

---

# 地下建筑工程逆作法技术规程

Technical specification for top-down construction method  
of underground buildings

---

**2010—12—20 发布**

**2011—08—01 实施**

## 目 次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 1 总 则 .....               | 1  |
| 2 术语和符号.....              | 2  |
| 2.1 术语 .....              | 2  |
| 2.2 符号 .....              | 2  |
| 3 基本规定 .....              | 4  |
| 4 岩土工程勘察.....             | 5  |
| 5 设 计 .....               | 6  |
| 5.1 设计原则 .....            | 6  |
| 5.2 围护结构设计 .....          | 7  |
| 5.3 竖向结构设计.....           | 10 |
| 5.4 水平结构设计.....           | 11 |
| 5.5 地基基础设计.....           | 11 |
| 5.6 节点设计及构造.....          | 12 |
| 6 施 工 .....               | 13 |
| 6.1 一般规定.....             | 13 |
| 6.2 地下水控制.....            | 13 |
| 6.3 围护结构施工 .....          | 13 |
| 6.4 竖向结构施工.....           | 13 |
| 6.5 土方开挖及运输.....          | 14 |
| 6.6 水平结构施工.....           | 15 |
| 6.7 梁、板、底板与竖向结构的连接施工..... | 15 |
| 7 现场监测 .....              | 16 |
| 8 工程质量验收.....             | 18 |
| 本规程用词说明 .....             | 19 |
| 引用标准名录 .....              | 20 |
| 附：条文说明 .....              | 21 |

## 1 总 则

- 1.0.1 为保证地下建筑工程逆作法设计与施工质量，做到安全适用、技术先进、经济合理，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于新建、扩建的地下建筑工程。
- 1.0.3 地下建筑工程逆作法设计和施工除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 逆作面 top-down construction boundary

在采用逆作法施工时，正作、逆作施工的分界面。

#### 2.1.2 逆作法 top-down construction method

在逆作面处先形成竖向结构，以下各层地下水平结构自上而下施工，并利用地下水平结构平衡抵消围护结构侧向土压力的施工方法。

#### 2.1.3 围护结构 exterior-protected structure

在逆作法施工中对周边土体起支挡作用的构件体系。

#### 2.1.4 支承体系 supporting system

逆作法设计中用于承担结构自重，施工荷载和侧向土压力的结构体系，包括竖向构件和水平构件。

#### 2.1.5 内衬墙 inner chemise wall

逆作法设计中在地下连续墙或排桩内侧构筑的墙体，并与连续墙或排桩共同构成复合结构作为永久承重外墙的墙体。

### 2.2 符 号

#### 2.2.1 抗力与材料性能

$c_{ik}$  — 三轴试验确定的第  $i$  层土固结不排水（快）剪粘聚力标准值；

$Y_w$  — 水的重度；

$Y_{mj}$  — 深度  $Z_j$  以上土的加权平均天然重度；

$Y_{mh}$  — 开挖面以上土的加权平均天然重度；

$j_{ik}$  — 三轴试验确定的第  $i$  层土固结不排水（快）剪内摩擦角标准值；

$j'$  — 土的有效内摩擦角。

### 2.2.2 作用及作用效应

$K_{ai}$  — 第  $i$  层的主动土压力系数；

$K_{pi}$  — 第  $i$  层土的被动土压力系数；

$\sigma_{ajk}$  — 作用于深度 $z_j$  处的竖向应力标准值；

$\sigma_{pjk}$  — 作用于基坑底面以下深度 $z_j$  处的竖向应力标准值。

### 2.2.3 几何参数

$h_{wa}$  — 基坑外侧水位深度；

$n_c$  — 出土口数量；

$z_j$  — 计算点深度。

### 3 基本规定

**3.0.1** 地下建筑工程逆作法设计与施工前应对场地进行岩土工程勘察，对其周边相邻建筑物（构筑物）、地下管线等进行调查，取得相关技术资料。

**3.0.2** 地下建筑工程逆作法的范围和方法，应根据工程地质条件、水文地质条件、地下建筑结构类型、周边环境、开挖深度、施工条件等因素，合理选择。

**3.0.3** 地下建筑工程逆作法的结构设计，应考虑施工顺序、取土方式及施工进度等因素。

**3.0.4** 地下建筑工程逆作法施工必须设围护结构，其主体结构的水平构件应作为围护结构的水平支撑；当围护结构为永久性承重外墙时，应选择与主体结构沉降相适应的岩土层作为排桩或地下连续墙的持力层。

**3.0.5** 逆作法施工应全过程监测。

## 4 岩土工程勘察

**4.0.1** 地下建筑工程逆作法工程岩土工程勘察应具备下列资料：

- 1 建设用地建筑红线范围、拟建工程平面布置、建筑坐标；
- 2 拟建工程结构特征、基础类型及埋置深度；
- 3 相邻建筑的建成时间、基础类型和埋深，上部结构现状及道路、地下管线情况。

