

文章编号: 1002-0268 (2003) 02-0165-04

浅析基于计算机三维可视化的公路景观设计与评价

史文中¹, 贺志勇^{1,2}, 张肖宁²

(1. 香港理工大学; 2. 华南理工大学交通学院, 广东 广州 510640)

摘要: 公路景观设计与评价是我国公路建设中的新课题。基于二维地图的公路设计不能满足时代发展的要求, 探讨了基于数字摄影测量技术的三维可视化设计系统在公路景观设计和评价中的应用, 并给出设计程序框图, 为高等级公路的美化设计、景观设计提供了新的方法和先进的评价、检验手段。该方法也适用于公路战略环境评价和区域环境评价以及规划、施工和管理等建设阶段。

关键词: 公路景观; 三维可视化; 景观设计; 评价

中图分类号: U418.9

文献标识码: A

Highway Landscape Design and Evaluation Based on 3D Computer Visualization

SHI Wen-zhong¹, HE Zhi-yong^{1,2}, ZHANG Xiao-ning²

(1. The Hong Kong Polytechnic University;

2. College of Traffic & Communications, South China University of Technology, Guangdong Guangzhou 510640, China)

Abstract: Highway landscape design and assessment is a new area of highway construction. The approach of highway landscape design based on 2D map obtained by surveying could not meet the requirements of highway construction. The approach of highway landscape design and evaluation based on 3D computer visualization is introduced in this paper. The method of 3D visualization for highway landscape design is discussed, and the workflows of highway landscape design and assessment are described. The method presented here could also be used in a highway environmental assessment in a strategic planning regional environment assessment, and in a highway planning, construction, management or transport analysis.

Key words: Highway landscape; 3D computer-based visualization; Landscape design; Assessment

0 引言

近年来, 国家公路建设事业发展迅速。截止 2001 年底, 全国公路通车里程已超过 143 万 km, 其中高速公路已达 1.9 万 km, 居世界第 3 位。当前, 我国公路建设呈现以下特点: (1) 公路环境绿化、美化和景观设计得到重视, 公路设计中已融入园林意识及美学概念, 改变了以往路侧植树、平地种花和应付检查、植树造林的旧观念; (2) 社会公众更加关注公路景观环境的美学欣赏价值及周围生态环境的保护,

一些高等级公路和大跨度桥梁已成为旅游道路和旅游景点, 促进了当地经济的发展; (3) 公路里程的增加和车辆数目的增长, 使交通网络系统变的越来越复杂, 只有应用先进科学技术, 大力建设生态公路和绿色通道, 才能实现公路建设的可持续发展; (4) 随着信息技术、计算机技术、GIS、RS、GPS、VR 和数字摄影测量等技术的发展, 对公路交通系统环境进行三维可视化分析已成为可能, 在大型工程招投标中, 三维动画几乎已成为不可缺少的基础展示手段。而在公路设计行业, 目前的设计大都是在二维地图上进行

收稿日期: 2000-07-23

作者简介: 史文中 (1963 -), 男, 江苏无锡人, 副教授, 博士, 主要研究方向为 GIS、RS 和空间数据质量等。

(纸质地图, 数字地图, 包括 DEM), 二维地图上地貌和地物是用等高线、地物边界线和特定符号表示的, 设计人员需具备地图学专业知识和经验才能正确判断地形或地貌的特征。

对公路景观, 通常是在公路 CAD 透视图先建立景观设计模型, 然后再用 3DS/3DS MAX 或 Photo-shop 等进行图像处理、渲染和动画制作。这种设计方式的不足是: (1) 要生成大量的行使动画耗时巨大; (2) 不能实现实时行使和观察; (3) 动画播放只能沿设置好的路径播放; (4) 透视图不具有可量测性。在地形的三维真实感立体模型上进行设计, 使设计过程和设计结果可视化, 从而实现三维可视化工程设计, 一直是设计人员的梦想和追求目标。今天, 摄影测量为实现这种技术提供了可能。本文介绍了公路景观和景观设计概念, 探讨了三维可视化设计系统用于公路景观设计和评价的可行性, 结合程序框图介绍了设计过程和评价方法, 指出三维可视化设计是未来公路景观设计与评价的发展方向。

