

BIM 正向设计在高速公路互通立交工程中的应用

唐 韬

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司,湖北 武汉 430060)

摘 要: 针对目前 BIM 设计普遍采用“翻模”而导致效率低下的问题,首先对 BIM 互通设计的要点作了阐述,其次以上浦高速互通段落为工程背景,基于 Civil 3D 和 Revit,对地形曲面、三维道路模型以及桥梁族库的创建三个 BIM 正向设计的关键步骤做出分析。研究结果表明,得益于 BIM 设计独有的可视化操作以及动态更新机制,设计人员在设计的精确性以及设计效率上都有极大的提高。

关键词: BIM;互通立交;三维设计;Civil 3D

中图分类号: U412.35+2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)06-0321-03

0 引 言

BIM(建筑信息模型)技术目前正被日益广泛的使用在建筑、交通等各种领域之中。传统 CAD 二维设计在设计过程中由于图纸与基础资料之间不具备联系,因此常出现牵一发而动全身的问题,各专业间往往会发生设计冲突而造成大量的返工。BIM 技术由于其具有可视化、协调性等优点,且得益于其动态更新机制,能极大的提高设计效率与设计质量。目前 BIM 在建筑领域已经获得了一定的成功经验,相比于建筑工程,公路工程的里程长、空间范围广且地形变化较大。目前公路 BIM 设计主要采用“翻模”,该过程在实际操作中效率较低且工作量大,这有悖于 BIM 高效设计的初衷。因此,探讨及推动 BIM 正向设计在公路工程中的应用十分必要。本文以江西上浦高速铜钹山互通段落为例,基于 Civil 3D 和 Revit 探讨了公路工程中 BIM 正向设计的几个关键步骤。

1 BIM 互通设计要点分析

在公路工程中,互通方案的合理性与否对工程的经济效益、服务水平乃至行车安全都有着重要的影响。由于互通形式变化多样,采用可视化程度更高的 BIM 设计能高效的获得更为合理的方案。BIM 互通设计的关键根据设计阶段的不同主要有如下两点:(1)工可阶段的关键是方案展示与对比,同一互通段落通常存在着较多方案,利用 BIM 的可视化平

台向各个专业进行方案展示,从经济技术指标等方面进行比较,相关专业可通过相互交流获得较优方案,减少后续方案变更造成返工的可能性。(2)施工图阶段的关键是设计细化,利用 BIM 平台的优势,对路线平纵横以及桥梁布置进行优化、细化,尤其是匝道不同位置的变宽、出入口处端部等细部位置的设计,本次设计为施工图设计。

2 项目概况

江西上饶至浦城高速公路新建工程路线全长 50.805 km,主线路基宽度 26 m,设计速度 100 km/h,其中铜钹山互通段落起始桩号 K35+960,终点桩号 K37+200。该互通共设匝道 5 座,路基宽度为 16 m 以及 9 m,设计速度 40 km/h。

3 BIM 正向设计

3.1 地形曲面创建

传统 CAD 二维地形图由简单的点线构成,而 Civil 3D 中的三维地形图由具有高程信息的高程点及等高线等图元构成。相比于传统二维地形,三维地形图更能反映地势的起伏状况,同时还能通过编辑曲面特性进行高程分析以及流域分析等。三维地形有助于道路专业进行线位比较、放坡分析,同时有利于桥梁专业对桥墩布置合理性进行分析。

通过航测、GPS、卫星遥感等方式获取原始地形数据,将其导入 Civil 3D 中,在排除异常高程点及等高线后,根据需要对曲面样式和特性进行编辑,即可获得三维地形曲面。该互通段二维地形及三维地形见图 1、图 2。

收稿日期:2020-12-01

作者简介:唐韬(1994—),男,硕士,助理工程师,从事路基路面设计工作。

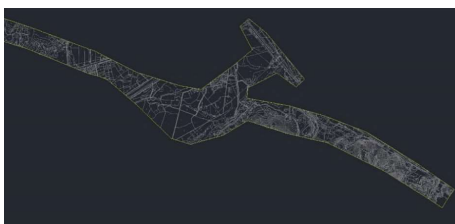


图 1 二维地形图



图 2 三维地形图

3.2 道路模型创建

在传统 CAD 设计过程中,道路的平面线位、纵断面与横断面之间相互分开设计,缺乏相应的联系。公路工程由于其里程长,地势变化大的特点,对平纵横任何一处的手动调整都可能造成大量的修正工作,且均需手动完成,极大的影响了设计效率。得益于 Civil 3D 的参数驱动机制,由参数构成的平纵横相互之间有着动态联系,对任何一者的修改道路模型都能够进行自动更新,见图 3。



