

基于 BIM 的市政桥梁设计与施工优化应用探讨

刘坤

滕州博诚路桥建设工程有限公司

摘要：随着科学技术的不断发展和进步，各种创新技术在许多行业得到了广泛的应用，其中，建筑信息模型技术，即BIM技术，在过去几年已经被建筑行业所接受和采用。作为一项新兴的计算机技术，它不仅可以有效提高工作效率，而且对建筑行业未来的发展方向产生非常重要的影响。现阶段，BIM技术在设计理念上与传统软件有很大不同，在我国尚未得到广泛采用。因此，大多数设计人员需要重新开始，以更深入了解BIM软件相关的操作方法。另外，我国BIM专业人才的培养力度还不够完善，这将对我国今后的桥梁建设产生较大影响，不利于其长远发展。所以，要加强BIM技术的普及和宣传，改变传统设计思维，持续优化桥梁工程设计，从而丰富市政桥梁建设的技术手段，提升桥梁设计行业的整体水平。

关键词：BIM技术；市政桥梁；桥梁设计；施工优化

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.10.111

桥梁的结构设计表现出丰富的多样性，其构件也表现出极高的复杂性和多样性。为了准确地表达结构各部分之间的连接和协调，需要采用合理有效的配筋来达到这一目的。随着科学技术的进步和人们对美观要求的不断提高，桥梁的各种构件和形状变得越来越复杂，这也使得加固设计变得更加繁琐。在众多的加固方案中，如何快速、准确地选择最优设计方案已成为一个重要问题，传统的2D图形渲染技术已经不能满足精细化设计的需求，导致设计效率大幅下降，就如无法清晰显示钢筋、混凝土等构件之间的空间关系，容易出现错误和遗漏。另外，钢筋相关数据均由人工采集，导致统计效率大幅降低；同时，由于缺乏三维模型，设计者很难直观地观察结构细节和受力情况。与传统的图形设计技术相比，BIM技术在可视化、协调性、模拟性、优化性和可绘制性等方面表现出显著的优势，使其能够为桥梁等各类项目提供3D设计。

一、BIM技术的内涵与特点

随着我国经济的不断增长和社会的不断发展，信息架构在国内逐渐显示出其重要性。与此同时，信息化建筑的设计和规划不断创新，发展的各个阶段都实现了自动化。随着设计模型的逐步完善，不仅促进了设计阶段的数据共享，也使得施工成本管理更加合理、高效。从不同的角度来看，BIM技术仍然是以建筑设计为中心的CAD技术之一，该技术可以利用数字化手段显示施工相关信息，并将这些施工数据整合到虚拟模型中，这也

标志着我国建设领域正在发生深刻变革。在这个时代，建筑师需要不断更新自己的知识结构，才能更好地为人们提供优质的服务。在市政桥梁设计与施工阶段，利用BIM技术将项目中的所有建筑细节整合到一个模拟模型中，包括它们的物理属性和材料属性，这种方法使建筑师能够更轻松地了解建筑物其中所蕴含的空间关系可以更好地实现建筑功能的规划和优化^[1]。

BIM技术具有三个显著的技术特征。第一是确保信息的一致性。第二保证工程模型的准确性。在建设项目的实际设计过程中，各参与单位应建立密切的合作关系，确保能够有效地协同工作。第三，确保信息传递的有效性。BIM技术的应用可以在一定程度上支持和协助相关参与者之间的合作关系。第四，该方法可以有效提高设计效率和质量，从而保证项目的顺利实施。为了有效利用BIM技术，需要以虚拟平台为设计基础，构建三维建筑模型，加强各个项目之间的互联互通，这样可以保证各种信息的顺利传递，实现信息的共享。

