

反坡隧道施工防排水研究

李文树

中铁十五局集团第五工程有限公司

摘要:长距离反坡隧道施工中,洞内积水和衬砌漏水,直接影响隧道施工进度和安全。为了提高隧道防排水的质量,加强处理隧道防排水问题,提出一种施工防排水和结构防排水相结合的措施。本文以天陇铁路平洛隧道出口为依托,采取在初期支护防排水、优化接力式反坡排水、衬砌防排水、施工缝部位突出防水、排水盲管布设和堵塞处理以及二次填充增强排水。结果表明,该方法可以有效解决长距离反坡排水和衬砌漏水问题。

关键词:长距离隧道;反坡排水;衬砌漏水

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.22.029

一、引言

随着“一带一路”方针的提出,交通基础设施大力发展,隧道作为交通建设重要组成部分,将迎来新的机遇和挑战。传统隧道建设防排水一直以处理后期衬砌防排水为主,很少关注施工防排水。平洛隧道在施工中以开挖和衬砌相结合防排水创新。

马志福^[1]提出止水带增加排水功能,加强了施工缝防水能力,但厂家制作不方便,现场使用容易损坏,施工困难,进度慢等问题。本文将预留的半圆形改成由止水带自带的两条止水棱间隙作为通道,实用性增强。李占先^[2]采用集水坑接力式排水和小型集水泵配合长距离管道结合的反坡排水方式,解决了长距离反坡排水问题。考虑文明与安全,对反坡排水方式不断创新和完善。

二、施工防排水

(一) 优化接力式反坡排水

传统反坡排水集水坑,存在施工危险。对集水坑进行优化,采用钢板制作集水箱长×宽×深(2m×1m×1m),每隔200m预留一个,周围布置安全标识牌和反光贴,集水箱内做钢隔板并割孔,分区段设沉淀池、抽水池。各水箱循环施工,水泵损坏率低,两侧水沟正常排水,安全、方便。

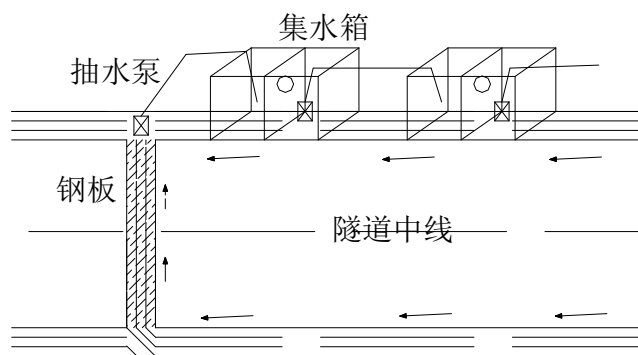


图1 接力式反坡排水

平洛隧道出口开挖进尺两公里多,针对长距离反坡施工,采用排水管道配合小型集水泵加集水箱接力式反坡排水。洞内设排水沟加横沟,铺设1cm钢板,使固定集水箱与上级固定集水箱之间积水,自然汇集至集水箱附近,通过水泵抽到集水箱内。如图1所示。

(二) 仰拱反坡排水

1. 仰拱开挖中积水引排

仰拱开挖时,洞内水会积聚到仰拱底部,在仰拱端头设置集水坑,栈桥端头安装一个集水箱,固定在栈桥上,可以随着仰拱施工的推进而移动,配上自动抽水泵,将集水坑的水抽到集水箱中,通过沉淀排到隧道外。

2. 仰拱预留集水坑

矮边墙排水盲管流出的水量,会流到仰拱底部,距离越长,仰拱底部积水越多,严重影响仰拱的施工质量,每隔200m在仰拱内预留长×宽×深(1m×0.5m×0.8m)集水坑,达到仰拱施工面无积水,避免水对仰拱底部的冲刷。水泵增加自动抽水技术,减少人工管理排水,洞内水抽排到洞外,经沉淀净化后排入到附近河渠里。如图3所示。

