ICS 93.020
P 22

DB1331

雄　安　新　区　地　方　标　准

DB1331/T 015—2022

雄安新区建设工程基坑导则

Guidelines for foundation excavations of Xiong'an new area construction project

2022-02-21 发布　　2022-03-01 实施

河北雄安新区管理委员会规划建设局
河北雄安新区管理委员会改革发展局　发布

雄安新区地方标准

雄安新区建设工程基坑导则

Guidelines for foundation excavations of Xiong'an new area construction project

DB1331/T 015—2022

主编部门：河北雄安新区管理委员会规划建设局

批准部门：河北雄安新区管理委员会改革发展局

施行日期：2022 年 3 月 1 日

2022　雄安

河北雄安新区管理委员会改革发展局
通　　告

2022 年第 2 号

河北雄安新区管理委员会改革发展局
关于发布《雄安新区起步区住宅设计指南》等六项雄安新区地方标准的通告

河北雄安新区管理委员会改革发展局会同河北雄安新区管理委员会规划建设局于 2 月 21 日联合发布了《雄安新区起步区住宅设计指南》等六项雄安新区地方标准，现予以通告（详细目录见附件）。

本通告可通过中国雄安官网(www.xiongan.gov.cn)“政务信息”中进行查询，标准文本可从标准图书馆网站(http://www.bzsb.info)中免费下载。

附件：批准发布的雄安新区地方标准目录。

河北雄安新区管理委员会改革发展局

2022 年 2 月 21 日

附件

批准发布的雄安新区地方标准目录

序号	标准编号	标准名称	提出单位	起草单位	发布日期	实施日期
1	DB1331/T 010-2022	雄安新区起步区住宅设计指南	河北雄安新区管理委员会规划建设局	中国建筑标准设计研究院有限公司 河北雄安新区管理委员会规划建设局	2022-02-21	2022-03-01
2	DB1331/T 011-2022	雄安新区绿色建筑施工图审查要点	河北雄安新区管理委员会规划建设局	中国建筑科学研究院有限公司 河北雄安新区管理委员会规划建设局	2022-02-21	2022-03-01
3	DB1331/T 012-2022	雄安新区绿色建筑工程验收指南	河北雄安新区管理委员会规划建设局	中国建筑科学研究院有限公司 河北雄安新区管理委员会规划建设局	2022-02-21	2022-03-01
4	DB1331/T 013-2022	雄安新区城市地下综合管廊运营管理导则	河北雄安新区管理委员会规划建设局	河北雄安新区管理委员会规划建设局 中铁四局集团有限公司	2022-02-21	2022-03-01
5	DB1331/T 014-2022	雄安新区美丽街道集成设计和建造导则	河北雄安新区管理委员会规划建设局	上海城市规划设计研究院 河北雄安新区管理委员会规划建设局	2022-02-21	2022-03-01
6	DB1331/T 015-2022	雄安新区建设工程基坑导则	河北雄安新区管理委员会规划建设局	河北省建筑科学研究院有限公司 河北雄安新区管理委员会规划建设局	2022-02-21	2022-03-01

前　言

根据河北雄安新区管理委员会的要求，由河北省建筑科学研究院有限公司会同有关单位深入调查研究，参考国家相关标准，结合河北雄安新区实际，制定本导则。

本导则的主要技术内容是：1.总则；2.岩土工程勘察；3.设计；4.施工；5.检测、监测和验收；6.附则。

本导则由雄安新区管理委员会负责管理，河北省建筑科学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和建议，请寄送至河北省建筑科学研究院有限公司（地址：石家庄市裕华区槐中路 244 号，邮编：050021，电话：0311-85873724）。

本导则主编单位：河北省建筑科学研究院有限公司

河北雄安新区管理委员会规划建设局

本导则参编单位：建设综合勘察研究设计院有限公司

上海申元岩土工程有限公司

河北建研建筑设计有限公司

北京市勘察设计研究院有限公司岩土公司

上海市地矿工程勘察院

雄安绿研检验认证有限公司

天津中建岩土工程技术有限公司

雄安城市规划设计研究院有限公司

本导则主要起草人员：

强万明　吕旭阳　梁耀哲　李劲遐　张振拴

叶金成　吴永红　冯翠霞　张瑞林　李　刚

张俊禄　马　琳　褚少辉　付士峰　李永东

王荣彪　徐飞飞　陶　勇　杜亚楠　冯红超

周海成　白　伟　孙　飚　李佳斌　张祎男

廖志坚　王国栋　刘凯兴　孟　瑶　文　谦

李继为　张辰田　闫晓然　龚　雪

本导则主要审查人员：

沈小克　梁金国　戴　斌　彭立才　王长科

聂庆科　周保良

目　录

1　总　则.....1

2　岩土工程勘察.....2

2.1　一般规定.....2

2.2　勘察工作内容及要求.....2

2.3　地下水勘察及要求.....5

2.4　勘察报告.....6

3　设　计.....8

3.1　一般规定.....8

3.2　支护结构选型.....11

3.3　放坡设计.....12

3.4　土钉墙.....14

3.5　悬臂式桩结构.....15

3.6　地下连续墙.....17

3.7　型钢水泥土搅拌墙.....19

3.8　桩锚式支护结构.....23

3.9　内支撑.....26

3.10　双排桩.....29

3.11　地下水控制.....30

4　施　工.....34

4.1　一般规定.....34

4.2　基坑开挖和回填.....35

4.3　放　坡.....40
4.4　土钉墙.....42
4.5　灌注桩排桩.....43
4.6　预应力混凝土管桩.....45
4.7　板桩围护墙.....47
4.8　地下连续墙.....49
4.9　型钢水泥土搅拌墙.....52
4.10　锚杆（索）.....54
4.11　内支撑.....56
4.12　地下水控制.....59
4.13　防洪防汛要求.....62
4.14　专项施工方案的编制和论证.....66
4.15　应急处置要求.....69
5　检测、监测和验收.....75
5.1　一般规定.....75
5.2　检　测.....79
5.3　监　测.....83
5.4　基坑工程验收.....97
附　则.....125
数字化基坑.....125
1　总　则.....127
2　基坑设计数字化.....128
3　基坑施工数字化.....129

4　基坑监测数字化.....130
4.1　一般规定.....130
4.2　比对测量.....131
5　基坑自动化监测系统.....133
5.1　一般规定.....133
5.2　系统功能要求.....134
5.3　系统性能要求.....136
5.4　系统维护和管理要求.....137
6　数据处理及信息反馈.....139
6.1　一般规定.....139
6.2　数据信息反馈.....139
6.3　数据成果.....140
6.4　监测系统建档内容.....141
附录 A　本区域工程地质分区.....143
A.1　地形、地貌.....143
A.2　水文地质概况.....144
A.3　区域工程地质条件.....146
附录 B　各类支护结构的适用条件.....149
附录 C　雨季防排水项目实例.....155
附录 D　自动化监测设备.....157
引用标准名录.....160

1 总 则

1.0.1 为了在基坑工程中做到安全适用、技术先进、经济合理、绿色环保、信息化施工，以创造“雄安质量”，并保障人员与财产安全，加强协调、部门监管、履职尽责，制定本导则。

1.0.2 本导则中基坑指开挖深度超过 3 米（含 3 米）或者深度虽未超过 3 米，但地质条件和周边环境较复杂的建设工程基坑。

1.0.3 本导则适用于本区建设项目临时性基坑工程的建设行政主管部门、建设、勘察、设计、施工、监理及检测监测等单位。

1.0.4 基坑工程中所采用的永久保留的支护体或构件不应超出规划红线。

1.0.5 在本区的基坑工程中，除应符合本导则的规定外，尚应符合国家及地方现行有关标准的规定。

2　岩土工程勘察

2.1　一般规定

2.1.1　基坑工程设计和施工之前，应进行岩土工程勘察。

2.1.2　基坑工程勘察应与主体建筑的岩土工程勘察同步进行，勘察资料应满足基坑设计要求。基坑工程施工过程中出现异常时，应根据设计要求进行施工勘察。

2.1.3　鼓励工程勘察企业采用信息化手段，实时采集、记录、存储工程勘察数据，并推进传统载体档案数字化。

2.1.4　应根据基坑工程情况，搜集工程地质和水文地质资料，对基坑工程中可能产生的主要岩土工程问题进行分析评价，并对基坑开挖和支护方案提出建议。

2.2　勘察工作内容及要求

2.2.1　基坑环境调查宜在基坑工程勘察之前或同步进行，调查范围应自基坑顶边线起向外延伸至基坑开挖深度 2～3 倍的距离；当采用降水方案时，应扩大至主要降水影响范围。搜集的资料及调查基坑周边环境内容应包括：

1　搜集基坑周边已有勘察资料，初步了解工程地质、水文地质单元分布情况，以及地表至基坑底面标高以下一定深度范围内的地层结构、土的物理力学性质、地下水分布、含水层性质、渗透系数和施工期地下水位可能产生的变化等资料；

2　取得标有建筑红线、施工红线的总平面图及基础结构设计

图；

3 调查建筑场地内及周边的地下管线、地下设施的位置、深度、结构形式、埋设时间及使用现状；

4 调查周边已有建筑的位置、层数、高度、结构类型、基础形式和尺寸、埋置深度、建成时间、使用年限、重要性、沉降观测资料以及建筑物现状，对变形的敏感性程度，查明其与基坑平面和剖面的关系；

5 调查可能对基坑工程产生影响的周边地表水体的汇流、排泄等情况。

2.2.2 岩土工程勘察可分段进行，初步勘察应符合初步设计的要求；详细勘察应符合施工图设计的要求；场地条件复杂或有特殊要求的工程，宜进行施工勘察。场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段。当建筑物平面布置已经确定，且场地或其附近已有岩土工程资料时，可根据实际情况，进行详细勘察。

初步勘察阶段，应初步查明场地环境情况和工程地质及水文地质条件，提出基坑支护方案的建议，同时应对岩土工程条件进行分析，预测基坑工程中可能产生的问题。

详细勘察阶段，除应满足现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 及地方标准《建筑基坑工程技术规程》DB13(J) 133 的相关要求和规定外，还应符合下列规定：

1 勘察范围应根据基坑的复杂程度、工程地质及水文地质条件确定，对于水平方向分布稳定的地层单元，勘察范围不应小于

基坑周边范围。当地层空间分布不稳定、跨越工程地质单元或需查明专门问题时，勘察范围应根据支护设计需要扩大，查明基坑影响范围内的不利岩土层的分布，外扩范围可达到基坑深度的 1～2 倍。当基坑开挖边界外无法布置勘探点时，应通过调查取得相关勘察资料并结合场地内的勘察资料进行综合分析。对于软土，勘察范围尚宜扩大。

2 勘探点宜沿基坑边线布置。勘探点间距应按基坑的复杂程度、工程地质及水文地质条件确定，宜取 15～25m，且每一侧边的剖面线勘探点不宜少于 3 个。当地层水平方向变化较大，有相对不利的岩土层或软弱结构面时（如软土、饱和粉细砂、深厚填土、暗沟、暗塘等特殊地段），应增加勘探点，查明其分布和工程特性。

3 勘探孔的深度应根据场地条件和基坑支护结构设计要求确定，勘探点的深度不宜小于基坑开挖深度的 2～3 倍，且应穿过软弱土层；为降水或截水设计需要时，控制性勘探点应穿透主要含水层进入隔水层一定深度；并应穿过软弱土层和饱和砂层。控制性勘察点宜为基坑勘探点总数的 1/3，且每一基坑侧边不宜少于 2 个控制性勘探点。

4 勘察地层划分应与本区域标准地层划分（本导则附录 A）相一致。

2.2.3 对一般黏性土、粉土，应采取不扰动试样；对软土宜采用静力触探、十字板剪切试验等原位测试；对粉土、砂土应进行标准贯入试验或圆锥动力触探试验；松散的人工堆积层应视其成分

采取试样或进行原位测试。

2.2.4 试样采取、室内试验和原位测试应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和行业标准《建筑基坑工程技术规程》JGJ 120、《高层建筑岩土工程勘察标准》JGJ/T 72 的要求。

2.3 地下水勘察及要求

2.3.1 基坑工程地下水勘察应根据工程需要，查明地下水的类型、埋藏条件和变化规律，提供水文地质参数；应针对基坑类型、支护形式和施工方法等情况分析评价地下水对基坑工程和环境影响，预估可能产生的危害，提出预防和处理措施的建议。

2.3.2 岩土工程勘察应根据场地特点和工程要求，通过搜集资料和勘察工作，查明的水文地质条件内容应符合现行标准相关规定。

2.3.3 当场地水文地质条件复杂，且已有资料不能满足降水或防渗设计要求时应按下列要求进行专门的水文地质勘察：

1 应查明开挖范围及邻近场地地下水含水层和隔水层的层位、埋深和分布情况，并应查明各含水层的补给条件和水力联系；

2 测定场地各含水层的渗透系数和渗透影响半径；

3 分析施工过程中水位变化对支护结构和基坑周边环境的影响，并提出相关建议。

2.3.4 基坑内勘察钻孔应回填原土、黏土球或水泥砂浆封堵，封堵深度自孔底至基坑底部以上适当高度。

2.4 勘察报告

2.4.1 岩土工程勘察报告基坑工程勘察评价内容，除应符合现行地方标准《建筑基坑工程技术规程》DB13(J) 133 相关规定外，还应包括下列内容：

1 对基坑工程安全等级提出建议；

2 对基坑的整体稳定性和可能的破坏模式做出评价；

3 对施工阶段的环境保护和监测工作的建议。

2.4.2 勘察成果电子文件应包括下列内容：

1 成果文字报告和地质资料数据库；

2 实际材料图(勘探点平面位置图)、各类地质平(剖)面图、钻孔柱状图等；

3 土工试验、原位测试、现场观测、动态监测等形成的数据成果；

4 各阶段地质调查工作形成的 BIM 专项成果。

2.4.3 室内剪切试验方法的选取应与所采用的基坑开挖、支护方式及岩土工程条件相适应。

2.4.4 岩土工程测试参数宜包含下列内容：

1 土的常规试验指标；

2 土的抗剪强度指标；

3 原位或室内试验测试土的渗透系数。

2.4.5 土的抗剪强度指标宜按下列规定采用：

1 黏性土和粉土采用三轴固结不排水（CU）抗剪强度指标或直剪固结快剪强度指标；

2 对砂土和碎石土有条件时宜通过试验确定其抗剪强度指标，无条件时可按地区经验值确定；

3 如果存在饱水的可能性，应使土样饱和以后再进行剪切试验。

3 设 计

3.1 一般规定

3.1.1 基坑支护设计应规定其设计使用期限。基坑支护的设计使用期限不应小于 1 年。当基坑支护结构作为永久结构时，应满足永久工程设计要求。

3.1.2 基坑支护应保证基坑周边建（构）筑物、管线、道路等的安全和正常使用，并满足地下结构的施工空间。

3.1.3 在基坑工程的支护设计前，应搜集的资料及调查基坑周边环境，包括且不限于以下内容：

1 建（构）筑物设计图：建筑总平面图、基础平面图、基础剖面图、地下结构平面图、地下结构剖面图、地基处理资料以及地下室施工对基坑工程的要求等。

2 岩土工程勘察报告。

3 场地用地红线及基坑环境条件资料：

1）基坑四周既有建（构）筑物的结构类型、层数、位置、地基基础形式、荷载和尺寸、埋深、使用年限、用途、现状及保护要求等；

2）各种既有地下管线和其他地下建（构）筑物的类型、位置、尺寸、埋深、使用年限、用途及保护要求等；对既有供水、污水、雨水等地下输水管线，尚应包括其使用状况及渗漏情况；

3）道路的类型、位置、宽度、道路行驶情况、最大车辆荷载等；

4）地面已有裂缝的分布、宽度及其发生原因等。

4 基坑开挖与支护结构使用期内施工场地材料堆放、施工设备、临时建筑布置及荷载等资料。

5 雨季时的场地周围地表水汇流和排泄条件，地表水的渗入对地层土性影响状况的资料。

6 当地常用的基坑支护方式以及施工降水的方法和经验。

3.1.4 基坑支护设计时，应综合考虑基坑深度、周边环境条件、岩土工程条件的复杂程度等因素，按表 3.1.4 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。当 a≤1.0 且有重要建（构）筑物、管线或生命线工程时基坑安全等级应为一级。

表 3.1.4 基坑安全等级

开挖深度 *h*（m）	环境条件与岩土工程条件								
	a＜0.5			0.5≤*a*≤1.0			*a*＞1.0		
	复杂	较复杂	简单	复杂	较复杂	简单	复杂	较复杂	简单
h＞12	一级								
6＜h≤12	一级			一级	二级		一级	二级	
h≤6	一级	二级		二级			二级	三级	

注：a 表示邻近建（构）筑物基础外边缘（管线外边缘）至基坑底边缘的水平距离与邻近建（构）筑物基础外边缘（管线外边缘）基础（管线）底面至基坑底垂直距离的比值。

3.1.5 基坑周边岩土工程条件的复杂程度按下列规定分为三类：

1 符合下列条件之一者为复杂：

1）基坑侧壁受水浸透可能性大；

2）降水深度大于 6m，降水对周边环境有较大影响；

3）坑壁土多为松软的填土层或软弱土层。

2 符合下列条件之一者为类较复杂：

1）基坑侧壁受水浸透可能性较大；

2）降水深度 3～6m，降水对周边环境有一定影响；

3）坑壁土局部为松软的填土层或软弱土层。

3 符合下列条件者为简单：

1）基坑侧壁受水浸透可能性小；

2）降水深度小于 3m，降水对周边环境影响轻微；

3）坑壁土很少有松软的填土层或软弱土层。

3.1.6 支护结构设计时，应根据不同的安全等级选用下列相应的重要性系数（γ_0），一、二、三级分别应取 1.1、1.0 和 0.9。基坑使用周期较长、有特殊要求的基坑工程可依据具体情况适当提高。

3.1.7 支护结构设计时应采用两种极限状态：承载能力极限状态及正常使用极限状态。

3.1.8 基坑支护应按实际的基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路和施工荷载等条件进行设计。设计中应设定支护结构的水平位移控制值、基坑周边环境的沉降控制值，并应提出明确的基坑周边荷载限值、地下水和地表水控制等基坑使用要求。

3.1.9 基坑支护结构设计应符合以下原则：

1 按平面结构分析时，应按基坑各部位的开挖深度、周边环境条件、地质条件等因素划分设计计算单元；对每一计算单元，应按其最不利条件进行计算；对位于基坑边缘的电梯井、集水坑等特殊部位，宜单独划分计算单元；

2 基坑支护设计应规定支护结构各构件施工顺序及相应的分步开挖深度和速度；

3 支护结构设计应考虑季节影响；

4 支护设计宜采用动态设计；

5 提倡采用绿色环保的新型设计理念和方法。

3.1.10 基坑群和超大基坑设计时，尚应符合下列规定：

1 两个及以上相邻基坑同期施工时，支护设计应考虑不利工况和基坑群对周围建筑、管线及地下设施等影响的组合效应；

2 相邻基坑共用围护结构时，后继施工基坑应复核在不利开挖工况条件下围护结构强度、刚度、嵌固深度和整体稳定性是否满足要求；

3 需降水的基坑群和超大基坑施工前，除各基坑应进行专门的截水和坑内降水设计之外，还应考虑超大基坑和基坑群降水综合效应对基坑及周边环境的影响。

3.1.11 对开挖深度超过 5.0m（含 5.0m）的基坑（槽）的基坑开挖、支护、降水工程或开挖深度虽未超过 5.0m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建（构）筑物安全的基坑（槽）的基坑开挖、支护、降水工程，在实施前应对设计、施工方案进行专家论证。

3.2 支护结构选型

3.2.1 支护结构选型时，应综合考虑下列因素：

1 基坑深度和基坑安全等级；

2 工程地质和水文地质条件；

3 基坑周边环境对基坑变形的承受能力及支护结构一旦失效可能产生的后果；

4 主体地下结构及其基础形式、基坑平面尺寸及形状；

5 支护结构实施的可行性；

6 施工场地条件及施工季节；

7 经济指标、环保性能和施工工期。

3.2.2 基坑支护结构应根据所处工程地质分区、基坑周边环境、开挖深度、工程地质与水文地质、施工作业设备、成熟工程经验和施工季节等条件，按附录 B 选用。其他支护形式的设计等内容见相应规范条文。

3.2.3 支护结构可采用上、下分段不同结构类型组合的形式。对于基坑上部采用放坡或土钉墙，下部采用排桩的组合形式，上部放坡或土钉墙高度不宜大于基坑总深度的 1/2，且应严格控制排桩顶部水平位移。

3.2.4 在采用新型设计理念和方法（如装配式支护结构体系，可回收锚杆及竖锚支护等）时，应进行充分的专家论证。

3.2.5 不同支护形式的结合处，应考虑相邻支护结构的相互影响，其过渡段应有可靠的连接措施。

3.2.6 基坑支护设计宜参照国家建筑设计标准图集《建筑基坑支护结构构造》图集 11SG814。

3.3 放坡设计

3.3.1 基坑开挖条件允许且不影响相邻建（构）筑物的安全和正常使用时，基坑侧壁可按一定坡度放坡。当满足下列条件时，应

优先采用放坡开挖：

1 边坡场地开阔、坡体土质稳定性条件较好，边坡在一定的坡率下开挖安全；

2 边坡在一定的坡率下开挖不影响邻近已有建(构)筑物、各种地下管线及周边环境的安全和正常使用；

3 对地下水位埋藏较浅的坡体，应能有效地降低地下水位且使坡体保持干燥。

3.3.2 放坡形式可根据地层、开挖深度、开挖方法、周边环境及场地使用情况选择一级或多级放坡。

3.3.3 边坡分段开挖允许深度和放坡比例应通过稳定性计算确定，计算和评价方法应符合现行地方标准《建筑基坑工程技术规程》DB13(J) 133 的规定。边坡的滑动稳定安全系数不应小于 1.2。

3.3.4 坡面防护应符合下列规定：

1 边坡坡顶、坡面、坡脚和水平台阶应设排水系统。

2 当边坡表层有积水湿地、地下水渗出或地下水露头时应根据实际情况设置外泄排水孔、盲沟排水、钻孔排水以及在上游沿垂直地下水流向设置地下排水廊道以拦截地下水等导排措施。

3 对局部不稳定土体应清除，或用其他有效措施加固。

4 已开挖完成的基坑坡面可采用以下方法进行坡面防护：

1）水泥砂浆抹面；

2）挂网喷射混凝土；

3）塑料薄膜或防水土工布；

4）装配式面层（板）或其他新型材料覆盖。

3.3.5 对于砂土应随挖随覆盖，尽可能减少暴露时间，防止土体

滑塌，并对坡顶地面采取防水措施。当坡脚为无黏性土时，应做好坡脚的防护。

3.4 土钉墙

3.4.1 土钉墙设计应对基坑的各工况进行整体滑动稳定性验算，验算方法可采用圆弧滑动条分法；当基坑面以下存在软弱下卧软土层时，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；对基坑底面以下有软土层的，尚应进行坑底隆起稳定性验算。

3.4.2 土钉墙设计应对单根土钉的极限抗拔承载力进行验算；验算方法和参数应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 相关规定。

3.4.3 土钉墙设计计算应符合下列规定：

1 土钉设计参数的确定应考虑土钉成孔、土钉钢筋的安放、注浆等施工工艺水平；土钉直径、长度、布置等应考虑成孔对坑边环境的影响；

2 单根土钉抗拔验算应符合安全等级为二、三级的土钉墙，Kt（土钉抗拉承载力安全系数）分别不应小于 1.6、1.4；

3 土钉支护结构整体稳定性分析采用圆弧滑动面简单条分法；土钉墙整体稳定性安全系数，安全等级为二级、三级的土钉墙，K_S 分别不应小于 1.30、1.25。

3.4.4 土钉墙宜采用机械成孔的钢筋土钉。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打入式钢管土钉。对钢管土钉打入困难的土层，宜采用机械成孔的钢筋土钉。

3.4.5 土钉墙墙面的坡率不宜大于 1:0.2；其他土钉墙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 和地方标准《建筑基坑工程技术规程》DB13(J) 133 的相关规定。

3.4.6 采用预应力锚杆复合土钉墙时，预应力锚杆应符合下列规定：

1 可采用钢绞线锚杆；

2 用于减小地面变形时，锚杆宜布置在土钉墙的较上部位；用于增强面层抵抗土压力的作用时，锚杆应布置在土压力较大及墙背土层较软弱的部位；

3 锚杆的拉力设计值不应大于土钉墙墙面的局部受压承载力；

4 预应力锚杆应设置自由段，自由段长度应超过土钉墙坡体的潜在滑动面；

5 锚杆与喷射混凝土面层之间应设置腰梁连接，腰梁可选用可回收的钢腰梁，腰梁与喷射混凝土面层应紧密接触，腰梁规格应根据锚杆拉力设计值确定；

6 除符合上述规定外，锚杆的构造尚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。

3.5 悬臂式桩结构

3.5.1 悬臂式桩结构的桩型与成桩工艺应根据桩所穿过土层的性质、地下水条件及基坑周边环境要求等选择混凝土灌注桩、钢桩、型钢水泥土搅拌桩、预应力管桩等桩型。

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，不应采用挤土效应严重、易塌孔、易缩径或有较大振动的桩型和施工工艺。

3.5.2 混凝土支护桩的正截面和斜截面承载力应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

3.5.3 钢桩的受弯、受剪承载力应满足现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定，其弯矩设计值和剪力设计值应按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 确定。

3.5.4 预应力管桩支护桩应满足现行行业标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406 的规定。