**4.0.2** 地下建筑工程逆作法工程岩土工程勘察除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021、《建筑地基基础设计规范》GB50007、《建筑抗震设计规范》GB50011、《建筑边坡工程技术规范》GB50330 及《土工试验方法标准》GB/T50123 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 岩土工程勘察应根据地下建筑逆作特殊性要求，应重点查明中间支承结构、地下连续墙及围护结构影响范围内工程地质及水文地质条件。

2 岩土工程勘察报告应结合逆作法工程的特点，除应满足一般岩土工程勘察报告内容要求外，尚应对工程逆作法的可行性、合理性进行综合评价；预测工程逆作中可能产生的岩土工程问题；有针对性的提出治理措施或建议。

**4.0.3** 地下建筑工程逆作法工程岩土工程勘察阶段和内容应符合下列规定：

1 初步勘察阶段应初步查明建筑场地环境状况及工程地质条件，应对工程逆作法实施的可行性、合理性进行分析及评估；预测逆作工程实施中可能产生的主要岩土工程问题；初步提出方案或建议。

2 详细勘察阶段应查明建筑场地范围内岩土层分布类型、规模、工程特性和不良性状；对地基的均匀性、承载能力进行评价；对工程逆作的可能性、合理性进行综合分析、评估；判断逆作工程实施中地基的稳定性；提供逆作法工程设计、施工所需的岩土工程参数及相关建议意见。

3 水文地质勘察应查明建筑场地周围地表水的径流状况、地下建筑影响范围内地下水的类型、埋藏补给条件、水位变化特征及水质。

**4.0.4** 岩土工程勘察范围与测试应符合下列规定：

1 勘察范围宜包括建筑基础平面并外延至基坑开挖深度的 1~2 倍；当工程地质条件复杂或存在深厚的软弱土区域，勘察范围宜适当加大，勘探点也宜适当加密。

2 勘察点的深度宜根据建筑设计、场地岩土工程条件确定，勘察深度一般为基础埋置深度的 2~3 倍；当场地工程地质条件复杂或存在深厚的软弱土区域，勘察深度宜适当加大。

3 水文地质测试参数宜包含下列内容：

- 1) 各层地下水的类型、水位、水压、水量补给和变化；

- 2) 各含水层的渗透系数和渗透影响半径;
  - 3) 分析水位变化对逆作法施工工艺的影响, 应采取的措施。
- 4 工程地质测试参数宜包含下列内容:
- 1) 岩土常规物理试验指标;
  - 2) 岩土抗剪强度及变形指标;
  - 3) 特殊性岩土指标, 应作专项性测试。

## 5 设计

### 5.1 设计原则

5.1.1 地下建筑工程逆作法结构设计宜采用极限状态法，以分项系数的设计表达式进行设计。

5.1.2 结构设计极限状态应分为下列两类：

- 1 承载能力极限状态：结构构件达到最大承载能力；土体变形导致结构破坏或周边环境破坏；
- 2 正常使用极限状态：结构的变形影响结构的正常使用、地下结构施工或周边环境的正常使用功能。

5.1.3 地下建筑工程逆作法结构设计应根据结构破坏可能产生的后果，采用不同的安全等级及结构的重要性系数并应符合下列规定：

- 1 施工期间临时结构的安全等级和重要性系数应符合表 5.1.3 规定；
- 2 当支承结构作为永久结构时，其结构安全等级和重要性系数不得小于地下结构安全等级和重要性系数；
- 3 支承结构安全等级和重要性系数应按施工与使用两个阶段选用较高的结构安全等级和重要性系数；
- 4 当地下逆作结构的部分构件只作为临时结构构件的一部分时，应按临时结构的安全等级及结构的重要性系数取用。当形成最终永久结构的构件时，应按永久结构的安全等级及结构的重要性系数取用。

