



T/CECS XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

城市综合管廊基坑支护技术规程

Technical specification for retaining and protection of
urban utility tunnel engineering

（征求意见稿）

202X 年 XX 月

中国工程建设标准化协会标准

城市综合管廊基坑支护技术规程

Technical specification for retaining and protection of
urban utility tunnel engineering

T/CECS XXX-202X

主编单位： 山东建筑大学工程鉴定加固研究院有限公司
山东建筑大学

批准单位：

施行日期：

202X 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会关于印发《2022 年第二批协会标准制定、修订计划》的通知（建标协字 [2022] 40 号）的要求，规程编制组经深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程共分为 9 章和 2 个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、调查与勘察、支护结构设计、地下水控制、施工、工程监测、检测与验收等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会绿色建造专业委员会归口管理，由山东建筑大学工程鉴定加固研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈给山东建筑大学工程鉴定加固研究院有限公司（地址：山东省济南市历下区历山路 96 号，山东建筑大学和平校区科技产业园三楼，邮编：250013，邮箱：shaogb@sdjzu.edu.cn）。

主 编 单 位： 山东建筑大学工程鉴定加固研究院有限公司
山东建筑大学

参 编 单 位：

主要起草人： XXX、XXX、XXX

主要审查人： XXX、XXX、XXX

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	4
4 调查与勘察	6
5 支护结构设计	8
5.1 一般规定	8
5.2 钢板桩及组合钢桩	9
5.3 型钢水泥土墙	10
5.4 微型桩	13
5.5 钢筋混凝土围护结构	14
5.6 支撑体系	15
5.7 其他支护结构	16
6 地下水控制	17
6.1 一般规定	17
6.2 截水	17
6.3 降水与排水	18
7 施 工	21
7.1 一般规定	21
7.2 支护结构施工	21
7.3 基坑开挖及回填	28
7.4 地下水控制施工	29
7.5 环境风险控制	31
8 工程监测	32
9 检测和验收	34
9.1 检测	34
9.2 验收	36
附录 A 液压伺服控制系统设置要点	37
附录 B 综合管廊基坑施工监测控制标准	38
本规程用词说明	40
引用标准名录	41
附：条文说明	42

Contents

1 General provisions.....	1
2 Terms	2
3 Basic requirements.....	4
4 Investigation.....	6
5 Support structure design	8
5.1 General requirements	8
5.2 Steel sheet piles and composite steel piles.....	9
5.3 Soil mixed wall	10
5.4 Micropile.....	13
5.5 Reinforced concrete retaining structure	14
5.6 Support system.....	15
5.7 Other supporting structures.....	16
6 Groundwater control	17
6.1 General requirements	17
6.2 Cut-Off drains	17
6.3 Dewatering and drainage	18
7 Construction.....	21
7.1 General requirements	21
7.2 Supporting structures	21
7.3 Excavation and backfill.....	28
7.4 Groundwater control	29
7.5 Risk control of surrounding environment.....	31
8 Monitoring	32
9 Testing and acceptance	34
9.1 Testing.....	34
9.2 Acceptance.....	36
Appendix A Hydraulic servo control system setting	37
Appendix B Comprehensive pipe gallery pit construction monitoring and control standards	38
Explanation of wording.....	40
List of quoted standard.....	41
Addition: Explanation of Provisions.....	42

1 总 则

1.0.1 为了在城市综合管廊基坑支护的设计、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 本规程适用于一般地质条件下临时性明挖施工综合管廊基坑支护的勘察、设计、施工、检测、验收、监测、风险控制及地下水控制。对湿陷性土、多年冻土、膨胀土、盐渍土等特殊土或岩石基坑，应结合当地工程经验应用本规程。

1.0.3 城市综合管廊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和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 城市综合管廊 underground pipe gallery

建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线的构筑物及附属设施的一种狭长地下空间结构。

2.0.2 设计使用期限 design workable life

设计规定的从基坑支护结构及地下水控制措施施工完成至基坑使用功能结束的时段。

2.0.3 U 型钢板桩 U steel sheet pile

含连接锁口的 U 型钢制竖向支挡构件。

2.0.4 型钢水泥土墙 steel-soil mixed wall support

在连续水泥土搅拌墙或等厚度水泥土墙内插入可回收型钢、钢管等劲性构件形成的复合挡土截水结构。

2.0.5 组合钢板桩 composite steel piling

由钢板桩、型钢、钢管等通过焊接、槽口连接、高强度螺栓连接等方式连接形成的可回收复合挡土截水结构。

2.0.6 渠式切割水泥土连续墙 trench cutting re-mixing deep wall

采用锯链式设备，垂直切削下沉至设计深度，横向推进注入水泥浆液，形成的连续、等厚的水泥土墙体。

2.0.7 铣削式水泥土搅拌墙 cutter soil mixing deep wall

采用铣削式设备，通过铣轮的匀速钻进与提升，喷浆搅拌，形成的连续、等厚的水泥土墙体。

2.0.8 超高压喷射注浆 ultra-high pressure jet grouting

采用超高压水和压缩空气先行切削土体，然后采用超高压水泥浆液和压缩空气接力切削，并使水泥浆液与土体拌和形成水泥土加固体的方法。

2.0.9 可回收锚杆 removable anchor

使用功能完成后，可以拆除回收其筋体的锚杆。

2.0.10 型钢组合支撑 assembled steel support system

由 H 型钢标准件经高强度螺栓装配而成，可在端部施加预应力的单层或双层组合截面杆件支撑结构。

2.0.11 装配式型钢组合结构基坑支护 retaining and protection prefabricated steel assembled structure of excavation

由组合钢板桩、型钢组合支撑、组合围、立柱及其他辅助构件装配组成的一种基坑支护体系。

2.0.12 咬合式排桩 secant piles in row

混凝土灌注桩相互咬合搭接形成的具有挡土和止水作用的连续桩墙。

2.0.13 液压伺服系统 hydraulic servo system

由控制部、液压部等组成，可动态调节型钢组合支撑杆件预应力的系统。

2.0.14 托换 underpinning technology

通过加固和增设构件等措施改变原结构传力途径或增强原结构承载力的改造加固技术。

2.0.15 基础托换 foundation underpinning

对既有建(构)筑物的基础进行加固或重新设置基础多采取的托换技术措施。

2.0.16 环境风险控制 risk control of surrounding environment

在基坑开挖施工和使用期间，对基坑周边环境造成的潜在风险进行识别、评估和控制的一系列管理措施。

3 基本规定

3.0.1 城市综合管廊基坑支护设计应规定其设计使用期限,设计使用期限应考虑地下结构施工工期、周边环境、工程地质及水文地质条件等因素综合确定,且不宜小于6个月。

3.0.2 综合管廊基坑支护应满足下列功能要求:

- 1 基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路的安全和正常使用;
- 2 现浇式管廊主体结构的施工空间;
- 3 装配式管廊吊装、坑内运输、拼装等施工作业要求。

3.0.3 基坑支护设计应具备下列资料:

- 1 岩土工程勘察报告;
- 2 场地用地红线图、地形图、管廊总平面图、地下结构设计资料;
- 3 基坑周边既有建(构)筑物、管线和其他地下设施的使用现状及与基坑的相对位置关系、原基坑支护资料等;
- 4 基坑周边在建和待建项目的工程资料;
- 5 建设场地周边道路及车辆载重情况,周边场地条件及荷载要求。

3.0.4 综合管廊基坑支护设计时,应综合考虑基坑周边环境和地质条件的复杂程度、基坑深度等因素,按表3.0.4采用支护结构的安全等级。对同一基坑的不同部位,可采用不同的安全等级。

表3.0.4 支护结构的安全等级

安全等级	支护结构重要性系数 γ_0	破坏后果
一级	1.1	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响很严重
二级	1.0	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响严重
三级	0.9	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响不严重

3.0.5 综合管廊基坑支护结构选型宜选用绿色可回收支护结构,并应考虑周边环境对基坑变形的承受能力及支护结构失效的后果、可回收的工艺和空间条件、节能减排和周转构件的损耗和供应条件等。

