

3DS 在公路选线中的应用

奥 勇¹, 王来录²

(1. 长安大学 地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054;

2. 西安高新技术产业开发区土地储备中心, 陕西 西安 710075)

[摘要] 基于 3DS 的公路选线分析系统, 将 GIS、遥感等技术引入公路建设工程的可行性分析中, 充分发挥其数据可视化、空间分析等功能, 从三维的角度和环境因素综合分析后做出公路选线的方案, 有效地解决传统方法中的不足, 加强分析过程的科学性, 提高分析结果的准确性, 缩短工作周期, 大大提高工作效率。

[关键词] 3DS; GIS; 公路选线; 数据可视化

[中图分类号] P208 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2004)04-0063-04

[作者简介] 奥勇(1965—), 男, 陕西富平人, 讲师, 博士研究生, 现从事地理信息系统的教学与研究工作。

随着国家在基础设施投资力度的加大, 高等级的公路建设快速发展, 而传统的公路工程勘测设计方法相对滞后, 设计周期长且繁琐, 不能满足工程的需要。在交通行业, 公路的规划、设计、管理以其鲜明的地学特征与 GIS 有着天然的联系, 将遥感和 GIS 集成技术应用于中国的公路建设和管理中, 是高效建设公路国道主干线的一项重要的基础工程, 也是推进公路建设、管理现代化的重要手段之一。采用遥感信息的智能化识别和信息分类提取技术, 获取所需要的工程地质信息, 结合 GIS 的空间分析将三维影像直接应用于路线方案的设计中, 直观地进行公路选线边坡设计、路线平纵参数设计、计算工程量; 再利用虚拟现实技术, 进行三维模拟飞行, 预览路线实地景观, 实现室内选线、并渗入到公路工程勘测设计的各个环节进行仿真设计, 将大大提高设计的合理性和准确性。笔者选取青海省黑泉水库一带的公路选线设计, 对 3DS 在公路选线的应用研究进行了成功的试验, 并与传统设计方案进行对比分析。

1 研究区域概况

研究区域在青海省黑泉水库一带丛山环绕的

水库地区, 黑泉水库位于青海省大通县境内, 湟水支流北川河上游的宝库河上, 距西宁市 75 km, 是一座以灌溉为主, 兼有城市供水、防洪、发电、环保等综合效益的大型水利枢纽工程, 也是青海省有史以来最大的水利枢纽工程, 它对增强青海省农业基础建设, 改善湟水流域水资源水环境状况, 促进当地农业发展乃至全省经济社会发展有着十分重要的意义。黑泉水库总库容 $1.82 \times 10^8 \text{ m}^3$, 坝型为砼面板堆砂砾石坝, 最大坝高 123.5 m, 工程投资 7.76 亿元, 于 2001 年竣工。区域内部, 地势高峻, 平均海拔 2 500 m 左右, 境内山川盆地发育, 气候属大陆性干旱、半干旱高原气候。

2 研究方法

2.1 实验的目的

试验目的在于分析由传统设计方法设计的从水库下游到上游的一段高速公路(未施工), 分析其利弊, 进而选择一条更合适的路线来代替原有路线, 给工程设计提供重要参考, 其具体的任务是:

(1) 采集数据, 获取试验地区的数字高程模型。

(2) 在数字高程模型上叠加遥感影像, 形成 3DS 模型。

(3) 在 3DS 模型的基础上分析原有设计线路走向的地质、地貌、植被覆盖情况, 找出其建设的弊端(如经过了滑坡、断裂、冲刷岸等地段)。

[收稿日期] 2004-02-18

[基金项目] 陕西省九五科技攻关项目(9911G)

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(4)使用GIS 空间分析功能, 对原设计线路进行建设成本分析。

