	高行和信实两乡 (现今的禾市和螺溪)
宋朝、元朝					
明朝、清朝					
解放时期				2.50	大约一半流灌一半需借水车提灌
1952 年	新开南干渠	31.00		2.57	
1965 年	新建倒虹吸管、石山干渠	35.00		5.00	泰和、吉安两县的禾市、螺溪、石山、永阳 4 个乡镇农田

3.2 三维建模

Step1 采用全站仪和手持 GPS 对槎滩陂古代水利工程的特征点进行了测量。由于槎滩陂所处地四周树木茂盛,周围环境较复杂,为便于数据点采集,在使用全

站仪时尽量选择便于安放仪器的地方,从而减少村庄房屋和周围树木的遮挡。

Step2 将采集完成的数据经处理后导入 AutoCAD 生成槎滩陂水利工程的线框图,见图 2。

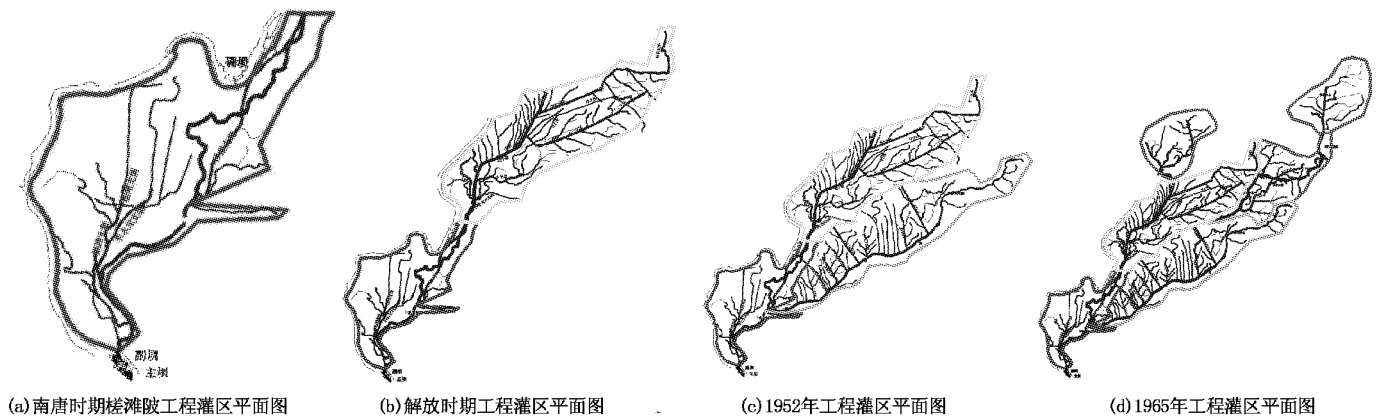


图 2 不同时期工程灌区 AutoCAD 线框图

Step3 导出线框图 DWG 文件并导入 3DMax, 见图 3。

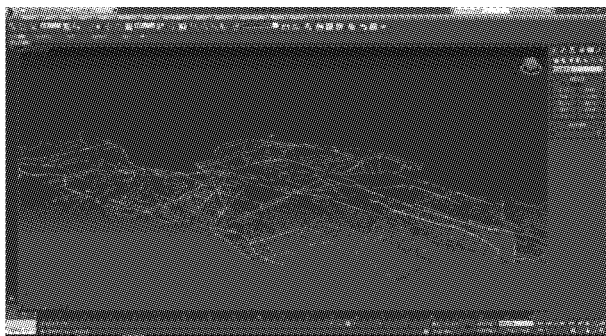
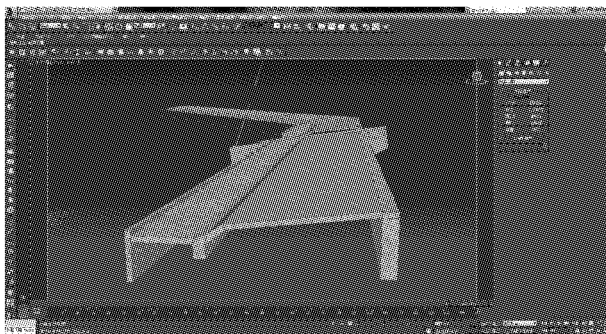
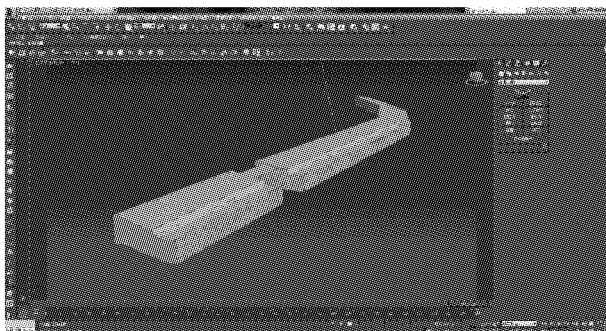


