

# 高速铁路隧道工程质量缺陷与整治技术探讨

刘 钊

中石化中原油建工程有限公司 河南 濮阳 457001

**摘要:** 高速铁路隧道工程质量缺陷对工程稳定性和安全性带来严重风险。整治技术包括加强图纸审核和材料管控、增强施工勘测与塌方预防、开挖阶段的质量控制、防排水施工班组专业化等措施。规范施工操作、质量监测与预警系统、定期质量验收等手段,能够有效减少质量缺陷的发生。持续改进和经验总结是提高工程质量的关键,确保高速铁路隧道工程的可靠性和安全性。

**关键词:** 高速铁路隧道; 质量缺陷; 整治技术

## 1 高速铁路隧道工程质量缺陷与整治技术的重要性

高速铁路隧道工程质量缺陷的存在会对铁路运行安全和运行效率产生严重影响,高速铁路隧道工程质量缺陷可能导致结构稳定性不足或者施工材料质量不合格,可能引发坍塌、损坏等安全事故,威胁乘客和行车人员的生命安全。通过整治技术,对隧道工程的结构和材料进行全面检测、加固和维修,能够保障铁路隧道的安全运行<sup>[1]</sup>。隧道工程质量缺陷可能导致铁路运行效率下降。隧道内潮湿环境可能导致车厢上的水滴滴落,影响乘客乘车舒适度;隧道内的不光滑壁面会增加摩擦阻力,降低列车行驶速度。通过采用整治技术,如加装排水系统、修复壁面等,可以提高隧道内环境舒适度,减小列车阻力,提高铁路运行效率。

## 2 高速铁路隧道工程质量施工技术特点

高速铁路隧道工程质量施工技术具有以下特点:

(1) 技术先进性: 高速铁路隧道工程采用了先进的隧道施工技术,如盾构法、掘进法等。这些技术能够提高施工效率,减少人工操作,确保施工质量。隧道施工还采用了自动化、智能化的设备和工具,提高了工作效率和准确度。(2) 安全性: 高速铁路隧道工程施工对于安全要求非常高。施工过程中需要对隧道工程桩基、支护结构等进行严格的监测和控制,确保施工安全,防止发生事故。隧道工程施工还会考虑在地质复杂区段采取合适的工程措施,提高施工的稳定性和安全性。(3) 质量控制: 高速铁路隧道工程质量控制要求严格,施工过程中会进行全过程的质量监控。包括材料的选择和检验、施工工艺的控制、质量验收等。还会设置施工质量核查点和工程质量监理,对施工质量进行全面监管和评估。(4) 环保性: 高速铁路隧道工程施工过程中注重环保,采取减少破坏和污染的措施。施工过程中进行垃圾分类、废水处理,减少对自然生态的干扰。会采用循环利

用材料,尽量减少资源消耗。

## 3 高速铁路隧道工程质量缺陷调查结果及其危害

### 3.1 混凝土干缩裂纹

混凝土干缩裂纹是由于混凝土在固化过程中自然干燥收缩导致的,这可能是由于混凝土配合比不合理、养护不当、环境湿度过低等因素所引起<sup>[2]</sup>。混凝土干缩裂纹的存在会给高速铁路隧道工程带来多方面的危害,裂缝会导致混凝土的强度和耐久性下降,影响隧道结构的稳定性和承载能力,增加隧道的结构风险。裂缝还可能导致水渗透,引起隧道内部的漏水问题,进而导致地基变软或土质变坏,对铁路的正常运行产生不利影响。裂缝还会影响隧道内环境的舒适性,引起噪音、灰尘等问题,影响乘客的出行体验。

### 3.2 二次衬砌的拱墙背后出现脱空

脱空现象是指拱墙与衬砌之间出现了一定的空隙,造成了结构的不稳定性和安全隐患。脱空现象的产生可能是由于施工中的一系列原因引起的,施工材料质量不过关、施工工艺不合理或施工操作不当等。当脱空现象发生后,拱墙与衬砌之间的粘结力就会减弱,导致结构的承载能力降低,甚至可能导致衬砌的脱离或塌方,威胁到隧道的稳定和行车的安全。这种脱空现象的危害是多方面的。脱空会导致衬砌的变形和位移,进而影响轨道的稳定性,增加高速列车行驶的风险。脱空还可能导致水渗透,引发泥石流等灾害,对铁路的正常运行造成严重影响。脱空还会增加施工维修的难度和成本,给维护工作带来困难。

### 3.3 隧道底部有虚渣

虚渣是指隧道底部的土层或者岩层存在松散、空洞或者不稳定现象,导致隧道底部的不均匀沉降或者塌陷<sup>[3]</sup>。虚渣的形成可能是由于地质勘察不准确、施工工艺不合理或者施工材料质量问题等原因引起的。当虚渣存在于

