

矿山土地复垦规划快速三维可视化技术

丁玉龙

(中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221116)

[摘 要] 我国绝大多数的矿山土地复垦规划还处于二维阶段, 受传统二维矿山复垦规划图单一信息表达方式, 以及昂贵商用软件的限制, 亟需一款能快速展示土地复垦规划三维效果的软件。提出了采用 Sketchup 软件进行矿区土地复垦规划三维可视化的技术。对 Sketchup 实践应用表明, 该软件易于上手操作, 是解决目前土地复垦规划快速三维可视化方案的较好选择。在建立矿区土地复垦规划三维模型过程中, 还可进行地下采矿工作面、巷道模型的建立, 能形成矿区井上下对照的整体效果。利用 Sketchup 建立的三维模型还可与 ArcGIS 体系中的 ArcScene 完美结合, 实现基于 GIS 的空间信息-属性查询、三维可视化展示与应用发布, 使公众能看懂复垦规划, 参与规划。

[关键词] 矿山复垦; 土地规划; 三维可视化; Sketchup

[中图分类号] TD167 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2013) 05-0080-03

Fast 3-d Visualization Technology of Mine Land Rehabilitation Planning

DING Yu-long

(Environment & Surveying School, China University of Mining & Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: Most mine land rehabilitation planning is staying in 2-d phrase. Limited by single information expression pattern and expensive commercial software, fast 3-d visualization software is needed. Applying Sketchup software to making 3-d visualization of mine land rehabilitation was put forward. Application showed that this software was easily operated and was a better selection for solving current land rehabilitation planning. In 3-d modeling mine land rehabilitation, underground mining face and roadway model could be set up, and comparison of surface and underground could be realized. The 3-d model set up by Sketchup could be connected with ArcScene in ArcGIS and realized space information-attribute query, 3-d visualization plot and application publishing, which made the public understand rehabilitation planning and participate in it.

Key words: mine land rehabilitation; land planning; 3-d visualization; Sketchup

矿产资源开采引起的土地破坏和环境污染日益受到社会各界的关注, 矿区土地复垦也已纳入法制化管理。2013 年国土资源部颁布实施的《土地复垦条例实施办法》明确要求, 在办理建设用地申请或者采矿权手续时, 必须提供编制土地复垦方案, 复垦前应根据审查通过的复垦方案进行土地复垦规划设计。土地复垦规划不仅要求考虑土地利用的适宜性、投入产出比、经济、技术、环境可行性等需求, 同时也需要所编制的规划图纸能多视角展示复垦规划的预期效果, 便于公众参与互动决策, 以及后期的工程施工^[1-3]。但是, 目前大多数的土地复垦规划效果图多是基于 AutoCAD, 或一些商用 GIS 软件如 ArcGIS、SuperMap 等制作的二维规划图。这些二维规划图由于表达方式的单一性, 限制了非专业的公众参与认知与土地复垦规划决策^[4-5], 这就要求土地复垦规划与当前日益成熟的三维仿真可视化技术有效地结合起来。由于当前的三维建模技术的复杂性、三维软件的昂贵性, 同时

还需要专业技术人员进行三维建模操作; 此外, 这些操作还需要配置高性能的计算平台。而这些因素正是限制当前土地复垦规划难以采用三维仿真技术进行规划效果展示的主要技术原因。因此, 如何避免以上限制, 低成本、快速地实现土地复垦规划效果的三维可视化展示, 任意旋转、漫游, 增加规划公众认知参与性, 显得非常重要。

Google Sketchup 是一款能适用于快速三维可视化的免费 3D 设计软件。本文以济宁三号煤矿为例, 介绍基于 AutoCAD 和 Sketchup 软件快速实现矿区土地复垦规划效果的三维可视化展示。

1 快速三维可视化技术

1.1 Google Sketchup 软件概述

Sketchup 通过一个图形就可以方便地生成 3D 几何体, 操作简单, 无需进行复杂的三维建模。该软件中共有十大功能, 分别是基本工具模块、注释模块、修正模块、照相机模块、绘制模块、漫游模

