

基坑工程实例

7

JIKENG GONGCHENG SHILI

《基坑工程实例》编辑委员会
龚晓南 主 编
宋二祥 郭红仙 徐 明 副主编

中国建筑工业出版社

基坑工程实例 7

JIKENG GONGCHENG SHILI

《基坑工程实例》编辑委员会

龚晓南 主编

宋二祥 郭红仙 徐明 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基坑工程实例7/《基坑工程实例》编辑委员会, 龚晓南主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 7

ISBN 978-7-112-22528-6

I. ①基… II. ①基… ②龚… III. ①基坑施工案例 IV. ①TU46

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 173872 号

本书收集国内近期建成的 49 个基坑工程实例, 遍及全国各地城市。按基坑支护形式分类, 有地下连续墙、桩-撑支护等。每个基坑工程实例包括: 工程简介及特点、地质条件、周边环境、平面及剖面图、简要实测资料和点评等。本书资料翔实, 技术先进, 图文并茂, 可供建筑结构、地基基础和基坑工程设计施工人员、大专院校师生阅读。

* * *

责任编辑: 蒋协炳

责任校对: 姜小莲

基坑工程实例 7

《基坑工程实例》编辑委员会

龚晓南 主编

宋二祥 郭红仙 徐明 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

天津翔远印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 30 $\frac{3}{4}$ 字数: 766 千字

2018 年 9 月第一版 2018 年 9 月第一次印刷

定价: 95.00 元

ISBN 978-7-112-22528-6

(32337)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《基坑工程实例》编辑委员会

主 编：龚晓南

副主编：宋二祥 郭红仙 徐 明

顾 问：钱七虎 陈肇元 周丰峻 唐业清 杨林德 程良奎
马金普 顾宝和 顾晓鲁 刘金砺 王步云 余志成
张旷成 赵锡宏

主 任：龚晓南

副主任：宋二祥 杨光华 徐 伟 王卫东 郑 刚
侯伟生 丘建金 徐杨青 朱彦鹏

秘书长：郭红仙 徐 明

委 员：（按拼音排列）

陈昌富	陈湘生	陈振建	程学军	崔江余	冯晓腊
龚晓南	郭红仙	侯伟生	黄 强	贾 坚	贾金青
贾立宏	蒋协炳	康景文	雷 用	李保国	李象范
梁志荣	林本海	刘国楠	刘俊岩	刘庭金	刘小敏
刘永超	刘佑祥	柳建国	马永祺	毛念华	彭卫平
秦四清	丘建金	沈贵松	施木俊	施祖元	史海欧
宋二祥	宋建学	孙剑平	唐传政	王红雨	王洪新
王建华	王卫东	魏建华	吴铭炳	吴永红	武思宇
向 艳	徐 明	徐 伟	徐长节	徐水根	徐杨青
徐中华	薛 炜	杨 斌	杨光华	杨素春	杨秀仁
杨志红	杨志银	应宏伟	余子华	喻良明	袁培中
张长城	张鸿儒	张怀文	张明聚	张信贵	张智浩
张中杰	郑 刚	郑建国	钟显奇	周同和	周载阳
朱彦鹏					

前 言

改革开放以来,土木工程建设蓬勃发展,城市化过程迅猛,地铁工程和城市地下空间利用进展很快,给基坑工程技术发展带来了很好的机遇。30多年来,基坑工程地域上,从南到北、从东到西、从大城市到小城镇,空间上,从小到大、从浅到深、从简单到复杂,发展很快。特别近年来随着城市化和地下空间利用的不断发展,高层、超高层建筑日益增多,地铁车站、铁路客站、地下停车场、地下商场、地下通道、桥梁基础等各类大型工程不断涌现,推动了基坑工程理论与技术水平的快速发展。30多年来,在围护结构形式、地下水控制技术、围护结构计算理论、基坑监测技术、信息化施工技术、以及环境保护技术等各方面都得到了很大发展和提高。经过30多年的努力,我国现在不仅是基坑工程大国,也是基坑工程强国。但我们要清醒地看到,在基坑工程领域要进一步减小工程事故率,努力做到消灭大事故;要进一步提高设计、施工技术水平,降低工程费用。

自2006年组织编写出版《基坑工程实例》以来,已出版6册。12年来,在业界的支持下,《基坑工程实例》系列图书影响逐步扩大,愈来愈受岩土工程界工程技术人员的欢迎。《基坑工程实例7》收到应征稿件56篇,经评审收录案例49篇。在《基坑工程实例7》出版之际,谈几点想法,请读者指正。

1. 基坑工程地下水控制和基坑工程环境影响控制是基坑工程的两个关键技术难题,要给予充分重视。当基坑工程影响范围内存在承压水层,或地基土体渗透性好且地下水位高的情况下,地下水控制往往是基坑工程成败的关键。对已有基坑工程事故原因的调查分析表明,由于未处理好地下水的控制问题而造成的工程事故在基坑工程事故中占有很大比例。在基坑工程地下水控制设计中,要详细掌握场地的工程地质和水文地质资料,仔细分析工程地质和水文地质条件,充分了解拟采用的围护结构在该工程地质和水文地质条件下的地下水控制能力,还要特别重视相应的施工机械的能力。当基坑工程影响范围内有构筑物需要保护时,变形控制往往是基坑工程成败的关键。在深厚软黏土地基中的基坑工程变形控制特别重要,需要给予特别的重视。要加强基坑工程变形控制设计理论的研究,提高变形控制设计水平,发展基坑工程变形控制新技术。

