

高速公路隧道与桥梁加固技术和施工工艺研究

王江义¹ 魏东¹ 胡爽¹ 贾继杰²

1. 湖北交投建设集团有限公司, 湖北省武汉市 430070

2. 江汉大学数字建造与爆破工程学院, 湖北省武汉市 430056

摘要: 随着交通基础设施的快速发展, 高速公路隧道与桥梁作为连接城市与区域的重要通道, 其安全性和耐久性日益受到关注。本文旨在探讨高速公路隧道与桥梁加固技术的施工工艺, 以期为相关工程实践提供参考。

关键词: 高速公路; 隧道; 桥梁; 加固技术; 施工工艺

1. 影响高速公路隧道与桥梁稳固性的因素分析

在高速公路建设与运营过程中, 隧道与桥梁作为关键结构物, 其稳固性直接关系到道路的安全与顺畅。本部分将深入剖析影响高速公路隧道与桥梁稳固性的主要因素, 为后续加固技术与施工工艺的研究奠定基础。

首先, 地质条件是影响隧道稳固性的重要因素之一。地质构造的复杂性、岩石的物理力学性质、地下水的分布与活动等, 都可能对隧道的稳定性造成威胁。例如, 断层、节理发育的岩体区域, 隧道开挖后易发生坍塌、冒顶等安全事故; 而富含地下水的地层, 则可能因地下水压力的作用导致隧道衬砌开裂、渗漏等问题。

其次, 桥梁作为高速公路的跨越结构, 其稳固性同样受到多种因素的影响。除了地质条件外, 桥梁的设计荷载、交通流量、运营年限、环境侵蚀等也是不可忽视的因素。随着交通量的增加和运营时间的延长, 桥梁结构可能会出现疲劳损伤、材料老化等问题, 进而影响其稳固性。

此外, 施工质量也是影响高速公路隧道与桥梁稳固性的关键因素。施工过程中的技术操作、材料选择、质量控制等环节都可能对结构的稳固性产生长远影响。例如, 隧道开挖过程中的超挖、欠挖现象, 桥梁施工中的预应力张拉不足、混凝土振捣不密实等问题, 都可能为结构的后期运营埋下隐患。

2. 高速公路隧道与桥梁加固技术研究

2.1 混凝土裂缝修复技术

在隧道与桥梁的加固过程中, 混凝土裂缝的修复是一项基础且重要的技术。裂缝的存在不仅影响结构的外观, 更重要的是会降低结构的承载能力和耐久性。针对不同类型的裂缝, 需要采用相应的修复方法。

首先, 对于细小裂缝, 可以采用表面封闭法进行处理。这种方法通过涂抹裂缝封闭材料, 如环氧树脂、聚

氨酯等, 将裂缝表面封闭起来, 防止水分和有害物质的侵入。同时, 这些材料还能增强混凝土表面的抗渗性和耐久性。

其次, 对于中等宽度的裂缝, 可以采用注浆法进行修复。注浆法通过向裂缝内部注入修补材料, 如水泥浆、环氧树脂浆等, 使修补材料在裂缝内部扩散、固化, 从而恢复混凝土的连续性和整体性。注浆法不仅能够修复裂缝, 还能提高结构的承载能力和耐久性。

此外, 对于宽度较大、深度较深的裂缝, 可能需要采用结构加固法进行处理。这种方法通过在裂缝周围增设钢筋、钢板等加固材料, 提高结构的整体刚度和承载能力。同时, 还可以采用预应力技术, 对结构进行预应力张拉, 进一步改善结构的受力状态。

2.2 钢筋保护防锈处理技术

钢筋作为隧道与桥梁结构中的关键受力构件, 其耐久性对于结构的整体稳固性至关重要。然而, 在长期使用过程中, 钢筋容易受到环境侵蚀、电化学腐蚀等因素的影响, 导致锈蚀、截面减小等问题, 进而影响结构的承载能力和安全性。因此, 钢筋保护防锈处理技术成为加固技术中不可或缺的一环。

针对钢筋的锈蚀问题, 可以采用多种保护防锈措施。首先, 可以通过在钢筋表面涂刷防锈涂料或防锈漆, 形成一层致密的保护膜, 隔绝钢筋与外部环境的接触, 从而减缓锈蚀速度。其次, 可以采用电化学保护方法, 如阴极保护技术, 通过向钢筋施加一定的直流电流, 使钢筋表面保持负电位, 从而抑制电化学腐蚀的发生。此外, 还可以采用镀锌、镀铜等金属镀层技术, 通过提高钢筋表面的电化学电位, 增强其抗腐蚀能力。

在实际应用中, 应根据隧道与桥梁的具体情况和环境条件, 选择合适的钢筋保护防锈处理技术。同时, 还应加强施工过程中的质量控制和后期维护管理, 确保钢筋保护防锈措施的有效性和持久性。

