

# 隧道工程施工中的防水技术

孙志强

新疆北新路桥集团股份有限公司

**[摘要]**随着我国公路建设行业的迅速发展,公路桥梁隧道的数量与日俱增,为确保隧道工程的施工质量,做好隧道防水施工是隧道工程施工的关键,因此,施工单位应加强隧道防水施工技术的研究。

**[关键词]**隧道施工;防水技术

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-6261.2021.09.773

## 引言

隧道渗漏水问题目前仍旧是大部分隧道工程中无法根治的问题,这为隧道投入运营之后的维修保养增加了难度。根据调查统计,国内外严重渗漏水的隧道数量大约占隧道总数的30%。我国从1981年开始引进国外防水板进行隧道防水作业,本文通过阐述与分析目前隧道喷膜防水技术的具体运用情况,介绍其应用价值。现阶段隧道工程越发复杂,类别更趋于多样化,如何保证隧道防水工程的施工质量值得深入研究。

### 1 进入隧洞前防排水施工技术分析

在进入隧洞前进行的防排水施工,主要分为5个方面。

(1) 施工人员充分了解隧道顶部具体的情况,如果发现隧道顶部存在着岩石裂缝的情况,应该采用混凝土喷射的方式,封闭隧道顶部的裂缝,然后才能进行铺砌施工作业。(2) 施工线路上部分路段存在着溶腔积水的现象,施工技术人员必须采取有效的措施,排除溶腔内的积水。(3) 如果隧道施工线路上存在着地表泉眼,施工技术人员应借助导管,将其彻底从施工区域内引出,避免影响后续的施工。(4) 施工技术人员还必须按照隧道施工具体的要求,在隧道洞门的上方设置完善的截水沟,将地表的水及时排出,减少地表渗水。此外,为了避免在施工中隧道洞门边、仰坡出现渗漏水溜坡、坍塌的问题,施工技术人员还应该对其采用喷射混凝土或者浇筑混凝土端墙的方式进行防水处理。(5) 做好隧道洞门外的排水设施以及沉淀池和污水处理站。

### 2 隧道工程施工中的防水技术

#### 2.1 有效控制参数

(1) 结合堵水施工过程中的进水量和注浆泵的压力,控制浆液凝固的时间,若进水量较高,注浆泵的压力小幅度上升时,则将凝胶的时间控制在1~2min之间,若进水量较少,注浆泵的压力于短时间内上升时,则将凝胶的时间控制在5~6min左右。(2) 本次施工采用的注浆机器为双管注浆机器,其注浆量若超过300L/min,且注浆泵的压力处于小幅度上升的状态,则可选用大进浆量进行注浆,若注浆量在100L/min之间,且注浆泵的压力处于稳定上升的状态,则可采用正常的进浆量进行注浆;若注浆量低于100L/min,且注浆泵的压力在短时间出现大幅度上升的情况,则应在注浆过程中采用小进浆量进行注浆。(3) 在浆液能够顺利进入裂缝中时,施工人员则可测取推动作用时的注浆压力,因而就可对注浆压力进行合理控制。注意在控制压力时,应考虑施工场地岩层裂缝的规模、浆液的性能(即:浆液的浓度、扩散半径、凝结时间等)和施工场地的具体情况进行。由于本次施工场地中的岩石节理裂隙发育,裂缝较大,本次施工的注浆压力

在2.0~3MPa之间。(4) 当填充率达到10%时,则可测定注浆的注浆量,即:以 $Q = \pi r H n a (1 + \beta)$ 计算注浆量。该公式中Q代表注浆量, m<sup>3</sup>; H代表注浆段的总长, m; r则代表注浆液的扩散半径, m; a为注浆系数(结合本次施工的具体情况a取值为3),  $\beta$ 为浆液的损失率(取值为20%)。根据公式计算出,本次施工的注浆量=2.71m<sup>3</sup>。(5) 待注浆的压力与设计终压相同,且吸浆率在18~35L/min时,则可结束注浆。

#### 2.2 铺设防水板

(1) 排水管道安装完成且验收合格后,方可进行防水层施工,防水层施工前首先应安装膨胀螺栓,以便于防水板的固定,膨胀螺栓安装时,应充分考虑本工程使用的防水板的尺寸、大小,合理设置膨胀螺栓的间距、安装深度,膨胀螺栓的安装间距应控制在20cm,裸露的螺栓长度应小于1.5cm。

