

基于虚拟现实技术的市政道桥施工安全培训效果研究

吴 栋

安徽建工集团股份有限公司 安徽 合肥 230005

【摘要】：在市政桥梁工程建设里，安全管理工作至关重要，它不仅直接影响着工程能否顺利推进，还与施工人员的生命安全以及社会的稳定息息相关。当前的施工环境愈发复杂，施工环节中又存在众多难以预见的变量，极大地增加了安全管理工作的难度。基于虚拟现实（VR）技术的市政道桥施工模式，施工人员能够身临其境般地体验各类施工状况，进而加深对安全规范的理解，有效提升安全意识和应急处理能力。因此，本文着重对基于虚拟现实技术的市政道桥施工安全培训策略及其效果展开分析，旨在提升施工人员的安全技能，降低事故发生概率，为市政道桥施工领域的安全管理工作提供有力支撑。

【关键词】：虚拟现实技术；市政道桥施工；安全培训

DOI:10.12417/2811-0536.25.03.046

引言

市政道路与桥梁工程作为我国重要的基础设施建设项目，极大地便利了人们的日常出行，对社会的发展和运行起着不可或缺的作用。在市政道路与桥梁工程的施工过程中，必须强化监管力度，对施工单位提出高规格、严标准的要求，切实维护公众的生命财产安全。虚拟现实（VR）技术凭借其独特优势，能够逼真地模拟实际施工环境以及各类危险场景，让施工人员得以在安全无虞的虚拟环境中接受培训，显著提升了培训的真实性和有效性。

1 市政道桥工程施工中容易出现的安全问题

1.1 环境因素的多元考量

市政道桥工程以其技术密集性著称，且往往位于人口密集区域，因此在施工过程中，必须全面而深入地评估各项专业活动对周边居民区的潜在影响。极端天气条件，诸如暴雨、大风及高温等，不仅考验着施工团队的技术实力，更对施工安全构成了严峻挑战。同时，噪声污染、粉尘排放、有害气体扩散以及照明不足或过度照明等问题，亦需引起高度重视，以免对居民生活造成不必要的干扰与危害。在既有交通线路上进行施工，还需精心规划，确保与过往车辆及行人实现安全隔离，有效防止碰撞与交通干扰事件的发生，从而维护公共秩序与安全。

1.2 施工管理的复杂性

市政道路与桥梁工程的建设，涉及众多复杂因素，管理者必须予以充分重视。然而，现实中不少施工单位对管理工作重视不足，管理体系尚不完善，导致管理工作愈发复杂。为破解这一难题，管理者应着力构建并优化施工管理体系，严格把关材料质量，确保其符合建筑标准；同时，对施工过程实施全面监督，确

保施工规范有序进行。施工人员技术水平参差不齐的现状，管理者需加强技能培训与考核，以提升工程质量与施工进度的可控性。还应建立健全激励机制，激发施工人员的积极性与责任心，共同推动工程顺利进行。

1.3 施工管理工作的压力

市政道路与桥梁工程的管理工作，承载着巨大的风险与压力。一方面，地区交通状况直接影响当地经济发展水平，因此工程实施过程备受瞩目，不容许出现重大失误。另一方面，随着自动化控制设备的广泛应用，施工设备的工作效率已成为影响工程质量的关键因素之一。在此背景下，管理者需不断提升自身专业素养与管理能力，以应对日益复杂多变的工作环境。同时，应加强对施工材料质量的严格把控，确保施工材料符合标准，延长建设工程的使用寿命。管理者还需注重团队建设与沟通协作，营造积极向上的工作氛围，共同应对施工管理工作中的压力与挑战。

2 市政道桥施工安全培训中运用虚拟现实技术的要点

2.1 模拟高度逼真的施工环境与危险场景

借助 VR 技术的卓越能力，能够以极高的精度对市政道桥施工的真实场景进行全方位复刻，细致入微地还原施工过程中可能出现的各类潜在危险场景。比如，生动展现高空作业时因防护措施不到位导致的高空坠落场景，模拟机械设备运转过程中因操作不当引发的机械伤害场景，以及在电气设备使用过程中因违规操作而造成的触电危险场景等。在遇到突发的紧急情况时，能够尝试运用所学知识进行处理。与此同时，系统会对受训者的每一个操作行为进行实时监测和分析，及时反馈操作结果。一旦发现受训者的操作存在错误，系统会立即发出提示，详细指出错误所在，并

