

ICS

中国建筑业协会团体标准 **团体标准**

P

T/CCIAT xxxx— 20xx

膨胀土地区建筑基坑支护技术规程

Technical specification for retaining and protection of building
foundation excavations in expansive soil regions

(征求意见稿)

20xx— xx—xx 发布

20xx—xx —xx 实施

中国建筑业协会 发布

中国建筑业协会团体标准

膨胀土地区建筑基坑支护技术规程

Technical specification for retaining and protection of building
foundation excavations in expansive soil regions

T/CCIAT xxxx—20xx

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：20xx 年 xx 月 xx 日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

前言

根据中国建筑业协会《关于开展第三批团体标准编制工作的通知》（建协函[2019]49号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 支挡式结构；5. 土钉墙；6. 坡率法；7. 防排水与土方工程；8. 基坑工程监测；9. 基坑工程质量检测与验收。

本规程由中国建筑业协会负责管理，由中建一局集团建设发展有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，总结实践经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中建一局集团建设发展有限公司（地址：北京市朝阳区望花路西里17号；邮政编码：100102）

本标准主编单位：中建一局集团建设发展有限公司、合肥工业大学

本标准参编单位：中国建筑科学研究院、建研地基基础工程有限责任公司、成都四海岩土工程有限公司、中国建筑西南勘察设计研究院有限公司、机械工业勘察设计研究院有限公司、北京启力岩土工程有限公司、北京城建中南土木工程集团有限公司、重庆交通大学

本标准主要起草人员：×××、×××

本标准主要审查人员：×××、×××

目 次

1 总则	1
2 术语与符号.....	2
3 一般规定	4
3.1 一般规定.....	4
3.2 勘察要求与环境调查.....	7
3.3 支护结构选型.....	9
4 支挡式结构.....	10
4.1 一般规定.....	10
4.2 排桩设计与施工.....	10
4.3 地下连续墙设计与施工.....	12
4.4 锚杆设计与施工.....	13
4.5 内支撑设计与施工.....	16
5 土钉墙	18
5.1 一般规定.....	18
5.2 设计.....	18
5.3 施工.....	19
6 坡率法	21
6.1 一般规定.....	21
6.2 设计.....	21
6.3 施工.....	22
7 防排水与土方工程.....	23
7.1 一般规定.....	23
7.2 防排水.....	23
7.3 土方开挖.....	25
7.4 土方回填.....	26
8 基坑工程监测.....	28
8.1 一般规定.....	28
8.2 监测项目.....	29

• 8.3 监测频率和预警	30
9 基坑工程质量检测与验收.....	34
9.1 一般规定.....	34
9.2 质量检测.....	34
9.3 移交验收.....	35
本规程用词说明.....	36
引用标准名录.....	37
条文说明	38

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements.....	4
3.1	General Requirements	4
3.2	Investigation of Excavated Site and Surrounding Area.....	6
3.3	Choice of Structural Types	8
4	Retaining Structures.....	10
4.1	General Requirements.....	10
4.2	Design and Construction of Soldier Pile Wall.....	10
4.3	Design and Construction of Diaphragm Wall.....	12
4.4	Design and Construction of Anchor	13
4.5	Design and Construction of Strut	16
5	Soil Nailing Wall.....	18
5.1	General Requirements	18
5.2	Design	18
5.3	Construction	19
6	Sloped Excavation.....	21
6.1	General Requirements.....	21
6.2	Design	21
6.3	Construction	22
7	Waterproofing and excavation.....	23
7.1	General Requirements	23
7.2	Waterproof and drainage	23
7.3	Excavation.....	25
7.4	Backfilling.....	26
8	Monitoring	27
8.1	General Requirements.....	27
8.2	Monitoring items.....	28

8.3	Monitoring frequency and alerting values.....	29
9	Quality inspection and acceptance of foundation pit engineering.....	32
9.1	General Requirements.....	32
9.2	Quality inspection	32
9.3	Handover acceptance.....	33
	Explanation of Wording in This Specification	34
	List of Quoted Standards.....	35
	Explanation of Provisions	36

1 总则

1.0.1 为了在膨胀土地区基坑支护设计、施工中做到安全适用、保护环境、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于膨胀土地区建筑基坑支护的勘察、设计、施工、监测与检测。

1.0.3 膨胀土地区建筑基坑支护工程除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 膨胀土 expansive soil

富含亲水性矿物并具有明显的吸水膨胀与失水收缩特性的高塑性黏土。

2.2 膨胀岩 expansive rock

含有较多亲水矿物，含水率变化时发生较大体积变化的岩石，具有遇水膨胀、软化、崩解和失水收缩、开裂的特性。

2.3 自由膨胀率 free swelling ratio

人工制备的烘干松散土样在水中膨胀稳定后，其体积增加值与原体积之比的百分率。

2.4 膨胀潜势 swelling potentiality

膨胀土在环境条件变化时可能产生胀缩变形或膨胀力的量度。

2.5 膨胀率 swelling ratio

固结仪中的环刀土样，在一定压力下浸水膨胀稳定后，其高度增加值与原高度之比的百分率。

2.6 膨胀力 swelling force

固结仪中的环刀土样，在体积不变时浸水膨胀产生的最大内应力。

2.7 膨胀变形量 value of swelling deformation

在一定压力下膨胀土吸水膨胀稳定后的变形量。

2.8 建筑基坑 building foundation pit

为进行建（构）筑物地下结构部分的施工由地面向下开挖出的空间，包括基槽。

2.9 基坑侧壁 side of foundation pit

构成建筑基坑围体的某一侧面。

2.10 基坑支护 retaining and protecting for foundation excavations

为保护地下主体结构施工和基坑周边环境的安全,对基坑采用的临时性支挡、加固、保护与地下水控制的措施。

2.11 膨胀土基坑 expansive soil foundation pit

基坑侧壁膨胀土厚度大于 2m 的基坑。

2.12 坡率法 slope ratio method

通过选择合理的边坡坡度进行放坡,依靠土体自身强度保持基坑侧壁稳定的无支护基坑开挖施工方法。

2.13 胀缩等级 grade of swelling-shrinkage

膨胀土胀缩变形对基坑及支护结构影响程度的地基评价指标。

2.14 大气影响深度 climate influenced layer

在自然气候影响下,由降水、蒸发和温度等因素引起地基土胀缩变形的有效深度。

2.15 大气影响急剧层深度 climate influenced markedly layer

大气影响特别显著的深度。

3 一般规定

3.1 一般规定

3.1.1 基坑支护设计应明确其设计使用期限。除有特殊要求外，基坑支护的设计使用期限不应小于一年。

3.1.2 膨胀土地区基坑工程根据基坑深度、邻近建（构）筑物及管线与基坑侧壁的相对距离比、膨胀土的膨胀潜势等，按破坏后果的严重程度按表 3.1.2 划分基坑侧壁安全等级。

表 3.1.2 基坑侧壁安全等级划分

开挖深度 h (m)	环境条件与工程地质、水文地质条件								
	$\alpha < 0.5$			$0.5 \leq \alpha \leq 1.0$			$\alpha > 1.0$		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
$h > 12$	一级			一级			一级		
$5 < h \leq 12$	一级			一级	二级		一级	二级	
$h \leq 5$	一级	二级		二级	三级		二级	三级	

注：1 h——基坑开挖深度（m）。

2 α ——相对距离比（ $\alpha = x/h'$ ），为邻近建（构）筑物基础外边缘（或管线最外边缘）距基坑侧壁的水平距离与基础（管线）底面距基坑底垂直距离的比值（见图 3.1.2）。

3 工程地质与水文地质条件分类：

I——复杂。存在下列情况之一时，可视为复杂：1) 膨胀土的膨胀潜势分类为强；

2) 基坑工程降水深度大于 5m，降水对周边环境有较大影响；3) 基坑开挖范围内膨胀土层厚度超过 5m。

II——较复杂。存在下列情况之一时，可视为较复杂：1) 膨胀土的膨胀潜势分类

为中; 2) 基坑工程降水深度介于 3 ~ 5m, 降水对周边环境有一定的影响; 3)

基坑开挖范围内膨胀土夹层厚度介于 3 ~ 5m。

III——简单。具有下述全部条件时, 可视为简单: 1) 膨胀土的膨胀潜势分类为弱;

2) 基坑工程降水深度小于 3m, 降水对周边环境影响轻微; 3) 基坑开挖范

围内膨胀土夹层厚度小于 3m。

4 同一基坑的不同部位可依据周边环境和地质复杂程度, 划分不同的基坑侧壁安全等级。

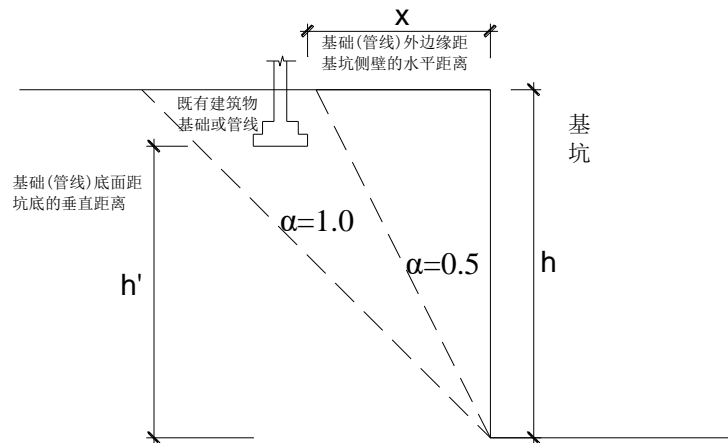


图 3.1.2 相邻建筑基础与基坑相对关系示意图

3.1.3 支护结构设计中应根据基坑侧壁安全等级确定结构重要性系数 γ_0 , 对安全等级为一级、二级、三级的支护结构, γ_0 分别不应小于 1.1、1.0、0.9。

