

文章编号: 1674—8247(2018)01—0039—04

# 高速铁路全包防水隧道渗漏水分析及治理技术

刘金松 曹 彧 郑宗溪

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

**摘 要:**文章以某高速铁路 11 km 长的明挖全包防水隧道为依托,对全包防水隧道渗漏水出现的部位进行了统计,统计结果表明,全包防水隧道渗漏主要分布于施工缝、变形缝及衬砌有质量缺陷的部位。通过对渗漏特点及渗漏部位结构、施工过程、施工工艺的研究,得出全包防水隧道渗漏水的主要原因。结合该工程渗漏水治理经验,提出“以堵为主、堵排结合、分区治理”的原则,总结了一套较为有效的渗漏治理措施,可为今后类似工程提供参考。

**关键词:**全包防水; 渗漏; 治理技术; 施工缝; 变形缝

**中图分类号:**U457+.5 **文献标志码:**A

## Leakage Cause Analysis and Treatment Technology for Fully Wrapped Waterproofing Tunnels of High-speed Railway

LIU Jinsong CAO Yu ZHENG Zongxi

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

**Abstract:** Taking 11 km open-cut fully wrapped waterproofing tunnels of high-speed railway as an example, the leakage location of fully wrapped waterproofing tunnels is statistically analyzed. The statistical results show that the leakage mainly locates on construction construction joints, deformation joints and the location which has mass defect on tunnel lining. By the research of the leakage characteristic and the structure, construction process, construction technology of the corresponding location, the main reason of leakage is obtained. Combined with the leakage treatment experience, the design principle of Mainly blocking up, combining with blocking and drainage and division harness is put forward, and a set of effective leakage control measures are concluded, which can provide reference for the similar projects in future.

**Key words:** fully wrapped waterproofing; leakage; treatment technology; construction joints; deformation joints

渗漏水是隧道常见病害,已成为困扰隧道工程界的世界性难题,高速铁路因其电气化程度高,对隧道运营环境提出了更高要求,尤其是常年位于地下水位以下的隧道,对隧道防水要求更是严格。尽管近些年修建的隧道都加强了防水设计,但受施工工艺、施工管理、工人操作水平等诸多因素影响,隧道渗漏水问题依然严重。本文以某高速铁路隧道为依托,对全包防水

隧道渗漏原因进行了分析研究,并结合渗漏治理过程,提出了一套较为有效的渗漏治理措施,可为今后类似工程提供参考。

### 1 隧道全包防水设计

某高速铁路共有 11 km 隧道位于市区,隧道埋深 12 ~ 24 m,采用明挖法施工,隧道洞身均位于地下水位

收稿日期:2017-01-13

作者简介:刘金松(1982-),男,高级工程师。

引文格式:刘金松,曹彧,郑宗溪. 高速铁路全包防水隧道渗漏水原因分析及治理技术[J]. 高速铁路技术,2018,9(1):39-42.

LIU Jinsong, CAO Yu, ZHENG Zongxi. Leakage Cause Analysis and Treatment Technology for Fully Wrapped Waterproofing Tunnels of High-speed Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(1): 39-42.

以下的卵石土地层。

隧道防水设计贯彻“以防为主、全面封闭”的设计思想,采用“多道防水、刚柔相济、薄弱加强”的设计原则。隧道衬砌采用抗渗等级不低于 P10 的 C35 防水钢筋混凝土,衬砌外侧全环铺设 ECB 防水板与无纺布保护层;施工缝采用中埋式橡胶止水带 + 可维护注浆管防水;变形缝采用外贴式橡胶止水带 + 中埋式钢边止水带防水,内侧采用双组份聚硫密封胶封闭,拱墙密封胶内侧设  $\Phi 20$  PVC 集水槽<sup>[1]</sup>。

## 2 渗漏水情况

根据渗漏部位不同,隧道渗漏分为衬砌混凝土渗漏和结构缝渗漏两种。

据统计,截止 2012 年 4 月 15 日该区段隧道共计发现渗漏部位 463 处。其中,衬砌表面裂纹部位渗漏 318 处,占 68.5%;施工缝部位渗漏 99 处,变形缝部位渗漏 46 处,结构缝处渗漏总计占 31.5%。

## 3 渗漏原因分析

全防水隧道渗漏一般是地下水通过防水板破损部位渗入衬砌与防水板间,后沿衬砌裂纹或结构缝渗入隧道内部。通过对隧道渗漏情况及相应部位施工过程、施工工艺进行分析,认为隧道渗漏的主要原因有以下几个方面<sup>[2]</sup>:

### 3.1 外包防水层破损

渗漏水只有在外包防水层破损的情况下才会出现,主要原因:局部防水板焊缝质量、焊缝宽度达不到气密性要求,存在渗水通道;防水板铺设前基面处理不当,突出物或粗骨料刺破防水板;防水板铺设松弛度把握不当,造成混凝土浇筑时防水板拉力过大,将焊接部位或防水板撕裂;施工操作不当导致防水板被刺破或烧伤。