给出正确的处理方法和操作流程，帮助受训者加深对安全规范的理解和记忆，让他们在实践中不断积累经验，提高应对风险的能力。

2.2 制定个性化专属培训方案

充分考虑到不同受训者在岗位和技能水平上的差异，运用科学合理的方法为其量身定制个性化的培训方案。循序渐进的教学方式，让新手员工逐步掌握施工过程中的安全要点和基本操作规范。而对于经验丰富的老员工，他们已经具备了一定的安全意识和操作技能，此时的培训则应更加注重提升他们应对复杂情况和突发事件的能力。根据老员工的工作岗位和实际需求，设计一些具有挑战性的培训内容，如模拟极端恶劣的施工环境、复杂的施工工艺以及罕见的突发事件等，让老员工在解决实际问题的过程中不断提升自己的专业素养和应急处理能力，提高工作能力和安全意识。

2.3 强化安全教育与应急处理能力

VR技术所带来的沉浸式体验，为施工人员的安全教育和应急处理能力提升提供了全新的途径。戴上VR设备，受训者能够置身于一个高度逼真的施工环境中，以第一人称视角直观地感受到施工过程中的各种风险和危险。为进一步提高受训者的应急处理能力，在VR模拟环境中设置了各种紧急情况。反复进行这样的应急处理演练，受训者不仅能够熟悉各种应急处理流程和方法，还能在实践中不断提高自己的应急反应速度和决策能力，能够迅速、有效地进行应对，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。

3 基于虚拟现实技术的市政道桥施工安全培训的策略

3.1 运用全真模拟激发培训参与度

在这个虚拟场景中，地形地貌应与实际施工场地一致，无论是山地、平原还是水域等不同地形条件，都能精准呈现。施工设备方面，从大型的起重机、挖掘机、装载机，到小型的振捣棒、电焊机等，都按照真实尺寸和外观进行建模，其操作方式和运行状态也与实际设备毫无二致。建筑材料如钢筋、水泥、砂石等，不仅具有逼真的外观，还能模拟其物理属性，如重量、硬度等。当人员戴上VR设备，便仿佛置身于真实的市政道桥施工现场。他们可以在工地上自由行走，观察各个施工环节的进行，与虚拟环境中的其他“施工人员”交流互动。在桥梁基础施工区域，人员能看到打桩机正在工作，感受地面的震动；在道路铺设现场，能看到摊铺机均匀地铺设沥青，闻到沥青的气味。这种高度沉浸的体验，让人员全身心地投入到

安全培训中，深刻理解施工过程中的安全要点。与传统的安全培训方式，如观看安全教育视频、阅读安全手册等相比，虚拟现实技术的沉浸感和真实感能够极大地激发人员的学习兴趣和参与度。

3.2 借助VR技术进行风险预演

在市政道桥施工中，各种安全事故犹如隐藏在暗处的“定时炸弹”，时刻威胁着施工人员的生命安全和工程的顺利进行。借助VR技术模拟各类施工安全事故，如坍塌、高处坠落、物体打击、触电等，能够让人员在虚拟环境中亲身经历事故过程，深刻理解事故的危害。以坍塌事故模拟为例，施工人员在虚拟场景中进行桥梁基础施工，由于地基处理不当、支撑结构搭建不合理等原因，突然周围的土体开始松动，支撑结构发出嘎吱嘎吱的声响，紧接着大量的土石倾泻而下，将施工区域瞬间掩埋。在这个过程中，能感受到强烈的震动，听到震耳欲聋的坍塌声，体验到恐惧和绝望，从而深刻认识到坍塌事故的严重后果。系统的提示，人员可以学习到在施工前要对地质条件进行详细勘察，合理设计地基处理方案和支撑结构，在施工过程中要加强对施工现场的监测，及时发现和处理安全隐患等预防措施。风险预演的方式，人员能够在安全的虚拟环境中积累应对事故的经验，提高在实际施工中应对突发安全事故的能力，采取有效的措施进行防范和应对，从而大大降低事故发生的概率和造成的损失。

