

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发 2013 年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》（建标 [2013] 6 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，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，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 围护结构；5. 竖向支承桩柱；6. 先期地下结构；7. 后期地下结构；8. 上下同步逆作法；9. 地下水控制；10. 土方挖运；11. 监测；12. 施工安全及作业环境控制。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由华东建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送华东建筑设计研究院有限公司（地址：上海市黄浦区西藏南路 1368 号，邮政编码：200011）

本标准主编单位：华东建筑设计研究院有限公司
上海建工二建集团有限公司

本标准参编单位：华建集团上海地下空间与工程设计研究院
上海市基础工程集团有限公司
中国建筑科学研究院有限公司地基所
中建三局集团有限公司
天津大学
同济大学
上海交通大学

广东省基础工程集团有限公司
上海申元岩土工程有限公司
建华建材投资有限公司
上海广联环境岩土工程股份有限公司
上海广大基础工程有限公司

本标准主要起草人员：王卫东 姜向红 龙莉波 周建龙
李耀良 翁其平 宋青君 杨 斌
黄晨光 郑 刚 刘国彬 王建华
钟显奇 梁志荣 张 雁 娄荣祥
缪俊发 吴国明 徐中华 沈 健
周乐敏 吴洁妹 陈 瑞 邸道怀
汪 浩 彭小林 洪昌地 李 伟
李 星 胡晓虎 戴 斌 邸国恩
常林越 汪思满 马跃强 赵 琪
章 谊 席金虎
本标准主要审查人员：滕延京 顾国荣 范 重 袁内镇
刘小敏 张晋勋 康景文 顾倩燕
王美华 周蓉峰 丁延生

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	围护结构	6
4.1	一般规定	6
4.2	地下连续墙	7
4.3	灌注桩排桩	12
4.4	型钢水泥土搅拌墙	14
4.5	咬合式排桩	16
5	竖向支承桩柱	19
5.1	一般规定	19
5.2	设计	20
5.3	施工	22
5.4	检测	25
6	先期地下结构	26
6.1	一般规定	26
6.2	设计	27
6.3	施工	29
7	后期地下结构	32
7.1	一般规定	32
7.2	模板工程	32
7.3	混凝土工程	33
7.4	接缝处理	34
8	上下同步逆作法	35

8.1	一般规定	35
8.2	设计	36
8.3	施工与监控	38
9	地下水控制	39
9.1	一般规定	39
9.2	设计	40
9.3	施工与检测	41
10	土方挖运	45
10.1	一般规定	45
10.2	取土口设置	46
10.3	土方开挖	47
10.4	土方水平与垂直运输	48
11	监测	49
11.1	一般规定	49
11.2	监测项目、测点布置及报警值	49
11.3	监控信息化管理	52
12	施工安全及作业环境控制	54
12.1	一般规定	54
12.2	通风排气	54
12.3	照明及电力设施	56
附录 A	逆作法结构连接节点构造	58
	本标准用词说明	62
	引用标准名录	63

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Retaining Walls	6
4.1	General Requirements	6
4.2	Diaphragm Wall	7
4.3	Contiguous Bored Pile Wall	12
4.4	Soil Mixed Wall	14
4.5	Secant Pile Wall	16
5	Vertical Supports	19
5.1	General Requirements	19
5.2	Design	20
5.3	Construction	22
5.4	Inspection	25
6	Pre-construction Underground Structures	26
6.1	General Requirements	26
6.2	Design	27
6.3	Construction	29
7	Post-construction Underground Structures	32
7.1	General Requirements	32
7.2	Formwork Construction	32
7.3	Reinforced Concrete Construction	33
7.4	Construction Joint Treatments	34
8	Synchronous Construction of Superstructures and Underground Structures	35

8.1	General Requirements	35
8.2	Design	36
8.3	Construction and Monitoring	38
9	Control of Underground Water	39
9.1	General Requirements	39
9.2	Design	40
9.3	Construction and Inspection	41
10	Earth Excavation and Transportation	45
10.1	General Requirements	45
10.2	Layout of Excavation Openings	46
10.3	Earth Excavation	47
10.4	Horizontal and Vertical Transportation of Excavated Soils	48
11	Monitoring	49
11.1	General Requirements	49
11.2	Monitoring Items, Layout of Instrumentation and Warning Values	49
11.3	Monitoring Management	52
12	Control of Safety and Construction Environments	54
12.1	General Requirements	54
12.2	Ventilation and Exhaustion	54
12.3	Lighting and Power Installations	56
Appendix A Joints Details of Top-down Method		
	Structure	58
Explanation of Wording in This Standard		62
List of Quoted Standards		63

1 总 则

1.0.1 为了在建筑工程逆作法设计、施工中做到安全适用、保护环境、技术先进、经济合理、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑工程逆作法的设计、施工、检测和监测。

1.0.3 建筑工程逆作法除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房城乡建设部
浏览专用

2 术 语

2.0.1 逆作法 top-down method

利用主体地下结构的全部或部分作为地下室施工期间的支护结构，自上而下施工地下结构并与土方开挖交替实施的施工工法。

2.0.2 界面层 interface layer

建筑工程逆作法施工中首先施工的地下水平结构层，即主体结构顺作与逆作的分界面。

2.0.3 上下同步逆作法 synchronous construction of super-structures and underground structures

向下逆作施工地下结构的同时，向上施工界面层以上主体结构的施工工法。

2.0.4 两墙合一 dual-purpose diaphragm wall

地下连续墙兼作基坑围护墙和主体地下结构的外墙。

2.0.5 桩墙合一 dual-purpose pile wall

灌注排桩兼作基坑围护桩和主体地下结构外墙的一部分。

2.0.6 铣削深搅水泥土搅拌墙 cutter soil mixed wall

通过配置在钻具底端的两组铣轮水平轴向旋转下沉掘削原位土体至设计深度后，提升喷浆旋转搅拌形成矩形水泥土槽段，再将相邻槽段通过铣削搭接形成连续的等厚度水泥土搅拌墙体。

2.0.7 竖向支承桩柱 vertical support

逆作法施工中将施工阶段竖向荷载传递到地基的竖向支承结构，由竖向支承桩和竖向支承柱组成。

2.0.8 先插法 pre-inserting method

竖向支承桩柱施工中，先安放竖向支承桩的钢筋笼和竖向支承柱，其后整体浇筑支承桩混凝土的竖向支承桩柱施工方式。

2.0.9 后插法 post-inserting method

竖向支承桩柱施工中，先浇筑竖向支承桩混凝土，在混凝土初凝前采用专用设备插入竖向支承柱的竖向支承桩柱施工方式。

2.0.10 一柱多桩 single post on several vertical support

逆作法施工期间，在一根结构柱位置布置多根竖向支承桩柱的竖向支承结构形式。

2.0.11 先期地下结构 pre-construction underground structures

逆作阶段基础底板形成之前施工的地下水平结构和地下竖向结构。

2.0.12 后期地下结构 post-construction underground structures

基础底板施工完成之后再进行的地下水平结构和地下竖向结构。

2.0.13 逆作施工平台层 top-down construction layer

建筑工程逆作法施工中用作施工作业平台，可进行施工机械作业、土方车辆运行和施工材料堆放的地下水平结构层。

2.0.14 垂吊模板 suspended formwork

浇筑地下结构混凝土所采用的悬挂在上层结构上的模板系统。

2.0.15 超灌法 excessive concreting method

后期地下竖向结构施工时，采用浇捣孔或者喇叭口等措施浇筑混凝土，使浇筑面超出施工缝一定高度的施工方法。

2.0.16 灌浆法 grouting method

后期地下竖向结构混凝土浇筑时，与先期地下结构之间预留一定的间隙，其后采用灌浆料进行充填密实的施工方法。

2.0.17 注浆法 slip casting method

后期地下竖向结构混凝土浇筑完成后，在与先期地下结构之间接缝部位，采用注浆材料进行加压注浆的施工方法。

2.0.18 监控信息化管理系统 monitoring management system

将自动采集、人工采集的数据进行存储、分析、处理、查询并自动进行预测及预报警的系统。

3 基本规定

3.0.1 逆作法宜采用支护结构与主体结构相结合的形式。围护结构宜与主体地下结构外墙相结合，采用两墙合一或桩墙合一；水平支撑体系应全部或部分采用主体地下水平结构；竖向支承桩柱宜与主体结构桩、柱相结合。

3.0.2 逆作法设计应具备下列资料：

- 1 岩土工程勘察报告；
- 2 场地红线图、场地周边地形图；
- 3 基地周边相关建筑物、构筑物、管线等环境条件的调查资料；

- 4 建筑总平面图及主体工程建筑、结构资料；
- 5 对逆作法的总体要求。

3.0.3 逆作法的设计应包括下列内容：

- 1 逆作法施工流程；
- 2 围护结构的设计；
- 3 地下水平结构的设计；
- 4 竖向支承结构的设计；
- 5 逆作施工平台层的设计；
- 6 围护结构、地下水平结构和竖向支承结构之间的连接构造与防水设计；

7 施工阶段临时构件的设置、拆除方式以及与主体结构的受力转换设计。

3.0.4 逆作法施工中的主体结构应满足建筑结构的承载力、变形和耐久性的控制要求。

3.0.5 采用上下同步逆作法的建筑工程设计应符合下列规定：

- 1 应建立地上、地下结构整体模型，通过上下同步施工的

施工工况模拟计算，确定地上地下同步施工的步骤；

2 竖向支承桩柱和先期地下结构在上下同步逆作施工阶段以及永久使用阶段，应同时符合承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计要求。

3.0.6 逆作法施工前应根据设计文件编制施工组织设计，施工组织设计应包括下列内容：

- 1 围护结构施工方案；
- 2 竖向支承桩柱的施工方案；
- 3 先期地下结构施工方案，包括水平结构与竖向结构节点施工方案；
- 4 后期地下结构施工方案，包括先期施工地下结构和后期施工地下结构的接缝处理方案；
- 5 逆作施工阶段临时构件的拆除方案；
- 6 地下水控制、土方挖运、监测方案；
- 7 施工安全与作业环境控制方案；
- 8 应急预案。

3.0.7 逆作法施工应采取地下水控制措施，并应满足逆作施工和土方开挖的要求；土方挖运应结合地下结构布置的特点，合理组织结构楼板施工与土方开挖的流水作业。

3.0.8 逆作法基坑工程应根据基坑周围环境的状况及保护要求确定基坑变形控制指标，并应从围护结构施工、基坑降水及开挖三个方面分别采取相关措施减小对周围环境的影响。

3.0.9 逆作法建筑工程应进行信息化施工，并应对基坑支护体系、地下结构和周边环境进行全过程监测。

3.0.10 逆作法施工中应根据环境及施工方案要求，采取安全及作业环境控制措施，设置通风、排气、照明及电力设施。

4 围护结构

4.1 一般规定

4.1.1 逆作法围护结构形式可根据土层的性质、地下水条件及周边环境保护要求综合确定。作用在基坑围护结构上土压力的计算模式，应根据围护结构与土体的位移情况以及采取的施工措施确定，并应符合下列规定：

1 基坑开挖阶段，作用在围护结构外侧的土压力宜取主动土压力；需要严格限制支护结构的水平位移时，围护结构外侧的土压力可取静止土压力；

2 采用围护结构与主体结构相结合的设计时，地下结构正常使用期间作用在围护结构外侧的土压力应取静止土压力。

4.1.2 基坑周边围护结构采用弹性支点法计算时，地下水平结构梁板的弹性支点刚度系数，宜通过对结构楼板整体进行线弹性结构分析，根据支点力与水平位移的关系确定。

4.1.3 围护结构设计时应考虑逆作法施工的特点和工况要求，分层土方开挖深度应符合设计工况要求，且应满足逆作结构楼板的施工空间要求。

4.1.4 围护结构施工前除应符合本标准第 3.0.2 条外，尚应收集下列资料：

1 施工现场的地形、地质、气象、水文、环境和地下障碍物的资料；

2 测量基线和水准点资料；

3 主体地下结构防水、排水要求；

4 防洪、防汛、防台风和环境保护的有关规定和要求。

4.1.5 围护结构施工前应进行下列工作：

1 遇有不良地质时，应进行查验；

2 复核测量基准线、水准基点，并在施工中进行复测和保护；

3 场地内的道路、供电、供水、排水、泥浆循环系统等设施应布置到位；

4 标明和清除围护结构处的地下障碍物，应对地下管线进行迁移或保护，做好施工场地平整工作；

5 设备进场应进行安装调试和检查验收。

4.1.6 围护结构施工中应进行过程控制，通过现场监测和检测及时掌握围护结构施工质量，并应采取减少对周边环境影响的措施。

4.1.7 围护结构的设计、施工和检测尚应符合国家现行标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120、《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004 和《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定。