(5)分析该地段的地质、地貌情况, 找出适合建路的最佳路线。

(6)在综合上述的基础上, 在三维的 3DS 模型上直接选取优化的线路并做三维路线生成和三维可视飞行分析。

2.2 实验的方法流程

实验的方法流程如图 1。

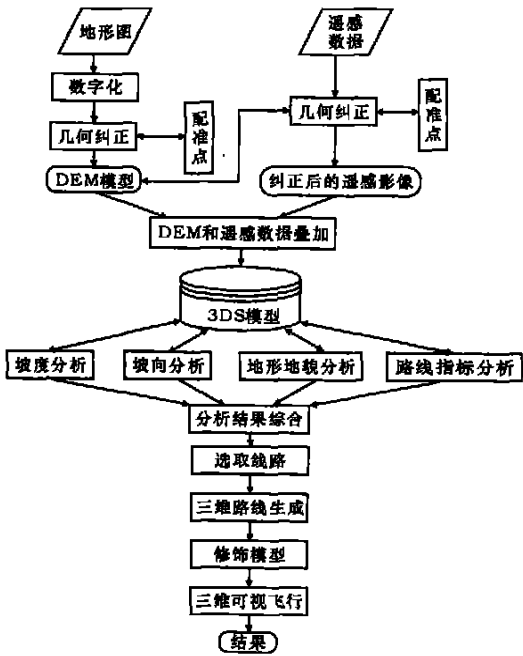


图 1 3DS 公路选线实现步骤

Fig. 1 realization steps of highway selecting line in 3DS

2.3 实验数据资料

2.3.1 遥感数据及处理

(1)选用美国陆地资源卫星(Landsat)青海黑泉水库地区的影像, 空间分辨率为 30 m, 成像时间 2000 年 5 月 12 日。采用 TM 影像的 7, 4, 2, 波段的假彩色合成图像。

(2)为获取良好的信息, 对遥感影像进行对比度变化及空间滤波增强处理。

对比度变化: 通过改变图像像元的亮度值来改变图像像元对比度, 从而改善图像的质量。

空间滤波: 重点突出图像的突出边缘或纹理特征等。

(3)遥感图像配准。利用经几何纠正的等高线图与遥感图像进行对照, 选取遥感图像的配准点。遥感图像配准点的选取遵循以下原则: 配准点的选

取应覆盖整个区域; 配准点应均匀分布; 选取有特征点。

2.3.2 地形图及其处理

实验采用青海地区的 1:50 000 地形图, 测图时间为 1981 年。

(1)利用数字化对研究区的地形图等高线数据进行数字化, 形成等高线图形(注记文件), 将注记文件转化成地形文件, 标记等高线的高程值, 形成数字高程模型(DEM)。

(2)利用地形图的公里网坐标对数字高程模型进行几何纠正, 得到纠正后的 DEM 模型。图 2 为所生成的 3D 数字高程模型。

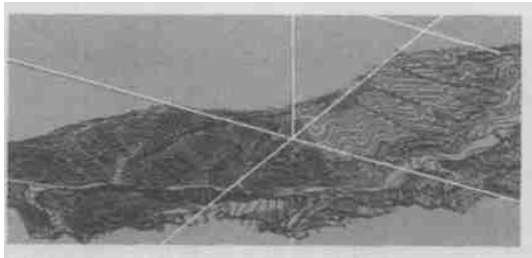


图 2 数字高程模型

Fig. 2 Digital elevation model

2.3.3 3DS 环境模型的生成

利用纠正好的 DEM 模型(地形文件)和遥感图像(栅格图像文件), 将遥感影像进行纹理分割, 然后叠加到 DEM 模型上形成叠加栅格图像的地形文件即 3DS 环境模型(图 3)。

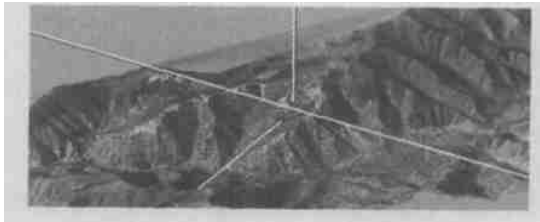


图 3 三维环境模型(数字的 3D 模型)

Fig. 3 3D environment model (digital 3D model)

