



CECS 147 : 2004

中国工程建设标准化协会标准

加筋水泥土桩锚支护技术规程

**Technical specification for retaining and protection with
reinforced cement soil piles and anchors**



中国工程建设标准化协会标准

加筋水泥土桩锚支护技术规程

**Technical specification for retaining and protection with
reinforced cement soil piles and anchors**

CECS 147 : 2004

主编单位:北京交通大学隧道与岩土工程研究所

批准单位:中国工程建设标准化协会

施行日期:2 0 0 4 年 8 月 1 日

2004 北 京

前 言

根据〔2002〕建标协字 33 号文《关于印发中国工程建设标准化协会 2002 年第二批标准制、修订项目计划的通知》要求,制订本规程。

加筋水泥土桩锚支护是一种有效的土体支护与加固技术,其特点是钻孔、注浆、搅拌和加筋一次完成。适用于砂土、粘性土、粉土、杂填土、黄土、淤泥、淤泥质土等土层中的基坑支护和土体加固。本规程对采用这种技术的工程设计、施工和验收做出了规定。规程中所涉及的有效发明专利和实用新型专利,使用者可按国家有关规定与专利持有人协商处理(珠海智顺岩土工程专利技术有限公司,珠海市香洲区乐园路 42 号 3 栋 16c 宁海花园,邮政编码:519015,联系电话:0756—2222958,13802674958)。

根据国家计委计标〔1986〕1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》,现批准协会标准《加筋水泥土桩锚支护技术规程》,编号为 CECS 147 : 2004,推荐给工程建设的设计、施工、使用单位采用。

本规程由中国工程建设标准化协会地基基础专业委员会 CECS/TC27 归口管理,由北京交通大学隧道与岩土工程研究所(北京市海淀区西直门外上园村 3 号,邮政编码:100044,联系电话:51688117)负责解释。在实施本规程的过程中,如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料径寄解释单位。

主编单位:北京交通大学隧道与岩土工程研究所

参编单位:珠海智顺岩土工程专利技术有限公司

北京市城建设计研究总院

国贸工程设计院(北京)

广州地下铁道总公司

工程建设标准全文信息系统

广州地下铁道设计研究院

深圳市地质局岩土设计研究院

主要起草人:唐业清 杨桂芹 李宪奎 崔江余 许 丽

丁建隆 史海欧 蔡凌燕 金亚兵

中国工程建设标准化协会

2004年6月15日

2
工程建设标准全文信息系统

目 次

1	总 则	(1)
2	术语、符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(4)
3	基本规定	(5)
4	岩土工程勘察	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	勘察和测试	(10)
4.3	勘察报告	(11)
5	工程设计	(12)
5.1	加筋水泥土桩锚支护	(12)
5.2	悬臂式加筋水泥土桩锚支护	(15)
5.3	人字形加筋水泥土桩锚支护	(16)
5.4	门架式加筋水泥土桩锚支护	(18)
5.5	复合式支护	(21)
5.6	加筋水泥土桩墙与多排加筋水泥土桩锚支护	(22)
5.7	后仰式锚拉钢桩支护	(23)
5.8	水平咬合加筋水泥土拱棚支护	(25)
5.9	多向加筋水泥土桩锚支护	(26)
6	工程施工和监测	(28)
6.1	一般规定	(28)
6.2	技术要求	(29)
6.3	工程监测	(31)
7	工程验收	(33)

工程建设标准全文信息系统

7.1 一般规定	(33)
7.2 检验项目	(34)
7.3 合格判定	(36)
附录 A 加筋水泥土桩锚支护的应用范围示意	(37)
本规程用词说明	(38)

1 总 则

1.0.1 为在建筑基坑工程、边坡工程中合理采用加筋水泥土桩锚支护技术,做到技术先进、安全可靠、经济合理、因地制宜、确保质量、保护环境,制订本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑和隧道、地下铁道、水利、港口、道路、机场等工程基坑支护的设计、施工和验收。

本规程适用于砂土、粘性土、粉土、杂填土、黄土、淤泥以及淤泥质土等土层采用加筋水泥土桩锚支护技术的工程。

1.0.3 采用本规程的工程,应根据岩土勘察资料、工程特点、场地环境、使用要求、材料供应、施工条件等因素和有关规定,精心设计、精心施工。

1.0.4 采用本规程时,设计荷载应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定;地基基础、基坑工程和边坡工程的设计和施工尚应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 和现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120、《建筑基坑工程技术规范》YB 9258 等的有关规定;工程验收尚应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 水泥土 cement soil

水泥浆或水泥和化学浆液与土体形成的固结体。可采用注浆法、深层搅拌法、高压旋喷法等将浆液注入土中。

2.1.2 加筋水泥土 reinforced cement soil

插入加劲体的水泥土。加劲体可采用金属的或非金属的。

2.1.3 加筋水泥土桩锚支护 retaining and protecting with reinforced cement soil piles and anchors

由加筋水泥土桩体和锚体(总称桩锚体)构成的对土体的支护体系。它采用专门机具施作,直径20~100cm,可为水平向、斜向或竖向的等截面、变截面或有扩大头的桩锚体。桩锚体尚可用于土体加固。

2.1.4 水泥土桩墙 wall composed of cement soil piles

由水泥土桩体相互咬合而形成的排桩等止水、挡土结构。

2.1.5 加筋水泥土桩墙 wall composed of reinforced cement soil piles

由加筋水泥土桩体形成的墙。

2.1.6 桩锚拉梁 continous beam connect with piles and anchors

将竖向水泥土(或加筋)桩墙与斜向加筋水泥土锚体的顶部连成整体的钢筋混凝土或型钢混凝土连续梁。

2.1.7 嵌固深度 embedded depth

为保证稳定与安全,桩墙在基坑开挖面以下的埋置深度。

2.1.8 排桩支护结构 retaining and protecting structure with piles in row

由单排布置的钢筋混凝土灌注桩、钢筋混凝土板桩、钢板桩等形成的支护结构。

2.1.9 基坑 foundation pit

为建(构)筑物基础或地下工程施工而开挖的地面以下的稳定空间。

2.1.10 基坑侧壁 side of foundation pit

基坑的某一侧面。

2.1.11 基坑周边环境 surroundings around foundation pit

基坑开挖影响范围内的建(构)筑物、道路、地下设施、地下管线、土层及地下水等。

2.1.12 基坑支护 retaining and protecting for foundation pit

对开挖的基坑侧壁和周边环境采取的挡土措施。

2.1.13 支撑 support

设置在基坑内的主要由水平(或斜向)杆组成的提供水平支承力的结构。

2.1.14 腰梁 middle beam

设置在基坑支护结构顶部以下,传递支护结构与桩锚体支承力的结构。可采用钢筋混凝土梁或钢梁。

2.1.15 支点 fulcrum

支护结构承受水平力作用的约束点。

2.1.16 人工降水 artificial dewatering

人为地降低基坑和周边一定范围内的地下水位。

2.1.17 止水 cutting off water

采取工程措施阻止基坑外地下水渗流进入基坑内,同时保持基坑外侧地下水位不降低。

2.1.18 防水帷幕 curtain for cutting off water

为阻止或减少地下水从基坑侧壁和基坑底部流入基坑而采取连续防水措施。可采用封闭隔水结构或土体加固。

2.1.19 地下水控制 groundwater controlling

为保证基础工程和基坑周边环境安全而采取的控制地下水的排水、降水、止水或回灌等技术措施。

2.2 符 号

- A_{cs} ——水泥土桩锚体的截面面积(m^2);
- A_s ——加筋材料的截面面积(m^2);
- C_{cu} ——土的固结快剪粘聚力(kPa);
- C_c ——土的粘聚力(kPa);
- d ——加筋水泥土桩锚体的直径(m);
- E_{ai} ——作用在第 i 个桩锚体上的主动土压力值(kPa);
- f_y ——加筋水泥土桩锚体中加筋材料的抗拉强度设计值(kPa);
- H ——基坑开挖深度(m);
- l ——加筋水泥土桩锚体的有效长度(m);
- l_a ——加筋水泥土桩锚体的锚固长度(m);
- N_i ——荷载效应标准组合下第 i 根加筋水泥土桩锚体所承受的轴向拉力设计值(kN);
- N_{Ri} ——第 i 根加筋水泥土桩锚体的抗拔承载力设计值(kN);
- q_p ——土体极限端阻力标准值(kPa);
- q_{sk} ——桩锚体与土体间极限摩阻力标准值(kPa);
- s_x, s_y ——加筋水泥土桩锚体的水平、竖向间距(m);
- β_i ——加筋水泥土桩锚体轴线与铅垂线的夹角($^\circ$);
- θ_i ——加筋水泥土桩锚体与水平面的夹角($^\circ$);
- γ_0 ——结构重要性系数;
- γ_s ——圆弧滑动稳定安全系数;
- γ_{ov} ——抗倾覆安全系数;
- γ_τ ——水平滑动稳定安全系数;
- φ_k ——土的内摩擦角($^\circ$)。