表 5.1.3 临时结构的安全等级和重要性系数

| 安全等级 | 破坏后果                           | $\gamma_0$ |
|------|--------------------------------|------------|
| 一级   | 支护结构破坏、土体变形对基坑周边环境及地下结构施工影响严重  | 1.10       |
| 二级   | 支护结构破坏、土体变形对基坑周边环境及地下结构施工影响一般  | 1.0        |
| 三级   | 支护结构破坏、土体变形对基坑周边环境及地下结构施工影响不严重 | 0.9        |

5.1.4 地下建筑工程逆作法结构设计时的荷载组合应按下列规定执行：

- 1 当计算围护结构的倾覆及抗滑移时，应按承载力极限状态下荷载效应的基本组合进行组合，其分项系数应为 1.0。
- 2 当计算围护结构、水平和竖向结构承载力时，上部结构传来的荷载效应、相应的地基反力及这部分结构所直接承受的施工荷载效应应按承载力极限状态下荷载效应的基本组合进行组合，并应采用相应的分项系数。

**3 基本组合的荷载分项系数应按下列规定执行：**

1) 永久荷载的分项系数当其效应对结构不利时，对由可变荷载效应控制的组合，应取 **1.2**；对由永久荷载效应控制的组合，应取 **1.35**；土压力、水压力、基坑外堆载侧压力可取 **1.2**；当其效应对结构有利时，应取 **1.0**；对结构的倾覆、漂浮或滑移验算，应取 **0.9**。

2) 可变荷载的分项系数应取 **1.4**；施工荷载、基坑施工运输车辆的荷载引起的侧压力可取 **1.4**；对于某些特殊情况，可按建筑结构相关标准的规定确定。

4 当需要验算围护结构的裂缝宽度和变形时，应按正常使用极限状态下荷载效应的标准组合进行组合。

5 当计算临时的围护结构竖向沉降时，传至基础底面的荷载效应应按正常使用极限状态下荷载效

应的标准组合进行组合。当围护结构作为永久结构使用时，在使用阶段传至基础底面的荷载效应应按正常使用极限状态下荷载效应的准永久组合进行组合，不应计入风荷载和地震作用。

6 当计算支撑结构的竖向沉降时，传至基础底面的荷载效应应按正常使用极限状态下荷载效应的准永久组合进行组合，不应计入风荷载和地震作用，并按施工与使用不同阶段的荷载分别计算。

7 承载力极限状态下荷载效应组合，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的有关规定。

#### 5.1.5 地下建筑工程逆作法结构设计的荷载应符合下列规定：

1 水平荷载：应包括逆作法施工阶段外围护结构所传递的水压力、主动土压力或静止土压力、坑外地面荷载的侧压力。作为永久结构的构件在使用阶段，应包括外墙结构所传递的水压力，静止土压力、坑外地面荷载的侧压力。

2 竖向荷载：应包括逆作法施工各阶段逆作法结构构件自重及施工荷载，应包括取土、运土时可能作用于逆作法结构上的荷载。作为永久结构在使用阶段的竖向荷载，应包括结构自重、活荷载、风荷载和地震作用引起的竖向力，作用于底板的水浮力。

#### 5.1.6 地下建筑工程逆作法结构设计应进行下列计算和验算：

##### 1 承载能力极限状态的计算和验算：

- 1) 围护结构的稳定性计算，包括整体滑动、抗滑移、抗倾覆稳定性；
- 2) 降水设计计算，抗浮、抗隆起验算；
- 3) 围护结构在施工和使用阶段受弯、受剪、受压承载力计算；
- 4) 主体结构兼作围护结构、支撑结构时，结构承载力计算和稳定性验算。

##### 2 正常使用极限状态的计算和验算：

- 1) 主体结构兼作围护结构的沉降验算；
- 2) 竖向支撑结构的沉降计算。

3 支撑体系和围护结构的内力和变形宜采用空间作用的整体分析方法。当施工与使用阶段构件的使用条件变化时，应按最不利情况验算。

## 5.2 围护结构设计

### 5.2.1 围护结构可根据受力条件分段按平面问题进行计算：

- 1) 逆作法中地下室楼板可作为围护结构的水平支撑，楼板可视为围护结构不动铰支点；
- 2) 当围护结构兼作地下室外墙时，围护结构与楼板处的支点可视为不动铰支点，墙外侧的土压力宜取静止土压力。

