

# 地铁隧道工程渗漏处理技术

陈东巨

**摘要:**介绍地下工程的防渗漏处理技术,分析地下工程渗漏的原因,给出处理渗漏问题的实用方法。

**关键词:**地铁隧道;渗漏;防水;综合治理

## 1 概述

在地铁隧道等地下工程中普遍存在不同程度的渗漏水问题,因受到地下水的侵蚀和渗透,使得结构强度降低,影响了使用年限。地铁隧道渗漏处理及防水,其技术复杂,难度大,要求高。长期以来,人们对地铁隧道工程防水技术的复杂性、综合性认识不足,在设计、选材、施工中的方法不当,加之其他自然因素,如基础不均匀沉降、地震、结构变形、膨胀等原因,使得已竣工的地铁隧道工程出现不同程度的渗漏水问题。

## 2 渗漏原因分析

(1) 对隧道渗漏问题的重要性认识不足。一些地铁隧道的设计和施工,认为渗漏水对结构的安全影响不大,没有对所建工程的地下水环境规律进行分析。因此,在设计与施工中对防水工程按程序简单化处理,缺乏有效的防水方案设计,造成工程建成后出现渗漏问题。

(2) 工程水文地质资料掌握不

全或不准。钻探资料少,未按要求进行。凭借其他资料,未加验证,使用年代已久远的地质资料来推断所建地下工程地区的水文地质情况,造成设计的防水方案失误。

(3) 结构与防水设计处理不当。防水设计与工程结构设计未很好结合,结构形式设计过于复杂,不利于防水。防水和管道线路没有很好的配合,细部结构不当,往往成为地下水渗入的主要通道。

(4) 施工质量不良。在防水混凝土施工中,为作业方便,任意加大水灰比;混凝土捣固不密实或捣固过久,表面浮浆过厚或漏捣以致出现蜂窝和鼠洞;混凝土中混入杂物,绑扎铁丝穿透混凝土层,出现露筋;砌体缝灌浆不饱满,混凝土或砂浆养护时间不足,表面干燥,聚冷聚热,均引起裂缝而渗漏。

如地铁区间隧道的管片,在正常情况下,管片能做到结构自防水。但有时由于在制作过程中选定混凝土的配合比、水泥用量、入模温度、浇筑顺序、养护时间等环节上出现失误,表面收缩开裂。在吊装、运输、

拼装过程中的操作不当,造成管片丢角、损边,甚至出现贯穿性裂缝。拼装成隧道后,管片自防水达不到设计要求的抗渗等级,从而出现渗漏。

(5) 竣工后工程维护不好。当工程竣工后,覆土回填时,作业不慎损坏了原有的防水层。处于流沙地带的地下工程,由于长期抽水,基础下层产生不均匀沉降。

(6) 特殊部位未作防水处理。矿山法施工的地铁隧道的侧墙与基础、侧墙与拱脚等薄弱部位未作特殊防水处理(图1)。此外,基层块石夯填不均匀,地基土质差,竣工后产生不均匀沉降或结构上的负荷变化事前没有做特殊处理,都会使基础断裂以致渗漏。

(7) 建筑材料质量不符合要求。采用的水泥强度虽然很高,但稳定性差,凝固后容易产生裂缝或鼓起。

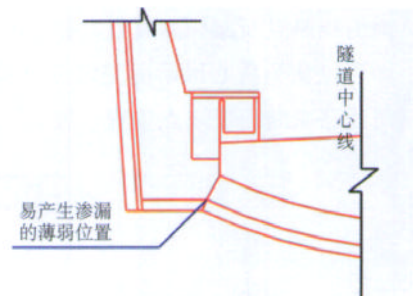


图1 隧道侧墙与仰拱间的薄弱位置

陈东巨:上海铁路城市轨道交通设计研究院,工程师,上海 200070

采用的料石受爆破震裂,以致地下水极易从料石的裂缝中渗入。

### 3 渗漏综合治理技术

#### 3.1 一般隧道的处理技术

无论对于隧道的何种渗漏,一经发现必须立即处理。堵漏的原则为大漏变小漏,缝漏变孔漏,即将大面积的渗漏水缩小为小面积或集中于一点,最后堵塞漏水。一般隧道治理堵漏的方法有如下几种。

