

# 杭州地铁红普路站防水措施及渗漏水治理

潘佩君<sup>1</sup>, 谢铭祥<sup>2</sup>, 王志虹<sup>3</sup>, 杨仲坡<sup>1</sup>, 蔡永元<sup>2</sup>

(1. 安徽理工大学 土木工程系, 安徽 淮南 232001; 2. 浙江大成集团轨道交通有限公司, 浙江 杭州 310012;  
3. 中国水电顾问集团华东勘测设计研究院, 浙江 杭州 310003)

**摘要:** 杭州地铁红普路站主体结构已施工完毕, 发现有几处结构裂缝在渗漏水。这在地下工程中, 是普遍存在的现象。结合该车站具体情况, 首先介绍了设计、选材、施工所做的防水措施, 然后分析了产生渗漏水的原因, 最后采用化学堵漏法对渗漏水处进行治理。

**关键词:** 地铁车站; 诱导缝; 全包防水; 堵漏

**中图分类号:** TU761.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2010)11-0034-03

## Water prevention measures and water leakage control in Hangzhou Hongpu Road Metro Station

PAN Pei-jun<sup>1</sup>, XIE Ming-xiang<sup>2</sup>, WANG Zhi-hong<sup>3</sup>, YANG Zhong-po<sup>1</sup>, CAI Yong-yuan<sup>2</sup>

(1. Department of Civil Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China;  
2. Railway Transportation Company Ltd., Zhejiang Dacheng Group, Hangzhou, 310012, China;  
3. East China Survey and Design Institute, China Hydropower Consulting Group, Hangzhou 310003, China)

**Abstract:** The main structure construction of the Hangzhou Hongpu Road Metro Station was completed and it was found that the cracks in several structures were in leaking. This was a general phenomenon existed in the underground projects. In combination with the certain conditions of the metro station, the paper firstly introduced the water proof measures in the design, material selection and construction. Then the paper analyzed the causes of the water leakage occurred and the chemical grouting method was applied to treat the location of the water leakage.

**Keywords:** metro station; guided water conducted crack; full package water prevention; leakage sealing

杭州地处长江三角洲南翼, 杭州湾西端, 钱塘江下游, 京杭大运河南端, 土层主要有砂质粉土、淤泥质粉质粘土、粉砂。它的地下水主要有三层: 地表下的重力潜水(局部有上层滞水); 钱塘江或苕溪古河床的承压水; 隐伏基岩中的裂隙水(零星存在)。深基坑开挖由于大多在 15m 左右, 故关系密切的是地表潜水, 该层水埋藏于人工填土层与粉土、粉砂层中, 潜水位深度一般为 0.4~2.0m。如此高的水位和如此软的土质, 对杭州地铁车站的防水设计与施工是一种考验。

## 1 地铁车站结构的防水设计、选材与施工

### 1.1 车站结构的防水设计

#### 1.1.1 诱导缝、施工缝、变形缝的防水构造

1) 诱导缝是具有一定抗弯刚度和防止剪切移动, 接缝张开、顶大底小、变幅很小的变形缝。设置诱导缝是为了使车站具有一定的纵向刚度, 防止当车站受到纵向力作用时混凝土开裂和接缝漏水。诱导缝设置以 24m 为宜, 该车站

的诱导缝均采用 35cm 宽外贴式橡胶止水带和 35cm 宽中埋式钢边橡胶止水带加强防水, 止水带均为中孔形。由于顶板外表面无法设置外贴式止水带, 需要在顶板诱导缝迎水面设置密封胶嵌缝槽及防水加强层, 密封胶与侧墙外贴式橡胶止水带连接密实。顶板诱导缝的下表面设置排水槽, 并与侧墙设置的纵向接缝、防潮墙接头施工缝均应预留凹槽并进行嵌缝密封; 中板设置一道遇水膨胀橡胶止水条(30mm×12mm)。外贴式止水带均采用橡胶类止水带, 密封胶可采用低模量聚氨酯密封胶或聚硫密封胶。楼板诱导缝所设膨胀橡胶条与横向施工缝所设遇水膨胀橡胶条尺寸一致。顶板诱导缝处防水层应做加强处理。顶板诱导缝防水构造图如图 1 所示。

