

BIM与协同分析在城市轨道交通工程风险管理中的整合应用

何宏伟

哈尔滨剑桥学院 工商管理学院 黑龙江哈尔滨 150069

【摘要】随着城市轨道交通工程的快速发展，其建设过程中的风险管理成为确保工程质量和安全的关键。BIM（建筑信息模型）技术和协同分析的整合应用为城市轨道交通工程的风险管理提供了新的方法和手段。本文探讨了BIM与协同分析在城市轨道交通工程风险管理中的具体应用，分析了其优势和存在的挑战。

【关键词】BIM技术；协同分析；城市轨道交通；风险管理

引言

城市轨道交通工程作为城市基础设施的重要组成部分，其建设质量和安全直接关系到城市的交通状况和居民的生活质量。然而，由于城市轨道交通工程具有投资大、建设周期长、技术复杂等特点，其风险管理面临诸多挑战。BIM技术的引入和协同分析的应用为城市轨道交通工程的风险管理提供了新的解决方案。

1 BIM技术城市轨道交通工程中的应用

BIM技术，即建筑信息模型技术，是一种革命性的三维数字技术，它彻底改变了传统建筑行业的运作模式。这一技术能够集成建筑项目在设计、施工、运营等全生命周期中的各类信息，形成一个全面、精确且可交互的虚拟模型。在城市轨道交通工程中，BIM技术的应用尤为广泛且深入，如三维建模与可视化、碰撞检测与优化和施工进度模拟与管理等方面有着显著的优势。^[1]

1.1 三维建模与可视化

BIM技术凭借其强大的三维建模能力，能够轻松构建出城市轨道交通工程的三维模型。这一模型不仅精确度高，而且具备丰富的信息含量，如结构属性、材料类型、设备位置等。通过这一模型，工程师可以直观地观察到工程的整体结构、空间布局以及各个构件之间的关联关系。这种可视化的展示方式极大地提高了工程师对工程的认知和理

解，使得他们能够在设计阶段就充分考虑到各种因素，从而优化设计方案，提高工程质量，如图1和图2所示。

1.2 碰撞检测与优化

在城市轨道交通工程中，各种管道、线路、设备等构件的布置错综复杂，传统的二维图纸很难全面准确地反映这些构件之间的空间关系。而BIM技术则可以通过碰撞检测功能，对这些构件进行精确的空间分析，及时发现并解决可能存在的碰撞问题。这不仅避免了施工过程中的返工和延误，还降低了工程成本，提高了施工效率。此外，BIM技术还可以对设计方案进行优化，如调整构件的位置、尺寸等，以确保工程的整体协调性和安全性。通过Nanisworks Manage软件可以创建BIM三维模型进行检查，及时查找模型中错、碰、漏、缺的问题，并在建造前及时解决，如图3所示。

1.3 施工进度模拟与管理

BIM技术不仅可以用于构建三维模型，还可以模拟施工进度。通过输入施工计划、资源需求等关键信息，BIM技术可以生成一个动态的施工进度模拟模型。这一模型能够直观地展示施工过程中的各个阶段、任务以及资源分配情况。工程师可以根据这一模型来制定合理的施工计划，优化资源配置，提高施工效率。同时，BIM技术还可以实时监控施工进度，及时发现并解决施工过程中的问题，确保工程按计划顺利进行。