(1) 直接堵漏法。无论是孔漏还是缝漏,只要是水压不大(水位在2 m以内),无论出现在结构的哪个部位,都可用直接堵漏法。即在漏孔处剔出一个直径20 mm、深40 mm左右的圆柱槽,缝漏处沿缝剔成“八”字形边坡沟槽,用水洗干净,将制好的水泥胶浆搓成圆锥形或条形,待开始凝固时,分别塞入圆槽或缝槽内,用力压实,使胶浆与槽壁紧密结合,粘结严密。检查无渗漏,用砂浆把沟槽扫毛,待其有一定强度,再做防水层(图2)。

(2) 下管堵漏法。对水压较大(水位2~4 m)的渗漏,在孔漏处、缝漏水处都可采用下管堵漏,变缝漏为孔漏。打一孔,下一根直径小于10 mm的漏水管,把漏水管周围的沟槽或圆槽先用水泥胶浆灌满并压实,经检查不漏,再做防水层。防水层最



图2 直接堵漏法施工现场

好做柔性和刚性两道防线(特别是穿墙管有渗漏处)。柔性防水是涂刷聚氨酯防水涂料或硅橡胶防水涂料3~4遍,涂刷的重点是胶浆与穿墙管的交接处和漏水管四周。涂刷半径20 cm刚性防水,一般选用阳离子氯丁胶乳水泥砂浆,水泥、中沙、乳胶、水配合比为

1:2:0.14:0.12。涂抹半径为25~30 cm,厚度15 mm,起防水和保护层作用。防水层的涂抹半径一定要注意比漏水处剔出的沟槽大,待刚性防水层达到一定强度后,拔出漏水管,用直接堵漏法或注浆法堵水,用水泥—水玻璃,最后做一遍防水处理。

(3) 对水压很大(水位在4 m以上)的裂缝渗水或较大的孔洞渗水,先将一根直径30~50 mm的铁管埋在漏水处剔好的槽内(缝漏变孔漏可用半圆贴片法),再施工防水层,也可做刚性防水和柔性防水。最后将铁管堵死,并在渗水范围内做一遍防水层。

(4) 变形缝处的渗漏,可采用粘贴氯丁橡胶片、涂刷氯丁胶片的方法堵漏。施工前先将变形凹槽清理干净、平整、干燥,涂刷氯丁胶作为底胶层。如采用粘贴法,应在底胶层干燥后再均匀涂刷界面胶1~2 mm。粘贴时用手背接触胶层不粘手为宜,粘贴后局部如有空鼓,应割开后补贴一层胶片。施工时要注意粘贴胶片的长度不宜超过



图3 某地铁隧道裂缝修补施工现场

2 m,搭接长度10 cm。覆盖层应在胶层溶剂挥发后1~2天进行。应先抹素浆一道,再做混凝土覆盖面层,要求用木板或木丝板将覆盖层隔开。若采用变形缝堵漏方法涂刷,涂刷次数不应小于5~6遍,中间设1~2层脱腊玻璃布作为衬托层,每层涂刷应在前层干燥后进行。涂刷应均匀,防止气泡存在,转角处玻璃布贴铺时不要绷紧。涂刷最后一遍时,表面应上砂粘,再做混凝土覆盖层。

#### 3.2 盾构法施工地铁区间渗漏水处理技术

对盾构法施工地铁区间隧道渗漏水防治工作,应根据隧道具体情况采取针对性措施。

(1) 对于进出洞口连续几环集中漏水且漏水量较大的区段,采取壁后注浆。在钻穿管片压浆孔后压入水泥和粉煤灰浆液,使浆液在管片外形成外防水层。其要点在于浆液量一次性要压足,压力也要控制在一定的幅度范围内。

(2) 对于环缝、螺孔处渗漏、点漏、线漏,宜在漏水处埋入注浆嘴(用速凝水泥封缝),其周围环缝采用工字形水膨胀腻子条加封氯丁胶乳砂浆作整环嵌缝处理,或者采用快凝水泥抽管封缝(下转第46页)