2) 车站施工缝设在结构受剪力较小且便于施工的部位, 并保证车站内部设施(如水池、电梯井、出入口等)的完整性。顶、底板均不得留置水平施工缝, 纵向施工缝宜与温度伸缩缝或后浇带相结合。横向垂直施工缝均设置双道遇水膨胀止水胶和一道可全断面出浆的注浆管。遇水膨

收稿日期: 2010-07-29

作者简介: 潘佩君(1986-), 女, 浙江金华人, 2008年毕业于吉林建筑工程学院土木工程专业, 研究方向是地下工程结构。

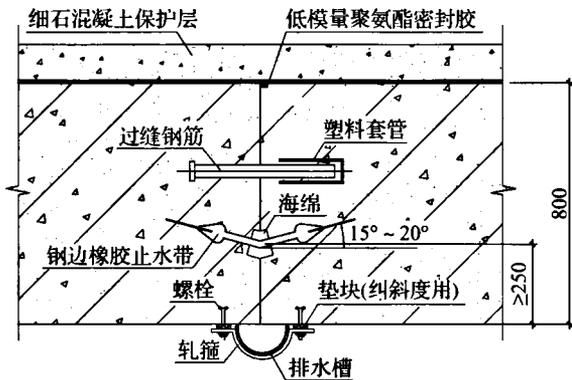


图1 顶板诱导缝防水构造 (mm)

胀止水胶的断面尺寸为 20mm × 10mm。纵向水平施工缝均设置一道镀锌钢板止水带(宽 300mm, 厚 3~4mm)和一道遇水膨胀止水胶。

3) 出入口、风道与主体结构之间设变形缝, 缝宽 20mm。变形缝做法如同诱导缝。侧墙和顶板变形缝背水面一侧预留凹槽, 设置不锈钢板接水盒。

### 1.1.2 车站顶板、底板、侧墙防水设计

车站结构的顶、底板及侧墙均采用补偿收缩防水混凝土进行结构自防水。在底板基层上涂布底层涂料(相当于沥青卷材防水层中的冷底子油), 目的是隔绝基层潮气, 提高涂膜同基层的粘结力。侧墙与顶、底板防水层采用聚氨酯涂膜防水材料。底板防水层铺设完毕, 除掉卷材的隔离膜, 并立即浇筑 50mm 厚 C20 细石混凝土保护层, 侧墙防水层需采取保护措施避免防水层受到破坏。顶板防水层上表面设置有 350# 纸胎油毡隔离层, 再浇筑细石混凝土保护层。顶板结构(诱导缝部位)横剖面防水图如图 2 所示。

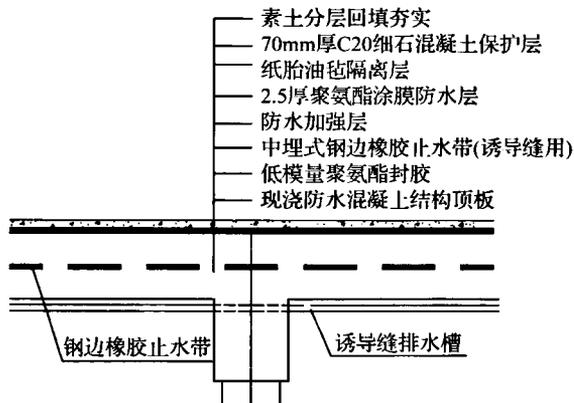


图2 顶板横剖面防水图

### 1.2 车站防水选材

车站结构的防水材料首先从防水混凝土的水泥、骨料、外加剂、水、矿物掺合料、辅助材料(抗裂防水剂)入手, 层层把关。其次, 经比较选用高效、实用、经济的外包防水材料, 比如顶板防水层采用的单组聚氨酯防水涂料, 是新一代理想的高分子弹性防水、防腐涂料, 与混凝土、

砖瓦、沥青、钢材、石材等材料有极好的粘结力。最后, 做外包防水的材料尽量选用无毒、低污染的材料, 以保护施工人员的身体和周围环境。

### 1.3 车站结构防水施工

车站结构施工前, 根据工程对象、设计要求及施工季节, 由混凝土供应商进行抗裂混凝土施工用配合比设计和试配工作。本车站混凝土采用防水抗渗等级为 P8 的商品混凝土, 掺入高效减水剂, 以减少混凝土的收缩量, 避免过多因拉应力而产生的裂缝。除掺入高效减水剂外, 还掺入了活性矿物材料(如硅粉、磨细矿渣、粉煤灰等), 它们不但增加了混凝土的致密性, 而且也降低或消除了游离氧化钙的含量, 提高混凝土的耐久性。