3.5.5 悬臂式桩结构构造应符合下列规定：

1 采用混凝土灌注桩时，对悬臂式排桩，支护桩的桩径不宜小于 600mm，桩间距应根据排桩受力及桩间土稳定条件确定，但不宜大于桩直径的 2 倍；

2 采用混凝土灌注桩时，支护桩的桩身混凝土强度等级不应小于 C25，钢筋配置和混凝土保护层厚度应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定；

3 支护桩顶部应设置混凝土冠梁；冠梁的宽度不宜小于桩径，高度不宜小于 400mm，且不宜小于桩径的 0.6 倍；冠梁钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对梁的构造配筋要求；冠梁用作支撑或锚杆的传力构件时或按空间结构设计时尚应按受力构件进行截面设计；

4 桩间土防护措施宜采用内置钢筋网的喷射混凝土面层；

5 采用降水的基坑，在有可能出现渗水的部位应设置泄水管，泄水管应采取防止土颗粒流失的反滤措施。

3.5.6 悬臂式支挡结构的嵌固深度验算应符合下列规定：

1 嵌固稳定性的要求，安全等级为一级、二级、三级的悬臂式支挡结构，嵌固稳定安全系数分别不应小于 1.25、1.20、1.15；

2 悬臂式支挡结构应进行整体稳定性验算，整体稳定性可采用圆弧滑动条分法进行验算；

3 悬臂式支挡结构可不进行抗隆起稳定性验算；

4 悬臂式挡土结构的嵌固深度不宜小于 0.8h（h 为基坑深度）。

3.6 地下连续墙

3.6.1 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《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定进行计算，其弯矩、剪力设计值应按行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 确定。

3.6.2 地下连续墙的墙体厚度宜根据成槽机的规格，选取 600mm、800mm、1000mm 或 1200mm。

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

3.6.4 地下连续墙的转角处或有特殊要求时，单元槽段的平面形状可采用 L 形、T 形等。

3.6.5 地下连续墙的混凝土设计强度等级宜取 C30～C40，用于永久性支护结构不应小于 C35。地下连续墙用于截水时，墙体混凝土抗渗等级不宜小于 P6。当地下连续墙同时作为主体地下结构构

件时，墙体混凝土抗渗等级应满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 等相关标准的要求。

3.6.6 地下连续墙的纵向受力钢筋应沿墙身两侧均匀配置，可按内力大小沿墙体纵向分段配置，但通长配置的纵向钢筋不应小于总数的 50%；纵向受力钢筋宜选用 HRB400、HRB500 钢筋，直径不宜小于 16mm，净间距不宜小于 75mm。水平钢筋及构造钢筋宜选用 HPB300 或 HRB400 钢筋，直径不宜小于 12mm，水平钢筋间距宜取 200～400mm。冠梁按构造设置时，纵向钢筋伸入冠梁的长度宜取冠梁厚度。冠梁按结构受力构件设置时，墙身纵向受力钢筋伸入冠梁的锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对钢筋锚固的有关规定。当不能满足锚固长度的要求时，其钢筋末端可采取机械锚固措施。

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

3.6.8 钢筋笼端部与槽段接头之间、钢筋笼端部与相邻墙段混凝土面之间的间隙不应大于 150mm，纵向钢筋下端 500mm 长度范围内宜按 1:10 的斜度向内收口。

3.6.9 地下连续墙的槽段接头应按下列原则选用：

1 地下连续墙宜采用圆形锁口管接头、波纹管接头、楔形接头、工字形钢接头或混凝土预制接头等柔性接头；

2 当地下连续墙作为主体地下结构外墙，且需要形成整体墙体时，宜采用刚性接头；刚性接头可采用一字形或十字形穿孔钢板接头、钢筋承插式接头等；当采取地下连续墙顶设置通长冠梁、墙壁内侧槽段接缝位置设置结构壁柱、基础底板与地下连续墙刚

性连接等措施时，也可采用柔性接头。

3.6.10 地下连续墙墙顶应设置混凝土冠梁。冠梁宽度不小于墙厚，高度不宜小于墙厚的 0.6 倍且不小于 600mm。冠梁总配筋率不应小于 0.4%。墙的竖向主筋锚入梁内长度应等于梁的高度。冠梁用作支撑或锚杆的传力构件或按空间结构设计时，尚应按受力构件进行截面设计。

3.7 型钢水泥土搅拌墙

3.7.1 型钢水泥土搅拌墙中三轴水泥土搅拌桩的直径宜采用 650mm、850mm、1000mm；内插的型钢宜采用 H 型钢。根据工程实际情况可选用其他水泥土搅拌桩型。

3.7.2 型钢水泥土搅拌墙的选型应根据基坑开挖深度、周边环境条件、场地工程地质和水文地质条件、基坑形状与规模、支撑或锚杆体系的设置等综合确定。

3.7.3 型钢水泥土搅拌墙应根据支护结构的特性、基坑的使用要求、周边环境条件、施工条件以及地基土的物理力学性质、地下水条件等因素进行设计计算。设计计算尚应分别符合基坑分层开挖、设置支撑或锚杆、地下主体结构分层施工与换撑等施工期的各种工况。

3.7.4 型钢水泥土搅拌墙的计算变形容许值应根据周边环境条件和基坑开挖深度综合确定。

3.7.5 型钢水泥土搅拌墙中的三轴水泥土搅拌桩和型钢应符合下列要求：

1 搅拌桩 28d 龄期无侧限抗压强度不应小于设计要求且不宜

小于 0.5MPa。

2 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，材料用量和水灰比应结合土质条件和机械性能等指标通过现场试验确定。计算水泥用量时，被搅拌土体的体积可按搅拌桩单桩圆形截面面积与深度的乘积计算。在型钢依靠自重和必要的辅助设备可插入到位的前提下水灰比宜取小值。

3 在填土、淤泥质土等特别软弱的土中以及在较硬的砂性土、砂砾土中，钻进速度较慢时，水泥用量宜适当提高。

4 内插型钢宜采用 Q235B 级钢和 Q345B 级钢，规格、型号及有关要求宜按国家现行标准《热轧 H 型钢和部分 T 型钢》GB/T 11263 和《焊接 H 型钢》YB 3301 选用。

3.7.6 型钢水泥土搅拌墙中的三轴水泥土搅拌桩可作为截水帷幕，搅拌桩应采用套接一孔法施工。其抗渗性能应满足墙体自防渗要求，在砂性土中搅拌桩施工宜外加膨润土。

3.7.7 型钢水泥土搅拌墙中型钢的问距和平面布置形式应根据计算确定，常用的内插型钢布置形式可采用密插型、插二跳一型和插一跳一型三种。

3.7.8 型钢水泥土搅拌墙支护结构的计算与验算应包括下列内容：内力和变形计算；整体稳定性验算；抗倾覆稳定性验算；坑底抗隆起稳定性验算；抗渗流稳定性验算；基坑外土体变形估算。

3.7.9 型钢水泥土搅拌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基坑抗隆起、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桩的作用。

3.7.10 水泥土搅拌桩的入土深度，除应满足型钢的插入要求之外，尚应满足基坑抗渗流稳定性的要求。

3.7.11 型钢水泥土搅拌墙内插型钢的截面承载力、局部受剪承载力应符合行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T 199 的规定。

3.7.12 型钢水泥土搅拌墙中的搅拌桩应符合下列规定：

1 当搅拌桩达到设计强度，且龄期不小于 28d 后方可进行基坑开挖；

2 搅拌桩的入土深度宜比型钢的插入深度深 0.5～1.0m；

3 搅拌桩体的垂直度不应大于 1/200。

3.7.13 型钢水泥土搅拌墙中内插劲性芯材宜采用 H 型钢，H 型钢截面型号宜按下列选用：

1 当搅拌桩直在为 650mm 时，内插 H 型钢截面直采用 H500×300、H500×200；

2 当搅拌桩直在为 850mm 时，内插 H 型钢截面直采用 H700×300；

3 当搅拌桩直径为 1000mm 时，内插 H 型钢截面宜采用 H800×300、H850×300。

3.7.14 型钢水泥土搅拌墙中内插型钢应符合下列规定：

1 内插型钢的垂直度不应大于 1/200。

2 当型钢采用铜板焊接而成时，应按照现行行业标准《焊接 H 型钢》YB 3301 的有关要求焊接成型。

3 型钢宜采用整材；当需采用分段焊接时，应采用坡口焊等强焊接。对接焊缝的坡口形式和要求应符合现行行业标准《建筑

钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的有关规定，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 2 个，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，错开距离不直小于 1m，且型钢接头距离基坑底面不宜小于 2m。

4 对于周边环境条件要求较高，桩身在粉土、砂性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。

6 除环境条件有特殊要求外，内插型钢宜预先采取减摩措施，并拔除回收。

3.7.15 型钢水泥土搅拌墙的顶部应设置封闭的钢筋混凝土冠梁。冠梁宜与第一道支撑的腰梁合二为一。冠梁的高度和宽度应由设计计算确定，计算时应考虑型钢穿过对冠梁截面的削弱影响，同时应满足起拔型钢时的需要，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面不应小于 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，箍筋宜适当加密。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。

3.7.16 型钢水泥土搅拌墙支护体系的腰梁应符合下列规定：

1 型钢水泥土搅拌墙可采用型钢（或组合型钢）腰梁或钢筋混凝土腰梁，并结合铜管支撑、型钢（或组合型钢）支撑、钢筋混凝土支撑等内支撑体系或锚杆体系设置。

2 型钢水泥土搅拌墙支护体系的腰梁宜完整、封闭，并与支撑体系连成整体。钢筋混凝土腰梁在转角处应按刚节点进行处理，并通过构造措施确保腰梁体系连接的整体性。

3 钢腰梁或钢筋混凝土腰梁应采用托架（或牛腿）和吊筋与内插型钢连接。水泥土搅拌桩、H 型钢与钢腰梁之间的空隙应用钢楔块或高强度等级细石混凝土填实。

3.7.17 当采用竖向斜撑并需支撑在型钢水泥土搅拌墙冠架上时，应在内插型钢与冠梁之间设置竖向抗剪构件。

3.7.18 在型钢水泥土搅拌墙中搅拌桩桩径变化处或型钢插入密度变化处，搅拌桩桩径较大区段或型钢插入密度较大区段宜作适当延伸过渡。

3.7.19 型钢水泥土搅拌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。

3.8 桩锚式支护结构

3.8.1 锚杆的应用应符合下列规定：

1 锚拉结构可采用钢绞线锚杆；当环境保护不允许在支护结构使用功能完成后锚杆杆体滞留在地层内时，应采用可拆芯钢绞线锚杆等可回收杆体；

2 在易塌孔的松散或稍密的砂土、粉土、填土层，高液性指

数的饱和黏性土层，高水压力的各类土层中，钢绞线锚杆宜采用套管护壁成孔工艺；

3 锚杆注浆宜采用二次压力注浆工艺；

4 锚杆锚固段不宜设置在淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土及松散填土层内；

5 在复杂地质条件下，应通过现场试验确定锚杆的适用性。

3.8.2 对安全等级为一级、二级、三级的支护结构，锚杆抗拔安全系数分别不应小于 1.8、1.6、1.4；其他锚杆的轴向拉力、抗拔承载力、自由段长度、受拉承载力、锁定值等应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 相关条文的规定。

3.8.3 桩锚式构造应符合下列规定:

1 多层支点排桩桩径不宜小于 400mm，桩间距应根据排桩受力及桩间土稳定条件确定，但不宜大于 2 倍桩径；排桩及钢筋混凝土冠梁的其他构造措施可参照本导则技术篇 4.8.6 条相关规定；

2 锚杆水平间距不宜小于 1.5m，多层锚杆竖向间距不宜小于 2.0m，当锚杆间距小于 1.5m 时，应根据群锚效应对锚杆抗拔承载力进行折减或改变相邻锚杆的倾角；

3 锚杆锚固段的上覆土层厚度不宜小于 4.0m；

4 锚杆倾角宜取 15°～25°，且不应大于 45°，不应小于 10°；锚杆的锚固段宜设置在强度较高的土层内；

5 当锚杆上方存在天然地基的建筑物或地下构筑物时，宜避开易塌孔、变形的地层。

3.8.4 桩锚式支护结构的嵌固深度应符合下列规定：

1 单层锚杆支挡式结构的嵌固深度应符合嵌固稳定性的要

求，安全等级为一级、二级、三级的锚拉式支挡结构，嵌固稳定安全系数分别不应小于 1.25、1.20、1.15；

2 锚拉式支挡结构应进行整体稳定性验算，整体稳定性可采用圆弧滑动条分法进行验算；当采用圆弧滑动条分法时，安全等级为一级、二级、三级的锚拉式支挡结构，圆弧滑动整体稳定安全系数分别不应小于 1.35、1.30、1.25；

3 锚拉式支挡结构的嵌固深度应满足坑底隆起稳定性要求，抗隆起稳定性安全等级为一级、二级、三级的支护结构，抗隆起稳定系数分别不应小于 1.8、1.6、1.4；

4 对锚拉式支挡结构，当坑底以下为软土时，其嵌固深度应符合以下层支点为轴心的圆弧滑动稳定性要求，安全等级为一级、二级、三级的支挡式结构，圆弧滑动稳定安全系数分别不应小于 2.2、1.9、1.7；

5 挡土构件的嵌固深度除应满足上述规定外，对单支点支挡式结构，尚不宜小于 0.3h（h 为基坑深度）；对多支点支挡式结构，尚不宜小于 0.2h。

3.8.5 锚杆腰梁的设计计算应符合下列规定：

1 锚杆腰梁可选用可回收的型钢组合梁；锚杆腰梁应按受弯构件设计；锚杆腰梁的正截面、斜截面承载力应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的规定；当锚杆锚固在混凝土冠梁上时，冠梁应按受弯构件设计，其截面承载力应符合上述国家标准的规定；

2 锚杆腰梁应根据实际约束条件按连续梁或简支梁计算；计算腰梁的内力时，腰梁的荷载应取结构分析时得出的支点力设计

值；

3 型钢组合腰梁应满足在锚杆集中荷载作用下的局部受压稳定与受扭稳定的构造要求；当需要增加局部受压和受扭稳定性时，可在型钢翼缘端口处配置加劲肋板；

4 型钢组合腰梁可选用双槽钢或双工字钢，槽钢之间或工字钢之间应用缀板焊接为整体构件，焊缝连接应采用贴角焊；双槽钢或双工字钢之间的净间距应满足锚杆杆体平直穿过的要求。

3.8.6 冠梁宜采用斜面与锚杆轴线垂直的梯形截面；冠梁的混凝土强度等级不宜低于 C25。采用梯形截面时，截面的上边水平尺寸不宜小于 250mm。

3.8.7 采用楔形钢垫块时，楔形钢垫块与挡土构件、腰梁的连接应满足受压稳定性和锚杆垂直分力作用下的受剪承载力要求。采用楔形混凝土垫块时，混凝土垫块应满足抗压强度和锚杆垂直分力作用下的受剪承载力要求，且其强度等级不宜低于 C25。

3.9 内支撑

3.9.1 内支撑体系适用于由钢或混凝土材料组成的墙式围护结构和桩式围护结构。

3.9.2 支护结构的内支撑应采用稳定的结构体系和连接构造，优先采用超静定内支撑结构体系，其刚度应满足变形计算要求。基坑内支撑，除应满足承载力要求外，还应满足变形的要求。

3.9.3 内支撑结构宜采用受力明确、连接可靠、施工方便的结构形式且宜采用对称平衡性、整体性强的结构形式，常用型式有单层或多层平面支撑体系和竖向斜撑体系。

3.9.4 内支撑结构应与主体地下结构的结构形式、施工顺序协调，应便于主体结构施工；

3.9.5 一般情况下，在支撑结构上不考虑施工机械运行和材料堆放等作用。当必须利用支撑构件兼作施工平台或栈桥时或者采取逆作法施工时，应进行专门设计。

3.9.6 支撑结构的施工与拆除顺序，应与支护结构的设计工况相一致，且应遵循先撑后挖的原则。

3.9.7 平面支撑体系布置应符合下列规定：

1 一般情况下，平面支撑体系应由腰梁、水平支撑和立柱三部分构件组成；

2 根据工程具体情况，水平支撑可以用对撑、对撑桁架、斜角撑、斜撑桁架、边桁架、环撑和八字撑等形式组成的平面结构体系。

3.9.8 平面支撑体系的竖向布置应符合下列规定：

1 在竖向平面内，水平支撑的层数应根据基坑开挖深度、工程地质条件、支护结构类型及工程经验确定，并应进行结构计算；

2 上、下层水平支撑轴线宜布置在同一竖向平面内，竖向相邻水平支撑的净距不宜小于 3.0m，当采用机械下坑开挖及运输时，不宜小于 4.0m；

3 一般情况下应利用围护墙顶的水平圈梁兼作第一道水平支撑的腰梁，当第一道水平支撑标高低于墙顶圈梁时，可另设腰梁，但不宜低于自然地面以下 3.0m；

4 立柱宜布置在纵横向支撑的交点处或桁架式支撑的节点位置上，并应避开主体工程梁、柱及承重墙的位置，立柱的间距

一般不宜超过 15.0m。

3.9.9 竖向斜撑体系的布置应符合下列规定：

1 竖向斜撑体系通常由斜撑、腰梁和斜撑基础等构件组成；当斜撑长度大于 15.0m 时，宜在斜撑中部设置立柱；

2 斜撑宜采用钢撑；

3 竖向斜撑宜均匀对称布置，水平间距不宜大于 6.0m；

4 斜撑与基坑底面之间的夹角一般情况下不宜大于 35°，在地下水位较高的软土地区不宜大于 26°，并与基坑内土堤的稳定边坡相一致；斜撑基础与围护墙之间的水平距离不宜小于围护墙在开挖面以下插入深度的 1.5 倍；

5 斜撑与腰梁、斜撑与基础以及腰梁与围护墙之间的连接应满足斜撑水平分力和垂直分力的传递要求；

6 有条件时，可采取“中心岛”施工方案，利用位于基坑中部先施工好的主体结构的水平刚度，在围护墙与主体结构之间布置支撑体系。

3.9.10 平面支撑结构体系的荷载及内力、支撑结构的计算假定、支撑构件的内力和变形以及截面承载力应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 和地方标准《建筑基坑工程技术规程》DB13(J) 133 的相关规定。

3.9.11 支撑构件的变形应符合下列规定：

1 支撑构件的变形可根据构件刚度按结构力学的方法计算，混凝土支撑结构的抗弯刚度按规定折减；

2 支撑在竖向水平面内的挠度宜小于其计算跨度的 1/600～1/800；

3 腰梁、边桁架及主支撑构件的水平挠度宜小于其计算跨度的 1/1000～1/1500。

3.10 双排桩

3.10.1 双排桩可采用平面刚架结构模型进行计算。

3.10.2 安全等级为一级、二级、三级的双排桩，嵌固稳定安全系数 K_e 分别不应小于 1.25、1.20、1.15。

3.10.3 双排桩排距宜取 2.0～5.0d（d 为桩径，下同）。刚架梁的宽度不应小于 d，高度不宜小于 0.8d，刚架梁高度与双排桩排距的比值宜取 1/6～1/3。

3.10.4 双排桩结构的嵌固深度，对淤泥质土，不宜小于 1.0h；对淤泥，不宜小于 1.2h；对一般黏性土、砂土，不宜小于 0.6h。前排桩端宜置于桩端阻力较高的土层。

采用泥浆护壁灌注桩时，施工时的孔底沉渣厚度不应大于 50mm，或采用桩底后注浆加固沉渣。

3.10.5 双排桩应按偏心受压、偏心受拉构件进行支护桩的截面承载力计算，刚架梁应根据其跨高比按普通受弯构件或深受弯构件进行截面承载力计算。双排桩结构的截面承载力和构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

3.10.6 前、后排桩与刚架梁节点处，桩的受拉钢筋与刚架梁受拉钢筋的搭接长度不应小于受拉钢筋锚固长度的 1.5 倍，其节点构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

3.11　地下水控制

3.11.1　应对地下水采取控制措施，保证干槽作业，防止基坑开挖施工过程中因地下水渗流发生管涌、流砂，导致边坡失稳或坑底隆起。

3.11.2　当基坑影响范围内，已有建筑为易失水固结的天然地基，或同一结构单元为不同基础类型，应进行地基降水固结沉降预测。当沉降或差异沉降影响建筑安全时，降水设计应采取相应的封水、回灌、加固等保障措施，并加强水位及沉降监测。

3.11.3　地下水控制措施包括明排、疏干降水、截水防渗、坑外回灌等方法。

3.11.4　地下水控制设计施工应具备以下资料：

1　基坑平面尺寸，开挖深度，拟采用的边坡类型和支护方案；

2　场地地层结构，地下水水位、类型、补给和排泄条件，各含水层的性质、渗透系数，透水层和隔水层的相互关系；

3　搜集基坑周边地表水系和已有建（构）筑物地基基础的详细资料。

3.11.5　基坑施工期间，应在坑内坑外重要部位设水位观测井，坑内水位降深应保持在开挖面以下不少于 0.5m。出水口宜设流量计，观测涌水量，再通过管道输送至基坑影响范围以外，防止回渗。

3.11.6　基坑排渗采用的计算参数，可根据当地同类场地工程经验选用。当缺乏同类场地工程经验时，应通过抽水试验确定。

3.11.7　坑底明排设计应符合下列规定：

1　当地下水位降深较浅，且坑壁稳定的情况下，可采用坑底

周边设排水沟，并配合集水坑明排；

2 排水沟尺寸应根据坑底渗水量确定；

3 当基坑面积较大，仅靠边沟不能疏干中间渗水的情况下，可结合渗水分布情况，增设网格状渗水沟，渗水沟开挖要求规整，不能造成地基松动，沟内回填砾料，在浇注混凝土垫层之前，为防止水泥浆下渗，可铺盖防渗膜；

4 坑底明排抽水设备总排水能力应不小于基坑总涌水量的1.5倍；

5 坑底明排一旦出现周边流砂、管涌或坑底翻砂现象时，应及时采取防护措施；常用的方法有砂袋护坡反滤、水平排渗管导水，必要时在基坑外围增设井点降水等措施；

6 当基坑范围内局部需加深，如电梯井、集水坑等，其加深部位可单独设集水井。

3.11.8 降水设计应符合下列规定：

1 基坑降水设计应包括以下内容：

1）结合基坑规模和水文地质条件，选择降水方案、井深、井间距、降水井的结构、相应的降水平面设计；

2）单井涌水量和总涌水量计算，坑内和坑外水位预测；

3）降水使用的设备及管线布置；

4）实施过程可能遇到的问题及应急预案等。

2 基坑涌水量计算，通常按圆形大井法。井点一般在基坑外缘呈封闭式布置，必要时也可在坑内布井。而地下管线通廊等长条形基坑，宜采用单侧或双侧布井。

3 当基坑影响深度内为弱透水层时，宜采用轻型井点降水；

地下水位降深小于 6.0m，可采用单级轻型井点；深度大于 6.0m 时，宜采用多级轻型井点或喷射井点。

4 轻型井点宜沿基坑周边布置成封闭状。井点间距可取 0.8～2.0m，距边坡上口线至少 1.5m。多级井点的平台高差宜采用 4.0～5.0m。轻型井点单井点出水量可通过试抽水验证。喷射井点间距可取 1.5～3.0m。

5 当基坑涌水量较大时，宜采用管井降水。

6 地基固结沉降预测应按下述规定进行预测或估算：

1）当基坑降水影响范围内，存在有松散～稍密砂土和粉土，以及流塑状态的黏性土时，应对地基固结下沉进行预测；

2）不同部位的沉降量和差异沉降，与地基土的压缩性和该点的水位下降幅度有关；

3）同一建（构）筑物地基两点间产生的差异沉降，分别按两点地基土的压缩性指标和降水增加的有效压力进行估算。

7 如果降水引起的固结沉降或差异沉降，影响建（构）筑物的正常使用或结构的稳定性时，应采取可靠的预防措施。

3.11.9 截渗设计应符合下列规定：

1 可采取帷幕截渗和封底等措施，防止因基坑降水影响周围已有建筑地基的稳定性，或因地层复杂，降水达不到疏干效果；

2 截渗帷幕插入坑底的深度，应通过抗渗流稳定性验算选定。必要时调整降水和回灌设计方案；

3 基坑采用悬挂式截水帷幕或坑底以下存在水头高于坑底的承压含水层时，应进行地下水渗透稳定性验算；

4 当存在基坑群同时或交叉进行截水和降水施工时，可采用

帷幕和降水一体化设计方案，合理选择止水帷幕和降水井的深度关系，协同考虑截渗设计中的帷幕参数、共用及搭接，有效发挥止水帷幕的隔水作用，对于不同深度的基坑做到差异化降水方案；

5 需采用基坑封底防渗措施时，其封底厚度可参考现行地方标准《建筑基坑支护技术规程》DB13(J) 133 中验算隔水顶板厚度的方式进行计算；

6 截渗帷幕渗透系数要求达到 k≤10-6cm/s。厚度应结合边坡形式和支护结构，满足渗透压力作用下的稳定性要求。施工过程要做好质量检验和水位观测，以及坑壁与坑底稳定性监测。