二、桥梁工程的设计特点

（一）施工环境复杂

与很多建设项目类似，桥梁工程项目的建设环境非常复杂，其包含许多不可预测的自然现象和人为活动，就如水文条件、地质条件和气候条件等。在进行桥梁施工时，需要根据具体要求制定科学可行的施工方案，以确保整个工程能够顺利实施。此外，公路桥梁建设过程中还会遇到一些特殊情况，如软土地基问题。例如，一些桥梁项目在由软土路基组成的环境中运行。这种情况下，很容易造成桥梁整体质量出现问题。鉴于软土路基结构的稳定性相对较弱，需要在施工阶段采用合适的施工方法对软土路基结构进行优化，以增强整个施工过程的稳定性。此外，由于气候条件的变化，建筑工地的压力也随之增加。在实际施工过程中，施工人员经常面临低温和高温的影响。如果遇到降雨，水泥材料可能会被直接润湿，导致其过早凝固，从而影响其预期的机械强度，造成不必要的资源浪费。另外，当外部环境温度较低时，容易导致结构内部的水分蒸发过快，从而影响结构的耐久性，从而可能导致结构出现裂缝进一步降低工程结构的施工质量^[2]。

（二）结构组成相对复杂

随着建筑结构逐步完善，桥梁工程建设规模不断扩大。由于桥梁工程本身具有一定的复杂性和多样性，其设计标准相对较高，需要考虑较多因素进行优化。在设计桥梁工程时，还需要考虑多种建筑构件的使用，如工

字钢结构、混凝土结构等；其中，最常见的是混凝土结构和桩基工程，它们是重要的承重构件，具有承载能力高、稳定性强等特点，可有效提高桥梁的安全性和耐久性。在桥梁的施工过程中，这些构件紧密相连，共同承受着桥梁整体结构带来的压力。因此，为了保证工程结构能够正常运行，必须严格按照相应的施工工艺要求，做好相关工作。在实际操作中，很多建筑结构，如桩基结构、止水结构等可能没有得到施工人员的重视，这无疑增加了建筑结构构件的管理难度。因此，有必要加强对各构件的检测，以便及时发现存在的问题，及时解决相关隐患，从而保证整个工程结构的安全。为了保证施工过程中的结构质量，必须对构件的受力情况进行深入分析，深入评估可以减少不规范施工带来的安全隐患。因此，需要对预应力混凝土连续刚构桥梁结构的安全性能进行研究，分析桥梁的基本结构特点和主要类型，然后讨论了预应力混凝土梁桥结构的安全分析方法，最后提出了相关建议。在传统的桥梁工程设计过程中，技术专家通常根据以往的施工经验来评估桥梁工程的设计状况，这也意味着在进行结构分析时，人为计算的容错率可能会增加，从而影响整个施工活动^[3]。

（三）预制结构体积较大

随着建筑领域技术的不断发展和提高，桥梁建设的技术标准也取得了显著的进步。为了满足人们日益增长的物质需求和对桥梁越来越高的质量要求，必须不断探索新的施工方案。如今，装配式建筑的安装已成为建筑中最常见的方法，为保证桥梁施工质量和安全，我国不少地区已开始尝试使用预制构件替代传统钢筋混凝土梁或柱，从而加快施工进度、减少成本投入，这种施工技术是由其他厂家预制箱梁等关键结构，待结构完成后运至施工现场集中组装；这种方法不仅可以显著加快施工进度，而且可以避免现浇混凝土施工过程中可能出现的各种相关问题。同时，预制构件本身质量高，能够轻松满足工程要求。然而，预先规划的建筑结构具有相当大的体积和单位体积，因此在实际施工过程中，现场移动的速度一定很慢。另外，由于构件之间有一定的距离，为保证运输安全，施工人员应采取一些必要的防护措施，如临时加固或预埋钢筋等。特别是在拼装阶段，必须保证移动速度保持在3m范围内，并在梁结构上预先设置缓冲措施，避免因冲击力过大而导致结构碰撞和断裂。

三、桥梁工程施工中常见的问题

（一）施工环境复杂

道路建设与桥梁建设之间存在一定的滞后性。此外，由于自然环境条件、社会经济发展水平等因素的差异，不同地区的气候特征也不同，导致不同地区的地质结构存在较大差异，进而给工程建设带来巨大挑战。与道路建设相比，桥梁建设面临的环境更加复杂多变，

且大部分施工区域位于高风险区域，增加了正常施工的难度。因此，在桥梁工程的实际施工中，必须深入考虑施工环境对整体施工的潜在影响，持续监测施工环境、土壤和河流的特征，对各种环境进行实时了解和预测，保证在桥梁工程的实际施工中能够科学地选择合适的材料，对施工进度和方案进行全面的规划和编制^[4]。

