

秦岭 I、II、III 号隧道防排水综合治理方法

邓 威, 黄 勇

(陕西高速公路工程咨询有限公司 西安市 710054)

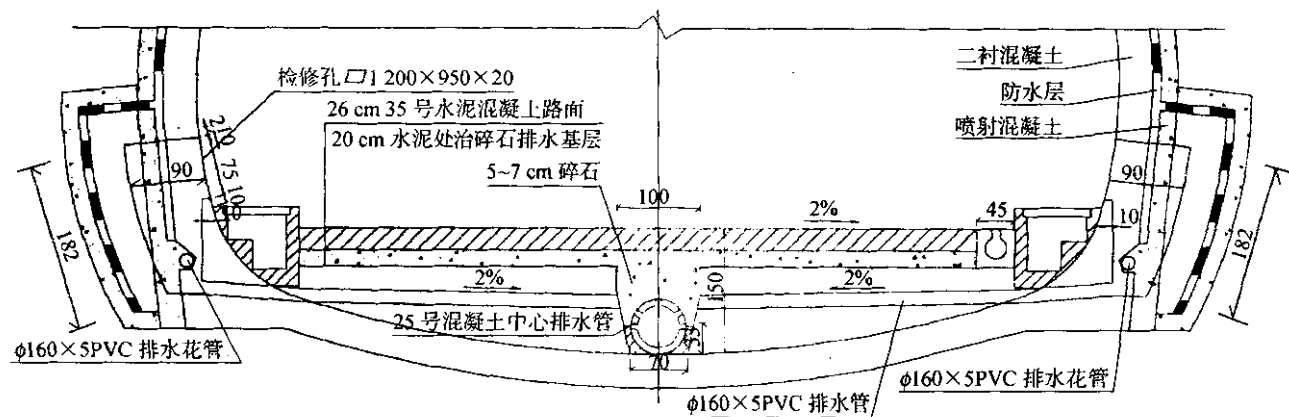
摘 要: 介绍了建设中的西汉高速公路秦岭特长隧道群施工过程中的防排水控制, 通过不断完善设计, 积极推广使用新技术、新工艺, 按照“防、截、排、堵”综合治理的原则, 取得了很好的治理效果。

关键词: 隧道; 防排水; 治理

1 隧道群排水网络设计

秦岭 I、II、III 号特长隧道群全长 16.9 km, 是国道 GZ40 西安~汉中高速公路咽喉工程。隧道群横跨我国南北分界的秦岭主脉, 属河流强烈切割地貌, 地质构造复杂, 由于受区域构造格局的影响, 区内断裂、断层、构造节理裂隙发育, 区域地下水丰富, 且通过数条地下水静储量较丰富的断层带。区内地表水水系发育, 水量丰富, 四季不断。秦岭隧道群一般路段的总体防排水系统设计可谓线面俱到: 采取以中心排水沟为主渠道, 衬砌两侧墙脚外侧设 $\phi 160$

$\times 5$ PVC 纵向排水花管为支流, 两者之间每 100 m 设横向 $\phi 160 \times 5$ PVC 排水管连通。初期支护中预埋 Yas 弹簧排水半管将断面渗水集中导入两侧排水花管, 初期支护与二次衬砌混凝土间设防水层。隧道衬砌所有施工缝均设置中埋式橡胶止水带, 行车道右侧设排水边沟, 路面下设 20 cm 水泥处置泥结碎石排水基层。隧道两侧纵向每 100 m 设一检查维修孔, 中心排水管每 200 m 设一检查井, 便于疏通管道, 它们共同构成隧道整体排水网络体系, 见图 1 所示。



单位: cm

图 1

2 特殊路段的设计优化

在一些特殊路段, 设计不尽完善, 我们结合实际采取了切实有效又经济合理的防排水施工方案, 科学处理涌水, 保证排水系统的畅通, 达到良好的防排水效果。

施工前对地下水进行仔细勘测, 了解地下水的活动状况, 对于减少施工困难, 避免增加额外工程开支, 甚至避免事故等都大有裨益。尤其是地下水对建筑物的影响, 不仅会增加养护、维修加固费用, 还有可能降低隧道使用质量。

通过对秦岭隧道群地质资料的综合分析,我们认为在施工过程中出现突发涌水可能性极大,对施工安全构成威胁。只有做好地质超前预报工作才能早预防早处理,我们采取了以下措施:(1)利用工作面地质素描做好常规预报。每茬炮后,由地质专业工程师对掌子面做地质素描,绘制地质素描图,包括地下水状态(出水点、水压力、出水量、突水情况)、地层岩性、岩石特征、地质结构面、软弱夹层、贯穿性强的大节理、断层(填充情况、风化程度、开度、渗漏),据此判定工作面前方短距离范围的地质水文状况,提出预测报告;(2)利用物探与深孔钻探相结合,做好重点地段预报。分析认为:秦岭隧道涌水主要来源为地下侧向供给和断层破碎带涌水,其次为地表水。我们采用物探与深孔钻探相结合的办法对断层破碎带附近做详实的地质预报,使我们准确掌握施工前方地下涌水量、压力及分布、补给方式、变化规律,便于采取有效应对措施,确保施工安全。