3.11.10 回灌设计应符合下列规定：

1 可采用回灌方式，防止基坑降水影响范围内，因地下水位下降、土体固结、地表下沉，引起已有建（构）筑物基础不均匀变形；

2 回灌方案宜结合地层，采用轻型井点、管井、砂井和回灌沟等，回灌井的深度可等同降水井深度，过滤器上端宜高于原地下水位；

3 回灌井应沿拟保护建（构）筑物的四周或基坑外围布置；

4 回灌井的间距一般可取降水井间距的 1/2；

5 布井数量和回灌水量，应通过观测孔的水位变化进行调节，回灌后的地下水位不宜超过原地下水位±0.3m；

6 回灌井的成井标准可按降水井的成井标准设计和施工；

7 回灌用水应采用清水，当采用基坑抽水进行回灌时，应先经过澄清处理，以保障回灌井不淤、不堵、无污染；

8 回灌应确保不产生水资源损失。

4 施 工

4.1 一般规定

4.1.1 基坑工程施工前应根据设计文件，结合现场条件和地区经验、工程水文地质条件、施工季节，编制安全专项施工方案。

4.1.2 基坑支护结构施工及降水、开挖的工况和工序应符合设计要求。

4.1.3 基坑工程回填前，宜对支护结构和面层进行拆除。当拆除时，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。

4.1.4 提倡环保、先进、创新的施工工艺和工法，如装配式支护结构体系、可回收锚杆及竖锚支护等，实施前应经专家论证。

4.1.5 基坑工程施工中，应对支护结构、地下水、已施工的主体结构和邻近道路、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采取有效措施。基坑工程施工中应加强对监测点的保护。

4.1.6 基坑工程施工中，若发现与勘察、设计不符或者出现异常情况时，应停止施工作业，并及时向建设、勘察、设计、监理、监测等单位反馈，各方共同研究解决措施。

4.1.7 施工现场道路布置、材料堆放、车辆行驶路线等应符合设计荷载控制的要求，并应减少对主体结构、支护结构、周边环境等的影响。根据实际情况可设置施工栈桥，并应进行专项设计。

4.1.8 基坑工程施工中，当邻近工程进行桩基施工、基坑开挖、

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。

4.1.9 基坑施工过程中各工序开工前，施工技术管理人员应向所有参加作业的人员进行施工组织与安全技术交底，如实告知危险源、防范措施、应急预案，形成文件并签署。

4.1.10 本导则未详述的基坑支护方式，如 TRD 工法、斜向预制支撑桩、HUW 型钢钢板连续墙、全钢基坑围护支撑体系等的施工方法，可参照相应规范条文或结合类似工程地质条件施工经验执行。

4.2 基坑开挖和回填

4.2.1 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、弃土地点等。

4.2.2 基坑周边施工材料、设施或车辆荷载，严禁超过设计要求的地面荷载限值。基坑开挖期间，若周边影响范围内存在桩基、基坑支护、土方开挖等施工作业时，应根据实际情况，合理确定相互之间的施工顺序和方法，必要时应采取可靠的技术措施。

4.2.3 挖方时不应碰撞或损伤支护结构、降水设施、工程桩或扰动基底原状土。

4.2.4 在基坑工程开挖施工前，应完成支护结构、地面排水、地下水控制、基坑及周边环境监测、施工条件验收和应急预案准备等工作的验收，合格后方可进行土石方开挖。

4.2.5 基坑工程开挖施工前，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。

4.2.6 在基坑工程开挖施工中，应定期测量和校核设计平面位置、边坡坡率和水平标高。平面控制桩和水准控制点应采取可靠措施加以保护，并定期检查和复测。

4.2.7 基坑开挖的顺序、方法应与设计工况与施工方案相一致，并应遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层开挖、严禁超挖”的原则。

4.2.8 基坑开挖的分层厚度应符合设计规定，并应配合支护结构的设置和施工的要求，临近基坑边缘的局部深坑宜在大面积垫层完成后开挖。

4.2.9 基坑放坡开挖应符合下列规定：

1 应根据土层性质、开挖深度、荷载等通过计算确定坡体坡度、放坡平台宽度，多级放坡开挖的基坑，坡间放坡平台宽度不宜小于 1.5m；

2 无截水帷幕放坡开挖基坑采取降水措施的，降水系统宜设置在单级放坡基坑的坡顶，或多级放坡基坑的放坡平台、坡顶；

3 坡体表面可根据基坑开挖深度、基坑暴露时间、土质条件等情况采取防护措施，护坡可采用挂网喷射砂浆、混凝土等方式，也可采用压坡法；

4 放坡开挖基坑的坡顶及放坡平台的施工荷载应符合设计要求。

4.2.10 采用土钉支护和土层锚杆支护的基坑开挖应符合下列规定：

1 应在截水帷幕或排桩的强度和龄期满足设计要求后方可进行基坑开挖；

2 基坑开挖应和支护施工相协调，应提供土钉、土层锚杆成孔施工作业面，基坑开挖和支护施工应形成循环作业面；

3 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；

4 每层每段开挖后应及时进行土钉、土层锚杆施工，缩短未支护坡面的暴露时间，上一层土钉支护、土层锚杆支护完成后的养护时间或强度满足设计要求后，方可开挖下一层基坑。

4.2.11 采用预应力管桩支护的基坑开挖应符合下列规定：

1 基坑开挖时应制定施工方案，桩顶以上 1.0m 内的土方，应采用人工开挖与小型挖土机械相配合的方法；

2 严禁在基坑影响范围内的施工现场进行边沉桩边开挖施工；

3 挖土机械和运土车辆在基坑中工作时不应对管桩和基坑围护结构进行直接挤推。

4.2.12 设有内支撑的基坑开挖应符合下列规定：

1 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；

2 下层基坑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；

3 面积较大的基坑可根据周边环境保护要求、支撑布置形式等因素，采用盆式开挖、岛式开挖等方式施工，并结合开挖方式及时形成支撑或基础底板；

4 坑内斜撑应严格按设计文件要求留土刻槽开挖；斜撑安装完毕且验收合格后方可开挖其下方土体；

5 采用盆式、岛式开挖的基坑应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 的相关规定。

4.2.13 狭长形基坑开挖应符合下列规定：

1 基坑应分层分区开挖，各区开挖至坑底后应及时施工垫层和基础底板；

2 采用钢支撑时可采用纵向斜面分层分段开挖方法，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；

3 每层每段开挖和支撑形成的时间应符合设计要求。

4.2.14 饱和软土场地的基坑开挖应符合下列规定：

1 采用挤土成桩的场地应在成桩休止不少于一个月或待超孔隙水压消散后方可进行基坑开挖；

2 基坑开挖应分层均衡开挖，也可缓坡开挖，临时综合坡比不小于 1:3。

4.2.15 土方运输设置的马道坡度不应小于 1:6，且应保证运输车辆安全上下，马道两侧应进行防护。

4.2.16 临时堆土的坡角至坑边距离应按挖坑深度、边坡坡度和土的类别确定；场地内临时堆土应经设计单位同意，并应采取相应

的有效措施，合理确定堆土平面范围、高度和坡度。

4.2.17 基坑回填的土料种类、分层回填厚度、压实系数等应满足设计要求。

4.2.18 基坑回填土料应符合下列规定：

1 黏土或排水不良的砂土作为回填土料的，其最优含水量与相应的最大干密度，宜通过击实试验测定或通过计算确定；

2 碎石类土用作回填土料时，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；

3 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。

4.2.19 采用固化土作为回填土料时，应符合下列规定：

1 固化土料不得选用腐殖土、淤泥、垃圾土（少量混杂在土中难于分选的，质量比不得大于 5%），土料中不得含有杂草、树根等杂质；

2 混杂在骨料的少量砖瓦粒料的质量比应≤5%，骨料粒径不应大于施工层厚的 1/3；

3 受放射性、硫酸盐、重金属、氯盐等有害杂质污染的骨料或细粒土料不得再生利用；

4 固化剂的类型和用量应根据渣土的种类和性质，通过配合比设计试验确定；

5 固化土施工时，应采用流水作业法，缩短拌和到碾压成型之间的延迟时间，整个过程应少于土壤固化剂的初凝时间。

4.2.20 基坑回填应符合下列规定：

1 基础外墙有防水要求的，应在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；

2 基坑边坡或围护墙与基础外墙之间的土方回填，应与基础结构及基坑换撑施工工况保持一致，以回填作为基坑换撑的，应根据地下结构层数、设计工况分阶段进行基坑回填，基坑设置混凝土或钢换撑带的，换撑带底部应采取保证回填密实的措施；

3 宜对称、均衡地进行基坑回填；

4 回填较深的基坑，基坑回填应控制降落高度。

4.2.21 基坑肥槽回填前应清除坑内杂物及被浸泡的土体，回填材料和密实度应满足设计要求。肥槽回填施工质量对场地地下水的补给、排泄通道或地表水的汇集有较大影响时，应严格加以控制，防止建筑物上浮。

4.3 放 坡

4.3.1 边坡侧壁的开挖形式及分部允许深度应与设计方案一致，分段开挖允许深度应通过计算确定。

4.3.2 放坡开挖施工应符合下列规定：

1 开挖前应校核开挖尺寸线，检查地面排水措施和降水场地的水位标高，符合要求后方可开挖；

2 基坑开挖应按先上后下的开挖顺序，分段、分层按设计要求开挖，分段、分层开挖尺寸应符合设计工况要求，开挖过程中应确保坡壁无超挖，坡面无虚土，坡面坡度与平整度应符合设计要求；

3 施工过程中应定时检查开挖的平面尺寸、竖向标高、坡面坡度、降水水位以及排水设施，并应随时巡视坡体周围的环境变化。

4.3.3 放坡开挖施工的安全与防护应符合下列规定：

1 边坡顶面应设置有效的安全围护措施，边坡场地内应设置人员及设备上下的坡道，严禁在坡壁掏坑攀登上下；

2 边坡分段、分层开挖时，不得超挖，严禁负坡开挖；

3 重型机械在坡顶边缘作业宜设置专门平台，土方运输车辆应在设计安全防护距离以外行驶，应限制坡顶周围有振动荷载作用；

4 在人工和机械同时作业的场地，作业人员应在机械作业状态下的回转半径以外工作；

5 雨季或冬期施工时，应做好防汛和冬季施工措施；

6 基坑坡壁应根据土质条件、施工季节及边坡的使用时间对坡面和坡脚采取相应的保护措施。

4.3.4 放坡开挖施工的排水措施应符合下列规定：

1 边坡场地应向远离边坡方向形成排水坡势，并应沿边坡外围设置排水沟及截水沟，严禁地表水浸入坡体及冲刷坡面；

2 边坡坡底和坡脚处应根据具体情况设置排水系统，坡底不得积水及冲刷坡脚；

3 有台阶的边坡，应在过渡平台上设置防渗排水沟；

4 坡面有渗水时，应根据实际情况设置泄水孔确保坡体内不积水。

4.4 土钉墙

4.4.1 土钉墙和复合土钉墙支护的土钉不应超出建设用地红线范围。

4.4.2 土钉墙支护施工应配合挖土和降水等作业进行，并应符合下列规定：

1 挖土分层厚度应与土钉竖向间距协调同步，逐层开挖并施工土钉，禁止超挖；

2 每层土钉施工结束后，应按要求抽查土钉的抗拔力；

3 开挖后应及时封闭临空面，应在 24h 内完成土钉安设和喷射混凝土面层，在淤泥质土层开挖时，应在 12h 内完成土钉安设和喷射混凝土面层；

4 上一层土钉完成注浆后，间隔 48h 方可开挖下一层土方；

5 施工期间坡顶应严格按照设计要求控制施工荷载；

6 土钉支护应设置排水沟、集水坑。

4.4.3 成孔注浆型钢筋土钉施工应符合下列规定：

1 成孔施工时，孔径和倾角应符合设计要求；

2 钢筋土钉应沿周边焊接居中支架，注浆管与钢筋土钉虚扎，并应同时插入钻孔，边注浆边拔出；

3 应采用两次注浆工艺，第一次灌注宜为水泥砂浆，灌浆量不应小于钻孔体积的 1.2 倍，第一次注浆初凝后，方可进行二次注浆；

4 注浆完成后孔口应及时封闭。

4.4.4 击入式钢管土钉施工应符合下列规定：

1 钢管击入前，应按设计要求钻设注浆孔和焊接倒刺，并将钢管头部加工成尖锥状并封闭；

2 从钢管空腔内向土层压注水泥浆液，浆液水灰比、注浆压力、注浆量应满足设计要求，注浆顺序宜从管底向外分段进行，最后封孔。

4.4.5 钢筋网的铺设和喷射混凝土施工应符合下列规定：

1 钢筋网宜在喷射一层混凝土后铺设，采用双层钢筋网时，第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设；

2 钢筋网宜焊接或绑扎，网片与加强联系钢筋交接部位应绑扎或焊接，网格误差及搭接长度应满足相关规范要求；

3 喷射混凝土骨料的最大粒径不应大于 15mm；

4 喷射混凝土作业应分段分片依次进行，同一分段内喷射顺序应自下而上，喷射时，喷头与受喷面应垂直；

5 喷射混凝土终凝 2h 后，应喷水养护。

4.4.6 其他未尽事宜应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 的相关规定。

4.4.7 复合土钉墙中预应力锚杆的施工应符合本导则第 4.10 节的相关规定。

4.5 灌注桩排桩

4.5.1 灌注桩排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。

4.5.2 灌注桩顶应充分泛浆，泛浆高度不应小于 500mm，设计桩

顶标高接近地面时桩顶混凝土泛浆应充分，凿去浮浆后桩顶混凝土强度等级应满足设计要求。水下灌注混凝土时混凝土强度应比设计桩身强度提高一个强度等级进行配制。

4.5.3 截水帷幕应符合下列规定：

1 截水帷幕宜采用水泥土搅拌桩或高压旋喷桩，其施工应符合相关规范规定；

2 截水帷幕与灌注桩排桩间的净距宜小于 200mm，双轴搅拌桩搭接长度不应小于 200mm，三轴搅拌桩可采用搭接法施工；

3 遇明（暗）浜时，宜将截水帷幕水泥掺量提高 3～5%；

4 当高压旋喷桩作为局部截水帷幕时，应先施工灌注桩，再施工高压旋喷桩截水帷幕，高压旋喷桩施工应符合相关规范规定；

5 高压旋喷桩应采用复喷工艺，水泥掺入量不应小于 450kg/m^3，高压旋喷桩喷浆提升速度宜为 50～150mm/min；

6 高压旋喷桩之间搭接不应少于 300mm，垂直度偏差不应大于 1/100。

4.5.4 灌注桩桩身范围内存在较厚的粉土、砂土层时，灌注桩施工应符合下列规定：

1 宜适当提高泥浆比重与黏度，或采用膨润土泥浆护壁；

2 在粉土、砂土层中宜先施工搅拌桩截水帷幕，再在截水帷幕中进行排桩施工，或在截水帷幕与桩间进行注浆填充。

4.5.5 非均匀配筋的钢筋笼吊放安装时，应符合相关规范规定，严禁旋转或倒置，钢筋笼扭转角度应小于 5°。

4.5.6 双排桩施工应结合场地环境条件、施工工艺和地层条件评

估施工对已完成前、后排桩的质量影响，若影响较大，应采取相应的施工质量保证措施。

4.5.7 其他未尽事宜应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 的相关规定。

4.6 预应力混凝土管桩

4.6.1 管桩的混凝土强度应达到设计混凝土强度等级和规定的龄期后方可使用。

4.6.2 管桩施工应符合下列规定：

1 宜采用静压、植入、中掘法施工；局部静压法施工困难或邻近建（构）筑物基础及管线对挤土效应影响敏感时，可采用引孔施工工艺，并应采用间隔成桩的施工顺序，引孔孔径不应大于管桩直径的 0.8 倍；

2 桩位偏差不应大于 50mm，垂直度偏差不应大于 1/100，桩底标高应符合设计要求；

3 接桩宜采用套箍连接或焊接后再套箍连接的方法；

4 填芯混凝土出露的钢筋笼长度应满足设计计算要求；

5 施工前应检查管桩外观质量，校核桩位，施工中应检查焊接质量、垂直度，施工后应检测桩身完整性；

6 开挖前应对质量检验存在缺陷的管桩进行设计复核或采取补救加固措施。

4.6.3 当桩基施工影响邻近建筑物、地下管线的正常使用和安全时，应调整施工工艺或沉桩施工顺序，并可采用下列一种或多种

辅助措施：

1 在施工场地与被保护对象间开挖缓冲沟，根据挤土情况可反复在缓冲沟内取土；

2 全部或部分桩采用引孔沉桩；

3 采用植入法、中掘法等方法施工；

4 控制沉桩速率、优化沉桩流程；

5 对被保护建筑物进行加固处理。

4.6.4 桩位控制应符合下列规定：

1 桩位测放应根据基坑支护平面图和建筑红线确定，桩位误差应符合设计要求；

2 沉桩时桩机定位应准确、平稳，保证在施工中不会发生倾斜、移动。

4.6.5 管桩的沉桩施工应符合下列规定：

1 当桩身垂直度偏差超过 0.8%时，应找出原因并作纠正处理；沉桩后，严禁用移动桩架的方法进行纠偏；

2 沉桩、接桩、送桩宜连续进行；

3 管桩沉桩施工工艺应与沉桩工艺试验一致。

4.6.6 采用引孔辅助沉桩法时，引孔的孔深及数量应符合下列规定：

1 引孔深度不宜超过桩长的 2/3，并应采取防塌孔的措施；

2 引孔宜采用长螺旋钻机引孔，垂直偏差不宜大于 0.5%，钻孔中有积水时，宜用开口型桩尖；

3 引孔作业和沉桩作业应连续进行，间隔时间不宜大于 12h。

4.6.7 遇下列特殊情况之一时应暂停沉桩，并应与设计、监理等有关人员研究处理后方可继续施工：

1 压桩力或沉桩贯入度突变；

2 沉桩入土深度与设计要求差异大；

3 实际沉桩情况与地质报告中的土层性质明显不符；

4 桩头混凝土剥落、破碎，或桩身混凝土出现裂缝或破碎；

5 桩身突然倾斜；

6 沉桩过程出现异常声响。

4.6.8 管桩的起吊、搬运以及接桩、截桩等工序应符合现行国家标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406 的相关要求。

4.6.9 空心方桩的施工要求可参照上述规定执行。

4.7 板桩围护墙

4.7.1 板桩打设前宜沿板桩两侧设置导架。导架应有一定的强度及刚性，不应随板桩打设而下沉或变形，施工时应经常观测导架的位置及标高。

4.7.2 混凝土板桩转角处应设置转角桩，钢板桩在转角处应设置异形板桩。初始桩和转角桩应较其他桩加长 2.0～3.0m。初始桩和转角桩的桩尖应制成对称形。

4.7.3 板桩打设宜采用振动锤，采用锤击式时应在桩锤与板桩之间设置桩帽，打设时应重锤低击。

4.7.4 板桩围护墙基坑邻近建（构）筑物及地下管线时，应采用静力压桩法施工，并应采用导孔法或根据环境状况控制压桩施工

速率。

4.7.5 板桩宜采用屏风法打设，半封闭和全封闭的板桩应根据板桩规格和封闭段的长度计算根数。

4.7.6 钢板桩施工应符合下列规定：

1 钢板桩的规格、材质及排列方式应符合设计和施工工艺要求，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 钢板桩打入前应进行验收，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；

4 钢板桩施工时，应采用减少沉桩时的挤土与振动影响的工艺与方法，并应采用注浆等措施控制钢板桩拔出时由于土体流失造成的邻近设施下沉。

4.7.7 混凝土板桩构件的拆模应在强度达到设计强度 30%后进行，吊运应达到设计强度的 70%，沉桩应达到设计强度的 100%。

4.7.8 混凝土板桩沉桩施工中，凹凸榫应楔紧。

4.7.9 板桩回收应在地下结构与板桩墙之间回填施工完成后进行。钢板桩在拔除前应先用振动锤夹紧并振动，拔除后的桩孔应及时注浆填充。

4.7.10 周边环境对噪音要求严格时应采取封闭作业等有效防噪措施或采用错峰施工方法。

4.8 地下连续墙

4.8.1 地下连续墙施工前应通过试成槽确定合适的成槽机械、护壁泥浆配比、施工工艺、槽壁稳定等技术参数。

4.8.2 地下连续墙施工应设置钢筋混凝土导墙，导墙施工应符合下列规定：

1 导墙应采用现浇混凝土结构，混凝土强度等级不应低于C20，厚度不应小于200mm；

2 导墙顶面应高于地面100mm，高于地下水位0.5m以上，导墙底部应进入原状土200mm以上，且导墙高度不应小于1.2m；

3 导墙外侧应用黏性土填实，导墙内侧墙面应垂直，其净距应比地下连续墙设计厚度加宽40mm；

4 导墙混凝土应对称浇筑，达到设计强度的70%后方可拆模，拆模后的导墙应加设对撑；

5 遇暗浜、杂填土等不良地质时，宜进行土体加固或采用深导墙。

4.8.3 地下连续墙成槽顺序宜采用连续成槽法。成槽设备可以根据地层条件、槽宽和深度等条件确定。黏性土、砂土等颗粒较细地层可用多头钻回转反循环成槽或蚌式抓斗等成槽工艺，碎石土宜用冲击反循环配合液压抓斗成槽工艺。

4.8.4 当地下连续墙深度较大时，为保证地下连续墙成槽质量，可以配合反循环大直径钻机，在槽段接头处预先钻导孔和清理接头管起拔后的接头部位残留物。

4.8.5 为保证成槽过程中不出现塌孔，导墙内泥浆液面应高出地

下水位不少于 1.0m。泥浆指标控制是保障槽壁稳定的重要因素，在缺少经验时泥浆制作可采用以下配比：膨润土 70kg/m^3，纯碱 1.8kg/m^3，水 1000kg/m^3，羧甲基纤维素 0.8kg/m^3。

4.8.6 成槽过程出现塌槽时，宜用黏性土填满整个槽段，待静养后再重新成槽。施工过程应避免槽壁附近发生新的堆载和动载，加强泥浆管理，成槽设备轻提轻放，尽量减少裸槽时间等。

4.8.7 槽段形成后，必须进行清底换浆，换浆量不应少于槽段泥浆量的 2/3。且宜使用反循环抽掉槽段底部的沉砂和重度超标的浓泥浆，为下一步灌注混凝土做好准备。

4.8.8 地下连续墙的槽段长度和形状应根据整体平面布置、槽壁稳定性、施工机械等因素确定。地下连续墙的槽段长度一般为 4.0～6.0m，地层自稳性好的取大值，自稳性差的取小值。

4.8.9 钢筋笼的制作应符合以下要求：

1 钢筋笼制作分段长度可结合设备起吊能力选择；

2 钢筋笼的焊接必须牢固，但不能损伤主筋；直径大于等于 22mm 的钢筋应采用机械连接；钢筋笼上吊点的制作钢筋应采用 HPB300，不得用 HRB335 代替，同时需做专门的计算后方可实施；

3 钢筋笼起吊和安放过程中，必须设立钢筋笼稳定绳索，保证钢筋笼的摆动在允许范围内；在风力大于 6.0 级时，尽量不要起吊大型钢筋笼；

4 钢筋笼在安放前，需进行成槽质量检测，若出现成槽质量不符合设计要求时，应修整槽段，不能随意切割钢筋笼；

5 钢筋笼绑扎时需设保护层垫板，垫板固定在钢筋笼两侧，

确保主筋与槽壁的间距。

4.8.10 接头管选择和吊装起拔应符合以下要求：

1 一般情况下，可采用半圆或圆管型起拔式接头管。在有成熟施工经验时，可以采用预制榫式一次性接头，必要时采用工字形或十字形钢板接头；

2 接头管应严格按要求位置进行垂直安放，在接近槽底时应适当加快下放速度，保证接头管垂直、稳固且贴紧槽壁，严防接头管外倾，并利用起拔架固定接头管上段；

3 接头管首次起拔时间为混凝土的初凝时间。一般在首斗混凝土浇灌 4h 后开始，混凝土灌注完毕 6h 或从开始混凝土灌注 10h 内将管拔出。接头管拔出后需从上向下洗孔。

4.8.11 混凝土灌注时，安放导管的间距不宜大于 3.0m，距离槽壁两端头不大于 1.5m。埋入混凝土的长度宜为 3～5m。整个槽段的灌注时间不宜超过 4h。

4.8.12 混凝土达到设计强度后方可进行墙底注浆，注浆应符合下列规定：

1 注浆管应采用钢管，单幅槽段注浆管数量不应少于 2 根，槽段长度大于 6m 宜增设注浆管，注浆管下端应伸至槽底 200～500mm，槽底持力层为碎石、基岩时，注浆管下端宜做成 T 形并与槽底齐平；

2 注浆器应采用单向阀，应能承受大于 2MPa 的静水压力；

3 注浆量应符合设计要求，注浆压力控制在 2MPa 以内或以上覆土不抬起为度；

4 注浆管应在混凝土初凝后终凝前用高压水劈通压浆管路；

5 注浆总量达到设计要求或注浆量达到 80%以上，压力达到 2MPa 时可终止注浆。

4.8.13 预制地下连续墙墙段应达到设计强度值后方可运输及吊放，并应进行整体起吊安全验算。预制地下连续墙施工应符合下列规定：

1 预制地下连续墙应根据运输及起吊设备能力、施工现场道路和堆放场地条件，合理确定分幅和预制件长度，墙体分幅宽度应满足成槽稳定要求；

2 预制地下连续墙宜采用连续成槽法进行成槽施工，预制地下连续墙成槽施工时应先施工转角幅后直线幅，成槽深度应比墙段埋置深度深 100～200mm；

3 预制墙段墙缝宜采用现浇钢筋混凝土接头，预制地下连续墙的厚度应比成槽厚度小 20mm，预制墙段与槽壁间的前后缝隙宜采用压密注浆填充；

4 墙段吊放时，应在导墙上安装导向架；

5 清基后应对槽段泥浆进行检测，每幅槽段应检测 2 处，取样点应距离槽底 0.5～1.0m。

4.9 型钢水泥土搅拌墙

4.9.1 型钢水泥土搅拌墙宜采用三轴搅拌桩机施工，施工前应通过成桩试验确定搅拌下沉和提升速度、水泥浆液水灰比等工艺参数及成桩工艺，成桩试验不宜少于 2 根。

4.9.2 三轴水泥土搅拌墙可采用跳打方式、单侧挤压方式、先行钻孔套打方式的施工顺序。硬质土层中成桩困难时，宜采用预先松动土层的先行钻孔套打方式施工。桩与桩的搭接时间间隔不宜大于 24h。