3.0.6 地下水控制设计应满足基坑坑底抗突涌、坑底和侧壁抗渗流稳定性验算的要求及基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路等变形控制的要求,选用截水、降水、集水明排或组合方式。

3.0.7 对受基坑工程施工影响的周边建（构）筑物、邻近市政管线与地下设施等被保护对象，可采取下列隔离或加固措施：

- 1 在基坑与被保护对象之间设置灌注桩、钢管桩、水泥土墙等隔离措施；
- 2 对横穿管廊基坑的管线可采取悬吊架空、增设加强套管、局部重排并替换管材等保护措施；
- 3 对基坑周边需重点保护的既有建筑，可对既有建筑基础采取结构托换、增设桩基、注浆加固等主动加固措施；
- 4 在基坑与保护对象之间可预先设置注浆管，基坑开挖期间宜根据监测情况采用跟踪注浆保护；在跟踪注浆期间，除对被保护对象进行监测外，尚应加强对支护结构变形和支撑轴力等的监测。

3.0.8 综合管廊基坑宜结合工期计划安排分段流水施工，施工前应制定交通导改、临边防护、河流围堰及导流等方案。

3.0.9 综合管廊基坑应根据设计要求进行工程监测，并实施动态设计和信息化施工，支护构件回收期间应加密监测。监测要求除应符合本标准有关规定外，尚应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497的有关规定。

3.0.10 基坑施工质量验收除应符合本标准有关规定外，尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202的有关规定。

4 调查与勘察

4.0.1 综合管廊基坑工程应根据沿线场地地质构造、岩土体特征、基坑深度和周边环境等按国家现行标准《工程勘察通用规范》GB 55017、《岩土工程勘察规范》GB 50021、《市政工程勘察规范》CJJ 56 的有关规定进行勘察。

4.0.2 应对综合管廊基坑工程施工影响范围内的工程环境进行调查。工程环境调查应包含地上、地下建（构）筑物、道路、桥梁、河流沟渠、各类地下管线及其他影响施工的各类地下障碍物等。

4.0.3 工程环境调查应在取得工程沿线地形图、建（构）筑物、地下设施等资料的基础上，采用实地调查、资料调阅、现场勘查与物探等多种手段相结合的方法进行。

4.0.4 工程环境调查应符合下列规定：

- 1 地上建（构）筑物调查应包括已使用年限、结构形式、基础类型及埋深、层数、位置、用途等；
- 2 地下建（构）筑物调查应包括平面布置、结构尺寸及埋深、变形缝设置、围护结构、抗浮措施、运营年限和服役状态等；
- 3 地下管线调查应包括线路走向、位置、管线类型、材质、埋深、管径、运营年限及服役状态等；
- 4 道路调查应包括路面材料、路基结构形式、交通流量、最大车辆荷载等；
- 5 桥梁调查应包括桥梁类型、结构布置、墩柱基础形式、运营年限和服役状态等；
- 6 河流沟渠调查应包括河道宽度、深度、流量、施工期间水位变化、河底铺砌、护岸形式等；
- 7 地下障碍物调查应包括残留建（构）筑物基础、基坑支护构件、地下空洞等。

4.0.5 基坑支护设计前应调查施工期间材料、设备等临时荷载布置情况，雨期施工时尚应调查管廊沿线地表水汇流和排泄条件。

4.0.6 工程勘察报告应包括下列内容：

- 1 与基坑开挖有关的场地条件、岩土条件和工程环境状况；
- 2 场地内或邻近区域对基坑开挖有影响的不良地质作用的分布特征及处理

措施建议；

3 基坑支护设计方案建议和岩土参数；

4 地下水的类型、埋藏条件及分布规律，地下水补给、径流和排泄条件，地下水控制所需的水文地质参数及地下水控制措施建议；

5 对基坑工程实施过程中可能遇到的岩土工程问题进行分析，应提出相应防治建议。

4.0.7 当综合管廊沿线或场地附近存在对基坑工程设计和施工有重大影响的岩土工程问题时，应进行专项勘察；当水文地质条件复杂且已有资料不能满足要求时，应进行专项水文地质勘察。

5 支护结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 综合管廊基坑工程设计方案选择应符合下列规定：

- 1 应根据工程地质与水文地质条件、基坑规模、施工场地、交通状况、施工设备、地下管线、绿化景观、环境条件等综合确定；
- 2 应综合考虑对市政交通、市政管线及周边环境的影响，可采用分区、分段的实施方案；
- 3 当需统筹考虑相邻地下空间开发时，宜选择合适的支护方案、施工分区和施工方法；
- 4 应为后期规划实施的盾构、顶管施工预留穿越条件；当采用锚拉式挡土结构时，对影响后期盾构工程、顶管工程的施工区域，应采用可回收锚杆；
- 5 开挖深度较大的临水市政基坑工程设计宜选择内支撑的支挡式支护结构。

5.1.2 基坑支护结构设计计算时，作用在支护结构上的水平荷载，应包括下列内容：

- 1 岩土体的土压力；
- 2 地下水静水压力、渗透力；
- 3 基坑开挖影响范围内建（构）筑物的荷载；
- 4 基坑周边施工材料和设备荷载、周边道路车辆荷载；
- 5 冻胀、温度变化及其可能产生的作用。

5.1.3 支护结构设计时应结合支护结构破坏模式和影响正常使用状态，按照承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。极限状态的设计计算选择应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

5.1.4 周转使用的结构构件进行极限承载力验算时，应对周转使用构件承载力设计值进行调整，调整系数应根据构件重复使用情况及腐蚀程度取用或经过质量检验后根据检验结果取值。

5.1.5 支护结构承受的土压力与水压力、土中竖向应力及附加竖向应力可按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 及现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定进行计算。

5.1.6 支护结构分析、稳定性验算、支护结构的水平位移控制值和基坑周边环境

的沉降控制值应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

5.1.7 综合管廊基坑应按各部位的开挖深度、周边环境条件、地质条件等因素划分设计剖面。对每一设计剖面，应按其最不利条件进行计算。对集水坑等局部加深部位，宜单独划分设计剖面。

5.1.8 支挡结构的嵌固深度除满足现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定外，对于狭长形的综合管廊基坑，支挡结构的嵌固深度可考虑狭长基坑空间效应的有利作用。

5.2 钢板桩及组合钢桩

5.2.1 钢板桩支护结构适用于以黏性土、粉土等一般地质条件下的城市综合管廊基坑支护工程，对存在杂填土、碎石土或岩层埋深较浅的基坑工程应通过现场工艺性试验确定适用性。当采用钢板桩支护不满足设计计算要求时，可采用组合钢桩支护结构。

5.2.2 钢板桩及组合钢桩的截面选型、长度、布置形式，应根据基坑深度、地质条件、环境条件、综合管廊主体结构布置、施工条件等综合确定，其中组合钢桩宜采用钢管桩与钢板桩组合的形式。支护结构宜优先选用悬臂式、支撑式、双排式，具备条件时，可选用锚拉式。

5.2.3 钢板桩支护设计应考虑振动沉桩及施工结束后钢板桩拔除对周围环境的不利影响，并提出相应的隔离防护措施。

5.2.4 钢板桩不承受竖向荷载或轴力较小时，可按受弯构件设计；承受竖向荷载或轴力较大时应按压弯构件设计。

5.2.5 钢板桩的截面计算，可按现行标准化协会标准《钢板桩支护技术规程》T/CECS 720 的有关规定进行计算。

5.2.6 组合钢桩的组合截面参数计算可按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和现行标准化协会标准《钢板桩支护技术规程》T/CECS 720 的有关规定进行计算。当钢管桩与钢板桩组合使用时，应对钢管桩的抗弯、抗剪承载力进行验算，验算方法应符合按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定，当有工程经验时，可适当考虑组合桩中所含钢板桩对承载力的贡献。