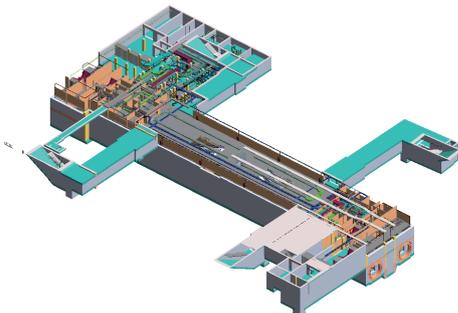


图1 某地铁站机电BIM模型

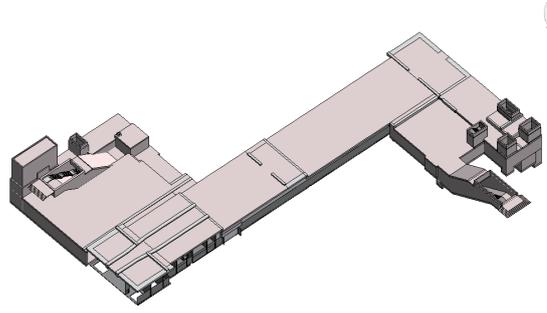


图2 某地铁站土建BIM模型

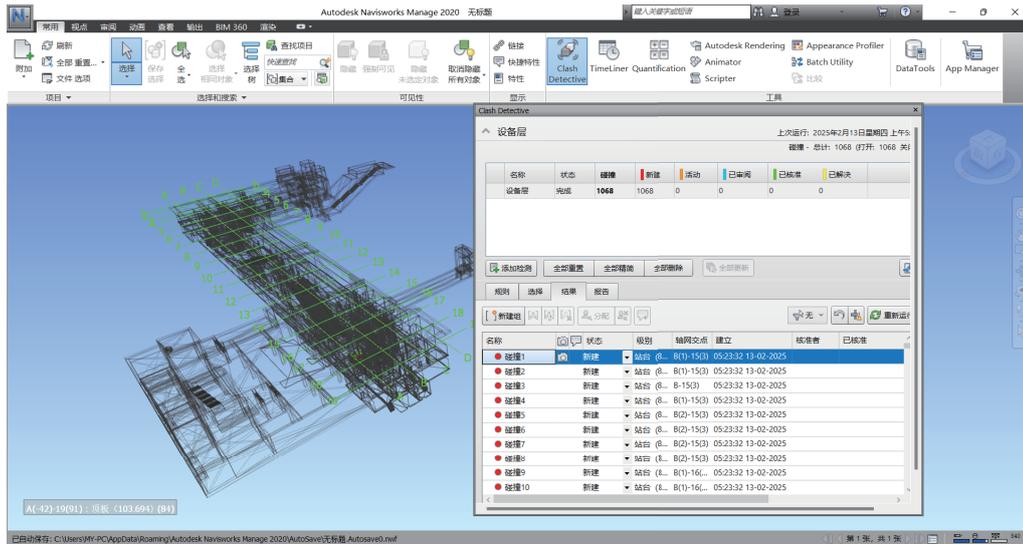


图3 地铁模型碰撞检测

1.4 工程量统计与成本控制

在城市轨道交通工程中，工程量的统计和成本的控制是至关重要的。BIM技术可以通过对三维模型的精确分析，快速准确地统计出各种构件的数量、尺寸以及材料类型等信息。这些信息为成本控制提供了可靠依据，使得工程师能够更准确地估算工程成本，制定合理的预算计划。此外，BIM技术还可以对设计方案进行优化，以降低工程成本，提高项目的经济效益。

2 协同分析在城市轨道交通工程风险管理中的应用

协同分析作为一种先进的风险分析方法，其核心在于整合多学科知识和多方资源，通过紧密合作共同应对复杂工程中的风险挑战。在城市轨道交通工程中，协同分析的应用不仅提升了项目管理的效率，还显著增强了风险管理的效果。

2.1 多方协同设计

在城市轨道交通工程的设计阶段，协同分析通过BIM（建筑信息模型）平台，实现了设计师、工程师、施工方乃至运营方等多方参与者的实时协同。这一平台打破了传统设计模式中的信息孤岛，使得各方能够基于同一数据源进行设计和讨论。设计师可以即时分享设计理念，工程师可以对设计方案进行结构分析和优化，施工方则能提供施工可行性的反馈。这种多方协同设计机制极大地缩短了设计周期，提高了设计质量，同时降低了因设计错误导致的返工成本。

2.2 信息共享与沟通

BIM平台作为协同分析的载体，不仅是一个数据存储中心，更是一个高效的沟通工具。它允许项目团队成员在任何时间、任何地点访问和更新项目信息，确保了信息的准确性和及时性。这种信息的透明化共享，促进了团队成员之间的有效沟通，减少了信息传递中的误解和延误。当工程中出现潜在风险时，各方能够迅速响应，共同商讨解决

方案，从而有效降低了风险的影响。

2.3 风险识别与评估

协同分析在城市轨道交通工程风险管理中的另一个重要作用是风险识别与评估。通过整合多学科知识，包括土木工程、电气工程、环境科学、项目管理等，协同分析能够全面而深入地识别项目中的各类风险因素。这些风险因素可能涉及技术难度、材料供应、施工环境、政策法规等多个方面。在识别风险的基础上，协同分析进一步运用量化模型对风险进行评估，确定风险的概率和影响程度，为风险管理策略的制定提供科学依据。

2.4 风险应对与监控

针对识别出的风险，协同分析通过制定详细的风险应对措施，如调整设计方案、优化施工计划、加强安全管理等，来降低或消除风险。更重要的是，协同分析强调风险监控的持续性和动态性。通过BIM平台，项目团队可以实时监控风险状态，跟踪风险应对措施的执行情况，并根据实际情况调整风险管理策略。这种动态风险管理机制确保了项目在面对不确定性时能够保持灵活性和适应性，有效保障了城市轨道交通工程的安全和质量。

3 BIM与协同分析整合应用的优势与挑战

随着建筑行业的快速发展和技术的不断进步，BIM（Building Information Modeling，建筑信息模型）与协同分析整合应用已经成为推动行业变革的重要力量。BIM技术以其强大的信息集成能力、可视化特性和精细化管理的优势，为建筑设计、施工、运营管理等全生命周期带来了革命性的改变。而协同分析则通过整合多方资源和信息，实现了更高效、精确的决策支持。将BIM与协同分析整合应用，不仅能够进一步提升建筑项目的质量和效率，还能有效降低风险和成本。然而，这一整合应用过程也面临着诸多挑战，需要行业内外共同探索和应对。^[2]