4.9.3 搅拌机头在正常情况下为上下各 1 次对土体进行喷浆搅拌，对含砂量大的土层，宜在搅拌桩底部 2～3m 范围内上下重复喷浆搅拌 1 次。

4.9.4 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，搬运过程中应防止碰撞和强力擦挤。减摩材料脱落、开裂时应及时修补。

4.9.5 环境保护要求高的基坑应采用三轴搅拌桩，并应通过监测结果调整施工参数。邻近保护对象时，搅拌下沉速度宜控制为 0.5～0.8m/min，提升速度宜小于 1.0m/min。喷浆压力不宜大于 0.8MPa。

4.9.6 型钢宜在水泥土搅拌墙施工结束后 30min 内插入，相邻型钢焊接接头位置应相互错开，竖向错开距离不宜小于 1m。

4.9.7 型钢的插入必须采用牢固的定位导向架，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。

4.9.8 型钢宜依靠自重插入，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。

4.9.9 基坑回填后，需回收型钢的工程，型钢拔出后留下的空隙应及时注浆填充。型钢回收应编制含有浆液配比、注浆工艺、拔

除顺序等内容的专项方案。

4.10 锚杆（索）

4.10.1 锚杆（索）施工应符合下列规定：

1 施工前宜通过试成锚验证设计有关指标并确定锚杆施工工艺参数；

2 锚杆不应超出建设用地红线范围，当在建筑物以下施工时应评估水土流失对原有建筑物稳定的影响，必要情况下应采取保持岩土应力平衡的施工措施。

4.10.2 锚杆（索）成孔应符合下列规定：

1 钻孔记录应详细、完整，钻孔深度应大于锚杆长度 300～500mm；

2 向钻孔中安放锚杆前，应将孔内土屑清洗干净；

3 应根据土层性状和地下水条件选择套管护壁、干成孔或泥浆护壁成孔工艺，成孔工艺应满足孔壁稳定性要求；

4 在松散和稍密的砂土、粉土、填土、有机质土、高液性指数的黏性土中及地下水位以下施工时，宜采用套管护壁成孔工艺；

5 在高塑性指数的饱和黏性土层成孔时，宜采用跟管钻进成孔工艺。

4.10.3 钢筋锚杆杆体制作应符合下列规定：

1 钢筋应平直、除油和除锈；

2 钢筋连接可采用机械连接和焊接，并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 的要求；

3 沿杆体轴线方向每隔 2.0～3.0m 应设置 1 个对中支架，注浆管、排气管应与锚杆杆体绑扎牢固。

4.10.4 钢绞线或高强钢丝锚杆杆体制作时，应清除油污、锈斑，每根钢绞线的下料长度误差不应大于 50mm；钢绞线或高强钢丝应平直排列，沿杆体轴线方向每隔 1.5～2.0m 设置 1 个隔离架。

4.10.5 锚杆（索）注浆应符合下列规定：

1 软弱、复杂地层锚固段注浆宜采用二次注浆工艺，注浆材料应根据设计要求确定，第一次灌注宜为水泥砂浆，第二次压注纯水泥浆应在第一次灌注的水泥砂浆初凝后进行；

2 注浆浆液应搅拌均匀，随搅随用，并应在初凝前用完；

3 孔口溢出浆液或排气管不再排气时可停止注浆。

4.10.6 预应力锚杆张拉锁定时应符合下列技术规定：

1 锚固段强度大于 15.0MPa，并达到设计强度等级的 75%后方可进行张拉；

2 锚杆张拉顺序应考虑对邻近锚杆的影响；

3 锚杆张拉应平缓加载，加载速率不宜大于 $0.1N_k$/min（N_k 为锚杆轴向拉力标准值）；锚杆张拉控制应力不应超过锚杆杆体强度标准值的 0.75 倍；

4 锁定时的锚杆拉力应考虑锁定过程的预应力损失量；预应力损失量宜通过对锁定前、后锚杆拉力的测试确定；缺少测试数据时，锁定时的锚杆拉力可取锁定值的 1.10～1.15 倍。

4.10.7 锚杆张拉和锁定的施工流程应符合下列规定：

1 锚头台座的承压面应平整，并应与锚杆轴线方向垂直；

2 锚杆张拉前应对张拉设备进行标定；

3 锚杆正式张拉前，应取 0.1～0.2 倍轴向拉力设计值（Nt）对锚杆预张拉 1～2 次；

4 锚杆张拉至 1.05～1.10N_k 时，砂土层应保持 10min，黏性土层应保持 15min，然后卸荷至设计锁定值。

4.11 内支撑

4.11.1 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，应严格执行先撑后挖的原则。立柱穿过主体结构底板以及支撑穿越地下室外墙的部位应有止水构造措施。

4.11.2 腰梁施工前应去除腰梁处围护墙体表面浮泥和露出墙面的混凝土。

4.11.3 内撑式结构施工应符合下列规定：

1 支撑结构的安装和拆除顺序应与围护结构的设计工况相一致。

2 支撑结构的安装应符合以下规定：

1）在基坑竖向平面内严格遵守分层开挖，先支撑后开挖的原则；

2）支撑安装应与土方开挖密切配合，在土方挖到设计标高的区段内，及时安装并发挥支撑作用；

3）支撑安装应采用开槽架设，在支撑顶面需运行施工机械时，支撑顶面安装标高应低于坑内土面 20～30cm；钢支撑与基坑土之间的空隙应用粗砂土填实，并在挖土机或土方车辆的通道处铺设

道板；

4）钢结构支撑宜采用夹具式接头，并配有计量千斤顶装置；千斤顶及计量仪表应由专人使用管理，并定期校验，正常情况下每半年校验一次，使用中有异常现象应随时校验或更换；

5）钢结构支撑安装后应施加预压力；预压力控制值应由设计确定，通常不应小于支撑设计轴向力的 50%，也不宜大于 75%；

3 支撑拆除前，应先安装好替代支撑系统。替代支撑的截面和布置应由设计计算确定。采用爆破法拆除混凝土支撑结构前，应对周围环境和主体结构采取有效的安全防护措施。

4 利用主体结构换撑时，应符合以下规定：

1）主体结构的楼板或底板混凝土强度应达到设计强度的 80%；

2）在主体结构与围护墙之间设置好可靠的换撑传力构造；

3）在主体结构楼盖局部缺少部位，应在主体结构内的适当部位设置临时的支撑系统；支撑截面积应按计算确定；

4）当主体结构的底板和楼板分块施工或设置后浇带时，应在分块或后浇带的适当部位设置传力构件。

4.11.4 混凝土支撑施工应符合下列规定：

1 冠梁施工前应清除围护墙体顶部泛浆；

2 支撑底模应具有一定的强度、刚度和稳定性，并应采取隔离措施，采用土底模挖土时应清除吸附在支撑底部的砂浆块体；

3 冠梁、腰梁与支撑宜整体浇筑，支撑杆件宜分段浇筑养护；

4 顶层支承端应与冠梁或腰梁连接牢固；

5 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。

4.11.5 钢支撑的施工应符合下列规定：

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、腰梁的连接应牢固，钢腰梁与围护墙体之间的空隙应填充密实，采用无腰梁的钢支撑系统时，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施加预应力，预应力应均匀、对称、分级施加；

4 预应力施加过程中应检查支撑连接节点，预应力施加完毕后应在额定压力稳定后予以锁定；

5 主撑端部的八字撑可在主撑预应力施加完毕后安装；

6 钢支撑使用过程应定期进行轴力监测，轴力损失对基坑变形有影响时应对轴力损失进行补偿。

4.11.6 立柱桩采用钻孔灌注桩应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 的相关规定。

4.11.7 立柱施工应符合下列规定：

1 立柱的制作、运输、堆放应控制平直度；

2 立柱应控制定位、垂直度和转向偏差；

3 立柱桩采用钻孔灌注桩时，宜先安装立柱，再浇筑桩身混凝土；

4 基坑开挖前，立柱周边的桩孔应均匀回填密实。

4.11.8 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 钢筋混凝土支撑拆除宜采用机械拆除、静力切割；

2 钢筋混凝土支撑的拆除，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。

4.12 地下水控制

4.12.1 地下水控制施工应符合下列规定：

1 地下水控制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；

2 应进行环境影响分析，根据环境要求采用截水帷幕、坑外回灌井等减小对环境造成影响的措施；

3 降水井施工完成后应试运转，检验其降水效果；

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；

5 基坑施工过程中应加强地下水的保护。不得随意、过量抽取地下水，排放时应符合环保要求。

4.12.2 集水明排施工应符合下列规定：

1 应在基坑外侧设置由集水井和排水沟组成的地表排水系统，集水井、排水沟与坑边的距离不宜小于 0.5m。基坑外侧地面集水井、排水沟应有可靠的防渗措施；

2 多级放坡开挖时，宜在分级平台上设置排水沟；

3 基坑内宜设集水井和排水明沟（或盲沟）；

4 抽水设备应根据排水量大小及基坑深度确定，可设置多级抽水系统；集水井宜设置在基坑阴角附近；

5 排水系统应满足明水、地下水排放要求，应保持畅通，并应及时排除积水；施工过程中应随时对排水系统进行检查和维护。

4.12.3 降水施工应符合下列规定：

1 应根据基坑开挖深度、拟建场地的水文地质条件、设计要求等，在现场进行抽水试验或根据施工经验确定降水参数，并制定合理的降水方案。

2 承压含水层顶埋深小于基坑开挖深度，应采取有效的降水措施，将承压水水头降低至基坑开挖面和坑底以下。

3 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。

4 不同含水层中的地下水位观测井应单独分别设置，坑外同

一含水层中观测井的之间的水平间距宜为 50m，坑内水位观测井的数量宜为同类型降水井总数的 1/10～1/5。

5 各类井点降水施工应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 50204 的相关规定。

6 降水管井停止降水后，采取封井措施前，应满足抗浮、抗突涌条件。

4.12.4 截水施工应符合下列规定：

1 基坑工程截水措施可采用水泥土搅拌桩、高压喷射注浆、地下连续墙、小齿口钢板桩等；对于特种工程，可采用地层冻结技术（冻结法）阻隔地下水；

2 截水帷幕应连续，强度和抗渗性能应满足设计要求；

3 基坑预降水期间可根据坑内、外水位观测结果判断截水帷幕的可靠性；

4 承压水影响基坑稳定性且其含水层顶板埋深较浅时，截水帷幕宜隔断承压含水层；

5 地质条件、环境条件复杂或基坑工程等级较高时，宜采用多种截水措施联合使用的方式，增强截水可靠性；

6 基坑截水帷幕出现渗水时，宜设置导水管或帷幕后注浆等疏导或封堵措施。

4.12.5 回灌施工应符合下列规定：

1 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。

2 回灌井可分为自然回灌井与加压回灌井。自然回灌井的回

灌压力与回灌水源的压力相同，宜为 0.1～0.2MPa。加压回灌井的回灌压力宜为 0.2～0.5MPa。回灌压力不宜大于过滤器顶端以上的覆土重量。

3 回灌井施工结束至开始回灌，应至少有 2～3 周的时间间隔，以保证井管周围止水封闭层充分密实，防止或避免回灌水沿井管周围向上反渗、地面泥浆水喷溢等。井管外侧止水封闭层顶至地面之间，宜用素混凝土充填密实。

4 为保证回灌畅通，回灌井过滤器部位宜扩大孔径或采用双层过滤结构。回灌过程中，每天应进行 1～2 次回扬，至出水由浑浊变清后，恢复回灌。

5 在回灌影响范围内，应设置水位观测井，并应根据水位动态变化调节回灌水量。

4.13 防洪防汛要求

4.13.1 基坑工程雨季施工应做好防洪防汛预案，应保证小雨不间断施工，大雨暂停施工，大雨过后继续施工，暴雨过后不影响施工。

4.13.2 现场防洪防汛措施应采用渗、防、排相结合。基底为砂土地层的基坑可采用自然下渗，基底为粉土或粉质黏土的基坑可设置排水盲沟。应做到有管道、有沟槽、有目的、有序的排水，达到施工现场无积水、无坍塌、无事故。

4.13.3 防洪防汛风险源及危害程度分析宜符合表 4.13.3 的要求：

表 4.13.3　防洪防汛风险源及危害程度分析表

风险源		危害程度分析
暴雨	由较大强度的降雨形成，洪流的主要特点是峰高量大，持续时间长，灾害波及范围广。	施工区域如遇到暴雨灾害，未采取防洪措施，可能引起基坑大量积水，致使大型临时结构受损或边坡滑坡垮塌等事故，造成停工和极大经济损失，并有可能造成重大人员伤亡。

暴雨情况下，重点排水区域在基坑内外，故对项目场地的防控措施为：通过设置高于坑外地势的挡水墙，严防坑外水进入基坑内，同时对基坑内除自然下渗后的积水外排至坑外排水系统。

4.13.4　汛期来临前应做好以下防洪防汛准备：

1　清理基坑顶部各种堆载，基坑周边 2.0m 范围内严禁堆载，2.0～4.0m 范围内超载严禁超过设计值；

2　做好坑顶挡水墙，硬化地面，疏通排水沟；

3　依据施工计划，宜分区、分段施工，以便分段截水、防排水；

4　即将施工完的地下工程部分尽快回填，避免被雨水灌槽，造成坍塌和事故；

5　施工项目应在汛期来临前做好相应防洪防汛物资准备。

4.13.5　汛期来临前应做好以下人员准备：

1　有关人员应学习有关雨季施工的规定、主要施工方法及有关的技术措施；

2　项目部应提前了解 7～15 天的天气情况，做好应对准备；

3　项目实行全天 24 小时值班制，以便及时解决和处理施工现场各种意外情况。

4.13.6　基坑内外排水措施应符合下列规定：

1 基坑顶部四周可采用混凝土封闭，坡顶四周设挡水墙和排水沟；

2 施工现场内应敷设地表排水系统，对雨水、施工用水、从降水井中抽出的地下水等进行有组织排放；

3 对采用支护结构的坑壁应设置泄水孔，基坑周边土体内地表水渗漏强烈时应及时采取引排水或封堵措施；

4 基底应做好集水沟和集水井，并在集水井内安装好抽水水泵，定时抽水；也可在坑底设置排水盲沟，碎石填筑；集水井内水体应及时抽排。

4.13.7 雨季应急排水应符合下列规定：

1 各片区市政排水管网未启用前，各项目场地应建立外输内排的排水网络系统。结合“控制性详细规划”中的水系和防洪排涝规划，可初步挖设 0.1%的自然坡度排水沟，构成排水网络，流至淀区。雨季前尽快将片区排水沟开挖好，建立有效的排水网络。同时基坑的顶部和坑内排水系统与片区排水沟相连通，便于雨季排水。

2 在挖设初步排水沟的同时，也可结合项目现场附近现有的地面河湖沟渠进行明排。或在项目场地附近征地范围以内挖设大型排水坑或人工湖，基坑顶部和坑内排水系统与排水坑或人工湖以临时管道相连通。排水坑或人工湖位置应以不影响项目基坑的正常使用，且和规划项目地域利用不冲突、相容和为原则。

3 对道路两侧和项目场地两侧的排水沟进行拓宽加深改造，可利用临时排水。对场区、组团区道路两侧没有挖设排水沟的应

尽快挖设。若建设场地无设置临时排水沟的条件，应结合海绵城市和水系网络规划挖设临时集水设施或大型渗水井（回灌井）。雨季防排水项目实例参见附录 C。

4.13.8 土方施工时应做好如下防汛措施：

1 做好降排水，防止土体因水浸泡，造成土体滑移。

2 基坑外做导流、排水沟等临时排水设施，将水流排引至基坑开挖范围外，通过抽排方式排入市政雨水或污水管，避免基坑外水流流入基坑内冲刷边坡。

3 基坑开挖时，每层设置横坡、纵坡、排水边沟、集水坑等临时排水设施，如果有水流应及时进行抽排，保证基坑内无积水，避免软化坡脚造成边坡垮塌，并使得坑内土体得到一定的疏干和固结。排水沟为基坑两侧通长设置，集水井根据基坑水量的大小进行调整。

4 基坑回填土时采取防雨和排水措施，取土、运土、铺填、夯实等各道工序应连续运行，如遇降雨，应立即停止施工并用塑料布将回填土覆盖。

5 雨前应及时夯完已填土层或将表面压光，覆盖彩条布以防止回填土受浸泡。如遇雨淋浸泡应将积水及软弱的回填土除去，并补填夯实、受浸泡的回填土必须全部挖除，不再使用，待挖除的部位晾干后再夯打密实。

4.13.9 基坑工程施工时应做好如下防汛措施：

1 应结合场地条件、暴雨特点、充分考虑防排水要求，坑外挡水墙高度、坑外临时集水坑的位置和面积深度、坑外渗水井（回

灌井）的位置直径及滤料和其他成井要求、坑内盲沟及集水坑尺寸深度及间隔距离、项目部内防汛物资的配备数量、总电量要求等均应满足防汛应急要求。

2 应根据上级防排水规划总要求，结合自身的各类经审批或备案的防洪防汛应急预案，做好本职工作（班子组建、防汛物资配备、防汛措施到位、安全检查、变形监测等），同时做好相邻基坑的协调合作工作。加强巡视检查和横向联系，群防群治，及时解决和处理施工现场各种意外情况。

4.13.10 雨后应加强对边坡及周边建筑物的沉降及位移观测，相应增加监测频次，并对基坑位移大、周边有临建、堆载、超载等情况进行重点监测。应及时分析雨水对基坑的影响，发现问题及时反馈，以采取相应措施进行处理和抢救，使基坑不会发生意外破坏和变形，确保工程顺利施工。

4.13.11 当发现基坑位移超过报警值时，应立即汇报建设、监理及设计等单位并立即通知现场施工人员停止施工并撤离；对基坑进行回填，堆填坡角不大于 45°；待基坑位移稳定，并采取措施后再进行下一步施工。

4.14 专项施工方案的编制和论证

4.14.1 依据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令 37 号）、《住房城乡建设部办公厅关于实施<危险性较大的分部分项工程安全管理规定>有关问题的通知》（建办质［2018］31 号）、《河北省房屋建筑和市政基础设施工程危险性

较大的分部分项工程安全管理实施细则》（冀建法改［2019］12号）及《雄安新区建设工程危险性较大的分部分项工程安全管理实施细则》（雄安政字［2020］23号）中的有关规定，制定危大工程专项方案。

4.14.2 施工单位应当在危大工程施工前组织工程技术人员编制专项施工（包括土方开挖及降水）方案。实行施工总承包的，专项施工方案应当由施工总承包单位组织编制。危大工程实行分包的，专项施工方案可以由相关专业分包单位组织编制。危大工程专项施工方案的主要内容应当包括：

1 工程概况：危大工程概况和特点、施工平面布置、施工要求和技术保证条件；

2 编制依据：相关法律、法规、规范性文件、标准、规范及施工图设计文件、施工组织设计等；

3 施工计划：包括施工进度计划、材料与设备计划；

4 施工工艺技术：技术参数、工艺流程、施工方法、操作要求、检查要求等；

5 施工安全保证措施：组织保证措施、技术措施、监测监控措施等；

6 施工管理及作业人员配备和分工：施工管理人员、专职安全生产管理人员、特种作业人员、其他作业人员等；

7 验收要求：验收标准、验收程序、验收内容、验收人员等；

8 应急处置措施：危险源辨识、预防措施、处置措施（含应急物资、应急路线、应急处置等）；

9 计算书及相关施工图纸：设计计算书、设计总说明、基坑支护平面图、基坑支护剖面图、监测点平面布置图、构造节点图等。

4.14.3 专项施工方案应当由施工单位技术负责人审核签字、加盖单位公章，并由总监理工程师审查签字、加盖执业印章后方可实施。危大工程实行分包并由分包单位编制专项施工方案的，专项施工方案应当由总承包单位技术负责人及分包单位技术负责人共同审核签字并加盖单位公章。

4.14.4 对于超过一定规模的危大工程，施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。实行施工总承包的，由施工总承包单位组织召开专家论证会。专家论证前专项施工方案应当通过施工单位审核和总监理工程师审查。专家应当从本区住房城乡建设主管部门建立的专家库中选取，符合专业要求且人数不得少于 5 名（对特别重大、复杂和采用新技术新工艺的危大工程，专家人数不得少于 7 名），与论证项目有关的人员不得以专家身份参加专家论证会。

4.14.5 专家论证会后，应当形成论证报告，对专项施工方案提出通过、修改后通过或者不通过的一致意见。专项施工方案经论证需修改后通过的，施工单位应当根据论证报告修改完善后，重新履行本导则第 4.14.3 条的程序。专项施工方案经论证不通过的，施工单位修改后应当按照本规定的要求重新组织专家论证。专家对论证报告负责并签字确认。

4.14.6 进行第三方监测的危大工程监测方案的主要内容应当包

括工程概况、监测依据、监测内容、监测方法、人员及设备、测点布置与保护、监测频次、预警标准及监测成果报送等。

4.14.7 项目施工前应编制施工现场扬尘污染防治专项方案，建立扬尘污染防治的培训、技术交底、公示和检查等相关制度，其他具体防治措施应满足《雄安新区建设工程施工现场扬尘污染防治暂行办法》的相关规定。

4.14.8 本节仅规定安全专项方案的编制及论证流程，未包含施工组织设计编制的相关要求。施工组织设计编制及报审的相关规定可参见现行国家标准《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502。

4.15 应急处置要求

4.15.1 危险源分析识别应符合下列规定：

1 施工前应根据基坑工程周边环境条件和控制要求、工程地质条件、支护设计与施工方案、地下水与地表水控制方案、施工能力与管理水平、工程经验等进行，并应根据危险程度和发生的频率，在安全专项施工方案中进行危险源分析识别。

2 危险源分析应根据基坑工程周边环境条件和控制要求、工程地质条件、支护设计与施工方案、地下水与地表水控制方案、施工能力与管理水平、工程经验等进行，并应根据危险程度和发生的频率，识别为重大危险源和一般危险源。

3 符合下列特征之一的应列为重大危险源：

1）开挖施工对邻近建（构）筑物、设施必然造成安全影响或有特殊保护要求的；

2）达到设计使用年限拟继续使用的；

3）改变现行设计方案，进行加深、扩大及改变使用条件的；

4）邻近的工程建设，包括打桩、基坑开挖降水施工影响基坑支护安全的；

5）邻水的基坑。

4　下列情况应列为一般危险源：

1）存在影响基坑工程安全性、适用性的材料低劣、质量缺陷、构件损伤或其他不利状态；

2）支护结构、工程桩施工产生的振动、剪切等可能产生流土、土体液化、渗流破坏；

3）截水帷幕可能发生严重渗漏；

4）交通主干道位于基坑开挖影响范围内，或基坑周围建筑物管线、市政管线可能产生渗漏、管沟存水，或存在渗漏变形敏感性强的排水管等可能发生的水作用产生的危险源；

5）雨期施工，土钉墙、浅层设置的预应力锚杆可能失效或承载力严重下降；

6）侧壁为杂填土或其他特殊性岩土；

7）基坑开挖可能产生过大隆起；

8）基坑侧壁存在振动荷载；

9）内支撑因各种原因失效或发生连续破坏；

10）对支护结构可能产生横向冲击荷载；

11）暴雨或强降雨降水致使施工用电中断，基坑降排水系统失效；

12）土钉、锚杆蠕变产生过大变形及地面裂缝。

5 危险源分析应采用动态分析方法，并应在施工安全专项方案中及时对危险源进行更新和补充。

4.15.2 应急响应应符合下列规定：

1 施工中应通过组织演练检验和评价应急预案的适用性和可操作性，其演练内容应与项目危险源相符合，演练频次应与项目工期相结合，演练过程应形成记录。

2 应急响应应根据应急预案采取抢险准备、信息报告、应急启动和应急终止四个程序统一执行。

3 应急响应前的抢险准备，应包括下列内容：

1）应急响应需要的人员、设备、物资准备；

2）增加基坑变形监测手段与频次的措施；

3）储备截水堵漏的必要器材；

4）清理应急通道。

4 当基坑工程发生险情时，应立即启动应急响应，并向上级和有关部门报告以下信息：

1）险情发生的时间、地点；

2）险情的基本情况及抢救措施；

3）险情的伤亡及抢救情况。

5 基坑工程施工与使用中，应针对下列情况启动安全应急响应：

1）基坑支护结构水平位移或周围建（构）筑物、周边道路（地面）出现裂缝、沉降、地下管线不均匀沉降或支护结构构件内力

等指标超过限值时；

2）建筑物裂缝超过限值或土体分层竖向位移或地表裂缝宽度突然超过报警值时；

3）施工过程出现大量涌水、涌砂时；

4）基坑底部隆起变形超过报警值时；

5）基坑施工过程遭遇大雨或暴雨天气，出现大量积水时；

6）基坑降水设备发生突发性停电或设备损坏造成地下水位升高时；

7）基坑施工过程因各种原因导致人身伤亡事故出现时；

8）遭受自然灾害、事故或其他突发事件影响的基坑；

9）其他有特殊情况可能影响安全的基坑。

4.15.3 应急措施应符合下列规定：

1 监测单位应当按照监测方案开展监测，及时向建设单位报送监测成果，并对监测成果负责；发现异常时，及时向建设、设计、施工、监理单位报告，建设单位应当立即组织相关单位采取处置措施。