5.2.7 钢板桩及组合钢桩设计长度宜选用定尺标准件，并满足计算要求和构造要求。当钢板桩作为帷幕时，其深度应满足渗透稳定性要求，防渗要求较高时，应

在坑外另行设置截水帷幕。

5.2.8 钢板桩及组合钢桩支护结构在平面上应连续封闭，如遇非正常状况时，可采取下列措施：

1 当遇地下大块孤石、旧基础等障碍物不能正常沉桩时，可采用弧线绕过，避开障碍物，保持钢板桩支护结构的连续性；

2 转角部位和最终封闭合拢时，当不能采用标准宽度的钢板桩时，可采用异型钢板桩、连接件等方法进行调整；

3 遇到管线横穿，钢板桩无法连续施工时，可采用高压旋喷桩或注浆的方式加固不连续处土体，并采用型钢和钢板对土体进行支挡。

5.2.9 钢板桩及组合钢桩设计长度不大于 18m 时不宜设置接头，如接头不可避免时，接长应采用焊接的方式，并应符合等强度连接的要求，焊接接头不宜超过 1 个，接头的位置应避免设在支撑位置或开挖面附近等受力较大处，接头竖向位置宜相互错开，错开距离不宜小于 2m。接头焊缝质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

5.2.10 采用双排钢板桩时，排距应结合施工空间根据计算确定，桩顶宜设置钢冠梁，双排钢板桩之间宜通过型钢、对拉杆等进行连接，也可设置钢筋混凝土连接板，连接板厚度不宜小于 200mm，混凝土强度等级不宜低于 C30。

5.3 型钢水泥土墙

5.3.1 型钢水泥土墙支护结构适用于填土、淤泥质土、黏性土、粉土、砂性土、饱和黄土等地层，且开挖深度较深、基坑变形要求较为严格的综合管廊基坑支护工程。

5.3.2 水泥土墙应符合下列规定：

1 水泥土墙施工工法可选择水泥土搅拌桩、渠式切割水泥土连续墙、铣削式水泥土搅拌墙、超高压喷射注浆等工艺；

2 场地竖向净空受限时，水泥土墙宜选择渠式切割水泥土连续墙、超高压喷射注浆等具备低净空施工能力的工艺；

3 邻近古树名木、重要水源或泉域的综合管廊基坑，采用型钢水泥土墙支护结构时，应附加设置钢板桩等有效隔离措施。

5.3.3 水泥土墙内插型钢的间距和平面布置形式应根据计算确定。型钢水泥土墙支护结构的内力和变形、基坑稳定性验算时，挡土结构的深度应取型钢的插入深度，抗弯刚度计算应仅计取型钢的抗弯刚度。型钢的强度验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

5.3.4 采用水泥土搅拌桩内插型钢作为挡土构件时，应按现行行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T 199 的规定，对型钢与水泥土之间的错动抗剪承载力和水泥土最薄弱截面处的局部抗剪承载力进行验算。

5.3.5 采用等厚度水泥土搅拌墙内插型钢作为挡土结构时，应按现行行业标准《渠式切割水泥土连续墙技术规程》JGJ/T 303 的规定，对型钢与水泥土之间的局部抗剪承载力进行验算。

5.3.6 型钢水泥土墙的构造，应符合下列规定：

- 1 水泥土墙所用水泥宜采用强度等级不低于 P·O 42.5 级的普通硅酸盐水泥；墙体渗透系数应满足自防渗要求，且不应大于 $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ；
- 2 水泥土墙的厚度和深度应满足型钢的插入要求，厚度宜超过型钢截面且不小于 100mm，深度宜超过型钢的插入深度，且不宜小于 0.5m；
- 3 型钢宜沿水泥土墙中心线等间距布置，基坑转角部位宜增加型钢插入密度。

5.3.7 采用三轴或多轴搅拌桩施工工艺时，应符合下列规定：

- 1 直径宜为 650mm、850mm、1000mm，且应采用套接一孔法施工；
- 2 水泥用量和水灰比应根据现场土质条件、桩身强度及抗渗要求等经现场试验确定，并应符合表 5.3.7 的规定：

表 5.3.7 三轴水泥土搅拌桩材料用量和水灰比

土质条件	单位被搅拌土体中的材料用量		水灰比
	水泥 (kg/m ³)	膨润土 (kg/m ³)	
黏性土	≥360	0~5	1.5~2.0
无黏性土	≥325	5~10	1.5~2.0

注：1 计算水泥用量时，被搅拌土体的体积可按照搅拌桩单桩圆形截面面积与深度的乘积计算：

- 2 在填土、淤泥质土等特别软弱的土体中应提高水泥掺量；
- 3 水灰比在型钢依靠自重的必要的辅助设备可以插入到位的前提下宜取小值。
- 3 水泥土 28d 龄期无侧限抗压强度应满足设计要求，且不应小于 0.5MPa。

5.3.8 渠式切割水泥土连续墙应符合下列规定：

- 1 单段墙体宜采用直线布置；
- 2 墙体厚度宜取 550mm~1200mm，并宜取 50mm 的模数；
- 3 墙体深度不宜大于 80m；
- 4 水泥用量和水灰比应根据现场土质条件、墙体强度及抗渗性要求等经现场试验确定，并应符合表 5.3.8 的规定；

表 5.3.8 渠式切割水泥土搅拌墙材料用量和水灰比

土质条件	单位被搅拌土体中的材料用量		水灰比
	水泥 (kg/m ³)	膨润土 (kg/m ³)	
黏性土	≥400	≥30	1.0~1.8
无黏性土	≥500	≥50	1.0~1.8

注：在填土、淤泥质土等特别软弱的土体中应提高水泥掺量。

- 5 水泥土 28d 龄期无侧限抗压强度应满足设计要求，且不应小于 0.8MPa。

5.3.9 铣削式水泥土搅拌墙应符合下列规定：

- 1 墙体厚度范围宜取 700mm~1200mm，并宜按施工设备模数选用；
- 2 单幅墙宽度宜为 2800mm，相邻墙幅的设计搭接尺寸宜根据墙厚、深度和垂直度偏差等综合确定；平面内有效搭接尺寸应满足设计要求，且不宜小于 300mm；平面外有效搭接尺寸应满足设计要求，且不宜小于 400mm；
- 3 水泥用量和水灰比应根据现场土质条件、墙体强度及抗渗性要求等经现场试验确定，并应符合表 5.3.9 的规定；

表 5.3.9 铣削式水泥土搅拌墙材料用量和水灰比

土质条件	单位被搅拌土体中的材料用量		水灰比
	水泥 (kg/m ³)	膨润土 (kg/m ³)	
黏性土	≥360	≥30	0.8~2.0
无黏性土	≥360	≥50	0.8~2.0

注：1 计算水泥用量时，被搅拌土体的体积可按照单幅墙体矩形截面面积与深度的乘积计算；

2 在填土、淤泥质土等特别软弱的土体中应提高水泥掺量。

- 4 水泥土 28d 龄期无侧限抗压强度应满足设计要求，且不应小于 0.8MPa。

5.3.10 超高压喷射注浆应符合下列规定：

- 1 超高压喷射注浆成桩直径与土层特性、施工深度、喷射压力和流量、压缩空气压力和流量、喷浆管提升速度等技术参数有关，应根据现场成桩试验确定合

理的技术参数；

2 水泥用量和水灰比应根据地层条件、桩身强度与抗渗性要求以及施工工艺要求确定；

3 水泥土 28d 无侧限抗压强度应满足设计要求，且不宜小于 1.0MPa。

5.3.11 型钢构件采用分段焊接时，应采用坡口等强焊接，对接焊缝的坡口形式和要求应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定，焊缝质量等级不应低于二级。单根型钢中焊接接头不宜超过 1 个，接头位置应避免设在支撑位置或开挖面附近等构件受力较大处；相邻型钢的接头竖向位置应相互错开，错开距离不宜小于 2m。