3.1.4 基坑支护设计应根据承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求进行, 应包括:

1 承载能力极限状态需要计算和验算的内容:

1) 支护结构构件的承载能力计算;

2) 稳定性计算和验算, 主要包括基坑整体稳定性、支护结构

抗倾覆稳定性及抗滑移稳定性、墙底土体抗隆起稳定性、坑底土体抗隆起稳定性、抗渗流稳定性、抗承压水稳定性等。

2 正常使用极限状态需要计算和验算的内容：

- 1) 支护结构和土体的变形计算；
- 2) 基坑周边建筑物、管线及其他保护设施的变形计算。

3.1.5 膨胀土抗剪强度指标可取三轴固结不排水抗剪强度指标或直剪固结快剪强度指标，应根据地方经验并结合场地膨胀土工程特性作折减使用。

3.1.6 计算作用在支护结构上的水平荷载时，应考虑下列因素：

- 1 基坑内外土的自重（包括地下水）；
- 2 基坑周边既有和在建的建（构）筑物荷载；
- 3 基坑周边施工材料和设备荷载；
- 4 基坑周边道路车辆荷载；
- 5 围护结构作为主体结构一部分时，上部结构的作用。

3.1.7 除满足《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的稳定性要求外，膨胀土地基坑的稳定性尚应按下列规定进行验算：

1 土层较薄，土层与岩层间存在软弱层时，取软弱层面为滑动面进行验算；

2 层状构造的膨胀土，当层面与坡面斜交，且交角小于 45° 时，验算层面的稳定性。

3.1.8 基坑支护全过程应遵循信息化原则。

3.1.9 基坑工程应采取有效的防排水措施，基坑开挖到底后应及时封

闭。基坑坑底位于膨胀土层时计算坑深宜在实际开挖深度的基础上增加大气急剧影响深度。

3.1.10 膨胀土裂隙发育时，锚杆成孔时不宜采用气动潜孔锤。

3.2 勘察要求与环境调查

3.2.1 膨胀土地区基坑岩土工程勘察除应满足《膨胀土地区建筑技术规范》GB 50112 要求外，尚应符合下列规定：

1 勘探点范围应根据基坑开挖深度及场地及场地的岩土工程条件确定；基坑外宜布置勘探点，其范围不宜小于基坑深度的 2 倍；当可能设置锚杆时，基坑外勘探点的范围不宜小于基坑深度的 3 倍；当基坑外无法布置勘探点时，应通过调查取得相关勘察资料并结合场地内的勘察资料进行综合分析；

2 勘探点应沿基坑内部及周边布置，基坑外勘探点间距不宜大于 25 米，基坑内勘探点间距不宜大于 30 米；当场地存在软弱土层、暗沟或岩溶等复杂地质条件时，应加密勘探点；

3 基坑周边勘探孔的深度不应小于大气影响深度且不宜小于基坑深度的 2 倍；基坑面以下存在软弱土层或承压含水层时，勘探孔深度应穿过软弱土层或承压含水层；

4 当有地下水时，应查明各含水层的埋深、厚度和分布，判断地下水类型、补给和排泄条件，并对基坑开挖与支护结构使用期内地下水位的变化幅度进行分析；有承压水时，应分层测量其水头高度；

5 当基坑需要降水时，宜采用抽水试验测定各含水层的渗透系数与影响半径；勘察报告中应提出各含水层的渗透系数；

6 对膨胀土裂隙状态、饱和状态、降雨和地表水对膨胀土变形和强度参数影响进行分析和评价，明确试验方法；

7 对基坑支护方案和防治措施等提出建议；

8 当建筑地基勘察资料不能满足膨胀土基坑支护设计与施工要求时，宜进行补充勘察。

3.2.2 膨胀岩土的工程评价应符合下列规定：

1 根据自由膨胀率对膨胀土的膨胀潜势进行评价；

2 对膨胀土的裂隙数量、发育情况、充填物等进行分析和评价；

3 软弱夹层及层状膨胀岩土应按最不利的滑动面验算；具有胀缩裂缝和地裂缝的膨胀土边坡，应进行沿裂缝滑动的验算；

4 对基坑和周边环境的相互影响进行评估。

3.2.3 基坑工程勘察、设计及施工前，应对不小于3倍基坑开挖深度范围内的环境状况进行调查，具体如下：

1 基坑周边建筑物的位置、层数、高度、结构类型、完好程度、竣工时间、基础类型、埋置深度等；

2 基坑周边道路的类型、位置、宽度、道路行驶情况、最大车辆荷载等；

3 基坑周边构筑物、人防坑道、化粪池、地下管线的位置、深度、结构型式及埋设时间；对既有供水、污水、雨水等地下输水管道，尚应包括其使用状况及渗漏状况；

4 已建或在建相邻地下工程的设计和施工情况；

5 场地周围地表水汇流和排泄条件；

6 施工单位根据对基坑周边场地的使用要求提供施工场地总平面图，如堆载、活荷载情况及临设、塔吊情况。

3.3 支护结构选型

3.3.1 基坑支护应根据基坑开挖深度、工程地质与水文地质条件、膨胀土类型及胀缩等级、环境条件、地下结构的特征、施工季节、技术经济和进度要求、可能采用的施工工艺及施工场地条件，选择安全、经济的支护结构型式。

3.3.2 膨胀土地区常用的支护结构型式可参照表 3.3.2 进行选择。

表 3.3.2 各类支护结构的适用条件

结构型式	适用条件
支挡式结构	<ol style="list-style-type: none"> 1 适于基坑侧壁安全等级一、二、三级 2 当地下水位高于基坑底面时，宜采用降水、排桩加载水帷幕或地下连续墙
土钉墙	<ol style="list-style-type: none"> 1 基坑侧壁安全等级为二、三级的非软土地地 2 基坑潜在滑动面内无建筑物、重要地下管线 3 当地下水位高于基坑底面时，应采取降水或截水措施
坡率法	<ol style="list-style-type: none"> 1 基坑侧壁安全等级宜为三级 2 施工场地应满足放坡条件 3 可独立或与上述其他结构结合使用 4 当地下水位高于坡脚时，应采取降水措施

4 支挡式结构

4.1 一般规定

4.1.1 深基坑施工或使用跨越多雨季节的,必须充分考虑雨季的不利因素,采取预防或加强措施。

4.1.2 人工填土层、淤泥土层和裂隙发育的膨胀土不宜作为锚杆(索)的主要锚固段;当不可避免时,应考虑土的蠕变对锚杆(索)抗拔力损失的影响。

4.1.3 当采用桩及其组合支护结构体系时,桩身弯矩不宜折减。

4.1.4 基坑侧壁顶部地表应采取封闭措施,封闭的宽度不宜小于2.0m。

4.1.5 基坑施工过程中严格控制基坑无支撑暴露时间,及时采取封闭隔水措施,减小甚至消除膨胀力影响,保证基坑安全。

4.2 排桩设计与施工

4.2.1 排桩支护结构应满足强度、刚度及稳定性的要求。排桩的设计计算应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ120的规定。

4.2.2 桩型和成桩工艺应符合下列要求:

1 应根据土层的膨胀性、地下水条件及基坑周边环境要求等选择桩型;

2 当支护桩施工影响范围内存在对地基变形敏感、结构性能差的建筑物或地下管线时,不应采用挤土效应严重、易塌孔、易缩径或有较大震动的桩型和施工工艺;

3 采用挖孔桩且成孔需要降水时,降水引起的地层变形应满足周边建筑物和地下管线的要求,否则应采取截水措施。

4.2.3 排桩的中心距应根据受力及桩间土稳定条件确定，桩间净距不宜大于 800mm。

4.2.4 排桩桩间土应采取防护措施。桩间土防护措施宜采用内置钢筋网或者钢丝网的喷射混凝土面层。钢筋网或钢丝网宜采用横向拉筋与两侧桩体连接，拉筋直径不宜小于 14mm，拉筋锚固在桩内的长度不宜小于 100mm。

4.2.5 当排桩桩位邻近的既有建筑物、地下管线、地下建筑物对地基变形敏感时，应根据其位置、类型、材料特性、使用状况等相应采取下列控制地基变形的防护措施：

- 1 宜采取间隔成桩的施工顺序；对混凝土灌注桩，应在混凝土终凝后，再进行相邻桩的成孔施工；

- 2 排桩宜采用干作业成孔；

- 3 对易坍塌或流动的软弱土层，对钻孔灌注桩可采取改善泥浆性能等措施，对人工挖孔桩宜采取减小每节挖空和护壁的长度、加固孔壁等措施；

- 4 支护桩成孔过程出现涌泥、缩径等异常情况时，应暂停成孔并及时采取有针对性的措施进行处理，防止继续塌孔；

- 5 当成孔过程中遇到不明障碍物时，应查明其性质，且在不会危害既有障碍物、地下管线、地下建筑物的情况下方可继续施工；

- 6 灌注桩浇筑混凝土时返上的泥浆应集中收集并及时处理，泥浆池应有防渗措施。

4.2.6 除有特殊要求外，排桩的施工偏差应符合《建筑桩基技术规范》

JGJ94、《建筑基坑支护技术规程》JGJ120 的规定。

4.2.7 排桩顶部应设置混凝土冠梁。冠梁的宽度不宜小于桩径，高度不宜小于桩径的 0.6 倍。对处于转角或高差变化部位的冠梁配筋应予以加强。冠梁混凝土强度等级宜与排桩混凝土等级相同，且不低于 C25。

