

基于BIM技术的刚构桥桥面高程精细化控制方法

王春红

云南交投集团云岭建设有限公司 云南 昆明 650224

摘要：随着BIM技术深度融入桥梁建设，基于BIM的刚构桥桥面高程精细化控制成为提升施工精度的关键。本文聚焦基于BIM技术的刚构桥桥面高程精细化控制方法。首先概述BIM技术，阐述其在工程建设领域的应用基础。接着深入分析BIM技术在刚构桥桥面高程控制中的优势，如信息完备集成、可视化直观、模拟预测精准、优化协同高效等。详细介绍基于该技术的精细化控制方法，涵盖施工前规划阶段的模型建立、模拟分析与碰撞检查优化；施工过程动态调整阶段的数据采集传输、模型更新对比、参数调整优化及协同管理；竣工验收阶段的模型生成、高程验收评估与资料归档传承，为刚构桥建设提供全面指导。

关键词：BIM技术；刚构桥；桥面高程；精细化控制；控制方法

引言：刚构桥作为重要的桥梁结构形式，其桥面高程控制的精准度直接影响桥梁的质量、安全与使用寿命。传统的高程控制方法在面对复杂多变的施工环境和严格的质量要求时，逐渐暴露出信息传递不畅、控制精度有限等问题。BIM（建筑信息模型）技术凭借其强大的信息集成、可视化展示和模拟分析能力，为刚构桥桥面高程控制带来了新的思路和方法。通过将BIM技术应用于刚构桥桥面高程控制，能够实现对施工全过程的精细化管理和动态调整，有效提高高程控制的准确性和可靠性，保障刚构桥的建设质量和运营安全。

1 BIM技术的概述

（1）BIM（BuildingInformationModeling）即建筑信息模型技术，是一种应用于工程设计、建造、管理的数据化工具。它以三维数字技术为基础，集成建筑工程项目各种相关信息，构建起一个完整的建筑信息模型。这个模型涵盖了建筑物的几何形状、空间位置等几何信息，以及材料属性、构件性能、施工进度、成本造价等非几何信息，将工程项目的全生命周期信息进行了高度集成，为工程建设各参与方提供了一个协同工作的平台。（2）BIM技术具有强大的信息完备性与集成性。在项目设计阶段，设计师能够借助BIM软件将建筑、结构、机电等各个专业的设计信息整合在一个模型中，避免不同专业之间的信息冲突和设计错误。在施工阶段，施工人员可以从模型中获取详细的施工信息，如构件的尺寸、安装位置、施工顺序等，实现精准施工。同时，BIM模型还能与项目管理软件、造价软件等进行数据交互，实现进度、成本等多方面的集成管理，提高项目管理的效率和准确性。（3）BIM技术具有可视化与直观性的特点。通过三维模型，各参与方可以直观地看到建筑物的

外观、内部结构以及各构件之间的关系，提前发现设计中的不合理之处并进行优化。在施工过程中，BIM模型可以模拟施工过程，以动态的方式展示施工进度和施工效果，使施工人员更好地理解施工方案，提高施工质量和效率^[1]。

2 BIM技术在刚构桥桥面高程控制中的优势

2.1 信息完备性与集成性

BIM技术具备强大的信息完备性与集成性，在刚构桥桥面高程控制中优势显著。它能够整合刚构桥从设计到施工全过程的各类信息，涵盖桥面的几何尺寸、材料属性、构件位置等详细数据。设计阶段，可将桥面的设计高程、坡度等关键参数精准集成于模型；施工时，能实时录入施工进度、测量数据等信息。这些信息在统一的BIM模型中相互关联、动态更新，形成一个完整的信息库。各参与方如设计、施工、监理等，都能从这个信息库中获取所需信息，避免了信息传递的偏差和延误，确保高程控制依据的准确性和一致性，为刚构桥桥面高程的精准控制提供了坚实的信息基础。

2.2 可视化与直观性

BIM技术的可视化与直观性为刚构桥桥面高程控制带来极大便利。通过三维模型，能以直观的方式呈现刚构桥桥面的空间形态和高程变化。设计人员可清晰看到桥面在不同位置的高程情况，提前发现高程设计不合理之处并及时调整。施工人员借助可视化模型，能准确理解桥面高程的控制要求和施工难点，无需依赖复杂的二维图纸进行想象和推算。同时，在施工过程中，可实时将测量数据与模型进行对比，以直观的视觉差异展示高程偏差，使施工人员迅速发现问题并采取纠正措施，有效提高高程控制的效率和准确性。

