

铁路张集线旧堡隧道渗漏及治理效果

孙涛¹, 刘晓伟¹, 唐世杰²

(1. 北京铁路局张家口工务段, 河北 张家口 075031; 2. 黑龙江北方有色建设有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150046)

摘要:旧堡隧道渗漏为承压条件下的裂隙渗漏, 主要表现在局部道床和局部边墙结构缝处的渗漏。该线经多年通车运行渗漏现象日趋加重, 表现为夏季道床局部积水湿滑和边墙侧行走板的渗漏湿滑。采用疏、堵相结合的工艺进行治理, 即采取新钻导水孔引导边墙砌体外承压水至集水井内的疏导方法和在裂隙渗漏区植管注浆堵漏的方法, 收到了良好的效果。

关键词:旧堡隧道; 渗漏; 导水孔; 注浆堵漏

中图分类号: U457⁺.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2017)03-0085-03

Jiubao Tunnel Leakage in Railway Zhangjiakou-Jining and the Treatment Effects/SUN Tao¹, LIU Xiao-wei¹, TANG Shi-jie² (1. Zhangjiakou Track Division, Beijing Railway Bureau, Zhangjiakou Hebei 075031, China; 2. Heilongjiang North Nonferrous Metals Construction Co., Ltd., Harbin Heilongjiang 150046, China)

Abstract: Jiubu tunnel leakage is of fissure seepage under pressure conditions, mainly for seepage at local ballast bed and local sidewall structural joints. This railway line has been put into traffic operation for years, the leakage is increasing day by day. In summer, ballast bed wet traction caused by local water accumulation and walking board wet traction caused by seepage at side wall would appear. The combined process of dredging and plugging is adopted, that is by drilling water conducting hole to lead the confined water out of the side wall masonry to the collecting wells and setting tubes to inject glue for plugging, good results have been achieved.

Key words: Jiubao tunnel; leakage; water conducting hole; glue injection for plugging

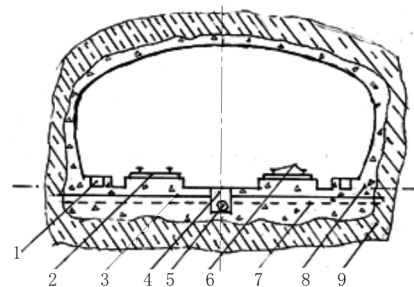
1 概述

张集线旧堡隧道位于张集线 K25+280~K34+865 线段, 全长 9585 m, 道床主要渗漏地段位于距离张方洞口 1550~5280 m 处; 该隧道渗漏水病害已发现多年, 渗水由道床底砟体裂隙向上涌出, 渗漏程度逐年加剧; 边墙渗漏主要部位在隧道衬砌伸缩缝处且渗漏水线逐年上移, 个别渗漏处高度上升至隧道顶棚; 道床面与集水井无导水通道, 致使道床局部积水湿滑, 特别在冬季隧道内气温低至冰点以下时道床积水结冰并冰面加厚影响列车运行安全, 需人工清理。为消除线路运行安全隐患, 北京铁路局对现场进行了认真勘察和调研, 确定了以钻孔导水和注浆堵漏的治理方案。该方案的实施, 基本上解决了渗漏病害。

2 渗漏病害现场勘察与病害分析

隧道剖面如图 1 所示, 旧堡隧道设计走向为北西-东南向, 线路高程北高南低, 主要渗漏点分部在 K28+200~K30+500 线段上。隧道排水系统主要由间隔 30 m 的集水井 4 和与其串通的排水通道 5 组

成, 集水井设计在上、下行铁路整体道床中间位置且几何尺寸为 0.8 m×0.8 m, 深 1.0 m, 隧道集水井与砌体外围岩设计的导水通道 7 为 Ø120 mm 圆形导水孔, 与集水井相通的排水通道 5 为管状, 其直径为 0.6 m, 排水道向隧道南口排出水量约 120 m³/h。集水井中心距边墙 8 净距 7 m, 设计新钻导水孔长应为 8~9 m。