基坑工程变形监测数据超过预警值，或出现基坑、周边建（构）筑、管线失稳破坏征兆时，应立即停止施工作业，撤离人员，待险情排除后方可恢复施工。

危大工程发生险情或事故时，施工单位应当立即采取应急处置措施，并报告工程所在地住房城乡建设主管部门。

2 基坑工程发生险情时，应采取下列应急措施：

1）基坑变形超过报警值时，应调整分层、分段土方开挖等施

工方案，并宜采取坑内回填反压后增加临时支撑、锚杆等；

2）周围地表或建筑物变形速率急剧加大，基坑有失稳趋势时，宜采取卸载、局部或全部回填反压，待稳定后再进行加固处理；

3）坑底隆起变形过大时，应采取坑内加载反压、调整分区、分步开挖、及时浇筑快硬混凝土垫层等措施；

4）坑外地下水位下降速率过快引起周边建筑物与地下管线沉降速率超过警戒值，应调整抽水速度减缓地下水位下降速度或采用回灌措施；

5）围护结构渗水、流土，可采用坑内引流、封堵或坑外快速注浆的方式进行堵漏；情况严重时应立即回填，再进行处理；

6）开挖底面出现流砂、管涌时，应立即停止挖土施工，根据情况采取回填、降水法降低水头差、设置反滤层封堵流土点等方式进行处理。

3 基坑工程施工引起邻近建筑物开裂及倾斜事故时，应根据具体情况采取下列处置措施：

1）立即停止基坑开挖，回填反压；

2）增设锚杆或支撑；

3）采取回灌、降水等措施调整降深；

4）在建筑物基础周围采用注浆加固土体；

5）制订建筑物的纠偏方案并组织实施；

6）情况紧急时应及时疏散人员。

4 基坑工程引起邻近地下管线破裂，应采取下列应急措施：

1）立即关闭危险管道阀门，采取措施防止产生火灾、爆炸、

冲刷、渗流破坏等安全事故；

2）停止基坑开挖，回填反压、基坑侧壁卸载；

3）及时加固、修复或更换破裂管线。

4.15.4 应急终止应符合下列规定：

1 引起事故的危险源已经消除或险情得到有效控制；

2 应急救援行动已完全转化为社会公共救援；

3 局面已无法控制和挽救，场内相关人员已全部撤离；

4 应急总指挥根据事故的发展状态认为终止的；

5 事故已经在上级主管部门结案；

6 应急终止后，应针对事故发生及抢险救援经过、事故原因分析、事故造成的后果、应急预案效果及评估情况提出书面报告，并应按有关程序上报。施工、监理单位应当建立危大工程安全管理档案。

5　检测、监测和验收

5.1　一般规定

5.1.1　基坑工程检测应符合下列规定：

1　检测前应进行现场调查。现场调查应根据检测目的和具体要求对基坑工程情况和现场环境条件进行搜集和分析；

2　检测单位应根据设计要求，结合现场调查结果，编制检测方案；检测方案应包含工程概况、检测内容及其依据的标准、检测代表数量、抽样方案、所需的仪器设备和人员及试验时间计划、试验点开挖、试验点处理、场地平整、道路修筑、供水供电需求、安全措施等要求；

3　检测试验点的数量应满足设计要求并符合相关标准的规定；

4　检测用计量器具应在计量检定或校准周期的有效期内。仪器设备性能应符合相应检测方法的技术要求；仪器设备使用时应按校准结果设置相关参数。检测前应对仪器设备检查调试，检测过程中应加强仪器设备检查，按要求在检测前和检测过程中对仪器进行率定；

5　当现场操作环境不符合仪器设备使用要求时，应采取保证仪器设备正常工作条件的措施；

6　检测机构应具备计量认证，检测人员应经培训方可上岗。

5.1.2　基坑工程监测应符合下列规定：

1 下列基坑应实施基坑工程监测：

1）基坑设计安全等级为一、二级的基坑；

2）开挖深度大于等于 5m 的基坑；

3）开挖深度小于 5m，但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑；

4）基坑设计要求监测的基坑。

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

3 监测工作步骤宜符合下列规定：

1）现场踏勘，搜集资料；

2）制定监测方案；

3）基准点、工作基点、监测点布设与验收，仪器设备校验和元器件标定；

4）实施现场监测；

5）监测数据的处理、分析及信息反馈；

6）提交阶段性监测结果和报告；

7）现场监测工作结束后，提交完整的监测资料。

4 监测方案应经建设方、设计方、监理方等认可后，方可实施。对于下列基坑工程的监测方案，应进行专家论证：

1）邻近重要建筑、设施、管线等破坏后果很严重的基坑工程；

2）工程地质、水文地质条件复杂的基坑工程；

3）已发生严重事故，重新组织施工的基坑工程；

4）采用新技术、新工艺、新材料、新设备的一、二级基坑工程；

5）其他需要论证的基坑工程。

5 监测单位应严格按照监测方案开展工作，确保采集数据的真实性与准确性，监测期间建设方及施工方应协助监测单位顺利完成监测工作，当基坑工程设计或施工有重大变更时，建设单位应及时组织监测方、设计方等相关单位研究并及时调整监测方案。

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

7 监测数据达到监测预警值时，应立即预警，通知有关各方及时分析原因并采取相应措施。

8 监测单位应对监测数据和巡视异常情况实时上传至信息化管理系统，建设单位可根据系统数据变化情况决定是否启动预警流程。

5.1.3 基坑工程验收应符合下列规定：

1 对于按照规定需要进行验收的基坑工程，施工单位、监理单位应当组织相关人员进行验收。

2 基坑工程验收人员应当包括：

1）总承包单位和分包单位技术负责人或授权委派的专业技术人员、项目负责人、项目技术负责人、专项施工方案编制人员、

项目专职安全生产管理人员及相关人员；

2）监理单位项目总监理工程师及专业监理工程师；

3）有关勘察、设计和监测单位项目技术负责人。

3 基坑支护结构施工前应对放线尺寸进行校核，施工过程中应根据施工组织设计复核各项施工参数，施工完成后宜在一定养护期后进行质量验收。

4 基坑开挖过程中，应根据分区分层开挖情况及时对基坑开挖面的围护墙表观质量、支护结构的变形、渗漏水以及支撑竖向支承构件的垂直度偏差等项目进行检查。

5 基坑围护结构施工完成后的质量验收应在基坑开挖前进行，支锚结构的质量验收应在对应的分层土方开挖前进行，验收内容应包括质量和强度检验、构件的几何尺寸、位置偏差及平整度等。

6 除强度或承载力等主控项目外，其他项目应按检验批抽取。主控项目的质量检验结果必须全部符合检验标准，一般项目的验收合格率不得低于 80％。

7 基坑支护工程验收应以保护支护结构安全和周围环境安全为前提。

5.1.4 基坑土方工程验收应符合下列规定：

1 施工前应检查支护结构质量、定位放线、排水和地下水控制系统，以及对周边影响范围内地下管线和建(构)筑物保护措施的落实，并应合理安排土方运输车辆的行走路线及弃土场。附近有

重要保护设施的基坑，应在土方开挖前对围护体的止水性能通过预降水进行检验。

2 施工中应检查平面位置、分层开挖标高、边坡坡率、压实度、排水系统、地下水控制系统、预留土墩、分层开挖厚度、支护结构的变形，并随时观测周围环境变化。

3 施工结束后应检查平面几何尺寸、坑底标高、边坡坡率、表面平整度和基底土性等。

5.2 检 测

5.2.1 放坡（挂网喷面）检测项目和数量应符合下列规定：

1 应对喷射混凝土面层厚度进行检测，每 300m^2 喷射混凝土面积检测数量不应少于一组，每组的检测点不应少于 3 个；全部检测点的面层厚度平均值不应小于厚度设计值，最小厚度不应小于厚度设计值的 80%；

2 面层喷射混凝土应进行现场试块强度试验，每 500m^2 喷射混凝土面积试验数量不应少于一组，每组试块不应少于 3 个。

5.2.2 土钉（复合土钉）墙检测项目和数量应符合下列规定：

1 应对土钉的抗拔承载力进行检测，抗拔试验可采用逐级加荷法。土钉的检测数量不宜少于土钉总数的 1%，且同一土层中的土钉检测数量不应少于 3 根。检测土钉应按随机抽样的原则选取，并应在土钉固结体强度达到设计强度的 70%后进行试验。

2 土钉（复合土钉）墙面层喷射混凝土应进行现场试块强度

试验，每 500m^2 喷射混凝土面积试验数量不应少于一组，每组试块不应少于 3 个。

3 应对土钉（复合土钉）墙的喷射混凝土面层厚度进行检测，每 300m^2 喷射混凝土面积检测数量不应少于一组，每组的检测点不应少于 3 个。全部检测点的面层厚度平均值不应小于厚度设计值，最小厚度不应小于厚度设计值的 80%。

4 复合土钉墙中的预应力锚杆应按本导则技术篇第 5.2.4 条的规定进行质量检测。

5 复合土钉墙中的水泥土搅拌桩或旋喷桩用作帷幕时，应按本导则技术篇第 5.2.6 条的规定进行质量检测。

5.2.3 混凝土灌注桩和预应力管桩检测项目和数量应符合下列规定：

1 应采用低应变动测法检测桩身完整性，检测桩数不宜少于总桩数的 20%，且不得少于 5 根；

2 当根据低应变动测法判定的桩身缺陷可能影响桩的水平承载力时，应采用钻芯法补充检测，检测数量不宜少于总桩数的 2%，且不得少于 3 根，并应扩大低应变动测法检测的数量。

5.2.4 地下连续墙质量检测应符合下列规定：

1 槽壁垂直度检测：检测数量不得小于同条件下总槽段数的 20%，且不少于 10 幅。当地下连续墙作为主体地下结构构件时，应对每个槽段进行槽壁垂直度检测。

2 槽底沉渣厚度检测：当地下连续墙作为主体地下结构构件

时，应对每个槽段进行槽底沉渣厚度检测。

3 应采用声波透射法对墙体混凝土质量进行检测，检测墙段数量不宜少于同条件下总墙段数的 20%，且不得少于 3 幅墙段，每个检测墙段的预埋超声波管数不应少于 4 个，且宣布置在墙身截面的四边中点处。

4 当根据声波透射法判定的墙身质量不合格时，应采用钻芯法进行验证。

5 地下连续墙作为主体地下结构构件时，其质量检测尚应符合相关规范的要求。

5.2.5 采用型钢水泥土搅拌墙作为基坑支护结构时，基坑开挖前应检验水泥土搅拌桩的桩身强度，强度指标应符合设计要求。水泥土搅拌桩的桩身强度宜采用浆液试块强度试验的方法确定，也可以采用钻取桩芯强度试验的方法确定，并应符合下列规定：

1 浆液试块强度试验应提取刚搅拌完成且尚未凝固的水泥土搅拌桩浆液制作试块，每台班抽检 1 根桩，每根桩不应少于 2 个取样点，每个取样点应制作 3 个试块。取样点应设置在基坑坑底以上 1m 范围内和坑底以上最软弱土层处的搅拌桩内。试块应及时密封水下养护 28d 后进行无侧限抗压强度试验。

2 钻取桩芯强度试验应采用地质钻机并选择可靠的取芯钻具，钻取搅拌桩施工后 28d 龄期的水泥土芯样，钻取的芯样应立即密封并及时进行无侧限抗压强度试验，抽检数量不应少于总桩数的 2%，且不得少于 3 根。每根桩取芯数量为在连续钻取的全桩

长范围内的桩芯上取不少于 5 组，每组不宜少于 3 件试块，取样点应取沿桩长不同深度和不同土层处的 5 点，在基坑坑底附近应设取样点，钻取桩芯得到的试块强度，宜根据钻取桩芯过程中芯样的损伤情况，乘以 1.2～1.3 的系数，钻孔取芯完成后的空隙应注浆填充。

3 当能建立静力触探、标准贯入或动力触探等原位测试结果与浆液试块强度试验或钻取桩芯强度试验结果的对应关系时，也可采用试块或芯样强度试验结合原位试验的方法综合检验桩身强度。

5.2.6 锚杆（索）检测项目和数量应符合下列规定：

1 检测数量不应少于锚杆总数的 5%，且同条件的锚杆检测数量不应少于 3 根；

2 检测试验应在锚杆的固结体强度达到设计强度的 75%后进行；

3 检测锚杆应采用随机抽样的方法选取；

4 检测试验的张拉比值应符合相关规范及设计文件的要求；

5 当检测的锚杆不合格时，应扩大检测数量。

5.2.7 支护结构的竖向支承立柱与地下结构竖向构件相结合时，立柱及立柱桩的检测应符合下列规定：

1 应对全部立柱进行垂直度与柱位进行检测；

2 应采用敲击法对钢管混凝土立柱进行检验，检测数量应大于立柱总数的 20%；当发现立柱缺陷时，应采用声波透射法或钻

芯法进行验证，并扩大敲击法检测数量。

5.2.8 截水帷幕检测项目和数量应符合下列规定：

1 与排桩咬合的水泥土搅拌桩、高压喷射注浆帷幕，与土钉墙面层贴合的水泥土搅拌桩帷幕，应在基坑开挖前或开挖时，检测水泥土固结体的表面轮廓、搭接接缝。检测点应按随机方法选取或选取施工中出现异常、开挖中出现漏水的部位。对支护结构外侧独立的截水帷幕，其质量可通过开挖后的截水效果判断。

2 当地下水位较高或对施工质量有怀疑时，可在搅拌桩、高压喷射注浆液固结后，采用钻芯法检测帷幕固结体的范围、单轴抗压强度、连续性及深度。检测点应选取帷幕的偏心、中心或搭接处，检测点的数量不应少于 3 处。

3 本条第 1 款适用于工程地质分区Ⅰ区，第 2 款适用于工程地质分区Ⅰ、Ⅱ区。

5.3 监 测

5.3.1 监测项目应符合下列规定：

1 基坑工程的监测项目应与基坑工程设计、施工方案相匹配。应针对监测关键部位，做到重点观测、项目配套并形成有效的、完整的监测系统。

2 基坑监测的项目内容应能够反映支护结构的安全状态和基坑周边环境的影响程度。

3 基坑工程仪器监测项目应根据表 5.3.1 的进行选择。

表 5.3.1　土质基坑工程监测项目表

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

续表 5.3.1

监测项目		基坑工程安全等级		
		一级	二级	三级
支撑轴力		应测	应测	宜测
立柱内力		可测	可测	可测
锚杆轴力		应测	宜测	可测
坑底隆起		可测	可测	可测
围护墙侧向土压力		可测	可测	可测
孔隙水压力		可测	可测	可测
地下水位		应测	应测	可测
土体分层竖向位移		可测	可测	可测
周边地表竖向位移		应测	应测	宜测
周边建筑	竖向位移	应测	应测	应测
	倾斜	应测	宜测	可测
	水平位移	宜测	可测	可测
周边建筑裂缝、地表裂缝		应测	应测	应测
周边管线	竖向位移	应测	应测	应测
	水平位移	可测	可测	可测
周边道路竖向位移		应测	宜测	可测

4 当基坑坑壁土体有浸水时，宜对土体含水量进行监测。

5 当基坑周边有管廊等对位移有特殊要求的建筑及设施时，监测项目应与有关管理部门或单位协商确定。

6 监测传感器量程应满足监测项目量测需要，并应符合《建筑基坑工程检测技术标准》GB 50497 的规定。

7 巡视检查项目应包括下列内容：

1）周边建（构）筑物变形、裂缝、沉降；

2）基坑顶面周边堆载情况；

3）桩（墙）后土体裂缝、沉陷；

4）支护结构变形、压屈、开裂、松弛、拔出；

5）止水帷幕有无开裂、渗漏水；

6）场地地表水、地下水止排水状况是否正常；

7）监测设施是否完好。

5.3.2 监测点布置应符合下列规定：

1 一般监测点布置应符合下列规定：

1）监测点的布置应能反映监测对象的实际状态及其变化趋势，监测点应布置在监测对象受力及变形关键点和特征点上，并应满足对监测对象的监控要求；

2）监测点的布置不应妨碍监测对象的正常工作，并且便于监测、易于保护；

3）不同监测项目的监测点宜布置在同一监测断面上；

4）监测标志应稳固可靠、标示清晰。

2 支护结构水平和竖向位移监测应符合下列规定：

1）支护桩（墙）或基坑顶部的水平和竖向位移监测点应沿基坑周边布置，监测点水平间距不宜大于 20m，且周边中部、阳角处应布置监测点；基坑每边监测点数量不宜少于 3 个；监测点宜设置在支护桩（墙）顶或基坑坡顶上，或能反映基坑变形的位置上；为便于监测，水平位移监测点宜同时作为竖向位移的观测点；

3）支护桩（墙）或土体深层水平位移监测点宜布置在基坑周边的中部、阳角处及有代表性的部位；监测点水平间距宜为 20～30m，每边监测点数量不应少于 3 个；

4）深层水平位移通常采用测斜仪观测，斜管埋设深度应符合下列规定：

① 当测斜管埋设在支护桩（墙）体内时，测斜管长度不宜小于支护桩（墙）的深度；

② 当测斜管埋设在土体中时，测斜管长度不宜小于基坑开挖深度的 1.5 倍，并应大于支护桩（墙）入土的深度。

3 支护结构内力监测应符合下列规定：

1）支护桩（墙）内力监测

支护桩（墙）内力监测点布置应考虑其内力计算图形，布置在支护桩（墙）出现弯矩极值的部位，监测点数量和水平间距视具体情况而定。平面上宜选择在支护桩（墙）相邻两支撑的跨中部位，竖向上监测点宜布置在支撑处和相邻两层支撑的中间部位，间距宜为 2～4m。

2）支撑轴力监测点布置应遵循以下原则：

① 监测点宜设在支撑内力较大或在整个支撑系统中起控制

作用的杆件上；

② 每层支撑的内力监测点不应少于 3 个，各层支撑的监测点位置宜在竖向上保持一致；

③ 钢支撑的监测截面宜选择在两支点间 1/3 部位或支撑的端头；混凝土支撑的监测截面宜选择在两支点间 1/3 部位，并应避开节点位置；

④ 支撑系统有立柱的，应对立柱的竖向位移进行观测，观测点不应少于立柱总根数的 5%，逆作法施工的基坑不应少于 10%，且不少于 3 根；

⑤ 若选择对立柱内力进行监测，监测点宜布置在受力较大的立柱上，位置宜设在坑底以上各层立柱下部的 1/3 部位，监测数量不少于 3 根。

3）锚杆（土钉）内力监测

① 锚杆（土钉）内力监测点应选择在受力较大且有代表性的位置，基坑每边中部、阳角处和地质条件复杂的区段宜布置监测点；

② 每层锚杆内力监测点数量应为该层锚杆总数的 1～3%，并不应少于 3 根。各层监测点位置在竖向上宜保持一致。每根杆体上的测试点宜设在锚头附近；

③ 土钉内力监测点数量视其具体情况而定，但各层监测点位置在竖向上宜保持一致。每根土钉杆体上的测试点应设在理论计算的破裂面处，其他位置若需监测，测试点间距宜为 2～3m。

4 侧向土压力监测应符合下列规定：

1）侧向土压力监测点的布置应选择在受力、土质条件变化较大或有代表性的部位；

2）在平面上基坑每边不宜少于 2 个监测点，并宜与深层水平位移监测点，支护结构内力监测点位置等匹配。在竖直方向上监测点应考虑土压力计算图形、土层的分布以及与支护结构内力监测点位置匹配，一般情况监测点间距宜为 2～5m，下部可适当加密。

5 孔隙水压力监测应符合下列规定：

孔隙水压力监测点宜布置在基坑受力、变形较大或有代表性的部位。竖向布置上监测点宜在水压力变化影响深度范围内按土层分布情况布设，竖向间距宜为 2～5m，数量不宜少于 3 个。

6 地下水位监测应符合下列规定：

1）基坑内地下水位当采用深井降水时，水位监测点宜布置在基坑中央和两相邻降水井的中间部位；当采用轻型井点、喷射井点降水时，水位监测点宜布置在基坑中央和周边拐角处，监测点数量应视具体情况确定；

2）基坑外地下水位监测点应沿基坑、被保护对象的周边或在基坑与被保护对象之间布置，监测点间距宜为 20～50m；相邻建（构）筑物重要的管线或管线密集处应布置水位监测点；当有止水帷幕时，宜布置在止水帷幕的外侧约 2m 处；

3）水位观测管的管底埋置深度应在最低设计水位或最低允许地下水位之下 3～5m。承压水水位监测管的滤管应埋置在所测的承压含水层中；

4）回灌井点观测井应设置在回灌井点与被保护对象之间；

5）承压水的观测井深度应保证能反映承压水位的变化，一般承压降水井可以兼作水位观测井。

7 坑底隆起（回弹）监测应符合下列规定：

坑底隆起的监测剖面数量不应少于 2 条，同一剖面上监测点间距宜为 10～30m，数量不应少于 3 个，基坑中部宜设监测点。

8 基坑周边建（构）筑物监测应符合下列规定：

1)基坑边缘以外 1～3 倍基坑开挖深度范围内需保护的建(构）筑物，结合地质条件，当地经验，根据设计要求有选择的进行监测；

2）建（构）筑物竖向位移监测点布置应符合下列规定：

① 建（构）筑物四角、沿外墙每 10～15m 处或每隔 2～3 根柱基上，且每边不少于 3 个监测点；

② 不同地基或基础的分界处；

③ 建（构）筑物不同结构的分界处；

④ 变形缝、抗震缝或严重开裂处的两侧；

⑤ 新、旧建（构）筑物或高、低建（构）筑物交接处的两侧；

⑥ 烟囱、水塔和大型储仓罐等高耸构筑物基础轴线的对称部位，每一构筑物不少于 4 点。

3）建（构）筑物倾斜监测点布置应符合下列规定：

① 监测点宜布置在建（构）筑物角点、变形缝两侧的承重墙或柱上；

② 监测点应沿主体顶部、底部对应布置，上、下监测点布置

在同一竖直线上。

4）建（构）筑物裂缝监测点应选择有代表性的裂缝进行布置。每条裂缝宜在裂缝最宽处及裂缝末端设置测点。

9 基坑周边管线监测应符合下列规定：

1）应根据管线修建年份、类型、材料、尺寸及现状等情况，确定监测点设置；

2）监测点宜布置在管线的节点、转角点和变形曲率较大的部位，监测点平面间距宜为 15～25m，并宜延伸至基坑边缘以外 1～3 倍基坑开挖深度范围内的管线；

3）供水、煤气等压力管线宜设置直接监测点，在无法埋设直接监测点的部位可设置间接监测点。

10 周边地表竖向位移监测断面宜设在坑边中部或其他有代表性的部位。监测断面应与坑边垂直，数量视具体情况确定。每个监测断面上的监测点数量不宜少于 5 个。

11 土体分层竖向位移监测孔应布置在靠近被保护对象且有代表性的部位，数量应视具体情况确定。在竖向布置上测点宜设置在各层土的界面上，也可等间距设置。测点深度、测点数量应视具体情况确定。

5.3.3 监测频率和预警应符合下列规定：

1 监测频率应符合下列规定：

1）监测频率的确定应满足能系统反映监测对象所测项目的重要变化过程而又不遗漏其变化时刻的要求；

2）基坑工程监测工作应从基坑工程施工前开始，直至地下工

程完成为止，并应延续至支护结构变形，内力及周边建（构）筑物管线变形趋于稳定；

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

4）对于选定的监测项目，监测频率宜由设计单位确定，当设计无明确要求，在无数据异常和事故征兆的情况下，现场仪器监测频率可按下表 5.3.3-1 确定；

表 5.3.3-1　现场仪器监测的监测频率

基坑设计安全等级	施工进程		监测频率
一级	开挖深度 h	≤H/3	1 次/(2～3)d
		H/3～2H/3	1 次/(1～2)d
		2H/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/3～2H/3	1 次/2d
		2H/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

5）对于现场巡视检查项目应根据基坑开挖进度并结合工程特点综合确定，宜为每天不少于一次，并有巡视记录。

2 当出现下列情况之一时，应提高监测频率：

1）监测数据达到预警值；

2）监测数据变化较大或者速率加快；

3）存在勘察未发现的不良地质现象；

4）超深、超长开挖或未及时加撑等违反设计工况施工；

5）基坑及周边大量积水、长时间连续降雨、市政管道出现泄漏问题；

6）基坑附近地面荷载突然增大或超过设计限值；

7）支护结构出现开裂；

8）周边地面突发较大沉降或出现严重开裂；

9）邻近建筑突发较大沉降、不均匀沉降或出现严重开裂问题；

10）基坑底部、侧壁出现管涌、渗漏或流沙等现象；

11）出现其他影响基坑及周边环境安全的异常情况。

3 当基坑工程发生事故后重新组织施工时和出现其他影响基坑及周边环境安全的异常情况时应提高监测频率。

4 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。

5 基坑工程监测应确定监测预警值，监测预警值应满足工程设计、地下结构设计，以及周边环境中被保护对象的控制要求。监测预警值应由设计单位确定。

6 确定基坑周边建筑、管线、道路预警值时，应保证其原有

沉降或变形值与基坑开挖、降水造成的附加沉降或变形值叠加后不应超过其允许的最大沉降或变形值。

7 基坑工程监测应确定监测预警值，监测预警值应满足工程设计、地下结构设计，以及周边环境中被保护对象的控制要求。监测预警值应由设计单位确定。

8 基坑及支护结构监测预警值应根据基坑设计安全等级、工程地质条件、设计计算结果、当地工程经验、相关规范标准及有关部门的规定等因素综合确定；当无当地经验时，可按表 5.3.3-2 确定。