3.3 互动教学，精准指导

在虚拟现实技术打造的市政道桥施工安全培训中，互动教学环节是提升人员参与度和学习效果的关键。在虚拟施工场景中，人员可以亲自操作各种施工设备，如起重机、挖掘机等。操作过程中，系统会实时监测人员的操作动作，并根据预设的安全规范和操作标准，对人员的操作进行正误判断。一旦人员出现错误操作，系统会立即发出提示，告知人员错误之处，并提供正确的操作方法和指导建议。例如，当人员操作起重机时，如果起吊重量超过了起重机的额定负荷，系统会迅速弹出警示信息，同时展示出正确的起吊重量范围和操作流程，引导人员纠正错误。这种实时反馈和精准指导，能够让人员及时发现自己的问题并加以改正，有效避免在实际施工中因操作不当而引发安全事故。互动教学还体现在人员与虚拟环境中的其他“施工人员”的交流协作上。人员可以与他们进行对话，获取施工任务信息、安全注意事项等，共同完成施工项目。

3.4 基于虚拟现实技术进行数据驱动

在基于虚拟现实技术的市政道桥施工安全培训中，数据是实现持续优化和提升培训效果的关键要素。系统可以精确记录人员操作施工设备的时间、频率、顺序以及每个操作动作的具体细节。比如，在操作起重时，记录人员的起吊次数、起吊重量的选择、吊钩的移动速度和方向等。对这些数据的分析，能够清晰地了解人员对设备操作的熟练程度和存在的问题。如果发现人员频繁出现起吊重量超过额定负荷的情况，就可以针对性地加强对起重机负载计算和安全起吊知识的培训。错误类型数据也是重要的分析对象。系统会自动识别人员在培训过程中出现的各种错误，如违反安全操作规程、操作失误、对安全警示的忽视等。对这些错误进行分类和统计分析，能够找出人员在安全知识和技能掌握方面的薄弱环节。例如，如果大量人员在高处作业时都出现未正确系挂安全带的错误，就需要在培训中进一步强化高处作业安全规范和安全带正确使用方法的教学。人员对不同风险的反应数据同样具有价值。当虚拟场景中模拟出现各类安全事故风险时，系统可以记录人员的反应时间、采取的应对措施以及应对的准确性和有效性。分析这些数据，能够评估人员的风险意识和应急处理能力。如果发现人员在面对火灾风险时，反应迟缓且采取的灭火措施不正确，就可以增加火灾应急处理的培训内容和模拟演练次数，提高人员的应急反应能力。对这些数据的深入分析，培训人员可以对培训内容进行优化。对于人员普遍掌握较好的内容，可以适当减少培训时间和强度；对于人员存在较多问题的部分，则要增加相关的案例分析、模拟演练和讲解时间，确保人员能够真正理解和掌握。

4 市政道桥施工安全培训中运用虚拟现实技术的效果分析

分析运用虚拟现实技术的效果，可以发现借助这

种体验，受训者能够仿若置身现场般感受施工过程中的各类风险与危险，进而深化对安全规范的理解。在VR培训期间，受训者可以与虚拟对象进行互动，比如操作机械设备、应对紧急情况等。VR系统还具备实时反馈功能，能及时将受训者的操作结果反馈给他们，指出操作中的错误并给出正确的处理方法。及时反馈机制有利于受训者迅速纠正错误，强化对安全规范的认知。相较于传统的施工安全培训，VR培训无需耗费大量的实物资源，如机械设备、模拟场地等。这不仅降低了培训成本，还减少了资源浪费。利用VR技术模拟施工环境和危险场景，受训者可在安全的环境中接受培训，避免了真实危险的发生。这既保障了受训者的人身安全，也降低了企业因安全事故可能遭受的经济损失。VR培训的直观性和沉浸感，让受训者能更深刻地认识到施工过程中的各类风险与危险，从而提高他们的安全意识，个性化的培训与考核方式，能满足不同受训者的需求，增强培训和考核的针对性与有效性。

5 结论

在市政道桥工程施工里，对工人开展安全培训时面临着重重挑战。虚拟现实技术的运用，加速了技术与培训工作的深度融合，将原本理论知识直接搬到了施工现场，把抽象、复杂又难以理解的安全知识，以生动、直观、全面且可视化的形式展现出来，极大地调动了员工参与培训的积极性，培训效果显著提升，同时也有力地推动了安全管理体系的优化建设，为行业的健康发展注入了新的活力。相信在政府、企业以及社会各界的共同努力下，市政道桥工程施工安全管理体系会持续完善，为打造安全、和谐的社会环境发挥积极作用。

参考文献：

- [1] 张吉军.公路工程施工中的现场安全问题及管理措施研析讨论[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(06):165-167.
- [2] 曹言敏,谷永新.建筑施工安全管理信息化技术应用[J].中国建设信息化,2024,(02):70-73.
- [3] 耿娟.水利工程施工安全管理标准化体系构建研究[J].水上安全,2023,(15):43-45.