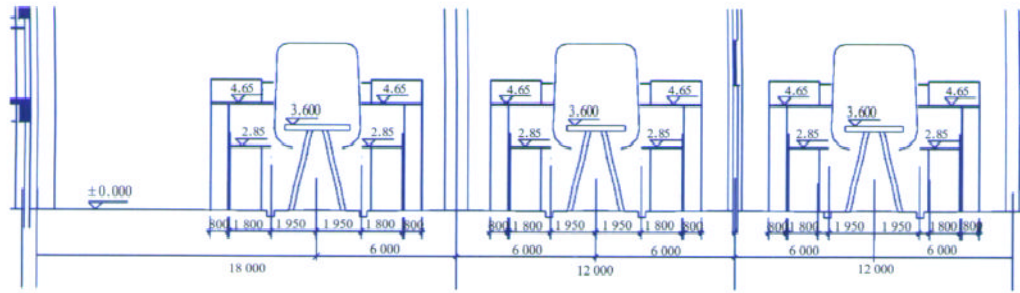


图3 运用检修车库剖面示意图 (单位: mm)

筑设施有1座运用检修库、1座中心仓库和1座汽车库。平面布置以运用检修库为主体,中心仓库和汽车库分布在其邻近处。运

见图3。

运用检修车库的土建设计还须注意进出列车的库门和库内地坪。为便于车辆检修,库内为钢轨道梁结构,库外为混凝土轨道梁结构,一般在库门中心线处变换。设计时须根据磁浮线路结构的技术要求、附属结构如定子、动力轨的间隙等因素综合选择门的形式和合理定位位置。由于磁浮车辆拆装运输部件的常用工具为高精度叉车,其货叉控制精度等级为毫米级,这种叉车的另一特点是底盘低和走行轮轮径小,因此,对库内地坪的平整度要求很高,库内叉车通行和作业处的地坪面,须避免设置排水地沟及电缆沟。

为便于新车组装和大部件的换件修,在检修线上须设置2台32 t

桥式起重机。因2台起重机用于同时起吊一个车体,必须注意同步性。选型时,起重机的主钩一般选用变频调速,2台起重机的各档次速度要完全一致,以保证起吊时的安全运行。磁浮车辆的检查、检修主要集中在车辆地板下的底盘结构处,因此作业面分为2层工作面,分别对应梁侧检修平台和梁下检修平台。以轨道梁轨面作为基准标高0.00,其设置标准为梁下检修平台设在轨面以下1.7 m标高处,用于对车辆的磁铁组件的检测;梁侧检修平台设在轨面以下0.75 m标高处,用于下部设施的检测和拆装;检修平台是检修作业中最主要的辅助设施,梁下一般采用固定式,梁侧一般采用可移动式。

上海磁浮线车辆基地内主要建

用检修库的库内设3条停车检修线,库长229 m,宽42 m,共3跨,跨度为12 m+12 m+18 m。车库侧接与库等长,宽30 m的辅助生产办公用房。基地的库内主要除配置了2台32 t的起重机,还配置了钢制检修平台、车刨锯的常用机械设备、部分试验设备、蓄电池充放电设备等设施设备。

## 4 结束语

磁浮车辆基地的设计直接影响着磁浮车辆的安全运营,设计时应充分结合车辆维修的特点进行,考虑周全细致,合理布置车辆基地的总平面,配置设施设备,为将来运营管理和实际维护提供可靠保证。

收稿日期 2007-06-11

(上接第43页)处理后,压入防水浆材,使浆液充满整个环缝,浆液遇水发生反应凝固或自身反应凝固,堵住渗水通道而达到止水效果。对于螺孔还应先将螺帽拧下,将水放掉后,重新换上新的密封圈。部分渗水量不大的环向缝隙,也可以采取抽管封缝处理的方法,将水引导到底部,流入排水沟。抽管的作用是在环缝内形成一条通道,使水顺着通道向下流淌,达到引流的目的。

(3) 对管片碎裂、边角缺损部位,可清除碎裂部分,清洗干净,采用高强、快凝、粘接良好的材料(如环氧树脂)修补。必要时也要采取钻孔埋管注入环氧树脂的办法堵漏。当管片出现潮湿或微渗漏时,说明裂缝很小,可以采用无机水性高渗透密封剂涂刷封闭处理。

## 4 结束语

地铁隧道等地下工程渗漏处理

技术是一项复杂的系统工程,它涉及到建筑与结构设计、工程材料、施工操作和管理维护等诸多因素。在整治过程中要遵循“防堵结合、刚柔相济、因地制宜、综合整治”的原则。根据现场实际情况,分别采用“堵、排、涂、抹”的施工方法,以达到治渗漏与防水的目的。

收稿日期 2007-05-20



# ABSTRACTS

## **Strategy Being Adopted in Shanghai to Develop Urban Rail Transit Network** Ying Minghong 2

This paper presents the strategic target for and sustainable approach to the development of the rail transit network in Shanghai, and also the research and experience on the planning, building, operation and management, and technical innovation in association with the rail transit network in Shanghai, based on the rapid development of the rail transit network under the policy of China to give priority to develop public transit.