5.3.12 型钢水泥土墙顶部宜设置钢筋混凝土冠梁，型钢应穿过冠梁，且顶部高出冠梁不宜小于 500mm，冠梁主筋应避开型钢设置。

5.4 微型桩

5.4.1 微型桩适用于场地竖向净空受限、施工场地狭窄，填土、碎石土或岩层等地层，钢板桩及组合钢桩、型钢水泥土墙难以实施的城市综合管廊基坑支护工程。

5.4.2 微型桩设计时应根据基坑开挖深度、土层性质、地下水、基坑周边环境及变形控制要求等条件，计算确定桩身材料、桩径、桩间距、桩长等参数。

5.4.3 微型桩桩身材料宜采用钢管，当基坑开挖深度较深或对基坑变形要求较为严格，采用单排微型桩支护结构不满足设计计算要求时，可结合当地经验采用双排或多排布置。

5.4.4 微型桩采用可回收钢管时，宜引孔后插入钢管，钢管插入前应先在干燥条件下除锈，再在其表面涂刷减摩材料。

5.4.5 微型桩直径宜取 150mm~300mm，桩间距宜为 0.5m~2.0m，嵌固深度不宜小于 2m，排距不宜小于 1m。

5.4.6 微型桩孔内宜采用水泥浆注浆，对松散、稍密的填土、碎石土也可采用水泥砂浆、细石混凝土灌注。水泥浆和水泥砂浆的强度不应低于 20MPa，细石混凝土的强度等级不宜低于 C25。

5.4.7 钢管的受弯、受剪承载力验算，可按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定进行计算。

5.4.8 微型桩支护应设置钢筋网喷射混凝土面层，面层厚度不宜小于 80mm，面

层钢筋网纵横间距不宜大于 200mm，混凝土强度等级不宜低于 C20，混凝土面层应与微型桩紧密贴合。

5.4.9 微型桩桩顶宜设置通长的钢筋混凝土冠梁或型钢冠梁。钢筋混凝土冠梁宽度及高度不应小于桩径，且不宜小于 300mm；用作支撑传力构件时，应采用钢筋混凝土冠梁，并按受力构件进行截面设计。

5.5 钢筋混凝土围护结构

5.5.1 钢筋混凝土围护结构适用于基坑开挖较深、周边环境复杂、基坑变形控制要求严格的综合管廊基坑工程。

5.5.2 钢筋混凝土围护结构宜选用灌注桩、咬合桩和地下连续墙，当施工影响范围内存在对地基变形有控制要求或结构性能差的建（构）筑物或地下管线时，不得采用挤土效应严重、易塌孔、易缩径或有较大振动的施工工艺。

5.5.3 钢筋混凝土排桩的正截面和斜截面承载力的验算，应按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定进行计算。

5.5.4 咬合式排桩宜选择有筋桩和无筋桩搭配的布置形式，其设计计算应符合下列规定：

1 有筋桩和无筋桩搭配的排桩，宜仅计入有筋桩的抗弯刚度；

2 弯矩和剪力的计算按现行行业标准《咬合式排桩技术标准》JGJ/T 396 的规定对桩身咬合面局部受剪承载力进行验算。

5.5.5 地下连续墙的正截面受弯承载力、斜截面受剪承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定进行计算。采用两墙合一时，应验算永久使用阶段的结构内力、变形和裂缝宽度等。

5.5.6 当采用钢筋混凝土排桩、地下连续墙时，桩（墙）身混凝土强度等级、钢筋配置和混凝土保护层厚度等构造，应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

5.5.7 当采用咬合桩时，桩身混凝土强度等级、钢筋配置和混凝土保护层厚度等构造，应符合现行行业标准《咬合式排桩技术标准》JGJ/T 396 的有关规定。

5.5.8 钢筋混凝土围护结构应设置混凝土冠梁，冠梁的宽度不宜小于桩径（墙厚），高度不宜小于桩径（墙厚）的 0.6 倍，冠梁用作支撑传力构件时，应按受力构件进行截面设计。

5.6 支撑体系

5.6.1 综合管廊基坑工程内支撑体系包含水平支撑、竖向支承、冠梁和围檩等结构，当采用地下连续墙作为挡土结构时，可采用无围檩支撑体系。

5.6.2 内支撑体系应采用稳定的结构体系和可靠的连接构造，并应具有足够的刚度。

5.6.3 综合管廊基坑水平支撑结构宜选用可回收的钢管支撑、型钢支撑、型钢组合支撑，也可选用钢筋混凝土支撑，其选型应考虑下列因素：

- 1 基坑平面形状、尺寸和开挖深度；
- 2 工程地质和地下水位情况；
- 3 基坑周边环境条件；
- 4 挡土结构的型式；
- 5 土方开挖与支撑架设施工工序；
- 6 现场施工条件与支撑拆除方法；
- 7 主体地下结构的设计与施工要求等。

5.6.4 内支撑结构设计应符合下列规定：

- 1 支撑宜采用对撑形式；
- 2 内部结构回筑过程中，宜先拆支撑后浇筑内衬墙；当需要后拆支撑时，应采取换撑或留撑；
- 3 钢支撑与中间立柱的连接应保证支撑在弯曲平面内、外的有效约束及轴向伸缩不受约束；
- 4 钢围檩应满足强度及稳定性要求，且应与围护结构可靠连接。

5.6.5 钢支撑构件及其连接的受压、受弯、受剪承载力计算和稳定性验算及构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的有关规定；混凝土支撑构件及其连接的受压、受弯、受剪承载力计算及构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定。

5.6.6 内支撑体系受力分析、杆件的布置及构造要求，应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120的有关规定。

5.6.7 基坑变形控制要求严格时，可采用液压伺服轴力自动补偿系统，预加轴力应根据基坑变形控制标准及施工工况确定。

5.6.8 对于大跨度综合管廊基坑，可采用型钢组合支撑，应符合下列规定：

- 1** 型钢组合支撑体系应包括型钢支撑梁、组合围檩、型钢立柱和连接件等构件；
- 2** 型钢支撑梁和组合围檩宜由型钢标准件拼接形成；
- 3** 围檩或冠梁上相邻支撑的水平净距由计算确定。

5.7 其他支护结构

5.7.1 土钉墙和自然放坡适用于周边环境简单、施工现场具备放坡条件，地下水位以上或经人工降水后具有一定临时自稳能力土体的综合管廊基坑支护工程。

5.7.2 土钉墙支护结构整体稳定性、坑底隆起稳定性以及土钉承载力的验算，可按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定进行计算。采用自然放坡时，应按照《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定，验算放坡整体稳定性；多级放坡除验算整体稳定性外，尚应验算各级放坡的稳定性。

5.7.3 土钉宜采用成孔注浆型钢筋土钉。对易塌孔的松散或稍密的砂土、稍密的粉土、填土，或易缩径的软土，宜采用击入式钢管土钉。

5.7.4 土钉墙及自然放坡的构造要求，应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

5.7.5 放坡基坑坑底位于软弱土层时，坡脚宜设置型钢、木桩等一种或多种方式进行加固。

5.7.6 放坡基坑应做好坡顶挡水与坡脚排水措施，坡面应根据实际情况设置泄水管。

6 地下水控制

6.1 一般规定

6.1.1 地下水控制应综合地方经验，因地制宜，选择合理的地下水控制方案，有效控制对工程环境的影响，并遵循节约水资源、防止污染地下水的原则。

6.1.2 地下水控制应根据工程地质和水文地质条件、基坑周边环境要求、支护结构形式及工期计划安排选用截水、降水、集水明排或其组合方法。

6.1.3 当基坑降水可能引起坑外水头下降，对基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等造成危害或对环境造成长期不利影响时，应采取回灌；当需保护拟建场地及周边区域的地下水资源，且存在布置回灌设施的场地条件时，可采取回灌。

6.1.4 在地下水控制期间，应对坑内外地下水位控制效果及影响范围进行全程动态监测。

6.2 截水

6.2.1 下列情况应设置截水帷幕：

- 1 当采用敞开式降水可能对周边环境造成不利影响时；
- 2 当采用敞开式降水不能满足基坑施工的水位控制要求时；
- 3 当基坑与周边河流、江、海、湖等水系距离较近，易发生水力联系时。

6.2.2 基坑截水应根据工程地质条件、水文地质条件及施工条件等，选用水泥土搅拌桩、水泥土墙、高压旋喷桩、超高压喷射注浆、地下连续墙、咬合式排桩、钢板桩或组合钢桩等方式进行截水，并应符合下列规定：

