

BIM在互通式立交设计中的运用

刘 华

中铁长江交通设计集团有限公司 重庆 401121

摘 要：随着交通流量的不断增长，互通式立交作为交通网络的关键节点，其设计质量与效率至关重要。本文介绍了互通式立交设计涵盖平面线形、纵断面、横断面、交通组织、排水等多方面内容。阐述了BIM技术的概念、特点。阐述了基于BIM技术的互通式立交设计流程与方法，包括项目前期准备、地形曲面建模、BIM模型构建、参数化设计与调整。最后说明了BIM在互通式立交设计中的具体运用，如三维建模与可视化设计、多专业协同设计、碰撞检查与设计优化、工程量统计与成本估算及施工模拟与进度管理等，体现了BIM技术对互通式立交设计的重要作用。

关键词：互通式立交设计；BIM技术流程与方法；具体运用

引言：传统设计方法在面对互通式立交复杂的设计内容和多专业协同需求时，逐渐暴露出效率低下、信息传递不畅、设计冲突频发等问题。BIM技术的出现为互通式立交设计带来了新的机遇。BIM技术凭借其强大的三维建模、信息集成与协同工作能力，能够显著提升设计质量、优化设计方案、提高各专业协同效率，对推动互通式立交设计的发展具有重要意义。

1 互通式立交设计的内容

互通式立交设计是一项系统且复杂的工程，主要涵盖以下平面线形设计、纵断面设计、横断面设计、交通组织设计、排水设计等多方面内容，各部分相互关联、相互影响，共同保障立交功能的有效发挥。（1）平面线形设计。需结合地形、地物及交通需求，合理确定立交的形式和各组成部分的平面位置。包括主线、匝道的平面线形，要综合考虑圆曲线、缓和曲线等线形要素的组合，确保车辆行驶轨迹流畅，避免出现急弯、反向曲线等不利于行车安全的线形。同时精确设计变速车道、集散车道等辅助车道，保障车辆安全、高效地实现分流与合流。（2）纵断面设计。需满足行车视距要求，避免出现视线盲区；要控制好最大纵坡、最小纵坡及竖曲线半径，防止车辆在上下坡过程中出现行驶困难或安全隐患。（3）横断面设计。确定道路各组成部分的宽度和横向布置形式，包括行车道、路肩、分隔带等。根据交通流量、车型组成等因素，合理确定车道宽度，以满足不同类型车辆的通行需求。对于匝道，由于车辆行驶速度相对较低，横断面设计还需考虑车辆的转弯半径和离心力影响，通过设置超高来平衡离心力，保障车辆安全转弯。（4）交通组织设计。需科学规划车辆、行人的通行路径，避免交通冲突。合理设置交通标志、标线和交通信号灯，引导交通流有序运行；考虑不同交通方式的衔

接，如非机动车道、人行道与机动车道的合理过渡，实现各种交通方式的无缝衔接。（5）排水设计。需结合地形、降雨量等因素，设计完善的排水系统，及时排除地面水和地下水^[1]。通过设置边沟、排水沟、截水沟等排水设施，将雨水迅速排出立交范围，防止积水影响行车安全和道路结构稳定。

2 BIM技术的概念与特点

BIM（建筑信息模型）技术于2002年由Autodesk公司提出，经多年发展，应用领域从建筑行业拓展至交通工程等领域。本质上，它是一种基于数字化三维模型的集成化管理系统，不仅包含工程项目的几何信息，还整合了材料属性、构件规格、施工进度、成本预算等非几何信息，将工程项目全生命周期各类信息进行数字化表达，为工程建设各参与方提供协同工作平台。BIM技术具有以下完备性、关联性、一致性、可视化、协调性等特点。

（1）完备性体现在其三维模型能完整反映工程项目所有信息，涵盖设计、施工、运营维护各阶段，为工程决策提供全面数据支持。（2）关联性使模型中各类信息相互关联、影响，当某个构件信息改变，相关联的信息、图纸、工程量统计等会自动更新，提高设计效率和准确性。一致性确保工程项目全生命周期内，各阶段、各参与方使用信息始终一致，避免传统设计中因信息传递问题导致的错误和冲突。（3）可视化将传统二维图纸转化为三维立体模型，使设计方案更直观易懂，不同参与方能通过可视化模型清晰了解设计意图，及时发现问题、有效沟通和决策。（4）协调性体现在整合建筑、结构、机电、交通等多专业设计信息，通过碰撞检查等功能提前发现并优化调整不同专业间的设计冲突^[2]。