3 基于 3DS 的公路选线综合分析

3.1 路线选取的依据

根据陕西省公路勘察的高速公路选线原则及《公路工程技术标准》有关规定, 路线选取主要依据以下原则:

坡度: 路线纵坡 $< 6\%$, 一般 $< 4\%$ 。

路基: 稳定的基岩或土体。

环境: 避开不良的地质现象, 如滑坡、崩塌、冲刷岸、危岩、断裂带、泥石流发育区、溶洞等。

高速公路一般 28 ~ 32 m 或更宽, 山区路线要考虑沟谷的宽度及开挖的百年破不稳定性。

隧道口的边坡要稳定, 隧道线一般垂直与山体。

3.2 3D 遥感图像解译

(1)断裂构造: 3DS 模型中根据色调及图形特征来判定, 呈显暗色调, 呈线状排列。阶梯状的断层陡崖、断陷盆地和地堑、湖泊、洼地等大多是正断层所造成的; 逆断层呈平台状, 西部参差不齐的陡坎、陡崖和一连串阶梯状崩塌, 沿断层线可见到一些大小不等的透镜状岩块、错动牵引及岩层陡立等现象。平移断层呈水平错动, 以地形、地貌、水系、地质体等的错移影像表现得十分清晰(图 4)。

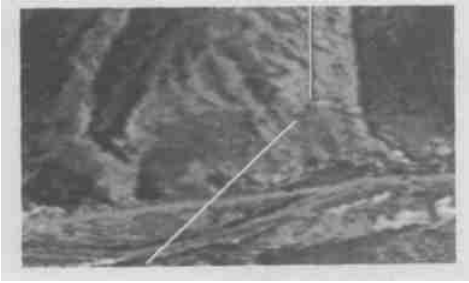


图 4 崩塌地貌

Fig. 4 falling physiognomy

(2)滑坡: 包括簸箕形、舌形、不规则形等的平面形态, 呈现围椅状, 滑坡后壁较高, 偶尔有植被生长; 滑坡外表平整, 土地密实, 无沉陷, 无明显裂缝, 滑坡台阶宽大且平; 滑坡体两侧自然沟切割深, 并有双沟同源现象; 滑坡体上冲沟发育, 系沿古滑坡之裂缝发育而成; 滑坡前缘斜坡较缓, 林木繁茂; 滑坡边缘有泉水出露; 滑坡体上已辟为耕田, 有居民点分布(图 5)。



图 5 滑坡地貌

Fig. 4 coast physiognomy

(3)冲刷岸: 在河流流向的转折处易形成冲刷岸。根据以上的遥感解译特征标志, 在 3DS 模型

中, 将断裂构造、滑坡、冲刷岸等不良地质环境解译出来, 并在图像上做出标志。

3.3 路线生成

根据线路选取的依据和全区遥感解译的结果, 在保证原有线路走向不变的前提下, 对几段明显受不良地质环境影响的线路段进行修改, 并生成新的线路。线路的生成包括基本线路、桥(普通桥梁、高墩桥)、隧道等。

普通路面: 在 3DS 环境模型上新建一注记文件, 在注记文件上进行画线, 选择路线的类型(双车道), 进行路基生成, 路基生成时选择宽度为 30 m。

桥梁: 在高度 > 70 m 时需要架设高墩桥, 普通桥梁一般桥墩高度 20 ~ 40 m。

隧道: 使用圆形管道来代替隧道, 不进行路基生成。

3.4 3DS 环境模型线路生成后综合分析

3.4.1 地形、地貌分析

线路选取与原线路走向基本一致, 由于地形的限制, 仍然没有完全避开一些不良的地质现象。总体利用“路面—桥梁—隧道—路面”的模式来代替原有不良的地质现象路段的公路(图 6)。



图 6 原有线路与现选线路对比

Fig. 6 contrasting fig between inhere line and present line

3.4.2 坡度坡向分析

坡度、坡向分析功能是根据地形点相邻拓扑关系, 拟合局部空间平面方程, 计算该平面法线在水平面投影的方位角, 对整个地形空间分析, 获取当前地形数据的坡向分布, 其目的主要是为了验证公路路线的走向是否符合选线原则。在坡度分级图上, 叠加公路后, 进行距离量算, 判断路线的纵坡比降是否 < 6%(图 7)。



