

# 复杂条件下单层地铁车站深基坑工程设计

张浩文, 方忠强, 刘 伟

(江苏省交通规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210005)

**摘 要:** 复杂条件下的单层地铁车站深基坑工程制约性因素较多, 因线路设置的特殊性导致类似工程较少, 结合无锡地铁 2 号线友谊路站对此类基坑工程设计进行了探讨, 对两种常用的工法—半盖挖顺作法和半逆作法进行了技术经济比较, 半逆作法对环境影响较小, 但半盖挖顺作法技术成熟、工期短且可实施性强, 总造价相对节省约 597 万元。无锡地铁 2 号线友谊路站采用了半盖挖顺作法施工, 工程实施效果良好, 可为后续工程提供参考。

**关键词:** 复杂条件; 基坑工程; 半盖挖顺作法; 半逆作法

中图分类号: TU753

文献标识码: A

文章编号: 1672—1144(2013)05—0158—04

## Engineering Design of Deep Foundation Pit in Monolayer Metro Station under Complicated Condition

ZHANG Hao-wen, FANG Zhong-qiang, LIU Wei

(Jiangsu Province Communication Planning and Design Institute Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210005, China)

**Abstract:** There exist many restricted factors in the engineering design of deep foundation pit for the monolayer metro station in complication condition, and the speciality of subway line set leads to the few cases of similar engineering design. The engineering design of this type of deep foundation pit is explored here with Youyi Road Station of Wuxi Subway Line 2. Through comparing the economical efficiency and technicality of semi reversed construction method and semi ordinal-covered excavation method, it is found that the first method has less effect on the environment. However, the semi ordinal-covered excavation method is more mature in technology, shorter in duration, stronger in implementation, and less 5.97 million yuan in construction cost than the semi reversed construction method. The semi ordinal-covered method is used in Youyi Road Station of Wuxi Subway Line 2, and its implementation effect is very good. This method could be referred to the further constructions.

**Keywords:** complicated condition; foundation pit engineering; semi reversed construction method; semi ordinal-covered excavation method

随着城市轨道交通建设的日益普及, 地铁车站的型式也向着多样化方向发展, 由于线路设置需求, 有些车站线路埋深较浅, 在车站设计上只能做成单层车站型式<sup>[1]</sup>。单层车站基坑工程设计具有如下特点: (1) 由于设备用房与站台需集中在一层布置, 基坑宽度较大; (2) 受周围环境的影响, 基坑平面形状不规则; (3) 由于单层车站需设置过轨通道特别是有换乘需求时, 会存在坑中坑的现象。地铁车站往往设置于繁华市区, 周围环境复杂、交通需求高,

此类车站的基坑工程设计是一个较为新颖的课题, 如何在保证基坑工程安全的同时, 做到经济最优化<sup>[2]</sup>, 需要进行研究。无锡地铁 2 号线友谊路站为近期地下一层与远期二层换乘车站, 下面结合友谊路站对复杂条件下单层车站的基坑工程设计进行探讨。

### 1 工程概况

友谊路站为无锡地铁 2 号线与远期 5 号线的换

乘车站,位于无锡市锡山区锡沪路与友谊路交叉口,采用地下一层与地下二层的侧岛十字换乘型式。友谊路站长 297 m,车站宽度在 52.8 m~65.9 m,由于换乘节点的存在,基坑深度不一致,2 号线标准段基坑深度 10.21 m,换乘节点段基坑深度 17.10 m。此外,由于 2 号线与 5 号线非正十字交叉,且周围构筑物对车站平面布置存在制约,导致了车站基坑平面形状不规则。

车站场地地貌属于太湖流域冲湖积平原,场地从上至下依次为:①<sub>1</sub>层杂填土、③<sub>1</sub>层粘土、③<sub>2</sub>层粉质粘土、③<sub>3</sub>层粉土夹粉质粘土、④<sub>1</sub>层粉砂、⑤<sub>3</sub>层粉质粘土、⑥<sub>1</sub>层粘土、⑥<sub>2</sub>层粉质粘土、⑦<sub>1</sub>层粉质粘土、⑦<sub>2</sub>层粉土夹粉砂。地下水平均水位为 1.254 m,历史最高水位为 3.054 m,在地面以下 0.7 m 左右。一层段基底土层为④<sub>1</sub>层粉砂、换乘节点段基底土层为⑥<sub>1</sub>层粘土。本地区微承压含水层包括④<sub>1</sub>层粉砂、⑤<sub>2</sub>层粉土,承压含水层包括⑦<sub>2</sub>层粉土夹粉砂。