3 基于BIM技术的互通式立交设计流程与方法

3.1 项目前期准备与数据收集

项目前期准备是开展BIM设计的基础,需全面收集并整合以下各类数据信息,为后续建模与设计提供准确依据。(1)获取项目区域的地形测绘数据。包括地形图、等高线图等,可通过航空摄影测量、卫星遥感、地面测绘等方式获取高精度地形数据,数据精度直接影响地形建模的准确性。(2)收集地质勘察报告。明确项目区域的地质条件,如土层分布、岩石特性、地下水位等,为基础设计和结构选型提供参考。(3)收集交通数据的。包括现有交通流量、车型构成、高峰时段通行能力等,通过交通流量预测模型分析未来交通需求,确定立交的规模与形式。(4)整理设计规范、技术标准、地方政策等资料,确保设计方案符合相关要求。组建跨专业设计团队,涵盖道路、桥梁、交通工程、排水等专业,明确各专业分工与协作流程,搭建BIM协同设计平台,完成软硬件环境配置,为后续设计工作奠定基础。

3.2 地形曲面建模与场地分析

地形曲面建模是BIM设计的关键环节,常用软件如Civil 3D、Bentley OpenRoads等可实现地形数据的高效处理与三维建模。将前期收集的地形测绘数据导入软件,通过数据处理功能将离散的地形点、等高线等信息转化为连续的地形曲面模型,直观呈现项目区域的地形起伏、地貌特征。基于地形曲面模型,可开展多维度的场地分析。利用软件的坡度分析功能,生成坡度分析图,明确场地内不同区域的坡度分布,为道路选线、排水设计提供参考;通过高程分析,确定填挖方区域及工程量,优化土方调配方案,降低工程造价。结合地质勘察数据,分析地形对基础选型和结构设计的影响。在地质条件较差的区域,提前规划特殊基础处理方案。还可进行场地可视性分析,模拟不同视点的视野范围,优化交通标志、景观设施的布局,保障行车安全与视觉舒适性。

3.3 互通式立交的BIM模型构建

互通式立交BIM模型构建需遵循以下从局部到整体、从构件到系统的原则,分步骤完成各部分建模工作。(1)进行道路与匝道建模。利用BIM软件的参数化功能,根据设计线形和横断面数据,精确创建道路主体模型。对于复杂的匝道曲线,可通过设置缓和曲线、圆曲线参数,结合超高、加宽设计,确保匝道线形满足行车安全要求。桥梁建模过程中,需根据桥梁类型(如简支梁桥、连续梁桥等)和结构形式,分别建立桥墩、桥台、主梁、支座等构件模型。利用族库管理功能,将常用桥梁构件创建为参数化族,提高建模效率。同时,通过模型的空间定位与连接,实现桥梁与道路、匝道的精准衔接。(2)交通工程设施建模。包括交通标志、

标线、护栏、照明设备等,依据设计规范和交通组织方案,在模型中准确定位各设施,并赋予相应的材质、颜色等属性信息。(3)排水系统建模。需结合地形坡度和排水需求,设计边沟、排水沟、涵洞等排水构件,确保雨水顺畅排出立交区域。(4)将各专业模型进行整合。形成完整的互通式立交BIM模型,通过模型漫游、剖切等功能检查各部分的空间关系和连接效果。

3.4 模型参数化设计与调整

BIM模型的参数化特性是实现设计优化的核心优势。在互通式立交设计中,设计师可通过修改模型参数快速调整设计方案。若需改变某段匝道的线形,只需调整曲线半径、缓和曲线长度等参数,与之关联的道路横断面、土方工程量、桥梁结构尺寸等信息将自动更新,避免传统设计中大量的重复性修改工作。在设计方案比选阶段,利用参数化设计可快速生成多个不同方案的BIM模型。通过调整关键设计参数,如立交形式、匝道出入口位置、桥梁跨径布置等,对比分析各方案的交通功能、工程造价、施工难度等指标。结合可视化分析和仿真模拟,直观评估不同方案的优缺点,为方案决策提供科学依据。在设计过程中,随着设计深度的推进和外部条件的变化,如交通流量调整、地质条件变化等,可随时对模型参数进行修改和优化^[3]。

4 BIM在互通式立交设计中的具体运用

4.1 三维建模与可视化设计

传统的互通式立交设计主要依赖二维图纸,设计师需在脑海中构建空间立体形象,这种方式效率低,而且容易出现理解偏差。而BIM技术可利用Civil 3D、Bentley OpenRoads等专业软件,基于地形测绘数据、地质勘察报告等资料,快速创建包含地形、地貌、建筑物等元素的三维地形模型。在此基础上,设计师能够精准地进行道路、桥梁、匝道等构件的三维建模,通过设置参数来定义构件的尺寸、形状、材质等属性,使整个立交的空间形态直观呈现。可视化设计不仅方便设计师进行方案构思和优化,还能让业主、施工单位等非专业人员更直观地理解设计意图。在方案汇报时,通过BIM模型的漫游功能,以第一视角模拟车辆在立交中的行驶路径,展示各部分的空间关系和行车体验,有助于各方快速达成共识,减少沟通成本和误解。