(2) 膨胀螺栓安装完成后,应进行混凝土表面的清理与整平,对存在缺陷的位置应及时进行修补,对混凝土表面裸露的钢筋应及时进行切除,避免其破坏锚杆头、防水板材,混凝土表面整平完成,应将防水板材吊至作业平台,再将防水板材沿环向展开,并将其挂在膨胀螺栓上,再进行焊接施工。

#### 2.3 喷膜设备

在喷涂领域内,运用比较成熟的喷涂设备主要分为3种类型,分别是空气喷涂、高压无气喷涂和空气辅助无气喷涂设备,也有部分(粉状)喷膜产品采用喷混凝土机施工。由于不少喷膜原料黏度较大,为保证喷涂速率和施工效率,大多数喷膜都选择高压无气喷涂设备来作业,黏度受温度影响较大的材料可使用喷涂设备的加热功能。高压无气喷涂是对喷膜防水材料施加高压让其从喷嘴中喷出,在防水材料离开喷嘴的瞬间,会与空气发生碰撞,防水材料离子不断被粉碎雾化并附着在被涂物的表面。

#### 2.4 止水带设置要点

在隧道二次衬砌施工中,还会普遍采用背贴式、中埋式止水带,以提升施工缝防水的效果。在这一环节中,施工技术人员要科学设置止水带的位置,确保止水带的中心空心圆环能与变形缝的中心位置重叠。同时,还要合理把控制止水带的平整度,确保其不出现扭结的现象。此外,施工人员还应尽量减少止水带接头数量,加强搭接质量控制,先对搭接处进行拉毛处理,然后运用热硫化焊接方式,焊接密贴、牢固,从而有效避免在后期出现渗漏水的情况。

#### 2.5 防水板搭接

(1) 防水板的焊接应采用双缝焊接的方式进行,焊接完成后防水板的搭接宽度应控制在80mm以内,且焊接接缝位置应保持清洁,无油污、灰尘,焊接产生的焊缝要求平整、美

观,焊接过程中无跳焊、漏焊现象出现。此外,如焊接过程中防水板材长度不够,应采用长相拼接的方式进行焊接,焊接时不得采用十字焊缝,焊缝应错开,避免形成通缝。(2)防水板材焊接过程中应结合工程当地气温变化情况,适当预留伸缩变形量,以减少因温度变化引起的热胀冷缩,焊接工作完成后,应及时将焊缝位置进行封口处理,密封应完整,待密封完成后方可进行验收。

#### 2.6开挖施工

在开始进行隧道开挖作业之前,需要细致的分析当地的施工环境,并且基于现代化施工技术来进行开挖作业。在施工期间,需要采取山体加固技术对当地山体进行加固,避免发生山体滑坡等危险事故。随后对部分山体进行定点爆破,将山体滑坡等危险隐患清除,保障开挖施工顺利进行。目前在隧道施工过程中,新奥法是使用最为广泛的施工方法。在施工步骤上,新奥法是山体开挖施工所使用的重要方法,其是综合混凝土喷射和锚杆支护相结合的重要施工方式,进而打通隧道主体结构,便于后续施工作业。然后使围岩自身承担主要的支护作用,利用衬砌来加固围岩,使其成为一个整体。在此基础上让施工人员进入到隧道内部施工,修整和加固开挖的隧道。在此开挖施工完成后,利用混凝土加固隧道的内壁,随后再次平整加固后的隧道。另外,在开挖洞身之前需要做好勘察工作和开挖方法的选择,并且需要注意严格勘察边坡和周边的稳定性,及时排除和采取预防措施来避免可能存在的安全隐患。然后锚杆施工和管棚施工需要在隧道开挖的轮廓线120°范围内进行,提升整体施工质量。所选用的辅助施工措施也是保障隧道施工安全性的重要措施,如超前小导管和超前锚杆的使用等。

#### 2.7结构独特的防水技术

结构独特的防水技术消除了对隧道进行额外防水的需要,大幅缩短了工期并降低了施工成本。由于混凝土材料本身具有一定的防水性,在施工过程中根据规定使用设计图纸和混凝土材料可达到隧道的初始防水要求,但是在实际应用中风险很高。(1)由于混凝土材料所设计的隧道结构紧实程度不够,因此,很多路段在工期未结束时已出现坍塌和陷落现象,这是由于施工技术和施工质量无法满足实际需求导致的。(2)混凝土的防渗漏情况并不十分显著,在实际的应用中,依然出现渗漏水现象。因此,要解决混凝土渗漏水现象,提升结构自身防水技术的安全性。

