

UDC

中华人民共和国行业标准



JGJ 311-2013

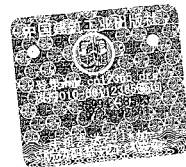
备案号 J 1650-2013

P

建筑深基坑工程施工安全技术规范

建筑深基坑工程施工安全技术规范

Technical code for construction safety of
deep building foundation excavations



中国建筑工业出版社

2013-10-09 发布

2014-04-01 实施



统一书号: 15112 · 23825
定 价: 18.00 元

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

建筑深基坑工程施工安全技术规范

Technical code for construction safety of
deep building foundation excavations

JGJ 311 - 2013

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 4 年 4 月 1 日

中国建筑工业出版社

2013 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 174 号

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《建筑深基坑工程施工安全技术规范》的公告

现批准《建筑深基坑工程施工安全技术规范》为行业标准，编号为 JGJ 311 - 2013，自 2014 年 4 月 1 日起实施。其中，第 5.4.5 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2013 年 10 月 9 日

中华人民共和国行业标准
建筑深基坑工程施工安全技术规范
Technical code for construction safety of
deep building foundation excavations

JGJ 311 - 2013

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：3% 字数：95 千字

2014 年 2 月第一版 2014 年 2 月第一次印刷

定价：18.00 元

统一书号：15112·23825

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》建标〔2011〕17号的要求，规范编制组经过充分调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规范。

本规范的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 施工环境调查；5 施工安全专项方案；6 支护结构施工；7 地下水与地表水控制；8 土石方开挖；9 特殊性土基坑工程；10 检查与监测；11 基坑安全使用与维护。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理，由上海星宇建设集团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，请寄送上海星宇建设集团有限公司（地址：上海市闸北区康宁路901号，邮政编码：200443）。

本规范主编单位：上海星宇建设集团有限公司
郑州大学

本规范参编单位：上海市基础工程有限公司
陕西省建设工程质量安全监督总站
中国建筑西南勘察设计研究院有限公司
中冶北方工程技术有限公司
浙江省建筑设计研究院
同济大学
上海市建工设计研究院有限公司

上海市建设安全协会
舜元建设集团有限公司
广州市恒盛建设工程有限公司
重庆市设计院
上海广大基础工程有限公司
广大建设集团有限公司
浙江暨阳建设集团有限公司

本规范主要起草人员：王自力 周同和 徐建标 郭院成
张成金 宋建学 马宏良 李耀良
康景文 刘兴旺 朱沈阳 胡群芳
栗新 严训 贾国瑜 邓小华
李迺 黄欢仁 许建民 邓迎芳
顾辉军 吴国明 李星 张哲彬
本规范主要审查人员：钱力航 应惠清 汪道金 潘延平
滕延京 刘小敏 武威 袁内镇
郑刚 朱磊 唐建华 崔江余
杨纯仪 杨杰

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 施工环境调查	7
4.1 一般规定	7
4.2 现场勘查及环境调查要求	7
4.3 现场勘查与环境调查报告	8
5 施工安全专项方案	10
5.1 一般规定	10
5.2 安全专项方案编制	10
5.3 危险源分析	11
5.4 应急预案	12
5.5 应急响应	13
5.6 安全技术交底	15
6 支护结构施工	16
6.1 一般规定	16
6.2 土钉墙支护	17
6.3 重力式水泥土墙	18
6.4 地下连续墙	19
6.5 灌注桩排桩围护墙	21
6.6 板桩围护墙	22
6.7 型钢水泥土搅拌墙	23
6.8 沉井	25
6.9 内支撑	25
6.10 土层锚杆	28

6.11 逆作法	29
6.12 坑内土体加固	31
7 地下水与地表水控制	32
7.1 一般规定	32
7.2 排水与降水	33
7.3 截水帷幕	35
7.4 回灌	37
7.5 环境影响预测与预防	38
8 土石方开挖	40
8.1 一般规定	40
8.2 无内支撑的基坑开挖	41
8.3 有内支撑的基坑开挖	42
8.4 土石方开挖与爆破	43
9 特殊性土基坑工程	45
9.1 一般规定	45
9.2 膨胀岩土基坑工程	45
9.3 受冻融影响的基坑工程	47
9.4 软土基坑工程	47
10 检查与监测	49
10.1 一般规定	49
10.2 检查	50
10.3 施工监测	53
11 基坑安全使用与维护	55
11.1 一般规定	55
11.2 使用安全	55
11.3 维护安全	56
本规范用词说明	58
引用标准名录	59
附：条文说明	61

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Investigation of Construction Surroundings	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Requirement of Field Exploration and Survey	7
4.3	Report of Field Exploration and Survey	8
5	Special Programs of Construction Safety	10
5.1	General Requirements	10
5.2	Preparation of Special Programs for Construction Safety	10
5.3	Hazard Analysis	11
5.4	Contingency Plan	12
5.5	Emergency Response	13
5.6	Safety Technical Disclosure	15
6	Retaining Structure Construction	16
6.1	General Requirements	16
6.2	Soil Nailing Wall	17
6.3	Gravity Cement-soil Wall	18
6.4	Diaphragm Wall	19
6.5	Contiguous Bored Pile Wall	21
6.6	Sheet Pile Retaining Wall	22
6.7	Soil Mixing Wall	23
6.8	Open Caissons	25
6.9	Struts	25
6.10	Soil Anchors	28

6.11	Top-down Method	29
6.12	Soil Improvement	31
7	Groundwater and Surface Water Control	32
7.1	General Requirements	32
7.2	Drainage and Pumping	33
7.3	Curtain for Cutting off Drains	35
7.4	Recharge	37
7.5	Environmental Impact Prediction and Prevention	38
8	Earthwork Excavation	40
8.1	General Requirements	40
8.2	Excavation Without Internal Strut	41
8.3	Excavation with Internal Struts	42
8.4	Rock Excavation and Blasting	43
9	Foundation Excavations With Adverse Soil	45
9.1	General Requirements	45
9.2	Expansive Soil Foundation Excavations	45
9.3	Foundation Excavations With Freezing and Thawing Effect	47
9.4	Soft Soil Foundation Excavations	47
10	Inspection and Monitoring	49
10.1	General Requirements	49
10.2	Routine Inspection	50
10.3	Construction Monitoring	53
11	Safe Service and Maintenance	55
11.1	General Requirements	55
11.2	Service Safety	55
11.3	Maintenance Safety	56
	Explanation of Wording in This Code	58
	List of Quoted Standards	59
	Addition; Explanation of Provisions	61

1 总 则

1.0.1 为在建筑深基坑工程的施工、使用与维护中保障基坑工程安全，做到技术先进、保护环境，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于开挖深度大于或等于 5m 的建筑深基坑工程的施工、安全使用与维护管理。

1.0.3 建筑深基坑工程的施工、安全使用与维护，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 建筑深基坑 deep building foundation excavation

为进行建(构)筑物地下部分施工及地下设施、设备埋设,由地面向下开挖,深度大于或等于 5m 的空间。

2.0.2 基坑工程施工安全等级 construction safety rank of excavation

根据工程地基基础设计等级,结合基坑本体安全、工程桩基与地基施工安全、基坑侧壁土层与荷载条件、环境安全等因素综合确定的基坑工程安全标准。是基坑施工安全技术与管理的基本依据。

2.0.3 动态设计法 information based design

根据施工反馈的岩土条件和现场监测资料,对地质结论、设计参数及设计方案进行验证,并在设计条件有较大变化时,及时补充、修改原设计的设计方法。

2.0.4 信息施工法 information based construction

根据施工现场的地质情况和监测资料,对地质结论、设计参数进行验证,对施工安全性进行判断并及时调整施工方案的施工方法。

2.0.5 安全预警 safety alerting

在基坑工程施工中,通过状态监测,对可能引发安全事故的征兆所采取的预先警示及事前控制,采取时机提示的技术措施。

2.0.6 应急预案 contingency plan

对基坑工程施工过程中可能发生的事故或灾害,为迅速、有序、有效地开展应急与救援行动、降低事故损失而预先制定的全面、具体的措施方案。

2.0.7 风险评估 risk assessment

对深基坑安全风险发生的可能性及其损害进行辨识、分析与评价的技术活动。

2.0.8 流土 soil flow

在渗流作用下,土体处于浮动或流动状态的现象。对黏土表现为较大土块的浮动,对无黏性土呈砂粒跳动和砂沸。

2.0.9 管涌 sand boiling

在渗流作用下,土体中的细颗粒在粗颗粒形成的孔隙中流失的现象。

2.0.10 盆式开挖 bermed excavation

基坑侧壁内侧预留土,挖除基坑其余土体后形成类似盆状的基坑,待支撑形成后再开挖基坑侧壁内侧预留土方的基坑开挖方式。

2.0.11 岛式开挖 island-style excavation

先开挖基坑周边土方,最后挖去中心土墩的开挖方式。施工中可以利用中心土墩作为临时结构的支点。

2.0.12 膨胀岩土 swelling soil and rock

在地质作用下形成的一种主要由亲水性强的黏土矿物组成的多裂隙并具有显著膨胀性的地质体。又叫胀缩土,是一种特殊土。

2.0.13 施工检查 construction inspection

基坑工程施工过程中,对原材料质量、施工机械、施工工艺、施工参数等进行的控制工作。

2.0.14 施工监测 construction monitoring

基坑工程施工过程中,对基坑及周边环境实施的量测、监视、巡查、预警等工作。

2.0.15 特殊性土基坑工程 foundation excavation in adverse soil

膨胀岩土中的基坑工程、受冻融影响的基坑工程及高灵敏度软土中的基坑工程等统称。

3 基本规定

3.0.1 建筑深基坑工程施工应根据深基坑工程地质条件、水文地质条件、周边环境保护要求、支护结构类型及使用年限、施工季节等因素，注重地区经验、因地制宜、精心组织，确保安全。

建筑深基坑工程施工安全等级划分应根据现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的地基基础设计等级，结合基坑本体安全、工程桩基与地基施工安全、基坑侧壁土层与荷载条件、环境安全等因素按表 3.0.1 确定。

表 3.0.1 建筑深基坑工程施工安全等级

施工安全等级	划分条件
一级	1 复杂地质条件及软土地区的二层及二层以上地下室的基坑工程； 2 开挖深度大于 15m 的基坑工程； 3 基坑支护结构与主体结构相结合的基坑工程； 4 设计使用年限超过 2 年的基坑工程； 5 侧壁为填土或软土，场地因开挖施工可能引起工程桩基发生倾斜、地基隆起变形等改变桩基、地铁隧道运营性能的工程； 6 基坑侧壁受水浸透可能性大或基坑工程降水深度大于 6m 或降水对周边环境有较大影响的工程； 7 地基施工对基坑侧壁土体状态及地基产生挤土效应较严重的工程； 8 在基坑影响范围内存在较大交通荷载，或大于 35kPa 短期作用荷载的基坑工程； 9 基坑周边环境条件复杂、对支护结构变形控制要求严格的工程； 10 采用型钢水泥土墙支护方式、需要拔除型钢对基坑安全可能产生较大影响的基坑工程； 11 采用逆作法上下同步施工的基坑工程； 12 需要进行爆破施工的基坑工程
二级	除一级以外的其他基坑工程

3.0.2 基坑工程施工前应具备下列资料：

1 基坑环境调查报告。明确基坑周边市政管线现状及渗漏情况，邻近建（构）筑物基础形式、埋深、结构类型、使用状况；相邻区域内正在施工和使用的基坑工程情况；相邻建筑工程打桩振动及重载车辆通行情况等。

2 基坑支护及降水设计施工图。对施工安全等级为一级的基坑工程，明确基坑变形控制设计指标，明确基坑变形、周围保护建筑、相关管线变形报警值。

3 基坑工程施工组织设计。开挖影响范围内的塔吊荷载、临建荷载、临时边坡稳定性等纳入设计验算范围，施工安全等级为一级的基坑工程应编制施工安全专项方案。

4 基坑安全监测方案。

3.0.3 基坑工程设计施工图必须按有关规定通过专家评审，基坑工程施工组织设计必须按有关规定通过专家论证；对施工安全等级为一级的基坑工程，应进行基坑安全监测方案的专家评审。

3.0.4 当基坑施工过程中发现地质情况或环境条件与原地质报告、环境调查报告不相符合，或环境条件发生变化时，应暂停施工，及时会同相关设计、勘察单位经过补充勘察、设计验算或设计修改后方可恢复施工。对涉及方案选型等重大设计修改的基坑工程，应重新组织评审和论证。

3.0.5 在支护结构未达到设计强度前进行基坑开挖时，严禁在设计预计的滑（破）裂面范围内堆载；临时土石方的堆放应进行包括自身稳定性、邻近建筑物地基承载力、变形、稳定性和基坑稳定性验算。

3.0.6 膨胀土、冻胀土、高灵敏土等场地深基坑工程的施工安全应符合本规范第 9 章的规定，湿陷性黄土基坑工程应符合现行行业标准《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》JGJ 167 的规定。

3.0.7 基坑工程应实施信息施工法，并应符合下列规定：

1 施工准备阶段应根据设计要求和相关规范要求建立基坑

安全监测系统。

2 土方开挖、降水施工前,监测设备与元器件应安装、调试完成。

3 高压旋喷注浆帷幕、三轴搅拌帷幕、土钉、锚杆等注浆类施工时,应通过对孔隙水压力、深层土体位移等监测与分析,评估水下施工对基坑周边环境的影响,必要时调整施工速度、工艺或工法。

4 对同时进行土方开挖、降水、支护结构、截水帷幕、工程桩等施工的基坑工程,应根据现场施工和运行的具体情况,通过试验与实测,区分不同危险源对基坑周边环境造成的影响,并采取相应的控制措施。

5 应对变形控制指标按实施阶段性和工况节点进行控制目标分解;当阶段性控制目标或工况节点控制目标超标时,应立即采取措施在下一阶段或工况节点时实现累加控制目标。

6 应建立基坑安全巡查制度,及时反馈,并应有专业技术人员参与。

3.0.8 对特殊条件下的施工安全等级为一级、超过设计使用年限的基坑工程应进行基坑安全评估。基坑安全评估原则应能确保不影响周边建(构)筑物及设施等的正常使用、不破坏景观、不造成环境污染。

4 施工环境调查

4.1 一般规定

4.1.1 基坑工程现场勘查与环境调查应在已有勘察报告和基坑设计文件的基础上,根据工程条件及采用的施工方法、工艺,初步判定需补充查明的地下埋藏物及周边环境条件。

4.1.2 现场勘查与环境调查前应取得下列资料:

- 1 工程勘察报告和基坑工程设计文件。
- 2 附有坐标的基坑及周边既有建(构)筑物的总平面布置图。
- 3 基坑及周边地下管线、人防工程及其他地下构筑物、障碍物分布图。

4 拟建建(构)筑物室内地坪标高、场地自然地面标高、坑底设计标高及其变化情况;结构类型、荷载情况、基础埋深和地基基础形式、地下结构平面布置图及基坑平面尺寸。

5 工程所在地常用的施工方法和同类工程的施工资料、监测资料等。

4.1.3 现场勘查与环境调查结果应及时反馈设计和监理单位。

4.2 现场勘查及环境调查要求

4.2.1 基坑现场勘查和环境调查应符合下列规定:

- 1 勘查与调查范围应超过基坑开挖边线之外,且不得小于基坑深度的2倍。
- 2 应查明既有建(构)筑物的高度、结构类型、基础形式、尺寸、埋深、地基处理和建成时间、沉降变形、损坏和维修等情况。
- 3 应查明各类地下管线的类型、材质、分布、重要性、使

用情况、对施工振动和变形的承受能力，地面和地下贮水、输水等用水设施的渗漏情况及其对基坑工程的影响程度。

4 应查明存在的旧建（构）物基础、人防工程、其他洞穴、地裂缝、河流水渠、人工填土、边坡、不良工程地质等的空间分布特征及其对基坑工程的影响。

5 应查明道路及运行车辆载重情况。

6 应查明地表水的汇集和排泄情况。

7 当邻近场地进行抽降地下水施工时，应查明降深、影响范围和可能的停抽时间，以及对基坑侧壁土性指标的影响。

8 当邻近场地有振动荷载时，应查明其影响范围和程度。

9 应查明邻近基坑与地下工程的支护方法、开挖和使用对本基坑工程安全的影响。

4.2.2 对施工安全等级为一级、分布有地下管网的基坑工程，宜采用物探为主、坑探为辅的勘察方法；对安全等级为二级的基坑工程，可采用坑探方法。

4.2.3 勘察孔和探井使用结束后，应及时回填，回填质量应满足相关规定。

4.2.4 基坑工程勘察与环境调查中的安全防护应按现行国家标准《岩土工程勘察安全规范》GB 50585 的有关规定执行。

4.3 现场勘察与环境调查报告

4.3.1 现场勘察与环境调查报告应包括下列主要内容：

1 勘察与环境调查的目的、调查方法。

2 基坑轮廓线与周围既有建（构）筑物荷载、基础类型、埋深、地基处理深度等。

3 相关地下管线的分布现状、渗漏等情况。

4 周边道路的分布及车辆通行情况。

5 雨水汇流与排泄条件。

6 实验方法、检测方法及结论和建议。

4.3.2 现场勘察与环境调查报告应包括下列文件：

1 基坑周边环境条件图。

2 勘察点平面位置图。

3 拟采用的支护结构、降水方案设计相关文件。

4 基坑平面尺寸及深度，主体结构基础类型及平面布置图。

5 实验和检测文件。

4.3.3 现场勘察与环境调查报告应明确引用场地原有岩土工程勘察报告的内容、核查变化情况，对设计文件、施工组织设计的修改意见和建议，以及基坑工程施工和使用过程中的重要事项。

5 施工安全专项方案

5.1 一般规定

5.1.1 应根据施工、使用与维护过程的危险源分析结果编制基坑工程施工安全专项方案。

5.1.2 基坑工程施工安全专项方案应符合下列规定：

1 应针对危险源及其特征制定具体安全技术措施。

2 应按消除、隔离、减弱危险源的顺序选择基坑工程安全技术措施。

3 对重大危险源应论证安全技术方案的可靠性和可行性。

4 应根据工程施工特点，提出安全技术方案实施过程中的控制原则、明确重点监控部位和监控指标要求。

5 应包括基坑安全使用与维护全过程。

6 设计和施工发生变更或调整时，施工安全专项方案应进行相应的调整和补充。

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

5.1.4 施工安全专项方案应通过专家论证。

5.2 安全专项方案编制

5.2.1 基坑工程施工安全专项方案应与基坑工程施工组织设计同步编制。

5.2.2 基坑工程施工安全专项方案应包括下列主要内容：

1 工程概况，包含基坑所处位置、基坑规模、基坑安全等级及现场勘查及环境调查结果、支护结构形式及相应附图。

2 工程地质与水文地质条件，包含对基坑工程施工安全的不利因素分析。

3 危险源分析，包含基坑工程本体安全、周边环境安全、施工设备及人员生命财产安全的危险源分析。

4 各施工阶段与危险源控制相对应的安全技术措施，包含围护结构施工、支撑系统施工及拆除、土方开挖、降水等施工阶段危险源控制措施；各阶段施工用电、消防、防台风、防汛等安全技术措施。

5 信息施工法实施细则，包含对施工监测成果信息的发布、分析，决策与指挥系统。

6 安全控制技术措施、处理预案。

7 安全管理措施，包含安全管理组织及人员教育培训等措施。

8 对突发事件的应急响应机制，包含信息报告、先期处理、应急启动和应急终止。

5.3 危险源分析

5.3.1 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。

5.3.2 符合下列特征之一的必须列为重大危险源：

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。

5.3.3 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 台风、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。

5.3.4 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。

5.4 应急预案

5.4.1 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。

5.4.2 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。

5.4.3 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。

5.4.4 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。

5.4.5 基坑工程变形监测数据超过报警值，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。

5.5 应急响应

5.5.1 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。

5.5.2 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。

5.5.3 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。

5.5.4 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 施工过程中出现大量涌水、涌砂时。
- 4 基坑底部隆起变形超过报警值时。
- 5 基坑施工过程中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 基坑施工过程中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。

