

Highway tunnel safety detection and management

Weifeng Yue, Hongyan Liu, Liangyou Song

Shandong Jubaiyuan Municipal Engineering Co., Ltd, Dongying 257000, Shandong, China

Abstract: Highway tunnel is an important part of highway engineering, and its safety detection and management play a pivotal role in the construction and maintenance process of the whole project. However, due to the particularity of the tunnel itself, the engineering quality is difficult to guarantee, and there are many safety risks. With the continuous development of China's traffic industry, there are more and more highway tunnel construction, so safety detection and management is particularly important.

Keywords: Highway safety; Tunnel safety; Quality testing

公路隧道安全检测与管理

岳伟峰, 刘红燕, 宋良友

山东聚佰源市政工程有限公司, 中国 · 山东东营 257000

摘 要: 公路隧道是公路工程中重要的组成部分, 其安全检测与管理在整个工程的建设和维护过程中具有举足轻重的作用。但是由于隧道本身的特殊性, 其工程质量难以保证, 安全隐患多, 并且随着中国交通事业的不断发展, 公路隧道建设越来越多, 安全检测与管理显得尤为重要。

关键词: 公路安全; 隧道安全; 质量检测

1 引言

公路隧道是指在山岭、丘陵地带修建的地下道路。它是道路上的特殊工程, 为了便于车辆和人员通行而修建的一种地下工程。公路隧道所处环境复杂, 地质情况多变且多数为浅埋深隧道或超长隧道。其结构形式多样, 既有一般隧道的特点, 又有其特殊之处。本文针对目前公路隧道安全检测与管理存在的问题进行分析和探讨, 为公路隧道工程提供参考和借鉴。

2 隧道检测设备的应用

公路隧道施工质量的好坏直接影响到隧道工程的安全性和可靠性, 所以在对公路隧道进行检测时, 应采用先进的检测设备进行检测, 以确保工程质量。目前常用的隧道检测设备有以下几种:

2.1 超声波检测法

超声波是一种物理量, 能够在不接触物体的情况下测量物体内部或表面的性质。在隧道工程中, 对其进行质量检测时, 通常采用超声波检测法。超声波是一种在介质中传播的机械波, 它通过物体后会产生反射。因此超声波检测法具有较高的分辨率, 同时还能

够实现无损探测。目前采用最为广泛的就是多普勒测速仪 (DSC), DSC是一种非接触式速度测量仪, 它利用多普勒效应原理实现测量, 能够快速准确地测量出物体的速度。但是这种方法存在一定的局限性, 即只能测量静止物体的速度。

2.2 回弹法

回弹法是一种利用回弹力学原理进行检测的方法。它是根据回弹仪与被检测物体之间相对运动状态产生的距离变化来确定被测物体表面相对位移量。在对公路隧道进行安全检测时, 可以将回弹仪与隧道周围地层相连接, 然后利用回弹仪记录被测物表面相对位移量。根据这种方法可知, 公路隧道周围地层会产生相对位移量。然后根据相关公式计算出地层的变形模量E值, 从而能够较为准确地对公路隧道工程质量进行检测。

2.3 钻孔取芯法

超钻孔取芯法是通过在钻孔中放置带有芯样的模型来检测公路隧道工程质量情况。通过利用钻孔取芯法, 可以确定地层内部结构状况以及施工方法等信息。

2.4 探地雷达法

探地雷达法是一种非接触式测深法，其在公路隧道中应用较为广泛。该方法能够有效地检测出公路隧道结构内部不同深度处岩层结构信息，通过对采集到的信息进行处理和分析后可确定公路隧道结构内部岩层结构情况以及岩体是否出现裂缝等缺陷情况。因此，探地雷达法在公路隧道中应用广泛。但是探地雷达技术在实际应用过程中也存在一定问题，如成像质量不高、测点数量少等问题。

3 隧道结构

随隧道结构是指在隧道中形成的各种形式的建筑物。它是由围岩、衬砌、材料和施工方法等因素组成的有机整体。隧道结构是隧道工程的一个重要组成部分，它既是一个独立的建筑，又与整个隧道工程紧密相连，对整个工程的施工和使用都有重要影响。因此必须对隧道结构进行全面系统的检测与管理。

3.1 围岩的稳定性

探围岩是隧道工程的主要组成部分，它不仅决定着整个隧道工程的安全，而且直接关系到整个隧道工程的质量和寿命。

3.2 衬砌

在施工过程中，为了提高支护结构与围岩之间的强度和刚度，使其处于最佳工作状态，必须对其材料进行合理选择。施工中使用的材料必须满足规定要求并满足施工规范和设计规范等标准。

3.4 材料

在施工过程中，为了提高支护结构与围岩之间的强度和刚度，使其处于最佳工作状态，必须对其材料进行合理选择。施工中使用的材料必须满足规定要求并满足施工规范和设计规范等标准。