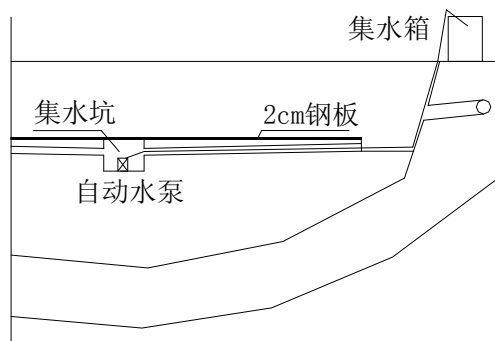


图2 预留水坑抽水

(三) 掌子面排水

隧道开挖过程中,掌子面会积累围岩裂隙水和打钻时留下的水,可在掌子面端头挖积水坑,将四处的水引到积水坑中,采用80 mm的消防软管,通过抽水泵将水抽到洞内的集水箱中。

(四) 洞内围岩水引排

隧道开挖工程中,对围岩造成破坏,水系流经发生改变,围岩裂隙水涌出,针对涌水量多少采用不同的处理方法,最大化节约资源和处理好隧道围岩水^[3]。

1. 滴水段落处理

地下水满足达西公式:

$$Q=kFi \tag{1}$$

$$Q=Fv \tag{2}$$

$$v=ki \tag{3}$$

式中:Q为水流量;F为水流面积;i为水力坡度;k

为渗透系数。水流速度与渗透系数成正比。

当洞内滴水段落采用注浆法进行堵塞，浆液有效地减少了地层的孔隙率，降低了地层的渗透系数，水流速度减慢，提高围岩的抵抗渗透变形能力，起到了防渗的作用；浆液固结后，和围岩一起形成一定厚度的止水圈，截断了围岩的水力通道，起到了堵水作用。如图3所示。

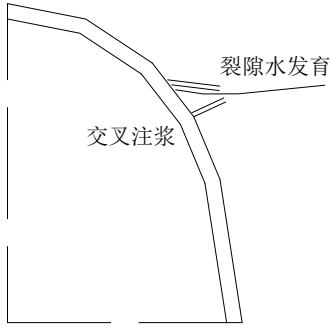


图3 交叉注浆

2. 流水段落处理

洞内流水段落，如果采用注浆全封堵方案，后期作用在衬砌上的水压力会随着洞内积水增多而增大，导致静水压力对衬砌结构的破坏^[4]。因此，让其自然流淌，适当引排，铺挂排水板将水通过流淌的模式引排到拱墙两侧，平缓流到水沟内，减少落差滴水的冲击力，保证洞内排水顺畅，达到文明施工要求。

洞内个别流水区域可以采用钻泄水孔，长度20cm，插入水管，先将裂隙水引排出来，在通过注浆减少水的流失，同时在排水口周围涂刷防水材料，使得裂隙水只能沿着我们设计的通道流淌。如图4所示。

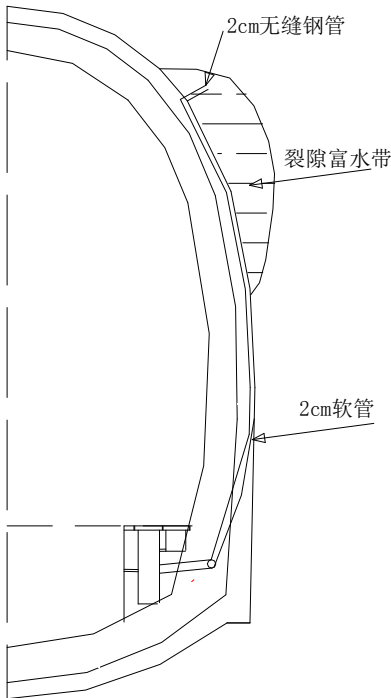


图4 滴水段落引排

三、衬砌防排水

(一) 仰拱表面积水及洞内水引排

在隧道仰拱现场施作过程中，两侧留出4cm高的排水沟，仰拱和部分填充一次性浇筑时，以隧道中线向两边做1%的缓坡度，使得仰拱填充上的积水及排水盲管的水流到两侧预留的排水沟里填充表面无积水。如图5所示。