图 7 坡度分级

Fig. 7 classification fig of gradient

3.4.3 淹没分析

Z 轴辅助面来模拟水位的高低,通过改变 Z 轴的高度来控制水位,观察水位与公路的关系。由于实验区域为水库地区,所以要进行淹没分析。当水库蓄水超过最高限度时,不应该淹没公路。如图 8 蓄水达到最大限度(淹没大坝)时,仍未淹没公路。



图 8 路线淹没分析示意图

Fig. 8 sketch of analyzing flooded way

3.5 经济指标评价

笔者对所修改段路线进行经济评价分析(表 1),从表 1 中可以看出,三段路线总长度节约了 2 724 m,是原路线的 50%左右,总造价节约到原来造价的 40%左右。

4 结 论

在研究试验中,借助所形成的三维数字模型,从试验地区的地质、地貌、GIS 等方面进行了全面的综合分析,找出了原有线路的一些弊端,并结合所选区的自然、经济状况选出了一条最佳的路线,并得出以下结论:

- (1)原有线路的不合理走向图。
- (2)路线与原有路线的对比情况综合分析。

Application of 3DS in highway selecting line

AO Yong¹, WANG Lai-lu²

(1. School of Earth Sciences and Land Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, China;
2. Xi'an High Technology Industry Development Land Centre, Xi'an 710075, China)

Abstract: In the rapid development of highway today, traditional methods of depending on manual work for selecting Road line cannot meet the needs of engineering in highway. Base on 3DS of selecting line analyzing system, the technologes of GIS and remote sensing have been applied in the feasibility analysis of highway engineering. The plenteous functions of data visiuilization and space analysis have brought into play. From 3D view and integration of environment factor, this paper have made method of selecting line, and efficaciously raveled out the insufficiency in traditional methods and the new method strengthens scientificalness of analysis process, and increase veracity of analysis result, and shorten work period, and improve work efficiency.

Key words: 3DS; GIS; highway selecting line; visible data

表 1 原有路段与修改路段经济指标对比评价

Table 1 economy target of contrast between inhere sections of a highway and modification

线路	1 路段		2 路段		3 路段		合计	
	长度	造价	长度	造价	长度	造价	长度	造价
	/m	/万元	/m	/万元	/m	/万元	/m	/万元
普通原有	3 040	13 967	4 967	184 645	4 17 652	5 24 451		
路线现选	910	938	0	0	930	024 840	962	
桥梁原有	0	0	0	0	0	0	0	
桥梁现选	303	909	262 786	0	0	565	1 695	
隧道原有	0	0	0	0	0	0	0	
隧道现选	523	1 569	0	0	0	523	1 569	

(3)现选线路的模拟三维图形。

从以上结论可以得出,用遥感、GIS 做 3D 集成,很好地解决了传统的人工实地勘测不能很好地从宏观上把握路线选取的问题,既节约了时间,又节约了建设经费,同时也满足了工程的需要。

[参 考 文 献]

[1] 邬伦,刘瑜,张晶,等.地理信息系统——原理、方法和应用[M].北京:科学出版社,2002

[2] 周成虎,骆剑承,杨晓梅,等.遥感影像地学理解与分析[M].北京:科学出版社,2001.

[3] 王友文,奥和会.陕西省遥感地质图集[M].陕西:陕西人民美术出版社,1990.

[4] 任常锐,黎涛.C++ Builder 高级编程[M].北京:机械工业出版社,2000.

[5] 唐勇,朱爱民.基于 GIS 技术的公路路线方案决策支持系统开发初探[J].华东公路,2002,(6): 67~69.

[6] 吴国雄,丘晓坚.山区公路平面线形设计的仿真系统研究[J].华东公路,2002,(4): 21~23.

[英文审定:马智民]