9 基坑工程周边环境监测预警值应根据主管部门的要求确定，如主管部门无具体规定，可按表 5.3.3-3 确定。监测数据接近或达到预警值时，应分析原因，加强监测，及时确定应急处理措施。

表 5.3.3-2　基坑及支护结构监测预警值

序号	监测项目	支护类型	基坑设计安全等级								
			一级			二级			三级		
			累计值		变化速率(mm/d)	累计值		变化速率(mm/d)	累计值		变化速率(mm/d)
			绝对值(mm)	相对基坑设计深度H控制值		绝对值(mm)	相对基坑设计深度H控制值		绝对值(mm)	相对基坑设计深度H控制值	
1	围护墙(边坡)顶部水平位移	土钉墙、复合土钉墙、锚喷支护	30～40	0.3%～0.4%	3～5	40～50	0.5%～0.8%	4～5	50～60	0.7%～1.0%	5～6
		灌注桩、地下连续墙、钢板桩、型钢水泥土墙	20～30	0.2%～0.3%	2～3	30～40	0.3%～0.5%	2～4	40～60	0.6%～0.8%	3～5
2	围护墙(边坡)顶部竖向位移	土钉墙、复合土钉墙、锚喷支护	20～30	0.2%～0.4%	2～3	30～40	0.4%～0.6%	3～4	40～60	0.6%～0.8%	4～5
		型钢水泥土墙	——	——	——	30～40	0.6%～0.8%	3～4	40～60	0.8%～1.0%	4～5
		灌注桩、地下连续墙、钢板桩	10～20	0.1%～0.2%	2～3	20～30	0.3%～0.5%	2～3	30～40	0.5%～0.6%	3～4
3	深层水平位移	复合土钉墙	40～60	0.4%～0.6%	3～4	50～70	0.6%～0.8%	4～5	60～80	0.7%～1.0%	5～6
		型钢水泥土墙	——	——	——	50～60	0.6%～0.8%	4～5	60～70	0.7%～1.0%	5～6
		钢板墙	50～60	0.6%～0.7%	2～3	60～80	0.7%～0.8%	3～5	70～90	0.8%～1.0%	4～5

续表 5.3.3-2

序号	监测项目	支护类型	基坑设计安全等级								
			一级			二级			三级		
			累计值		变化速率(mm/d)	累计值		变化速率(mm/d)	累计值		变化速率(mm/d)
			绝对值(mm)	相对基坑设计深度H控制值		绝对值(mm)	相对基坑设计深度H控制值		绝对值(mm)	相对基坑设计深度H控制值	
3	深层水平位移	灌注桩、地下连续墙	30～50	0.3%～0.4%	2～3	40～60	0.4%～0.6%	3～5	50～70	0.6%～0.8%	4～5
4	立柱竖向位移		20～30	——	2～3	20～30	——	2～3	20～40	——	2～4
5	地表竖向位移		25～35	——	2～3	35～45	——	3～4	45～55	——	4～5
6	坑底隆起（回弹）		累计值（30～60）mm，变化速率（4～10）mm/d								
7	支撑轴力		最大值:（60%～80%）f_2 最小值:（80%～100%）f_y			最大值:(70%～80%)f_2 最小值：(80%～100%)f_y			最大值:(70%～80%)f_2 最小值:(80%～100%)f_y		
8	锚杆轴力										
9	土压力		(60%～70%)f_1			(70%～80%)f_1			(70%～80%)f_1		
10	孔隙水压力										
11	围护墙内力		(60%～70%)f_2			(70%～80%)f_2			(70%～80%)f_2		
12	立柱内力										

注：H——基坑设计深度；f_1——荷载设计值；f_2——构件承载能力设计值，锚杆为极限抗拔承载力；f_y——钢支撑、锚杆预应力设计值。

2 累计值取绝对值和相对基坑设计深度 H 控制值两者的较小值。

3 当监测项目的变化速率达到表中规定值或连续 3 次超过该值的 70%应预警。

4 底板完成后，监测项目的位移变化速率不宜超过表中速率预警值的 70%。

表 5.3.3-3　基坑工程周边环境监测预警值

项目 监测对象				累计值(mm)	变化速率 (mm/d)	备注
1	地下水位变化			1000～2000 （常年变幅以外）	500	
2	管线位移	刚性管道	压力	10～20	2	直接观查点数据
			非压力	10～30	2	
		柔性管线		10～40	3～5	——
3	邻近建筑位移			小于建筑物地基变形允许值	2～3	——
4	邻近道路路基沉降	高速公路		10～30	3	——
		一般城市道路		20～40	3	——
5	裂缝宽度	建筑结构性裂缝		1.5～3（既有裂缝） 0.2～0.25（新增裂缝）	持续发展	——
		地表裂缝		10～15（既有裂缝） 1～3（新增裂缝）	持续发展	——

注：1 建筑整体倾斜度累计值达到 2/1000 或倾斜速度连续 3d 大于 0.0001H/d(H 为建筑承重结构高度)时应预警。

2 建筑物地基变形允许值应按应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的有关规定取值。

6　当出现下列情况之一时，应立即进行危险报警，并应通知有关各方对基坑支护结构和周边环境的保护对象采取应急措施：

1）基坑支护结构的位移值突然明显增大或基坑出现流沙、管涌、隆起、陷落等；

2）基坑支护结构的支撑或锚杆体系出现过大变形、压屈、断裂、松弛或拔出的迹象；

3）基坑周边建筑物的结构部分出现危害结构的变形裂缝；

4）基坑周边地面出现较严重的突发裂缝或地下空洞、地面下陷；

5）基坑周边管线变形突然明显增长或出现裂缝、渗漏等；

6）基坑经受冻融循环时，基坑周边土体温度显著上升，发生明显的冻融变形；

7）出现基坑工程设计方提出的其他危险报警情况，或根据当地工程经验判断出现其他应进行危险报警的情况。

5.4 基坑工程验收

5.4.1 不同支护形式的基坑工程验收应按施工顺序和施工内容进行验收。

5.4.2 土钉（复合土钉）墙验收应符合以下规定：

1 土钉墙支护工程施工前应对钢筋、水泥、砂石、机械设备性能等进行检验；

2 土钉墙支护工程施工过程中应对放坡系数，土钉位置，土钉孔直径、深度及角度，土钉杆体长度，注浆配比、注浆压力及注浆量，喷射混凝土面层厚度、强度等进行检验；

3 土钉应进行抗拔承载力检验，检验数量不宜少于土钉总数的 1%，且同一土层中的土钉检验数量不应少于 3 根；

4 复合土钉墙中的预应力锚杆应按有关规范进行抗拔承载力检验；

5 其他土钉墙相关的质量检验应符合下表 5.4.2 规定；

6 放坡支护可按本条要求执行。

表 5.4.2　土钉墙支护质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	抗拔承载力	不小于设计值		土钉抗拔试验
	2	土钉长度	不小于设计值		用钢尺量
	3	分层开挖厚度	mm	±200	水准测量或用钢尺量
一般项目	1	土钉位置	mm	±100	用钢尺量
	2	土钉直径	不小于设计值		用钢尺量
	3	土钉孔倾斜度	°	≤3	测倾角
	4	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	5	注浆量	不小于设计值		查看流量表
	6	注浆压力	设计值		检查压力表读数
	7	浆体强度	不小于设计值		试块强度
	8	钢筋网间距	mm	±30	用钢尺量
	9	土钉面层厚度	mm	±10	用钢尺量
	10	面层混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度
	11	预留土墩尺寸及间距	mm	±500	用钢尺量
	12	微型桩桩位	mm	≤50	全站仪或用钢尺量
	13	微型桩垂直度	≤1/200		经纬仪测量

注：第 12 项和第 13 项的检测仅适用于微型桩结合土钉的复合土钉墙。

5.4.3　灌注桩排桩验收应符合以下规定：

1　灌注桩排桩施工前，应对原材料进行检验；

2 灌注桩施工前应进行试成孔，试成孔数量应根据工程规模和场地地层特点确定，且不宜少于 2 个；

3 灌注桩排桩施工中加强过程控制，对成孔、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注等各项技术指标进行检查验收；

4 灌注桩应根据相关规范要求进行桩身完整性检测。当根据低应变法或声波透射法判定的桩身完整性为III类、Ⅳ类时，应采用钻芯法进行验证；

5 灌注桩混凝土强度建议的试件应在施工现场随机抽取。灌注桩每浇筑 50m^3 应至少留置 1 组混凝土强度试件，单桩不足 50m^3 的桩，每连续浇筑 12h 应至少留置 1 组混凝土强度试件；有抗渗等级要求的灌注桩尚应留置抗渗等级检测试件，一个级配不宜少于 3 组；

6 其他灌注桩排桩相关的质量检验应符合下表 5.4.3 规定。

表 5.4.3 灌注桩排桩质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	孔深	不小于设计值		测钻杆长度或用测绳
	2	桩身完整性	设计要求		本导则技术篇第 6.2.3 条
	3	混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	4	钢筋笼主筋间距	mm	±10	用钢尺量
一般项目	1	垂直度	≤1/100（≤1/200）		测钻杆、用超声波或井径仪测量
	2	孔径	不小于设计值		测钻头直径

续表 5.4.3

项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
一般项目	3	桩位		mm		≤50
	4	泥浆指标	比重（黏土或砂性土中）	1.10～1.25		泥浆试验
			含砂率	%	≤8	洗砂瓶
			黏度	s	18～28	黏度计
	5	钢筋笼质量	长度	mm	±100	用钢尺量
			钢筋连接质量	设计要求		实验室试验
			箍筋间距	mm	±20	用钢尺量
			笼直径	mm	±10	用钢尺量
一般项目	6	沉渣厚度		mm	≤200	用沉渣仪或重锤扭曲
	7	混凝土坍落度		mm	180～220	坍落度仪
	8	钢筋笼安装深度		mm	±100	用钢尺量
	9	混凝土充盈系数		≥1.0		实际灌注量与理论灌注量的比
	10	桩顶标高		mm	±50	水准测量，需扣除桩顶浮浆层及劣质桩体

注：垂直度项括号中数值适用于灌注桩排桩采用桩墙合一设计的情况。

5.4.4 预应力混凝土管桩验收应符合以下规定：

1 管桩的桩顶标高、桩位偏差和桩身垂直度的验收程序应符合下列规定：

1）当桩顶标高与施工现场标高一致时，可待全部管桩施打完毕后一次性验收；

2）当需要送桩时，在送桩前应进行桩身垂直度检查，合格后方可送桩；

3）全部管桩施工结束，并开挖到设计标高后再进行竣工验收。

2 施工结束后应对桩身完整性进行检验，桩身完整性的抽检数量不应少于总桩数的 20%，且不应少于 10 根。

3 预制桩（钢桩）的桩位偏差应符合相应规范规定。斜桩倾斜度的偏差应为倾斜角正切值的 15%。

4 其他预制桩质量验收标准应符合下表 5.4.4-1 及 5.4.4-2 的规定。

表 5.4.4-1 锤击预制桩质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩身完整性	设计要求		本导则技术篇第 6.2.3 条
	2	桩长	设计要求		用钢尺量
一般项目	1	轴线位置	±100mm		经纬仪或用钢尺量
	2	成品桩质量	表面平整，颜色均匀，掉角深度小于 10mm，蜂窝面积小于总面积的 0.5%		查产品合格证
	3	电焊条质量	设计要求		查产品合格证
	4	电焊结束后停歇时间	mm	≥8（3）	用表计时
		上下节平面偏差	mm	≤10	用钢尺量
		节点弯曲矢高	同桩体弯曲要求		用钢尺量
	5	收锤标准	设计要求		用钢尺量或查沉桩记录
	6	桩顶标高	mm	±50	水准测量
	7	垂直度	≤1/100		经纬仪测量

注：电焊结束后停歇时间项括号中为采用二氧化碳气体保护焊时的数值。

表 5.4.4-2　静压预制桩质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩身完整性	设计要求		本导则技术篇第 6.2.3 条
	2	桩长	设计要求		用钢尺量
一般项目	1	轴线位置	±100mm		经纬仪或用钢尺量
	2	成品桩质量	表面平整，颜色均匀，掉角深度小于 10mm，蜂窝面积小于总面积的 0.5%		查产品合格证
	3	电焊条质量	设计要求		查产品合格证
	4	电焊结束后停歇时间	min	≥6（3）	用表计时
		上下节平面偏差	mm	≤10	用钢尺量
		节点弯曲矢高	同桩体弯曲要求		用钢尺量
	5	终压标准	设计要求		现场实测或查沉桩记录
	6	桩顶标高	mm	±50	水准测量
	7	垂直度	≤1/100		经纬仪测量
	8	混凝土灌芯	设计要求		查灌注量

注：电焊结束后停歇时间项括号中为采用二氧化碳气体保护焊时的数值。

5.4.5　板桩围护墙验收应符合以下规定：

1　板桩围护墙施工前，应对钢板桩或预制钢筋混凝土板桩的成品进行外观检查；

2　钢板桩围护墙相关的质量检验应符合下表 5.4.5-1 的规定。

表 5.4.5-1　钢板桩围护墙质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩长	不小于设计值		用钢尺量
	2	桩身弯曲度	mm	≤2%	用钢尺量
	3	桩顶标高	mm	±100	水准测量
一般项目	1	齿槽平直度及光滑度	无电焊渣或毛刺		用 lm 长的桩段做通过试验
	2	沉桩垂直度	≤1/100		经纬仪测量
	3	轴线位置	mm	±100	经纬仪或用钢尺量
	4	齿槽咬合程度	紧密		目测法

注：l 为钢板桩设计桩长（mm）。

3　预制混凝土板桩围护墙的质量检验标准应符合表 5.4.5-2 的规定。

表 5.4.5-2　预制混凝土板桩围护墙质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩长	不小于设计值		用钢尺量
	2	桩身弯曲度	mm	≤0.1%	用钢尺量
	3	桩身厚度	mm	+10 0	用钢尺量
	4	凹凸槽尺寸	mm	±3	用钢尺量
	5	桩顶标高	mm	±100	水准测量

续表 5.4.5-2

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
一般项目	1	保护层厚度	mm	±5	用钢尺量
	2	模截面相对两面之差	mm	≤5	用钢尺量
	3	桩尖对桩轴线的位移	mm	≤10	用钢尺量
	4	沉桩垂直度	≤1/100		经纬仪测量
	5	轴线位置	mm	≤100	用钢尺量
	6	板缝间隙	mm	≤20	用钢尺量

注：l 为预制混凝土板桩设计桩长（mm）。

5.4.6 地下连续墙验收应符合以下规定：

1 施工前应对导墙的质量进行检验；

2 施工中应定期对泥浆指标、钢筋宠的制作与安装、混凝土的坍落度、预制地下连续墙墙段安放质量、预制接头、墙底注浆、地下连续墙成槽及墙体质量等进行检验；

3 兼作永久结构的地下连续墙，其与地下结构底板、梁及楼板之间连接的预埋钢筋接驳器应按原材料检验要求进行抽样复验，取每 500 套为一个检验批，每批应抽查 3 件，复验内容为外观、尺寸、抗拉强度等；

4 混凝土抗压强度和抗渗等级应符合设计要求；墙身混凝土抗压强度试块每 100m^3 混凝土不应少于 1 组，且每幅槽段不应少于 1 组，每组为 3 件；墙身混凝土抗渗试块每 5 幅槽段不应少于 1 组，每组为 6 件；作为永久结构的地下连续墙，其抗渗质量标准可按现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的规

定执行；

5 作为永久结构的地下连续墙墙体施工结束后，应采用声波透射法对墙体质量进行检验，同类型槽段的检验数量不应少于10%，且不得少于3幅；

6 地下连续墙相关的质量检验应符合下表5.4.6-1～5.4.6-4的规定。

表5.4.6-1 导墙允许偏差检验标准

项目	允许偏差	检查频率		检查方法
		范围	点数	
宽度	±10mm	每10m	1	用钢尺量
垂直度	≤1/300	每幅	1	线锤
墙面平整度	≤10mm	每幅	1	用钢尺量
导墙平面位置	±10mm	每幅	1	用钢尺量
导墙顶面标贯	±20mm	6m	1	水准仪

表5.4.6-2 泥浆性能指标

项	序	检查项目			性能指标	检查方法
一般项目	1	新拌制泥浆	比重		1.03～1.10	比重计
			黏度	黏性土	20s～25s	黏度计
				砂土	25s～35s	
	2	循环泥浆	比重		1.05～1.25	比重计
			黏度	黏性土	20s～30s	黏度计
				砂土	30s～40s	

续表 5.4.6-2

项	序	检查项目				性能指标	检查方法
一般项目	3	清基（槽）后的泥浆	现浇地下连续墙	比重	黏性土	1.10～1.15	比重汁
					砂土	1.10～1.20	
				黏度		20s～30s	黏度计
				含砂率		≤7%	洗砂瓶
	4		预制地下连续墙	比重		1.10～1.20	比重计
				黏度		20s～30s	黏度计
				pH 值		7～9	pH 试纸

表 5.4.6-3　钢筋笼制作与安装允许偏差

项	序	检查项目		允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	钢筋笼长度		mm	±100	用钢尺量，每片钢筋网检查上中下 3处
	2	钢筋笼宽度		mm	0 −20	
	3	钢筋笼安装标高	临时结构	mm	±20	
			永久结构	mm	±15	
	4	主筋间距		mm	±10	任取一段面，连续量取间距，取平均值作为一点，每片钢筋网上测 4 点
一般项目	1	分布筋间距		mm	±20	
	2	预埋件及槽底注浆管中心位置	临时结构	mm	≤10	用钢尺量
			永久结构	mm	≤5	
	3	预埋钢筋和接驳器中心位置	临时结构	mm	≤10	用钢尺量
			永久结构	mm	≤5	
	4	钢筋笼制作平台平整度		mm	±20	用钢尺量

表 5.4.6-4　地下连续墙成槽及墙体允许偏差

项	序	检查项目		允许值		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	墙体强度		不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	2	槽壁垂直度	临时结构	≤1/200		20%超声波 2 点 /幅
			永久结构	≤1/300		100%超声波 2 点 /幅
	3	槽段深度		不小于设计值		测绳 2 点/幅
一般项目	1	导墙尺寸	宽度（设计墙厚＋40mrn）	mm	±10	用钢尺量
			垂直度	≤1/500		用线锤测
			导墙顶面平整度	mm	±5	用钢尺量
			导墙平面定位	mm	≤10	用钢尺量
			导墙顶标高	mm	±20	水准测量
	2	槽段宽度	临时结构	不小于设计值		20%超声波 2 点/幅
			永久结构	不小于设计值		100%超声波 2 点/幅
	3	槽段位	临时结构	mm	≤50	钢尺 1 点/幅
			永久结构	mm	≤30	
	4	沉渣厚度	临时结构	mm	≤150	100%测绳 2 点/幅
			永久结构	mm	≤100	
	5	混凝土坍落度		mm	180～200	坍落度仪
	6	地下连续墙表面平整度	临时结构	mm	±150	用钢尺量
			永久结构	mm	±100	
			预制地下连续墙	mm	±20	
	7	预制墙顶标高		mm	±10	水准测量
	8	预制墙中心位移		mm	≤10	用钢尺量
	9	永久结构的渗漏水		无渗漏、线流，且≤0.1L/(m2•d)		现场检验

5.4.7 型钢水泥土搅拌墙验收应符合以下规定：

1 型钢水泥土搅拌墙施工前，应对进场的 H 型钢进行检验；

2 焊接 H 型钢焊缝质量应符合设计要求和国家现行标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《焊接 H 型钢》YB 3301 的规定；

3 基坑开挖前应检验水泥土桩（墙）体强度，强度指标应符合设计要求；墙体强度宜采用钻芯法确定，三轴水泥土搅拌桩抽检数量不应少于总桩数的 2%，且不得少于 3 根；渠式切割水泥土连续墙抽检数量每 50 延米不应少于 1 个取芯点，且不得少于 3 个；

4 型钢水泥土搅拌墙中三轴水泥土搅拌桩和渠式切割水泥土连续墙的质量检验应符合本导则表 5.4.12-1 和 5.4.12-2 的规定，内插型钢的质量检验应符合表 5.4.7 的规定。

表 5.4.7 内插型钢的质量检验标准

项	序	检查项目		允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	型钢截面高度		mm	±5	用钢尺量
	2	型钢截面宽度		mm	±3	用钢尺量
	3	型钢长度		mm	±10	用钢尺量
一般项目	1	型钢挠度		mm	≤l/500	用钢尺量
	2	型钢腹板厚度		mm	≥-1	用游标卡尺量
	3	型钢翼缘板厚度		mm	≥-1	用游标卡尺量
	4	型钢顶标高		mm	±50	水准测量
	5	型钢平面位置	平行于基坑边线	mm	≤50	用钢尺量
			垂直于基坑边线	mm	≤10	用钢尺量
	6	型钢形心转角		°	≤3	用量角器量

注：1 为型钢设计长度（mm）。

5.4.8 锚杆验收应符合以下规定：

1 锚杆施工前应对钢绞线、锚具、水泥、机械设备等进行检验；

2 锚杆施工中应对锚杆位置，钻孔直径、长度及角度，锚杆杆体长度，注浆配比、注浆压力及注浆量等进行检验；

3 锚杆应进行抗拔承载力检验，检验数量不宜少于锚杆总数的 5%，且同一土层中的锚杆检验数量不应少于 3 根；

4 其他锚杆的质量检验应符合下表 5.4.8 的规定。

表 5.4.8 锚杆质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	抗拔承载力	不小于设计值		锚杆抗拔试验
	2	锚固体强度	不小于设计值		试块强度
	3	预加力	不小于设计值		检查压力表读数
	4	锚杆长度	不小于设计值		用钢尺量
一般项目	1	钻孔孔位	mm	≤100	用钢尺量
	2	锚杆直径	不小于设计值		用钢尺量
	3	钻孔倾斜度	≤3°		测倾角
	4	水胶比 （或水泥砂浆配比）	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比（实际用水、水泥、砂的重量比）
	5	注浆量	不小于设计值		查看流量表
	6	注浆压力	设计值		检查压力表读数
	7	自由段套管长度	mm	±50	用钢尺量

5.4.9 内支撑验收应符合以下规定：

1 内支撑施工前，应对放线尺寸、标高进行校核。对混凝土支撑的钢筋和混凝土、钢支撑的产品构建和连接构件以及钢立柱的制作质量等进行检验；

2 施工中应对混凝土支撑下垫层或模板的平整度和标高进行检验；

3 施工结束后，对应的下层土方开挖前应对水平支撑的尺寸、位置、标高、支撑与围护结构的连接节点、钢支撑的连接节点和钢立柱的施工质量进行检验；

4 钢筋混凝土支撑的质量检验应符合下表 5.4.9-1 的规定；

5 钢支撑的质量检验应符合下表 5.4.9-2 的规定；

6 立柱桩的质量检验应符合下表 5.4.9-3 的规定。

表 5.4.9-1 钢筋混凝土支撑质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度
	2	截面宽度	mm	+20 0	用钢尺量
	3	截面高度	mm	+20 0	用钢尺量
一般项目	1	标高	mm	±20	水准测量
	2	轴线平面位置	mm	≤20	用钢尺量
	3	支撑与垫层或模板的隔离措施	设计要求		目测法

表 5.4.9-2　钢支撑质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	外轮廓尺寸	mm	±5	用钢尺量
	2	预加顶力	kN	±10%	应力监测
一般项目	1	轴线平面位置	mm	≤30	用钢尺量
	2	连接质量	设计要求		超声波或射线探伤

表 5.4.9-3　钢立柱的质量检验标准

项	序	检查项目	允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	截面尺寸（立柱）	mm	≤5	用钢尺量
	2	立柱长度	mm	±50	用钢尺量
	3	垂直度	≤1/200		经纬仪测量
一般项目	1	立柱挠度	mm	≤l/500	用钢尺量
	2	截面尺寸（缀板或缀条）	mm	≥-1	用钢尺量
	3	缀板间距	mm	±20	用钢尺量
	4	钢板厚度	mm	≥-1	用钢尺量
	5	立柱顶标高	mm	±20	水准测量
	6	平面位置	mm	≤20	用钢尺量
	7	平面转角	°	≤5	用量角器量

5.4.10　降排水验收应符合以下规定：

1　降排水运行前，应检验工程场区的排水系统。排水系统最大排水能力不应小于工程所需最大排量的 1.2 倍；

2　基坑工程开挖前应验收预降排水时间；预降排水时间应根

据基坑面积、开挖深度、工程地质与水文地质条件以及降排水工艺综合确定；减压预降水时间应根据设计要求或减压降水验证试验结果确定；

3 降排水运行中，应检验基坑降排水效果是否满足设计要求；分层、分块开挖的图纸基坑，开挖前潜水水位应控制在安全水位埋深以下；

4 采用集水明排的基坑，应检验排水沟、集水井的尺寸，排水时集水井内水位应低于设计要求水位不小于 0.5m；

5 降水井施工前，应检验进场材料质量，降水施工材料的质量检验应符合下表 5.4.10-1 的规定。

表 5.4.10-1 降水施工材料质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	井、滤管材质	设计要求		查产品合格证书或按设计要求参数现场检测
	2	滤管孔隙率	设计值		测算单位长度滤管孔隙面积或与等长标准滤管渗透对比法
	3	滤料粒径	（6～12）d_{50}		筛析法
	4	滤料不均匀系数	≤3		筛析法
一般项目	1	沉淀管长度	mm	+50 0	用钢尺量
	2	封孔回填土质量	设计要求		现场搓条法检验土性
	3	挡砂网	设计要求		查产品合格证书或现场量测目数