地下结构施工由具有防水资质的专业队伍来完成。接缝是防水的薄弱环节, 应予以重视。诱导缝应认真埋设预埋橡胶止水带, 安装前应检查有无破损, 定位要正确牢固。止水带的搭接采用现场硫化方法保证质量, 要特别注意浇筑接缝处混凝土的质量, 加强振捣, 防止走模。施工时, 首先将橡胶止水带两边用细铁丝吊起, 将止水带下面的混凝土振捣密实, 将止水带摆放好, 浇混凝土后再振捣一遍以保证其密实度, 又不破坏止水带原状, 断绝了水渗入的通道。施工实践表明, 严格管理, 按照操作程序施工, 诱导缝可做到 100% 完好, 确保裂而不漏。

### 2 车站结构渗漏水产生的原因

根据现场察看渗漏点分析, 主要集中在主体结构的变形缝、施工缝、预留孔和主体结构不规则的裂缝等处。

1) 变形缝的渗漏原因可能是在施工中不慎造成止水带的破裂或止水带位置错位, 且变形缝因地质沉降形成不均匀状态时很容易开裂。

2) 在浇捣混凝土时, 混凝土的坍落度可能会在运输及振捣过程中稍有损失。浇捣完成后, 由于养护未能及时跟上水分的过快挥发而产生裂缝。

3) UEA(微膨胀剂)的设计掺量为 8%~12% 作为裂缝补偿收缩的膨胀使用, 一般情况 UEA 是在长期有水的情况下使用比较理想。在主体表面干燥的情况下裂缝补偿能力大幅度下降。

4) 由于温度变化, 如浇筑大体积混凝土时, 混凝土内部的水化热未能及时消散, 因热胀冷缩而导致裂缝产生。

5) 钻孔灌注桩与内衬墙中设有一道防水层, 容易因钢筋布置错位而破坏。

6) 外墙防水在实际施工中受到损坏, 有一些未及时发现并修补好。

7) 主体结构施工时底板预留有泄水孔, 通过对地下水压力一定的释放, 降低结构底板、侧墙所承受的水压力。但随着泄水孔的封堵及杭州市雨季的到来, 地下水位升高、水压力增大, 致使在结构薄弱处局部出现小面积渗水。

8) 全包防水中, 未作到无积水防水板施工或防水板在

阴阳角及底板、侧墙处不能平缓过渡造成防水板鼓包,从而影响防水效果。接头焊缝处有夹缝或焊腔。虽然顶板防水涂料上铺一层油毡保护层,然后再浇注细石混凝土保护层,施工中仍会有点小破损。

9) 车站出入口和开口顶板因冬天干冷空气在车站内形成对流而使混凝土开裂。

10) 车站整体结构的不均匀沉降。由于杭州地铁下卧层多为粉土、粉砂,且地下水位变化大,极易引起地层的不均匀沉降,从而引起结构裂缝的产生。

### 3 车站结构堵漏技术

在治理堵漏前,施工人员应掌握工程原防、排水系统的设计、施工及验收资料。有降水和排水条件的地方,应做好降水和排水工作。

#### 3.1 结构堵漏施工原理

该车站堵漏采用化学灌浆法,即用高压动力将化学灌浆材料注入混凝土裂缝中。当浆液遇到混凝土裂缝中的水就会迅速分散、乳化、膨胀、固结。裂缝越宽,水溶性聚胺脂浆液流速越大,进入裂缝就越深,灌浆效果越好。水溶性聚胺脂初始膨胀率能够达到100%,形成胶凝体以后,第一次膨胀消失,但具有很好的弹性,成为稳定的类似止水橡皮的弹性体。

#### 3.2 渗漏水治理工艺

该车站采用柔性材料即丙凝高压灌注和聚胺脂高压灌注堵漏工艺相结合的办法对裂缝进行堵漏。

##### 3.2.1 丙凝高压灌注堵漏工艺

1) 根据工程的渗漏水特征,仔细检查渗漏水的准确部位。

2) 在检查出渗漏的准确部位后进行凿槽,槽的深度  $h \geq 200\text{mm}$ ,宽度  $b = 60\text{mm}$ 。在封槽前应用清水清洗槽内的粉尘及渣渍。以便封槽时的水泥浆与原结构具有良好粘接力。