5.5.5 应急终止应满足下列要求：

- 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。

5.5.6 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，并按有关程序上报。

5.6 安全技术交底

5.6.1 施工前应进行技术交底，并应作好交底记录。

5.6.2 施工过程中各工序开工前，施工技术管理人员必须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。

5.6.3 安全技术交底应包括下列内容：

- 1 现场勘查与环境调查报告；
- 2 施工组织设计；
- 3 主要施工技术、关键部位施工工艺工法、参数；
- 4 各阶段危险源分析结果与安全技术措施；
- 5 应急预案及应急响应等。

6 支护结构施工

6.1 一般规定

6.1.1 基坑工程施工前应根据设计文件,结合现场条件和周边环境要求、气候等情况,编制支护结构施工方案。临水基坑施工方案应根据波浪、潮位等对施工的影响进行编制,并应符合防汛主管部门的相关规定。

6.1.2 基坑支护结构施工应与降水、开挖相互协调,各工况和工序应符合设计要求。

6.1.3 基坑支护结构施工与拆除不应影响主体结构、邻近地下设施与周围建(构)筑物等的正常使用,必要时应采取减少不利影响的措施。

6.1.4 支护结构施工前应进行试验性施工,并应评估施工工艺和各项参数对基坑及周边环境的影响程度;应根据试验结果调整参数、工法或反馈修改设计方案。

6.1.5 支护结构施工和开挖过程中,应对支护结构自身、已施工的主体结构和邻近道路、市政管线、地下设施、周围建(构)筑物等进行施工监测,施工单位应采用信息施工法配合设计单位采用动态设计法,及时调整施工方法及预防风险措施,并可通过采用设置隔离桩、加固既有建筑地基基础、反压与配合降水纠偏等技术措施,控制邻近建(构)筑物产生过大的不均匀沉降。

6.1.6 施工现场道路布置、材料堆放、车辆行走路线等应符合设计荷载控制要求;当设置施工栈桥时,应按设计文件编制施工栈桥的施工、使用及保护方案。

6.1.7 当遇有可能产生相互影响的邻近工程进行桩基施工、基坑开挖、边坡工程、盾构顶进、爆破等施工作业时,应确定相互间合理的施工顺序和方法,必要时应采取减少相互影响的措施。

6.1.8 遇有雷雨、6级以上大风等恶劣天气时,应暂停施工,并应对现场的人员、设备、材料等采取相应的保护措施。

6.2 土钉墙支护

6.2.1 土钉墙支护施工应配合土石方开挖和降水工程施工等进行,并应符合下列规定:

1 分层开挖厚度应与土钉竖向间距协调同步,逐层开挖并施工土钉,严禁超挖。

2 开挖后应及时封闭临空面,完成土钉墙支护;在易产生局部失稳的土层中,土钉上下排距较大时,宜将开挖分为二层并应控制开挖分层厚度,及时喷射混凝土底层。

3 上一层土钉墙施工完成后,应按设计要求或间隔不小于48h后开挖下一层土方。

4 施工期间坡顶应按超载值设计要求控制施工荷载。

5 严禁土方开挖设备碰撞上部已施工土钉,严禁振动源振动土钉侧壁。

6 对环境调查结果显示基坑侧壁地下管线存在渗漏或存在地表水补给的工程,应反馈修改设计,提高土钉墙设计安全度,必要时调整支护结构方案。

6.2.2 土钉施工应符合下列规定:

1 干作业法施工时,应先降低地下水位,严禁在地下水位以下成孔施工。

2 当成孔过程中遇有障碍物或成孔困难需调整孔位及土钉长度时,应对土钉承载力及支护结构安全度进行复核计算,根据复核计算结果调整设计。

3 对灵敏度较高的粉土、粉质黏土及可能产生液化的土体,严禁采用振动法施工土钉。

4 设有水泥土截水帷幕的土钉支护结构,土钉成孔过程中应采取防止土体流失的措施。

5 土钉应采用孔底注浆施工,严禁采用孔口重力式注浆。

对空隙较大的土层，应采用较小的水灰比，并应采取二次注浆方法。

6 膨胀土土钉注浆材料宜采用水泥砂浆，并应采用水泥浆二次注浆技术。

6.2.3 喷射混凝土施工应符合下列规定：

1 作业人员应佩戴防尘口罩、防护眼镜等防护用具，应避免直接接触液体速凝剂，接触后应立即用清水冲洗；非施工人员不得进入喷射混凝土的作业区，施工中喷嘴前严禁站人。

2 喷射混凝土施工中应检查输料管、接头的情况，当有磨损、击穿或松脱时应及时处理。

3 喷射混凝土作业中如发生输料管路堵塞或爆裂时，必须依次停止投料、送水和供风。

6.2.4 冬期在没有可靠保温措施条件时不得施工土钉墙。

6.2.5 施工过程中应对产生的地面裂缝进行观测和分析，及时反馈设计，并应采取相应措施控制裂缝的发展。

6.3 重力式水泥土墙

6.3.1 重力式水泥土墙应通过试验性施工，并应通过调整搅拌桩机的提升（下沉）速度、喷浆量以及喷浆、喷气压力等施工参数，减小对周边环境的影响。施工完成后应检测墙体连续性及强度。

6.3.2 水泥土搅拌桩机运行过程中，其下部严禁站立非工作人员；桩机移动过程中非工作人员不得在其周围活动，移动路线上不应有障碍物。

6.3.3 重力式水泥土墙施工遇有河塘、洼地时，应抽水和清淤，并应采用素土回填夯实。在暗浜区域水泥土搅拌桩应适当提高水泥掺量。

6.3.4 钢管、钢筋或竹筋的插入应在水泥土搅拌桩成桩后及时完成，插入位置和深度应符合设计要求。

6.3.5 施工时因故停浆，应在恢复喷浆前，将搅拌机头提升或

下沉 0.5m 后喷浆搅拌施工。

6.3.6 水泥土搅拌桩搭接施工的间隔时间不宜大于 24h；当超过 24h 时，搭接施工时应放慢搅拌速度。若无法搭接或搭接不良，应作冷缝记录，在搭接处采取补救措施。

6.4 地下连续墙

6.4.1 地下连续墙成槽施工应符合下列规定：

1 地下连续墙成槽前应设置钢筋混凝土导墙及施工道路。导墙养护期间，重型机械设备不应在导墙附近作业或停留。

2 地下连续墙成槽前应进行槽壁稳定性验算。

3 对位于暗河区、扰动土区、浅部砂性土中的槽段或邻近建筑物保护要求较高时，宜在连续墙施工前对槽壁进行加固。

4 地下连续墙单元槽段成槽施工宜采用跳幅间隔的施工顺序。

5 在保护设施不齐全、监管人不到位的情况下，严禁人员下槽、孔内清理障碍物。

6.4.2 地下连续墙成槽泥浆制备应符合下列规定：

1 护壁泥浆使用前应根据材料和地质条件进行试配，并进行室内性能试验，泥浆配合比宜按现场试验确定。

2 泥浆的供应及处理系统应满足泥浆使用量的要求，槽内泥浆面不应低于导墙面 0.3m，同时槽内泥浆面应高于地下水位 0.5m 以上。

6.4.3 槽段接头施工应符合下列规定：

1 成槽结束后应对相邻槽段的混凝土端面进行清刷，刷至底部，清除接头处的泥沙，确保单元槽段接头部位的抗渗性能。

2 槽段接头应满足混凝土浇筑压力对其强度和刚度的要求，安放时，应紧贴槽段垂直缓慢沉放至槽底。遇到阻碍时，槽段接头应在清除障碍后入槽。

3 周边环境保护要求高时，宜在地下连续墙接头处增加防水措施。

6.4.4 地下连续墙钢筋笼吊装应符合下列规定:

1 吊装所选用的吊车应满足吊装高度及起重量的要求,主吊和副吊应根据计算确定。钢筋笼吊点布置应根据吊装工艺通过计算确定,并应进行整体起吊安全验算,按计算结果配置吊具、吊点加固钢筋、吊筋等。

2 吊装前必须对钢筋笼进行全面检查,防止有剩余的钢筋断头、焊接接头等遗留在钢筋笼上。

3 采用双机抬吊作业时,应统一指挥,动作应配合协调,载荷应分配合理。

4 起重机械起吊钢筋笼时应先稍离地面试吊,确认钢筋笼已挂牢,钢筋笼刚度、焊接强度等满足要求时,再继续起吊。

5 起重机械在吊钢筋笼行走时,载荷不得超过允许起重量的70%,钢筋笼离地不得大于500mm,并应拴好拉绳,缓慢行驶。

6.4.5 预制墙段的堆放和运输应符合下列规定:

1 预制墙段应达到设计强度100%后方可运输及吊放。

2 堆放场地应平整、坚实、排水通畅。垫块宜放置在吊点处,底层垫块面积应满足墙段自重对地基荷载的有效扩散。预制墙段叠放层数不宜超过3层,上下层垫块应放置在同一直线上。

3 运输叠放层数不宜超过2层。墙段装车后应采用紧绳器与车板固定,钢丝绳与墙段阳角接触处应有护角措施。异形截面墙段运输时应有可靠的支撑措施。

6.4.6 预制墙段的安放应符合下列规定:

1 预制墙段应验收合格,待槽段完成并验槽合格后方可安放入槽段内。

2 安放顺序为先转角槽段后直线槽段,安放闭合位置宜设置在直线槽段上。

3 相邻槽段应连续成槽,幅间接头宜采用现浇接头。

4 吊放时应在导墙上安装导向架;起吊吊点应按设计要求或经计算确定,起吊过程中所产生的内力应满足设计要求;起吊

回直过程中应防止预制墙段根部拖行或着力过大。

6.4.7 起重机械及吊装机具进场前应进行检验,施工前应进行调试,施工中应定期检验和维护。

6.4.8 成槽机、履带吊应在平坦坚实的路面上作业、行走和停放。外露传动系统应有防护罩,转盘方向轴应设有安全警告牌。成槽机、起重机工作时,回转半径内不应有障碍物,吊臂下严禁站人。

6.5 灌注桩排桩围护墙

6.5.1 干作业挖孔桩施工可采用人工或机械洛阳铲等施工方案。当采用人工挖孔方法时应符合工程所在地关于人工挖孔桩安全规定,并应采取下列措施:

1 孔内必须设置应急软爬梯供人员上下,不得使用麻绳和尼龙绳吊挂或脚踏井壁凸缘上下;使用的电葫芦、吊笼等应安全可靠,并应配有自动卡紧保险装置;电葫芦宜采用按钮式开关,使用前必须检验其安全起吊能力。

2 每日开工前必须检测井下的有毒有害气体,并应有相应的安全防范措施;当桩孔开挖深度超过10m时,应有专门向井下送风的装备,风量不宜少于25L/s。

3 孔口周边必须设置护栏,护栏高度不应小于0.8m。

4 施工过程中孔中无作业和作业完毕后,应及时在孔口加盖盖板;

5 挖出的土石方应及时运离孔口,不得堆放在孔口周边1m范围内,机动车辆的通行不得对井壁的安全造成影响。

6 施工现场的一切电源、电路的安装和拆除必须符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的规定。

6.5.2 钻机施工应符合下列规定:

1 作业前应对钻机进行检查,各部件验收合格后方可使用。

2 钻头和钻杆连接螺纹应良好,钻头焊接应牢固,不得有裂纹。

3 钻机钻架基础应夯实、整平，地基承载力应满足，作业范围内地下应无管线及其他地下障碍物，作业现场与架空输电线路的安全距离应符合规定。

4 钻进中，应随时观察钻机的运转情况，当发生异响、吊索具破损、漏气、漏渣以及其他不正常情况时，应立即停机检查，排除故障后，方可继续施工。

5 当桩孔净间距过小或采用多台钻机同时施工时，相邻桩应间隔施工，当无特别措施时完成浇筑混凝土的桩与邻桩间距不应小于4倍桩径，或间隔施工时间宜大于36h。

6 泥浆护壁成孔时发生斜孔、塌孔或沿护筒周围冒浆以及地面沉降等情况应停止钻进，采取措施处理后方可继续施工。

7 当采用空气吸泥时，其喷浆口应遮挡，并应固定管端。

6.5.3 冲击成孔施工前以及过程中应检查钢丝绳、卡扣及转向装置，冲击施工时应控制钢丝绳放松量。

6.5.4 当非均匀配筋的钢筋笼吊放安装时，应有方向辨别措施确保钢筋笼的安放方向与设计方向一致。

6.5.5 混凝土浇筑完毕后，应及时在桩孔位置回填土方或加盖盖板。

6.5.6 遇有湿陷性土层、地下水位较低、既有建筑物距离基坑较近时，不宜采用泥浆护壁的工艺施工灌注桩。当需采用泥浆护壁工艺时，应采用优质低失水量泥浆、控制孔内水位等措施减少和避免对相邻建（构）筑物产生影响。

6.5.7 基坑土方开挖过程中，宜采用喷射混凝土等方法对灌注排桩的桩间土体进行加固，防止土体掉落对人员、机具造成损害。

6.6 板桩围护墙

6.6.1 钢板桩堆放场地应平整坚实，组合钢板桩堆高不宜超过3层。板桩施工作业区内应无高压线路，作业区应有明显标志或围栏。桩锤在施打过程中，监视距离不宜小于5m。

6.6.2 桩机设备组装时，应对各紧固件进行检查，在紧固件未拧紧前不得进行配重安装。组装完毕后，应对整机进行试运转，确认各传动机构、齿轮箱、防护罩等良好，各部件连接牢靠。

6.6.3 桩机作业应符合下列规定：

1 严禁吊桩、吊锤、回转或行走等动作同时进行。

2 当打桩机带锤行走时，应将桩锤放至最低位。打桩机在吊有桩和锤的情况下，操作人员不得离开岗位。

3 当采用振动桩锤作业时，悬挂振动桩锤的起重机，其吊钩上必须有防松脱的保护装置，振动桩锤悬挂钢架的耳环上应加装保险钢丝绳。

4 插桩过程中，应及时校正桩的垂直度。后续桩与先打桩间的钢板桩锁扣使用前应进行套锁检查。当桩入土3m以上时，严禁用打桩机行走或回转动作来纠正桩的垂直度。

5 当停机时间较长时，应将桩锤落下垫好。

6 检修时不得悬吊桩锤。

7 作业后应将打桩机停放在坚实平整的地面上，将桩锤落下垫实，并应切断动力电源。

6.6.4 当板桩围护墙基坑有邻近建（构）筑物及地下管线时，应采用静力压桩法施工，并应根据环境状况控制压桩施工速率。当静力压桩作业时，应有统一指挥，压桩人员和吊装人员应密切联系，相互配合。

6.6.5 板桩围护施工过程中，应加强周边地下水位以及孔隙水压力的监测。

6.7 型钢水泥土搅拌墙

6.7.1 施工现场应先进行场地平整，清除搅拌桩施工区域的表层硬物和地下障碍物。现场道路的承载能力应满足桩机和起重机平稳行走的要求。

6.7.2 对于硬质土层成桩困难时，应调整施工速度或采取先行钻孔跳打方式。

6.7.3 对环境保护要求高的基坑工程,宜选择挤土量小的搅拌机头,并应通过试成桩及其监测结果调整施工参数。

6.7.4 型钢堆放场地应平整坚实、场地无积水,地基承载力应满足堆放要求。

6.7.5 型钢吊装过程中,型钢不得拖地;起重机械回转半径内不应有障碍物,吊臂下严禁站人。

6.7.6 型钢的插入应符合下列规定:

1 型钢宜依靠自重插入,当自重插入有困难时可采取辅助措施。严禁采用多次重复起吊型钢并松钩下落的插入方法。

2 前后插入的型钢应可靠连接。

3 当采用振动锤插入时,应通过环境监测检验其适用性。

6.7.7 型钢的拔除与回收应符合下列规定:

1 型钢拔除应采取跳拔方式,并宜采用液压千斤顶配以吊车进行,拔除前水泥土搅拌墙与主体结构地下室外墙之间的空隙必须回填密实,拔出时应对周边环境进行监测,拔出后应对型钢留下的空隙进行注浆填充。

2 当基坑内外水头不平衡时,不宜拔除型钢;如拔除型钢,应采取相应的截水措施。

3 周边环境条件复杂、环境保护要求高、拔除对环境影响较大时,型钢不应回收。

4 回收型钢施工,应编制包括浆液配比、注浆工艺、拔除顺序等内容的施工安全方案。

6.7.8 采用渠式切割水泥土连续墙技术施工型钢水泥土搅拌墙应符合下列规定:

1 成墙施工时,应保持不小于2.0m/h的搅拌推进速度。

2 成墙施工结束后,切割箱应及时进入挖掘养生作业区或拔出。

3 施工过程中,必须配置备用发电机组,保障连续作业。

4 应控制切割箱的拔出速度,拔出切割箱过程中,浆液注入量应与拔出切割箱的体积相等,混合泥浆液面不得下降。

5 水泥土未达到设计强度前,沟槽两侧应设置防护栏杆及警示标志。

6.8 沉井

6.8.1 基坑周边存在既有建(构)筑物、管线或环境保护要求严格时,不宜采用沉井施工工法。

6.8.2 沉井的制作与施工应符合下列规定:

1 搭设外排脚手架应与模板脱开。

2 刃脚混凝土达到设计强度,方可进行后续施工。

3 沉井挖土下沉应分层、均匀、对称进行,并应根据现场施工情况采取止沉或助沉措施,沉井下沉应平稳。下沉过程中应采取信息施工法及时纠偏。

4 沉井不排水下沉时,井内水位不得低于井外水位;流动性土层开挖时,应保持井内水位高出井外水位不少于1m。

5 沉井施工中挖出的土方宜外运。当现场条件许可在附近堆放时,堆放地距井壁边的距离不应小于沉井下沉深度的2倍,且不应影响现场的交通、排水及后续施工。

6.8.3 当作业人员从常压环境进入高压环境或从高压环境回到常压环境时,均应符合相关程序与规定。

6.9 内支撑

6.9.1 支撑系统的施工与拆除,应按先撑后挖、先托后拆的顺序,拆除顺序应与支护结构的设计工况相一致,并结合现场支护结构内力与变形的监测结果进行。

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

6.9.3 基坑开挖过程中应对基坑开挖形成的立柱进行监测,并根据监测数据调整施工方案。

6.9.4 支撑底模应具有一定的强度、刚度和稳定性,混凝土垫层不得用作底模。

6.9.5 钢支撑吊装就位时，吊车及钢支撑下方严禁人员入内，现场应做好防下坠措施。钢支撑吊装过程中应缓慢移动，操作人员应监视周围环境，避免钢支撑刮碰坑壁、冠梁、上部钢支撑等。起吊钢支撑应先进行试吊，检查起重机的稳定性、制动的可靠性、钢支撑的平衡性、绑扎的牢固性，确认无误后，方可起吊。当起重机出现倾覆迹象时，应快速使钢支撑落回基座。

6.9.6 钢支撑预应力施加应符合下列规定：

1 支撑安装完毕后，应及时检查各节点的连接状况，经确认符合要求后方可均匀、对称、分级施加预压力。

2 预应力施加过程中应检查支撑连接节点，必要时应对支撑节点进行加固；预应力施加完毕、额定压力稳定后应锁定。

3 钢支撑使用过程应定期进行预应力监测，必要时应对预应力损失进行补偿；在周边环境要求较高时，宜采用钢支撑预应力自动补偿系统。

6.9.7 立柱及立柱桩施工应符合下列规定：

1 立柱桩施工前应对其单桩承载力进行验算，竖向荷载应按最不利工况取值，立柱在基坑开挖阶段应计入支撑与立柱的自重、支撑构件上的施工荷载等。

2 立柱与支撑可采用铰接连接。在节点处应根据承受的荷载大小，通过计算设置抗剪钢筋或钢牛腿等抗剪措施。立柱穿过主体结构底板以及支撑结构穿越主体结构地下室外墙的部位应采取止水构造措施。

