

桥梁预制拼装全过程数字化施工管理研究

徐赛英

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 我国桥梁倡导“以人为本”和“绿色环保”的建设理念,为实现提高工程质量、加快建设速度、提升经济效益等目的,桥梁建设中预制拼装技术的应用日渐普遍,常规的施工管理手段已经无法适应当前不断提速的建设方式。分析预制拼装桥梁分析设计、加工、仓储、运输、施工及运维等多阶段的特点,结合BIM技术,挖掘数字化管理价值,提出了桥梁预制拼装从生产到竣工全过程需要深度融合BIM技术和物联网技术的施工管理建议,从而将桥梁“智能建造”进一步推向“智慧建造”。

关键词: BIM; 桥梁; 预制拼装技术; 施工管理

中图分类号: U445.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)01-0174-04

Research on Digital Construction Management of Whole Process of Bridge Prefabrication and Assembly

XU Saiying

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: In China, the construction concept of "people-oriented" and "green environmental protection" for bridges is advocated. In order to improve the engineering quality, accelerate the construction speed and enhance the economic benefits, the application of prefabricated assembly technology in bridge construction is becoming increasingly common. The conventional construction management methods have been unable to adapt to the current construction mode of increasing speed. The multi-stage characteristics of prefabricated bridge in the analysis, design, processing, warehousing, transportation, construction, operation and maintenance are analyzed. Combined with BIM technology, the value of digital management is explored, and it is suggested that BIM technology and Internet of Things technology should be deeply integrated in the whole process of bridge prefabrication from production to completion. Thus, the intelligent construction of bridge will be further promoted to the wisdom construction.

Keywords: BIM; bridge; prefabrication and assembly technology; construction management

0 引言

桥梁预制拼装包含钢结构桥梁和钢筋混凝土桥梁的预制拼装两部分,技术重难点在于实现全预制钢筋混凝土桥梁。全预制钢筋混凝土桥梁需要将桥梁构件(含基础、墩台与上部结构等)全部采用集中预制的方式,后由安装进度管理人计划将预制好的构件运输到桥梁施工现场进行吊装拼接施工。这种桥梁生产和施工形式能够缩短施工周期、减少施工现场环境干扰、增强施工的质量控制,与现浇施工方式相比,预制拼装的施工方式具有能降低建设成本、利于环境保护、能大批量加工生产等优点。随着我国大型施工机械设备的更新迭代技术进步,桥梁的

预制拼装技术在广泛地被普及应用。目前我国桥梁的预制拼装率达到95%左右,在上海S7公路项目、龙东大道快速化等项目中均有全面应用。

桥梁的全预制拼装是新型建筑工业化的具体表现之一,不断科学化的施工组织管理也进一步保证了建筑工业化的实现。BIM技术作为一种全新的建设理念和方法,能够为桥梁预制拼装建设管理提供一种全新的解决方案。通过BIM的可视化、协调性、模拟性、优化性等技术优势的应用,能够进一步提升项目管理和运维的水平。

1 前期设计

1.1 设计要求

结合国家和项目所在地区的模型交付标准以及项目管理需求,形成适用于本项目的施工图模型交

收稿日期: 2024-07-01

作者简介: 徐赛英(1991—),女,学士,工程师,从事道路设计工作。

付标准。如项目采用正向设计,则需在施工图设计阶段就形成相应标准,制定适用于预制拼装构件的编码体系,针对常用构件形成标准化的构件库规章,确定其规格尺寸、设计参数、工程量等主要信息与要求。

在搭建施工图模型时,施工单位应基于后期预制与安装的实际情况,对建模方案提出合理化要求,以提高模型成果的标准化程度;在施工图建模结束后,施工单位应结合预制与安装的管理需要在施工过程中进一步优化 BIM 模型。

模型构件的拆分应考虑单位工程的划分、分部分项工程的分划以及施工检验批的划分等要求,如在预制拼装的立柱模型中,模型构件的颗粒度应按每个安装段设计;当一根立柱分多段吊装时,应分段建模。