4.3 地下连续墙设计与施工

4.3.1 一字形槽段长度宜取 4m ~ 6m。当成槽施工可能对周边环境产生不利影响或槽壁稳定性较差时，应取较小的槽段长度。必要时，宜采用搅拌桩对槽壁进行加固。

4.3.2 地下连续墙纵向受力钢筋的保护层厚度，在基坑内侧不宜小于 50mm，在基坑外侧不宜小于 70mm。

4.3.3 地下连续墙的施工应根据地质条件、环境因素等选择成槽设备。成槽施工前应进行成槽试验，并应通过试验确定施工工艺及施工参数。

4.3.4 当地下连续墙邻近的既有建筑物、地下管线、地下构筑物对地基变形敏感时，地下连续墙的施工应采取有效措施控制槽壁变形。

4.3.5 成槽时的护壁泥浆在使用前，应根据泥浆材料及地质条件试配及进行室内性能试验，泥浆配比应按试验确定。泥浆拌制后应贮放 24h，待泥浆材料充分水化后方可使用。成槽时，泥浆的供应及处理设备应满足泥浆使用量的要求，泥浆的性能应符合相关技术指标的要求。

4.3.6 单元槽段宜采用间隔一个或多个槽段的跳幅施工顺序。每个单元槽段，挖槽分段不宜超过 3 个。成槽过程护壁泥浆液面应高于导墙

底面 500mm。

4.3.7 施工接头严禁设置于地下连续墙转角处。

4.3.8 承受竖向承载力的地下连续墙可采取墙底注浆，墙底注浆应在墙体混凝土达到设计强度后方可进行。

4.4 锚杆设计与施工

4.4.1 锚杆的应用应符合下列规定：

1 锚拉结构宜采用钢绞线锚杆；当设计的锚杆抗拔承载力较低时，也可采用普通钢筋锚杆；

2 当周边环境不允许在支护结构使用功能完成后锚杆杆体滞留于基坑周边地层内时，应采用可回收杆体或无障碍杆体；

3 需要控制支护结构变形时，应采用预应力锚杆；

4 扩体锚杆应通过工艺试验确定扩体几何尺寸，通过拉拔试验确定极限承载力；

5 对塑性指数大于 17 或裂隙发育的黏性土层锚杆、全风化泥岩中的锚杆，应通过现场拉拔试验及蠕变试验确定锚杆的适用性。

4.4.2 锚杆的布置应符合下列规定：

1 锚杆的锚固段宜设置在土的粘结强度高的土层内，不应设置在膨胀土软弱夹层和裂隙发育范围；

2 当锚杆穿过的位置上方存在天然地基的建筑物或地下构筑物时，最小净距不宜小于 2.0m；

3 锚杆锚固段的上覆土层厚度不宜小于 4.0m，当不满足时，应采用充填式注浆并对锚固体与土体侧阻力进行折减；

4 锚杆间距不宜小于 2.0m，当采用扩体锚杆时，宜将扩体位置错开；

5 当锚杆设置在桩身时，桩径不应小于 1.2m，纵向受力钢筋应增加 4 根；当锚杆设置在桩间时，应设置腰梁。

4.4.3 锚杆施工应符合下列规定：

1 当锚杆穿过的地层附近存在既有地下管线、地下构筑物时，应在调查或探明其位置、走向、类型、使用状况等情况后再进行锚杆施工。

2 锚杆的成孔应符合下列规定：

1) 在膨胀土中应采用螺旋钻干作业成孔，当裂隙发育时不应采用压缩空气排土；

2) 存在塌孔地层宜选择套管护壁成孔或干成孔工艺，成孔工艺应满足孔壁稳定性要求；

3) 当成孔过程中遇到不明障碍物时，在查明其原因前不得钻进。

3 杆体的制作安装应符合下列规定：

1) 当锚杆杆体采用钢绞线时，钢绞线应平行、间距均匀；

2) 当锚杆杆体采用钢筋时，其连接宜采用机械连接或焊接连接；

3) 杆体制作和安放时应除锈、除油污、避免杆体弯曲或扭转；

4) 采用套管护壁工艺成孔时，应在拔出套管前将杆体插入孔内，拔套管时应防止杆体随套管拔出；

5) 成孔后应及时插入杆体及注浆。

4 锚杆的注浆应符合下列规定：

1) 注浆液采用水泥浆时，水灰比宜取 0.45 ~ 0.50；采用水泥砂浆时，水灰比宜取 0.40 ~ 0.45，灰砂比宜取 0.5 ~ 1.0，拌和用砂宜选用中粗砂；

2) 注浆管端部至孔底的距离不宜大于 200mm；注浆及拔管过程中，注浆管口应始终埋入注浆液面内，应在水泥浆液从孔口溢出后停止注浆；注浆后，当浆液液面下降时，应进行孔口补浆。

5 组合型钢组合型钢腰梁、钢台座的施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定；混凝土腰梁、混凝土台座的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

6 预应力锚杆张拉锁定时应符合下列要求：

1) 当锚杆固结体的强度达到设计强度的 75%且不小于 15MPa 后，方可进行锚杆的张拉锁定；

2) 拉力型钢绞线锚杆宜采用钢绞线束整体张拉锁定的方法；

3) 锁定时的锚杆拉力应考虑锁定过程的预应力损失量；预应力损失量宜通过对锁定前、后锚杆拉力的测试确定；缺少测试数据时，锁定时的锚杆拉力可取锁定值的 1.1 倍 ~ 1.15 倍；

4) 当锚杆需要再次张拉锁定时，锚具外杆体的长度和完好程度应满足张拉要求。

4.5 内支撑设计与施工

4.5.1 内支撑结构设计应包括下列内容：

- 1 结构体系布置；
- 2 构件内力和变形计算；
- 3 承载力和稳定验算；
- 4 节点构造；
- 5 拆换撑设计。

4.5.2 当支撑构件兼作施工平台或栈桥时，应进行专项设计。

4.5.3 内支撑结构分析时，应考虑膨胀应力的作用，同时考虑下列作用：

- 1 由挡土构件传至内支撑结构的水平荷载；
- 2 支撑结构自重；当支撑作为施工平台时，尚应考虑施工荷载；
- 3 当温度改变引起的支撑结构内力不可忽略不计时，应考虑温度应力；
- 4 当支撑立柱下沉或隆起量较大时，应考虑支撑立柱与挡土构件之间差异沉降产生的作用。

4.5.4 确定支撑结构的计算模型时可采用下列假定：

- 1 计算模型的尺寸取支撑构件的中心距；
- 2 混凝土支撑的抗弯刚度按弹性刚度乘以折减系数 0.8 ~ 0.9，混凝土腰梁的抗弯刚度按弹性刚度乘以折减系数 0.6 ~ 0.7。

4.5.5 对于较为复杂的平面支撑体系，尚按空间杆系模型计算。计算模型的边界可按下列原则确定：

1 在水平支撑与腰梁或立柱的交点处，以及腰梁的转角处分别设置竖向铰支座或弹簧支座。

2 基坑四周与腰梁长度方向正交的水平荷载非均匀分布或支撑结构非对称布置时，需合理设置附加约束防止模型整体平移或转动。

4.5.6 钢支撑构件在其长度方向的拼接宜采用高强螺栓连接或焊接，拼接点强度不应低于构件截面强度；钢支撑与钢围檩的连接节点位置应设置钢托架；钢支撑使用过程中应定期进行轴力监测，必要时应复加预应力。

4.5.7 钢围檩与围护墙之间的缝隙应采用不低于 C25 的细石混凝土填实。

4.5.8 当立柱桩桩身承受胀拔力时，应进行桩身抗拉强度和裂缝宽度控制验算，并应采取通长配筋，最小配筋率应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的规定。

4.5.9 支撑拆除前应按设计要求，在主体结构与支护结构之间设置可靠的换撑传力构件或回填夯实。

5 土钉墙

5.1 一般规定

5.1.1 土钉墙适用于安全等级为二级、三级的膨胀土基坑。不适用于对变形有严格要求的基坑。

5.1.2 基坑有软弱夹层、侧压力较大和对变形控制较严格时，宜采用复合土钉墙。

5.1.3 土钉墙设计、施工及使用期间应及时采取措施，防止外来水体浸入基坑边坡土体。

5.2 设计

5.2.1 土钉墙设计计算应包括以下内容：

- 1 土钉的设计计算；
- 2 全部开挖工况条件下的整体稳定性验算，沿潜在软弱夹层或裂隙的整体稳定性验算；
- 3 喷射混凝土面层的设计以及土钉与面层的连接设计。

5.2.2 土钉锚固体与土体极限粘结强度标准值宜通过现场试验确定；当不具备试验条件时，可按照《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 表

5.2.5 取值，采取水钻成孔的膨胀土基坑及永久性膨胀土基坑宜按 0.6~0.8 折减。

5.2.3 土钉墙构造应符合下列规定：

- 1 土钉墙墙面坡度不宜大于 1:0.5；
- 2 第一排土钉距地面高度宜为 1.0~1.5m，长度宜为开挖深度的 1.2~1.5 倍，最下层土钉距坑底高度不宜大于 0.5m，长度不宜小于开

挖深度的 0.5 倍；

3 土钉应采用预成孔，钻孔直径宜为 100~150mm；

4 土钉杆体应采用钢筋或钢管，钢筋直径宜为 16~32mm，钢管外径不应小于 48mm，壁厚不应小于 3.0mm；

5 土钉注浆材料宜采用水泥浆或水泥砂浆，强度不宜低于 20MPa；

6 土钉墙面层应为配置钢筋网和加强钢筋，网筋直径宜为 6~10mm，间距宜为 100~200mm，钢筋网搭接长度应不小于 300mm；加强钢筋直径不宜小于 14mm，间距和排距宜与土钉间距和排距相同；喷射混凝土强度等级不宜低于 C20，面层厚度宜为 80~100mm；