3.4 施工方法

在公路隧道工程中，根据不同的围岩等级和实际情况选择相应的开挖方法，如台阶法、CD法、CRD法、微裂法等。根据围岩实际情况采用不同方法进行施工。对于浅埋偏压段，由于围岩压力大、强度低、自稳性差等原因，宜采用先小进尺、快封闭、早衬砌、快衬砌等“短进尺、弱爆破”方法进行施工；对于高压富水地段或强度较低地段可采用台阶法和CD法进行施工。

4 隧道防水

围隧道防水是隧道工程的关键，因为隧道防水质量的好坏直接关系到隧道的使用寿命。但是由于施工方面以及隧道管理不当等原因，导致我国部分隧道防

水工程存在着诸多问题，其中最常见的就是渗水问题。在隧道排水系统方面，由于我国大多数隧道采用的是明排和暗排相结合的排水方式，部分隧道因为设计或者施工原因导致排水系统不完善，导致大量地下水渗透到隧道内，给行车安全造成极大威胁。同时在公路隧道中还会存在大量雨水和污水，这些水在温度较低的情况下会结冰，当结冰后再经过水的冲击就会产生很多细小的裂缝，这些裂缝会逐渐扩大到整个管沟甚至是路面，最终形成水灾。

由于公路隧道是在地下结构中修建的，其内部情况非常复杂且不利于检查工作。并且我国大多数公路隧道处于浅埋深地段，其内部地质情况十分复杂且难以预测。所以在进行公路隧道检测时要对其进行详细检测，主要检测内容包括：防水板铺设是否平整、有无脱落、扭曲等现象；衬砌接缝是否存在渗水、漏水等现象；二次衬砌表面是否平整；检查衬砌表面是否存在裂缝。

5 洞内照明

洞内照明对隧道运营安全起着重要作用。一般情况下，隧道内照明条件不良，会引起驾驶员视觉上的不良反应，造成安全事故。在我国公路隧道运营管理中，隧道洞口段照明没有进行洞内、洞口的照度、亮度、色温等参数的检测。公路隧道洞内照明主要是由光源和灯具两部分组成。光源是指提供光源的灯具，分为工业用灯和民用灯两大类；灯具是指为满足道路照明要求而设置在隧道内部的照明装置。光源主要分为白炽灯、荧光灯和LED灯。在实际隧道运营中，洞内照明存在以下问题：

- (1)隧道内照度不足，目前我国高速公路隧道内通常采用白炽灯作为照明光源，但是白炽灯在使用过程中存在色温高、寿命短等问题。由于色温过高，会造成人眼视觉疲劳；而色温过低，又会造成眩光和亮度不够等问题。
- (2)灯具选择不当，目前我国公路隧道中一般采用的是卤钨灯，但是由于其寿命较短且容易损坏，导致无法正常使用。此外我国很多公路隧道选用的灯具都是国外进口产品，在性能上与国内产品存在差异。
- (3)亮度调节不及时，在公路隧道运营管理过程中，一般会采用亮度调节装置对公路隧道的照明亮度进行调节，但是由于调节装置安装位置不当，导致在实际使用中无法准确调节亮度。无法正常使用的。
- (4)亮度不足、色温过高、色温不适宜等问题也会造成安全隐患。如：在普通公路隧道内安装色温较高的

灯具会造成人眼不适；由于色温较高，会使隧道内的温度升高；色温不适宜会使驾驶员产生视觉疲劳等。

(5)洞内照明与洞外照明缺乏对比度。公路隧道内照明与洞外照明之间缺乏对比度，容易造成驾驶员视觉疲劳等问题，严重时还会造成事故。

(6)洞照明设备老化、损坏严重等问题也是公路隧道安全检测中需要关注的问题之一。如：一般公路隧道洞外照明装置的使用年限一般在8年左右，但是在实际使用中因自然老化、人为破坏等原因导致其使用寿命较短甚至直接损坏的情况时有发生。

6 通风设施

公路隧道通风设施包括通风方式和通风设备，是保证隧道内空气质量和改善行车条件的重要措施。隧道的通风方式有自然通风、机械通风和混合通风三种方式。自然通风主要通过自然空气的流动实现隧道内空气的换气，当遇到洞口或洞内事故发生时，可以迅速降低洞内的风速，使洞内的有毒有害气体能够及时排出，从而减少洞内人员伤亡和车辆事故。因此自然通风是公路隧道设计中必须考虑的一个重要问题。

公路隧道是一种特殊的建筑结构体系，其本身具有一定的特殊性。洞口结构复杂、断面尺寸小、洞口空间狭小。洞口距离短，通常为100m以内，有的甚至小于10m。洞口附近空气污染严重。洞口附近风速较小，往往低于1.5m/s，远低于公路隧道规范规定的2~4m/s。洞内空间狭小、光线较暗、空气污浊等因素都会对通风效果造成很大影响。

