

隧道渗漏水处置施工工艺及应用

张安康

(中交一航局城市交通工程有限公司)

摘要: 为了有效解决北方寒冷地区隧道施工建设中出现的渗漏水问题,文章以京哈客专某长大隧道为例,阐述了铁路隧道渗漏水的主要危害,并对类似隧道渗漏水产生的原因进行了分析,最终形成了一套完整的渗漏水注浆封堵处置新型施工工艺。通过京哈客专项目的实践检验,不断对施工工艺进行优化、改进,既保证了隧道的渗漏水处理质量,又解决了北方寒冷地区隧道频繁克缺导致的成本增加问题,可为其他类似渗漏水问题的解决提供参考。

关键词: 铁路隧道; 原因分析; 渗漏水; 处置措施

0 引言

随着我国社会经济的迅猛发展,加快铁路交通道路设施建设,构建完善的铁路交通网络,对地区经济发展具有重要意义。但在铁路交通建设过程中,由于一些地区地形复杂,受自然环境、水文地质条件的影响,导致隧道病害频发,影响道路安全。针对北方寒冷地区隧道渗漏水问题进行分析,有效解决病害实际情况,成为隧道建设必须重点考虑的问题。

近年来,诸多学者对隧道渗漏水问题展开了研究,并取得了一定成果。2014年,陈军信^[1]通过对玉铁铁路杉坡岭隧道衬砌渗漏水原因进行分析,提出相应的隧道渗漏水预防与整治措施。2015年,孙朝阳等^[2]结合隧道渗漏水施工处理实例,介绍了隧道渗漏水处理方法,分析产生的原因后,提出了解决方案与建议。2017年,张向宇^[3]针对乌鞘岭公路隧道渗漏水的实际病害情况,就如何解决乌鞘岭公路隧道渗漏水病害整治提出了技术方案。

但目前针对北方寒冷地区隧道渗漏水问题的研究并不多。本文在对京哈客专某长大隧道渗漏水病害调查的基础上,从外部环境、施工工艺、施工质量通病等方面进行病害成因分析,形成具体的施工工艺及整治方案,并对施工防护进行了详细的安排部署,有利于形成完善的防水、排水体系,从而保证了隧道运营的安全性和可靠性。

1 工程概况

京哈客专某隧道全长 11 033 m,为单洞双线

隧道,隧道内线间距 5.0 m。最大埋深约 491 m,除洞口外最浅埋深 7.3 m。隧道范围内地质情况主要为第四系上更新统坡洪积(Q_4^{dl+pl})粉质黏土和碎石土、统坡洪积层(Q_3^{dl+pl})黄土等;下伏基岩为侏罗系上统张家口组(J_3)流纹质熔结凝灰岩、流纹质角砾凝灰岩、凝灰岩。地下水主要存于岩石中的节理裂隙,区域内降水量较少。受隧道埋深较深影响,洞身范围岩体普遍较完整,节理裂隙密闭,而隧道地势较高,故本区基岩裂隙水对隧道的影响细微。

2 铁路隧道渗漏水主要危害

隧道渗漏水会造成隧道的严重危害。对于隧道自身,隧道渗漏水会影响隧道的结构稳定,危及行车安全;对于依附隧道的设施设备,隧道渗漏水会加速设备的腐蚀和老化,甚至导致设备故障;对于隧道外部,渗漏水会引起地面塌陷,对地面建筑及地下管线造成严重威胁。

3 隧道渗漏水分析

3.1 外部环境

1) 极端天气影响:根据隧址地区附近气象观测站数据显示,2021年1—2月气温不稳定且变化较大,最低气温为 $-27.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。隧道出口位于沟谷风口处,气温较检查站低 $2\sim 3\text{ }^{\circ}\text{C}$,检测温度较往年普遍低。

2) 通车后风洞效应影响:渗水位置距离隧道出口约 $200\sim 300\text{ m}$,基本为隧道洞内外冷热空气交界位置,高速列车运行时产生风洞效应,使洞外冷空气进入隧道。

3) 最大降雨量年份未出现渗水:通过调查比较 2016—2020 年隧址地区年降水量,近 5 年最大降水量发生在 2016 年,为 605 mm。隧道渗水范围内衬砌于 2015 年 11 月施工完成,2016—2021 年初未发生渗漏水现象。

