

上海市工程建设规范

基坑工程微变形控制技术标准

Technical standard for micro-deformation control of
excavation engineering

DG/TJ 08—2364—2021

J 15744—2021

主编单位：上海建工集团股份有限公司

同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司

批准部门：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2021年10月1日

同济大学出版社

2021 上海

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标定〔2021〕246号

上海市住房和城乡建设管理委员会
关于批准《基坑工程微变形控制技术标准》
为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海建工集团股份有限公司、同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司主编的《基坑工程微变形控制技术标准》，经我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ 08—2364—2021，自 2021 年 10 月 1 日起实施。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海建工集团股份有限公司负责解释。
特此通知。

上海市住房和城乡建设管理委员会
二〇二一年四月十二日

前 言

根据上海市住房和城乡建设管理委员会《关于印发〈2016 年上海市工程建设规范编制计划〉的通知》(沪建管〔2015〕871 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,结合近年来大量的建筑工程项目实践和研究,在反复论证的基础上,制定了本标准。

本标准的主要内容有:总则;术语;基本规定;变形控制标准;微变形控制的设计与计算;板式支护体系围护墙施工;土体加固施工;内支撑施工;土方施工;地下水控制;基坑及环境监测;信息化控制;风险应急管理。

各单位及相关人员在执行本标准过程中,如有意见和建议,请反馈至上海市住房和城乡建设管理委员会(地址:上海市大沽路 100 号;邮编:200003;E-mail:shjshg@163.com)、上海建工集团股份有限公司(地址:上海市东大名路 666 号;邮编:200080;E-mail:scjhg@163.com)、上海市建筑建材业市场管理总站(地址:上海市水木桥路 683 号;邮编:200032;E-mail:shgche@163.com),以供今后修订时参考。

主编单位:上海建工集团股份有限公司

同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司

参编单位:上海申通地铁集团有限公司

上海城投水务工程项目管理有限公司

上海地铁监护管理有限公司

上海建一建集团有限公司

上海建二建集团有限公司

上海市基础工程集团有限公司

上海市机械施工集团有限公司

同济大学
上海交通大学
上海勘察设计院(集团)有限公司
上海市隧道工程轨道交通设计研究院
上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司
上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司
上海汇谷岩土工程技术有限公司

主要起草人:黄 剑 贾 坚 王如路 沈虎勇 宋毅敏
龙莉波 李耀良 李家平 谢小林 吴小建
闫静雅 黄玉林 钟 铮 翟本群 褚伟洪
王建华 刘国彬 陈锦剑 蔡国强 周蓉峰
周 虹 陈 鸿 周成美 徐正良 魏永明
肖同刚 杨 科 徐 磊 张哲彬 任 洁
张 羽 袁 剑 罗建军 柳 献 顾 翥
梁发云 王红卫 张竹庭 王小安 张梓升
王鲁杰 林 巧 方锡钢 李明广
主要审查人:丁文其 梁志东 唐 军 范明星 叶 蓉
楼俊发 张 刚

上海市建筑建材业市场管理总站

目 次

1	总 则	4
2	术 语	5
3	基本规定	4
4	变形控制标准	7
4.1	一般规定	7
4.2	环境变形控制标准	7
4.3	基坑微变形控制标准	8
5	微变形控制的设计与计算	9
5.1	一般规定	9
5.2	方案总体设计及准则	9
5.3	计算方法及分析	12
6	板式支护体系围护墙施工	13
6.1	一般规定	13
6.2	清 槽	13
6.3	地下连续墙	13
6.4	灌注桩排桩	14
6.5	型钢水泥土搅拌墙	15
7	土体加固施工	16
7.1	一般规定	16
7.2	三轴水泥土搅拌桩	16
7.3	高压旋喷桩	17
7.4	全方位高压喷射注浆	17

8	内支撑施工	19
9	土方施工	21
9.1	一般规定	21
9.2	大坑开挖	21
9.3	条坑开挖	22
9.4	土方开挖与内支撑的配合	22
10	地下水控制	24
10.1	一般规定	24
10.2	现场水文地质试验	25
10.3	降水设计	26
10.4	降水运行	27
11	基坑及环境监测	29
11.1	一般规定	29
11.2	监测项目及监测点布置	29
11.3	监测方法	31
11.4	监测频率及报警	32
11.5	数据分析与处理	34
12	信息化控制	35
12.1	一般规定	35
12.2	信息管理系统	35
12.3	信息化监控	36
13	风险应急管理	37
	本标准用词说明	38
	引用标准名录	39
	条文说明	41

Contents

1	General provisions	4
2	Terms	5
3	Basic requirements	4
4	Deformation control standards	7
4.1	General requirements	7
4.2	Control standard of surrounding's deformation	7
4.3	Control standard of micro-deformation	8
5	Design and calculation of micro-deformation control	9
5.1	General requirements	9
5.2	Overall design and guidelines	9
5.3	Calculation method and analysis	12
6	Construction of embedded retaining walls	13
6.1	General requirements	13
6.2	Cutting	13
6.3	Diaphragm wall	13
6.4	Bored pile wall	14
6.5	Steel cement soil mixing wall	15
7	Soil improvement	16
7.1	General requirements	16
7.2	Triaxial cement soil mixing pile	16
7.3	High pressure jet grouting pile	17
7.4	Super high pressure jet grouting	17

8	Construction of internal struts	19
9	Excavation	21
9.1	General requirements	21
9.2	Excavation of large pit	21
9.3	Excavation of narrow pit	22
9.4	Coordination of earth excavation and internal support	22
10	Groundwater control	24
10.1	General requirements	24
10.2	Pumping test	25
10.3	Dewatering design	26
10.4	Dewatering operation	27
11	Monitoring	29
11.1	General requirements	29
11.2	Monitoring project and monitoring point arrangement	29
11.3	Monitoring method	31
11.4	Monitoring frequency and alarm	32
11.5	Data analysis and processing	34
12	Information control	35
12.1	General requirements	35
12.2	System of information management system	35
12.3	Information monitoring	36
13	Risk emergency management	37
	Explanation of wording in this standard	38
	List of quoted standards	39
	Explanation of provisions	41

1 总 则

1.0.1 为在基坑工程中做到安全可靠、技术先进、经济合理,严格按有微变形控制要求的基坑工程及紧邻重要环境保护对象的变形,保护周边环境,特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于本市周边环境有微变形控制要求的基坑工程的设计、施工、检测及监测。

1.0.3 基坑工程微变形控制除应符合本标准的规定外,尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 微变形控制 micro-deformation control

