

# 基于 Skyline 的三维 GIS 在水电工程 勘测设计中的应用研究

梁吉欣, 赖刚

(中国水电顾问集团成都勘测设计研究院, 四川 成都 610072)

**摘要:**针对当前水电工程勘测设计借助 CAD 等技术所表达的信息具有一定局限性, 设计过程复杂且不直观等现状, 提出了基于 Skyline 的三维 GIS 技术方法在水电工程勘测设计中的水资源规划、工程设计、征地移民、环境保护等专业应用, 实现了设计过程及成果的直观形象表达, 为水电工程勘测设计提供了一种新的辅助手段。

**关键词:** Skyline; 三维地理信息系统; 水电工程勘测设计; 应用

**中图分类号:** TV7; TV22; TV221.1

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2013)02-0092-04

## 1 概述

近年来,水电工程勘测设计虽然借助计算机和 CAD 等技术,改变了过去传统的手工制图的作业方式,但大多数水电工程勘测设计仍以二维平面设计为主,通过图纸来展现设计者的设计思想和意图,所表达的信息仍具有一定的局限性。如何采用科学有效的设计方法以提高设计效率,如何直观清晰地描述复杂的水电工程勘测设计过程,是提高水电工程勘测设计现代化水平的关键。

地理信息系统(GIS)是近年来迅速发展起来的一门集计算机科学、地理学、测绘遥感学、信息学等多门科学为一体的空间信息技术,是在计算机硬、软件系统支持下,对有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。随着计算机技术、三维数据获取技术和虚拟现实技术的迅速发展,在空间上从二维表示到三维表示日益成为 GIS 的主要发展方向之一,三维 GIS 逐步从理论的范畴走向了实际的操作应用。由于三维 GIS 具有多维信息展现、处理和分析的特点,促成了这种技术广泛应用于土地利用、资源管理、环境监测、交通运输、医疗救护、城市规划、工程设计等各个领域。

将 GIS 应用于水电工程勘测设计,可将复杂的勘测设计过程及成果以数字化、直观化、可视化的方式表达出来,为全面、准确、快速地分析掌握水电工程勘测设计全过程提供有力的分析工具,从而提高工程设计效率和质量,缩短设计周期,实

现工程信息的高效应用与科学管理,有助于推动工程勘测设计工作的智能化、现代化发展,促进工程设计界的“设计革命”。

## 2 三维 GIS 平台比较

2005年6月,Google公司推出了Google Earth,把地球放到了每个人的桌面上,引领地图搜索服务走入三维时代,让无数人领略到了空间信息技术的魅力,这是三维地理信息系统应用的初步尝试。随后国内外出现了许多优秀的三维GIS平台,国外的有SkylineGlobe、Virtual Earth、World Wind(WW)、ArcGIS Explorer等,国内也先后研发了类似产品,如GeoGlobe(吉奥)、EV-Globe(国遥新天地)、LTEarth(灵图)等,它们的广泛应用为三维GIS的未来发展勾勒出了良好前景。

国内的GeoGlobe、EV-Globe等软件,在海量数据处理能力、三维建模、三维分析、跨平台通信、二次开发支持等方面取得了长足的进步,但与国外软件相比还存在一定的差距。国外软件中像Skyline等在三维场景可视化、实时漫游、大型数据库管理、跨平台交互等方面的表现较为出色。鉴于Skyline具有在网络运行、金字塔分层显示的强大优势,笔者选择Skyline作为三维GIS平台,研究了其在水电工程勘测设计中的应用。

## 3 Skyline 技术

### 3.1 Skyline 软件概述

Skyline 软件是一套基于网络的三维交互式地理信息系统,该软件是利用航空影像、卫星数

收稿日期:2012-11-29

据、数字高程模型、矢量数据等信息源创建的一个交互式环境,是一套独立于硬件之外、多平台、多功能的软件系统。Skyline 从数据生产、网络发布、业务应用等方面提供了成熟的解决方案,包括 TerraBuilde、TerraGate、TerraExplorer Viewer、TerraExplorer Plus、TerraExplorer Pro 等模块。

### 3.2 技术流程

利用 Skyline 构建三维地理信息系统流程主要有以下几步:

- (1) LiDAR 影像、DEM 等基础数据的采集与处理;
- (2) 使用 TerraBuilder 融合、裁切、拼接不同分辨率的航片、卫星影像、数字高程模型等数据,生成三维地形场景;
- (3) 利用 3DMax、CATIA 等建模软件建立三维模型;
- (4) 集成水电工程设计、水资源规划、对外交通、征地移民、环境保护、地质灾害等专题数据,构建应用水电工程勘测设计的三维地理信息系统。

具体流程如图 1 所示。

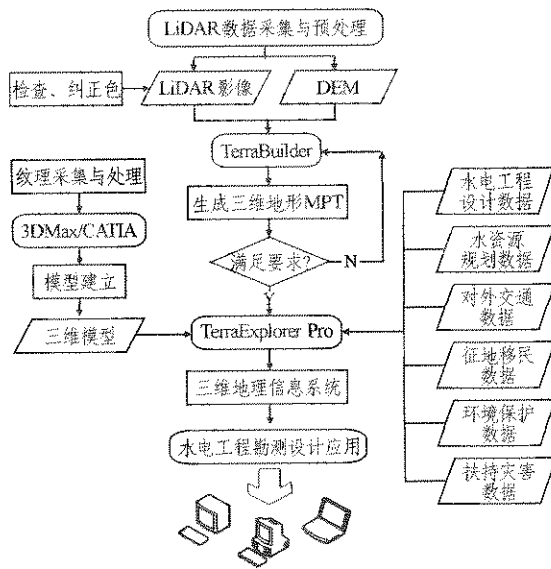


图 1 技术流程图

## 4 Skyline 在水电工程中的专业应用

### 4.1 工程设计与建设可视化

工程设计与建设可视化就是采用基于 Skyline 的三维地理信息系统技术,采集水电工程建设区域三维地形与影像,形成真实的三维可视化场景,并将水电工程设计与建设所涉及的施工场

地、建筑物布置、设计图纸、工程施工进度、应急预案等相关信息有效整合存储,并在三维可视化场景中进行工程设计与建设管理。如图 2、3 所示,将复杂施工过程以三维可视化方式表现和模拟,为全面、准确、快速地分析掌握工程施工全过程提供有力的分析工具,实现工程信息的高效应用与科学管理,以及设计成果的可视化表达,进而为决策与设计人员提供直观形象的信息支持,可极大地提高工程设计与管理的现代化水平。

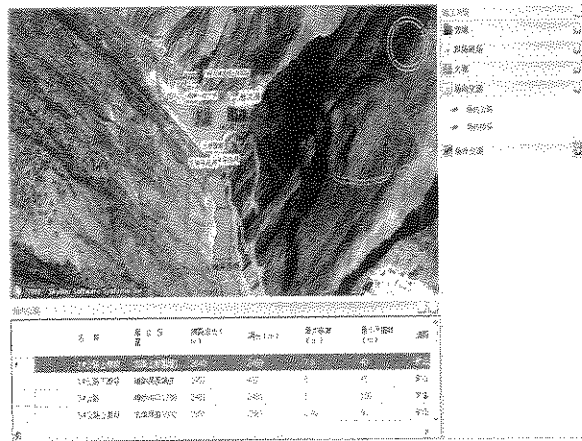


图 2 水电站施工布置管理

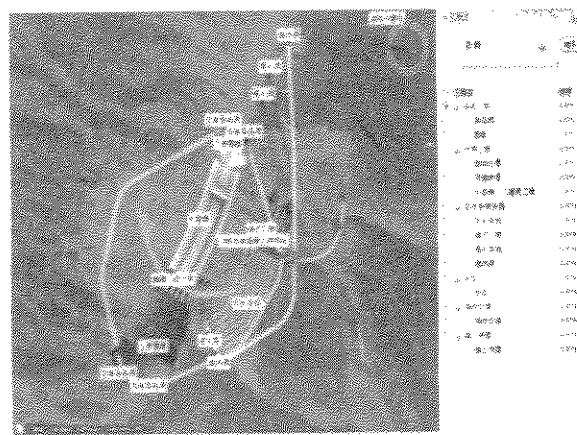


图 3 水电站施工进度管理

### 4.2 流域水资源规划

传统的流域水资源规划方案以文字报告叙述为主,辅以二维图表解释说明,其难以表现规划方案中地形地貌、地质等三维因素,基于 Skyline 的三维地理信息系统可有效解决上述问题。在规划方案评审中,将规划方案通过如图 4 所示的三维方式展示,叠加地形地质、水文、交通等专题数据,为规划方案的宏观统筹决策提供科学的依据。

