

基于BIM技术的道路与桥梁工程施工协同管理研究

杨玲凤

甘肃中南工程质量检测有限公司 甘肃 兰州 730000

摘要:道路与桥梁工程施工中,专业信息割裂、工序衔接困难、变更响应滞后、交汇区域协同效率低等问题比较突出。针对这些问题,研究基于BIM技术的施工协同管理方法。先搭建协同管理框架,然后从道路路基路面协同、排水附属设施联动、进度资源匹配,以及桥梁下部结构校核、上部结构生产安装联动、附属工程精度控制这几个方面,分别阐述关键技术。重点分析跨线桥与被交道路的空间协调、互通立交多专业拼接精度管理,以及交叉区域安全冲突检测方法,为提升施工协同效率提供技术支持。

关键词:BIM技术;道路工程;桥梁工程;施工协同管理

引言:道路与桥梁工程施工,涉及多专业交叉、多工序衔接、多参建方协调。传统管理模式靠二维图纸传递信息,存在专业割裂、工序冲突、变更响应滞后等问题,交汇区域协同难度尤其大。BIM技术有多维信息集成和协同交互的能力,能给施工阶段的信息共享、工序排程、资源调配提供一个统一平台。本文围绕道路与桥梁工程施工的协同管理需求,分析现存问题,提出基于BIM的关键技术和交叉区域协同管理方法。

1 道路与桥梁工程施工协同管理现状与问题分析

1.1 传统协同管理模式的运作方式

传统协同管理主要靠二维图纸传递信息,各专业的设计内容通过纸质图纸或电子图纸流转。图纸能表达的信息有限,不同工序之间的数据关联性弱,容易产生理解偏差。在工序安排上,采用串行作业方式,后面工序必须等前面工序全干完了才能启动,整体施工节奏就被定死了。沟通机制以会议协调为主,各方定期聚在一起讨论进度和问题,但这种沟通方式时效性差,信息在传递过程中容易衰减或走样。总的来说,传统模式缺少动态调整的能力,很难适应复杂工程的实时变化需求。

1.2 道路工程施工协同管理中的主要问题

在道路工程中,路基、路面、排水这些专业之间的信息比较割裂,各自独立编施工计划,导致接口部位经常出现错位或者漏掉。施工进度跟资源计划之间也脱节,设备、材料、人员的调配往往比实际作业需求慢半拍,造成窝工或者资源闲置。变更响应方面,现场条件或设计要求一发生变化,信息得转好几道才能传到相关班组手里,调整时间长,容易造成返工。因为没有统一的信息共享平台,各专业对变更内容的理解也不一致,执行偏差和协调难度就更大了。

1.3 桥梁工程施工协同管理中的主要问题

桥梁工程中,基础、墩柱、箱梁、桥面系这些主要组成部分之间的工序衔接困难比较大。前后工序的作业窗口时间很难精准对上,容易出现等待或者交叉干扰。钢筋、预埋件、预应力管道这些构件在狭小空间里挤在一起,位置冲突经常发生,现场调整的活儿很多。大型构件吊装和运输的时候,不同作业面的调度缺少统一协调,运输路径占用和吊装时机冲突的问题比较突出。各班组对工序交接标准的理解不一样,质量验收环节就得反复整改,整体施工进度的不可控性就更强了。

1.4 道路与桥梁工程交汇区域的协同难点

在道路与桥梁交汇区域,跨线桥结构和主线道路的空间关系比较复杂。两者在垂直和水平方向上的作业面相互重叠,施工顺序稍微排不对,就会造成空间冲突。施工时序跟交通组织之间的矛盾也很明显。桥梁上部结构施工时,往往要占用下面的道路空间;而道路施工又得靠桥梁提供通行条件^[1]。两者在时间上的需求很难同步,结果就是一方干活的时候,另一方只能停工或者绕行。交汇区域涉及两类工程的多个专业队伍,各自进度不一样,协调频率高但效率低,很容易形成局部的施工瓶颈。

2 基于BIM的道路工程施工协同管理关键技术

2.1 道路路基与路面施工的BIM协同

路基填挖方量的实时计算与共享,是依托三维地质模型和道路设计模型的集成,能够动态拿到各施工区段的填方和挖方数据。不同专业和作业队伍可以在同一个平台上查看最新的土方数值,减少因为版本不一致导致的重复计算或者现场土方调配失误。路面结构层铺设顺序的可视化排程,把底基层、基层、面层的施工时序在三维视图里分层呈现出来,让作业队伍清楚每一层铺多大范围、铺多厚、先铺哪个后铺哪个,避免铺反了或者