2. 关于规程规范。20多年前应邀到北京参加关于基坑工程规范(冶金部)的讨论会,那时我国尚无基坑工程规范。讨论会上两位前辈的发言至今记忆犹新。一是规范主编介绍对欧洲基坑规程的调查情况,他说欧洲基坑规程只交代设计人员要做那几项计算分析,确保工程安全,没有介绍用什么方法、用什么公式进行计算,规程条文很简单。二是一位老前辈在会上强调了岩土工程的特殊性,他认为基坑工程在岩土工程中其特殊性更为突出,没有两个基坑是相同的,用一本规程去规范可能是很困难的。当时积累的案例、经验又少,制定一本全国可适用的规范很困难。他认为要制定的话只能原则一点。那次会后不久,基坑工程行业标准、国家标准、地方标准如雨后春笋,愈编愈多,愈编愈细。近些年笔者经常思考岩土工程规范的有关问题。下面摘录“读‘岩土工程规范的特殊性’与‘试

论基坑工程的概念设计’”（龚晓南，“一题一议”，刊《地基处理》，1999，第10卷第2期）中部分内容。

“岩土工程规范的特殊性”（陈愈炯，《岩土工程学报》，第19卷第6期，p112，1997）和“试论基坑工程的概念设计”（顾宝和，基坑支护技术进展，建筑技术增刊，p87，1998）二文写的很好，文中提出的问题值得我们岩土工作者深思、重视，也指出提高岩土工程技术水平的途径。陈文认为“岩土工程发展至今仍是一门带有一定艺术性的科学。它研究的材料品种繁多，组合多样，性质复杂，各种土的好坏还与它所处的部位或承担的任务有关。因此要想为如此复杂的土体制订一详细而且恰当的勘探或设计规范是很难办到的。”土是自然历史的产物，土层分布、土的性质十分复杂，而且区域性、个性很强。同是软黏土，各地的差别也很大。对如此复杂的对象，制订一部详细而且恰当的岩土工程规范确实是难以办到的。从政府各级工程建设管理部门到岩土工程教学、科研、设计、勘察、施工等各部门的技术人员都要认识这一点。详细而且恰当的岩土工程规范难以办到，怎么办？是否岩土工程不需要规范？笔者同意陈文的观点，“并不意味着不需要规范，它仍是很重要的参考书。”应该根据岩土工程特点来制订规范，来对待规范。岩土工程规范宜粗不宜细，各项条款应该原则一些。在执行规范时，让岩土工程技术人员具有较大的探索和创新的空间，同时也让岩土工程技术人员承担更大的责任。

2017年9月在中国深基础协会成立30年的论坛上，在应邀作的报告中我提出：岩土工程“规程和规范”是设计依据？还是设计参考？根据规程和规范设计，出了事故（设计原因），设计人员有没有责任？这些问题值得我们思考和重视。随后11月应邀在广州全国灌浆学会年会上作的报告中明确指出不应将岩土工程“规程和规范”视为设计依据，应该如陈愈炯所说的是“很重要的参考书”。在应用岩土工程“规程和规范”时，让岩土工程技术人员具有较大的探索和创新空间，同时也让岩土工程技术人员承担更大的责任。如将岩土工程“规程和规范”视为设计依据，会影响技术人员创新精神的充分发挥，影响科技进步。太沙基在《工程实用土力学》一书的序中指出：“工程师们必须善于利用一切方法和所有材料—包括经验总结、理论知识和土工试验。但是除非这些材料加以细心地有区别地应用，否则这些材料都是无益的。因为几乎每一个有关土力学的实际问题都是至少有某些特点是没有先例的。”简单地将“规程和规范”视为设计依据，有时还会引发工程事故。这样的案例并不少。

3. 关于可回收锚索：随着我国土木工程建设和地下空间开发利用的发展，基坑工程的数量和体量迅速扩大。拉锚式支护结构通过设置临时性锚索对挡土结构提供支点，可大幅提高施工速度和施工效率，具有较高的经济性，目前已在基坑支护工程中得到大量应用。但是传统的预应力锚索技术主筋不可回收，存留在基坑周围地基中的锚索形成了长期的地下障碍，造成严重的环境污染问题。在留有锚索的地基中难以进行桩基、盾构、地下连续墙等工程施工，给后续工程建设留下了隐患。后期处理存留在地基中的锚索难度大且费用高昂。在此仅举深圳地铁9号线西延线高新南站~红树湾南站区间锚索段处理施工方案为例。该区间侧穿深圳市生态科技园基坑，基坑采用灌注桩+锚索支护的形式，锚索影响左线范围90米，影响根数122根；影响右线范围150米，影响根数154根。现场采用拉拔清除锚索方式失败；经比选，采用盾构机强推锚索段的施工工艺，其流程为→围护桩拔除→旋挖钻处理锚索→三重管旋喷桩加固→WSS注浆加固→盾构强推→开仓处理锚索

