

# 公路隧道路面防排水装置、渗水病害处理及施工工艺特点分析

□ 罗 钊

**[摘 要]** 我国公路隧道路面常见的结构类型为复合式沥青混凝土路面和复合式水泥混凝土路面。随着车辆荷载和车流量逐年增高,隧道路面结构更加容易受损;此外,某些隧道路面排水系统受设计不合理、排水系统施工不到位、地下水系变化等因素影响,加剧了隧道路面损伤。本文将探讨公路隧道路面防排水装置、渗水病害处理、施工工艺特点等,为延长隧道路面使用寿命提出合理化建议。

**[关键词]** 隧道路面排水装置;病害处理;施工工艺

**[文献标识号]** B **[中图分类号]** U459.2 **[文章编号]** 1672-7045 (2020) 12-113-03

本文以某隧道为例,分析隧道路面防排水的施工工艺和防渗水的处理方法<sup>[1]</sup>,以期延长隧道路面的使用寿命,控制投资和后期维护费用,采用切实有效的施工工艺提供参考,提高隧道路面的防渗水维护能力和管理工作的能力。

## 1 案例简述

隧道为长隧道,采用单洞布置,起讫桩号为K18+005~K19+865,长1860m;隧道进口处于直线上,出口处在半径为880m的平曲线上;隧道纵坡为-1.7%、-2.6%。隧道在桩号K18+630.11处上穿某镇引水洞,两者平面夹角为18°。在对应交叉处,隧道设计标高为389.22m,引水洞中心标高为380.16m。两者之间的高差为9.06m。该引水洞为发电站的重要饮水工程,引水隧洞全长2108.30m。断面形式采用直径2m的马蹄形断面,进口高程为379.81m,出口高程为337.08m。该引水工程隧洞目前已全线贯通十几年,根据引水隧洞施工图,引水隧洞在交叉段未采用支护措施。地质勘探资料表明与引水隧洞交叉位置穿越岩层为IV级围岩,IV级围岩段为微风化碎斑熔岩,裂隙较发育,岩体较破碎,以巨块(石)碎(石)状镶嵌结构为主,爆破震动过大易坍塌。隧道路面结构类型为复合式水泥混凝土路面,该隧道在通车运营后,路面表面多处出现局部渗水。

## 2 隧道排水设计的重要性

因为隧道构造性质特殊,容易受地下水渗透侵蚀,为保证隧道的安全使用,隧道的地面需要保

持干燥整洁。隧道路面的干燥能减少因为积水湿滑造成行驶车轮胎打滑的现象,以防止事故的发生。隧道通常会修建于地表层,极易造成底层中蕴藏的地下水泄露。丰富的地下水会从细孔缓慢渗透至隧道结构层内部,造成隧道内部积水<sup>[2]</sup>。隧道内部长期留存积水会对隧道造成全方位的不良影响,即对隧道施工、维护、结构稳固性、管理等造成影响。

结合隧道自身复杂的情况,在进行排水工程设计的时候要将隧道洞身防排水和路面防排水等各部分系统融合为一个整体。隧道防排水工程是从最初的设计、施工材料选择、施工方案审批,到后期运营、养护各个环节协调统一的综合性系统工程。各个环节之间在各自独立的基础上又互相关联,选择合适的科学材料和施工方法是基础环节,以实现节约经济成本和完成隧道安全使用为设计目标,按照安全环保的操作标准,严格遵照施工步骤完成施工任务,认真按照周期完成隧道的运维工作。为设计出适合该隧道路面的防排水装置,减少隧道因为排水不及时、排水不畅等造成积水沉积,需根据隧道实际地质情况和地下水系情况,制订出合适的隧道路面防排水方案和隧道路面渗水病害的治理措施<sup>[3]</sup>。

## 3 隧道洞身和路面防排水设计与施工

在进行该隧道的环向、纵向、横向、侧式排水管和洞身防水板以及路面底塑料盲沟等施工之前,首先要明确施工使用的防排水材料和施工方法<sup>[4]</sup>。

### 3.1 隧道洞身防排水设计与施工

隧道洞身防排水装置设计于二次衬砌同初期支护之间的位置,洞身防水层主要是选用不低于1.2mm的EVA防

水板和300g/m<sup>2</sup>的无纺土工布组成。在进行防水层施工时,首先要清除表层的杂物以及各类凸起尖锐物。如果发现初支钢筋网凸起的情况,要先斩断多余钢筋,再用锤子锤平,抹平水泥。锚杆存在凸出的地方,除了预留一定的位置安装螺头顶之外,还要使用塑料帽去除尖锐部分。凹凸的地方需使用混凝土补喷至平整。在进行施工之前,要做好洞身渗水的引排,并清理上一步施工留下的杂物。在下料之前要仔细比对设计图纸,按照图纸设计要求的标高尺寸,制定基线再进行下料。为保证施工时使用的热焊机等设备正常工作,需要在施工之前做好检查工作,使其符合操作标准,确保使用时不会出现故障,保证隧道排水工程的施工质量<sup>[5]</sup>。

隧道洞身防排水主要通过洞身布设无纺土工布、防水板、环向盲沟等将积水引向两侧边墙角纵向排水管、横向排水管、侧式排水管等排出洞外。纵向排水管、横向排水管、侧式排水管等要按照设计型号和坡度等要求进行布置,否则管内水不易排出。