3 钢立柱周边的桩孔应采用砂石均匀回填密实。

6.9.8 支撑拆除施工应符合下列规定：

1 拆除支撑施工前，必须对施工作业人员进行安全技术交底，施工中应加强安全检查。

2 拆撑作业施工范围严禁非操作人员入内，切割焊和吊运过程中工作区严禁入内，拆除的零部件严禁随意抛落。当钢筋混凝土支撑采用爆破拆除施工时，现场应划定危险区域，并应设置警戒线和相关的安全标志，警戒范围内不得有人员逗留，并应派

专人监管。

3 支撑拆除时应设置安全可靠的防护措施和作业空间，当需利用永久结构底板或楼板作为支撑拆除平台时，应采取有效的加固及保护措施，并应征得主体结构设计单位同意。

4 换撑工况应满足设计工况要求，支撑应在梁板柱结构及换撑结构达到设计要求的强度后对称拆除。

5 支撑拆除施工过程中应加强对支撑轴力和支护结构位移的监测，变化较大时，应加密监测，并应及时统计、分析上报，必要时应停止施工加强支撑。

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

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

6.9.9 爆破拆除施工应符合下列规定：

1 钢筋混凝土支撑爆破应根据周围环境作业条件、爆破规模，应按现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 分级，采取相应的安全技术措施。

2 爆破拆除钢筋混凝土支撑应进行安全评估，并应经当地有关部门审核批准后实施。

3 应根据支撑结构特点制定爆破拆除顺序，爆破孔宜在钢筋混凝土支撑施工时预留。

4 支撑与围护结构或主体结构相连的区域应先行切断，在爆破支撑顶面和底部应加设防护层。

6.9.10 当采用人工拆除作业时，作业人员应站在稳定的结构或脚手架上操作，支撑构件应采取有效的防下坠控制措施，对切断两端的支撑拆除的构件应有安全的放置场所。

6.9.11 机械拆除施工应符合下列规定：

1 应按施工组织设计选定的机械设备及吊装方案进行施工，

严禁超载作业或任意扩大拆除范围。

2 作业中机械不得同时回转、行走。

3 对尺寸或自重较大的构件或材料，必须采用起重机具及时下放。

4 拆卸下来的各种材料应及时清理，分类堆放在指定场所。

5 供机械设备使用和堆放拆卸下来的各种材料的场地地基承载力应满足要求。

6.10 土层锚杆

6.10.1 当锚杆穿过的地层附近有地下管线或地下构筑物时，应查明其位置、尺寸、走向、类型、使用状况等情况后，方可进行锚杆施工。

6.10.2 锚杆施工前宜通过试验性施工，确定锚杆设计参数和施工工艺的合理性，并应评估对环境的影响。

6.10.3 锚孔钻进作业时，应保持钻机及作业平台稳定可靠，除钻机操作人员还应有不少于1人协助作业。高处作业时，作业平台应设置封闭防护设施，作业人员应佩戴防护用品。注浆施工时相关操作人员必须佩戴防护眼镜。

6.10.4 锚杆钻机应安设安全可靠的反力装置。在有地下承压水地层钻进时，孔口必须设置可靠的防喷装置，当发生漏水、涌砂时，应及时封闭孔口。

6.10.5 注浆管路连接应牢固可靠，保证畅通，防止塞泵、塞管。注浆施工过程中，应在现场加强巡视，对注浆管路应采取保护措施。

6.10.6 锚杆注浆时注浆罐内应保持一定数量的浆料防止罐体放空、伤人。处理管路堵塞前，应消除罐内压力。

6.10.7 预应力锚杆张拉施工应符合下列规定：

1 预应力锚杆张拉作业前应检查高压油泵与千斤顶之间的连接件，连接件必须完好、紧固。张拉设备应可靠，作业前必须在张拉端设置有效的防护措施。

2 锚杆钢筋或钢绞线应连接牢固，严禁在张拉时发生脱扣现象。

3 张拉过程中，孔口前方严禁站人，操作人员应站在千斤顶侧面操作。

4 张拉施工时，其下方严禁进行其他操作；严禁采用敲击方法调整施力装置，不得在锚杆端部悬挂重物或碰撞锚具。

6.10.8 锚杆试验时，计量仪表连接必须牢固可靠，前方和下方严禁站人。

6.10.9 锚杆锁定应控制相邻锚杆张拉锁定引起的预应力损失，当锚杆出现锚头松弛、脱落、锚具失效等情况时，应及时进行修复并对其进行再次张拉锁定。

6.10.10 当锚杆承载力检测结果不满足设计要求时，应将检测结果提交设计复核，并提出补救措施。

6.11 逆作法

6.11.1 逆作法施工应采取安全控制措施，应根据柱网轴线、环境及施工方案要求设置通风口及地下通风、换气、照明和用电设备。

6.11.2 逆作法通风排气应符合下列规定：

1 在浇筑地下室各层楼板时，挖土行进路线应预先留设通风口，随地下挖土工作面的推进，通风口露出部位应及时安装通风及排气设施。地下室空气成分应符合国家有关安全卫生标准。

2 在楼板结构水平构件上留设的临时施工洞口位置宜上下对齐，应满足施工及自然通风等要求。

3 风机表面应保持清洁，进出风口不得有杂物，应定期清除风机及管道内的灰尘等杂物。

4 风管应敷设牢固、平顺，接头应严密、不漏风，且不应妨碍运输、影响挖土及结构施工，并应配有专人负责检查、养护。

5 地下室施工时应采用送风作业，采用鼓风法从地面向地

下送风到工作面,鼓风功率不应小于 $1\text{kW}/1000\text{m}^3$ 。

6.11.3 逆作法照明及电力设施应符合下列规定:

1 当逆作法施工中自然采光不满足施工要求时,应编制照明用电专项方案。

2 地下室应根据施工方案及相关规范要求装置足够的照明设备及电力插座。

3 逆作法地下室施工应设一般照明、局部照明和混合照明。在一个工作场所内,不得仅设局部照明。

6.11.4 逆作法施工应符合下列规定:

1 闲置取土口、楼梯孔洞及交通要道应搭设防护措施,且宜采取有效的防雨措施。

2 施工时应保护施工洞口结构的插筋、接驳器等预埋件。

3 宜采用专门的大型自动提土设备垂直运输土石方,当运输轨道设置在主体结构上时,应对结构承载力进行验算,并应征得设计单位同意。

4 当逆作梁板混凝土强度达到设计强度等级的 90% 及以上,并经设计单位许可后,方可进行下层土石方的开挖,必要时应加入早强剂或提高混凝土强度等级。

5 主体结构施工未完成前,临时柱承载力应经计算确定。

6 梁板下土方开挖应在混凝土的强度达到设计要求后进行,土方开挖过程中不得破坏主体结构及围护结构。挖出的土方应及时运走,严禁堆放在楼板上及基坑周边。

6.11.5 施工栈桥的设置应符合下列规定:

1 施工栈桥及立柱桩应根据基坑周边环境条件、基坑形状、支撑布置、施工方法进行专项设计,立柱桩的设计间距应满足坑内小型挖土机械的移动和操作的安全要求。

2 专项设计应提交设计单位进行复核。

3 使用中应按设计要求控制施工荷载。

6.11.6 地下水平结构施工模板、支架应符合下列规定:

1 主体结构水平构件宜采用木模或钢模,模板支撑地基承

载力与变形应满足设计要求。

2 模板体系承载力、刚度和稳定性,应能可靠承受浇筑混凝土的重量、侧压力及施工荷载。

6.11.7 逆作法上下同步施工的工程必须采用信息施工法,应对竖向支承桩、柱、转换梁等关键部位的内力和变形提出有针对性的施工监测方案、报警机制和应急预案。

6.12 坑内土体加固

6.12.1 当安全等级为一级的基坑工程进行坑内土体加固时,应先进行基坑围护施工,再进行坑内土体加固施工。

6.12.2 降水加固可适用于砂土、粉性土,降水加固不得对周边环境产生影响。降水期间应对坑内、坑外地下水位及邻近建筑物、地下管线进行监测。

6.12.3 当采用水泥土搅拌桩进行土体加固时,在加固深度范围以上的土层被扰动区应采用低掺量水泥回掺处理。

6.12.4 高压喷射注浆法进行坑内土体加固施工应符合下列规定:

1 施工前应对现场环境和地下埋设物的位置情况进行调查,确定高压喷射注浆的施工工艺并选择合理的机具。

2 可根据情况在水泥浆液中加入速凝剂、悬浮剂等,掺和料与外加剂的种类及掺量应通过试验确定。

3 应采用分区、分段、间隔施工,相邻两桩施工间隔时间不应小于 48h,先后施工的两桩间距应为 $4\text{m}\sim 6\text{m}$ 。

4 可采用复喷施工技术措施保障加固效果,复喷施工应先喷一遍清水再喷一遍或两遍水泥浆。

5 当采用三重管或多重管施工工艺时,应对孔隙水压力进行监测,并根据监测结果调整施工参数、施工位置和施工速度。

7 地下水与地表水控制

7.1 一般规定

7.1.1 地下水和地表水控制应根据设计文件、基坑开挖场地工程地质、水文地质条件及基坑周边环境条件编制施工组织设计或施工方案。

7.1.2 降排水施工方案应包含各种泵的扬程、功率，排水管路尺寸、材料、路线，水箱位置、尺寸，电力配置等。降排水系统应保证水流排入市政管网或排水渠道，应采取措施防止抽排出的水倒灌流入基坑。

7.1.3 当采用设计的降水方法不满足设计要求时，或基坑内坡道或通道等无法按降水设计方案实施时，应反馈设计单位调整设计，制定补救措施。

7.1.4 当基坑内出现临时局部深挖时，可采取集水明排、盲沟等技术措施，并应与整体降水系统有效结合。

7.1.5 抽水应采取控制出水含砂量。含砂量控制，应满足设计要求，并应满足有关规范要求。

7.1.6 当支护结构或地基处理施工时，应采取措施防止打桩、注浆等施工行为造成管井、点井的失效。

7.1.7 当坑底下部的承压水影响到基坑安全时，应采取坑底土体加固或降低承压水头等治理措施。

7.1.8 应进行中长期天气预报资料收集，编制晴雨表，根据天气预报实时调整施工进度。降雨前应对已开挖未进行支护的侧壁采用覆盖措施，并应配备设备及时排除基坑内积水。

7.1.9 当因地下水或地表水控制原因引起基坑周边建（构）筑物或地下管线产生超限沉降时，应查找原因并采取有效控制措施。

7.1.10 基坑降水期间应根据施工组织设计配备发电机组，并进行相应的供电切换演练。

7.1.11 井点的拔除或封井方案应满足设计要求，并应在施工组织设计中体现。

7.1.12 在粉性土及砂土中施工水泥土截水帷幕，宜采用适合的添加剂，降低截水帷幕渗透系数，并应对帷幕渗透系数进行检验，当检验结果不满足设计要求时，应进行设计复核。

7.1.13 截水帷幕与灌注桩间不应存在间隙，当环境保护设计要求较高时，应在灌注桩与截水帷幕之间采取注浆加固等措施。

7.1.14 所有运行系统的电力电缆的拆接必须由专业人员负责，井管、水泵的安装应采用起重设备。

7.2 排水与降水

7.2.1 排水沟和集水井宜布置于地下结构外侧，距坡脚不宜小于0.5m。单级放坡基坑的降水井宜设置在坡顶，多级放坡基坑的降水井宜设置于坡顶、放坡平台。

7.2.2 排水沟、集水井设计应符合下列规定：

1 排水沟深度、宽度、坡度应根据基坑涌水量计算确定，排水沟底宽不宜小于300mm。

2 集水井大小和数量应根据基坑涌水量和渗漏水量、积水水量确定，且直径（或宽度）不宜小于0.6m，底面应比排水沟沟底深0.5m，间距不宜大于30m。集水井壁应有防护结构，并应设置碎石滤水层、泵端纱网。

3 当基坑开挖深度超过地下水位后，排水沟与集水井的深度应随开挖深度加深，并应及时将集水井中的水排出基坑。

7.2.3 排水沟或集水井的排水量计算应满足下式要求：

$$V \geq 1.5Q \quad (7.2.3)$$

式中：V——排水量（m³/d）；

Q——基坑涌水量（m³/d），按降水设计计算或根据工程

经验确定。

7.2.4 当降水管井采用钻、冲孔法施工时,应符合下列规定:

1 应采取措施防止机具突然倾倒或钻具下落造成人员伤亡或设备损坏。

2 施工前先查明井位附近地下构筑物及地下电缆、水、煤气管道的情况,并应采取相应防护措施。

3 钻机转动部分应有安全防护装置。

4 在架空输电线附近施工,应按安全操作规程的有关规定进行,钻架与高压线之间应有可靠的安全距离。

5 夜间施工应有足够的照明设备,对钻机操作台、传动及转盘等危险部位和主要通道不应留有黑影。

7.2.5 降水系统运行应符合下列规定:

1 降水系统应进行试运行,试运行之前应测定各井口和地面标高、静止水位,检查抽水设备、抽水与排水系统;试运行抽水控制时间为1d,并应检查出水质量和出水量。

2 轻型井点降水系统运行应符合下列规定:

1) 总管与真空泵接好后应开动真空泵开始试抽水,检查泵的工作状态;

2) 真空泵的真空度应达到0.08MPa及以上;

3) 正式抽水宜在预抽水15d后进行;

4) 应及时作好降水记录。

3 管井降水抽水运行应符合下列规定:

1) 正式抽水宜在预抽水3d后进行;

2) 坑内降水井宜在基坑开挖20d前开始运行;

3) 应加盖保护深井井口;车辆行驶道路上的降水井,应加盖市政承重井盖,排水通道宜采用暗沟或暗管。

4 真空降水管井抽水运行应符合下列规定:

1) 井点使用时抽水应连续,不得停泵,并应配备能自动切换的电源;

2) 当降水过程中出现长时间抽浑水或出现清后又浑情况

时,应立即检查纠正;

3) 应采取措施防止漏气,真空度应控制在 $-0.03\text{MPa} \sim -0.06\text{MPa}$;当真空度达不到要求时,应检查管道漏气情况并及时修复;

4) 当井点管淤塞太多,严重影响降水效果时,应逐个用高压水反复冲洗井点管或拔出重新埋设;

5) 应根据工程经验和运行条件、泵的质量情况等配备一定数量的备用射流泵;对使用的射流泵应进行日常保养与检查,发现不正常应及时更换。

7.2.6 降水运行阶段应有专人值班,应对降排水系统进行定期或不定期巡察,防止停电或其他因素影响降排水系统正常运行。

7.2.7 降水井随基坑开挖深度需切除时,对继续运行的降水井应去除井管四周地面下1m的滤料层,并应采用黏土封井后再运行。

7.3 截水帷幕

7.3.1 水泥土截水帷幕施工应符合下列规定:

1 应保证施工桩径,并确保相邻桩搭接要求,当采用高压喷射注浆法作为局部截水帷幕时,应采用复喷工艺,喷浆下沉或提升速度不应大于 100mm/min 。

2 应采取措施减少二重管、三重管高压喷射注浆施工对基坑周围建筑物及管线沉降变形的影响,必要时调整帷幕桩墙设计。

7.3.2 注浆法帷幕施工应符合下列规定:

1 注浆帷幕施工前应进行现场注浆试验,试验孔的布置应选取具代表性的地段,并应在土层中采用钻孔取芯结合注水试验检验截水防渗效果。

2 注浆管上拔时宜采用拔管机。

3 当土层存在动水或土层较软弱时,可采用双液注浆法来

控制浆液的渗流范围,两种浆液混合后在管内的时间应小于浆液的凝固时间。

7.3.3 三轴水泥土搅拌桩截水帷幕施工应符合下列规定:

1 应采用套接孔法施工,相邻桩的搭接时间间隔不宜大于24h。

2 当帷幕墙前设置混凝土排桩时,宜先施工截水帷幕,后施工灌注排桩。

3 当采用多排三轴水泥土搅拌桩内套挡土桩墙方案时,应控制三轴搅拌桩施工对基坑周边环境的影响。

7.3.4 钢板桩截水帷幕施工应符合下列规定:

1 应评估钢板桩施工对周围环境的影响。

2 在拔除钢板桩前应先用振动锤振动钢板桩,拔除后的桩孔应采用注浆回填。

3 钢板桩打入与拔除时应对环境进行监测。

7.3.5 兼作截水帷幕的钻孔咬合桩施工应符合下列规定:

1 宜采用软切割全套管钻机施工。

2 砂土中的全套管钻孔咬合桩施工,应根据产生管涌的不同情况,采取相应的克服砂土管涌的技术措施,并应随时观察孔内地下水和穿越砂层的动态,按少取土多压进的原则操作,确保套管超前。

3 套管底口应始终保持超前于开挖面2.5m以上;当遇套管底无法超前时,可向套管内注水来平衡第一序列桩混凝土的压力,阻止管涌发生。

7.3.6 冻结法截水帷幕施工应符合下列规定:

1 冻结孔施工应具备可靠稳定的电源和预备电源。

2 冻结管接头强度应满足拔管和冻结壁变形作用要求,冻结管下入地层后应进行试压。

3 冻结站安装应进行管路密封性试验,并应采取措施保证冻结站的冷却效率;正式运转后不得无故停止或减少供冷。

4 施工过程应采取措施减小成孔引起土层沉降,及时监测

倾斜。

5 开挖前应对冻结壁的形成进行检测分析,并对冻结运转参数进行评估;检验合格以及施工准备工作就绪后应进行试开挖判定,具备开挖条件后可进行正式开挖。

6 开挖过程应维持地层的温度稳定,并应对冻结壁进行位移和温度监测。

7 冻结壁解冻过程中应对土层和周边环境进行连续监测,必要时应对地层采取补偿注浆等措施;冻结壁全部融化后应继续监测直到沉降达到控制要求。

8 冻结工作结束后,应对遗留在地层中的冻结管进行填充和封孔,并应保留记录。

9 冻结站拆除时应回收盐水,不得随意排放。

7.3.7 截水帷幕质量控制和保护应符合下列规定:

1 截水帷幕深度应满足设计要求。

2 截水帷幕的平面位置、垂直度偏差应符合设计要求。

3 截水帷幕水泥掺入量和桩体质量应满足设计要求。

4 帷幕的养护龄期应满足设计要求。

5 支护结构变形量应满足设计要求。

6 严禁土方开挖和运输破坏截水帷幕。

7.3.8 截水措施失效时,可采用下列处理措施:

1 设置导流水管。

2 采用遇水膨胀材料或压密注浆、聚氨酯注浆等方法堵漏。

3 快硬早强混凝土浇筑护墙。

4 在基坑外壁增设高压旋喷或水泥土搅拌桩截水帷幕。

5 增设坑内降水和排水设施。

7.4 回 灌

7.4.1 宜根据场地地质条件和降深控制要求,按表7.4.1选择回灌方法。

表 7.4.1 地下水回灌方法

条件 回灌方法	土质类别	渗透系数 (m/d)	回灌方式
管井	填土、粉土、砂土、 碎石土、裂隙基岩	0.1~20.0	异层回灌
砂井	砂土、碎石土	—	异层回灌
砂沟	砂土、碎石土	—	同层回灌
大口井	填土、粉土、砂土、碎石土	—	异层回灌
渗坑	砂土、碎石土	—	同层回灌