### 3.2 衬砌本身渗漏原因

衬砌本身渗漏主要由混凝土出现贯通裂纹及蜂窝麻面两种情况引起,主要原因:施工控制不当,衬砌混凝土漏振或振捣不密实,出现蜂窝;钢筋保护层设置不当,沿钢筋形成渗水通道;衬砌混凝土收缩徐变较大,造成衬砌出现裂纹;工期紧张,后期养护不到位,造成衬砌出现裂纹;衬砌浇筑过程中,混凝土供应不及时,出现冷缝。

### 3.3 施工缝渗漏原因

施工缝渗漏一般在环向与纵向施工缝相交处、边墙及底板处较易出现,拱部相对较少。施工缝出现渗漏主要原因<sup>[3]</sup>:施工过程未固定好止水带,止水带卷曲变形或破裂失去止水效果,如图 1 所示;止水带上粘

结大量杂物,新旧混凝土交界面未凿毛,形成贯通渗水通道,如图 2 所示;止水带附近振捣不密实,形成渗水通道。



图1 止水带扭曲变形



图2 凿毛后未清理干净

### 3.4 变形缝渗漏原因

变形缝渗漏渗水量较大,渗漏一般从底板开始逐步延伸至上部。变形缝渗漏主要原因:施工过程未固定好止水带,止水带卷曲变形或破裂失去止水效果;背贴止水带与衬砌混凝土未紧密粘结;部分止水带质量达不到要求,变形缝收缩时导致止水带破裂。

## 4 渗漏治理

### 4.1 渗漏调查

渗漏治理前应对渗漏情况进行详尽调查,了解渗漏发生的部位、形式。调查内容主要包括:渗漏水的里程、部位、裂纹长度、水量等;发现渗漏的时间、渗漏量变化情况、裂缝发展情况;相关工程质量问题,如裂纹、空洞、蜂窝、麻面、强度不足、混凝土剥落、钢筋出露等。

### 4.2 渗漏治理原则

针对高速铁路运营条件要求较高及隧道采用全防水的特点,渗漏治理遵循“以堵为主、堵排结合、分区治理”的原则<sup>[4]</sup>。以保证结构安全为根本,整治后结构防水应不低于 GB 50108 - 2008《地下工程防水技术规范》<sup>[5]</sup>中一级防水的要求。封堵材料应进行现场

试验确定,并满足耐久性 & 环保要求。

### 4.3 渗漏治理措施

渗漏治理措施应根据渗漏形式及部位,采取针对性措施<sup>[6]</sup>。

#### 4.3.1 采用分区防水

全包防水隧道防水板破损后,地下水在水压作用下会沿隧道纵向流窜,使得较远处的衬砌或结构缝处出现渗漏。因此,为缩小防水板破损漏水的影响范围,在隧道防排水设计时对外包防水板采取防水分区,沿隧道纵向每隔 36 m 在防水板和衬砌间设置双面自粘式防水卷材将两者粘结紧密,使其每 36 m 形成一个防水分区单元,双面自粘防水卷材铺设位置应避开环向施工缝及变形缝。

#### 4.3.2 衬砌表面蜂窝麻面渗漏治理

衬砌表面蜂窝麻面渗漏治理应以提高混凝土自防水能力为原则,通过注浆填充不密实混凝土改善混凝土内部密实度<sup>[7]</sup>。治理前对渗漏点两侧 40 cm 范围进行无损检测,探明此处混凝土密实度,注浆孔根据探测情况布置,钻孔直径不小于 3 cm,注浆深度不宜小于衬砌厚度的 1/3,如图 3 所示。注浆材料采用亲水性环氧树脂,注浆压力为 0.3 ~ 0.4 MPa,当压力较稳定,且注浆量逐渐减少至 0.01 L/min 时,再继续压注 3 ~ 5 min 可结束注浆,如图 4 所示。注浆结束后,对注浆管端头绑扎,浆液终凝后,割除外露部分,并用封口材料补平孔口,表面涂环氧胶。



图3 埋设注浆管

#### 4.3.3 衬砌裂纹及施工缝渗漏治理

衬砌裂纹及施工缝渗漏一般是沿裂纹渗漏水,治理措施均为沿缝隙凿“V”型槽,槽顶端正对漏水裂纹,槽壁用高压水清洗干净,如图 5 所示;根据渗水量大小,按一定间距沿槽布设注浆管,并用封缝固管材料将槽管间隙填塞密实,注浆管间距在裂缝及水量大时取为 30 ~ 40 cm,裂缝及水量小时取为 50 ~ 80 cm,注浆后进行封缝养护,如图 6 所示;待封缝材料达到强度



图4 注浆

后,进行压水检测,其压力应维持在 0.35 MPa 左右,以检查封堵质量,试验需对出水时间、水量进行记录。注浆要求同衬砌表面蜂窝麻面渗漏注浆,注浆完成后缝隙两侧各 40 cm 宽度范围刷涂水泥基渗透结晶型界面剂改善混凝土表层密实度。