- 1 当坑底以下存在连续分布、埋深较浅的弱透水层时，应采用竖向落底式截水帷幕布置，帷幕插入弱透水层的长度不宜小于 1.5m；
- 2 当坑底以下含水层厚度较大，弱透水层不连续或埋深较深时，可采用竖向悬挂式截水帷幕布置，帷幕插入坑底以下深度应满足抗渗流稳定性验算的要求；
- 3 当坑底以下存在水头高于坑底面的承压含水层且截水帷幕未隔断其内外水力联系时，应进行抗突涌稳定性验算；
- 4 当采用水平向截水帷幕封底布置时，截水帷幕厚度和强度应根据地下水顶托力的大小和防渗要求确定，且宜在与支护结构结合处增加帷幕厚度；
- 5 当对碎石土、杂填土、泥炭质土、泥炭、pH 值较低的土或地下水流速较

大时，水泥土搅拌桩帷幕、高压喷射注浆帷幕宜通过试验确定其适用性或外加剂品种及掺量。

6.2.3 截水帷幕在平面布置上宜沿地下水控制区域闭合，在设计深度范围内应连续。当采用未闭合的平面布置时，应对地下水沿帷幕两端绕流引起的渗流破坏和地下水位下降进行分析。

6.2.4 当采用钢板桩或组合钢桩兼作为止水帷幕时，应符合下列规定：

- 1 钢板桩嵌固深度应根据计算确定，且不宜小于降水井深度；
- 2 平面转角处宜采用定制转角桩，转角桩宜在沉桩前与其中一侧标准钢板桩预先连接，且锁口处应增加密封剂，密封剂止水性能应经过试验或工程验证；
- 3 钢板桩与其它截水帷幕水平搭接时，搭接长度不应小于 200mm；钢板桩与其它截水帷幕竖向搭接时，搭接长度不应小于 2000mm；水平和竖向搭接位置可采用压密注浆或旋喷桩进行加强。

6.2.5 截水帷幕抗渗性能应满足自防渗要求。水泥土类截水帷幕水泥土强度 28d 无侧限抗压强度应满足设计要求，且不应小于 0.5MPa。

6.2.6 基坑开挖前，截水帷幕应采取预降水方法对其截水性能进行检验；水泥土类截水帷幕宜对强度和均匀性进行检测；深大基坑截水帷幕可采用无损检测手段进行检测和评估。

6.3 降水与排水

6.3.1 综合管廊基坑降水可采用管井降水、真空井点降水、集水明排等方法，并根据场地地质条件、降水目的、降水技术要求、降水工程可能涉及的工程环境保护等因素选用。

6.3.2 基坑降水设计应符合下列规定：

- 1 降水后基坑内的水位应低于坑底 0.5m~1.0m；
- 2 对综合管廊基坑内存在的集水坑等基坑局部加深部分，坑底应按集水坑底面进行降水设计，或对其另行采取集水明排、轻型井点等局部地下水控制措施；
- 3 基坑采用截水结合坑外减压降水的地下水控制方法时，尚应规定降水井水位的最大降深值和最小降深值；
- 4 降水井的深度应根据设计水位降深、含水层的埋藏分布和降水井的出水能力等综合确定，过滤器宜设置在渗透性较好的土层中。

6.3.3 基坑降水井布置应符合下列规定：

1 当未设置截水帷幕或未隔断时，降水井宜沿基坑周边封闭布置；根据基坑开挖宽度降水井可在基坑一侧布置，也可在基坑两侧交错布置；

2 降水井间距应根据基坑涌水量、单井出水能力，结合当地经验确定，并应考虑狭长基坑的空间效应；

3 当地下水流速较小时，降水井宜等间距布置；当地下水流速较大时，在地下水补给方向宜适当减小降水井间距；

4 当管廊结构施工期间需保留部分降水井时，其降水井的布置不应与管廊结构的柱、墙重叠。

6.3.4 当坑底土体抗承压水稳定性不满足设计要求时，应将承压水水头降低至安全埋深以下，承压水减压降水设计尚应符合下列规定：

1 应根据拟建场地的水文地质条件、基坑开挖深度，确定承压水水头的安全埋深及降深设计值；

2 降水设计应包括备用井的布置，备用井（含观测井）的数量不宜少于满足降水设计要求所需开启的减压井数量的 20%。

6.3.5 管井的构造应符合下列规定：

1 管井的滤管可采用无砂混凝土滤管和钢滤管；

2 滤管内径应按满足单井设计出水量要求而配置的水泵规格确定，滤管内径不宜小于水泵外径 50mm，管井成孔径宜为 400mm~800mm；

3 水泵的出水量应大于单井出水能力的 1.2 倍；

4 井管的底部应设置沉淀段，井管沉淀段长度不宜小于 1.0m。

6.3.6 减压降水井的构造应符合下列规定：

1 井管材料应采用钢滤管，且应具有足够的强度与刚度；

2 井管直径内径应按满足单井设计出水量要求而配置的水泵规格确定，内径不宜小于水泵外径 50mm，外径不宜小于 300mm；管井成孔直径宜为 650mm~800mm；

3 水泵的出水量应大于单井出水能力的 1.3 倍；

4 井管的底部应设置沉淀段，井管沉淀段长度不宜小于 2.0m；

5 滤料顶面与过滤器顶端不宜小于 3.0m，黏土球封闭层的竖向长度不宜小于 5.0m。

6.3.7 真空井点（轻型井点）的布置及构造应符合下列要求：

1 井管可采用金属管和 PVC 管，管壁上渗水孔宜按梅花状布置，渗水孔直径宜取 12mm~18mm，渗水孔的孔隙率应大于 15%，渗水段长度应大于 1.0m；管壁外应根据土层的粒径设置滤网；

2 真空井管的直径应根据单井设计流量确定，井管直径宜取 38mm~110mm；井的成孔直径应满足填充滤料的要求，且不宜大于 300mm；

3 孔壁与井管之间的滤料宜采用中粗砂，滤料上方应使用黏土封堵，封堵至地面的厚度应大于 1m。

6.3.8 基坑外的排水系统应满足雨水和地下水的排放要求，基坑内的排水系统应满足基坑明排水的排放要求。

6.3.9 对坑底汇水、基坑周边地表汇水及降水井抽出的地下水可采用明沟排水；对坑底渗出的地下水，可采用盲沟排水；当综合管廊底板与支护结构间不能设置明沟时，也可采用盲沟排水；排水沟的截面应根据设计流量确定。

6.3.10 集水井沿排水沟宜每间隔 30m~40m 设置，集水井底面应低于排水沟底面不小于 0.5m。

7 施 工

7.1 一般规定

7.1.1 综合管廊基坑施工前应掌握施工区域的工程地质资料，查明周边环境、不良地质作用及地下障碍物，编制专项施工方案。支护结构采用可回收的支护构件时，尚应明确回收方案，包括回收方法、回收顺序等。

7.1.2 综合管廊基坑施工前应对施工区域进行交通流量调查，分析交通需求，与当地交通管理部门沟通，减少综合管廊基坑施工期间对周边交通的影响，制定合理的交通导改方案。

7.1.3 基坑支护结构施工以及降水、土方开挖的工况和工序应符合设计要求。

7.1.4 在基坑支护结构施工与拆除时，应采取对周边环境的保护措施，不得影响周围建（构）筑物及邻近市政管线与地下设施等的正常使用功能。

7.1.5 基坑工程施工中，当邻近工程进行桩基施工、基坑支护、盾构顶进等施工作业时，应根据实际情况确定施工顺序和方法，并应采取措施减少相互影响。

7.1.6 施工现场道路布置、材料堆放、车辆行走路线等应符合设计荷载控制的要求，并应减少对综合管廊结构、支护结构、周边环境等的影响。根据实际情况可设置跨越综合管廊基坑的施工栈桥，用以作为城市道路车辆通行的临时通道，并进行专项设计。

7.1.7 应根据施工图设计文件、危险源识别结果、周边环境与地质条件、施工工艺设备、施工经验等进行安全分析，重大风险源宜进行施工安全评估，并选择相应的安全控制、监测预警、应急处理技术，制定应急预案并确定应急响应措施。

7.1.8 基坑工程施工中，应对支护结构和邻近道路、市政管线与地下设施、周围建（构）筑物等进行监测，根据监测信息动态调整施工方案，产生突发情况时应及时进行应急响应。

