

# GIS 在公路路线设计中的应用探讨

白红玉

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]**随着科技的不断发展,地理信息系统(GIS)在公路路线设计中的应用正逐渐成为一个备受关注的领域。本研究旨在探讨GIS在公路规划和设计中的多方面应用,从基础知识的介绍、传统设计流程到GIS集成设计流程的比较分析,再到GIS在公路规划设计中的数据应用。进一步,关注于GIS在环境敏感区域的识别、生态系统评估与保护,以及对空气质量和噪音影响的分析。通过对GIS在公路路线设计中的多层次应用的综合探讨,为工程师、规划者以及GIS专业人员提供深入了解和更好应用GIS技术于公路设计的参考,推动公路交通系统的可持续发展。

**[关键词]**GIS技术;公路路线设计;地理信息系统

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10512

中图分类号: U412.366

文献标识码: A

## Discussion on the Application of GIS in Highway Route Design

BAI Hongyu

XPCC Surveying and Designing Institute Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** With the continuous development of technology, the application of Geographic Information Systems (GIS) in highway route design is gradually becoming a highly concerned field. This study aims to explore the various applications of GIS in highway planning and design, from the introduction of basic knowledge, the comparison and analysis of traditional design processes to GIS integrated design processes, and finally to the data application of GIS in highway planning and design. Furthermore, focus on the identification of GIS in environmentally sensitive areas, ecosystem assessment and protection, as well as the analysis of its impact on air quality and noise. Through a comprehensive exploration of the multi-level application of GIS in highway route design, it provides engineers, planners, and GIS professionals with in-depth understanding and better reference for the application of GIS technology in highway design, promoting the sustainable development of highway transportation systems.

**Keywords:** GIS technology; highway route design; geographic information systems

### 引言

随着城市化的加速和交通需求的不断增长,公路网络的规划与设计对于城市和地区的可持续发展至关重要。在这一背景下,地理信息系统(GIS)作为一种强大的空间数据分析工具,逐渐成为公路路线设计领域的关键技术之一。GIS在公路设计中的应用不仅能够提高规划与设计的效率,更能有效降低环境影响,实现更加智能、绿色的交通基础设施建设。通过对GIS技术在公路路线设计中的综合探讨,为公路规划设计的相关专业人员提供深入洞察和实际应用的指导,促进交通系统的可持续发展。这一领域的不断创新和技术进步将为城市交通带来更智能、高效、环保的未来。

### 1 GIS 基础知识

GIS,或地理信息系统,是一种强大的技术工具,它的基础知识涵盖了多个方面,共同构建了这一领域的理论和实践基础。首先,GIS的核心在于地理数据,它包括位置信息和各种地理属性。这些数据可以来自卫星、GPS设备、勘测工具等多种来源,形成一个庞大的、多维度的信息网络。GIS的强项之一是空间分析,它能够通过复杂的算法和模型,深入挖掘地理数据之间的关系,识别出空间模式,并提供对地理问题的优化解决方案。通过这种分析,

我们能够更全面、深入地理解地理空间现象<sup>[1]</sup>。地图制图是GIS的另一重要方面。GIS通过将地理数据以可视化方式呈现,创造出地图,这为人们提供了一个直观、易于理解的工具,以便更好地交流和理解地理空间关系。这种图形化表达大大促进了对地理信息的有效利用。GIS的数据管理能力也不可忽视。由于地理数据的复杂性和多样性,GIS必须能够有效地管理这些数据,包括存储、查询、更新和分享,以确保数据的准确性和一致性。GIS还涉及到数据投影和坐标系统的使用,以及一系列组成部分,包括硬件、软件、数据和专业人员。这些组成部分共同构建了GIS这一综合性工具。最后,GIS不仅在地理学领域有着广泛的应用,还渗透到城市规划、环境科学、交通规划、农业、应急管理等多个领域。其多功能性使其成为解决各种地理问题的重要工具,为实现可持续发展提供了强大支持。在公路路线设计中,GIS的应用正是基于这一广泛而深厚的基础知识,为更智能、高效、环保的交通基础设施建设提供了前景广阔的可能性。