隧道洞身环向盲沟选用 $\phi 5$ 的单壁打孔波纹管外包一层200g/m<sup>2</sup>的无纺土工布,正常按5m~15m沿着衬砌背后环向设置一道,施工过程中可根据现场实际水量进行调整、增加或加密;纵向排水管选用 $\phi 10$ HDPE双臂打孔波纹管外包一层200g/m<sup>2</sup>的无纺土工布,沿隧道通长布置;侧式排水管采用 $\phi 25$ PVC-U双臂打孔波纹管外包一层200g/m<sup>2</sup>的无纺土工布,沿隧道通长布置;横向排水管选用 $\phi 10$ cmPVC-U管,每8m设置一道,可根据现场水量进行调整、增加或加密;各管道选用三通和二通接头紧密连接。隧道洞身排水主要通过防水板、环向盲沟引向两侧边墙角,再通过纵向排水管、横向排水管、侧式排水管排出洞外。

### 3.2 隧道路面防排水设计与施工

隧道路面结构层为复合式水泥混凝土路面,依次为水泥混凝土面层、热沥青表处下封层、C20素混凝土调平层。路面底(即调平层底)设置MF12塑料盲沟,5m~15m设置一道,可根据现场路面底实际涌水量进行调整、增加或加密。隧道路面结构层在施工期间要对外露的排水管采取一定的保护措施,减少施工失误造成的管道破裂。

## 4 隧道路面渗水病害处理

隧道通车运营后,该隧道洞内水泥混凝土路面出现多处渗水。经排查,路面渗水原因为:隧道上穿该

镇引水洞,在对应交叉处,两者之间的高差为9.06m,引水隧洞在交叉段未采取支护措施。该交叉区域隧底部分段落地质节理裂隙发育,地下水系丰富,涌水量较大。施工单位在隧底标高开挖到位后,发现部分段落局部地下水涌出较大,未在该段落路面底涌水处加密布设MF12塑料盲沟将地下水引至两侧排水管排出洞外,也未采取其他有效的防排水措施进行处理,并且施工单位未按照设计图纸施工热沥青表处下封层;施工单位在发现隧道路面底涌水较大且超出设计地勘资料内的涌水量时,未上报且未经“四方”现场会勘制订切实有效的处理方案,仅凭经验施工;该隧道未设计级配碎石排水垫层。隧道路面渗水病害治理方案如下。

### 4.1 “角钢成孔”引排法

首先,找到路面渗水点,根据角钢尺寸凿开引水槽。其次,查清渗水量和位置,埋设角钢将渗水引至两侧边沟。再次,填充碎石层,施工路面封层,填充高强度水泥混凝土至路面标高。最后,待路面强度达到要求后开放交通。

### 4.2 注浆堵水法

在路面渗水处5m范围内,开槽埋设注浆管,封闭槽口,注射化学浆液,对渗水点进行封堵处理。

## 5 隧道路面防排水施工注意事项

### 5.1 施工安全要求

由于隧道路面防排水施工是在隧道洞内受限的空间内作业,存在交叉施工、能见度不足、洞内粉尘较大、临时用电不规范等安全隐患,施工安全风险不容小觑。

一是要提高作业人员安全意识。路面施工前,要先对作业班组开展隧道路面防排水施工安全教育培训以及安全技术交底,提高作业人员安全意识,要求作业人员务必遵守安全操作规程;对于外来进行参观学习的人员,须进行简要的安全提醒,查看对方是否正确佩戴相应的安全防具;做好路面施工机械设备的检修和保养工作,不让机械设备带病工作。这样有助于提高施工质量并规避风险。

二是加强隧道路面防排水施工安全检查,加大安全隐患排查和整改力度,加强施工安全管控<sup>[6]</sup>。

### 5.2 施工控制要点

要严格按照设计图纸进行隧道路面防排水施工,发现现场地质、涌水等与设计地勘资料不符的情况,要及时上报,制定合理的施工方法。

应根据隧道路面底实际涌水量的大小,合理布设盲沟引排。超出原设计地勘涌水量时,需经施工、设计、监理、业主等四方现场共同会勘确认,制订处理方案。

## 6 隧道路面防排水施工、渗水病害治理的合理化建议

隧道防排水施工建设中涉及多方的协调配合,为便于施工、管理,顺利进行隧道防排水施工,要制订相应的工作计划和 workflows 制度,以保证后期的监管、维护顺利开展。在制定工作制度时要充分结合国家的相关法律规定,在保证隧道防排水施工质量的同时减少施工中可能出现的错误。除了严格制定施工现场要遵守的规章制度之外,还要谨慎记录施工中产生的数据信息,保证数据信息记录真实准确,记录结果和现实情况一一对应。数据录入还可以利用大数据技术进行分析比较,规避风险。合理充分的信息备案还有利于为后续提供优秀的案例进行分析比较。

## 7 结语

隧道路面的干净整洁、无积水,能够保证来往车辆

通行安全。为提高隧道的使用寿命,应做好后期维护工作;合理安排排水管道的安置工作,保证施工时隧道路面排水系统畅通,顺利排除隧道洞身和路面底积水的同时,还要加强隧道安全使用方面的管理。

### [参考文献]

- [1]刘卓.南方富水隧道复合式路面防排水基层方案选用研究[J].湖南交通科技,2019,45(4):130-136.
- [2]熊晓波,刘卓,郑祖恩.富水隧道复合式路面结构地下水防排水技术探讨[J].湖南交通科技,2019,45(4):137-142.
- [3]张家成,李斌,李伟.隧道排水路面结构设计及有限元分析[J].内蒙古科技与经济,2019(24):80-82.
- [4]王东明.多雨山区路基路面渗流特性及排水方案研究[D].广州:华南理工大学,2017.
- [5]袁龙.公路隧道路面边沟形式的合理选择[J].北方交通,2016(12):144-146+149.
- [6]王小民.隧道沥青复合式路面结构力学特性及防排水体系优化[D].重庆:重庆大学,2007.

### [作者简介]

罗 钊,福建省交通建设工程监理咨询有限公司,工程师。