4.2 地下连续墙

I 设计

4.2.1 地下连续墙可采用现浇地下连续墙或预制地下连续墙。两墙合一的地下连续墙可采用单一墙、复合墙和叠合墙的形式。

4.2.2 地下连续墙的混凝土强度等级不应低于 C30，墙体混凝土抗渗等级不宜小于 P6。采用两墙合一时，混凝土强度等级不宜低于 C35，防水混凝土的抗渗等级应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定。

4.2.3 现浇地下连续墙主筋的保护层厚度在迎土面不应小于 70mm，在迎坑面不应小于 50mm，预制地下连续墙主筋的保护层厚度不应小于 30mm。

4.2.4 地下连续墙的垂直度允许偏差应满足设计要求，且不应大于 1/300。

4.2.5 两墙合一地下连续墙在永久使用阶段应进行正常使用极限状态的水平裂缝验算，一般环境条件下，迎土面最大裂缝宽度不应大于 0.3mm，迎坑面最大裂缝宽度不应大于 0.2mm，裂缝验算时取用的计算保护层厚度宜取 30mm。

4.2.6 当有人防要求时，两墙合一地下连续墙的设计应符合现行国家标准《人民防空地下室设计规范》GB 50038 的有关规定。

4.2.7 两墙合一地下连续墙宜进行墙底注浆加固。单幅槽段注浆管数量不应少于 2 根，宜设置在墙厚中部，且应沿槽段长度方向均匀布置，注浆管间距不宜大于 3m。

4.2.8 两墙合一地下连续墙承受上部结构竖向荷载时，应符合下列规定：

1 墙底持力层宜选择压缩性较低的土层，并应进行墙底注浆加固。

2 应分别按照承载能力极限状态和正常使用极限状态计算地下连续墙的竖向承载力和沉降量。

3 地下连续墙的竖向承载力宜通过现场静载荷试验确定。无试验条件时，可按灌注桩的单桩竖向承载力计算方法进行估算。墙体截面有效周长应取与周边土体接触部分的长度，墙体有效长度应取基坑开挖面以下的入土深度。

4.2.9 两墙合一地下连续墙与主体结构构件可通过在地下连续墙内预留钢筋、钢筋接驳器或剪力槽进行连接。连接节点构造应满足本标准附录 A 的要求，并应符合下列规定：

1 预埋钢筋应采用 HPB300 钢筋，钢筋直径不宜大于 20mm，预埋钢筋的竖向间距不宜小于 100mm，水平间距宜为地下连续墙纵筋间距的整数倍，预埋钢筋方向应垂直于地下连续墙表面，并应符合锚固长度的要求；

2 预埋钢筋接驳器应采用与外接钢筋相同的强度等级，钢筋直径不宜小于 20mm，预埋钢筋接驳器的水平间距宜为地下连续墙纵筋间距的整数倍，预埋钢筋接驳器方向宜垂直于地下连续墙表面，无法垂直时，与地下连续墙表面的夹角不应小于 45°，

并应符合锚固长度的要求；

3 剪力槽应设置于地下连续墙纵筋内侧，剪力槽的宽度不宜小于 100mm，高度不宜小于 150mm；

4 地下连续墙上的预埋钢筋和接驳器不应贯穿全截面，其端部与地下连续墙迎土面外表面的距离不宜小于 200mm。

4.2.10 地下连续墙槽段接头防水设计应符合下列规定：

1 在粉土、砂土等透水性强的土层中，宜在地下连续墙的槽段接头位置采用内外两层防水措施，外侧宜设置隔水加固措施，加固深度宜大于基坑开挖深度；内侧宜设置结构壁柱或内衬墙；

2 当基坑开挖面以上分布有承压含水层时，地下连续墙内侧宜设置钢筋混凝土内衬墙。

4.2.11 两墙合一地下连续墙在使用阶段需要开设外接通道时，应根据开洞位置采取相应的加强措施和隔水加固措施。

4.2.12 地下连续墙位于暗浜区、扰动土区、淤泥、浅部砂土、粉土中或邻近有保护要求的建筑物时，地下连续墙两侧宜进行槽壁加固。

4.2.13 当地下连续墙形成具有空间效应的支挡式结构时，围护结构的内力和变形宜采用空间弹性地基板法进行计算。分析时地下连续墙可采用板单元模拟，根据地下连续墙和支撑的实际空间布置情况进行建模，分步模拟施工工况得到围护结构的内力和变形。

4.2.14 圆形基坑中由单元槽段筑成的呈圆筒形布置的地下连续墙设计应符合下列规定：

1 内力和变形宜按空间弹性地基板法进行计算，也可采用轴对称模型计算；

2 应结合分步开挖工况，对圆筒形布置的地下连续墙进行非均匀围压受力状态下的验算；

3 圆筒形布置的地下连续墙坑外土压力宜采用提高的主动土压力或静止土压力；

4 宜根据实际受力状态对槽段施工接头进行模拟和承载力验算；

5 圆筒形布置的地下连续墙的槽段分幅宜采用折线形。

4.2.15 预制地下连续墙的设计应符合下列规定：

1 预制地下连续墙的墙体厚度应小于成槽宽度，墙厚不宜大于 800mm；

2 预制地下连续墙宜采用空心截面，墙段平面宽度应结合设备吊装能力确定，不宜大于 5m；

3 预制地下连续墙应进行起吊工况的内力、变形计算及裂缝验算；应根据吊装和开挖工况的内力计算包络图进行截面设计。

II 施工与检测

4.2.16 地下连续墙施工前应通过试成槽确定成槽施工各项技术参数。

4.2.17 地下连续墙成槽应采用具有纠偏功能的成槽设备。地下连续墙成槽范围内遇下列情况宜采用抓铰结合的方法成槽：

1 深度超过 60m；

2 进入标贯击数 N 大于 50 的密实砂层；

3 进入岩层。

4.2.18 护壁泥浆应符合下列规定：

1 护壁泥浆应根据地质条件进行试配，泥浆配合比应按现场试验确定；

2 新拌制的泥浆应充分水化后储存 24h 以上方可使用；

3 成槽时泥浆的供应及处理系统应符合泥浆使用量的要求，应采用泥浆检测仪器检测泥浆指标，槽段开挖结束后及钢筋笼入槽前应对槽底泥浆和沉淀物进行置换；

4 循环泥浆应采取再生处理措施，泥浆含砂率大于 7% 时应采用除砂器除砂。

4.2.19 地下连续墙钢筋笼制作场地应平整，平面尺寸应符合制

作和拼装要求；采用分节吊放的钢筋笼应在场地同胎制作，并进行试拼装；钢筋笼上的预埋钢筋、钢筋接驳器和剪力槽应符合安装精度要求。

4.2.20 地下连续墙钢筋笼吊筋长度应根据导墙标高计算确定，应在每幅槽段钢筋笼吊放前测量吊点处的导墙标高，并应确定吊筋长度。

4.2.21 地下连续墙的混凝土浇筑前墙底沉渣厚度不应大于150mm，两墙合一时不应大于100mm。

4.2.22 预制地下连续墙施工应符合下列规定：

1 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，墙体分幅宽度应符合成槽稳定要求；

2 成槽顺序应先转角幅后直线幅，成槽深度应大于墙段埋置深度100mm~200mm；

3 相邻槽段应连续成槽，幅间接头宜采用现浇钢筋混凝土接头；

4 采用普通泥浆护壁成槽施工的预制地下连续墙，应在墙内预先埋设注浆管，墙体与槽壁之间的空隙应进行注浆固化处理，槽底可进行加固处理；

5 墙段吊放时应在导墙上安装导向架。

4.2.23 两墙合一地下连续墙施工质量检测应符合下列规定：

1 槽壁垂直度、深度、宽度及沉渣应全数进行检测，当采用套铤接头时应对接头处进行两个方向的垂直度检测；

2 现浇墙体的混凝土质量应采用超声波透射法进行检测，检测数量不应少于墙体总量的20%，且不应少于3幅；

3 当采用超声波透射法判定的墙身质量不合格时，应采用钻孔取芯法进行验证；

4 墙身混凝土抗压强度试块每100m³混凝土不应少于1组，且每幅槽段不应少于1组，每组3件；墙身混凝土抗渗试块每5幅槽段不应少于1组，每组6件。

4.2.24 作为临时围护结构的地下连续墙，其槽壁垂直度、深度、宽度及沉渣检测数量应为总数的 20%；有可靠的施工经验时，可不进行超声波透射法检测。

4.3 灌注桩排桩

I 设计

4.3.1 灌注桩排桩可采用桩墙合一的形式作为主体地下结构外墙的一部分。

4.3.2 灌注桩排桩作为基坑临时围护结构时，桩身混凝土强度等级不应低于 C25；桩墙合一时桩身混凝土强度等级不应低于 C30。

4.3.3 灌注桩主筋的保护层厚度不应小于 35mm，水下灌注桩的主筋保护层厚度不得小于 50mm。

4.3.4 灌注桩排桩的垂直度允许偏差应为 1/100，采用桩墙合一的设计时，应为 1/200。

4.3.5 灌注桩排桩采用桩墙合一的形式时，设计应符合下列规定：

1 灌注桩排桩在迎坑侧宜贴合地下结构外墙设置，当需要在灌注桩排桩与地下结构外墙间设置防水等衬垫层时，应在地下结构楼板位置设置水平传力构件；

2 灌注桩排桩除应符合基坑开挖阶段的承载能力极限状态的设计要求外，地下结构正常使用期间，灌注桩排桩尚应进行水压力和全部静止土压力等水平荷载作用下的承载能力极限状态和正常使用极限状态设计；

3 地下结构外墙宜进行水压力和按桩墙抗弯刚度分配的静止土压力等水平荷载作用下的承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。

4.3.6 桩墙合一灌注桩与主体结构之间宜设置结构连接措施，承受竖向荷载时灌注桩宜进行桩端后注浆。

4.3.7 采用桩墙合一时，内侧现浇地下结构外墙厚度不应小于300mm，迎水面保护层厚度不应小于50mm。防水做法应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的相关规定。

4.3.8 采用桩墙合一时，灌注桩排桩的桩间土防护应采用内置钢筋网或钢丝网的喷射混凝土面层，并应符合下列规定：

1 喷射混凝土面层的厚度不宜小于50mm，混凝土强度等级不宜低于C20，混凝土面层内配置的钢筋网纵横向间距不宜大于200mm；

2 钢筋网或钢丝网宜采用挂网钢筋与桩体连接，挂网钢筋直径不宜小于14mm，挂网钢筋可采用预埋插筋或植筋；

3 喷射混凝土面层直接作为外模时，平整度允许偏差宜为5mm。

II 施工与检测

4.3.9 灌注桩排桩施工前应通过试成孔确定成孔机械、施工工艺、孔壁稳定的技术参数，试成孔数量不宜少于2个。

4.3.10 灌注桩排桩成孔机械应保证垂直度，桩墙合一的灌注桩排桩，宜采用成孔质量易于控制的设备，孔底沉渣厚度不宜大于100mm。

4.3.11 灌注桩排桩采用泥浆护壁成孔时，桩身范围内存在松散的粉土、砂土、软土等易坍塌或流动的软弱土层时，宜采取下列措施：

1 采用膨润土造浆，提高泥浆黏度；

2 先施工隔水帷幕，后施工围护排桩；

3 在围护桩位置宜采取预加固措施。

4.3.12 灌注桩排桩钢筋笼吊筋长度应根据地坪标高和设计桩顶标高计算确定，并固定牢靠。

4.3.13 当灌注桩排桩作为临时围护结构时，其施工和质量检测应符合下列规定：

1 灌注桩成孔结束后，灌注混凝土之前，应对每根桩的成

孔中心位置、孔深、孔径、垂直度、孔底沉渣厚度进行检测；

2 桩身混凝土抗压强度试块，每 50m^3 混凝土不应少于 1 组，且每根桩不应少于 1 组，每台班不应少于 1 组；

3 桩身完整性宜采用低应变动测法检测。低应变动测检测桩数不宜少于总桩数的 20%，且不得少于 5 根。当判定的桩身质量存在问题时，应采用钻孔取芯方法进一步验证桩身完整性及混凝土强度。

4.3.14 桩墙合一灌注桩排桩的质量检测除符合本标准第 4.3.13 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 应采用低应变动测法检测桩身完整性，检测比例应为 100%；应采用声波透射法检测桩身混凝土质量，检测的围护桩数量不应低于总桩数的 10%，且不应少于 5 根；