4) 现场实际排查情况:根据盲管疏通数据可见,该段隧道排水系统通畅满足排水要求,因极寒气候及洞外冷空气进入隧道导致地下裂隙水冻结,盲管位置为负温度,导致盲管外包土工布冻结,内窥镜图像显示盲管内壁结冰,造成排水路径不畅通,裂隙水无法正常进入盲管,致使地下水自下而上堆积至隧道拱顶,在防水板背后岩层间形成带压力的存水囊泡。

3.2 施工工艺缺点

该段隧道施工时京哈客专河北段未推行衬砌拱顶带模注浆工艺,按原拱顶回填注浆工艺后注浆效果欠佳,不能有效充填衬砌与防水板间隙,也不能减小防水板与初支混凝土的间隙^[4]。注浆管注浆后,普通浆液凝固产生收缩,管内存在离缝现象,使注浆管位置成为衬砌混凝土薄弱点。

衬砌环向施工缝中埋止水带受施工工艺限制,与混凝土密贴难度较大,施工缝位置中埋止水带与衬砌混凝土间可能存在间隙。

3.3 施工质量通病

1) 防水板铺挂验收完成后进行钢筋绑扎作业,在钢筋绑扎环节造成防水板破损,因绑扎完成后无法进行全面排查、复检,造成防水板施工质量缺陷。

2) 衬砌混凝土施工因施工组织等其他过程管控问题导致混凝土浇筑不连续,造成施工冷缝,

冷缝位置成为衬砌防渗水薄弱点。

4 渗漏水处置总体方案

4.1 整治的基本原则

1) 方案和施工要符合确保质量、技术先进、经济合理、安全适用的要求。

2) 方案和施工遵循“防、排、截、堵相结合,刚柔相济,因地制宜,综合治理”和“以堵为主,以排为辅,限量排放,综合治理”的原则^[5]。

3) 方案和施工要采用经过试验、检测、鉴定并经实践检验质量可靠的新材料和行之有效的新技术、新工艺,也应符合国家现行的有关强制性标准规定。

4) 方案和施工必须符合环境保护的要求,并采取相应措施。整改方案必须考虑寒冷地区冻胀对渗漏水的影响、对结构的危害和行车安全的影响。

4.2 渗漏水处理措施

处理前首先将施工缝、注浆管口用堵漏王封堵,然后在裂纹、冷缝表面用云石胶封闭,防止处理过程浆液外漏,再对施工缝、裂纹、冷缝、注浆管打眼注浆聚氨酯堵漏剂处理,完成后对施工缝、裂纹、冷缝、注浆管封缝胶进行打磨,并切割施工缝,最后在表层涂刷水泥基渗透结晶型防水涂层^[6]。