漏铺。管线与道路结构的碰撞检测与协调,在模型环境中自动扫描地下管线和路基路面之间的空间干涉,精确标出冲突位置的坐标和高程,并给出调整方向。

2.2 道路排水与附属设施的BIM协同

排水管网与道路纵断面的整合建模,是把排水系统的管道走向、坡度、管径、检查井位置,跟道路的竖向设计放在同一个模型环境里。当道路纵断面因为地形或设计要求发生变化时,排水管网的埋深和坡度可以跟着联动更新,保证排水流向跟道路坡度方向协调一致,防止积水或倒坡。交通标志标线与道路几何的联动调整,让附属设施的位置跟道路线形保持逻辑关联。道路的曲线半径、车道宽度、横坡或者超高调整后,标志标线的布置参数自动适配新的几何条件,减少人工一个个改的工作量和出错概率。排水设施与附属设施之间的空间关系,也能在模型中清楚地呈现出来,避免井盖跟标线重叠、排水口位置不合理、或者标志基础跟管道冲突这些设计缺陷。

2.3 道路施工进度与资源的BIM协同

施工进度与资源的BIM协同,是把时间维度和三维空间模型结合起来,形成包含工序顺序和持续时间的动态推演。每个施工段落的开始和结束时间在模型中明确标出来,同时绑上这个阶段需要的材料用量、机械类型、人员配置,实现进度计划跟资源计划的统一表达。资源加载功能让模型里的构件跟具体资源消耗建立对应关系。施工进度或设计内容更新后,资源需求跟着自动调整,方便提前调配^[2]。施工区域划分依托模型的空间属性,把道路工程按里程桩号或者结构特征拆成多个作业区段。每个区段的施工顺序、资源投放、验收标准,都可以在模型里独立设定。机械调度优化基于模型中的作业面状态、设备实时位置和工序依赖关系,帮着确定机械在不同区域之间的转移时机和行走路径。减少机械闲置和现场拥堵,提升整体作业效率和场地利用率。

3 基于 BIM 的桥梁工程施工协同管理关键技术

3.1 桥梁下部结构施工的BIM协同

桩基定位与承台钢筋的三维校核,是把桩位坐标和承台内部的钢筋布置放到同一个模型空间里。各方向钢筋的间距、层距,以及与桩头锚固筋的相对位置,都能在模型中精确呈现。系统自动识别钢筋之间的碰撞,以及钢筋与桩身之间的空间干涉,并标出碰撞点所在的具体标高和平面位置。校核结果以可视化方式反馈给钢筋加工和现场绑扎人员,让他们在施工前就知道需要怎么调整钢筋弯折角度,或者采取什么避让措施。墩柱模板与脚手架的协同排布,是把模板分块方案和脚手架立杆

位置放到同一个模型环境里进行匹配。模板的接缝、对拉螺栓孔位,跟脚手架横杆、剪刀撑之间需要避让的空间关系,可以提前明确下来^[3]。模型能显示模板安装需要的操作空间,以及脚手架搭设顺序之间的相互影响,并给出各立杆的调整偏移量,避免现场安装时出现模板没法就位、或者脚手架挡住模板调整的情况。

3.2 桥梁上部结构施工的BIM协同

预制梁场生产计划与现场安装进度的联动,是把预制梁的生产排程跟桥梁现场的架梁顺序绑在同一个时间轴上。模型中每一片预制梁都关联了它的模具占用时间、养护周期、运输窗口期。现场安装进度一变,梁场生产计划就会跟着自动调整。现场哪一跨安装延迟了,模型里后面那些预制梁的浇筑和存放顺序就跟着重排,避免梁场积压,或者现场没梁可架。现浇箱梁支架体系的受力分析与安全协同,是把支架的搭设方案和荷载分布数据集成到模型里。支架立杆间距、水平杆步距、剪刀撑布置,能随箱梁底板曲线自动适配。同时,支撑点处的受力状态在模型中实时呈现。受力超出设计范围的杆件,模型会自动提示调整它的布置参数。预应力张拉顺序的模拟与多方确认,在模型中按照设计要求的张拉分组和先后次序做三维演示。各参与方可以在同一个模型上查看每束预应力筋的张拉时机和伸长量,并在线确认张拉方案,减少因为理解不一致导致的张拉顺序错误。