2 当根据声波透射法判定的桩身质量不合格时，应采用钻孔取芯方法进一步验证桩身完整性及混凝土强度，钻孔取芯完成后应对芯孔进行注浆填充密实；

3 当对排桩的竖向承载力有要求时，宜对其进行静载荷试验检测，比例不宜低于 1%，且不应少于 3 根；

4 挂网喷浆喷射混凝土试块数量每 300m^2 取一组，每组试块不应少于 3 块；喷射混凝土厚度可通过凿孔检查。

4.4 型钢水泥土搅拌墙

4.4.1 型钢水泥土搅拌墙可采用三轴水泥土搅拌桩、渠式切割水泥土连续墙或铣削深搅水泥土搅拌墙内插型钢的形式，并应符合下列规定：

1 三轴水泥土搅拌桩适用于填土、淤泥质土、黏性土、粉土、砂土和饱和黄土，施工深度不宜大于 30m；

2 渠式切割水泥土连续墙除适用本条第 1 款的地层外，也可用于粒径不大于 100mm 的卵砾石土以及饱和单轴抗压强度不大于 5MPa 的岩层，施工深度不宜大于 60m；

3 铣削深搅水泥土搅拌墙除适用本条第 1 款和第 2 款的地

层外，也可用于粒径不大于 200mm 的卵砾石土以及饱和单轴抗压强度不大于 20MPa 的岩层，施工深度不宜大于 55m。

4.4.2 型钢水泥土搅拌墙施工应根据地质条件、成桩或成墙深度、桩径或墙厚、型钢规格等技术参数，选用不同功率的设备和配套机具，并应通过试成桩或试成墙确定施工工艺及各项施工技术参数。

4.4.3 型钢水泥土搅拌墙施工范围内应进行清障和场地平整，施工道路的地基承载力应符合成桩或成墙机械、起重机等重型机械安全作业和平稳移位的要求。渠式切割水泥土连续墙施工宜设置导墙。

4.4.4 型钢水泥土搅拌墙施工时，施工机械的平面定位允许偏差应为 20mm，垂直度允许偏差应为 1/250。

4.4.5 三轴水泥土搅拌桩搅拌下沉速度宜为 0.5m/min~1.0m/min；提升速度在黏性土中宜为 1.0m/min~2.0m/min，在粉土和砂土中不宜大于 1.0m/min。应保持匀速下沉或提升，提升时不应在孔内产生负压。

4.4.6 渠式切割水泥土连续墙施工中，锯链式切割箱应先行挖掘。施工方法的选用应综合考虑土质条件、墙体性能、墙体深度和环境保护要求，当切割土层较硬、墙体深度深、墙体防渗要求高时，宜采用三步施工法。当墙体深度小于 20m 且横向推进速度不小于 2.0m/h 时，可采用直接注入固化液挖掘、搅拌的一步施工法。

4.4.7 渠式切割水泥土连续墙施工中，挖掘液混合泥浆流动度应为 135mm~240mm，固化液混合泥浆流动度应为 150mm~280mm。

4.4.8 渠式切割水泥土连续墙施工需拔出切割箱时，宜在墙体外拔出，并应及时回灌固化液。

4.4.9 铣削深搅水泥土搅拌墙墙体厚度宜为 700mm~1200mm。墙体水泥掺量不宜小于 18%（与被搅拌土体的重量比），水灰比宜取 0.8~1.5。膨润土浆液宜采用钠基膨润土拌制，对黏性土

每立方米被搅土体掺入膨润土量不宜少于 30kg，对砂土每立方米被搅土体掺入膨润土量不宜少于 50kg。

4.4.10 铣削深搅水泥土搅拌墙施工可采用一次注浆或两次注浆工艺。当地层复杂、墙体深度较深时，宜采用一次注浆工艺，即搅拌下沉过程中注入膨润土浆液，搅拌提升过程中注入水泥浆液；当地层较软弱、墙体深度小于 20m 时，宜采用两次注浆工艺，即搅拌下沉和提升过程中均注入水泥浆液。

4.4.11 铣削深搅水泥土搅拌墙单幅墙长度为 2.8m，应采用跳幅施工，幅间咬合搭接不应小于 0.3m，相邻墙段的施工间隔时间不宜大于 10h。成墙搅拌下沉速度宜为 0.5m/min~1.0m/min，提升速度宜为 0.3m/min~0.8m/min。

4.4.12 基坑开挖前，水泥土搅拌墙的强度应符合设计要求。水泥土搅拌墙的强度宜采用浆液试块强度试验确定，也可采用钻取芯样强度试验确定。

4.4.13 采用三轴水泥土搅拌桩形成的型钢水泥土搅拌墙，其设计、施工与检测尚应符合现行行业标准《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T 199 的规定。采用渠式切割水泥土连续墙形成的型钢水泥土搅拌墙，其设计、施工与检测尚应符合现行行业标准《渠式切割水泥土连续墙技术规程》JGJ/T 303 的规定。

4.5 咬合式排桩

4.5.1 咬合式排桩平面布置可采用有筋桩和无筋桩搭配、有筋桩和有筋桩搭配两种形式。

4.5.2 有筋桩混凝土设计强度等级不应低于 C25，无筋桩应采用设计强度等级不低于 C20 的混凝土。受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 50mm。

4.5.3 咬合式排桩垂直度允许偏差应为 1/300；相邻桩咬合宽度不宜小于 150mm，考虑施工偏差后的桩底最小咬合量不应小于 50mm。

4.5.4 桩墙合一的咬合式排桩混凝土强度设计等级不宜低于

C30，承受竖向荷载时咬合式排桩宜进行桩端后注浆。

4.5.5 咬合式排桩宜折算为等厚度墙体进行内力和变形计算，并应符合下列规定：

1 抗弯刚度计算时宜仅考虑有筋桩；

2 内力验算应包括围护桩自身弯矩、剪力，有筋桩与无筋桩密排组合形式尚应验算咬合面局部受剪承载力。

4.5.6 采用桩墙合一的设计时，尚应符合本标准第 4.3 节的有关规定。

4.5.7 咬合式排桩施工可采用硬切割或软切割的施工方法，宜根据桩长、周边环境条件、工程地质条件和水文地质条件确定。

4.5.8 施工前应通过试成孔确定施工设备、工艺参数、成孔时间、取土面高度和混凝土的凝结时间。试成孔数量应根据工程规模和施工场地地层特点确定，且不应少于 1 组。

4.5.9 咬合式排桩施工前，应在桩顶上部沿咬合式排桩两侧先施工钢筋混凝土导墙。导墙应采用现浇钢筋混凝土结构，并应符合承载力及稳定性的要求。混凝土达到设计强度后，重型机械设备才能在导墙附近作业或停留。

4.5.10 用于咬合式排桩成孔的钢套管在使用前，应对其顺直度进行检查和校正，整根套管的顺直度允许偏差应小于 1/500。

4.5.11 钢筋笼应整体制作，钢筋笼上预留的插筋、接驳器应符合安装精度要求。

4.5.12 钢筋笼吊放时应采取限位措施，矩形钢筋笼或有预埋件的钢筋笼转角允许误差应为 5° 。

4.5.13 混凝土浇筑应及时拔套管，起拔量不应超过 100mm，保持混凝土高出套管底端 2.5m。混凝土浇筑过程中，套管应来回转动。

4.5.14 桩墙合一咬合式排桩的桩身完整性检测应采用声波透射法，检测数量不应低于总桩数的 10%，且不应少于 5 根；当根据声波透射法判定的桩身质量不合格时，应采取钻孔取芯方法进一步验证桩身完整性及混凝土强度。

4.5.15 除应符合本节规定外，咬合式排桩的设计、施工与检测尚应符合现行行业标准《咬合式排桩技术标准》JGJ/T 396 的相关规定。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

5 竖向支承桩柱

5.1 一般规定

5.1.1 逆作法竖向支承结构由竖向支承柱和竖向支承桩组成。根据逆作阶段承受的竖向荷载与主体结构设计要求，支承柱可采用格构柱、H型钢柱或钢管混凝土柱等结构形式；支承桩宜采用灌注桩，并宜利用主体结构工程桩。

5.1.2 竖向支承桩柱宜采用一柱一桩形式。当一柱一桩形式无法符合逆作阶段的承载力与变形要求时，也可采用一柱多桩形式。

5.1.3 竖向支承桩柱应根据逆作施工阶段和永久使用阶段的不同荷载工况与结构受力状态进行设计计算，并应同时符合两个阶段的承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计要求。

5.1.4 竖向支承桩柱施工前应做下列工作：

- 1 清除障碍物及场地平整工作；
- 2 完成混凝土硬地坪施工；
- 3 选择合适的支承桩施工机械与施工工艺；

4 明确支承柱加工、连接、支承柱插入支承桩方式、调垂和测垂工艺。

5.1.5 竖向支承桩成孔机具及工艺的选择，应根据桩型、成孔深度、土层情况、泥浆排放及处理条件确定；竖向支承柱转向控制、调垂和测垂工艺应根据支承柱形式、长度、垂直度控制要求及其与支承桩连接方式确定。

5.1.6 竖向支承桩柱的设计、施工和检测尚应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 及《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定。

5.2 设计

5.2.1 竖向支承桩柱在逆作期间竖向荷载作用的效应组合应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的相关规定，竖向荷载可分为恒荷载、可变荷载及附加竖向荷载，并应符合下列要求：

- 1 恒荷载应包括结构自重、装修自重、临时支撑自重等；
- 2 可变荷载应包括施工机械和人员荷载、材料堆放荷载等；
- 3 上下同步逆作法施工时由于水平作用所产生的附加竖向荷载，应包括地上结构在风荷载或地震作用下对竖向支承桩柱产生的附加轴力。

5.2.2 竖向支承柱应按照偏心受压构件进行逆作阶段各工况的承载力计算和稳定性验算，计算时应按支承柱的施工允许偏差考虑竖向荷载偏心的影响，各工况下的竖向支承柱计算长度 l_0 可按下列公式计算确定：

$$l_0 = \mu l \quad (5.2.2-1)$$

除开挖最后工况外， $l = \max\{1.2H, (H+2)\}$ (5.2.2-2)

开挖最后工况， $l = H$ (5.2.2-3)

式中： l_0 ——支承柱的计算长度；

l ——支承柱逆作阶段各工况下的几何长度；

H ——已完成的最下层地下水平结构底至挖土面的距离；

μ ——考虑柱端约束条件的计算长度系数，两端铰支时取 1.0，一端固定一端铰支时取 0.7，两端固定时取 0.5。

5.2.3 当竖向支承桩超灌高度以上的桩孔与支承柱之间的空间采用碎石和砂回填并注浆加固或其他可靠充填措施时，各开挖工况下的竖向支承柱下端约束可作为铰支考虑。

5.2.4 竖向支承柱与地下水平结构连接节点应根据计算设置抗剪钢筋、栓钉或钢牛腿抗剪措施，连接节点构造应符合本标准附

录 A 的规定。

5.2.5 竖向支承柱垂直度允许偏差应为 $1/300$ ，并应符合设计要求；格构柱和 H 型钢柱截面中轴线应与结构柱网方向一致，其转向允许偏差应为 5° ；支承桩垂直度允许偏差应为 $1/150$ ，支承柱深度范围内的支承桩垂直度允许偏差应为 $1/200$ 。

5.2.6 竖向支承柱构造应符合下列规定：

1 支承柱采用格构柱时，其边长不宜小于 420mm；采用钢管混凝土柱时，钢管外径不宜小于 500mm；

2 需外包混凝土形成主体结构框架柱的支承柱，内置钢骨的保护层厚度不宜小于 150mm，其形式和截面应与结构梁柱截面和钢筋配置相协调，并宜采用设置栓钉的措施保证其与外包混凝土结构整体协同受力；

