

BIM技术在城市轨道交通施工阶段的应用微探

郭 威

上海建科工程咨询有限公司 上海 200030

摘 要：本文探讨了BIM技术在城市轨道交通施工各阶段的应用，包括施工准备、实施及收尾阶段。BIM技术通过三维建模优化场地规划与施工方案，精准管理材料与设备，实现进度、质量与安全的动态监控。在施工收尾阶段，BIM技术助力竣工资料整理与验收，并为后期维护提供数据支持，降低运维成本。

关键词：BIM技术；城市轨道交通；施工阶段；应用

引言：随着城市化进程加速，城市轨道交通建设日益重要，但面临复杂环境、高效协调等挑战。BIM技术作为现代建筑业的革新工具，以其可视化、协同性及信息集成等特点，在建筑工程领域得到广泛应用。本文深入探讨BIM技术在城市轨道交通施工阶段的具体应用，分析其如何优化施工准备、实施及收尾过程，并阐述其带来的效益，为提升城市轨道交通建设水平提供参考。

1 BIM 技术在施工准备阶段的应用

1.1 场地规划与布置

(1) 精细化三维建模：在施工准备阶段，BIM技术首先通过集成地理信息系统（GIS）与三维建模软件，实现施工场地的精细化三维建模。这一模型不仅包含了地形地貌、既有建筑、地下管线等复杂环境信息，还能精确反映未来施工区域的空间布局需求。通过BIM模型的直观展示，项目团队可以全方位、多角度地审视场地条件，为后续的规划与设计提供坚实的数据基础。(2) 优化施工区域划分：基于BIM模型，项目管理者可以灵活调整施工区域的划分，确保各作业区域既相互独立又便于协调。通过模拟不同划分方案下的物料运输路径、人员流动路线及施工干扰情况，项目团队能够识别出潜在的瓶颈与冲突点，并据此优化区域划分，实现资源的合理配置与高效利用。BIM模型还支持动态调整，随着项目进展，可及时反映现场变化，确保规划方案的时效性与准确性。(3) 模拟大型设备运输路径：大型施工设备的运输与安装是施工准备阶段的重要环节^[1]。BIM技术通过模拟不同设备在不同路径下的运输过程，综合考虑道路承载能力、转弯半径、障碍物位置等因素，确保设备运输路径的安全性及高效性。这不仅有助于减少运输过程中的安全风险，还能有效缩短设备到位时间，为施工活动的顺利开展创造有利条件。(4) 辅助施工临时设施布置：BIM模型还为施工临时设施的布置提供了强大的支持。通过模拟临时道路、仓库、办公室、生活区等设施

的布置方案，项目团队可以评估不同方案对施工进度、成本及环境的影响，选择最优布局。BIM模型还能模拟临时设施与永久工程的相互关系，确保临时设施既能满足当前施工需求，又不会对后续永久工程的实施造成障碍。

1.2 施工方案优化

(1) 施工模拟与验证：BIM技术通过施工模拟功能，将设计方案转化为动态的施工过程演示。这一过程中，项目团队可以直观地观察到不同施工方案下的施工顺序、作业流程、资源投入及时间节点，从而验证方案的可行性。模拟过程中，BIM软件还能自动检测潜在的施工冲突与风险点，如空间碰撞、时间冲突等，为方案的优化提供直接依据。(2) 效率、成本与风险评估：基于施工模拟结果，BIM技术还能对施工方案进行效率、成本及风险评估。通过对比分析不同方案下的工期、人力、物力投入及潜在风险，项目团队可以量化评估各方案的优劣，选择出效率最高、成本最低、风险最小的最优方案。这一过程不仅提高了决策的科学性与准确性，还促进了项目整体效益的最大化。(3) 预测难点与冲突点：BIM模型在施工方案优化中的另一重要作用是预测施工过程中的难点与冲突点。通过模拟施工全过程，BIM技术能够提前揭示出可能遇到的技术难题、空间限制、资源冲突等问题，并给出相应的解决方案或调整建议。这有助于项目团队在施工前做好充分准备，有效避免因现场问题导致的停工、返工等现象，确保施工活动的顺利进行。

1.3 材料与设备管理

(1) 精准材料统计与采购：BIM模型通过集成项目设计信息，能够自动生成详细的材料清单，包括材料种类、规格、数量及使用时间等。这一功能极大地提高了材料统计的精准度与效率，为项目团队提供了科学的采购依据。基于BIM模型的材料统计结果，项目团队可以制定精准的采购计划，避免材料过剩或短缺现象的发生，有效控制采购成本与库存风险。(2) 设备使用跟踪与调