2.3 模拟性与预测性

BIM技术具有出色的模拟性与预测性，在刚构桥桥面高程控制中发挥着关键作用。它能够对施工过程进行模拟，提前预测不同施工阶段桥面的高程变化情况。通过模拟施工顺序、施工工艺等因素对桥面高程的影响，可以预先发现潜在的高程偏差问题，并制定相应的预防措施。例如，模拟混凝土浇筑过程中因收缩、沉降等导致的高程变化，提前调整施工参数。此外，还能根据模拟结果预测最终桥面的高程状态，与设计高程进行对比分析，及时调整施工方案，确保刚构桥桥面高程符合设计要求，降低施工风险和成本。

2.4 优化性与协同性

BIM技术的优化性与协同性为刚构桥桥面高程控制提供了有力支持。在优化方面，它可以通过对模型的分析和模拟，对桥面高程设计方案进行优化。比如，根据结构受力分析和施工可行性，调整桥面的坡度和高程，在满足使用功能的前提下，实现结构的合理性和经济性。在协同性上，BIM模型为设计、施工、监理等各参与方提供了一个统一的协作平台。各方可以基于模型进行实时沟通和交流，共享高程控制相关信息，及时解决出现的问题。设计人员可根据施工反馈优化设计，施工人员能依据设计要求精准施工，监理人员可依据模型进行高效监督，共同保障刚构桥桥面高程控制的顺利进行^[2]。

3 基于BIM技术的刚构桥桥面高程精细化控制方法

3.1 施工前规划阶段

(1) 建立BIM模型。在施工前规划阶段，建立精准的BIM模型是基于BIM技术进行刚构桥桥面高程精细化控制的基础。首先，要收集刚构桥设计的相关资料，包括设计图纸、技术规范等，确保模型构建依据的准确性。利用专业的BIM软件，按照设计要求创建桥面的三维几何模型，精确设定桥面的长度、宽度、坡度等几何参数，使其与设计高程完全匹配。同时，为模型中的各个构件赋予详细的属性信息，如材料类型、强度等级等。在建模过程中，注重模型的精细度和完整性，不仅要体现桥面的整体形态，还要对桥面的附属设施，如栏杆、排水系统等进行细致建模。完成初步建模后，进行模型的审核与校对，检查模型与设计的一致性，及时发现并修正错误，为后续的施工模拟和分析提供可靠的数据支持。

(2) 施工模拟与分析。建立好BIM模型后，开展施工模拟与分析是关键环节。通过BIM软件，模拟刚构桥桥面施工的全过程，包括模板安装、混凝土浇筑、预应力张拉等关键工序。在模拟过程中，可以直观地看到每个施工步骤对桥面高程的影响。例如，模拟混凝土浇筑时，考

虑混凝土的收缩、徐变等因素，预测桥面高程在不同时间点的变化情况。同时，分析施工过程中的各种变量，如施工顺序、施工速度、环境温度等对桥面高程的影响程度。借助模拟分析结果，能够提前发现施工过程中可能出现的高程偏差问题，评估不同施工方案对桥面高程控制的效果，为选择最优的施工方案提供科学依据，从而有效避免施工中的盲目性，提高桥面高程控制的精准度。(3) 碰撞检查与优化。碰撞检查与优化是施工前规划阶段保障刚构桥桥面高程控制质量的重要措施。利用BIM模型的碰撞检查功能，对桥面施工过程中的各个构件和系统进行全面的碰撞检测。不仅可以检测桥面结构自身构件之间的碰撞，如钢筋与模板、预应力管道与普通钢筋之间的碰撞，还能检测桥面与周边其他设施，如桥墩、附属结构等的碰撞情况。一旦发现碰撞问题，及时分析碰撞产生的原因和对桥面高程的影响。根据碰撞分析结果，对设计方案和施工方案进行优化。例如，调整钢筋的布置方式、修改模板的安装位置等，以消除碰撞隐患，确保施工过程中各构件能够顺利安装，避免因碰撞导致的桥面高程偏差，保证刚构桥桥面高程控制的顺利进行和工程质量的可靠性。