3 支承柱钢结构的焊缝质量和检测要求应符合相关规范和设计要求，不宜在承载状态下的支承柱表面上直接施焊；

4 当支承柱需现场多段拼接时，应对拼接进行节点设计；

5 支承柱穿基础底板范围内应设置止水钢板。

5.2.7 支承柱插入支承桩的深度应通过计算确定，并应符合下列规定：

1 带栓钉钢管混凝土支承柱插入深度不应小于 4 倍钢管外径，且不应小于 2.5m；

2 未设置栓钉等抗剪措施的钢管混凝土支承柱插入深度不应小于 6 倍钢管外径，且不应小于 3m；

3 格构柱插入深度不应小于 3m。

5.2.8 钢管混凝土支承柱插入支承桩的范围及其下 2 倍桩径范围内桩的箍筋应加密，间距不应大于 100mm。

5.2.9 支承桩的钢筋笼与支承柱之间的水平净距应根据二者的垂直度偏差控制要求和相关构造要求确定，且不应小于 100mm。

5.2.10 竖向支承桩应进行逆作阶段的单桩承载力和竖向变形计算。支承桩竖向变形的计算除应考虑施工阶段竖向荷载作用之外，尚应考虑基坑开挖卸荷土体回弹隆起的影响。

5.2.11 在基础底板施工之前，相邻支承柱间以及边跨支承柱与围护结构间的差异变形不宜大于 $1/400$ 柱距，且不宜大于 20mm。

5.2.12 竖向支承桩宜选择低压缩性地层作为桩基持力层，采用泥浆护壁成孔工艺的灌注桩应采用桩端后注浆措施。

5.3 施 工

5.3.1 竖向支承桩柱的施工场地应符合下列规定：

1 施工场地宜设置硬地坪，应满足大型吊机行走的承载力要求，并应满足固定支承柱调垂装置的要求；

2 单桩施工作业范围内场地平整度允许偏差宜为 10mm；

3 地基应符合承载力与变形的控制要求。

5.3.2 竖向支承桩桩位测量及定位应符合下列规定：

1 施工前应复核测量基准点、水准点及建筑物的基准线，并应进行保护；

2 桩位放样定位时，应在硬地坪上设置钢钉，并用红漆画好定位三角，标明桩号；

3 控制点、水准点测量标志应做好保护工作，并做好醒目标记和记录；

4 支承桩的中心定位允许偏差应为 10mm。

5.3.3 支承桩孔口护筒长度应根据土质条件和支承柱调垂需要确定。

5.3.4 支承桩的成桩工艺及机械，应根据土质条件、环境保护要求通过试成孔确定，试成孔数量不宜少于 2 个。

5.3.5 当支承桩桩端位于砂土层或者桩长范围分布有较厚砂层且采用回转钻机成孔施工时，宜采用反循环清孔工艺。

5.3.6 支承桩桩身范围内存在深厚的粉土、砂土层时，成孔施工中宜采用膨润土泥浆护壁，并结合除砂器除砂，清孔时应同时检测泥浆相对密度、黏度、含砂率。

5.3.7 支承桩成孔过程中应控制成孔垂直度，成孔结束后应检

查成孔垂直度和孔底沉渣。

5.3.8 当支承桩采用旋挖扩底工艺时，在扩底切削前应确认扩底钻斗的扩幅形状达到设计要求，扩底切削过程宜有监视扩幅切削状态的装置。

5.3.9 当支承桩采用桩端后注浆工艺时，应根据桩端地层情况选用桩端注浆器，注浆管数量、注浆量和注浆压力应符合设计要求。

5.3.10 支承柱宜在工厂按照整根进行焊接制作；当在工厂分节制作时，宜采用现场水平拼接。

5.3.11 支承柱插入支承桩方式可结合支承桩柱类型、施工机械设备、成孔工艺及垂直度要求综合确定，可采用先插法或后插法；当支承桩为人工挖孔桩时，也可采用在支承桩顶部预埋定位基座后再安装支承柱的方法。

5.3.12 支承柱采用先插法施工时应符合下列规定：

1 支承柱安插到位，调垂至设计垂直度控制要求后，应在孔口固定牢靠；

2 用于固定导管的混凝土浇筑架宜与调垂架分开，导管应居中放置，并应控制混凝土的浇筑速度，确保混凝土均匀上升；

3 钢管内混凝土的强度等级不低于 C50 时，宜采用高流态、无收缩、自密实混凝土；

4 钢管混凝土支承柱内的混凝土应与支承桩的混凝土连续浇筑完成；

5 钢管混凝土支承柱内混凝土与支承桩桩身混凝土采用不同强度等级时，施工时应控制其交界面处于低强度等级混凝土一侧；支承柱外部混凝土的上升高度应符合支承桩混凝土超灌高度要求；

6 浇筑钢管内混凝土过程中，应人工对钢管柱外侧均匀回填碎石和砂，分次回填至自然地面；

7 利用预先埋设的注浆管分批次对已回填的支承桩桩孔进行填充注浆，水泥浆注入量不应小于回填体积的 20%。

5.3.13 支承柱采用后插法施工时应符合下列规定：

1 支承柱混凝土宜采用缓凝混凝土，应具有良好的流动性，缓凝时间应根据施工操作流程综合确定，且初凝时间不宜小于36h，粗骨料宜采用5mm~25mm连续级配的碎石；

2 应根据施工条件选择合适的插放装置和定位调垂架；

3 应控制竖向支承柱起吊时的变形和挠曲，插放过程中应及时调垂，符合设计垂直度要求；

4 钢管柱底部宜加工成锥台形，锥形中心应与钢管柱中心对应；

5 钢管柱插放、调垂到位后，应复核桩位中心与钢管柱中心的定位偏差，并牢靠固定；

6 钢管内混凝土的强度等级不低于C50时，宜采用高流态、无收缩、自密实混凝土；

7 钢管内混凝土浇筑完成后，应人工对钢管柱外侧均匀回填碎石和砂至自然地面；

8 利用预先埋设的注浆管对已回填的支承柱桩孔进行填充注浆，水泥浆注入量不应小于回填体积的20%。

5.3.14 当支承柱采用人工挖孔桩成孔工艺时，支承柱可采用先预埋定位基座后安装的施工方法，且应符合下列规定：

1 人工挖孔桩挖到底后应清除护壁上和孔底的残渣与积水，并应及时封底和浇筑桩身混凝土；

2 人工挖孔桩不含护壁的有效孔径不应小于设计桩径，桩中心与设计桩轴线允许偏差应为10mm；

3 桩身混凝土可采用两次浇筑，第一次浇至不同强度等级混凝土分界处，距离竖向支承柱底部设计标高不应小于1000mm，第二次混凝土浇筑应在竖向支承柱安放固定后进行；

4 第一次混凝土浇筑面应清除浮浆、凿毛，并应安放定位导向装置。

5.3.15 竖向支承柱吊放应采用专用吊具，起吊吊点数量和位置应通过计算确定，起吊变形应满足垂直度偏差控制要求。

5.3.16 支承柱在施工过程中应采用专用调垂装置控制定位、垂直度和转向偏差。调垂装置安装应符合支承柱调垂过程中的精度要求，支承柱宜接长高出地面，高出长度应根据调垂装置需要确定。

5.3.17 支承柱安装精度的控制应考虑下列因素：

- 1 竖向支承桩的垂直度和孔径偏差；
- 2 分节制作时拼接的精度；
- 3 调垂装置调垂误差；
- 4 混凝土浇筑及支承柱四周回填不均匀等因素引起的误差。

5.3.18 竖向支承桩柱混凝土浇筑完成后，应待混凝土终凝后方可移走调垂固定装置，并应在孔口位置对支承柱采取固定保护措施。

5.4 检 测

5.4.1 当竖向支承柱采用钢管混凝土柱时，应通过钢管混凝土柱试充填试验确定合适的钢管柱内混凝土浇筑、调垂和测垂工艺，钢管混凝土柱试充填试验数量不宜少于2根。

5.4.2 支承柱施工时应应对就位后的支承柱全数进行垂直度检测；基坑开挖后应对暴露出来的支承柱全数进行垂直度复测。

5.4.3 当支承柱采用钢管混凝土柱时，应采用超声波透射法对支承柱进行基坑开挖前的质量检测，检测数量不应小于支承柱总数的20%。当发现支承柱存在缺陷时，应采用钻芯法对支承柱混凝土质量进一步检测；基坑开挖后，应采用敲击法全数检测支承柱质量。

5.4.4 支承桩应全数进行成孔检测，内容包括成孔的中心位置、孔深、孔径、垂直度、孔底沉渣厚度；并应采用超声波透射法检测桩身混凝土质量，检测比例不少于20%。

5.4.5 对于工程地质条件复杂、上下同步逆作法工程、逆作阶段承载力和变形控制要求高的竖向支承桩，应采用静载荷试验对支承桩单桩竖向承载力进行检测，检测数量不应少于1%，且不应少于3根。

6 先期地下结构

6.1 一般规定

6.1.1 先期地下结构应为逆作阶段基础底板形成之前施工的地下水平结构与地下竖向结构，包括地下各层水平结构以及框架柱和剪力墙等竖向结构。先期地下结构施工时应预留后期地下结构所需要的施工措施和连接措施。

6.1.2 先期地下水平结构应根据逆作阶段的平面布置和工况，按水平向和竖向联合受荷状态进行承载力和变形计算，并应符合逆作阶段和永久使用阶段的承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计要求。

6.1.3 先期地下结构施工前应结合地下结构开口布置、逆作阶段受力和施工要求预留孔洞，施工时应预留后期地下结构所需要的钢筋、埋件以及混凝土浇捣孔。

6.1.4 逆作施工平台层的场地布置应结合各类施工机械运行通道和作业区域、材料堆放、加工场地以及排水的施工组织要求确定。

6.1.5 先期地下结构施工前应确定取土口、材料运输口、进出通风口及其他预留孔洞。预留孔洞的周边应设置防护栏杆，其平面布置应综合下列因素确定：

1 应结合施工部署、行车路线、先期地下结构分区、上部结构施工平面布置确定；

2 预留孔洞大小应结合挖土设备作业、施工机具及材料运转确定；

3 取土口留设时宜结合主体结构的楼梯间、电梯井等结构开口部位进行布置，在符合结构受力的情况下，应加大取土口的面积；

4 不宜设置在结构边跨位置；确需设置在边跨时，应对孔洞周边结构进行加强处理；

5 不宜设置在结构标高变化处。

6.1.6 先期地下结构施工前应进行下列准备工作：

1 复核测量基准线、水准基点，并在施工中进行保护；

2 布置场地内的道路、供电、供水、消防、排水系统；

3 确定场地的平面布置；

4 完成围护、地基加固、降水等前道工序；

5 地下室的设计图纸已完善并具备施工条件。

6.1.7 先期地下结构设计、施工及验收应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定。

6.2 设计

6.2.1 先期地下水平结构承受水平向荷载的计算分析应符合下列规定：

1 水平作用荷载应根据现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 采用平面杆系结构弹性支点法计算得到的支点反力；

2 梁板体系和无梁楼盖宜采用有限元方法进行计算分析，梁板体系计算应考虑楼板的整体作用；

3 当地下水平结构采用框架逆作时，可采用仅考虑梁系作用的简化计算方法，建立周边水平荷载作用下的封闭框架模型，进行地下水平结构内力和变形的计算。

6.2.2 先期地下水平结构在逆作阶段承受的竖向荷载主要包括结构自重和施工荷载。当地下水平结构上直接作用施工机械荷载时，该荷载在水平结构构件计算中应乘以 1.1~1.3 的动力系数。

6.2.3 先期地下水平结构计算时宜考虑由支承柱差异变形及支承柱与围护墙之间差异变形引起的附加内力，并应采取防止有害裂缝产生的技术措施。

6.2.4 先期地下水平结构承受水平向荷载的设计应符合下列规定：

1 对地下结构的同层楼板面存在高差的部位，应验算该部位构件的弯、剪、扭承载能力，根据验算结果可补充设置水平向转换结构或临时支撑；

2 对结构较大开洞及车道开口部位，当洞口两侧的梁板不能满足水平传力要求时，应通过计算在结构开洞位置处设置临时支撑或采取洞口边梁加强措施；

3 在各层结构留设结构分缝或基坑施工期间不能封闭的位置，应通过计算设置水平传力构件。

6.2.5 逆作施工平台层的平面布置应结合逆作期间的土方挖运和材料运输要求综合确定，并应便于施工机械通行与施工作业，逆作施工平台层设计应符合下列规定：

1 宜与先期地下水平结构及临时支撑结合设置施工平台层的受力构件；

2 可根据施工组织需要划分为堆载区和施工车辆作业区，堆载区荷载取值不应小于 10kN/m^2 ，施工车辆作业区荷载取值不应小于 25kN/m^2 ；

3 逆作施工平台层结构构件承载力和变形可按水平向和竖向受荷状态分别进行计算；

4 在竖向受荷状态计算中，结构梁及楼板计算可按等效均布竖向荷载进行计算，此外，结构梁尚应按施工机械最不利布置下的轮压作用，进行承载力和变形验算。

6.2.6 当先期地下水平结构构件的截面尺寸需根据水平向和竖向受力要求进行加强时，应复核并确保构件尺寸增大之后不影响建筑和设备空间使用要求。

6.2.7 当先期地下水平结构采用梁板体系时，框架梁截面的宽度宜大于支承柱截面宽度，或可在梁柱节点位置采取梁端宽度方向加腋或环梁节点等措施，以满足梁柱节点位置梁主筋穿过要求。梁柱连接节点构造应符合本标准附录 A 的规定。

6.2.8 先期地下水平结构与周边围护结构之间，应根据施工期间的水平传力要求以及永久使用阶段的结构受力要求，设置可靠的连接措施，并应符合下列规定：

1 采用两墙合一地下连续墙时，周边水平构件可采取在地下连续墙内预留插筋、钢筋接驳器或剪力槽与地下连续墙形成整体连接；

2 采用临时围护结构且结构外墙待基础底板施工形成后再施工时，应在围护结构与水平结构之间设置临时钢支撑或混凝土支撑，同时应预先留设水平结构与周边后浇筑地下室外墙之间的结构连接以及止水措施。