1.2 优化设计

采用 BIM 技术优化施工图的设计,再进行模板加工、备料、钢筋下料与钢结构放样等工作。相对于传统施工中的优化设计,基于 BIM 技术的优化设计应用在大型项目及复杂项目时有着更出色的优越性,主要体现在能提高成果的深度、效率和准确性。

全面采用预制拼装施工技术,为使用 BIM 技术开展施工图优化设计和开展数字化加工生产提供了较好的实践平台。全预制钢筋混凝土桥梁还可以对标准构件进行钢筋建模,以提升钢筋翻样的准确性、提高钢筋下料速度、满足制造需求。

2 施工管理准备

2.1 施工方案模拟

总体施工组织设计:围绕绿色建造理念,秉承“高环保、高效率、低扰民”的原则,通过“数字化运用、工业化制作、信息化施工、智能化管理”等手段,全面实践绿色建造工艺和方法;遵循总体目标统一、施工标准统一、钢筋加工统一、构件生产统一、吊装管理统一、渣土利用统一的原则进行统筹安排;利用项目 BIM 模型,对施工总体方案进行可视化模拟,以施工工期最长的节点作为关键点进行工期管理;并根据机械设备的配置、作业班组的安排、周转施工设备的配置和合理安排等,形成平行流水搭接施工过程。

节点施工组织设计:根据地理位置及工程内容划分施工阶段与关键节点,针对场地受限区域考虑采用构件堆场、拼装模拟的方法,并通过与施工各部

门配合或是专业分包等方式动态协调施工组织,实现施工方案的可视化交底,如利用桥梁和场地 BIM 模型可进行桩、承台、立柱、梁等多项专项施工方案的模拟,起到辅助施工预判、施工交底、为专项专家评审提供说明等作用。

基于全过程 BIM 施工管理的施工方案模拟流程如图 1 所示。

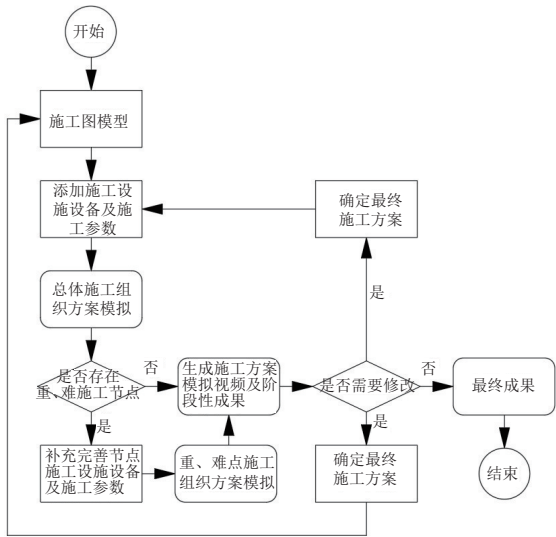


图 1 施工方案模拟流程图

2.2 可视化交底

预制构件在现场吊装之前需进行施工交底。传统交底文件中图纸表达不清楚,容易导致施工人员难理解、施工人员理解不透彻,最终耽误进度或使得施工质量不理想。预制装配施工过程中存在大量与常规施工不同的技术要点,可以利用 BIM 技术进行三维可视化的技术交底,对预制构件安装环节中的复杂节点进行分析,出具三维交底文件。最终交底文件可实现模型图清晰、空间位置正确、方便理解且信息准确到位,为施工及管理人员直观表达交底内容。

3 施工管理平台建设

近年来,我国多个政府部门在印发建筑工业化相关意见时均提到数字化和智能化,大力推广 BIM 技术。随着我国智能软件、5G 网络、物联网等诸多技术的高质量发展,传统建筑行业的数字化智造在如火如荼地开展,相关的绿色制造也在逐步开展。预制构件作为其中一项关键技术,也已经切实应用在了工程项目建设中。基于这个背景,在工程中搭建一套数字化的预制构件生产与施工管理系统,对基础设施桥梁工程的业务进行“智慧管理”是非常有