7.4.2 应根据降水布置、出水量、现场条件建立回灌系统，回灌点应布置在被保护建筑与降水井之间，并应通过现场试验确定回灌量和回灌工艺。

7.4.3 回灌注水量应保持稳定，在贮水箱进出口处应设置滤网，回灌水的水头高度可根据回灌水量进行调整，严禁超灌引起湿陷事故。

7.4.4 回灌砂井中的砂宜选用不均匀系数为 3~5 的纯净中粗砂，含泥量不宜大于 3%，灌砂量不少于井孔体积的 95%。

7.4.5 回灌水水质不得低于原地下水水质标准，回灌不应造成区域性地下水水质污染。

7.4.6 回灌管路产生堵塞时，应根据产生堵塞的原因，采取连续反冲洗方法、间歇停泵反冲洗与压力灌水相结合的方法进行处理。

7.5 环境影响预测与预防

7.5.1 降水引起的基坑周边环境预测宜包括下列内容：

- 1 地面沉降、塌陷。
- 2 建（构）筑物、地下管线开裂、位移、沉降、变形。
- 3 产生流砂、流土、管渗、潜蚀等。

7.5.2 可根据调查或实测资料、工程经验预测和判断降水对基

坑周边环境的影响；可根据建筑物结构形式、荷载大小、地基条件采用现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的分层总和法，或采用单向固结法按下式估算降水引起的建筑物或地面沉降量：

$$S = \psi_w \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma'_{zi} \Delta h_i}{E_{si}} \quad (7.5.2)$$

式中：S——降水引起的建筑物基础或地面的沉降量（m）；

ψ_w ——沉降计算经验系数，应根据地区工程经验取值；无经验时，对软土地层，宜取 $\psi_w = 1.0 \sim 1.2$ ，对一般地层可取 $0.6 \sim 1.0$ ，对当量模量大于 10MPa 的土层、复合土层可取 $0.4 \sim 0.6$ ，对密实砂层可取 $0.2 \sim 0.4$ ；

$\Delta \sigma'_{zi}$ ——降水引起的地面下第 i 土层中点处的有效应力增量（kPa）；对黏性土，应取降水结束时土的有效应力增量；

Δh_i ——第 i 层土的厚度（m）；

E_{si} ——按实际应力段确定的第 i 层土的压缩模量（kPa）；对采用地基处理的复合土层应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 规定的方法取值。

7.5.3 减少基坑降水对周边环境的影响的措施应符合下列规定：

- 1 应检测帷幕截水效果，对渗漏点进行处理。
- 2 滤水管外宜包两层 60 目井底布，外填砾料应保证设计厚度和质量，抽水含砂量应符合有关规范要求。
- 3 应通过调整降水井数量、间距或水泵设置深度，控制降水影响范围，在保证地下水位降深达到要求时减少抽水量。
- 4 应限定单井出水流量，防止地下水流速过快带动细砂涌入井内，造成地基土渗流破坏。
- 5 开始降水时水泵启动，应根据与保护对象的距离按先远后近的原则间隔进行；结束降水时关闭水泵，应按先近后远的顺序原则间隔进行。

8 土石方开挖

8.1 一般规定

8.1.1 土石方开挖前应对围护结构和降水效果进行检查,满足设计要求后方可开挖,开挖中应对临时开挖侧壁的稳定性进行验算。

8.1.2 基坑开挖除应满足设计工况要求按分层、分段、限时、限高和均衡、对称开挖的方法进行外,尚应符合下列规定:

1 当挖土机械、运输车辆等直接进入基坑进行施工作业时,应采取措施保证坡道稳定,坡道坡度不应大于 $1:7$,坡道宽度应满足行车要求。

2 基坑周边、放坡平台的施工荷载应按设计要求进行控制。

3 基坑开挖的土方不应在邻近建筑及基坑周边影响范围内堆放,当需堆放时应进行承载力和相关稳定性验算。

4 邻近基坑边的局部深坑宜在大面积垫层完成后开挖。

5 挖土机械不得碰撞工程桩、围护墙、支撑、立柱和立柱桩、降水井管、监测点等。

6 当基坑开挖深度范围内有地下水时,应采取有效的降水与排水措施,地下水宜在每层土方开挖面以下 $800\text{mm}\sim 1000\text{mm}$ 。

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

8.1.4 基坑开挖应采用信息施工法,根据基坑周边环境等监测数据,及时调整开挖的施工顺序和施工方法。

8.1.5 在土石方开挖施工过程中,当发现有毒有害液体、气体、固体时,应立即停止作业,进行现场保护,并应报有关部门处理后方可继续施工。

8.1.6 土石方爆破应符合现行行业标准《建筑施工土石方工程安全技术规范》JGJ 180 的规定。

8.2 无内支撑的基坑开挖

8.2.1 放坡开挖的基坑,边坡表面护坡应符合下列规定:

1 坡面可采用钢丝网水泥砂浆或现浇钢筋混凝土覆盖,现浇混凝土可采用钢板网喷射混凝土,护坡面层的厚度不应小于 50mm 、混凝土强度等级不宜低于 $\text{C}20$,配筋应根据计算确定,混凝土面层应采用短土钉固定。

2 护坡面层宜扩展至坡顶和坡脚一定的距离,坡顶可与施工道路相连,坡脚可与垫层相连。

3 护坡坡面应设置泄水孔,间距应根据设计确定。当无设计要求时,可采用 $1.5\text{m}\sim 3.0\text{m}$ 。

4 当进行分级放坡开挖时,在上一级基坑坡面处理完成之前,严禁下一级基坑坡面土方开挖。

8.2.2 放坡开挖基坑的坡顶和坡脚应设置截水明沟、集水井。

8.2.3 采用土钉或复合土钉墙支护的基坑开挖施工应符合下列规定:

1 截水帷幕、微型桩的强度和龄期应达到设计要求后方可进行土方开挖。

2 基坑开挖应与土钉施工分层交替进行,并应缩短无支护暴露时间。

3 面积较大的基坑可采用岛式开挖方式,应先挖除距基坑边 $8\text{m}\sim 10\text{m}$ 的土方,再挖除基坑中部的土方。

4 采用分层分段方法进行土方开挖,每层土方开挖的底标高应低于相应土钉位置,距离宜为 $200\text{mm}\sim 500\text{mm}$,每层分段长度不应大于 30m 。

5 应在土钉承载力或龄期达到设计要求后开挖下一层土方。

8.2.4 采用锚杆支护的基坑开挖施工应符合下列规定:

1 面层或排桩、微型桩、截水帷幕的强度和龄期应达到设

计要求后方可进行土方开挖。

2 基坑开挖应与锚杆施工分层交替进行,并应缩短无支护暴露时间。

3 锚杆承载力、龄期达到设计要求后方可进行下一层土方开挖。

4 预应力锚杆应经试验检测合格后方可进行下一层土方开挖,并应对预应力进行监测。

8.2.5 采用水泥土重力式围护墙的基坑开挖施工应符合下列规定:

1 水泥土重力式围护墙的强度、龄期应达到设计要求后方可进行土方开挖。

2 面积较大的基坑宜采用盆式开挖方式,盆边留土平台宽度不宜小于8m。

3 土方开挖至坑底后应及时浇筑垫层,围护墙无垫层暴露长度不宜大于25m。

8.3 有内支撑的基坑开挖

8.3.1 基坑开挖应按先撑后挖、限时、对称、分层、分区等的开挖的方法确定开挖顺序,严禁超挖,应减小基坑无支撑暴露开挖时间和空间。混凝土支撑应在达到设计要求的强度后。进行下层土方开挖;钢支撑应在质量验收并按设计要求施加预应力后。进行下层土方开挖。

8.3.2 挖土机械不应停留在水平支撑上方进行挖土作业,当在支撑上部行走时,应在支撑上方回填不少于300mm厚的土层,并应采取铺设路基箱等措施。

8.3.3 立柱桩周边300mm土层及塔吊基础下钢格构柱周边300mm土层应采用人工挖除,格构柱内土方宜采用人工清除。

8.3.4 采用逆作法、盖挖法进行暗挖施工应符合下列规定:

1 基坑土方开挖和结构工程施工的方法和顺序应满足设计工况要求。

2 基坑土方分层、分段、分块开挖后,应按施工方案的要求限时完成水平支护结构施工。

3 当狭长形基坑暗挖时,宜采用分层分段开挖方法,分段长度不宜大于25m。

4 面积较大的基坑应采用盆式开挖方式,盆式开挖的取土口位置与基坑边的距离不宜小于8m。

5 基坑暗挖作业应根据结构预留洞口的位置、间距、大小增设强制通风设施。

6 基坑暗挖作业应设置足够的照明设施,照明设施应根据挖土过程配置。

7 逆作法施工,梁板底模应采用模板支撑系统,模板支撑下的地基承载力应满足要求。

8.4 土石方开挖与爆破

8.4.1 岛式土方开挖应符合下列规定:

1 边部土方的开挖范围应根据支撑布置形式、围护墙变形控制等因素确定。边部土方应采用分段开挖的方法,应减小围护墙无支撑或无垫层暴露时间。

2 中部岛状土体的各级放坡和总放坡应验算稳定性。

3 中部岛状土体的开挖应均衡对称进行。

8.4.2 盆式土方开挖应符合下列规定:

1 中部土方的开挖范围应根据支撑形式、围护墙变形控制、坑边土体加固等因素确定;中部有支撑时应先完成中部支撑,再开挖盆边土方。

2 盆边开挖形成的临时放坡应进行稳定性验算。

3 盆边土体应分块对称开挖,分块大小应根据支撑平面布置确定,应限时完成支撑。

4 软土地基盆式开挖的坡面可采取降水、支护、土体加固等措施。

8.4.3 狭长形基坑的土方开挖应符合下列规定:

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

2 每层每段开挖和支撑形成的时间应符合设计要求。

3 分层分段开挖至坑底时,应限时施工垫层。

8.4.4 冻胀土基坑采用爆破法开挖时应符合下列规定:

1 当冻土爆破开挖深度大于 1.0m 时,应采取分层开挖,分层厚度可根据钻爆机具性能及人员操作难度确定。

2 为缩短基坑暴露时间,对浅小基坑,应根据施工机械、人员、钻爆机具的配置情况,采取一次全断面开挖,并及时进行基础施工;对深大基坑,应采取分段开挖、分段进行基础施工。

8.4.5 土石方开挖爆破工程应由具有相应爆破资质和安全生产许可证的企业承担。爆破作业人员应取得有关部门颁发的资格证书,并应持证上岗。爆破工程作业现场应由具有相应资格的技术人员负责指导施工。

8.4.6 爆破参数应根据工程类比法或通过现场试炮确定。

8.4.7 当采用爆破法施工时,应采取合理的爆破施工工艺以减小对周边环境的影响。当坡体顶部边缘有建筑物或岩体抗拉强度较低时,坡体的上部宜采用锚杆支护控制岩体开挖后的卸荷裂隙。有锚杆支护的爆破开挖,应采取防止锚杆应力松弛措施。

9 特殊性土基坑工程

9.1 一般规定

9.1.1 特殊性土深基坑工程施工应根据气候条件、地基的胀缩等级、场地的工程地质及水文地质条件以及支护结构类型,结合工程经验和施工条件,因地制宜采取安全技术措施。

9.1.2 土方开挖前,应完成地表水系导引措施,并按设计要求完成基坑四周坡顶防渗层、截流沟施工;使用过程中,应对排水和防护措施进行定期检查和记录,排水应通畅,施工期间各类地表水不得进入工作面。

9.1.3 形成的开挖面符合设计要求后,应立即进行后续施工作业,并应采取措施避免开挖面长时间暴露。边开挖、边支护施工的膨胀土、冻胀土基坑工程,应对设计开挖面进行及时保护。气温降到 0°C 前,应对有可能冻裂的浅表水管采取保温措施。

9.1.4 特殊性土深基坑工程应按信息施工法要求进行设计、施工和监测。除采用仪器设备进行监测外,还应采用人工巡视重点检查膨胀土胀缩、冻胀土冻胀、软土侧壁挤出和地表裂缝、异常变形、渗漏等情况。

9.1.5 湿陷性黄土基坑工程,除符合本规范外,尚应符合现行行业标准《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》JGJ 167 的相关规定。

9.2 膨胀岩土基坑工程

9.2.1 膨胀岩土基坑工程施工阶段应根据现场情况的变化进行稳定性验算。稳定验算应根据岩土含水量变化和膨胀岩土的胀缩力对土的抗剪强度指标进行折减;有软弱夹层及层状膨胀岩土,应按最不利的滑动面验算稳定性;存在胀缩裂缝和地裂缝时,应

进行沿裂缝滑动的稳定性验算。

9.2.2 膨胀土中维护结构施工宜选择干作业方法，支护锚杆注浆材料宜先采用水泥砂浆，后采用水泥浆二次注浆技术。

9.2.3 当施工过程中发现实际揭露的膨胀土分布情况、土体膨胀特性与勘察结果存在较大差别，或遇雨淋、泡水、失水干裂等情况时，应及时反馈设计，并应采取处理措施。

9.2.4 膨胀土基坑开挖应符合下列规定：

1 土方开挖应按从上到下分层分段依次进行，开挖应与坡面防护分级跟进作业，本级边坡开挖完成后，应及时进行边坡防护处理，在上一级边坡处理完成之前，严禁下一级边坡开挖。

2 开挖过程中，必须采取有效防护措施减少大气环境对侧壁土体含水量的影响。

3 应分层、分段开挖，分段长度不应大于 30m。

4 土方开挖应按设计开挖轮廓线预留保护层，保护层厚度应根据不同基坑段的地质条件确定，弱膨胀土预留保护层厚度不应小于 300mm，中强膨胀土预留保护层厚度不应小于 500mm；中强膨胀土基坑底部坡脚处宜预留土墩。

9.2.5 基坑侧壁和底面的防护应符合下列规定：

1 完成保护层开挖后，应立即采取防雨淋、防土体蒸发失水的临时防护措施。

2 侧壁临时防护可采用防雨布覆盖，坑底防护宜选择迅速施工垫层等方式。

9.2.6 开挖施工过程中的地质编录与施工记录应符合下列规定：

1 开挖过程中，应对开挖揭露的地层情况、岩性、地下水、膨胀性等情况进行记录，发现与勘察报告差异较大时，应及时通知监理、勘察及设计人员，研究处置措施。

2 按设计要求开挖到设计轮廓后，应对开挖面进行地质编录。

3 当开挖过程中基坑发生局部变形超限或坍塌时，应对变形体或坍塌体进行专项记录。

9.2.7 膨胀土基坑工程地表水处理应符合下列规定：

1 开挖前，应根据现场地形及汇水条件、基坑四周地面水系情况，按设计要求做好地表水导引及坡顶截排水方案。

2 坡顶应设置硬化防渗层，保护范围应延伸到坡顶纵截水沟外侧，坡顶不得有积水。

3 坡顶截水沟应进行铺砌及防渗漏处理，截水沟应结合地形条件分段布置向坑外排放的排水通道，排水通道之间应排水通畅。

4 在分级开挖过程中，应采取措施减少地表水和地下水对开挖施工的影响。

9.3 受冻融影响的基坑工程

9.3.1 可能发生冻胀的基坑宜采用内支撑或逆作法施工。

9.3.2 可能发生冻胀的基坑工程，应对冻胀力进行设计验算。

9.3.3 对基坑侧壁为冻胀土、强冻胀土、特强冻胀土的基坑工程，应采用保温措施。冬期施工时宜搭设暖棚；冬期不施工的，可采取覆盖保温或局部搭设暖棚。

9.3.4 可能发生冻胀的基坑使用锚拉支护时，应增大锚杆截面积，提高杆材抗拉能力，防止锚杆出现断裂破坏。

9.3.5 对相邻建（构）筑物有保护要求和支护结构有严格变形要求的工程，在冻土融化阶段，应加强土体沉降、结构变形和锚杆拉力的监测。当锚杆产生应力松弛、拉力下降时，应重新张拉至设计要求。

9.3.6 冰和冻土融化时，应防止渗漏水形成的冰柱、冰溜和冻土掉落伤人。

9.3.7 受冻融影响的基坑，应及时回填。

9.4 软土基坑工程

9.4.1 对高灵敏度软土基坑，施工和使用过程中，应采取措施减少临近交通道路或其他扰动源对土的扰动。

9.4.2 基坑开挖时应对软土的触变性和流动性采取措施,当采用排桩保护时,必须进行桩间土的保护,防止软土侧向挤出。当周边有建(构)筑物时,宜设置截水帷幕保护桩间土。

9.4.3 软土基坑围护结构施工,应采取合适的施工方法,减少对软土的扰动,控制地层位移对周边环境的影响。

9.4.4 紧邻建(构)筑物的软土基坑开挖前宜进行土体加固,并应进行加固效果检测,达到设计要求后方可开挖。

9.4.5 在基坑内进行工程桩施工应符合下列规定:

1 桩顶上部应预留一定厚度的土层,严禁在临近基坑底部形成空孔,必要时对被动区或坑脚土体进行预加固。

2 应减少对基坑底部土体的扰动。

3 应缩短临近基坑侧壁工程桩混凝土的凝固时间。

4 应采用分区隔排、间隔施工,减少对土的集中扰动。

5 应控制钻进和施工速度,防止剪切液化的发生。

10 检查与监测

10.1 一般规定

10.1.1 基坑工程施工应对原材料质量、施工机械、施工工艺、施工参数等进行检查。

10.1.2 基坑土方开挖前,应复核设计条件,对已经施工的围护结构质量进行检查,检查合格后方可进行土方开挖。

10.1.3 基坑土方开挖及地下结构施工过程中,每个工序施工结束后,应对该工序的施工质量进行检查;检查发现的质量问题应进行整改,整改合格后方可进入下道施工工序。

10.1.4 施工现场平面、竖向布置应与支护设计要求一致,布置的变更应经设计认可。

10.1.5 基坑施工过程除应按现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的规定进行专业监测外,施工方应同时编制包括下列内容的施工监测方案并实施:

1 工程概况。

2 监测依据和项目。

3 监测人员配备。

4 监测方法、精度和主要仪器设备。

5 测点布置与保护。

6 监测频率、监测报警值。

7 异常情况下的处理措施。

8 数据处理和信息反馈。

10.1.6 应根据环境调查结果,分析评估基坑周边环境的变形敏感度,宜根据基坑支护设计单位提出的各个施工阶段变形设计值和报警值,在基坑工程施工前对周边敏感的建筑物及管线设施采取加固措施。

续表 10.2.2

质量项目与 基坑安全等级			检查内容	检查方法	
支护结构	一级	地下连续墙	墙深、混凝土强度、墙身完整性、接头渗水	3. 地下连续墙墙身完整性可通过预埋声测管检查； 4. 锚杆和土钉的抗拔力查现场抗拔试验报告，锚杆与腰梁的连接节点可采用目测结合人工扭力扳手； 5. 几何参数，如桩径、桩距等用直尺量； 6. 标高由水准仪测量，桩长可通过取芯检查； 7. 坡度、中间平台宽度用直尺量测； 8. 其余可根据具体情况确定	
		锚杆	锚杆抗拔力、平面及竖向位置、锚杆与腰梁连接节点、腰梁与后靠结构之间的结合程度		
		土钉墙	放坡坡度、土钉抗拔力、土钉平面及竖向位置、土钉与喷射混凝土面层连接节点		
	二级	排桩	混凝土强度、桩身完整性		
		型钢水泥土搅拌墙	水泥土强度、型钢长度及焊接质量		
		地下连续墙	混凝土强度、接头渗水		
		锚杆	锚杆抗拔力、平面及竖向位置、锚杆与腰梁连接节点、腰梁与后靠结构之间的结合程度		
		土钉墙	放坡坡度、土钉抗拔力、土钉平面及竖向位置、土钉与喷射混凝土面层连接节点		
	截水帷幕	一级	水泥搅拌墙		桩长、成桩状况、渗透性能
			高压旋喷搅拌墙		
咬合桩墙					
二级		水泥搅拌墙	成桩状况、渗透性能		
		高压旋喷搅拌墙			
咬合桩墙	桩间接接量				
地基加固	一级	水泥土桩	顶标高、底标高、水泥土强度		
		压密注浆			
	二级	水泥土桩	顶标高、水泥土强度		
		压密注浆			