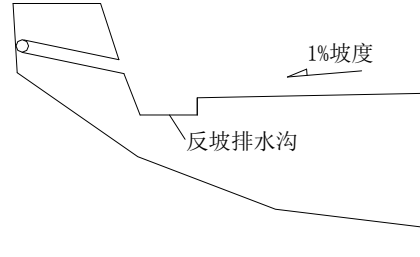


图5 仰拱面预留排水沟

(二) 仰拱底部积水引排

在施作仰拱时，两侧初支面渗水和底部渗水，影响施工，初支表面凿出一条排水通道，使得基底的水引排出去，避免积累到仰拱基底，影响施工进度。在进行仰拱浇筑时，可在排水通道上铺一层防浆滤水带，同时在渗水量大的位置埋设环向打孔波纹管 and 预留卸压孔，外包土工布，连接排水通道，通过仰拱底部水压压力把水引排到侧沟内，防止后期仰拱底部水外渗。如图6所示。

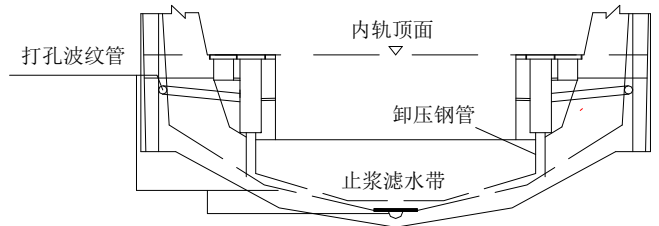


图6 仰拱底部水引排与卸压

(三) 隧道施工缝防水

(1) 隧道漏水一般都是出现在施工缝处，需要加强这部分的防水，在新旧混凝土喷射和浇筑的过程中，采用阶梯形接触面形式可增长水流渗流路径，增加水头损失，相同条件水压下，可降低渗漏水现象。

(2) 对于裂隙水量大的区域，仰拱及仰拱填充一次性浇筑到水沟底下10cm，虽然为后期水沟底部遭毛和施工带来了方便，但是仰拱形成的贯通性的环向施工缝易造成底部渗水，现场在施工缝位置涂刷防水涂料和预埋可维护注浆管^[5]。

(3) 在矮边墙施工后，仰拱底部水越来越多，水压越来越大，积聚到纵向施工缝处，由于纵向施工缝处防水能力差，如果预埋的排水通道发生堵塞，疏通管道不及时，水流没有引排出来，衬砌施工缝可能出现漏水现象，为此，可在纵向施工缝处设置止水条。

(4) 设置含排水通道的止水带，排水通道与排水盲管之间采用排水管连接，洞内排水系统以排水盲管排出为宗旨^[6]。如图7所示。

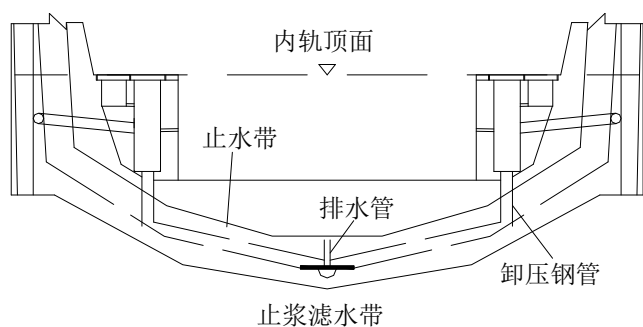


图7 排水系统

四、薄弱部位突出防水

隧道变形缝防水一直是隧道防水的薄弱部位，隧道变形缝施工时，变形缝之间的缝隙预留量较大，填缝料配合密封胶密封缝隙。增强这部分防水，设置含排水通道的止水带，加强变形缝的防排水能力，对于新的工艺，更加仔细的去观察过程和结果，在实践中不断提高和改进。如图8所示。

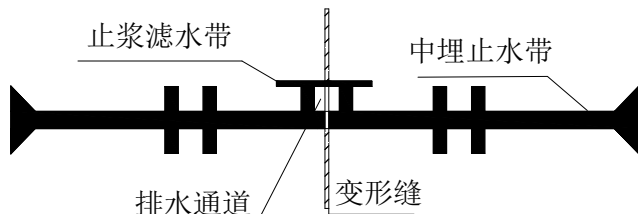


图8 变形缝防排水

五、排水盲管的布设与堵塞处理

(一) 优化传统排水盲管布设

串联式的三通排水系统存在很大的排水隐患，任意一个环节发生堵塞，整个排水系统都会受到影响。

本研究基于电路原理，采用八字埋设法埋设盲管，达到分区排水的目的。并联埋设，使得各自排水互不干扰，一段堵塞也不会影响整体排水，检修也容易找到堵水的位置^[7]。如图9所示。