静止土压力系数 $K_0$ 宜由试验确定，当无试验条件时也可按下式估算：

$$K_0 = 1 - \sin j' \quad (5.2.1)$$

式中：

$j'$  ——土的有效内摩擦角(°)。

### 5.2.2 围护结构在施工期间水平荷载标准值 $e_{ajk}$ 应按当地可靠经验确定，无经验时可按下列规定计算（图 5.2.2）：

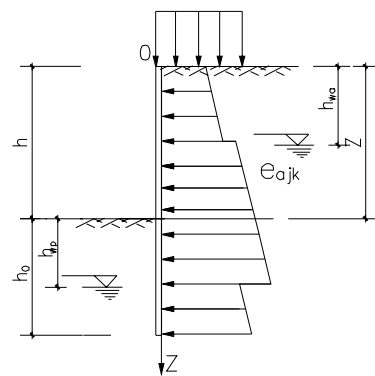


图 5.2.2 水平荷载标准值计算简图

1 对于碎石土和砂土可按下列公式计算：

1) 当计算点位于地下水位以上时：

$$e_{ajk} = \sigma_{ajk} K_{ai} - 2c_{ik} \sqrt{K_{ai}} \quad (5.2.2-1)$$

2) 当计算点位于地下水位以下时：

$$e_{ajk} = \sigma_{ajk} K_{ai} - 2c_{ik} \sqrt{K_{ai}} + [(z_j - h_{wa}) - (m_j - h_{wa})h_{wa} K_{ai}] Y_w \quad (5.2.2-2)$$

式中：  $K_{ai}$ ——第  $i$  层的主动土压力系数，可按本规程第 5.2.4 条规定计算；

$\sigma_{ajk}$ ——作用于深度  $z_j$  处的竖向应力标准值，可按本规程第 5.2.3 条规定计算；

$c_{ik}$ ——三轴试验（当有可靠经验时可采用直接剪切试验）确定的第  $i$  层土固结不排水（快）剪粘聚力标准值（ $\text{KN/m}^2$ ）；

$z_j$ ——计算点深度（ $\text{m}$ ）；

$m_j$ ——计算参数（ $\text{m}$ ）， $z_j < h$  时，取  $z_j$ ， $z_j \geq h$  时，取  $h$ ；

$h_{wa}$ ——基坑外侧水位深度；

$h_{wa}$ ——计算系数，当  $h_{wa} \leq h$  时，取 1，当  $h_{wa} > h$  时，取零；

$Y_w$ ——水的重度（ $\text{kN/m}^3$ ）。

2 对于粉土及粘性土可按下列公式计算：

$$e_{ajk} = \sigma_{ajk} K_{ai} - 2c_{ik} \sqrt{K_{ai}} \quad (5.2.2-3)$$

3 当按以上规定计算的基坑分段开挖面以上的水平荷载标准值小于零时，应取零。

5.2.3 基坑外侧竖向应力标准值  $\sigma_{ajk}$  可按下列规定计算：

$$\sigma_{ajk} = \sigma_{rk} + \sigma_{ok} + \sigma_{lk} \quad (5.2.3-1)$$

1 计算点深度  $z_j$  处的自重竖向应力  $\sigma_{rk}$  可按下列公式计算：

1) 计算点位于基坑开挖面以上时：

$$\sigma_{rk} = Y_{mj} z_j \quad (5.2.3-2)$$

式中：

$Y_{mj}$ ——深度  $z_j$  以上土的加权平均天然重度（ $\text{kN/m}^3$ ）；

2) 计算点位于基坑开挖面以下时：

$$\sigma_{rk} = Y_{mh} h \quad (5.2.3-3)$$

式中：

$Y_{mh}$ ——开挖面以上土的加权平均天然重度（ $\text{kN/m}^3$ ）。

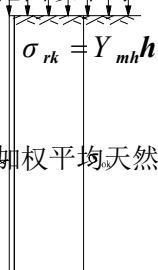


图 5.2.3-1 地面均布荷载时

基坑外侧附加竖向应力计算简图

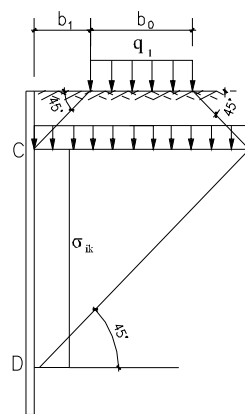


图 5.2.3-2 局部荷载时

基坑外侧附加竖向应力计算简图

2 当围护结构外侧地面满布附加荷载 $q_0$ 时（图 5.2.3-1），基坑外任意深度附加竖向应力标准值 $\sigma_{0k}$ 可按式确定：

$$\sigma_{0k} = q_0 \quad (5.2.3-4)$$

3 当距围护结构 $b_1$ 处外侧，地表作用有宽度为 $b_0$ 的条形附加荷载 $q_1$ 时（图 5.2.3-2），基坑外侧深度 CD 范围内的附加竖向应力标准值 $\sigma_{1k}$ 可按式确定：

