

# 基于BIM技术的铁路转体桥梁施工管理研究

薛华锋 朱国栋 赵剑光

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西西安 710024

**【摘要】**通过对铁路桥梁项目中转体结构施工技术的研究和应用,发现在实践中存在一些问题,包括转体桥梁施工周期长、操作复杂以及可视化程度较低。另外,该项目涉及的专业人员种类较多,导致效率低下和精细化程度不足,同时还存在一定的风险。因此,逐渐有人开始利用BIM技术来管理铁路转体桥梁的施工过程。利用BIM技术,可以解决传统施工模式下存在的多种问题,如结构碰撞、进度管控、方案可行性和协同办公等。这种技术能够实现对工程施工的精细化管理,使桥梁和场地信息能够进行可视化交互分析。通过这种方法,可以加快工程推进速度,提高施工效率,对于推动桥梁工程的智能建造具有实际意义。

**【关键词】**转体桥梁; BIM技术; 施工技术

转体桥梁是一种常见的轨道建设技术,特别适用于跨越障碍物。然而,转体桥梁的施工面临着技术难题、紧迫的工期要求、协调关系复杂以及高精度要求等特点。不当处理可能引发施工安全和质量事故。尽管我国已经大量完成了高铁转体连续梁的施工,并积累了丰富的经验,显示出较高的技术水平。然而,与现代先进科技水平相比,现有的施工解决方案在协同工作环节、工作效率、项目组织管理和盈利水平方面仍存在一些问題。此外,项目施工仍难以预先推演整个施工过程。

BIM技术具有可视化、协同管理、提高管理效率等特点,近年来,随着BIM技术的快速发展,工程建设朝着信息化、智能化发展,项目管理的精细化程度越来越高,在这种背景下,针对转体桥等专门结构的研究与应用仍具有巨大的发展潜力<sup>[1]</sup>。因此,本研究将专注于探讨BIM技术在铁路转体桥梁施工管理中的应用。

## 1 BIM技术与铁路转体桥梁的概念研究

### 1.1 铁路转体桥梁概念

转体技术,即在在桥梁非设计轴线位置制作相应构件并进行转体处理的一种技术方案。采用转体技术可以有效避免空间实物的阻碍,提高铁路桥梁工程的整体建设有效性和可行性。与传统施工方案相比,转体技术具有更好的结构和力学性能,可以有效提高工程建设的质量。在高山、峡谷、急流、河道等区域进行铁路桥梁建设时,应用转体技术不仅能控制工程建设成本,还能确保工程建设的安全

系数。<sup>[2]</sup>

在铁路桥梁建设项目中,转体结构是轨道建设非常常用的一种技术手段。该结构能够为桥梁的运输工作提供良好支撑,并稳固地连接桥梁两端的轨道结构,从而成为桥梁轨道正常运行的关键组成部分。铁路桥梁的施工过程主要分为桥墩施工和梁体施工两个阶段,转体结构包括转体钢结构、转体连续梁和转体斜拉桥三种形式。这三种结构通过不同的转体和合龙方式,为桥梁铁路轨道的整体建设提供了支撑,并能够提高桥梁轨道的整体安全性。<sup>[2]</sup>

### 1.2 BIM的概念及意义

BIM,即Building Information Modeling,意思为建筑信息化模型,以数字化方式对整个建筑项目的生命周期进行管理。BIM建筑信息模型技术的应用可归类为新一代计算机辅助设计技术,是传统CAD设计的延续和革新。CAD的出现将人们从手工绘图中解放出来,提高了设计工作的效率<sup>[3]</sup>,但是与人们期待的效率水平尚有差距。而BIM技术利用三维数字技术来模拟建筑物所包含的各种信息,包括物理信息和技术信息等,这些信息相互关联,确保了项目在全生命周期内信息的一致性,同时提供了一个高效的协同工作平台,使不同专业的人员能够进行协同工作。BIM技术的应用为设计方案的修改带来了便利,从而缩短了工程建设的周期,降低了成本,并提高了设计质量,使整个项目的决策更加可靠。这使得BIM技术在建筑行业得到了广泛的应用和推广。<sup>[4]</sup>

