

# 长沙市轨道交通7号线铁道学院站基坑支护方案分析

刘成<sup>1</sup> 欧阳劲<sup>2</sup>

1. 湖南省勘测设计院有限公司; 2. 湖南省地质灾害调查监测所

**摘要:**随着城市轨道交通的发展,地铁越来越成了大中型城市的主要交通工具。地铁的修建多位于城市的中心地带,在地铁修建过程中,不可避免的会遇到各类基坑工程;与一般基坑工程相比,地铁车站基坑具有开挖深度大,基坑周边环境复杂,周围地下管线多等特点,基坑支护稍有差池,将带来严重后果。因此,针对城市地铁车站不同的深基坑类型,选择适宜的围护结构形式,对于工程建设十分重要。本文依托铁道学院站基坑为案例进行分析,本车站基坑开挖深度17.20~24.3m,支护结构安全等级为一级,主体结构基坑支护采用地下连续墙+内支撑方案,出入口、风亭及安全口基坑支护采用钻孔灌注桩/止水帷幕+内支撑方案,本工程的工法选择安全、经济合理。

**关键词:**基坑;地下连续墙+内支撑;钻孔灌注桩/止水帷幕+内支撑

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.14.065

## 一、工程概况

### (一) 基坑概况

车站附属结构共有3组风亭,4个出入口,1个消防疏散口和1个暗挖通道。

现状地面标高76.52~85.15m,现状地面下车站基坑开挖深度17.20~24.3m;车站附属1号口基坑深度约17.7米,2号口基坑深度约9.8米;3号口基坑深度约12.2米;4号口基坑深度约15.7米;1号风亭基坑深度约15.5米。

### (二) 基坑周边环境及基坑安全等级

基坑周边环境:车站位于韶山路上,两侧为密集的

沿街商铺、住宅小区或商业楼。根据本工程周边环境调查报告,拟建场地地下管线密集,以电力、军用、燃气、弱电、路灯、通信、给排水管为主,基坑支护结构安全等级为一级。

## 二、基坑工程岩土工程条件分析评价

### (一) 工程地质条件

基坑开挖后,基坑壁地层为素填土、杂填土、粉质黏土、圆砾、卵石、全风化泥质粉砂岩、强风化泥质粉砂岩、全风化砾岩及强风化砾岩;基坑侧壁地层素填土、杂填土自稳较差,施工时需要支护;粉质黏土、圆砾、卵石、全风化泥质粉砂岩、强风化泥质粉砂岩、全风化砾岩及强风化砾岩在一定坡率范围内可以自稳,但考虑到开挖深度较大和开挖时间较长,以及坑外机械车的附加压力,开挖也会产生一定的变形,施工时需要支护。基底地层为圆砾、卵石、全风化泥质粉砂岩、强风化泥质粉砂岩、全风化砾岩及强风化砾岩,工程性能较好,但抗扰动性能较差,开挖过程中需要注意避免过度扰动。建议对基坑侧壁人工填土和圆砾、卵石层采取隔水措施,对基坑底采取隔水或封底措施,防止基坑突涌的发生。

### (二) 水文地质条件及基坑涌水量预测

基坑范围无地表水系,场区地下水主要为孔隙水,水量丰富,而上层滞水水量甚微。岩石全、强、中风化层富水性较差,透水性弱。

根据场地水文地质条件,按相关国家规范,并结合车站主体及附属构筑物基坑结构特征与勘察场地的实际边界条件,本车站基坑涌水量按潜水模型计算,计算结果如下表。

表 1.6-1 基坑涌水量计算一览表

站点名称	基坑开挖范围 主要地层	长 L	宽 B	综合渗透系数 k	降深 $s_d$	含水层厚度 M	影响半径 R	基坑等效半径 $r_0$	涌水量 Q
		(m)	(m)	(m/d)	(m)	(m)	(m)	(m)	( $m^3/d$ )
铁道学院东站	粉质黏土(3)1-2、 圆砾(3)8-3、 卵石(3)9-3	265	21	18.6	14.20	15.9	340.22	42.10	14900

注: (1) 基坑尺寸,依据设计提交的钻孔布置平面图图解确定;  
(2) 渗透系数 k 值取基坑开挖线以上及地下水位以下各岩土层厚度及渗透系数的加权平均值。  
(3) 计算模型未考虑大气降水,施工时应考虑。

