

公路桥梁隧道存在质量问题及有效试验检测措施

杨 振

辽宁省交通规划设计院有限责任公司 辽宁 沈阳 110000

摘要：本文深入探讨了公路桥梁隧道在建设及运营过程中遇到的质量问题，并着重阐述了有效的试验检测措施。文章首先强调了试验检测在确保公路桥梁隧道安全与质量中的核心作用，随后详细列举了常见的质量问题，并系统介绍了当前应用广泛的试验检测方法与技术。最后，针对如何提升试验检测效果，本文提出了切实可行的策略建议，旨在为公路桥梁隧道的安全建设与运营提供有力保障。

关键词：公路桥梁隧道；质量问题；试验检测措施

引言：随着交通建设的快速发展，公路桥梁隧道作为重要的交通基础设施，其质量和安全性日益受到关注。然而在建设和使用过程中，公路桥梁隧道常常会出现各种质量问题，这不仅影响交通的顺畅，还可能威胁到人们的生命安全。因此，对公路桥梁隧道进行有效的试验检测，及时发现和解决质量问题，具有十分重要的意义。

1 公路桥梁隧道试验检测的重要性

1.1 保障工程质量

在公路桥梁隧道的建设过程中，试验检测扮演着“质量卫士”的角色。通过对原材料（如钢筋、混凝土、防水材料）的严格检测，可以确保每一块砖石、每一根钢筋都符合设计要求，从源头上把控工程质量。同时对构配件（如桥梁支座、隧道衬砌）及施工工艺（如混凝土浇筑、焊接工艺）的试验检测，能够及时发现并纠正施工中的质量问题，如混凝土强度不足、焊接缺陷等，有效避免潜在的安全隐患。这一过程确保了工程结构在建成后的稳定性、耐久性和安全性，为公路交通的安全运营奠定了坚实的基础。

1.2 评估结构性能

桥梁隧道在运营过程中，会受到自然环境（如风载、地震、水流冲刷）、交通荷载（如车辆重量、行驶速度）等多种因素的影响，其结构性能会随时间逐渐退化^[1]。通过定期的试验检测，可以准确评估桥梁隧道的承载能力、刚度、稳定性等关键性能指标，及时发现结构损伤或性能下降的迹象。这些数据为确定结构的剩余使用寿命、制定科学合理的维护加固方案提供了科学依据，有效预防因结构性能退化导致的安全事故，保障了人民群众的生命财产安全。

1.3 优化设计与施工

试验检测的结果不仅是质量控制的手段，更是优化

设计与施工的重要参考。通过收集和分析检测数据，设计与施工单位可以深入了解工程实践中遇到的问题与挑战，总结经验教训，进而优化设计方案，改进施工工艺。例如根据桥梁隧道的实际受力情况调整结构设计参数，采用更高效的施工技术或材料，不仅提升了工程质量，还降低了建设成本，促进了交通基础设施建设行业的技术创新与可持续发展。

2 公路桥梁隧道常见质量问题分析

在公路桥梁隧道的建设与运营过程中，质量问题始终是影响其安全性与耐久性的关键因素。这些质量问题不仅可能源于设计与施工的缺陷，还可能受到自然环境与长期荷载作用的共同影响。

2.1 公路桥梁质量问题

2.1.1 结构裂缝

结构裂缝是桥梁工程中常见的质量问题之一，其产生原因复杂多样。混凝土作为桥梁的主要建筑材料，其质量直接关系到桥梁结构的整体性能。当混凝土材料存在质量问题，如配合比不当、水泥品种选择有误、骨料含泥量过高等，均可能导致混凝土在硬化过程中产生裂缝。此外，施工工艺的不规范也是裂缝产生的重要原因。例如混凝土浇筑过程中振捣不充分，易导致混凝土内部存在气泡和空隙，从而降低其密实性和强度；浇筑后的养护不当，如温度控制不当、湿度不足等，也可能引发裂缝。从受力角度来看，桥梁结构在承受荷载时，若存在受力不均或超出设计范围的情况，也可能导致裂缝的产生。这些裂缝包括横向裂缝、纵向裂缝和斜向裂缝等，它们对桥梁结构的安全性及耐久性构成严重威胁。裂缝的存在不仅会降低桥梁的承载能力，还可能加速钢筋的锈蚀过程，从而进一步削弱桥梁的整体性能。

2.1.2 钢筋锈蚀

钢筋锈蚀是桥梁结构耐久性下降的主要原因之一。

当混凝土保护层因施工质量问题或长期环境侵蚀而破损时,钢筋将直接暴露于外部环境中,从而加速其锈蚀过程。另外环境中的氯离子、碳化作用等也会对钢筋产生侵蚀作用,导致其表面形成锈层并逐渐扩展。钢筋锈蚀后,其与混凝土的粘结力将大幅下降,从而影响桥梁结构的整体稳定性。同时锈蚀产生的膨胀力还可能对混凝土产生挤压作用,导致混凝土开裂和剥落。这些现象将进一步削弱桥梁的承载能力,并可能引发严重的安全事故。