7.2 支护结构施工

I 钢板桩及组合钢桩施工

7.2.1 钢板桩及组合钢桩施工前宜根据地质条件、周边环境要求等进行沉、拔桩试验，确定施工方法。

7.2.2 基坑周边环境敏感时宜采用静压法施工，并可采用导孔法或根据环境状况

控制压桩施工速率；当采用振动法施工时，宜采取隔振措施。

7.2.3 钢板桩施工前应对材料进行验收，并应符合下列规定：

1 钢板桩的规格、材质及排列方式应符合设计或施工工艺要求，钢板桩堆放场地应平整坚实，组合钢板桩堆高不宜大于 3 层；

2 钢板桩桩体不应弯曲，锁口不应有缺损和变形，钢板桩锁口应通过套锁检查后再施工；

3 桩身接头在同一标高处不应大于 50%，接头焊缝质量不应低于Ⅱ级焊缝要求。

7.2.4 钢板桩及组合钢桩采用引孔施工时，应符合下列规定：

1 引孔直径宜小于桩身截面宽度 50mm~100mm，岩层中的引孔直径不宜小于桩身截面尺寸；

2 引孔的垂直度偏差不应大于 0.5%；

3 引孔作业和沉桩作业应连续进行，间隔时间不宜大于 12h。

7.2.5 当用钢板桩作为浇筑管廊结构的外模板且需要拔除时应涂刷脱模剂或衬以油毡等隔离材料。

7.2.6 钢板桩振动沉桩应符合下列规定：

1 振动锤的选择应根据地质条件、钢板桩型号、入土深度施工场地条件、周边环境要求等因素确定，无经验时，可通过估算所需的振幅和偏心力矩选择相应的锤型。振动沉桩宜选用高频免共振振动锤；

2 振动沉桩前，桩身中心线应与振动锤中心线重合，防止偏心振动；

3 沉桩时，应保持桩体持续贯入，减少中间停机时间，沉桩贯入速率应根据地层情况、钢板桩规格和工程经验等综合确定；

4 沉桩过程中，遇到沉桩突然加速、桩身严重倾斜、桩体损坏等情况时，应暂停施工，并分析原因，采取相应措施。

7.2.7 钢板桩静压沉桩应符合下列规定：

1 静压沉桩应根据地质条件、钢板桩型号、入土深度等因素，选用单独压入法、水刀辅助压入法、螺旋钻辅助压入法或旋转切削压入法；

2 压桩时宜将桩一次性连续压到设计标高，合理控制压桩速率；采用静压沉桩法打设长桩时，宜每间隔 50m 采用楔形桩对钢板桩施打方向的倾斜进行矫正；

3 出现下列情况之一时，应暂停压桩作业，并分析原因采取相应措施：

1) 压力表读数显示情况与勘察报告中的土层性质明显不匹配;

2) 桩难以穿越硬夹层;

3) 出现异常响声或压桩机械工作状态出现异常;

4) 夹持机构打滑;

5) 采用已打钢板桩提供静压反力的, 在压桩过程中, 提供反力的钢板桩上拔位移过大。

7.2.8 钢板桩及组合钢桩拔出应符合下列规定:

1 拔桩设备应根据地质条件、场地情况和工程经验进行选择。拔桩阻力应通过现场拔除试验确定;

2 拔桩的顺序宜与沉桩顺序相反, 可根据沉桩时的情况确定拔桩起点; 宜采用分次、分段、间隔拔桩的顺序, 不宜采用一次连续拔桩的方法; 对封闭式钢板桩墙, 拔桩起点应离开角桩 5 根以上;

3 组合钢桩起拔前宜采用振动法先沉入 100mm~300mm, 再交替打拔至型钢构件拔出; 引拔阻力较大时, 宜采用间歇振动法, 每次振动 15min;

4 拔除后, 应按设计要求对桩孔填充处理。桩孔填充材料可采用砂土, 也可采用水泥与水玻璃双液浆、水泥浆或水泥砂浆。填充方法可采用振动法、挤密填入法及注入法等, 应填充密实。

7.2.9 组合钢桩不同型钢构件的沉入方式应符合下列规定:

1 沉入的首根型钢构件应准确定位并控制垂直度;

2 钢管与钢板桩组合桩应先沉钢管桩后沉钢板桩;

3 在定位和沉桩过程中, 应配备桩身垂直度观测仪器, 实时监测组合钢板桩构件的垂直度; 施工时应及时矫正构件偏斜, 当偏斜过大无法矫正时, 应拔起重打。

7.2.10 组合钢桩回收起点和顺序宜满足下列规定:

1 拔出顺序宜与沉桩相反, 可根据沉桩情况确定拔桩起点;

2 型钢构件宜分次、分段、间隔拔出, 不宜连续拔出;

3 不宜选择基坑角部位置作为回收起点。

II 型钢水泥土墙施工

7.2.11 型钢水泥土墙可采用三轴搅拌桩机、渠式切割水泥土墙、铣削式水泥土搅拌桩机、超高压喷射注浆设备等进行施工, 施工前应按施工组织设计要求进行

试成桩确定实际采用的水泥浆液水灰比、施工成桩工艺和施工步骤、水泥土成墙工艺应保证水泥土强度和型钢易插入。

7.2.12 水泥土墙施工时机械就位应对中，平面允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ ，立柱导向架的垂直度不应大于 1/250。

7.2.13 水泥土墙搭接施工的间隔时间不宜大于 24h，当超过 24h 时，搭接施工时应放慢施工速度。若无法搭接或搭接不良，应作为冷缝记录在案，并应经设计单位认可后，在搭接处采取补救措施。

7.2.14 施工过程中产生的水泥土浆，应收集在导向沟内或现场临时设置的沟槽内，水泥土浆处置应符合相应环保等要求。

7.2.15 型钢水泥土墙与其他形式支护结构连接处，应采取有效措施确保基坑的截水效果。

7.2.16 型钢的插入与回收应符合下列规定：

1 拔型钢宜在水泥土墙施工结束后 30min 内插入，插入前应检查其平整度和接头焊缝质量；

2 型钢的插入必须采用固的定位导向架，在插入过程中应采取措施保证型钢垂直度。型钢插入到位后应用悬挂构件控制型钢顶标高，并与已插好的型钢牢固连接；

3 型钢宜依自重插入，当型钢插入有困难时可采用辅助措施下沉。严禁采用多次重复起吊型钢并松钩下落的插入方法；

4 拟拔出回收的型钢，插入前应先在干燥条件下除锈，再在其表面涂刷减摩材料。完成涂刷后的型钢，在搬运过程中应防止碰撞和强力擦挤。减摩材料如有脱落、开裂等现象应及时修补；

5 型钢拔除前水泥土墙与综合管廊结构外墙之间的空隙必须回填密实。拔除时须考虑对周边环境的影响，应采取注浆填充桩孔等措施。

7.2.17 水泥土成墙后质量检验项目应包括水泥土墙墙身强度检验及墙体质量检验；用作截水帷幕的重要防渗工程，当设计有要求时，应采用芯样渗透试验确定墙体抗渗性能，必要时可结合墙体注水试验综合确定墙体抗渗性能。

III 微型桩施工

7.2.18 微型桩施工前宜根据地层条件选择合适的成孔设备及施工工艺，进行现场试验，验证其可行性和可靠性，并确定施工参数。

7.2.19 潜孔锤成孔施工应符合下列规定：

- 1 应保证钻机平稳、在钻进过程中不发生晃动；
- 2 钻进速度、风压应根据地层情况进行调整；
- 3 钻进过程中应对相邻已成孔及对周边保护建筑、管线等的影响进行监测和巡查；
- 4 成孔达到设计要求深度后，应采用空气压缩机清孔吹干孔壁，并及时验孔进行成桩施工；
- 5 钻进时易塌孔且孔深较深时，可采用套管全断面跟管连续钻进，成孔后灌注浆料，应待插入钢管后拔出套管。