[收稿日期] 2013-07-08

[基金项目] 国家重点基础研究发展计划 (973) 资助项目 (2013CB227900); “十二五”国家科技支撑计划项目 (2012BAC10B03)

[作者简介] 丁玉龙 (1975-), 男, 内蒙古巴彦淖尔人, 博士研究生, 主要从事环境评价与规划。

块、沙盘模块、Google 模块、模型设置管理模块以及导入导出模块^[6]。此外,还具有将不同三维模型数据格式互相转换的功能以及三维场景漫游等功能。特别是其与 AutoCAD, Revit, 3DMAX, PI-RANESI 等软件的交互性能强,在三维虚拟可视化设计中它的 ESRI 的插件能够实现与 GIS 的联动交互^[7-9]。基于 Sketchup 土地复垦规划快速三维可视化技术流程如图 1 所示。

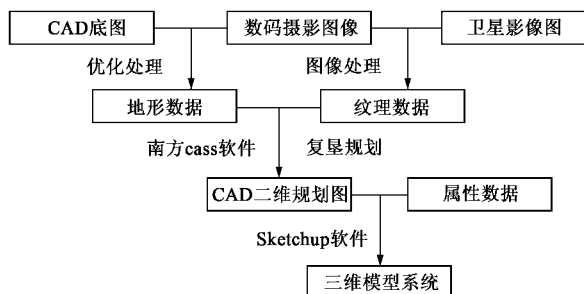


图 1 基于 Sketchup 的复垦规划快速三维表现技术流程

1.2 数据的获取与处理

1.2.1 数据获取

土地复垦规划的地物景观模型可以概括为两大主要特征,一是地物的几何特征,二是地物的纹理特征。前者是构建精确三维模型的基础,而后者是良好可视化仿真效果的保证。

将编制好的土地复垦规划二维 CAD 图作为三维建模基础底图,并根据条件适当获取规划区域航空影像图或高分辨率卫星影像图,以用于纹理制作,满足高仿真可视化的要求。CAD 底图中包括了工矿建筑及其附属设施、开采区、各种巷道、交通路线、管线、水工设施、塌陷坑、塌陷范围及地质地貌的信息,各个地物要素都具有其相应的属性数据,这为以后精确的建模打下了基础。

1.2.2 数据预处理

首先是对 CAD 规划底图的整理。规划底图中数据具有较多的对建模无用的数据,如控制点、标注信息及设计规划区以外的地物标志等。特别是具有太多的碎线和乱线,面线不闭合。这些要素将影响在 Sketchup 中建模的效率,更可能出现异常错误,因此对 CAD 底图的清理是非常重要的、不可缺少的。其次,对纹理数据的处理,一般是通过高分辨率的数码相机拍摄的相片,通过 Photoshop 等图像软件处理后得到地物纹理信息。

1.3 复垦规划地物三维模型建立

三维规划底图的制作需要根据前期设计完成的二维规划图底图上的各类规划要素形成的封闭图斑,如农田、公园、水域、工矿厂房等区域二维对

象。导入时需要注意不同软件所使用的单位应统一。为了确保各类图形的封闭,可在导入 Sketchup 之前,利用 GIS 软件的拓扑分析将规划底图中的各类要素进行面域拓扑纠正,这样可以大大提高底图的制作效率与准确度。在矿区规划模型工作底图上可完成后期详细的三维地物设计。

建筑物、道路等主要地物的仿真性是整个三维规划图效果好坏的决定因素之一。对规划图中道路一般按照整体到局部的原则构建规划图上的各级道路。首先构建规划区中的高级支路,如国道、省道、县道,然后是绘制乡道、田间道路等小路。为了保证所绘制道路的仿真性,一般在绘制好的条带面域上添加道路材质即可完成虚拟仿真修饰。对于大量居民点、工矿建筑物、蔬菜大棚、景观桥,需要进行现场调查楼层的高度、层数、形态特征等信息。另外若能利用照相机拍摄各个建筑物的外观,后期进行照片的贴图,最后形成的三维仿真效果更佳。图 2 所示为创建的部分要素的三维实体模型。