1—线槽; 2—轨枕; 3—新导水孔; 4—集水井; 5—排水通道; 6—铁轨; 7—旧导水孔; 8—隧道壁; 9—围岩

图 1 旧堡隧道截面示意图

据当地百姓讲在张集线修建之前, 旧堡村北山有一泉水常年涌流不息, 隧道修建后该泉水断流, 水线被隧道截断, 山体内部的泉水经导水孔、集水井、输

收稿日期: 2017-01-10; 修回日期: 2017-02-14

作者简介: 孙涛, 男, 汉族, 1981 年生, 科长, 助理工程师, 土木工程专业, 从事铁路桥隧技术研究和设备技术管理工作, 河北省张家口市站前西街 12 号, 410763826@qq.com。

水道向隧道南口排出。隧道内局部出现渗漏是由导水孔排水不畅致使隧道砌体与围岩空隙充水并形成一定水压,列车运行对道床冲击荷载作用使道床体产生微裂纹并随着荷载作用时长而加剧成通水裂隙,在承压水的作用下涌渗出道床面。

引起导水孔排水不畅的原因主要有2个:一是水流对岩石裂隙内岩屑颗粒的搬运过程中的滞留堵塞了裂隙通道,另有一现象是导水孔出水口处有白色沉淀,可能岩体为具有一定水溶性的碳酸类岩性,随水流加剧而被溶蚀水流缓慢而沉淀,这类沉淀物固体颗粒堵塞岩石裂隙水通道。

3 治理病害方案的确定

经对现场渗漏病害的勘察和调研,北京铁路局确定了治理病害的方案是:(1)在渗漏道床区注入高强度密封胶堵塞渗漏裂隙通道;(2)在已有集水井内垂直于边墙新钻导水孔引流边墙外侧承压水至集水井以泄放边墙外承压水。参见图1。

4 治理病害方案的实施

4.1 新钻导水孔

4.1.1 孔深与孔径的确定

现场调研集水井至边墙净距7 m,边墙厚约1 m,钻孔入围岩1~2 m,确定新钻导水孔长10 m;根据集水井空间大小可能安装钻机条件和导水孔导水量值确定钻孔直径为96 mm。

4.1.2 钻机及钻具的确定

根据集水井空间限制条件,要求钻机具备体积小、质量轻和良好的给进、取心的工作性能,选择轻型水钻并自制水平安装钻机机架10套;钻头采用专门制作加长为0.8 m的金刚石薄壁钻头,钻杆采用1.0 m加长型专用钻杆并间隔3 m加接自制钻杆扶正器一个。

4.1.3 施钻导水孔

采用隧道既有220V交流电源,在安装好稳定水钻钻架后并调整紧固钻机于钻架上,接通清水泵冲洗液管路后即可开钻取心。通常情况下钻压<0.1 kN,转速2800 r/min(定速),回次进尺约0.5 m。

现场采用的设备及机具见表1。

4.1.4 施钻中遇到的问题及处理方法

(1)岩心不易断节,取心困难。在道床与边墙中钻进,有时钻遇钢筋使得岩心不易断成短节取出。处理办法是加偏楔人为折断岩心,如仍无法折断岩心,

表1 现场采用的设备及机具

机具	型号	功率/ kW	转速/ (r·min ⁻¹)	配备 数量	备 注
钻机	MM200	2.8	2800	10台	
清水泵		0.5	2800	10台	
钻杆	Ø30 mm			150 m	加长型
钻头	Ø96 mm			100只	加长型薄壁金刚石钻头
机架	自制			10套	
扶正器	自制			30只	

则采用Ø48 mm加长钻头进行二次掏心钻进,并二次取心解决不易断心问题。

(2)钻杆动平衡差。随钻孔水平向加深钻杆随之加长,水平长钻杆在重力作用下原有的动平衡失效,解决办法是采用轻型高精度钻杆替代原钻杆或在钻杆间加扶正器以获得较好的动平衡。