3 基本规定

3.0.1 采用加筋水泥土桩锚支护技术的各种临时性支护结构,除有特殊要求外,均应保证开挖完成后一年内基坑安全和正常使用。当基坑暴露时间超过一年,或遭遇难以避开的台风、暴雨时,应在确定设计参数时考虑其影响。

3.0.2 采用加筋水泥土桩锚支护技术的基坑支护工程,应根据基坑破坏可能造成的后果,按表 3.0.2 的规定确定其安全等级。

表 3.0.2 建筑基坑的安全等级

安全等级	破坏后果	基坑和环境条件	结构重要性系数 γ_0
一级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形,对基坑安全、周边环境和地下主体结构的施工影响很严重	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重要工程或支护结构为主体结构的一部分; 2. 开挖深度不小于 14m(软土地区不小于 9m); 3. 在 3 倍开挖深度的平面范围内有重要建(构)筑物、重要管线和道路等市政设施; 4. 在 1 倍开挖深度的平面范围内有具有非嵌岩桩基础,且其埋深小于坑深的建筑物; 5. 在基坑开挖影响范围内有历史文物、近代优秀建筑等; 6. 基坑位于地铁、隧道、地下商业街等大型地下设施安全保护区范围内 	1.1
二级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形,对基坑安全、周边环境的影响一般,对地下主体结构施工影响严重	除一级和三级以外的基坑工程	1.0

续表 3.0.2

安全等级	破坏后果	基坑和环境条件	结构重要性系数 γ_0
三级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形,对基坑安全、周边环境和地下主体结构施工影响不严重	开挖深度小于 6m,且在 3 倍开挖深度的平面范围内无特殊要求保护的建(构)筑物、管线和道路等市政设施	0.9

注:有特殊要求的建筑基坑,其侧壁安全等级可根据具体情况专门确定。

3.0.3 当采用加筋水泥土桩锚支护时,应根据场地条件、基坑开挖深度、施工季节、工程地质与水文地质条件、进度要求、邻近建(构)筑物和地下障碍物的分布情况、地下结构的特点以及可能采用的施工方法,针对基坑侧壁的安全等级,选择经济合理、安全可靠的单一式或组合式的支护方案(附录 A)。

3.0.4 加筋水泥土桩锚支护结构,应采用极限状态设计表达式进行设计。其极限状态可分为下列两类:

(1)承载能力极限状态:对应于支护结构破坏或土体失稳、基底管涌或支撑系统破坏的状态。

(2)正常使用极限状态:对应于支护结构的变形已影响基坑内结构施工或影响周边环境的状态。

3.0.5 加筋水泥土桩锚支护结构在设计前,应取得下列资料:

(1)工程用地的建筑红线图、地下工程平面和剖面图,建筑物±0.000的绝对高程等;

(2)场地的工程地质和水文地质资料;

(3)基坑周边环境状况的调查资料;

(4)建筑物设计和施工对基坑支护结构的要求,特别是支护结构作为永久性结构一部分时的特殊要求;

(5)有关基坑工程施工条件的资料,如建筑物基础类型、施工

方法、材料来源、地下水位变化、基坑排水条件和施工季节、施工期限等；

(6)已施工完毕或正在施工的邻近基坑的支护形式、实施效果和教训；

(7)基坑工程最大可能影响范围内建(构)筑物的基础形式、埋深,各种地下管线、道路及其他公用设施的有关资料。

3.0.6 加筋水泥土桩锚支护结构的设计应符合下列原则：

(1)满足边坡和支护结构稳定要求；不产生倾覆、滑移和局部失稳；基坑底部不产生隆起、管涌；桩锚体不发生抗拔失效；

(2)支护结构构件受荷后不发生强度破坏；

(3)降水后引起的地基沉降不影响邻近建(构)筑物、道路或重要管线的安全和正常使用；

(4)止水设计应防止渗漏引起水土流失,造成地面下陷或相邻建(构)筑物倾斜；

(5)支护结构的变形不应大于周边环境保护要求的控制值。当作为竖向承重结构时,尚应满足竖向承重结构的变形要求。

(6)一级基坑工程应采取设计、施工及监测相结合的综合措施,严格控制变形,并应根据当地工程的成功经验采取类比法实施。

(7)基坑工程设计时,地面超载值可取 **20kPa**(有特殊要求者除外)。

3.0.7 对重要工程,设计方案应通过对试验性施工过程的监测结果进行验证,必要时可调整设计,设计定案后方可正式施工。

3.0.8 在加筋水泥土桩锚支护工程的实施中,各有关单位应遵循动态设计与信息化施工相结合的原则,及时联系、紧密配合,根据检测与监测结果预估发生事故的可能性,做好应急准备,确保工程安全。

3.0.9 加筋水泥土桩锚支护工程的监测应符合下列规定：

(1)对安全等级为一、二级,或对施工质量有怀疑的三级支护

结构应进行工程监测。

(2) 工程监测应由有资质的专业监测机构承担。监测工作必须在整个基坑施工的全过程中进行。监测结果应及时通报给施工、监理、设计、业主等各方。

4 岩土工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 加筋水泥土桩锚支护和岩土加固,在设计前必须进行充分的岩土工程勘察。勘察前应收集场地周围已建工程和本项拟建工程的设计和施工文件、工程地质和水文地质勘察资料,并针对加筋水泥土桩锚支护的特殊性进行专门的岩土工程补充勘察。

4.1.2 在岩土工程勘察前,应取得下列资料:

- (1)拟选用桩锚支护和岩土加固方法及其工艺的初步方案;
- (2)附有建筑物轮廓线、地面标高和周边环境的平面图;
- (3)拟建工程的结构类型、基坑深度、地基基础类型及其施工方法等;
- (4)当地常用的基坑支护方式和施工降水方法及其经验。

4.1.3 加筋水泥土桩锚支护的岩土工程勘察,应查明并分析和评价下列问题:

- (1)对加筋水泥土桩墙,查明坑深和桩墙长度范围内的岩土分布、各层土的组成成分、厚度及其物理力学性质,分层土质的含砂量组成,评价土质对水泥土桩锚的施工质量和工艺产生的影响;
- (2)评价在桩墙埋深范围内各层土质对压密注浆法、深层搅拌法、高压旋喷法的适应性、可行性及其效果;
- (3)综合评价场地土质是否适合采用水泥土桩锚支护技术,分析各种土质对不同桩锚施工工艺的不利因素和有利因素;
- (4)对软土特别是淤泥质土应勘察并分析土的物理和化学性质。对含砂极少的腐质性流塑状土层,应进行水泥浆液配合比、掺砂量试验,得出不同地质条件下水泥土的强度结果;
- (5)对含水量丰富的砂砾石层,应对加筋水泥土桩墙和水泥土

锚体选择的施工工艺提出注意事项及建议。

(6) 勘察基坑周围相当于基坑深度 1~3 倍有影响的范围内建筑、地铁、道路、管线的类型及其重要性,地下、地面贮水、输水等设施及其渗漏情况。当已有资料不能满足要求时,可用坑探或物探方法查明;

(7) 地面已有裂缝的分布、宽度及其发生的原因。

4.2 勘察和测试

4.2.1 岩土工程的勘察范围应按基坑的复杂程度和工程地质与水文地质条件确定,但不应小于基坑周边范围。当需查明专门问题时范围应适当扩大。

4.2.2 勘探点的间距应按基坑的复杂程度和工程地质与水文地质条件确定,宜为 10~30m。当地层的水平方向变化较大或有软弱层面时,应按实际情况增加勘探点数量。

4.2.3 勘探点的深度应按基坑的复杂程度和工程地质与水文地质条件确定,并应满足设计计算要求,不应小于基坑深度的 2~3 倍。当在此深度范围内遇有中等风化和微风化岩石时,可根据岩石类别和支护要求适当减少勘探点深度。

4.2.4 为取得岩土物理力学性质资料,每一重要岩土层的取样数量应满足每一重点试验项目不少于 6 个数据的要求。

4.2.5 勘察方法主要采用钻探,必要时可补以坑探和物探。对于砂土宜作标准贯入试验,对于软土宜作十字板剪切试验。必要时可作旁压试验和基床系数测试。

4.2.6 土的室内试验项目,除一般物理力学性质外,重点是剪切试验。剪切试验的方法应与分析计算的方法配套,可做三轴剪切试验或直接剪切试验。试验的排水条件应根据设计要求确定。必要时应做残余抗剪强度试验及侧压力系数试验。对砂土和粉土应做颗粒分析,对特殊性岩土应做专门试验。