1 公路景观与公路景观设计

1.1 公路景观

公路景观分为内部景观和外部景观。行驶在公路上的司乘人员见到的路上的景观、在停车场、服务区等附属设施内所看到的景观称为内部景观, 这是动景观; 从公路沿线居住地和其他道路上看到的公路景观称为外部景观, 这是静景观。公路景观也可分为点式景观和线形景观, 如在景致优美处建造的休息设施或独立景点及造型独特的桥梁等称为点式景观, 而公路线形以及沿线不断变化的边坡及植被等称为线形景观。公路景观是一个三维空间景观, 具有韵律感和美感, 同时又包含一定的社会、文化、地域、民俗等涵义。

1.2 公路景观设计

公路景观设计属于景观设计学的范畴, 景观设计学是一个庞大、复杂的综合学科, 它融合了社会学、人类文化学、艺术、建筑学、当代科技、历史学、心理学、地域学、风俗学、地理、自然等众多学科理论, 并且相互交叉渗透。一般地, 公路景观设计是指对公路用地范围内及公路用地范围外一定宽度的带状走廊里的自然景观与人文景观的保护、利用、开发、设计与完善。内容主要包括公路绿化设计、桥梁景观设计和铺装景观设计等。

2 基于计算机三维可视化的公路景观设计

在公路设计行业, 目前的设计大都是在二维线划

图上进行 (利用计算机 CAD 系统), 即计算机自动处理数据 + 人工处理三维模型 + 长时间渲染着色。设计师如想实时观察设计结果以及判断公路设计与周围环境是否和谐, 及时确定和修改设计方案, 传统的 CAD 辅助设计系统无法实现这些需求, 其必须借助于三维可视化这一有效工具。数字摄影测量为实现地形三维可视化提供了可能。根据文献 [1], 利用数字摄影测量技术和计算机技术研制的在三维可视化道路选线设计平台 (3DMP), 可以实现三维可视化工程设计。3DMP 是一个 Windows 95, 98/NT 平台下的三维道路设计量测系统。系统具有以下功能: 地形的三维可视化; 大数据量立体影像的显示和漫游; 三维立体环境下的道路设计; 三维景观设计; 设计结果的三维可视化; 距离、角度和面积各种量测; 三维环境分析; 与 AutoCAD 集成。

应用 3DMP 系统进行公路景观设计的程序框图见图 1, 主要设计程序介绍如下。

2.1 地形三维可视化

地形作为自然界最复杂的景物之一, 对它的三维可视化一直是计算机图形学、地理信息系统、数字摄影测量和遥感的重要研究内容。数字摄影测量技术作为地形三维信息获取的方式之一, 在精度、作业过程以及效益等方面具有明显的优势。正射影像图比地图可以更加现实和全面地显示实地环境, 而且具有正射的特性, 再辅以立体匹配片就可以进行立体观测, 犹如身临其境, 从而更容易进行地貌地物的判读。更重要的是能够拼接, 可以建立大范围地区的三维立体模型。文献 [1] 利用正射影像及其立体匹配片构成的立体正射影像对为基础, 建立大范围地形三维立体模型, 见图 2 (a), 图中显示的只是正射影像图, 在立体镜下可观察立体。将影像地图与 DEM 有机地结合, 解决了地形的可视性、真实性和可量测性问题, 为实现三维可视化工程设计提供了基础。

2.2 三维立体环境下的线路设计

(1) 平面线形设计 (图 2 (a) 中的红色线)

三维立体地面模型建立后, 就可以在三维立体环境下进行路线平面线形设计, 在可视化三维立体环境下设计, 犹如身临其境, 设计师可以根据实际地形自由地选择符合技术标准的路线, 快速而准确地进行设计。

(2) 纵断面设计 (图 2 (b))