上述基坑涌水量是按基坑裸露的情况,采用潜水模型计算得出的,影响基坑涌水量的因素有很多,主要包括基坑围岩渗透特性、涌水头压力、基岩裂隙发育程度、方向及充填状态、地应力垂向分布特性、大气降水、施工工法等均有关系,故上述各类条件下的涌水量均为预估值,实际施工时,各地段涌水量可能会与预估有出入,应根据上述条件的变化,结合施工中已积累的

实际经验,选择正确的涌水量预测模型,以便确保基坑施工顺利进行。

本车站拟采用地连墙+内支撑支护的支护方案,切断坑内与坑外的水力联系,坑内涌水量比较有限。本次估算按规则的长方形基坑考虑,有限降深且按全断面渗流进水量进行估算,故估算边界条件会与实际施工时的边界条件差异很大,估算值仅供参考。

### （三）基坑土方开挖与排水问题

（1）土方开挖过程中，应在基坑内分级设置排水沟，利用集水井（坑）将地下水及时排出坑外，对于车站的永久性排水应与市政要求相匹配统一进行设计。

（2）基坑土方开挖在雨季施工时，应加强防、排水措施。

（3）基坑开挖时禁止在基坑周边堆土，挖土应及时清运。土方开挖完成后应立即对基坑进行封闭，防止水浸和暴露，并及时进行地下结构的施工。基坑土方开挖应严格按照设计要求进行，不得超挖，且不得超载。基坑（槽）开挖后，应进行基槽检验，同时在设计施工的过程中必须做好现场监测工作，确保支护结构的安全与稳定。

（4）基坑开挖过程中，为保证施工安全，建议将基坑内地下水位降至开挖面0.50m以下再开挖。

### 三、基坑开挖与支护方案选择及相关建议

#### （一）基坑开挖与支护方案选择

车站主体结构基坑拟采用地连墙+内支撑的支护形式。

基坑四周距离周边建筑物较近，车站主体基坑开挖深度为17.20~24.3m。基坑壁地层为素填土、杂填土、粉质黏土、圆砾、卵石、全风化泥质粉砂岩、强风化泥质粉砂岩、全风化砾岩及强风化砾岩。

据车站主体和附属结构基坑周边环境、工程地质条件及水文地质条件，结合基坑特征，车站主体、附属基坑围护结构建议采用地下连续墙+内支撑方案，出入口、风亭及安全口亦可考虑采用钻孔灌注桩/止水帷幕+内支撑方案。建议围护结构考虑整体隔水，砂卵石层厚度大的部位，地连墙底可施作混凝土竖墙至下卧相对隔水层；钻孔灌注桩方案建议进行桩间止水和注浆封底。地连墙建议以全、强风化泥质粉砂岩、全、强风化砾岩为桩基持力层，临时立柱桩建议以全、强、中风化砾岩为桩基持力层。需要注意的是，因场地基岩风化不均匀，岩石强度有所差异，易造成地下连续墙垂直度不易控制、或成桩（槽）困难，设计施工时应予以注意。

如采用地连墙+内支撑或钻孔灌注桩/止水帷幕+内支撑支护形式。

#### （二）基坑截水、降水、排水

基坑周边现状为道路，周边有已建好住宅小区和在建的商业建筑物。场地内分布有大范围人工填土层，局部可能中等富水，且泥质粉砂岩、砾岩遇水易软化，因此，基坑开挖前，建议针对基坑侧壁地层采用地连墙进行止水，并在基坑外的地表设截水沟，截排地表水，防止地表水进入基坑。

基坑开挖过程中，坑内积水，可采用集水明排。在基坑内坡脚分级设排水明沟及坑内四角及基坑边设一定数量的集水井，通过水泵将坑内集水抽排至地面市政雨、污水排水系统中，同时在施工时要做好坑顶外和坑底内的明排水网路，以疏导施工过程中的渗漏水；在施工过程中应有应急的止水方案，以便当局部止水帷幕失效或基岩裂隙水较大时采用。基坑四面的回填时应压实

回填，压实系数不应小于0.94。

车站主体及附属结构均拟采用地连墙+内支撑的围护形式，地连墙结构以下可设计混凝土素墙深入下卧弱透水层中，这会切断坑内与坑外的水力联系，坑内的涌水量是比较有限的。基坑开挖过程中，为保证周边已建筑物及施工安全，建议采用坑内降水，将基坑内地下水位降至开挖面0.50m以下再开挖。

