**T/CECS 1×××**-2025

**中国工程建设标准化协会标准**

城市地下综合管廊岩土工程技术规程

Technical specification for geotechnical of urban utility tunnel

**（征求意见稿）**

**中国XX出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**城市地下综合管廊岩土工程技术规程**

Technical specification for geotechnical of urban utility tunnel

**T/CECS 1****×××-2025**

主编单位：中冶武勘工程技术有限公司

中冀建勘集团有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2025年XX月XX日

**中国XX出版社**

2025　**北**　　**京**

前　　言

《城市综合管廊岩土工程技术规程》（以下简称“规程”）是根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2016年第一批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2016〕038号）的要求进行编制。编制组经深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考国内有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章和4个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、岩土工程勘察、岩土工程设计、岩土工程施工、岩土工程监测、岩土工程检验与检测等。

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勘测专业委员会归口管理，由中冶武勘工程技术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，请反馈给中冶武勘工程技术有限公司（地址：湖北省武汉市青山区冶金大道17号，邮编：430080，邮箱：[000116@wsgri.com](mailto:****@***.****)）。

主编单位：中冶武勘工程技术有限公司

中冀建勘集团有限公司

参编单位：中国二十冶集团有限公司

上海宝冶集团有限公司

中冶赛迪工程技术股份有限公司

上海勘察设计研究院（集团）股份有限公司

甘肃中建市政工程勘察设计研究院有限公司

深圳市勘察测绘院（集团）有限公司

中冶天工集团有限公司

武汉大学

中国京冶工程技术有限公司

西安建筑科技大学

中化学土木工程有限公司

中国市政工程西北设计研究院有限公司

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

中南建筑设计院股份有限公司

武汉生态环境设计研究院有限公司

中冶沈勘工程技术有限公司

湖北道泽岩土工程有限公司

主要起草人：臧中海 王 辉 李华伟 聂庆科 杨石飞

辛利伍 张森安 肖玉成 文建鹏 谢 非

胡建伟 司马军 赵 轩 党智荣 徐愿生

尤苏南 杜 俊 唐建东 宋战平 马全丽

何敬宇 李宏胜 王延涛 谢昭宇 刘笔艳

陈 斌 孙运青 刘 伟 尹 华 谭志斌

张大磊 陈晓波 马晓武 罗 森 康 旭

王沈力 贾 鹏 张玉伟 张恩祥 孙 聪

王彬州 李春磊

主要审查人：

**目　　次**

[1　总　　则 （1](#_Toc21983)）

[2　术语和符号 （2](#_Toc18818)）

[2.1　术语 （2](#_Toc26075)）

[2.2　符号 （4](#_Toc3834)）

[3　基本规定 （6](#_Toc22533)）

[3.1　岩土工程勘察 （6](#_Toc12388)）

[3.2　岩土工程设计 （6](#_Toc22003)）

[3.3　岩土工程施工 （7](#_Toc15787)）

[3.4　岩土工程监测 （8](#_Toc4102)）

[3.5　岩土工程检验与检测 （8](#_Toc1122)）

[4　岩土工程勘察 （10](#_Toc3383)）

[4.1　一般规定 （10](#_Toc2152)）

[4.2　可行性勘察阶段 （11](#_Toc16248)）

[4.3　初步勘察 （11](#_Toc9037)）

[4.4　详细勘察 （12](#_Toc5104)）

[5　岩土工程设计 （14](#_Toc2060)）

[5.1　一般规定 （14](#_Toc19036)）

[5.2　综合管廊明挖段岩土工程设计 （15](#_Toc5491)）

[5.3　地下水控制设计 （49](#_Toc10545)）

[6　岩土工程施工 （52](#_Toc21977)）

[6.1　一般规定 （52](#_Toc12028)）

[6.2　基坑支护工程施工 （53](#_Toc22898)）

[6.3　地基处理施工 （61](#_Toc11144)）

[6.5　土方施工 （68](#_Toc8356)）

[7　岩土工程监测 （71](#_Toc13815)）

[7.1　一般规定 （71](#_Toc14329)）

[7.2　监测项目 （72](#_Toc19508)）

[7.3　监测点布置 （75](#_Toc24623)）

[7.4　监测方法及监测频率 （76](#_Toc5095)）

[7.5　监测预警值与控制值 （78](#_Toc17587)）

[7.6　监测成果及信息反馈 （79](#_Toc15785)）

[8　岩土工程检验与检测 （81](#_Toc9001)）

[8.1　一般规定 （81](#_Toc27185)）

[8.2　地基检验与检测 （82](#_Toc13424)）

[8.3　支护体系检验与检测 （83](#_Toc9696)）

[附录A　综合管廊岩土工程（子）分部分项工程划分表 （86](#_Toc5749)）

[附录B　渗透稳定性验算 （87](#_Toc2311)）

[附录C　H型钢检查记录表 （89](#_Toc27994)）

[附录D　基坑及支护结构监测预警值 （90](#_Toc17142)）

[用词说明 （92](#_Toc19924)）

[引用标准名录 （93](#_Toc9350)）

附：[条文说明 （95](#_Toc30290)）

**Contents**

[1　General provisions （1](#_Toc21983)）

[2　Terms and symbols （2](#_Toc18818)）

[2.1　Terms （2](#_Toc26075)）

[2.2　Symbols （4](#_Toc3834)）

[3　Basic requirements （6](#_Toc22533)）

[3.1　Geotechnical investigation （6](#_Toc12388)）

[3.2　Geotechnical design design （6](#_Toc22003)）

[3.3　Geotechnical construction （7](#_Toc15787)）

[3.4　Geotechnical monitoring （8](#_Toc4102)）

[3.5　Geotechnical inspection and testing （8](#_Toc1122)）

[4　Geotechnical investigation （10](#_Toc3383)）

[4.1　General requirements （10](#_Toc2152)）

[4.2　Feasibility survey （11](#_Toc16248)）

[4.3　Preliminary survey （11](#_Toc9037)）

[4.4　Detailed survey （12](#_Toc5104)）

[5　Geotechnical design （15](#_Toc2060)）

[5.1　General requirements （15](#_Toc19036)）

[5.2　The support design of the open-cut section   
of the comprehensive pipe gallery （16](#_Toc5491)）

[5.3　Groundwater control design （51](#_Toc10545)）

[6　Geotechnical construction （54](#_Toc21977)）

[6.1　General requirements （54](#_Toc12028)）

[6.2　Foundation pit support construction （55](#_Toc22898)）

[6.3　Ground treatment construction （63](#_Toc11144)）

[6.5　Construction of earthworks （71](#_Toc8356)）

[7　Geotechnical monitoring （73](#_Toc13815)）

[7.1　General requirements （73](#_Toc14329)）

[7.2　Monitoring projects （74](#_Toc19508)）

[7.3　Placement of monitoring points （77](#_Toc24623)）

[7.4　Monitoring methods and monitoring frequency （78](#_Toc5095)）

[7.5　Monitor early warning values and control values （80](#_Toc17587)）

[7.6　Monitoring results and information feedback （81](#_Toc15785)）

[8　Geotechnical inspection and testing （83](#_Toc9001)）

[8.1　General requirements （83](#_Toc27185)）

[8.2　Foundation inspection and testing（84](#_Toc13424)）

[8.3　Inspection and testing of support system （85](#_Toc9696)）

[Appendix A　Division and project code of the division  
and subdivision engineering （88](#_Toc5749)）

[Appendix B　Permeability stability check （89](#_Toc2311)）

[Appendix C　Supervision Record of H-shaped   
Steel （91](#_Toc27994)）

[Appendix D　Monitoring alarm value of foundation   
pit and supporting structure （92](#_Toc17142)）

[Explanation of wording （94](#_Toc19924)）

[List of quoted standards （95](#_Toc9350)）

[Attached: Explanation of the provisions （98](#_Toc30290)）

**1　总　　则**

**1.0.1**为在城市综合管廊岩土工程勘察、设计及施工中贯彻执行国家有关技术经济政策，做到安全可靠、技术先进、经济合理、确保质量和保护环境，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于新建、改建、扩建城市综合管廊工程明挖法施工及地基处理的岩土工程勘察、设计、施工、监测、检验与验收。

**1.0.3**城市综合管廊工程应按基本建设程序进行岩土工程勘察，城市综合管廊工程岩土工程设计、施工，应根据岩土工程勘察资料，综合考虑综合管廊结构类型、材料性能、施工条件、环境条件、使用要求等因素，切实做到因地制宜、合理选型、优化设计、精心施工、严格监控。

**1.0.4**城市综合管廊岩土工程监测、检测方法的选择，应根据各种监测、检测方法的特点和适用范围，综合考虑设计和施工方案、地质条件等因素，因地制宜，综合确定；

**1.0.5**城市综合管廊岩土工程勘察、设计、施工、监测、检验与检测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　术语和符号**

**2.1　术语**

**2.1.1**综合管廊　　utility tunnel

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。

**2.1.2**综合管廊岩土工程设计　　utility tunnel geotechnical design

根据综合管廊本体工程设计的要求，对综合管廊地基、基坑工程、土石方工程、地下水控制工程所需的技术、经济、资源、环境等条件进行综合分析、论证，编制岩土工程设计文件的活动。不包括管廊本体结构设计以及管廊本体的施工工法设计等相关内容。

**2.1.3**综合管廊岩土工程施工　　utility tunnel geotechnical construction

是综合管廊单位工程的子分部工程，主要包括综合管廊明挖段基坑支护工程施工、土石方工程施工、地下水控制施工，也包括管廊地基的地基处理施工等。

**2.1.4**明挖法　　cut and cover method

利用预先施做的围护结构，由地面开挖基坑修筑城市综合管廊工程的方法。

**2.1.5**渠式切割水泥土搅拌墙　　trench-cutting re-mixing deep wall（TRD）

通过主机带动竖向插入岩土层的链锯式切割箱横向移动、切割及灌注水泥浆，在槽内进行混合、搅拌、固结形成等厚度水泥土搅拌墙。

**2.1.6**铣削深搅水泥土搅拌墙　　cutter soil mixing deep wall（CSM）

采用铣削式设备，在槽内通过铣轮钻进、提升、喷浆搅拌、固结形成等厚度水泥土搅拌墙。

**2.1.7**劲芯水泥土搅拌墙　　stell and cement soil mixing strong wall

在连续套接的三轴水泥土搅拌桩内或渠式切割水泥土搅拌墙内、铣削深搅水泥土搅拌墙内插入刚性型钢形成的复合挡土截水结构。

**2.1.8**咬合桩　　secant pile

后施工的灌注桩与先施工的灌注桩相互搭接、相互切割形成的连续排桩墙。

**2.1.9**组合钢连续墙　　composite steel plate diaphragm wall

由钢板桩与型钢或其他复合材料通过结构组合形成的兼具支护、承载、防渗功能的连续墙体结构。

**2.1.10**轴力伺服混凝土支撑　　concerel support with axial force servo

在基坑工程混凝土支撑体系中通过设置双围檩，利用轴力伺服系统对支撑轴力实施自动调控，以达到控制基坑变形目的的混凝土支撑。

**2.1.11**地下水控制　　groundwater control

为保证支护结构、基坑开挖、地下结构的正常施工，控制和减少对基坑周边环境产生不利影响而采取的隔渗、降水、排水、回灌等工程措施的统称。

**2.1.12**集水明排　　open pumping

用排水沟、集水井、泄水管、输水管等组成的排水系统将地表水、渗漏水排泄至基坑外的方法。

**2.1.13**管廊基坑监测　　monitoring measurement

采用仪器量测、现场巡视或远程视频监控等手段和方法，长期、连续地采集和收集反映管廊基坑工程施工以及周边环境对象的安全状态、变化特征及其发展趋势的信息，并进行分析、反馈的活动。

**2.1.14**监测频率　　frequency of monitoring

一定时间内对检测点实施监测的次数。

**2.1.15**监测预警值　　forewarning value on monitoring

针对基坑和周边环境的保护要求，对监测项目设定的警戒值。

**2.1.16**监测控制值　　controlled value for monitoring

为满足综合管廊明挖段基坑支护结构安全及环境保护要求，控制监测对象的状态变化，针对各监测项目的监测数据变化量所设定的受力或变形的设计允许值的限值。

**2.1.17**地基检测　　foundation soil test

在现场采用一定的技术方法，对管廊地基性状、设计参数、地基处理的效果进行试验、测试、检验，以评价地基性状的活动。

**2.2　符号**

**2.2.1**作用与作用效应：

——主动土压力标准值；

——被动土压力标准值；

N——轴向拉力或轴向压力设计值；

——作用标准组合的轴向拉力值或轴向压力值；

——主动土压力强度标准值；

——被动土压力强度标准值；

——均布附加荷载标准值。

**2.2.2**材料性能和抗力：

——土的黏聚力标准值；

——钢筋、钢绞线强度设计值；

k——渗透系数；

——土体与锚固体间黏结强度特征值；

Rk——锚杆或土钉的极限抗拔承载力标准值；

——土的内摩擦角标准值；

——土的天然重度；

——水的重度。

**2.2.3**几何参数：

A——构件的截面面积；

b——截面宽度；

d——桩、锚杆、土钉的直径或基础埋置深度；

h——基坑明挖段深度；

——挡土构件的嵌固深度；

α——锚杆、土钉的倾角或支撑轴线与水平面的夹角。

**2.2.4**设计参数和计算系数：

K——安全系数；

——主动土压力系数；

——静止土压力系数；

——被动土压力系数。

**3　基本规定**

**3.1　岩土工程勘察**

**3.1.1**城市综合管廊工程应按基本建设程序进行岩土工程勘察，并应搜集、分析、利用已有资料和建设经验，针对综合管廊工程特点，各勘察阶段的任务要求和岩土工程条件，策划、实施工程勘察，提供资料真实、结构完整、评价合理、结论可靠、建议可行的勘察报告。

**3.1.2**城市综合管廊岩土工程勘察宜根据工程重要性、场地及岩体条件复杂程度、工程周边环境风险、设计要求和施工方法，分阶段制定勘察纲要，并开展岩土工程勘察工作。

**3.1.3**可行性研究勘察应满足比选管廊线路的要求；初步勘察应满足初步设计的要求；详细勘察应满足施工图设计的要求。当综合管廊平面位置已经确定或岩土条件复杂程度简单时，且沿线或其附近已有岩土工程资料时，可根据实际情况，直接进行详细勘察。

**3.1.4**城市综合管廊岩土工程勘察的工程地质调查和测绘、岩土分类、勘探、取样、原位测试、现场检验与检测应符合现行国家标准《工程勘察通用规范》GB 55017、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《岩土工程勘察规范》GB 50021和现行团体标准《城市综合管廊岩土工程勘察标准》T/CECS 1324的有关规定。

**3.1.5**既有综合管廊的改扩建工程，应针对工程特点和新的工程设计要求，在利用原勘察资料基础上进行勘察。

**3.2　岩土工程设计**

**3.2.1**综合管廊明挖段支护岩土工程设计，应结合周边环境和地质条件的复杂程度、管廊明挖段深度等因素，根据支护结构破坏可能产生后果（危及人的生命、造成经济损失、对社会或环境产生影响等）的严重性，采用不同的安全等级。对同一明挖段的不同部位，可采用不同安全等级。支护结构安全等级的划分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。

**3.2.2**综合管廊明挖段支护设计年限及功能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。

**3.2.3**综合管廊明挖段支护设计应包括下列内容：

**1**支护结构体系上的作用和作用组合确定；

**2**支护体系的稳定性验算；

**3**支护结构的承载力、稳定和变形计算；

**4**地下水控制设计；

**5**对周边环境影响的控制要求；

**6**管廊明挖段开挖与回填要求；

**7**支护结构施工要求；

**8**管廊明挖段支护工程施工检验与检测要求；

**9**管廊明挖段支护工程监测与维护要求。

**3.2.4**建设场地地基土有显著变化地段的综合管廊结构，应计算地基不均匀沉降的影响，其标准值应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定计算确定。地基处理的条款，应符合国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007和《建筑地基处理规范》JGJ 79的有关规定。

**3.3　岩土工程施工**

**3.3.1**综合管廊岩土工程施工前施工单位应编制施工组织设计，对危险性较大的分部分项工程应编制专项施工方案，对超过一定规模的危大工程的专项施工方案施工单位应组织专家论证。施工组织设计和专项施工方案应按规定程序审批合格后执行。

**3.3.2**综合管廊岩土工程施工应采取保证工程安全、人身安全、周边环境安全与劳动防护、绿色施工的技术措施与管理措施。

**3.3.3**综合管廊岩土工程施工过程中遇有文物、化石、古迹遗址或遇到可能危及安全的危险源等，应立即停止施工和采取保护措施，并报有关部门处理。

**3.3.4**综合管廊明挖段基坑工程施工应根据设计要求或工程施工安全的需要，对涉及施工安全、周边环境安全，以及可能对人身财产安全造成危害的对象或被保护对象进行工程监测。

**3.3.5**综合管廊岩土工程施工各施工工序应进行质量自检，必要时进行第三方检测，施工工序之间应进行交接质量检验。质量验收应在自检及第三方检测合格的基础上进行，隐蔽工程在隐蔽前应进行验收，并形成检查或验收文件。

**3.3.6**综合管廊岩土工程施工质量验收应划分为（子）分部工程、分项工程和检验批，具体划分可按本规程附录A执行。综合管廊岩土工程验收应符合现行国家标准《建筑地基与基础工程施工质量验收规范》GB 50202、现行协会标准《城市综合管廊施工及验收规程》T/CECS 895的有关规定。

**3.4　岩土工程监测**

**3.4.1**城市综合管廊岩土工程监测工作应根据项目不同施工阶段、不同部位进行，需要时应在工程完工后继续进行监测。监测的内容和要求应根据工程具体实际需要确定，并将监测结果及时反馈给相关单位和人员。

**3.4.2**城市综合管廊在施工、运维与使用期间的变形监测应符合国家现行标准《城市地下综合管廊运行维护及安全技术标准》GB 51354、《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定。

**3.5　岩土工程检验与检测**

**3.5.1**综合管廊岩土工程应对地基和支护体系进行检验与检测，检验与检测数量应综合考虑地质条件、施工质量可靠性等因素。

**3.5.2**检验与检测方法可根据地质条件、设计和施工工艺要求、周边环境条件以及各种检验与检测方法的特点和适用范围，选择观察、试验、仪器测量的手段进行。

**3.5.3**检验与检测数量和方法应符合国家现行有关标准和现行中国建设标准化协会有关标准的规定。

**4　岩土工程勘察**

**4.1　一般规定**

**4.1.1**城市综合管廊岩土工程勘察等级应按照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021和现行协会标准《城市综合管廊岩土工程勘察标准》T/CECS 1324有关规定，根据综合管廊工程重要性、场地复杂程度和岩土条件复杂程度综合确定。

**4.1.2**城市综合管廊岩土工程勘察应根据设计阶段的任务、目的和要求，采用综合勘察方法，查明并评价沿线工程地质条件及水文地质条件，并提供设计、施工需要的岩土参数。

**4.1.3**勘察前应根据不同勘察工作阶段的要求取得相关的技术资料：

**1**综合管廊总平面布置图、横断面图及纵断面图；

**2**综合管廊埋置深度、荷载、基础类型及地基允许变形等资料；

**3**综合管廊结构材料类别及可能采取的施工方法；

**4**综合管廊周边环境状况，包含但不限于既有建（构）筑物基础类型、埋置深度及其与拟建综合管廊外边线的净距离，既有管线的类型、几何尺寸、埋置深度。

**4.1.4**勘探点宜沿综合管廊结构外侧布置。明挖法综合管廊勘探点宜布置在综合管廊结构外侧3m内，非开挖综合管廊勘探点宜布置在综合管廊结构外侧3m～5m，水域段勘探点宜布置在综合管廊结构外侧6m～10m。

**4.1.5**勘探孔深度应满足地基基础设计及施工方法的要求。控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的1/3，可行性研究勘察和初步勘察阶段宜以控制性勘探孔为主。

**4.1.6**各勘察阶段钻孔应结合施工工法要求，采取不同的封填方法对钻孔进行封填。勘探施工过程中，若钻孔中存在遗留物未取出，在勘察报告书应详细说明其埋藏深度、长度、大小、材质等。

**4.2　可行性勘察阶段**

**4.2.1**可行性研究勘察以搜集既有地质资料和工程地质调绘为主，已有资料不能满足本阶段勘察要求时，应进行必要的勘探工作。

**4.2.2**工程地质测绘比例尺宜为1：2000～1：5000；山岭段测绘范围宜为管廊两侧外扩200m～300m，其余地段宜为管廊两侧外扩100m～200m；勘探孔间距不应大于1000m，每个工程地质单元均应有勘探孔。勘探孔深度应满足场地稳定性、适宜性评价和线路方案设计及工法选择的需要。

**4.2.3**可行性研究勘察应重点调查分析下列内容：

**1**搜集工程沿线的区域地质、地形、地貌、气象、水文、地震、工程地质、岩土工程资料和相关工程建设经验；

**2**评价沿线工程地质条件，分析存在的岩土工程问题；

**3**分析评价拟建场地的稳定性及适宜性；

**4**分析工程周边环境与管廊工程的相互影响，提出规避、保护的初步建议；

**5**存在两个或两个以上拟选场地时，提出线路方案比选建议。

**4.3　初步勘察**

**4.3.1**初步勘察宜在可行性研究勘察的基础上进行，勘察方法以工程地质测绘、钻探取样、原位测试、室内试验为主，辅以必要的井探、槽探、洞探、工程物探和水文地质试验等勘察手段。

**4.3.2**工程地质测绘比例尺宜为1：1000～1：2000。工程物探方法的选择和物探线的布置应根据综合管廊沿线地形、地貌、工程地质条件及周边环境综合确定。

**4.3.3**初步勘察的勘探点间距和深度应根据综合管廊工程重要性等级、场地或岩土条件复杂程度和施工方法确定，并符合现行协会标准《城市综合管廊岩土工程勘察标准》T/CECS 1324的有关规定。

**4.3.4**初步勘察应重点分析评价下列内容：

**1**初步查明沿线地质构造、地层岩性的分布及工程性质、水文地质条件；

**2**查明不良地质作用及其分布范围，分析其对工程的危害并提出防治措施建议；

**3**初步分析评价特殊性岩土对工程建设的影响；

**4**初步判定场地水和土对建筑材料的腐蚀性；

**5**初步评价场地和地基的地震效用；

**6**评价场地稳定性及适宜性；

**7**初步分析评价岩土工程问题及可能采用的地基基础方案；

**8**下一阶段勘察工作的建议。

**4.4　详细勘察**

**4.4.1**详细勘察宜在初步勘察的基础上进行，根据工程特点、工程地质、水文地质和工程周边环境等条件，采用钻探取样、原位测试、室内试验为主，辅以工程地质调绘、井探、槽探、洞探、工程物探和水文地质试验等勘察手段，进行岩土工程分析与评价，提供详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数，并提出相关建议。