根据地质预报资料,因地制宜,按照“防、截、排、堵”综合治理的原则,做好涌水处理。

对于涌水量大,水压力高的断层破碎带,山体内部蓄水量大,且有充足地表水源供给,其表现为喷射状股流,并夹有泥质,我们采取以下治水方案。

方案1:超前钻孔排水。在排水不影响围岩稳定的前提下,使用轻型探水钻机或凿岩机钻孔,应超前于掌子面10~20 m距离,孔位(孔底)应在水流上方。降低地下水压力后,用注浆法进行封堵。

方案2:长管棚注浆堵水。沿隧道开挖轮廓线外侧打设超前长管棚, $\phi 89 \times 8$ 钢管(周壁钻孔),间距40~50 cm,在拱部120°范围内布设(根据水文状况适当调整),每循环施工长度 ≥ 20 m,注水泥~水玻璃双液浆,体积比为1:0.5,水灰比为1:1,注浆初压力为1~2 MPa,终压力为4 MPa。注浆结束后,清除管内浆液,用30号水泥砂浆填充,起到加固围岩、超前支护的作用。

方案3:全断面深孔预注浆堵水。全断面施做 $\phi 75 \times 5$ 塑料花管,梅花形布设,孔距2 m,根据涌水带长度确定每循环钻孔深度(10~30 m),注水泥~水玻璃双液浆,由外圈向内圈进行。根据地质状况及涌水量,结合钻、注机具设备,选取注浆参数方法如下:(1)考虑浆液在地层中的扩散、充填能量,注浆终压值选取2~3倍静水压力值;(2)根据岩石破碎情况决定扩散半径,一般为 $R=1.5$ m;(3)单孔注浆量 $Q=\pi \cdot R^2 \cdot L \cdot N \cdot a \cdot \beta$,其中 L 为注浆长度。 N 为

孔隙率、 a 为充填系数、 β 为损耗系数;(4)根据扩散半径、涌水量大小,现场进行胶凝时间实验,适当调整胶凝时间,达到注浆止水目的。

方案4:超前小导管注浆堵水。沿隧道开挖轮廓线外侧打设 $\phi 50 \times 5$ 无缝钢管,每循环5 m长,管壁钻注浆孔,沿拱部120°范围内布设,间距60 cm,注水泥~水玻璃双液浆,注浆参数参考方案2。

同时施工过程中需对注浆管位布设、间距,钻孔仰角、深度,注浆口密封,注浆施工中孔内水和空气的排除,注浆压力,注浆持续时间及上下工序的衔接等进行合理控制。上述各方案均能使断层破碎带开挖轮廓线外侧形成双液浆帷幕,起到堵水、固结围岩、超前支护的作用,取得了良好的排堵水效果。同时由于断层破碎带补给水源丰富,加之受山体运动扰动影响较频繁,因此,不仅要解决目前的渗漏水,还要科学合理地预留防排水通道,做到临时防排水与永久防排水相结合,才能彻底解决渗水问题。我们采取了分层分步安设Yas暗埋式排水半管或局部区域安设排水板的方法:开挖初喷后沿涌水段岩壁环形加密安设排水半管,凡裂缝漏水处,半管沿出水点布设,渗水分散时,采用多根排水半管并放或安设排水板将水流集中引导;分层喷射混凝土施工过程中,凡渗漏水处,钻眼集中引水,安设排水半管,见图2所示。最终,将水导入隧道两侧排水管道。例如,秦岭1号隧道K64+625~525段为F17断层带,岩层界面长,断层地表宽25~50 m,地表至洞身最大高差约300 m,层内静态储水量大,采取的施工方案为:开挖前施做超前小导管注双液浆,开挖初喷后对水量较大处全面安设排水板和加密安设排水半管,施工后初期支护表面无渗漏水。

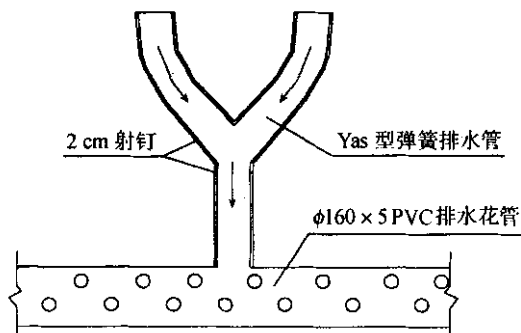


图2

其他断层破碎带及变质岩与岩体接触带绝大部分表现为大面积渗漏、滴淋,水量及水压均较小。若按前述方法处理既费时也不经济,我们采取防排结

合的处理办法。例如:K64+680~625 段为F17 断层影响带,该段为薄层变砂岩,节理裂隙发育,小断层间隔分布,开挖后呈淋水、滴水状态。初期支护中加密安设弹簧排水半管引排水,但初期支护完成一段时间后,表面出现滴漏水。分析认为,F17 断层带注浆堵水施工后,将原水流通道堵塞,一段时间后,水流聚集,渗透到断层影响带,出现新的漏水点。我们采取在渗水部位打孔,初期支护表面凿槽,并安设排水半管引水的措施,效果较好。