度：BIM技术还能实现对施工设备的全面跟踪与管理。通过为每台设备建立唯一的数字身份，BIM模型能够记录设备的使用情况、维护保养记录及当前位置等信息。基于这些信息，项目团队可以合理安排设备的调度计划，确保设备在需要时能够及时到位。BIM模型还能提醒设备管理人员进行定期的维护保养工作，延长设备使用寿命，提高设备使用效率。

2 BIM 技术在施工实施阶段的应用

2.1 进度管理

(1) 实时施工进度跟踪：在施工实施阶段，BIM技术通过集成施工现场的实时数据，如人员出勤、材料消耗、任务完成情况等，构建了一个动态的、可视化的施工进度管理平台。这一平台能够实时反映工程的最新进展，帮助项目管理者迅速掌握项目的整体状态。通过BIM模型与现场数据的实时同步，项目团队可以清晰地看到哪些区域已经完工，哪些区域正在进行中，以及哪些区域存在滞后风险，从而做出及时的调整与决策^[2]。(2) 进度偏差分析与调整：当实际施工进度与计划产生偏差时，BIM技术能够迅速进行偏差分析，找出导致偏差的具体原因，如资源不足、技术难题、天气影响等。基于这些分析结果，项目管理者可以制定针对性的调整措施，如增加资源投入、优化施工方案、调整施工顺序等，以最大限度地减少进度延误。BIM模型还支持多种施工进度计划的模拟与比较，帮助项目团队找到最优的调整方案，确保工期目标的实现。(3) 协调不同专业施工顺序：在大型复杂建筑项目中，不同专业之间的施工顺序协调至关重要。BIM技术通过构建多专业集成的BIM模型，实现了各专业施工信息的共享与协同。项目团队可以利用BIM模型进行虚拟施工模拟，提前预测并解决不同专业之间的施工冲突与干扰，确保施工活动的有序进行。BIM模型还支持施工进度动态调整与优化，以适应现场实际情况的变化，减少因施工顺序不当导致的返工与延误。

2.2 质量管理

(1) 基于BIM的施工质量检查：BIM技术为施工质量检查提供了全新的手段。项目团队可以利用BIM模型中的设计信息与实际施工信息进行对比分析，快速识别出施工质量问题的存在。通过BIM模型的可视化功能，项目管理者可以直观地看到施工过程中的质量问题所在，如尺寸偏差、材料不符、施工缺陷等。这种直观的检查方式不仅提高了检查效率，还降低了人为因素导致的错漏。(2) 关键节点与隐蔽工程监控：对于施工过程中的关键节点和隐蔽工程，BIM技术更是发挥了不可替代的作用。项目

团队可以基于BIM模型对这些区域进行重点监控，确保施工质量符合设计要求。通过BIM模型的虚拟剖切与透视功能，项目管理者可以深入查看隐蔽工程的内部结构与施工质量，及时发现并解决问题。BIM模型还支持施工过程的记录与追溯，为后续的质量评估与整改提供有力支持。(3) 质量追溯与责任明确：BIM技术在质量追溯方面也具有重要意义。通过BIM模型中的施工记录与质量检查信息，项目团队可以清晰地追溯到每一个施工环节的质量情况，明确责任主体与问题源头。这种可追溯性不仅有助于项目团队及时采取补救措施，提高施工质量，还有助于提升全体参建人员的质量意识与责任心，形成全员参与、全员负责的质量管理体系。

2.3 安全管理

(1) 安全隐患与危险源识别：BIM技术通过构建包含丰富安全信息的BIM模型，为安全隐患与危险源的识别提供了有力支持。项目团队可以利用BIM模型进行安全风险评估，识别出施工过程中的潜在危险区域与作业环节。通过BIM模型的可视化功能，项目管理者可以直观地看到这些安全隐患与危险源的具体位置与特征，为制定针对性的安全防护措施提供依据。(2) 针对性安全防护措施制定：基于BIM模型识别的安全隐患与危险源，项目团队可以制定针对性的安全防护措施。这些措施可以包括但不限于设置安全警示标识、安装防护设施、加强安全教育培训等。通过BIM模型的模拟演示功能，项目管理者可以直观地看到这些措施的实施效果与预期目标是否一致，从而确保安全防护措施的有效性与其可行性。(3) 高风险作业模拟演练：对于施工过程中的高风险作业环节，BIM技术还可以进行模拟演练。通过虚拟仿真技术模拟高风险作业场景与应急响应流程，项目团队可以检验应急预案的可行性与有效性，提高施工人员的应急响应能力与安全意识^[3]。这种模拟演练不仅有助于减少实际施工中的安全风险与事故隐患，还有助于提升项目团队的整体安全管理水平。