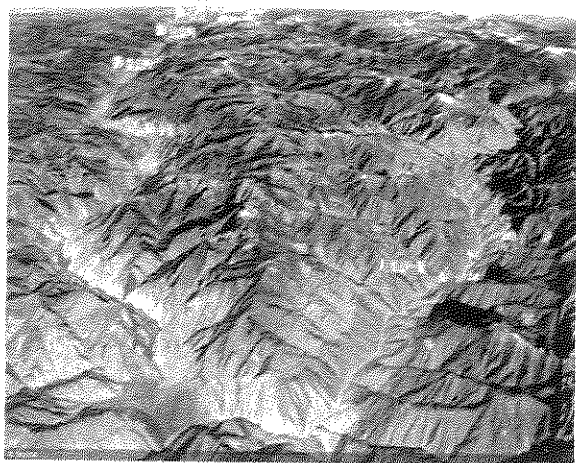


图4 流域梯级电站总体规划

#### 4.3 流域对外交通整体规划

通过三维可视化平台进行流域对外交通整体规划是一个新的尝试。流域对外交通整体规划涉及社会、经济、环境、地质、水文等多个专题数据,是一个复杂的系统性工程。通过基于 Skyline 的三维地理信息系统,可以真实地反映水电站库区道路设计的周边地貌、建筑情况,可极大地减少外业勘测工作量。在规划设计人员进行规划设计时,可根据不同地理条件与施工总体要求,灵活设计、修改交通规划方案。如图5所示,在三维场景中形象直观地展示交通规划方案,将规划方案与现有场外交通情况相结合,整体规划水电站场内外交通方案,形成更加科学合理的规划成果。

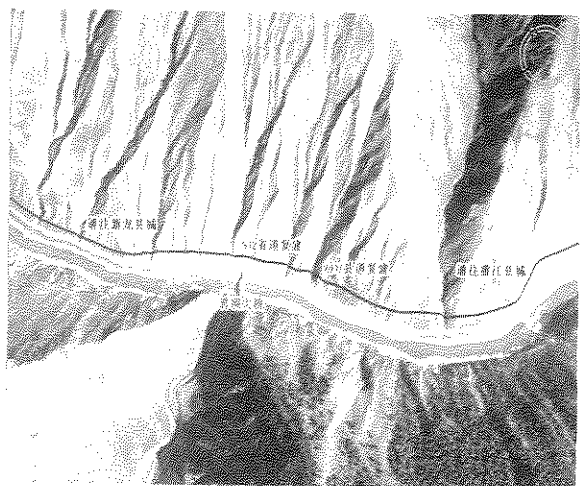


图5 场外交通总体规划

#### 4.4 水库征地移民辅助设计

利用基于 Skyline 的三维地理信息系统,可以开展大规模的水库移民分析工作,包括水库淹没范围分析和淹没实物统计、水库工程移民中的移民环境容量分析、规划搬迁和安置人口分析等。使用水库移民专题数据可方便地计算和统计出某流域或单个工程水库的耕地、林地、草地、水域、住房、非农业用地及未利用的土地的面积,还可在如图6所示的三维场景中形象展示移民安置点位置及其规划的三维效果,为水库征地移民辅助设计提供一种直观、高效的手段,从而提高移民工作的系统性、科学性和前瞻性。