10.1.7 施工过程中，应根据第三方专业监测和施工监测结果，及时分析评估基坑的安全状况，对可能危及基坑安全的质量问题，应采取补救措施。

10.1.8 监测标志应稳固、明显，位置应避开障碍物，便于观测；对监测点应有专人负责保护，监测过程应有工作人员的安全保护措施。

10.1.9 当遇到连续降雨等不利天气状况时，监测工作不得中断；并应同时采取措施确保监测工作的安全。

10.2 检 查

10.2.1 基坑工程施工质量检查应包括下列内容：

- 1 原材料表观质量。
- 2 围护结构施工质量。
- 3 现场施工场地布置。
- 4 土方开挖及地下结构施工工况。
- 5 降水、排水质量。
- 6 回填土质量。
- 7 其他需要检查质量的内容。

10.2.2 围护结构施工质量检查应包括施工过程中原材料质量检查和施工过程检查、施工完成后的检查；施工过程应主要检查施工机械的性能、施工工艺及施工参数的合理性，施工完成后的质量检查应按相关技术标准及设计要求进行，主要内容及方法应符合表 10.2.2 的规定。

表 10.2.2 围护结构质量检查的主要内容及方法

质量项目与 基坑安全等级			检查内容	检查方法
支护结构	一级	排桩	混凝土强度、桩位偏差、桩长、桩身完整性	1. 混凝土或水泥土强度可检查取芯报告； 2. 排桩完整性可查桩身低应变动测报告；
		型钢水泥土搅拌墙	桩位偏差、桩长、水泥土强度、型钢长度及焊接质量	
	二级	排桩	混凝土强度、桩位偏差、桩长、桩身完整性	
		型钢水泥土搅拌墙	桩位偏差、桩长、水泥土强度、型钢长度及焊接质量	

续表 10.2.2

质量项目与 基坑安全等级			检查内容	检查方法
支撑	一级和二级	混凝土支撑	混凝土强度、截面尺寸、平直度等	
		钢支撑	支撑与腰梁连接节点、腰梁与后靠结构之间的密合程度等	
		竖向立柱	平面位置、顶标高、垂直度等	

10.2.3 安全等级为一级的基坑工程设置封闭的截水帷幕时，开挖前应通过坑内预降水措施检查帷幕截水效果。

10.2.4 施工现场平面、竖向布置检查应包括下列内容：

- 1 出土坡道、出土口位置。
- 2 堆载位置及堆载大小。
- 3 重车行驶区域。
- 4 大型施工机械停靠点。
- 5 塔吊位置。

10.2.5 土方开挖及支护结构施工工况检查应包括下列内容：

- 1 各工况的基坑开挖深度。
- 2 坑内各部位土方高差及过渡段坡率。
- 3 内支撑、土钉、锚杆等的施工及养护时间。
- 4 土方开挖的竖向分层及平面分块。
- 5 拆撑之前的换撑措施。

10.2.6 混凝土内支撑在混凝土浇筑前，应对支架、模板等进行检查。

10.2.7 降排水系统质量检查应包括下列内容：

- 1 地表排水沟、集水井、地面硬化情况。
- 2 坑内外井点位置。
- 3 降水系统运行状况。

4 坑内临时排水措施。

5 外排通道的可靠性。

10.2.8 基坑回填后应检查回填土密实度。

10.3 施工监测

10.3.1 施工监测应采用仪器监测与巡视相结合的方法。用于监测的仪器应按测量仪器有关要求定期标定。

10.3.2 基坑施工和使用中应采取多种方式进行安全监测，对有特殊要求或安全等级为一级的基坑工程，应根据基坑现场施工作业计划制定基坑施工安全监测应急预案。

10.3.3 施工监测应包括下列主要内容：

- 1 基坑周边地面沉降。
- 2 周边重要建筑沉降。
- 3 周边建筑物、地面裂缝。
- 4 支护结构裂缝。
- 5 坑内外地下水位。
- 6 地下管线渗漏情况。
- 7 安全等级为一级的基坑工程施工监测尚应包含下列主要内容：

- 1) 围护墙或临时开挖边坡面顶部水平位移；
- 2) 围护墙或临时开挖边坡面顶部竖向位移；
- 3) 坑底隆起；
- 4) 支护结构与主体结构相结合时，主体结构的相关监测。

10.3.4 基坑工程施工过程中每天应有专人进行巡视检查，巡视检查应符合下列规定：

- 1 支护结构，应包含下列内容：
 - 1) 冠梁、腰梁、支撑裂缝及开展情况；
 - 2) 围护墙、支撑、立柱变形情况；
 - 3) 截水帷幕开裂、渗漏情况；
 - 4) 墙后土体裂缝、沉陷或滑移情况；

5) 基坑涌土、流砂、管涌情况。

2 施工工况, 应包含下列内容:

1) 土质条件与勘察报告的一致性情况;

2) 基坑开挖分段长度、分层厚度、临时边坡、支锚设置与设计要求的符合情况;

3) 场地地表水、地下水排放状况, 基坑降水、回灌设施的运转情况;

4) 基坑周边超载与设计要求的符合情况。

3 周边环境, 应包含下列内容:

1) 周边管道破损、渗漏情况;

2) 周边建筑开裂、裂缝发展情况;

3) 周边道路开裂、沉陷情况;

4) 邻近基坑及建筑的施工状况;

5) 周边公众反映。

4 监测设施, 应包含下列内容:

1) 基准点、监测点完好状况;

2) 监测元件的完好和保护情况;

3) 影响观测工作的障碍物情况。

10.3.5 巡视检查宜以目视为主, 可辅以锤、钎、量尺、放大镜等工具以及摄像、摄影等手段进行, 并应作好巡视记录。如发现异常情况和危险情况, 应对照仪器监测数据进行综合分析。

11 基坑安全使用与维护

11.1 一般规定

11.1.1 基坑开挖完毕后, 应组织验收, 经验收合格并进行安全使用与维护技术交底后, 方可使用。基坑使用与维护过程中应按施工安全专项方案要求落实安全措施。

11.1.2 基坑使用与维护中进行工序移交时, 应办理移交签字手续。

11.1.3 应进行基坑安全使用与维护技术培训, 定期开展应急处置演练。

11.1.4 基坑使用中应针对暴雨、冰雹、台风等灾害天气, 及时对基坑安全进行现场检查。

11.1.5 主体结构施工过程中, 不应损坏基坑支护结构。当需改变支护结构工作状态时, 应经设计单位复核。

11.2 使用安全

11.2.1 基坑工程应按设计要求进行地面硬化, 并在周边设置防水围挡和防护栏杆。对膨胀性土及冻土的坡面和坡顶 3m 以内应采取防水及防冻措施。

11.2.2 基坑周边使用荷载不应超过设计限值。

11.2.3 在基坑周边破裂面以内不宜建造临时设施; 必须建造时应经设计复核, 并应采取保护措施。

11.2.4 雨期施工时, 应有防洪、防暴雨措施及排水备用材料和设备。

11.2.5 基坑临边、临空位置及周边危险部位, 应设置明显的安全警示标识, 并应安装可靠围挡和防护。

11.2.6 基坑内应设置作业人员上下坡道或爬梯, 数量不应少于

2 个。作业位置的安全通道应畅通。

11.2.7 基坑使用过程中施工栈桥的设置应符合下列规定：

1 施工栈桥及立柱桩应根据基坑周边环境条件、基坑形状、支撑布置、施工方法等进行专项设计，立柱桩的设计间距应满足坑内小型挖土机械的移动和操作时的安全要求。

2 专项设计应提交设计单位进行复核。

3 使用中应按设计要求控制施工荷载。

11.2.8 当基坑周边地面产生裂缝时，应采取灌浆措施封闭裂缝。对于膨胀土基坑工程，应分析裂缝产生原因，及时反馈设计处理。

11.2.9 基坑使用中支撑的拆除应满足本规范第 6 章的规定。

11.3 维 护 安 全

11.3.1 使用单位应有专人对基坑安全进行定期巡查，雨期应增加巡查次数，并应作好记录；发现异常情况应立即报告建设、设计、监理等单位。

11.3.2 基坑工程使用与维护期间，对基坑影响范围内可能出现的交通荷载或大于 35kPa 的振动荷载，应评估其对基坑工程安全的影响。

11.3.3 降水系统维护应符合下列规定：

1 定时巡视降排水系统的运行情况，及时发现和处理系统运行的故障和隐患。

2 应采取措施保护降水系统，严禁损害降水井。

3 在更换水泵时应先量测井深，确定水泵埋置深度。

4 备用发电机应处于准备发动状态，并宜安装自动切换系统，当发生停电时，应及时切换电源，缩短停止抽水时间。

5 发现喷水、涌砂，应立即查明原因，采取措施及时处理。

6 冬期降水应采取防冻措施。

11.3.4 降水井点的拔除或封井除应满足设计要求外，应在基础及已施工部分结构的自重大于水浮力、已进行基坑回填的条件下

进行，所留孔洞应用砂或土填塞，并可根据要求采用填砂注浆或混凝土封填；对地基有隔水要求时，地面下 2m 可用黏土填塞密实。

11.3.5 基坑围护结构出现损伤时，应编制加固修复方案并及时组织实施。

11.3.6 基坑使用与维护期间，遇有相邻基坑开挖施工时，应做好协调工作，防止相邻基坑开挖造成的安全损害。

11.3.7 邻近建（构）筑物、市政管线出现渗漏损伤时，应立即采取措施，阻止渗漏并应进行加固修复，排除危险源。

11.3.8 对预计超过设计使用年限的基坑工程应提前进行安全评估和设计复核，当设计复核不满足安全指标要求时，应及时进行加固处理。

11.3.9 基坑应及时按设计要求进行回填，当回填质量可能影响坑外建筑物或管线沉降、裂缝等发展变化时，应采用砂、砂石料回填并注浆处理，必要时可采用低强度等级混凝土回填密实。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,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:

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么做的,采用“可”。

2 规范中指明应按其他有关标准、规范执行时的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497
- 3 《岩土工程勘察安全规范》GB 50585
- 4 《爆破安全规程》GB 6722
- 5 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 6 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 7 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 8 《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》JGJ 167
- 9 《建筑施工土石方工程安全技术规范》JGJ 180

中华人民共和国行业标准

建筑深基坑工程施工安全技术规范

JGJ 311 - 2013

条文说明

制 订 说 明

《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311-2013 经住房和城乡建设部 2013 年 10 月 9 日以第 174 号公告批准、发布。

本规范编制过程中,编制组进行了大量的调查研究,总结了我国工程建设建筑深基坑工程施工、使用与维护安全方面的实践经验,同时参考了国外建筑深基坑工程施工安全技术的先进技术法规、技术标准、工程实践经验和科研成果。

为便于广大设计、施工、科研和学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《建筑深基坑工程施工安全技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1 总则	65
3 基本规定	66
4 施工环境调查	69
4.1 一般规定	69
4.2 现场勘查及环境调查要求	69
4.3 现场勘查与环境调查报告	70
5 施工安全专项方案	71
5.1 一般规定	71
5.2 安全专项方案编制	71
5.3 危险源分析	71
5.4 应急预案	71
5.6 安全技术交底	72
6 支护结构施工	73
6.1 一般规定	73
6.2 土钉墙支护	75
6.3 重力式水泥土墙	76
6.4 地下连续墙	76
6.5 灌注桩排桩围护墙	78
6.6 板桩围护墙	78
6.7 型钢水泥土搅拌墙	79
6.8 沉井	80
6.9 内支撑	80
6.10 土层锚杆	82
6.11 逆作法	83
6.12 坑内土体加固	84

7	地下水与地表水控制	85
7.1	一般规定	85
7.2	排水与降水	85
7.5	环境影响预测与预防	85
8	土石方开挖	86
8.1	一般规定	86
8.2	无内支撑的基坑开挖	87
8.3	有内支撑的基坑开挖	88
8.4	土石方开挖与爆破	90
9	特殊性土基坑工程	92
9.1	一般规定	92
9.2	膨胀岩土基坑工程	92
9.3	受冻融影响的基坑工程	93
9.4	软土基坑工程	93
10	检查与监测	94
10.1	一般规定	94
10.2	检查	96
10.3	施工监测	98
11	基坑安全使用与维护	100
11.1	一般规定	100
11.2	使用安全	101
11.3	维护安全	102

1 总 则

1.0.1 随着城市化进程的逐步推进、城市建设快速发展,地下空间资源利用越来越受到重视,各类建筑物的地下部分所占空间越来越大,埋置深度越来越深,深度 20m 左右的基坑已属常见,国内基坑最大深度已超过 40m。基坑工程向更大、更深、条件更加复杂的方向发展,带来了更多的基坑工程安全与周边环境保护问题。基坑工程的安全技术至关重要,极需规范。

位于中心城区的大部分深基坑工程,基坑周边地面建(构)筑物较多,常存在历史保护建筑或老式居民住宅,基坑周边地下市政设施、管线密布,有的基坑紧邻地铁、隧道。基坑周边环境安全与基坑工程安全具有同等重要性。为保证深基坑及周边环境安全,要求对涉及深基坑工程的现场勘查与环境调查、施工组织设计、现场施工、安全监测、周边保护环境、基坑的使用与维护等各个方面的安全技术作出规定,以适应当前建筑深基坑工程施工安全的需要。

1.0.2 根据目前的习惯划分,本规范适用范围为基坑深度为大于或等于 5m 的基坑,对基坑深度虽不足 5m 但水文地质条件或周边环境复杂、可能发生安全事故的基坑工程可参照执行。

1.0.3 本规范涵盖了膨胀土、可冻胀土、高灵敏度土等基坑工程,在执行中除应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497、现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 外,应与其他国家现行标准,如《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》JGJ 167 等协调使用。

3 基本规定

中国幅员辽阔,建筑工程基坑涉及的地质、水文条件差别较大,在深基坑工程的现场勘查、施工、安全监测、周边环境保护时应根据深基坑工程的安全等级和环境保护等级,相似工程施工安全技术、地方经验等,选择合适的支护、地下水控制、土石方开挖施工工艺与安全技术,使用与维护等的安全技术措施,确保深基坑工程和周边环境安全。

深基坑工程是复杂、变化的系统工程,需要依赖信息化施工和工程经验,因此深基坑工程的现场勘查、施工组织设计、现场施工、安全监测、周边保护环境应当充分重视以往的经验,做到施工方案合理,技术措施周密,检测和监测手段齐全,切实保障深基坑工程安全。

3.0.1 建筑深基坑工程安全等级的划分涉及基坑变形控制指标要求、基坑监测方案评审要求、基坑工程安全风险分析与评估要求等,本规范充分考虑了现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202,现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120等规范中有关“地基基础设计等级”、“支护结构安全等级”、“基坑变形控制等级”等划分原则和定义,考虑基坑施工安全的特点、重要性、安全技术要求等,将基坑安全等级划分为一级、二级两个等级。

3.0.2 本条理由如下:

1 建设单位应组织或委托相关单位进行基坑环境调查,查明基坑工程涉及的市政管线现状、特别是渗漏情况,邻近建筑物基础形式、埋深、结构类型、使用后的沉降、裂缝等状况及相邻区域内正在施工和使用的基坑工程情况等,以便设计单位和施工

单位在设计文件、施工组织设计中制定合理有效的安全措施。环境调查质量事关基坑工程设计和施工安全。

2 明确了不同安全等级的基坑工程,在施工过程中对变形进行控制的指标要求。对基坑工程保证不出现正常使用极限状态、承载能力极限状态意义重大。需要强调的是这一规定显然与基坑工程的设计相关联。施工安全等级为二级的基坑工程可按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202相应的规定要求执行。

3 施工安全专项方案是指在对施工过程及基坑工程使用与维护过程中可能出现的危险源进行分析、识别的基础上,制定相应的应急预案、应急响应、技术交底。施工安全专项方案的编制、演练等是确保基坑工程施工安全的主要文件。

4 基坑工程安全监测对于基坑工程安全的重要性众所周知,是信息施工法的保证。

3.0.3 根据各省市建设行政主管部门的有关规定或要求,组织专家评审或专家论证。充分发挥行业专家的作用,组织设计评审和施工方案审查在全国普遍得到落实以来,明显减少了基坑工程事故,应得到严格执行。

3.0.5 基坑开挖时,存在支护结构未达到设计强度进行开挖的现象,比如土钉、复合土钉支护结构,一般允许支护锚杆体强度达到80%以上可以进行下一步开挖,工程实践表明,此时进行堆载,对支护结构承载力增长及变形均不利。为确保支护结构承载力及控制支护结构变形,在支护结构达到设计强度前,严禁在设计预计的滑裂面范围内堆载。

上海莲花河畔倒楼事件的教训表明,除按设计要求控制基坑滑裂面范围内堆载外,对需要进行临时土石方堆放的工程,必须进行包括自身稳定性、邻近建筑物地基稳定性、基坑稳定性的整体验算,稳定安全系数满足相关规范要求后才能确保基坑工程的安全。

3.0.6 膨胀土、湿陷性黄土、盐渍土、可能发生冻胀的土、高

灵敏度土等场地深基坑工程的施工各有特点并有其地域性和季节性,其施工安全与水作用条件密不可分,应根据本规范第9章规定的要求进行。对湿陷性黄土、盐渍土基坑工程,国家现行标准有规定的从其规定,无规定的可以参照本规范执行。

3.0.7 信息施工是保证基坑工程施工安全的重要手段,但在实际工程中,由于基坑工程的监理、监测、施工单位水平参差不齐,建立与设计单位的反馈机制较为困难,基坑工程施工过程中如果不能真正实现信息施工,基坑工程施工安全很难得到保证。

变形控制指标分解应根据基坑工程使用、运行时间、软土流变、地下管线渗漏、雨季、超载状况等条件进行。

本条给出了进行信息施工的一些基本要求,希望通过广大工程技术人员和科技工作者的积极实践,逐步形成基坑工程信息施工的技术和管理体制。

3.0.8 本条明确对特殊条件下的基坑安全等级为一级的基坑工程进行风险评估作出规定。这里的“特殊条件”指基坑环境有需保护的文物、与生命线工程密切相关、需保护的建筑物、构筑物,重要的交通枢纽设施、指挥系统所在建筑,涉及重大人民生命财产安全的建筑物、构筑物等。

4 施工环境调查

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定了现场勘查和环境调查与原有工程勘察、设计文件的关系。基坑工程应进行专门勘察,但现状是,基坑工程勘察工作往往针对性不强,许多工程甚至没有进行专门勘察而直接参考建筑工程的勘察报告进行设计。对于地质及环境条件复杂的基坑很难满足设计与安全施工的需要,安全隐患也很大,环境调查和有针对性的施工勘察是对基坑工程勘察工作的补充完善。

此外,基坑工程设计阶段的工程勘察文件往往不重视浅部及建筑周边地质条件的岩土参数变化,特别是周边建(构)筑物及地下管网的荷载与分布,上部施工时的平面布置与动荷载等,而这些内容正是基坑工程施工前所需掌握的,特别是当场地存在挖、填方或地下水等水文地质条件及其发生变化时基坑岩土条件随之发生变化的情况。因此,在基坑工程施工前进行环境调查,发现已有勘察资料不能满足基坑工程设计和施工的要求时,应及时通知业主专门进行基坑工程的补充勘察。

4.1.2 本条规定了在进行基坑工程勘察与环境调查之前应取得或应搜集的一些与基坑有关的基本资料及工作内容。

4.2 现场勘查及环境调查要求

4.2.1 基坑周围环境调查的对象主要指会对基坑工程产生影响或受基坑工程影响的周围建(构)筑物、道路、地下管线、贮输水设施及相关活动等,以及上部结构施工时的荷载堆放(建材和塔吊等)、运输车辆的道路,这涉及原有基坑设计时荷载计算的变化情况,这对基坑的安全运营至关重要。

4.2.2 本条规定了对于不同安全等级基坑的勘查手段。由于归

属于不同部门管理的地下管网（通信、电力、市政、军用等）造成各种地下管网分布的复杂性，业主单位也难以查清，近年来，由于基坑施工造成的各种管网损坏屡见不鲜，所以在此强调了勘查手段。