$$\sigma_{1k} = q_1 \frac{b_0}{b_0 + 2b_1} \quad (5.2.3-5)$$

4 上述基坑外侧附加荷载作用于地表以下一定深度时，将计算点深度相应下移，其竖向应力也可按上述规定确定。

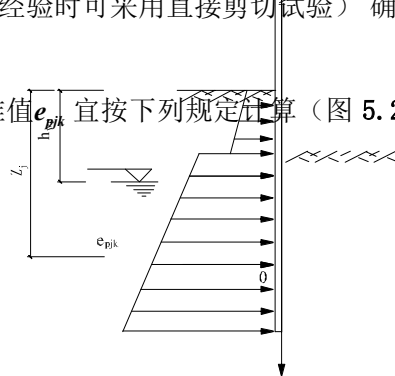
5.2.4 第 i 层土的主动土压力系数 $K_{ai}$ 应按式计算：

$$K_{ai} = \tan^2(45^\circ - \frac{\varphi_{ik}}{2}) \quad (5.2.4)$$

式中：

$\varphi_{ik}$ ——三轴试验（当有可靠经验时可采用直接剪切试验）确定的第 i 层土固结不排水（快）剪内摩擦角标准值（°）。

5.2.5 基坑内侧水平抗力标准值 $e_{pjik}$ 宜按下列规定计算（图 5.2.5）：



Z

图 5.2.5 水平抗力标准值计算图

1 对于砂土和碎石土，基坑内侧水平抗力标准值宜按下式计算：

$$e_{pjik} = \sigma_{pjik} K_{pi} + 2c_{ik} \sqrt{K_{pi}} + (z_j - h_{np})(1 - K_{pi}) \gamma_w \quad (5.2.5-1)$$

式中：

$\sigma_{pjik}$ ——作用于基坑底面以下深度  $Z_j$  处的竖向应力标准值，按本规程第 5.2.6 条规定计算；

$K_{pi}$ ——第  $i$  层土的被动土压力系数，应按本规程第 5.2.7 条规定计算。

2 对于粉土及粘性土，基坑内侧的水平抗力标准值宜按下式计算：

$$e_{ijk} = \sigma_{ijk} K_{pi} + 2c_{ik} \sqrt{K_{pi}}$$

5.2.6 作用于基坑底面以下深度  $Z_j$  处的竖向应力标准值  $\sigma_{ijk}$  可按下式计算； (5.2.5-2)

$$\sigma_{ijk} = Y_{mj} z_j$$

(5.2.6)

式中:

$\gamma_{mi}$ —深度  $Z_i$  以上土的加权平均天然重度 ( $\text{kN/m}^3$ )。

5.2.7 第  $i$  层土的被动土压力系数  $K_{pi}$  应按下式计算:

$$K_{pi} = \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi_i}{2}) \quad (5.2.7)$$

5.2.8 逆作法围护结构应采用排桩或地下连续墙作为围护结构, 桩墙围护结构的设计应符合下列规定:

1 当排桩作为围护结构时, 应按施工开挖过程与支撑情况分工况计算。当地下连续墙作为围护结构时, 应按开挖及楼板浇筑的顺序分工况进行计算。

2 当地下连续墙兼作主体结构的侧墙或排桩与内衬墙组成复合外墙时, 其施工阶段及使用阶段的计算应符合下列规定:

1) 当地下连续墙作为逆作法施工期间围护结构并在使用阶段作为地下室的外墙, 并不带内衬墙时, 其施工与使用阶段应作为独立构件计算;

2) 地下连续墙在施工阶段作为独立构件计算; 当在使用阶段有内衬墙时, 内衬墙与地下连续墙之间应结合紧密, 形成一个整体, 计算时可按叠合构件计算;

3) 排桩与内衬墙复合外墙, 施工阶段其排桩应作为围护结构进行计算, 使用阶段桩墙应作为两个构件共同受力, 桩墙应按各自独立刚度分配所承受的力, 分别验算;

3 地下室顶、中、底板处衬墙与桩之间应设置腰梁;