公路隧道通风系统有三种主要形式：一是纵向通风（即从洞外向洞内送风）；二是横向通风（即从洞内向洞外送风）；三是混合通风（即从洞外向洞内送风和从洞内向洞外送风相结合）。随着科技的发展，隧道通风技术也在不断进步，但是由于公路隧道设计规范中关于通风量、送风量、风压等都没有明确的规定，使得很多公路隧道在建设过程中存在较多问题。

目前中国公路隧道管理部门在安全检测与管理中没有制定专门的制度和标准规范对公路隧道进行规范管理，这就使得在实际工作中存在较多问题，需要有关部门制定一系列的措施和标准对公路隧道进行安全检测与管理。

7 防排水设施

城防排水设施主要是指隧道衬砌背后的渗水和地下水，包括施工过程中的排水、初期支护与二次衬砌

之间的渗水以及衬砌背后的积水。因此，在检测中应注意衬砌背后的渗水和地下水是隧道渗漏水的主要来源，施工质量将直接影响到隧道的防渗效果，因此施工过程中应加强对防水板厚度、质量、接头情况以及防水层与混凝土结合情况等方面的检查。防排水设施应按设计要求设置，不得随意更改，特别是要注意排水设施与路面及洞口构造物之间的连接，应确保其牢固可靠，防止其堵塞或渗漏。排水管应保持通畅，不得有堵塞现象，若有堵塞，应查明原因并及时排除。防水板铺设完毕后应及时进行养护，避免出现裂缝或破损。若发现有渗水现象，则需要及时采取措施进行处理。防水板铺设后应及时进行压力试验检查其铺设质量，并检查有无变形、脱落现象。对衬砌背后出现渗漏水的地段要进行全面检查，分析其原因并采取相应措施加以解决。

7.1 统隧道渗漏水检查

对于公路隧道而言，渗漏水检测是一项必不可少的工作，在进行检查时，应着重检查以下几个方面：

- (1)在对于初期支护与二次衬砌之间出现渗漏水的地段，要查明渗水量、渗水部位和渗水原因，并根据其不同的渗漏水特点进行不同的处理。
- (2)对于施工过程中出现渗漏水的地段，应检查初期支护与二次衬砌之间的防水板是否完好，接缝是否密实，是否存在裂缝及其他问题。
- (3)对于施工过程中排水设施堵塞或出现破损现象的地段，应查明堵塞或破损原因并进行相应处理。
- (4)对于二次衬砌与初期支护之间出现渗漏水的地段，应检查防水板厚度、接头情况以及防水层与混凝土结合情况等。
- (5)对于二次衬砌与围岩之间出现渗漏水的地段，应检查衬砌背后围岩是否存在松动、掉块、变形等现象；检查二次衬砌是否存在裂缝以及其他问题。
- (6)在对于以上各项检查结果不符合要求的地段，应采取相应措施进行处理。
- (7)对于以上各项检查结果不符合要求的地段，应采取相应措施进行处理。

7.2 隧道围岩及支护结构检查

隧道围岩及支护结构检查主要是指检查隧道的围岩结构、支护结构形式是否符合设计要求，衬砌表面是否平整，有无开裂、剥落、掉块等现象，衬砌的密实度是否符合设计要求等。一般情况下，隧道围岩及

支护结构检查主要是在隧道开挖后进行，以检查围岩的稳定性、围岩等级和支护结构是否满足设计要求。此外，还应进行围岩压力试验以检查围岩的稳定性。在检查时需要注意以下几点：

- (1)在隧道施工过程中应及时对隧道进行检查，发现问题应及时处理。
- (2)衬砌表面不得出现裂缝、掉块、剥落、掉块等现象。
- (3)在进行衬砌结构的检测时应采用高精度超声波仪，对其内部缺陷进行检查。
- (4)对喷射混凝土的厚度及表面平整度进行检查时，应采用超声波检测仪检测，并根据具体情况进行调整。还需检查衬砌表面的平整度和平整度差等情况。
- (5)对初期支护的检查主要是从其是否出现变形、脱落、裂缝等情况以及与二次衬砌的结合情况等方面进行检查。

8 结束语

公路隧道的安全检测与管理至关重要，涉及诸多方面，包括结构、防水、通风等。通过先进的检测设备、科学的设计和严格的施工管理，我们可以有效降低隧道施工安全事故的风险，确保隧道的安全运行。在未来的隧道工程中，应不断完善制度体系，加强风险防范，以更好地保障人民群众的生命和财产安全。

参考文献

- [1] 刘瑞全.公路隧道的无损检测技术与病害的治理研究分析[J].建筑技术开发,2020,47(07):123-124.
- [2] 高强.公路隧道试验检测技术探讨[J].工程技术研究,2022,7(13):72-74.
- [3] 刘远.公路隧道试验检测探析[J].交通世界,2021,No.566(08):144-145.