6.2.9 临时支承柱部位的构件配筋及连接节点应符合逆作阶段及永久使用阶段的工况要求。

6.2.10 先期地下结构在基坑施工期间的预留孔洞应符合下列规定：

1 同层楼板上需根据施工运输的要求设置多个预留孔洞时，孔洞的数量和位置不应影响地下结构作为水平支撑的受力和变形的要求；

2 对地下结构楼板上的施工运输临时预留孔洞，应验算水平力和施工荷载作用下孔洞周边构件的承载力和变形，根据验算结果可设置洞口边梁及加强洞口周边楼板钢筋配置；

3 对基坑工程施工后需要封闭的预留孔洞，应满足主体结构对孔洞处二次浇筑混凝土的结构连接要求；对有防水要求的洞口应采取相应的止水构造。

6.3 施 工

I 模 板 工 程

6.3.1 模板工程应进行专项设计并编制施工方案。地下水平结构的模板应根据水平结构形式和荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等因素确定。

6.3.2 地下水平结构模板形式可采用排架模板、土胎膜及垂吊模板，模板施工时应符合下列规定：

1 排架支撑模板的排架高度宜为 1.2m~1.8m，采用盆式开挖时周边留坡体斜面应修筑成台阶状，且台阶边缘与支承柱间距不宜小于 500mm；

2 采用土胎膜时应在垫层浇筑后铺设模板系统；

3 采用垂吊模板时，吊具须检验合格，吊设装置应符合相应的荷载要求，垂吊装置应具备安全自锁功能；

4 对于跨度不小于 4m 的钢筋混凝土梁板结构，模板应按设计要求起拱；当设计未作要求时，起拱高度宜为跨度的 1/1000~3/1000，并应根据垫层和土质条件综合确定。

6.3.3 地下水平结构施工前应预先考虑后期结构的施工方法，并应采取下列技术措施：

1 框架柱的四周或中间应预留混凝土浇捣孔，浇捣孔孔径大小宜为 100mm~220mm，每个框架柱浇捣孔数量不应少于 2 个，应呈对角布置，且应避让框架梁；

2 剪力墙侧边或中间应预留混凝土浇捣孔，浇捣孔宜沿剪力墙纵向按 1200mm~2000mm 间距均匀布置；

3 后期结构的混凝土浇捣孔可使用 PVC 管或钢管进行预留；

4 柱、墙水平施工缝宜距梁底下不小于 300mm。

6.3.4 采用排架模板及土胎膜施工时均应设置垫层，垫层厚度不宜小于 100mm，混凝土强度等级宜采用 C20。当垫层下地基承载力和变形不符合支模要求时，应预先对地基进行加固处理。

6.3.5 采用排架模板或土胎膜时，下层土方开挖之前应先拆除排架，并应破除垫层。

II 混凝土结构

6.3.6 钢筋混凝土工程的原材料、加工、连接、安装和验收，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 的有关规定。

6.3.7 每批次混凝土浇筑时应留设相应的拆模混凝土试块。

6.3.8 混凝土浇筑过程中，应设专人对模板支架、钢筋、预埋件和预留孔洞的变形、移位进行观测。

6.3.9 先期与后期地下水平及竖向结构之间施工缝的留设，应符合下列规定：

1 施工缝的留设应结合设计要求和后期地下结构施工便利性要求综合确定；

2 对有防水要求的地下结构，应根据主体结构防水要求采取防水措施；

3 在有防水要求的地下室顶板上预留浇捣孔时，应根据设计要求采取相应的防水构造措施；

4 柱墙竖向受力钢筋接头宜相互错开，无法错开时，应预留 I 级机械接头；

5 预留孔洞周边的结构梁板钢筋宜伸出 300mm，梁预留筋应留设 I 级机械接头。

6.3.10 先期地下结构施工时应应对长期暴露在外部的预留钢筋采取防碰撞和防锈蚀的保护措施。

III 钢与混凝土组合结构

6.3.11 先期地下结构采用钢结构或钢与混凝土组合结构时，应在先期地下结构楼板上预留下层钢结构吊装用埋件，并应考虑钢结构吊装设备的作业空间。

6.3.12 竖向支承柱施工前，应先确定钢结构的制作工艺和连接方法，并应深化设计钢结构构造节点。

6.3.13 在先期地下结构施工中，界面层以下需连接在支承柱上的钢构件应通过预留孔洞进行垂直运输，并在施工层水平运输至安装位置进行连接，严禁出现在地面拖拉的现象。

6.3.14 钢构件之间连接宜采用可调节的节点形式，并宜预留调整空间。钢构件连接之前宜先进行预拼装。

7 后期地下结构

7.1 一般规定

7.1.1 后期地下结构的施工应包括界面层以下的框架柱、剪力墙、地下室外墙、内衬墙及壁柱等竖向结构的施工，逆作阶段预留孔洞需封闭的地下水平结构的施工，以及临时支承柱、临时支撑构件拆除施工等。

7.1.2 后期地下结构施工前应对与先期地下结构连接的接缝部位进行清理，并应对预留的钢筋、机械接头、浇捣孔进行整修。

7.1.3 后期地下结构施工拆除先期地下结构预留孔洞范围内的临时水平支撑时，应按照设计工况在可靠换撑形成后进行；当有多层临时水平支撑时，应自下而上逐层换撑、逐层拆撑；临时支撑拆除时应监测该区域结构的变形及内力，并应预先制定应急预案。

7.1.4 临时竖向支承柱的拆除应在后期竖向结构施工完成并达到竖向荷载转换条件后进行，并按自上而下的顺序拆除，拆除时应监测相应区域结构变形，并应预先制定应急预案。

7.1.5 后期地下结构施工前应对先期地下结构的轴线、构件平面位置及标高进行复核，当偏差较大时应会同设计方进行调整。

7.1.6 后期地下结构施工前，应根据施工图和现场施工条件，制定先期与后期结构接缝处理、临时竖向支承柱和临时水平支撑等构件拆除方案，以及后期地下水平和竖向结构的专项施工方案。

7.1.7 后期地下结构的施工及验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

7.2 模板工程

7.2.1 柱、墙模板施工中，模板体系应考虑逆作法施工特点进

行加工与制作。模板预留洞、预埋件的位置应按图纸准确留设。

7.2.2 模板体系应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，并能承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载。

7.2.3 后期地下结构柱、墙施工时，宜根据预留浇捣孔位置设喇叭口。喇叭口宽度与倾斜角度应符合混凝土下料和振捣要求，喇叭口内混凝土浇筑面应高于施工缝 300mm 以上。

7.2.4 剪力墙回筑时，宜沿墙两侧设置喇叭口，间距宜为 1.2m~2.0m。墙单侧设置喇叭口时，间距不得大于 1.5m。

7.2.5 柱、墙模板底部应有防止漏浆措施。浇捣高度大于 3m 时，模板中部宜设置临时浇捣口；浇捣高度大于 6m 时，宜设置水平施工缝。扶壁柱与内衬墙回筑时，模板可单侧支模，对拉螺杆可固定在围护结构上并应设置止水钢板。

7.3 混凝土工程

7.3.1 后期地下结构梁、柱、墙与先期地下结构连接钢筋直径较粗时，其连接接头宜采用机械连接。钢筋的连接应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

7.3.2 钢筋接头应进行隐蔽工程验收，机械接头或焊接接头试件应现场取样。

7.3.3 后期地下水平结构和竖向结构施工前，应对预埋钢筋进行检查并整修，当预埋钢筋损坏或缺失时应按设计要求进行补强。

7.3.4 混凝土配合比应根据逆作法特点设计，浇捣前应对混凝土配合比及浇筑工艺进行现场试验。在现场应做混凝土工作性能试验，并应制作抗压抗渗试块及同条件养护试块。

7.3.5 后期竖向结构混凝土浇筑前应清除模板内各种垃圾并浇水湿润，浇筑时应连续浇捣，不应出现冷缝；宜通过浇捣孔用振动棒对竖向结构混凝土进行内部振捣，不宜直接振捣部位应在外侧使用挂壁式振捣器组合振捣；钢筋密集处应加强振捣。

7.3.6 混凝土浇筑时不得发生离析，当粗骨料粒径大于 25mm 时倾倒高度不应大于 3m，当粗骨料粒径小于或等于 25mm 时倾倒高度不应大于 6m。当不符合要求时，应分段浇筑或加设串筒、溜管、溜槽装置。

7.3.7 支承柱外包混凝土结构施工前，应将支承柱钢结构表面清理干净，并应保证外包混凝土结构与支承柱连接密实。

7.4 接缝处理

7.4.1 后期地下竖向结构施工应采取措施保证水平接缝混凝土浇筑的质量，应结合工程情况采取超灌法、注浆法或灌浆法等接缝处理方式。

7.4.2 采用超灌法时，竖向结构混凝土宜采用高流态低收缩混凝土，也可采用自密实混凝土。浇筑混凝土液面应高出接缝标高不小于 300mm。

7.4.3 采用注浆法时，待后期竖向结构施工完成后，采用注浆料通过预先设置的通道对水平接缝进行处理，注浆料宜采用高流态低收缩材料，强度高于原结构一个等级。注浆宜选用下列方式：

1 在接缝部位预埋专用注浆管，混凝土初凝后，通过专用注浆管注浆；

2 在接缝部位预埋发泡聚乙烯接缝棒，混凝土强度达到设计要求后用稀释剂溶解接缝棒，形成注浆管道进行注浆；

3 混凝土强度达到设计要求后，在接缝部位用钻头引洞，安装有单向功能的注浆针头，进行定点注浆。

7.4.4 采用灌浆法时，水平接缝处应预留不小于 50mm 的间距，采用高于原结构混凝土强度等级的灌浆料填充。采用的模板应密封严密，与上下结构搭接 100mm 以上，灌浆口应与出浆口对应布置，并应沿灌浆方向单向施工。

8 上下同步逆作法

8.1 一般规定

8.1.1 采用上下同步逆作法的建筑工程，其施工流程应符合设计要求，并宜符合下列规定：

1 当主体结构为框架结构时，上部结构应在界面层施工完成后方可施工；

2 当主体结构为框架-剪力墙或筒体结构时，上部结构宜在包含界面层楼板在内的两层地下水平结构施工完成后方可施工。

8.1.2 上下同步逆作法的工程，应选择刚度大、传力可靠的地下水平结构层作为界面层；当剪力墙或核心筒上部同步逆作时，宜选择结构嵌固层以下的地下水平结构层作为界面层；当界面层为地下一层或以下的地下水平结构层时，应对开挖至界面层的围护体悬臂工况采取控制基坑变形的设计与施工措施。

8.1.3 逆作施工平台层宜设置于地下室顶板，其平面及净空应符合逆作施工期间土方及材料的水平和竖向运输的施工作业要求。

8.1.4 上下同步逆作法工程应预先确定设计与施工技术措施，应包括下列主要内容：

1 结合主体结构确定合理的同步施工工况下竖向支承结构和托换结构体系；

2 选择合适的上下同步施工界面层及上下同步施工流程；

3 确定适应于上下同步施工工况的场地布置和机械配置；

4 选择受力明确、施工方便且与主体结构构件结合良好的施工阶段临时构件和节点形式。

8.1.5 上下同步逆作法施工时，应对上下同步逆作区域内的竖向支承桩柱、托换结构进行变形监测。

8.2 设计

8.2.1 采用上下同步逆作法的建筑工程，应根据上下结构同步施工的流程和工况进行整体分析，整体分析计算应符合下列规定：

1 整体计算模型应反映逆作期间的竖向支承柱、先期地下结构以及同步向上施工的上部结构的实际工况及约束条件；

2 应根据地上地下结构同步施工的工况，施加水平荷载及竖向荷载并进行各工况模拟分析；

3 应根据整体分析结果对相关结构构件进行复核加强。

8.2.2 施工工况模拟计算中应考虑下列荷载和作用：

1 施工平台层楼面的施工荷载取值不应小于 10kN/m^2 ；车辆运输通道的施工荷载应按实际取值，且不宜小于 25kN/m^2 ；

2 其余各层楼面施工活载应按实际考虑，取值不应小于 1kN/m^2 ；

3 外挂脚手架重量按实际考虑，取值不得小于 1.5kN/m^2 ；

4 向上施工层数较多的上下同步逆作法工程应进行风荷载与地震作用的验算；

5 对于超长结构宜考虑温度变化和材料收缩的影响。

8.2.3 对于向上施工层数较多的上下同步逆作法工程，风荷载及地震作用验算应符合下列规定：

1 施工阶段风荷载取值可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的相关规定执行，基本风压可按 10 年重现期取值，迎风面按实际工况考虑；

2 施工阶段地震作用可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定执行，地震作用可按 10 年一遇地震取值，相关构件的抗震等级不宜小于四级。