**4.4.2**详细勘察的勘探点间距和深度应根据综合管廊工程重要性等级、场地或岩土条件复杂程度和施工方法确定，并应符合现行协会标准《城市综合管廊岩土工程勘察标准》T/CECS 1324的有关规定。

**4.4.3**非开挖综合管廊工程应调查沿线地下有害气体情况。

**4.4.4**详细勘察阶段勘探点布置应符合下列规定：

**1**综合管廊走向转角处、节点处或工作井处宜布置勘探点；

**2**在不同地貌单元交界处、微地貌及地层变化较大的地段宜适当加密勘探点；

**3**在特殊性岩土分布地段和不良地质作用发育地段，宜加密勘探点；

**4**　综合管廊穿越河流、道路、铁路和轨道交通线路时，在其两侧应布置勘探点；

**5**综合管廊穿越埋藏的河道、沟浜等地段时，宜加密勘探点；

**6**地质条件复杂的地段应根据施工工法的特点，必要时布置横断面勘探孔。

**4.4.5**详细勘察阶段勘探点布置应符合下列规定：

**1**查明沿线地质构造、地层岩性的分布及工程性质，提出各岩土层物理力学参数，分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力；

**2**分析评价不良地质作用及特殊性岩土对综合管廊建设的影响，并提出处理措施建议；

**3**查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；

**4**季节性冻土地区，提供场地土的标准冻结深度；

**5**查明沿线地表水的分布，分析地表水对工程可能造成的危害；

**6**查明地下水的埋藏条件，提供地下水位及其变化幅度，分析评价地下水对工程设计、施工的影响，提供地下水控制所需参数，评价地下水控制对工程周边环境的影响；

**7**分析评价地下水、土对建筑材料的腐蚀性；

**8**评价场地与地基的地震效应；

**9**评价场地稳定性和工程建设适宜性；

**10**分析评价岩土工程问题，并提出设计、施工的建议；

**11**分析评价既有地下管线、地下建（构）筑物及其他建（构）筑物基础对综合管廊的影响及程度，并提出处理措施建议；

**12**综合管廊穿越河岸时，应分析评价岸坡稳定性及其对综合管廊的影响，并提出相关建议；

**13**评价地质条件可能造成的工程风险，提出防治措施建议.

**4.4.6**针对施工工法及施工工艺的特殊要求、对工程设计及施工有重大影响的工程地质问题、尚待查明的专门问题及其他需要施工勘察的情况，应开展施工勘察或专项勘察工作。

**5　岩土工程设计**

**5.1　一般规定**

**5.1.1**综合管廊岩土工程极限状态应分两类，综合管廊岩土工程设计时，应同时满足两种极限状态的验算要求：

**1**承载能力极限状态：对应于岩土工程达到最大承载能力或不适于继续承载的变形；

**2**正常使用极限状态：对应于岩土工程达到结构正常使用所规定的变形极限值或达到耐久性要求的某项极限值；

**5.1.2**综合管廊地基处理工程，应符合国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007和《建筑地基处理技术规范》JGJ 79等的有关规定。

**5.1.3**综合管廊明挖段支护应综合考虑地质条件、管廊明挖段周边环境要求、管廊主体结构要求、施工季节变化等因素，选用合理的基坑（槽）支护体系。

**5.1.4**综合管廊明挖段支护体系的选用应满足以下原则：

**1**由于综合管廊明挖段总长度长，呈较规则的狭长形，支护工程量大，因此在满足支护受力和周边环境保护要求的前提下，应优先选用成熟可靠、经济合理、施工便捷、绿色环保的支护体系；

**2**当综合管廊采用预制拼装结构时，在场地和周边环境允许的条件下，所采用的支护体系应能保证管廊结构吊装和拼装的工作空间。

**5.1.5**综合管廊明挖段支护设计应满足管廊结构及其防水的施工要求；采用锚杆时，锚杆的锚头及腰梁不应妨碍管廊结构外墙的施工；采用内支撑时，内支撑及腰梁的设置应便于管廊结构及其防水的施工要求。

**5.1.6**综合管廊明挖段支护可根据实际情况选用以下形式：放坡开挖、土钉墙或复合土钉墙、水泥土重力式围护墙、钢板桩墙、劲芯水泥土连续墙、排桩墙、内支撑、锚杆（索）等。

**5.1.7**城市综合管廊施工若采用盾构法、顶管（箱）工法施工，具有始发段、接收段或工作井等，本规程适用于其明挖段岩土工程设计。

**5.2　综合管廊明挖段岩土工程设计**

**Ⅰ 支护结构设计计算**

**5.2.1**对悬臂式、支挡式支护结构，当位移控制要求严格时，应采用静止土压力；当位移控制较严格时，宜采用介于主动土压力与静止土压力之间的土压力值。

**5.2.2**土压力计算应考虑因雨水、地下管线渗漏形成的滞水压力作用和土体抗剪强度指标的降低。

**5.2.3**土压力及水压力计算、土的各类稳定性验算时，土、水压力的分、合算方法及相应的土的抗剪强度指标类别应符合下列规定：

**1**对地下水位以上的黏性土、黏质粉土，土的抗剪强度指标应采用三轴固结不排水抗剪强度指标（）或直剪（固结快剪）强度指标（），对地下水位以上的砂质粉土、砂土、碎石土，土的抗剪强度指标应采用有效应力强度指标（）；

**2**对地下水位以下的黏性土、黏质粉土，可采用土压力、水压力合算方法；此时，对正常固结和超固结土，土的抗剪强度指标应采用三轴固结不排水抗剪强度指标（）或直剪（固结快剪）强度指标（）；对欠固结土，宜采用有效自重压力下预固结的三轴不固结不排水抗剪强度指标（）；

**3**对地下水位以下的砂质粉土、砂土和碎石土，应采用土压力、水压力分算方法；此时，土的抗剪强度指标应采用有效应力强度指标（），对砂质粉土，缺少有效应力强度指标时，也可采用三轴固结不排水抗剪强度指标（）或直剪固结快剪强度指标（）代替，对砂土和碎石土，有效应力强度指标（），可根据标准贯入试验实测击数和水下休止角等物理力学指标取值；土压力、水压力采用分算方法时，水压力可按静水压力计算；当地下水渗流时，宜按渗流理论计算水压力和土的竖向有效应力；当存在多个含水层时，应分别计算各含水层的水压力；

**4**有可靠的地方经验时，土的抗剪强度指标亦可根据室内、原位试验得到的其他物理力学指标，按经验方法确定。

**5.2.4**静止土压力强度标准值，可按下式计算：

 （5.2.4）

式中：——静止土压力强度标准值（kPa）；

——第i层土的重度（kN/m³），地下水位以上取天然重度，地下水位以下取浮重度；

——第i层土的厚度（m）；

——地面的均布超载（kPa）；

——静止土压力系数，对于正常固结土，；对于超固结土，；

——土的有效内摩擦角（°）；

OCR——黏性土的超固结比。

**5.2.5**主动土压力强度标准值（）的计算应符合下列规定（图5.2.5）：

**1**碎石土及砂土可按下列公式计算：



**图5.2.5　主动土压力强度标准值计算**

**1**）当计算点位于地下水位以上时：

 （5.2.5-1）

**2**）当计算点位于地下水位以下时：

 （5.2.5-2）

 （5.2.5-3）

式中：——第i层土的主动土压力系数，

——第i层土的内摩擦角标准值（°）；

——作用于深度处的竖向应力标准值（kPa），可按本规程第5.2.6条规定计算；

——支护结构外侧计算点处的水压力（kPa），可按本规程第5.2.7条规定计算。

**2**粉土及黏性土可按下式计算：

 （5.2.5-4）

式中：——第i层土黏聚力标准值（kPa）。

**3**当按以上规定计算的综合管廊明挖段开挖面以上主动土压力强度标准值小于零时，应取零。

**5.2.6**综合管廊明挖段外侧竖向应力标准值计算应符合下列规定：

**1**综合管廊明挖段外侧竖向应力标准值（）应按下式计算：

 （5.2.6-1）

式中：——明挖段外侧计算点深度处第j个附加荷载作用产生的附加竖向应力标准值（kPa）；

——深度以上土的加权平均重度（kN/m³）地下水位以上取天然重度，地下水位以下取饱和重度。

**2**当支护结构外侧地面作用满布附加荷载（）时（图5.2.6-2），综合管廊明挖段外侧任意深度附加竖向应力标准值（）可按下式计算：

= （5.2.6-2）



**图5.2.6-2　地面均布荷载时明挖段外侧附加竖向应力计算**

**3**当距支护结构外侧a处地表作用有宽度为b的条形附加荷载（）时（图5.2.6-3），明挖段外侧土中附加竖向应力标准值（），可按下式计算：

 （5.2.6-3）



**图5.2.6-3　地表局部条形荷载作用时明挖段外侧附加竖向应力计算**

**4**对条形基础下的附加荷载（图5.2.6-4），综合管廊明挖段外侧土中的附加竖向应力标准值（）可按式（5.2.6-3）计算，相应计算参数应按图5.2.6-4取值。



**图5.2.6-4　条形基础下附加荷载作用时明挖段外侧附加竖向应力计算**

**5**在临近建筑有复合地基时，可在此基础上，结合具体情况，考虑复合地基对土体性质、应力状态等的影响，对参数进行适当调整和分析，结合有限元数值分析计算土压力。

**5.2.7**综合管廊明挖段内外无渗流条件时，支护结构外侧作用的水压力应根据明挖段外侧的静止地下水位按式（5.2.7）计算。当明挖段内外地下水有稳态渗流时，应考虑渗流力作用。

 （5.2.7）

式中：——水的重度（kN/m³）；

——明挖段外侧地下水位至主动土压力强度计算点的垂直距离（m）。

**5.2.8**主动土压力系数宜按下式计算：

 （5.2.8）

式中：——第i层土的内摩擦角标准值（°）。

**5.2.9**被动土压力强度标准值的计算宜符合下列规定（图5.2.9）：

**1**对于砂土及碎石土，可按式（5.2.9-1）和式（5.2.9-2）计算。

**1**）当计算点位于地下水位以上时：

 （5.2.9-1）

**2**）当计算点位于地下水位以下时：

 （5.2.9-2）



**图5.2.9　被动土压力标准值计算**

式中：——作用于管廊明挖段底面以下深度处的竖向应力标准值（kPa），按本规程第5.2.10条规定计算；

——第i层土的被动土压力系数，应按本规程第5.2.12条规定计算；

——支护结构内侧计算点处的水压力（kPa），可按本规程第5.2.11条规定计算。

**2**对于粉土及黏性土，可按下式计算：

 （5.2.9-3）

**5.2.10**作用于综合管廊明挖段底面以下深度处的竖向应力（）可按下式计算：

 （5.2.10）

式中： ——深度以上土的加权平均重度（kN/m³）地下水位以上取天然重度，地下水位以下取饱和重度。

**5.2.11**综合管廊明挖段内外无渗流条件时，支护结构内侧作用的水压力应根据明挖段内侧的静止地下水位按式（5.2.11）计算。当明挖段内外地下水有稳态渗流时，应考虑渗流力作用。

 （5.2.11）

式中：——明挖段内侧地下水位至被动土压力强度计算点的垂直距离（m）。

**5.2.12**被动土压力系数宜按下式计算：

 （5.2.12）

**5.2.13**悬臂式支挡结构的嵌固深度（）应符合下式嵌固稳定性的要求（图5.2.13）：

 （5.2.13）

式中：——嵌固稳定安全系数；安全等级为一级、二级、三级的悬臂式支挡结构，分别不应小于1.25、1.2、1.15；

——分别为明挖段外侧主动土压力、明挖段内侧被动土压力标准值（kN）；

——分别为明挖段外侧主动土压力、明挖段内侧被动土压力合力作用点至挡土构件底端的距离（m）。



**图5.2.13　悬臂式结构嵌固稳定性验算**

**5.2.14**单层锚杆和单层支撑的支挡式结构的嵌固深度（）应满足下式要求（图5.2.14）：

 （5.2.14）

式中：——嵌固稳定安全系数；安全等级为一级、二级、三级的锚拉式支挡结构和支撑式支挡结构，分别不应小于1.25、1.20、1.15；

——明挖段外侧主动土压力、明挖段内侧被动土压力合力作用点至支点的距离（m）。



**图5.2.14　单支点锚拉式支挡结构和支撑式支挡结构的嵌固稳定性验算**

**5.2.15**重力式水泥土墙的滑移稳定性应符合下式规定（图5.2.15）：

 （5.2.15）

式中：——抗滑移安全系数，其值不应小于1.2；

、——分别为水泥土墙上的主动土压力、被动土压力标准值（kN/m）；

——水泥土墙的自重（kN/m）；

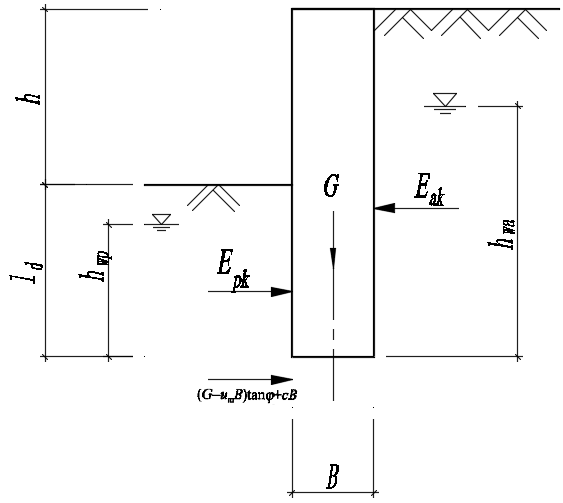
——水泥土墙底面上的水压力（kPa）；水泥土墙底位于含水层时，可取，在地下水位以上时，取=0；

——分别为水泥土墙底面下土层的黏聚力（kPa）、内摩擦角（°）；

——水泥土墙的底面宽度（m）；

——基坑外侧水泥土墙底处的压力水头（m）；

——基坑内侧水泥土墙底处的压力水头（m）。



**图5.2.15　重力式水泥土墙的滑移稳定性验算**

**5.2.16**重力式水泥土墙的倾覆稳定性应符合下式规定（图5.2.16）：

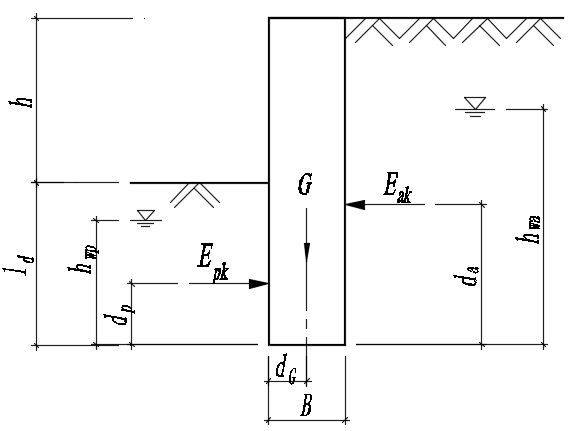
 （5.2.16）

式中：——抗倾覆安全系数，不应小于1.3；

——水泥土墙外侧主动土压力合力作用点至墙趾的竖向距离（m）；

——水泥土墙内侧被动土压力合力作用点至墙趾的竖向距离（m）；

——水泥土墙自重与墙底水压力合力作用点至墙趾的水平距离（m）。



**图5.2.16　重力式水泥土墙的倾覆稳定性验算**

**5.2.17**锚拉式、悬臂式支挡结构应按下列规定进行整体滑动稳定性验算：

**1**整体滑动稳定性可采用圆弧滑动条分法进行验算；

**2**采用圆弧滑动条分法时，其整体滑动稳定性应符合下列公式规定（图5.2.17）：

 （5.2.17-1）

 （5.2.17-2）

式中：——圆弧滑动稳定安全系数；安全等级为一级、二级、三级的支挡结构，分别不应小于1.35、1.30、1.25；

——第i个圆弧滑动体的抗滑力矩与滑动力矩的比值；抗滑力矩与滑动力矩的最小值宜通过搜索不同圆心及半径的所有潜在滑动圆弧确定；

、——分别为第j土条滑弧面处土的黏聚力（kPa）、内摩擦角（°），按本规程第5.2.3条的规定取值；

——第j土条的宽度（m）；

——第j土条滑弧面中点处的法线与垂直面的夹角（°）；

——第j土条的滑弧长度（m），取；

——第j土条上的附加分布荷载标准值（kPa）；

——第j土条的自重（kN），按天然重度计算；

——第j土条滑弧面上的水压力（kPa）；采用落底式截水帷幕时，对地下水位以下的砂土、碎石土、砂质粉土，在明挖段外侧，可取，在明挖段内侧，可取；滑弧面在地下水位以上或对地下水位以下的黏性土，取；

——地下水重度（kN/m³）；

——明挖段外侧第j土条滑弧面中点的压力水头（m）；

——明挖段内侧第j土条滑弧面中点的压力水头（m）；

——第k层锚杆在滑动面以外的锚固段的极限抗拔承载力标准值与锚杆杆体受拉承载力标准值（）的较小值（kN）；锚固段的极限抗拔承载力应按行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012第4.7.4条的有关规定取值，但锚固段应取滑动面以外的长度；对悬臂式、双排桩支挡结构，不考虑项；

——第k层锚杆处的法线与垂直面的夹角（°）；

——滑弧面在第k层锚杆处的法线与垂直面的夹角（°）；

——第k层锚杆的水平间距（m）；

——计算系数；可按取值；

——第k层锚杆与滑弧交点处土的内摩擦角（°）。

**3**当挡土构件底端以下存在软弱下卧土层时，整体稳定性验算滑动面中应包括由圆弧与软弱土层层面组成的复合滑动面。



1—任意圆弧滑动面；2—锚杆

**图5.2.17　圆弧滑动条分法整体稳定性验算**

**5.2.18**支挡式结构的嵌固深度应符合下列综合管廊明挖段坑底隆起稳定性要求：

**1**锚拉式支挡结构和支撑式支挡结构的嵌固深度应符合下列公式规定（图5.2.18-1）：

 （5.2.18-1）

 （5.2.18-2）

 （5.2.18-3）

式中：——抗隆起安全系数；安全等级为一级、二级、三级的支护结构，分别不应小于1.80、1.60、1.40；

、——分别为明挖段外侧、内侧挡土构件底面以上土的天然重度（KN/m³）；对多层土取各层土按厚度加权的平均重度；

——挡土构件的嵌固深度（m）；

h——明挖段深度（m）；

——地面均布荷载（kPa）；

、——承载力系数；

——分别为挡土构件底面以下土的黏聚力（kPa）、内摩擦角（°），按本规程第5.2.3条的规定取值。



**图5.2.18-1　挡土构件底端平面下土的抗隆起稳定性验算**

**2**当挡土构件底面以下有软弱下卧层时，综合管廊明挖段坑底抗隆起稳定性的验算部位尚应包括软弱下卧层。软弱下卧层的隆起稳定性可按公式（5.2.18-1）验算，但式中的、应取软弱下卧层顶面以上土的重度（图5.2.18-2），应以D代替。

注：D为明挖段基坑底面至软弱下卧层顶面的土层厚度（m）。

**3**横列板式支护的综合管廊明挖段沟槽支护工程，应按下式验算坑底抗隆起稳定性：

 （5.2.18-4）

式中：——作用分项系数，取1.0；

——坑底以上土体的天然重度加权平均值（kN/m³）；

——抗隆起分项系数，取1.2；

——地面均布荷载（kPa）；

——坑底土体不排水抗剪强度标准值（kPa），采用现场十字板剪切或室内三轴不固结不排水剪的强度指标。

**4**悬臂式支挡结构可不进行隆起稳定性验算。



**图5.2.18-2　软弱下卧层的隆起稳定性验算**

**5.2.19**锚拉式支挡结构和支撑式支挡结构，当综合管廊明挖段坑底以下为软土时，其嵌固深度应符合下列以最下层支点为轴心的圆弧滑动稳定性要求（图5.2.19）：

 （5.2.19）



1—任意圆弧滑动面；2—最下层支点

**图5.2.19　以最下层支点为轴心的圆弧滑动稳定性验算**

式中：——以最下层支点为轴心的圆弧滑动稳定安全系数；安全等级为一级、二级、三级的支挡式结构，分别不应小于2.20、1.90、1.70；

、——分别为第j土条在滑弧面处土的黏聚力（kPa）、内摩擦角（°），按本规程第5.2.3条规定取值；

——第j土条的滑弧长度（m），取；

——第j土条顶面上的竖向压力标准值（kPa）；

——第j土条的宽度（m）；

——第j土条滑弧面中点处的法线与垂直面的夹角（°）；

——第j土条的自重（kN），按天然重度计算。

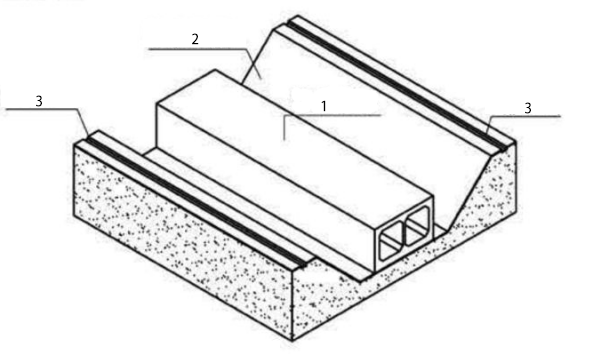
**5.2.20**采用悬挂式截水帷幕或综合管廊明挖段坑底以下存在水头高于明挖段坑底的承压水含水层时，应按本规程附录B的规定进行地下水渗透稳定性验算。