4 有人防要求的地下室, 围护结构及内衬墙组成的复合地下室外墙应按人防设计要求满足抗核爆强度与早期防辐射的要求。

5.2.9 当进行构件的承载力及稳定性计算时, 围护结构体系的内力及支点力的设计值应按其施工阶段和使用阶段中的各个工况中可能出现的最不利内力组合值进行计算。

5.2.10 在地下建筑工程逆作法围护结构的施工阶段, 作为临时结构的各构件承载力计算, 应符合国家现行有关标准的规定。

5.2.11 地下建筑工程逆作法围护结构, 在使用阶段兼作永久结构的各构件承载力计算, 应符合国家现行有关标准的规定。

5.2.12 地下连续墙在使用阶段作为地下室的外墙, 当不带内衬墙时, 应按地下室防水等级要求做好地下连续墙防水; 当有内衬墙时, 应按防水要求做好内衬墙防水及墙间的疏水排水设计; 当排桩与内衬墙作为地下室的外墙时, 应按地下室防水等级做好内衬墙防水。

### 5.3 竖向结构设计

5.3.1 当设计地下结构竖向构件时, 在施工与使用的不同阶段应采用与其受力状态相符的计算模型及相应的荷载值进行内力分析和截面验算。当存在叠合构件时, 尚应考虑二次叠合施工方法对构件承载力和构件变形的影响。

5.3.2 地下结构的竖向结构构件, 宜选用钢管混凝土柱、型钢混凝土组合柱或钢筋混凝土柱。

5.3.3 采用逆作法施工的地下结构的竖向构件, 在施工阶段应按偏压构件计算, 柱的长细比不应大于 25, 柱顶端承受的水平力应按水平支撑轴向力的 2% 计算, 并应根据其安装就位的垂直度允许偏差考虑竖向荷载偏心影响。

5.3.4 当地下结构钢筋混凝土柱采用二次叠合成型设计时应符合下列要求:

1 抗震设防区，钢筋混凝土柱子考虑叠合成型效应后，应按芯柱部分轴压比确定柱截面尺寸及最小配箍特征值。

2 非抗震设防区，柱的平均轴压比不应超过0.80，叠合成型效应后芯柱部分的轴压比不应超过 1.00。

3 箍筋的最小直径、加密区箍筋最大间距、最小配箍率、叠合面的粗糙度等应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011、《混凝土结构设计规范》GB50010、《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ138 的规定，且箍筋的最小直径不应小于 8mm。

**5.3.5** 地下结构钢筋混凝土柱或型钢混凝土柱箍筋当处在水平施工缝位置上下各一个柱长边尺寸且不小于 500mm 的范围内，应符合下列要求：

1 当轴压比小于 0.80 时，箍筋最小直径不应小于 8mm；当柱轴压比大于 0.80 时，箍筋的最小直径不应小于 10mm；当柱的轴压比大于 0.90 时，箍筋的最小直径不应小于 12mm。

2 位于抗震设防区的柱箍筋最小直径应满足《建筑抗震设计规范》GB50011、《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ138 的要求，且按照规定增大 2mm。

3 箍筋间距不应大于 100mm，肢距不应大于 150mm。

**5.3.6** 逆作法设计的钢筋混凝土剪力墙，在施工阶段其竖向临时支承体系应进行相关验算。

## 5.4 水平结构设计

**5.4.1** 逆作法地下水平结构的设计，一般利用地下的楼盖结构作为水平内支撑；应采取与施工及使用状态相符的计算模型进行内力分析和截面验算，水平结构应与围护结构可靠连接，满足施工阶段和正常使用阶段的各种功能要求。

**5.4.2** 地下结构楼板宜采用梁板式或格梁式，当有可靠措施时也可采用整体装配式。

**5.4.3** 逆作法设计时楼盖应符合下列要求：

1 现浇钢筋混凝土结构楼板厚度不应小于 120mm；

2 楼板不宜有大面积的错台，当结构设计不能避免时应采取适当的措施保证水平力的传递。

**5.4.4** 设有结构缝的结构梁板，应设置传递水平力的构件。

**5.4.5** 当地下结构楼板采用整体装配式时，应符合下列规定：

1 楼板每层宜设置钢筋混凝土整浇层，厚度不应小于 60mm，混凝土强度等级不应低于 C25，并应双向配置直径不应小于 8mm、间距不应大于 200mm 的钢筋网，钢筋应锚固在梁、柱及墙内。