→盾构强推→接收→场地恢复。变更后费用增加 5587.49 万元。

深圳不少地区为了避免产生在地基中存留锚索障碍物，造成严重的环境污染问题，禁止采用锚索技术的拉锚式支护结构的使用。但造成了大量的造价浪费和工期的延误，社会效益和经济效益差。

采用可回收锚索技术可解决这一难题。目前，许多国家和地区已开展了大量可回收锚索技术的研究和推广应用，取得了良好的经济效益和社会效益。以韩国为例，通过政府的引导，在锚索施工前先由业主预交一部分土地占用费，之后按实际占用时间收费，待筋体拆除后停止收费。目前韩国的岩土锚索中采用可回收技术的比例已接近 100%。

近年来可回收锚索技术在我国得到了蓬勃的发展，已形成了独具中国特色的可拆芯回收锚索技术，具有安全快速、回收率高、工人劳动强度低等优点。被回收的钢绞线能重复使用，做到充分利用资源、高效环保。因此可回收锚索技术的应用和推广，符合当前绿色、环保施工的社会需求，对提升建筑业整体水平具有重要意义。

建议政府有关部门加强对可回收锚索技术的引导和支持、促进可回收锚索技术的推广应用。同时加大可回收锚索技术的科研投入，推动高承载力和高效回收的预应力锚索技术的研发，为推广这一利国利民的新技术提供支撑，共同促进地下空间的可持续性开发利用。

以上想法和建议，抛砖引玉，望能得到广大读者的指正。

龚晓南

2018.04.20

目 录

前言

一、地下连续墙(墙一撑)支护

上海临港新城滴水湖站地下交通枢纽基坑工程·····	张中杰	张擎宇	陈加核	汤翔	1	
上海虹口提篮桥街道 66 街坊基坑工程·····	董月英	郭代培	魏建华		13	
广州珠光路综合楼基坑工程·····	肖淑君	彭卫平	张在喜		22	
广州雅鸣轩商住楼基坑工程·····	温忠义	彭卫平	刘志方		29	
深圳地铁前海时代广场 4 号地块基坑工程·····	赵园园	左人宇	林国威	朱玉清	陶阳平	38
杭州浙江第一码头旧址公园基坑工程·····	李瑛	刘兴旺	肖臣龙		47	
杭州国际大厦改造项目基坑工程·····	喻军	龚晓南			56	
武汉中国银行湖北省分行营业办公楼(一期)基坑工程·····	夏红莹	陈义平			72	
武汉恒隆广场发展项目基坑工程·····	胡科	阎波	安海堂	徐伟	刘媛	84

二、桩一撑支护

北京地铁 17 号线天—末区间盾构竖井基坑工程·····	马栋	张明聚	郭雪源	黄立新	王武现	汪春生	杨世鹏	93
天津中国汽车研究中心零部件试验室内新增设备基础项目基坑工程·····	赵修明	刘永超	李刚					103
长短桩及新型立柱桩在高岩面深基坑支护设计施工中的应用·····	王维成	钟显奇	洪三金	彭小林	黄坚生			112
深圳百丽大厦基坑工程·····	乔丽平	刘动	王源	黄文彬				119
深圳荣超前海大厦基坑工程·····	乔丽平	刘动	黄文彬	王源				127
深圳华强时代公馆基坑工程·····	任晓光	姜晓光	张俊	朴云逸				137
南京海峡城一期居住社区中心基坑工程·····	赵升峰	陈祉阳	章新					149
南京紫金(建邺)科技创业特别社区一期 A、B 地块基坑工程·····	高蒙	王冰	苑举卫	吴继峰	杨博	陶文成	卫龙武	161
南京某住宅楼基坑工程·····	王正振	宋金强	戴国亮	龚维明	徐峰			168
武汉帝斯曼国际中心基坑工程·····	夏红莹	陈义平						177
武汉复地·汉正街项目基坑工程·····	胡科	阎波	李三明	蔡飞				189
郑州瑞园·三号楼地下车库基坑工程·····	宋进京	周同和	郭院成	宋建学				198
兰州地铁一号线五里铺站基坑工程·····	叶帅华	赵壮福	高升					210

澳门初级法院大楼基坑工程·····	徐中华	宗露丹	陈永才	王卫东	219
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----

三、桩—锚支护

长沙北辰三角洲项目 A3 区基坑工程·····	翟博渊	牛辉	王东	235		
无锡海岸城 66 号地块住宅基坑 工程·····	吴亮	尚学伟	陈家冬	刘建忠	许金山	248
苏州 2013-G-55 号地块基坑工程·····	杜明祥	范惠菊	陆晓明	周建明	256	
天水金宸公馆项目基坑工程·····	杨校辉	朱彦鹏	郭楠	269		

四、土钉支护或上部土钉、下部桩/墙锚支护

海口海航集团双子塔基坑工程·····	曹廷亮	孙忠	崔江余	叶焱	李怀奇	279
兰州铁路路西客站建设拆迁安置住宅小区一期项目 3 号、4 号楼基坑 工程·····	周勇	史占哲	288			
兰州乾祥大厦综合商住楼基坑工程·····	叶帅华	王正振	徐峰	296		