图 3 道路模型创建流程

3.2.1 路线平纵设计

Civil 3D 创建路线平纵设计的方法有多种,包含:(1)对象法:直接绘制多段线,以多段线为对象创建路线,其中多段线应为连续对象。(2)图元法:先建立固定图元,再依次创建浮动图元与自由图元,该法常适用于复杂线型设计。(3)交点法:运用路线布局工具直接创建路线,同时还能够精确修改曲线半径以及缓和曲线长度等参数。本项目由于包含多个匝道段落,使用交点法创建路线更为合适。

利用 Civil 3D 的快速纵断面功能,可以高效地形成路线纵断面,并对沿线的填挖量有大致地预估。在同一纵断面图中可以实现多条纵断面设计线的同时创建,这样便于对不同的方案进行比选。倘若在设计过程中调整平面线位,纵断面地面线将自动更新,但纵断面设计线需进行手动调整。在多视口模式下利用“桩号追踪器”功能可实现路线具体桩号与纵断面的一一对应,实现纵断面的精确调整。铜钹山互通路线平面见图 4。

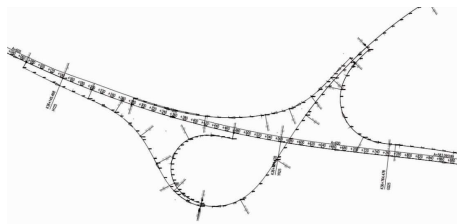


图 4 铜钹山互通路线平面

3.2.2 横断面装配

Civil 3D 软件提供了一系列预定义构件,包括行车道、路肩、挡土墙等,这些预定义构件可直接调配使用。但在设计过程中不难发现这些预定义构件存在着一定的局限性,尤其是在地形复杂的段落,很多构件难以满足放坡要求,而运用 Civil 3D 的部件编辑器(SAC)对横断面进行参数化设计可实现复杂地形下的多级边坡设置。

在部件编辑器中,通过设置逻辑判断关系与目标参数可实现边坡填挖的控制;而对于匝道断面,可通过设置行车道偏移目标实现匝道的变宽。部件编辑器使得横断面装配变得更加灵活,适用性相较于预定义构件也更加广泛。利用部件编辑器进行参数化横断面设计的过程见图 5。

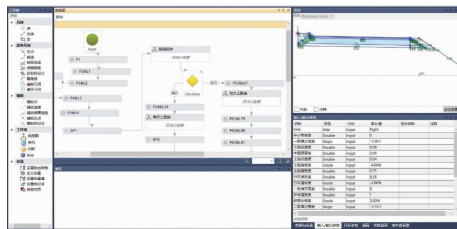


图 5 参数化横断面设计

3.2.3 道路三维模型创建

传统 CAD 道路模型为二维模型,对道路的填挖情况反映不够直观。Civil 3D 创建道路模型的原理是将横断面装配中相同代码的点线相连接,这样便在路线纵向上形成了要素线与边坡面,两者组合而成三维的道路模型,见图 6。与二维模型相比较,三维道路模型将道路的平纵横三者更好地结合在了一起,通过曲面粘贴命令可实现道路模型与三维曲面的融合,这样路线的填挖情况将更加直观明了。这种直观的交互方式能帮助设计人员迅速的判断填挖的合理性,对不合理断面的修改工作也变得相对高效。在调整过程中对平纵横任何一者的修改,道路模型都将自动更新。

Civil 3D 可通过曲面面积计算与放坡体积计算等方法统计道路工程量,由于三维道路模型与曲面模型的融合更接近于实际地形,不论是在土石方量

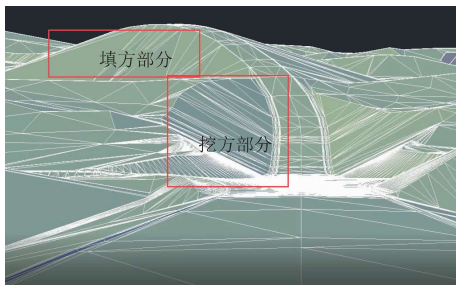


图 6 三维道路模型

的统计还是防护工程数量的统计上，三维模型都相较二维平面模型更加准确。

3.3 桥梁 BIM 设计

传统桥梁设计常基于路线资料与二维地形图完成,这样相对独立的设计往往会出现设计冲突,同时桥梁与被跨构造物之间的位置关系也不清晰明确。而在 BIM 设计过程中不同专业可协同完成设计内容,在已经创建完成的三维道路模型的基础上,桥梁专业可对桥梁位置与桥型布置进行方案比选,高效地获得最优方案。