7 土钉与面层必须有效连接，应在土钉端头设置承压板或在面层钢筋网上设置联系相邻土钉端头的加强筋，并应与土钉采用螺栓或钢筋焊接连接；

8 土钉支护边坡顶部地面应设置宽度不小于 2m，厚度不小于 100mm 的混凝土护顶，并在前端设竖向土钉锁定。

5.2.4 土钉墙其他设计要求应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

5.3 施工

5.3.1 基坑开挖与土钉墙施工应按设计要求分层分段进行，严禁超前超深开挖，分层开挖厚度不应大于 2m。当地下水位较高时，应预先采取降水或截水措施。机械开挖后的基坑侧壁应辅以人工修整坡面，使坡面平整无虚土，坡面平整度偏差宜为 ± 30 mm。

5.3.2 膨胀土坡面开挖后 4h 内应及时挂网封闭,当无法及时封闭时,应采取素喷封面或其它临时封闭遮挡措施。

5.3.3 土钉墙其他施工要求应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

6 坡率法

6.1 一般规定

6.1.1 当场地开阔、无不利贯通性结构面、无地下水源及基坑开挖深度较浅时，可优先采用坡率法。同一工程可视场地具体条件采用局部放坡或全深度、全范围放坡开挖。

6.1.2 采用坡率法的基坑应加强防排水设计，边坡坡顶、坡脚应设置排水沟，并做好坡脚防护。

6.1.3 存在下列情况之一时，不应采用坡率法：

- 1 放坡开挖对拟建或相邻建(构)筑物及重要管线有不利影响；
- 2 不能保持基坑内干作业；
- 3 坡体内有外倾的贯通性裂隙的边坡；
- 4 场地不能满足放坡要求。

6.2 设计

6.2.1 膨胀土基坑边坡的坡率允许值应通过稳定性分析计算确定。当土质均匀良好、无不利贯通性裂隙面、无地下水源时，基坑边坡坡率允许值可按表 6.2.1 确定。

表 6.2.1 膨胀土基坑边坡坡率和平台宽度允许值

膨胀 性基 坑深 度 (m)	边坡坡率			边坡平台宽度(m)			侧沟平台宽度 (m)		
	弱	中	强	弱	中	强	弱	中	强

<6	1:1.5	1:1.5~1:1.75	1:1.75~1:2.0	可不设			1.0	1.0~2.0	2.0
6~10	1:1.75	1:1.75~1:2.0	1:2.0~1:2.5	1.5~2.0	2.0	≥2.0	1.5~2.0	2.0	≥2.0

6.2.2 膨胀土基坑边坡可采用以下 3 种形式：

- 1 单坡型：适用于基坑深度小于 10m 的弱~中等膨胀土基坑边坡；
- 2 折线型：适用于基坑深度较大，且上下土层性状有较大差别的土质侧壁，可根据坑壁岩土的变化采用不同的坡率；
- 3 台阶型：当基坑深度较大或地层不均匀时，应根据工程实际条件在岩土分界或一定深度处设置一级或多级过渡平台。

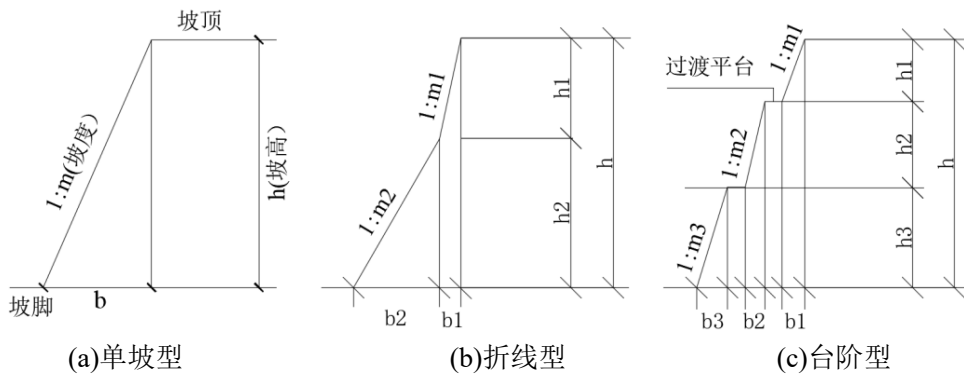


图 6.2.2 基坑边坡形式

(m、m1、m2 为坡度)

6.2.3 采用坡率法开挖基坑时，应视土层条件、施工季节、坑壁裸露时间等具体情况采取适当的坡面和坡脚保护措施：如覆盖薄膜、砂浆抹面、设置挂网喷射混凝土或混凝土面层或砌筑砖（石）挡墙等。

6.3 施工

6.3.1 施工前应核验基坑位置及开挖尺寸线，施工过程中应经常检查平面位置、坑底标高、坑壁坡度、排水及降水系统，并应随时观测周围的环境变化。

6.3.2 分级放坡，在上一级基坑坡面处理完成之前，不应进行下一级基坑坡面土方开挖。

6.3.3 护坡面层宜扩展至坡顶和坡脚一定距离，坡顶宜与施工道路相连，坡脚宜与垫层相连。

7 防排水与土方工程

7.1 一般规定

7.1.1 降水工程及土方工程施工前应编制切实可行的专项施工方案。对于超过一定规模的危大工程，应当组织专家论证会对专项施工方案进行论证。

7.1.2 基坑开挖应遵循分层分段、严禁超挖的基本原则。

7.1.3 基坑降水和基坑开挖应采用信息化施工和动态控制方法，应根据基坑和周边环境的监测数据适时调整施工顺序和施工方法。

7.1.4 主体地下结构施工时，结构外墙与基坑侧壁之间应及时回填。

7.1.5 基坑工程应及时封底，坑底排水沟应设置防渗措施。

7.2 防排水

7.2.1 膨胀土地区基坑应进行防排水设计。施工过程中对场区内的建筑、管道、地面排水、环境绿化、边坡、挡土墙进行巡视。定期检查排水沟、雨水明沟、防水地面、散水等的使用状况，如发现开裂、渗漏、堵塞等现象，及时修补。

7.2.2 地下水的控制方法应根据场地工程地质与水文地质条件、地下水降深以及环境条件综合确定。地表水控制方法应根据场地汇水面积、场地坡度等确定。

7.2.3 当场地存在稳定的地下水且地下水位高于基坑底面标高时,应采取降水措施,降水后基坑内的最高水位应低于开挖标高以下不小于0.5m。降水设计和施工应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ120 的规定。

7.2.4 当基坑周边存在饱和软弱土且土体失水会引起周边环境沉降时,应采取截水措施,截水设计可根据工程地质条件、水文地质条件及施工条件,选用高压旋喷帷幕、深层搅拌桩帷幕或咬合式排桩帷幕,帷幕应进入弱透水层以下不小于1.5m。

7.2.5 当场地存在上层滞水时,可在坑内开挖超前集水坑,超前集水坑距基坑边距离不宜小于5m,深度可随基坑开挖逐步加深,不应超过基坑底标高,超前集水坑周边应作安全防护。

7.2.6 当基坑顶汇水面积较小时,不宜在基坑顶设截水沟;当基坑顶有较大的汇水面积时,可在基坑顶设置截水沟,截水沟应设置在距基坑边1倍开挖深度外,纵向坡度不小于0.5%,沟内应采用防水卷材作防渗处理。

7.2.7 基坑顶应采用混凝土进行硬化封闭,硬化宽度不宜小于1倍开挖深度且不得超出用地红线,坡度不小于0.3%,围挡外应作好排水措施。

7.2.8 基坑侧壁的上层滞水层底面标高应设置泄水孔,间距不宜大于3m。当基坑坡面渗水时,应在渗水部位增加泄水孔。泄水孔的间距、直径及长度应根据渗水量和渗水土层的特性确定。

7.2.9 基坑底边应设置排水沟和集水坑,排水沟和集水井边缘距离基

坑底边线不宜少于 0.5m，沿排水沟每隔 30 ~ 50m 宜设置集水井；排水沟纵向坡度不小于 0.3%，排水沟和集水井的净截面尺寸应根据排水量确定。当采用基础砖模作排水沟时，砖模与护壁间应浇筑混凝土封底。

7.2.10 建筑基础与基坑壁面间应采用混凝土封闭。当基坑开挖到位后，应对基坑周边浇筑混凝土封闭。

7.3 土方开挖

7.3.1 膨胀土基坑土方开挖宜尽量避开雨季，无法避开时应采取以下措施：

- 1 应在坑顶、坑底采取有效的截排水措施；对地势低洼的基坑，应考虑周边汇水区域地面径流向基坑汇水的影响；排水沟、集水井应采取防渗措施；

- 2 基坑周边地面应作硬化或防渗处理；

- 3 基坑周边的施工用水应有排放措施，不得渗入土体内；

- 4 当坑体渗水、积水或有渗流时，应及时进行疏导、排泄、截断水源。

7.3.2 开挖深度较浅的基坑或管道坑槽，可根据膨胀土性质、开挖深度、场地规模、环境条件等，选用 1:0.75 ~ 1:1.50 的坡比放坡开挖。

7.3.3 基坑土方开挖应符合下列规定：

- 1 当支护结构构件强度达到开挖阶段的设计强度时，方可下挖基坑；对采取预应力锚杆的支护结构，应在锚杆施加预加力后，方可下挖基坑；对土钉墙，应在土钉、喷射混凝土面层的养护时间大于

2d 后, 方可下挖基坑;