图5 凿槽



图6 埋管、封缝

#### 4.3.4 变形缝渗漏治理

受热胀冷缩影响,变形缝会产生一定的变形量,根据观测隧道变形缝宽度变化值最大接近 2.5 cm。注

浆封堵等刚性封堵措施只能临时封堵,一旦变形缝发生变形,封堵材料就会被撕裂,继续出现渗漏。变形缝渗漏应采用掏槽埋管引排的措施<sup>[8]</sup>:沿变形缝切倒梯形槽,切槽时避免损伤变形缝周边混凝土;切槽完毕用

高压风、水清洗槽身,埋设圆形中空排水盲管(直径3 cm),盲管沿侧墙引入侧沟;盲管埋设后,用纤钉(端部设2 cm长直弯钩)每20 cm对称钉牢,纤钉上设置钢丝网,再采用聚硫密封胶封缝。如图7所示。

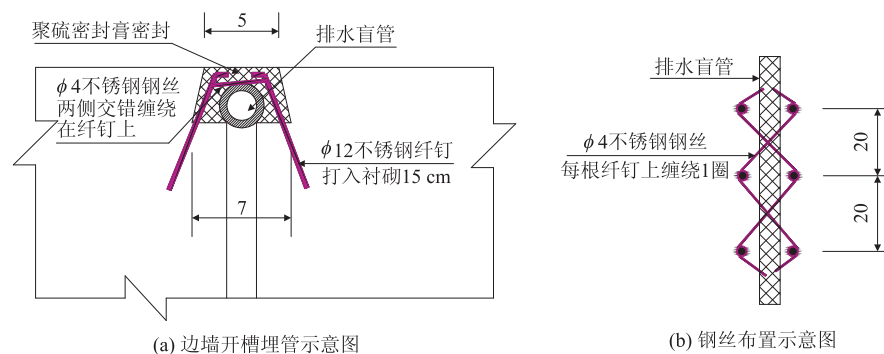


图7 埋管引排(cm)

## 5 结束语

目前,渗漏水仍是高速铁路隧道常出现的问题,尤其是常年位于地下水位以下的全包防水隧道,且具有治理难度大,成本高,治理后易反复的特点。本文对某高速铁路全包防水隧道渗漏水治理经验进行了总结,得到以下几点结论:

(1)隧道渗漏水应以预防为主,隧道防水设计应因地制宜,并加强对各施工环节的控制。

(2)全包防水隧道应采用分区防水的设计理念,避免外包防水层局部破损引起大范围的渗漏。

(3)衬砌混凝土应加深配合比试验,控制水泥水化热及混凝土入模温度,加强养护,以减少混凝土温度裂缝。施工应加强振捣,并避免出现冷缝。

(4)应重视隧道防水施工,细化施工工序,加强防水板、止水带施工工艺研究,加强施工过程控制,尽量降低施工不到位引起的渗漏。

(5)变形缝是防水的薄弱环节,常年位于地下水位以下的全包防水隧道应尽量减少变形缝的设置道数,可采用诱导缝或设置后浇带等措施替代变形缝。

## 参考文献:

- [1] TB 10003-2005 铁路隧道设计规范[S].  
TB 10003-2005 Code for Design on Tunnel of Railway[S].
- [2] 闫朝涛. 隧道渗漏水的治理[J]. 施工技术, 2007, 36(10): 71-72.  
YAN Chaotao. Tunnel Leakage Treatment[J]. Construct Technology,

2007, 36(10): 71-72.

- [3] 万利, 吕康成, 李振江, 等. 隧道衬砌渗漏水微创伤处治技术[J]. 地下空间与工程学报, 2012, 8(6): 1239-1243.  
WAN Li, LV Kangcheng, LI zhengjiang, et al. Microtrauma Treatment Techniques for Tunnel Seepage[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2012, 8(6): 1239-1243.
- [4] 叶飞, 刘丰军, 黎柯军. 隧道工程渗漏水机理及防治[J]. 铁道建筑, 2006, 46(12): 51-54.  
YE Fei, LIU Fengjun, LI Kejun. Tunnel Leakage Mechanism and Treatment[J]. Railway Engineering, 2006, 46(12): 51-54.
- [5] GB 50108-2001 地下工程防水技术规范[S].  
GB 50108-2001 Technical Code for Waterproofing of Underground Works[S].
- [6] JGJ/T 212-2010 地下工程渗漏治理技术规程[S].  
JGJ/T 212-2010 Technical Specification for Leakage Management of Underground Works[S].
- [7] 杨甲奇. 浅析深埋富水地区隧道渗漏水病害注浆整治[J]. 公路工程, 2014, 39(5): 209-214.  
YANG Jiaqi. Grouting Treatment for Leakage Water of Deep Buried Tunnels in Water Rich Area[J]. Highway Engineering, 2014, 39(5): 209-214.
- [8] 邹育麟, 何川, 何聪, 等. 重庆岩溶地区季节性富水营运隧道渗漏水病害特征及其成因机制分析[J]. 现代隧道技术, 2014, 51(4): 18-27.  
ZOU Yulin, HE Chuan, HE Cong, et al. Analysis of Water Seepage Characteristics and Formation Mechanisms in Seasonal Water-rich Tunnels in a Karst Area of Chongqing[J]. Modern Tunnelling Technology, 2014, 51(4): 18-27.

(编辑:赵立红 苏玲梅)