程序可根据平面线形设计自动由 DEM 提取出精确的纵断面地面线 (图中细线), 设计师可方便地进行纵断面设计 (图中粗线)。

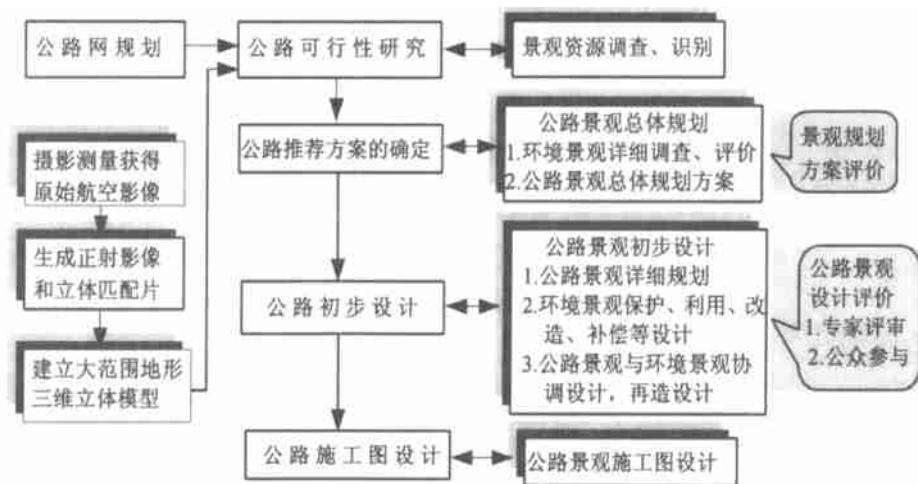


图1 公路景观程序设计框图

(3) 横断面设计 (图 2 (c))

同样，程序可以由 DEM 提取出精确的横断面地面线 (图中细线)，设计师可以利用横断面设计模板进行设计 (图中粗线)。

2.3 三维可视化景观设计 (图 2 (d))

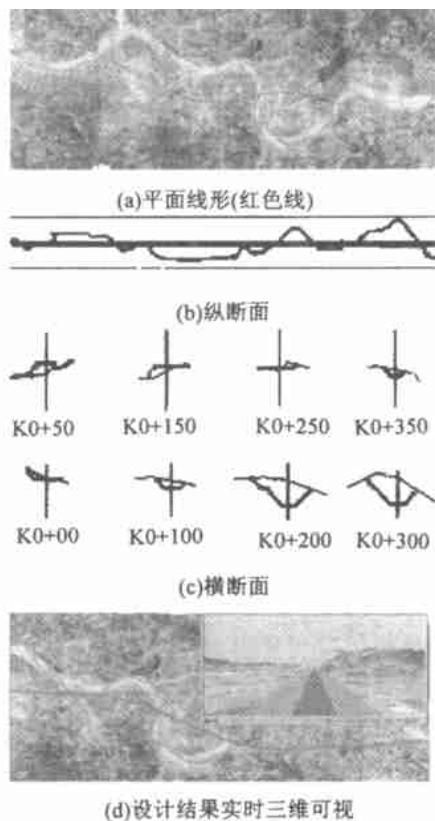


图2

设计时，根据建立的各种景观设计模型，如和植物防护相结合的各种边坡骨架模型、特意构造的景点模型、花木植被模型等，结合景观设计材料库 (库中有路面、路肩、边坡、护栏、分隔带、路面标线、图

案、花木草本等) 对公路各组成部分进行景观设计。

上述设计过程是交互进行的，设计师可以边设计，边检查，边修改，实现了设计过程中设计师对设计结果的实时三维可视 (图 2 (d))，提高了设计速度和成果质量。

2.4 实时行驶 (图 3, 图 4)



图3 公路设计实时行驶



图4 公路设计环境分析

公路路线和景观设计完成后，利用三维浏览器 (3Dbrowser) 可以对设计成果进行实时行驶和检查，观看时可任意改变观察点 (视点) 的位置和模拟行车速度，及时从需要的位置查看路线立体线形，检查设计是否合理，可以随时停留以对重点地段 (如隧道出入口、桥梁等) 的设计方案进行多方探讨。彻底打破了过去凭经验检查的历史。