4.2.7 对于含水层,应分层提供渗透系数,必要时进行抽水试验。

4.3 勘察报告

4.3.1 基坑开挖的岩土工程勘察报告,除应符合一般要求外,尚应包括下列内容:

(1)建议的坡率或支护类型,并论证实实施这些建议的条件和设计、施工应注意的事项;

(2)提供基坑工程设计所需的参数指标;

(3)评价地下水对基坑工程的影响,论证施工降水或截水的可能性和必要性,提出关于降水或截水方案的建议;

(4)评价场地周边环境对基坑开挖、支护、降水(截水)的影响以及基坑开挖、支护、降水、(截水)、回灌对周边环境的影响,提出设计、施工应注意事项和必要的保护措施;

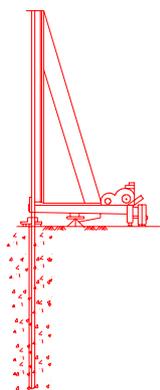
(5)评价施工过程中形成流砂、流土、管涌和整体失稳等现象的可能性,并提出预防措施。对具有膨胀性、崩解性、湿陷性、冻胀性及其他特殊性质的岩土,应论证这些特殊性质岩土对基坑工程的影响,并提出设计、施工中应采取的措施;

(6)提出平面图、柱状图、剖面图、各种测试图表、计算图表及设计方案建议简图。

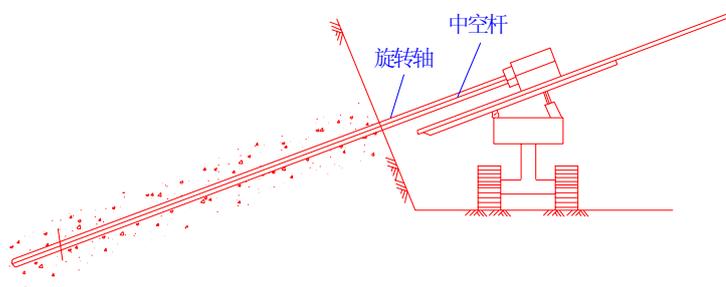
5 工程设计

5.1 加筋水泥土桩锚支护

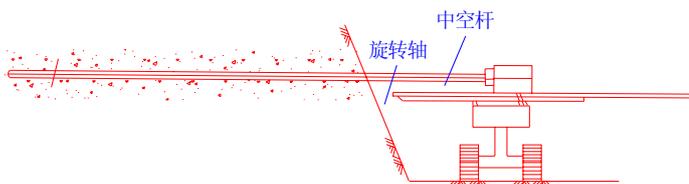
5.1.1 根据成型方向,加筋水泥土桩锚体可分为:竖向、斜向或水平向三种型式(图 5.1.1)。



(a) 竖向加筋水泥土桩体



(b) 斜向加筋水泥土锚体



(c)水平向加筋混凝土锚体

图 5.1.1 加筋混凝土桩锚体的型式

5.1.2 根据成型方法,加筋混凝土桩锚支护可分为:注浆加筋混凝土桩锚支护,高压旋喷加筋混凝土桩锚支护,搅拌加筋混凝土桩锚支护和一次成锚式加筋混凝土桩锚支护。

5.1.3 采用加筋混凝土桩锚支护应符合下列条件:

(1)注浆加筋混凝土桩锚支护适用于软土厚度不大于 2m 或混合地层,不宜在深厚淤泥中采用。长度不宜大于 10m,锚体间距不宜大于 1.2m。

(2)高压旋喷加筋混凝土桩锚支护适用于软弱的淤泥层和松散的砂土层。桩锚长度应按计算确定,桩墙体嵌固长度宜进入隔水层 1~2m,锚体长度不宜小于 1.0~1.5 倍基坑深度,间距不宜大于 1.5m,直径宜为 0.3~0.8m,按梅花形布置。

(3)搅拌加筋混凝土桩锚支护适用于较厚的软弱淤泥层、松散粉细砂或砾石层。长度应按计算确定,桩墙体嵌固长度宜进入隔水层 1~2m,锚体长度不宜小于 1.0~1.5 倍基坑深度,间距不宜大于 1.5m,直径宜为 0.2~0.8m,按梅花形布置。

(4)斜向地锚体与水平面的夹角宜采用 15°~35°。

5.1.4 加筋混凝土桩锚支护设计的内容包括:荷载计算,支护体系方案选择及计算桩锚体直径、长度、嵌固深度及布置(间距、排距、倾角等)、加筋材料、加筋结构设计计算及基坑稳定性验算等。

5.1.5 基坑支护工程中的桩锚体按临时结构设计时,其荷载应取基坑开挖各阶段的最不利荷载。

5.1.6 加筋混凝土桩锚体的计算应符合下列规定:

(1)加筋水泥土桩锚体的抗拔承载力设计值可按式计算确定,并按本规程第七章的要求进行桩锚体验收试验。

抗拔承载力设计值应由桩锚体自重与土体侧摩阻力确定:

$$N_{Ri} = 0.9A_{cs}l\gamma\sin\theta_i + 0.6\pi d l_a q_{sk} \quad (5.1.6-1)$$

式中 N_{Ri} ——第 i 根加筋水泥土桩锚体的抗拔承载力设计值(kN);

A_{cs} ——加筋水泥土桩锚体的截面面积, $A_{cs} = \pi d^2/4(\text{m}^2)$;

d ——加筋水泥土桩锚体的直径(m);

γ ——水泥土重度(kN/m^3);

θ_i ——加筋水泥土桩锚体与水平面夹角($^\circ$);

l ——加筋水泥土桩锚体的有效长度(m);

l_a ——加筋水泥土桩锚体的锚固长度(m);

q_{sk} ——加筋水泥土桩锚体与土体间的极限摩阻力标准值(kPa),可根据当地经验确定。当无经验时,可参照现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120的规定采用;

(2)加筋材料截面面积应按式计算确定:

$$A_s \geq \frac{1.35N_i}{f_y} \quad (5.1.6-2)$$

式中 N_i ——荷载效应标准组合下第 i 根加筋水泥土桩锚体所承受的轴向拉力设计值(kN);

f_y ——加筋材料的抗拉强度设计值(kPa);

A_s ——加筋材料的截面面积(m^2)。

(3)加筋水泥土桩锚体的抗拔承载力应符合下列规定:

$$\gamma_0 N_i \leq N_{Ri} \quad (5.1.6-3)$$

$$N_i = E_{ai} s_x s_y \quad (5.1.6-4)$$

式中 E_{ai} ——作用在第 i 个桩锚体上的主动土压力值(kPa);

s_x 、 s_y ——加筋水泥土锚体的水平、竖向间距(m);

γ_0 ——结构重要性系数。

5.2 悬臂式加筋水泥土桩锚支护

5.2.1 当场地为混合土层或砂性土层,基坑深度不大于6m,基坑内墙脚处具备留土台的条件时,可采用悬臂式加筋(预应力或非预应力)水泥土桩锚支护(如图5.2.1)。

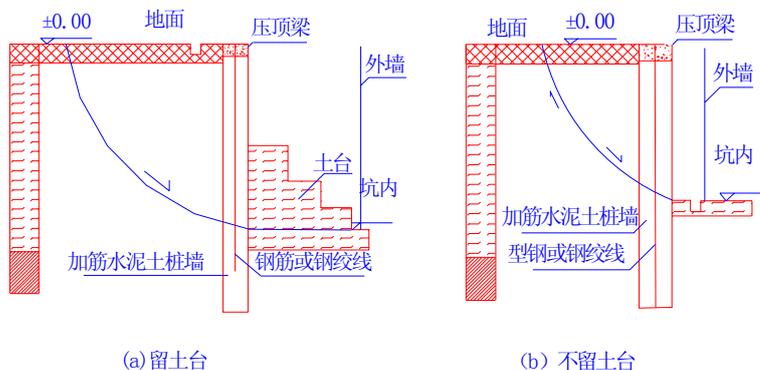


图 5.2.1 悬臂式加筋水泥土桩体支护

5.2.2 根据地质和场地条件以及基坑开挖深度等因素,可采用单排或多排咬合的悬臂式加筋水泥土桩墙支护。

5.2.3 悬臂式加筋水泥土桩墙支护的设计应符合下列规定:

(1)加筋水泥土锚体之间的咬合宽度应根据使用功能确定。当考虑止水作用时,咬合宽度不宜小于150mm;当仅考虑挡土作用而不考虑止水作用时,咬合宽度不宜小于100mm。

(2)当采用多排桩体支护墙时,排桩间距不宜大于0.8倍桩锚体直径。

(3)悬臂式加筋水泥土桩体中宜采用 $\phi 25 \sim \phi 32$ 钢筋、I10~I16工字钢或 $\phi 40 \sim \phi 57$ 钢管。插筋材料的插入深度应在计算弯矩反弯点1m以下。

(4)当坑内留有土台时,悬臂式桩体的嵌入深度应由计算确定,宜为1.2~1.5倍基坑深度。台面可布置土钉并挂网,喷射混凝土作为保护面层。

(5)当基坑底部地质条件较好且坑周地面 6m 以内无构筑物、坑内不具备留土台空间时,悬臂式桩体的嵌入深度宜为基坑深度的 1~2 倍。桩体中宜插入 I10—I16 型钢。

(6)在基坑周边地面 5m 范围内应采用厚度不小于 100mm 的硬化面层。坑边和坑内应设排水沟和集水井。

5.2.4 悬臂式加筋水泥土桩体支护应根据现场试验资料进行验算。当缺乏现场资料时,可参照现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120 的规定进行验算。

5.3 人字形加筋水泥土桩锚支护

5.3.1 当场地为软土、素填土、各类砂性土,基坑深度不大于 6m,基坑周围不具备放坡条件且地下水位较高时,可采用人字形加筋水泥土桩锚支护结构(图 5.3.1)。

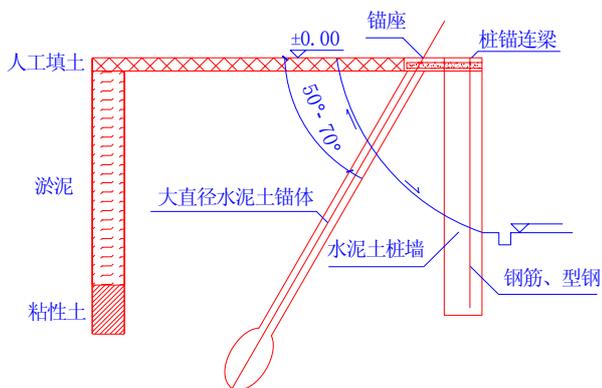


图 5.3.1 人字形加筋水泥土桩锚支护

5.3.2 当人字形加筋水泥土桩锚支护结构具有挡土与止水的双重作用时,挡土结构可采用单排或多排咬合的加筋水泥土桩墙。

5.3.3 人字形加筋水泥土桩锚支护结构的设计应符合下列规定:

(1)加筋水泥土桩锚体之间的咬合宽度应根据使用功能确定。当考虑止水作用时咬合宽度不宜小于 150mm,当仅考虑挡土作用而不考虑止水作用时咬合宽度不宜小于 100mm。

(2)当采用多排桩墙时,排桩间距不宜大于 0.8 倍桩体的直径。

(3)加筋量应根据计算确定,宜采用 $\phi 25 \sim \phi 32$ 粗钢筋,或采用 I10—I16 工字钢。嵌固深度应超过基坑底深 2.0~3.0m。

(4)在加筋水泥土桩墙的外侧,应设置斜向加筋水泥土锚体,其直径可采用 350~600mm,倾角 $50^\circ \sim 70^\circ$,水平间距 1.0~2.0m;

(5)斜向加筋水泥土锚体的长度应根据计算确定,且宜大于基坑深度的 1 倍。其加筋体可采用钢筋,也可采用预应力钢绞线。根据需要尚可采用多支盘水泥土锚体。

(6)在加筋水泥土桩墙与斜向加筋水泥土锚体间应设置桩锚连梁,将两者可靠的连接。

5.3.4 人字形加筋水泥土桩锚支护结构的设计应按下列规定进行:

(1)桩锚体的强度计算和构造应符合下列规定:

1)加筋材料宜选用钢绞线或高强钢筋。当水泥土桩锚体所受的轴向拉力设计值小于 450kN,且其长度小于 16m 时,可采用 $\phi 36 \sim \phi 42$ 的钢筋。

2)加筋材料的截面面积应按式(5.1.6-2)确定:

3)加筋水泥土桩锚体的注浆材料宜采用水泥浆(或掺入化学浆),水泥土的设计强度不宜低于 0.5~0.7MPa;

4)加筋体的预加应力值(锁定值)应根据地层条件和支护结构的允许变形确定,可取所受轴向拉力设计值的 0.50~0.85 倍。

(2)抗拔承载力可按本规程第 5.1.6 条式(5.1.6-3)验算。

(3)桩锚体的稳定性、抗倾覆和抗水平滑移可按本规程第 5.4.4 条的有关规定验算。

5.4 门架式加筋水泥土桩锚支护

5.4.1 当基坑外有 2~3m 施工空间,且基坑深度为 6~10m 时,宜采用门架式加筋水泥土桩锚支护(图 5.4.1)。

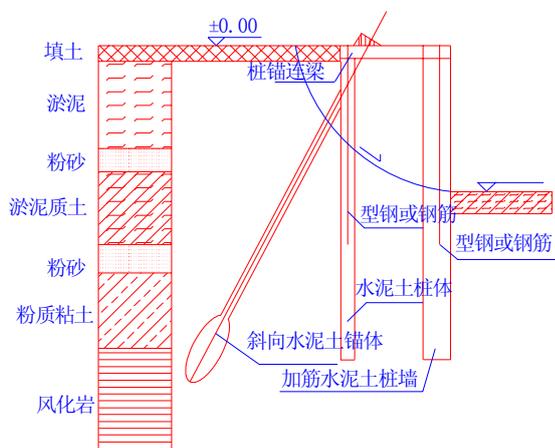


图 5.4.1 门架式加筋水泥土桩锚支护

5.4.2 根据基坑深度和土体性质,必要时可增设斜向加筋水泥土锚体,其间距可取 1.0~2.0m,直径宜为 0.35~0.60m。

5.4.3 门架式加筋水泥土桩锚支护结构的设计应符合下列规定:

(1) 门架式加筋水泥土桩墙的顶部应设置桩锚连梁,其截面尺寸可按计算确定或按经验选取,但截面最小尺寸不宜小于排桩的直径。桩中钢筋应伸入连梁,其长度不应小于 $35d$ (d 为钢筋直径)。其混凝土强度等级不低于 C20。

(2) 支护桩墙的配筋量应根据计算确定。宜采用 $\phi 25 \sim \phi 32$ 钢筋或采用 I10—I16 型钢。第二排可采用 $\phi 15.2$ 钢绞线,宜施加预应力。

(3) 加筋水泥土桩墙、斜向锚体的强度计算可按本规程第 5.3.4 条的有关规定计算。

5.4.4 门架式加筋水泥土桩锚支护结构(含核心土)可按下列规定进行验算:

(1)抗倾覆验算,可取纵向1延米进行计算(图5.4.4)。

$$\gamma_{ov} = \frac{\sum M_{Ep} + 0.9G \cdot \frac{B}{2} + \sum [N_{Ri} \sin \beta_i (H+t) + N_{Ri} \cdot \cos \beta_i \cdot a] - F_w \cdot l_w}{\gamma_0 (\sum M_{Ea} + \sum M_w)} \quad (5.4.4-1)$$

式中 γ_{ov} ——抗倾覆安全系数,取大于1.1;

$\sum M_{Ep}, \sum M_{Ea}$ ——被动土压力、主动土压力绕墙前趾O点的力矩之和(kN·m);

$\sum M_w$ ——墙前与墙后水压力对O点的力矩之和;

G ——门架核心土自重, $G = \gamma_c (H+t) \cdot B$, γ_c 为土体与水泥土的重度,可取18~20kN/m³;

F_w ——作用于墙底面上的水浮力(kPa): $F_w = \frac{\gamma_w (h_{wa} + h_{wp})}{2}$, γ_w 为地下水的重度(kN/m³);

B ——门架宽度(m);

a ——锚体锚头至基坑边缘的距离(m);

β_i ——第*i*根水泥土斜锚体轴线与垂线的夹角(°);

H, t ——基坑深度和埋深(m);

h_{wa}, h_{wp} ——主动侧、被动侧地下水位至墙底的距离(m);

l_w ——水浮力的合力 F_w 作用点距O点的距离;