5 驻站防护员及应急处置

1) 驻站和防护人员

驻站联络员 1 名,现场安全防护员 2 名。

2) 现场防护人员

隧道施工在施工作业范围两端不小于 500 m 的位置设置施工防护人员,防护范围 2 000 m(包含作业区间),见图 1。

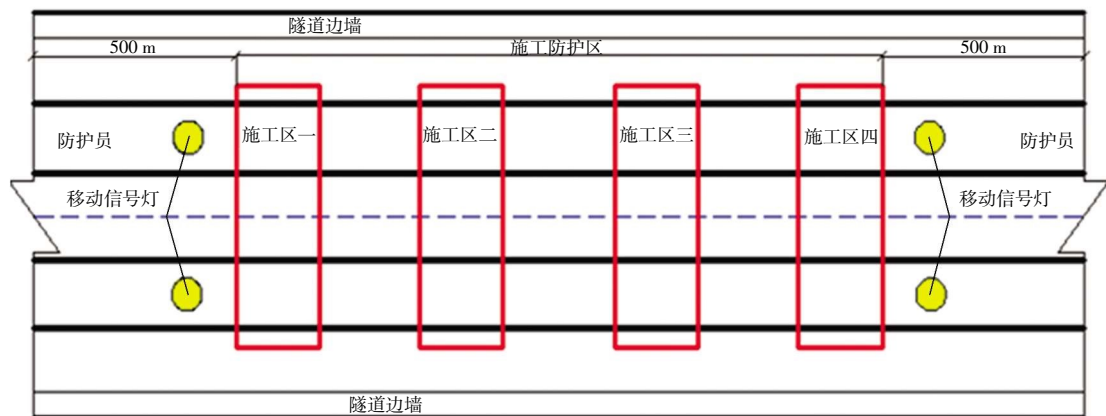


图 1 隧道封锁、防护示意图

3) 防护联系中断的应急处置措施

驻站联络员、安全防护人员、现场施工负责人均配备2套通讯设备(手机无线通讯和对讲机通讯),且每套通讯设备必须配备备用电源。为确保所配备通讯设备正常工作,每次使用前必须检查电源是否充足,使用后及时充电。

6 施工管理

6.1 施工机具、材料

1) 材料运输

结合工程特点,考虑施工灵活、便于搬运,施工过程主要采用小平板车进行注浆材料运输。

2) 料具管理

所有上线机具必须粘贴反光标识,手推车实行编号管理,机具、材料做好上下线清点,落实专人负责清点及登记制度;零小材料必须装袋或装箱带入、带出。

上线前清点料具,核对数量准确后,施工负责人现场布置施工任务,做好安全防护。所有机具在使用前由专人检查,确认安全、技术性能良好;在作业中发生故障的机具,立即启动备用机具,不得在施工区域修理,以免影响后续施工。

6.2 过程管理

根据病害整治方案现场排查,确保施工病害位置、数量准确,不漏治。施工前由高铁电务段专业人员确认接触网彻底断电后,施工负责人根据天窗作业点的施工计划再次对施工范围、病害数量及里程进行确认,根据不同病害类型对应的施工方案确定现场施工作业顺序,搭设施工作业平台组织施工。施工管理人员全程旁站监督,按照相应的技术指标对施工质量进行盯控,满足相应的技术指标后进行下道工序施工,并做好内业资料及施工影像资料的收集整理,并确保资料真实、准确、清晰、可追溯。严格按照既定方案实施,确保一次整治到位,避免二次整治。详细辨识施工各项风险源,制定专项防控措施,安排专人盯控监督落实,确保施工安全。安排专人看守隧道外临时仓库、防护通道、邻近防护栅栏,避免施工机具、材料丢失,影响施工进度。施工时将邻近电缆和设备用不透水土工布包裹防护,避免注浆过程中浆液污染电缆和设备发生安全事故。施工过程中若发生事故需及时上报相关单位,不得擅自隐瞒。

6.3 天窗点退场管理

施工结束后由施工负责人负责料具清点,确认齐全后集中带离,严禁任何机具遗留在作业线路。做到工完料净,对注浆产生的污染、杂物立即清理,避免施工杂物造成列车损伤。防护接触网的彩条布、柔性包裹材料由专人进行检查,确保清理到位。根据现场实际施工进度,质量管理人员应及时调整天窗点施工计划,申请天窗点,对施工完成情况进行复查。

7 工艺流程

渗漏水处理具体工艺流程为:组装打设施工平台→施工缝、冷缝等表面处理→采用堵漏王、云石胶封缝→钻孔打眼、打设注浆孔→安装金属注浆嘴→注入聚氨酯堵漏剂对施工、裂纹、注浆管等进行封堵→拆除注浆嘴→表面清理、打磨、施工缝切缝→基层表面刮涂渗透结晶型防水涂料。

8 施工方法

1) 搭设施工平台

采用简易门式脚手架作为操作平台,工作人员在平台上手持电钻在渗水施工缝部位进行钻孔作业^[7]。

2) 钻孔

在施工缝、裂纹、冷缝或注浆管附近10~20 cm处采用人工手持冲击电钻钻孔,钻头直径为12 mm,钻孔应交叉布置在施工缝两侧。钻孔沿施工缝环向间距为2.5~3.0 m,裂纹、冷缝、注浆管位置间距为20~30 cm,垂直深度约14 cm,孔径不宜大于20 mm,斜孔倾角宜为45°~60°^[8]。