2.3 增大结构截面加固技术

增大结构截面加固技术是一种通过增加隧道与桥梁结构截面尺寸,以提高其承载能力和稳定性的方法。这种技术适用于那些因长期运营而出现疲劳损伤、材料老化或设计荷载不足的结构。

在隧道加固中,增大结构截面通常涉及在隧道衬砌外部增设一层或多层钢筋混凝土衬砌。这些新增的衬砌层能够有效分担原衬砌的受力,提高隧道的整体刚度和承载能力。同时,新增衬砌层还能增强隧道的防水性能,减少地下水对隧道结构的侵蚀。

对于桥梁加固而言,增大结构截面则可能涉及在桥梁上部结构(如主梁、横梁等)的底面或侧面增设钢筋混凝土层,或者在桥墩、桥台等下部结构中增加截面尺寸。这些措施能够显著提高桥梁的承载能力和稳定性,延长其使用寿命。

值得注意的是,在采用增大结构截面加固技术时,需要充分考虑结构的受力特点和加固效果。同时,还需要对新增结构进行精确的计算和设计,以确保其与原结构的协同工作性能。此外,施工过程中还需要严格控制施工质量,确保新增结构的强度和耐久性满足设计要求。

2.4 粘贴钢板加固技术

粘贴钢板加固技术是一种高效且常用的隧道与桥梁加固方法。该技术通过在结构受拉或受弯部位粘贴钢板,利用钢板的良好抗拉性能来分担原结构的受力,从而提高结构的承载能力和稳定性。

在具体实施时,首先需要对隧道或桥梁的受损部位进行清理和打磨,确保粘贴面的平整度和清洁度。然后,根据加固需求选择合适的钢板材料,并按照设计要求进行裁剪和加工。接下来,使用专业的粘贴剂将钢板粘贴在预定位置,并通过加压或加热等方式促进粘贴剂的固化,使钢板与原结构紧密结合。

粘贴钢板加固技术的优点在于施工简便、快捷,且加固效果显著。它不仅能够快速提高结构的承载能力和稳定性,还能在一定程度上改善结构的受力状态,延长其使用寿命。然而,该技术也存在一些局限性,如粘贴剂的老化、钢板的锈蚀等问题可能会影响加固效果的持久性。因此,在采用该技术进行加固时,需要充分考虑这些因素,并采取相应的措施加以防范。

2.5 粘贴碳纤维加固技术

粘贴碳纤维加固技术作为现代加固技术的一种创新应用,以其独特的优势在隧道与桥梁加固领域得到了广泛关注。碳纤维材料以其高强度、高模量、轻质耐腐蚀等特点,成为加固工程中理想的增强材料。

在粘贴碳纤维加固技术中,首先需对隧道或桥梁的待加固部位进行表面处理,确保粘贴面的平整、干净且无油污。随后,根据加固设计,裁剪出适当尺寸的碳纤

维布,并涂抹专用的环氧树脂等粘结剂。在粘结剂尚未完全固化前,将碳纤维布紧密贴合于待加固部位,并通过滚压或加压等方式,确保碳纤维布与结构表面充分粘结,形成整体受力体系。

粘贴碳纤维加固技术的优势在于其加固效果显著,能够显著提高结构的承载能力和刚度,同时改善结构的受力状态。此外,碳纤维材料轻质高强,施工方便,对原结构影响小,且耐腐蚀性能优越,能够长期保持加固效果。然而,该技术对施工人员的专业技能要求较高,需要确保粘贴质量,避免产生空鼓、脱粘等质量问题。

在隧道与桥梁加固工程中,粘贴碳纤维加固技术可广泛应用于梁板、柱、墙等结构的加固改造。通过合理的加固设计和施工控制,该技术能够有效提升隧道与桥梁的整体性能,延长其使用寿命,为交通运输的安全畅通提供有力保障。

2.6 预应力碳纤维板加固技术

预应力碳纤维板加固技术是一种结合了预应力技术与碳纤维加固技术的创新方法。该技术通过在碳纤维板上施加预应力,使其在使用过程中能够主动对结构产生压力,从而更有效地分担结构的受力,提高加固效果。

在实施预应力碳纤维板加固技术时,首先需要精确计算预应力的分布,确保其对结构的加固作用达到最佳。然后,将预应力碳纤维板按照设计位置粘贴在隧道或桥梁的待加固部位,并通过张拉设备对碳纤维板进行预应力张拉。在张拉过程中,需要严格控制张拉力和张拉速度,以避免对结构造成不利影响。

预应力碳纤维板加固技术的优势在于其能够充分利用碳纤维材料的高强度特性,并通过预应力作用进一步提高加固效果。该技术不仅能够显著提高结构的承载能力和刚度,还能有效改善结构的受力状态,延缓裂缝的发展。此外,预应力碳纤维板加固技术还具有施工简便、对原结构影响小、耐腐蚀性能优越等优点,因此在隧道与桥梁加固工程中具有广阔的应用前景。然而,预应力碳纤维板加固技术对施工人员的专业技能要求较高,需要确保预应力施加的准确性和粘贴质量的可靠性。