将基坑周边环境的变形按照环境保护等级为特级进行控制。

2.0.2 微扰动技术 micro disturbance technique

为达到基坑工程微变形控制的目的,将基坑施工影响范围内的原状土扰动降至最低,对基坑的开挖筹划、工艺选型、施工参数等进行调整及优选的一系列技术措施。

2.0.3 基坑周边环境 surroundings around excavations

基坑开挖影响范围内的既有建(构)筑物、道路、地下设施、地下管线、岩土体及地下水等的总称。

2.0.4 分坑支护 divided excavation and support

将整个基坑分为两个或两个以上基坑分别进行支护的设计方法,整个基坑可分为紧邻环境保护对象的条坑和远离环境保护对象的大坑。

2.0.5 大坑 large pit in divided excavation

因基坑分坑支护而划分的远离环境保护对象且面积较大的基坑。

2.0.6 条坑 narrow pit in divided excavation

因基坑分坑支护而划分的紧邻环境保护对象、面积较小且平面形状呈窄条形的基坑。

2.0.7 分隔墙 dividing wall

基坑工程采用分坑支护时,用于把整个基坑分隔成若干个独立支护基坑的临时围护结构。

2.0.8 侧支撑轴力自动补偿系统 system of automatic axial force compensation

具有机电液一体化系统,实时动态监控支撑轴力并适时自动进行轴力补偿、控制基坑围护结构变形的钢支撑系统。

2.0.9 隔离桩 isolation pile

为减少基坑施工影响,在基坑与环境保护对象之间设置的具有隔离作用的挡土结构。

2.0.10 时空效应原理 principle of time-space effect

基于软土流变特性及基坑变形的时间、空间特点,按照分层、分段、分块、对称、平衡、限时的土方开挖及支撑施工原则,通过限制基坑开挖的空间尺度及围护墙体无支撑的暴露面积大小和时间长短等措施,达到控制基坑和周围地层变形的目的。

2.0.11 信息化控制 informationize control

采用信息化手段对基坑工程施工全过程状态进行控制及管理。

3 基本规定

3.0.1 基坑工程微变形控制应采用先进成熟的设计理念、施工工艺、高性能设备、信息化监控技术等,结合超前预警、过程监控和动态控制等措施,确保工程安全。

3.0.2 基坑工程微变形控制应涵盖清障施工、围护结构施工、土体加固施工、地下水控制施工、支撑体系施工、土方开挖、地下结构回筑等基坑施工全过程。

3.0.3 基坑工程微变形控制应符合下列规定:

- 1 基坑周边环境对象应满足正常使用要求。
- 2 主体地下结构应能正常施工。
- 3 基坑周边环境变形应控制在容许范围内。

3.0.4 基坑工程微变形控制环境保护应包括下列对象:

- 1 轨道交通结构,包括地铁、轻轨、磁悬浮等城市轨道交通公共客运系统的轨道、隧道、高架、车站、变电站及其他对变形敏感的设备。
- 2 超长隧道、特长隧道、长隧道。
- 3 供水引水管渠。
- 4 其他对变形特别敏感需进行微变形控制的重要建(构)筑物和设施。

3.0.5 当基坑周边存在本标准第 3.0.4 条所规定的环境保护对象,且基坑挖深、基坑与保护对象的距离符合表 3.0.5 的要求时,应将基坑工程环境保护等级定为特级。环境保护等级为特级的基坑变形控制指标应按本标准第 4.3 节的规定采用。

表 3.0.5 基坑工程微变形控制的环境保护等级

基坑开挖深度	基坑与环境保护对象距离	基坑环境保护等级
$H \geq 12\text{ m}$	$x \leq 10\text{ m}$	特级

注:1 H 为基坑开挖深度, x 为基坑开挖边线至环境保护对象的净距。

2 环境保护对象未在第 3.0.4 条列出的,以及开挖深度、基坑与保护对象距离关系未在本表中涉及的基坑工程,其环境保护等级应按现行上海市工程建设规范《基坑工程技术标准》(DG/TJ 08—61)的规定采用。

3 对环境保护等级非特级的基坑工程,当其周边存在具有特殊保护需求的对象时,可结合保护对象的特点、现状,执行本标准的有关规定。

3.0.6 基坑工程微变形控制应根据环境保护对象的变形控制标准,采用经验设计与数值分析相结合的方法进行设计,并宜结合监测反馈数据反馈、修正数值模型,形成相互验证。

3.0.7 基坑支护结构选型应以环境保护为核心,并应根据工程水文地质条件、环境变形控制要求、施工条件、使用要求及基坑规模等设计条件,结合技术与经济性比选确定。

3.0.8 基坑工程微变形控制施工应采用微扰动施工工艺及技术措施,并编制专项施工方案。专项施工方案应包括减少基坑施工对周边环境影响的针对性措施。

3.0.9 桩基围护及主体结构加固应综合考虑场地地质条件、环境保护对象变形控制要求、场地施工条件以及地区工程经验等因素,选择适合的施工工艺与控制参数,降低对环境保护对象的扰动影响。施工前,可在场地代表性区域进行工艺性试验,以确定相关施工参数。

3.0.10 地下水控制应以控制和减小对周边环境的不利影响为原则进行专项方案设计,并应结合现场试验综合确定地下水控制设计所需的水文地质参数;对需抽降承压水的基坑工程,应进行专项水文地质勘察。

3.0.11 土方施工应遵循时空效应原理,按照分层、分段、分块、对称、平衡、限时的原则进行开挖,并根据支护体系和周边环境的监测数据进行开挖施工的动态调整。

3.0.12 监测方案应包含对基坑周边环境的监测内容,并根据基坑环境保护等级设置报警值,且宜采用自动化监测技术。

3.0.13 应急抢险预案应根据基坑工程的支护结构、周边环境、环境保护对象要求、场地条件、施工方案等条件预先制定。

上海市住房和城乡建设管理委员会信息公开
浏览专用

4 变形控制标准

4.1 一般规定

4.1.1 基坑工程的设计除应满足稳定性和承载力要求外,尚应满足基坑周边环境对微变形的控制要求。

4.1.2 基坑工程设计应考虑环境保护对象本体对附加荷载的承受能力,统筹考虑综合影响及变形值,确定基坑微变形控制指标。

4.2 环境变形控制标准

4.2.1 外部工程施工引起轨道交通结构(不包含磁悬浮)的附加变形控制值应符合下列规定:

1 轨道交通结构的累计沉降(或隆起)量和水平位移量不应大于 10 mm,隧道水平直径收敛变化量应根据隧道初始状态分级控制,且累计量不应大于 10 mm。

2 地铁高架线路中跨度不大于 40 m 的简支梁和连续梁相邻桥墩,差异沉降量不应大于 10 mm,且不得影响其安全正常使用。

4.2.2 外部工程施工引起磁悬浮轨道基础结构的附加变形控制值应符合下列规定:

1 基础总沉降量不应大于 2 mm。

2 前、后墩柱的累计不均匀沉降量不应大于 1 mm。

3 同一承台左、右侧墩柱累计不均匀沉降量不应大于 0.5 mm。

4 功能面横向累计偏移量不应大于 2 mm,相邻功能面横向

累计差异偏移量不应大于 1 mm。

4.2.3 外部工程施工引起超长隧道、特长隧道、长隧道的附加变形累计沉降(或隆起)量和水平位移量不应大于 10 mm,水平直径收敛累计变形量不应大于 10 mm。

4.2.4 外部工程施工引起原水引水管渠的附加变形控制值应符合下列规定:

1 钢筋混凝土渠道伸缩缝两侧结构的差异沉降不应大于 5 mm。

2 钢管垂直向附加变形不应大于 0.01 倍圆形管道公称直径。

3 钢管纵向变形曲线的曲率半径不应小于 3 000 倍圆形管道公称直径。

4.3 基坑微变形控制标准

4.3.1 当基坑周边环境有明确的变形控制标准时,基坑的环境保护等级应根据基坑周边的环境条件确定,采用相关方法预估基坑工程对周边环境可能产生的影响,并根据周边环境对附加变形的承受能力确定基坑的变形控制指标。

4.3.2 当基坑周边环境没有明确的变形控制标准时,可根据基坑的环境保护等级按表 4.3.2 确定基坑变形的设计控制指标。

表 4.3.2 基坑微变形设计控制指标

基坑环境保护等级	围护结构最大侧移	坑外地表最大沉降
特级	1.0‰H	1.0‰H

注: H 为基坑开挖深度(m)。

4.3.3 基坑工程施工过程中,环境保护对象的总变形控制值应按清除施工、围护桩基加固施工、基坑降水及开挖、地下结构回筑四个阶段进行分解,并分别加以控制。

5 微变形控制的设计与计算

5.1 一般规定

- 5.1.1 基坑工程紧邻保护对象侧的施工应按隔离桩、降水帷幕、槽壁加固、围护墙(桩)、坑内加固和工程桩的顺序进行。
- 5.1.2 基坑支护结构应优先选择成熟可靠、振动扰动小的施工工艺。
- 5.1.3 工程桩不宜采用挤土桩,搅拌桩加固区域工程桩应在加固施工完成后及时施打。
- 5.1.4 紧邻保护对象侧的地下室应满足一级防水等级的要求。
- 5.1.5 环境保护等级为特级的基坑,坑底开挖面宜减少局部落深,以保持坑底垫层受力可靠并便于底板快速施工。

5.2 方案总体设计及准则

- 5.2.1 环境保护等级为特级的基坑工程宜采用分坑支护。基坑分坑筹划应符合下列规定:
- 1) 应通过合理分坑控制单坑规模。
 - 2) 宜在紧邻保护对象侧设置条坑,在相对远离保护对象侧设置大坑。
 - 3) 宜先开挖远离保护对象的大坑,再施工紧邻保护对象的条坑,且应满足下列要求:
 - 1) 大坑开挖前,除大坑自身的围护墙及坑内加固等应达到设计强度外,其相邻条坑的围护墙及坑内加固也应达到

设计强度。

- 2) 条坑应待其后靠的大坑形成可靠稳定的水平传力体系后,再开挖施工。
- 3) 共墙(桩)的相邻分坑不宜同时开挖。

5.2.2 环境保护等级为特级的基坑工程支护形式应符合下列规定:

- 1 板式支护体系围护墙结构的选型应满足基坑周边环境变形控制的要求,并结合工程地质与水文地质条件、施工条件以及基坑使用要求、基坑开挖深度与面积等因素确定。

- 2 当围护墙采用地下连续墙时,宜在地下连续墙两侧采取槽壁加固措施。

- 3 当围护墙深度范围内砂层较厚且围护墙采用地下连续墙时,宜采用十字钢板、H型钢、GXJ橡胶止水带等止水性能较好的接头形式,宜在地下连续墙接缝处设置土体加固止水。

- 4 地下连续墙墙体和槽段施工接头应满足防渗设计要求。

- 5 地下连续墙若在承压水层区域内预埋钢筋接驳器,应严格控制该区域钢筋接驳器的间距,保证混凝土的浇筑质量。

5.2.3 环境保护等级为特级的基坑工程坑内加固布置应符合下列规定:

- 1 条坑坑底以下宜采用满堂加固,坑底以下加固厚度不宜小于 5 m。条坑坑底以上宜结合支撑布置采用锚杆加固。

- 2 与条坑相邻的大坑侧宜采用裙边加固,加固体的宽度不宜小于基坑开挖深度的 0.4 倍且不宜小于 8 m,坑底以下加固厚度不宜小于 5 m。

5.2.4 环境保护等级为特级的基坑工程支撑体系应符合下列规定:

- 1 与条坑相邻的大坑宜采用钢筋混凝土支撑,支撑设计宜采用十字正交对撑或者对撑,角撑结合边桁架的支撑布置形式,不宜采用大跨度边桁架及圆环支撑体系,且不应采用土层锚杆或

竖向斜撑作为支撑体系。

2 条坑支撑体系应满足下列要求:

- 1) 首道支撑应采用钢筋混凝土支撑。当竖向支撑道数不超过 5 道时,其余支撑均宜采用轴力自动补偿系统钢支撑;当竖向支撑道数超过 5 道时,除首道钢筋混凝土支撑外,其余支撑不宜全部采用钢支撑,宜在合适深度设置混凝土支撑。
- 2) 应根据变形控制标准,设定合理的钢支撑预加轴力值,并在施工过程中根据监测数据动态调整。
- 3) 钢支撑的截面宜采用钢管或 H 型钢。
- 4) 钢支撑布置除满足设计受力要求外,还应满足快速施工的要求。
- 5) 条坑坑底应采用加强垫层,宜在垫层内设置型钢支撑,并加预加轴力。

5.2.5 环境保护等级为特级的基坑工程地下水控制应符合下列规定:

- 1 基坑开挖前,应进行降水试验,以检验隔水帷幕的有效性。
- 2 保护对象侧可采取地下水回灌作为主动保护措施。
- 3 当有(微)承压水突涌风险需抽降承压水时,承压水控制应符合下列规定:

- 1) 隔水帷幕进入(微)承压水层下方的不透水层不宜小于 3 m,以隔断坑内外(微)承压水水力联系。
- 2) 当隔水帷幕无法完全隔断(微)承压水层时,应计算分析基坑降水对周边保护设施的影响,根据周边设施的保护要求,确定隔水帷幕的埋深,隔水帷幕底埋深应大于降水井滤管底埋深,且二者底部高差差不宜小于 10 m;应结合基坑开挖工况制定按需分级的降水方案,严禁超降。

5.2.6 隔离桩应符合下列规定:

- 1 隔离桩可采用树根桩、灌注桩或其他具有一定抗侧刚度

并且施工扰动小的桩型。

2 隔离桩应设置在基坑工程与被保护对象间,尽量紧邻被保护对象,隔离桩顶部宜设置冠梁以加强其整体性。隔离桩桩体穿越主要的土层滑移面不宜小于 5 m,并宜嵌入非淤泥质土层。

3 隔离桩应列隔成桩施工,提高成桩质量,并尽量减少成桩对周边环境的影响。

4 当基坑周边环境变形较大时,可在隔离桩靠基坑一侧采用主动注浆控制变形。注浆方案宜根据保护对象的特点及其变形发展趋势确定。

5.3 计算方法及分析

5.3.1 环境保护等级为特级的基坑工程计算与验算应包括下列内容:

1 围护墙的内力、变形计算和基坑稳定性验算,相关计算应符合现行上海市工程建设规范《基坑工程技术标准》(DG/TJ 08-61)的有关规定。

2 基坑开挖卸荷对周边环境影响的计算。

3 基坑抽降水对周边环境影响的计算。

5.3.2 基坑开挖卸荷对周边环境影响的计算宜采用数值方法,并应符合下列规定:

1 分析模型水平边界与基坑的距离宜大于 5 倍开挖深度,分析模型底部边界与最终开挖面的距离宜大于 3 倍开挖深度。

2 计算本构模型宜采用能考虑土体小应变特征、软黏土应变硬化特征的弹塑性模型。

5.3.3 当需要抽降(微)承压水且隔水帷幕无法完全隔断时,应采用三维地下水渗流数值模型分析渗流场内水位降深,并应预估分析基坑降水引起的坑外地层沉降变形。

6 板式支护体系围护墙施工

6.1 一般规定

6.1.1 紧邻保护对象侧的施工道路布置、材料堆放、车辆行走路线等,应符合设计荷载控制的要求。

6.1.2 围护结构施工前应选择对环境影响小的施工设备,并应在远离保护对象的位置进行工艺性试验,确定对环境影响较小的施工工艺和施工技术参数。

6.1.3 围护结构应由保护对象侧向远离该侧的方向进行施工。

6.2 清障

6.2.1 施工前应对围护结构施工区域内的地下障碍物、管线等不良地质进行详勘和探摸。存在地下障碍物时,应进行清除。

6.2.2 清障工艺应根据障碍物的情况、地质条件、保护对象的保护要求等综合确定,并制定专项清障方案。

6.2.3 紧邻保护对象且明挖清障对其有影响时,应采用全回转全套管钻进工艺进行清障,套管深度应超过障碍物不小于 1 m。套管应随回填料填筑逐段提拔,提拔速度不宜大于 0.5 m/min。

6.2.4 清障至设计深度后应及时回填,回填时应分层进行,回填结束后应采取搅拌桩、旋喷桩、注浆等加固措施。

6.3 地下连续墙

6.3.1 地下连续墙导墙开槽施工时应考虑对保护对象的影响,遇

暗浜区域开挖前应先行加固处理,导墙单次沟槽开挖长度不宜大于 20 m。

6.3.2 成槽前应进行槽壁稳定验算,当浅层存在较厚的粉性土或砂土时,应采用三轴水泥土搅拌桩、等厚度水泥土搅拌墙等进行槽壁加固。

6.3.3 采用三轴水泥土搅拌桩进行槽壁加固时,具体施工参数可按本标准第 7.2.2 条的规定选取。

6.3.4 进行紧邻保护对象侧槽壁加固时,无侧限抗压强度应达到要求后,方可进行成槽施工。

6.3.5 地下连续墙施工过程中应采用优质的膨润土泥浆,护壁泥浆配比应根据槽壁稳定情况进行调整。

6.3.6 泥浆池的储备量应大于每日计划土方成槽方量的 3 倍,套铣成槽的槽段清基时应将槽内泥浆进行 100% 置换。

6.3.7 钢筋笼吊放就位后应及时浇筑水下混凝土,间隔不应超过 4 h。

6.3.8 紧邻保护对象侧的地下连续墙应全部进行超声波成槽检测,超声波检测应兼顾接头处的垂直度,接头处垂直度不宜大于 1/300,当采用套铣接头时,接头处垂直度不宜大于 1/500。

6.3.9 地下连续墙的接缝和墙体混凝土质量应采用超声波透射法进行检测,地下连续墙检测数量不应少于墙体总量的 20%,且不应少于 3 幅,每个检测墙体的预埋超声波管数不应少于 4 个。

6.4 灌注桩排桩

6.4.1 灌注桩排桩应采取间隔成桩的施工顺序,已完成浇筑混凝土的桩与邻桩间距应大于 6 倍桩径,或间隔施工时间应大于 48 h。

6.4.2 成孔时宜在孔位埋设护筒,护筒高度应满足孔内泥浆面高度要求,护筒埋设应进入稳定土层。

6.4.3 在砂层成孔过程中应采用人工造浆,泥浆制备应选用优质

膨润土、泥浆应根据施工机械、工艺及穿越土层情况进行配合比设计。

6.4.4 咬合式排桩宜采用硬切削工艺,并采用全套管全回转钻机施工。

6.4.5 钢套管护壁成孔时取土面应高于套管底口3倍套管直径,且不应小于2.5m;取土遇承压水或砂层时,套管内应采取灌水措施,进行水下取土施工。

6.4.6 桩身完整性应采用低应变动测法检测,检测桩数不宜少于总桩数的40%,且不得少于5根。

6.5 型钢水泥土搅拌墙

6.5.1 三轴水泥土搅拌桩的工艺参数应经过计算确定,其中搅拌下沉速度不应大于0.3m/min,提升速度不应大于0.5m/min,并保持匀速下沉或提升。提升时不应在孔内产生负压造成周边土体的过大扰动,搅拌次数或搅拌时间应能保证水泥土搅拌桩的成桩质量。

6.5.2 渠式切削水泥土搅拌墙掺加剂、搅拌土体时,未进行固化的最大成槽长度应根据周边环境、土质条件确定,且不应超过6m。

6.5.3 低槽深搅水泥土搅拌墙应采用跳槽式施工顺序。

6.5.4 环境保护等级为特级的基坑紧邻保护对象侧的型钢不应拔除。

6.5.5 基坑开挖前应检验水泥土搅拌桩的桩身强度,强度指标应符合设计要求。水泥土搅拌桩的桩身强度宜采用钻取桩芯强度试验的方法确定,并应符合现行上海市工程建设规范《基坑工程技术标准》DG/TJ 08—61的要求。

7 土体加固施工

7.1 一般规定

7.1.1 基坑微变形控制土体加固宜选用对环境影响小的三轴水泥土搅拌桩或全方位高压喷射注浆(MJS)等方法进行施工。

7.1.2 紧邻保护对象侧的土体加固施工前,应进行非原位试验,且数量不少于3组或水平向长度不小于6m,试验过程中应对周边环境进行跟踪监测。

7.1.3 土体加固应先施工近环境保护对象侧,后施工远离环境保护对象侧。沿基坑边应采用跳打施工,并应按照信息化施工及时调整和采取措施,防止施工扰动对环境保护对象的影响。

7.1.4 基坑土体加固应随基坑开挖面进行相关检测。

7.1.5 渠式切割水墙土搅拌桩和旋喷深搅水泥土搅拌桩作为隔水帷幕或槽壁加固时,应满足本标准第6.5节的相关要求。

7.2 三轴水泥土搅拌桩

7.2.1 采用三轴水泥土搅拌桩进行土体加固时,在加固深度范围以上的土层被扰动区应采用低掺量水泥回掺加固。

7.2.2 三轴搅拌桩施工具体参数可按表7.2.2的规定选取。紧邻保护对象侧的三轴搅拌桩,其槽壁加固或隔水帷幕应通过试成桩及监测结果调整施工参数。

表 7.2.2 三轴水泥土搅拌桩施工参数表

基桩环境 保护等级	适用范围	水灰比	单桩水固 掺量	下沉速度 (m/min)	提升速度 (m/min)	28 d 强度 (MPa)
特级	外侧槽壁加固、 隔水帷幕	1.2	≥80%	≤0.3	≤0.5	≥1.2
	内侧槽壁加固、 坑内加固	1.2~1.5	≥85%	≤0.5	≤1.0	≥1.0