3) 安装注浆嘴

在钻好的孔内安装金属注浆嘴,注浆嘴为 $\phi 10$ mm注浆钉,用木棒轻敲入孔确保安装到底,且安装牢固并及时拧紧,钉嘴外露出衬砌表面1~2 cm,不得采用铁质物品重击注浆嘴,避免注浆嘴头的封堵钢球失效。

4) 灌注聚氨酯堵漏剂

采用压力防水堵漏注浆机注浆,将聚氨酯堵漏剂通过注浆嘴注入施工缝、裂纹、冷缝及注浆管位置。

当某个灌浆孔的吃浆量小于或等于0.02 L/5 min时,即可封孔,并移至下一灌浆孔继续施灌^[9];当最后一个灌浆孔达到灌浆结束标准时,再进浆15 min,方可结束灌浆。

对于吃浆量偏小的施工缝需适当布孔复灌,

以保证缝内浆液饱满。已灌裂缝若发现某处仍有渗水,则须在渗水处附近再布孔复灌,直至将渗水孔完全封堵。

5) 拆除注浆嘴

待浆液完全凝固后(一般约 12 h),拆除金属注浆嘴,拆除过程中对周边混凝土进行保护。

6) 表面清理

施工缝、冷缝、裂纹、注浆管表面清洗,局部不平整部位采用角磨机打磨平顺,确保基层表面光洁平整。

7) 基层表面刮涂渗透结晶型防水涂料

最后喷涂水泥基渗透结晶型防水涂料,喷涂范围应至施工缝、裂纹、冷缝、注浆孔外不小于 30 cm 处,且四边平整,确保覆盖范围满足要求。

9 施工验收

施工期间应严格按照施工技术交底进行施做,每道工序结束后,应经现场监理及工务部门确认,方可进入下道工序。监控的工序有:

- 1) 结构面层检测;
- 2) 出浆管的位置、插入度;
- 3) 出浆管出浆确认;
- 4) 材料检验报告;
- 5) 现场材料拌制;
- 6) 注浆封堵后成型质量。

验收时施工单位技术人员、监理人员旁站,隐蔽工程由施工人员现场拍照、监理人员确认后进入下道工序,单处缺陷处理完成后由设备管理单位及监理单位相关人员确认;缺陷问题库处理

完成后由建设单位统一组织监理单位、施工单位及设备管理单位验收。

10 结语

本文从外部环境、施工工艺、施工质量通病等方面进行病害成因分析,形成了具体的施工工艺及整治方案。隧道渗漏水处置方案在京哈客专某长大隧道得以实际应用,很大程度上解决了山岭长大隧道渗漏水问题,避免了因渗漏水造成二次返工和反复克缺的成本增加,具有深远的意义。京哈客专在项目开通运营后,方案中策划的天窗点施工及具体防护措施未能得到应用,相关技术参数和管理要求需在后续类似病害整治中进一步验证。

参考文献:

- [1] 陈军信. 杉坡岭铁路隧道渗漏水原因分析与治理技术[J]. 科技世界, 2014(30):108,113.
- [2] 孙朝阳,刘世纲. 浅谈隧道渗漏水处理施工技术[J]. 建筑工程技术与设计, 2015(20):256,669.
- [3] 张向宇. 乌鞘岭公路隧道渗漏水病害整治技术研究[D]. 兰州:兰州交通大学, 2017.
- [4] 梁春阳. 裂隙岩体公路隧道防排水新技术研究与应用[D]. 西安:长安大学, 2017.
- [5] 李赞. 公路隧道渗漏水病害的养护处理[J]. 建筑工程技术与设计, 2017(4):594.
- [6] 张新庆,赵长才,王惠明. 水泥基渗透结晶型防水涂料的作用机理与应用[J]. 新型建筑材料, 2008(4):68-70.
- [7] 常浩. 隧道工程拱顶质量问题及其处理研究[J]. 工程技术研究, 2019,4(16):105-106.
- [8] 彭振贵. 浅谈杭深线竖石隧道渗漏水整治技术[J]. 城市建设理论(电子版), 2014(33):2416-2417.
- [9] 赵渊培. 浅析水工建筑防渗堵漏施工技术[J]. 建材与装饰, 2013(21):359-360.