4.2.3 为防止地表水沿勘探孔下渗，规定勘探工作结束后，应及时回填夯实。

4.3 现场勘查与环境调查报告

4.3.1 本条规定了现场勘查和环境调查报告应包括的主要内容。

4.3.2 相对于一般岩土工程勘察报告所附图表而言，周边环境条件图应包括下列内容。

- 1 勘查点（也可使用原勘察报告的勘探点）平面位置图。
- 2 基坑周围已有建（构）筑物、管线、道路的分布情况。
- 3 基础边线、基坑开挖线、用地红线。
- 4 沿基坑开挖边线的地质剖面、必要时应绘制的垂直基坑边线的剖面图。

4.3.3 现场勘查与环境调查报告应在原勘察报告和设计文件的基础上，对设计方案和施工需要的岩土参数，周边条件给出明确的结论，还需说明岩土参数取值或变化的依据，施工过程中对周边建（构）筑物采取的安全措施建议。

5 施工安全专项方案

5.1 一般规定

5.1.4 根据各省市建设行政主管部门的有关规定或要求组织专家论证；无规定的，由总承包单位技术负责人组织不少于3名以上的专家进行论证。

5.2 安全专项方案编制

5.2.2 施工各阶段安全技术措施还应包括基坑施工各阶段的大型施工机械的安全技术。

5.3 危险源分析

5.3.2 特殊保护要求指：对临近地铁、历史保护建筑、危房、交通主干道、基坑边塔吊、给水管线、煤气管线等重要管线采取的安全保护要求。

5.4 应急预案

5.4.2 险情一般是指：变形较大，超过报警值且采取相关措施后情况没有大的改善；周边建（构）筑物变形持续发展或已影响正常使用。

开挖底面出现流砂、管涌时，应立即停止基坑挖土，当判断为承压水突涌时应立即回填并采取降压措施；判断为坑内外水位高差大引起时，可根据环境条件采取截断坑内外水力联系、坑周降水法降低水头差、设置反滤层封堵流土点等方式进行处理。

坑底突涌时应查明突涌原因，对因勘察孔、监测孔封孔不当引起的单点突涌，宜采用坑内围堵平衡水位后，施工降水并降低水位，再进行快速注浆处理；对于不明原因的坑底突涌，应结合

坑外水位孔的水位监测数据分析；对围护结构或帷幕渗漏引起的坑底突涌，应采用坑内回填平衡、坑底加固、坑外快速注浆或冻结方法进行处理。

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，或采取加大预留土墩，坑内堆砂袋、回填土、增设锚杆、支撑、坑外卸载、注浆加固、托换等措施。

5.4.5 本条为强制性条文，基坑工程坍塌事故会产生重大生命财产损失，应避免人员伤亡。基坑工程坍塌事故一般具有明显征兆，如支护结构局部破坏产生的异常声响、位移的快速变化、水土的大量涌出等。当预测到基坑坍塌、建筑物倒塌事故的发生不可逆转时，应立即撤离现场施工人员及临近建筑物内的所有人员。

5.6 安全技术交底

5.6.1 交底包括设计交底、施工各阶段安全交底。

6 支护结构施工

6.1 一般规定

6.1.1 基坑工程施工前应学习和研究设计文件，充分了解设计意图；并根据设计文件、现场条件、周边环境、气候条件等编制施工组织设计或施工方案，以达到保证基坑工程、地下结构安全施工和减少对基坑周边环境的影响的目的。

由于基坑工程的施工具有一定的风险性和不可预见性，编制施工组织设计或施工方案中应有针对性的应急预案，并建立相应的应急响应机制，配置足够的应急材料、机械、人力等资源。

江、河、湖、海等堤坝附近基坑工程应加强对堤坝的保护。直接临水基坑工程一般需要修筑临时性围堰，创造干作业条件。筑岛施工时施工平台应注意潮汐影响，施工平台应高出最高潮水位或最高水位。

6.1.2 根据工程实践，基坑支护结构变形与施工工况有很大关系。应根据工程场地实际和设计要求，确定合理的施工方案，明确支护结构施工与土方开挖、降水、地下结构施工各工序间的合理作业时间与工序控制，关键是在实际施工中严格按照施工方案组织施工，这对于保证基坑工程安全、减小基坑支护结构变形和环境影响意义重大。

6.1.3 支护结构在施工和拆除阶段对已施工的桩基、邻近建筑物、道路管线、地下设施等有不同影响。支护结构施工时应根据环境条件要求，采取合理的措施，如采用挤土效应较小的三轴水泥土搅拌桩隔水、地下连续墙施工时加强槽壁稳定性监测或采取槽壁加固、调整槽段宽度、选用优质泥浆，不允许进行混凝土支撑爆破的区域可采用钢支撑等。

此外，在基坑工程与保护对象之间设置隔断屏障，对需保护

的管线应采取架空保护,邻近建筑物预先进行基础加固、托换等措施也可以有效减少基坑工程对环境的不利影响。

6.1.4 支护结构施工与场地的地质条件密切相关,具有一定的不可预见性。应进行试验性施工,可及时发现施工中可能存在的危险源及问题,并能获得相关的施工参数,对之后的正式施工进行指导。避免支护结构正式施工时发生类似事故,确保工程顺利进行。根据工程情况,对于环境保护要求较高的工程或地质条件较复杂的情况下,不应在原位进行试成槽;对于要求较低的工程可进行原位试成槽。

6.1.5 基坑工程施工必须采取信息施工法,对支护结构自身、已经完成的桩基、地下结构以及基坑影响范围内的建(构)筑物、地下管线、道路的沉降、位移等进行监测,并根据监测信息及时调整施工方案、施工工序或工艺。

随着近年来基坑工程规模日益扩大,基坑工程对周边环境的影响不容忽视。一般情况下,若基坑开挖深度超过相邻建(构)筑物的基础底标高,或在原有桩基、地下管线附近进行开挖,或邻近有地铁、高架及老建筑、保护建筑等的,除进行监测外,还应采取针对性的环境保护措施。

基坑监测测点不仅设置在基坑区域之外,往往在基坑内和支护结构上也设置了一些水位、变形等观测点。这些测点容易受到土方开挖、周边重车行走等因素的影响,必须制定切实可行的措施予以保护,这是基坑工程信息施工法的基础和前提。

6.1.6 紧邻围护墙的地面超载和施工荷载对支护结构影响很大,往往引起围护墙变形的增大,其荷载大小应严格按照设计文件的要求予以控制。重型设备行走区域应与设计协商先行采取加固处理或按实际荷载大小、位置进行相关区域支护结构设计。地面超载包括坑外的临时施工堆载如零星的建筑材料、小型施工器材等,设计中通常按不大于 20kN/m^2 考虑。施工荷载指在基坑开挖期间,作用在坑边或围护墙附近荷载较大且时间较长或频繁出现的荷载,如挖土机、土方车等。

当基坑开挖深度深且设置多道支撑或基坑周边无施工场地和施工通道时,可考虑设置施工栈桥或施工平台供车辆行走与材料堆放。施工栈桥可与基坑支撑、立柱体系结合设置,也可独立设置。

6.1.7 基坑工程邻近正在进行桩基施工(主要指具有明显挤土效应的锤击式或压入式桩基施工)、基坑开挖、边坡开挖、盾构顶进时,相邻工程应通过调整施工流程,协调好各自的施工进度等,避免有害影响的产生。

6.2 土钉墙支护

6.2.1 土钉施工与其他工序,如降水、土方开挖相互交叉。各工序之间应密切协调、合理安排,不仅能提高施工效率,更能确保工程安全。

土钉墙施工应按顺序分层开挖,在完成上层作业面的土钉与喷射混凝土以前,不得进行下一层的开挖。开挖深度和作业顺序应保证裸露边坡能在规定的时间内保持自立。当用机械进行土方作业时,严禁边坡超挖或造成边坡土体松动。基坑的边壁宜采用小型机具或人工铲锹进行切削清坡,以保证坡面平整。

6.2.2 土钉施工中,存在一定的不可预见性,如成孔过程中遇有障碍物或成孔困难,此时可以经过调整孔位及土钉长度等工艺参数确保顺利施工,但必须对土钉承载力以及整个支护结构进行重新验算复核,确保支护结构的施工安全。

在可塑性的黏性土、含水量适中的粉土和砂土中进行土钉施工可采用洛阳铲人工成孔;在砂层中,慎用洛阳铲人工成孔,防止土钉角度为 0° 或向上倾斜。

在灵敏度较高的粉土、粉质黏土及可能产生液化的土体中进行土钉施工时,若采用振动法施工土钉,基坑侧壁土体可能发生液化现象,对支护结构产生破坏。在砂性较重的土体中进行土钉支护施工时,可能发生流土、流砂现象,应做好应急预案,采取相应的有效措施。

采取二次注浆方法能更好地保证土钉的承载力。

6.2.3 喷射混凝土施工中易产生大量的水泥粉尘，除采用综合防尘措施外，应佩戴个体防护用品，减少粉尘对人体健康的影响。喷射作业中，喷头极易伤人，未经培训人员不得进入施工范围。

喷射混凝土施工中发生堵管，极易发生安全事故，应经常检查维护，做到事半功倍，消除潜在危险源。喷射作业中，处理堵管是一项涉及安全的大事，绝不能草率行事。在处理堵管时应采取敲击法疏通。

6.3 重力式水泥土墙

6.3.3 施工中，当遇有河塘、池塘及洼地需回填时，往往就近挖土回填。如果回填土土性较差，可以掺入8%~10%水泥，并分层压实。

6.4 地下连续墙

6.4.1 地下连续墙成槽施工应符合下列要求：

1 导墙是保证地下连续墙轴线位置及成槽质量的关键。导墙周边应限载，防止导墙位移或开裂。

2 槽壁稳定性不满足要求时，宜采取槽壁土加固、降水、改善泥浆性能、限制周边荷载、选择合适的导墙等措施，确保槽壁稳定。

3 在暗河区或松散杂填土层中，可事先加固导墙两侧土体，并将导墙底加深至原状土中。加固方法宜采用三轴水泥土搅拌桩。

4 地下连续墙成槽阶段对周围土体扰动大，采取跳幅间隔施工不仅能减少对周边环境的影响，还能有效保证槽壁稳定性。

6.4.2 地下连续墙成槽泥浆制备应符合下列要求：

1 护壁泥浆试配、室内性能试验、现场试验是为了保证护壁泥浆满足特定条件下的工程施工需要。

2 泥浆质量和泥浆液面高低对槽壁稳定有很大的影响。泥浆液面愈高所需的泥浆相对密度愈小。地下连续墙施工时保持槽壁的稳定防止槽壁塌方是十分重要的问题。如发生塌方，不仅可能造成挖槽机倾覆，对邻近的建筑物和地下管线也会造成破坏。

6.4.3 由于地下连续墙采用泥浆护壁成槽，接头混凝土面上必然附着有一定厚度的泥皮，如不清除，浇筑混凝土时在槽段接头面上会形成一层夹泥带，基坑开挖后，在水压作用下可能从这些地方渗漏水及冒砂。为了消除这种隐患，保证地下连续墙的防渗性能，施工时必须采用有效的方法进行清刷混凝土壁面，接头处必须刷洗干净，不留泥砂和污物。

6.4.4 地下连续墙钢筋笼吊装应符合下列要求：

1 吊具、吊点加固钢筋及确定钢筋笼吊放标高的吊筋，应进行起吊重量分析，通过乘以一定的安全系数进行强度验算以确定选用规格，确保钢筋笼起吊施工的安全性。成槽完成后吊放钢筋笼前，应实测当时导墙顶标高，计入卡住吊筋的搁置型钢横梁高度，根据设计标高换算出钢筋笼吊筋的长度，以保证结构和施工所需要的预埋件、插筋、保护铁块位置准确，方便后续施工。

2 钢筋笼吊装前清除钢筋笼上剩余的钢筋断头、焊接接头等遗留物，防止起吊时发生高空坠物伤人的事故。

3 起重机荷载越大，安全系数越小，越要认真对待。因此当起吊荷载接近满负荷时，要经过试吊检查无误后再起吊，这是预防事故的必要措施。起吊荷载接近满负荷时，其安全系数相应降低，操作中稍有疏忽，就会发生超载，需要慢速操作，以保证安全。

6.4.6 本条是对预制墙段安放顺序的规定，并对预制墙段安放闭合位置进行了规定。

1 由于墙缝接头桩混凝土施工可能造成预制墙段底端走动，除应采取措施防止走动外，对实际可能产生的走动和预制墙段位置变化，在闭合幅安放前进行实测，并作相应的调整，保证闭合

幅顺畅安放。

2 预制地下连续墙直线幅是施工采用一幅接一幅的连续成槽施工顺序。

3 幅间接头采用现浇混凝土接头,易于保证工程质量。

4 预制墙段一般处于平面外位置起吊,而平面外墙段相对比较长细,故应对起吊过程墙段跨中弯矩进行计算,并校核起吊产生的内力和挠度产生的裂缝是否满足设计要求,若不能满足,应对吊装采取相应的加强措施;预制墙段由水平状回直时,起重机提升时,其起重吊钩应沿其回直方向移动(或行走、或起拔杆),避免根部拖行或着力。

6.5 灌注桩排桩围护墙

6.5.2 保证钻孔机械各部件合格、运转正常以及钻孔机架水平稳定,这是保证钻机工作性能和钻孔质量的重要条件。钻架立起后及施工过程中,要随时检查并调整钻机垂直度。

为了防止在混凝土凝固前,邻桩施工对其造成扰动,故采用隔桩跳打的方法,若无法调整桩位时,应停顿 36h 以后方可在邻桩侧进行施工。

6.5.5 混凝土浇注完毕后,应及时在桩孔位置回填土方或加盖盖板,避免施工人员误掉入孔内的危险。

6.5.6 遇有湿陷性土层,地下水位较低,既有建筑物距离基坑较近时,可采用干作业成孔工艺进行灌注桩施工。

6.6 板桩围护墙

6.6.1 鉴于打桩作业中可能发生断桩、倒桩等事故,本条规定了操作人员和桩锤中心的安全距离。

6.6.2 打桩机械是依靠振动,以减少桩和土间摩擦阻力而进行沉拔桩的机械,为了保证安全作业,需执行本条规定。

6.6.3 如吊桩、吊锤、回转、行走四种动作同时进行,一方面起吊载荷增加,另一方面回转和行走使机械晃动,稳定性降低,

容易发生事故。同时机械的动力性能也难以承受四种动作的负荷,而操作人员也难以正确无误操作四种动作。

为了防止钢丝绳受振后松脱造成伤害,故应采取加装保险钢丝的双重保险措施。当桩入土已有一定深度时,再用外力来纠正桩的倾斜度,不仅难以纠正,反而会使桩折断。

6.6.4 由于振动沉桩和锤击沉桩施工引起的振动和挤土,不利于周边环境的保护,因此,作本条规定。

6.6.5 板桩围护的防渗水能力较弱,应加强对周边地下水位以及超孔隙水压力的监测,才能确保保护结构施工安全。

6.7 型钢水泥土搅拌墙

6.7.1 施工现场应先进行场地平整,清除搅拌桩施工区域的表层硬物和地下障碍物。现场道路的承载能力应满足桩机和起重机平稳行走的要求。

6.7.2 适用于 N 值 30 以上的硬质土层,在水泥土搅拌桩施工时,用装备有大功率减速机的钻孔机,先进行施工钻孔,局部松散硬土层;然后再用三轴搅拌机施工完成水泥土搅拌桩,以减少对地层和环境的扰动。

6.7.3 螺旋式和螺旋叶片式搅拌桩机头在施工过程中能通过螺旋效应排土,因此挤土量较小。与双轴水泥土搅拌桩和高压旋喷桩相比,三轴水泥土搅拌桩施工过程中的挤土效应相对较小,对周边环境的影响较小。

6.7.6 型钢的插入要求:

1 如水灰比控制适当,依靠自重型钢一般都能顺利插入。但在砂性较重的土层,搅拌桩底部易堆积较厚的砂土,宜采用在导向机械协助下将型钢插入到位。应避免自由落体式下插,这种方式不仅难以保证型钢的正确位置,还容易发生安全事故。

2 定位型钢设置应牢固,搅拌桩位置和型钢插入位置应标志清楚。

3 当采用振动锤下落工艺时,不应影响周边环境。

6.7.7 型钢回收过程中,不论采取何种方式减少对周边环境的影响,影响还是存在的。因此,对周边环境保护要求高以及特殊地质条件等工程,应不拔型钢。

6.7.8 型钢水泥土搅拌墙还可采用等厚度水泥土搅拌墙施工工艺(TRD工法)进行施工,其最大作业深度可达60m,可以适用于N值在100击以内的地层,还可以在粒径小于100mm的卵砾石层和极软基岩中施工。成墙品质好,水泥土搅拌均匀,强度提高,离散性小。等厚度水泥土搅拌墙的施工工艺包括:切割箱自行打入挖掘工序、水泥土搅拌墙建筑工序和切割箱拔除分解工序,应防止切割箱抱死事故的发生。

等厚度水泥土搅拌墙施工,基坑转角处或结束施工拔出切割箱时,应及时补充回灌固化液。在条件许可的情况下,宜配置大吨位吊车,优先在墙体外拔出切割箱。

6.8 沉井

6.8.1 沉井施工会对周边的土质造成变形影响,当周边变形控制较严时,不宜采用沉井。

6.8.2 外排脚手架搭设时,不应使用沉井井壁制作时的模板,外排脚手架与模板应脱开,避免由于沉井下沉而引起脚手架倾斜,造成不必要的事故。

刃脚混凝土达到设计强度100%,方可进行后续施工。为了沉井能在土中顺利下沉,可采用触变泥浆套、空气幕、高压射水、压重下沉、抽水下沉、井壁外侧挖土下沉等措施配合施工。

6.9 内支撑

6.9.1 应根据设计要求,制定支撑的施工与拆除顺序,基坑开挖过程中应按照先撑后挖的顺序施工。当情况允许,为土方开挖方便,局部可适当采用先挖后撑,但应编制相关的专项方案和应急预案。

6.9.2 当必须利用支撑构件兼做施工平台或栈桥时,需要进行

专门的设计,应满足施工平台或栈桥结构的强度和变形要求,确保安全施工。未经专门设计的支撑上不允许堆放施工材料和运行施工机械。

6.9.3 基坑回弹是开挖土方以后发生的弹性变形,一部分是由于开挖后的卸载引起的回弹量;另一部分是基坑周围土体在自重作用下使坑底土向上隆起。基坑的回弹是不可避免的,但较大的回弹变形会引起立柱桩上浮,施工单位在土方开挖过程中应加强监测,合理安排土方开挖顺序,优化施工工艺,以减小基坑回弹的影响。

6.9.4 土方开挖时,应清除支撑底模,避免底模附着在支撑底部。若采用混凝土垫层作底模,为了方便清除,应在支撑与混凝土垫层底模之间设置隔离措施,必须在支撑以下土方开挖时及时清理干净,否则附着的底模在基坑后续施工过程中一旦脱落,可能造成人员伤亡事故。

6.9.5 吊装钢支撑时,施工人员应站立于吊车作业范围外,避免不必要的伤害。吊钩上必须有防松脱的保护装置。

6.9.6 钢支撑的预应力施加要求:

1 应根据支撑平面布置、支撑安装精度、设计预应力值、土方开挖流程、周边环境保护要求等合理确定钢支撑预应力施加的流程。

2 由于设计与现场施工可能存在偏差,在分级施加预应力时,应随时检查支撑节点和基坑监测数据,并通过与支撑轴力数据的分析比较,判断设计与现场工况的相符性,并应采取合理的加固措施。

3 支撑杆件预应力施加后以及基坑开挖过程中,会产生一定的预应力损失,为保证预应力达到设计要求,当预应力损失达到一定程度后,应及时进行补充、复加预应力。

6.9.7 立柱桩桩孔直径应大于立柱截面尺寸,立柱周围与土体之间存在较大空隙,其悬臂高度(跨度)将大于设计计算跨度,为保证立柱在各种工况条件下的稳定,立柱周边空隙应采用砂石

等材料均匀对称回填密实。

6.9.8 支撑拆除施工应符合下列规定:

1 支撑拆除前应设置可靠的换撑,且换撑及永久结构应达到设计要求的强度。

2 若基坑面积较大,混凝土支撑拆除除满足设计工况要求外,尚应根据地下结构分区施工的先后顺序确定分区拆除的顺序。在现场场地狭小条件下拆除基坑第一道支撑时,若地下室顶板尚未施工,该阶段的施工平面布置可能极为困难,故应结合实际情况,选择合理的分区拆除流程,以满足平面布置要求。

3 支撑拆除过程是利用已衬砌结构换撑的过程,拆除时要特别注意保证轴力的安全卸载,避免应力突变对围护结构产生负面影响。钢支撑施工安装时由于施加了预应力,在拆除过程中,应采用千斤顶支顶并适当加力顶紧,然后切开活络头钢管、补焊板的焊缝,千斤顶逐步卸载,停置一段时间后继续卸载,直至结束,防止预应力释放过大,对支护结构造成不利影响。

4 支撑拆除应信息化施工,根据监测数据指导施工,把对周边环境的影响减至最小。

6.9.9 钢筋混凝土支撑爆破拆除应满足设计工况要求,爆破孔可以采用钻孔的方式形成,但钻孔费时费工,且对环境保护不利。宜在混凝土支撑浇筑时预设爆破孔,用于后续爆破拆除施工。

为了对永久结构进行保护,减小对周边环境的影响,钢筋混凝土支撑爆破拆除时,应先切断支撑与围檩的连接,然后进行分区爆破拆除支撑和围檩,并应在支撑顶面和底部设置保护层,防止支撑爆破时混凝土碎块飞溅及坠落。

6.10 土层锚杆

6.10.2 当锚杆施工经验不足,或采用新型锚杆的情况下,在锚杆施工前应进行锚杆的基本试验。锚杆基本试验是锚杆性能的全面试验,目的是确定锚杆的极限承载力和锚杆参数的合理性,为

锚杆设计、施工提供依据。

6.10.5 锚杆施工过程中应在现场加强巡视,及时发现安全隐患,例如注浆软管破裂、接头断开等现象,导致浆液飞溅和软管甩出伤人,做好前期预防工作,避免不必要事故的发生。

6.10.7、6.10.8 锚杆施工及检验过程中,严禁任何人员在锚杆的轴线方向上站立。

6.10.9 工程实测表明,锚杆张拉锁定后一般预应力损失较大,造成预应力损失的主要因素有土体蠕变、锚头及连接的变形、相邻锚杆的影响等。锚杆锁定时预应力损失约为10%~15%。

6.11 逆作法

6.11.1 地下工程逆作法施工多在相对封闭的空间内作业,特别在大量机械进行土方开挖施工的情况下,地下空气污染相对严重,在自然通风难以满足要求的情况下,需要通过人工通风排气来保证作业环境满足施工要求。

逆作法工程废气的来源有施工机械排出的废气、施工人员的呼吸换气、有机土壤与淤泥质土壤释放的沼气、焊接或热切割作业产生不利人体健康的烟气,以及其他施工作业产生的粉尘、煤烟和废气等。

6.11.2 由于逆作法施工工艺,施工人员及机械设备必须在水平结构楼板下进行土方开挖,为保障施工人员的健康必须采用鼓风法,从地面向地下送风。

6.11.3 根据《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 要求,无自然采光的地下室大空间施工场所,应编制专项照明用电方案。

逆作法地下室自然采光条件差,结构复杂。尤其是节点构造部位,需加强局部照明设施,但在一个工作场地内,局部照明难以满足施工及安全要求,必须和一般照明混合配制。

6.11.4 由于结构水平构件是永久构件,为保证施工质量,结构水平构件底模不宜采用混凝土垫层作为底模的方式进行施工,宜

采用木模、钢模等支模方式进行施工。采用木模或钢模进行施工一般需要设置支撑系统，不论采用何种支撑方式，支撑底部的地基均应满足承载力和变形要求。

6.11.7 逆作法上下同步施工过程中临时构件的施工误差和缺陷不可避免，而施工阶段出现的动静荷载变化、温度效应、支承桩沉降、基坑变形均在不同程度上存在不确定性，单纯的计算分析肯定是不够的。所以，上下同步施工过程中应有针对性的施工监测方案，以便设计和施工管理人员及时掌握施工情况，从而更好地指导施工。

6.12 坑内土体加固

6.12.1 若坑内土体加固紧贴围护墙，宜先进行围护墙施工，后进行坑内土体加固。采用这种施工顺序，有利于围护墙垂直度控制。若坑内土体与围护墙保持有一定的距离，则先后施工顺序可不受限制。但从周边环境保护的角度出发，先施工围护墙，后施工坑内土体加固，则对周边环境保护有利，故作此规定。

6.12.3 当采用水泥土搅拌桩进行土体加固时，加固有效范围往往位于基坑坑底附近区域，而搅拌桩施工从地面开始搅拌至加固范围的底部，导致加固范围以上的土体因搅拌也被扰动，因此宜对加固范围以上部分土体进行低掺量加固（掺量约为8%~10%），这对控制基坑变形是有利的。

6.12.4 高压喷射注浆施工受孔位周边环境和地下障碍物的影响，孔位可根据现场实际情况进行确定。应根据实际需要，确定水泥浆液中掺合料和外加剂的种类和掺量。高压喷射注浆施工可以在地面进行，也可在基坑开挖一定深度后入坑进行施工。因此需要考虑加固施工期间对基坑周边环境的影响。

7 地下水与地表水控制

7.1 一般规定

7.1.1 地下水和地表水控制与基坑支护结构设计文件、施工组织设计、地下结构设计和施工密切相关，地下水和地表水控制的施工组织设计应与开挖施工密切配合，并应在施工或运行过程中根据现场状态及时进行调整。

7.1.5 出水含砂量是降水引起环境变化的主要因素之一，在满足设计要求的前提下，应严格监控含砂量。

7.1.6 由于降水井临近地基注浆将可能严重影响井管的出水效果，因此需控制注浆点位置以及与管井抽水的运行的交叉时间，避免注浆堵塞井管。

7.1.13 工程实践表明，截水帷幕与灌注桩间存在间隙时往往产生较大的环境变形，当环境保护设计要求较高时，在灌注桩与截水帷幕之间应采取注浆加固等措施，可以减少环境变形。

7.2 排水与降水

7.2.5 系统安装前应对泵体和控制系统作一次全面细致的检查；检查的内容包括检验电动机的旋转方向、各部位连接螺栓是否拧紧，润滑油是否充足、电缆接头的封口是否松动、电缆线有无破损等情况，然后试转1d左右，如无问题，方可投入使用。安装完毕应进行试抽水，满足要求后方可投入正常运行。

7.5 环境影响预测与预防

7.5.2 降水引起的建筑物或地面沉降量的计算方法较多，如数值方法等，最好能采取多种方法相互验证，并按最不利情况编制对应预防措施。

8 土石方开挖

8.1 一般规定

8.1.2 大量工程实践证明,合理确定每个开挖空间的大小、开挖空间相对的位置关系、开挖空间的先后顺序,严格控制每个开挖步骤的时间,减少无支撑暴露时间,是控制基坑变形和保护周边环境的有效手段。深基坑土石方开挖在深度范围内进行合理分层,在平面上进行合理分块,并确定各分块开挖的先后顺序,可充分利用未开挖部分土体的抵抗能力,有效控制土体位移,以达到减缓基坑变形、保护周边环境的目的。基坑对称开挖一般指根据基坑挖土分块情况,采用对称、间隔开挖的一种方式;基坑限时开挖一般指根据基坑挖土分块情况,对无支撑暴露时间采取控制的一种方式;基坑平衡开挖是指根据开挖面积和开挖深度等情况,保持均衡开挖的一种方式。本条说明基坑开挖应符合的要求。

1 当机械设备需直接进入基坑进行施工作业时,其入坑坡道除了考虑其本身的稳定性外,还应考虑机械设备的外形尺寸及爬坡能力。根据目前常用施工机械所具备的爬坡能力,坡道坡度一般不应大于 $1:7$;对于特殊的机械,应根据机械爬坡性能满足合适的坡道坡度。

2 基坑周边及放坡平台的施工荷载将直接关系到基坑施工安全,合理控制相应的施工荷载,是保证基坑施工安全的关键。若现场存在不可避免的超过设计规定的荷载,则应根据实际情况重新进行计算并根据计算结果采取加固措施。

3 基坑开挖的土方应及时外运,若需在场地内进行部分堆土时,应经设计单位同意,并应采取相应的安全技术措施,合理确定堆土范围和高度,以免对基坑和周边环境产生不利影响。

4 基坑内的局部深坑可综合考虑各种因素确定开挖方法。一般软土地基,深度超过 1.5m 、距离围护墙或边坡坡脚不超过 3m 的局部深坑宜采用大面积垫层施工完成后,再开挖的方式。开挖较浅且地质条件较好的局部深坑可随大面积土方同步开挖。

5 为避免机械挖土造成工程桩位移和损伤,在工程桩区域挖土应设专人进行监护,挖土机械应避让工程桩,工程桩周边土体应采用人工挖除的方法。

6 对基坑开挖深度范围内的地下水进行降水与排水措施,是为了保证基坑内土体疏干,提高土体的抗剪强度以及便于挖土施工。若基坑土方采用分层开挖施工时,需在每层土方开挖的深度范围内将地下水降至每层土方开挖面以下 $800\text{mm}\sim 1000\text{mm}$ 。

8.1.4 基坑开挖阶段的信息化施工既是检验设计与施工合理性,也是动态指导设计与施工的有效方法。通过信息化施工技术的运用,及时了解基坑开挖期间的各种变化,及时比较勘察、设计所预期的状态与监测结果的差别,对设计成果和施工方案进行评价,预期可能出现的险情,对围护结构设计和施工方案进行针对性的调整,将险情抑制在萌芽状态,以确保基坑施工安全。

8.2 无内支撑的基坑开挖

8.2.1 对于土质条件较差,雨水较多,且放坡开挖的基坑边坡留置时间较长时,均应采取护坡的措施。护坡可根据工程实际,选用合适的方式。护坡在使用过程中若出现裂缝或破损现象,应及时加以修补,以防止雨水和地面渗水而影响基坑的稳定性。

8.2.3 土层锚杆支护、板式外拉锚支护的基坑开挖与复合土钉墙支护的基坑开挖方法相类似,其土石方开挖方法可参照执行。

1 截水帷幕一般采用水泥土搅拌桩,由于受力和抗渗要求的特殊性,本款强调水泥土搅拌桩采用强度和龄期双控的原则。

2 土钉或复合土钉墙支护的基坑土石方开挖应按照设计的要求进行,必须和土钉支护施工相协调,采用交替施工方法进行流水作业,缩短施工工期。每层每段开挖后应在规定的时间内完

成支护。钻孔和注浆应根据不同土层确定不同的完成时间,一般情况下,应在土石方开挖后 24h 内完成土钉安设及注浆、面层混凝土喷射;若土质较差,宜在 12h 内完成土钉安设及注浆、面层混凝土喷射。

3 土钉或复合土钉墙支护的基坑由于先行完成基坑周边部分土方,基坑中部即形成了中心岛状土体,可按照中心岛式开挖的要求进行施工;基坑周边土石方开挖宽度控制在 8m~10m,主要是考虑土钉横向施工作业面的要求。

4 土钉或复合土钉墙支护的基坑开挖分层厚度应与土钉竖向间距一致,分层底标高应低于相应土钉位置一定距离,主要是考虑土钉竖向施工作业面的要求,对于淤泥质土要求分层底标高应低于相应土钉位置不大于 200mm,对于土质较好的土层可放宽至 500mm。分段长度的控制是为了保证基坑安全,一般情况下挖土的速度要比钻孔及注浆的速度快,若钻孔和注浆跟不上挖土的进度,则临空面暴露时间可能过长,不利于基坑的稳定。

5 考虑到土钉支护结构应达到设计规定的强度,需要一定的养护时间,在土钉注浆完成后,应至少间隔 48h 后方可开挖下一层土方。

8.2.4 预应力锚杆的应力应进行试验,并对预应力进行长期监测。

8.3 有内支撑的基坑开挖

8.3.1 对一些软土地区基坑开挖及支撑施工过程中,选定科学合理的施工参数,对基坑的稳定和变形控制、周边环境保护均会产生重要的影响。施工参数主要是根据基坑规模、几何尺寸、支撑形式、开挖方式、地质条件和周边环境要求等确定,包括分层开挖层数、每层开挖深度、每层土体无支撑暴露的时间、每层土体无支撑暴露的平面尺寸及高度等。实践证明,每一个开挖步骤过程中,围护墙体暴露时间和空间越小,则控制基坑变形的效果越好,因此加快开挖和支撑速度的施工工艺,是提高软土地区基

坑工程技术经济效果的重要环节。先撑后挖、限时支撑、分层开挖、严禁超挖就是基于上述理论经过长时间工程实践总结得出的。

8.3.2 挖土机械和运输车辆若直接在支撑上行走或作业,而支撑设计在未考虑相应的竖向荷载时,则支撑可能会下沉、变形,甚至断裂等情况,这种情况对基坑和周边环境的安全会造成严重后果。土方开挖过程中挖土机械和运输车辆应尽量避让支撑,若无法避让,一般情况下可采取在支撑上部覆土并铺设路基箱的方法,使荷载均匀传递至支撑下方土体。

8.3.4 逆作法是指利用先施工完成的地下连续墙等作为基坑施工时的围护体系,利用地下结构各层梁、板、柱等作为围护结构的支撑体系,地下结构由地面向下逐层施工,直至基础底板施工完成。盖挖法是先用地下连续墙、钻孔桩等形式作围护结构,然后施工钢筋混凝土盖板或临时型钢盖板,在盖板、围护墙、立柱桩保护下进行土石方开挖和结构施工。

1 由于逆作法和盖挖法的施工涉及永久水平和竖向结构与支护体系相结合,故施工期间的水平和垂直位移、受力情况等应满足主体结构和支护结构的设计要求。

2 面积较大的基坑宜采用盆式开挖,盆式开挖由于在基坑周边形成盆边土体,对基坑及结构安全较为有利。盆边宽度应按照设计要求或通过计算确定。盆边土体除了其自身稳定外,还应考虑其上部水平结构施工产生的荷载。盆边区域土石方的开挖涉及基坑和结构安全,若周边环境复杂,宜采取对称、限时开挖的方式,必要时,可设置临时斜撑以保证围护结构的稳定。

3 由于暗挖是在相对封闭的环境下进行挖土作业,暗挖区域受挖土机械尾气和地下有害气体影响,空气质量较差,一般情况下预留孔洞不能满足自然通风要求,故应设置专用的通风系统,采用强制通风的方式,以满足暗挖施工的安全要求。应按挖土行进路线预先留设通风口,随着地下挖土工作面的推进,当露出通风口后即应及时安装大功率涡流风机,并启动风机向地下施

工操作面送风,送清新空气向各风口流入,经地下施工作业面再从取土孔中流出,形成空气流通循环,保证施工作业面的安全。通风管道可采用塑料波纹软管,软管固定在结构楼板和钢立柱上,并随挖土过程加设至各作业点,在作业点设风机进行送风,在出口处设风机进行抽风。

4 暗挖封闭作业区域光线较差,照明系统的及时设置对土石方开挖的安全施工非常重要,照明系统应随挖土过程及时设置。

5 由于逆作法施工的梁板结构支撑在临时开挖面的土体上,因此对于梁板结构的模板须有可靠的支撑系统,应对地基土采用垫层处理,支撑系统下方的地基承载力应满足支撑强度要求。

8.4 土石方开挖与爆破

8.4.1 中心岛式开挖可在较短时间内完成基坑周边土方开挖及支撑施工,这种开挖方式对基坑变形控制较为有利。而基坑中部大面积无支撑空间的土石方开挖较为方便,可在支撑系统养护阶段进行开挖。

中心岛式开挖适用于支撑系统沿基坑周边布置且中部留有较大空间的基坑。边桁架与角撑相结合的支撑体系、圆环形桁架支撑体系、圆形围檩体系的基坑采用中心岛式土石方开挖较为典型。土钉支护、土层锚杆支护的基坑也可采用中心岛式土石方开挖方式。中心岛式开挖宜适用于明挖法施工工程。

1 边部土方的开挖范围不应影响该区域整个支撑系统的形成,在满足该区域支撑系统施工的条件下,边部土方开挖宽度应尽可能减小,以加快挖土速度,使边坡支撑尽早形成,减小围护墙无支撑或无垫层暴露时间。

2 若挖土机械需要在二级放坡的放坡平台上作业,坡体稳定性验算还应考虑机械作业时的附加荷载因素;土石方运输、挖土机械等在中部岛状土体顶部进行作业时,中部岛状土体稳定也应考虑施工机械的荷载影响。

8.4.2 盆式开挖由于保留基坑周边的土方,减小了基坑围护暴露的时间,对控制围护墙的变形和减小周边环境的影响较为有利,而基坑中部的土方可在支撑系统养护阶段进行开挖。盆式开挖一般适用于基坑周边环境要求较高或支撑较为密集的大面积基坑。盆式土石方开挖适用于明挖法或暗挖法施工工程。

1 对于传统顺作法施工且中部采用对撑的基坑,盆边土体的开挖应结合支撑系统的平面布置,先行开挖与对撑相对应的盆边分块土体,尽快形成对撑。对于逆作法施工的基坑,盆边土体应根据分区大小,可采用分小块先后开挖的方法,尽量减小围护墙暴露时间。对于利用中部主体结构作为竖向斜撑支点的基坑,应在竖向斜撑形成后再开挖盆边土体。

2 若挖土机械需要在二级放坡的放坡平台上作业,坡体稳定性验算还应考虑机械作业时的附加荷载因素。

8.4.7 当坡体顶部的房屋位于卸荷裂隙范围内时,房屋会随之出现裂缝,将影响房屋的正常使用,对基坑安全不利,应采取预防或加固措施。

9 特殊性土基坑工程

9.1 一般规定

9.1.1~9.1.5 特殊性土基坑工程的关键是保证施工过程中基坑侧壁土体含水率不发生变化或少变化,降排水工程变得非常重要和关键。本章讨论的特殊性土包括膨胀土、冻胀土、高灵敏度软土等,其中湿陷性黄土场地上的基坑工程,除符合本规程外,尚应符合现行行业标准《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》JGJ 167 的相关规定。

9.2 膨胀岩土基坑工程

9.2.1 膨胀岩土基坑的稳定性不仅受到侧壁几何参数和土体土性指标的影响,更受到环境雨水入渗量的影响,特别当存在胀缩裂缝和地裂缝时,可能产生沿裂缝的破坏。此外雨水会优先沿已有裂缝渗入,增加了稳定性破坏的可能,因此需要验算沿裂缝破坏的稳定性。

9.2.2 工程经验表明,在膨胀土中开挖基坑时,膨胀土会因浸水或失水产生胀缩裂缝,对基坑稳定性产生严重影响。因此,基坑开挖支护施工的每一环节都必须采取有效防护措施减少大气环境或各种水源对膨胀土含水量的影响,严禁长期暴露开挖面,以减少场地土胀缩性质的工程危害。

9.2.3 可以采取的处理措施包括:

1 当膨胀土分布区域界线发生变化时,应根据实际情况进行调整。

2 当膨胀土等级发生变化时,应调整方案,并调整相应保护措施。

3 当地层中存在连通性较好的缓倾坡角软弱结构面或裂隙

面时,应分析开挖期间可能的失稳区域和滑坡规模,并根据分析结果研究处理方案。

4 当开挖过程中揭露局部区域膨胀性发生变化时,应针对局部区域制定处理方案。

9.3 受冻融影响的基坑工程

9.3.1~9.3.3 对可能发生冻胀的基坑,宜采用保温措施和遮阳设施。当无保温防冻措施时,除正常设计计算外,应单独按冻胀力进行设计验算(按冻胀力计算时可不计土侧压力)。冻胀力的大小可根据土质、含水量、水位、水的补给、温度、冻结时间、约束条件等结合地区经验确定。

