

道路桥梁设计中的安全隐患及其在公路工程中的风险对策研究

牛一群 韩亚飞

陕西交通控股集团有限公司榆靖分公司横山路产养护管理中心 陕西 榆林 719000

摘要: 本文探讨了道路桥梁设计中存在的安全隐患及其在公路工程中的风险表现与对策,通过分析设计理论与结构构造体系的不完善、设计方案落后与缺乏创新、耐久性与安全性考虑不足以及超载与疲劳损伤等安全隐患,文章揭示了这些隐患在施工和运营阶段可能引发的风险。针对这些风险,提出了完善设计理论与结构构造、创新设计方案、强化耐久性与安全性设计、应对超载与疲劳损伤以及加强施工与运营阶段风险管理等对策。结合具体案例分析,评估了风险对策的有效性,为道路桥梁设计提供了实践指导。

关键词: 道路桥梁设计; 安全隐患; 公路工程; 风险对策

1 道路桥梁设计中的安全隐患分析

在道路桥梁的设计与建设过程中,安全隐患的存在始终是一个不容忽视的重大问题。这些隐患不仅可能源于设计理论与结构构造体系的不完善,还可能由于设计方案的落后与缺乏创新、耐久性与安全性考虑不足,以及超载与疲劳损伤问题等因素。

1.1 设计理论与结构构造体系的不完善

设计理论是道路桥梁设计的基石,它指导着整个设计过程,并确保了桥梁结构的合理性和安全性。然而,现有的设计理论在某些方面仍存在不完善之处。例如,对于复杂地质条件、极端气候环境以及特殊交通需求下的桥梁设计,现有理论可能无法提供足够精确和全面的指导。此外,结构构造体系作为桥梁设计的另一重要组成部分,其不合理或不完善的设计同样会导致安全隐患。这包括连接部位的设计缺陷、材料选用不当、施工工艺不达标等问题,这些问题都可能导致桥梁在使用过程中出现结构失稳、断裂甚至坍塌等严重后果。

1.2 设计方案落后与缺乏创新

随着科技的进步和社会的发展,道路桥梁的设计需求也在不断变化,一些设计方案仍然过于保守和落后,无法满足现代交通的需求。这主要体现在设计理念、材料选用、施工工艺等方面。例如,一些设计师过于追求经济性和美观性,而忽视了桥梁的实用性和安全性。另外,缺乏创新也是导致设计方案落后的重要原因。在现代社会,人们对于桥梁的审美和功能需求都在不断提高,而传统的设计方案往往无法满足这些需求。

1.3 耐久性与安全性考虑不足

耐久性和安全性是道路桥梁设计的重要指标,在实

际设计中,一些设计师往往过于关注桥梁的美观性和经济性,而忽视了其耐久性和安全性。这主要体现在对桥梁的承载能力、抗风稳定性、抗震性能等方面的考虑不足。例如,一些桥梁在设计中未充分考虑长期荷载作用下的材料疲劳问题,导致桥梁在使用过程中出现裂纹、变形等安全隐患^[1]。对于桥梁的维护保养和检测评估等方面的考虑也不足,可能导致桥梁的耐久性下降,使用寿命缩短。

1.4 超载与疲劳损伤问题

超载与疲劳损伤是道路桥梁使用过程中常见的安全问题,一些车辆在行驶过程中可能超过桥梁的承载能力,导致桥梁结构受损。这种超载行为不仅加速了桥梁的老化过程,还可能引发严重的交通事故。另外,长期承受车辆荷载和自然环境因素的影响,桥梁结构还可能出现疲劳损伤。这种损伤在初期可能并不明显,但随着时间的推移会逐渐加剧,最终导致桥梁结构的破坏。

2 道路桥梁设计中的安全隐患在公路工程中的风险表现

2.1 施工阶段的风险

施工阶段是道路桥梁安全隐患最为直观和集中的体现阶段,在这一阶段,设计理论与实际施工条件的偏差、结构构造体系的不完善、以及设计方案的创新不足等问题都可能直接导致施工风险。例如,设计未充分考虑施工现场的地质条件,可能导致基础施工困难,甚至引发基础不稳固、沉降不均等问题。设计方案中材料选用不当或施工工艺不明确,也可能导致施工质量不达标,如焊接不牢固、混凝土强度不足等,这些都可能成为未来桥梁结构失稳或损坏的潜在因素。另外,设计过

程中对施工安全的忽视,如未设置合理的施工安全区域、未提供必要的施工安全设施等,也会增加施工过程中的安全事故风险。

2.2 运营阶段的风险

道路桥梁进入运营阶段后,设计隐患可能以更为隐蔽和长期的形式表现出来,由于设计阶段对耐久性和安全性考虑不足,桥梁在长期使用过程中可能出现结构老化、材料疲劳、承载能力下降等问题。这些问题可能导致桥梁在承受正常交通荷载时出现异常变形、裂纹甚至断裂,严重威胁行车安全。此外,设计未充分考虑车辆超载的影响,也可能导致桥梁结构过早损坏,增加维修成本,甚至缩短桥梁使用寿命。在运营阶段,还需要关注桥梁对极端气候条件的适应性,如抗风稳定性、抗震性能等,设计不当可能导致桥梁在恶劣天气条件下出现严重安全问题。