8.2.4 上下同步逆作法工程的竖向支承柱设计应符合下列规定：

1 框架柱部位宜原位设置支承柱，向上同步施工层数较多时，宜采用钢管混凝土柱或双轴惯性矩接近的型钢柱作为支

承柱；

2 剪力墙部位宜在墙下对中设置托换支承柱；

3 非柱下或非墙下设置的临时支承柱应在界面层设置托换构件。

8.2.5 上下同步逆作法工程中，托换剪力墙或筒体的竖向支承柱设计应符合下列规定：

1 托换支承柱宜采用格构柱；

2 当剪力墙厚度大于支承柱截面尺寸 200mm 以上，且支承柱定位精度有保证时，支承柱可采用钢管混凝土柱或型钢柱；

3 支承柱不宜设置在剪力墙钢筋密集部位；

4 支承柱布置应便于剪力墙水平筋穿越施工。

8.2.6 当采用一柱多桩的托换形式时，应符合下列规定：

1 应在界面层设置托换梁，界面层以下的地下各层水平结构应设置连系梁对临时支承柱进行约束；

2 托换梁应与上部框架柱截面中线重合，梁高应根据计算确定并不宜小于跨度的 1/8，托换梁宽宜大于上部框架柱和支承柱宽；

3 托换梁宜与主体框架梁结合布置；

4 临时托换支承柱宜对称分批拆除。

8.2.7 剪力墙或筒体的托换设计应符合下列规定：

1 应在界面层设置托换梁，界面层以下的地下各层水平结构应设置连系梁对支承柱进行约束；

2 托换梁高度不宜小于支承柱间跨度的 1/8；

3 对于向上施工楼层较多的剪力墙或筒体下的托换支承柱，宜设置柱间支撑；

4 当支承柱在剪力墙或筒体外对称设置时，应设置临时托换梁，托换梁宽度应大于支承柱宽度，且支承柱边缘至托换梁边缘的距离不得小于 50mm；临时托换梁应在相关部位地下结构施工完成并达到设计强度后方可拆除。

8.3 施工与监控

8.3.1 取土口的设置除应符合本标准第 6.1.5 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 取土口的设置宜避开上部结构范围，可利用上部结构周边退界区域或者中庭等大空间部位作为取土口使用；

2 逆作施工平台层以上的楼层净空应符合垂直取土设备的操作要求，取土口上方的上部结构可后施工；

3 应充分考虑挖土行车路线对上部结构施工的影响，合理安排分区域施工。

8.3.2 地上地下结构同步施工时，应对施工平台层的框架柱、剪力墙等竖向结构进行施工作业机械防撞保护。

8.3.3 界面层以下的后期框架柱与剪力墙施工时，应在先期与后期的水平施工缝中预埋注浆管，并应采用注浆法进行接缝处理。

8.3.4 应对竖向构件和托换构件的内力进行监测，并应对托换构件的变形和裂缝情况进行监测和观测。

8.3.5 沉降监测应测定建筑的沉降量与水平位移；沉降监测点的布设应考虑地质情况及建筑结构特点，并应全面反映建筑及地基变形特征。监测点的布置宜选择下列位置：

1 建筑的四角、核心筒四角、大转角处及沿外墙每 10m~20m 处或每隔 2 根~3 根柱基上；

2 剪力墙托换区域的四角；

3 后浇带和沉降缝两侧及逆作施工作业区与非作业区交界位置；

4 沿纵、横轴线上的每个或部分竖向支承柱。

9 地下水控制

9.1 一般规定

9.1.1 逆作法基坑工程的地下水控制应考虑下列因素：

1 地下水控制影响范围内的地下水类型、地下水位与动态规律、各含水层之间以及地下水与基坑周边相邻地表水体的水力联系性质；

2 各含水层的水文地质参数、与地下水控制相关的岩土体的物理力学参数；

3 基坑开挖深度、面积，周边建筑物与地下管线的情况和基坑支护结构形式；

4 逆作施工工况、地下结构的布置及土方挖运流程等。

9.1.2 基坑隔水应根据工程地质条件、水文地质条件及施工条件，选用水泥土搅拌桩帷幕、渠式切割水泥土连续墙帷幕、铣削深搅水泥土搅拌墙帷幕、地下连续墙或咬合式排桩。

9.1.3 降水方法应根据基坑规模、土层与含水层性质、施工工况进行选择。在渗透性较弱的黏性土、淤泥质土地层中宜选用轻型井点降水、喷射井点降水、真空管井降水等；在渗透性较强的砂土、粉土地层中可采用集水明排、管井降水等。

9.1.4 降水井应在基坑开挖前完成施工，并经检验合格，降水系统试运行正常后，方可进行下一步施工。

9.1.5 逆作法基坑工程应进行预疏干降水，疏干降水的持续时间应考虑基坑面积、开挖深度及地质条件等因素，并结合逆作施工工况中逆作结构的稳定与变形要求综合确定；土方开挖前坑内地下水位应降至分层开挖面以下 0.5m~1.0m。

9.2 设计

9.2.1 周边环境或水文地质条件复杂的逆作法基坑，应进行专项水文地质勘察，并应根据专项水文地质勘察成果制定地下水控制设计方案。专项水文地质勘察应符合国家现行标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《供水水文地质勘察规范》GB 50027 和《建筑与市政地下水控制工程技术规范》JGJ 111 的有关规定。

9.2.2 地下水控制设计时宜采用数值分析方法预测逆作法基坑内外地下水位变化，并预测地下水控制对周边环境的影响。

9.2.3 疏干降水设计应符合下列规定：

1 应结合逆作法基坑施工工况采用便于土方开挖的疏干降水方法；

2 低渗透性土层中，宜采用真空降水管井；

3 疏干降水井的间距和深度应根据地质条件、基坑施工工况及开挖深度确定。

9.2.4 减压降水设计应符合下列规定：

1 减压降水井的间距和深度应根据含水层性质、基坑支护结构形式、周边环境保护等级要求确定；

2 减压降水井宜采用管井；

3 减压降水井的数量应符合降压要求，此外还应设置备用井和观测井。备用井数量不宜少于减压降水井数的 20%，观测井数量不应少于减压降水井数的 10%。当观测井与备用井构造相同时，观测井可兼作备用井。

9.2.5 地下水回灌设计应符合下列规定：

1 浅层潜水回灌可采用回灌砂井和回灌砂沟，微承压水、承压水回灌宜采用回灌管井；

2 回灌井、回灌沟的深度与间距（长度）应通过计算确定；

3 回灌井和回灌沟均应设置在基坑外侧。当与坑内降水同步进行回灌时，回灌井及回灌沟的底埋深不宜超过隔水帷幕的深度；当与坑外降水同步进行回灌时，回灌井及回灌沟与降水井的

间距不宜小于 6.0m;

4 回灌用水不应污染地下水,可采用自来水或经水质处理后的同源地下水。

9.2.6 管井材质宜采用钢管,并应符合施工工艺、降水井保护与降水运行可靠性的要求。疏干降水管井钢管壁厚不宜小于 4mm,减压降水管井钢管壁厚不宜小于 6mm。

9.2.7 井点布置应与先期地下结构的柱网布置协调,井位应避开工程桩、柱、结构梁、墙等构件,宜靠近支承柱且便于挖土机械作业。

9.3 施工与检测

9.3.1 基坑外侧排水系统的设置应符合下列规定:

- 1 排水系统的排水能力不应小于设计排水量的 1.2 倍;
- 2 地表排水系统应采取防渗及三级沉淀措施;
- 3 集水井、排水沟宜布置在距离隔水帷幕外不小于 0.5m 处;
- 4 基坑内排水系统应在坑内排水管集中部位设置合理的接入口。

9.3.2 基坑内排水系统的设置应符合下列规定:

- 1 降水井排水管宜通过结构开口接入基坑外侧排水系统;
- 2 当排水管通过在地下结构板上设置预留孔接入基坑外侧排水系统时,应在预留孔周边做好结构止水措施;
- 3 井点数量较多时,可在地下一层结构上设置集水桶、集水箱作为排水中转站。

9.3.3 轻型井点施工与运行应符合下列规定:

- 1 井点管直径宜为 38mm~55mm,井点管水平间距宜为 0.8m~1.6m;
- 2 成孔孔径不应小于 300mm,成孔深度应大于过滤器底端埋深 0.5m;
- 3 滤料应回填密实,滤料回填顶面与地面高差不宜小于

1.0m；滤料顶面至地面间应采用黏土封填密实；

4 真空泵应与轻型井点管口处于同一水平高度；

5 运行期间真空负压不应小于 0.065MPa。

9.3.4 管井施工与运行应符合下列规定：

1 成孔垂直度偏差不应大于 1/100；

2 成孔施工中的泥浆密度不宜大于 $1.15\text{g}/\text{cm}^3$ ，井管安装阶段的泥浆密度不宜大于 $1.10\text{g}/\text{cm}^3$ ，填砾阶段的泥浆密度不宜大于 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ ；

3 井管外径不应小于 200mm，且应大于抽水泵体最大外径 50mm 以上，成孔孔径应大于井管外径 300mm 以上；

4 井管安装应准确到位，不得损坏过滤结构；井管连接应确保井管不脱落或渗漏；

5 井管外侧应安装扶正器，每两组扶正器最大间距不应大于 10m；

6 井管周围填砾厚度应均匀一致；

7 应采用空压机或活塞洗井至出水清澈，洗井后井管内沉淀物的厚度不应大于井深的 0.5%，出水稳定后含砂量体积比不应大于 1/20000；

8 抽水泵安装应稳固，泵轴应垂直；井内动水位应高于抽水泵进水口 2m；

9 达到设计降深时的管井出水量不应小于其设计流量，在同一水文地质单元内结构基本相同的管井出水量应相近。

9.3.5 真空降水管井的施工与运行，除应符合本标准第 9.3.4 条外，尚应符合下列规定：

1 滤料柱顶面以上应用黏性土填实至孔口，封填黏土材料直径不应大于井管与孔壁之间间隙宽度的 1/3；

2 管井口应密封，并应分别设置与抽水泵排水管连接的排水孔和与真空泵排气管连接的排气孔，排水管与排气管均应设置单向阀；

3 降水运行期间负压管路系统的真空负压不应小

于 0.065MPa；

4 开挖后需继续加载真空负压的真空降水管井，应对开挖后暴露的井管、过滤器和填砾层进行封闭。

9.3.6 减压降水管井的施工与运行，除应符合本标准第 9.3.4 条外，尚应符合下列规定：

1 成井施工中应按设计要求实施封闭措施，回填黏土球或黏土的高度、体积不应小于设计值的 95%；

2 抽水井和备用井均应安装抽水泵，抽水泵的排水能力不应小于设计流量和扬程；

3 基坑内观测井水位应符合当前施工工况的设计安全水位要求。

9.3.7 回灌管井的施工与运行，除符合本标准第 9.3.4 条外，尚应符合下列规定：

1 滤料柱顶面以上应用黏土球封填，封填高度不应小于 5m，黏土球顶面以上应用混凝土或注浆封填至孔口；

2 回灌井施工结束至正式回灌应至少有 2 周~3 周的休止期；

3 回灌方式应根据回灌目的含水层的性质和回灌量确定；自然回灌的水源压力宜为 0.1MPa~0.2MPa，加压回灌压力宜为 0.2MPa~0.5MPa，回灌压力不宜超过过滤器顶端以上的覆土重量；

4 回灌水量应根据回灌影响范围内水位观测井的水位变化进行动态调节。

9.3.8 坑内降水管井顶部宜设置在地下结构顶板底部以下。减压降水井顶部标高应高于目标承压含水层初始承压水位 0.5m~1.0m。土方开挖过程中降水井管不宜割除。

9.3.9 基坑开挖过程中，应对降水井管进行保护。降水井管与各层楼板、支撑之间应有侧向固定措施。

9.3.10 地下水控制应实行全过程运行信息化管理。当基坑周边环境复杂或地下水控制运行风险较大时，应设置地下水控制运行

风险控制系统。

9.3.11 基坑内降水施工时，可采取下列措施减少对环境的影响：

- 1 设置隔水帷幕减小降水对保护对象的影响；
- 2 采用悬挂帷幕时应结合抽水试验对降水的影响范围进行估算；
- 3 应采用能减小被保护对象下地下水位变化幅度的降水系统布置方式，并应避免采用可能危害保护对象的降水施工方法；
- 4 可设置回灌水系统以保持保护对象周边的地下水位。

9.3.12 降水井点运行结束后，应采取有效的封闭措施。

9.3.13 轻型井点及管井施工质量检测应符合下列规定：

- 1 成孔及成井过程中，应对成孔的孔径、孔深、泥浆相对密度进行检测，检测数量不应少于成孔总数的 50%；
- 2 成井过程中应检测滤料、止水材料的回填高度及数量、回填密实度，检测数量 100%；
- 3 成井结束后应检测管井的洗井效果、管内沉淀高度及出水含砂率，检测数量 100%；
- 4 抽水过程中应检测井点出水效果，井点有效数不应低于 90%，检测数量 100%。

9.3.14 地下水控制措施的检测除应符合本节规定外，尚应符合国家现行标准《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《建筑与市政地下水控制技术规范》JGJ 111 有关规定。

