

# Waterproof Design and Leakage Control Measures of Subway Station Structure in Water-Rich Soft Stratum

Zhengkun Peng

China Water Resources and Hydropower Eighth Engineering Bureau Co., Ltd., Changsha Hunan  
Email: hssdu@163.com

Received: Oct. 20<sup>th</sup>, 2017; accepted: Nov. 2<sup>nd</sup>, 2017; published: Nov. 9<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The seepage of groundwater in the weak water-bearing strata has great harm to the construction safety and post-operation of the subway station. To this end, relying on the Shenzhen Metro Line 7 on the sand station structural waterproofing works, the principle and method of waterproof design of the station structure are expounded in detail to reveal the structural gap leakage water hazard mechanism. And put forward the effective control measures, which provides an important reference for the waterproof design of the water.

## Keywords

Water-Rich Weak, Subway Station, Waterproof, Structural Design

---

# 富水软弱地层地铁车站结构防水设计与渗漏水控制措施

彭正坤

中国水利水电第八工程局有限公司, 湖南 长沙  
Email: hssdu@163.com

收稿日期: 2017年10月20日; 录用日期: 2017年11月2日; 发布日期: 2017年11月9日

---

## 摘 要

富水软弱地层地下水渗流对在建地铁车站的施工安全与后期运营都存在重大危害。为此, 依托深圳地铁

7号线上沙车站结构防水工程,详细阐述了该车站结构防水设计原则与方法,揭示了结构缝隙渗漏水危害机理,提出了有效的控制措施,为富水软弱地层车站结构防水设计提供了重要参考。

## 关键词

富水软弱, 地铁车站, 防水, 结构设计

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

地下车站结构设计使用年限为 100 年[1], 这对地下车站结构的耐久性提出了很高的要求。在富水软弱地层中修建的地下工程, 尤为如此。水作为侵蚀地下工程结构和影响地下结构耐久性的重要因素[2] [3] [4] [5] [6], 结构防水是工程建设和后期运营的重要保障。为此, 依托深圳地铁 7 号线上沙车站结构防水工程, 详细阐述了该车站结构防水设计原则与方法, 揭示了结构缝隙渗漏水危害机理, 提出了有效的控制措施, 为富水软弱地层车站结构防水设计提供了重要参考。

## 2. 工程概况

深圳地铁 7 号线上沙车站位于深圳市中心区域, 周边高层建筑林立, 车站主体结构采用明挖顺筑法施工, 所处区域地质层软弱, 地下水丰富, 防水要求等级高, 施工难度大。

上沙站为地下二层单柱双跨岛式站台车站, 局部为双柱三跨结构, 站前设单渡线, 地下一层为站厅层, 地下二层为站台层。车站全长 295.770 m。车站采用明挖顺筑法施工, 车站主体结构采用现浇整体式框架结构, 主要采用纵梁、横向板、柱受力。车站顶板覆土厚度约 3.0~4.0 m, 标准段结构净高 13.24 m, 净宽 19.60 m; 两端盾构井下沉 1.10 m, 结构净高 14.47 m, 净宽 23.10 m (西侧小里程)~24.50 m (东侧大里程), 如图 1 所示。车站采用混凝土结构自防水与柔性全包防水层相结合的防水方案, 结构自防水采用 C35P8 防水钢筋混凝土, 水平、环向施工缝采用丁基橡胶腻子钢板止水带(200 mm × 6 mm), 柔性防水层选用高分子自粘防水卷材, 采用全包防水的结构形式。

## 3. 结构防水设计

### 3.1. 防水设计原则

地下结构防水遵循“以防为主、刚柔结合、多道防线、因地制宜、综合治理”的原则。

“以防为主”主要是以混凝土自防水为主, 保证混凝土、钢筋混凝土结构的自防水能力, 使其达到规范规定的密实性、抗渗性、抗裂性、防腐性和耐久性。加强结构变形缝、施工缝、穿墙管、预埋件、预留通道、接头、桩头、拐角等细部构造的防水措施。