2 楼板的预制板缝宽度不应小于 40mm，板缝内应配置钢筋且贯通整个结构单元，预制板缝的混凝土强度等级应高于预制板的混凝土强度等级，且不应低于 C25。

3 预制板的选择及建筑构造做法应满足有关标准对建筑防火、耐久性等其它要求。

**5.4.6** 采用半逆作法施工时，设计应采用考虑梁轴向变形的计算模型进行相关的内力分析。当有叠合构件时应按叠合构件的计算原则进行相关计算。

**5.4.7** 剪力墙在楼板处应设置通长的暗梁，暗梁的截面及配筋应能满足施工阶段构件变形及强度要求，并与洞口处的连梁钢筋贯通且不应小于连梁的配筋面积。

## 5.5 地基基础设计

**5.5.1** 地下建筑逆作法宜选用柱下一柱一桩基础。

**5.5.2** 当确定桩承载力时，桩的有效摩擦段应扣除土体的开挖段，并宜考虑土层回弹对桩摩阻力的影响。

**5.5.3** 在施工、使用阶段，地基承载力计算应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的规定。

- 5.5.4** 当结构基础采用一次成型时，可按正常施工状态进行地基基础设计。当采用两次成形时，柱与基础的交接面的构造应满足传递柱轴力和柱底弯矩的要求。
- 5.5.5** 当结构地基采用天然地基时，施工阶段采用的柱下支承桩在使用阶段可不考虑其作用。
- 5.5.6** 当结构基础采用多桩基础，并在计算各桩顶反力、筏板或承台内力时，不宜考虑逆作施工期间柱下桩的支承作用。当有可靠依据考虑柱下桩的支承作用时，柱下桩宜选择与其它各桩相同的桩长。
- 5.5.7** 承台的抗剪、抗弯计算、桩对承台的冲切及桩身强度的设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的有关规定。
- 5.5.8** 当基础底标高不在同一标高时，应加强基础底板的水平刚度。

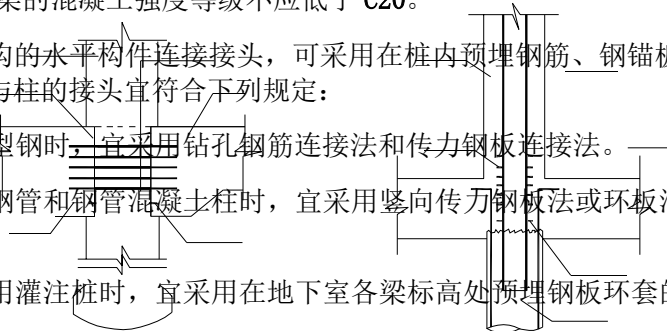
## 5.6 节点设计及构造

### 5.6.1 节点设计应符合下列规定：

- 1 围护结构与地下结构的水平构件连接接头可采用刚性接头、铰接接头和不完全刚性接头等形式。
- 2 当有防水要求时，节点的设计应满足防水要求。
  - 1) 外围护结构和地下连续墙墙身的防水以及施工段接缝防水设计；密排桩桩间的防水设计。
  - 2) 外围护结构与基础底板接缝处的防水。
  - 3) 竖向结构在底板位置的防水。
  - 4) 水平结构在外围护结构上连接节点的防水。
- 3 当地下连续墙仅作为围护结构时，槽段接头可采用柔性接头；当地下连续墙作为主体结构的一部分时，槽段接头应采用刚性接头。
- 4 当采用钢管、型钢或钢管混凝土支承柱时，支承柱与地下结构的水平构件连接接头除应符合本节规定外，尚应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB50017、《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ138的相关规定。

### 5.6.2 节点构造应符合下列规定：

- 1 地下结构的水平构件与地下连续墙的接头应符合下列规定：
  - 1) 当板与地下连续墙的连接采用刚性接头时，可采用在连续墙中预埋钢筋或采用钢筋机械连接的方式。当板与地下连续墙的连接采用铰接接头时，可采用在连续墙中预埋钢筋或预埋剪力键的连接方式，或通过边梁与地下连续墙连接，楼板钢筋锚入边梁，边梁与地下连续墙内的预埋钢筋连接，边梁伸入墙内的长度不宜小于 70mm。
  - 2) 当梁与连续墙的连接采用刚性接头时，可采用在连续墙中预埋钢筋或采用钢筋机械连接的方式。当梁与地下连续墙的连接采用铰接接头时，可采用在连续墙中预埋钢筋或预埋剪力键的连接方式。
  - 3) 当底板与连续墙的连接采用刚性接头时，可采用钢筋机械连接，宜沿连续墙的周边将地下室底板加强，在连接处应设置剪力键，在底板与地下连续墙连接处应设置止水条。
- 2 地下结构的内墙与地下连续墙相交时的接头，可采用在连续墙中预埋钢筋或后植筋的连接方式。
- 3 当采用排桩作为围护结构时，排桩顶部应设置冠梁，冠梁的宽度不应小于排桩直径，冠梁的高度不宜小于 400mm，冠梁的混凝土强度等级不应低于 C20。
- 4 排桩与地下结构的水平构件连接接头，可采用在桩内预埋钢筋、钢锚板或后植筋连接的方式。
- 5 地下结构的梁与柱的接头应符合下列规定：
  - 1) 当支承柱为型钢时，宜采用钻孔钢筋连接法和传力钢板连接法。
  - 2) 当支承柱为钢管和钢管混凝土柱时，宜采用竖向传力钢板法或环板法。传力钢板或环板的厚度不宜小于 20mm。
  - 3) 当支承柱采用灌注桩时，宜采用在地下室各梁标高处预埋钢板环套的方法，钢板环套的厚度不宜小于 20mm。
- 6 地下室的中间支承柱、桩和底板的连接接头可采用图 5.6.1 和 5.6.2 的形式。