我们将此法加以推广应用,在大面积及局域渗漏水段拱脚 2 m 高范围内打设排水孔,孔径为 40~50 mm,孔深 4 m,孔底高于孔口 50 cm,凿槽安设排水半管,见图 3 所示。施工证明此方法对于降低拱部渗水压力,减小渗水范围,集中引流初期支护背后压力水非常有效,防排水效果较好。

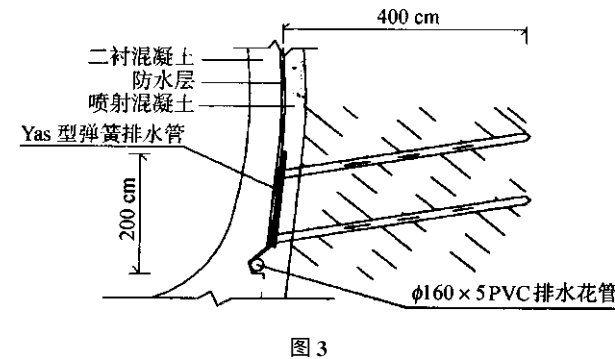


图 3

3 施工控制重点

由于隧道受外界环境变化影响,地下水分布也在变化,因而必须做好防排水处理等隐蔽工程的记录和动态防排水治理工作,严格按设计、规范要求控制每道工序质量。秦岭隧道群在施工中着重控制以下几方面。

- (1)做好洞顶截水沟,洞口排水沟,使洞口排水畅通,阻止洞外地表水流入隧道。
- (2)做好爆破作业控制,减少围岩扰动,尽量减少裂隙贯穿,减弱地下水流动。
- (3)确保质量合格的防排水材料用于工程建设。
- (4)Yas 弹簧排水半管每 10 m 设一环,涌水段加密设置,每一横断面上钻 40~50 mm 孔 6 个,进入围岩 50 cm,排水管从上至下覆盖孔口,上端封口,下端与 φ160×5PVC 排水管碎石过滤层接通。

(5)Yas 弹簧排水半管安设位置合理,引水集中,畅通不堵塞,纵向、横向排水管规范安装预留。每环二次衬砌混凝土施工后,进行通水试验,确保排水通道相互间交接牢固顺畅,排水管道的沉淀池、检查井充分发挥排淤、通畅功能,严格控制水泥处置泥结碎石排水基层施工质量,满足设计强度和透水要求,确保排水系统运转通畅。

(6)初期支护喷射混凝土表面平整度控制:含刚支撑段控制在 3 cm 以内,无刚支撑段控制在 5 cm 以内。处理好初期支护表面的锚杆头、钢筋头。改性 LDPE 防水板采用热熔衬垫无钉铺挂,见图 4 所示,采用爬焊机双焊缝焊接,并对焊缝进行充气检验,压强为 0.2 MPa 时稳定 10 min 不漏气才算合格。严格控制搭接长度、焊接温度和速度,由经培训的专人操作。止水带安设位置准确,保证搭接质量。

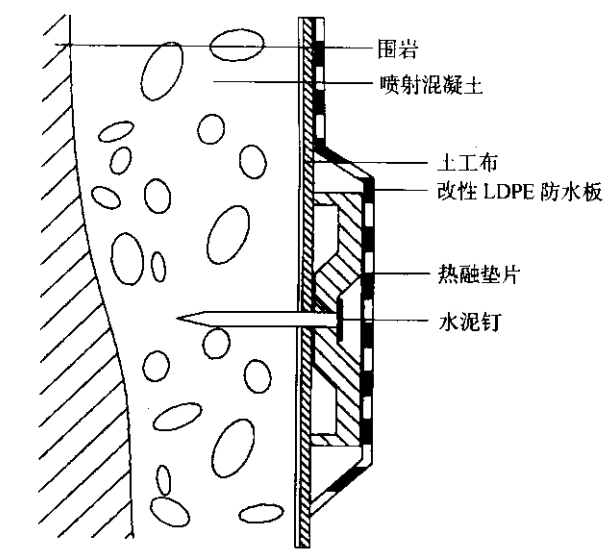


图 4

(7)加强宣传,让施工人员切实认识到防排水施工对于工程质量、安全的重要性,全面做好防排水工作。

4 结语

秦岭隧道群采取一系列防排水措施后,围岩中部分水流被截断路径,部分通过 Yas 排水半管排入纵向排水管,再进入中心排水管,集中排出洞外,衬砌后未出现渗漏水现象,达到了预期目的。