2.3 环境与地质风险

环境和地质因素对道路桥梁的安全有着重要影响,而设计中的安全隐患会使道路桥梁在面对这些因素时更加脆弱,风险加剧。例如,在地质条件复杂的地区,设计对地基与结构相互作用的理论研究不足,会使桥梁在遇到地质灾害如滑坡、泥石流时容易发生倾倒、坍塌等事故。结构构造体系的不完善会使桥梁在恶劣环境条件下如强风、暴雨等更容易受到破坏,如强风可能导致桥梁结构发生共振,影响其稳定性。设计方案落后与缺乏创新会使道路桥梁在应对环境和地质风险时缺乏有效的措施。例如,在一些山区公路桥梁设计中,由于设计方案没有考虑到山体滑坡的影响,没有设置有效的防护设施,在遇到山体滑坡时,桥梁容易被掩埋或损坏。缺乏创新的设计方案在环保方面的考虑也不足,可能会对周边的生态环境造成破坏,进而影响道路桥梁的安全和稳定。耐久性考虑不足会使道路桥梁在恶劣环境中加速老化和损坏^[1]。例如,在寒冷地区,设计中对混凝土的抗冻性考虑不足,会使桥梁在冻融循环作用下出现混凝土开裂、剥落等问题,降低结构的耐久性和安全性。同时,对环境腐蚀因素考虑不足会使结构的腐蚀速度加快,影响其使用寿命。

3 道路桥梁设计安全隐患的风险对策研究

3.1 完善设计理论与结构构造体系

构建科学的设计理论体系是解决安全隐患的基础,加强复杂地质条件下的设计理论研究,开展软土地基固结沉降的非线性分析和长期预测模型研究,引入有限元数值模拟技术,提高地基处理设计的精准度。针对近断层地震特点,建立考虑脉冲效应的抗震设计理论,完

善地震作用计算方法,增加高烈度区桥梁的抗震安全储备。优化结构构造细节设计。规范节点构造标准,明确预制梁与盖梁连接的水平力传递路径,采用盆式橡胶支座并设置限位装置,增强节点整体性。改进连续梁桥伸缩缝设计,根据梁体伸缩量合理确定伸缩缝间距和类型,采用模数式伸缩缝并加强锚固,避免出现伸缩缝损坏。强化防撞护栏与主梁的连接,采用预埋钢筋焊接方式提高连接强度,确保护栏在车辆撞击时不脱落。

3.2 创新设计方案,提高设计质量

推动设计方案的技术创新,积极推广应用新技术、新工艺。在山区桥梁设计中,优先采用悬臂拼装、顶推施工等先进工法,减少对地形的破坏,提高施工安全性。引入BIM技术进行协同设计,建立三维模型对道路线形、桥梁结构进行优化,模拟车辆行驶轨迹,确保平曲线、纵坡等指标满足行车安全要求。增强设计方案的功能创新性,融入智能化设计理念,预留交通监测、环境感知等设备的安装位置和接口,实现对桥梁结构状态、交通流量的实时监测。平衡景观设计与功能需求,采用流线型桥面设计改善排水和除雪性能,景观造型应与周边环境协调,避免影响结构功能。建立多维度的设计方案比选体系,从技术、经济、安全、环保等方面进行综合评估,引入专家评审和公众参与机制,确保选出最优方案。

3.3 强化耐久性与安全性设计

制定针对性的耐久性设计措施。根据不同环境条件选择合适的材料,滨海地区桥梁采用掺加粉煤灰和矿渣的高性能混凝土,提高混凝土的抗渗性和抗氯离子渗透性;钢结构采用长效防腐涂层体系,增加涂层厚度并设置封闭底漆,提高防腐效果。优化桥面排水系统设计,加密泄水管布置,采用横坡排水结合纵缝排水的方式,确保桥面无积水。加强安全性设计,合理确定荷载标准,考虑货运车辆载重增长趋势,适当提高汽车荷载的超载系数,增加结构安全储备。完善大跨度桥梁的抗风设计,计入桥面附属设施对气流的影响,采用风洞试验验证桥梁的抗风稳定性,必要时设置风障等减振装置。健全安全防护设施,山区急弯路段设置防撞墩和视线诱导标志,桥梁通航孔按最高通航水位和船舶最大吃水深度设计,确保通航安全^[3]。

3.4 应对超载与疲劳损伤的策略

建立有效的超载应对机制,提高设计荷载标准,根据实际交通量和车辆载重情况,适当提高桥梁结构的承载能力,采用极限状态设计法验算结构在超载工况下的安全性。设计安装超载监测系统,在桥梁入口处设置称