**5.2.21**挡土构件的嵌固深度除应满足本规程第5.2.13条～第5.2.20条的规定外，对悬臂式结构，尚不宜小于0.8h；对单支点支挡结构，尚不宜小于0.3h；对多支点支挡式结构，尚不宜小于0.2h。

注：h为明挖段深度。

**Ⅱ 坡率法**

**5.2.22**坡率法（图5.2.22）设计应符合下列规定：



l⎯综合管廊；2⎯护坡面层；3⎯排水沟

**图5.2.22　综合管廊明挖段坡率法开挖示意图**

**1**综合管廊明挖段周围具有放坡空间，且满足对周边环境影响的变形控制要求时，管廊明挖段可采用放坡开挖。放坡坡率与护坡措施应根据地区经验、岩土特性、开挖深度综合确定；

**2**在淤泥或淤泥质土等软土场地不宜采用放坡支护，当采用放坡开挖时需进行土体加固；填土

**3**开挖阶段应设置必要的排水明沟、盲沟、集水井等地表及坑内排水系统；

**4**放坡开挖的明挖段支护工程，应根据岩土特性、地下水位、放坡高度等条件，结合当地工程经验采取合适的护坡措施；

**5**软土地层中采用单级放坡开挖的管廊明挖段深度不宜大于4m，采用多级放坡开挖的管廊明挖段深度不宜大于7m；

**6**采用放坡开挖的管廊明挖段，应验算放坡土体的整体稳定性，多级放坡应同时验算各级放坡和多级放坡的整体稳定性；

**7**管廊明挖段放坡开挖的允许坡率值，应根据当地工程经验确定，当土质良好且均匀、无不良地质作用、地下水不丰富时，可按表5.2.22确定。

**表5.2.22　允许坡率值参考表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 土质类别 | 性状 | 坡率允许值（高：宽） | |
| 坡高5m以内 | 坡高5m～10m |
| 黏性土 | 坚硬  硬塑  可塑 | 1:0.75～1:1.00  1:1.00～1:1.25  1:1.25～1:1.50 | 1:1.00～1:1.25  1:1.25～1:1.50 |
| 粉土 | 稍密 | 1:1.00～1:1.25 | 1:1.25～1:1.50 |
| 碎石类土 | 密实  中密  稍密 | 1:0.35～1:0.50  1:0.50～1:0.75  1:0.75～1:1.00 | 1:0.50～1:0.75  1:0.75～1:1.00  1:1.00～1:1.25 |
| 残积黏性土  全风化岩 | 硬塑  可塑 | 1:0.75～1:1.00  1:1.00～1:1.25 |  |

注：1　表中碎石土的充填物若为黏性土，应为坚硬或硬塑黏性土；

2　对砂土或充填物为砂土的碎石土，坡率允许值宜按自然休止角确定；

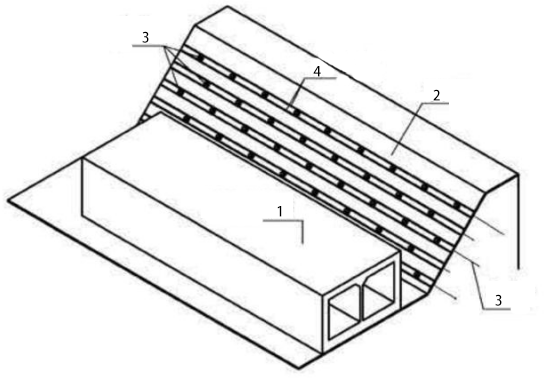
3　软土地区采用放坡开挖时各级放坡坡率不宜大于1:1.5，淤泥质土层中不宜大于1:2.0；软土与松散填土不宜放坡；

~~4　本表仅供参考，选用时尚应符合现行国家及当地有关标准的规定。~~

**8**综合管廊明挖段放坡开挖边坡宜采用土工膜覆盖、砂（土）包反压、抹面、挂网（钢丝或铁丝网）喷浆等措施保护坡面。对老黏性土和软质岩石坡面应及时保护，减少暴露时间，防止岩土体浸水软化强度降低。

**Ⅲ 土钉墙与复合土钉墙**

**5.2.23**土钉墙与复合土钉墙（图5.2.23）设计应符合下列规定：



l⎯综合管廊 2⎯面层 3⎯土钉 4⎯加强筋

**图5.2.23　综合管廊明挖段土钉墙支护结构示意图**

**1**土钉墙由土钉、喷射混凝土面层、被加固的原位土体及必要的防排水系统组成；

**2**土钉墙适用于地下水位以上的素填土、黏性土和砂土，周边环境对变形要求不高的综合管廊明挖段支护工程，且开挖深度不大于12m。土钉墙不宜用于饱和的砂土、碎石土、淤泥和淤泥质土以及新近填土，且其适用性应结合地区经验综合确定；

**3**土钉可分为成孔注浆型钢筋土钉和击入式钢管土钉两种，对易塌孔的岩土宜采用击入式钢管土钉；

**4**击入式钢管土钉的注浆应符合下列规定：

**1**）注浆材料应采用水泥浆，水灰比宜取0.50～0.60；

**2**）注浆压力不宜小于0.60MPa，应在注浆至钢管周围出现返浆后停止注浆，当不出现返浆时，可采用间歇注浆的方法。

**5**土钉墙的土钉排数、间距、长度、直径等应根据岩土特性、综合管廊明挖段开挖的各工况、整体稳定性及土钉承载力计算确定；

**6**土钉墙应按分层开挖、分层施做土钉及混凝土面层的步序进行设计和施工；

**7**成孔注浆型钢筋土钉的注浆应符合下列规定：

**1**）注浆材料可选用水泥浆或水泥砂浆。水泥浆的水灰比宜取0.50～0.55；水泥砂浆的水灰比宜取0.40～0.45，同时灰砂比宜取0.50-1.00，拌和用砂宜选用中粗砂，按重量计的含泥量不得大于3%；

**2**）注浆前应将注浆管插至孔底、由孔底注浆，注浆管端部至孔底的距离不宜大于200mm；注浆及拔管时，注浆管出浆口应始终埋入注浆液面内，应在新鲜浆液从孔口溢出后停止注浆；注浆后，当浆液液面下降时，应进行补浆。

**8**复合土钉墙可以由土钉墙和截水帷幕、微型桩、预应力锚杆（索）等不同形式组合，适用于开挖深度在15m以内，需设置截水帷幕和对变形控制有一定要求的工程；

**9**复合土钉墙不适用于开挖深度范围内有淤泥、淤泥质土以及开挖深度范围内有赋存承压水的地层。

**10**　综合管廊明挖段坑底存在软土地层，抗隆起稳定性计算应满足现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120的有关规定。

**11**土钉墙、复合土钉墙的坡度不宜大于1：0.2，无条件放坡的综合管廊明挖段支护，复合土钉墙垂直开挖深度不超过15m。当综合管廊明挖段较深、土的抗剪强度较低时，宜取较小坡度。对砂土、碎石土、松散填土，确定土钉墙坡度时尚应考虑开挖时坡面的局部自稳能力。微型桩、水泥土桩复合土钉墙，应采用微型桩、水泥土桩与土钉墙面层贴合的垂直墙面。

**12**采用水泥土桩复合土钉墙时，水泥土桩应符合下列规定：

**1**）应根据水泥土桩施工工艺对土层特性和综合管廊明挖段周边环境条件的适用性选用搅拌桩、高压旋喷桩等桩型；

**2**） 进入综合管廊底面的长度宜大于桩径的2倍，且不应小于1m；

**3**）水泥土桩应与喷射混凝土面层贴合；

**4**）水泥土桩桩身28d无侧限抗压强度不宜小于1MPa；

**5**）水泥土桩兼作截水帷幕时，尚应符合本规程第5章和第6章地下水控制要求。

**13**微型桩垂直复合土钉墙，微型桩应符合下列规定：

**1**）应根据微型桩施工工艺对土层特性和综合管廊明挖段周边环境条件的适用性选择微型钢管桩、型钢桩或钻孔灌注桩等桩型；

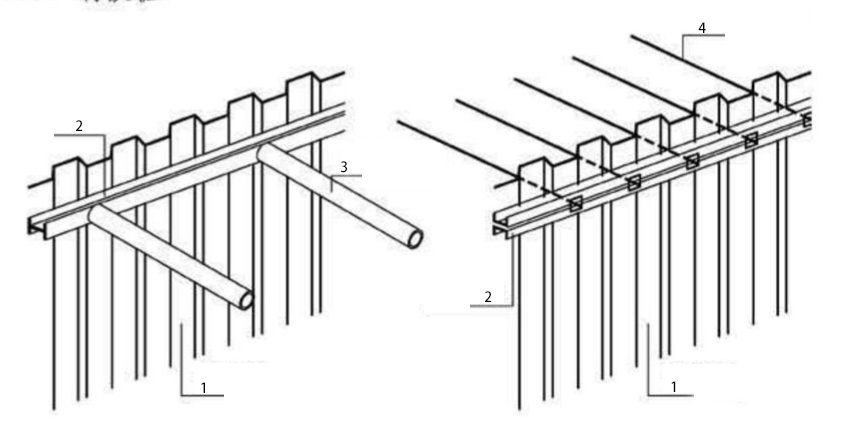
**2**）微型桩桩顶上宜设置连梁，将桩连接在一起，连梁上可设置预应力锚杆或土钉。

**3**）微型桩的直径、规格应根据对复合墙面的强度要求确定；采用成孔后插入微型钢管桩、型钢桩的工艺时，成孔直径宜取100mm～400mm，对钢管，其直径宜取48mm～250mm，配置型钢时，宜选用16-22号工字钢或H型钢；孔内应灌注水泥浆或水泥砂浆并充填密实；采用微型混凝土桩时，其直径宜取200mm～300mm；

**4**）微型桩进入综合管廊明挖段坑底面的长度宜大于桩径的5倍，且不应小于2m。

**Ⅳ 组合钢连续墙**

**5.2.24**组合钢连续墙（图5.2.24）设计应符合下列规定：

****

l⎯钢板桩；2⎯钢腰梁；3⎯钢管支撑；4⎯锚拉钢筋

**图5.2.24　钢板桩结合设置内支撑或锚杆等组合**

**1**单纯钢板桩支护适用于综合管廊明挖段开挖深度小于10m，且邻近无重要建筑物基础或重要地下管线的管廊明挖段工程。适用的地层为黏性土、粉土、砂土、素填土和薄层的淤泥及淤泥质土。用于杂填土和含有碎石、卵石及漂石、块石，密实的圆砾、角砾、砾砂，以及标准贯入试验锤击数大于25击的土层时，宜通过现场试验确定其适用性；

**2**型钢组合桩包括钢管+拉森桩组合桩、帽型钢板桩+H型钢组合桩等，与撑锚结构结合可用于开挖深度大于10m综合管廊明挖段支护；

**3**型钢组合桩设计时除了需考虑结构受力所需截面模量、惯性矩等力学特性、结构变形协调性、构造连接等方面的要求外，还需结合施工环境考虑组合结构运输、堆放、焊接或连接、沉桩、桩锤改造等因素。侧向荷载较大时，组合桩体系可采用撑锚结构协助控制变形。

**4**对于止水性能要求高的综合管廊工程明挖段，设计时应采用能够保证锁口止水性能的热轧钢板桩，其他情况可选用冷弯钢板桩；

**5**当钢板桩采用锁口止水时，沉桩前应在锁口内嵌填黄油、沥青或其他密封止水材料，防渗要求高时，应在综合管廊外另行设置截水帷幕；

**6**钢板桩结合内支撑或锚杆等组合而成的板式支护体系，适用于开挖较深、场地空间狭小以及周边环境保护要求较高的综合管廊明挖段。临时工程支撑宜采用钢支撑，永久工程可选用锚杆（索）或混凝土支撑；

**7**选用钢板桩时应考虑钢板桩的打入、拔除对周边环境的扰动，应事先调查其对周边环境的影响。钢板桩施工前，应采用适当的工艺和方法减少沉桩时的挤土与振动影响。打桩时应控制桩架和钢板桩的垂直度；沉桩时，应保护好先行沉入的钢板桩；

**8**组合钢连续墙采用内支撑或锚拉杆时，钢板桩宜设置钢腰梁，腰梁可采用型钢结构，应有足够的刚度。钢腰梁应贴合钢板桩，其间如果存在间隙应灌以细石混凝土填实；

**9**　组合钢连续墙的组合截面参数按材料力学的方法计算，截面惯性矩应按桩顶部或支撑点的构造乘以下列折减系数：

1）桩顶设置整体冠梁或支撑点设有整体腰梁时，折减系数取0.9；

2）桩顶不设整体冠梁或腰梁分段设置时，折减系数取07。

**10**组合钢连续墙规格应通过支护结构的内力、变形计算和稳定性验算确定，其外形与锁口尺寸、截面特性等详见现行国家标准《热轧钢板桩》GB/T 20933；组合钢连续墙的受弯、受剪承载力应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017的有关规定进行计算；

**11**组合钢连续墙施工允许偏差应符合表5.2.24规定：

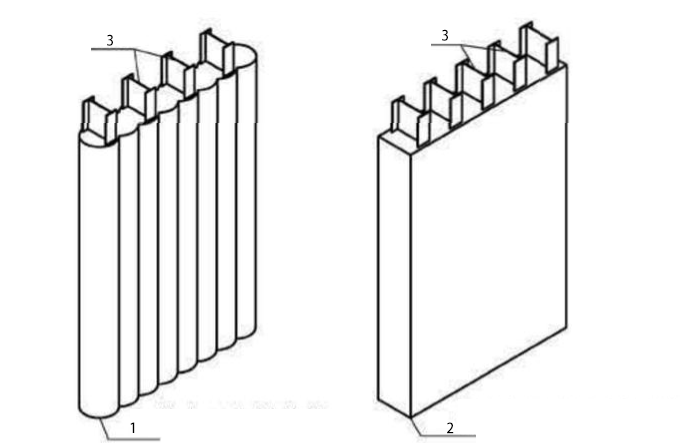
**表5.2.24　组合钢连续墙允许偏差**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检查项目 | 允许偏差或允许值 | |
| 单位 | 数值 |
| 1 | 成桩垂直度 | - | ≤1/100 |
| 2 | 桩身弯曲度 | - | <2%L（L为桩长） |
| 3 | 轴线位置 | mm | ±100 |
| 4 | 桩顶标高 | mm | ±100 |
| 5 | 桩长 | mm | ±100 |
| 6 | 齿槽咬合程度 | - | 紧密 |

**12**组合钢连续墙稳定性验算应根据综合管廊明挖段所处工程地质、水文条件和综合管廊结构特点，包括明挖段坑底抗隆起验算、抗渗流破坏稳定性计算和整体稳定性计算。

**Ⅴ 劲芯水泥土连续墙**

**5.2.25**劲芯水泥土连续墙如图5.2.25，劲芯水泥土连续墙设计应符合下列规定：

****

l⎯三轴水泥土搅拌桩；2⎯等厚度水泥土搅拌桩；3⎯内插型钢

**图5.2.25　劲芯水泥土连续墙典型结构图**

**1**劲芯水泥土连续墙可用于需要设置截水帷幕的综合管廊明挖段支护工程；

**2**劲芯水泥土连续墙型钢及水泥土搅拌墙的规格、深度等应根据板式支护体系内力、变形计算和稳定性验算结果综合确定。水泥土搅拌墙可采用三轴水泥土搅拌桩、渠式切割水泥土搅拌墙（TRD工法）或铣削深搅水泥土搅拌墙（CSM工法）；

**3**三轴水泥土搅拌桩适用于素填土、淤泥质土、黏性土、粉土、砂土和黄土等地层。渠式切割水泥土搅拌墙（TRD工法）除适用上述地层外，也适用于粒径不大于100mm的碎石土以及饱和单轴抗压强度不大于8MPa的软岩地层。铣削深搅水泥土搅拌墙（CSM工法）除适用上述地层外，也适合饱和单轴抗压强度不大于20MPa的岩层。水泥土搅拌墙在各类地层中的适用性及相对应的工艺参数应通过现场试验确定；

**4**支护土层存在较厚淤泥、淤泥质土、有机质含量较高的土时，宜采用全置换水泥土施工工艺，并应进行工艺试验；

**5**劲芯水泥土连续墙的设计厚度。采用三轴搅拌、渠式切割水泥土墙（TRD）时不宜小于650mm；采用双排单轴喷射搅拌式桩径不宜小于550mm；28d水泥强度不应小于1.0MPa；渗透系数应小于10-6cm/s；内插型钢采用H型钢；

**6**劲芯水泥土连续墙的墙体计算抗弯刚度，只应计算内插型钢的截面刚度，在进行支护结构内力和变形计算以及管廊明挖段坑底抗隆起、抗倾覆、整体稳定性等各项稳定性分析时，支护结构的深度应取型钢的插入深度，不应计入型钢端部以下水泥土搅拌墙的作用。劲芯水泥土连续墙的内力计算与强度验算可按现行行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T 199的有关规定执行；

**7**内插型钢的设计应符合下列规定：

**1**）内插型钢的垂直度不应大于1/200；

**2**）当型钢采用钢板焊接而成时，应按照现行行业标准《焊接H型钢》YB 330的有关规定焊接成型；

**3**）型钢宜采用整材；当采用分段焊接时，应采用坡口焊等强焊接。对接焊接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的有关规定，焊接接头的位置应避免设在支撑位置或开挖面附近等型钢受力较大处；相邻型钢的接头竖向位置宜相互错开，错开距离不宜小于1m；

**4**）对周边环境要求较高，桩身在粉土、砂土等透水性较强的土层中或对搅拌桩抗裂和抗渗要求较高时，宜增加型钢插入密度；

**5**）型钢水泥土搅拌墙的转角部位宜插型钢。

**8**劲芯水泥土连续墙的顶部应设置封闭的钢筋混凝土冠梁。冠梁的高度和深度应满足可能起拔型钢的需要，并应符合下列规定：

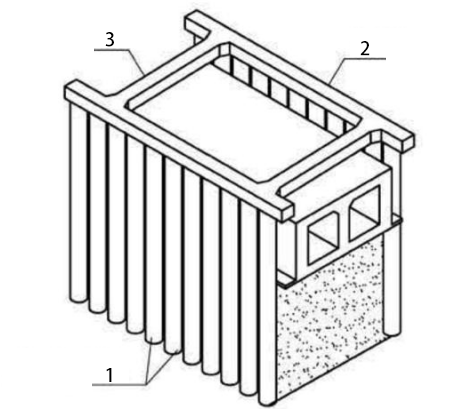
**1**）冠梁截面高度不应小于600mm，截面宽度宜比搅拌桩直径大350mm；

**2**）内插型钢应锚入冠梁，冠梁主筋应避开型钢设置。型钢顶部高出冠梁顶部不应小于500mm，型钢与冠梁间的隔离材料应采用不易压缩的材料；

**3**）冠梁的箍筋宜采用四肢箍，直径不宜小于8mm，间距不应大于200mm；在冠梁与支撑交点位置，箍筋适当加密，由于内插型钢而未能设置封闭箍筋的部位宜在型钢翼缘外侧设置封闭箍筋予以加强。

**Ⅵ 排桩墙支护**

**5.2.26**排桩墙（图5.2.26）设计应符合下列规定：

****

l⎯排桩 2⎯冠梁 3⎯支撑

**图5.2.26　综合管廊明挖段排桩墙支护结构示意图**

**1**排桩支护应根据综合管廊明挖段深度、土的性质、明挖段周边环境条件及施工场地条件等因素，采用锚杆+排桩、内支撑+排桩、悬臂式排桩等结构形式，

**2**排桩的桩型与成桩工艺应根据桩所穿越土层的性质、地下水条件及明挖段周边环境要求等，按安全适用、经济合理的原则进行选择，并应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定。排桩可选用钻（冲）孔桩、旋挖桩等灌注桩，当明挖段较浅或桩身弯矩较小时，也可采用预应力管桩。

**3**当支护桩的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，不得采用挤土效应严重、易塌孔、易缩径或有较大震动的桩型和施工工艺；

**4**采用钻孔灌注桩支护时，悬臂式排桩的桩径宜大于或等于600mm；锚拉式排桩或支撑式排桩的桩径宜大于或等于400mm；排桩的中心距不宜大于桩直径的2.0倍；

**5**排桩支护的嵌固深度应满足抗倾倾覆验算、整体稳定性验算，软土地层还需满足明挖段管廊坑底抗隆起验算。对于一、二、三级明挖段的支挡结构，其嵌固稳定安全系数应分别不小于1.25、1.20和1.150；

**6**混凝土支护桩截面应经正截面和斜截面承载力计算，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；

**7**排桩的桩间土防护应采取下列措施：

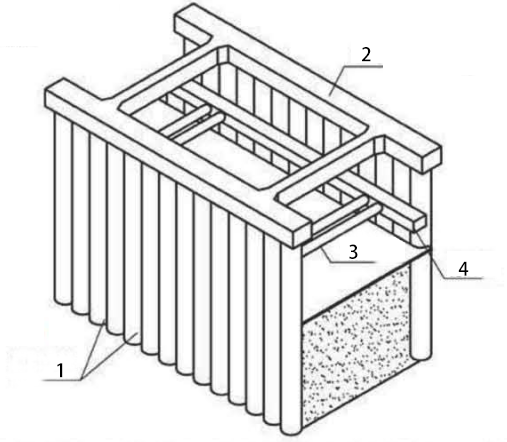
1）桩间土防护措施宜采用内置钢筋网或钢丝网的喷射混凝土面层；

2）喷射混凝土面层的厚度不宜小于50mm，混凝土强度等级不宜低于C20，混凝土面层内配置的钢筋网的纵横向间距不宜大于200mm。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12mm，拉筋锚固在桩内的长度不宜小于100mm；

3）钢筋网宜采用桩间土内打入直径不小于12mm的钢筋钉固定，钢筋土钉打入桩间土中的长度不宜小于排桩净间距。

**Ⅶ 内支撑**

**5.2.27**内支撑（图5.2.27）设计应符合下列规定：

****

l⎯围护墙 2⎯冠梁 3⎯支撑 4⎯腰梁

**图5.2.27　综合管廊明挖段支护内支撑体系示意图**

**1**综合管廊明挖段支护内支撑体系适用于有型钢或钢筋混凝土材料组成的墙式围护结构和桩式围护结构；

**2**综合管廊明挖段支护内支撑体系由冠梁或腰梁、支撑和竖向支承构件三部分组成。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；

**3**支护结构的内支撑应采用稳定的结构体系和可靠的连接构造，宜采用超静定内支撑结构体系，支撑体系应具有足够的刚度，除应满足承载力要求外，尚应满足变形的要求；

**4**内支撑结构各构件可采用钢结构或钢筋混凝土结构，也可采用混合结构；

**5**内支撑设置的层数、间距应经计算确定。布置支撑结构应避开综合管廊主体墙、梁板和地下结构的其他重要部位，还应方便后续施工和拆除。内支撑构件穿越综合管廊结构底板、外墙时应做好防水构造处理；

**6**内支撑系统的各水平及竖向受力构件，应按结构构件的受力条件及施工中可能出现的不利影响因素，设置必要的连接构件，保证结构构件在平面内及平面外的稳定性；

**7**支撑预加压力不宜大于支撑力设计值的0.4倍～0.6倍。支撑构件的长细比不宜大于150，连系构件的长细比不应大于120，立柱的长细比不应大于25；

**8**各类支撑构件的构造除应符合本节的有关规定外，尚应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017或《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；