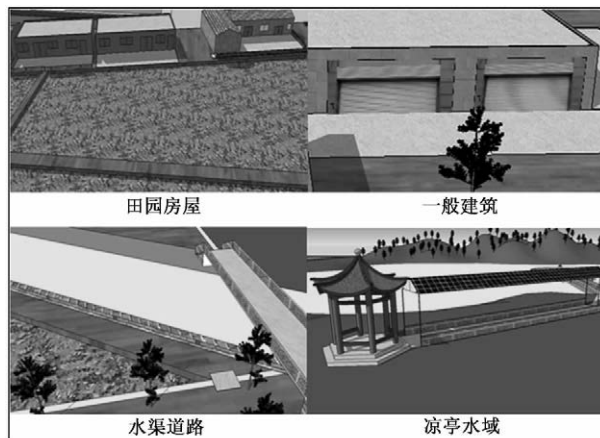


图 2 各种规划地物的三维模型

1.4 三维模型渲染贴图

为建立好的模型添加材质和贴图能够增加模型的质感,使模型变得更为真实美观。首先应建立材质库,在材质浏览器中建立自己需要的材质,并可以对所建的材质的属性进行修改,在材质对话框中可以调整颜色的属性、自定义材质名称,并完成材质的添加。

贴图分为常规贴图、包裹贴图和投影贴图。常规贴图只是针对一个面的贴图,贴图面和图片的长宽相同时,把图片尺寸改为与贴图面一样,此时贴图效果最佳。包裹贴图是指贴图在转折处是对缝无错位的效果,图片像一张包装纸包裹在物体表面。投影贴图是在贴图的来源平面上截取被赋予材质物体的投影形状的贴图,将贴图包在三角锥上形成无缝贴图的结果。

1.5 可视化效果交互展示

在完成以上工作之后,整体土地复垦规划三维效果图基本制作完成,可针对细节地方进行编辑调整。Sketchup 的优点在于能快速、精确地构建三维模型,而结合目前国内外广泛使用的地理信息系统软件 ArcGIS 中的 ArcScene 在三维场景中浏览数据更加直观和真实。它具有管理 3D GIS 数据、进行 3D 分析、编辑 3D 要素、创建 3D 图层以及把二维数据生成 3D 要素等功能。因此,可以将所需要建模的数据从 ArcScene 中导入到 Sketchup 中建立三维模型。当模型建立好之后从 Sketchup 中导出 mdb 格式的文件,最后从 ArcScene 中加载此 mdb 格式的文件即可将建立的三维模型转入 ArcScene 中实现基于 GIS 的三维虚拟场景^[7-9]。将 Sketchup 与 ArcScene 交互结合能够实现基于 GIS 的空间信息—属性查询、三维效果展示与应用发布。

2 应用实例

研究区域为山东济宁三号煤矿,设计生产能力 5Mt/a,井田面积 110km²,地质储量 0.88Gt^[10]。煤炭开采引起的地表塌陷,形成大面积积水,农作物减产或绝产,生态平衡破坏。矸石排放以及煤炭运输对矿区周边水体、土壤和大气造成一定不良影响,影响了企业的可持续发展。

对济宁三号煤矿矿区塌陷地进行土地复垦规划初步设计的基础上,基于 Sketchup 快速实现土地复垦规划的三维可视化效果。图 3 右下角的图为利用 Sketchup 制作好的三维效果图导入到 ArcScene 中,实现基于 ArcGIS 平台的复垦规划交互式编辑、展示与信息发布。公众可以通过网络或触摸显示屏进行土地复垦规划三维视角的旋转与漫游,提高对复垦规划思想的理解程度。