2.1.3 基础沉降

桥梁基础沉降是桥梁工程中另一个值得关注的质量问题。当地基处理不当或地质条件复杂时,桥梁基础可能因不均匀沉降而产生附加应力。这些应力将对桥梁上部结构产生不利影响,导致其产生变形甚至垮塌风险。长期受车辆荷载作用也是桥梁基础沉降的重要原因之一。随着交通量的不断增加和车辆荷载的增大,桥梁基础所承受的荷载也将逐渐增大。若地基承载力不足或地基处理不当,将导致桥梁基础产生不均匀沉降。

2.2 公路隧道质量问题

2.2.1 衬砌渗漏

隧道衬砌渗漏是隧道工程中常见的质量问题之一。当隧道衬砌背后的防水系统失效或衬砌混凝土施工质量存在缺陷时,将导致隧道内部产生渗漏现象^[2]。这些渗漏不仅会降低隧道内部结构的耐久性,还可能对行车安全和附属设施的正常使用构成威胁。渗漏问题的产生与隧道施工过程中的多个环节密切相关。如防水板铺设不严密、注浆填充不密实等均可能导致防水系统失效;衬砌混凝土浇筑过程中振捣不充分、存在孔洞等也可能引发渗漏。

2.2.2 衬砌开裂

隧道衬砌开裂是隧道结构安全性下降的重要表现之一。当围岩压力过大、设计支护参数不合理或施工顺序、工艺不当时,均可能导致衬砌开裂。这些裂缝不仅会降低隧道的承载能力,还可能引发隧道坍塌等严重安全事故。衬砌开裂还可能对隧道的通风、照明等设施造成破坏。裂缝的存在将影响隧道的密封性,从而导致通风效果不佳;裂缝还可能成为照明设施的故障点,降低其使用寿命和可靠性。

2.2.3 围岩稳定性问题

隧道开挖过程中围岩的稳定性是隧道工程安全施工的关键。当围岩变形过大或发生塌方等现象时,将对隧道施工进度和安全构成严重制约。这些现象的产生与地质构造、地下水活动以及施工方法等因素密切相关。地质构造的复杂性可能导致围岩存在软弱夹层、断层等

不良地质条件。这些条件将降低围岩的承载能力和稳定性,从而增加隧道施工过程中的安全风险。并且地下水活动也可能对围岩稳定性产生不利影响。当地下水活动频繁时,将导致围岩软化、强度降低等现象的发生。施工方法的选择也是影响围岩稳定性的重要因素之一。若施工方法不当或施工顺序不合理,将可能导致围岩受到过大的扰动和破坏,从而降低其稳定性。例如,在软弱围岩地段采用爆破法开挖时,将产生强烈的震动效应,对围岩的稳定性造成严重影响。

3 公路桥梁隧道常用试验检测方法与技术

在公路桥梁隧道的建设与维护过程中,试验检测方法与技术发挥着至关重要的作用。它们不仅能够帮助工程师及时发现和解决潜在的质量问题,还能为结构的安全评估与性能优化提供科学依据。

3.1 桥梁试验检测方法

3.1.1 无损检测技术

(1) 超声检测:超声检测利用超声波在混凝土结构中的传播特性,通过测量超声声速、波幅和频率等参数,来检测混凝土内部的缺陷,如空洞、疏松和裂缝深度等。该技术还能评估混凝土的强度以及钢筋的位置与锈蚀程度。超声检测仪器通常由超声波发射器、接收器和数据处理系统组成。检测过程中,发射器向混凝土内部发射超声波,接收器则接收反射回来的信号。通过对这些信号的分析,可以判断混凝土内部的质量状况。

(2) 回弹法:回弹法通过回弹仪测定混凝土表面的硬度,进而推算出混凝土的抗压强度。该方法操作简便,适用于现场快速检测。然而,回弹法的准确性受多种因素影响,如混凝土表面的湿度、粗糙度和龄期等。因此,在使用回弹法时,应综合考虑这些因素,以提高检测结果的准确性。(3) 雷达检测:地质雷达发射电磁波在桥梁结构中传播并反射,通过分析反射波的特征,可以检测桥梁内部的钢筋分布、混凝土层厚度以及结构损伤等。雷达检测具有非接触、高效和准确的优点,特别适用于桥梁结构的无损检测。