#### 2.8集中引排技术

在采用常规阻水工艺处理之后,为了有效满足隧道渗水施工工序质量的要求,一般会采用集中引排的技术来进行处理,能够起到快速防水堵漏的效果,对于施工团队来说这项技术便于操作,而且具有一定的安全性,得到了广泛的应用和推广。局部渗水现象会对隧道内部产生严重的危害问题,此时常规的阻水方式已经不能满足施工要求,为了达到防水堵漏的目标,提高混凝土自身的质量,对局部出现的渗水情况会采用集中引排处理的措施。一般来说,会采用YT-11快速堵漏填充材料,与清水按比例搅拌之后,形成膏状,按照渗水的方向涂抹在渗水部位的表面,由此能够形成一层封闭层,起到良好的止水效果。许多施工团队都会根据渗水情况随用随拌,主要是因为这种材料遇水之后能够迅速凝固,为

了避免止水效果降低,一般都会根据具体的渗水情况来搅拌材料。为了避免这种材料失去使用性能,在涂抹的时候往往需要橡胶软管安装暗道,有助于在材料凝固之前留出一段时间,也有助于最终形成的封闭层泄压。这种材料凝固之后,就能够将橡胶软管抽出,便于下次使用。经过实际测验,采用集中引排的技术能够有效处理二次渗水的情况,将岩壁内部的渗水有效转移,确保混凝土的施工质量得到有效保障。采用这种技术能够降低渗水情况对混凝土的危害,主要是在排水之前需要通过引流的方式将水转移,不会对混凝土造成质量方面的损害。如果混凝土长期处于湿润的环境中,容易出现开裂的情况。必须确保混凝土达到设计强度的要求,否则不能提供良好的承载能力,在采用这种技术的时候,就会影响实际防水堵漏效果。采用这种施工技术能够在渗水之前采取有效的控制措施,有效保障混凝土的质量,减少和规避渗水的问题,同时也能够降低所耗费的施工成本。集中引排的技术一般较适用于渗漏水较多的情况,而且这种技术在采用的时候,可能需要评估周围围岩的情况,如果出现水土过分离失,那么就会造成周围围岩空洞,采用集中疏导排水可能会引起施工问题。一般会根据轨道交通运营时段,选择合适的工艺和技术,可以采用钻孔对地下进行集中引排,减小地下渗漏的压力。

#### 2.9固定环,垂直渗透软管

在公路隧道工程的防水过程中,在安装环圈和垂直渗透软管前,用无纺布包裹。垂直渗透软管可以内翻2次,用于防水。为了防止在混凝土喷射过程中混凝土喷射浆堵塞不必要的结构。在安装圆形透水软管时,有必要以10m的间隔安装软管,同时,为确保集中水出口位置的防水效果,根据实际施工情况,可透水管可以缩短安装间隔。在倒置低侧壁结构中,须根据结构要求严格控制侧壁两侧的高度,以利于软管的防水。其中,环底部和垂直可渗透软管的高度应设置得更靠近初始支撑表面。内轨的顶面小于3cm,中间环的底面和垂直可渗透的盲管的高度应靠近管线侧,并且距内轨的顶面应设置为14cm或更小,并且不应有反倾角。另外,须连接垂直集水管和可渗透软管。安装垂直集水管时,须使其靠近混凝土底部,并适当设置防水口的倾斜度。连接垂直收集管和可渗透软管后,相关施工人员须遵守施工技术要求并在配置的管道系统中测试。若未阻碍水的流动,则可以倒入混凝土。

#### 结语

综上所述,隧道防水设计是隧道防水工程施工的重要基础,也是整个工程施工质量提升的重要因素。为此,在隧道防水施工中,施工企业必须重视防水施工,严格按照施工方案的设计进行施工作业,从而有效提升防水施工的质量,确保后续施工的顺利进行,并为隧道的安全运行提供保障。

#### 参考文献

- [1]卿立兴.公路隧道防水施工技术研究[J].四川水泥,2017(4):274.
- [2]毛智勇.隧道防水与排水施工技术探讨[J].江西建材,2017(2):30-35.
- [3]曹辉辉.太行山隧道防水工程的施工质量控制[J].中国招标,2017(14):50-53.