(3)岩粉冲洗不净,钻头取出困难。特别是加入钻杆扶正器后岩粉存积在扶正器迎流面下部孔壁处在取心时钻具提出困难。解决的办法是加大冲洗液压力并加大冲洗液流量,采用小流量清水泵直接供给钻具冲洗液,并在取心前增加洗孔时间即可有效解决岩粉夹钻这一问题。

(4)钻进破碎围岩进尺困难。遇此情况多采用小钻压、少进尺多提钻,精心操作直至钻入完整围岩并达到钻孔设计深度终孔。

4.2 注胶堵漏

4.2.1 注胶孔的布置

注胶孔以孔距1.5 m满堂红形状布点,钻孔位置在两线间并有裂隙水渗漏面处分片布置。钻孔深以钻透道床并入底部围岩0.5 m为准,本次注浆孔钻深设计1.5 m,钻孔直径32 mm,可采用风钻或轻型水钻成孔,该次施工采用风钻,钻孔顶角为0°。本次注胶共分15区块,总计延线约230 m。

4.2.2 注胶管的植入

注胶孔成孔后立即下入注胶管,注胶管采用Ø25 mm×2 mm无缝钢管,管长1.5 m,上部管头加工与注胶软管相联接的两组丝扣接头以便注胶时快速联接A、B注胶软管上,植入无缝注胶管的底部1.0 m段预钻出浆眼,眼距10 cm,眼径3~5 mm。注胶管植入注胶孔后,上部0.5 m段管壁间隙要加胶封堵,防止注胶时管壁间溢胶。

4.2.3 压力注胶

A、B胶注胶压力≤0.2 MPa,且不允许道床上浮抬升。A、B胶注入比例为1:2,注胶温度60℃,

注胶终止条件:注胶压力 0.2 MPa 且注入量 $< 5 \text{ L/min}$ 条件下续注 2 min 终止注胶。

4.2.4 注胶顺序

采取排序间隔和单排孔序间隔的注胶顺序,因本次注入胶体为速凝微膨胀型,顺序间隔时间不做要求。

4.2.5 注胶采用机具(见表 2)

表 2 注胶机具表

机具	型号	功率/kW	配备数量	备注
风钻	YP-24		4 台	
注胶泵	JL80	5.5	8 台	无级调速
加热筒	自制	5	8 套	
注胶管	$\varnothing 12.5 \text{ mm}$		800 m	
空压机	0.8/6.0	45	2 台	

4.2.6 注胶过程中易出现的问题及处理方法

(1) 钻注胶孔时出现的问题。钻遇道床底与围岩接触带孔段时,部分注胶孔钻穿裂隙破碎带时有夹钻发生。为减轻或避免夹钻发生,应采取轻压和上下反复提动钻具充分气举排粉的方法,使得较为顺利地通过裂隙破碎带;(2) 个别注胶管上部 0.5 m 段管壁环状间隙加胶封堵效果较差。表现在注胶时注入胶液顺其环隙上窜至道床面,须采用布纤维表面封堵。后期封堵环隙不再采用由道床面浇入封堵胶液的方法,改为采用细管顺环隙插入注胶管 0.5 m 橡胶隔离环处并通过细管压入封堵胶液的方法,此法封堵效果极好;(3) 少数注胶管胶液相互窜通。解决办法是封堵相通注胶管管口,由一根注胶管注入 A、B 两种胶液;(4) 道床裂隙窜漏胶液严重。遇此情况须采取二次植管后二次注胶,间隔时间需 $> 24 \text{ h}$ 。