- 2 应按支护结构设计规定的施工顺序和开挖深度分层开挖;
- 3 锚杆、土钉的施工作业面与锚杆、土钉的高差不宜大于 500mm;
- 4 开挖时, 挖土机械不得碰撞或损害锚杆、腰梁、土钉墙面、内支撑及其连接件等构件, 不得损害已施工的基础柱;
- 5 当基坑采用降水时, 应在降水后开挖地下水位以下的土方;
- 6 挖至坑底时, 应避免扰动基底持力土层的原状结构。

7.3.4 膨胀土基坑应在基底设计标高以上预留一定厚度保护层, 待下一工序开始前再开挖, 预留厚度应根据基坑不同地段的土质条件确定, 弱膨胀土地段预留保护层厚度不应小于 300mm, 中强膨胀土地段预留保护层厚度不应小于 500mm, 中强膨胀土基坑底部坡脚处宜预留土墩。

7.3.5 验槽后应及时浇筑混凝土垫层或采取其他封闭措施, 不得暴晒或泡水。

7.3.6 基坑土方开挖应根据设计要求做好监测工作, 并排专人做好现场巡视检查工作。

7.3.7 土方开挖时, 应对土层实际分层厚度、土性状态等与勘察报告进行核实。

7.4 土方回填

7.4.1 基坑土方回填之前, 宜对基坑周边地面、道路及排水管道进行巡查, 发现有地裂缝产生时应及时采用灌浆进行封堵, 发现渗漏及时处理。

7.4.2 基坑应及时分层回填, 填料宜选用非膨胀土或经改良后的膨胀土, 压实系数不应小于 0.94, 并对散水范围做好防水措施。

7.4.3 基坑土方回填不得采用灌（注）水作业。

7.4.4 无法及时完成回填的, 应进行有效覆盖保护。

8 基坑工程监测

8.1 一般规定

8.1.1 基坑设计安全等级为一级和二级基坑;开挖深度大于等于 5m;开挖深度小于 5m 但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程应实施基坑工程监测。

8.1.2 基坑工程的现场监测应采用仪器监测与巡视检查相结合的方法。基坑工程仪器监测应由建设方委托具有相应资质的第三方实施。

8.1.3 监测方法和精度应按《建筑基坑工程监测技术标准》第 6 章执行。对地质条件及周边环境复杂、邻近重要建(构)筑物、地下轨道、地下管线分布,需要实时、连续监测其动态的基坑工程,或人工监测难以实施的基坑工程,宜实施自动化监测。自动化监测优先考虑结构内力监测、地表位移监测、周边管线位移及建筑物变形监测。

8.1.4 监测单位应编制监测方案,监测方案应经建设单位、监理单位、设计单位等认可后,方可实施。必要时应对监测方案进行专门论证。

8.1.5 监测单位应严格按照监测方案开展工作,监测期间建设单位及施工单位应协助监测单位顺利完成监测工作,当基坑工程设计或施工有重大变更时,建设单位应及时组织监测单位、设计单位等相关单位研究并及时调整监测方案。

8.1.6 基坑开挖前,宜对其影响范围内建(构)筑物、地下管线、市政道路等设施进行调查、描述、检测、监测和拍摄等进行记录,必要时进行公证。

8.1.7 监测点的布置应按《建筑基坑工程监测技术标准》的第 5 章执

行,其中地表和坑底监测点埋设应考虑膨胀土浅层膨胀性对监测点稳定性的影响,管线监测点宜采用抱箍法设置。

8.2 监测项目

8.2.1 基坑工程的监测项目应与基坑工程设计、施工方案相匹配。应针对监测关键部位,做到重点观测、项目配套并形成有效的、完整的监测系统。基坑监测的项目内容应能够反映支护结构的安全状态和基坑周边环境的影响程度。

8.2.2 巡视检查应按《建筑基坑工程监测技术标准》的 4.3 条执行的基础上,还应重点巡视排水和隔水设施、阻隔干湿循环和雨水浸润的坡面防护措施的完好性以及其它可能的渗漏水源。

8.2.3 仪器监测的内容应符合下列规定:

监测内容应由设计单位结合实际工程特点及支护形式提出。当地质条件复杂,缺少类似工程经验或支护结构失效会造成严重后果时,可按表 8.2.3 择适用的监测项目。

表 8.2.3 基坑工程仪器监测项目表

监测项目	基坑工程安全等级		
	一级	二级	三级
围护墙(边坡)顶部水平位移	应测	应测	应测
围护墙(边坡)顶部竖向位移	应测	应测	应测
深层水平位移	应测	应测	宜测
立柱竖向位移	应测	应测	宜测
围护墙内力	宜测	可测	可测

支撑轴力	应测	应测	宜测
立柱内力	可测	可测	可测
锚杆(索)轴力	应测	宜测	可测
坑底隆起	宜测	宜测	可测
围护墙侧向土压力	宜测	宜测	可测
孔隙水压力	可测	可测	可测
地下水位	应测	应测	应测
土体分层竖向位移	可测	可测	可测
周边地表竖向位移	应测	应测	宜测
建筑物竖向位移	应测	应测	应测
建筑物倾斜	应测	宜测	可测
建筑物水平	宜测	可测	可测
建筑物裂缝、地表裂缝	应测	应测	应测
地下管线竖向位移	应测	应测	应测
地下管线水平位移	宜测	宜测	可测
周边道路竖向位移	宜测	可测	可测

8.3 监测频率和预警

8.3.1 监测频率应符合下列规定：

- 1 对于现场巡视检查项目应根据基坑开挖进度并结合工程特点综合确定，宜为每天不少于一次，并有巡视记录；
- 2 基坑工程监测工作应从基坑工程施工前开始，直至地下工程完成为止，并应延续至支护结构变形、内力及周边建(构)筑物和管线

变形趋于稳定;

3 监测频率应综合考虑基坑类别、支护体系特点、基坑及地下工程的不同施工阶段而确定,并能够系统反映监测对象的重要变化过程。当监测值相对稳定时,可适当降低监测频率;

4 对于选定的监测项目,监测频率宜由设计单位确定,当设计无明确要求,在无数据异常和事故征兆的情况下,现场仪器监测频率可按表 8.3.1 确定。

表 8.3.1 现场仪器监测的监测频率

基坑类别	施工进度		基坑设计深度 (m)			
			≤5	5~10	10~15	>15
一级	开挖深度 (m)	≤5	1次/1d	1次/2d	1次/2d	1次/2d
		5~10	—	1次/1d	1次/1d	1次/1d
		>10	—	—	2次/1d	2次/1d
	底板浇筑 后时间 (d)	≤7	1次/1d	1次/1d	2次/1d	2次/1d
		7~14	1次/3d	1次/2d	1次/1d	1次/1d
		14~28	1次/5d	1次/3d	1次/2d	1次/1d
		>28	1次/7d	1次/5d	1次/3d	1次/3d
	二级	开挖深度 (m)	≤5	1次/2d	1次/2d	—
5~10			—	1次/1d	—	—
底板浇筑 后时间 (d)		≤7	1次/2d	1次/2d	—	—
		7~14	1次/3d	1次/3d	—	—
		14~28	1次/7d	1次/5d	—	—

		>28	1 次/10d	1 次/10d	—	—
--	--	-----	---------	---------	---	---

注:1 有支撑的支护结构各道支撑开始拆除到拆除完成后 3d 内监测频率应为 1 次/1d;

- 2 基坑工程施工至开挖前的监测频率视具体情况确定;
- 3 当基坑类别为三级时, 监测频率可视具体情况适当降低;
- 4 宜测、可测项目的仪器监测频率可视具体情况适当降低。

8.3.2 当出现下列情况之一时, 应提高监测频率:

- 1 监测数据达到报警值;
- 2 监测数据变化较大或者速率加快;
- 3 存在勘察未发现的不良地质现象;
- 4 进行超深、 超长开挖, 或未及时加撑等违反设计工况施工;
- 5 基坑及周边大量积水、 长时间连续降雨, 以及市政管道出现
泄漏问题;
- 6 基坑附近地面荷载突然增大或超过设计限值;
- 7 支护结构出现开裂;
- 8 周边地面突发较大沉降或出现严重开裂;
- 9 基坑底部、 侧壁出现管涌、 渗漏或流沙等现象。
- 10 膨胀土基坑出现防水、 排水等防护设施损坏, 开挖暴露面有
被水浸湿的现象;
- 11 当基坑工程发生事故后重新组织施工时和出现其他影响基
坑及周边环境安全的异常情况。

8.3.3 基坑工程监测必须确定监测报警值, 监测报警值应满足工程设计、 地下结构设计, 以及周边环境中被保护对象的控制要求。监测报

警值应由设计单位确定。

8.3.4 基坑及支护结构监测报警值应根据设计计算结果、当地工程经验、相关规范标准及有关部门的规定等因素综合确定，当无当地经验时，可按《建筑基坑工程监测技术标准》8.0.4 条确定。基坑工程周边环境监测报警值应根据主管部门的要求确定，如主管部门无具体规定，可按《建筑基坑工程监测技术标准》8.0.5 条确定。监测数据接近或达到报警值时，应分析原因，加强监测，及时确定应急处理措施。

9 基坑工程质量检测与验收

9.1 一般规定

9.1.1 基坑工程施工阶段, 应由建设方委托具有资质的第三方检测单位, 对施工用原材料及成品进行检验, 对支护结构如排桩、锚杆等进行完整性、抗拔承载力进行检测。

9.1.2 对验收不合格的项目应提出处置建议, 必要时提出处理措施。

9.1.3 基坑工程质量检测应符合设计要求和相关规范的规定。

9.2 质量检测

9.2.1 支护结构施工及使用的原材料和半成品应遵照相关标准规范进行检验。

9.2.2 支护结构的主要构件应进行质量检测。检测方法及相关要求应符合相关标准规范的相关规定。

9.2.3 检测工作结束后应提交包括下列内容的质量检测报告:

- 1 工程概况
- 2 检测依据
- 3 检测点分布图
- 4 检测方法与仪器设备型号
- 5 资料整理及分析方法
- 6 结论及处理意见
- 7 附图、附表

9.2.4 对混凝土灌注桩、地下连续墙的钢筋笼、桩(墙)长、桩径或墙宽、桩(墙)身混凝土强度均应进行检验。

9.2.5 对土钉、锚杆的长度、成孔直径、成孔角度等应做好记录并进行隐蔽工程检验和抗拔力检验。

9.2.6 钢支撑焊缝宜采用超声波探伤等非破损方法检测，检测数量不应少于焊缝总数的 30%。

9.2.7 抽芯检测合格的，应采用水泥浆从钻芯孔孔底往上回灌封闭，灌浆压力不小于 0.3MPa；否则应封存钻芯孔，留待处理。

9.3 移交验收

9.3.1 基坑工程施工过程中的隐蔽部位（环节）在隐蔽前，应进行中间质量验收。

9.3.2 基坑工程完成后，施工单位应自行组织相关人员进行检查评定，确认自检合格后，向建设单位或监理单位提交工程移交验收申请报告。

9.3.3 建设单位收到工程移交验收申请后，应组织勘察、设计、施工、监理、检测、监测及基坑使用、维护单位进行基坑工程的移交验收程序和手续，并通知质量安全监督机构对验收过程进行监督。

9.3.4 基坑工程质量验收合格后，建设单位应在规定的时间内，将基坑工程竣工验收报告和有关文件交付基坑使用和维护单位。

9.3.5 基坑支护工程验收应以保证支护结构安全和周边环境安全为前提。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于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：

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：

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这样做的：

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，采用“可”。

2 条文中指明必须按其他标准、规范执行的写法为“按……执行”或“应符合……的规定”

引用标准名录

- 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120
- 《建筑基坑工程监测技术标准》 GB 50497
- 《膨胀土地区建筑技术规范》 GB50112
- 《建筑桩基技术规范》 JGJ94
- 《建筑地基基础设计规范》 GB50007
- 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB50202
- 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB50205
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204

中国建筑业协会团体标准

膨胀土地区建筑基坑支护技术规程

Technical specification for retaining and protection of building
foundation excavations in expansive soil regions

条文说明

制定（或修订）说明

《膨胀土地地区建筑基坑支护技术规程》(T/CCIAT xxxx— 20xx)，经中国建筑业协会××××年××月××日以第××号公告批准发布。

本规程制订过程中，编制组进行了广泛调查研究，总结了我国工程建设膨胀土基坑领域的实践经验。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《膨胀土地地区建筑基坑支护技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

1 总则

1.0.1 目前，膨胀土地地区的基坑支护规范欠缺，而膨胀土在我国分布广泛。随着深基坑工程的发展，结合膨胀土特性，编制本规程。

1.0.2 本条阐明本规程的适用范围。本规程主要针对膨胀土地地区基坑支护工程。

3 一般规定

3.1 一般规定

3.1.1 支护结构多为维护基坑安全开挖和地下基础及结构部分正常施工而采用的临时性构筑物，据以往正常情况施工经验，一般深基坑工程需 6~12 月才能完成，至少要经过一个雨季，而雨季对深基坑安全影响甚大，故本条规定按保证安全和正常使用一年期限考虑支护结构设计有效期限。

3.1.2 基坑侧壁安全等级划分主要是为了在基坑支护工程设计、施工、监控中根据基坑的不同条件及不同情况加以区分其重要性而分别对待。本规程基坑侧壁安全等级的划分主要考虑了破坏后果及影响的严重性、基坑深度、邻近建(构)筑物及管线与基坑侧壁的相对距离比、膨胀土的膨胀潜势等综合确定，并分为三个等级。

对内支撑结构，当基坑一侧支撑失稳破坏会殃及基坑另一侧支护结构因受力改变而使支护结构形成连续倒塌时，相互影响的基坑各边支护结构应取相同的安全等级。

3.1.5 膨胀土地区基坑事故大多是由于设计参数的选取，并未考虑膨胀土开挖后因失水、浸水以及裂隙和扰动等环境变化引起的参数渐变，直接采用室内试验得到的强度指标进行土压力和稳定性计算和验算。基坑壁膨胀土吸水膨胀会产生水平膨胀力，同时也会使膨胀土体密度和抗剪强度指标降低，强度指标的降低幅度范围较大，这与膨胀土特性、含水量初始值及含水量的变化增量有关，很难确定一个统一的折减系数，应根据地方经验并结合场地膨胀土工程特性作折减使用。无

地区经验时粘聚力 c 折减系数宜取 0.5 ~ 0.75, 且不宜大于 60kPa; 内摩擦角 φ 折减系数宜取 0.4 ~ 0.6。

3.1.6 膨胀力计算较为繁琐。本规程对于水平膨胀作用采取强度指标折减的方式考虑, 水平荷载计算不考虑水平膨胀力。

3.1.7 由于膨胀土地区一般勘察手段无法定量确定其内部的裂隙和结构面对边坡稳定和土压力的影响, 处于安全考虑, 只能从膨胀土体或土层的与非膨胀土体或土层的交接面进行稳定性验算。关于膨胀土水平膨胀力对支护结构的作用, 目前国内尚无一致确定定量原则和算法, 只能依据基坑的实际情况结合工程经验确定, 尤其对暴露时间较长的膨胀土区域的基坑, 更应该加以重视。

3.1.10 气动潜孔锤在膨胀土基坑进行施工时, 排渣效果较差, 成孔时的排渣是提高膨胀土锚杆拉拔力的关键。且喷射的高压空气会导致膨胀土裂隙进一步发育, 因此在膨胀土基坑不宜使用气动潜孔锤成孔。

3.2 勘察要求与环境调查

3.2.1 本条提出的是除常规建筑物勘察之外, 针对膨胀土地区基坑工程的特殊勘察要求。建筑基坑支护的岩土工程勘察通常在建筑物岩土工程勘察过程中一并进行, 但膨胀土地区基坑支护设计和施工对岩土勘察的要求有别于主体建筑的要求, 勘察的重点部位是基坑外对支护结构和周边环境有影响的范围, 而主体建筑的勘察孔通常只需布置在基坑范围以内。目前, 大多数基坑工程使用的勘察报告, 其勘察钻孔均在基坑内, 只能根据这些钻孔的地质剖面代替基坑外的地层分布情况。当场地土层分布较均匀时, 采用基坑内的勘察孔是可以的, 但土

层分布起伏大或某些软弱土层仅局部存在时，会使基坑支护设计的岩土依据与实际情况偏离，从而造成基坑工程风险。因此，有条件的场地应根据本条要求增设勘察孔，当建筑物岩土工程勘察不能满足膨胀土地区基坑支护设计施工要求时应进行补充勘察。

当基坑面以下有承压含水层时，由于在基坑开挖后坑内土自重压力的减少，如承压水头高于基坑底面应考虑是否会产生含水层水压力作用下顶破上覆土层的突涌破坏。因此，基坑面以下存在承压含水层时，勘探孔深度应能满足测出承压含水层水头的需要。

3.2.2 管道漏水、绿化带浇水等对基坑的影响较大，应对周边条件和状况以及基坑开挖可能出现的问题和影响进行评价。

3.2.3 基坑周边环境条件是支护结构设计的重要依据之一。城市内的新建建筑物周围通常存在既有建筑物、各种市政地下管线、道路等，而基坑支护的作用主要是保护其周边环境不受损害。同时，基坑周边既有建筑物荷载会增加作用在支护结构上的荷载，支护结构的施工也需要考虑周边建筑物地下室、地下管线、地下构筑物等的影响。实际工程中因对基坑周边环境因素缺乏准确了解或忽视而造成的工程事故经常发生，为了使基坑支护设计具有针对性，应查明基坑周边环境条件，并按这些环境条件进行设计，施工时应防止对其造成损坏。

3.3 支护结构选型

3.3.2 土钉墙是一种经济、简便、施工快速、不需大型施工设备的基坑支护形式。出于安全和减少事故和纠纷考虑，膨胀土地区土钉墙的使用深度不宜过深。

对于基坑上部采用放坡或土钉墙,下部采用支挡式结构的组合支护形式,放坡或土钉墙高度不宜大于基坑总深度的 $1/2$,应考虑桩(墙)顶部以上土体与桩(墙)支护结构间的相互影响,且应严格控制桩(墙)顶部的水平位移。

4 支挡式结构

4.2 排桩设计与施工

4.2.1 作为支护结构的排桩应在整个施工及使用过程中保持必须的强度、刚度及稳定性的要求，以满足完成基坑支护的各项要求，并保护周边环境。

4.2.3 根据膨胀土地区工程经验，膨胀土地区排桩净距不宜大于800mm。

4.2.4 基坑开挖后由于土拱效应的存在，一般情况下桩间粘性土等土体可以稳定，但膨胀土暴露过程中，遇水膨胀、失水产生裂隙，都容易造成桩间土体的垮塌。为避免这一现象，在基坑开挖后要及时采用对桩间土进行挂钢筋网片并喷射混凝土护面，最大程度的减少土体临空面的暴露时间。此外，根据合肥地区的经验，围护桩桩间土为填土且厚度大于2m时，宜采用桩间拱墙挡土。