**9**钢结构支撑构件长度的拼接宜采用高强度螺栓连接或焊接，拼接点的强度不应低于构件的截面强度。对于格构式组合构件，不应采用钢筋作为缀条连接；

**10**支撑拆除前应在综合管廊主体结构与支撑结构间设置可靠的换撑传力构件；

**11**支撑的竖向布置应符合下列规定：

**1**）支撑与综合管廊挡土构件连接处不应出现拉力；

**2**）支撑应避开综合管廊主体结构底板和顶（低）板的位置，并应满足主体地下结构施工对墙、柱钢筋连接长度的要求；当支撑下方的主体结构顶（低）板在支撑拆除前施工时，支撑底面与下方主体结构顶（低）板间的净距不宜小于700mm；

**3**）采用多层水平支撑时，各层水平支撑宜布置在同一竖向平面内，层间净高不宜小于3m。

**12**混凝土支撑的构造应符合下列规定：

**1**）混凝土的强度等级不应低于C25；

**2**）支撑构件的截面高度不宜小于其竖向平面内计算长度的1/20；腰梁的截面高度（水平尺寸）不宜小于其水平方向计算跨度的1/10，截面宽度（竖向尺寸）不应小于支撑的截面高度；

**3**）支撑构件的纵向钢筋直径不宜小于16mm，沿截面周边的间距不宜大于200mm；箍筋的直径不宜小于8mm，间距不宜大于250mm。

**13**钢支撑的构造应符合下列规定：

**1**）钢支撑的截面型式可以采用H型钢、钢管、工字钢或槽钢以及它们的组合截面；

**2**）钢支撑与钢腰梁的连接可采用焊接或螺栓连接。钢支撑与腰梁的节点处未焊接或采用螺栓连接时应采取必要的防坠落措施。

**14**立柱的构造宜符合下列规定：

**1**）立柱可采用钢格构、钢管、型钢或钢管混凝土等形式；

**2**）当采用灌注桩作为立柱基础时，钢立柱锚入桩内的长度不宜小于立柱长边或直径的4倍；

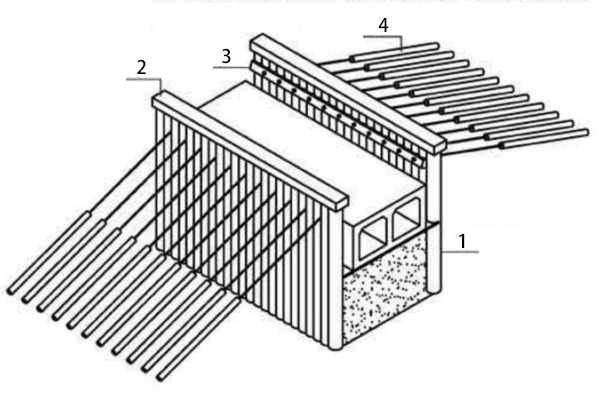
**3**）立柱长细比不宜大于25；

**4**）立柱与水平支撑的连接可采用铰接。

**15**钢立柱穿过管廊结构底板的部位，应在底板内设置止水钢板，止水板道数应根据管廊底板防水要求确定。

**Ⅷ 锚杆（索）**

**5.2.28**锚杆（索）（图5.2.28）设计应符合下列规定：

****

l⎯围护墙 2⎯冠梁 3⎯腰梁 4⎯锚杆（索）

**图5.2.28　综合管廊明挖段支护锚杆（索）体系示意图**

**1**锚杆（索）设计应包括下列内容：

**1**）确定锚杆（索）类型、间距、排距和安设角度、断面形状及施工工艺；

**2**）确定锚杆（索）自由段、锚固段长度、锚固体直径、锚杆抗拔承载力特征值；

**3**）锚杆（索）筋体材料设计；

**4**）锚具、承压板、台座及腰梁设计；

**5**）预应力锚杆（索）张拉荷载值、锁定荷载值；

**6**）锚杆（索）试验和监测要求；

**7**）支护结构变形控制需要进行的锚杆（索）补张拉设计。

**2**锚杆（索）的应用应符合下列规定：

**1**）锚拉结构宜采用钢绞线锚索；承载力要求较低时，也可采用钢筋锚杆；档环境保护不允许在支护结构使用功能完成后锚杆（索）杆体滞留在地层内时，应采用可拆芯钢绞线锚杆（索）；

**2**）在易塌孔的松散或稍密的砂土、碎石土、粉土、填土层，饱和软弱土层，高水头压力的各类土层，钢绞线锚索、钢筋锚杆宜采用套管护壁成孔工艺或旋喷锚索。

**3**）锚杆（索）注浆宜采用二次压力注浆或旋喷注浆工艺；

**4**）土层锚杆（索）锚固段不应设置在未经处理的软弱土层、不稳定土层和不良地质作用发育地段，及钻孔注浆引发较大土体沉降的土层。

**5**）在复杂地质条件下，应通过现场试验确定锚杆（索）的适用性。

**3**锚杆（索）杆体材料宜选用钢绞线、螺纹钢筋、玻璃纤维，当锚杆（索）极限承载力小于400kN时，可采用HRB335钢筋。

**4**锚杆（索）布置与锚固体强度应符合下列规定：

**1**）锚杆（索）锚固体上下排间距不宜小于2.5m，水平方向间距不宜小于1.5m；锚杆（索）锚固体上覆土层厚度不宜小于4.0m。锚杆（索）的倾角宜为15°～35°；

**2**）锚杆（索）定位支架沿锚杆轴线方向宜每隔1.0m～2.0m设置1个，锚杆（索）杆体的保护层不得少于20mm；

**3**）锚固体宜采用水泥砂浆或纯水泥浆，浆体设计强度不宜低于20.0MPa；

**4**）土层锚杆（索）钻孔直径不宜小于120mm。

**5**锚杆（索）预应力筋的截面面积应按下式确定：

 （5.2.28-1）

式中：——相应于作用的标准组合时，锚杆（索）所承受的拉力值（kN）；

——锚杆（索）张拉施工工艺控制系数，当预应力筋为单束时可取1.0，当预应力筋为多束时可取0.9；

——钢筋、钢绞线强度设计值（kPa）。

**6**土层锚杆（索）锚固段长度（）应按基本试验确定，初步设计时也可按下式估算：

**** （5.2.28-2）

式中：D——锚固体直径（m）；

K——安全系数，可取1.6；

——土体与锚固体间黏结强度特征值（kPa），由当地锚杆抗拔试验结果统计分析算得。

**7**锚杆（索）应在锚固体和外锚头强度达到设计强度的80%以上后逐根进行张拉锁定，张拉荷载宜为锚杆（索）所受拉力值的1.05倍～1.1倍，并在稳定5min～10min后退至锁定荷载锁定。锁定荷载宜取锚杆（索）设计承载力的0.7倍～0.85倍；

**8**锚杆（索）自由段超过潜在的破裂面不应小于1m，自由段长度不宜小于5m，锚固段在最危险滑动面以外的有效长度应满足稳定性计算要求；

**9**锚杆（索）腰梁应根据实际约束条件按连续梁或简支梁计算。计算腰梁内力时，腰梁的荷载应取结构分析时得出的支点力设计值。

**10**为避免锚索在基坑实施结束后成为障碍物，宜采用可回收锚索。可回收锚索可采用大直径旋喷锚索，其钢绞线全长无粘结，脱锚装置应保证使用阶段的可靠性、回收阶段锚索正常脱离。

**11**可回收旋喷锚索成锚流程：采用旋喷钻头边旋喷边钻进，待锚固体到达设计深度后，退回钻头和钻杆，在回退的过程中边回退边喷浆。

**12**当锚索承载力要求较高时，可在扩大头长度范围内杆体上设置多个承载体，承载体的承载力和数量应通过锚杆基本试验确定。

**13**旋喷锚索锚固体直径宜取300mm～500mm，同时可根据设计需要在锚杆端部设置扩径段。

**Ⅸ 组合式支护结构**

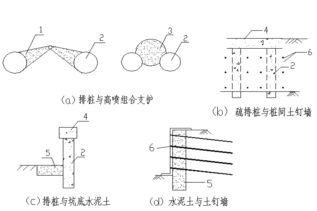
**5**.**2.29**组合式支护结构设计

**1**当采用单一支护结构体系不能满足综合管廊支护的安全、经济要求时，应考虑在同一支护段采用两种或两种以上不同支护型式的组合式支护体系；

**2**组合式支护结构的型式应根据工程地质条件、水文地质条件、环境条件和明挖段开挖深度等因素，结合当地的施工能力和工程经验合理确定，考虑各支护结构单元的相互作用，并采取保证支护结构整体性的构造措施；

**3**常用的组合式支护结构型式包括混合型组合支护结构、阶梯型组合支护结构及拱形排桩或连续墙结构；

**4**混合型组合支护结构是在同一支护段采用两种或两种以上的结构，各支护型式应相互作用紧密，形成整体性支护结构体系（图5.2.29-1）。混合型组合支护结构应符合下列规定：



l⎯摆喷墙 2⎯桩 3⎯旋喷桩；4⎯冠梁 5⎯水泥土墙 6⎯土钉墙

**图5.2.29-1　部分混合型支护结构**

**1**）当采用疏排桩与高压旋喷组合支护时，应采取其他措施严格控制支护结构位移；

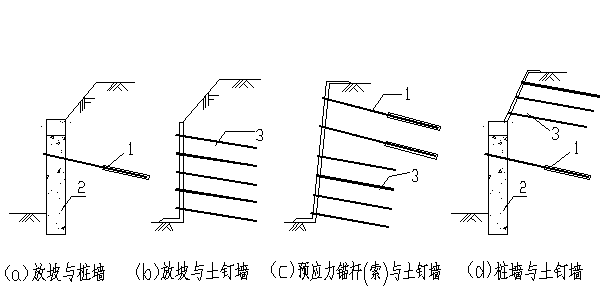
**2**）场地地下水位较高，土层渗透系数较大，管廊明挖段工程需要止水时，可采用水泥土搅拌桩和排桩的组合支护，搅拌桩和排桩之间应保持适当的距离；

**3**）拱形排桩与拱形水泥土墙的支护结构宜看作薄壳按整体位移控制设计，当无经验时，可按单一的排桩支护结构设计，并应验算高压旋喷桩或水泥土墙的承载力。

**5**阶梯型组合支护结构是在明挖段侧壁上、下分别采用不同的支护型式的结构，各支护结构可分别按单一的结构进行设计。计算下部支护结构的荷载时，应考虑上部支护结构及后侧土体的超载作用（图5.2.29-2）。阶梯型组合支护结构应符合下列规定：

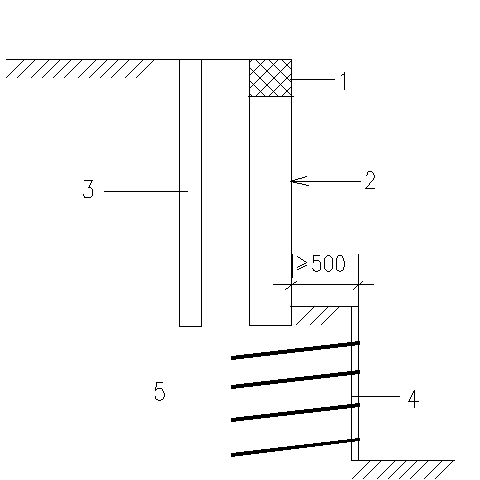
**1**）当增加挡土排桩的嵌固深度难度较大，主动侧有部分可利用的空间时，可在同一剖面用上部放坡开挖、下部用排桩或连续墙的组合式支护结构；

**2**）当微风化岩层位于明挖段开挖面以上，且结构面倾向明挖段外时，多支点桩墙可嵌入中、微风化岩0.5～1.0m，但岩层开挖边与桩墙边缘的距离必须大于500mm，且桩墙底部必须采取锚杆等加固措施，以保证坑壁稳定。为防止岩面局部塌落，可采取喷锚护面（图5.2.29-3）。



1⎯锚杆 2⎯排桩 3⎯土钉

**图5.2.29-2　阶梯型组合支护结构型式**



1⎯冠梁 2⎯锚杆或支撑 3⎯止水帷幕 4⎯锚钉

**图5.2.29-3　多支点桩墙结构与锚钉支护组合**

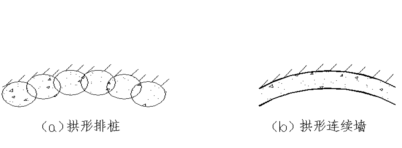
**6**当综合管廊侧墙整体或局部是拱形结构时，挡土结构宜成拱形（图5.2.29-4）。拱形结构可根据地质条件和实际需要采用排桩成拱结构或连续墙成拱结构。拱形排桩或连续墙成拱支护应符合下列规定：

**1**）排桩成拱支护结构，桩与桩之间应交接；

**2**）计算拱型挡土结构的受力及变形时，可将整个拱的刚度作为计算刚度；

**3**）排桩形成的拱型支护结构，桩顶应设冠梁；

**4**）拱型支护结构，应保证拱支座稳定，拱支座位移不应大于30mm。



**图5.2.29-4　拱形支护结构型式**

**5.3　地下水控制设计**

**5.3.1**在综合管廊开挖深度及其影响范围内，当存在渗透性较好的含水层或富水的基岩和断层破碎带时，在明挖段支护工程施工过程中，应对地下水进行控制。

**5.3.2**综合管廊明挖段支护地下水控制设计和施工首先应取得水文地质勘察资料，应进行专门的水文地质勘察。施工图设计前应对周边环境进行调查，判断地下水位变化对周边建筑物可能产生的影响。

**5.3.3**综合管廊明挖段支护工程地下水控制设计前，应详细了解明挖段支护结构体系及周围环境对地下水控制的技术要求。

**5.3.4**地下水控制应根据综合管廊沿线工程地质和水文地质条件、明挖段周边环境要求及支护结构形式，可采用截（止）水、降（排）水、回灌组合方法等措施。

**5.3.5**止水帷幕应根据防渗要求进行设计，水泥土止水帷幕的渗透系数不宜大于10-6cm/s。

**4.3.6**地下水控制设计应对明挖段周边环境控制过程中地下水位的变化作出预测，并要求在施工时进行监测。当降水会对周边建筑物、地下管线、道路等造成危害或对环境造成长期不利影响时，应采用截（止）水措施。采用悬挂式帷幕时，应同时采用坑内降水，并宜根据水文地质条件结合坑外回灌措施。

**5.3.7**当综合管廊底以下有水头高于明挖段坑底的承压水含水层时，各类支护结构均应符合行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012第C.0.1条的规定，进行承压水作用下的坑底突涌稳定性验算。当不满足突涌稳定性要求时，应对该承压水含水层采取截水、减压措施。

**5.3.8**地下水控制设计应按不影响其正常使用的要求确定，综合管廊明挖段支周边建（构）筑物、地下管线、道路等沉降控制值，应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定。

**5.3.9**地下水控制工程应采取措施防止地下水水质恶化，不得造成不同水质类别地下水的混融。

**5.3.10**降（排）水可采用集水明排、轻型井点、管井、真空井点、喷射井点、辐射井等方法，并宜按表5.3.10的适用条件选用：

**表5.3.10　降（排）水方法的适用条件**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 方法 | 含水岩组 | 渗透系数（m/d） | 降水深度（m） |
| 集水明排 | 填土、黏性土、粉土 | ＜3.0 | ＜2 |
| 轻型井点 | 黏性土、粉土、细砂、中细砂 | 0.1～20.0 | 单级＜6  多级＜12 |
| 喷射井点 | 粉土、砂土 | 0.1～20.0 | ＜20 |
| 管井 | 黏性土、粉土、砂土、碎石土、岩石 | 0.1～200.0 | 不限 |
| 真空管井 | 黏性土、粉土、细砂、中细砂 | 0.1～20.0 | 不限 |
| 辐射井 | 粉砂、细砂、中细砂、粗砂、卵砾石、黏性土等 | ＞0.1 | ＜30m |

**5.3.11**管廊设计降水水位应低于明挖段坑底面0.5m。当主体结构的集水井等部位使明挖段局部加深时，应按其深度考虑设计降水水位或对其另行采取局部地下水控制措施。明挖段采用截（止）水结合坑外减压降水的地下水控制方法时，尚应规定降水井的水位最大降深。

**5.3.12**降水井井位应沿明挖段周边以一定间距形成闭合状。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。对宽度较小的狭长形明挖段，降水井也可在综合管廊的一侧布置。

**5.3.13**综合管廊地下水控制设计除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120、《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111等的有关规定。

**6　岩土工程施工**

**6.1　一般规定**

**6.1.1**综合管廊岩土工程施工应按照岩土工程设计文件要求，综合考虑工程地质与水文地质条件、施工技术条件与环境，并应重视地方经验，因地制宜，合理选择施工工艺，节约资源，强化施工质量控制，施工中重视环境效应，遵循信息化施工原则，确保施工期间本体工程及周边环境安全。

**6.1.2**综合管廊岩土工程施工前，应根据需要做好如下调查及资料收集工作：

**1**工程所在区域的地形地貌、场地条件及周边环境；

**2**沿线场地地表水、工程地质、水文地质和气象情况；

**3**场地周边建筑、地下管线、地下障碍物的埋深、结构、使用情况以及与拟建场地的相对位置，地面作业净空、噪声、振动方面的限制等情况；

**4**沿线场地周边道路交通状况、施工场地材料堆放及运输能力；

**5**工程所需主要材料、施工机械、设备资源情况；

**6**施工动力、给水、排水及其他条件；

**7**与岩土工程施工有关的其他情况和资料。

**6.1.3**综合管廊岩土工程施工前的准备工作应按下列规定执行：

**1**依据设计施工图纸和环境调查与分析，做好技术交底、安排好施工作业顺序；

**2**对场地沿线及周边进行封闭并做好交通疏导工作，对场内进行清理和整平；

**3**依据平面和高程控制点，建立测量控制网；

**4**完成危险源的辨识、分级与防范对策制定，制订应急预案，准备好相应的应急物资。

**6.1.4**综合管廊岩土工程施工时应做好文明施工和环境保护工作，必须采取有效措施，控制施工现场噪声、废气、建筑垃圾、扬尘、污水等对环境造成的污染和危害。

**6.1.5**综合管廊岩土工程施工过程中，当发现地质、场地、工程等条件与勘察报告和岩土设计文件不相符时，或周边环境情况出现异常，应暂停施工，及时会同岩土工程设计单位进行处理，出现危险征兆，应立刻启动应急预案，妥善处置。

**6.1.6**城市综合管廊基坑多为狭长的线性结构，施工宜采用分段、流水施工作业，基坑开挖应遵循“分层、分段、分块、对称、平衡、限时”和“先撑后挖、限时支撑、严禁超挖”的原则。

**6.1.7**综合管廊岩土工程施工过程中，严禁在综合管廊基坑边坡坡顶2m范围内堆放建筑材料、土方、其他重物，在2m范围外堆载时不应超过设计荷载值。

**6.2　基坑支护工程施工**

**Ⅰ 坡率法施工**

**6.2.1**坡率法放坡开挖可根据情况，采用一级或多级放坡，其施工内容包括：截（排）水沟施工、土方开挖、土坡护面。

**6.2.2**坡率法放坡开挖施工应符合以下规定：

**1**开挖前做好防、排、截水工作，防止雨水等地表水进入土体，保持基底和边坡的干燥；

**2**开挖时严格按照设计坡率进行放坡开挖，及时做好护面，严禁挖反坡；

**3**基坑顶部宜做硬化和防渗处理，四周应做好硬质防护，设置连续封闭的防护栏杆和可靠的人员上下及逃生通道，悬挂明显的安全警示标牌；

**4**当开挖深度超过3m时应分层开挖、每层开挖深度不超过2m；

**5**开挖完成后坡脚应及时设置排水沟、集水井。

**Ⅱ 土钉墙与复合土钉墙**

**6.2.3**土钉墙施工流程应按下列步骤进行：

**1**开挖工作面，修整坡面；

**2**初喷底层混凝土；

**3**土钉成孔、安放、注浆；

**4**挂钢筋网并与土钉端部焊接；

**5**安装泄水孔；

**6**复喷表层混凝土至设计厚度；

**7**进入下一层施工，重复第2款至第6款施工步骤，直至完成。

**6.2.4**土钉墙施工应按设计图纸随土方开挖分层进行，并应符合下列规定：

**1**土钉墙施工应遵循“自上而下、分层开挖、分层锚固、分层喷护”的原则；

**2**土方开挖后，土钉安装、喷射混凝土护面应及时完成，一般土层应在24h内完成，软弱土层应在12h内完成；

**3**喷射混凝土完成，终凝2h后应及时喷水养护，养护时间大于2d后，方可开挖下层土方；

**4**钢筋网宜在底层混凝土初喷完成后铺设；

**5**施工过程中应对土钉位置、钻孔直径、孔深、钻孔角度，浆液配比、注浆量、注浆压力，喷锚厚度等进行检查。

**6.2.5**土钉墙施工还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。复合土钉墙施工还应符合现行国家标准《复合土钉墙基坑支护技术规范》GB 50739的有关规定。

**Ⅲ 组合钢连续墙**

**6.2.6**组合钢连续墙施工宜跟随综合管廊结构施工一同分段进行。

**6.2.7**组合钢连续墙施工流程宜按下列步骤进行：

**1**施工准备；

**2**沉桩；

**3**土方开挖，支撑设置；

**4**主体结构施工；

**5**支撑拆除；

**6**土方回填；

**7**回收。

**6.2.8**钢板桩运至现场时应检查其长度、厚度，板桩立面应平直，锁口应符合标准规定。打设时，应保证竖直、位置准确。

**6.2.9**组合钢连续墙沉桩施工应根据桩的截面类型、沉桩深度、地层情况、周边环境和地方经验等，选择沉桩工艺、设备及方法。常用的沉桩方式有锤击、振动、静压或射水辅助等。沉桩工艺及设备特点见表6.2.9。

**表6.2.9　组合钢连续墙沉桩工艺及设备特点**

| 沉桩条件 | | 沉 桩 工 艺 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 锤 击 法 | | | | 振动法 | 静压法 |
| 柴油锤 | 蒸汽锤 | 液压锤 | 落锤 | 振动锤 | 液压静压机 |
| 土层条件 | 软弱土 | 不适合 | 不适合 | 不适合 | 适合 | 适合 | 适合 |
| 一般土层 | 适合 | 适合 | 适合 | 适合 | 适合 | 适合 |
| 硬质土 | 可以 | 可以 | 可以 | 不适合 | 可以 | 不适合 |
| 场地条件 | 设施规模 | 大 | 大 | 大 | 小 | 大 | 中 |
| 噪声 | 大 | 大 | 中 | 中 | 中 | 小 |
| 振动 | 大 | 大 | 大 | 中 | 大 | 小 |
| 耗能 | 大 | 大 | 大 | 小 | 大 | 中 |
| 施工速度 | 快 | 快 | 快 | 慢 | 中 | 慢 |
| 特 点 | 优点 | 效率高 | 沉桩力  可调 | 沉桩力 可调 | 沉桩力可调；沉桩设施简单 | 沉桩和拔桩均可 | 低噪音、低振动；沉桩和拔桩均可 |
| 缺点 | 噪音和振 动较大；润 滑油飞散 | 噪和振动较大 | 振动较大 | 效率低 | 噪音和振动较大 | 效率低 |