五、联合支护

上海世博会 B 片区某地下室加层项目基坑工程·····	张中杰	陈加核	王建华	305			
广州天河公园地铁站基坑工程·····	吴坤	316					
深圳前海 T201-0077 地块基坑工程·····	朱玉清	左人宇	林国威	赵园园	324		
深圳客运枢纽上盖保障性住房项目基坑工程·····	向玮	张文超	江辉	334			
深圳万科安托山南地块基坑工程·····	林国威	左人宇	赵园园	朱玉清	陶阳平	344	
珠海横琴华策国际大厦基坑工程·····	丘建金	莫进丰	张瑜	李拔通	354		
江门珑湖湾项目(二期)基坑 工程·····	张文超	薛炜	于方	霍庆辉	刘华辉	邓妙芳	365
厦门特房筓·温莎公馆基坑工程·····	王华钦	375					
苏州太湖金港商业综合体项目基坑工程·····	杜明祥	范惠菊	陆晓明	周建明	383		
兰州力行新村棚户区改造项目基坑工程·····	任永忠	朱彦鹏	390				
兰州雁滩金徽园商住小区基坑工程·····	周勇	苏天涛	罗玉博	400			
德州百脑汇基坑工程·····	曲进	才振岭	王希岭	张树胜	409		
海口双子塔(南塔)项目基坑工程·····	曹祚省	孙忠	崔江余	叶焱	418		

六、其他实例

北京八宝山断裂带上某深基坑失稳及加固处理 案例·····	何世鸣	刘航	郁河坤	史超栋	429	
昆明某桩锚深基坑工程及诱发地铁盾构隧道病害的原因 分析·····	刘庭金	林培钦	夏文宇	441		
郑州某中心基坑周边异常的分析·····	宋建学	张景伟	李向阳	石纪伟	程朝文	450
太原某基坑工程实例及发生涌砂事故后的处理·····	荆和平	463				

某市地铁站基坑工程引起地表沉降的分析与 处理.....	仇文岗 王 尉 章润红 侯中杰	469
无锡新区科技交流中心竹筋喷锚支护 工程.....	陈家冬 吴 亮 尚学伟 刘建忠 许金山	475

一、地下连续墙(墙一撑)支护

上海临港新城滴水湖站地下交通枢纽基坑工程

张中杰 张擎宇 陈加核 汤翔

(上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司, 上海 200125)

一、基坑工程概况

临港新城滴水湖站地下交通枢纽基坑工程位于临港新城中心区一期建设区北部, 北连临港大道, 南邻滴水湖, 环抱上海市轨道交通 16 号线滴水湖站, 基坑总平面约 61000m²。

本工程主体为地下二层结构, 部分区域为地铁附属结构。主体结构局部中楼板缺失, 并形成错层结构, 采用现浇钢筋混凝土梁板体系, 顶板厚度为 250~500mm, 中板厚度为 200mm, 底板厚度为 1100~1200mm, 底板下设置钻孔灌注桩抗浮。

本工程基坑开挖深度约 11m, 基坑的一侧利用 16 号线滴水湖站的地下连续墙, 其余围护结构采用 600mm 地下连续墙, 竖向设置两道钢筋混凝土支撑, 明挖顺筑法施工。

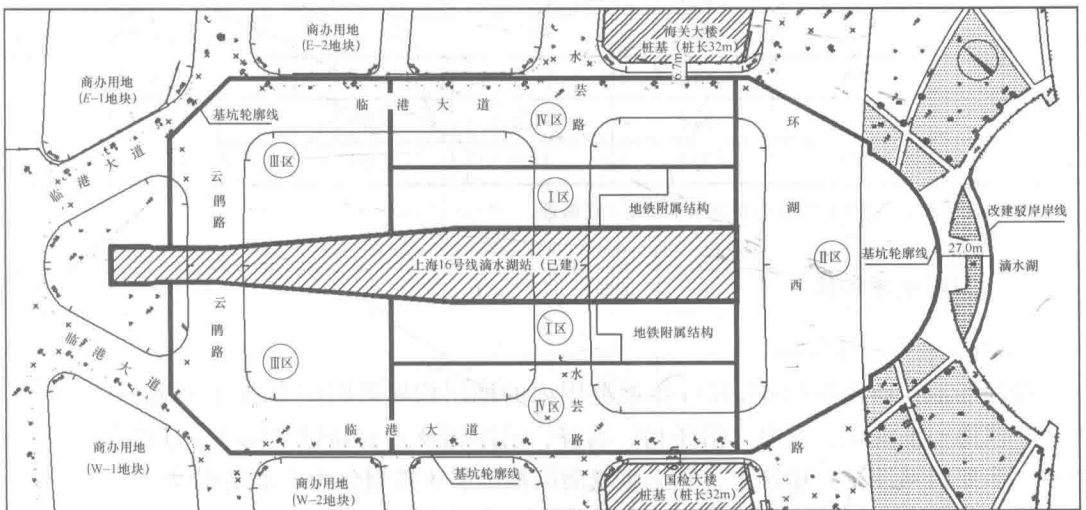


图1 基地概况图

二、周边环境概况

拟建工程场地内主要建、构筑物及其距离基坑边界情况见表 1。

一、地下连续墙(墙一撑)支护

周边建、构筑物情况表

表 1

工程区域	建、构筑物基础情况	最小距离 (m)
两基坑中间	上海市轨道交通 16 号线滴水湖站, 车站底板埋深约为 18.58m 采用 800mm 地下连续墙围护, 标准段墙长 33m	紧贴基坑
基坑北侧	海关大楼, 设一层地下室, 桩基采用 32m 长 PHC 桩	约 6m
基坑南侧	国检大楼, 设一层地下室, 桩基采用 32m 长 PHC 桩	约 6m
基坑东侧	临时围堰	约 27m