### 2 公路路线设计流程

#### 2.1 传统设计流程

传统的公路路线设计流程通常包括几个主要步骤。首

先是项目可行性研究,包括地形调查和初步设计。接着是详细的地形测量,规划人员根据地形特征和地质条件确定道路走向。设计者需要考虑土地使用、环境敏感区域、水文条件等多个因素。设计的下一步是绘制初步设计图,然后进行可行性评估和优化。最终,完成详细设计,准备施工图。

## 2.2 GIS 集成设计流程

GIS 集成设计流程通过将地理信息系统引入公路设计中,实现了更高效、智能的设计过程。首先,通过 GIS 获取空间数据,包括地形、地貌和环境要素。这些数据为规划人员提供了全面的地理信息基础。接着, GIS 利用空间分析工具协助选址和路线规划,考虑土地利用、地形、水文条件等多个因素。在设计的不同阶段, GIS 可以为平面设计、纵断面设计和横断面设计提供实时的空间信息支持。最终, GIS 集成设计流程通过数字化、智能化的手段提高了设计效率和质量。

## 2.3 比较分析

比较传统设计流程和 GIS 集成设计流程,可以明显看出 GIS 的优势。传统流程通常更为独立、线性,而 GIS 集成设计流程更强调数据的综合利用和实时空间分析。GIS 流程具有更高的灵活性,能够更好地适应不同地理环境和项目需求。同时, GIS 在数据采集、处理和分析上更为高效,为设计决策提供更全面的信息。比较分析有助于更好地理解两者之间的优劣势,为公路设计的技术选择提供参考。

# 3 GIS 数据在公路规划设计中的应用

## 3.1 数字高程模型 (DEM) 在地形分析中的应用

数字高程模型 (DEM) 在公路路线设计中扮演着至关重要的角色,为规划者和设计师提供了深入洞察地形特征的强大工具。DEM 是一种数字化的地形表面模型,通过离散的高程点数据建立地形的三维表示。以下是 DEM 在地形分析中的关键应用方面:首先, DEM 提供了精确而高分辨率的地形信息。通过激光雷达、雷达干涉测量等技术获取的数据, DEM 能够准确描绘地表的高低起伏,捕捉山脉、河流、丘陵等地貌特征。这使得规划者能够更全面地了解工程区域的地理形态,为道路的合理布局和设计提供了基础。其次, DEM 在地形分析中的一项重要应用是可视化地形特征。通过 DEM 生成的地形图,规划者能够直观地观察和理解地区的地势起伏、坡度分布等情况。这为路线选择和规划提供了直观的参考,有助于确定最佳路径,避免复杂地形和地质条件对道路建设带来的挑战。此外, DEM 还为水文分析提供了基础。通过对 DEM 数据进行水流累积分析,可以模拟雨水径流的路径,识别潜在的洪水风险区域。这项分析有助于规划者确定合适的桥梁和涵洞位置,提高设计的安全性。最后, DEM 在地形分析中的应用还包括土地稳定性评估。通过分析地形的坡度和坡向, DEM 可以帮