10 土方挖运

10.1 一般规定

10.1.1 基坑开挖施工方案应根据工程的水文地质条件、周边环境保护要求、场地条件、基坑平面尺寸、开挖深度、结构梁板平面布置、施工方法等因素综合制定，临水基坑尚应考虑水位与潮位等因素。

10.1.2 基坑开挖前应详细了解现场地质情况，专项挖、运土施工方案应包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 开挖的分层分块情况、挖土流程、开挖方法；
- 3 取土口留设位置及逆作施工平台层的加固区域；
- 4 土方运输车辆的行走路线；
- 5 明确开挖与结构施工及养护时间关系；
- 6 保护竖向支承结构的措施；
- 7 各分块开挖的时间进度要求；
- 8 施工机械的规格、数量、工效分析与劳动力配备；
- 9 落实卸土场地及出土运输条件；
- 10 质量、安全、文明与环境保护措施；
- 11 基坑监测与应急预案。

10.1.3 基坑开挖前应对基坑逆作的每一层土方开挖条件进行验收，开挖验收条件应包括下列内容：

- 1 开挖下层土方时上层混凝土结构梁板强度达到设计要求；
- 2 临时支护体系安装验收完毕；
- 3 相邻竖向支承柱之间、竖向支承柱与围护墙之间的差异沉降应控制在设计要求范围内；
- 4 地下通风及照明设施设置完备；

- 5 机械设备配备与逆作土方挖运相配套；
- 6 基坑疏干降水降至开挖面以下 500mm，承压水降压至满足开挖面抗承压水突涌稳定性的要求；
- 7 上层逆作楼板的下排架模板及垫层拆除完毕。

10.2 取土口设置

10.2.1 逆作法施工时，地下结构楼板中宜设置一定数量的取土口，取土口的布置应遵循下列原则：

- 1 取土口设置的数量、间距应根据土方开挖量、挖土工期、运输方式及基坑平面形状确定；
- 2 在软土地层的逆作法施工中，取土口间的水平净距不宜超过 30m；
- 3 取土口平面尺寸应符合挖土机械和施工材料垂直运输的作业要求；
- 4 地下各层楼板与顶板洞口位置宜上下相对应；
- 5 取土口宜设置在各挖土分区的中部位置，且不宜紧贴基坑的围护结构；
- 6 取土口的布置应符合挖土分块流水的需要，每个流水分块应至少布置一个出土口；当底板土方采用抽条开挖时，应符合抽条开挖时的出土要求；
- 7 取土口位置应考虑场地内部交通畅通，并应与外部道路形成较好的连接。

10.2.2 取土口构造应采取下列措施：

- 1 应在取土口边缘设置防护上翻梁，其截面尺寸可取 200mm×300mm；
- 2 应在逆作施工平台层上设置合理的集水明排措施，雨水不应回灌至基坑内；
- 3 预留孔洞四周宜设置挡水槛，对长时间使用的洞口，宜采取避雨措施。

10.3 土方开挖

10.3.1 土方开挖应根据土质条件、基坑形状及取土条件等因素，采用分区、分块的挖土方式，并及时形成支撑。

10.3.2 应合理划分各层开挖分块大小，开挖分块划分应综合考虑地下水平结构施工流水及设置结构施工缝的要求。

10.3.3 土方开挖应充分利用机械化施工，应根据基坑土质条件、平面形状、开挖深度、挖土方法、施工进度、挖机作业空间的限制等因素，选择噪声小、效率高、废气排放少的挖土设备。

10.3.4 软土地层中大面积深基坑开挖宜采用盆式挖土，盆边土的留设形式应符合围护设计工况要求；盆边土宜采用抽条式挖土，抽条宽度应符合设计要求。

10.3.5 五类以上岩体地区土方采用控制爆破以后开挖时，爆破作业前应做好地下结构的防护。

10.3.6 逆作法基坑土方开挖尚应符合下列规定：

- 1 应根据边坡稳定性验算确定放坡开挖的坡度及坡高；
- 2 挖土时应对竖向支承柱采取保护措施，竖向支承柱两侧土方高差不应大于 1.5m；
- 3 土方开挖应符合基坑设计开挖工况，严禁超挖；
- 4 除垂吊模板外，应及时拆除并清理结构楼板的模板及支撑体系；
- 5 应严格保护降水井、预留插筋及监测元件等。

10.3.7 土方开挖到基底标高后，应及时浇捣混凝土垫层，基底土层不应超挖与扰动。

10.3.8 逆作挖土取土口位置宜设置集土坑，集土坑不宜放置在基坑周边，集土坑深度不宜超过 1.5m。

10.3.9 基坑土方开挖时，可采取下列措施减少对环境的影响：

- 1 有环境保护要求侧的取土口与基坑边距离宜大于 1 倍取土口边长；
- 2 宜先开挖周边环境保护要求较低一侧的土方，再开挖环

境保护要求较高一侧的土方；

3 应根据基坑的平面特点采用分块开挖的方法，分块大小和开挖顺序应根据基坑环境保护要求、场地条件、结构施工缝位置等因素确定，并结合分块开挖方法和顺序及时分块形成水平结构或垫层，缩短基坑无支撑暴露时间；

4 基坑与被保护对象之间的地表超载不得超过设计规定。

10.3.10 土方开挖过程中，应在坑内设置通风、换气、照明和用电设备。

10.4 土方水平与垂直运输

10.4.1 坑内开挖面的土方水平运输可采用挖土机翻运、水平运输带传输、推土机推土、小型装载机装运、翻斗车装运、卡车装运等方式。

10.4.2 应在施工平台层明确各区域的施工荷载，并应采取隔断的方式进行平面布置，防止施工荷载超出设计要求。

10.4.3 在逆作施工平台层取土时，可选用长臂挖机、伸缩臂挖机、抓斗、升降机或传输带将土方垂直提升至地面层。当采用上下同步逆作法时，施工平台层上应为垂直取土机械留设足够的作业空间。

10.4.4 当采用车辆利用下坑栈桥、坡道或垂直升降设备系统的方式进入坑内装运土方时，应符合下列规定：

1 下坑栈桥、坡道应综合考虑运输车辆的型号、载重、车辆爬坡能力等进行专项设计，下坑栈桥应有防滑和车辆缓冲平台；

2 邻近的支承立柱应设置防撞措施；

3 垂直升降设备系统及车辆出入平台应进行专项设计，升降系统应通过相关安全部门的验收合格后方可使用。

11 监 测

11.1 一 般 规 定

11.1.1 逆作法监测应按基坑支护结构的安全等级、相应的环境保护要求和设计施工技术要求等条件编制监测方案。监测方案应包含下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 建设场地工程地质和水文地质条件及基坑周边环境概况；
- 3 监测目的和依据；
- 4 监测内容及项目；
- 5 基准点、监测点的布设与保护；
- 6 监测方法及精度；
- 7 监测期和监测频率；
- 8 监测报警值及异常情况下的监测措施；
- 9 监测数据处理与信息反馈；
- 10 监测人员的配备；
- 11 监测仪器设备及检定要求；
- 12 作业安全及其他管理制度。

11.1.2 逆作法监测宜采用监控信息化管理，实现动态设计和信息化施工。

11.1.3 逆作法监测应符合国家现行标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 和《地下建筑工程逆作法技术规程》JGJ 165 的有关规定。

11.2 监测项目、测点布置及报警值

11.2.1 逆作法基坑工程的监测项目应符合表 11.2.1 的规定。

表 11.2.1 逆作法监测项目

序号	监测项目	监测项目类别
1	支护体系的观察巡视	应测
2	围护结构顶部竖向、水平位移	应测
3	围护体系裂缝观察	应测
4	围护结构侧向变形（测斜）	应测
5	围护结构侧向土压力	宜测
6	围护结构内力	宜测
7	用于支承体系的梁、板内力	宜测
8	取土口附近的梁、板内力	宜测
9	支承柱竖向位移	应测
10	支承柱内力	宜测（应测）
11	支承桩内力	宜测
12	坑底隆起（回弹）	宜测
13	基坑内、外地下水位	应测
14	土体分层竖向沉降	宜测
15	逆作结构梁板柱的裂缝观察	应测

注：当采用上下同步逆作法施工时，支承柱内力为应测项目。

11.2.2 基坑边缘以外 1 倍～3 倍基坑开挖深度范围内需要保护的周边环境应作为监测对象，也可根据实际环境情况扩大监测范围。

11.2.3 围护结构水平位移和竖向位移监测点布置应符合下列规定：

1 围护结构顶部水平位移监测点和竖向位移监测点宜为共用点，监测点间距不宜大于 20m，关键部位宜加密，且每条边监测点不应少于 3 个，基坑每条边的中部、阳角处应布置测点；

2 围护结构计算受力和变形较大处宜布置监测点；

3 周边环境有重点保护对象处应加密监测点；

4 围护结构竖向位移测点与相邻支承柱竖向位移测点宜布置在同一断面上；

5 监测点布置尚应符合设计和施工要求。

11.2.4 竖向支承柱位移监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜布置在支承柱计算受力、变形较大的部位；

2 行车通道区域的支承柱宜布置测点；

3 监测点数量不应少于支承柱总数的 20%，且不应少于 5 根；

4 对于面积较大的取土口，沿取土口周边方向宜加密监测点；

5 布置测点时，宜确保有 2 个相互垂直的断面连续布置。

11.2.5 竖向支承柱内力监测点宜根据竖向支承柱的结构形式和受力计算布置，内力监测传感器应对称布置。

11.2.6 水平结构梁、板内力监测点布置宜符合下列规定：

1 监测断面应选在结构梁、板中计算受力较大的部位；

2 行车通道的首层结构梁、板应适当加密监测点；

3 每处设置传感器不少于 2 个，呈正交布置；

4 对于结构梁的内力监测，应在各层楼板相对应的梁中分别选择几个截面埋设传感器，各截面的上下皮钢筋各布设一个传感器；取土口处的梁埋设传感器时，宜上下左右各布设一个。

11.2.7 坑底隆起（回弹）监测点布置宜根据基坑面积、取土口位置连续布置测点，形成 2 个相互垂直的断面。

11.2.8 监测频率的确定应符合下列规定：

1 应符合最短观测时间间隔和快速预警的要求；

2 应能系统反映所测变形的变化过程；

3 应能在要求的观测时间间隔内反映变形速率的特征。

11.2.9 监测项目的累计值 and 变化速率均应设置报警值。

11.2.10 监测报警值应根据地层条件、设计计算、周边环境中被保护对象的变形控制要求及当地经验等因素确定。当出现下列

情况之一时，应进行报警：

- 1 监测数据累计值或变化速率达到报警值；
- 2 相邻竖向支承桩间以及竖向支承柱与临近基坑围护结构之间差异沉降达到报警值；
- 3 基坑支护结构或周边土体的位移值突然增大或基坑出现流沙、管涌、陷落或较严重的渗漏；
- 4 基坑支护结构的支撑体系出现过大大变形、压屈、断裂、松弛或拔出的迹象；
- 5 水平结构梁板或其他支撑构件出现较明显的受力裂缝；
- 6 周边建筑的结构部分、周边地面出现较严重的突发裂缝或危害结构的变形裂缝；
- 7 周边管线变形突然明显增长或出现裂缝、泄漏；
- 8 根据当地工程经验，出现其他应进行危险报警的情况。

11.3 监控信息化管理

11.3.1 监控信息化管理系统的安装、调试工作宜在基坑围护结构施工之前完成，且应具备正常运行的条件。

11.3.2 监控信息化管理系统宜采集下列用于分析计算的基础资料：

- 1 设计相关资料：岩土工程勘察报告，设计图纸，邻近建筑物、地下构筑物、地下管线、道路、敏感设施等环境资料；
- 2 施工相关资料：施工组织设计，检测、监测方案，监理方案等。

11.3.3 监控信息化管理系统应具有监测数据自动或人工采集、传输，合理性判断和过滤，工况记录，围护结构、水平结构、竖向支承结构、周边环境安全状态计算分析和趋势预测，安全预警报警，显示，发布，报表输出，查询，现场巡检管理，工程资料管理的功能。

11.3.4 监控信息化管理系统运行应符合下列规定：

- 1 每次人工监测完成后应及时将监测数据上传至监控信息

化管理系统；

- 2 所有监测数据必须完整、有效，不得出现阶段性归零；
- 3 上传监测数据时，必须有相对应的工况信息。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

12 施工安全及作业环境控制

12.1 一般规定

12.1.1 逆作法施工安全及作业环境控制包括安全、降噪、通风、排气、照明与电力，除了应符合本标准的要求外，尚应符合现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 的有关规定。

12.1.2 逆作法安全施工技术措施应根据工程特点编制，并应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

