

3D数字扫描-3D数字重建-3D打印技术在地质工程教学中的应用

王建秀* 刘笑天 居哲超 殷 尧 吴林波 刘 琦 杨 坪
(同济大学 地下建筑与工程系,上海 200092)

摘要:在地质工程教学中,需要讲授地质体的三维形态与结构特征,而传统的语言描述、图片展示、录影介绍不够直观明了。为充分满足课堂直观教学需求,基于3D数字扫描、3D数字重建、3D打印技术,对野外地质体结构进行扫描、重建和打印,用重建的3D数字模型和3D打印模型表征野外地质体,用于课堂教学的实体展示。

关键词:3D数字扫描技术;3D数字重建技术;3D打印技术;地质工程教学

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1674-9324(2016)42-0160-02

一、引言

地质工程教学中,需要讲授地质体的三维特征及所处的地质构造环境。以往教学中,采用传统的语言描述、图片展示、录影介绍传递相关信息,不够直观明了。为满足课堂直观教学需求,需使用实体模型。而传统的实体教学模型采用厂家定制的笨重的木制或者塑料制品,只能教师展示,无法让每个同学都近距离观看和仔细鉴定,携带不方便,可更新性差。

本文将3D数字扫描、3D数字重建和3D打印技术相结合的“逆向工程”方法引入地质工程教学。在野外工作中,用便携式3D扫描仪采集野外岩体、小规模断层、褶皱等的三维形貌点云数据,在三维建模软件中对其进行3D数字化重建,然后采用3D打印技术,按比例缩小批量打印出相关的实体模型,将教师展示的笨重模型转化为每个同学手中使用的轻巧的小比尺模型,对于提高教学效率、实现参与式教学具有重要意义。

义。

二、地质体三维信息的3D数字扫描

佘山位于上海市西南30公里处,基岩由12座山丘组成,呈北东-南西向延伸。山体以花岗斑岩、花岗闪长岩等浅层侵入岩体为主,本地区断裂构造基本属于压性和压扭性,其展布方向大致可归纳为30—35°/NE, 295—300°/NW以及335—345°/NW三组^[1]。对上海市佘山地区岩体开展了地质体结构的3D扫描工作。采用广州立铸电子科技有限公司生产的K100型手持式非接触被迫式结构光扫描仪。该扫描仪采用投影光栅技术、相位测量技术、计算机视觉技术的三维非接触式测量方式。利用手持式3D扫描仪获取空间坐标、颜色信息,并在Skanect软件中对扫描影响进行预处理,通过修正、降噪、着色等方法建立岩体结构3D扫描模型。得到3D扫描模型通过着色处理后与天然岩体达到较高的吻合度(图1),岩体结构特征可以清晰展现。

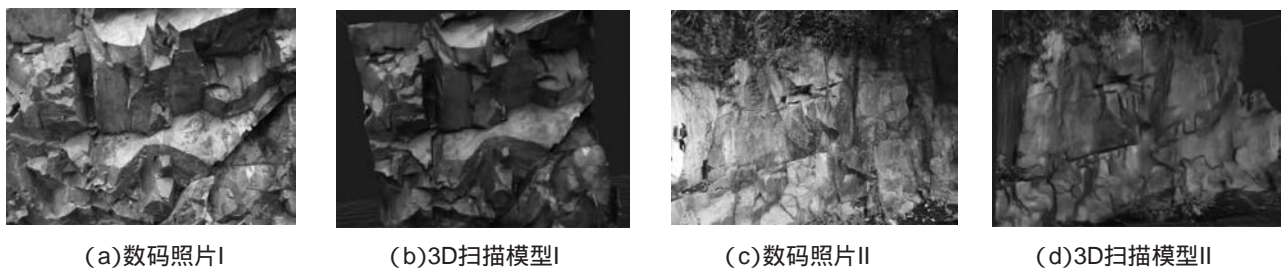


图1 佘山花岗岩野外赋存照片及岩体结构3D扫描模型

三、地质体三维信息的3D数字重建与3D打印

“逆向工程”原本指产品设计技术再现过程,即对

一目标产品进行逆向分析及研究,从而演绎并得出该产品的处理流程、组织结构、功能特性及技术规格

收稿日期:2016-05-24

教改项目:教育部“高等学校本科教学质量与教学改革工程”-专业综合改革试点项目资助(教高函[2013]2号),同济大学实验教改项目(3D扫描-3D打印技术在基础地质实验教学中的应用)及同济大学教学改革与建设项目(“地质学+”虚拟教学体系与竞技虚拟教学App开发)资助

作者简介:王建秀(1971-),男(汉族),吉林双阳人,博士,教授,任教于同济大学地下建筑与工程系,研究方向:地质资源与地质工程。

等设计要素,以制作出功能相近,但又不完全一样的产品^[2]。对于地质体结构而言,不同于基于岩体结构统计分析建立的3D岩体结构模型,地质体结构的“逆向”重建是基于逆向工程原理,采用3D扫描技术逆向获取岩体结构,利用3D数字建模技术与3D打印技术重建3D数字模型与3D实体模型,也是岩体结构研究的一种新手段。