助评估地表的稳定性,提前发现潜在的滑坡、崩塌等地质风险,从而指导规划者在设计中采取合适的地质工程措施。

## 3.2 地理数据的采集与处理

地理数据的采集与处理是 GIS 在公路路线设计中的关键环节,对于确保数据的准确性和可用性至关重要。这一过程涵盖了多个步骤,从数据收集的方法到数据处理的技术,每一步都直接影响着最终的规划和设计质量。首先,地理数据的采集通常涉及到多种技术手段。卫星遥感、激光雷达、全球定位系统 (GPS)、航空摄影等先进技术能够提供高分辨率、大范围的地理数据。这些数据源能够捕捉到地表的详细信息,包括地形、土地覆盖、建筑物等。同时,传统的地面调查和勘测也是重要的数据采集手段,通过实地测量获取精准的地理信息。采集到的原始地理数据需要经过一系列的处理步骤,以满足公路设计的需求。首先,数据清理和过滤是必要的,以排除掉可能存在的噪声和不准确的数据。然后,数据配准和投影转换是为了将来自不同数据源的信息整合在一个一致的空间参考框架中,确保数据的一致性和可比性。数据处理还包括地理信息系统 (GIS) 中的空间分析。这涵盖了地理数据的空间关系、模式识别、地理统计等方面的分析。例如,通过 GIS 可以识别地形的斜坡、坡向,进行流域分析,评估地表的稳定性和水文特性。这些分析结果为规划者提供了深入了解工程区域的地理特征的重要依据。

## 3.3 空间数据分析在路线选择中的作用

在公路路线设计中,空间数据分析在路线选择阶段扮演着关键角色。通过地理信息系统 (GIS) 进行高程分析,规划者能够准确获取地形数据,包括山脉、丘陵和水体等地貌特征。这有助于确定最佳的路线,避免复杂地形对道路建设的不利影响,提高道路的稳定性和安全性。土地利用分析通过 GIS 工具提供了对工程区域内土地利用情况的清晰了解<sup>[2]</sup>。规划者可以识别农田、城市区域、自然保护区等,以选择最小程度干扰土地利用的路线,减少对生态环境和社会经济的负面影响。此外,空间数据分析有助于考虑环境敏感区域。通过分析野生动植物栖息地、水源保护区等环境因素,规划者能够谨慎规划道路,最小程度地干扰自然生态系统,实现公路建设与环境保护的平衡。

## 3.4 路线平面设计

公路平面设计是在完成选线后,对道路的线性进行具体设计的阶段。在平面设计中,主要运用了直线、圆曲线和缓和曲线。圆曲线的设计位于公路转弯处,其半径 (R) 可以通过以下公式计算:  $R = V^2 / [127 (\mu + i)]$  其中, R 为圆曲线的半径, V 为设计行车速度 (km/h),  $\mu$  为横向力系数, i 为超高率。优选较小的横向力系数和超高率值可以使得圆曲线半径最大,从而保证路线设计的合理性。对于直线段的设计,它主要位于公路路线的直线部分。而缓和曲线的设计则位于直线与圆曲线之间,通过缓和曲线可

以确保公路曲线段与车辆行驶的重心轨迹吻合。在回旋型的设计中,圆曲线、直线和缓和曲线相互组成,以保证车辆行驶的平稳性。在路线平面设计中,GIS技术通过计算机系统发挥了关键作用。借助计算机技术的辅助,设计人员能够快速准确地计算曲线的各个要素,并直观地呈现在计算机上<sup>[3]</sup>。通过直接观察计算机显示的结果,设计人员可以确定平面设计的各个要素,并对不同参数的设计进行对比分析,从而找到最佳的路线平面设计。这一过程通过GIS技术的应用,提高了设计的效率和准确性,为公路建设提供了科技支持。

### 3.5 路线纵断面设计

在公路路线设计中,除了平面设计外,还包括路线横、纵断面的设计。路线纵断面设计主要关注路线纵断面上竖曲线半径、路线坡长、坡度等参数的确定。竖曲线的设计位置通常在公路路线的变坡点,其设计形式为二次抛物线。竖曲线半径(R)的计算通过特定的公式得出。一旦确定了竖曲线半径R和变坡脚w,设计人员就可以利用这些参数计算其他相关要素,包括竖曲线的外距E、切线长度T、长度L等。通过这些计算得知的参数,可以获得路线纵断面设计图。在路线纵断面设计中,GIS技术发挥了关键作用。设计人员可以利用GIS计算机系统,根据路线中各个平曲线点的坐标和高程信息,得到路线的线状纵断面。然后,设计人员可以使用GIS进行纵断面的拉坡处理,直至获得最为合理的纵断面图。当某一坡点发生变化时,可能会导致其他变坡点的增减,甚至坡长也会发生变化。在这种情况下,GIS系统中的ARC/INFO会提供提示内容,设计人员可以根据提示信息进行纵断面的修改,直至设计达到合理为止。