3.3 桥梁附属工程的BIM协同

桥面铺装与防撞护栏的工序衔接,是把铺装层浇筑和护栏安装的先后关系,在模型中按区段进行时序标注。每个桥面区段的铺装完成时间,跟护栏可以开始安装的时间形成逻辑关联。铺装进度滞后的区段,护栏作业计划会自动往后推。模型同时显示铺装层的养护进度,确保护栏安装时铺装强度能满足作业要求。伸缩缝与支座安装的精度控制,是在模型中设定安装定位的参考点和允许偏差范围。伸缩缝的预留槽口尺寸,以及支座垫石的高程、平整度,在模型中跟对应的梁体端部、墩台顶面精确匹配。安装过程中产生的偏差,能与模型中预设的标准值进行逐点对比^[4]。偏差超限时,系统会提示相关作业人员进行调整,并把调整后的实际坐标记录回模型中。附属工程各工序之间的材料运输路线和作业面交接条件,也在模型中予以明确,减少现场等待和交叉干扰。

4 道路与桥梁工程交叉区域的 BIM 协同管理方法

4.1 跨线桥梁与被交道路的空间协调

净高与净宽的三维校核,是把跨线桥梁底部的轮廓跟被交道路的通行断面放到同一个模型空间里进行精确

匹配。桥梁梁底、横隔板以及附属设施下缘,与被交道路路面之间形成完整的竖向间隙分布图。任何不满足通行要求的低点,都会被模型自动标出来,并显示具体数值。被交道路的车道宽度、路肩、人行道边界,跟桥梁墩柱、桥台之间的水平距离,也在模型中逐断面进行复核。施工围挡与交通导行的联合模拟,是把围挡布置方案跟车辆通行路径整合在同一个动态环境里。围挡设置之后,剩余路面的宽度、转弯半径、视距条件,都能在模型中实时评估。

4.2 互通立交区域多专业协同

匝道与主线的拼接精度管理,是把匝道起终点处的平面线形和纵断面线形,跟主线对应的设计参数进行逐桩比对。拼接位置的横坡过渡、宽度渐变、标高衔接,在模型中生成完整的误差分布表,任何超出允许范围的偏差都会触发模型提示。多个匝道汇聚或分流处的三角地带,跟主线之间的空间关系也在模型中明确下来,确保这块区域的排水、路面铺装、标线布置,跟相邻路段的各项参数能自然过渡。多层结构的施工时序优化,是针对立交区域内桥梁上跨、下穿以及道路平交并存的情况,在模型中按高度分层设定各结构的施工起止时间。下层结构的顶面强度达到要求之后,上层结构才能启动。上下层作业面之间的垂直投影重叠区域,会设定专门的工序交接窗口,避免交叉施工期间出现物体坠落风险或机械干扰。

4.3 交叉区域安全管理的BIM应用

高空作业与地面交通的冲突检测,是把桥梁上部结构施工中的挂篮、模板、构件吊装这些高空作业范围,跟地面道路的车辆通行区域叠加到同一个时间轴上。模型根据高空作业的具体时段和空间包络线,自动识别车辆通行路径跟高空物件坠落区之间的时空重叠情况,然

后给出需要封闭或限行的具体时段和区段。临时结构与永久结构的转换协同,是针对施工过程中使用的临时支撑、临时墩、临时便桥这些设施,在模型中明确它们跟永久结构之间的依附关系和拆除条件^[5]。模型记录每处临时结构的受力状态,以及永久结构达到设计强度的时间点。等到永久结构具备承载能力了,系统就提示临时结构可以开始卸载和拆除。

结束语:本文针对道路与桥梁工程施工中信息各管各的、工序老是冲突、变更反应慢、交叉区域协调难这些问题,把传统协同管理模式的毛病梳理了一遍,提出了基于BIM技术的协同管理框架和关键技术。通过道路路基路面、排水附属设施、进度资源的BIM协同,还有桥梁下部结构、上部结构、附属工程的BIM协同,把多专业的信息集成起来,工序也能联动。针对交叉区域,搭建了空间协调、多专业拼接精度管理、安全冲突检测这些方法,给提升道路与桥梁工程施工协同管理水平指了条路子。

参考文献

- [1]宋子平.基于BIM技术的道路桥梁工程施工进度与质量协同管理策略[J].建筑与施工,2025,4(6):61-62.
- [2]赵香云.基于BIM技术的道路与桥梁工程管理系统研究[C]//2025可持续工程设计与实践经验交流会论文集.2025:1-3.
- [3]王海祥.基于BIM技术的道路桥梁施工管理与优化[J].工程建设与技术,2025,3(9).
- [4]王焜.基于BIM技术的市政道路桥梁施工一体化管理与优化策略[J].城市建筑与发展,2025,6(17).
- [5]易洪.基于信息化技术的道路桥梁工程管理方法探讨[C]//2025工程新技术与新方法经验交流会论文集.2025:1-3.