6 降水井正式施工时应进行试成井。试成井数量不应少于 2 口（组），并应根据试成井检验成孔工艺、泥浆配比，复核地层情况等；

7 降水井施工中应检验成孔垂直度。降水井的成孔垂直度允许偏差为 1/100，井管应居中竖直沉没；

8 降水井施工完成后应进行试抽水，检验成井质量和降水效果；

9 降水运行应独立配电。降水运行前，应检验现场用电系统；连续降水的工程项目，尚应检验双路以上独立供电电源或备用发电机的配置情况；

10 降水运行过程中，应监测和记录降水场区内和周边的地下水位；采用悬挂式帷幕基坑降水的，尚应计量和记录降水井抽水量；

11 降水运行结束后，应检验降水井封闭的有效性；

12 塑料管井、混凝土管井、钢筋笼滤网井封井时，应检验管内止水材料回填的密实度和止水效果；穿越基坑底板时，尚应按设计要求检验其穿越基坑地板构造的防水效果；

13 轻型井点施工质量验收应符合下表 5.4.10-2 的规定；

14 喷射井点施工质量验收应符合下表 5.4.10-3 的规定；

15 管井施工质量验收应符合下表 5.4.10-4 的规定；

16 轻型井点、喷射井点、真空管井降水运行质量验收应符合下表 5.4.10-5 的规定。

表 5.4.10-2　轻型井点施工质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	出水量	不小于设计值		查看流量表
一般项目	1	成孔孔径	mm	±20	用钢尺量
	2	成孔深度	mm	+1000 −200	测绳测量
	3	滤料回填量	不小于设计计算体积的95%		测算滤料用量且测绳测量回填高度
	4	和土封孔高度	mm	≥1000	用钢尺量
	5	井点管间距	m	0.8～1.6	用钢尺量

表 5.4.10-3　喷射井点施工质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	出水量	不小于设计值		查看流量表
一般项目	1	成孔孔径	mm	+50 0	用钢尺量
	2	成孔深度	mm	+1000 −200	测绳测量
	3	滤料回填量	不小于设计计算体积的95%		测算滤料用量且测绳测量回填高度
	4	井点管间距	m	2～3	用钢尺量

表 5.4.10-4　管井施工质量检验标准

项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	泥浆比重		1.05～1.10		比重计
	2	滤料回填高度		+10% 0		现场搓条法检验土性、测算封填粘土体积、孔口浸水检验密封性
	3	封于 L		设计要求		现场检验
	4	出水量		不小于设计值		查看流量表
一般项目	1	成孔孔径		mm	±50	用钢尺量
	2	成孔深度		mm	±20	测绳测量
	3	扶中器		设计要求		测量扶中器高度或厚度、间距检查数量
	4	活塞洗井	次数	次	≥20	检查施工记录
			时间	h	≥2	检查施工记录
	5	沉淀物高度		≤5‰井深		测锤测量
	6	含砂量（体积比）		≤1/20000		现场目测或用含砂量计测量

表 5.4.10-5　轻型井点、喷射井点、真空管井降水运行质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	降水效果	设计要求		量测水位、观测土体固结或沉降情况
一般项目	1	真空负压	MPa		查看真空表
	2	有效井点数	≥90%		现场目测出水情况

5.4.11 回灌验收应符合以下规定：

1 回灌管井施工前，应检验进场材料质量；回灌管井施工材料质量标准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 的相关规定；

2 回灌管井正式施工时应进行试成孔；试成孔数量不应少于 2 个，根据试成孔检验成孔工艺、泥浆配比，复核地层情况等；

3 回灌管井施工中应检验成孔垂直度，成孔垂直度允许偏差为 1/100，井管应居中竖直沉没；

4 回灌管井施工完成后的休止期不应少于 14d，休止期结束后应进行试回灌，检验成井质量和回灌效果；

5 回灌运行前，应检验回灌管路的安装质量和密封性；回灌管路上应装有流量计和流量控制阀；

6 回灌运行中及回扬时，应计量和记录回灌量、回扬量，并应监测地下水位和周边环境变形；

7 回灌管井封闭时，应检验封井材料的无公害性，并检验封井效果；回灌管井施工及运行质量检验应符合下表 5.4.11 的规定。

表 5.4.11 回灌管井运行质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	观测井水位	设计值		量测水位
	2	回灌水质	不低于回灌目的层水质		试验室化学分析
一般项目	1	回灌量	+10% 0		查看流量表
	2	回灌压力	+5% 0		检查压力表读数
	3	回扬	设计要求		检查施工记录

5.4.12 截水帷幕验收应符合以下规定：

1 设有截水帷幕的基坑工程，宜通过预降水过程中的坑内外水位变化情况检验帷幕止水效果；

2 截水帷幕施工前，应对原材料进行检验；

3 基坑开挖前截水帷幕的强度指标应满足设计要求，强度检测宜采用钻芯法；截水帷幕采用水泥土搅拌桩、高压喷射注浆时，取芯数量不宜少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根；

4 截水帷幕截水帷幕采用双轴水泥土搅拌桩时，质量检验应符合下表 5.4.12-1 的规定；

表 5.4.12-1 双轴水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	2	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	3	导向架垂直度	≤1/150		经纬仪测量
	4	桩径	mm	±20	量搅拌叶回转直径
一般项目	1	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	2	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	3	提升速度	设计值		测机头上升距离和时间
	4	下沉速度	设计值		测机头下沉距离和时间
	5	桩位	mm	≤20	全站仪或用钢尺量
	6	桩顶标高	mm	±200	水准测量，最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计入
	7	施工间歇	h	≤24	检查施工记录

5 截水帷幕截水帷幕采用三轴水泥土搅拌桩时，质量检验应符合下表 5.4.12-2 的规定；

6 截水帷幕截水帷幕采用高压喷射注浆时，质量检验应符合下表 5.4.12-3 的规定。

表 5.4.12-2 三轴水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	2	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	3	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	4	导向架垂直度	≤1/250		经纬仪测量
	5	桩径	mm	±20	量搅拌叶回转直径
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	2	提升速度	设计值		测机头上升距离和时间
	3	下沉速度	设计值		测机头下沉距离和时间
	4	桩位	mm	≤50	全站仪或用钢尺量
	5	桩顶标高	mm	±200	水准测量
	6	施工间歇	h	≤24	检查施工记录

表 5.4.12-3　高压喷射注浆截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	2	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	3	钻孔垂直度	≤1/100		经纬仪测量
	4	桩身强度	不小于设计值		钻芯法
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	2	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	3	旋转速度	设计值		现场实测
	4	桩位	mm	±20	全站仪或用钢尺垦
	5	桩顶标高	mm	±200	水准测量，最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计人
	6	注浆压力	设计值		检查压力表读数
	7	施工间歇	h	≤24	检查施工记录

5.4.13　土方工程验收应符合以下规定：

1　整后的场地表面坡率应符合设计要求，设计无要求时，沿排水沟方向的坡率不应小于 2‰，平整后的场地表面应逐点检查。土石方工程的标高检查点为每 100m^2 取 1 点，且不应少于 10 点；土石方工程的平面几何尺寸(长度、宽度等)应全数检查；土石方工程的边坡为每 20m 取 1 点，且每边不应少于 1 点。土石方工程的表面平整度检查点为每 100m^2 取 1 点，且不应少于 10 点。

2 土方开挖工程的验收应符合下列规定：

1）施工前应检查支护结构质量、定位放线、排水和地下水控制系统，以及对周边影响范围内地下管线和建(构)筑物保护措施的落实，并应合理安排土方运输车辆的行走路线及弃土场。附近有重要保护设施的基坑，应在土方开挖前对围护体的止水性能通过预降水进行检验；

2）施工中应检查平面位置、水平标高、边坡坡率、压实度、排水系统、地下水控制系统、预留土墩、分层开挖厚度、支护结构的变形，并随时观测周围环境变化；

3）施工结束后应检查平面几何尺寸、水平标高、边坡坡率、表面平整度和基底土性等；

4）临时性挖方工程的边坡坡率允许值应符合表 6.4.13-1 的规定或经设计计算确定；

表 5.4.13-1 临时性挖方工程的边坡坡率允许值

序	土的类别		边坡坡率（高：宽）
1	砂土	不包括细砂、粉砂	1：1.25～1：1.50
2	黏性土	坚硬	1：0.75～1：1.00
		硬塑、可塑	1：1.00～1：1.25
		软塑	1：1.50 或更缓
3	碎石土	充填坚硬黏土、硬塑黏土	1：0.50～1：1.00
		充填砂土	1：1.00～1：1.50

注：1 本表适用于无支护措施的临时性挖方工程的边坡坡率；

2 设计有要求时，应符合设计标准；

3 本表适用于地下水位以上的土层。采用降水或其他加固措施时，可不受本表限制，

但应计算复核；

4 一次开挖深度，软土不应超过 4m，硬土不应超过 8m。

5）土方开挖工程的质量检验标准应符合表 5.4.13-2～表 5.4.13-3 的规定。

表 5.4.13-2　柱基、基坑、基槽土方开挖工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	标高	mm	0 -50	水准测量
	2	长度、宽度（由设计中心线向两侧量）	mm	+200 -50	全站仪或用钢尺量
	3	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度	mm	±20	用 2m 靠尺
	2	基底土性	设计要求		目测法或土样分析

表 5.4.13-3　挖方场地平整土方开挖工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差			检查方法
			单位	数值		
主控项目	1	标高	mm	人工	±30	水准测量
				机械	±50	
	2	长度、宽度（由设计中心线向两侧量）	mm	人工	+300 -100	全站仪或用钢尺量
				机械	+500 -100	
	3	坡率	设计值			目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度	mm	人工	±20	用 2m 靠尺
				机械	±50	
	2	基底土性	设计要求			目测法或土样分析

3 土方堆放工程的验收应符合下列规定：

1）施工前应对土方平衡计算进行检查，堆放与运输应满足施工组织设计要求；

2）施工中应检查安全文明施工、堆放位置、堆放的安全距离、堆土的高度、边坡坡率、排水系统、边坡稳定、防扬尘措施等内容，并应满足设计或施工组织设计要求；

3） 在基坑(槽)、管沟等周边堆土的堆载限值和堆载范围应符合基坑围护设计要求，严禁在基坑(槽)、管沟、地铁及建构(筑)物周边影响范围内堆土。对于临时性堆土，应视挖方边坡处的土质情况、边坡坡率和高度，检查堆放的安全距离，确保边坡稳定。在挖方下侧堆土时应将土堆表面平整，其顶面高程应低于相邻挖方场地设计标高，保持排水畅通，堆土边坡坡率不宜大于 1：1.5。在河岸处堆土时，不得影响河堤的稳定和排水，不得阻塞污染河道；

4）施工结束后，应检查堆土的平面尺寸、高度、安全距离、边坡坡率、排水、防扬尘措施等内容，并应满足设计或施工组织设计要求；

5）土方堆放工程的质量检验标准应符合表 5.4.13-4 的规定；

表 5.4.13-4 土方堆放工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	总高度	不大于设计值		水准测量
	2	长度、宽度	设计值		全站仪或用钢尺量

续表 5.4.13-4

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	3	堆放安全距离	设计值		全站仪或用钢尺量
	4	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	防扬尘	满足环境保护要求或施工组织设计要求		目测法

4 土方回填工程的验收应符合下列规定：

1）施工前应检查基底的垃圾、树根等杂物清除情况，测量基底标高、边坡坡率，检查验收基础外墙防水层和保护层等。回填料应符合设计要求，并应确定回填料含水量控制范围、铺土厚度、压实遍数等施工参数；

2）施工中应检查排水系统，每层填筑厚度、辗迹重叠程度、含水量控制、回填土有机质含量、压实系数等。回填施工的压实系数应满足设计要求。当采用分层回填时，应在下层的压实系数经试验合格后进行上层施工。填筑厚度及压实遍数应根据土质、压实系数及压实机具确定。无试验依据时，应符合表 5.4.13-5 的规定；

表 5.4.13-5 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	250～300	3～4

续表 5.4.13-5

压实机具	分层厚度（mm）	每层压实遍数
柴油打夯	200～250	3～4
人工打夯	＜200	3～4

3）施工结束后，应进行标高及压实系数检验；

4）填方工程质量检验标准应符合表 5.4.13-6 的规定。

表 5.4.13-6　柱基、基坑、管沟填方工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	标高	mm	0 -50	水准测量
	2	分层压实系数	不小于设计值		环刀法、灌水法、灌砂法
一般项目	1	回填土料	设计要求		取样检查或直接鉴别
	2	分层厚度	设计值		水准测量及抽样检查
	3	含水量	最优含水量±2%		烘干法
	4	表面平整度	mm	±20	用 2m 靠尺
	5	有机质含量	≤5%		灼烧减量法
	6	碾迹重叠长度	mm	500～ 1000	用钢尺量

附　则

数字化基坑

目　录

1　总　则.....127
2　基坑设计数字化.....128
3　基坑施工数字化.....129
4　基坑监测数字化.....130
4.1　一般规定.....130
4.2　比对测量.....131
5　基坑自动化监测系统.....133
5.1　一般规定.....133
5.2　系统功能要求.....134
5.3　系统性能要求.....136
5.4　系统维护和管理要求.....137
6　数据处理及信息反馈.....139
6.1　一般规定.....139
6.2　数据信息反馈.....139
6.3　数据成果.....140
6.4　监测系统建档内容.....141

1 总 则

1.0.1 为规范基坑工程数字化及自动化监测，做到技术先进、经济合理、安全适用、成果可靠，保障基坑及其周边环境的安全，编制本导则。

1.0.2 本导则适用于本区基坑支护结构及周边环境设计、施工、检测全过程数字化。

1.0.3 基坑工程数字化及自动化监测实施应综合考虑基坑工程设计方案、建设场地的工程地质和水文地质条件、周边环境条件、施工方案等因素，编制合理的各类技术方案，科学组织和实施监测。

1.0.4 行政主管部门应搭建新区监管系统、规范统一数据标准，依托于互联网、空间地理信息、CIM 等技术等实现对范围内工程项目的实时监控。

1.0.5 基坑勘察设计数据应上传至主管部门相关管理系统，宜采用正向设计建立信息模型，并根据施工现状进行调整。

1.0.6 基坑施工管理系统宜包括项目设计、施工实施、竣工验收等施工全过程或应用于关键工序和任务中，产生数据应支持上传至主管部门相关管理系统。

1.0.7 基坑工程数字化除参考本导则的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2　基坑设计数字化

2.0.1　基坑设计所需勘察成果应上传至主管部门管理系统，上传内容应包含以下内容：

1　勘察单位名称及相关资质；

2　基坑工程地质勘察报告；

2.0.2　基坑设计宜依托于三维信息模型进行正向设计。

2.0.3　基坑设计信息应上传至主管部门管理系统，上传内容应包含以下内容：

1　工程设计单位名称及相关资质；

2　工程用地红线图；

3　基坑支护设计方案及图纸；

4　基坑工程设计方案评审结果；

5　重点难点工程或有正向设计模型的需上传基坑设计三维信息模型。

3　基坑施工数字化

3.0.1　基坑施工前宜依托于软件系统进行总体施工布置模拟。

3.0.2　基坑施工过程宜根据实际情况完善信息模型，并在施工完成后上传至主管部门管理系统。信息模型应包含以下内容：

1　施工图纸；

2　三维 BIM 模型（永久性构件应特殊标注）

3.0.3　基坑施工过程中应使用符合标准的自动化监测系统。

3.0.4　基坑施工过程中产生的资料、数据等应使用安全稳定的数字化系统留存。

4　基坑监测数字化

4.1　一般规定

4.1.1　监测项目应与基坑工程设计、施工方案相匹配；应针对监测对象的关键部位进行重点观测；各监测项目的选择应利于形成互为补充、验证的监测体系。

4.1.2　基坑工程现场自动化监测应由具备相应能力的单位承担。

4.1.3　实施自动化监测的项目，应具备比对测量的条件，满足对现有数据的校验。

4.1.4　实施自动化监测的项目，其监测的项目类别，以及对应的监测点布设、监测频率、监测精度及监测预警值指标应满足现行有关标准规定的要求。

4.1.5　基坑工程实施自动化监测时，应根据监测项目的精度要求和现场作业条件，确定相应的自动化监测方法。

4.1.6　传感器的位置发生了变化，应重新校正。校正方法包括且不限于重新采集初始值等手段。

4.1.7　监测传感器技术要求和精度应满足本导则数字化篇附录 D 的规定。

4.1.8　安装埋设后应现场测试，确保数据采集和通讯正常；

4.1.9　监测频率的确定应满足系统反映监测对象所测项目的重要变化过程而又不遗漏其变化时刻的要求。

4.1.10　当出现本导则技术篇 6.3.3 条第 2 款所列举情况之一时，应提高监测频率，并增加人工复核的频率。

4.1.11 当出现可能危及工程及周边环境安全的事故征兆时，应提高监测采样频率并及时通知人工介入。

4.2 比对测量

4.2.1 采用自动化监测技术进行监测的项目应进行比对测量。

4.2.2 比对测量的方法、设备、精度应满足现行规范相关要求。

4.2.3 比对测量应定期实施，并应符合下列规定：

1 比对测量周期应视基坑支护结构安全等级确定，比对测量频率宜为 1 次/（1～2）月；

2 当检查发现传感器有可能变动或监测结果异常时，应立即进行比对测量；

3 重要施工节点或特殊施工方法实施时，宜进行比对测量。

4.2.4 采用比对测量的各监测项目宜符合下列规定：

1 采用激光位移计进行水平位移监测的宜使用全站仪进行比对测量；

2 采用静力水准仪进行竖向位移监测的宜使用水准仪进行比对测量；

3 采用倾角仪进行倾斜监测的宜使用全站仪或水准仪进行比对测量；

4 采用渗压计进行地下水位监测的宜使用钢尺水位计进行比对测量；

5 采用裂缝计进行裂缝监测的宜使用游标卡尺进行比对测量；

6 采用固定式测斜仪进行深层水平位移监测的宜使用滑动式测斜仪或基坑侧壁位移测量方法进行比对测量。

5　基坑自动化监测系统

5.1　一般规定

5.1.1　基坑自动化监测系统应包含监测设备、数据通信设备、传输网络和软件平台。

5.1.2　自动化监测系统的关键技术和设备，应根据工程的实际需要和系统运行环境，采用成熟、可靠的技术和满足国家或行业标准且易维护的产品。

5.1.3　自动化监测系统应专门设计，并进行专家论证。

5.1.4　监测设备应满足下列要求：

1　技术指标应满足相应的国家或行业标准的要求；

2　应优先选用经过长期测试稳定可靠的产品，产品应结构简单，维护方便，并能在基坑监测过程中正常工作，主要性能满足相应的规范要求；

3　传感器可自行设计制造，自制传感器的性能应满足相应的国家或行业标准的要求。

5.1.5　数据采集装置应满足下列要求：

1　技术指标应满足相应国家或行业标准的要求；

2　应具有支持比对测量的功能及装置，在不影响自动化监测系统稳定运行条件下可实现比对测量数据采集。

5.1.6　通信介质应满足下列要求：

1　通信介质的选择应与系统网络结构相适应；

2 现场网络介质根据工程实际需要选定有线或无线形式，必要时应具备能够支持多种有线、无线通信组网方式和主备信道自动切换的功能；

3 网络通信速率宜综合考虑构建现场网络的通信方式、现场的网络环境状况等因素，以通信稳定可靠为原则选定。

5.1.7 系统电源、系统防雷设计应满足工程需要。数据自动采集装置、网络通信、系统电源等宜独立设置防雷装置，并可靠接地。

5.2 系统功能要求

5.2.1 数据采集及处理功能应满足下列要求：

1 具有自动巡测和人工选测的功能；

2 能在数据采集装置与系统平台之间进行双向数据通信；

3 能兼容并处理各种监测仪器及传感器所采集的信号，可将其转换为监测结果物理量；

4 具备数据备份功能，备份时间不应少于项目整个监测生命周期；

5 具有人工监测数据录入功能，实现对人工监测数据的处理。

5.2.2 监测系统运行状态判别及报警功能应满足下列要求：

1 具有自动监控和诊断设备、电源、通信等硬件工作状态的功能，自动报警异常状态的功能；

2 具有自动检验监测结果超过预警值，即报警的功能。

5.2.3 系统管理和维护功能应满足下列要求：

1 系统有明确的权限分级管理，具备可增减用户、更改口令和变更权限等功能；

2 可进行监测模块参数扩充和删减，可调整相应计算公式；

3 可对传感器进行设置和调整；

4 可对监测项目进行增、删、改、查操作；

5 可增、删测点，更改测点属性，包括监测点初始化、监测频次及预警值等；

6 可增、删监测项目测点布置示意图；

7 可对系统通信设备进行增、删、改、查操作；

8 可对系统硬件进行维修和更换。

5.2.4 信息交换功能应满足下列要求：

1 可按基坑自动化监测方案确定的信息反馈要求，反馈监测信息；

2 可与其他系统进行信息交换或在系统中预留相应的接口。

5.2.5 数据使用及维护功能应满足下列要求：

1 自行整理监测数据，对录入的人工监测数据进行有效性验证，自动计算相应的监测物理量，并记入日志；

2 查询数据、查询结果，可用图表显示和导出；

3 可根据用户需要，生成各类监测报表，并输出相应监测成果曲线图，曲线图能清楚分辨监测点变化量；

4 应具备数据定期自动备份和手动备份的功能。

5.2.6 电源管理保护功能应满足下列要求：

1 系统电源可采用普通电源、不间断电源等供电电源；

2 电源能自动切换，具备断电保护功能，并具有自动提醒功能。后备电源供电时间不宜小于 24h；

3 使用太阳能供电时，应配备电源控制设备，蓄电池的容量应满足连续 72h 阴雨天气情况下的监测设备正常运行；

4 系统应设置过载保护；

5 涉及供电系统操作时，作业人员应持有相应专业资格证，满足国家、行业现行有关标准规定要求。

5.2.7 系统数据安全保护功能应满足下列要求：

1 可自建专用服务器或采用云服务；

2 有云上容灾保护与本地恢复功能，确保数据安全性、连续性；

3 具有 SSL 证书，防止数据遭窃取和篡改；

4 能解析数据库通信流量，细粒度审计数据库访问行为，精准识别、记录数据安全威胁；

5 敏感数据保护，可发现分类和保护敏感数据；

6 具有防勒索、防病毒、防篡改、合规检查等安全能力，实现威胁监测、响应、溯源的自动化安全运营闭环。

5.3 系统性能要求

5.3.1 具有较好的长期稳定性、可靠性、可扩展性。

5.3.2 具有良好的防雷、防潮、防锈和防侵入等性能，具有抗振、抗电磁干扰等性能。

5.3.3 硬件设施维护便捷，接入到数据采集装置上的数据线等接

口应方便现场检修或更换，软件运行稳定，更新及时， 软件开发和用户界面规范，软件使用便捷。

5.3.4 采集的数据能反映监测对象的变化规律，具有良好的连续性、周期性，无系统性偏移。

5.3.5 与对应时间的比对测量数据结果比较，变化规律基本一致，变化幅度相近。

5.3.6 数据采集反馈响应时间应满足工程安全需求。

5.3.7 在被测物理量基本不变的条件下，自动化监测系统采集数据的中误差应与设标称精度相符。

5.4 系统维护和管理要求

5.4.1 应编制自动化监测系统使用维护手册，并制定相关的管理规定，以及系统发生故障时保证不间断监测的应急预案。

5.4.2 应加强自动化监测系统的维护和管理，定期对系统的设备设施进行巡查校验，并备有备品、备件。巡检频次不少于每月 1 次，暴雨等特殊天气后宜进行 1 次全面检查、维护。

5.4.3 基坑监测单位应指派专人负责自动化监测系统的运行、管理、维护。

5.4.4 自动化监测系统安装调试完成后应进行试运行，稳定运行 72h 后正式投入使用。调试时，自动化监测数据应与比对测量数据进行同时段比测。

5.4.5 系统调试应包括下列内容：

1 监测设备的参数标定；

2 监测项目的初始值确定；

3 数据采集、传输、处理等软硬件设备的功能测试；

4 监测项目、监测频率及预警值的设定；

5 系统运行的稳定性和可靠性测试。

5.4.6 所有原始数据必须全部存档，每周备份不少于 1 次。

5.4.7 应有自动化监测系统日常运行维护日志。

5.4.8 根据基坑项目的管理需要，应适时对自动化监测系统进行完善、升级，以满足基坑安全监控的要求。

6　数据处理及信息反馈

6.1　一般规定

6.1.1　软件平台应包含数据采集、处理、查询和管理功能，并实现监测成果可视化。

6.1.2　数据的采集、预处理由系统自动进行，数据的分析应由具备岩土工程、结构工程、工程测量等综合知识和工程实践经验并具有较强综合分析能力的人员承担。

6.1.3　软件平台应具备对数据可靠性的判断方法，包括以下内容：

1　原始数据过滤方法；

2　基准网点的稳定性分析方法；

3　异常数据的标识。

6.1.4　软件平台应支持基坑支护构件建档功能，做到对永久性埋件的精细化记录管理。

6.1.5　软件平台应具备数据推送接口，支持将监测数据、统计数据等实时推送至主管部门业务系统。

6.2　数据信息反馈

6.2.1　监测过程中的成果资料提交及相关情况通知宜采用信息化方式进行反馈。

6.2.2　监测结果一旦触发报警，应立即自动提高监测频率。同时应立即发送报警信息至相关单位，报警信息宜包括工程名称、报

警项目、测点编号、当前值及预警值、报警时间。

6.3 数据成果

6.3.1 监测成果报表、变化曲线图应自动生成，并包含完善的信息，内容应符合《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 的规定。