## **Design for Full Height Screen Doors to be Used in Huadiwan Station of Metro Line 1 in Guangzhou** Yan Zhiqian 26

This paper presents the design and structure calculation of the 3m full height screen doors to be installed in Huadiwan station of metro line 1 in Guangzhou.

## **Metro Car's Emergency Door System for Passenger Evacuation** Yin Ruizhong, Yu Tailiang 28

The article introduces the constitution, functions, structural characteristics, and operation of the emergency door system of metro cars for passenger evacuation. In case an emergency takes place while the train operates on the main line, passengers can leave the train rapidly and safely through the emergency doors provided on both ends of the train.

## **Analysis and Selection Factors of Leaky Coaxial Cable** — — **Application of Leaky Coaxial Cable in Metro's Radio Communication** Zhou Hang 31

The paper describes comprehensively the structure, working principle and performance index of various types of Leaky Coaxial cable so as to guide their selection for both the metro radio communication and the public communication systems.

## **Judging and Handling of Traction Malfunctions of Electric Passenger Car for Metro Line 1 in Nanjing** Tao Yun 36

This paper presents how to promptly judge and deal with the abnormal conditions or malfunctions of the components of the braking, train bus, and signaling systems etc., based on the malfunction supervision display in the cab and the operation experience, so as to ensure safe start and normal traction of the train and to minimize obstruction of the faulty train on the main line.

## **Technique to Handle Leakage in Metro Tunnel** Chen Dongju 42

This paper presents the causes for and the effective technique to remedy the leakage in underground construction.

## **Design of MAG-LEV Base** Qi Yuhua 44

This paper presents the design of the general plane, lines and major facilities etc. of MAG-LEV vehicle base referring to that

in Shanghai.

## **Calculation of Shield Center Line for Rail Transit Tunneling** Zhang Bin 39

This paper puts forward the method for the alignment design calculation of the shield's center line in the plane and longitudinal section, based on the geometric relation of the transverse and vertical excursion of the shield's center line in the curve section of the rail transit line in relation to the center line of the track.

## **On Linkage of Emergency during Metro Operation** Liu Leyi 47

The paper presents how to deal with the linkage of emergency during the metro operation in order to improve the operator's capability to cope with the unexpected event.

## **Solutions for Weak Field Strength Areas in Radio Train Dispatching System** Hong Weihua 50

The paper presents the harm, and the solutions, of the weak field strength areas existing in the domestic radio train dispatching system, based on the system configuration and solution principle and with examples of engineering application.

## **Discussion of Technical Treatment of Emergency Button in Passenger Car Operating in Driverless Mode** Xiao Peilong 52

This paper presents the probe into and suggestions on the arrangement, functions and technical treatment of the emergency buttons in the passenger car of the driverless train for transit (DTO/UTO).

## **Clean-up of Redundant Data in Station Database of AFC System for Light Rail in Chongqing** Si Yalan 55

The paper presents the storage process and the relevant SQL sentence of Oracle 9i PL/SQL, and analyzes the execution details with emphasizing the issue of how to unitize the limited disc space to handle the unlimited increasing redundant data, based on the actual maintenance of the station database of AFC System for Chongqing light rail line 2. The database is optimized as a result of the cleaning up.

## **Installation of Screen Doors for Metro Line 1 in Nanjing** Xu Jianguo, Gao Ruisheng, Ji Wenbin 59

This paper presents the planning, safety management, and difficulties and measures taken for screen doors installation for Nanjing metro line 1.

## **EI32-JDC Computer-based Interlocking System for Urban Rail Transit System** Huang Yihong, Sun Tao 63

The paper introduces the configuration, main technical data and performance of EI32-JDC computer-based interlocking system for urban rail transit.