表 2 中的管线在基坑施工前均采用临时搬迁措施。施工中需对轨道交通车站采取有效的措施进行保护。

周边管线情况表

表 2

	序号	管线名称	管径 (mm) 或组、孔数	埋深 (m)	围护结构 外边线距离
临港大道 (西侧)	1	雨水	φ1000	3.20	进入基地
	2	信息	15 孔	1.85	进入基地
	3	上水	φ500	1.55	进入基地
临港大道 (东侧)	1	污水	φ400	4.10	进入基地
	2	雨水	φ1000	2.90	进入基地
	3	上水	φ800	3.50	进入基地
	4	煤气	φ300	2.15	进入基地
环湖北西 一路	1	上水	φ400	1.70	进入基地
	2	煤气	φ300	1.90	进入基地
	3	信息	15 孔	1.70	进入基地
	4	污水	φ400	3.20	进入基地
	5	污水	φ400	2.00	进入基地

注: 云鹃路及水芸路上的管线由于地铁车站施工已搬迁。

三、工程地质条件

1. 工程地质条件

拟建场地在所揭露的 65.45m 深度范围内的地层均属第四纪全新世 (Q₄) 河口~滨海相、浅海~滨海相、滨海、沼泽相、溺谷、沼泽相及上更新世 (Q₃) 河口~滨海相沉积层, 主要由粘性土、粉性土、砂土组成的沉积土层, 共划分为 5 个主要层次 (分属各个主要层次的 8 个亚层, 缺失上海地区常见的③、⑥层)。

1) ①层填土, 层厚 1.20~4.70m, 层顶标高 5.29~3.83m。杂色, 松散, 表层为水泥地坪、路面、人行道、草坪、杂填土, 夹砖块、碎石等; 以下为素填土, 局部为吹填土, 以粉质黏土或黏质粉土为主。土质松散不均。

2) ②₃层砂质粉土, 层厚 10.20~14.60m, 层顶标高 3.07~-0.27m, Q₄₃ 河口~滨海相沉积。灰色, 饱和, 中密, 中等压缩性, 场地均有分布。含云母, 夹少量粘性土及

薄层粉砂。摇震反应迅速，无光泽反应，干强度、韧性低。土质不均。

3) ④层淤泥质黏土，层厚 4.50~8.00m，层顶标高-8.77~-12.22m，Q42 浅海~滨海相沉积。灰色，饱和，流塑，高等压缩性，场地均有分布。含有机质，夹粉土微薄层。无摇震反应，光滑，干强度、韧性高。土质均匀。

4) ⑤₋₁层黏土，层厚 4.00~7.20m，层顶标高-15.93~-18.29m，Q41 滨海、沼泽相沉积。灰色，很湿，软塑，高等压缩性，场地均有分布。含有机质、腐植物、钙结核，夹粉土微薄层。无摇震反应，光滑，干强度、韧性高。土质均匀。

5) ⑤₋₃层粉质黏土，层厚 3.00~7.50m，层顶标高-22.02~-23.90m，Q41 溺谷、沼泽相沉积。灰色，很湿，软塑，高等压缩性，场地均有分布。含有机质，夹粉土薄层及团块。无摇震反应，稍有光滑，干强度、韧性中等。土质不均。

6) ⑤₋₁层粉质黏土，层厚 2.00~4.60m，层顶标高-25.57~-29.79m，Q41 溺谷、沼泽相沉积。灰绿色，湿，硬塑，中等压缩性，场地均有分布。含氧化铁斑点。无摇震反应，稍有光滑，干强度、韧性中等。土质尚均。

7) ⑦₋₁层砂质粉土，层厚 3.80~9.80m，层顶标高-29.97~-33.45m，Q32 河口~滨海相沉积。草黄~灰色，饱和，密实，中等压缩性，场地均有分布。含云母，夹少量粘性土及薄层粉砂。摇震反应迅速，无光泽反应，干强度、韧性低。土质不均。

8) ⑦₋₂层粉砂，未钻穿，层顶标高-35.88~-40.50m，Q32 河口~滨海相沉积。灰黄~灰色，饱和，密实，中~低等压缩性，场地均有分布。含云母、石英、长石等矿物质，夹薄层粘性土、粉性土及细砂。土质不均。