4.3 地下连续墙设计与施工

4.3.1 对环境条件要求高、槽段深度较深，以及槽段形状复杂的基坑工程，应通过槽壁稳定性验算，合理划分槽段的长度。

4.3.3 为了确保地下连续墙成槽的质量，应根据不同的深度情况、地质条件选择合适的成槽设备。在软土中成槽可采用常规的抓斗式成槽设备，当在硬土层或岩层中成槽施工时，可选用钻抓、抓铣结合的成槽工艺。成槽机宜配备有垂直度显示仪表和自动纠偏装置，成槽过程中利用成槽机上的垂直度仪表及自动纠偏装置来保证成槽垂直度。

4.3.5 护壁泥浆的配比试验、室内性能试验、现场成槽试验对保证槽

壁稳定性是很有必要的，尤其在松散或渗透系数较大的土层中成槽，更应注意适当增大泥浆黏度，调整好泥浆配合比。对槽底稠泥浆和沉淀渣土的清除可以采用底部抽吸同时上部补浆的方法，使底部泥浆比重降至 1.2，减少槽底沉渣厚度。当泥浆配比不合适时，可能会出现槽壁较严重的坍塌，这时应将槽段回填，调整施工参数后再重新成槽。有时，调整泥浆配比能解决槽壁坍塌问题。

4.3.7 目前在地下连续墙施工中，异形槽段越来越多，为了保证墙体开挖时，地下连续墙墙体的稳定性，施工接头严禁设置于地下连续墙的转角处。

4.4 锚杆设计与施工

4.4.1 在成都膨胀土区域进行锚杆的试验表明，采用科学、合理施工锚杆施工工艺，在膨胀土的锚杆极限拉拔力可达 800kN。提高膨胀土区锚杆的拉拔力可通过如下方式的一种或多种方式组合：1、水钻时用水泥浆替换清水或泥浆排渣；2、采用机械扩孔；3、机械扩孔后采用囊式扩大头锚索；4、旋喷扩孔；5、二次劈裂压浆。

4.5 内支撑设计与施工

4.5.1 本条补充了内支撑结构设计应包括的内容，除内支撑结构的内力与变形计算、承载力与稳定性验算外，明确尚应包括节点设计和拆撑、换撑设计的内容。对于钢结构内支撑体系，节点设计尤为关键，钢支撑之间、钢支撑与围护墙之间的连接构造必须确保传力和变形协调的可靠性。

4.5.2 内支撑结构设计时，支撑顶面活荷载一般仅考虑施工期间内支

撑作为施工人员的通道或用作泵送混凝土的管道支架。当需利用支撑构件兼作施工平台或栈桥时，应根据实际所受荷载的大小进行专门设计，以满足施工平台和栈桥结构的承载力和变形要求。栈桥设计中的控制性荷载通常包括挖土机、运土车、混凝土泵车及材料堆场等荷载。

4.5.3 膨胀力具有偶然性和必然性的特点，这是因为只要土层含水率发生变化，膨胀力必然会产生；而至于什么时候产生的，却是很偶然的事情。因此膨胀力的作用不应忽视，特别是膨胀力对围护结构内力产生的影响更不能忽视。土层参数的折减解决了围护结构的安全刚度储备问题，但由于考虑到膨胀力的突发性以及不可控性，一旦发生膨胀力将会通过围护结构之间的传力直接作用于支撑；因此，在深基坑支护设计时，必须考虑支撑的安全刚度储备。

4.5.6 与混凝土支撑相比，钢结构支撑的整体刚度更依赖于构件之间的连接构造。钢支撑与钢围檩之间的连接节点受力复杂，应力比较集中，为防止钢围檩梁产生局部失稳，减小节点处的变形，应在连接节点部位设置加劲板，加劲板厚度不应小于 10mm，焊缝高度不应小于 6mm。膨胀土失水收缩引起钢支撑轴力损失、遇水膨胀导致支撑轴力增加，采取防止钢支撑脱落的措施，并加强轴力监测。

4.5.7 围护墙表面一般不平整，特别是采用钻孔灌注桩排桩作围护墙时，为使钢围檩与围护墙之间结合紧密，防止围檩截面产生扭曲，应在钢围檩与围护墙之间采用不低于 C25 的细石混凝土填实。

4.5.8 桩在膨胀土中的工作性状相当复杂，上部土层因水分变化而产生的胀缩变形对桩有不同的效应。桩的承载力与土性、桩长、土中水

分变化幅度和桩顶作用的荷载大小关系密切。土体膨胀时，因含水量增加和密度减小导致桩侧阻和端阻降低；土体收缩时，可能导致该部分土体产生大量裂缝，甚至与桩体脱离而丧失桩侧阻力。因此，在桩基设计时应考虑桩周土的胀缩变形对其承载力的不利影响。

4.5.9 基坑拆撑阶段，应在梁板柱结构及换撑结构达到设计要求的强度后进行支撑拆除。

5 土钉墙

5.1 一般规定

5.1.2 基坑有软弱夹层、侧压力较大和对变形控制较严格时，可在土钉支护中局部补强，如采用预应力土钉、预应力锚杆或超前注浆钢管与土钉混合使用，增加侧壁的稳定性和减小变形。

5.1.3 从工程经验来看，土钉墙发生事故大多与水的作用有关，尤其对膨胀土基坑，水不仅使土钉墙自重增大，降低了土的抗剪强度和土钉与土体间的摩阻力，更重要的是吸水膨胀产生的膨胀力导致引起整体或局部破坏。因此，在一般规定中强调土钉墙设计、施工及使用期间对外来水的防范和施工的时效性，更不能以土钉墙作为挡水结构。

5.2 设计

5.2.1 土钉墙工程设计计算一般主要进行土钉设计计算、土钉墙内部整体稳定性分析，必要时按类似重力挡土墙进行外部稳定性计算（如抗倾覆、抗水平滑动、抗基坑隆起等）。对临时性支护来说，喷射砼面层不是主要的受力构件，往往不做计算，按构造规定 80mm ~ 100mm 厚度的喷射钢筋网。

5.2.3 本条是根据土钉墙工程经验给出的，可根据实际工程情况选用和调整，必要时在现场开展相关的试验确定。

5.3 施工

5.3.1 土钉墙是随着开挖逐渐形成的，所以土钉墙施工必须遵循自上而下分层、分段的工序要求，每层开挖深度符合设计要求，并使上层土钉注浆体与喷射混凝土面层达到一定强度。

6 坡率法

6.1 一般规定

6.1.2 膨胀土的水敏性强，膨胀土吸水产生的膨胀力、膨胀土及结构面的抗剪强度的降低，均会降低边坡的稳定性，膨胀土基坑边坡的排水设计是坡率法的前提。排水沟、截水沟等措施应保证施工质量。

6.1.3 本条强调了在选用坡率法时应谨慎对待的几种场地条件。

6.2 设计

6.2.1 表 6.2.1 中的边坡高度、边坡坡率与平台宽度等项所列的值，是经过现场大量调查统计核对，证实表列数值从总体上讲是符合实际的。

膨胀土基坑边坡的破坏形式是多样的，但从破坏的深度上来分，可大体归纳为浅层破坏与深层破坏两种类型。浅层破坏是指发生在大气影响带内的边坡变形，超过这个厚度的边坡变形便是深层破坏。在考虑边坡的稳定时，应该针对这两种破坏类型分别对待。

由于浅层破坏受气候变化、风化程度、裂隙发育程度等因素的影响，其抗剪强度明显低于深部的强度。因此，对于整体边坡的稳定，如果不考虑边坡防护加固，则需按浅层土质特征考虑边坡。对于较高的边坡，考虑边坡防护加固，则浅层的工程地质问题因必要的防护加固而解决，只需按照深部的地层强度进行边坡稳定性分析决定边坡坡率，可以采用较陡的边坡坡率。因此，本规范强调及时的采用防护加固和排水措施，防止浅层破坏。

6.2.2 谢强等计算得到在附加膨胀应力作用下的不同坡型的膨胀土

边坡的应力分布特征，结果表明，对于各坡型边坡，在膨胀应力的作用下，坡脚应力集中程度均大大增加，坡面应力有一定程增加，且距离坡脚越近，应力增加越多，膨胀应力主要影响坡脚及坡脚附近应力分布。坡脚向坡内水平方向上的应力特征为：对于中等膨胀土边坡，各种坡型下坡脚附近应力集中区范围距坡脚约 4 ~ 5m，特别是 0 ~ 2m 范围应力变化最大。考虑膨胀力后，直线坡、上缓下陡坡、下缓上陡坡、台阶坡坡脚附近最大应力增大大约 45%、46%，57%、70%。台阶坡的应力增大水平最高，受膨胀力影响最大，这是因为不考虑膨胀力时的坡脚应力最低。

台阶形边坡和下缓上陡边坡变坡点附近应力集中，应力集中区范围距变坡点约 2 ~ 3m，特别是 0 ~ 1m 范围应力变化最大，而上缓下陡边坡变坡点附近无应力集中现象。考虑膨胀力后，上缓下陡和下缓上陡边坡变坡点最大应力变化不明显；台阶坡坡脚最大应力增大大约 33%。整体上看，台阶形对边坡膨胀应力的分布较为不利，应增大平台宽度。