**6.2.10**组合钢连续墙沉桩施工应符合下列规定：

**1**沉桩深度不应小于设计桩底标高；

**2**单纯钢板桩的沉桩方法包括逐根沉桩法、屏风式沉桩法，对于沉桩精度要求较高的部位，宜采用屏风式沉桩法；

**3**沉桩宜设置导向架，导向架宜采用双边式，土层松软、桩长较短时，可采用单边式；

4　采用锤击沉桩时应设置桩帽，桩帽应与桩锤相匹配，且与桩身中心线重合，桩帽与钢板桩的间隙宜为5mm～10mm；

**5**振动锤夹桩起吊就位后应进行初打，待校正好桩身垂直度后正式振动沉桩；

**6**黏土层不宜采用射水法沉桩。

**6.2.11**设支撑体系时，支撑应随着挖土及时安装；拆除时支撑体系应分层、分段拆除，待基坑回填至一定高度后方可拆除支撑。

**6.2.12**待全部地下工程完成并回填后进行组合钢连续墙的拔出，拔出时可采取以下措施：

**1**根据土质情况，可在拔桩前靠桩边沿灌入清水，减少摩阻力；

**2**拔出后出现的空隙，应立即灌砂或注浆。

**Ⅳ 劲芯水泥土连续墙**

**6.2.13**劲芯水泥土墙的水泥土墙可采用单轴大直径搅拌桩、三轴搅拌桩、渠式切割水泥土搅拌墙（TRD工法）和铣削深搅水泥土搅拌墙（CSM工法）。

**6.2.14**水泥土搅拌墙施工过程应符合下列规定：

**1**施工前应对场地进行平整和硬化，地基土承载能力应能满足桩机行走要求；

**2**搅拌墙施工前应进行试成桩，单轴搅拌桩不得少于3根，多轴不得少于3幅；通过试验确定浆液的水灰比、下沉（提升）速度、浆泵的压送能力、每米桩墙或每幅墙的注浆量等技术参数，当地层差异较大时，应分层确定以上技术参数；

**3**三轴搅拌桩应采用套接一孔施工，在土质较差或周边环境复杂的地段底部宜复搅；搅拌下沉速度与提升速度宜根据土层情况，结合地区经验和试验确定，各土层的下沉和提升速度应符合表6.2.14的规定，下沉和提升过程应保持匀速进行；

**表6.2.14　搅拌下沉与提升速度**（m/min）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土质类型 | 下沉速度 | 提升速度 |
| 黏性土 | 0.3～1.0 | 1.0～2.0 |
| 砂性土 | 0.5～1.0 |
| 砂砾土 | 根据现场试验 |
| 特殊性土 |

**4**如因特殊原因造成搅拌桩不能连续施工，时间超过24h的，应采取补救措施；

**5**TRD工法施工前应清除地下障碍物，并对施工场地采取加固处理措施，施工中应通过安装在切割箱体内部的多段式随钻测斜仪，实时监测墙体的垂直度，发现超差应及时停机处理，等处理好后再进行施工；

**6**CSM工法施工场地应严格加固平整处理，避免钻机倾覆；

**7**水泥土桩身28d无侧限抗压强度不应小于设计要求，且不宜小于0.5MPa。

**6.2.15**型钢插入和回收应符合下列规定：

**1**型钢宜在搅拌桩施工结束后30min内插入，插入前应检查型钢的焊缝质量和表面平整度，检查记录时可按本规程附录C的样式进行填写；

**2**单根型钢的接头不宜超过2个，相邻接头位置应错开1m以上，接头距离基坑底面宜大于2m，接头位置应避开支撑位置、开挖面附近等受力较大部位；

**3**拟拔出的型钢在插入之前应在干燥情况下除锈，再涂刷减摩材料，型钢在冠梁范围内的部份应包裹塑料或油毡；

**4**型钢拔除回收时，宜采用跳拔，并及时对型钢拔出后形成的空隙注浆充填。

**6.2.16**劲芯水泥土墙施工还应符合现行行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T 199的有关规定。

**Ⅴ 排桩**

**6.2.17**排桩包括单排桩、双排桩、咬合桩，排桩支护施工应符合下列规定：

**1**排桩结构可包括混凝土灌注桩和预制桩。灌注桩排桩成桩应采用跳打的施工顺序，间隔距离应大于桩径的4倍，预制排桩成桩应从一端向另一端进行；

**2**排桩施工过程中应做好施工记录；

**3**钻孔灌注桩需泥浆护壁成孔时，采用黏性土造浆时，制造泥浆的黏土用量可按土的含水量、比重、密度等指标进行换算。

**6.2.18**咬合式排桩施工应符合下列规定：

**1**咬合桩桩顶应设置导墙，导墙宽度宜为3m～4m，厚度宜为0.3m～0.5m；

**2**咬合桩施工前，应根据现场周边环境、工程地质和水文地质条件、设计要求、施工经验等选择施工设备和工艺，并进行工艺性成桩试验；

**3**咬合桩应先施工素混凝土桩后施工钢筋混凝土桩（图6.2.18）。可采用软切割和硬切割的施工方式，也可采用预埋接头管的方式；施工机械可采用全套管全回转钻机、搓管机、振动锤、旋挖钻机驱动护筒等；

**4**采用咬合桩+锚杆（索）的支护体系时，可预埋锚索施工架。



**图6.2.18　咬合桩施工顺序示意图**

**6.2.19**排桩施工还应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定。

**Ⅵ 内支撑**

**6.2.20**钢筋混凝土支撑施工应符合下列规定：

**1**支撑系统的施工应遵循先撑后挖的原则，内支撑结构的施工与拆除顺序应与设计工况保持一致；

**2**支撑穿过管廊结构侧墙时，应做好结构防水措施；

**3**支撑梁板底部绑扎钢筋前应采取可靠措施与底部土体隔离；

**4**冠梁、腰梁和支撑混凝土应整体浇筑，杆件跨度较大时宜分段浇筑、养护；

**5**支撑混凝土强度达到设计要求后方可开挖下层土方，支撑下方土方开挖应根据支撑下方净空高度选择设备，开挖时严禁触碰支撑结构；

**6**混凝土支撑的施工还应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。

**6.2.21**在临近轨道交通、生命线工程、保护建筑和老旧居民小区等周边环境复杂的综合管廊明挖段，可采用轴力伺服混凝土支撑。

**6.2.22**钢支撑施工应符合下列规定：

**1**钢腰梁与围护墙体之间的空隙不宜大于100mm，超过时可在腰梁安装定位后，采用C30或以上等级的细石混凝土填充密实，或其他可靠连接措施；

**2**对施加预应力的钢支撑，施加预应力前应检查各节点的连接状况，施加预应力过程中应均匀、对称、分级施加。

**6.2.23**立柱施工应符合下列规定：

**1**立柱桩可选择钢筋混凝土灌注桩、型钢水泥土搅拌桩、预应力管桩等，施工应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定；当采用钢筋混凝土灌注桩时孔底沉渣不应大于100mm；

**2**立柱与支撑、立柱与立柱桩之间应采取可靠的连接措施；

3　立柱采用钢格构柱时，其制作加工、焊接与安装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定；

4　当立柱穿过管廊结构时，应采取可靠的止水措施。

**6.2.24**支撑体系换撑和拆除应符合下列规定：

**1**支撑体系的换撑和拆除应与设计工况一致；

**2**支撑体系拆除过程中，应加强基坑监测和现场巡视检查，发现隐患应立即排除。

**Ⅶ 锚杆（索）**

**6.2.25**锚杆（索）施工前宜进行试成锚试验，验证设计参数、确定施工工艺。

**6.2.26**锚杆（索）成孔应符合下列规定：

**1**在易塌孔地层中成孔施工时，宜采取跟管钻进；

**2**锚杆（索）施工钻穿止水帷幕，应及时进行堵漏、修补帷幕；

**3**锚杆（索）成孔深度应超过设计深度不小于0.5m；锚孔水平及垂直方向允许偏差应为±50mm，钻孔角度允许偏差应为±3o；

**4**采用旋喷锚杆（索）时，宜采用螺旋钻、三叶钻头预成孔；

**6.2.27**锚杆（索）杆体制作、安装应符合下列规定：

**1**锚杆（索）杆体应全长设置定位架，定位架外径宜小于钻孔直径4mm～6mm，间距宜为1.0m～2.0m；

**2**杆体自由端应采取防腐和有效的隔离措施；

**3**钢绞线和玻璃纤维杆体应采用切割机或圆盘砂轮锯切断，严禁使用焊机焊断；

**4**采用跟管钻进时，应在拔出套管前将杆体送入孔内，并应采取有效措施，防止拔出套管是时杆体被带出；

**5**采用旋喷锚杆时，杆体安装宜随钻杆同步带入；

**6**杆体下料长度应考虑成孔深度、腰梁、台座尺寸、张拉锁定设备所需长度。

**6.2.28**锚杆（索）注浆应符合下列规定:

**1**在软土层中注浆时，宜选择合适的注浆压力、稳压时间、注浆工艺和注浆量；

**2**注浆泵的工作压力应符合设计文件的规定，并应计入输浆过程中管路损失对注浆压力的影响；

**3**旋喷锚索扩体段应采用水泥浆扩孔，扩孔喷射压力不应小于20MPa，喷嘴给进速度宜为100mm/min～150mm/min，喷嘴转速宜为5r/min～15r/min。

**6.2.29**锚杆张拉锁定前张拉设备应进行标定，锚固体、钢筋混凝土腰梁的养护时间和强度应符合设计要求。

**6.2.30**锚杆的成孔、杆体制作和安装、注浆、张拉与锁定，还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。

**6.3　地基处理施工**

**6.3.1**换填垫层法施工应符合下列规定：

**1**垫层铺筑前，应先进行施工验槽，底面不得积水，浮土应清理干净；如发现坑底有孔洞、沟、井、洞穴时，应在铺筑前加以处理；

**2**换填垫层铺筑施工时，应避免扰动坑底原状土层，可预留180mm～220mm的土层暂不挖出，待铺筑垫层材料前，采用人工开挖至设计标高；

**3**换填材料应根据设计要求和现场试验确定，可选用素土、砂、砂石、灰土、水泥土、粉煤灰和矿渣等；

**4**素土垫层应在无水状态下铺填，材料宜为黏性土，土的含水量应接近最优含水量，施工控制含水量宜为最优含水量ωop±2%；

**5**碎石垫层的碎石粒径宜为5mm～40mm，不均匀系数大于5，含泥量不应大于5%；

**6**采用矿渣垫层时，应对矿渣的化学成分、物理力学性质进行试验，合格后方可使用。

**6.3.2**灰土挤密桩和土挤密桩施工应符合下列规定：

**1**成孔应按设计要求、成孔设备、现场土质和周围环境等情况，选用振动沉管、锤击沉管、冲击或钻孔等方法。

**2**桩顶设计标高以上的预留覆盖土层厚度，宜符合下列规定：

1. 沉管成孔不宜小于0.5m；
2. 冲击成孔或钻孔夯扩法成孔不宜小于1.2m。

**3**成孔时，地基土宜接近最优（或塑限）含水量，当土的含水量低于12%时，宜对拟处理范围内的土层进行增湿，应在地基处理前（4～6）d，将需增湿的水通过一定数量和一定深度的渗水孔，均匀地浸入拟处理范围内的土层中，增湿土的加水量可按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79的有关规定估算。

**4**土料有机质含量不应大于5%，且不得含有冻土和膨胀土，使用时应过10mm～20mm的筛，混合料含水量应满足最优含水量要求，允许偏差应为±2%，土料和水泥应拌合均匀。

**5**成孔和孔内回填夯实应符合下列规定：

**1**）成孔和孔内回填夯实的施工顺序，当整片处理地基时，宜从里（或中间）向外间隔（1～2）孔依次进行，对大型工程，可采取分段施工；当局部处理地基时，宜从外向里间隔（1～2）孔依次进行；

**2**）向孔内填料前，孔底应夯实，并应检查桩孔的直径、深度和垂直度；

**3**）桩孔的垂直度允许偏差应为±1%；

**4**）孔中心距允许偏差应为桩距的±5%；

**5**）经检验合格后，应按设计要求，向孔内分层填入筛好的素土、灰土或其他填料，并应分层夯实至设计标高。

**6**铺设灰土垫层前，应按设计要求将桩顶标高以上的预留松动土层挖除或夯（压）密实。

**7**施工过程中，应有专人监督成孔及回填夯实的质量，并应做好施工记录；如发现地基土质与勘察资料不符，应立即停止施工，待查明情况或采取有效措施处理后，方可继续施工。

**8**雨期或冬期施工，应采取防雨或防冻措施，防止填料受雨水淋湿或冻结。

**6.3.3**水泥土搅拌桩可用于管廊地基处理，也可用于管廊基坑被动区土层加固；水泥土搅拌桩施工应符合本规程第6.2.14条的规定：

**6.3.4**高压旋喷桩施工应符合下列规定：

**1**施工前应根据设计要求进行工艺性试桩，确定施工参数；

**2**单管法和双重管法的高压水泥浆浆液流压力宜为20MPa～30MPa，双重管法的气流压力宜为0.6MPa～0.8MPa；

**3**三重管法的高压水射流压力宜为20MPa～40MPa，低压水泥浆浆液流压力宜为0.2MPa～1.0MPa，气流压力宜为 0.6MPa～0.8MPa；

**4**双高压旋喷桩注浆的高压水压力宜为35MPa±2MPa，流量宜为70L/min～80L/min，高压浆液的压力宜为20MPa±2MPa，流量宜为70L/min～80L/min，压缩空气的压力宜为0.5MPa～ 0.8MPa，流量宜为1.0m³/min～3.0m³/min；