土层物理参数力学表

表 3

土层层号及名称	重度 γ kN/m ³	比重 G	含水量 W%	孔隙比 e	粘聚力 C kPa	内摩擦角 ϕ °	渗透系数 k_v cm/s	渗透系数 k_h cm/s
①层填土	18.6	2.72	30.5	0.875				
② ₋₃ 层砂质粉土	18.7	2.7	29.2	0.829	6	32	1.43e-03	2.02e-03
④层淤泥质黏土	17	2.75	48.9	1.364	12	10	9.26e-08	1.28e-07
⑤ ₋₁ 层黏土	17.5	2.74	41.3	1.167	17	15.5	1.26e-07	1.57e-07
⑤ ₋₃ 层粉质黏土	17.9	2.73	36.2	1.034	19	20	1.57e-06	1.98e-06
⑤ ₋₁ 层粉质黏土	19.6	2.73	23.7	0.686	40	20.5		
⑦ ₋₁ 层砂质粉土	19.1	2.7	26.4	0.754	6	32.5		
⑦ ₋₂ 层粉砂	19.2	2.69	24.5	0.709	1	36		

2. 水文地质

承压水主要考虑⑦层中的承压水，即第一承压含水层。根据上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》，上海地区承压水水位一般均低于潜水水位，年呈周期性变化，埋深 3.0~11.0m。基坑开挖时不会发生水土突涌。

3. 场地液化判别

拟建场地在埋深 20.0m 深度范围内有②₋₃层饱和砂质粉土分布，根据标准贯入试验成果资料进行综合判定：本场地②₋₃层饱和砂质粉土在抗震设防烈度为 7 度条件下为不液化土层，故本场地在抗震设防烈度为 7 度条件下为不液化场地。

四、基坑特点

本工程基坑占地面积较大，且基坑内包含地铁车站附属结构，周边环境、地质条件复杂。因此，在基坑实施方案制定与支护结构设计时应重点考虑以下几个因素：

1. 为保证已建地铁设施的安全，需严格控制基坑开挖引起的不均匀沉降；
 2. 地铁车站紧贴本基坑，基坑开挖时会造成地铁车站两侧的土层摩阻力损失，导致车站上浮。
 3. 复杂地质对基坑的影响，如②₃层砂质粉土层厚达 10m 以上，应选择合理的支护结构并增加必要的措施。
 4. 为保证地铁通车节点的要求，必须优先实施基坑内地铁附属区域。
 5. 异形半圆形基坑的受力机理和支撑布置形式。
- 上述因素将直接决定本基坑的整体实施方案及工程安全。

五、基坑总体实施方案

由于本基坑 I 区范围内设置地铁车站附属结构，根据地铁进度要求需优先施工；由于场地限制，III 区内设置了盾构泥浆池及管片堆场，需待盾构区间贯通后方能具备开挖条件，故根据工程筹划要求及地铁保护要求，本基坑施工分为三个阶段分小块分区域对称实施。如图 2 所示。

- 第一阶段实施 I 区狭长形基坑（包括地铁附属）。
- 第二阶段同时实施 II 区及 III 区基坑。
- 第三阶段实施 IV 区基坑。

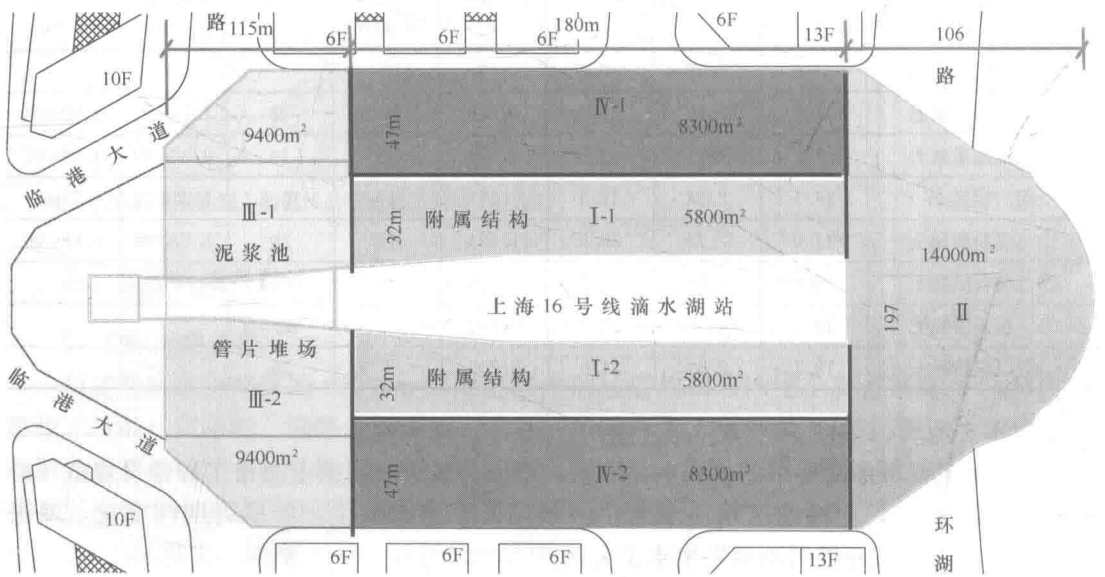


图 2 基坑划分平面布置图

图 3 为基坑俯瞰平面图，施工工况为地铁两侧的 I 区基坑已施工完成，正在开挖 II 区及 III 区基坑，IV 区基坑尚未开挖。



图3 基坑俯瞰平面图

为避免基坑开挖时造成地铁车站两侧的土层摩阻力损失,导致车站上浮,地铁设计时已在地块基坑开挖影响范围内设置了桩基。

六、基坑的支护结构设计

1. 基坑等级

由于本基坑邻近轨道交通, I 区、II 区及 III 区基坑环境保护等级为一级,围护墙最大水平位移 $\leq 0.18\%H$; IV 区基坑环境保护等级均为二级,围护墙最大水平位移 $\leq 0.3\%H$ 。本基坑开挖深度均小于 12m,基坑安全等级为二级。