车站基坑周围环境复杂,基坑工程的设计方案在安全经济的基础上,还需达到如下目的<sup>[3]</sup>:(1) 保证周围建(构)筑物安全,特别是距离基坑 4.78 m 的东泰花园楼(6 层、浅基础)和距离基坑 3.6 m 的 DN1000 上水管的安全,此两建(构)筑物为一级风险源<sup>[4]</sup>;(2) 保证车站施工期间锡沪路与友谊路双向六车道通行;(3) 满足 23 个月的车站工筹。

## 2 基坑工程设计

友谊路站围护结构的选用,取决于地质条件和基坑的变形控制等级。车站基坑紧临既有建(构)筑物,属于一级基坑,且基底土层为微承压含水层④<sub>1</sub>粉砂层,车站围护结构选用刚度较大、隔水效果好的 600 mm 厚地下连续墙<sup>[5]</sup>;同时,鉴于单层车站的基坑形状不规则,钢支撑布置困难、支撑刚度小,结合理论计算,车站 in 单层段采用了全混凝土支撑<sup>[6]</sup>。

友谊路站在施工期间,需保持锡沪路与友谊路双向六车道通行,由于车站基坑宽度较大,施工期间的交通组织成为设计的要点。为满足交通疏解要求,有两种合理可行的方案:半盖挖顺作法和半逆作法<sup>[7]</sup>。

### 2.1 半盖挖顺作法方案

半盖挖顺作法为在临时路面系统施工后,顺作开挖基坑和施工主体结构。为保持锡沪路与友谊路双向六车道通行,需结合围护结构第一道混凝土支撑设置“T”型行车盖板布置,如图 1 所示。

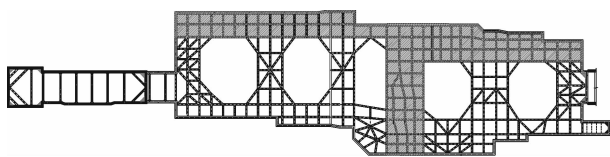


图 1 半盖挖顺作法第一道支撑平面布置图  
(阴影部分为铺盖范围)

围护结构采用结合临时路面系统的混凝土桁架支撑体系<sup>[8]</sup>,第一道混凝土冠梁截面尺寸 1 200 mm × 1 100 mm,第一道混凝土支撑截面尺寸分别为 800 mm × 1 100 mm、700 mm × 900 mm、700 mm × 700 mm;围护结构第二道混凝土围檩截面尺寸 1 200 mm × 1 000 mm,第二道混凝土支撑截面尺寸分别为 800 mm × 1 000 mm、800 mm × 900 mm、700 mm × 700 mm;临时路面板采用 300 mm 厚混凝土板,与第一道混凝土支撑整浇,铺盖面积 4 126 m<sup>2</sup>。

### 2.2 半逆作法方案

半逆作法为顶板施工完毕后,覆土回填作为路面系统,在顶板上预留孔洞开挖基坑和施工主体结构,交通疏解方式与半盖挖顺作法基本相同<sup>[9]</sup>,图 2 为半逆作法顶板兼第一道支撑的结构平面布置图。

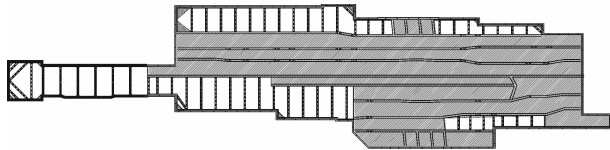


图 2 半逆作法第一道支撑平面布置图  
(阴影部分为顶板先筑区域)

半逆作法利用顶板结构作为第一道混凝土支撑,第二道支撑采用混凝土桁架支撑体系,与半盖挖顺作法一致,混凝土围檩截面尺寸 1 200 mm × 1 000 mm,混凝土支撑截面尺寸分别为 800 mm × 1 000 mm、800 mm × 900 mm、700 mm × 700 mm。

### 2.3 方案比选

#### 2.3.1 经济性比较

半盖挖顺作法与半逆作法主要是在第一道支撑体系、格构柱、立柱桩等工程量上存在差异,半逆作法减少了临时行车盖板及部分支撑体系,但由于 1.2 m 覆土(考虑上翻梁,按照施工期间最薄覆土厚度考虑)荷载的增加及施工工法不同,也带来了格构柱及桩基工程量的增大,两种方案主要工程量及经济性对比如表 1 所示。