利用Skanect软件处理得到的3D数字模型仅为初步处理模型,要想实现岩体结构分析及精细化描述必须利用专业3D数字建模软件对其开展进一步处理,常用软件包括Geomagic Studio、3ds Studio Max、Rhino等。本文主要采用Geomagic Studio与3ds Studio Max联合建

模,通过对扫描碎片进行剥离、切除,对扫描空洞区进行填补、重建,最终形成完整3D数字模型[图2(b)]。将3D数字模型通过Cura软件进行三维打印分层切片处理和支撑网格划分,通过赋予打印控制参数生成可用于打印的gcode控制文件[图2(c)]。

采用荷兰Ultimaker开源技术生产3D打印机打印岩体结构实体模型。根据三维实体模型水平剖解二维层面信息,利用聚乳酸(PLA)材料在水平方向进行选择涂覆打印,形成单层切片模型,然后通过逐步改变竖直坐标实现多层堆积打印,将切片模型堆积成为三维实体模型[图2(d)]。

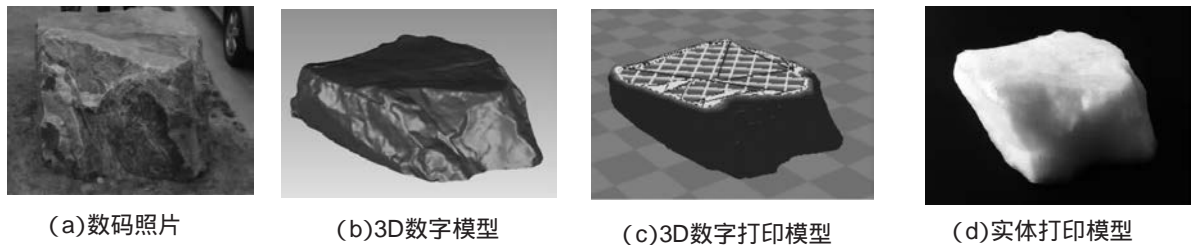


图2 岩体结构“逆向工程”全过程模型图

利用逆向工程原理除了一般局部岩体结构分析外,还可用于隧道开挖轮廓的3D重建分析。采集隧道断面数据和岩体结构3D扫描数据生成海量数据点云,采用Geomagic Studio、3ds Studio Max、Rhino等软件对数据点云进行分析并利用三角网格进行拓扑重建(包括基于Delaunay的方法、隐函数法和区域增长法)。数据点云重建并着色后形成隧道围岩结构3D数字模型(图3),最后通过3D打印技术生成隧道围岩实体模型(图4)。



图3 隧道围岩结构3D数字模型



图4 隧道围岩结构实体模型

四、在地质工程教学中的应用

在研究工作中,本科生采用参加认识实习、毕业设计的方法,参与相关的3D扫描、3D重建、3D打印工程。生成的各种实体模型用于课堂直观的实体展示。

目前,已在地质工程传统野外实践教学中增加岩体结构3D扫描与数字重建环节,让学生自己动手对教学对象开展野外岩体结构3D扫描及3D数字重建。在传统的节理素描、极射赤平投影、玫瑰花统计等岩体结构分析方法中融入新技术,进一步加深学生对于岩体结构的理解。

五、结束语

基于“逆向工程”原理,采用3D扫描技术对天然岩体结构进行扫描,建立3D扫描模型。通过Geomagic Studio、3ds Studio Max等软件重建岩体结构3D数字模型。采用Cura软件对3D数字模型进行支撑网格划分和切片处理,并赋予打印控制参数,生成能够被3D打印机识别的gcode控制文件。最后利用荷兰Ultimaker开源技术3D打印机生成实体模型,用于课堂直观的实体展示,为提升课堂教学效果提供了新的方法和手段。

参考文献:

- [1]吴奕贵,周积元,周振国.上海佘山地区地质构造及岩石力学[J].上海地质,1984,(2):15-16.
- [2]张晓阳.逆向工程技术研究现状及其在工业设计中的应用研究[J].东方文化周刊,2014,(11):168.

Application of 3D Scan - 3D Digital Reconstruction - 3D Printing Technology in Geological Engineering Teaching

WANG Jian-xiu, LIU Xiao-tian, JU Zhe-chao, YIN Yao, WU Lin-bo, LIU Qi, YANG Ping
(College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Geological engineering teachings include three-dimensional morphological and structure characteristics of geologic body. However, the traditional teaching methods, such as language description, image display, video introduces, can't match with current demand. 3D scan, 3D digital reconstruction and 3D printing technologies are introduced to rebuild geologic body's digital model and print entity model used in class.

Key words: 3D scan; 3D digital reconstruction; 3D printing; Geological engineering teaching