N_{Ri} ——第*i*根水泥土斜锚体的抗拔承载力设计值,可按式(5.1.6-1)确定。

当水泥土斜锚体有扩大头时,其抗拔承载力设计值可按式确定;

$$N_{Ri} = 0.6\pi [d \sum q_{sik} l_i + d_1 \sum q_{sk} l_j + 2q_p (d_1^2 - d^2)] \quad (5.4.4-2)$$

式中 d_1, d ——锚固体扩孔段、直孔段的直径(m);

l_i, l_j ——第 i 层、第 j 层锚固体的长度(m);

q_p ——土体极限端阻力标准值(kPa);

q_{sik}, q_{sjk} ——第 i 层、第 j 层土体与水泥土的极限侧阻力标准值(kPa);

(2)墙体沿底面水平滑移的稳定验算,可取纵向 1 延米进行计算(图 5.4.4)。

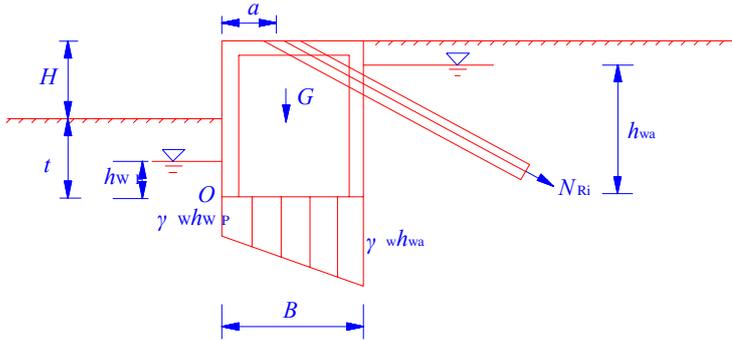


图 5.4.4 门架式加筋水泥土桩锚支护抗倾覆验算简图

$$\gamma_{\tau} = \frac{\sum E_p + \sum (G + N_{Ri} \cos \beta_i - F_w) \operatorname{tg} \varphi_{cu} + c_{cu} \cdot B + N_{Ri} \cdot \sin \beta_i}{\sum E_a + \sum E_w} \quad (5.4.4-3)$$

式中 $\sum E_a, \sum E_p$ ——主动、被动土压力的合力(kN/m);

$\sum E_w$ ——作用于墙前与墙后水压力的合力(kN/m);

c_{cu}, φ_{cu} ——墙底处土的固结快剪粘聚力(kPa)、内摩擦角(°);

γ_{τ} ——水平滑动稳定安全系数,取大于 1.1。

(3)墙体整体稳定验算可采用圆弧滑动法:

$$\gamma_s = \frac{\sum C_{cu} l_i + \sum (q + \gamma_1 h_1 + \gamma'_2 h_2 + \gamma'_3 h_3) b \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_{cu} + \frac{1}{r} \sum N_{Ri} \sin \beta_i h_{iy}}{\sum (q + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3) b \sin \alpha_i + \frac{1}{r} \sum N_{Ri} \cos \beta_i h_{ix}} \quad (5.4.4-4)$$

式中 q ——地面荷载(kPa);

- $h_1、h_2、h_3$ ——计算坑外水位以上、坑内水位与坑外水位之间、坑内水位以下的土条高度(m)；
- $\gamma_1、\gamma_2、\gamma_3$ ——与 $h_1、h_2、h_3$ 相对应的土层天然重度(γ' 为浮重度； γ_m 为饱和重度)(kN/m^3)；
- α_i ——第 i 土条圆弧中点至圆心连线与垂线的夹角($^\circ$)；
- b ——分条宽度(m)；
- r ——圆弧滑动半径,经迭代法计算确定(m)；
- $h_{tx}、h_{ty}$ ——斜锚体在圆弧上作用点至中心的水平距离、垂直距离(m)；
- γ_s ——圆弧滑动稳定安全系数,取大于 1.2。

5.5 复合式支护

5.5.1 在较好的层状土层中,可采用土钉或锚杆与加筋水泥土桩墙相结合形成复合式支护结构(图 5.5.1)。

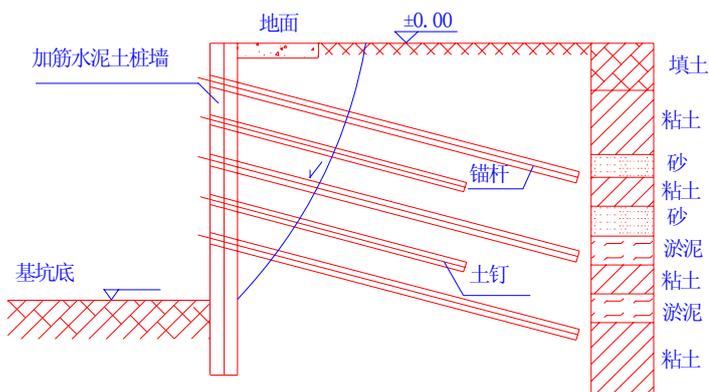


图 5.5.1 复合式支护结构

5.5.2 竖向加筋水泥土桩墙的插筋可采用型钢、钢筋或非金属筋等。筋材可插入水泥土桩体中间或桩体的边侧。

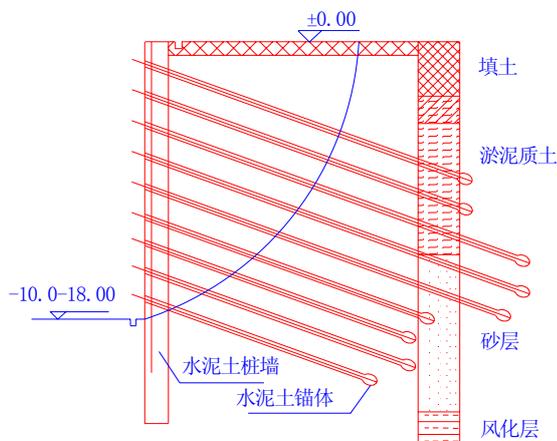
5.5.3 根据工程具体情况和场地条件,可采用单排或多排咬合加

筋水泥土桩墙，桩长应嵌入不透水层 1.0~2.0m。

5.5.4 土钉或锚杆以及加筋水泥土桩墙的设计计算应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 关于土钉墙和重力式墙计算的有关规定。

5.6 加筋水泥土桩墙与多排加筋水泥土桩锚支护

5.6.1 当基坑边坡土体为流塑状态的软土或松散的砂土，基坑深度大于 10m 且小于 18m，基坑外地下允许桩锚体施工时，可采用加筋水泥土桩墙与多排斜向加筋水泥土锚体支护结构(图 5.6.1)。



5.6.1 加筋水泥土桩墙与多排加筋水泥土锚体支护

5.6.2 斜向加筋水泥土锚体可根据需要设置扩大头或变截面体。

5.6.3 斜向加筋水泥土锚体的直径可采用 0.2~1.0m，锚头应与腰梁连结，并施加预应力。

5.6.4 水泥土桩墙的加筋材料可用钢管、型钢、粗钢筋。可插在水泥土桩墙边侧或中间，插入长度和露出长度均应满足计算和构造要求。

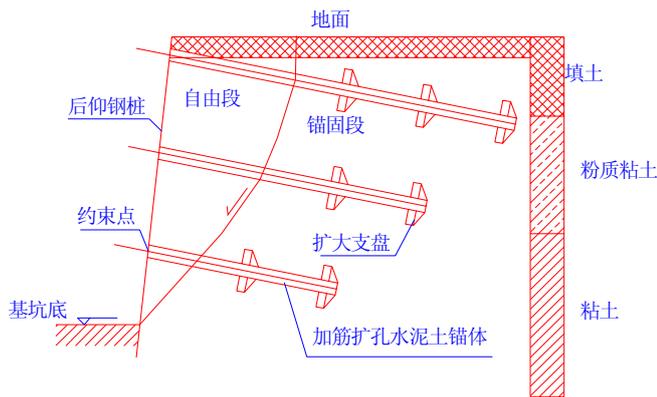
5.6.5 加筋水泥土桩墙与多排加筋水泥土桩锚体支护设计应包括下列内容：

- (1)加筋水泥土桩墙的厚度、深度及加筋材料选择和尺寸；
- (2)斜向加筋水泥土桩锚体的直径、间距、长度、倾角和加筋材料选择；
- (3)加筋水泥土桩墙面的加固；
- (4)开挖过程中支护结构的稳定性和止水性；
- (5)腰梁的材料和尺寸。