必要的。

通过打造数字化工程业务管理平台,可实现以BIM模型及数据为基础,为桥梁预制拼装从生产至竣工全过程中的各参与方搭建施工管理的数字化协同工作平台,改变传统的桥梁预制拼装的施工管理组织结构,为项目各方提供项目信息可共享、可交换、可协作的工作环境,真正意义上实现施工全过程协同管理。

4 预制厂管理

4.1 数字化加工

利用BIM模型进行钢结构虚拟拼装产生的效益最为突出。对于钢结构的加工厂家而言,应用这种方法不仅可以减少拼装场地,还能降低劳动力、缩短加工周期,从而降低建设项目的生产成本。

4.2 生产管理

基于BIM技术与物联网技术而建立的制造执行系统,涵盖了工单管理、原料管理、钢筋加工、混凝土配比、构件预制、质量管控、库存管理及物流运输等功能,能够实现精益制造。

预制构件厂管理:构件厂的基础数据能在BIM系统中进行可视化管理,包含构件厂基本信息、台座信息、仓库信息与模具信息。

预制构件生产工艺管理:构件生产工艺对应的工序和材料能在BIM系统中可视化管理,常规城市快速路的预制构件生产工艺可分为箱梁生产工艺、标准盖梁生产工艺、立柱生产工艺、匝道盖梁生产工艺及分节盖梁生产工艺等,其中例如箱梁生产工艺的工序管理流程如图2所示。

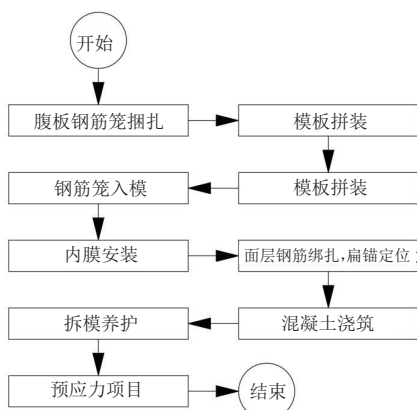


图2 钢梁构件生产工艺工序管理

预制构件管理:结合施工总包的建设进度要求,合理安排预制构件从下单到构件厂计划、生产、仓储、运输以及参建单位吊装的全生命周期管理,在

BIM管理平台中进行构件订单状态的管理,其过程如图3所示。

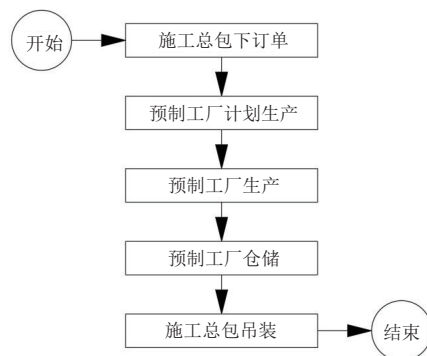


图3 构件订单状态管理

5 施工物流管理

按照项目管理方案,将桥梁预制构件与互联网相联,进行数字化的信息交换和通信,在管理、跟踪、定位、识别与监控等方面实现深度的智能化。同时将现代物流理念、先进的物流技术和现代物流模式引入项目BIM管理,对桥梁预制构件的采购、运输、配送与储备等各阶段进行计划、组织、指挥、协调、控制和监督等活动。桥梁建设工程在深度融合BIM技术和物联网技术时,势必将正在普及的“智能建造”提质到我们正在追求的“智慧建造”这一崭新高度,从而开创属于桥梁建设独有的智慧建筑时代,这也是桥梁建设行业未来发展的重要方向之一。未来桥梁智能建造系统的核心是基于新型物联网技术的“智慧化”大控制系统。