12.1.3 逆作法施工过程中应采取下列措施控制噪声污染：

- 1 宜选用低噪声、低能耗的机械，固定式机械宜安装隔声罩；
- 2 机械设备应经常进行维修保养；
- 3 车辆禁止鸣笛；
- 4 施工期间的噪声应按现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定控制。

12.1.4 施工现场道路应按照施工总平面布置图的要求布置，施工现场应设置排水系统，现场应无积水现象。

12.1.5 人员通道应设置安全防护棚，楼梯应设置安全护栏，楼板上各类洞口应设置安全防护设施。

12.2 通风排气

12.2.1 施工前应查明地下有毒、有害气体的分布情况。

12.2.2 通风及排气设施应结合基坑规模、施工季节、工程地质情况、风机类型和噪声等因素选择。

12.2.3 通风口应按挖土行进路线预先在楼板上留设；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。

12.2.4 施工通风应采取压入式机械通风，逆作法通风排气设施宜采用轴流风机，风机应具有防水、降温和防雷击设施。

12.2.5 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。

12.2.6 风机在运行过程中如发现异常声、电机严重发热、外壳带电、开关跳闸、不能启动等现象，应立即停机检查。不得在风机运行时维修，检修后应试运转 5min 左右，确认无异常现象方可正常运转。

12.2.7 通风管的选择和安装应符合下列规定：

1 风管直径应按照通风设计要求确定，通风管应与风机配套，同一管路的直径宜尽量一致。

2 压入式的进风管口或集中排风管口应设在地下室外，集中排风管口应采用烟囱式。

3 通风管靠近开挖面的距离应根据具体情况确定，压入式通风管的送风口距开挖面或作业面不宜大于 15m，排风式风管吸风口距开挖面或作业面不宜大于 5m。

4 采用混合通风方式时，当一组风机向前移动，另一组风机的管路应相应接长，并始终保持两组管道相邻端交错 20m～30m。局部通风时，排风式风管的出风口应引入主风流循环的回风流中。

5 通风管的安装应做到平顺、接头严密、弯管半径不小于风管直径的 3 倍。

6 通风管如有破损，必须及时修理或更换。

7 压风管应采用软质橡胶管，吸风管应采用硬质金属管或玻璃钢管。

12.2.8 通风机的安装与使用应符合下列规定：

1 主风机应按照通风设计要求安装；辅助风机应安装在新鲜风流中；

- 2 通风机应装有保险装置，当发生故障时能自动停机；
 - 3 通风机应有适当的备用量，宜为计算最大风量的 50%。
- 12.2.9** 通风的风量、风速、风压应定期测试，并应检查通风设备的供风能力和动力消耗。
- 12.2.10** 基坑施工应采取防尘措施，应定期测试粉尘和有害气体的浓度，并做好个人防护。
- 12.2.11** 施工作业环境气体应符合下列规定：
- 1 空气中氧气含量不得小于 20%；
 - 2 瓦斯浓度应小于 0.75%；
 - 3 有害气体中，一氧化碳浓度不得超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，二氧化碳浓度不得超过 0.5%（按体积计），氮氧化物换算成二氧化氮的浓度不得超过 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 12.2.12** 各类电焊发尘量的控制，应按现行国家标准《车间空气中电焊烟尘卫生标准》GB 16194 的有关规定执行。
- 12.2.13** 当存在可燃性或其他有害气体时，应使用专用仪器进行检测，并应加强通风，可燃性或有气体浓度应控制在安全允许范围内。

12.3 照明及电力设施

- 12.3.1** 当自然采光不符合逆作法施工要求时，应编制照明用电方案。照明供电系统应独立设置，并应配备应急发电设备。
- 12.3.2** 每层地下室应根据相关规范要求设置足够的照明设备及电力插座。
- 12.3.3** 逆作法地下结构施工应设一般照明、局部照明和混合照明。在一个工作场所内，不应只设局部照明。
- 12.3.4** 现场照明应采用高光效、长寿命、低能耗的照明光源。对需大面积照明的场所，应采用高压汞灯、高压钠灯或混光用的卤钨灯等。照明器具和器材的质量应符合国家现行有关强制性标准的规定，不得使用绝缘老化或破损的器具和器材。
- 12.3.5** 照明灯具应置于预先制作的标准灯架上，灯架应固定在

竖向支承柱或结构楼板上。

12.3.6 动力、照明线路应在楼板、梁、柱等结构中设置专用的绝缘防水线路，严禁将线路架设在脚手架、钢支承柱及其他设施上。

12.3.7 在地下结构施工过程中设置的配电箱至各电气设备的线路均应采用双层绝缘电线，并应架空铺设在楼板底。

12.3.8 人员出入通道宜设置独立的照明线路。

12.3.9 地下空间施工过程中有爆破作业时，用电系统应有对应的防护措施。

12.3.10 对各种电气设备和输电线路应有专人经常进行检查维修，作业时应按现行国家标准《电业安全工作规程 第1部分：热力和机械》GB 26164.1的规定执行。

12.3.11 地下施工电气安全防护装置应安全有效，并应配备足够的消防设备。

附录 A 逆作法结构连接节点构造

A.0.1 两墙合一地下连续墙与主体结构的连接应符合下列规定：

1 地下连续墙与地下结构顶板之间应设置贯通的冠梁，并通过预埋钢筋、剪力槽等方式连接，可按图 A.0.1(a) 采用；

2 地下连续墙与地下结构梁板之间宜设置贯通的结构环梁，并通过预埋钢筋、剪力槽等方式与结构环梁连接，可按图 A.0.1(b) 采用；

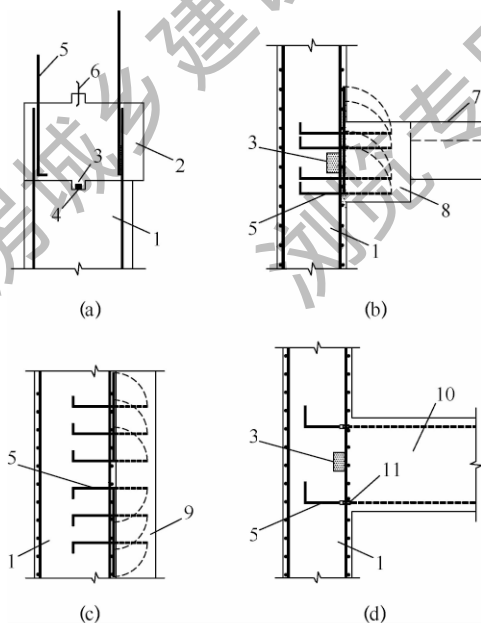


图 A.0.1 两墙合一地下连续墙与主体结构连接节点构造

- 1—两墙合一地下连续墙；2—冠梁；3—剪力槽；4—遇水膨胀止水带；
5—预埋插筋；6—止水钢板；7—结构梁板；8—结构环梁；9—结构
壁柱；10—结构底板；11—底板钢筋接驳器

- 3 地下连续墙与结构壁柱的连接，可按图 A.0.1(c) 采用；
- 4 地下连续墙与结构底板的连接，可按图 A.0.1(d) 采用。

A.0.2 竖向支承柱与结构梁板间的抗剪连接应符合下列规定：

1 角钢格构支承柱与结构梁间可采用抗剪栓钉或抗剪钢筋连接，支承柱设置抗剪栓钉时可按图 A.0.2(a) 采用。抗剪栓钉或抗剪钢筋无法满足抗剪要求时，可在框架梁下的支承柱上设置钢牛腿等抗剪能力较强的抗剪件，可按图 A.0.2(b) 采用。

2 钢管混凝土支承柱与结构梁间可采用传力钢板连接，可按图 A.0.2(c) 采用。

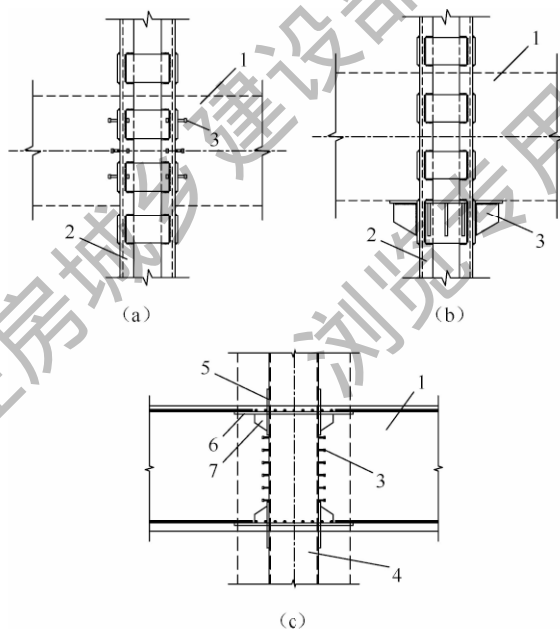


图 A.0.2 竖向支承柱与结构梁板抗剪连接节点构造

- 1—框架梁；2—角钢格构支承柱；3—栓钉；4—钢管混凝土支承柱；
- 5—弧形钢板；6—钢筋连接环形钢板；7—加劲肋

A.0.3 梁柱节点位置结构梁钢筋与竖向支承柱间的连接应符合下列规定：

1 结构梁主筋穿越角钢格构支承柱可采用钻孔钢筋连接法、传力钢板法以及梁侧加腋法等方法。梁侧加腋法可按图 A.0.3-1 采用。

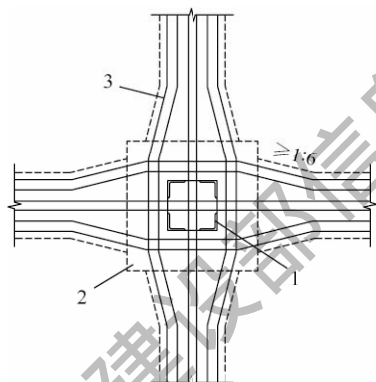


图 A.0.3-1 梁侧加腋法节点构造

1—角钢格构支承柱；2—框架柱；3—框架梁主筋

2 结构梁钢筋与钢管混凝土支承柱间可采用环梁节点、传力钢板法以及双梁节点等方法，并应符合下列规定：

- 1) 环梁节点可按图 A.0.3-2 采用。
- 2) 传力钢板法可按图 A.0.3-3 采用。

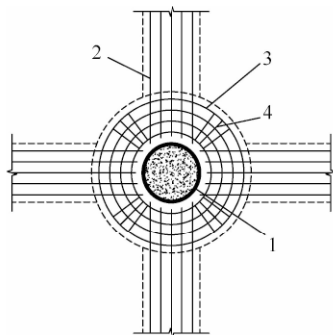


图 A.0.3-2 环梁节点构造

1—钢管混凝土支承柱；2—框架梁主筋；3—环梁主筋；4—环梁箍筋

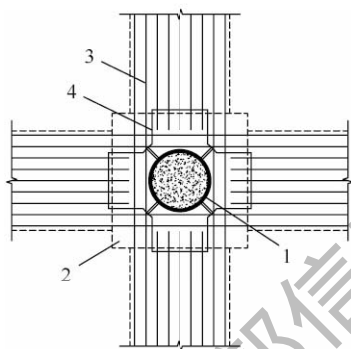


图 A.0.3-3 传力钢板节点构造

1—钢管混凝土支承柱；2—框架柱；3—框架梁主筋；
4—传力钢板

3) 双梁节点可按图 A.0.3-4 采用。

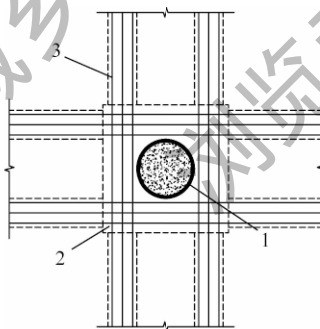


图 A.0.3-4 双梁节点构造

1—钢管混凝土支承柱；2—框架柱；3—双梁主筋

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“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 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 3 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 4 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 5 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 6 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 7 《供水水文地质勘察规范》 GB 50027
- 8 《人民防空地下室设计规范》 GB 50038
- 9 《地下工程防水技术规范》 GB 50108
- 10 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB 50202
- 11 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 12 《建筑基坑工程监测技术规范》 GB 50497
- 13 《建筑地基基础工程施工规范》 GB 51004
- 14 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB 12523
- 15 《车间空气中电焊烟尘卫生标准》 GB 16194
- 16 《电业安全工作规程 第1部分：热力和机械》 GB 26164.1
- 17 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 18 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 19 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 20 《建筑施工安全检查标准》 JGJ 59
- 21 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
- 22 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 23 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 24 《建筑与市政地下水控制技术规范》 JGJ 111
- 25 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120

- 26 《建筑施工现场环境与卫生标准》 JGJ 146
- 27 《地下建筑工程逆作法技术规程》 JGJ 165
- 28 《型钢水泥土搅拌墙技术规程》 JGJ/T 199
- 29 《渠式切割水泥土连续墙技术规程》 JGJ/T 303
- 30 《咬合式排桩技术标准》 JGJ/T 396

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用