2.7 隧道衬砌结构加固技术

隧道衬砌结构的加固是确保隧道安全与稳定的关键措施。该技术主要针对隧道衬砌的裂缝、破损、变形等问题进行修复与增强。加固方法多样,包括但不限于注浆加固、锚杆加固、增设套衬等。注浆加固通过高压注入特定的注浆材料,填充衬砌裂缝,提高衬砌的整体强度和密实性。锚杆加固则是在衬砌内部或外部安装锚杆,通过锚杆的拉力作用,增强衬砌的稳定性和承载能力。而增设套衬则是在原衬砌外部增设一层新的衬砌结构,以分担原衬砌的受力,提高隧道的整体刚度和耐久

性。在选择隧道衬砌结构加固技术时,需综合考虑隧道的地质条件、衬砌破损情况、加固效果要求及经济成本等因素。同时,加固施工需严格遵守相关规范和标准,确保加固质量满足设计要求。

3. 高速公路隧道与桥梁加固技术和施工工艺发展措施

3.1 加强技术创新与研发

随着科学技术的不断进步,高速公路隧道与桥梁加固技术也应不断创新与发展。政府、企业和科研机构应加大投入,共同推动加固技术的研发与应用。通过引进国外先进技术,结合国内实际情况进行改进与创新,形成具有自主知识产权的加固技术和产品。同时,加强基础理论研究,深入探讨加固机理与效果,为加固技术的发展提供坚实的理论支撑。

3.2 提升施工队伍素质

施工队伍是加固技术实施的关键。因此,应加强对施工人员的培训与教育,提高其专业技能和综合素质。通过举办培训班、技能竞赛等形式,增强施工人员的实践能力和创新意识。同时,建立完善的考核机制,对施工人员的技能水平进行定期考核与评估,确保施工队伍的整体素质不断提升。

3.3 完善技术标准与规范

技术标准与规范是加固技术实施的重要依据。因此,应不断完善相关技术标准与规范,明确加固技术的设计、施工、验收等各个环节的要求与标准。同时,加强对技术标准与规范的宣传与推广,提高行业内的认知度和执行力。通过技术标准与规范的完善,确保加固技术的实施质量得到有力保障。

3.4 加强质量监管与检测

质量监管与检测是确保加固效果的重要手段。因此,应建立健全的质量监管体系,加强对加固工程的全程监管与检测。通过定期检测与评估加固效果,及时发现并解决问题,确保加固工程的顺利实施和加固效果的持久性。同时,加强对施工过程的监督与管理,确保施工质量 and 安全。

3.5 推动信息化与智能化发展

随着信息化与智能化技术的不断发展,高速公路隧道与桥梁加固技术也应向信息化与智能化方向发展。通

过引入先进的信息技术与智能化设备,实现对加固工程的实时监控与数据分析,提高加固效果的预测与评估能力。同时,推动加固技术与智能化设备的融合应用,实现加固过程的自动化与智能化控制,提高加固效率和精度。

4. 注意事项

在加固隧道与桥梁时,必须充分考虑现场的安全因素。施工人员需佩戴齐全的安全装备,如安全帽、安全鞋、防护眼镜等,以预防意外事故的发生。同时,施工现场应设置明显的警示标志,确保过往车辆和行人的安全。

此外,加固工程中的材料选择与质量控制至关重要。需选用符合国家标准和行业规范的材料,并在施工前进行严格的检验和测试。在施工过程中,需加强质量监控,确保每一道工序都符合设计要求,从而保障加固效果。

另外,还需注意施工过程中的环境保护。应采取有效措施减少施工噪音、粉尘等对周边环境的影响,保护生态环境和居民生活。同时,施工废弃物应进行分类处理,实现资源的再利用和环境的可持续发展。

结语:

总之,高速公路隧道与桥梁的加固工程是保障交通安全与畅通的重要环节。通过采用科学合理的加固技术和施工工艺,可以显著提高隧道与桥梁的承载能力和耐久性,确保其在长期使用过程中的安全与稳定。未来,随着科技的不断进步和工程技术的不断发展,隧道与桥梁加固技术将迎来更加广阔的发展前景。我们期待在各方共同努力下,推动加固技术的不断创新与应用,为交通建设事业贡献更多智慧和力量。

参考文献:

- [1]张生荣.桥梁隧道工程施工中灌浆加固技术的应用[J].大众标准化,2023(8):25-27.
- [2]何亚军.超韧性混凝土在桥梁隧道加固维修中的应用[J].交通科技与管理,2023,4(7):124-126.
- [3]王朝晖.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用[J].甘肃科技纵横,2023,52(3):67-70.
- [4]聂华,王先明,黄钊,等.盾构隧道近距离下穿机场高速桥梁加固措施优化研究[J].路基工程,2022(6):201-207.