2. 支护结构设计

(1) 围护结构长度

本工程紧邻已建上海市轨道交通 16 号线滴水湖站,经与地铁申通集团相关部门沟通,地下墙插入深度比不小于 1.0。地下墙墙址位于 $\textcircled{5}$ -1 层。

基坑围护设计参数

表 4

基坑编号	开挖深度 (m)	地下墙厚 (mm)	地下墙长度 (m)	插入比	进入 $\textcircled{5}$ -1层 长度 (m)	竖向支撑
I 区基坑	11.03	600	22	1	2	2 道钢筋混凝土支撑
II 区基坑	11.13	600	22.5	1.02	2.5	2 道钢筋混凝土支撑
III 区基坑	11.03	600	22	1	2	2 道钢筋混凝土支撑
IV 区基坑	11.03	600	22	1	2.5	2 道钢筋混凝土支撑 +1 道钢支撑抛撑

(2) 支撑布置支撑体系

当基坑周边轨道交通对基坑变形控制较为严格时,宜采用相互正交的对撑布置方式。该布置方式的支撑具有刚度大,传力直接和受力清晰的特点,适合在变形控制要求高的基坑工程中应用。经征询地铁申通相关部门,确定地铁保护区范围内的 I 区狭长基坑采用相互正交的对撑布置形式。

一、地下连续墙(墙一撑)支护

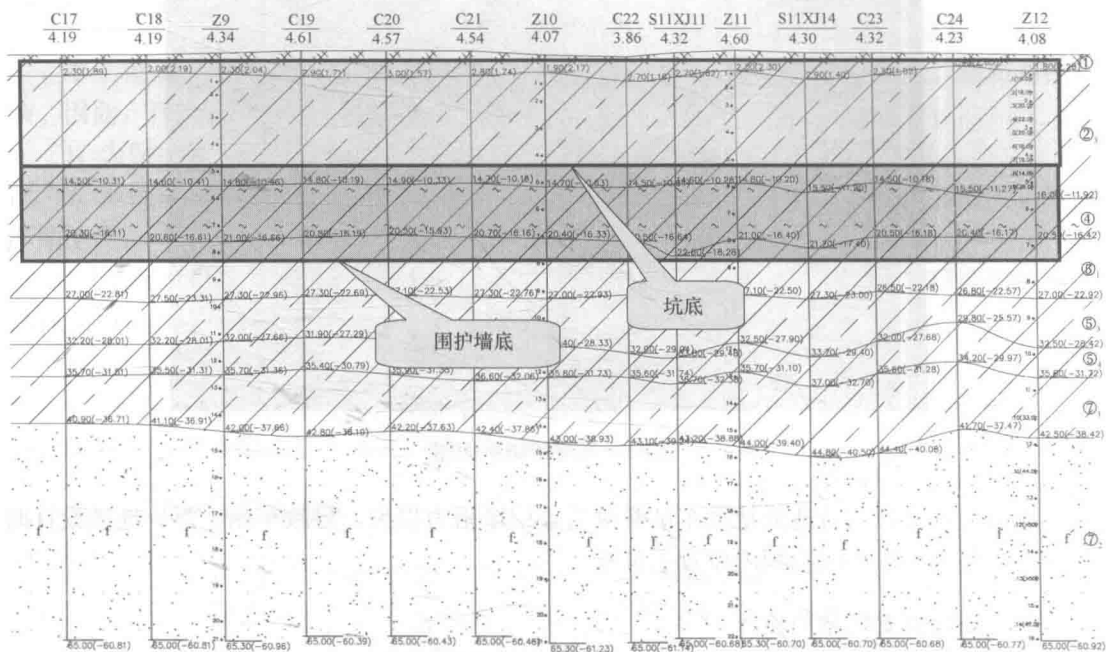


图 4 地质纵断面图

Ⅱ区基坑位于主体结构的东侧，建筑功能为下沉式广场，基坑平面呈半圆形，圆弧半径达 65m，基坑面积约 14000m²，开挖深度为 11.13m。Ⅱ区基坑支撑平面布置的主要思路是：充分发挥混凝土支撑刚度大、整体性好和布置灵活的特点，将基坑圆弧段的坑外水土压力，通过半圆形混凝土桁架支撑传递到平直段的地下连续墙，与平直段的坑外水土压力平衡。基坑中部设置南北走向的对撑，平衡南北两侧坑外水土压力的同时兼做栈桥。基坑西侧设置一组边桁架，由于西侧坑外结构大部分已建成，其作用主要是加强支撑系统的整体性。

各区域的支撑及围檩尺寸详见表 5，支撑平面布置图详见图 5。

支撑及围檩尺寸表 (mm)