7.2.20 岩芯钻机成孔施工应符合下列规定：

- 1 应松散地层潜水位以上孔段宜采用干钻，砂层、砾石层、破碎带等地段应采用取样钻进工艺，完整岩层可采用取芯方法成孔；
- 2 可采取清水、自然造浆或加入黏土泥浆护壁钻进，泥浆面可至孔口，且不应低于地下水位线以上或需要护壁土层顶面不少于 1.0m；
- 3 灌浆施工前，孔底 0.5m 范围内泥浆相对密度不应大于 1.2、含砂率不应大于 8%、黏度不应大于 $25\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。

7.2.21 微型桩应缩短桩孔成孔和灌注水泥浆之间的间隔时间，注浆时应采取措施保证桩长范围内完全灌满水泥浆，注浆时应通过底部一次或多次注浆，且在灌注的过程中应防止钢管上浮。

7.2.22 微型钢管桩钢管连接应采用套管焊接，套管长度不应小于钢管直径的两倍，壁厚不应小于钢管壁厚，在套筒周边焊接，焊缝应饱满，焊接强度及质量应满足相关规范要求，且接头承载力不应小于母材承载力。

7.2.23 微型桩的桩位允许偏差 100mm，桩身垂直度允许偏差为 $\pm 2\%$ 。

IV 内支撑施工

7.2.24 支撑系统的施工与拆除顺序应与支护结构的设计工况一致，应遵循先撑后挖、先托后拆的原则，并结合现场支护结构内力与变形的监测结果进行。

7.2.25 支撑体系上不应堆放材料或运行施工机械；当需利用支撑结构兼做施工平台或道路通行栈桥时，应进行专门设计。

7.2.26 围檩施工前应去除围檩处围护墙体表面浮泥和突出墙面的混凝土，且需要保证围檩与围护结构贴合紧密，若围檩安装后与围护结构间出现空隙，应采用

钢垫板、钢楔、细石混凝土、水泥砂浆等进行填充。支撑与围檩斜交位置应设置专门的传力构件。

7.2.27 混凝土支撑施工应符合下列规定：

- 1 支撑底模应具有一定的强度、刚度和稳定性，宜用模板隔离，采用土底模挖土时应清除吸附在支撑底部的砂浆块体；
- 2 冠梁、围檩与支撑宜整体浇筑；
- 3 混凝土支撑应达到设计要求的强度后方可进行支撑下土方开挖。

7.2.28 钢支撑施工及预应力施加应符合下列规定：

- 1 支撑端头应设置封头端板，端板与支撑杆件应满焊；
- 2 支撑与冠梁、围檩的连接应牢固，采用无围檩的钢支撑系统时，钢支撑与围护墙体的连接应满足受力要求；
- 3 支撑安装完毕后，应及时检查各节点的连接状况，经确认符合要求后方可均匀、对称、分级施加预压力；
- 4 预应力施加过程中应检查支撑连接节点，必要时应对支撑节点进行加固；预应力施加完毕、额定压力稳定后应锁定；
- 5 钢支撑使用过程应定期进行预应力监测，必要时应对预应力损失进行补偿。

7.2.29 起吊钢支撑应先进行试吊，检查起重机的稳定性、制动的可靠性、钢支撑的平衡性、绑扎的牢固性，确认无误后，方可起吊。当起重机出现倾覆迹象时，应快速使钢支撑落回基座。钢支撑吊装就位时，现场应做好防下坠措施。

7.2.30 支撑拆除应在形成可靠换撑并达到设计要求后进行，支撑拆除应符合下列规定：

- 1 支撑的拆除，应根据支撑结构特点、永久结构施工顺序、现场平面布置等确定拆除顺序；
- 2 支撑拆除时应设置安全可靠的防护措施和作业空间，当需利用永久结构底板或楼板作为支撑拆除平台时，应采取有效的加固及保护措施；
- 3 换撑工况应满足设计工况要求，支撑应在综合管廊梁板结构及换撑结构达到设计要求的强度后对称拆除；
- 4 拆撑过程应加强监测和现场巡视，发现安全隐患应立即停止拆除作业，待隐患排除后方可继续拆除作业。当基坑监测出现预警时，可采取增设支撑、坑外卸载等措施控制基坑变形；

5 栈桥拆除施工过程中，栈桥上严禁堆载，并应限制施工机械超载，合理制定拆除的顺序，应根据支护结构变形情况调整拆除长度，确保栈桥剩余部分结构的稳定性；

6 钢支撑拆除时应避免瞬间预加应力释放过大而导致支护结构局部变形、开裂，并应采用分步卸载钢支撑预应力的方法对其进行拆除。

V 钢筋混凝土围护结构施工

7.2.31 灌注桩在施工前宜进行试成孔，试成孔数量应根据工程规模及施工场地地质情况确定，且不宜少于 2 根。

7.2.32 当灌注桩桩位邻近的既有建筑物、地下管线、地下构筑物对地基变形敏感时，应根据其位置、类型、材料特性、使用状况等相应采取防护措施。

7.2.33 灌注桩应采用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 4 倍桩径，或间隔施工时间应大于 36h。

7.2.34 灌注桩施工质量应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

7.2.35 咬合桩分 I、II 序跳孔施工，II 序桩施工时利用成孔机械切割工序桩身，形成连续的咬合桩墙。

7.2.36 咬合切割分为软切割和硬切割。软切割应采用全套管钻孔咬合桩机、旋挖桩机施工，硬切割应采用全回转全套管钻机施工。

7.2.37 咬合桩施工前，应沿咬合桩两侧设置导墙，导墙上的定位孔直径应大于套管或钻头直径 30mm~50mm，导墙厚度宜为 200mm~500mm。导墙结构应建于坚实的地基上，并能承受施工机械设备等附加荷载。套管的垂直度偏差不应大于 2%。

7.2.38 咬合桩施工垂直度偏差不应大于 3%，桩位偏差值应小于 10mm，桩孔口中心允许偏差应为 ±10mm。

7.2.39 采用软切割工艺的桩，I 序桩终凝前应完成亚序桩的施工，I 序桩应采用超缓凝混凝土，缓凝时间不应小于 60h；干孔灌注时，坍落度不宜大于 140mm，水下灌注时，坍落度宜为 140mm~180mm；混凝土 3d 强度不宜大于 3MPa。软切割的 II 序桩及硬切割的工序、II 序桩应采用普通商品混凝土。

7.2.40 咬合桩分段施工时，应在施工段的端头设置一个用砂灌注的 II 序桩用于围护桩的闭合处理。

7.2.41 地下连续墙的施工应根据地质条件的适应性等因素选择成槽设备。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。

7.2.42 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。

7.2.43 地连墙施工应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 及现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

VI 其他支护结构施工

7.2.44 土钉及锚杆不宜超出建设用地红线范围，同时不应进入邻近建（构）筑物基础或基础下方。当土钉及锚杆穿过的地层附近存在既有地下管线时，应在调查或探明其位置、材质、尺寸、走向、类型、使用状况等情况后进行施工。

7.2.45 应根据场地的土层性状和地下水条件选择土钉及锚杆的成孔工艺，当成孔过程中遇不明障碍物时，在查明其性质前不得钻进。

7.2.46 综合管廊基坑宽度较小钢筋杆体需要接长时，杆体宜采用机械连接、双面搭接焊、双面帮条焊连接；采用双面焊时，焊缝长度不应小于杆体钢筋直径的 5 倍。

7.2.47 土钉、锚杆及面层的施工要求应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

7.3 基坑开挖及回填

7.3.1 综合管廊基坑开挖应符合下列规定：

1 采用支撑的管廊基坑可采用纵向斜面分层分段开挖的方法，斜面应设置多级放坡，其分层厚度、各阶段形成的放坡和纵向总坡的稳定性应满足现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定；