3.1.2 荷载试验

(1) 静载试验:静载试验通过在桥梁结构上分级施加静力荷载,测量结构在各级荷载作用下的变形(如挠度、应变)和内力等响应,以评定桥梁的实际承载能力和结构工作性能。静载试验的加载方案设计、测点布置和数据采集与分析方法均需严格按照相关规范进行。根据试验结果,可以对桥梁结构的安全性进行评估。(2) 动载试验:动载试验采用车辆或激振设备对桥梁施加动力荷载,测定桥梁结构的振动特性和动力响应。通过

测量桥梁的固有频率、振型、阻尼比以及冲击系数等参数，可以分析桥梁在动荷载作用下的工作状态和结构动力性能。动载试验的结果对于评估桥梁的行车舒适性和抗疲劳性能具有重要意义。

3.2 隧道试验检测方法

3.2.1 地质超前预报技术

(1) TSP法(隧道地震波反射法): TSP法利用人工激发的地震波在隧道围岩中传播并反射的原理,通过接收和分析反射波信号来预测隧道前方围岩的地质情况^[3]。该方法具有探测距离远、分辨率高和适应性强的特点,特别适用于复杂地质条件下的隧道施工地质超前预报。

(2) 地质雷达法: 地质雷达在隧道检测中的应用原理与桥梁检测类似,但针对隧道围岩的特点进行了优化。它主要用于检测隧道衬砌厚度、背后空洞以及围岩松动圈范围等。地质雷达法在隧道复杂地质条件下的适应性和操作要点需特别注意,以确保检测结果的准确性。

3.2.2 衬砌质量检测技术

(1) 激光扫描技术: 激光扫描技术通过发射激光束对隧道衬砌表面进行扫描,获取衬砌表面的三维点云数据。通过对这些数据的分析,可以评估衬砌的平整度、变形情况及裂缝分布等质量问题。激光扫描技术具有检测速度快、精度高和数字化建模能力强的优点,特别适用于隧道衬砌质量的快速检测与数字化建模。(2) 钻芯法: 钻芯法直接从隧道衬砌混凝土中钻取芯样,通过对芯样的外观检查、抗压强度试验等手段来检测衬砌混凝土的质量。虽然该方法会对衬砌结构造成一定的损伤,但其检测精度较高,特别适用于对隧道衬砌质量进行精确评估的场合。

4 提升公路桥梁隧道试验检测效果的策略

4.1 加强试验检测人员的培训和教育

试验检测人员的专业素质与业务水平直接影响到检测结果的准确性和可靠性。因此,应定期组织培训,邀请行业专家进行授课,提升检测人员的专业知识和操作技能。并且鼓励检测人员参与学术交流,拓宽视野,了解最新的行业动态和技术进展。通过培训和教育,培养一支技术过硬、责任心强的检测队伍,为试验检测工作

提供坚实的人才保障。

4.2 健全质检机构和工程质量管理体系

完善的质检机构和工程质量管理体系能够确保试验检测工作的规范性和准确性。应建立健全的质检机构,明确职责分工,完善检测流程,确保每一环节都符合规范要求^[4]。同时制定严格的工程质量管理体系,对检测过程进行全程监控,确保检测数据的真实性和有效性。

4.3 推广先进的试验检测技术和设备

随着科技的不断发展,新的试验检测技术和设备不断涌现,为提升检测效率和精度提供了有力支持。应积极引进和应用这些先进的技术和设备,如高精度传感器、智能化检测系统等,提高检测效率和准确性。加强对新技术、新设备的学习和研究,掌握其工作原理和操作方法,为实际应用提供技术支持。

4.4 加强施工现场的质量管理

施工现场的质量管理直接关系到工程质量和施工安全。应加强对施工现场的监管,确保施工过程的规范性和安全性。制定严格的施工标准和操作规程,对施工人员进行培训和考核,确保施工质量和安全得到有效控制。

结束语

公路桥梁隧道的质量问题关系到交通的顺畅和人们的生命安全,因此必须采取有效的试验检测措施来确保其质量。通过加强试验检测人员的培训、健全质检机构、推广先进的检测技术和设备以及加强施工现场的质量管理,我们可以不断提升公路桥梁隧道的试验检测效果,为交通建设事业的持续健康发展提供有力保障。

参考文献

- [1]郑安宁.有效控制公路桥梁和隧道质量问题的试验检测措施研究[J].运输经理世界,2021(36):122-124.
- [2]陈海生.公路桥梁隧道存在的质量问题及有效的试验检测措施[J].运输经理世界,2021(34):100-102.
- [3]徐绍婷,王松.公路桥梁隧道存在质量问题及有效试验检测措施[J].江西建材,2021(03):45+47.
- [4]刘化超.公路桥梁隧道存在质量问题及有效的试验检测措施[J].绿色环保建材,2020(02):153+155.