3.1 优势：

3.1.1 提高风险管理效率

BIM（建筑信息模型）与协同分析的整合应用，通过构建一个集成化的信息平台，实现了信息的快速传递和共享。这一平台打破了传统项目管理中的信息壁垒，使得项目团队成员能够即时获取所需信息，从而显著提高风险管理的效率。无论是设计阶段的变更管理，还是施工阶段的进度监控，信息的实时更新和共享都大大缩短了决策周期，减少了因信息滞后或不对称导致的风险。

3.1.2 增强风险管理能力

BIM技术的三维建模和可视化功能为风险管理提供了强大的支持。通过BIM模型，项目团队可以直观地理解工程结构和空间布局，识别潜在的风险点，并进行深入的分析和评估。这种直观性不仅提高了风险识别的准确性，还增强了团队对风险的理解和应对能力。此外，BIM模型还可以模拟不同的风险场景，帮助团队制定更有效的风险管理策略。

3.1.3 优化资源配置

BIM技术不仅是一个信息展示工具，更是一个强大的资源管理工具。通过BIM模型，项目团队可以模拟施工进度和资源需求，精确预测不同施工阶段所需的人员、材料和设备等资源。这种预测能力有助于团队提前规划，优化资源配置，避免资源浪费和短缺，从而降低工程成本，提高项目的经济效益。

3.2 挑战：

3.2.1 技术标准不统一

尽管BIM技术在全球范围内得到了广泛应用，但目前其建模标准、数据格式等尚未统一。这导致不同软件之间的数据交换存在障碍，给协同分析带来了一定的困难。为了解决这个问题，需要制定统一的技术标准，促进不同软件之间的数据互操作性。同时，还需要加强行业内的交流与合作，推动BIM技术的标准化发展。

3.2.2 数据安全性问题

BIM平台涉及大量的工程数据和信息，包括设计文件、施工图纸、成本预算等敏感内容。如何确保这些数据的安全性和隐私性是一个重要的问题。在协同分析过程中，数据需要在多个参与方之间共享和传输，这增加了数据泄露的风险。因此，需要采取有效的安全措施，如加密技术、访问控制等，来保护数据的完整性和机密性。^[3]

3.2.3 人员培训与技能提升

BIM与协同分析的应用需要具备一定的专业技能和知识。这包括BIM建模技术、协同分析工具的使用、数据分析与解读等。然而，目前许多项目团队成员对这些技能并不熟悉，需要进行系统的培训和技能提升。此外，随着技术的不断发展，新的工具和方法不断涌现，团队成员需要持续学习和更新自己的知识体系，以适应不断变化的项目需求。因此，加强人员培训和技能提升是推广BIM与协同分析整合应用的关键。

4 案例分析

以北京地铁19号线一期项目为例，该项目在复杂多变的施工环境中，成功地将BIM（建筑信息模型）技术融入到了整个建设和管理流程之中，从而解决了一系列棘手的施工难题。通过深度挖掘BIM技术的潜力，该项目不仅显著提升了施工效率和质量，还形成了一套系统化、标准化的BIM应用工作实施流程，这些宝贵的经验成果具有很高的推广价值和前景。

在BIM技术的助力下，北京地铁19号线一期项目从设计到施工的每一个环节都得到了精细化的管理和优化。特别是在风险管理方面，项目团队充分利用BIM平台的强大功能，实现了信息的即时共享和高效沟通。这一平台成为了连接设计单位、施工单位、监理单位等多方参与者的桥梁，确保了各方能够及时获取最新的项目进展信息，进行充分的协同设计。

通过BIM平台进行的风险识别与评估工作同样取得了显著成效。项目团队利用BIM模型对施工方案进行了多次模拟和优化，成功预测并规避了多个潜在的风险点。这种基于数据驱动的风险管理方法，不仅提高了风险管理的准确性和科学性，还有效降低了工程实施过程中的各种风险，为项目的顺利进行提供了有力保障。

5 结论与建议

BIM与协同分析在城市轨道交通工程风险管理中的整合应用具有显著的优势，可以提高风险管理的效率和能力，优化资源配置。然而，也面临着技术标准不统一、数据安全性问题、人员培训与技能提升等挑战。因此，建议加强BIM技术的标准化建设，提高数据的安全性和隐私性保护，加强对相关人员的培训和技能提升，推动BIM与协同分析在城市轨道交通工程风险管理中的广泛应用。

参考文献：

[1] 张志伟, 李宏安. BIM技术在北京地铁19号线一期工程中的管理应用与实践[J]. 现代城市轨道交通, 2019(06): 106-112.

[2] 杨大鹏. BIM技术在城市轨道交通建设全生命周期应用[C]//2023年智慧城市与轨道交通峰会论文集, 2023: 69-73.

[3] 李博. BIM技术在城市轨道交通工程施工管理中的应用策略[J]. 砖瓦世界, 2023(5): 145-147.

作者简介：

何宏伟(1993—)男，硕士，黑龙江鹤岗人，哈尔滨剑桥学院建筑信息模型教学研究中心主任、讲师，主要从事建筑信息模型应用及教学。

基金项目：本文系哈尔滨剑桥学院2023年度“校青年教师科学研究支持计划”-协同分析视角下应用BIM技术对城市轨道交通工程施工精准风险评估与实时控制（项目编号：2023JQQN11）阶段性研究成果。