为在桥梁工程中全面采用工厂预制、现场安装的全预制拼装技术,需要结合信息管理平台的海量构件的物流管理系统,以实现对构件的出厂、在途、到场和安装状态实时查询。基于物联网的构件运输管理内容如图4所示。

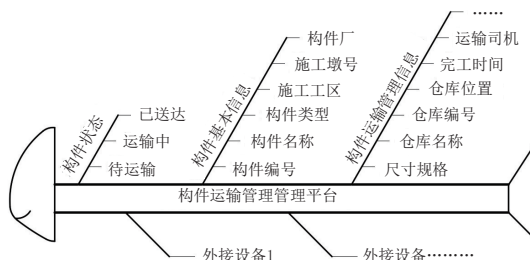


图4 构件运输管理

6 施工现场管理

6.1 吊装管理

吊装构件的状态分为未生产、待计划、待生产、

生产中、仓储中、运输中、待吊装与已吊装,对各状态的数据进行查询与管理,如已吊装状态数据应包含吊装日期、人员、照片等信息。

对吊装构件进行验收管理应包含吊装前验收(表观质量、吊装灌浆料等)与吊装后验收(现场照片与验收资料)。

6.2 工程业务管理

基于 BIM 技术的桥梁预制构件模型能够将模型参数、规范指标、管理需求、场地情况等信息进行关联互通,使项目各参与方能同频开展“人机料法环”不同业务管理。基于 BIM 的工程管理工作系统的集成事实上是一个从 3D 模型到 nD 模型的扩展过程。通过 BIM 施工管理平台可开展以下所述管理工作。

(1)进度的计划及控制:是开展工程施工管理的核心业务内容,目前传统方法采用横道图和网络图的形式,将 BIM 模型与进度集成,可形成基于 BIM 的 4D 施工;基于从生产至竣工全过程的 BIM 施工管理,4D 施工模拟可用 3D 模型作为桥梁预制拼装项目的信息载体,以动态地展示项目进度,为项目经理与其他决策层提供直观信息,便于检验进度计划是否合理,同时提高工作效率。

(2)工程量管理:根据上一条的实际施工状态,即可统计出实时工程量,并为下阶段备料提供依据。

(3)资料文档管理:将项目相关的文档资料如图纸、会议纪要等进行分类管理;同时可将文件与模型进行关联,以便于查阅。

(4)监控及监测数据管理:接入监控仪器,抓取现场管理数据;接入监测设备,实时监测数据与模型数据关联,方便监测点数据查询、危险数据自动警报通知等。

7 维运阶段的管理

施工结束后,施工阶段的信息与 BIM 模型绑定,形成施工交付模型以及施工过程中预埋的一些监测设备交付,为运维阶段的 BIM 技术实施创造条件。一旦在项目运维过程中发现问题,可以快捷地追溯到可能需要的历史信息,以便高效地解决问题,提高运维管理的效率。

8 结 语

从技术层面看,桥梁预制拼装的施工管理已初步具备智慧建造条件;从管理层面看,工程项目的 BIM 数字化水平与各环节 BIM 技术的普及推广层度有着直接关系。

在基础设施项目新型建筑工业化转型智慧制造的进程中,桥梁全预制拼装已在领跑位置。产业链的各环节企业要在技术浪潮中不被淘汰,只有不断提升自我、不断挖掘数字化管理的价值。

本文对桥梁预制拼装施工管理中 BIM 技术的应用做了充分研究,罗列了目前利用 BIM 技术可实现的一些管理手段,在当前 BIM 技术应用路线不统一且 BIM 人才缺乏的环境下,能够为类似的项目提供借鉴。

参考文献:

- [1] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司.现代桥梁技术丛书-桥梁预制拼装技术[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2020.
- [2] GB/T 51301—2018,建设信息模型设计交付标准[S].
- [3] DG/TJ 08-2160—2021,预制拼装桥梁技术标准[S].
- [4] DG/TJ08-2129—2013,建设工程绿色施工管理规范[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: roadfloodbridge@163.com