（二）桥梁工程设计复杂

在我国桥梁工程设计实践中，为了保证桥梁工程的高质量，并能够在地形险要的地区进行施工，必须采用复杂的工程设计结构。由于桥梁本身的复杂性较高，要求设计者确保其结构设计能够满足实际需要；尤其是在处理各种大型组件时，确保它们之间的连接合适是保证整个项目稳定性的关键。同时，由于桥梁跨度大、结构复杂，其施工技术和方法难度大且独特。因此，在桥梁工程设计时，保证设计方案的合理性尤为关键^[5]。

（三）桥梁工程施工构件数量多

在实际的桥梁建设项目中，主要采用钢筋混凝土作为材料，这对预制件的质量提出了很高的标准。因为桥梁施工前必须做很多工作，以确保构件能够满足设计和使用要求。当这些建筑构件在制造工厂制造并直接运送到桥梁施工现场进行安装时，对其尺寸和数量有严格的要求。为保证建设工程顺利完成，需要加强施工现场管理。在建设桥梁工程时，如果构件的数量和尺寸不符合标准，可能会对工程的整体施工进度产生负面影响。此外，由于工程结构的复杂性以及外界环境条件等因素的干扰，桥梁施工现场会发生不少事故。因此，在进行桥梁工程建设时，必须严格、高度重视当前的实际情况。对于桥梁工程来说，最重要的是保证工程质量；所以在施工过程中，必须对众多的常用构件进行合理、高效的管理和运用，确保桥梁工程能够顺利进行。

四、基于BIM的桥梁工程设计与施工优化应用

（一）协同设计

利用BIM技术进行协同设计，可以突破传统二维平面图信息传输的限制，将其转换为三维模型，建立统一的展示平台。在这个平台上，相关数据和结果可以通过多种形式和渠道进行发布、查询等操作，这样不仅有助于集中展示多个专业领域的信息，而且促进信息共享，从而实现真正的专业协同设计。另外，从BIM技术的角度来看，桥梁工程可视为一个有机的整体，其中包含的专业信息是相互关联的。通过在桥梁建设过程中建立各部门之间的数据连接和沟通机制，可以快速发现和解决问题。当某个专业领域发生变化时，系统会快速更新，自动刷新相关专业领域。与传统的设计策略相比，该方法大大减轻了工作负担，提高了工作效率，使协同设计能够展现出更好的结果^[6]。

（二）碰撞检测

利用BIM技术进行碰撞检测显示出非常明显的优

势。BIM模型最初应用于工业与民用建筑领域的碰撞检测，特别是结构和设备的专业碰撞检测。利用BIM技术进行碰撞检测具有显著的优势：可以在项目正式启动前识别不同专业之间因碰撞而产生的问题，大大减少因设计问题而导致的返工，从而保证建设项目的顺利进行。在桥梁建设项目中，采用碰撞检测技术的主要目的是应对不同类型钢筋可能存在的碰撞风险。在梁桥内部结构中，使用的钢筋类型有：预应力钢筋、主纵向钢筋、结构支撑钢筋和箍筋；其中，预应力钢筋是整个结构的骨架，也是最关键的材料。现代预应力梁桥主要依靠预应力钢筋承受较大荷载，这对桥梁的整体刚度和耐久性起着决定性的作用。另外，在实际工程中，经常会遇到一些质量较差的混凝土梁结构，这些结构往往很容易受到外界因素的干扰而产生裂缝，严重时甚至可能引发安全事故。在预应力梁桥的结构设计中，主要观察纵向和横向预应力钢筋的碰撞，以及纵向预应力钢筋与常规钢筋的碰撞。为了保证梁桥的结构安全，有必要对这些公共构件之间的碰撞问题进行分析和研究，以确保梁体内的所有应力得到有效释放。利用BIM技术进行桥梁碰撞检测时，主要步骤是将检测模型导入Navisworks软件中，根据碰撞检测指令对桥梁内部的各种钢筋进行检测，这些都是为了确保设计者和施工单位能够及时、有效地发现潜在的问题，从而避免事故的发生。