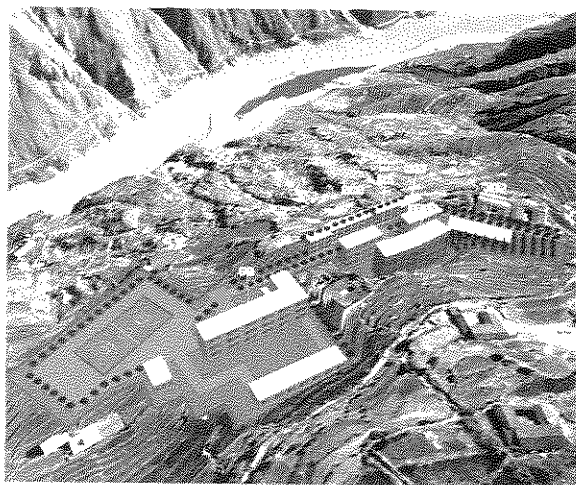


图6 库区移民新城镇布局

#### 4.5 环境保护与景观辅助设计

流域生态环境涉及到水流、气候、动植物等多方面的内容。随着水电工程建设和运行,流域生态环境随之发生不同的变化。当前,人们对流域生态环境的保护十分重视。基于 Skyline 的三维地理信息系统基于各种数字化地形地物信息,在计算机屏幕上渲染出如图7所示逼真的虚拟三维环境,与环境保护、水土保持、景观措施等生态环境空间信息库相连接,实现不同尺度、不同来源的环境要素空间与属性信息的查询。集成生态流量、场地分析、土石方平衡等数学模型接口,实现计算结果在三维场景下的动态显示与查询,进行生态环境监测、分析、评价和管理,预测生态环境可能发生的变化,为环境保护和景观辅助设计服务。

#### 4.6 地质灾害的监测与预警

水电工程大多处于高山峡谷,所处地区地质构造复杂、地质信息众多,给地质工程勘测、设计



图 7 水电站坝区景观设计



图 8 基于三维 GIS 的地质灾害调查

与施工等各方面带来了很大的困难。传统二维、静态的地质处理与分析方式已难以满足实际需求,在三维场景下进行地质灾害调查、监测、分析、预警是今后的发展趋势。收集整理全国地震和断裂带分布、滑坡、泥石流分布等地质灾害相关资料,建立包括流域的地形、地貌、地质数据,人口分

布、公路分布等社会经济数据,以及地震、降雨等实时监测数据的地质灾害数据库。在基于 Skyline 的三维地理信息系统上对水电工程影响区域及所在流域的地形、地质、地貌进行显示,醒目标示容易发生地质灾害的区域,使相关人员能在如图 8 所示的三维空间中,对流域的地质灾害敏感区进行关注。能方便快捷地对地质灾害、人口、公路等信息进行查询,并结合地震、降雨等实时监测数据进行地质灾害确认、评估和预警,为突发事件方案的制定及应急指挥提供可靠的依据。

## 5 结 语

基于 Skyline 的三维 GIS 强大的海量数据处理和图形显示功能,为工程设计过程及成果的可视化表达提供了先进的技术手段。但是,将三维 GIS 应用到水电工程勘测设计中会出现计算功能相对薄弱等问题,但可通过集成不同技术来克服,发挥各自优势,促进三维 GIS 的深入应用,更好地为水电工程勘测设计服务。

## 参考文献:

- [1] 钟登华,宋洋. 基于 GIS 的水利水电工程三维可视化图形仿真方法与应用[J]. 工程图学学报,2004, 24(1): 52 - 58.
- [2] 张尚弘,王兴奎,唐立模,等. VR - GIS 技术在数字流域中的应用研究[J]. 水利水电技术, 2003, 34(7): 93 - 98.
- [3] 刘东海,钟登华,周锐,等. 基于 GIS 的水电工程施工导流三维动态可视化研究[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2002, 14(11): 1051 - 1055.
- [4] 陈述彭,鲁学军,周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [5] 李纪人,潘世兵,张建立,等. 中国数字流域[M]. 北京:电子工业出版社,2009.

## 作者简介:

梁吉欣(1983-),男,江西景德镇人,工程师,硕士,从事数字工程技术研究;

赖刚(1985-),男,四川成都人,助理工程师,学士,从事地理信息系统方面的研究. (责任编辑:李燕辉)

## 浙闽之间首条特高压交流输电工程获批

3月22日,浙江省电力公司召开浙北—福州特高压交流工程建设动员会,全面推进浙北—福州特高压交流工程于3月18日获国家发展改革委核准,这是国网公司获批的第三条、浙闽两省电网首条特高压交流输电变电路。该工程是“十二五”国家重点工程,工程起于浙北特高压变电站,止于福州特高压变电站。工程新建特高压变电站3座,新增变电容量1800万千伏安,新建浙北—浙中—浙南—福州1000千伏双回线路2×603千米。工程批复动态投资188.7亿元,计划于2013年开工建设。该工程建成后,不仅能有效缓解浙江“十二五”及以后用电紧张局面,而且能进一步增强浙江电网安全稳定水平和抵御严重故障能力。“十二五”期间,随着宁德核电、福清核电等一批核电项目陆续投产,福建电网将出现电力盈余。该工程的建设,能进一步加强福建与浙江电网联系,为福建核电的安全运行和可靠送出创造良好条件,同时满足浙江省内南北电力交换的需求,充分发挥特高压电网优化配置资源能力。