## 2 铁路转体桥梁施工关键技术及难点

### 2.1 转体桥施工精度问题

转体桥的施工工艺对其精度要求极高，确保施工质量的关键在于精确的控制。转体桥项目由于地理位置的特殊性以及复杂的结构，工程量统计工作量较大。同时，转体桥对可视化精度的要求也较普通桥梁更高，施工场地的布置以及施工工序的流程对精准度提出了更高的要求。设备安装精度、转体就位精度以及测量精度是施工精度控制的主要内容。为了确保施工精度不偏离正常范围，应指派专业人员进行测量工作，并由专人负责监督核查施工精度。在监督核查过程中，如发现精度问题，应及时督促解决，以防止施工精度控制不到位而引发严重问题。

### 2.2 桥梁转体施工中的监控测量

桥梁的转体作业是一项十分复杂的施工工序，施工质量的要求也非常高。为了保障桥梁转体施工的质量，我们需要对每个阶段的桥梁进行受力监测，并根据监测结果有针对性地调整施工方案和工艺。通过不断优化和调整，以确保桥梁转体施工的质量得到有效保障。在桥梁转体施工过程中，我们主要关注以下几个参数的测量：桥梁墩身混凝土浇筑过程中的应力参数的变化，桥梁墩体下转盘混凝土浇筑时的内部应力变化情况，桥梁主体的结构高程和主梁线形数据的变化，桥梁转体过程中的转动速度和转体就位时的应力变化情况，以及桥梁悬臂部混凝土施工中的应力变化。这些应力参数的变化非常复杂，它们对于桥梁转体施工的质量和转体作业具有非常重要的影响。因此，我们需要积极采集和分析这些参数，并以此为指导，保证桥梁转体施工作业的顺利进行。<sup>[5]</sup>

目前国内主要是人工监测桥梁转体过程，其中能实现自动采集应力，但采集数据后还需进行处理，主要采用全站仪测量梁端变位、角速度、线速度等，牵引力主要根据油压进行换算，精度低。此外，以上参数的监测并未形成有机整体，导致在数据采集、分析和评估结构安全状态期间，桥梁已经转到了另一个状态，无法实时反映当前的转体工作状态，从而不能及时发现问题，存在潜在的安全隐患。而且，由于跨铁路转体天窗通常在夜间进行施工，人工测量环境受限，误差较大，更无法实时反映桥梁的工作状态。传统监测方法需要投入大量的人员和设备，效率低

下且成本较高。

为了确保转体安全，我们需要研究转体关键参数的实时采集、处理和可视化技术，以便实时监测和评估桥梁的转体工作状态，并提前发出预警。这将极大地提高桥梁转体过程的安全性和效率。<sup>[6]</sup>

## 3 BIM技术在铁路转体桥梁中的应用

### 3.1 构建三维可视化模型

传统的桥梁设计方法曾受到过去计算机硬件和软件的限制，在设计和分析桥梁结构时只能从二维角度进行考虑。然而，这种二维设计方法容易出现问题，可能需要反复修改或重新进行设计，限制了设计师的创造力和灵感的发挥。随着BIM技术的迅猛发展，近年来许多工程师开始直接从三维视角出发，进行桥梁整体方案的构思和设计，从而避免了一系列设计上的问题，极大地释放了设计师们的创造潜力。

在桥梁建设的早期阶段，建设单位需要快速进行评估和规划工作。主要包括场地环境影响和评估、方案论证、选址分析等方面。为了达到这个目的，可以运用BIM建模软件，建立桥梁评估阶段的模型。该模型能够全面展示桥梁的整体分析情况，同时也可以设置基地的经纬度和桥梁类型等基本信息。此外，还可以建立周边环境模型，包括地形、植被、道路以及开放空间的预设。同时，模型也可以考虑现有建筑物的形态和空间使用方式，以及桥梁的结构形式，从而形成基地配置阶段的BIM模型。在具体项目建设之前，业主单位可以直观地了解项目整体规划、景观表现、选址环境和平面布局等情况，以便进行桥梁选址分析和各种评估。通过这些分析，可以检验初步设计概念是否符合建筑计划需求，同时也有助于制定设计方案的决策。

在此基础上，团队设计者可以使用信息模型对桥梁方案设计阶段进行论证，若发现问题，可直接对模型进行修改和更新。在方案评估阶段，设计师可以直观地展示多个桥梁设计方案模型。<sup>[7]</sup>

### 3.2 桥梁转体施工监控系统

桥梁施工监控工作包括施工监测、监控预警、监控计算以及反馈控制与数据分析，旨在确保桥梁施工的安全性。监控计算涵盖施工前期的计算和施工过程中的实时计算。而施工监测则通过传感器对线形、应力、温度以及其他环