6.3.2 日报表应包括下列内容：

1 当日的天气情况和施工现场的工况；

2 仪器监测项目各监测点的本次测试值、单次变化值、变化速率以及累计值等，绘制有关曲线图；

3 巡视检查的记录；

4 判定监测项目正常与否的结论；

5 预警标示达到或超过监测预警值的监测点，并有分析和建议；

6 详细描述巡视监测发现的异常情况，危险情况应有报警标示，并有分析和建议；

7 其他相关说明。

6.3.3 阶段性报告应包括下列内容：

1 该监测阶段相应的工程、气象及周边环境概况；

2 该监测阶段的监测项目及测点的布置图；

3 各项监测数据的整理、统计及监测成果的过程曲线；

4 各监测项目监测值的变化分析、评价及发展预测；

5 相关的设计和施工建议。

6.3.4 总结报告应包括下列内容：

1 工程概况；

2 监测依据；

3 监测项目；

4 监测点布置图；

5 监测设备和监测方法；

6 监测频率；

7 监测预警值；

8 各监测项目全过程的发展变化分析及整体评述；

9 监测工作结论与建议。

6.4 监测系统建档内容

6.4.1 自然放坡

1 面层的位置、厚度、坡度、面层及配筋材料；

2 施工的最终平面布局。

6.4.2 土钉墙

1 土钉的道数、长度、角度；

2 面层的位置、厚度、坡度、面层及配筋材料；

3 施工的最终平面布局。

6.4.3 桩锚支护

1 护坡桩的桩顶标高、冠梁尺寸及配筋情况、桩长、桩径、桩间距及桩的配筋情况；

2 锚杆的道数、长度、角度；

3 面层的位置、厚度、面层及配筋材料；

4 施工的最终平面布局。

6.4.4 内支撑（含锚杆，若无，可忽略）

1 护坡桩的桩顶标高、冠梁尺寸及配筋情况、桩长、桩径、桩间距及桩的配筋情况；

2 锚杆的道数、长度、角度；

3 面层的位置、厚度、面层及配筋材料；

4 立柱桩的位置、桩径等；

5 施工的最终平面布局。

6.4.5 双排桩可参照桩锚支护。

6.4.6 地下连续墙

1 墙体的平面分布、宽度、深度、材料及配筋情况；

2 施工的最终平面布局。

附录 A　本区域工程地质分区

A.1　地形、地貌

A.1.1　本区位于太行山以东平原区，地势由西北向东南逐渐降低，地面高程多在 5.0～26.0m（1985 国家高程基准，下同），地面坡降小于 2‰。容城县贾光乡一带地势最高，地面高程可达 26.0m；容城县容城镇—晾马台乡以北地区地面高程多大于 15.0m；安新县三台镇—容城县八于乡—安新县赵北口镇—雄县米家务镇一线以北地区以及高阳县龙化乡局部地区，地势较高，地面高程多在 10.0～15.0m；其他绝大多数地区地面高程 6.0～10.0m；仅安新县同口镇—七间房乡—赵北口镇—圈头乡等白洋淀及邻近地区地面高程低于 5.0m。

A.1.2　本区位于太行山东麓冲洪积平原前缘地带，属堆积平原地貌。冲积平原系河流冲积扇前部相连接而成，河流交叉处多分布有大小不等的洼地。洼淀区位于平原东部，为白洋淀和周边低洼易涝区。根据成因类型及地表形态，参考《雄安新区岩土标准层序划分导则》，划分为冲洪积平原区（Ⅰ区）和冲湖积平原区（Ⅱ区），工程地质分区图见附图 A.1.2。

Ⅰ　冲洪积平原区：分布于本区域北部，主要包括容城县大部分、安新县北部边缘地带和雄县北半部分，上部为近代河流冲积层或扇前洼地堆积物，下伏冲洪积层。地势相对平缓，地面高程 7.0～23.0m，地面坡降 1.0～2.0‰。

Ⅱ　冲湖积平原区：分布于本区域中部和南部地区，主要包括安新县大部分、容城县南部边缘地带和雄县南半部分，由近代河流冲积和湖沼沉积形成，地势较低，地面高程多在 5.0～10.0m，在白洋淀等局部地区地面高程低于 5.0m，地面坡降 0.2～0.7‰。

A.2　水文地质概况

A.2.1　本区属海河流域的大清河水系。区内河渠纵横，水系发育，湖泊广布，主要河流（渠）有友谊河、大清河、白沟河、白沟引河、南拒马河、萍河、瀑河、漕河、府河、唐河、孝义河、潴龙河、任文干渠、赵王新渠等。河网密度 0.12～0.23km/km^2。白洋淀是河北平原最大的淡水湖泊，是大清河南支缓洪滞涝的天然洼淀，主要调蓄上游河流洪水。

A.2.2　本区主要含水层为第四系含水层，主要可分为 4 个含水层组。第Ⅰ含水层组和第Ⅱ含水层组地下水称为浅层地下水，主要赋存于多个不连续的主要含水层中，含水层岩性以细砂、粉砂、粉细砂为主，局部存在中砂、粗砂。浅层地下水水位埋深一般在 5～20m，白洋淀周边区域地下水位埋深较浅，一般小于 5m。第Ⅲ含水层组和第Ⅳ含水层组地下水称为深层地下水，含水层岩性主要以粗砂、中砂、细砂为主。含水层厚度一般在 100～180m，底板埋深一般在 350～600m。深层地下水水位埋深一般为 20～40m。本区地下水富水程度强～中等，地下水资源较丰富，易于开采。

附图 A.1.2 本区域地质地貌分区图

A.3　区域工程地质条件

A.3.1　根据地质年代，本区 100m 深度内的地层划分为天然沉积土层划分为新近沉积土和一般沉积土；根据成因及沉积顺序进一步划分为 18 个主要地层，其中⑪层层底埋深位于 50m。

A.3.2　本区 50m 以内的各标准地层的地质年代、成因、定名、代号、一般埋深及厚度情况详见表 A.3.2。

表 A.3.2　本区域岩土标准层序划分表

层组序号	地层(主层岩性)	层序	岩土名称	一般层底埋深（m）		一般层厚（m）	
工程地质分区				Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
①	人工堆积层	$①_1$	杂填土	/	/	/	/
		$①_2$	素填土				
②	新近冲洪积层（黏性土+粉土）	$②_1$	黏土	4.9～6.5	4.5～7.2	4.4～5.1	3.9～4.7
		$②_2$	粉质黏土				
		$②_3$	粉土				
		$②_4$	砂土				
③	新近冲湖积层（黏性土）	$③_1$	黏土	/	7.6～8.9	/	2.9～4.0
		$③_2$	粉质黏土				
		$③_3$	粉土				
		$③_4$	砂土				
		$③_6$	淤泥质土				

续表　**A.3.2**

层组序号	成因(主层岩性)	层序	岩土名称	一般层底埋深（m）		一般层厚（m）	
工程地质分区				Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
④	一般沉积层（黏性土+粉土）	④$_1$	黏土	9.1～12.9	12.1～13.3	6.2～9.3	3.9～7.1
		④$_2$	粉质黏土				
		④$_3$	粉土				
		④$_4$	砂土				
⑤	冲洪积层（黏性土+粉土）	⑤$_1$	黏土	13.7～19.2	14.2～18.7	5.9～8.5	4.7～9.6
		⑤$_2$	粉质黏土				
		⑤$_3$	粉土				
		⑤$_4$	砂土				
⑥	冲洪积层（砂土）	⑥$_1$	黏土	18.4～23.4	20.3～24.5	2.4～8.6	2.8～6.8
		⑥$_2$	粉质黏土				
		⑥$_3$	粉土				
		⑥$_4$	砂土				
⑦	冲洪积层（黏性土+粉土）	⑦$_1$	黏土	26.6～29.5	28.1～32.0	5.0～9.3	6.2～7.9
		⑦$_2$	粉质黏土				
		⑦$_3$	粉土				
		⑦$_4$	砂土				
⑧	冲洪积层（砂土）	⑧$_1$	黏土	32.8～35.6	32.2～37.8	3.1～7.8	2.8～8.7
		⑧$_2$	粉质黏土				

续表　**A.3.2**

层组序号	成因(主层岩性)	层序	岩土名称	一般层底埋深（m）		一般层厚（m）	
工程地质分区				Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
⑧	冲洪积层（砂土）	⑧$_3$	粉土	32.8～35.6	32.2～37.8	3.1～7.8	2.8～8.7
		⑧$_4$	砂土				
⑨	冲洪积层（黏性土）	⑨$_1$	黏土	38.5～46.9	36.4～47.4	6.4～11.6	6.8～11.3
		⑨$_2$	粉质黏土				
		⑨$_3$	粉土				
		⑨$_4$	砂土				
⑩	冲洪积层（砂土）	⑩$_1$	黏土	47.1～51.4	47.6～49.0	3.8～7.9	3.2～8.7
		⑩$_2$	粉质黏土				
		⑩$_3$	粉土				
		⑩$_4$	砂土				
⑪	冲洪积层（黏性土）	⑪$_1$	黏土	51.9～56.5	53.2～55.0	4.5～9.2	5.0～7.1
		⑪$_2$	粉质黏土				
		⑪$_3$	粉土				
		⑪$_4$	砂土				

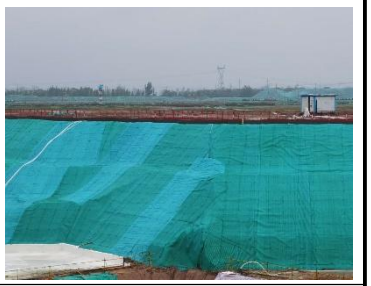
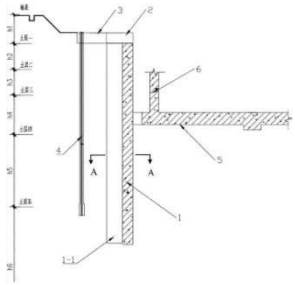
附录 B　各类支护结构的适用条件

序号	支护结构形式	适用条件	优点	缺点	适用分区	实（示）例图片
1	放坡开挖	基坑安全等级为二、三级的基坑； 基坑周边场地满足放坡条件，无重要建（构）筑物或地下管线； 可与其他支护结构结合使用，用于Ⅱ区高水位区时应先降水；	造价低廉； 可分级采用不同坡率，应用灵活； 工期安排灵活；	坑外空间要求大； 基坑深度有限制，周边不能有建筑或较大荷载； 易受降雨影响，可控性较差；	Ⅰ区、Ⅱ区（有条件使用）	
2	悬臂式桩（墙）支护结构	基坑安全等级宜为一、二、三级； 基坑深度不宜大于6.0m； 对基坑土体水平位移控制要求较严格时，不宜采用；	受力条件明确； 施工空间要求较小； 施工方便，工期短； 不影响土方开挖和结构施工；	只能用于土质较好、深度不大的基坑； 水平位移较大； 造价较高；	Ⅰ区、Ⅱ区	

序号	支护 结构形式	适用条件	优点	缺点	适用分区	实（示）例图片
3	拉锚式桩挡土结构	基坑安全等级宜为一、二、三级； 可与截水帷幕同时使用； 当锚杆施工会造成基坑周边建（构）筑物的损害时，不应采用锚杆； 用于Ⅱ区高水位区的较软土层中，应评估其适宜性；	水平位移可控； 可用于较深的基坑；	受力条件较复杂； 施工空间要求较大，受场地限制； 施工工艺较复杂，造价较高； 深厚软土地区蠕变较大；	Ⅰ区、 Ⅱ区（有条件使用）	
4	支撑式桩挡土结构	基坑安全等级宜为一、二、三级； 可与截水帷幕同时使用； Ⅱ区一级基坑，周围建筑物密集或需要特殊保护时优先考虑内支撑；	适用条件宽泛，可用于各类基坑； 对基坑外侧空间无要求； 支护效果不受周围土质和基坑深度的制约； 受力明确，安全可靠；	土方开挖和结构施工难度较大； 安装和拆卸复杂，拆撑风险较大； 造价高； 平面尺寸较大的基坑不宜采用；	Ⅰ区、Ⅱ区	

序号	支护 结构形式	适用条件	优点	缺点	适用分区	实（示）例图片
5	地下连续墙	基坑安全等级宜为一、二级； 用于Ⅱ区高水位区的较软土层中，应评估其适宜性；	适用条件宽泛，可用于各类基坑，尤其是超大、超深基坑； 对基坑外侧空间无要求，可以贴近施工； 可代替截水帷幕； 可作为刚性基础； 可用于逆作法施工； 墙体刚度大，安全性能好；	造价高； 泥浆处理较困难； 施工难度较大，工期较长；	Ⅰ区、Ⅱ区	
6	型钢水泥土搅拌墙	基坑安全等级为一、二、三级； 对淤泥、泥炭土、有机质土以及地下水具有腐蚀性的地区，必须通过现场试验确定其适用性；	适用条件宽泛，可用于各类基坑； 对基坑外侧空间无要求，可以贴近施工； 可代替截水帷幕； 施工速度较快；	搅拌桩和型钢的协同仍需进一步研究； 型钢拔除后留下的孔隙需要回填，且回填质量要求较高；	Ⅰ区、Ⅱ区	

序号	支护 结构形式	适用条件	优点	缺点	适用分区	实（示）例图片
7	双排桩	当锚杆式、支撑式和悬臂式支护结构不适用时，可考虑采用双排桩支护方式	侧向刚度大，变形较小； 受力合理，适应性强； 施工方便，工期较短； 不影响土方开挖和结构施工；	有一定坑外空间要求； 连梁要求较高，造价较高； 受力较复杂，设计计算理论尚不够完善；	Ⅰ区、Ⅱ区	
8	土钉（复合土钉）墙支护	基坑安全等级宜为二、三级的非软土场地； 单一土钉墙基坑深度不宜大于 10m； 对周边变形控制较严格的基坑，不宜采用； 可与预应力锚杆、排桩等混合使用，支护深度可用于 12～15m，用于Ⅱ区高水位区时应先降水； 当基坑潜在滑动面内有建筑物、重要地下管线时，不宜采用土钉墙；	能合理利用土体的自承能力； 结构轻柔，柔性大，有良好的抗震性能和延性； 施工设备简单轻便，施工方便，速度快； 工程造价较低；	被动受力，基坑变形位移较大； 对于砂砾卵石及软土地层，成孔困难； 受降雨（地下水）影响大，不能作为挡水结构； 坑外空间要求较大；需要土方开挖的配合；	Ⅰ区、 Ⅱ区（有条件使用）	

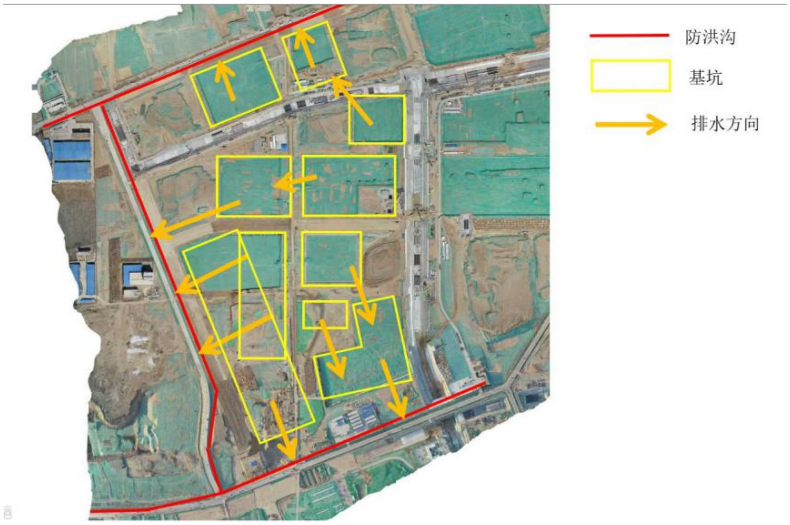
序号	支护结构形式		适用条件	优点	缺点	适用分区	实（示）例图片
9	可能用到的绿色环保新型支护形式	装配式面层（板）	基坑安全等级为二、三级的基坑； 基坑周边场地满足放坡条件，无重要建（构）筑物或地下管线；	构件可回收，降低造价； 减少污染，美化环境，保护生态； 工期灵活，施工较便捷；	坑外空间要求大； 基坑深度有限制，周边不能有建筑或较大荷载；	Ⅰ区、Ⅱ区（有条件使用）	
		可回收锚杆（索）	基坑安全等级宜为一、二、三级； 可与截水帷幕同时使用； 当锚杆施工会造成基坑周边建（构）筑物的损害时，不应采用锚杆； 用于Ⅱ区高水位区的较软土层中，应评估其适宜性；	杆（索）体可回收，降低造价； 水平位移可控； 可用于较深的基坑；	回收工艺有一定要求，回收率与具体工况有关，难以保证； 杆（索）直径有一定限制； 其他同拉锚式桩（墙）挡土结构；	Ⅰ区、Ⅱ区（有条件使用）	
		竖向锚杆	基坑安全等级宜为一、二、三级；用于Ⅱ区高水位区的较软土层中，应评估其适宜性；	能一定程度节省空间； 施工较简便； 造价较低；	受力条件较复杂，设计计算理论尚不够完善； 深厚淤泥质土、填土地区蠕变较大；	Ⅰ区、Ⅱ区（有条件使用）	

序号	支护结构形式		适用条件	优点	缺点	适用分区	实（示）例图片
9	可能用到的绿色环保新型支护形式	斜向预制支撑桩	基坑安全等级为二、三级； 适用于一层地下室且开挖深度≤7.0m 的基坑	工程可靠度高； 施工工效高； 工业化程度较高，整体施工速度及可靠度，大大高于传统工艺	对施工空间有一定要求，斜桩需进入持力层。	Ⅰ区、Ⅱ区（有条件使用）	
		HUW 型钢钢板连续墙	基坑安全等级为一级、二级、　三级	造价低、节约成本； 批量制造，工厂化管理，智能化控制； 可拆卸、可回收，绿色环保； 止水效果好，无污染； 适应性强。	对于硬土层型钢不好施工	Ⅰ区、Ⅱ区（有条件使用）	
		全钢基坑围护支撑体系	基坑安全等级为一级、二级、　三级	造价低、节约成本； 批量制造，工厂化管理，智能化控制； 可拆卸、可回收，绿色环保； 止水效果好，无污染； 适应性强。	对于硬土层型钢不好施工	Ⅰ区、Ⅱ区（有条件使用）	

附录 C　雨季防排水项目实例

C.0.1　项目 1

该项目二步土护降单位已进场，正在开挖阶段，场地周围有临时通道，临时通道两侧有排水沟（防洪沟），且在 1 号通道与靶场路交叉口西北角有一处天然大坑，深度约 15m、周长约 500m，可作为集水坑使用。场区防汛排水示意图见下图。



C.0.2　项目 2

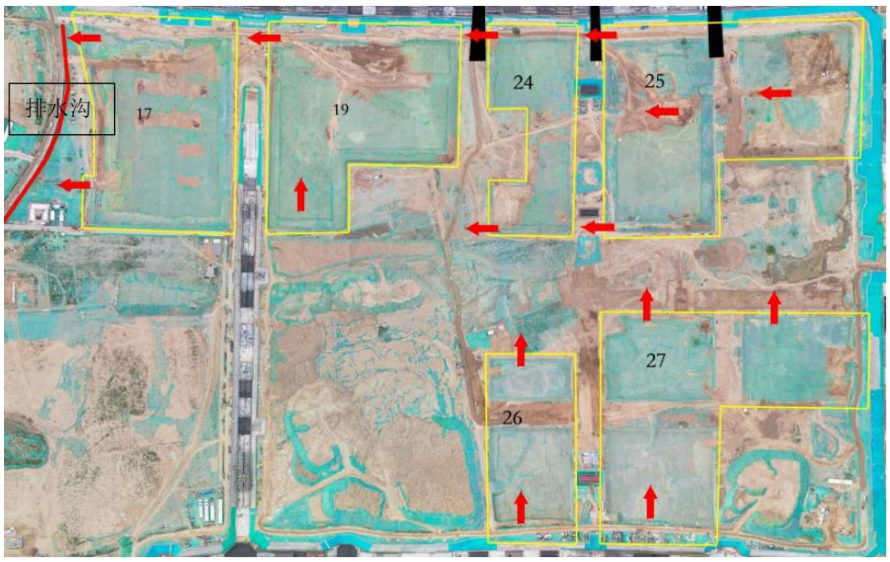
该项目北侧临 S333 省道，南侧临 E1 管廊，西侧临 N5 市政，东侧临 N6 管廊，市政路和管廊也正在施工。为了满足落实雨期场区排水应急措施，在场地内拟建临时蓄水池 4 个，总容量约 2400m^3，满足现场排水要求，同时采取拉水车及时将蓄水池内部水及时排出，转移至附近雨水排放口。

同时在边坡顶部砌筑挡水墙砖砌（厚 240mm×高 300mm），防止雨水进入坑内，坑内坡脚位置砖砌 300mm×300mm 排水沟，间距 30m 设置 1 个 500mm×800mm 集水坑，用潜水泵直接将集

水坑内搜集的水排到场地以外，以防止基坑内积水。场区防汛排水示意图见下图。

C.0.3　项目 3

该项目二步土护降单位已进场，正在开挖阶段，场地东侧为 E6 管廊，南侧为 E3 管廊。西北侧为 3 号通道，通道两侧为排水沟，可汇集后排至此处。场区防汛排水示意图见下图。



附录 D　自动化监测设备

D.0.1　外形尺寸选取宜符合 GB/T 321-2005 的规定。

D.0.2　测量范围应符合各产品标准的规定。

D.0.3　机械结构、零部件及元器件选择、装配方式以及电路设计等，宜采用标准化、系列化设计，并宜采用成熟的标准结构件。

D.0.4　工作特性应按其指定拟合公式计算，并在其出厂文件中标明。

D.0.5　各种新型传感器在鉴定或批量生产前应经过不少于六个月的现场试用考核试验，试验前应明确仪器设备等考核指标、环境条件及考核时间等。

D.0.6　非水下工作的传感器应能在以下气候环境中正常工作：

1　温度：−20℃～+60℃；

2　湿度：不大于 95%RH；

3　大气压力：86～106kPa。

D.0.7　水下工作的传感器应能在以下气候环境中正常工作：

1　温度 0℃～+40℃；

2　大气压力：53～106kPa。

D.0.8　传感器外观光洁，无锈斑及裂痕，各部分连接牢固，引出的电缆、护套应无损伤，标识清晰。

D.0.9　传感器分辨力、滞后、不重复度、非线性度/不符合度、综合误差均应满足表 D.0.9 的规定。

表 D.0.9　性能参数

分辨力	≤0.2%FS
滞后	≤1.0%FS
不重复度	≤0.5%FS
非线性度/不符合度	≤2.0%FS
综合误差	≤2.5%FS

注：不符合度只适用于工作特性用曲线来表示的传感器。

D.0.10　力传感器和压力传感器应具有承受测量超限值 1.2 倍的能力；恢复到测量范围后，传感器的性能仍应满足表 D.0.9 的要求。

D.0.11　绝缘电阻应大于 50MΩ。

D.0.12　按额定值加、卸荷载 10 次，其性能应满足如下要求：

1　其零点漂移应不大于 0.5%FS；

2　绝缘电阻应符合 2.5 的要求。

D.0.13　静置 30d，扣除环境因素变化对零点漂移的影响，其性能应满足如下要求：

1　其零点漂移应不大于 0.5%FS；

2　绝缘电阻应符合 2.5 的要求。

D.0.14　在各自产品规定的使用范围内，温度影响（允许修正）应不大于 0.04%f.s/℃。

D.0.15　具有温度测量功能的传感器，其温度测值误差不应大于±0.5℃。

D.0.16　水下工作的压力传感器应能在 1.2 倍额定工作水压下连续工作 2h，无渗漏且绝缘性能应符合 D.0.11 的要求。

D.0.17　有防水密封性要求的传感器，应能在其规定的水压下连续

工作 2h，无渗漏且绝缘性能应符合 D.0.11 的要求。

D.0.18 包装状态下，传感器应能适应运输、装卸、搬运过程中可能出现的振动、跌落、冲击、碰撞等意外情况，其各项性能及功能应正常。

D.0.19 短期使用的传感器平均寿命（MTTF）应不小于 10000h；长期使用的传感器平均寿命（MTTF）应不小于 40000h。

引用标准名录

1 《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004

2 《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502

3 《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497

4 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202

5 《岩土工程勘察规范》GB 50021

6 《混凝土结构设计规范》GB 50010

7 《热轧 H 型钢和剖分 T 型钢》GB/T 11263

8 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

9 《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311

10 《建筑工程抗浮技术标准 》JGJ 476

11 《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406

12 《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T 199

13 《高层建筑岩土工程勘察标准》JGJ/T 72

14 《绿色装配式边坡防护技术规程》T/CECS 812

15 《道路固化土应用技术规程 》T/CECS 737

16 《建筑基坑支护结构构造》11SG814

17 《焊接 H 型钢 》YB3301

18 《建筑基坑工程技术规程》DB 13(J)133