1

2

桩身打毛

3

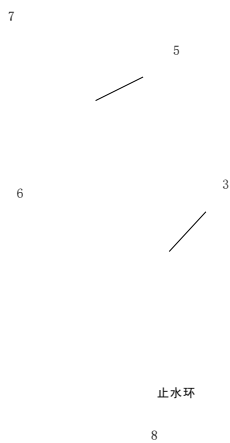
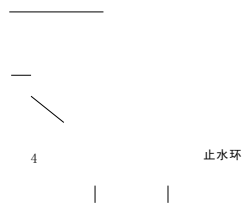


图 5.6.1 挖孔桩和基础底板的连接

图 5.6.2 钢管混凝土立柱和底板及灌注桩的连接

1—挖孔桩 2—桩中预埋拉结筋 3—基础底板 4—底板局部加厚 5—钢管立柱  
6—传力环 7—外包混凝土 8—灌注桩

## 6 施 工

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 在地下建筑工程逆作法施工前，应编制详细的施工组织设计和安全措施。
- 6.1.2 施工组织设计应满足逆作法设计要求。
- 6.1.3 在地下建筑工程逆作法施工前应向施工班组进行施工方案、安全措施交底。

### 6.2 地下水控制

- 6.2.1 地下水控制的设计和施工应满足逆作法设计和施工要求，应根据场地及周边工程地质条件、水文地质条件和环境条件并结合施工方案综合分析、确定。
- 6.2.2 当因降水而危及工程及周边环境安全时，宜采用截水或回灌方法。
- 6.2.3 降水、截水、回灌措施应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120 相关规定。

### 6.3 围护结构施工

- 6.3.1 地下连续墙单元槽段长度应根据槽壁稳定性及钢筋笼起吊能力划分，宜控制在 4m~8m。
- 6.3.2 地下连续墙施工前宜进行成槽试验，确定施工工艺流程和槽段长度、泥浆比重、混凝土配合比、导管内初存混凝土量、导管内混凝土控制高度等各项技术参数。
- 6.3.3 排桩可采用人工、机械等多种工艺成孔，宜采取间隔法施工。
- 6.3.4 排桩的钢筋笼在绑扎、吊装和安放时，应保证钢筋笼的安放方向与设计方向一致。
- 6.3.5 在冠梁施工前，应将地下连续墙或排桩上部的混凝土浮浆凿除。

### 6.4 竖向结构施工

- 6.4.1 竖向结构构件施工允许偏差应符合表 6.4.1 规定：

表 6.4.1 竖向结构构件施工允许偏差 (mm)

| 竖向结构构件 |               | 垂直度允许偏差 |         |                  | 构件尺寸允许偏差 |         |      |
|--------|---------------|---------|---------|------------------|----------|---------|------|
| 柱      | 混凝土桩施工工艺      | H/100   |         |                  | 桩径 D     | -20     |      |
|        | 钢管混凝土<br>施工工艺 | 单层柱     | H ≤ 10m | H/1000           | 直径 D     | ±D/500  |      |
|        |               |         | H > 10m | H/1000 且不大于 25.0 |          | ±5.0    |      |
|        |               | 多节柱     | 单节柱     | H/1000 且不大于 10.0 | 构件长度 L   | ±3.0    |      |
|        |               |         | 柱全高     | 35.0             |          |         |      |
|        |               | 单层柱     | H ≤ 10m | H/1000           | 截面       | H < 500 | ±2.0 |

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/608072024056006053>