

# 浅谈地铁盾构隧道内整体道床下渗漏水整治

杨绪顺

深圳地铁运营集团有限公司 广东 深圳 518000

**摘要:** 渗漏水病害主要是指地下水或地表水在地铁隧道运营过程中直接或间接地以渗、漏、涌等形式进入隧道内部所产生的危害。对于处在水头压力作用下的软土地区地铁盾构隧道, 因受其施工工艺、隧道结构变形、水文地质条件等因素的影响, 渗漏水病害在运营维护中非常常见。渗漏水病害, 往往呈现量大、面广、点多等特点, 对地铁安全运营造成严重影响。基于此, 本文对地铁盾构隧道内整体道床下渗漏水整治进行如下研究。

**关键词:** 地铁; 盾构隧道; 整体道床; 渗漏水; 整治

## 引言

造成地铁盾构隧道产生渗漏水的因素很多, 概括而言, 可分为内因和外因两大类。其中, 外因主要指作用在隧道周围的孔隙水压力; 内因则是使隧道结构形成渗水通道的各种原因, 主要包括隧道接缝防水性能的劣化、隧道结构的过大变形和隧道施工质量的影响。

## 1 工程概况

地铁区间盾构隧道右线设计起点里程为DK26+725.095, 设计终点里程为DK27+779.996, 长1054.091m。设置联络通道1处兼废水泵房。区间隧道左右线间距约9m。区间隧道最大纵坡坡度27°, 隧道埋深为6~18m, 最小平面曲线半径450m, 隧道内整体道床下渗漏水位置里程为右线DK27+260, 埋深约13m左右, 位于线路直线段。盾构隧道结构形式采用平板型单层管片衬砌, 管片衬砌环由1块封顶块、2块邻接块、3块标准块组成。管片衬砌环纵缝、环缝采用弯螺栓连接, 并设弹性密封垫沟槽及内弧侧的嵌缝槽。

## 2 工程及水文地质

本区间原始地貌为冲洪积平原, 局部为低台地, 地形稍有起伏, 地面高程一般为6.30~14.76m。区间范围内上覆第四系人工堆积层(Q4ml)、第四系全新统冲洪积层(Q4al+pl)、第四系更新统冲洪积层(Q3al+pl)及坡积层(Q3dl)、残积层(Qel), 下伏震旦系混合岩(Z), 局部有花岗岩岩脉侵入。本区间主要为第四系孔隙水及基岩裂隙水。孔隙水主要赋存在表层人工填土层、冲洪积砂层和残积的砂质黏性土层中, 略具承压性, 基岩裂隙水赋存于强风化及中等风化岩中, 具承压性, 稳定地下水位埋深0.10~7.50m, 水位高程-0.14~13.45m。地下水的排泄途径主要是蒸发, 主要补给来源为大气降水。

## 3 漏水点位置及原因分析

### 3.1 漏水点位置

该漏点在本区间上行K27+260处, 整体道床伸缩缝呈现翻浆冒泥现象, 两侧排水沟均有漏水, 右侧排水沟漏水较大, 出现小型涌水现象。

### 3.2 漏水原因分析

盾构隧道渗漏水原因涉及盾构管片制造、养护、运输, 防水材料质量及施工拼装状况等多方面因素。因流水口在道床水沟内, 且整体道床伸缩缝呈现翻浆冒泥, 无法确定具体漏水根源, 采取环氧树脂灌浆液堵漏达不到预定效果, 分析其漏水原因有以下几种: 管片质量达不到防水标准, 或存在贯通裂缝<sup>[1]</sup>; 管片止水条粘贴不牢固, 使管片与止水条间有间隙; 管片在吊装、运输过程中发生碰撞, 管片止水条胶条破损, 管片破损开裂; 地下水丰富, 壁后注浆不密实, 形成渗水通道。

对渗水点前后15米范围内进行地质雷达探测, 检查隧道管片及初支之间是否存在空洞情况, 根据检测结果, 隧道支护管片背后局部欠密实, 但未见明显空洞或脱空等异常。结合探测数据和现场勘查情况分析, 初步判断漏水口在道床下管片与管片的拼缝处, 存在渗水通道, 且靠近道床边右侧<sup>[2]</sup>。

### 3.3 堵漏方案制定

为了更好地、更有效地解决漏水问题, 结合现场实际情况, 及一系列的原因分析, 研究决定改变注浆方案, 改用双浆液注浆堵漏方案, 注浆浆液采用水泥浆与水玻璃双液注浆。水泥、水玻璃双浆液试验成果表明, 水泥、水玻璃双浆液的凝结时间呈以下规律: (1) 水玻璃模数较大时, SiO<sub>2</sub>含量高, 凝结时间短, 结石强度高; 水玻璃模数较小时, SiO<sub>2</sub>含量低, 凝结时间相对较长, 结石强度较低。(2) 其他条件相同时, 随水泥浆浓度的增加, 凝结时间缩短。(3) 其他条件相同时, 水玻璃浓度为30°~50°Be'时, 凝结时间缩短。(4) 其他条件相同时, 水玻璃与水泥的体积比在0.3:1~1:1范围内时, 水玻璃用量较少, 凝结时间较短。水泥浆: 水玻璃(体积比)=1:0.3时, 凝结时间较短, 为30S左右; 水泥浆: 水玻璃(体积比)=1:0.5时, 凝结时间稍长, 为50S左右。水泥浆与水玻璃比例相同情况下, 随着水灰比的减小, 抗压强度增大。集合实验数据, 决定采用P.C42.5普通硅酸盐水泥, 水泥浆液水灰比为1:1, 水玻璃采用35Be'水玻璃<sup>[4]</sup>进行灌注。