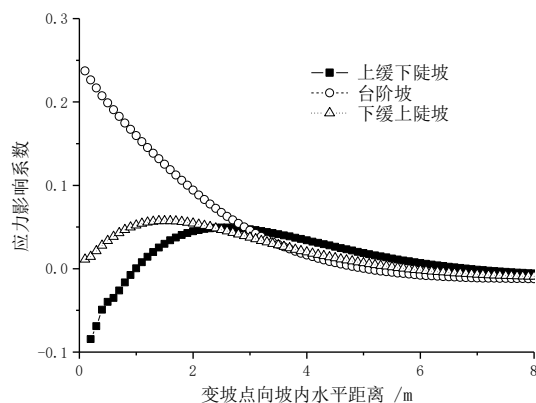


图 6.2.2 变坡点水平方向最大主应力影响系数

6.2.3 由于浅层破坏受气候变化、风化程度、裂隙发育程度等因素的

影响，其抗剪强度明显低于深部的强度，加上膨胀土吸水后产生的膨胀力，膨胀土基坑边坡易发生浅表层破坏，故对膨胀土基坑表面进行坡面加固防护是必要的。

7 防排水与土方工程

7.1 一般规定

7.1.1 对于危大工程应编制专项施工方案指导施工,超过一定规模的危大工程尚应组织专家论证会对专项施工方案进行论证。

7.1.2 土方开挖具有明显的时空效应,施工中应遵循开挖原则。

7.1.3 影响基坑降水、土方开挖的因素很多,仅靠勘察、设计来决定是不够的,还需通过过程监测及时发现异常情况,并采取相应的处理措施。

7.1.4 基坑肥槽回填应尽量对称进行,避免地下室结构单侧受力,承受过大的剪切力。

7.1.5 膨胀土地层基坑开挖过程中和挖至设计深度后应及时加固和封闭土体。

7.2 防排水

7.2.3 膨胀土为不透水地层,一般不富存地下水,但膨胀土以下,可能存在卵石或基岩地层。当有较为丰富的地水位且高于基坑底标高时,需要进行降水,保证水位在作业面以下,避免基底泡水等影响施工质量。基坑降水应按最深开挖标高指电梯井、集水坑等进行考虑。

7.2.4 膨胀土地区通常地形存在一定起伏,当场地低洼区域回填后,容易积水,回填土体遇水后易软化,当基坑开挖后,土体失水易产生变形,因此需要作截水措施。

7.2.5 上层滞水一般水量不大,采用降水措施的效果不明显,可采用挖坑明排方式处理,集水坑开挖深度一般 3m 左右,距基坑边应保持

一定距离，确保不软化基坑侧壁土体。

7.2.6 在城市建筑基坑中，基坑开挖线通常距红线较近，汇水面积较小，当红线位置砌筑围墙时，雨水被围墙拦截，通常不会进入场地内，因此设置截水沟作用较小。但设置截水沟后，由于截水沟纵向坡度难以保证，造成排水不畅，当基坑变形时，截水沟容易开裂，雨水容易下渗软化土体。因此，当汇水面积较小时，不应设置截水沟。但当基坑顶有较大汇水面积，雨水可能冲刷基坑壁，可设置排水沟，但应保证纵向坡度，易于排水。沟内防水卷材可防止基坑变形产生裂缝。

汇水面积较大通常指基坑顶面围墙内宽度大于 10m。

7.2.7 膨胀土由于容易失水收缩，土体开裂，当地表水从裂缝进入土体后，土体抗剪强度降低，容易引起基坑变形，因此需对基坑顶进行硬化封闭，硬化的作用有防止失水收缩和防止地表水下渗。

硬化宽度应大于基坑变形影响宽度，但由于场地限制，通常硬化宽度不能达到，但应大于 1 倍基坑开挖深度或至围墙，该范围参考《关于进一步加强我市建筑基坑安全管理工作的通知》（成建安监发[2011]22 号）“基坑顶红线以内或开挖边线外开挖深度 1 倍范围地面应采用混凝土硬化，做好基坑顶部和底部的排水措施，防止雨水浸泡对土体产生不利影响。”

基坑顶硬化应有一定坡度，确保排水顺畅，排水坡向可根据场地坡向情况，可以排向基坑内或基坑外，当排在基坑外时应排除在基坑变形影响区域以外。

7.2.8 膨胀土为弱透水层，也无地下水，因此不需设置排水孔。

泄水孔的设计参数应根据渗水量和渗水土层的特点确定。泄水孔材料为 PVC 管，泄水孔间距 2~3m，渗水面积大时，应适当加密，直径 50mm，泄水孔长度应根据渗水的水源位置，一般上层滞水，长度可以 300~500mm，对于有确定渗水水源时如化粪池、雨水管、污水管等，泄水管长度应接近该位置。

7.3 土方开挖

7.3.1 膨胀土地区土方开挖时的基坑支护破坏，大多是由于土体中水分变化引发的。土中水分散失时，土体出现开裂，裂缝将土体分割成大小不等的单元，降低土体的整体性及抗剪强度，而雨季时地裂缝又成为地表水下渗的通道，土体被浸泡后发生膨胀，产生较大的水平膨胀力，同时土体强度大幅降低，进而导致基坑失稳。所以，保持坑壁土体中的含水量基本不变在基坑支护过程中尤为重要。

7.3.2 对膨胀土地区开挖深度较浅的基坑，做好防排水措施，采用放坡开挖是可行的；对于开挖深度大于等于 5m 的基坑，以及开挖深度小于 5m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂、对毗邻建（构）筑物安全影响较大的基坑工程，采用简单的放坡之后很难满足要求，应进行基坑支护设计，并经论证后方可实施。

7.3.3 本条规定了基坑开挖的一般原则。锚杆、支撑或土钉是随基坑土方开挖分层设置的，设计将每设置一层锚杆、支撑或土钉后，再挖土至下一层锚杆、支撑或土钉的施工面作为一个设计工况。因此，如开挖深度超过下层锚杆、支撑或土钉的施工面标高时，支护结构受力及变形会超越设计状况。这一现象通常称作超挖。许多实际工程实践

证明，超挖轻则引起基坑过大变形，重则导致支护结构破坏、坍塌，基坑周边环境受损，酿成重大工程事故。

施工作业面与锚杆、土钉或支撑的高差不宜大于 500mm，是施工正常作业的要求。不同的施工设备和施工方法，对其施工面高度要求时不同的，可能的情况下应尽量减小这一高度。

降水前如开挖地下水位以下的土层，因地下水的渗流可能导致流砂、流土的发生，影响支护结构、周边环境的安全。降水后，由于土体的含水量降低，会使土体强度提高，也有利于基坑的安全与稳定。

7.3.4 膨胀土基坑土方开挖预留保护层，主要目的是减少大气环境或各种水源对膨胀土含水量的影响。

7.3.5 土方开挖到底应减少对基底土层的扰动，避免大气环境、气候对基底的不利影响。

7.3.6 土方开挖过程中除应进行基坑监测外，还应派专人进行现场巡视，以便及时发现土方开挖导致的异常情况。基坑监测与现场巡视缺一不可，两者结合使用。监测和巡视内容根据设计要求和施工现场实际情况确定，并应根据监测与巡视结果采取相应措施。

7.4 土方回填

7.4.1 膨胀土具有吸水膨胀的特点，地裂缝如不及时封堵，地表水渗入易降低土体强度，产生较大的水平膨胀力，因此膨胀土地区尤其应注意裂缝防渗处理。

7.4.2 基坑回填土，填料可选用非膨胀土、弱膨胀土及掺有石灰或其他材料的膨胀土，并保证一定的压实度。对于地下室外墙处的肥槽，

宜采用非膨胀土或经改良的弱膨胀土及级配砂石作为填料,可减少水平膨胀力的不利影响。

7.4.3 对于膨胀土地层,灌(注)水会造成土体吸水膨胀,增加水平膨胀力

7.4.4 无法及时完成土方回填的,要尽量减少大气环境对膨胀土的影响。

8 基坑工程监测

8.1 一般规定

8.1.3 监测方法和精度要求与现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》一致。考虑自动化监测设备和技术手段的逐渐成熟，对于有条件的基坑，推荐采用自动化监测手段辅助监测。优先推荐考虑设备和技术成熟度高且成本投入小的监测项。

8.1.7 监测点的布设要求与现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》一致。考虑膨胀土基坑地表浅层区域受外界影响较大，故对地表和坑底监测点埋设应考虑膨胀土浅层膨胀性对监测点稳定性的影响，管线监测点宜采用抱箍法设置。

8.2 监测项目

8.2.1 基坑监测是一个系统，要保证系统的完整性就需要多个监测项目同时监测。但顾及监测费用及监测效率等问题，就要去除不必要的监测项目。应针对监测对象的关键部位，做到重点观测、项目配套，并形成有效的、完整的监测系统。

8.2.2 基坑工程施工期间的各种变化存在时效性和突发性，由于仪器监测的局限性，巡视检查就显得尤为重要。考虑膨胀土对水的影响敏感，巡视检查在按常规巡视的基础上，还应重点巡视可能出现渗漏水的地方。

8.2.3 本条依据现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》，并结合膨胀土土地区基坑工程监测经验，对基坑工程仪器监测项目进行了规定。

与国标相比有如下不同之处：①坑底隆起监测项对一、二级基坑由国标的“可测”改为“宜测”。膨胀土基坑可能会基坑积水，膨胀土对水比较敏感，遇水膨胀且强度劣化，坑底隆起监测项可直观地反映基坑坑底膨胀土遇水后基坑的安全状况，且监测成本较低；②地下管线的水平位移对二级基坑由国标的“可测”改为“宜测”，地下管线埋深比较浅，浅层膨胀土常常受到地面未能完全隔水，地表积水入渗对膨胀土产生影响，影响地下管线的安全，故提高了二级基坑的地下管线水平位移监测项的等级。

9 基坑工程质量检测与验收

9.2 质量检测

9.2.2 安全等级为一级、二级及对构件质量有存疑的安全等级为三级的支护结构是质量检测的重点，检测项目和数量应区别对待，安全等级越高，检测项目和数量越多。

9.2.6 采用钢支撑的基坑工程以往发生事故主要集中在接头及焊缝部位，钢支撑接头及焊缝位置的质量往往决定了基坑的安全，采用超声探伤的方法检测是常用且可靠的方法。