5　水泥宜采用普通硅酸盐水泥，水灰比宜为0.8～1.2；

**6**旋喷钻机与高压泵的距离不宜大于50m，钻孔定位偏差不应大于50mm。喷射注浆应由下向上进行，注浆管分段提升的搭接长度应大于100mm；

**7**高压旋喷桩作业时，临近区域不得进行抽水作业。

**6.3.5**水泥粉煤灰碎石桩施工应符合下列规定：

**1**施工前应根据设计要求进行室内配合比试验；

**2**长螺旋钻孔压灌混合料成桩应控制起拔钻杆的时间，混合料泵送量应与起拔速度相匹配，混合料应一次连续压灌完成，钻具底端不得脱离桩孔内混合料；

**3**沉管灌注成桩施工拔管速度应按匀速控制，并控制在1.2m/min～1.5m/min，遇淤泥或淤泥质土层，拔管速度应适当放缓，沉管拔出地面确认成桩桩顶标高后，用粒状材料或湿黏性土封顶；

**4**桩顶标高应高于设计桩顶标高0.5m以上。

**6.3.6**地基处理施工尚应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79的有关规定。

**6.4　地下水控制施工**

**6.4.1**管廊岩土地下水控制施工分为降（排）水、截（止）水、回灌或其组合。

**6.4.2**截（止）水帷幕和降水系统施工前应编制专项施工方案，方案应包括施工方法、施工顺序、施工质量控制要点等关键内容，并通过现场试验结果调整施工工艺参数。

**6.4.3**截（止）水帷幕施工前，应清除地表和地下障碍物，并对场地进行平整、硬化，确保设备主机、起重机械等重型施工机械的行走及施工稳定性。

**6.4.4**集水明排施工应符合下列规定：

**1**应沿管廊两侧基坑坡顶和坡脚设置排水沟，排水沟边缘离开坑壁边脚不应小于0.3m，排水沟底面应比相应的基坑开挖面低0.3m～0.5m，沟底宽不宜小于0.3m，纵向坡度宜为0.2～0.5%；

**2**宜沿排水沟每隔30m～40m布设集水井，集水井底应比相应的排水沟低0.5m～1.0m，集水井直径或边长宜为0.7m～1.0m；

**3**集水井和排水沟应采取防渗措施。

**6.4.5**截（止）水帷幕施工应符合下列规定：

**1**高压旋喷桩截水帷幕

**1**）高压旋喷桩施工可采用单管法、双重管法、三重管法，喷浆方式可采用旋喷、摆喷和定喷；

**2**）高压旋喷桩截水帷幕施工前，应选取有代表性的地段进行试桩，成桩试验不宜少于3根，通过试桩确定注浆量、浆液配合比、压力、提升速度等工艺参数；

**3**）制作浆液时，水灰比应按设计要求和试桩参数进行，严格控制，不得随意改变；

**4**）高压旋喷桩施工时应间隔施工，且应在喷浆施工24h内浆液初具强度后，再施工相邻的桩孔；喷射注浆应由下而上均匀喷射，停止喷浆的标高宜高于设计标高至少1.0m；

**5**）在旋喷过程中，如因机器故障中断旋喷时，应重新钻至桩底设计标高并重新旋喷；

**6**）宜先施工支护结构后施工高压旋喷桩，桩位偏差不得大于80mm，垂直度应控制在1%以内。

**2**三轴水泥土搅拌桩截（止）水帷幕

**1**）应采用套接孔法施工，相邻桩的搭接时间不宜超过24h，当超过24h，搭接施工时应放慢搅拌速度。若无法搭接或搭接不良，应作为冷缝记录在案，经设计认可后在搭接处外侧采取补做搅拌桩或旋喷桩的技术措施；

**2**）当采用灌注桩和截水帷幕支护方案时，宜先施工截水帷幕，后施工灌注桩；

**3**）三轴搅拌桩施工时桩机应对中，平面允许偏差为±20mm，立柱导向架的垂直度不应大于1/250。

**3**TRD工法等厚度水泥土搅拌墙截（止）水帷幕

**1**）当切割土层较硬、墙体较深、墙体防渗要求高时，TRD工法施工等厚度水泥土搅拌墙宜采用三步施工法；当土体强度低、墙体较浅时可采用一步施工法；

**2**）TRD工法施工前，应进行试成墙，试成墙长度不应少于6m；

**3**）设备就位后，主机应调平、对中，平面允许偏差为±20mm，墙体垂直度允许偏差为1/250；

**4**）因故停机后再次施工时，应原为回切已施工的墙体不小于500mm；停机时间较长时，必须将切割箱停放在开放区或将切割箱全部拔出；

**5**）TRD等厚度水泥土搅拌墙截（止）水帷幕还应符合现行行业标准《渠式切割水泥土连续墙技术规程》JGJ/T 303的有关规定。

**4**CSM工法等厚度水泥土搅拌墙截（止）水帷幕

**1**）CSM工法施工前，应进行试成墙，试成墙不应少于2幅；

**2**）CSM工法桩施工前应先挖导沟，导沟宽1.0m～1.5m，深0.8m～1.0m；

**3**）CSM工法施工时铣轮就位应对中，铣轮平面允许偏差为±20mm，墙体垂直度允许偏差为1/250；

**4**）CSM工法施工时，对于深度不大于30m，且无深厚砂、卵石地层时，可采用单浆液；对于深度大于30m，或进入密实的砂、卵石地层时，应采用双液浆。

**6.4.6**咬合式排桩作为截（止）水帷幕应符合本规程第6.2.18条的规定。

**6.4.7**降（排）水施工前，应编制降水专项施工方案，主要内容应包括工程概况、水文地质条件、周边环境条件、降水施工设计、主要施工方法、施工质量控制、运行维护管理、降水对周边环境影响的控制、应急预案等。

**6.4.8**轻型井点施工应符合下列规定：

**1**轻型井点宜采用水冲法成孔，成孔机具宜采用带有平板振动器的导杆式冲枪，成孔孔径不宜小于300mm，成孔深度应比滤管底端深0.5m；

**2**井点管水平间距可根据不同土质和预降水时间确定，宜为0.8m～1.6m，井点管距离管廊基坑侧壁不宜小于0.7m～1.0m；井点管直径宜为38mm～55mm；

**3**成孔完成后，井点管与孔壁之间应立即采用滤料回填，回填后滤料顶面至地面的距离不宜小于1.0m，滤料顶面至地面之间，应采用黏土封填密实；

**4**滤料应为磨圆度好、粒径不均匀系数（Cu）小于3、含泥量小于3%的石英砂，砂的粒径应按下式确定：

D50=（8～12）d50 （6.4.8）

式中：D50——滤料的平均粒径（mm）；

d50—一含水层土的平均粒径（mm）。

**5**一台机组携带的总管最大长度，真空泵不宜大于100m，射流泵不宜大于80m，隔膜泵不宜大于60m，每根井管长度宜为6m～9m。

**6**每套井点设置完毕后，应进行试抽水，检查管路连接处以及每根井点管周围的密封质量；

**7**运行期间应填写井点运行记录。

**6.4.9**喷射井点施工应符合下列规定：

**1**成孔直径不应小于400mm，成孔深度应比滤管底端深1.0m；

**2**井点管水平间距可根据地层情况和预降水时间确定，宜为2.0m～4.0m，井点管直径宜为75mm～100mm；

**3**滤料回填应符合本规程第6.3.8条第3款的规定；

**4**每套喷射井点的井点数不宜大于30根，总管直径不宜小于150mm，总长不宜大于60m；

**5**每根喷射井点管井沉设完毕后，应及时进行单井试抽，排出的浑浊水未经沉淀处理，不得直接回入循环管路系统，试抽时间应持续到水由浊变清为止；

**6**每套喷射井点系统安装完毕后，应进行试抽，不应有漏气或翻砂冒水现象，用于循环管路的工作水应保持洁净，在降水过程中应视水质浑浊程度及时更换。

**6.4.10**电渗井点施工应符合下列规定：

**1**电渗井点利用轻型井点做阴极时，成孔方法按照本规程轻型井点要求执行；利用喷射井点做阴极时，成孔方法按照本规程喷射井点要求执行；

**2**阴、阳极的数量宜相等，阳极数量也可多于阴极数量，阳极设置深度宜比阴极设置深度大500mm，阳极露出地面的长度宜为200mm～400mm，阴极利用轻型井点管或喷射井点管设置；

**3**电压梯度可采用50V/m，工作电压不宜大于60V，土中通电时的电流密度宜为（0.5～1.0）A/m2；

**4**采用轻型井点时，阴、阳极的距离宜为0.8m～1.0m，采用喷射井点时，宜为1.2m～1.5m；

**5**电渗降水宜采用间歇通电方式，每通电24h，停电2h～3h，依次循环。

**6.4.11**管井施工应符合下列规定：

**1**井管外径应大于200mm，且应大于抽水泵体最大外径50mm以上，成孔孔径不应小于650mm，管井成孔深度应超过管底0.50m；

**2**滤料应根据井点滤网孔径与降水施工区域土层颗粒级配进行选择，降水井点滤料选择可按照现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB/T 50027的有关规定执行；

**3**成孔施工可采用泥浆护壁钻进成孔，钻进中保持泥浆比重应为1.10～1.15，宜采用地层自然造浆，钻孔孔斜不应大于1%，终孔后应清孔，直到返回泥浆内不含泥块为止；

**4**井管安装应准确到位，不得损坏过滤结构，井管连接应确保完整无隙，避免井管脱落或渗漏，应保证井管周围填砾厚度基本一致，应在滤水管上下部各加1组扶正器，过滤器应刷洗干净，过滤器缝隙应均匀；

**5**井管安装结束后沉入钻杆，将泥浆缓慢稀释至比重不大于1.05后，将滤料徐徐填入，并随填随测填砾顶面高度，在稀释泥浆时井管管口应密封；

**6**宜采用活塞和空气压缩机交替洗井，洗井结束后应按设计要求的验收指标予以验收；

**7**抽水泵应安装稳固，泵轴应垂直，连续抽水时，水泵吸口应低于井内扰动水位2.0m。

**6.4.12**真空井点施工除应满足本规程管井施工的要求外，尚应符合下列规定：

**1**宜采用真空泵抽气集水，深井泵或潜水泵排水，井管应严密封闭，并与真空泵吸气管相连；

**2**单井出水口与排水总管的连接管路中应设置单向阀；

**3**分段设置滤管的真空降水管井，应对基坑开挖后暴露的井管、滤管、填砾层等采取有效封闭措施；

**4**井管内真空度不应小于65kPa，宜在井管与真空泵吸气管的连接位置处安装高灵敏度的真空压力表监测真空度。

**6.5　土方施工**

**6.5.1**管廊基坑（槽）土方开挖前应做好下列准备工作：

**1**根据设计文件、周边环境、地层情况等，编制专项施工方案，并进行安全技术交底；

**2**根据施工图纸和管廊位置，测放出开挖边线；

**3**开挖前做好降、排水措施，基坑内地下水位应降至拟开挖下层土方的底面标高以下不小于0.5m；

**4**围护结构的强度和龄期应满足设计要求。

**6.5.2**管廊基坑（槽）土方开挖应符合下列规定：

**1**管廊基坑为长条形基坑，土方开挖应遵循“分段分层、由上而下、先撑后挖”的原则；采用纵向斜面分段分层开挖方法，斜面应设置多级边坡，其分层厚度、总坡度、各级边坡坡度、边坡平台宽度等应通过稳定性验算确定。

**2**各区段开挖至坑底设计标高后应及时组织相关方进行地基验槽，合格后施工垫层和基础底板；

**3**施工过程中应对围护结构、周边环境进行观察和监测，发现异常应及时处理，合格后方可继续施工；

**4**安全文明施工、环境保护、冬雨季施工尚应符合国家现行有关标准的规定；

**6.5.3**管廊基坑（槽）土方回填应符合下列规定：

**1**回填土必须在管廊结构达到设计要求强度且隐蔽工程验收合格后方可进行填筑。

**2**回填前应将基坑（槽）、管廊底的垃圾杂物等清理干净，必须清理到基础底面标高。管廊顶板上部1000mm范围内回填材料应采用人工或小型夯压机分层夯实，大型碾压机不得直接在管廊顶板上部施工。回填土每层压实后，应按规范规定进行压实度检测，压实度满足设计要求后方可继续回填。设计无要求时，回填土压实度满足表6.5.3-1规定：

**表6.5.3-1　综合管廊回填土压实度表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | | 压实度（%） | 检查频率 | | 检查方法 |
| 范围 | 组数 |
| 1 | 绿化带下 | >90 | 管廊两侧回填土按50延米/层 | 1（三点） | 环刀法 |
| 2 | 人行道、机动车道下 | >95 | 1（三点） | 环刀法 |

**3**综合管廊两侧回填应对称、分层、均匀。综合管廊回填可根据实际情况采用人工回填和机械回填作业，基坑回填应分层填筑，分层压实，分层厚度及压实遍数应符合表6.5.3-2的规定。

**表6.5.3-2　填土施工时的分层厚度及压实遍数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 压实机具 | 分层厚度（mm） | 每层压实遍数 |
| 平碾 | 250～300 | 6～8 |
| 振动压实机 | 250～350 | 3～4 |
| 柴油打夯机 | 200～250 | 3～4 |
| 人工打夯 | <200 | 3～4 |

**4**管廊周边狭小空间不便于回填夯实作业时，宜采用砂或砂夹石、石屑等无黏聚性材料进行回填，可采用水夯法进行密实。

**5**土方回填完成后，采用钢板桩支护的管廊基坑，拔除时应注意拔除顺序、时间及桩孔处理方法，钢板桩拔出后桩孔应及时用砂或注浆等方式填实，以免钢板桩拔桩带土过多引起的土体位移，影响邻近建筑物、道路和地下管线的正常使用。

**6**对特殊狭窄空间、回填深度大、回填夯实困难等难以保证回填质量的施工，采用预拌流态固化土、泡沫混凝土等新技术。

7　岩土工程监测

**7.1　一般规定**

**7.1.1**管廊基坑支护设计单位应在设计文件中明确规定监测范围、监测项目及测点布置、监测频率、监测时间及周期、监测控制值和预警值等。

**7.1.2**监测单位应根据设计文件和现场实际情况，在现场踏勘和收集资料的基础上，有针对性的编制现场监测实施方案，现场监测方案的主要内容应包括：监测目的、监测内容、测点布置、监测仪器及方法、监测项目报警值及控制值、监测结果处理要求和信息反馈制度等，经建设方、设计方、监理方等相关单位认可后实施。

**7.1.3**现场监测除应符合本规程外，尚应符合国家现行标准《工程测量通用规范》GB 55018、《工程测量规范》GB 50026、《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497、《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定。

**7.1.4**监测仪器和设备应满足测量精度、抗干扰性、可靠性等要求。仪器在使用前应予校准，操作和维护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。

**7.1.5**遇下列情况时，宜实施自动化监测：

**1**监测点所在部位的环境条件不允许采用或不可能采用人工方式进行观测的项目；

**2**需要进行高频次监测且人工观测难以胜任的项目；

**3**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、连续监测其动态的项目。

**7.1.6**监测单位应按方案监测，及时整理监测资料，将结果报告委托方及相关单位。当监测数据达到报警值或现场出现异常和事故征兆时，监测单位必须立即通报委托方及相关单位，并应适当加密监测频率，工程建设各方应及时采取有效措施。

**7.1.7**监测时应记录监测设施状况、施工工况、支护结构和周边环境巡视巡查结果等，并结合监测数据，综合分析支护结构工作状态与环境变化情况。

**7.1.8**监测结束后，监测单位应向委托方提供下列资料并组卷归档：

**1**监测方案；

**2**测点布设、验收记录；

**3**阶段性监测报告；

**4**监测总结报告。

**7.2　监测项目**

**7.2.1**管廊沿线周边1倍～3倍埋设深度范围内需要保护的建（构）筑物、道路、地下管线等均应作为监测对象，必要时，应扩大监测范围。位于重要保护对象安全保护区范围内的监测点的布置，尚应满足相关管理部门的技术要求。

**7.2.2**工程监测项目应根据监测对象的特点、管廊明挖段基坑工程安全等级、设计及施工的要求合理确定，着重反映监测对象的变化特征和安全状态。管廊明挖段基坑工程安全等级参照现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120的有关规定执行。

**7.2.3**管廊明挖段基坑工程影响分区宜按现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911的有关规定执行。

**7.2.3**各监测对象和监测项目应互为补充、相互验证，满足设计、施工方案的要求，并形成有效、完整的监测体系。

**7.2.4**城市综合管廊岩土工程监测应采用仪器监测和现场巡视检查相结合的方法。仪器监测可采用现场人工监测或进行自动化监测。

**7.2.5**采用仪器监测时支护体系的监测项目应按表7.2.5进行选择。

**表7.2.5　管廊明挖段基坑工程仪器监测项目表**

| 序号 | 监测项目 | 管廊明挖段基坑工程安全等级 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级 | 二级 | 三级 |
| 1 | 支护桩（墙）、边坡的顶部水平位移 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 2 | 支护桩（墙）、边坡的顶部竖向位移 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 3 | 支护桩（墙）水平位移 | 应测 | 应测 | 宜测 |
| 4 | 支护桩（墙）结构应力 | 宜测 | 宜测 | 可测 |
| 5 | 立柱结构竖向位移 | 应测 | 应测 | 宜测 |
| 6 | 立柱结构水平位移 | 应测 | 宜测 | 可测 |
| 7 | 立柱结构应力 | 宜测 | 可测 | 可测 |
| 8 | 支撑轴力 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 9 | 锚杆（索）轴力 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 10 | 周边地表竖向位移 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 11 | 土体深层水平位移 | 应测 | 应测 | 可测 |
| 12 | 土体分层竖向位移 | 可测 | 可测 | 可测 |
| 13 | 坑底隆起 | 宜测 | 宜测 | 可测 |
| 14 | 支护桩（墙）侧向土压力 | 宜测 | 宜测 | 可测 |
| 15 | 地下水位 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 16 | 孔隙水压力 | 可测 | 可测 | 可测 |

**7.2.6**采用仪器监测时周边环境的监测项目应按表7.2.6进行选择。

**表7.2.6　管廊周边环境监测项目表**

| 监测对象 | 监测项目 | 工程影响分区 | |
| --- | --- | --- | --- |
| 主要影响区 | 次要影响区 |
| 建构筑物 | 竖向位移 | 应测 | 应测 |
| 水平位移 | 宜测 | 可测 |
| 倾斜 | 宜测 | 可测 |
| 裂缝 | 应测 | 可测 |
| 地下管线 | 竖向位移 | 应测 | 宜测 |
| 水平位移 | 可测 | 可测 |
| 道路 | 差异沉降 | 应测 | 可测 |
| 路面竖向位移 | 应测 | 可测 |
| 桥梁 | 墩台竖向位移 | 应测 | 应测 |
| 墩台差异沉降 | 应测 | 应测 |
| 墩柱倾斜 | 应测 | 应测 |
| 城市轨道交通 | 裂缝 | 应测 | 可测 |
| 隧道结构竖向位移 | 应测 | 应测 |
| 隧道结构水平位移 | 应测 | 可测 |
| 隧道结构净空收敛 | 宜测 | 可测 |
| 隧道结构变形缝差异沉沉降 | 应测 | 应测 |
| 轨道结构（道床）竖向位移 | 应测 | 应测 |
| 轨道静态几何形位（轨距、轨向、高低、水平） | 应测 | 应测 |
| 铁路、地面城市轨道 | 隧道、轨道结构裂缝 | 应测 | 宜测 |
| 路基竖向位移 | 应测 | 应测 |

**7.2.7**现场巡视检查应包括支护结构、施工工况、周边环境、监测设施，采用现场巡视检查时，现场巡视检查项目宜按表7.2.7选择。

**表7.2.7　现场巡视检查项目表**

| 监测对象 | 巡查项目 |
| --- | --- |
| 支护结构 | 开挖长度、分层高度及坡度，开挖面暴露时间 |
| 开挖面岩土体的类型、特征、自稳性，渗漏水量大小及发展情况 |
| 降水或回灌等地下水控制效果及设施运转情况 |
| 坑侧壁及周边地表截、排水措施及效果，坑边或基底积水情况 |
| 支护桩（墙）后土体裂缝、沉陷，基坑侧壁或基底的涌土、流砂、管涌情况 |
| 基坑周边的超载情况 |
| 放坡开挖的基坑边坡位移、坡面开裂情况 |
| 支护桩（墙）的裂缝、侵限情况 |
| 冠梁、围檩的连续性，围檩与桩（墙）之间的密贴性，围檩与支撑的防坠落措施 |
| 冠梁、围檩、支撑的变形或裂缝情况 |
| 支撑架设情况 |
| 盖挖法顶板的变形和开裂，顶板与立柱、墙体的连接情况 |
| 锚杆、土钉垫板的变形、松动情况 |
| 止水帷幕的开裂、渗漏水情况 |
| 周边环境 | 周边路面或地表的裂缝、沉陷、隆起、冒浆的位置、范围等情况 |
| 河流湖泊的水位变化情况，水面出现漩涡、气泡及其位置、范围，堤坡裂缝宽度、深度、数量及发展趋势等 |
| 工程周边开挖、堆载、打桩等可能影响工程安全的生产活动 |
| 监测设施 | 基准点、监测点的完好情况 |
| 监测元件的完好及保护情况 |
| 影响正常监测的障碍物情况等 |

**7.2.8**建在处理基地上的综合管廊应在施工期间和使用期间进行沉降变形监测，直到沉降达到稳定为止。

**7.3　监测点布置**

**7.3.1**各监测对象监测点的布设位置和数量应根据支护方案、管廊明挖段基坑工程安全等级、地质条件、综合管廊结构类型及监测方法的要求等综合确定，并应满足反映监测对象实际状态、位移和内力变化规律，及分析监测对象安全状态的要求。

**7.3.2**不同监测项目的监测点宜布置在同一断面上，监测点布置时尽量选择容易保护的位置，监测点布设到位后，应进行明显标记，并提醒有关施工单位在后续施工作业过程中加强对监测点的保护。

**7.3.3**围护墙（边坡）顶部水平位移监测点和竖向位移监测点宜为共用点，并布置在冠梁上，监测点间距不宜大于20m。

**7.3.4**围护墙或土体深层水平位移监测点间距宜为20m～60m，每侧边监测点的数目不应少于1个。

**7.3.5**每层支撑的轴力监测点的数目不应少于3个，各层支撑的监测点位置宜在竖向保持一致。

**7.3.6**立柱竖向位移监测点不应少于立柱总根数的1/3。

**7.3.7**每层锚杆（索）内力监测点的数量应为该层锚杆（索）数量的1%～3%。

**7.3.8**同一断面上坑底隆起监测点横向间距宜为10m～30m，且不宜少于3个。

**7.3.9**围护墙侧向土压力监测，在平面布置上，每边的监测断面不宜少于2个，竖向监测点的间距宜为2m～5m，下部宜加密。

**7.3.10**孔隙水压力的监测点宜在水压力变化影响深度范围内按土层布置，竖向间距宜为2m～5m，数量不宜少于3个。

**7.3.11**施工过程中需对监测点采取有效的保护措施，严禁破坏监测点。

**7.3.12**建在处理地基上的综合管廊沉降监测点的布置应满足结构设计及结构监测的要求。

**7.4　监测方法及监测频率**

**7.4.1**监测方法应符合下列规定：

**1**监测方法应根据监测对象和监测项目的特点、管廊明挖段基坑安全等级、设计要求、精度要求、场地条件和当地工程经验等综合确定，并应合理易行。

**2**监测基准点应布设在施工影响范围以外的稳定区域，且每个监测工程的竖向位移观测的基准点不应少于3个，水平位移观测的基准点不应少于4个，基准点应定期复测。

**3**监测项目初始值应在相关施工工序之前测定，应至少连续独立进行3次观测，并取其稳定值的平均值作为初始值。

**7.4.2**管廊明挖段支护工程监测频率应符合下列规定：

**1**监测频率应根据施工方法、施工进度、监测对象、监测项目、地质条件等情况和特点，并结合当地工程经验进行确定；

**2**工程施工期间，现场巡查每天不宜少于1次，并应做好巡查记录，在关键工况、特殊天气等情况下应增加巡查次数；

**3**仪器监测的监测频率宜按表7.4.2的规定执行。

**表7.4.2　仪器监测频率表**

| 管廊支护工程  安全等级 | 施工工况 | | 监测频率 |
| --- | --- | --- | --- |
| 一级 | 开挖深度H | ≤H/3 | 1次/（2～3）d |
| H/3～H2/3 | 1次/（1～2）d |
| H2/3～H | （1～2）次/d |
| 底板浇筑后时间（d） | ≤7 | 1次/d |
| 7～14 | 1次/3d |
| 14～28 | 1次/5d |
| >28 | 1次/7d |
| 二级 | 开挖深度H | ≤H/3 | 1次/3d |
| H/3～H2/3 | 1次/2d |
| H2/3～H | 1次/d |
| 底板浇筑后时间（d） | ≤7 | 1次/2d |
| 7～14 | 1次/3d |
| 14～28 | 1次/7d |
| >28 | 1次/10d |

**7.4.3**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**监测数据变化量较大或者速率异常增大；

**3**存在勘察中未发现的不良地质条件；

**4**大雨或长时间连续降雨；

**5**管廊支护结构附近地面荷载突然增大或超过设计限值；

**6**支护结构出现明显的变形、较大的裂缝、断裂、较严重渗漏水，支撑出现明显变位或脱落；

**7**地表、建（构）筑物等周边环境出现突然较大沉降、不均匀沉降或严重开裂；

**8**工程出现异常；

**9**管廊支护结构出现涌砂、涌土、管涌，较严重的渗漏水、突水，滑移、坍塌，底部较大隆起等；

**10**工程险情或事故后重新组织施工。

**7.5　监测预警值与控制值**

**7.5.1**综合管廊明挖段支护工程各监测对象的监测控制值和预警值应由支护结构设计方在设计文件中确定。

**7.5.2**监测对象的控制值应符合下列规定：

**1**监测项目控制值应根据不同施工方法特点、周围岩土体特征、周边环境保护要求并结合当地工程经验进行确定，并应满足监测对象的安全状态得到合理、有效控制的要求；

**2**周边环境监测项目控制值应根据环境对象的类型与特点、结构形式、变形特征、已有变形、正常使用条件及国家现行有关标准的规定，并结合环境对象的重要性、易损性及相关单位的要求等进行确定；

**3**支护结构监测项目控制值应根据工程监测等级、支护结构特点及设计计算结果等进行确定；

**4**周围地表沉降等岩土体变形控制值应根据岩土体的特性，结合支护结构工程自身风险等级和周边环境安全风险等级等进行确定。

**7.5.3**变形监测预警值应包括监测项目的累计变化预警值和变化速率预警值。

**7.5.4**管廊明挖段基坑及支护结构监测预警值应根据管廊基坑安全等级、工程地质条件设计计算结果及当地工程经验等因素确定，当无当地经验时可按本规程附录D执行。

**7.5.5**监测预警值除应符合上述要求外，尚应符合国家现行有关标准和中国工程建设标注化协会有关标准的规定。

**7.6　监测成果及信息反馈**

**7.6.1**取得现场监测资料后，应及时对监测资料进行整理、分析和校对，监测数据出现异常时，应分析原因，必要时应进行现场核对或复测。

**7.6.2**现场监测资料宜包括外业观测记录、现场巡查记录、记事项以及仪器采集的数据、照片、视频等电子数据资料。外业观测记录、现场巡查记录和记事项目应在现场直接记录在正式的监测记录表格中，监测记录表格中应有相应的工况描述；任何原始记录不得涂改、伪造和转抄；采用电子方式记录的数据，应完整存储在可靠的介质上。

**7.6.3**对监测数据应定期进行综合分析，应及时计算累计变化值、变化速率值，并绘制时程曲线，并应根据施工工况、地质条件和环境条件分析监测数据的变化原因和变化规律，预测其发展趋势，提出施工建议。

**7.6.4**监测报告可分为日报、阶段性报告和总结报告，监测报告应按时报送。监测报告应采用文字、表格、图形、照片等形式，表达直观、明确。

**7.6.5**监测数据的处理与信息反馈宜利用专门的工程监测数据处理与信息管理系统软件，实现数据采集、处理、分析、查询和管理一体化及监测成果可视化。

**7.6.6**工程监测工作完成后应及时提供监测成果，成果资料应完整、清晰、签字齐全，监测成果应有相关负责人签字，并加盖成果章。监测成果应包括现场监测资料、计算分析资料、图表、曲线、照片、影像、文字报告等。

**8　岩土工程检验与检测**

**8.1　一般规定**

**8.1.1**检测前，检测单位应进行现场调查，收集相关资料，现场调查和资料收集应包括下列内容：

**1**管廊拟建场地岩土工程勘察报告、地基基础设计及施工资料、采用的施工工艺和施工中出现的异常情况；

**2**检测目的、设计要求；

**3**分析检测项目现场实施的影响因素及检测方法的可行性。

**8.1.2**检测单位应根据现场情况和设计要求编制检测方案，检测方案应包括下列内容：

**1**工程概况；

**2**检测内容及其依据的标准；

**3**检测数量，抽样方案；

**4**所需的仪器设备和人员及试验时间计划；

**5**试验点开挖、加固、处理；

**6**场地平整、道路修筑、供水供电需求；

**7**安全、环境保护措施等要求。

**8.1.3**当单一检测方法无法满足工程需求，或检测结论无法明确时，应采取两种或两种以上的检测方法，相互补充、相互验证。

**8.1.4**检测点位应随机抽取，并具有代表性，检测数量应满足相关标准的要求。

**8.1.5**现场检测除应符合本规程外，尚应符合国家现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《建筑地基检测技术规范》JGJ 340、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120等标准的有关规定。