隧道底部时,会导致隧道结构的不稳定性,增加隧道坍塌、塌方等事故的风险。虚渣的存在还会引起隧道底部的不规则沉降,导致铁轨变形、列车运行不稳定,对高速铁路的安全运营造成威胁。虚渣会导致隧道地基的不稳定,容易引发土体滑动或崩塌等地质灾害。虚渣的存在会引起隧道底部的不规则沉降,导致铁轨、线路和设备的损坏,影响列车的行驶安全和乘客的出行体验。虚渣还会增加维修难度和成本,给后期的维护工作带来困难。

#### 4 高速铁路隧道工程质量缺陷整治技术

##### 4.1 衬砌裂缝的整治

针对高速铁路隧道工程中衬砌裂缝的质量缺陷,

(1) 裂缝修补:对于宽度较小的裂缝,可以采用裂缝修补材料进行补救。修补材料可以是特殊的环氧树脂或聚合物混合物,通过注入到裂缝中进行填充,增强衬砌的连续性和稳定性。(2) 补强加固:对于宽度较大的裂缝,需要进行补强加固处理。可以采用预应力或增强钢筋等加固措施,将衬砌的受力传递到较好的材料上,增强结构的承载能力和抗裂性能。(3) 增加衬砌厚度:对于频繁出现裂缝的隧道来说,可以增加衬砌的厚度,提高结构的刚度和抗裂能力。通过增加衬砌的厚度,可以减少应力集中,降低裂缝发生的可能性<sup>[4]</sup>。(4) 加强施工质量管理:在衬砌施工过程中,对打砂处理、混凝土配合比、垫层设置等工程细节进行加强管理,确保衬砌的质量控制。在施工过程中严格按照规范进行施工,确保衬砌的连续性和稳定性。(5) 增强养护管理:对于已建成的衬砌结构,加强养护管理是必不可少的。

##### 4.2 衬砌空洞的整治

对于较小的空洞,可以采用补洞材料进行修补。修补材料可以是专用的密封材料或注浆材料,通过填充空洞进行修复,确保衬砌的完整性和稳定性。对于较大的空洞,需要进行加固加填处理。可以使用砾石充填、灌浆或加固钢筋等技术,将空洞填补或加固,增强衬砌的结构强度和稳定性。在衬砌施工过程中,加强施工管理非常重要。包括正确选择施工方法、严格控制施工参数、合理安排施工工序等。通过强化施工管理,能够有效减少空洞的产生,提高衬砌施工质量。在衬砌施工过程中加强质量控制,包括材料选择和检验、施工过程监控、工程验收等。确保施工材料和施工工艺的符合规范要求,提高衬砌结构的质量和稳定性。对于已完成的衬砌结构,加强养护管理非常重要。定期检查衬砌结构状况,及时发现和修。

##### 4.3 素混凝土的衬砌拆换整治

针对高速铁路隧道工程中素混凝土衬砌质量缺陷,

需要进行拆换整治,第一,拆除素混凝土:对存在质量缺陷的素混凝土衬砌进行拆除作业。可以采用机械拆除或人工方法,将质量不合格的素混凝土进行拆除,确保后续整治工作的顺利进行。第二,检查底板状况:在素混凝土拆除后,需要对底板进行检查和评估,确认底板是否存在损坏或受到质量缺陷的影响。如果存在问题,需要进行相应的修复和整治。第三,补强底板:对于底板存在质量问题的情况,可以采用加固措施进行整治。可以使用增强钢筋、预应力技术等强化底板的承载能力和抗裂性能,确保底板的稳定性和安全性。第四,重新浇筑衬砌:在底板整治完毕后,可以重新浇筑新的衬砌。在浇筑时,需要严格控制混凝土的配合比、施工过程的各项参数,确保衬砌的质量满足规范要求。第五,加强质量控制和监测:整治完成后,需要加强对新衬砌的质量控制和监测。定期检查和监测衬砌的状态,及时发现并解决潜在问题,确保衬砌的稳定性和安全性。

##### 4.4 钢筋混凝土的衬砌拆换整治

存在质量缺陷的钢筋混凝土衬砌进行拆除作业。可以采用机械拆除或人工方法,将质量不合格的钢筋混凝土进行拆除。钢筋混凝土衬砌拆除后,需要对底板进行检查和评估,确认底板是否存在损坏或受到质量缺陷的影响。如果存在问题,需要进行相应的修复和整治。对于底板存在质量问题的情况,可以采用加固措施进行整治。使用增强钢筋、预应力技术等强化底板的承载能力和抗裂性能,确保底板的稳定性和安全性。底板整治完毕后,可以重新浇筑新的钢筋混凝土衬砌。在浇筑时,需要严格控制混凝土的配合比、施工过程的各项参数,确保衬砌的质量满足规范要求。整治完成后,需要加强对新衬砌的质量控制和监测。