3 公路景观环境评价

公路景观评价是环境评价中的一个新领域。公路景观环境评价是指运用社会学、美学、心理学等多门学科和观点，对拟建公路所在区域景观环境的现状进行调查与评价，预测拟建公路在其建设和运营中可能给景观环境带来的不利和潜在影响，提出景观环境保护、利用、开发及减缓不利影响措施的评价。公路是一种线形工程结构物，穿越荒原、沙丘、农田、湿地、丘陵、湖泊等各种地理地貌，所经过地区的生态结构复杂，景观类型多样，评价因子众多（图 6）。利用数字摄影测量系统生成的正射影像和立体匹配片建立的大范围地形三维立体模型及三维可视化动态景观影像图（图 5），设计师可从不同的视点观察分析路线周围环境（图 3，图 4），从微观到宏观的不同层次上充分搜集景观信息，进行多方案探讨与分析评价，做到了从选线规划阶段就开始考虑景观的建设，避免景观已经破坏了再事后弥补的缺点。在地形的三维真实感立体模型上，建筑物、土地利用/土地覆盖、植被和动物廊道等信息能够准确确认和统计，方便对景观进行数量化评价。三维环境下的实时行驶，给人一种身临其境的感觉，真正做到所见即所得，可以判断设计结果是否满足使用者的视觉和心理要求，公路的功能、美观及经济是否一致，以使公路线形及沿线设施与沿途空间环境相协调。结合虚拟现实和地理信息系统技术还可以进行景观模拟，预测若干年后的景观情况，三维动画技术，对于专家和公众参与评价，能起到立竿见影的效果。



图 5 三维地形立体模型

公路景观环境评价，一般是定性和定量方法结合进行。定量方法有景观综合评价指数法、层次分析法及应用模糊综合评价理论进行的评价方法。目前多采用景观综合评价指数法，即： $B = \sum X_i F_i$ （式中， B 为某区域公路景观环境综合评价指数； X_i 为某评价因子的权值； F_i 为某景观在某评价因子下的得分值；

$X_i F_i$ 表示某景观评价分指数）。在地形的三维立体模型上，能够进行距离、角度和面积各种量测，计算准确方便，可较为全面和真实地反映公路景观的综合性和复杂性，对景观做出准确的评价。

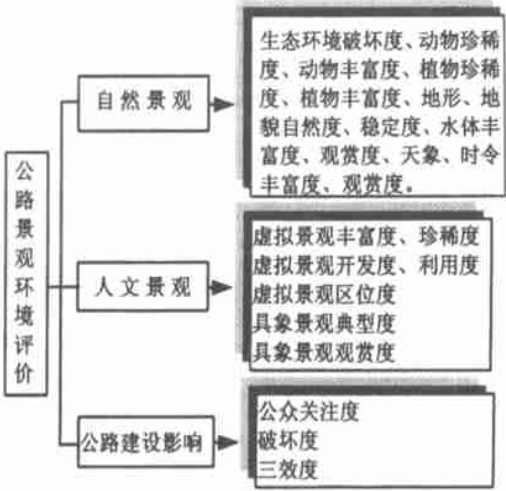


图 6 公路景观评价因子

4 结论

公路景观设计与景观环境评价是一个全新的课题，没有固定的模式，设计方法、理论认识还不够成熟。本文探讨了基于计算机三维可视化设计系统的公路景观设计与评价方法，其特点是使公路设计及景观评价更为直观、方便，该方法同样适用于公路战略环境评价和区域环境评价以及公路规划、施工和管理等各个阶段。三维可视化设计环境是工程设计的发展方向，随着信息技术的发展和高分辨率卫星遥感影像价格的下降，三维可视化技术在交通领域将会得到广泛应用，因此开展这一方面的研究十分必要。

参考文献：

[1] Zheng Shunyi. 3D Visualization in Civil Engineering Design [R]. Wuhan: National Lab of Information Engineering for Surveying, Mapping and Remote Sensing Wuhan University, 2002.

[2] 刘书套. 高速公路环境保护与绿化 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

[3] 张肖宁, 金广君. 铺装景观 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.

[4] 董小林. 公路建设项目社会环境评价 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.

[5] Bigelow J., Garber N., Miller J. Using 3D Visualization to Calibrate Metrics for Pedestrian Level of Service. Washington: Transportation Research Board Annual Meeting, Transportation Research Board, Preprint CD-ROM, 2000.