7.2.3 三轴水泥土搅拌桩成桩 28 d 后,应取芯样作抗压强度检验,检验数量为施工总桩数的 2%,且不少于 3 根。

7.3 高压旋喷桩

7.3.1 高压旋喷桩正式施工前应结合工程地质条件进行试桩,确定桩径与桩身质量,明确工艺参数。

7.3.2 三管法高压旋喷桩施工,喷嘴垂直度不宜小于 1/100,高压水压力宜大于 30 MPa,流量宜大于 30 L/min,气流压力宜取 0.7 MPa,提升速度可取 0.05 m/min~0.15 m/min。

7.3.3 高压喷射注浆宜采用强度等级为 P.O 42.5 级及以上的普通硅酸盐水泥,或加入适量的外加剂及掺合料。外加剂和掺合料的用量,应通过试验确定。

7.3.4 高压旋喷桩成桩 28 d 后,应取芯样作抗压强度检验,强度不低于 1.0 MPa,检验数量为施工总桩数的 2%,且不少于 3 根。

7.4 全方位高压喷射注浆

7.4.1 采用全方位高压喷射注浆(MJS)进行土体加固时,应根据环境监测数据调整地内压力控制参数,地内压力控制系数宜为 1.3~1.6。

7.4.2 施工设备应符合要求,高压泵输出压力不宜小于 40 MPa。

输出流量不宜小于 90 L/min; 空气输出压力宜为 0.5 MPa—0.7 MPa, 输出流量宜为 1 m³/min—2 m³/min, 且作业过程中以上参数变动幅度不得大于 5%。

7.4.3 水泥浆液的水灰比应按工程要求确定, 常用水灰比宜取 1.0—1.3。

7.4.4 高压喷射注浆成桩 28 d 后, 应取芯样作抗压强度检验, 检验数量为施工总桩数的 2%, 且不少于 3 根; 对不合格的, 应进行补喷。

8 内支撑施工

8.0.1 分坑施工的支撑体系之间应合理布置分隔及传力措施,并应考虑拆除支撑及分隔结构时水平支撑内力的传递及变形影响,各分坑施工阶段基坑及环境保护对象的变形应满足微变形控制要求。

8.0.2 钢支撑连接宜选用法兰盘螺栓连接,螺栓宜采用高强螺栓。

8.0.3 条坑钢支撑应采用轴力自动补偿系统,并应符合下列规定:

1 钢支撑与地下连续墙连接宜采用预埋件形式,预埋件中心位置偏差宜大于 10 mm。

2 基坑开挖前应对轴力自动补偿系统设备进行调试,合格后方可进行施工。

3 轴力自动补偿系统应设置专用配电箱,并应配置备用电源。

4 每幅地下连续墙布置的钢支撑应同步开挖加设,从开始挖土到完成锁紧总时间不宜超过 12 h。

5 轴力自动补偿装置的支座套筒与钢支撑应可靠连接,并应确保置换油缸时钢支撑受力可靠。

6 轴力自动补偿系统应配置机械锁紧装置,能有效锁紧油缸,锁紧力不应小于设计轴力要求。

7 自动补偿的轴力应分步加载,钢支撑应交替平衡加载,每步加载值宜为轴力设计值的 30%,加载到轴力设计值时,应及时将机械锁进行锁紧。

8 钢支撑与轴力自动补偿系统进行安装或拆除施工时,不得影响其他钢支撑与轴力自动补偿系统。

9 钢支撑采用轴力自动补偿时,应对每根支撑轴力进行不间断监控。

8.0.4 钢筋混凝土支撑的施工应符合下列规定:

1 支撑应分区分段施工,每次施工长度不宜大于 30 m,分区支撑宜在开挖后 24 h 内施工完成。

2 钢筋可采用预制钢筋笼体系。

3 宜提高混凝土强度等级,并宜采用早强及微膨胀等措施。

8.0.5 大坑采用逆作法施工时,应符合下列规定:

1 大坑主体结构应按距条坑由远及近的顺序进行施工,在邻近条坑处应采取小块分区跳仓施工的方式进行基坑及结构施工,小块分区面积不宜超过 600 m²,取土口间距不宜超过 30 m。

2 小块分区排架垫层厚度不应小于 100 mm,混凝土宜提高强度等级,并宜采用早强措施,且宜在开挖后 12 h 内完成。

3 小块分区结构宜在开挖后 72 h 内完成施工,并确保传力可靠。

4 邻边结构宜采用吊模、短支模施工。

8.0.6 支撑拆除应在支撑达到设计要求后进行。

8.0.7 大坑主体梁板结构应形成整体传力体系,后浇带等部位应采取有效传力措施。

8.0.8 分隔墙两侧结构梁板应设置可靠竖向支承措施。

9 土方施工

9.1 一般规定

- 9.1.1 大坑宜采用盆式开挖,条坑应采用分层分段开挖。
- 9.1.2 采用盆式开挖时,盆边土应分块对称开挖,分块大小应根据支撑平面布置确定,并限时完成支撑;盆边土各段边坡和总边坡应满足稳定性要求,稳定性不满足要求时应采取降水、护坡等措施。
- 9.1.3 大坑各层土方应按照支撑布置进行分块施工,土方开挖及支撑形成应考虑支撑体系传力需要,先形成重要的支撑结构。
- 9.1.4 对于加固后强度较难开挖的土体,宜采用专用机械进行破碎处理。
- 9.1.5 基坑开挖至坑底标高应及时浇筑混凝土垫层,基坑底部土体的暴露时间不宜超过 8 h,坑底暴露面积不宜大于 200 m²。
- 9.1.6 基坑开挖应按环境敏感程度由低到高进行开挖,盆边土应分仓开挖。
- 9.1.7 施工栈桥及施工道路应进行专项设计,栈桥设置应与现场施工出入口对应,并严格控制施工荷载,围护结构外侧不宜设置施工道路,紧邻保护对象围护结构外侧不应设置施工道路。

9.2 大坑开挖

- 9.2.1 采用盆式开挖时,盆边土方应在盆中支撑完成后开挖,盆中土方开挖范围应根据支撑形式、围护墙变形控制要求、坑边土体加固等因素确定,并应符合下列规定:

- 1 盆中土方分块面积不宜超过 $1\,000\text{ m}^2$ 。
 - 2 盆边土高度不宜大于 4 m ，边坡坡度不宜大于 $1:1.5$ ，盆边上口宽度不宜小于 10 m 。
 - 3 盆边土高度大于 4 m 时，应采用二级放坡，坡间设坡平台宽度不应小于 3 m ，每级边坡坡度不宜大于 $1:1.5$ ，总边坡坡度不应大于 $1:2.0$ 。
 - 4 盆边土的分块尺寸应综合考虑挖土能力与支撑施工的因素，每个分块应在 24 h 内完成土方开挖与支撑施工。
- 9.2.2** 取土点应结合栈桥进行布置，应避免土方多次搬运，搬运次数不宜超过 2 次，且不应超过 3 次。
- 9.2.3** 土方开挖应控制局部落深区域对基坑变形的影响，局部落深区域土方应待深坑周边垫层完成后再次开挖。