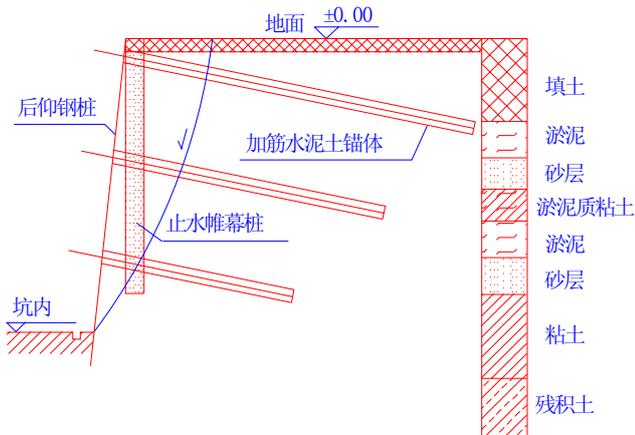
5.6.6 支护结构的稳定性验算可按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定执行。

5.7 后仰式锚拉钢桩支护

5.7.1 当场地为可塑直至硬塑的粘土层，基坑深度不大于 15m 时，可采用后仰式锚拉钢桩支护结构。当要求支护结构具有止水作用时，可增设止水帷幕(图 5.7.1)。



(a)无止水帷幕桩



(b)有止水帷幕桩

图 5.7.1 后仰式锚拉钢桩支护

5.7.2 后仰式锚拉钢桩支护的设计应符合下列规定：

- (1)钢桩仰角应为 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，水平间距应为 1.5~2.0m，钢桩截面应根据计算确定，宜采用 $\phi 89\sim\phi 146$ 钢管或 I10~I16 型钢；
- (2)扩孔锚体的锚固段长度应按计算确定。锚固段长度应大于自由段长度，直径宜为 100~150mm；
- (3)扩孔锚体的扩大支盘应布置在锚固段的底部，扩大支盘的直径宜为 250~300mm，可根据需要设一个或多个。

5.7.3 后仰式锚拉钢桩支护结构的验算，应按下列规定进行：

- (1)整体稳定性验算可按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定执行；
- (2)扩孔锚体的抗拔承载力验算，可按下列两种模式计算，取其较小值：
 - 1)按锚体与土体的侧面摩阻力和支盘抗拔力之和计算；
 - 2)当扩大支盘多于 3 个时，按假想拔出土柱的抗拔力计算，其计算直径取支盘平均直径。