“刚柔结合”采用结构自防水和外包密封的柔性防水层相结合的防水方式。

“多道防线”除以混凝土自防水为主外, 辅以柔性防水层达到互补作用。

“因地制宜”依据深圳工程水文地质特征对混凝土结构和钢筋混凝土结构具有不同的程度的腐蚀作用等, 确定采用全包防水是有效的防水防腐措施。

“综合治理”地下工程防水是一项技术性强、部门多、涉及面广的综合性工程, 因此要求结构与防

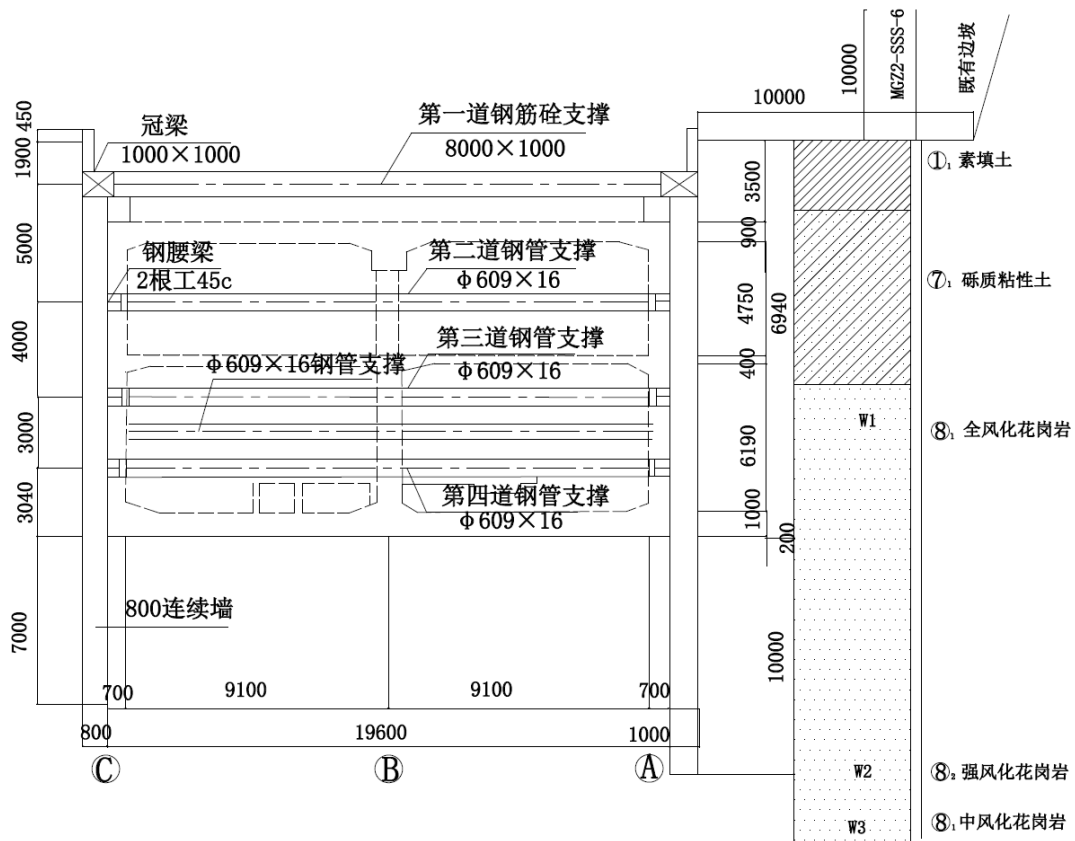


Figure 1. Sectional view of main structure of Shangsha station

图 1. 上沙站主体结构断面图

水相结合，结构自防水与外包防水层相结合，主体结构防水与细部构造防水并重，主材与辅材配套，施工、设计相协调，同时做好其他辅助措施。

### 3.2. 防水等级和标准

地下车站、机电设备集中区段、出入口、人行通道防水等级为一级。风道、风井防水等级为二级。结构防水体系包括结构自防水和外包柔性防水层，其中结构自防水主要是在混凝土中加入抗渗剂，防水混凝土抗渗等级根据工程埋置深度确定，本设计抗渗等级  $\geq P8$ 。外包柔性防水层主要是明挖法主体结构采用防水钢筋混凝土和全包柔性防水层组成的双道防水防线。

### 3.3. 施工方法

结构防水的施工方法包括底板防水、侧墙防水和顶板防水的施工，其中底板防水为 C20 细石混凝土厚 150 mm→柔性防水层→C20 细石混凝土厚 50 mm→C35 防水钢筋混凝土底板；侧墙防水为水泥砂浆找平层厚 20 mm→柔性防水层→C35 防水钢筋混凝土侧墙；顶板防水为 C35 防水钢筋混凝土顶板→柔性防水层→C20 细石混凝土厚 80 mm→夯填黏土层厚 500 mm。

## 4. 结构裂缝渗水机理与控制措施

### 4.1. 结构裂缝渗水机理

地下结构中水的侵蚀主要从裂缝中渗入，所以需要重点研究裂缝的分布规律。地下结构裂缝分布概

况为：顶板存在横向(同列车行进方向垂直)分布的断续裂缝，且大部分发生渗漏；侧墙面存在竖向的断续裂缝，且部分裂缝为两侧侧墙对称出现，少量的裂缝出现湿迹或渗水现象。

地下结构裂缝产生的原因为，一方面为混凝土施工时受季节因素影响，其中风速，空气湿度，环境温度等都对混凝土质量影响较大，尤其是正处在季节变化阶段，昼夜温差及空气湿度差别均较大，导致混凝土浇筑完成后出现不同程度的开裂；另一方面是主体结构在施工完成后，整个结构体系尚未稳定，尤其是基坑内降水并未封井，以及坑外水位变化，对主体结构产生的压力的变化以及受地质条件影响而产生的不均匀沉降都有可能使已浇筑完成的混凝土结构产生开裂。