9.3 条坑开挖

- 9.3.1** 条坑应采用分层分段连续开挖方式，分段应根据地下连续墙幅宽、支撑确定。除首层土方外，其余各层土方分段开挖长度不应超过 6 m ，且分段内的支撑结构应同期完成，后续分段的挖土宜在前段分段支撑完成后进行。
- 9.3.2** 条坑开挖可采用一端向另一端开挖的方法，也可采用从中间向两端开挖的方法。
- 9.3.3** 栈桥设置应满足土方开挖、支撑吊装的施工要求，并应降低对后续结构施工影响。
- 9.3.4** 取土点的位置，应考虑环境保护的要求，宜设置在坑内或先期完成的分区结构上方。

9.4 土方开挖与内支撑的配合

- 9.4.1** 土方开挖与支撑浇筑应遵循“分段、分层、分块、对称、平

衡、限时”挖土支撑的原则,尽量缩短基坑无支撑暴露时间。钢筋混凝土支撑强度符合设计要求后方可进行下层土方的开挖,钢支撑预加轴力达到设计要求后方可进行下层土方开挖。

9.4.2 基坑分块开挖与支撑施工时间控制应符合下列规定:

1 大坑应采用盆式开挖,盆中土方分块开挖与支撑施工宜在 72 h 内完成,与条坑相邻的盆边土方分块开挖与支撑施工宜在 30 h 内完成并与中部已完成的支撑连接。

2 条坑应采用分层分段开挖,采用钢支撑体系时,每个分段的土方开挖与支撑施工应在 12 h 内完成;采用钢筋混凝土支撑体系时,每个分段的土方开挖与支撑施工应在 24 h 内完成。

10 地下水控制

10.1 一般规定

10.1.1 降水计算应确定降水的技术方法、降水井的平面布置、结构剖面,应判断围护结构及止水帷幕对基坑降水的影响,以及降水对周边环境的影响。

10.1.2 降水运行必须有备用电源,防止降水中断影响基坑施工,宜进行信息化施工。降水过程应注意基坑本体及邻近工程施工对降水产生的影响,发现问题应及时进行协调。封井方案应取得总包、监理及设计单位认可。

10.1.3 现场水文地质试验项目应根据基坑工程环境保护等级与承压水降水幅度确定,并进行三维渗流模型计算和沉降分析。项目可分为应做项目和选做项目,宜按表 10.1.3 选择。

表 10.1.3 现场水文地质试验项目选择

环境保护等级	单井试验	群井试验	回灌试验
特级	✓	✓	◇

注:1 “✓”为应做项目,“◇”为选做项目(视项目具体情况和相关单位要求确定)。

2 在基坑面积较小且场地条件不具备的情况下,可不进行群井试验。

10.1.4 对于可能发生承压水突涌风险的基坑,应确保前期勘探孔和桩底注浆孔有效封堵,且基坑内的监测孔(包括坑底回弹监测孔、土压力孔等)不宜进入承压含水层。

10.1.5 环境保护等级为特级的基坑工程,当需要抽降(微)承压水时,宜在紧邻保护对象侧采取回灌措施。

10.1.6 对于紧邻保护对象侧的坑内降压井,宜采用井外注浆工

艺,并在黏土球以上埋设 2 根—3 根注浆管,注浆范围从黏土球顶至承压水临界降水深度,成井完成后宜通过注浆增强井管外侧止水效果。

10.2 现场水文地质试验

10.2.1 现场水文地质试验应符合现行行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》(JGJ 111)及现行上海市工程建设规范《建设工程水文地质勘察标准》(DG/TJ 08—2308)的规定,降水计算前应按照本标准表 10.1.3 的要求进行单井抽水试验,群井抽水试验和回灌试验。

10.2.2 水文地质试验应获取水文地质参数及地层微变形规律。水文地质试验场地宜选择与基坑工程实施地质条件接近的区域,确保抽水井远离环境保护对象,距离不宜小于 50 m。

10.2.3 单井抽水试验应符合下列规定:

1 观测井的数量不宜少于 2 个,井间距宜控制在 10 m—20 m。

2 试验停止前的观测井水位波动值不宜大于 20 mm,且观测井水位稳定时间应大于 24 h。

10.2.4 群井抽水试验应符合下列规定:

1 群井抽水必须多个井同时抽水,并应保持各井设定流量不变,群井试验期间总流量变化不得超过 5%;群井抽水开始前应测定全部井的静止水位,抽水开始后应观测记录基坑内外各个观测井的水位及沉降随时间的变化。

2 参与群井抽水试验井的数量宜使中心点的观测孔的水位降深达到设计要求的深度。

3 群井抽水试验时应布设必要的相关土层的孔隙水压力孔或分层沉降点及沉降监测点,监测开始时间应早于正式群井试验 2 d 以上;群井试验结束后,应待观测井水位稳定 2 d 以上且沉降稳定值波动幅度小于 5%时,方可停止监测。

4 群井试验停止前的观测井水位波动值不宜大于 20 mm，且观测井水位稳定时间大于 24 h。

10.2.5 回灌试验应符合下列规定：

1 回灌试验可选择单井回灌、群井回灌以及抽灌一体化试验。

2 回灌试验可采用自然回灌和加压回灌两种方式。加压回灌试验时，应选择不同的压力等级。

3 回灌试验应获取不同方式下的回灌量、回灌量与抽水量比例、水位上升变化规律，并确定合理的加压力值、回灌井数与抽水井数比例。

4 回灌试验观测井的数量不宜少于 2 个，井距离宜控制在 10 m—15 m。

5 试验停止前的观测井水位波动值不宜大于 20 mm。

10.3 降水设计

10.3.1 基坑工程降水计算应考虑降水帷幕深度、开挖深度、开挖分层、支撑位置、井结构和环境控制指标等，应利用三维渗流软件多次试算模拟，满足沉降变形控制指标后，确定最优降水方案。降水计算应明确土层水文参数、降水井的出水量和预测水位等值线分布图。

10.3.2 根据变形控制指标计算降水方案，考虑到可能存在的各种风险，坑内降水井的数量宜增加 20% 作为备用。基坑外必须布置一定数量的水位观测井，紧邻保护对象侧的水位观测井间距不宜大于 15 m。

10.3.3 沉降计算及变形控制应符合下列规定：

1 沉降计算参数的选择宜参照本场地勘察报告和现场抽水试验数据。

2 水位降深数据宜通过地下水三维渗流计算获得。

3 地面沉降应包括分阶段分区降水引起的沉降,通过等势线分布图反映基坑内、外沉降分布规律以及周边环境的沉降变化趋势。

10.3.4 对可能引起坑外水位降低的降水工程,应在环境保护对象附近设置回灌井。回灌井的深度、数量和井距应根据回灌试验确定,对于紧邻环境保护对象侧的回灌井应符合下列规定:

- 1 回灌井宜采用自然回灌的方式。
- 2 回灌井间距宜控制在 10 m—15 m,有条件的情况下宜多排布设。
- 3 对于紧邻环境保护对象侧的基坑工程,坑外回灌量宜与坑内抽水量相当。
- 4 回灌后坑外的水位降深不宜大于 1.0 m。
- 5 回灌井宜靠近环境保护对象设置。

10.4 降水运行

10.4.1 承压水降水运行应遵照“按需降水,控制沉降,保护环境”的原则,严禁超降及提前降水。

10.4.2 基坑开挖前应进行承压水和潜水群井验证性抽水试验,根据试验结果,制定详细的降水运行方案,确定在不同开挖深度下对应开启的井群数量和井号、运行时间、降深控制,同时应判定隔水帷幕止水效果。

10.4.3 在基坑开挖过程中以及基坑内正式降水后,必须动态监测基坑内、基坑外水位变化情况,确保坑内水位满足降水设计要求,及时判断隔水帷幕的止水效果。

10.4.4 降水井封井应考虑分隔墙、后浇带等施工工况,同时满足结构抗浮要求,宜采用压密注浆等方法进行封井处理。

10.4.5 回灌应符合下列规定:

- 1 回灌井宜采用自然回灌的方式。当采用加压回灌时,回

灌压力等级宜控制在 0.05 MPa—0.10 MPa。

2 回灌水源可为自来水或基坑内抽水井抽取的地下水；当采用基坑内抽取的地下水进行回灌时，地下水水质应符合回灌层地下水水质的要求；当不符合要求且只有唯一水源时，应对抽取的地下水进行处理，使其满足或优于回灌层原有地下水水质要求。

10.4.6 降水运行宜采用自动化技术进行数据采集，确保数据的准确性和可靠性。对于降水幅度大、运行时间长的基坑可采用远程自动监测。对坑内降压井及坑外回灌井，应进行抽水量及回灌量的计量统计。

11 基坑及环境监测

11.1 一般规定

11.1.1 环境保护等级为特级的基坑本体及环境保护对象的关键部位可采用自动化实时监测,建立信息化系统实现数据快速处理、智能分析和风险预判。

11.1.2 当管理部门有特殊保护要求时,应增加监测项目或监测点,并应采用能满足微扰动控制要求的监测方法。当工程需要时,应延长监测周期。

11.2 监测项目及监测点布置

11.2.1 基坑微扰动控制监测项目应根据保护对象类型、环境保护等级、基坑支护形式、水文地质条件、施工工艺等因素综合确定,可分为必测项目和选测项目,宜按表 11.2.1 选择。

表 11.2.1 特级环境保护等级基坑监测项目选择

序号	监测项目	施工阶段		
		土方开挖前	开挖及回筑阶段	
1	基坑支护结构及周围土体	围护墙顶部变形	—	√
2		围护墙深层水平位移(测斜)	—	√
3		立柱竖向位移	—	√
4		立柱水平位移	—	○
5		支撑轴力	—	√

续表 11.2.1

序号	监测项目	施工阶段	
		土方开挖前	开挖及回筑阶段
6	基坑支护结构及周围土体	—	◇
7		—	◇
8		—	◇
9		—	◇
10		—	◇
11		—	—
12		✓	✓
13		—	✓
14		—	—
15		—	—
16	周边环境	—	—
17		—	—
18		—	—
19		—	—
20		—	—
21		—	—
22		—	—
23		—	—

“—”为应测项目，“◇”为选测项目（视项目具体情况和相关单位要求确定）。

11.2.2 当基坑周边影响范围内存在微变形控制环境保护对象时，监测项目应与有关部门或单位共同确定。受基坑工程施工影响的轨道交通结构监测应按现行上海市工程建设规范《城市轨道交通结构监测技术规范》DG/TJ 08—2170 的规定对轨道交通结构设施实施工程影响监测。

11.2.3 监测点的布设应充分考虑环境保护等级、水文地质条件、

支护结构的布置情况及分段开挖的尺寸、施工工艺要求和基坑施工进度等因素,不同监测项目的监测点宜布置在同一断面上。监测点布置应能直接反映监测对象的变化特征,不影响被测对象的安全,且稳定可靠、标识清楚。

11.2.4 基坑工程紧邻特级环境保护对象侧的深层水平位移、坑外潜水水位及坑外承压水位(微承压水位)监测点,其布点间距应加密,并应符合表 11.2.4 的规定。

表 11.2.4 监测点布点间距要求

监测类型	环境保护等级	间距
深层水平位移、坑外潜水水位	特级	≤10 m
坑外承压水位(微承压水位)	特级	≤15 m

11.3 监测方法

11.3.1 监测仪器精度应满足变形控制要求,且应定期进行检验、校准。测点的破坏率应满足工程监测的需要,并宜对被破坏的测点或传感器及时恢复。

11.3.2 采用自动化实时监测时,应符合下列规定:

- 1 自动化监测系统宜包含监测仪器设备、数据自动采集系统、数据传输系统、数据存储管理系统及实时发布系统等。
- 2 自动化监测系统的建设应突出重点项目、重点部位,系统的布置应遵循“实用、可靠、先进、经济”的原则。
- 3 自动监测仪器设备在满足准确度要求的前提下,宜结构简单、稳定可靠、维护方便,监测仪器设备的精度和量程应满足工程需要,其类型、规格宜统一,以降低系统维护的复杂性。
- 4 数据处理软件应通过测试验证,保证监测数据的准确性。
- 5 实施自动化监测的监测系统,宜配备独立于自动监测仪

器的人工测量数据的输入接口,确保自动仪器设备发生故障时能获取测值并及时修复。

6 数据处理和实时发布系统应实时共享,具有数据查询、图形数据展示、报警状态显示等功能。

11.4 监测频率及报警

11.4.1 监测频率应能及时、系统地反映基坑工程微变形控制施工全过程支护结构、周围土体及周边环境的动态变化。自动化监测应能实时发布监测数据并能进行自动报警或故障显示。

11.4.2 采用微变形控制技术施工的基坑工程人工监测频率可按表 11.4.2 确定,并应满足设计要求。当监测数据变化速率较大、监测值达到或接近报警值、现场巡视中发现异常情况或遇到不良天气状况时,应提高监测频率。

表 11.4.2 监测频率

施工工况		基坑设计深度(m)		
		15~30	15~20	≥20
开挖前	围护结构加固施工	1次/2d	1次/2d	1次/2d
	降水及降水运行	1次/1d	1次/1d	1次/1d
土方开挖、桩板墙施工、降水 15d	开挖深度(m)	≤15	1次/1d	1次/1d
		15~20	—	(1次~2次)/1d
		≥20	—	(1次~2次)/1d
桩板墙筑完成或后 15d至地下结构完成前	一般情况	1次/2d	1次/2d	1次/2d
	各道支撑开始拆除到拆除后 3d	1次/1d	1次/1d	1次/1d

注:1 本表适用于监测项目监测频率的选择,监测项目的频率可适当放宽。

2 对于分坑支护的基坑,当施工大坑时,条坑紧邻保护对象侧的深层土体水平位移、围护墙深层水平位移、坑外水位、坑外地表竖向位移监测项目应进行同步观测。

11.4.3 监测报警值应由变化速率与累计值两个指标控制。各监测项目的报警值,应按下列原则确定:

1 基坑支护体系及周围土体监测报警值应根据设计方要求确定,并经相关单位认可。当无明确要求时,可按表 11.4.3-1 和表 11.4.3-2 确定。

表 11.4.3-1 基坑支护结构及周围土体变形类监测项目报警值

监测项目	环境保护等级	特级	
		变化速率(mm/d)	累计值(mm)
围护墙顶壁向位移和水平位移		1~2	1.0% H
围护墙深层水平位移		1~2	1.0% H
地表壁向位移		1~2	1.0% H
立柱位移			35
地下水位		500	500

注: H 为基坑设计深度(mm)。

表 11.4.3-2 基坑支护结构应力应变类监测项目报警值

监测项目	环境保护等级	特级
支撑轴力(kN)		(70%) S
围护墙土压力(MPa)		(60%) S

- 2 P 为构件承载力设计值(kN), S 为构件材料强度设计值(MPa)。
 3 支撑的受力小于预应力时,应综合分析支撑的工作状态,必要时也应报警。
 4 轴力自动补偿侧支撑宜由设计单位提供各设计工况下的轴力报警值,专业安装单位设定压力范围,以压力传感器实测轴力为准进行分析。

2 采用微变形控制技术施工的基坑周边环境监测项目的报警值应根据保护对象主管部门的要求或建(构)筑物检测报告的结论确定。当无具体报警值时,可按表 11.4.3-3~表 11.4.3-5 确定。

表 11.4.3-3 轨道交通(除端悬浮)结构监测报警值

监测项目	累计值(mm)	变化速率(mm/d)
轨道交通结构竖向和水平位移	5	11 变化量连续 3 d 同方向且数值 ≥ 0.5 mm/d
隧道结构收敛变形		

注:轨道交通高架线路和桥平台的差异沉降不应大于 3 mm。

表 11.4.3-4 城市道路隧道监测报警值

监测项目	累计值(mm)	变化速率(mm/d)
隧道结构竖向和水平位移	10	2 mm/d
隧道结构收敛变形		

表 11.4.3-5 原水引水管渠监测报警值

监测项目	变化速率(mm/d)	累计量(mm)
原水引水管渠竖向和水平位移		10

注:1 混凝土管渠衬砌隧洞测结构的总沉降大于 5 mm 时应报警。

2 钢管纵向变形曲线的曲率半径小于 3 000 倍钢管公称直径时应报警。

11.5 数据分析与处理

11.5.1 监测技术成果宜包括现场监测资料、计算分析资料、监测值或监测变形量历时曲线、图表、各种影像资料、文字报告、设计计算控制值等。监测成果资料应规范、完整、清晰,相关人员签字应齐全。

11.5.2 现场监测数据应及时整理并与现场巡查的工况、气象信息等因素进行对比分析,监测信息应及时反馈并当天发出速报。发现影响工程及周边环境安全的异常情况时,必须立即报告。

12 信息化控制

12.1 一般规定

12.1.1 基坑工程微变形控制应建立信息化控制流程,宜包含风险评估、施工阶段控制、预警报警等内容。

12.1.2 基坑工程微变形控制应对环境保护对象进行安全评估,安全评估宜包含环境保护对象现状评估及基坑施工影响风险预评估、施工阶段过程评估和施工影响后评估。

12.1.3 基坑工程微变形控制宜在施工阶段提出微变形控制指标,宜包含相应的风险应急管理措施,供控制过程操作执行。

12.2 信息管理系统

12.2.1 信息管理系统应能完成数据采集以及施工参数、施工工况等信息的录入与处理。有条件的情况下,信息管理系统宜具备自动化数据采集、无线传输、实时计算分析与预警、成果发布、可视化查询、音频视频监控等功能。

12.2.2 信息管理系统宜包含数据曲线、单项数据对比、多项数据对比等数据分析及可视化功能。

12.2.3 信息管理系统宜采用分布式控制终端,进行远程协同监控,相关单位参与人员宜根据相应管理权限,变形数据及各个过程参数,进行施工阶段过程评估分析。

12.2.4 信息管理系统宜能推送分析评估建议,管理人员宜按照控制流程发送控制性指令。

12.2.5 信息管理系统宜有专业人员维护,记录监控日记,定期备份数据,必要时可进行数据还原。

12.3 信息化监控

12.3.1 信息化监控宜依据施工参数、周边环境监测数据、微变形控制环境保护对象结构变形数据等信息进行综合实施,对须进行微变形控制的基坑工程本体及保护对象实现自动化、数字化、智能化监控。

12.3.2 信息化监控宜以保护对象变形、基坑围护结构变形、地表沉降、地下水位变化等指标为主要控制指标。

12.3.3 变形数据达到报警值时,宜增加监测频率,加强对微变形控制环境保护对象和基坑工程的巡视;地下结构底板浇筑完成后,当变形数据趋于稳定时可降低报警等级或取消报警。

12.3.4 当监测数据达到控制值时,应进行过程安全评估,各方共同制定相应的安全保护措施,并落实到位,方可开展后续工序。

12.3.5 基坑工程及环境保护对象结构出现突变变形、明显病害时,应启动应急抢险预案。

13 风险应急管理

13.0.1 土方开挖前应结合围护结构施工情况、试抽水情况等,进行开挖条件验收,对基坑工程及保护对象的风险进行评估并编制应急预案。

13.0.2 应急预案应包含围护结构、地下水控制及土方开挖的应急抢险,微变形保护对象的应急抢修,人员、设备及物资准备等内容,并明确应急管理体系、应急响应条件、应急响应程序、响应升级条件等。

13.0.3 土方开挖前应根据应急预案的要求,落实应急抢险队伍,现场配备人员、设备、物资以及专家团队等应急处置资源。应急抢险队伍应有类似基坑工程应急抢险的经验。应急预案宜在土方开挖前进行演练。

13.0.4 施工场布及栈桥设置应预留应急抢险通道。

13.0.5 应急处置时应组建现场应急指挥部、技术专家组等,处置方案应经技术专家组决策。

13.0.6 应急处置时应采用信息化系统。信息化系统应能实时反映风险状况、监测数据等。

13.0.8 涉及承压水险情时,应急处置方案宜先稳后堵。必要时可采用适当的强降水应急处置方案,并应进行周边环境影响评估,不满足要求时应采取抽灌一体化措施。

13.0.9 应急抢险过程中应根据险情情况及时进行风险评估及方案调整,应急处置完成后应再次进行风险评估。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应该这样做的用词:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词:

正面词采用“可”;

反面词采用“不可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应按……执行”或“应符合……要求(或规定)”。

引用标准名录

- 1 《地铁设计规范》GB 50157
- 2 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 3 《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497
- 4 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 5 《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111
- 6 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 7 《住宅设计标准》DGJ 08—20
- 8 《基坑工程技术标准》DG/TJ 08—61
- 9 《基坑工程施工监测规程》DG/TJ 08—2001
- 10 《城市轨道交通结构监测测量规范》DG/TJ 08—2170
- 11 《建设工程水文地质勘察标准》DG/TJ 08—2308