4.2 多专业协同设计

互通式立交设计涉及道路、桥梁、交通工程、排水、电气等多个专业,传统设计模式下,各专业之间通过图纸进行信息传递,容易出现信息滞后、冲突等问题。BIM技术构建的协同设计平台,打破了专业壁垒,

使不同专业的设计师能够基于同一模型进行设计工作。各专业设计师可将本专业的设计模型实时上传至协同平台,其他专业人员能随时查看和参考,及时发现潜在问题并进行调整。如道路专业设计师完成道路线形设计后,桥梁专业设计师可根据道路走向和高程,设计桥梁的位置和结构形式;交通工程专业设计师则能基于整体模型,合理规划交通标志、标线的位置和布局。通过实时协同,有效避免了因专业沟通不畅导致的设计冲突和返工,提高了设计的整体效率和质量。

4.3 碰撞检查与设计优化

在互通式立交复杂的空间结构中,不同构件之间极易出现碰撞冲突,如桥梁桩基与地下管线、道路结构与交通设施等。传统设计难以全面发现这些问题,往往在施工阶段才暴露,造成工期延误和成本增加。而BIM技术的碰撞检查功能能够对三维模型进行全方位检测。设计师可利用Navisworks等软件,对各专业模型进行整合后开展碰撞检查,系统会自动识别出硬碰撞(如构件之间的实体碰撞)和软碰撞(如空间间距不满足规范要求),并生成详细的碰撞报告。根据报告,设计师可针对性地调整设计方案,例如重新规划管线走向、优化桥梁桩基位置、调整交通设施布局等。通过反复的碰撞检查和设计优化,确保设计方案在施工前消除各类冲突,提高施工的可行性和效率。

4.4 工程量统计与成本估算

准确的工程量统计和成本估算对项目投资控制至关重要。BIM模型包含了丰富的构件信息,通过特定的软件功能,能够自动提取各构件的几何尺寸和数量,精确计算出土石方量、混凝土用量、钢材用量等工程量。与传统的手工计算或基于二维图纸的计算方式相比,BIM技术的工程量统计更加快速、准确,且能随着设计方案的变更实时更新数据。在此基础上,结合市场材料价格和施工定额,可进行较为精准的成本估算,为项目投资决策和成本控制提供可靠依据。当设计方案中某段匝道的长

度或结构形式发生变化时,BIM系统能立即重新计算相关工程量和成本,方便项目管理者及时掌握成本动态,做出合理决策。

4.5 施工模拟与进度管理

BIM技术还可用于施工模拟和进度管理,通过将三维模型与施工进度计划相结合,利用4D(3D模型+时间维度)模拟技术,直观展示施工过程和进度安排。在施工模拟过程中,能够提前发现施工顺序不合理、资源分配不均衡等问题,例如不同施工区域之间的交叉作业冲突、大型机械设备的操作空间不足等。根据模拟结果,优化施工方案,合理安排施工进度和资源调配^[4]。在实际施工过程中,可将实际进度与BIM模拟进度进行对比,及时发现进度偏差并采取措施进行调整,确保项目按计划顺利推进。

结束语

BIM技术在互通式立交设计中展现出显著优势,从设计前期准备到运维管理数据预研,贯穿项目全生命周期。通过三维建模与可视化设计,使设计方案更直观易懂;多专业协同设计打破了专业壁垒,提高了设计效率和质量;碰撞检查与设计优化功能有效避免了施工冲突;工程量统计与成本估算为项目投资控制提供可靠依据;施工模拟与进度管理确保项目顺利推进;运维管理数据预研为全生命周期管理奠定基础。

参考文献

- [1]徐志远,冯乐乐.探索BIM技术在互通式立交设计中的应用[J].现代交通与路桥建设,2025,4(2):33-34.
- [2]张伟玲.BIM技术在互通式立交方案设计中的应用[J].交通世界(上旬刊),2019(11):126-127.
- [3]范亮.BIM技术在互通式立交线形设计中的应用分析[J].华东公路,2019(4):41-43.
- [4]王雄,郭强.基于BIM技术的互通式立交方案研究[J].公路,2025,70(1):47-53.