#### （三）基坑设计施工所需岩土参数

基坑围护结构的选型应综合考虑周围环境条件、工程地质和水文地质情况、基坑特点、施工技术以及工程造价等诸多因素，因地制宜，选择技术安全可靠、经济合理的支护型式。

建议：（1）黏性土层建议采用总应力法计算设计土压力，根据施工快慢及基坑侧壁土层的排水固结情况，强度指标可采用直接快剪或固结快剪试验成果。

（2）在进行基坑的抗隆起验算和整体稳定性验算时总应力法，强度指标可采用直接快剪指标。

#### （四）车站施工工法的适宜性分析

拟建铁道学院东站建议采用半铺盖法施工（局部全盖挖），围护结构建议采用地连墙+内支撑的支护方案。

站址地面条件较复杂，位于韶山南路与龙柏路交汇处下方，周边建筑物繁多，道路两侧地下管线较多，纵横交错。车站基坑底板埋深较大，车站主体结构底板主要位于全风化砾岩，局部位于圆砾、卵石、全风化泥质粉砂岩、强风化泥质粉砂岩和强风化砾岩层上。基坑壁地层为素填土、杂填土、粉质黏土、圆砾、卵石、全风化泥质粉砂岩、强风化泥质粉砂岩、全风化砾岩及强风化砾岩。基坑开挖过程中，对周围土体是一种卸荷，道路路基及周边建筑物会产生一定的水平位移和沉降。因此对邻近既有道路及周边建筑物开挖，应加强基坑围护结构刚度和增加内支撑，减小基坑变形，加强监测，减小对既有道路及周边建筑物的影响，确保既有道路及周边建筑物安全使用。基坑四面的回填时应压实回填，压实系数应满足相关规范要求。

综合考虑场地地质条件、周边环境条件、施工工艺及工程造价等因素，本工程的工法选择是有针对性的，也是较合适的。

### 四、修建车站对环境的影响

根据勘察结果，拟建场地未发现地质灾害，对拟建车站影响较大的环境地质主要包括既有建筑物与地面、地下管网等，现分述如下：

#### （1）开挖对邻近建构筑物及地下管线的影响

拟建铁道学院东站拟采用半铺盖法施工（局部全盖挖）。车站基坑开挖深度较大，施工过程中若引起较大范围的土体变形，容易造成地下管线断裂和既有路基下沉和变形。因此地下管线靠近基坑边或位于基坑上方的，须进行管线改迁或开挖过程进行加固（防护）保护，消除现场危险源。基坑开挖、降水、支护不合理都有造成地面沉降、塌陷等的可能性，进而影响邻近建构筑物及地下管线。临近既有道路基坑开挖工程需充分考

虑因基坑开挖对既有道路的影响。在充分查明周边环境前提下,采取预加固处理措施,确保路基和其他建筑物安全方可进行施工,避免对其造成损坏而产生不良社会影响及经济损失,并加强监测。

#### (2) 基坑开挖对当地居民的影响

施工时对既有道路的交通将会产生一定的影响。如需封路施工,在施工前应做好交通导流措施。同时对周边小区居民产生一定影响,施工单位应采取具体的降低噪音、降尘的措施,合理进行施工安排,尽量减少对居民休息和正常工作、经营的影响。机具、器械的堆放及工程的开挖对道路交通的影响比较大,应提前做好疏导、分流工作。在基坑开挖及围护结构施工时将产生大量渣土和泥浆,施工弃土运输、扬尘,以及燃油为动力的施工机械和运输车辆使用排放的尾气可能影响道路整洁及环境卫生,甚至直接降低空气质量,应严格按国家相关规定和设计要求进行。

#### (3) 地下水位变化对环境的影响及防治措施建议

场地地下水主要为上层滞水、第四系孔隙水,富水性、透水性强。基坑开挖施工抽排水会改变地下水的迳流、排泄条件,改变地下水环境,如果排水过量,形成地下水位大面积下降,会造成地面局部下沉,从而危及附近建筑物安全。因此,应控制地下水的疏排,并加强对地面及周边建(构)筑物的沉降及变形位移监测。