（三）条件控制

所有参与方都有机会使用建筑信息模型来掌控项目、收集必要的信息，并在施工过程中进行严格的质量审查和管理。在施工阶段，施工单位不仅有能力利用BIM技术模拟整个施工过程，还可以与地理信息系统有效结合，更好地解决施工现场规划相关问题。现阶段，需要最大限度地发挥BIM技术的优势，对施工过程进行全面、深入的分析。因此，为了更好地控制施工环境，必须做好相应的规划设计工作。第一，涵盖建筑中使用的各种材料。通过这些数据和信息的收集和处理，最终可以制定合理、科学的施工进度和成本预算。在物资转移和就地取材的过程中，必须对物资进行综合评估和评价，从而来调整和优化的采购策略。第二，施工的具体地点。施工现场的主要工作内容包括各种设施和道路的详细规划设计、材料的合理摆放、水电设施的综合施工等。在施工环境控制过程中，必须利用BIM技术掌握相关施工条件，及时进行现场勘察和工程信息汇总，提取关键数据和信息，利用BIM技术进行综合分析数据的。鉴于传统工程项目不仅规模大而且造价昂贵，施工单位有必要利用BIM技术制定施工方案，以更有效地控制项目成本^[7]。

（四）技术交底

针对BIM三维模型及图纸设计中可能存在的质量问题，对关键、复杂部位（如系统交叉接口、管线预留及预埋等）进行了严格把控，满足跨专业设备的安装和施工。通过建立统一规范的标准模板，可以实现相关部门之间的信息交换和共享，从而提高项目进度管理和工程质量控制水平。传统的披露工作主要基于个人能力，存在一定的个体差异，从而导致这些信息无法直观地表达整个项目实施过程以及各个细节之间的关联性，导致管理成本过高。但在BIM模型的辅助下，可以满足构建可视化、虚拟化系统的需求。因此，利用BIM技术可视化建模工具建立完全匹配实际工程环境的虚拟施工平台，这种公开的方法可以满足直接观察复杂节点的施工需求，同时保证工作效率和质量。同时，BIM技术也可可为其他类型的项目提供参考，通过使用可视化3D模型，可以轻松地对综合管道进行布局、安装，从而优化施工工作的效率。

结语

总而言之，BIM技术在桥梁工程设计与施工优化方面受到了广泛关注，并取得了一些值得研究的成果，但也必须清醒地认识到，目前国内BIM在桥梁工程设计与施工优化方面的研究还处于起步阶段，其发展过程还很漫长。因此，为了更好地为我国桥梁行业的可持续发展奠定坚实的基础，有必要对该领域的研究成果进行系统、全面的总结和分析。同时，相关领域的学者应保持认真、谦虚的态度，虚心学习和借鉴国际先进经验。只有这样，才能保证我国桥梁工程领域持续稳定发展，进而更高效地开展相关修复工作，为公众的健康和安全提供更好的服务。

参考文献

- [1] 张延. 基于“BIM+无人机”技术的市政路桥正向设计方法[J]. 广州航海学院学报, 2023, 31(02): 58-63.
- [2] 翟晓鹏. BIM技术在市政桥梁设计中的应用[J]. 江苏建材, 2023, (03): 65-67.
- [3] 苏乾. BIM虚拟施工技术在市政桥梁工程中的应用[J]. 上海建设科技, 2023, (02): 32-35.
- [4] 齐红状. BIM技术在雄安新区A社区市政桥梁施工中的应用[D]. 石家庄铁道大学, 2022.
- [5] 俞琦. 基于BIM平台的市政桥梁工程设计与应用[J]. 智能城市, 2021, 7(18): 80-81.
- [6] 钟建华. BIM应用于市政桥梁设计的实践分析[J]. 建材与装饰, 2020, (17): 282-283.
- [7] 史贵林. 砂卵石地层盾构下穿运营铁路及桥梁施工稳定性研究[D]. 西安建筑科技大学, 2020.
- [8] 李华. 装配式市政桥梁设计管理中BIM技术的应用探讨[J]. 建材与装饰, 2020, (10): 252-253.