境因素进行监测。通过分析监测数据和计算数据之间的误差,可以实现对桥梁状态的预警。一旦监控人员接收到桥梁预警信号,他们会将监测数据和预控数据进行对比,并根据预测分析的结果,采取一系列控制手段,以实现桥梁结构的反馈控制,从而确保桥梁能够达到预期目标。通过以上措施,桥梁施工的监控工作得到保障,并为确保施工质量和安全可靠提供了宝贵的数据支持和技术参考。

### 3.2.1 转体监测参数

在转体结构测试中,关键截面应力的评估非常重要,它可以反映出转体结构的受力状态。此外,梁端变位也是一个需要关注的参数,它为转体的就位和梁体的姿态调整提供了数据支持,并用于评估结构的转体安全状态。在测试过程中,还需要记录转体的角速度和梁端的线速度,以确保转体结构处于规范可控的范围内。此外,准确定义转体的角度和空间位置也是至关重要的,特别是需要明确点动牵引的起止点,以确保梁体的精确定位,并且满足设计要求的梁体中心线。监测和分析牵引力的变化情况,是保证转体牵引系统正常运行的关键措施。最后,在转体施工过程中,需要确保风速和风向处于允许的范围,以保证转体的抗倾覆安全性。<sup>[6]</sup>

### 3.2.2 监控系统

为了更好地管理和监控铁路桥梁转体施工工作,方便监控管理,结合铁路桥梁转体施工的特点,设计了一个高效的监控系统。监控系统包含以下系统:计算模拟系统、实时监测系统、数据分析系统、反馈控制系统及监控管理界面,视频监控管理系统。

①计算模拟系统应包含施工前期设计校核计算、转体施工控制初期的监控预测计算和转体过程中的实时计算模拟。

②实时监测系统采用了监测传感器、数据采集传递以及数据储存等子系统,能够有效地监测并记录转体施工过程中的相关数据。

③数据分析系统通过对计算分析系统传递的计算数据和实时监测系统传递的监测数据进行误差分析,并结合预警机制,判断桥梁转体状态的安全性。

④反馈控制系统包括转体牵引控制系统和转体平衡控制系统。转体牵引控制系统利用拉索驱动桥梁旋转,主要控制桥梁在转体过程中的牵引力和速度。根据接收到的调控信

息,牵引控制系统使得桥梁以预期速度和牵引力平稳进行转体。控制系统在施工现场对转体桥梁进行调控,从而改变桥梁的状态。同时,通过监测传感器获取新的监测数据,实现新的监控过程。

⑤监控管理界面将对桥梁施工过程中的监测数据、计算数据、现场监控画面等进行展示,方便监控人员对转体现场的把控。

⑥施工现场的视频监控系统通过在施工现场布置摄像头,对施工人员、材料和转体过程进行视频监控。这一监控系统的设计工作由施工单位负责完成。在正式进行桥梁转体前,还将进行转体试验,并测试监控系统的运行情况。通过调整监控机制,确保系统的正常运行。<sup>[8]</sup>

## 4 结语

BIM技术作为新兴技术,为各领域的发展创造了新的发展思路,同时在桥梁领域,BIM技术更是迅猛发展,越来越多的企业开始重视并发展BIM技术。本文针对转体桥中部分关键技术进行了BIM研究,取得了一部分成果。但碍于软件的不成熟、时间的限制等原因,仍有很多不足与缺憾,望本文能够为桥梁转体施工提供一定思路。

### 参考文献:

[1]周亮,刘守宇,许杰.基于BIM技术的转体桥梁施工质量精细化管理研究[J].建筑技术开发,2023,50(08):66-68.

[2]张峻山.转体技术在铁路桥梁施工中的应用分析[J].江西建材,2021(05):112-114.

[3]石培磊.铁路桥梁转体结构风险因素及防控措施探析[J].工程机械与维修,2023(01):134-136.

[4]张鑫华.基于BIM的铁路转体连续梁桥设计方法研究与应用[D].石家庄铁道大学,2022(01):94.

[5]韩一铭.铁路桥梁转体施工作业中的关键点与控制要点[J].中国新技术新产品,2019(06):114-115.

[6]曹文,陈舜东,周高旗.基于BIM的桥梁转体智能化实时可视监控系统关键技术研究[J].施工技术(中英文),2023,52(11):33-37+43.

[7]刘德学.基于BIM技术的连续梁桥转体施工应用研究[D].兰州交通大学,2019(01):79.

[8]邹艾珈.基于BIM的跨高铁桥梁转体施工监控方案设计及管理研究[D].西南交通大学,2021.