3 BIM 技术在施工收尾阶段的应用

3.1 竣工验收管理

(1) 竣工资料整理与归档：施工收尾阶段，竣工资料的整理与归档是项目顺利完成的重要标志。BIM技术通过集成整个施工周期中的各类信息，包括设计数据、施工记录、材料清单、质量检测报告等，生成了一个全面、准确、可追溯的竣工BIM模型。这一模型不仅包含了建筑的三维几何信息，还关联了丰富的属性数据与过程信息，为竣工资料的整理与归档提供了极大的便利。项目团队可以利用BIM模型自动生成竣工图纸、工程量清

单、质量验收报告等关键文件，确保资料的完整性与准确性。BIM模型还支持电子化管理，方便资料的存储、检索与共享，为后续的运维管理打下坚实基础。（2）协助竣工验收工作：竣工验收是确保建筑工程质量与安全的重要环节。BIM技术通过提供直观、动态的竣工模型，为验收工作提供了有力支持。验收人员可以基于BIM模型进行虚拟巡检，快速了解建筑的整体结构与细节，准确评估施工质量与设计意图的符合度。对于存在的问题与不足，BIM模型还能提供详细的定位与描述，帮助验收人员迅速定位问题源头，提出整改意见。BIM模型还支持与现场实测数据的对比分析，进一步提高验收工作的精准度与效率。通过BIM技术的协助，竣工验收工作能够更加高效、准确地完成，为项目的顺利交付与使用奠定坚实基础。

3.2 后期维护管理

（1）BIM模型移交与运维对接：施工收尾阶段，BIM模型的移交是确保后期维护管理工作顺利进行的关键步骤。项目团队应将包含完整竣工信息的BIM模型移交给运维部门，为设备的维护与设施的管理提供便利。运维部门可以通过BIM模型快速了解建筑的结构布局、设备位置、管线走向等关键信息，为后续的运维工作提供直观、准确的参考。BIM模型还支持与运维管理系统的无缝对接，实现运维数据的实时更新与共享，为运维管理的智能化、精细化提供有力支持。（2）设备故障预测与预防性维护：在后期维护管理中，设备故障预测与预防性维护是降低运维成本、提高建筑使用效率的重要手段。BIM技术通过集成设备的运行数据、维护记录与故障历史等信息，构建设备的健康状态评估模型。该模型能够实时监测设备的运行状态，预测潜在的故障风险，并提前制定针对性的维护计划^[4]。运维人员可以根据BIM模型的预测结果，合理安排维护资源与时间，实施预防性维护措施，有效避免设备故障的发生。这种基于BIM的预防性

维护策略不仅降低了运维成本，还延长了设备的使用寿命，提高了建筑的整体性能与可靠性。（3）空间优化与改造支持：随着建筑使用需求的不断变化，后期可能需要对建筑空间进行优化与改造。BIM技术通过提供精确的三维模型与丰富的数据支持，为空间优化与改造工作提供了有力保障。运维部门可以利用BIM模型进行空间布局的模拟与调整，评估不同改造方案对建筑结构、设备布局与功能使用的影响。通过BIM模型的直观展示与数据分析功能，运维部门能够迅速找到最优的改造方案，确保改造工作的顺利进行。BIM模型还支持改造过程中的数据更新与版本管理功能，确保改造后的BIM模型与实际情况保持一致，为后续的管理与维护工作提供准确依据。

结束语

BIM技术在城市轨道交通施工阶段的应用展现了显著的优势与效益。它不仅在施工准备阶段优化规划与资源配置，还在实施阶段强化了进度、质量与安全的管理，并在收尾阶段助力高效验收与后期维护。随着技术的不断成熟与应用的深入，BIM技术将为城市轨道交通建设提供更加全面、精准和高效的解决方案，推动行业向智能化、精细化方向发展。

参考文献

- [1]蒙国往,黄劲松,吴波,欧强.城市轨道交通建设工程施工安全风险信息管理信息化系统研究[J].城市轨道交通研究,2022,25(09):90-95+99.
- [2]王小培.BIM技术在城市轨道交通工程施工管理中的应用[J].中华建设,2019(10):58-59.
- [3]王朋霞,李禄为.BIM技术在城市轨道交通施工阶段的应用研究[J].科技创新与应用,2021,11(17):142-144.
- [4]苟帅.BIM技术在城市轨道交通建设中的应用现状与发展建议[J].四川建筑,2022,42(4):101-102,106.