##### 4.5 图纸审核,材料管控

针对高速铁路隧道工程质量缺陷,图纸审核和材料管控是非常重要的整治技术。(1) 图纸审核:在隧道工程施工前,需要对相关图纸进行审核。图纸审核是为了确保设计方案、施工方案符合规范要求和工程实际需求。审核内容包括衬砌结构、材料规格、施工工艺等方面。通过严格审核,可以避免设计和施工方面的质量缺陷。(2) 材料管控:在高速铁路隧道工程中,材料的质量和选用非常重要。为了确保材料质量符合要求,对供应商进行严格筛选,选择有资质和信誉的供应商。在材料到场时,需要进行验收,包括对材料的外观、尺寸、强度、耐久性等方面进行检查。对材料进行标识、存储和保护,确保材料不受污染和损坏。(3) 规范施工操作:在施工过程中,遵循工艺规范和要求,严格控制施

工工艺和参数。在衬砌施工中,控制混凝土配合比、浇筑工艺等。进行完整的施工记录,记录施工过程中的关键环节和数据,以备后续的质量验收和问题分析。(4)质量检验和监测:在施工过程中,需要进行质量检验和监测。衬砌结构的检测和监测,可以及时发现质量问题和隐患。对衬砌周边土体和地下水等进行监测,以确保隧道工程的稳定性和安全性。

#### 4.6 加强施工勘测与塌方预防

隧道工程施工前,需要进行全面的勘测工作。包括地质勘察、地下水位和地下水流动方向的调查等。通过准确了解施工区域的地质条件和地下水情况,可以有针对性地制定施工方案,预测隧道工程可能遇到的问题,并采取相应的措施加以应对。地质条件复杂、易发生塌方的隧道段,可以采用暗挖法施工。暗挖法在施工过程中利用先进的隧道施工技术和施工设备,可以大大降低土体的变形和破坏,减少塌方事故的发生。针对容易发生塌方的土质隧道,需要采取相应的土体支护措施,提高施工与运营过程中的安全性。常见的支护措施包括喷射混凝土支护、锚杆支护、土钉墙等。通过这些措施,可以增强土体的稳定性,防止塌方事故的发生。在隧道施工过程中,需要安装监测与预警系统。通过监测地表位移、地下水位、应力等参数的变化,及时发现隧道工程可能出现的问题,并及时采取措施进行处理。监测数据的及时有效分析,能够预测和预防塌方事故的发生。

#### 4.7 开挖阶段的质量控制

隧道开挖前,进行全面的地质勘察与预测,包括地层情况、岩性强度、断层分布等。通过准确了解地质情况,可以制定相应的施工方案和风险应对措施。根据地质情况和隧道设计要求,选择合适的开挖方法,如全断面法、半断面法等。确保开挖的稳定性和安全性。根据地质情况,选择合适的围岩支护措施,如钢筋网片喷射、锚杆支护等。确保围岩的稳定性和防止地质灾害的发生。严格控制开挖施工参数,如开挖速度、挖掘深度等,保持施工过程中的稳定性。合理控制开挖速度,避免过快造成失稳和下沉等质量问题。建立施工记录和数据分析监测系统,定期记录开挖过程中的数据,地表沉降、围岩位移、支护应力等。通过数据监测,及时发现质量

问题和异常情况,并采取相应的整治措施。开挖阶段结束后,进行定期的质量验收。对开挖的质量进行评估,包括地表沉降、围岩稳定性、支护结构的完整性等方面。

#### 4.8 防排水施工班组专业化

建立专门的防排水施工班组,组织施工人员参加相关培训,提高其专业知识和技能水平。培训内容包括防排水施工工艺、设备操作、施工安全等方面。针对不同类型的隧道和工程要求,制定专门的防排水施工规范。包括施工过程中的操作规程、质量验收标准、安全防护措施等。确保施工过程符合规范要求,并达到预期的防排水效果。配置专门的防排水施工设备和工具,抽水泵、堵漏材料、排水管道等。保证施工过程中的设备和工具的正常运行和质量可靠。设立专门的施工过程管控岗位,负责监督和控制防排水施工过程。包括施工进度、质量验收、安全风险控制等方面。定期组织防排水施工班组进行技术交流和经验总结。分享成功的防排水施工案例,总结和分析施工中的问题和教训。通过交流与总结,不断提高防排水施工的水平和质量。

#### 结语

高速铁路隧道工程质量缺陷对工程稳定性和安全性带来巨大影响。为了确保工程质量,整治技术必不可少。通过加强质量控制、改进施工方法、严格材料管控等手段,有效解决质量缺陷问题。加强施工勘测、防排水施工班组专业化等措施也能够预防质量问题的发生。只有持续总结经验,不断改进技术,才能保障高速铁路隧道工程的安全和可靠性,为人民群众提供更优质的交通服务。

#### 参考文献

- [1]章荣显.高速铁路隧道工程施工中的难点及改进措施[J].住宅与房地产,2020(29):148-149.
- [2]刘文萍.隧道施工质量控制关键技术分析[J].中国建材科技,2019(S1):221.
- [3]王继彬.高速铁路隧道施工工程质量控制关键技术[J].交通世界,2021(20):146-148.
- [4]黄敏.浅埋偏压隧道施工方案比选及质量控制[J].四川水泥,2021(10):152-153.