2 每层每段开挖和支撑形成的时间应符合设计要求；

3 基坑土方应分层分区开挖，各区开挖至坑底后应及时施工垫层和基础底板；

4 临近基坑边的局部深坑宜在大面积垫层完成后开挖。

7.3.2 土方工程施工前，应采取有效的地下水控制措施。基坑内地下水位应降至拟开挖下层土方的底面以下不小于 0.5m。

7.3.3 基坑开挖过程中，当基坑周边相邻工程进行桩基、基坑支护、土方开挖、爆破等施工作业时，应根据相互之间的施工影响，采取可靠的安全技术措施。

7.3.4 设有内支撑的基坑开挖应遵循“先撑后挖、限时支撑”的原则，减小基坑无支撑暴露的时间和空间。

7.3.5 下层土方的开挖应在支撑达到设计要求后方可进行。挖土机械和车辆不得直接在支撑上行走或作业，严禁在底部已经挖空的支撑上行走或作业。

7.3.6 土钉及锚杆支护的基坑开挖应分层分段进行，每层开挖深度应根据土钉、土层锚杆施工作业面确定，并满足设计工况要求，每层分段长度不宜大于 30m。

7.3.7 基坑开挖应进行全过程监测，应采用信息化施工法，根据基坑支护体系和周边环境的监测数据，适时调整基坑开挖的施工顺序和施工方法。

7.3.8 基坑回填施工应符合下列规定：

1 回填土料应符合设计要求，土料不得采用淤泥和淤泥质土，有机质含量不大于 5%，土料含水量应满足压实要求；碎石类土或爆破石用作填料时，其最大粒径不应大于每层铺填厚度的 2/3，铺填时大块料不应集中，且不得回填在分段接头处；

2 肥槽空间狭小时宜采用流态固化低强度等自密实材料进行回填；

3 土方回填前，应根据工程特点、土料性质、设计压实系数施工条件等合理选择压实机具，并确定施工参数；

4 应在管廊结构外墙防水施工完毕且验收合格后方可回填，防水层外侧宜设置保护层；

5 围护墙与管廊结构外墙之间的土方回填，应与基坑换撑施工工况保持一致；

6 宜对称、均衡地进行土方回填。

7.3.9 土方工程施工前应考虑土方量、土方运距、土方施工顺序地质条件等因素，进行土方平衡和合理调配，确定土方机械的作业线路、运输车辆的行走路线、弃土地点。挖土机械、土方运输车辆等通过坡道进入作业点时，应采取保证坡道稳定的措施。

7.4 地下水控制施工

7.4.1 应依据拟建场地的工程地质、水文地质、周边环境条件，以及基坑支护设计和降水设计等文件，结合类似工程经验，编制降水施工方案。

7.4.2 降排水系统应保证水流排入市政管网或排水渠道，应采取措施防止抽排出的水倒灌流入基坑。

7.4.3 当支护结构或地基处理施工时，应采取措施防止管井、真空井点的失效。

7.4.4 降水过程中，应对地下水位变化和周边地表及建（构）筑物变形进行动态监测，根据监测数据进行信息化施工。当因地下水或地表水控制原因引起基坑周边建（构）筑物或地下管线产生超限沉降时，应查找原因并采取有效控制措施。

7.4.5 减压降水运行应符合下列规定：

1 应符合按需减压的原则，制定详细的减压降水运行方案，当基坑开挖工况发生变化或周边环境有较大影响时，应及时调整或修改降水运行方案；

2 现场排水能力应满足所有减压井（包括备用井）全部启用时的排水量，所有减压井抽出的水体应排到基坑影响范围以外；

3 减压井全部施工完成、现场排水系统安装完毕后，应进行一次群井抽水试验或减压降水试运行；

4 降水运行正式开始前一周内应测定环境背景值，监测内容应包括基坑内、外的初始承压水位、基坑周边相邻地面沉降初值被保护对象及基坑围护体的变形等，降水运行过程中，应及时整理监测资料，绘制曲线，预测可能发生的问题并及时处理。

7.4.6 降水井施工、集水明排、降水运行维护等要求应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 和《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111 的有关规定。

7.4.7 截水帷幕的施工应与支护结构施工相协调，施工顺序应符合下列规定：

1 独立的、连续性截水帷幕，宜先施工帷幕，后施工支护结构；

2 对嵌入式截水帷幕，当采用搅拌工艺成桩时，可先施工帷幕桩，后施工支护结构；

3 当采用高压喷射注浆工艺成桩，或可对支护结构形成包覆时，可先施工支护结构，后施工帷幕；

4 当采取嵌入式截水帷幕或咬合支护结构时，应控制其养护强度，应同时满足相邻支护结构施工时的自身稳定性要求和相邻支护结构施工要求。

7.4.8 采用钢板桩或组合钢桩作为截水帷幕时，应符合下列规定：

1 钢板桩或组合钢桩截水帷幕应为锁口式构造；

2 沉桩前应在锁口内嵌填黄油、沥青或其他密封止水材料；

3 钢板桩或组合钢桩锁口应平直通顺，互相咬合，使用前应通过套锁检查。

7.4.9 截水帷幕施工尚应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

7.4.10 当基坑外地下水位降幅较大、基坑周围存在需要保护的建（构）筑物或地下管线时，宜采用地下水人工回灌措施。应根据降水布置、出水量、现场条件建立回灌系统，回灌点应布置在被保护建筑与降水井之间，并应通过现场试验确定回灌量和回灌工艺。

7.5 环境风险控制

7.5.1 综合管廊基坑施工前应进行安全风险源辨识，对安全风险进行等级评定与风险排序，并按照其等级高低，制定针对性的风险处置措施及应急预案，实施风险监测、跟踪与记录。

7.5.2 综合管廊基坑施工应结合工程的具体实施方案、自身及环境风险的控制和处置、风险监测等进行安全风险分析评价，并应包含以下内容：

- 1 分析所采用支护形式自身的风险，判断支护结构设计的合理性；
- 2 分析基坑支护形式对周边环境可能产生的影响；
- 3 评价所采用环境保护措施的合理性和有效性；
- 4 评估风险监测方案的合理性和可实施性。

7.5.3 综合管廊基坑施工应制定专项应急预案，对风险源辨识内容提出相应的风险管控处置措施。

7.5.4 基坑施工时应应对主要风险源进行重点监测，建立监测数据与施工管理的反馈机制，分析监测数据中的异常和趋势，发现并消除潜在的安全隐患，指导基坑工程的信息化施工。

8 工程监测

8.0.1 城市综合管廊基坑的监测方法、精度要求、数据处理与信息反馈应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 与《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的有关规定。

8.0.2 城市综合管廊基坑施工期间的工程监测应能验证设计、施工及环境保护等方案的安全性、适用性及合理性，及时动态调控，优化设计和施工参数，分析和预测邻近建（构）筑物的安全状态及其发展趋势，做到信息化施工。

8.0.3 基坑工程施工前，应根据基坑支护结构的安全等级、环境保护要求等编制监测方案。基坑工程监测方案应包括下列内容：工程概况、监测项目、测点布置、监测方法、监测元件和仪器、监测频率和预警值、监测数据处理及监测成果等。

8.0.4 监测工作应贯穿于基坑工程和地下工程施工全过程。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。对有特殊要求的基坑周边环境的监测应根据需要延续至变形趋于稳定后结束。

8.0.5 城市综合管廊基坑工程监测范围应根据基坑开挖深度、地质条件、周边环境情况、基坑设计安全等级、支护结构类型、施工方法等综合确定。

8.0.6 城市综合管廊基坑工程监测项目、监测断面选择、监测点布置等内容可按现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 与《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的有关规定执行。

8.0.7 工程监测频率应综合考虑基坑支护、基坑及地下工程的不同施工阶段以及周边环境、自然条件的变化和当地经验确定。仪器监测频率应符合下列规定：

- 1 对于应测项目，在无异常情况下，开挖后的监测频率可按表 8.0.7 确定；

表8.0.7 现场仪器监测的监测频率

基坑设计安全等级	施工进度		监测频率
一级	开挖深度 h	$\leq H/3$	1 次/（2~3）d
		$H/3 \sim 2H/3$	1 次/（1~2）d
		$2H/3 \sim H$	（1~2）次/d
	地下结构施工过程中（d）		（1~2）次/d
二级	开挖深度 h	$\leq H/3$	1 次/3d
		$H/3 \sim 2H/3$	1 次/2d
		$2H/3 \sim H$	1 次/d
	地下结构施工过程中（d）		1 次/（1~2）d

注：1 h ——基坑开挖深度； H ——基坑设计深度；

2 支撑结构开始拆除到拆除完成后 3d 内监测频率加密为 1 次/d；

3 基坑工程施工至开挖前的监测频率视具体情况确定；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/387115152041006160>