图3 AutoCAD 线框图导入 3DMax

Step4 在 3DMax 中分别对槎滩陂水利工程主坝、副坝、溢洪堰、分水闸等进行三维建模, 见图 4。



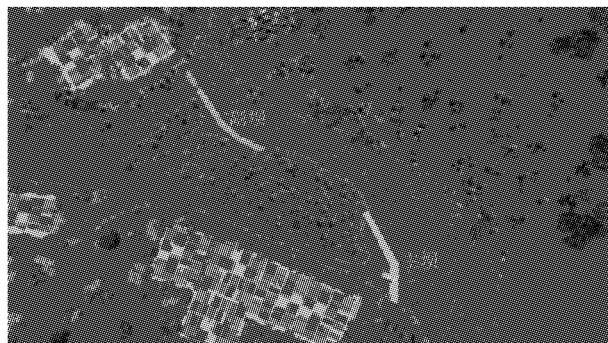
(a) 主坝



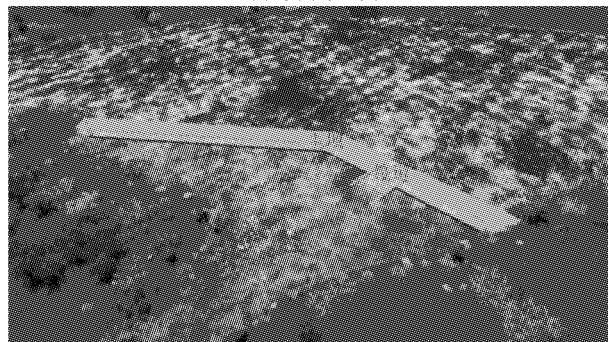
(b) 副坝

图4 三维模型

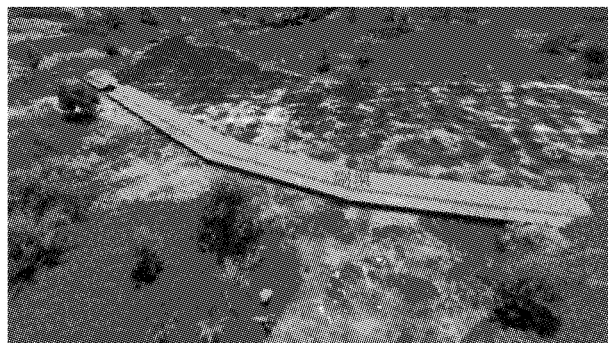
Step5 将 3DMax 中完成的槎滩陂水利工程的整体模型分层导入进 Lumion 中, 再根据现场采集的周边地形地貌, 到相应的材质库中选择合适的材质, 按照建筑物的实际情况将材质赋予到各个建筑物中, 得到与实际情况相一致的模型, 后期再融入环境、灯光、物体、树叶和引人注目的特效等, 形成最终的三维效果图, 详见图 5。