#### (4) 工程建成后、运营过程中对周边环境的影响

拟建铁道学院东站为地下车站,基坑四面的回填时应压实回填,压实系数不应小于0.94。从工程规划建设上来说充分考虑了工程对周边环境的影响,工程建成后、运营过程中对周边环境的影响小,地铁线路上方稍有振动与噪音。

### 五、周边环境对修建地铁的影响

(1) 道路与交通:车站位于现有韶山南路与青园路交汇处,车站主体施工主要位于韶山路上,对韶山路交通影响较大,需要做好分流措施。

(2) 地面建(构)筑物:拟建场地东侧南北依次为长沙市中心医院医疗综合楼(地上在建、地下3层)、通程物业商业楼(地上4层)、维也纳国际酒店(地上3~17层、地下2层)、商店(地上2层)、华翼府(地上29层、地下2层);场地西侧南北依次为铁道部第四勘测设计院5#宿舍(地上3~5层)、铁道学院礼堂(地上2层)、铁道学院办公楼(地上4~5层)、湖南中大设计院(地上2~6层)、中国邮政银行铁道分院分行(地上3层);南北两侧主要为韶山中路路面。

(3) 地下建(构)筑物:本车站位于现有韶山南路与青园路交汇处,车站基坑东侧距离长沙市中心医院地下室约40.0m,其中暗挖通道与长沙市中心医院负三层地下室相通,地下室底板设计标高为70.40m;基坑距离维也纳国际酒店地下室边线约9.0~21.0m,酒店地下室底板设计标高为78.06m、基坑距离华翼府地下室约6.0~29.0m,地下室负一层底板实际标高74.29m,负二层地下室底板设计标高70.69m,拟建车站施工对华翼府地下室影响大,需要提前做好保护工作。在里

程右DK24+800m处存在地下通道,通道顶板埋深标高约80.60m,底板标高约为77.30m,在主体结构施工范围内,在施工过程中需破除,破除以后建议与地铁主体结构统筹规划;车站主体西侧4号出入口有通往长沙市中心医院的地下通道,在附属结构施工范围内,在施工过程中可能需要破除,请设计和施工单位做好破除及修复工作,并对周边建筑物进行有效保护。

#### (4) 地下管线

根据本工程周边环境调查报告,场地管线较多,以电力、军用、燃气、弱电、路灯、通信、给排水管为主,埋深1.5~6m之间,主要分布在拟建场地东、西侧韶山路。拟建车站施工对周边管线安全影响大,需要提前做好管线迁改和保护工作。

### 六、施工阶段的环境保护和监测工作建议

(1) 施工现场必须做好有效的围蔽措施,注意环境卫生,泥浆、渣土及时清理,防止污染周边环境,以确保施工安全和文明施工。

(2) 施工应做好防噪声措施,尽量减少对居民生活的干扰。

(3) 基坑安全问题对附近路面、地面建筑物的安全构成影响;建议在基坑施工阶段,尽量避免进行基坑外降水。

(4) 本工程基坑开挖范围较大,建议采用信息化施工,加强对基坑的监测,及时把信息反馈给设计、施工,对工程进行调整,确保基坑安全和合理施工进度。

(5) 建议进行如下施工监测:①基坑槽底回弹观测;②基坑施工影响范围建筑物的变形监测;③挡土支护体系的位移、内力监测;④基坑内外土体的变形监测;⑤周围道路路面变形监测;⑥施工期间场区地下水水位监测。

施工过程中要注意基坑的施工工序安排,特别应注意弃土堆放位置。

### 结语

拟建车站周边环境条件复杂、水文条件中等复杂,卵砾石层富水性强,透水性强,车站主体结构基坑采用地连墙+内支撑的支护形式;出入口、风亭及安全口可考虑采用钻孔灌注桩/止水帷幕+内支撑方案,该两种方案是适宜的,有效的隔离了地下水对于基坑开挖的影响,大大地提高了安全性能,且地连墙相对于钻孔灌注桩/止水帷幕隔水效果更好,该车站基坑支护方案的成功实施为本地区类似工程提供了参考。

### 参考文献

[1]李玉甫.深基坑支护方案的选择与应用[J].价值工程,2012(05).

[2]熊磊.深基坑支护设计与施工研究[J].工程建设与设计,2022.

[3]何国康.地铁车站超深地下连续墙施工技术[J].建筑技术开发,2021(24).

作者简介:刘成(1988-09),女,湖南省张家界市桑植县,本科,工程师,主要从事工程勘察工作。