5.8 水平咬合加筋水泥土拱棚支护

5.8.1 当在含水量丰富的砂土或软土层中采用暗挖施工隧道或地下工程时,可采用水平咬合加筋水泥土拱棚支护结构。

5.8.2 拱棚支护结构宜采用单排或多排水平咬合水泥土桩锚体(图 5.8.2)。水平咬合水泥土拱棚只在最外一排水泥土桩锚体中加筋。

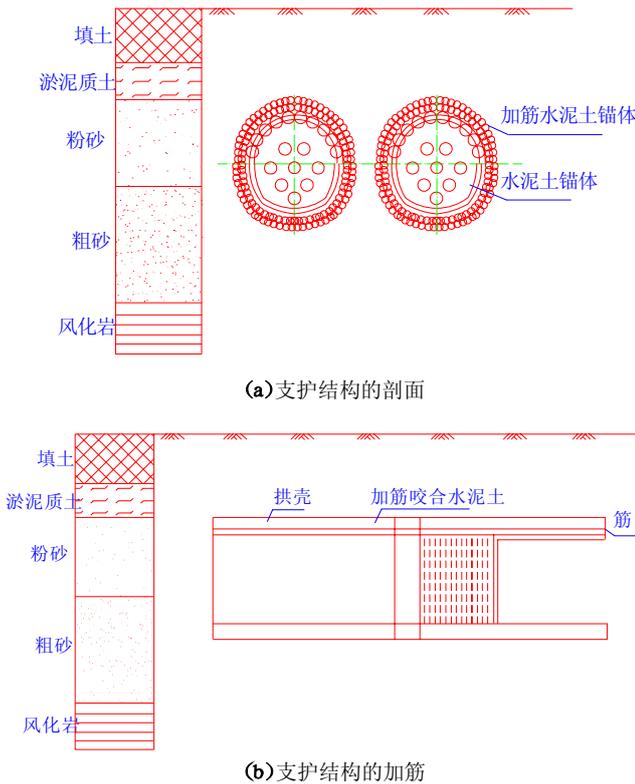


图 5.8.2 水平咬合加筋水泥土拱棚支护

5.8.3 水平咬合水泥土拱棚桩锚体的直径宜为 0.3~1.0m。长度应根据需要决定,在隧道内每支护段长度不宜超过 15~20m。

5.9 多向加筋水泥土桩锚支护

5.9.1 当基坑出现险情时,可在坑边地面竖向或垂直于滑动面方向做抗滑加筋水泥土桩锚体支护。根据险情需要可采用单排或多排桩体(图 5.9.1)。

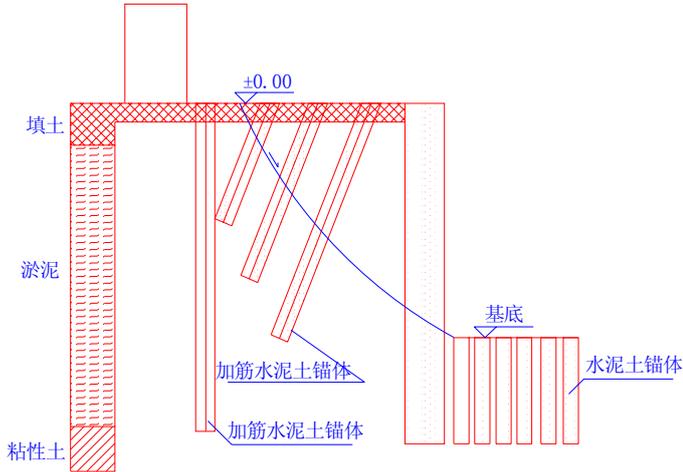


图 5.9.1 多向加筋水泥土桩锚基坑加固

5.9.2 在软弱地层施工管涵时,可采用竖向加筋水泥土桩体加固(图 5.9.2)。

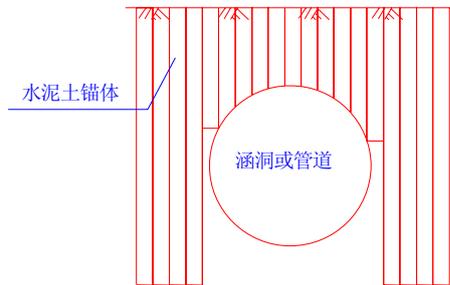


图 5.9.2 地下管涵土体加固

5.9.3 为防止边坡塌滑,可采用加筋水泥土桩锚加固处理,其直径不宜小于 500mm(图 5.9.3)。

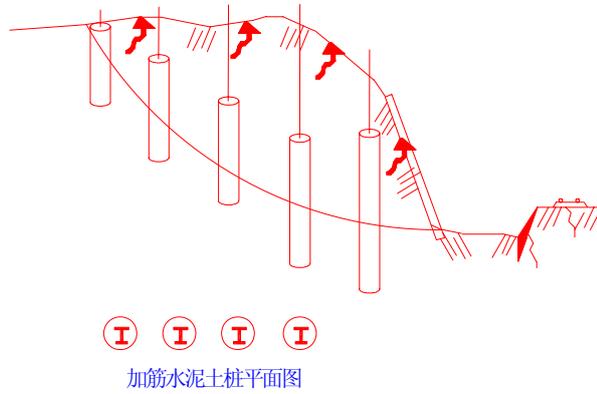


图 5.9.3 塌滑边坡加固

5.9.4 为防止海堤、河堤渗漏,可采用加筋水泥土桩体加固处理,宜形成相互咬合(搭接 150~200mm)的加筋水泥土连续桩墙(图 5.9.4)。

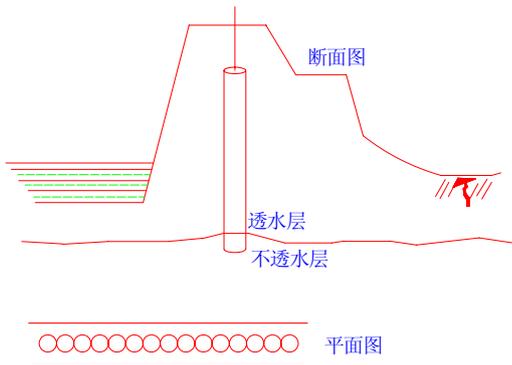


图 5.9.4 堤坝防渗加固

6 工程施工和监测

6.1 一般规定

- 6.1.1** 加筋水泥土桩锚支护工程施工前,业主、施工单位、监理单位应会同设计单位进行设计图纸会审和技术交底。
- 6.1.2** 施工单位应编制施工组织设计,并经会审后实施。重要的工程应通过专家论证。
- 6.1.3** 加筋水泥土桩锚支护工程施工组织设计的内容应包括:工程概况、施工组织管理、施工准备、施工部署、施工方案、施工进度计划、质量保证体系、施工监测安排、安全和文明施工管理、环境保护等。
- 6.1.4** 基坑开挖应遵循时空效应原理,根据地质条件采取合理的开挖方式。宜分层分段开挖、先锚后挖,开挖与支护结构施工密切配合。在软土层和变形要求较严格的地段,应采用分区、分段、分层、跳挖、留土护壁和对称平衡的开挖方法,严禁超挖。
- 6.1.5** 工程施工中,机具和设备必须停放平稳,大、中型施工机具至坑边的距离应根据设备重量、振动状况、土质情况等确定。施工前应做好施工机具的安装和调试。
- 6.1.6** 基坑工程施工时,在距基坑上部边缘不小于 5m 的范围内,严禁承受大于 20kPa 的荷载。
- 6.1.7** 基坑开挖时,应保护好平面控制桩,并对水准点、基坑平面位置、水平标高、边坡稳定等经常复测检查。
- 6.1.8** 采用机械开挖土方时,应在基坑底和坑壁留 300mm 厚土层,由人工挖掘修整。
- 6.1.9** 基坑开挖应及时降水,应实施有效的降水、排水措施。
- 6.1.10** 基坑周围地面应进行防水、排水处理,严防雨水或生活用

水等地面水浸入基坑周边土层。

6.1.11 土方开挖过程中,特别是在冬季、雨季、汛期,应注意气温、降雨等预报,并按制定的施工方案采取必要的安全防护措施。

6.1.12 基坑挖土时,严禁碰撞支护结构和损坏止水帷幕。

6.1.13 基坑开挖应连续作业。开挖完成后,应及时清底验槽,防止暴晒、雨水浸湿和人工扰动破坏。

6.1.14 基坑验槽后,应及时浇筑垫层混凝土封闭基坑。基坑中工程桩桩头的处理,宜在铺设垫层后进行。

6.2 技术要求

6.2.1 加筋水泥土桩锚支护工程的施工场地宜先平整,清除地下障碍物。当场地低洼时,宜回填粘性土,不宜回填杂填土。当地表过软时,应采取防止施工机械失稳的措施。在边坡附近施工时,应考虑施工对边坡的影响,并采取确保边坡稳定的措施。

6.2.2 对设计要求咬合成壁状的加筋水泥土桩墙应连续施工,相邻桩施工的间隔时间不应超过 12~16h。

6.2.3 加筋水泥土桩锚体预搅下沉时不宜采用冲水法。当遇较硬土层而下沉过慢时,可适量冲水。凡经输送管冲水下沉的桩体,喷浆提升前应将喷浆管内的水排尽,且应考虑冲水下沉对桩体承载力的不利影响。

6.2.4 加筋水泥土桩锚体的注浆材料宜选用普通硅酸盐水泥浆,且可根据需要在浆液中加入外加剂。水泥浆应搅拌均匀,并在初凝前注浆完毕。

6.2.5 加筋水泥土桩锚体的施工应采用钻进、注浆、搅拌、插筋一次完成的方法。搅拌的叶片直径不宜小于 0.20~0.50m,每搅拌完一次应检查叶片磨损情况,及时更换损坏的叶片。直径 0.20~0.50m 的搅拌桩锚体,送浆泵的压力应为 1.5MPa,并采用调速电机。水泥强度等级应采用 32.5R,水灰比宜采用 1:1 或 0.7:1。搅拌钻进速度宜采用 0.45m/min。宜采用“进退 2 喷 2 搅”工艺。

6.2.6 水泥土桩锚体的水泥掺入比,应根据基坑侧壁内外侧的水头压力大小、土体性质和基坑开挖深度确定,宜为被加固土体重量的12%~18%。可根据下列情况分别选用水泥掺量(按被加固土体质量计):

(1)当水泥土桩锚体用于止水时,对粉砂、中砂、粗砂、松散砾砂和填土层,水泥掺量宜为12%~15%;对可塑~流塑淤泥粘性土和粉土层,水泥掺量宜为12%~13%。

(2)水泥土桩锚体用于挡土时,对粉砂、中砂、粗砂或松散砾砂和填土层,水泥掺量宜为12%~14%,对粉土、粉质粘土层,水泥掺量宜为13%~14%,对流塑、可塑淤泥、淤泥质土层,水泥掺量宜为15%~18%。

6.2.7 水泥土28天龄期的单轴无侧限抗压强度值应由试验确定。当无试验数据时,对水泥掺量为15%的水泥土,可参照下列经验数据取值:砂土为1.1~2.0MPa,粉土为0.6~1.1MPa,粘性土为0.5~1.0MPa,淤泥质土为0.4~0.7MPa,淤泥为0.3~0.5MPa。

6.2.8 在加筋水泥土桩锚支护工程施工时,相邻场地不得进行抽水作业。对砂土、粉土、粘性土,在水泥土桩锚体施工完成3d后,方可进行抽水作业。对淤泥或淤泥质土,在水泥土桩锚体施工完成4d后,方可进行抽水作业。需提前抽水作业或在有动水压力情况下施工的工程,注浆时应掺入速凝剂或早强剂。

6.2.9 在水泥土初凝前,应及时按设计要求插筋。当插入钢管、型钢等刚性筋时,宜采用静压、震动挤压法和锤击法施工。

6.2.10 当采用门架式加筋水泥土桩锚支护结构时,应按测量的准确位置先施工竖向加筋水泥土桩墙,其次施工斜向加筋水泥土锚体,最后施工桩锚连梁。

6.2.11 对水平咬合加筋水泥土拱棚支护结构,当采用旋喷法施工时,压力宜采用20MPa~30MPa;当采用搅拌法施工时,压力宜采用0.6MPa~1.5MPa。进退速度宜采用0.45m/min。

6.2.12 加筋水泥土桩锚支护工程施工中的下列隐蔽作业,应按现行有关标准的要求及时进行检查并做好记录:

- (1) 桩锚体的位置、直径、长度、垂直度和倾斜角度;
- (2) 桩锚体的注浆压力、水泥用量、水灰比和注浆量等;
- (3) 加筋体的位置、材料、长度和数量等;
- (4) 加筋体连接接头的外观质量;
- (5) 桩锚体间的连接构造(包括焊缝长度、高度和外观质量等);
- (6) 桩锚体预应力张拉锁定力。

6.3 工程监测

6.3.1 在加筋水泥土桩锚支护工程施工前,应做出工程开挖的分段监测方案。方案中应包括:监测目的,监测项目,监控报警值,监测方法和精度要求,监测点布置、监测周期,记录制度以及信息反馈系统等。

6.3.2 加筋水泥土桩锚支护工程的监测,可包括下列内容和方法:

(1) 现场监测对象包括:自然环境,基坑底部及周围土体,支护结构,地下水位,周围建(构)筑物、地铁、水管、排污管、电缆、煤气管等重要地下设施,周围的城市道路路面。

(2) 现场监测方法:应以仪器观测为主,并与目测调查相结合:

1) 检查支护结构的开裂和变形情况,重点检查支护桩侧面、支护墙面、主要支撑、连接点等关键部位的情况,以及支护结构的漏水情况。

2) 支护结构顶部的水平位移和垂直位移观测点应沿基坑周边布置,每边的中部和端部均应布置观测点,其间距不宜大于 20m。

3) 对距基坑边不超过 3 倍基坑开挖深度的建(构)筑物,应观测其变位。

4) 基坑周围地表沉降、地下水位、墙背土体深层位移、墙背土

体的土压力和孔隙水压力的观测点等,应视工程具体情况确定数量。

5)沉降观测基准点应设在基坑工程的影响范围以外,距基坑周边不应小于5倍基坑开挖深度,也不应小于30~50m,且数量不应少于两点。

6)其他有关监测的内容和要求应符合现行行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB 9258的有关规定。

6.3.3 在加筋水泥土桩锚支护工程的有效使用期内,施工单位必须有专人负责监测工作。应做好监测与工程施工的配合,保护监控设施。

6.3.4 监测数据应作好记录,并及时整理分析。当监测数据超过报警值时,施工单位应及时通报设计、监理和业主等有关单位,同时采取有效的应急处理措施。

6.3.5 在基坑工程施工的全过程中,应根据设计要求提交阶段性监测报告。在工程结束时提交完整的监测报告,其内容应包括:

- (1)工程概况简述;
- (2)监测项目和各测点的平面和立面布置图;
- (3)采用的仪器设备和监测方法;
- (4)监测数据处理方法和监测结果的过程曲线;
- (5)监测结果评价。

7 工程验收

7.1 一般规定

7.1.1 一个工程项目中的全部加筋水泥土桩锚支护工程,应属于现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》**GB 50300** 规定的“地基与基础”分部工程中“有支护土方”子分部工程的一个分项工程。

7.1.2 由同一班组施作的、采用同一工艺、同一配合比的面积不大于 1000m^2 的加筋水泥土桩锚支护工程,可划分为一个检验批。

7.1.3 加筋水泥土桩锚支护工程的检验批及分项工程,应由监理工程师(建设单位项目专业技术负责人)组织施工单位项目专业质量(技术)负责人等进行验收。

7.1.4 加筋水泥土桩锚支护工程的验收应按施工中验收及竣工验收两个阶段进行。施工中验收在支护工程施工阶段进行;竣工验收在基坑土方工程或地下主体工程施工完成后进行。

7.1.5 加筋水泥土桩锚支护工程的检验批及分项工程的质量验收,应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》**GB 50300** 附录 D、附录 E 规定的格式记录。

7.1.6 加筋水泥土桩锚支护工程的施工中验收应形成下列文件:

(1)水泥、钢筋、型钢、钢管、钢绞线等原材料的出厂合格证书、检测报告和进场验收记录;

(2)水泥土试块的检测报告,钢筋、型钢、钢管连接接头的外观检查记录;

(3)锚具、夹具、千斤顶等机具的出厂合格证书和标定证书;

(4)水泥土、加筋水泥土桩锚支护工程的隐蔽作业记录和检验

证书(包括桩锚体几何参数、注浆状况,加筋体配置、桩锚体间的连接构造、预应力张拉锁定力等);

(5)工程的阶段性监测报告;

(6)工程重大问题处理记录。

7.1.7 加筋水泥土桩锚支护工程的竣工验收,除本规程第 7.1.6 条的规定外,尚应提交下列文件:

(1)支护工程设计图纸和说明书,工程图纸会审记录,工程设计变更文件及其签证书;

(2)工程施工方案和施工组织设计文件及其变更文件和签证书;

(3)桩锚体承载力现场测试报告;

(4)工程竣工图和竣工报告;

(5)工程监测报告。

7.2 检验项目

7.2.1 加筋水泥土桩锚支护工程检验的主控项目应符合下列规定:

(1)锚体抗拉承载力极限值的平均值大于本规程第 5.1.6 条计算所得承载力设计值。

检验方法:参照现行行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB 9258 附录 M 规定的锚杆试验要点执行。每一检验批中应随机抽取 3%且不小于 3 根锚体做试验,取其实测平均值;

对土体加固工程,必要时应做桩体抗压承载力极限值的平均值验收试验。

(2)每一桩锚体的注浆量不应小于理论计算量。

检验方法:抽查注浆记录,每一检验批中随机抽取 20%桩锚体,核对注浆量。

(3)基坑支护结构桩锚体的顶部位移、最大位移和地面最大沉降量应符合表 7.2.1-1 的要求。

表 7.2.1-1 基坑支护结构位移限值(mm)

基坑类别	桩锚体顶部位移	桩锚体最大位移
一级基坑	0.004 <i>h</i> 且不大于 20~35	0.004 <i>h</i> 且不大于 50
二级基坑	0.006 <i>h</i> 且不大于 45~65	0.008 <i>h</i> 且不大于 80
三级基坑	0.015 <i>h</i> 且不大于 80~100	0.015 <i>h</i> 且不大于 100

注：*h*—基坑开挖深度。

检验方法：检查每个检测点的位移检测记录。

(4) 基坑支护结构的表观效果应符合表 7.2.1-2 的要求。

表 7.2.1-2 基坑支护结构的表观效果要求

序号	项目	表观效果要求	检测方法
1	侧壁渗漏	仅有局部渗漏,无流沙	观察
2	坑底稳定	仅有局部渗漏,无塑性隆起	观察
3	环境影响	周围建筑差异沉降量未造成建筑物表观明显变化和正常使用	观察

7.2.2 加筋水泥土桩锚支护工程检验的一般项目应符合下列规定：

(1) 水泥、钢材等原材料的技术性能应符合国家现行有关标准的规定。

检验方法：检查每批产品的出厂合格证书,性能检测报告和进场验收记录。

(2) 钢筋、型钢、钢管连接接头的外观质量应符合国家现行有关标准的规定。

检验方法：每一检验批中随机抽取 20%接头,按现行有关标准的规定进行外观检查。

(3) 桩锚体的几何尺寸和平面位置偏差应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 加筋水泥土桩锚体几何尺寸偏差限值

序号	项 目	允许偏差		检测方法
		单位	数值	
1	桩锚体直径、长度	mm	+50	钢尺量
2	加筋体长度	mm	±100	钢尺量
3	加筋体倾斜度	(°)	±1	经纬仪量测
4	加筋体平面位置	mm	±50	钢尺量
5	桩锚体倾斜度	(°)	±1	经纬仪量测钻机倾角

检验方法:抽查施工时的量测记录。

(4)桩锚体的预应力锁定力应符合设计要求。

检验方法:抽查施工时的张拉记录。

7.3 合格判定

7.3.1 当符合下列条件时,一个检验批应判定为合格:

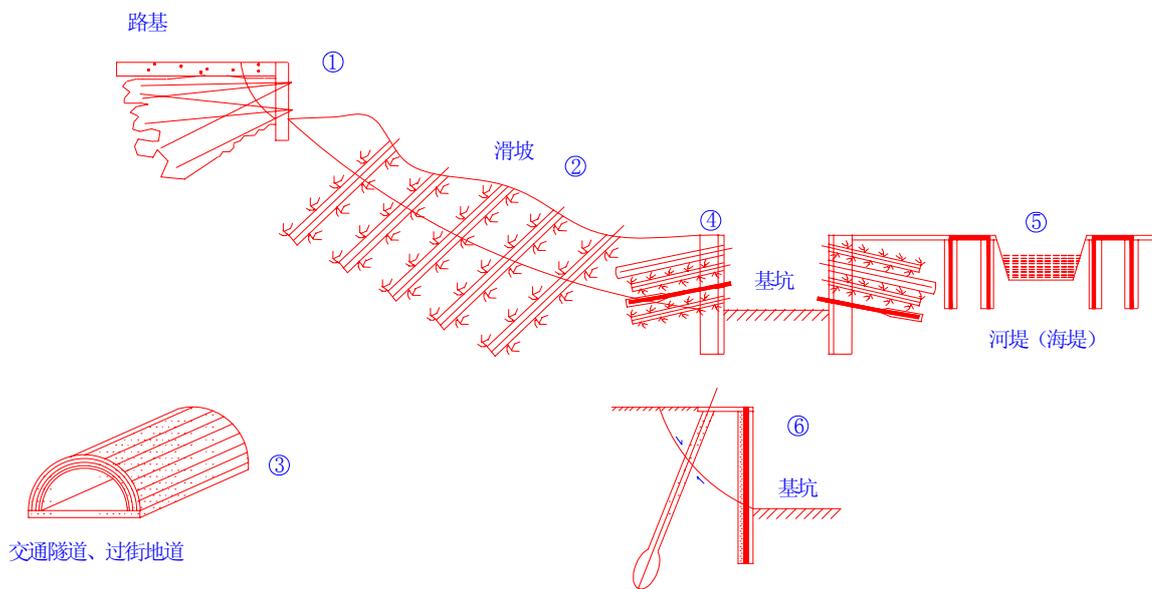
- (1)主控项目全部满足验收标准;
- (2)一般项目不少于 80%满足验收标准。

7.3.2 当分项工程中各检验批的质量均合格时,该分项工程应判定为合格。

7.3.3 当检验批质量判定为不合格时,应按下列情况分别处理:

- (1)当主控项目不符合验收标准时,必须逐项处理直至满足要求,否则不得进入下道工序;
- (2)当一般项目不符合验收标准时,应采取技术措施使其满足验收要求后,方可投入使用。

附录 A 加筋水泥土桩锚支护的应用范围示意



①水平向、斜向加筋水泥土锚体加固土体；②抗滑水泥土锚体加固；③水平咬合加筋水泥土拱棚支护；④加筋水泥土桩墙及斜向水泥土锚体支护；⑤门架式加筋水泥土桩锚支护；⑥人字型加筋水泥土桩锚支护。

本规程用词说明

一、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”或“可”;反面词采用“不宜”;

二、条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。非必须按所指定的标准执行时,写法为“可参照……执行”。