(a) 平面布置图



(b) 主坝三维效果图



(c) 副坝三维效果图

图5 三维效果图

4 结 论

现代信息技术因其强大的数据处理能力已经应用到了各个领域, 包括古代水利工程的保护和开发应用。在我省, 由于古代水利工程信息化方面还比较落后, 还未能充分地体现现代信息技术在古代水利工程保护和开发的巨大作用, 进行这方面的探索和研究, 其意义是显而易见的。

(1) 利用现代信息技术, 收集整理相关数据资料, 统一管理在三维模型下, 可以为古代水利工程的研究和保护工作提供精细的、准确的、工程化的实体模型。

(2) 数字化的三维古代水利工程模型, 可以方便地用于研究、宣传古代水利工程的价值, 而减少对实物的

人为损伤,从而有效处理开发与保护之间的矛盾关系。数字化的三维古代水利工程模型与虚拟现实技术相结合,可以用于旅游开发,进行虚拟展示、拓展旅游产业的经济效益。

(3)精准的三维数字化模型可以替代实物,用于文物价值的研究,精确的三维数据化模型中包含实物最准确的基础数据,增强人们对工程细节的了解。

参考文献:

- [1] 曹兴亮. 利用 AutoCAD 实现三维模型的动态漫游——建筑物三维漫游动画的制作实例[J]. 太原大学学报, 2009, 10(1): 138 ~ 142.
- [2] 王莹莹, 郭文峰, 李锦阳. AutoCAD 3DMAX OpenGL 在计算机辅助机械设计中的应用比较[J]. 微型机与应用, 2002, 21(8): 49 ~ 51.
- [3] B. H. Meeonmck. Visualization in SeientifieComputolg[J]. ComputerGraphics, 1987, 6(1): 5 ~ 12.
- [4] 伊力, 哈木江, 巴图尔. 虚拟现实技术在克孜尔水库中的应用研究[D]. 新疆农业大学, 2013.
- [5] 袁勋, 许超, 包志毅. Lumion 软件在植物景观设计中的应用[J]. 福建林业科技, 2013(4): 114 ~ 116.
- [6] 陈涛, 张鹏, 陈静. lumion 虚拟现实软件在建筑领域中的应用[J]. 科技创新与应用, 2014(16): 243.
- [7] 黄磊, 刘卫军, 李芳. 基于 AutoCAD 和 3DMAX 的某建筑物三维建模[J]. 科学技术创新, 2018(7): 111 ~ 112.
- [8] 娄启业, 程效军, 谭凯. 基于 AutoCAD 和 3DMax 的建筑物三维建模[J]. 工程勘察, 2013(11): 71 ~ 74.
- [9] 张养安, 李俊锋, 杨爱玲, 等. 基于 3DMAX 的虚拟现实三维建筑模型建模技术初探[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(10): 151 ~ 153.
- [10] 顾孝烈, 鲍峰, 程效军. 测量学(第四版)[M]. 上海: 同济大学出版社, 2012.
- [11] 李菊, 刘洋. 基于 3DMAX 和 AutoCAD 技术的建筑三维建模研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2016(5): 185 ~ 186.

编辑: 张绍付

Research on digital protection of Chatanbei hydraulic engineering based on three – dimensional modeling technology

WANG Jiao^{1,2}, LIU Ying¹, PENG Shengjun^{1,2}, ZHONG Xie¹

(1. Jiangxi Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China;

2. Jiangxi Provincial Research Center on Hydraulic Structures, Nanchang 330029, China)

Abstract: Three – dimensional model of the buildings realistically shows the various components of architectural form, and give us a more intuitive perception. Taking Chatanbei hydraulic engineering of Taihe County as an example, after completing the collection of feature data, the three – dimensional model of Chatanbei hydraulic engineering was established by comprehensively using AutoCAD drawing function and the perfect 3D model construction technology of 3D Max. This three – dimensional model was imported into Lumion for rendering and achieving 3D animation roaming. The three – dimensional model constructed in this paper would lay a foundation for the propaganda and digital protection of water conservancy heritage.

Key words: Three – dimensional model; Chatanbei; Digital protection

翻译: 王 姣