## 4.2. 控制措施

首先对产生的开裂情况进行分析，并按其宽度、长度的不同进行统计，并跟踪检查以确定其深度。对于潮湿基层，先清扫积水，待基层全部清理干净、表面稍干时，仔细寻找，用色笔或粉笔沿缝作好记号，对于干燥基面，清理后可用气泵或吹风机吹除表面灰尘。

对于小于 0.2 mm 且无渗漏、干燥的表面裂缝的处理方法为：首先用毛刷等工具，清除表面的灰尘、白灰、浮渣及松散层等污物，然后用毛刷蘸甲苯、酒精等有机溶液，沿缝两侧各 50 mm 范围擦洗干净并保持干燥；其次用毛刷涂刷一层环氧树脂浆液，涂刷要平整、均匀，防止出现气孔和波纹，再抹刷水泥浆封闭。为防止邻近渗水缝隙灌浆封堵后水压增高引起其它缝隙渗水，在治理顺序上采取了先进行有渗漏或宽度大于 0.2 mm 的缝隙灌浆封堵、所有进行灌浆的缝全面处理完毕并稳定后才进行只作表面封闭的缝隙处理。

对于宽度大于 0.2 mm 渗漏较严重的裂缝处理方法为：首先选择合适的材料，嵌缝材料选用环氧砂浆，裂缝灌浆采用上海路德 EP-02 高渗透改性环氧树脂，其浆液性能和固化物性能符合《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》(JC/1041)的规定。

其次具体的处理方法为：钻孔→凿槽嵌缝(堵漏材料)→钻孔冲洗→埋管→畅通性检查→灌浆→待强→质量检查→凿除原嵌缝材料→用规定的材料嵌缝→验收。

具体的施工缝堵漏注浆工艺为：

### 1) 施工方法

垂直施工缝和水平纵向施工缝采用亲水性环氧树脂灌浆低压注浆工法。

### 2) 施工工艺流程

施工顺序：管道疏通→调配浆液→注浆→试压→完成注浆

施工工艺：本工程施工缝的注浆管为预埋注浆管后注浆形式，注浆管内孔径为 10 mm，先安装固定注浆堵头，然后再采用清水对管道进行疏通，从注浆管一端压入清水，从另一端流出即可；

注浆管疏通后，进行亲水环氧浆液调配，根据改性环氧树脂的特性，在注浆前按照环氧树脂与固化剂 4:1 的比例加固化剂搅拌，保证调配的环氧浆液初期硬化时间在 4~10 小时，最终硬化时间为 7 天左右为宜；

注浆：调配完的环氧浆液自预埋注浆管的注浆导管一端灌入，从另一端出浆管流出即可；

试压：待环氧浆液从另一端注浆管贯通后，将注浆管的另一端封管，然后加压至 0.8 MPa，持续注入环氧浆液，当压力恒定保持在 0.8 MPa 左右 5 分钟无明显降低时，即可结束注浆；

施工结束后，若长时间不进行下一次压浆施工，必须采用专用清洗液清理注浆机，以免注浆机堵塞、损坏。另外，在处理的过程中还有一些需要特别注意的地方：因注浆管预埋在混凝土结构内部，主体结构施工过程中，可能出现水泥浆液渗入注浆管内或者注浆管被破坏的情况，将会导致部分注浆管无法注浆；注浆结束后，施工缝仍然存在局部渗漏情况，此时宽度大于 0.2 mm 的裂缝处理方法一致，采用 0.3~0.5 MPa

灌注环氧树脂。

## 5. 结论

通过对深圳地铁 7 号线上沙车站防水设计与裂缝渗流病害控制研究,阐述了富水软弱地层地铁车站结构防水设计方案,针对结构裂缝开展了病害机理研究,提出了有效的控制措施,为富水软弱地层车站结构防水设计提供了重要参考。

## 参考文献 (References)

- [1] 赵群. 地下车站结构混凝土裂缝及渗漏水原因分析及预防措施[J]. 混凝土世界, 2017(7): 32-34.
- [2] 李文卿. 地铁车站地下连续墙耐久性规律研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 同济大学, 2006.
- [3] 李子峰. 超大规模地下铁路车站结构体系耐久性研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2012.
- [4] 薛绍祖, 周云仙. 北美地铁车站防腐蚀修缮新技术和混凝土改善耐久性新认识[J]. 中国建筑防水, 2015(2): 41-43.
- [5] 刘雪勇. 地铁车站耐久性混凝土的配制技术研究[C]//中国土木工程学会隧道与地下工程分会防水排水专业委员会学术交流会, 2011.
- [6] 孙永华, 赵琛, 杜毅. 既有轨道交通车站改扩建施工的耐久性措施与影响分析[J]. 地下工程与隧道, 2007(a01): 64-66.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3431, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ojtt@hanspub.org](mailto:ojtt@hanspub.org)