通过以上计算可知,两种工法主要在桩基及格构柱上存在造价差异,半盖挖顺作法比半逆筑法节省费用 597 万元,具有很好的经济性。

表 1 基坑工程设计方案经济性对比表

开挖方案	类别	面积/m <sup>2</sup>	体积/m <sup>3</sup>	单价/元	金额/万元
半盖挖 顺作法	临时行车盖板	4126	1237.7	2600	321.8
	第一道混凝土支撑	—	2055.3	2300	472.7
	0.9m 直径钻孔灌注桩	—	2236.3	2200	492.0
	格构柱(吨)	—	400.2	9500	380.2
	路面破复(一次)	16029	—	400	641.2
	明挖土方量	—	105693	32.1	339.3
	盖挖土方量	—	48333	34.1	164.8
	合计	—	—	—	2811.9
半逆 作法	1.2m 直径钻孔灌注桩	—	4295.5	2200	945.0
	0.9m 直径钻孔灌注桩	—	2715.1	2200	597.3
	格构柱(吨)	—	733.7	9500	697.0
	路面破复	7068	—	400	282.7
	路面恢复(二次)	8961	—	420	376.4
	明挖土方量	—	73580	32.1	236.2
	盖挖土方量	—	80446	34.1	274.3
	合计	—	—	—	3408.9

### 2.3.2 技术性比较

#### (1) 成熟性

半盖挖顺作法是地铁车站施工中解决交通疏解问题常用的方法,技术成熟;半逆作法由于盖挖面积较大,施工相对困难,且由于施工期间需在顶板上预留出土孔,后期面临施工缝防水问题,在地铁车站施工中应用较少。

#### (2) 可实施性

两种工法在本车站结构施工中均具备可实施性,共同的问题是临时立柱与永久立柱结合时,需严格保证格构柱垂直度,由于半逆作法格构柱数量多,承受荷载大,此点在施工中尤为重要。此外,半逆作法的施工作业环境较差,较大范围的顶板需覆土解决交通问题,其上无法设置出土孔和通风孔,这样会导致局部作业距离较大。

在实施性上,半盖挖顺作法施工工序明确,操作简单。

#### (3) 工期比较

半盖挖顺作法仅局部盖挖施工,施工临时路面工期约为 6 个月,施工主体结构工期约 15 个月,满足工筹要求。半逆作法盖挖面积较大,施工顶板工期约 8 个月,全盖挖施工主体结构工期约 16 个月,虽能满足工筹要求,但工期相对较长。

#### (4) 环境影响

半逆作法由于施工完顶板后即可覆土恢复路面,对既有交通的影响较小,且由于半逆作法利用顶

板兼作第一道支撑,支撑刚度大,基坑开挖引起的地面沉降会小,对周围建构筑物的保护更为可靠。图 3、图 4 为两种工法地面沉降量的计算值<sup>[10]</sup>。

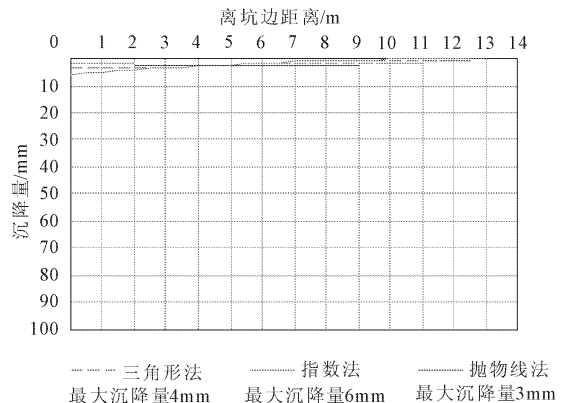


图 3 半盖挖顺作法地面沉降量

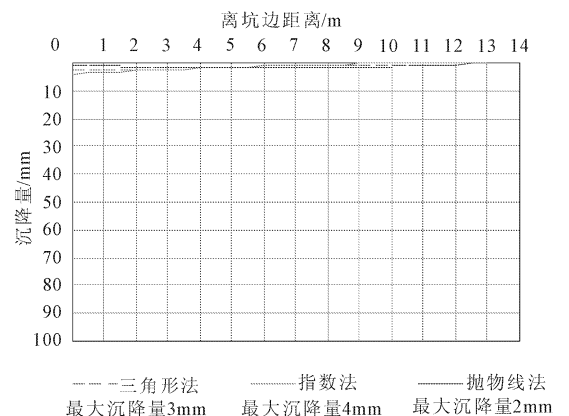


图 4 半逆作法地面沉降量

综上,半逆作法地面沉降计算值较小,在对周围环境的影响上较半盖挖顺作法优势明显。

### 3 结 论

复杂条件下的单层车站基坑工程设计难度较大,常用有两种工法一半盖挖顺作法和半逆作法,结合友谊路地铁站基坑工程设计案例可见:

(1) 相对于半逆作法,半盖挖顺作法在临时行车铺盖和第一道混凝土支撑工程量上会有所增加,但格构柱及桩基的工程量会小,两种工法在不同的条件下会表现出不同的经济性,在友谊路基坑工程实施中,半盖挖顺作法经济性较好。

(2) 两种工法在技术性上各有优缺点,半盖挖顺作法在技术成熟性、可实施性及工期上具备优势,半逆作法在基坑变形及周围环境控制上则优势明显。

(3) 在复杂条件下的单层车站基坑工程中,采用半盖挖顺作法或半逆作法均具备可行性,针对具体车站需具体分析,在友谊路站的基坑工程设计中,采用半盖挖顺作法更为经济合理。

#### 参考文献:

[1] 王卫东,吴江斌,黄绍铭.上海地区建筑基坑工程的新进展与特点[J].地下空间与工程学报,2005,1(4):547-

553.

- [2] 刘国彬,王卫东.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [3] Long M. Database for retaining wall and ground movements due to deep excavations[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. ASCE, 2001, 127(33): 203-224.
- [4] 关永平,郭 龙,李云龙,等.城市地铁开挖对相邻地下管线影响的数值分析[J].水利与建筑工程学报,2010,8(2):11-12.
- [5] 黄炳福.地下连续墙在高层建筑中的应用[J].地基基础工程,1996,6(1):9-14.
- [6] Duncan J M. Factors of safety and reliability in geotechnical engineering[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2000, 126(4):307-316.
- [7] 徐至钧,赵锡宏.逆作法设计与施工[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [8] 陆培毅,李绍忠,顾晓鲁.基坑支护结构的时空分析[J].岩土力学,2004,25(1):121-124.
- [9] 孙立柱,陈 鹤,刘寒迁,等.半逆筑法施工超大地铁深基坑工程设计方法[J].都市轨道交通,2011,24(4):99-101.
- [10] 刘 燕,刘国彬,孙晓玲,等.考虑时空效应的软土地区深基坑变形分析[J].岩土工程学报,2006,28(B11):1433-1436.

(上接第 130 页)

(2) 运用有限元方法对大坝进行渗流稳定性态分析,可以方便地得到大坝浸润线的位置和形状,分析大坝渗流量、水头和渗透坡降计算成果,为大坝的安全评价提供依据。

#### 参考文献:

- [1] 孙继昌.中国的水库大坝安全管理[J].中国水利,2008,(20):10-14.
- [2] 许百立.中国的坝工建设[J].大坝与安全,1999,13(1):1-8.
- [3] 宋恩来.国内几座大坝事故原因分析[J].大坝与安全,2000,14(2):41-44.
- [4] 陈 平,李祖贻.江河大堤的渗流控制[G].南京:南科所研究报告汇编,1984,16(6):86-97.
- [5] 朱伯芳.有限单元法原理与应用[M].北京:水利电力

出版社,1979.

- [6] 毛昶熙,段祥宝,李祖贻.渗流数值计算与程序应用[M].南京:河海大学出版社,1999.
- [7] 钱家欢,殷宗泽.土工原理与计算(第二版)[M].北京:中国水利水电出版社,1996.
- [8] 丁树云,蔡正银.土石坝渗流研究综述[J].人民长江,2008,39(2):33-36.
- [9] 岑 建,詹美礼.水工渗流有限元网格剖分的控制断面节点对连法[J].水利水电科技进展,2006,26(5):48-50.
- [10] 河海大学工程力学研究所.水工结构有限元分析系统操作指南[M].南京:河海大学工程力学研究所,2011.
- [11] 杜守来.AutoBank 软件在土坝渗流稳定计算中的应用[J].现代农业科技,2012,(6):252-253.
- [12] 王增欣,金生土.土石坝饱和和非饱和渗流的数值分析[J].水利与建筑工程学报,2010,8(3):117-121.