**8.2　地基检验与检测**

**8.2.1**综合管廊地基检验应包括下列内容：

**1**核对基槽位置、平面尺寸、槽底标高是否符合设计文件要求；

**2**核对基槽的土质和地下水情况是否与勘察报告一致；

**3**检验基槽底是否有洞穴、古墓、古井、古河道、人防工程及地下敷设物，并查清其位置、深度、性状等；

**4**遇有下列情况之一时，应在基槽底面进行轻型动力触探（N10）或进行钎探检验：

**1**）持力层土质明显差异或不均匀；

**2**）浅部有软弱下卧层；

**3**）有浅埋的坑穴、古墓、古井、腐质物等，直接观察难以发现时。

**8.2.2**当现场检验结果与勘察报告有较大出入时，应进行补充勘察，提出处理意见。

**8.2.4**城市综合管廊地基检测包括：确定地基承载力和变形指标、评价岩土性状和人工地基施工质量。

**8.2.5**确定地基承载力和变形指标应采用静载荷试验，评价岩土性状和人工地基施工质量可选用标准贯入试验、圆锥动力触探试验、静力触探试验、钻芯法等原为测试方法。

**8.2.6**人工地基和复合地基检测应在合理休止稳定时间后进行，当无工程经验时，从施工结束到开始检测的稳定间隔时间应符合下列规定：

**1**对黏性土地基不宜少于28d，对粉土地基不宜少于14d，对其他地基不宜少于7d；

**2**有黏结强度的增强体复合地基不宜少于28d；

**3**当设计对龄期有要求时，应按设计要求执行。

**8.2.7**天然地基、复合地基承载力检测的检测数量每500m2不应少于1个点，且相同条件下的总检测点数不应少于3个。

**8.2.5**采用原位测试方法检测地基土性状和人工地基施工质量时，每个单位工程检测数量不应少于10点，当面积超过3000m2时，每500m2增加1点，检测同一土层的试验有效数据不应少于6个。

**8.2.6**有黏结强度的增强体复合地基应采用平板载荷试验进行单桩或多桩复合地基承载力检测和单桩载荷试验，检测数量不应少于总桩数的0.5%，且不得少于3根。

**8.2.7**散体材料增强体复合地基应进行单桩或多桩复合地基平板载荷试验，检测数量不应少于总桩数的0.5%，且不得少于3根。散体材料复合地基增强体应进行密实度检测，检测方法可采用标准贯入试验、圆锥动力触探试验等原位测试方法，检测数量不应少于总桩数的2%，且不得少于6根

**8.2.8**有黏结强度的复合地基增强体应进行桩身完整性检测，当采用低应变法检测时，检测数量不应少于总桩数的10%，且不得少于10根；当采用钻芯法检测水泥土桩时，检测数量不应少于总桩数的0.5%，且不得少于6根。

**8.2.9**对消除液化的地基检测应采用标准贯入试验，检测深度不应少于地基处理深度。

**8.2.10**湿陷性特殊性土处理后的地基检测应满足地基承载力和变形满足设计要求，检测方法包括标准贯入试验、轻便触探试验、静力触探试验、载荷板试验等，检测应按国家现行标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025及《建筑地基处理技术规范》JGJ 79的有关规定执行。

**8.3　支护体系检验与检测**

**8.3.1**城市综合管廊支护体系检验与检测包括：施工过程的质量检验，桩（墙）身完整性检测、锚杆（索）抗拔承载力检测、土钉抗拔承载力检测、喷锚面层混凝土强度和厚度检测。

**8.3.2**支护桩施工过程的质量检验与检测应包括下列内容：

**1**桩位、桩径、桩顶与桩底标高、嵌固深度的检验；

**2**混凝土灌注桩包括水泥、钢材、砂石、水及外加剂等原材料的质量检验；

**3**采用混凝土灌注桩时，支护桩配筋数量、直径、配筋方向性、保护层厚度的检验；

**4**桩的垂直度、混凝土冠梁尺寸与配筋的检验；

**5**采用混凝土灌注桩、混凝土冠梁时，应进行现场浇注混凝土试块的抗压强度试验，每100m3混凝土的取样数量不应少于3组；受力纵向钢筋应进行接头抽样检验；

**6**桩的成孔、钢筋笼制作和安装施工偏差应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定。

**8.3.3**对排桩桩身完整性宜采用低应变法进行检测，检测数量为总桩数的100%。当低应变检测发现桩身缺陷严重，影响桩的水平承载力时，应采用钻芯法进行验证。采用钻芯法检测时，桩身混凝土龄期应达到28d，桩径应大于600mm。

**8.3.4**锚杆（索）施工过程的质量检验与检测应符合表8.3.4的规定。

**表8.3.4　锚杆（索）施工质量检验标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检查项目 | | 允许偏差或允许值 | 检查方法 |
| 主控  项目 | 1 | 锚杆（索）杆体长度（mm） | | +100  -30 | 用钢尺量 |
| 2 | 锚杆（索）拉力设计值 | | 设计要求 | 现场抗拔试验 |
| 一般  项目 | 1 | 锚杆（索）位置 | | ±100 | 用钢尺量 |
| 2 | 锚杆（索）倾斜度（°） | | ±1 | 测斜仪等 |
| 3 | 浆体强度 | | 设计要求 | 取样送检 |
| 4 | 注浆量 | | 大于理论计算浆量 | 检查计算数据 |
| 5 | 杆体插入长度 | 全长粘结性锚杆（索） | 不小于设计长度的95% | 用钢尺量 |
| 预应力锚杆（索） | 不小于设计长度的98% |

**8.3.5**对于锚杆（索）的抗拔承载力检测，同一土层锚杆（索）的检测数量不得少于锚杆（索）总数的5%，且不得少于5根。抗拔检测需在锚固段注浆体强度达到15MPa或设计强度的75%以上后才能进行；浆体强度检测用的试块每30根锚杆（索）不应少于1组，每组不应少于6个试块。

**8.3.6**土钉墙的土钉应进行抗拔承载力检测，数量不得少于土钉总数的1%，且不得少于3根。

**8.3.7**坡面喷射混凝土的强度应预留试块进行检测，同配合比的混凝土每100m3不得少于1组，每组3块。

**8.3.8**坡面喷射混凝土的厚度应进行检测，每100m2喷射面积不得少于1组，每组不得少于3个点。

# 

**附录A　综合管廊岩土工程（子）分部****分项工程划分表**

**表A　综合管廊岩土工程（子）分部分项工程划分表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 综合管廊（子）分部分项工程表 | | | | | |
| 单位工程 | 子单位工程 | 分部工程 | 子分部  工程 | 分项工程 | 检验批 |
| 综合管廊 | 本体工程 | 地基与 基础 | 土方  工程 | 施工测量，土方开挖，土石方回填，场地平整 | 按流水施工长度（层） |
| 基坑 支护 | 灌注桩排桩围护墙，板桩围护墙，咬合桩围护墙，型钢水泥土搅拌墙，土钉墙，地下连续墙，水泥土重力式挡墙，内支撑，锚杆（索），与主体结构相结合的基坑支护，水泥土桩，钢及混凝土支撑，格构柱，施工测量，监控量测 | 按施工段或变形缝位置划分检验批 |
| 地下水  控制 | 降水与排水，回灌 | 每施工段 |
| 地基 | 灰土地基，砂和砂石地基，土工合成材料地基，强夯地基，砂石桩复合地基，高压旋喷射注浆地基，土和灰土挤密 桩复合地基，注浆地基，水泥粉煤灰碎石桩地基，夯实水泥土桩复合地基，水泥土搅拌桩 地基，施工测量 | 按施工段或变形缝位置划分检验批 |

**附录B　渗透稳定性验算**

**B.0.1**坑底以下有水头高于坑底的承压水含水层，且未用截水帷幕隔断其基坑内外的水力联系时，承压水作用下的坑底突涌稳定性应符合下式规定（图B.0.1）:

 （B.0.1）

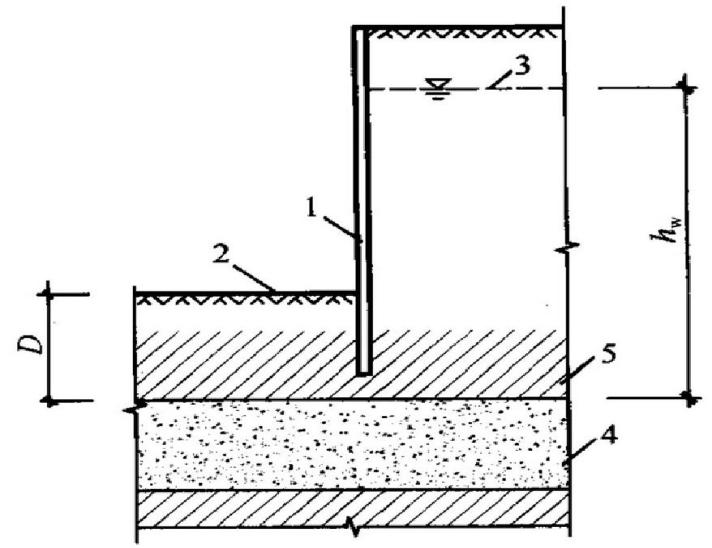
式中：Kh——突涌稳定安全系数；Kh 不应小于1.1；

D——承压水含水层顶面至坑底的土层厚度（m）；

γ——承压水含水层顶面至坑底土层的天然重度（kN/m³）；对多层土，取按土层厚度加权的平均天然重度；

hw——承压水含水层顶面的压力水头高度（m）；

γw——水的重度（kN/m³）。



1—截水帷幕；2—基底；3—承压水测管水位；4—承压水含水层；5—隔水层

**图B.0.1　坑底土体的突涌稳定性验算**

**B.0.2**悬挂式截水帷幕底端位于碎石土、砂土或粉土含水层 时，对均质含水层，地下水渗流的流土稳定性应符合下式规定（图B.0.2），对渗透系数不同的非均质含水层，宜采用数值方法进行渗流稳定性分析。

 （B.0.2）

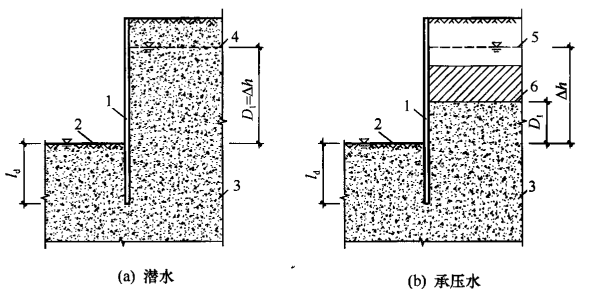
式中：Kf ——流土稳定性安全系数；安全等级为一、二、三级的支护结构，K: 分别不应小于1.6、1.5、1.4； ld——截水帷幕在坑底以下的插入深度（m）；

D₁——潜水面或承压水含水层顶面至基坑底面的土层厚度（m）；

γ —— 土的浮重度（kN/m³）；

△h——基坑内外的水头差（m）；

γw——水的重度（kN/m³）。



1—截水帷幕；2—基坑底面；3—含水层；4—潜水水位；

5—承压水测管水位；6—承压水含水层顶面

**图B.0.2　采用悬挂式帷幕截水时的流土稳定性验算**

**B.0.3**坑底以下为级配不连续的砂土、碎石土含水层时，应进行土的管涌可能性判别。

**附录C　H型钢检查记录表**

**表C　H型钢检查记录表**

施工单位： 监理单位： 编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 整体 | | | | 截面尺寸偏差（mm） | | | | | | | | |
| 钢号 | 垂直度  偏差 | 表面锈蚀程度 | 长度偏差  (mm) | 热轧H型钢 | | | | 焊接H型钢 | | | | |
| 截面高度 | 截面宽度 | 腹板 厚度 | 翼缘板 厚度 | 截面高度 | 截面宽度 | 腹板中心偏移 | 翼缘板垂直度 | 腹板局部平面度 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

质 检 员 ： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

**附录D　基坑及支护结构监测预警值**

**表D　基坑及支护结构监测预警值**

| 序号 | 监测  项目 | 支护结构类型 | 基坑类别 | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级 | | | 二级 | | | **三级** | | |
| 累计值 | | 变化速率/mm·d-1 | 累计值/mm | | 变化速率/mm·d-1 | 累计值/mm | | 变化速率/mm·d-1 |
| 绝对值/mm | 相对基坑深度（*h*）控制值 | 绝对值/mm | 相对基坑深度（*h*）控制值 | 绝对值/mm | 相对基坑深度（*h*）控制值 |
| 1 | 墙（坡）顶水平位移 | 放坡、土钉墙、喷锚支护、水泥土墙 | 30~35 | 0.3%~0.4% | 5~10 | 50~60 | 0.6%~0.8% | 10~15 | 70~80 | 0.8%~1.0% | 15~20 |
| 钢板桩、灌注桩、型钢水泥土墙、地下连续墙 | 25~30 | 0.2%~0.3% | 2~3 | 40~50 | 0.5%~0.7% | 4~6 | 60~70 | 0.6%~0.8% | 8~10 |
| 2 | 墙（坡）顶竖向位移 | 放坡、土钉墙、喷锚支护、水泥土墙 | 20~40 | 0.3%~0.4% | 3~5 | 50~60 | 0.6%~0.8% | 5~8 | 70~80 | 0.8%~1.0% | 8~10 |
| 钢板桩、灌注桩、型钢水泥土墙、地下连续墙 | 10~20 | 0.1%~0.2% | 2~3 | 25~30 | 0.3%~0.5% | 3~4 | 35~40 | 0.5%~0.6% | 4~5 |
| 3 | 围护墙深层水平位移 | 水泥土墙 | 30~35 | 0.3%~0.4% | 5~10 | 50~60 | 0.6%~0.8% | 10~15 | 70~80 | 0.8%~1.0% | 15~20 |
| 钢板桩 | 50~60 | 0.6%~0.7% | 2~3 | 80~85 | 0.7%~0.8% | 4~6 | 90~100 | 0.9%~1.0% | 8~10 |
| 灌注桩、型钢水泥土墙 | 45~55 | 0.5%~0.6% | 75~80 | 0.7%~0.8% | 80~90 | 0.9%~1.0% |
| 地下连续墙 | 40~50 | 0.4%~0.5% | 70~75 | 0.7%~0.8% | 80~90 | 0.9%~1.0% |
| 4 | 立柱竖向位移 | | 25~35 |  | 2~3 | 35~45 |  | 4~6 | 55~65 |  | 8~10 |
| 5 | 基坑周边地表竖向位移 | | 25~35 |  | 2~3 | 50~60 |  | 4~6 | 60~80 |  | 8~10 |
| 6 | 坑底回弹 | | 25~35 |  | 2~3 | 50~60 |  | 4~6 | 60~80 |  | 8~10 |
| 7 | 支撑内力 | | 60%~70%*f* | |  | 70%~80% *f* | |  | 80%~90% *f* | |  |
| 8 | 墙体内力 | |
| 9 | 锚杆拉力 | |
| 10 | 土压力 | |
| 11 | 孔隙水压力 | |

注：1　*h* ——基坑设计开挖深度；*f* —— 设计极限值；

2　累计值取绝对值和相对基坑深度（*h*）控制值两者的小值；

3　当监测项目的变化速率连续3d超过报警值的50%，应报警。

**用词说明**

为便于在执行本规程条款时区别对待，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：

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”。

**引用标准名录**

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《钢结构设计规范》GB 50017

《岩土工程勘察规范》GB 50021

《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025

《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307

《建筑边坡工程技术规范》GB 50330

《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497

《钢结构焊接规范》GB 50661

《复合土钉墙基坑支护技术规范》GB 50739

《复合地基技术规范》GB/T 50783

《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838

《城市轨道交通岩土工程监测技术规范》GB 50911

《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004

《城市地下综合管廊运行维护及安全技术标准》GB 51354

《工程结构通用规范》GB 55001

《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003

《钢结构通用规范》GB 55006

《混凝土结构通用规范》GB 55008

《工程勘察通用规范》GB 55017

《工程测量通用规范》GB 55018

《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523

《热轧钢板桩》GB/T 20933

《冷弯钢板桩》GB/T 29654

《建筑变形测量规范》JGJ 8

《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

《建筑施工安全检查标准》JGJ 59

《建筑地基处理技术规范》JGJ 79

《建筑桩基技术规范》JGJ 94

《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106

《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T 199

《渠式切割水泥土连续墙技术规程》JGJ/T 303

《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311

《建筑地基检测技术规范》JGJ 340

《城市综合管廊施工及验收规程》T/CECS 895

《城市综合管廊岩土工程勘察标准》T/CECS 1324

**中国工程建设标准化协会标准**

**城市地下综合管廊岩土工程技术规程**

**T/CECS xxxx-2025**

**条文说明**

**制定说明**

《城市综合管廊岩土工程技术规程》制定过程中，编制组进行了大量的调查研究，认真总结了我国工程建设岩土工程相关领域的实践经验，同时参考了国内外先进的技术法规、技术标准。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《城市综合管廊岩土工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。

本条文说明不具备与规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握条文规定的参考。

**目　　次**

**[1　总　　则 99](#_Toc193392106)**

**[2　术语和符号 100](#_Toc193392107)**

**[3　基本规定 101](#_Toc193392108)**

[3.1　岩土工程勘察 101](#_Toc193392109)

[3.3　岩土工程施工 101](#_Toc193392110)

**[4　岩土工程勘察 102](#_Toc193392111)**

[4.1　一般规定 102](#_Toc193392112)

[4.2　可行性研究勘察 102](#_Toc193392113)

[4.4　详细勘察 102](#_Toc193392114)

**[5　岩土工程设计 104](#_Toc193392115)**

[5.1　一般规定 104](#_Toc193392116)

[5.2　综合管廊明挖段岩土工程设计 106](#_Toc193392117)

**[6　岩土工程施工 107](#_Toc193392118)**

[6.1　一般规定 107](#_Toc193392119)

[6.2　基坑支护施工 107](#_Toc193392120)

[6.3　地基处理施工 111](#_Toc193392121)

[6.4　地下水控制施工 112](#_Toc193392122)

[6.5　土方施工 113](#_Toc193392123)

**[7　岩土工程监测 114](#_Toc193392124)**

[7.1　一般规定 114](#_Toc193392125)

[7.2　监测项目 114](#_Toc193392126)

[7.3　监测点布置 115](#_Toc193392127)

[7.4　监测方法及监测频率 115](#_Toc193392128)

[7.5　监测预警值和控制值 116](#_Toc193392129)

**[8　岩土工程检验与检测 117](#_Toc193392130)**

[8.1　一般规定 117](#_Toc193392131)

**1　总　　则**

**1.0.3**根据《建设工程勘察设计管理条例》（中华人民共和国国务院令第293号）第四条，从事建设工程勘察、设计活动，应当坚持先勘察、后设计、再施工的原则。

**1.0.4**综合管廊工程建设应遵循“规划先行、适度超前、因地制宜、统筹兼顾”的原则，充分发挥综合管廊工程的综合效益。综合管廊岩土工程建设应与其原则相匹配，要综合考虑管廊的结构特点，结合周边环境条件，采用先进的岩土工程施工工艺和工法，确保工程及周边环境安全，保障管廊工程全生命周期建设与运维。

**1.0.5**各规范分工不同，本规程不能将综合管廊岩土工程勘察、设计和施工中的遇到的所有技术问题全部涵盖，岩土工程技术人员在进行工作时，还需遵守其他有关规范的规定。

**2　术语和符号**

**2.1.1**本条术语定义来源于国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838—2015。

**2.1.10**本条术语定义来源于《基坑工程轴力伺服混凝土支撑技术规程》T\_ZCEAS 1001-2022。

**3　基本规定**

**3.1　岩土工程勘察**

**3.1.1**根据《建设工程勘察设计管理条例》（中华人民共和国国务院令第293号）第四条，从事建设工程勘察、设计活动，应当坚持先勘察、后设计、再施工的原则。

**3.1.2**城市综合管廊的施工工艺主要有明挖法、顶管法、盾构法、矿山法等，岩土工程勘察工作需结合施工方法进行。

**3.1.3**对中小型综合管廊工程，当设计方案基本稳定，场地及岩土条件简单，或已有资料丰富时，勘察工作可适当超前。

**3.1.4**中国工程建设标准化协会在2023年9月1日发布了《城市综合管廊岩土工程勘察标准》T/CECS 1324-2023，指导和规范了综合管廊的勘察工作，本规程对综合管廊岩土工程勘察的具体技术细节不做过多赘述。

**3.3　岩土工程施工**

**3.3.1**危险性较大的基坑工程是指开挖深度超过3m（含3m）的基坑（槽）的[土方开挖](https://baike.baidu.com/item/%E5%9C%9F%E6%96%B9%E5%BC%80%E6%8C%96/1165301?fromModule=lemma_inlink" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%B1%E9%99%A9%E6%80%A7%E8%BE%83%E5%A4%A7%E7%9A%84%E5%88%86%E9%83%A8%E5%88%86%E9%A1%B9%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E8%8C%83%E5%9B%B4/_blank)、支护、[降水工程](https://baike.baidu.com/item/%E9%99%8D%E6%B0%B4%E5%B7%A5%E7%A8%8B/4824680?fromModule=lemma_inlink" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%B1%E9%99%A9%E6%80%A7%E8%BE%83%E5%A4%A7%E7%9A%84%E5%88%86%E9%83%A8%E5%88%86%E9%A1%B9%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E8%8C%83%E5%9B%B4/_blank)；开挖深度虽未超过3m，但地质条件、[周围环境](https://baike.baidu.com/item/%E5%91%A8%E5%9B%B4%E7%8E%AF%E5%A2%83/53441947?fromModule=lemma_inlink" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%B1%E9%99%A9%E6%80%A7%E8%BE%83%E5%A4%A7%E7%9A%84%E5%88%86%E9%83%A8%E5%88%86%E9%A1%B9%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E8%8C%83%E5%9B%B4/_blank)和[地下管线](https://baike.baidu.com/item/%E5%9C%B0%E4%B8%8B%E7%AE%A1%E7%BA%BF/1504969?fromModule=lemma_inlink" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%B1%E9%99%A9%E6%80%A7%E8%BE%83%E5%A4%A7%E7%9A%84%E5%88%86%E9%83%A8%E5%88%86%E9%A1%B9%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E8%8C%83%E5%9B%B4/_blank)复杂，或影响毗邻建、构筑物安全的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。超过一定规模的危险性较大的基坑工程是指开挖深度超过5m（含5m）的基坑（槽）的土方开挖，支护，降水工程。

**4　岩土工程勘察**

**4.1　一般规定**

**4.1.3**综合管廊一般设置于城市道路下方或人行道下方，施工方式多采用明挖或非开挖形式，综合管廊工程周边环境是管廊支护结构设计的重要依据之一。实际工程中因对工程周边环境因素缺乏准确了解或忽视而造成的工程事故时有发生，为了使支护设计具有针对性，勘察和设计时应查明工程周边环境，并按这些环境条件进行设计。