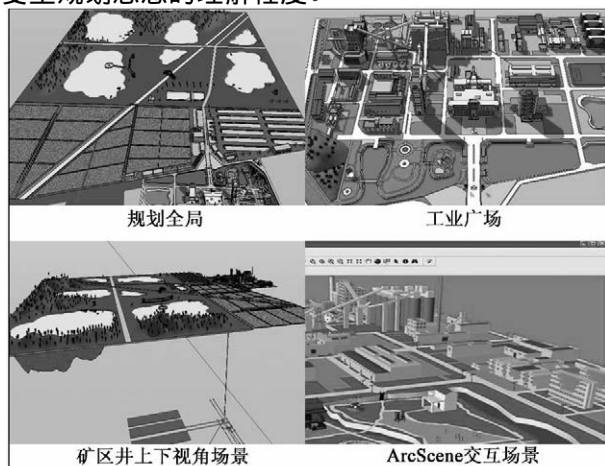


图 3 不同视角的矿山土地复垦规划效果展示

3 结束语

受传统二维规划图信息表达方式的限制,以及现有商用软件的昂贵与专业型,需要找到一款低成本、能够快速实现土地复垦规划三维效果展示的软件。对济宁三号煤矿矿区土地复垦规划的 Sketchup 实践应用表明,将三维可视化技术引入到了矿区复垦规划中来,并且在建造三维模型过程中进行了部分井下模型的建立,形成了矿区井上下的对照,使模型的立体感更加凸显。

尽管该软件的设计仍处于准三维阶段,但是设计建立的三维虚拟场景系统能够满足复垦土地细节和规划景观演示的要求。该系统具有二维规划不可比拟的可视化效果,能够让人更容易理解复垦规划设计思想,更能展示复垦规划的整体效果。该软件不仅免费,而且便于上手操作,是解决目前土地复垦规划三维展示方案的较好选择。

同时利用 Sketchup 建立的三维模型还可与 ArcGIS 软件中的 ArcScene 完美结合,实现基于 GIS 的空间信息—属性查询、三维可视化展示与应用发布,更能够实现精确、快速和美观的规划效果,这方面还有待实践研究。目前,我国绝大多数的矿山土地复垦规划还处于二维阶段,期望更多的规划运用三维可视化技术,并进行网络发布,使公众也能看懂规划,参与规划。

【参考文献】

- [1] 卞正富. 我国煤矿区土地复垦与生态重建研究 [J]. 资源产业, 2005, 7 (2): 18-24.
- [2] 凌海明. 浅述矿区土地复垦规划 [J]. 能源环境保护, 2000, 14 (4): 16-18.
- [3] 卞正富, 许家林, 雷少刚. 论矿山生态建设 [J]. 煤炭学报, 2007, 32 (1): 13-20.
- [4] WANG Zhi-jie, SUN Ming-qian. Study of Mining Subsidence Three-dimensional Visualization [J]. GEOMATICS & SPATIAL INFORMATION TECHNOLOGY, 2008, 31 (3): 38-42.
- [5] Lange, Eckart, Hehl - Lange, Sigrid. Integrating 3D Visualisation in Landscape Design and Environmental Planning [J]. GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society, 2006(3): 195-199.
- [6] 胡浩, 欧颖. Sketchup 的魅力——园林景观表现教程 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2010.
- [7] 马素颜, 吴建平, 周美娟, 等. Sketchup 构建 GIS 三维模型方法研究 [J]. 计算机与信息技术, 2009 (S1): 38-40.
- [8] 邓彩群, 马明, 谢振红, 等. 基于 ArcScene + SketchUp 的小区三维可视化研究与实现 [J]. 城市勘测, 2011, 21 (1).
- [9] 郭庆山, 于楷, 殷鹏莲. Google SketchUp 在 GIS 三维可视化中的研究 [J]. 城市勘测, 2010 (4): 51-53.
- [10] 杨磊, 李凤山, 陈家琴. 生态型绿色煤矿创建模式的实践研究 [J]. 中国煤炭, 2011, 37(11). [责任编辑: 徐乃忠]