3) 变形缝清洗完槽后,用油麻作为填充物,形成一道防水层。

4) 封槽应采用高标号水泥与速凝剂、水充分搅拌均匀后嵌缝(速凝剂与水的比例通常为1:3)。在封槽时应间断埋设注浆管(通常每1.5m封槽埋设1组)。注浆管部位,应使管底部与漏水裂缝孔隙相交,并选在漏水量最大处。

5) 封槽后待水泥浆强度达到75%后应进行压水或压气检查,其目的是检查灌注浆设备管路的运转情况。同时也检查封槽和固结浆管的强度,进一步选定灌注参数(如:凝结时间、灌注压力、配浆量等)如有漏水或漏气应重新修补。

6) 在具备压浆条件后,根据漏水的情况,进行配制浆液,浆液配制好后应先进行小样试验,在具有理想的凝结时间、强度及相关技术参数后方可进行注浆。注浆时应注意先放清预制槽内的积水,以使水和浆液混合后造成浆液稀释达到预期的技术指标。

7) 灌浆是整个化学灌浆的中心环节,须待一切准备工作完成后进行。灌浆前必须有组织的进行分工,固定岗位,尤其要有专职熟练的人进行操作。灌浆时应注意压浆的压力,一般选用0.3~0.4MPa。

8) 灌浆完毕后应及时检查注入的浆液是否密实,若有不能满足技术要求的应及时采取相应措施,直至达到要求为止。达到技术要求后方可封堵注浆管。

9) 为防止缝槽的水泥浆凝固后收缩产生裂缝,应在其表面用1:3水泥砂浆做表面保护层,并立即浇水养护。

##### 3.2.2 聚胺脂高压灌注堵漏工艺

1) 寻找裂缝:首先应对裂缝进行分析并按裂缝宽度、长度的不同分别取芯以确定裂缝深度的发展规律。对于裂缝表面潮湿的地方先清扫积水,表面不易干燥的地方,用喷灯烘干,裂缝位置确定后用色笔或粉笔沿裂缝做好记号。

2) 钻孔:按混凝土结构厚度、距离裂缝为50~150mm沿裂缝方向两侧交叉钻孔。孔径采用14mm钻头,孔与裂缝断面应成45°~70°交叉,并交叉在地板中部的1/2范围内。

3) 止水针头:用工具埋设并紧固,保证针头的橡胶部分及孔壁在未使用前干燥,否则在紧固时容易引起打滑。

4) 灌注浆液:应从结构立面由下往上灌注,当浆液从裂缝中冒出应立即停止,依次向前进。在灌注过程中,如果浆液已灌满相邻针头位置,可以跳开不注。如果一个针头注浆时间较长浆液未能从裂缝内冒出,应停止灌注,应间隔一段时间后再进行灌注。如仍未灌满应检查钻孔是否与埋管交叉,底板是否有空洞情况。为使裂缝完全灌满浆液,应在浆液凝固前多次灌注直到灌满为止。

5) 灌注后发现裂缝两端仍有裂缝延伸,或有裂缝与其交叉,应在该位置补孔重新注浆。

6) 浆液固化后去掉针头,清除主体表面外流的的浆体,找平(封堵针孔)以达到工程验收标准。

### 4 结语

地下工程中最普遍和最棘手的问题就是渗漏水问题。为此,设计人员应慎重对待结构的薄弱部位,设计合理可行的施工工序,使结构形成连续、密封的自防水体系。施工单位应严格按设计要求来施工,确保施工质量,重点处理好诱导缝、施工缝及顶板与侧墙搭接部位的施工。另外,土体长期固结及周边开发项目的施工都会使车站产生纵向变形,应当加强观测和维护,及时堵漏。

#### 参考文献:

- [1] GB50108-2001, 地下工程防水技术规范[S].
- [2] 刘国彬,肖勤. 上海地铁车站的防水现状及改进措施[J]. 建筑科技, 2003, 34(7): 490~493.
- [3] 李涵军,袁翔. 地下车站结构渗漏防治措施[J]. 工程质量, 2005, (2).
- [4] 李烈刚,李佳雨. 诱导缝在地铁车站纵向变形控制中的应用[J]. 建筑技术, 2007, 38(11): 819~821.

(责任编辑 张宝优)