9.4 软土基坑工程

9.4.1 当需要在高灵敏度软土中开挖基坑时,振动控制是基坑安全最主要的环节,位于交通干道的基坑工程,对振动源控制比较困难,因此,应对土的强度指标进行折减、采用对土层扰动较小的施工工艺和工法,并主要以控制施工速度、孔隙水压力来减少对土体强度的影响。

9.4.3、9.4.4 软土中的基坑工程,开挖前应在勘察和实地调查的基础上确定土体加固项目、方法和要求,并宜采用地下连续墙等空间刚度较大的围护结构,以控制由围护结构施工所引起的地层位移对周边环境产生的影响。

主要的加固项目包括:地下连续墙墙底注浆加固,主动土压力区土体稳定加固,被动区加固,桩间土加固,基坑挡墙转角处外侧因斜撑作用而形成的大抗力被动区的土体加固,以及为槽壁稳定而在槽壁两侧进行的土体加固等;主要土体加固方法可采用水泥搅拌桩、旋喷注浆、注浆、振冲碎石桩等。

10 检查与监测

10.1 一般规定

10.1.1 大量基坑工程事故的发生均与围护结构的施工质量有直接的关系,围护结构施工过程中对原材料质量、施工机械、施工工艺、施工参数等进行检查,可以从源头上保证围护结构的质量与安全,意义重大。工程检查中常见的问题有:

1 原材料质量不过关。如采用过期失效的水泥,SMW 工法中重复利用的型钢性能指标不满足设计要求,混凝土没有掺加规定的外加剂或掺外加剂不当等。

2 施工机械不满足地质条件要求。如在厚度较大、强度较高的粉性土层施工三轴水泥土搅拌桩时,选用的机械动力及钻杆性能不足,致使施工困难、搅拌不均匀,截水效果难以保证。

3 施工工艺不合理。如在粉土地基中施工大口径深井时,采用水冲法的简易成孔方法,导致孔壁坍塌、井径及成井质量不满足设计要求。

4 施工参数控制不当。在环境条件比较恶劣的条件下,不注意控制围护体的施工顺序和速度,极易造成环境灾害。曾有工程因为地下连续墙成槽速度过快而致使周边浅基础建筑物严重下沉、开裂而成为危房的案例。

10.1.2 土方开挖前应复核的设计条件主要包括:

1 土方开挖前必须完成的围护措施是否全部到位,包括围护桩、地基加固、基坑降水、支撑或锚杆以及土钉等。

2 围护结构的强度及养护时间是否满足要求。

3 监测点是否已经布置,基准点是否已经设立。

10.1.3 基坑土方开挖过程中,一些围护结构的质量问题逐步显现出来,如降水不到位,围护桩露筋、混凝土强度不足、桩位偏

差等;对土钉墙支护结构而言,土钉抗拔力不满足要求、喷射混凝土面层与侧壁土体脱开等,对这些问题应制定整改方案,并经设计复核和认可后实施,验收合格后才能进入下一道工序。

10.1.4 基坑围护设计过程中,一般情况下施工单位尚未确定,因此,对基坑周边的平面、竖向布置设计和超载取值只能根据规范或工程经验。施工单位进场后,根据项目的场地及基坑特点,在下列方面需要设计单位进一步确认:

1 基坑周边局部范围,如钢筋或其他材料堆场,其堆载超过设计要求。

2 出土后坑边重车行驶区域,除超载外,还需施加长期、反复的动载作用。

3 一些施工临时设施,如办公、宿舍楼等,紧邻基坑,其变形控制较原设计更为严格。

4 施工塔机设置在基坑边,设计时应计入与围护结构的相互作用。

5 场地紧张或地下室开挖较深时,第一道平面支撑系统常常兼作施工栈桥,应另进行计算分析。

10.1.5 第三方专业监测的内容及要求均应按设计图纸及相关规范执行。施工单位应对工程的重点及难点、整体施工部署、主要危险源等,开展一些更具有针对性和灵活性的施工监测。施工监测发现异常情况时,第三方专业监测单位进行进一步深入监测和分析,以供相关各方及时正确地掌控基坑及周边环境的安全状况。

10.1.6 对以变形控制为主的基坑工程,应合理控制基坑施工过程中各工况的变形,提出阶段性的变形控制指标,使最终累计变形满足要求。不少工程因为忽视过程变形控制,在挖土至坑底之前就出现累计变形报警的情况,接下来的施工步履维艰,甚至对周边环境产生严重影响。

对周边环境复杂、变形控制要求高的基坑,应采取预先加固措施以利于有效实现环境保护目标。如对基坑主动区及被动区的

地基土体进行加固,减少基坑开挖时的土体变形;对保护对象本身进行加固,提高其变形适应能力,从而可以放宽变形控制指标;或通过对保护对象的地基进行加固,减少其因开挖而产生的沉降或倾斜。

10.1.7 及时结合基坑施工状况对监测数据进行分析,总结基坑施工中存在的问题,评估基坑围护的安全度,动态调整设计方案,信息化施工,保证基坑及周边环境的安全。不少工程由于不重视监测工作对基坑施工的指导意义,盲目凭经验施工,最终造成工程事故的发生。

10.1.8 监测工作应自始至终连续、稳定,数据不能中断;监测点如被破坏应及时修复。对内支撑(包括钢筋混凝土内支撑和钢支撑)的轴力进行监测时,自坑外地面或坑内上下通道进入监测点的通道应有防护措施,并在监测点位置应具有足够的操作空间。一些项目曾发生过人员在没有防护的支撑表面测试而坠落的情况。

10.1.9 连续降雨时,基坑主动区土体的含水量加大,坑内积水也会导致被动区土体的强度降低,基坑的安全度明显降低;因此,应加强监测工作,及时掌握基坑的安全状态,确保基坑安全。在降雨条件下,特别是雨量较大、强度较高时,监测人员的行走和工作范围应有安全防护措施,避免雨天路滑,人员坠落。

10.2 检 查

10.2.1 原材料主要包括水泥、砂浆、混凝土、钢筋、钢绞线、型钢、混凝土外加剂等,各种材料的质量应满足相应的规范和设计要求。通过目测对原材料的表观质量进行检查,可以发现材料质量问题,如水泥受潮、型钢扭曲、钢筋锈蚀等,发现问题后,应采取必要的检测手段验证原材料质量是否满足要求。

10.2.2 施工过程的检查可在源头把握工程质量,避免事后补救的复杂性。对照设计条件,对已完成的围护体系施工质量进行检查,对发现的问题应及时整改,消除开挖过程由于围护结构质量

问题而产生的安全隐患。在实际工程中,检查过程曾发现个别工程施工中存在偷工减料现象,围护桩长度或钢筋笼长度、钢筋数量严重不满足设计要求。通过预先提出的检查要求,也可以监督施工单位严格按照设计要求施工。

施工单位根据规范要求编制基坑安全施工专项方案,其中一项重要的内容是施工机具、施工工艺及施工参数的确定。在进行施工方案专家论证时,专家结合类似工程经验及当地的施工特点,根据基坑的规模、围护结构的深度、地质条件等因素,应对施工机具、施工工艺及施工参数的合理性进行论证,提出建议;对没有经验或重要的工程,应通过试验性施工确定施工机具、施工工艺及施工参数,这利于工程质量的控制。

我国地域辽阔,各地地质条件差异较大,表10.2.2包含目前工程中常见的围护结构所涉及的内容及方法,具体应用时应根据工程特点、实际采用的围护形式,提出针对性的检查要点。

10.2.3 基坑截水帷幕如存在质量问题,开挖过程中容易出现渗水、流砂现象,进而影响周边环境的安全。特别是在坑内外水头差大、土体透水性能强的情况下,尽管积极采取坑内封堵、坑外处理等措施,仍可能导致较大的环境灾害,这方面的工程教训很多。

帷幕施工完成后,通过坑内预降水措施可以检查帷幕截水效果,如坑内外水头没有异常变化,说明帷幕起到隔渗作用;如坑外某范围水位异常下降,说明坑内外存在较大的水力联系,帷幕存在缺陷,应预先处理。

10.2.4 通过施工场地布置的检查,对现场施工条件是否符合设计要求进行判断,发现问题应及时整改,消除安全隐患。出土口及重车行驶区域的超载大、荷载动力效应强;塔机基础在工作状态和非工作状态均增加了围护体系的侧向作用,且围护结构的变形也影响到塔机的安全使用。这些问题均应由围护设计统一考虑,施工单位不能随便改变场地布置,确需改变应经设计复核、处理后实施。

10.2.5 土方开挖及地下结构施工过程主要检查实际进行的施工工况是否与设计要求一致,实际工程中由于超挖、支撑设置不及时、支撑或锚索未达到强度即进行下一阶段开挖等引发的工程事故屡见不鲜。每一工况违规施工引起相应工况变形超标、安全度降低的程度可能不十分严重,但所有工况的结果累计起来将可能导致基坑变形失控、安全度降低明显,最终在某个中间工况出现基坑坍塌、建筑物开裂等严重后果,因此应加强过程控制。

10.2.6 在软土地基上施工混凝土支撑时,如底模或侧面模板没有有效固定,支撑梁的平直度较难保证。由于混凝土支撑一般为临时构件,一些施工单位重视不够,支撑梁容易出现施工缺陷,从而影响支撑体系的整体受力性能。因此,在浇筑混凝土之前应加强模板系统的检查。

10.2.7 地下水及地表水的正确处理是基坑工程成败的关键。坑外地坪硬化,使地表水流向排水沟及集水井,有组织排出,避免流入基坑和坑外土体内;轻型井点和真空深井的成孔孔径、滤层做法、真空度等均是检查的内容,其正确施工直接影响降水效率。地下水抽出后的外排通道应保持畅通,并经常检查,防止堵塞。坑内应有有效的临时排水措施,减少坑内的积水时间,避免软化土体。

10.2.8 地下结构施工完成后,在支护结构与地下室外墙之间需要采取回填措施,对放坡或土钉支护结构而言,回填量比较大。不少工程在投入使用后,因为回填土的不密实而出现地面下陷、管道断裂事故。此外,基坑回填有时还影响到基坑周边环境的变形,因此回填土的质量控制非常重要,应加强回填过程的检查。检查的内容主要包括回填土的种类、密实度、分层厚度等。

10.3 施工监测

10.3.3 施工监测的内容充分考虑了施工单位可能提供的技术力量、监测对施工安全的指导意义等因素,施工监测为第三方专业监测的补充,其手段简单、易于操作、灵活性强。

围护墙顶部的侧向及竖向位移的监测除用经纬仪和水准仪外,对围护墙平面原始状态为直线段,也可通过在围护墙顶部相邻两角点之间弹直线的方法来反映开挖过程中各部位的相对变位情况。

围护墙、混凝土支撑或地面的裂缝可通过设置石膏饼的方法了解裂缝的发展状态。

当利用主体结构作为支护体系的一部分时,应加强主体结构关键部位的变形和裂缝观测。

10.3.4 巡查工作应具有连贯性,由专人负责。巡查任务应落实到人,开挖前应就本工程的环境特征、围护形式、重大危险源、施工工况等进行详细的交底,明确巡查的重点;开挖过程中,通过巡查了解基坑及周边环境的状况,重要部位持续跟踪,前后对比分析发展状况,应定期汇报巡查成果,有异常情况应及时通知有关各方,研究对策,及时处置。

11 基坑安全使用与维护

11.1 一般规定

基坑工程具有以下特征:

其一是临时性工程,安全储备相对较小,周边环境往往较为复杂,一旦出现事故,处理十分困难,造成的经济损失和社会影响十分严重。

其二是基坑工程施工及使用周期相对较长,从开挖到完成地面以下的全部隐蔽工程,常需经历多次降雨,周边堆载、振动、施工失当、监测与维护失控等许多不利条件,其安全度的随机性变化较为复杂,事故的发生往往具有突发性。

长期以来,人们对基坑工程施工质量较为重视,对施工方法、工艺不当引发的环境变形问题也愈加重视,但对使用阶段的安全问题重视不够,许多基坑工程事故出现在使用阶段。因此,应特别重视使用期间基坑工程的安全和维护工作。

11.1.1 在基坑工程投入使用前,应按规定程序对各个施工阶段进行分步验收,判断基坑工程安全质量合格后才能投入使用。应重视基坑工程的验收交接及基坑工程使用过程中的安全管理,明确工程责任主体和安全管理职责,避免发生事故后互相推诿扯皮的现象。

基坑工程分包单位对承建的项目进行检验时,总包单位应参加,检验合格后,分包单位应将工程的有关资料报总包单位,建设单位组织单位工程验收时,分包单位应参加验收。

11.1.2 基坑工程施工单位在将工程移交下一道作业工序的接收单位时,应同时将相关的水文地质、工程地质、基坑支护、环境状况分析等安全技术资料和相关评估报告同时移交,并应办理移交手续。移交文件应由建设单位、设计单位、监测单位、监理单

位、移交和接收单位等共同签章。

11.1.3 基坑工程使用单位应明确负责人和岗位职责,联系基坑设计、施工、使用和监测等相关单位,进行基坑安全使用与维护技术安全交底和培训,制定基坑工程安全使用的应急处置等处理程序,检查现场作业安全交底情况,并定期组织应急处置演练。

11.1.4 暴雨、冰雹、台风等灾害天气后基坑工程易发生事故,因此,应对基坑工程进行现场检查,检查的重点是基坑本身安全及周边建(构)筑物的安全状况。

11.1.5 基坑使用中应确保基坑支护结构的安全,主体结构施工不得对基坑支护造成损坏。现场如需要对支护结构工作状态进行改变时,应报告设计单位并进行复核,符合安全要求后方可进行施工。

11.2 使用安全

11.2.1 为了保证基坑使用安全,宜对基坑周围地面采取硬化处理,并定期检查基坑周围原有的排水管、沟,确保不得有渗水漏水迹象。当地表水、雨水渗入土坡或挡土结构外侧土层时,应立即采取截、排等处置措施。

基坑内发生积水时,应及时排出。基坑土方开挖或使用中,基坑侧壁和地表如出现裂缝,应及时采用灌缝封闭处理。

基坑工程应在四周设置防水围挡和设置防护栏杆。防护栏杆埋设牢固,高度宜为1.0m~1.2m,并增加两道间距均分的水平栏杆,应挂密目网封闭,栏杆柱距不得大于2.0m,距离坑边水平距离不得小于0.5m。

11.2.2 基坑工程的安全使用是基坑工程安全的重要环节,应确保使用过程中严格按照设计要求执行,基坑周边使用荷载不得超过设计值。同时,基坑周边1.5m范围内不宜堆载,3m以内限制堆载,坑边严禁重型车辆通行。当支护设计中已计入堆载和车辆运行的,基坑使用中也应严禁超载。

11.2.3 由于场地所限,在基坑周边破裂面范围内建造临时设施

时,应符合基坑设计荷载规定要求,同时,对临时设施采用保护措施,应经施工负责人、工程项目总监批准后方可实施。

11.2.4 雨期施工时,基坑使用现场应备有防洪、防暴雨的排水措施及应急材料、设备,同时,设备的备用电源应处在良好的工作状态。

11.2.6 为了保证作业人员安全,应设置必要的紧急逃生通道,一般基坑单侧侧壁宜设置不少于1个人员上下坡道或爬梯,设置间隔不宜超过50m,且不得少于2个,不应在侧壁上掏坑攀登,设置的坡道或爬梯不应影响或破坏基坑支护系统安全。

11.2.8 对于膨胀土基坑工程,在使用中如发现基坑周边地面产生裂缝,应对裂缝产生的原因进行分析,判断可能产生的影响,并应及时反馈给设计单位共同商议处理方案。

11.2.9 基坑使用中支撑的拆除应满足基坑安全,具体要求应符合本规范第6章的规定。

11.3 维护安全

基坑工程是大面积的挖土卸荷过程,易引起周边环境的变化,特别是使用过程中水的渗入及周边的随意堆载、保护措施的设置及降水方案的合理性、监测工作质量等,直接影响着施工使用中的基坑维护安全、周边建(构)筑物安全以及作业人员安全。所以,基坑工程的维护安全,包括基坑本体的安全,同时还包括周边建(构)筑物及环境保护安全,这不仅涉及勘察、设计、施工单位的责任,还涉及使用单位(下道工序的施工单位)、监测单位、监理单位、降排水施工、回填土施工等多家单位的施工质量及安全管理责任。

11.3.1 基坑验收合格移交给使用单位后,基坑使用单位应对基坑工程安全负责。基坑使用单位应保护基坑安全,避免造成各种损坏。使用单位应对后续施工中存在的影响基坑安全的行为及时采取措施,消除可能发生的安全隐患。

为确保基坑使用安全,基坑使用单位宜每天早晚各1次进行

巡查,雨期及灾害性天气时,应增加巡查次数,并应作好记录。

11.3.2 基坑使用和维护期内,周边如发生较大的交通荷载或大于35kPa的振动荷载影响,应经设计单位评估其安全影响。

11.3.3 基坑使用中,降水期间应对抽水设备和运行状况进行维护检查,每天检查不应少于2次,并应观测记录水泵的工作压力、真空泵、电动机、水泵温度、电流、电压、出水等情况,发现问题及时处理,使抽水设备和备用电源及设备始终处在正常状态。

对现场所有的井点要有明显的安全保护标识,避免发生井点破坏,影响降水效果。同时,注意保护井口,防止杂物掉入井内,检查排水管、沟,防止渗漏。北方地区冬期降水应采取防冻措施。

11.3.5 基坑使用中一旦围护结构出现缺陷,将可能直接影响基坑安全,应由基坑使用单位组织建设单位、设计单位、施工单位和监测单位等共同编制修复方案,并经评审后实施。

11.3.6 基坑使用中除应符合自身的稳定性和承载力等安全要求之外,应符合基坑周边环境对变形控制要求,根据基坑周围环境的状况及保护要求,做好相互协调工作,采取相应的变形控制措施,避免发生相互影响。必要时可对邻近建(构)筑物及管线采取土体加固、结构托换、架空管线的防范措施。

11.3.7 坑外地下管线沉降变形的产生原因比较复杂,后果影响范围可能较大,应综合采取处理措施。基坑使用中应采用信息化施工,施工中以数据分析、信息分析以及过程监测反馈设计为基础,实施必要的安全控制技术措施,同时,可结合现场情况和进展,适时调整安全技术措施。如发现邻近建(构)筑物、管线出现受损时,可采取锚杆静压桩、树根桩、隔离桩及注浆加固保护等修复措施。在实施修复中,应注意加强对保护对象和基坑变形的安全监测。

11.3.8 基坑工程可能超过设计使用期限,基坑工程施工单位不可能全过程派员参加,因此,使用单位在后续使用中应严格按设

计文件和本规范规定的注意事项和规定等进行维护和使用。

基坑工程使用超过了设计使用年限，基坑工程安全评估应组织建设单位、设计单位、基坑施工单位、监测单位等共同参加。对需要进行加固的，应由原支护设计单位、施工单位对加固方案进行复核，并由建设单位或总包单位组织专家进行论证。

11.3.9 基坑使用后期阶段，支护结构的应力发生松弛，侧壁的稳定性较差，在安全管理上容易发生麻痹，大量事故案例表明人身伤亡多在此时发生，同时，由于现场作业面狭窄，事故抢救工作难以施展。因此应对基槽按设计要求及时回填，回填材料和施工工序应按设计要求进行。

另一方面，符合设计要求的回填材料质量也将影响主体结构质量，同时，对主体结构起到防护作用，尤其对防止地下水对地基的侵入及地基土的侧向位移变形至关重要（此原因诱发的高层建筑倾斜事故近几年屡见不鲜），这点也是与现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 - 2011 和现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 - 2008 等的规定是一致的。当回填质量可能影响坑外建筑物或管线沉降、裂缝等发展变化时，应采用砂、砂石料回填并注浆处理，必要时可采用低强度等级混凝土回填密实。