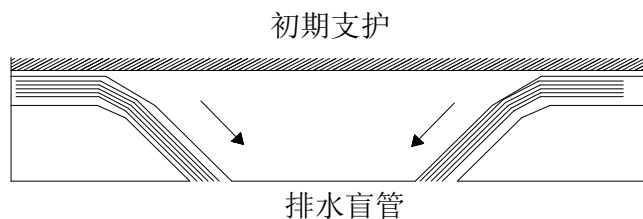


图9 矮边墙盲管埋设

(二) 排水盲管堵塞

裂隙水中带有细石子等杂物，直接堵塞排水盲管，以及初期支护渗水后，部分离子会发生化学反应产生沉淀物质而积聚在排水盲管中，杂物的沉淀和化学物质的沉淀。沉淀一旦发生，沉淀速度会越来越快，最终导致排水系统的破坏。

(三) 盲管堵塞措施

在排水盲管外铺设土工布，并双层裹着排水盲管，土工布既起到了保护防水板被挤破的危险，也对地下水起到了一定的渗流作用，即使排水盲管堵塞，地下水还

可以顺着土工布渗流到侧沟内。

对于化学沉淀我们可以定期对排水管道进行清理，因为各个管道是相互独立的，只需要向每个管道内注入可以溶解沉淀物的化学物质，然后再用清水冲洗，把溶解的物质排出管道。

六、二次填充排水

传统的二衬填充施工中预埋2cm排水管，此设计存在管道易堵塞，水量不易排出，将对道床质量存在隐患。增强设计，在二衬填充施工后，采用8cm的取芯机在侧沟上取出8cm的排水通道^[8]。如图10所示。

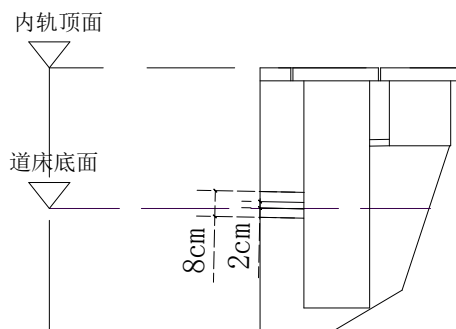


图10 道床板排水通道

七、结束语

(1) 采用优化的接力式反坡排水，解决了隧道内积水问题，也提高了施工进度。

(2) 裂隙水采用注浆和引排的方式处理，使得裂隙水有规律的引排，解决了隧道内裂隙水对结构的损害。

(3) 富水带区域预埋泄压管和底部贯通排水盲管，解决了仰拱底部水压力影响，使得仰拱底部的水得到引排。

(4) 止水带增加排水通道，解决了施工缝和变形缝漏水问题。

(5) 道床板增加排水通道，预防了后期运营后，道床板出现积水病害问题。

参考文献

- [1] 马志富. 铁路隧道防排水设计探讨[J]. 铁道标准设计, 2011 (5): 76-78.
- [2] 李占先. 公路隧道长距离反坡排水及其优化技术[J]. 铁道建筑技术, 2015 (12): 59-62.
- [3] 岳华丽. 公路隧道排水系统设计浅析[J]. 四川建材, 2012, 38 (2): 152-154.
- [4] 信春雷. 不同防排水模式对山岭隧道衬砌水压力影响关系研究[D]. 西南交通大学, 2011: 18-45.
- [5] 王剑明, 杨其新, 蒋雅君. 富水区明挖高速铁路隧道渗漏水防治技术研究[J]. 地下空间与工程学报. 2015, 11 (6): 1627-1632.
- [6] 宋占辉. 公路隧道防排水技术与工艺研究[D]. 长安大学, 2010: 22-27.
- [7] 中铁第四勘察设计院. 蒙华肆隧参肆 I (W) 04-19[J]. 2015: 19.
- [8] 杨延勇. 黄陵坡隧道仰拱渗漏水病害整治技术研究[J]. 铁道建筑技术, 2018 (5): 81-84.