表 5

区域	支撑	围檩	钢筋混凝土支撑	钢筋混凝土连杆
Ⅰ区	第一道支撑	1200×800	900×800	700×700
	第二道支撑	1400×850	1200×800	800×800
Ⅱ区	第一道支撑	1200×800	900×800 1400×800 (环撑)	700×700
	第二道支撑	1400×850	1200×800 2000×800 (环撑)	800×800
Ⅲ区	第一道支撑	1200×800	900×800	700×700
	第二道支撑	1400×850	1200×800	800×800
Ⅳ区	第一道支撑	1200×800	900×800	700×700
	第二道支撑	1400×850	1200×800	800×800

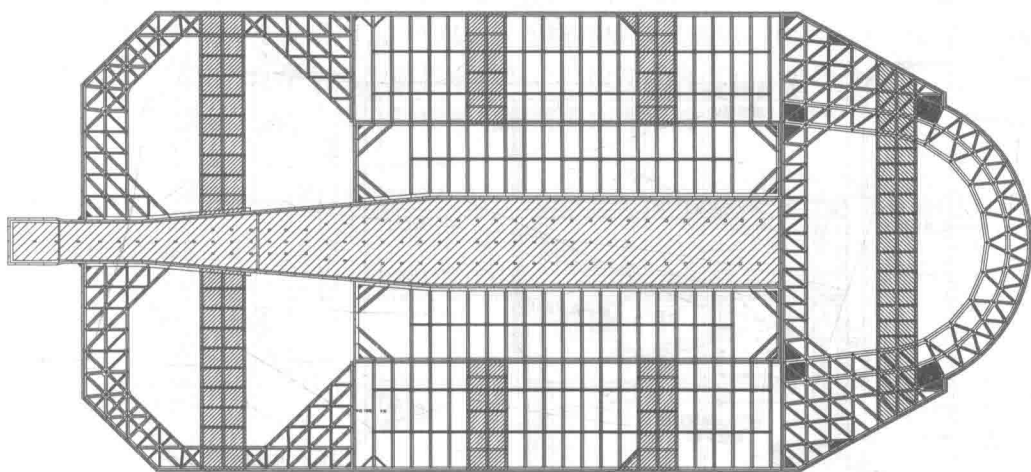


图5 基坑平面布置简图

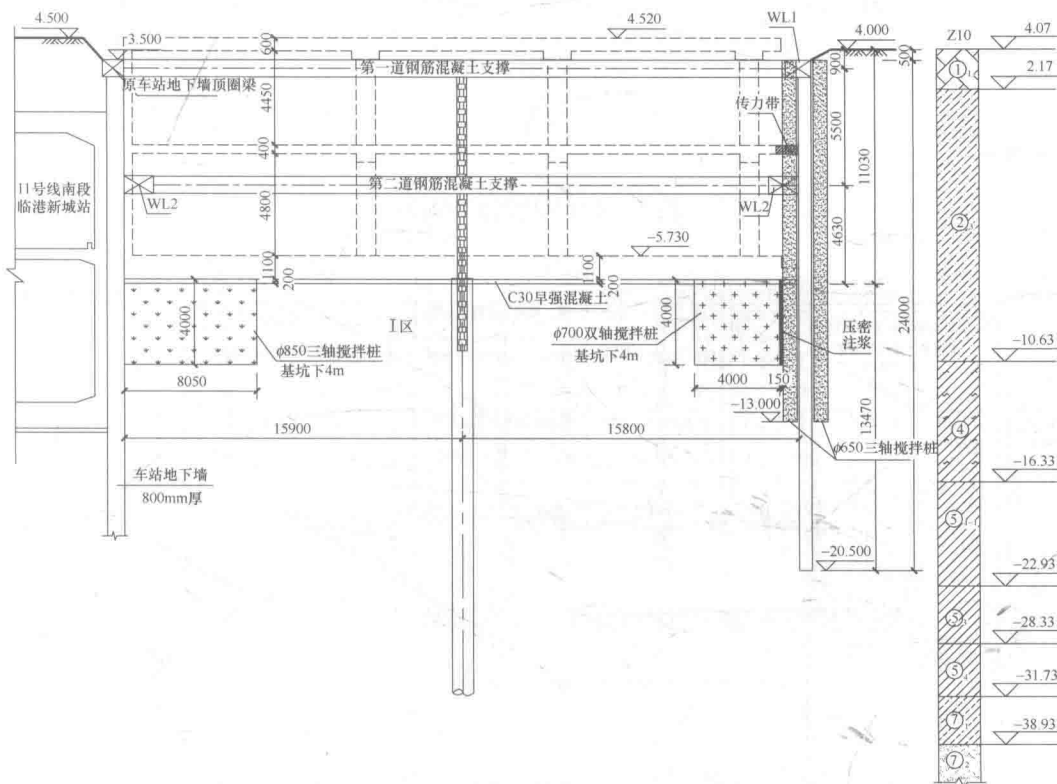


图6 I区基坑围护剖面图

(3) 地基加固

考虑到基坑形状不规则，面积较大，且紧邻16号线滴水湖站，为减小基坑开挖引起的附加变形对地铁车站的影响，经征询地铁申通相关部门，沿地铁车站设置了8m宽的 $\phi 850$ 三轴水泥搅拌桩，加固深度为底板下4m。