3.2 施工过程动态调整阶段

(1) 数据实时采集与传输。在刚构桥桥面施工过程动态调整阶段，数据实时采集与传输至关重要。借助高精度测量仪器，如全站仪、三维激光扫描仪等，对桥面关键点位的高程、平面位置等数据进行实时采集。同时，利用物联网技术，将采集到的数据通过无线传输方式迅速上传至BIM管理平台。确保数据传输的稳定性和及时性，避免数据延迟或丢失。实时采集的数据能为后续模型更新和施工调整提供准确依据，使管理人员及时掌握桥面施工的实际状态，为动态调整施工方案奠定基础。(2) 模型动态更新与对比分析。基于实时采集的数据，对BIM模型进行动态更新。将现场实际测量数据与模型中的理论数据进行对比分析，通过专门的软件工具，直观展示两者之间的差异。若发现高程偏差超出允许范围，及时标记并分析偏差产生的原因，如施工误差、环境因素影响等。通过模型动态更新与对比分析，能够及时发现施工过程中的问题，为后续施工参数的调整和优化提供明确方向，确保刚构桥桥面高程始终处于可控状态。(3) 施工参数调整与优化。根据模型动态更新与对比分析的结果，对施工参数进行调整与优化。针对高程偏差问题，调整混凝土浇筑速度、振捣方式、模板安装精度等参数。例如，若某区域桥面高程偏低，可适当放慢混凝土浇筑速度，加强振捣，提高混凝土密实度，以

提升该区域高程。通过不断调整和优化施工参数，使实际施工情况与模型理论值逐渐吻合，有效控制刚构桥桥面高程，保证施工质量符合设计要求。（4）协同管理与沟通。在施工过程动态调整阶段，协同管理与沟通不可或缺。建立以BIM模型为核心的协同管理平台，设计、施工、监理等各方人员通过该平台实时共享信息。定期召开协同会议，针对数据采集、模型更新、参数调整等问题进行讨论和决策。各方及时反馈施工中遇到的问题和解决方案，加强沟通与协作。通过有效的协同管理与沟通，能够整合各方资源和智慧，快速解决施工过程中的难题，确保刚构桥桥面高程精细化控制工作的顺利推进。

3.3 竣工验收阶段

（1）竣工模型生成。在刚构桥桥面竣工验收阶段，生成准确的竣工模型是关键步骤，以施工过程中的实时数据和最终实际测量数据为基础，对原有的BIM施工模型进行全面更新与完善。将桥面实际的高程数据、构件尺寸、位置信息等精确录入模型，确保模型中的每一个元素都与实际工程状况高度一致。通过专业软件对模型进行精度校验和优化处理，消除可能存在的数据误差和模型缺陷。生成的竣工模型不仅能直观呈现刚构桥桥面的最终形态，还集成了从施工到竣工全过程的详细信息，为后续的高程验收与评估提供可靠的数据支撑，同时也为桥梁的长期维护和管理提供了重要的数字化资料。（2）高程验收与评估。基于生成的竣工模型，开展刚构桥桥面高程验收与评估工作，将模型中的高程数据与设计高程进行细致比对，运用专业的分析工具计算高程偏差值，并评估偏差是否在允许范围内。同时，结合现场实际测量数据，对模型分析结果进行验证和补充。对于高程偏差超出规范要求的区域，深入分析原因，判断是施工误差、材料变形还是其他因素导致。根据评估结果，给出明确的验收结论，若存在问题，提出针对性的整改建议和处理措施。通过科学严谨的高程验收与评

估，确保刚构桥桥面的高程质量符合设计标准和规范要求，保障桥梁的安全使用。（3）资料归档与信息传承。完成高程验收与评估后，做好资料归档与信息传承工作至关重要，将竣工模型、高程测量数据、验收评估报告等相关资料进行系统整理和分类存储，建立完善的电子档案和纸质档案。电子档案采用标准化的数据格式，便于长期保存和快速检索；纸质档案则进行妥善装订和保管，防止损坏和丢失。同时，将这些资料信息传承给桥梁的管理单位和使用者，为他们提供全面的桥梁信息。通过资料归档与信息传承，不仅为桥梁的后续维护、改造和加固提供重要依据，还能为类似工程的建设提供宝贵的经验参考，促进建筑行业技术的不断进步和发展^[3]。

结束语

基于BIM技术的刚构桥桥面高程精细化控制方法，贯穿施工前规划、过程动态调整及竣工验收全流程。施工前精准建模、模拟分析与碰撞检查为施工奠定坚实基础；施工中实时采集数据、动态更新模型并调整参数，实现高程的精准把控；竣工时生成精确模型、严格验收评估并妥善归档资料。此方法借助BIM技术的强大功能，有效提升了刚构桥桥面高程控制的精度与效率，保障了工程质量。未来，随着技术不断发展，该方法将进一步完善，为桥梁建设提供更有力的支持，推动行业向智能化、精细化方向迈进。

参考文献

- [1]程海根,沈长江.BIM技术在桥梁工程中的应用研究综述[J].土木建筑工程信息技术.2021,9(05):103-109.
- [2]王凤林,冯浩,王健等.BIM在桥梁施工中的应用分析与探讨[J].公路交通科技(应用技术版).2022,11(10):183-185
- [3]张海华,刘宏刚,甘一鸣.基于BIM技术的桥梁可视化施工应用研究[J].公路.2021,61(09):155-161.