**4.1.4**勘探点布置在综合管廊结构外侧，主要是为了避免勘探孔形成渗水通道，同时保证基坑侧壁岩土层取样，满足基坑稳定性分析的要求。

**4.1.6**综合管廊一般位于城市，勘察钻孔给城市居民生活留下隐患，必须封填。综合管廊施工时，钻孔可能形成地表水、地下水的渗水通道，影响施工作业，不同的施工工法应采取不同的封填方法。钻孔遗留物对非开挖法施工有较大影响，勘察报告书必须说明。

**4.2　可行性研究勘察**

**4.2.1**综合管廊工程沿线工程地质条件、水文地质条件及周边环境对方案选择影响较大，通过搜集资料和现场调绘不能满足工程方案研究需要时，需通过必要的勘探手段予以查明。

**4.4　详细勘察**

**4.4.4**本条明确规定了详细勘察阶段勘探孔的布置原则，说明了某些关键地段应增加勘探孔，并说明了横断面布置原则。

**4.4.6**本条规定了需进行施工勘察的一般情况，施工勘察应针对所需解决的具体岩土工程问题，采用相应的勘察手段，并做出分析、评价和建议。

**5　岩土工程设计**

**5.1　一般规定**

**5.1.1**现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838-2015结构上的作用第8.3.7条。

**5.1.6**其适用范围如下：

**1**当地面开阔、地质条件较好，且放坡开挖不会对周边环境产生不利影响时，可采用放坡开挖方式；软土地层中采用单级放坡开挖的综合管廊明挖段深度不宜大于4m，采用多级放坡开挖的综合管廊明挖段深度不宜大于7m；

**2**单一土钉墙适用于地下水位以上或降水的非软土综合管廊明挖段支护，且明挖段深度不宜大于12m。水泥土桩复合土钉墙用于非软土综合管廊明挖段支护时，明挖段深度不宜大于12m；用于淤泥质土综合管廊明挖段支护时，明挖段深度不宜大于6m；不宜用于在高水位的碎石土、砂土层中。当综合管廊明挖段潜在滑动面有建筑物、重要地下管线时，不宜采用土钉墙；

**3**水泥土重力式围护墙适用于软土地层中开挖深度7m以内的综合管廊明挖段支护；当明挖段周边环境保护要求较高时，明挖段深度宜控制在5m以内；

**4**钢板桩墙一般适用于软土地区开挖深度10m以内的综合管廊明挖段支护，邻近对变形敏感的环境保护对象时不宜采用钢板桩支护；

**5**劲芯水泥土连续墙可在水泥土搅拌桩难以实施的深厚砂性土层、软岩地区应用，并且其均一性更好、理论成墙质量更优；TRD工法或CSM工法可以单独作为截水帷幕使用，也可内插型钢（SMW工法）作为劲芯水泥土连续墙使用。

**6**采用钻孔灌注桩排桩作为综合管廊围护墙时，可利用排桩作为综合管廊结构体，在施工质量及桩身构造符合要求的前提下，分担永久使用阶段侧向或竖向荷载，即桩墙合一；

**7**预制混凝土板桩、预制混凝土管桩（PHC桩、PRC桩）等预制构件品控好、离散性低，可实现综合管廊明挖段支护排桩的工业化生产。预制混凝土板桩一般适用于软土地区开挖深度10m以内的综合管廊明挖段支护；预制混凝土管桩一般适用于软土地区开挖深度12m以内的综合管廊明挖段支护；预制支护桩应用时，应充分考虑沉桩可行性及沉桩的挤土效应；

**8**大直径高压旋喷桩（RJP工法或MJS工法）可在常规三轴水泥土搅拌桩、高压旋喷桩难以实施的深厚砂性土层中应用，并可定角度摆喷，在复杂地质等条件下可作为截水帷幕或综合管廊地基加固体使用；

**9**综合管廊明挖段通常平面形状较为规则、开挖深度不大，宜采用以对撑、角撑为主的钢支撑体系；当遇平面形状不规则或开挖深度较大等情况时，宜布置混凝土支撑；

**10**锚杆（索）不宜在淤泥、淤泥质土、泥炭质土及松散填土层内应用；大直径旋喷锚杆（索）锚固体直径大，相比常规锚杆（索）所需的锚固段长度小，一定条件下可在常规锚杆（索）使用受限的综合管廊明挖段中应用。锚杆（索）不宜设置在既有建（构）筑物基础下方；为避免锚杆（索）在管廊明挖段支护实施结束后成为障碍物，影响周边地下空间开发，宜采用可回收式锚杆（索）；

**11**在软土层中综合管廊明挖段开挖深度大于10m、周围相邻建筑或地下管线对沉降与位移要求较高时，宜选用地下连续墙作为明挖段支护结构；

**12**以钢板桩、预制钢筋混墙凝土板桩墙、型钢水泥土搅拌墙、灌注桩排桩墙、预制混凝土桩排桩墙等作为围护体，结合设置内支撑或锚杆等组合而成的板式支护体系，适用于开挖较深、场地空间狭小以及周边环境保护要求较高的综合管廊明挖段支护；

**13**　明挖段开挖较深或周边环境对支护结构位移的限制严格时，宜采用锚杆+排桩、内支撑+排桩结构。明挖段开挖较浅且周边环境对支护结构位移的限制不严格时，可采用悬臂式排桩结构。当具备场地条件及明挖段开挖深度适宜时，必要时，也可采用双排桩结构；

**14**应根据工程地质及水文地质条件、综合管廊明挖段周边环境保护要求及支护结构形式选用截水、降水、集水明排方法或其组合。

**5.2　综合管廊明挖段岩土工程设计**

**5.2.2**需要通过室内试验或现场试验来确定不同含水量下土体的抗剪强度指标。在设计支护结构时，应充分考虑土体抗剪强度指标的降低对结构稳定性的影响，并采取相应的加固措施来提高结构的稳定性。

**6　岩土工程施工**

**6.1　一般规定**

**6.1.1**岩土工程最主要的因素就是地质情况，地质情况千变万化，每个地区有不同的特点，综合管廊岩土工程施工应综合考虑工程地质与水文地质条件，在学习和研究设计文件的基础上，结合地方经验，选择施工设备。

岩土工程施工过程对周边环境的影响不容忽视，施工过程中应采取信息化施工手段对周边环境进行监测，并根据监测信息及时调整施工方案、施工顺序或工艺，确保施工期间工程及周边环境安全。

**6.1.4**文明施工和环保措施的实施可以有效减少对环境的影响，保护生态系统的稳定性，同时也能提高工程质量和可持续发展的能力。工程施工过程中产生的污染物对环境和人类健康都会造成不良影响。通过采取环保措施，如合理处理废水、废气和废弃物等，可以有效减少污染物的排放。这有助于保护水体、大气和土壤的质量，减少污染对生态系统的破坏。环保施工不仅仅是合规要求，也是对社会和未来世代的责任。

**6.1.7**紧邻支护结构的地面超载对支护结构的稳定性影响很大，往往会增大支护结构的变形，其荷载的大小应严格按设计文件的要求予以控制。

**6.2　基坑支护施工**

**Ⅰ 坡率法施工**

**6.2.1**场地土质较好、基坑周边具备放坡条件、不影响相邻建筑物安全及正常使用的情况下，宜采用全深度放坡或部分深度放坡，分级放坡时宜设置分级过渡平台。

**Ⅱ 土钉墙与复合土钉墙**

**6.2.4**土钉墙施工应按顺序分层开挖，上层土钉施工和喷射混凝土未完成前，不得开挖下层土方，坡面宜采用小型机具或铲锹进行修整。初喷底层混凝土即可以保证坡面的安全，又可以减少坡面的起伏差，便于保证钢筋网的保护层厚度。

**6.2.5**坡面喷射混凝土施工可分为干法和湿法，所谓干法，即是将水泥、砂石料拌合后，用压缩空气输送到工作面，在喷射到工作面上的同时加水，在拌合输送和喷射的过程中均为粉状拌合物，因此对空气的污染是不可避免的。湿法喷射即是将水泥、砂石料加水拌合形成混凝土，通过管道输送到工作面，快速喷射到岩（土）面上。湿喷法对大气的污染要小得多，因此从环境保护角度建议采用湿喷工艺。

**Ⅲ 组合钢连续墙**

**6.2.6**管廊为长条形结构，施工往往分段进行，为节约成本，钢板桩材料可随管廊结构一同分段进行。

**6.2.8**钢板桩为重复利用产品，重复使用可能会造成桩身变形、锁口无法紧密贴合，当需要发挥止水功能时可能会影响止水效果，为避免管廊基坑侧壁渗水，打设前需确保桩身垂直、锁口符合标准规定。

凡钢板桩有弯曲、破损、锁口不合格的均应整修，按具体情况分别用冷弯、热敲、焊补、铆补、割除或接长。锁口检查可用一块长1.5m～2.0m符合类型、规格的钢板桩做标准，将所有同类型的钢板桩做锁口通过检查。检查用绞车或卷扬机拉动标准钢板桩平车，从桩头至桩尾进行。

**6.2.9**钢板桩沉桩工艺主要有锤击法、振动法和静压法，这三种方法必要时辅助射水法施工，这几种工艺各有优缺点。锤击法穿透能力比较强，是硬土层中沉桩或是屏风式沉桩中最后几击将钢板桩打至设计标高的最好方法。振动法沉桩快捷高效、作业成本低，既可以沉桩又能拔桩，是目前最常用的一种沉桩方法，但沉桩时会产生一定的振动和噪音，可以通过选用合适的设备如免共振振动锤，将噪音控制在最小的程度，该方法不适合于非常敏感的场地。静压法是一种无振动无噪音的液压静压压桩方法，在黏性土中压桩效果非常有效，在密实的砂土中压桩效果不是很好；静压法在对振动和噪音非常敏感的场地是最有效的方法，但施工效率低、作业成本高。

**6.2.10**射水沉桩作为辅助沉桩手段，一般用于锤击法和振动法，钢板桩射水助沉施工工法适用于软土层、淤泥层、砂土层和砾石层等多种地质条件，它在施工过程中，采用高压水射入土体，以降低土体的黏聚力和摩阻力，提高沉桩的效率，使钢板桩能顺利沉入土中；黏土中采用射水法会在黏土层表面形成一个非常滑的水膜，土体经射水后严重破坏，因此在黏土层中不宜使用射水法沉桩。

**Ⅳ 劲芯水泥土连续墙**

**6.2.13**型钢水泥土搅拌墙宜优先采用三轴水泥土搅拌桩，单轴、双轴也可，还可采用等厚度水泥土地下连续墙施工法（TRD工法\CSM工法）施工。

**6.2.14**在型钢表面涂抹减摩材料是为了便于拔出，涂抹减摩材料前，应清除型钢表面的铁锈和灰尘灯其他杂物。减摩材料涂抹厚度大于1mm，并应涂抹均匀，以确保减摩材料层的黏结质量。

**Ⅴ 排桩**

**6.2.17**钻孔灌注桩需泥浆护壁成孔时，采用黏性土造浆时，制造泥浆的黏土用量土可参考《工程地址手册》（第五版）第121页公式。

**6.2.18**咬合式排桩一般采用有钢筋的桩和无钢筋的桩组成，可兼做维护结构，施工应合理选择硬切割或软切割工艺，施工时应先施工Ⅰ序桩，后施工Ⅱ序桩；硬切割时，Ⅱ序桩应待两侧Ⅰ序桩混凝土终凝后再切割施工；软切割时，Ⅱ序桩应待两侧Ⅰ序桩混凝土初凝前切割施工。

**Ⅵ 内支撑**

**6.2.20**支撑底部若不采取隔离土体的措施，底部宜附着土块，土块有掉落的风险，后期人员在支撑底部施工存在安全隐患，可在底部铺垫彩条布或木模板，挖土的时候安排专人及时清理。

对于长度大于100m的混凝土支撑构件，施工中若采用一次性整体浇筑的方法，会产生压缩变形、收缩变形、温度变形及徐变变形等效应，在超长混凝土支撑中的负作用非常明显，分段浇筑可以减少这些效应的影响。另外，养护对减小混凝土的变形也非常重要，工程中可结合气候条件采用浇水养护、草袋覆盖洒水养护等方法。

**6.2.21**随着城市地下空间的不断开发，城市地下空间呈现更大规模的发展趋势。基坑深度越来越大，城市核心区管线密集，当管廊明挖段基坑周边紧邻地铁、房屋以及道路，周边环境对基坑的变形控制要求很高时。混凝土支撑由于温度降低以及水土压力的作用，混凝土弹性压缩和徐变使得大尺度内支撑产生很大的轴向变形，基坑围护墙在基坑外部土压力和内支撑轴向收缩效应的共同作用下，将对基坑安全以及坑外管线安全造成重大隐患。因此通过在混凝土支撑中施加预应力，能消除混凝土支撑结构的松弛，解决深基坑围护变形过大的问题。

**6.2.22**为保证围护墙与冠梁、腰梁间的传力均匀、可靠，围护墙与冠梁、腰梁间的空隙必须采用C30或以上等级的细石混凝土填充密实，或其他可靠连接措施。

**Ⅶ 锚杆（索）**

**6.2.25**通过试成锚确定施工参数及施工工艺，可以确保管廊基坑施工的安全性。

**6.2.26**管护壁钻孔对钻孔周边扰动小，可有效防止钻孔时的塌孔现象，有利于保证顺利成孔、注浆饱满和注浆质量，提高孔壁地层与注浆体的黏结强度。钻孔前，应根据设计要求和地层条件，定出孔位、做出标记。锚杆（索）钻穿止水帷幕有渗水的风险，应采取有效措施修补帷幕。

**6.2.27**沿杆体轴线方向设置对中支架，主要是为了使杆体材料处于锚杆（索）钻孔中心位置，并保证杆体保护层厚度满足设计要求；研究表明，锚索断裂部位主要位于锚头附近，因此，锚头自由端的防腐极为重要。

**6.2.29**锚杆（索）张拉和锁定是锚杆（索）施工的最后一道工序，也是检验锚杆（索）性能最直接的方式。对张拉预紧、锚具的选型方面进行控制，可满足锚杆张拉的要求。正式张拉前，取0.1倍～0.2倍设计拉力值对各杆体进行预紧十分重要，有利于减缓张拉过程中各刚体的受力不均匀性以及减小锚杆（索）的预应力损失。锚杆（索）超张拉是为了补偿张拉时锚夹片回缩引起的预应力损失。

**6.3　地基处理施工**

**6.3.3**水泥土搅拌法适用于处理正常固结的淤泥与淤泥质土、粉土、饱和黄土、素填土、黏性土以及无流动地下水的饱和松散砂土等地基。当地基土的天然含水量小于30%（黄土含水量小于25%）、大于70%或地下水的pH值小于4时不宜采用干法。冬季施工时，应注意负温对处理效果的影响。

水泥土搅拌桩基可采用单轴、双轴或三轴水泥土搅拌法施工。水泥土搅拌法的特点是：在地基加固过程中无振动、无噪音，对环境无污染，对土无侧向挤压，对邻近建筑物影响很小。可按建筑物要求做成柱状、壁状、格栅状和块状等加固形状，可有效地提高地基强度，同时施工期较短，造价低廉，效益显著。

**6.3.4**高压旋喷桩施工压力应根据底层情况确定，一般土、砂层控制在20MPa，中密、密实砂层应大于30MPa，极松散的砂土层也可控制在10MPa。水灰比宜为1.0。

双高压旋喷工法（Rod in Jet Pile 简称RJP）是将超高压水和压缩空气喷射流，以及超高压水泥浆和压缩空气喷射流，通过安装在多重管前端的喷射器分两个阶段对土体进行切割搅拌，位于上部的高压水刀对土体先行导向切割破碎，位于下部的高压浆刀对土体进行二次扩大切割破碎，同时水泥浆与土体搅拌混合形成加固体。此工法的特点是加固深度大、桩径大、加固直径和强度比较均匀。

**6.3.5**水泥粉煤灰碎石桩的施工应根据现场条件选用长螺旋或振动沉管成桩施工工艺，长螺旋钻孔灌注成桩，适用于地下水位以上的黏性土、粉土、素填土、中等密实以上的砂土；长螺旋钻孔、管内泵压混合料灌注成桩，适用于黏性土、粉土、砂土，以及对噪声或泥浆污染要求严格的场地；振动沉管灌注成桩，适用于粉土、黏性土及素填土地基。

**6.4　地下水控制施工**

**6.4.1**地下水控制的方法包括集水明排、截水和降水等。有效的地下水控制措施可以保证坑底干燥，方便施工，提高土体抗剪能力和基坑稳定性，防止基坑突涌，减小坑底隆起。确保管廊基坑工程安全。

**6.4.4**应结合场地地表排水系统进行基坑排水沟和集水井的设置，排水系统应通过沉淀系统后排入市政管线。

**6.4.7**基坑开挖前，应根据降水设计方案、周边环境条件，参考地区成熟的相关工程经验，编制降水施工方案，原则上应保证基坑降水不对基坑周边环境产生明显的不利影响。

**6.4.8**水冲法成孔施工是利用高压水流冲开土层，冲孔管依靠自重下沉。砂性土中冲孔所需水流压力为0.4MPa～0.5MPa，黏性土中冲孔所需水流压力为0.6MPa～0.7MPa。冲孔达到设计深度后，应尽快减低水压、拔出冲孔管，向孔内沉入井点管并在井点管外壁与孔壁之间快速回填滤料（粗砂、砾砂）。

**6.4.9**喷射井点成孔施工采用钻孔法。成孔达到设计深度后，向孔内沉入井点管，井点管外壁与孔壁之间回填滤料（粗砂、砾砂）。

**6.4.11**管井一般由井口、井管、过滤器及沉淀管四个部分组成。井管可用钢管、铸铁管、钢筋笼管等金属材料或塑料管、水泥管等非金属材料。降水管井洗井宜采用联合洗井法，先用空压机进行洗井，待出水后改用活塞洗井。活塞洗井一定要将水拉出井口，形成井喷状，要求洗井到清水，然后再用空压机洗井并清除井底沉渣。

**6.5　土方施工**

**6.5.3**回填的材料，宜首先考虑就地取材，回填前进行取样分析确认回填材料是否能满足设计或规范要求。施工前应合理确定填方材料含水率控制范围、虚铺厚度和压实遍数等参数，填土含水量应综合考虑填料类型、压实系数、压实方式，再比照最佳含水率进行施工控制，填土最佳含水量通过击实试验确定。如含水率偏高，可采用翻松、凉晒或均匀掺入干土等措施，如遇回填土的含水率偏低，可采用先洒水润湿等措施。

7　岩土工程监测

**7.1　一般规定**

**7.1.1**管廊基坑为长条形基坑，各部位所处周边环境不一样，监测的内容和要求应根据工程具体实际需要选择不同的监测项目。实施监测过程中，将通过监测所获得的信息，及时反馈给有关单位，可以指导施工，验证有关设计参数，积累相关经验，提高设计和施工水平，做到信息化施工。

**7.1.2**监测单位依据设计文件的要求和现场实际情况，在现场踏勘和收集资料的基础上，编制出合理的、有针对性的监测方案后，按要求报审，经设计、监理和业主等共同认可后实施。必要时，应根据有关部门的要求，编制专项监测方案。

**7.1.4**本条对仪器的精度提出要求，监测结果是工程安全的直接反应，若因为仪器可靠性不能满足要求，很有可能导致事故发生。

**7.1.6**本条对监测信息的及时整理、分析和异常情况及时报告提出了要求。很多工程发生安全事故是由于未及时发现异常或采取措施不及时造成的，由于工程安全隐患不能及时得到处置，致使其进一步发展，演变成安全事故，造成人员伤亡、经济损失和不良的社会影响。

**7.2　监测项目**

**7.2.1**本条规定了监测对象的监测范围，一般情况下，软弱地层以及对施工降水影响较敏感的地层宜取该范围的较大值，具体监测范围应根据工程地质条件、周边需保护对象的重要性确定。必要时应扩大监测范围。

**7.2.3、7.2.4**城市综合管廊工程各个监测对象之间相互影响、相互制约，是一个密切相关的复杂系统。工程中不同监测对象之间、不同监测对象的监测项目之间以及同一监测对象的不同监测项目之间相互关联，监测对象和监测项目应互为补充、相互验证，组成有效的、完整的监测体系。

**7.3　监测点布置**

**7.3.1**本条提出了监测点布设位置和数量的一般性要求，监测点的布设，需结合支护方案、基坑工程安全等级、地质条件及监测方法的要求等综合确定，其位置应能尽可能的反映监测对象实际状态、位移和内力变化规律，及分析监测对象安全状态的要求。

**7.3.2**各监测项目布设在同一断面，便于监测数据的变化趋势之间相互印证。施工过程中监测点易遭到破坏，影响监测实施和监测信息分析，因此，监测点需妥善保护，并做好明显标识。

**7.3.3～7.3.10**具体提出了各监测项目监测点的布置间距及数量。

**7.4　监测方法及监测频率**

**7.4.1**监测对象、监测项目、场地条件、周边环境不同采用的监测方法和手段就会有所不一样；另外，基坑安全等级、设计要求、精度要求也会影响到监测方法的选择。因此，监测方法应根据监测对象和监测项目的特点、基坑安全等级、设计要求、精度要求、场地条件和当地工程经验等综合确定。

基准点在监测过程中不稳定或被破坏，将会导致监测数据不连续，从而严重影响监测工作，基准点必须布设在施工影响范围以外的稳定区域。

初始值测读不及时将会造成监测数据的损失，导致数据失真，本条强调了监测初始值读取的时间要求。

**7.4.3**本条列出了10种情况，表明管廊基坑存在异常现象或有潜在风险，加强监测、提高监测频率，可以及时掌握变化趋势，有利于作出正确判断，避免事故发生。

**7.5　监测预警值和控制值**

**7.5.2**监测对象变形的控制值应按周边环境要求和支护结构安全分别考虑，首先要满足周边环境的变形要求。

**7.5.4**监测预警等级的划分可按现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911的有关规定执行。

**8　岩土工程检验与检测**

**8.1　一般规定**

**8.1.1、8.1.2**检测工作质量的好坏直接关系到工程的安全与否，为提高检测工作的效率和质量，检测前需制定出合理完善的检测方案，这就需要收集尽可能详细的相关资料。

**8.1.3**每种检测方法都有其适用条件，有些检测项目不止一种检测方法，如果检测中数据异常，应查明原因，根据异常原因，调整检测手段。