重设备和监控摄像头,实时监测超载车辆并进行预警,同时设置限行栏杆阻止超载车辆通行。优化疲劳损伤设计,提高结构细节的疲劳性能,钢箱梁的U肋与顶板焊接采用熔透焊工艺,减少焊接缺陷,提高焊接部位的疲劳强度。改进预应力锚固区设计,采用局部加强措施,增加锚固区混凝土厚度和钢筋配置,降低应力集中。采用断裂力学方法计算结构疲劳寿命,预测裂纹扩展速率,预留足够的疲劳安全系数,确保结构在设计使用年限内不发生疲劳破坏。

3.5 加强施工与运营阶段的风险管理

加强施工与运营阶段的风险管理是降低道路桥梁设计安全隐患影响的重要保障,在施工阶段,建立完善的施工风险管理体系。加强对施工方案的审查和优化,根据设计文件和工程实际情况,制定科学合理的施工组织设计和安全专项施工方案。加强施工过程中的质量控制和安全监督,严格按照设计要求和施工规范进行施工,及时发现和纠正施工中的问题。例如,在桥梁基础施工中,加强对地基处理质量的检测,确保地基承载力满足设计要求。同时,加强对施工人员的安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和操作技能,减少事故的发生。在运营阶段,建立健全运营风险管理机制。加强对道路桥梁的日常检查和定期检测,及时发现结构存在的病害和安全隐患,并采取有效的维修和加固措施。例如,定期对桥梁的钢筋锈蚀、混凝土裂缝等情况进行检测,及时进行修复处理。加强对交通流量和荷载的监测,合理调控交通流,避免超载车辆对道路桥梁造成过大的损伤。建立应急预案,在遇到突发事故如地震、洪水等时,能够及时采取有效的应对措施,减少事故造成的损失。

4 案例分析

4.1 工程概况

某跨江大桥工程,全长1500m,主桥为双塔双索面斜拉桥,主跨300m,桥面宽33.5m,双向六车道,设计时速100km/h。该桥地处亚热带季风气候区,夏季多暴雨,年平均降水量1500mm,桥位处地质条件复杂,河床覆盖层厚度达20-30m,下部为强风化砂岩。

4.2 设计中存在的安全隐患

设计过程中发现多项安全隐患:一是设计理论应用不足,对河床覆盖层的地基承载力评估偏低,未充分考虑桩基与地基土的共同作用,桩基设计长度不足;二是

结构构造存在缺陷,斜拉索锚固区的钢锚箱与混凝土连接部位未设置足够的抗剪钢筋,易产生应力集中;三是耐久性设计考虑不周,未针对潮湿环境采用高性能混凝土,桥面排水系统泄水管数量不足;四是超载应对措施缺失,未设计超载监测系统,无法限制超载车辆通行;五是抗风设计不足,未考虑桥面附属设施对风致振动的影响^[4]。

4.3 采取的风险对策及效果评估

针对上述隐患,采取一系列风险对策:一是完善设计理论应用,采用有限元法重新计算桩基受力,增加桩基长度5m,提高地基承载力;二是优化结构构造,在钢锚箱与混凝土连接部位增设抗剪钢筋,增强锚固区整体性;三是强化耐久性设计,采用C50高性能混凝土,提高抗渗等级,增加泄水管数量至每5m一个;四是安装超载监测系统,在桥梁入口处设置称重设备和限行装置;五是补充抗风验算,增设风障减小风致振动影响。

工程建成运营5年后的评估结果显示:桥梁桩基沉降量控制在5mm以内,满足设计要求;斜拉索锚固区未出现裂缝,结构受力良好;混凝土碳化深度小于2mm,钢筋未发生锈蚀;超载车辆通行率下降80%;强风作用下桥面振动幅度减小60%,桥梁整体安全性和耐久性得到有效保障。

结束语

道路桥梁设计是确保公路工程质量与安全的关键环节,通过深入分析设计安全隐患及其风险表现,认识到完善设计理论、创新设计方案、强化耐久性与安全性设计的重要性。同时,加强施工与运营阶段的风险管理也是不可或缺的。未来,随着科技的进步和社会的发展,道路桥梁设计将面临更多挑战,我们需要不断探索和实践新的设计理念和方法,以构建更加安全、耐久和高效的公路交通网络。

参考文献

- [1]李乐.高速公路道路桥梁设计中存在的问题与举措[J].商品与质量,2022(40):118-120.
- [2]王勇,董宗岭.道路桥梁设计中结构化设计的应用研究[J].科技资讯,2022,20(03):65-67.
- [3]吴军.高速公路道路桥梁设计中存在的问题及应对措施[J].河南科技,2021,40(15):101-103.
- [4]黄夏玲.道路桥梁施工要点及现场管理方法探究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(13):119-121.