3.3.1 桥梁 BIM 正向设计关键步骤

桥梁 BIM 设计通常基于 Revit 软件完成桥梁模型的建立,整个流程常包含如下几步:

(1)通过 Infracore 导入基于 Civil 3D 创建的地形曲面,同时覆盖高清卫星图像,在实景地形下确定桥墩平面位置、桥梁控制点高程等基本要素。

(2)为了满足路线线形的要求,尤其是在互通段落路线复杂的情况下,桥梁的上部结构形式与尺寸通常存在较大差异。各号梁节段在不同跨上往往尺寸不一致,若采用传统重复建模的方式效率较低。为了实现主体结构部件正向参数化设计,应根据其外形尺寸与结构形式上的差异建立标准化参数族,族库中的内容可在初次创建完成后永久使用。因此,建立族库能够极大地提高桥梁设计效率,是桥梁 BIM 设计的关键内容。创建标准化参数族的关键是控制好尺寸和角度等约束条件,在构件的不同位置以文字或者字母的形式设置好不同的参数加以调整。最后,建立与该族同类型的族类目录并导入族库中,即完成该类型族构件的参数化建模。

(3)模型的建立,按桥梁结构将桥梁拆分为上部结构、下部结构与附属结构三个部分。分别为三者创建对应的族或者直接从已有的族库中调用,放置在框架模型中并进行整合,最后还可根据设计要求调整相应的参数,见图 7。

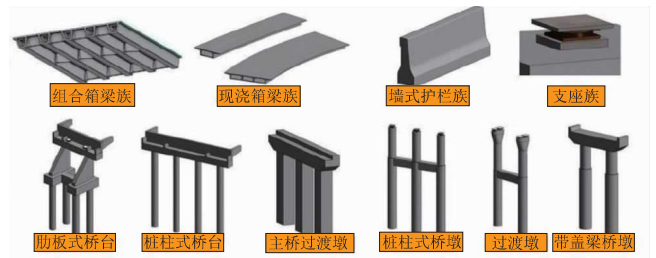


图 7 桥梁族库

3.3.2 桥梁 BIM 模型应用

建立完成的三维互通立交 BIM 模型,可以直观的判断互通方案对周边建筑物的影响,使设计人员切实感受布设桥梁下的通透性,择优选择互通布设方案。值得注意的是,在互通枢纽中常存在的视距问题,应在完成互通模型建立之后利用 BIM 软件中的视距核查插件逐桩检查,规避匝道车辆汇入主道时视线被遮挡的问题,包括匝道之间的净空问题,也应在建模完成后逐一核查,避免匝道之间净空不够甚至产生相互碰撞。

4 结 语

本文以 BIM 设计软件为基础,结合实际工程,阐述了公路互通立交 BIM 正向设计的关键步骤,得出结论如下:

(1)三维地形曲面相比传统二维地形图更加直观,且可进行多项分析,有利于各专业 BIM 设计工作的展开。

(2)利于 BIM 完成互通式立交的设计的关键在于工可阶段的方案比选以及施工图阶段的细部设计。

(3)利用 BIM 完成路线平纵设计,可实现方案的精细化调整;采用部件编辑器编制的参数化横断面可适用于各种复杂地形的横断面放坡。

(4)基于 Revit 建立桥梁族库,即桥梁的参数化构件,可极大提高桥梁的设计效率,并可利用三维互通模型进行视距及净高核查。

参考文献:

- [1] 朱琳,麻成明,李贤统,等.BIM 技术在公路设计中的应用与创新[J]. 工程建设与设计,2020(19):85-89.
- [2] 王珏.建筑信息模型 BIM 在互通式立交设计中的应用研究[D].江苏南京:东南大学,2015.
- [3] 孙建斌,李永鑫,王新单.BIM 技术在公路设计中的应用[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2017,36(11):23-27.
- [4] 孙建斌,朱双晗,蒋浩鹏.BIM 技术在公路工程中的应用研究[J].中外公路,2019,39(4):294-297.