## 4 漏水整治

### 4.1 设备、人员、材料进场

按照既有线运营施工管理和施工时间要求, 利用夜间天

窗时间将设备、施工材料、设备材料运输至联络通道内,对物料及机具进行完整包装覆盖并做好固定,搬运过程中做好沿途设施设备的成品保护。注浆材料主要为水泥和水玻璃,设备主要为注浆机、注浆管、搅拌罐、电缆线等。堵漏前做好施工人员施工前的技术、安全等的交底,熟悉施工现场,工艺流程及安全操作要点,听从指挥,确保在允许施工时间内完成施工任务,同时做好施工现场的清理工作。

#### 4.2 堵漏计划及配合

堵漏计划为6天时间,2天是转运材料时间,2天堵漏时间,2天为堵漏后观察时间。根据地铁运营时间安排,每天的施工时间在01:00至04:30之间,为高效率的完成注浆作业,施工人员按时到达请点车站,待到施工批准后,听从施工负责人安排,进入轨行区,做好安全防护后,进行施工作业。因注浆过程中,注浆液会随水流进集水井,需运营给排水专业人员进行配合,随时观察废水泵房内水泵运转情况<sup>[3]</sup>。

#### 4.3 现场整治

现场堵漏整治施工顺序如下:(1)在漏水口前后各2环管片注浆孔处预埋注浆接头阀,用快干水泥封堵空隙,封堵要密实,确保注浆时不漏浆。先从外两环处开始注浆,由远到近,其他两个备用;(2)打开球阀,用长钻头打穿注浆孔,待钻孔有水流后,快速抽出钻头,关闭球阀;(3)安装注浆三通接头,连接注浆管,开始试压注浆,边注浆边观察注浆压力;(4)注浆施工严格按照工艺流程图;(5)注浆系统采用SHB型柱塞式双缸双液灰浆泵,两个活塞分别注水泥浆和水玻璃;(6)注浆过程中主要通过听声音、看压力、看注浆量来判断注浆的实施效果。注浆中应密切注意注浆压力的变化,随着浆液的注入,地层中的空隙被填充,注浆压力也逐渐增大。注浆结束标准:保持注浆压力( $\leq 0.6\text{MPa}$ )下,注入量小于 $1\sim 2\text{L}/\text{min}$ ,并稳压20分钟,即可结束注浆。

### 5 应急预案

#### 5.1 钻孔时喷水风险的预防与处理

因管片钻孔引起的喷水,在拔钻的同时,提前准备好的防喷水桶罩住,同时施工人员及时关闭球阀。

#### 5.2 管片上浮、道床起拱的风险预防与处理

首先开始进行试压注浆,严格控制注浆压力和注浆量,提高注浆质量,对流水口严禁堵塞,保证流水畅通,管片后

不会有注浆压力聚集,对管片道床不会造成起伏或者起拱的影响。浆液有较短的初凝时间与较高的剪切强度,利用注浆在漏水周围形成环箍,使隧洞纵向形成间断的止水隔离带,以减缓、制约管片上浮,并加强隧道的监测频率<sup>[4]</sup>。

#### 5.3 加强监控测量

在施工期间必须时刻保持对管片上浮及道床的监控测量,安排结构监测单位对施工范围进行实时监控,保证注浆期间管片不能上浮及道床正常,不影响次日地铁正常运营,注浆完成后连续观察,保证注浆效果,漏水完全封堵<sup>[5]</sup>。

#### 5.4 加强排水沟及集水井观察

注浆期间注浆液会随流水井、排水沟流到沉沙井、集水井,会造成堵塞,随时观察水泵运转情况,在排水沟及泵房入口处各派专人观察浆液随流水溢出情况,一旦有浆液终结在排水沟中立刻清理<sup>[6]</sup>。

#### 结束语

通过以上制定的整治方法,在预计的施工计划周期内,圆满完成了整治工作,通过持续一年的观察,此漏水点再未出现漏水情况,隧道结构和整体道床也未发生变化,很好地保证了运营线路行车安全。当隧道内发生漏水时,应查明水源、漏水位置及漏水量大小,遵循“防、截、排、堵相结合,因地制宜,综合治理”的原则进行整治,达到防水可靠,经济合理。在施工阶段控制管片拼装及防水施工质量,建设移交前完成全线渗漏水整治,才能体现“地铁建设为运营的理念”。以上建议,仅供参考,如有不当敬请谅解。

#### 参考文献:

- [1]张冬梅.上海一号线地铁隧道结构安全评估研究.上海市:同济大学,2017-01-20.
- [2]王雪龙,刘军,龚赟.盾构隧道管片施工缝截水防渗工艺[J].中国建筑防水,2016,(21):32-34.
- [3]陈梦捷,潘海泽,贺建,缪玮.模糊熵理论在地铁隧道渗漏水中的应用[J].地下空间与工程学报,2016,12(S1):62-65.
- [4]方旭,朱蕾.渗漏水对软土地区地铁隧道纵向沉降影响的试验研究[J].路基工程,2016,(03):104-107+123.
- [5]王俊.城市地铁盾构法隧道渗漏水预防[J].门窗,2016,(05):253-254.
- [6]王晓峰,杨智淞,姜笑恒.地铁暗挖隧道初支结构渗漏水的治理[J].市政技术,2016,34(03):107-109+112.