5 治理病害的效果及存在问题

5.1 治理效果

本次新钻导水孔共计 30 个,水平钻孔总长计 298 m,另外在边墙渗漏线段处增加边墙根底钻孔 12 个,水平钻孔总长 38 m。从钻孔导水情况看,集水井内钻孔有 12 个孔当时导水量较大,单孔导水量达到 $20 \text{ m}^3/\text{h}$,其它导水孔导水量在 $3 \sim 10 \text{ m}^3/\text{h}$ 。边墙钻孔有 6 个出水量达 $20 \text{ m}^3/\text{h}$,其它孔出水量在 $5 \sim 10 \text{ m}^3/\text{h}$,边墙根底钻孔出水后,边墙缝隙渗漏逐渐消失;本次注胶共分 15 区块,注胶孔共施工 944 个,总计钻进 9440 m,注入 A 胶 575 kg, B 胶 1151 kg,注胶后原渗漏区块 70% 面积渗漏现象很快消失,其它点面渗漏现象大大减轻。总体治理渗漏效果较好。

5.2 存在的问题

导水孔内导水量的大小取决于围岩体裂隙水通道畅通程度,它和水井出水量随持续时长递减的原理完全一样,围岩体裂隙水通道在导水过程中同样会被物理和化学颗粒沉淀堵塞,要恢复原有导水量,须间隔定期洗孔或新钻导水孔。道床在列车运行震动荷载作用下同样引发新的微裂缝和对裂缝注胶封固体的破坏而形成新裂缝,在道床底承压水的作用下再次出现道床渗漏。因此,这种渗漏病害的治理应该是间隔重复的治理过程。

6 结语

本次采用的以钻孔疏导承压水和以注胶封堵道床裂隙工法治理旧堡隧道渗漏病害基本达到了预期效果。整治全过程体现了病害机理分析透彻,治理方案合理可行,选用机具操作灵活适用。特别之处是在空间窄小的集水井安装钻机钻进水平导水孔遇到的技术问题较多,为解决这些问题创新了工具和操作参数,在注胶封堵砧体裂隙方面的程序和注胶参数也有所创新,获取和积累了特殊工况条件下施工水平孔和注胶堵漏的宝贵经验。

参考文献:

- [1] 林光稳. 天马山隧道洞口二衬墙面渗漏水治理浅谈[J]. 福建建筑, 2009, (9): 106-108.
- [2] 周韩芳. 善家岭隧道病害整治措施[J]. 山西建筑, 2006, 32(13): 303-304.
- [3] 斜逢光, 刘新荣, 石建勋, 等. 杭徽高速公路连拱隧道渗漏水分析及治理[J]. 地下空间与工程学报, 2011, 7(4): 764-769.
- [4] 肖三民. 浅谈富水黄土隧道渗漏水处理[J]. 山西建筑, 2009, 35(4): 335-336.
- [5] 汪小兵. 盾构穿越引起运营隧道沉降的注浆控制研究[J]. 地下空间与工程学报, 2011, 7(5): 1035-1039.
- [6] 洪艳, 邹麟娟, 吴欣. 江口隧道渗漏水治理方案初探[J]. 中国新技术新产品, 2010, (8): 109-109.
- [7] 宋海瑞, 王卫红, 安刘生. 丙稀酰胺胶液整治隧道渗漏水[J]. 山西建筑, 2002, 28(4): 60-61.
- [8] 侯京忠, 韩玉馨. 隧道渗漏水的治理措施与对应的施工工艺及要求[J]. 门窗, 2012, (4): 49.
- [9] 张玉玲. 地下工程渗漏治理的几个关键技术问题[J]. 中国建筑防水, 2011, (4): 5-11.
- [10] 孙世涛. 某铁路隧道渗漏水的原因分析与治理技术[J]. 山西建筑, 2008, 34(12): 329-330.
- [11] 乔国华, 周海波. 岩溶地区高速公路运营隧道渗漏病害治理技术[J]. 广东土木与建筑, 2010, (5): 46-48, 52.
- [12] 王传永, 赵宝林. 止浆墙承压注浆堵水技术在巷道突水治理中的应用[J]. 山东煤炭科技, 2014, (7): 161-162, 165-168.
- [13] 许振浩, 李术才, 李利平, 等. 一种典型的岩溶隧道衬砌压裂突水灾害成因与防治[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(7): 1396-1404.