### 3.6 路线横断面设计

在路线横断面设计中,首先进行公路的横向截面绘制,然后结合设计要求与标准进行路线结构性的断面设计。横断面设计中的主要参数包括公路边坡、边沟的尺寸与位置,公路路基的宽度、深度、长度等。这个设计工作复杂,设计周期长,需要设计人员进行反复地勘测和绘制,以确保横断面设计的合理性。然而,利用GIS技术进行横断面的设计可以有效地提升设计人员的工作效率,同时保证设计的准确度与合理性。GIS技术设计横断面的原理为:首先,将计算得知的横断面相关参数输入GIS系统中。然后,利用GIS的计算机系统,对获取的数据进行自动核算分析<sup>[4]</sup>。同时,将横断面的设计以图形结构呈现出来。设计人员通过对横断面模型的分析对比,能够明确横断面设计中的不足之处。通过调整相关参数的形式,实现对横断面设计结构的修改与处理。最终,设计人员可以获得满足设计要求与标准的路线横断面。这一整个过程结合了GIS技术的自动化分析与图形展示,使得横断面设计更加智能化和高效,

确保了设计的科学性与可调整性。

## 4 GIS 在环境评估中的角色

### 4.1 环境敏感区域的识别

环境敏感区域的识别是环境评估的重要步骤之一。通过GIS技术,规划者可以对项目区域进行精细化分析,识别出对生态系统、文化遗产等方面敏感的区域。这些信息为规划者提供了在设计中避免或减轻对敏感区域影响的基础。

### 4.2 生态系统评估与保护

生态系统评估与保护是确保公路建设与自然环境协调发展的重要环节。通过评估生态系统的结构和功能,可以更好地理解工程对生物多样性、水资源、土壤等生态要素的影响<sup>[5]</sup>。保护生态系统不仅有助于维持环境的健康,还有助于提高公路项目的可持续性。

### 4.3 空气质量和噪声影响分析

公路建设对空气质量和噪声环境有潜在的影响,因此需要进行详尽的分析。通过模型和监测手段,规划者可以评估公路交通对周边空气质量的影响以及可能引起的噪声水平。这样的分析有助于制定控制措施,减少负面影响,保护周围居民和生态环境的健康。

## 5 结语

GIS技术在公路路线设计中的应用为规划注入了新的活力与效率。通过GIS在地理数据处理、空间分析、可视化展示等方面的优势,设计人员能更全面、科学地考虑地形、地貌、土地利用等因素,从而优化路线设计、提高设计质量。GIS的计算机系统加速了数据处理与分析过程,降低了设计周期,使公路规划更灵活智能。综合考虑环境评估、生态系统、空气质量、噪声等因素,规划者在设计阶段能预测、评估可能的环境影响,并采取措施减小负面影响,确保项目可持续性发展。GIS技术和环境评估的融入为公路规划提供了更科学、更可持续的解决方案,为建设更安全、更环保、更符合社会需求的道路网络奠定了坚实基础。

### [参考文献]

- [1]王桐.浅谈GIS在公路路线设计中的应用[J].产品可靠性报告,2023(9):140-142.
  - [2]郭睿.公路路线设计中GIS技术的应用分析[J].中华建设,2020(6):80-81.
  - [3]李泓韦.GIS在公路路线设计中的应用探讨[J].交通科技与管理,2023,4(20):23-25.
  - [4]李鑫.GIS技术在公路路线方案比选中的运用[J].青海交通科技,2021,33(1):43-46.
  - [5]王锋,张艳军.公路路线设计中GIS技术应用[J].黑龙江交通科技,2019,42(12):261.
- 作者简介:白红玉(1982.3—),男,汉族,乌鲁木齐人,硕士,路桥工程师,从事路桥设计工作。就单位名称:新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司。