

T/CCPITBSC

团 体 标 准

T/CCPITBSC XXXX—2025

建筑工程地基基础设计规范

Code for design of building engineering foundation

（征求意见稿）

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国国际贸易促进委员会建设行业分会 发 布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	1
5 地基计算	3
5.1 基础埋置深度	3
5.2 地基承载力计算	3
5.3 地基变形计算	4
5.4 地基稳定性验算	4
6 土质地基	5
6.1 红粘土地基	5
6.2 填土地基	5
6.3 砂卵石地基	6
7 岩石及岩溶地基	6
7.1 岩石地基	6
7.2 岩溶地基	7
7.3 岩溶地基的处理与利用	7
8 土岩组合地基	8
9 基础	9
9.1 无筋扩展基础	9
9.2 扩展基础	9
9.3 柱下条形基础	9
9.4 筏形基础	10
9.5 桩基础	10
10 边坡及基坑	11
11 检验与监测	11
11.1 检验	11
11.2 监测	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由***提出。

本文件由中国国际贸易促进委员会建设行业分会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

建筑工程地基基础设计规范

1 范围

本文件规定了建筑工程地基基础设计的总体要求、地基计算、土地地基、岩石及岩溶地基、土岩组合地基、基础、边坡及基坑、检验与监测等内容。

本文件适用于一般工业与民用建筑（包括构筑物）的地基基础设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50007-2011 建筑地基基础设计规范
- GB/T 50010 混凝土结构设计标准（2024年版）
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地基 foundation

支承建筑物或构筑物基础及地面荷载的土体或岩体。

3.2

地基承载力特征值 characteristis value of foundation bearing capacity

指由荷载试验测定的地基压力变形曲线线性变形段内规定的变形所对应的压力值，其最大值为比例界限值。

4 总体要求

4.1 地基基础设计应根据场地地质情况、建筑物规模、功能特征以及由于地基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度，按表 1 确定相应的地基基础设计等级。

表 1 地基基础设计等级

设计等级	建筑和地基类型
甲级	重要的工业与民用建筑物 30 层以上的高层建筑 体型复杂，层数相差超过 10 层的高低层连体建筑物 大面积的地下车库、商场、运动场等多层地下建筑物 对地基变形有特殊要求的建筑物 复杂地质条件下的坡上建筑物（包括高边坡） 对原有工程影响较大的新建建筑物 场地和地基条件复杂的一般建筑物 复杂地质条件及软土地基二层及二层以上地下室的基坑工程 开挖深度大于 15m 的基坑工程 基坑周围环境条件复杂、环境保护要求高的基坑工程

表 1 地基基础设计等级（续）

设计等级	建筑和地基类型
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑物 除甲级、丙级以外的基坑工程
丙级	场地和地基条件简单、荷载分布均匀的七层及七层以下民用建筑及一般工业建筑；次要的轻型建筑物 非软土地基且地质条件简单、周围环境条件简单、环境保护要求不高且开挖深度小于 5m 的基坑工程

4.2 根据建筑物地基基础设计等级和长期荷载作用下地基变形对上部结构的影响程度，地基基础设计应符合下列规定：

- a) 所有建筑物的地基计算满足承载力计算的有关规定；
- b) 地基基础设计等级为甲、乙级的建筑物，除完整、较完整、较破碎的硬质岩石地基外，进行地基变形设计；
- c) 设计等级为丙级的建筑物，遇下列情况之一时，应作变形验算：
 - 1) 地基承载力特征值小于 130kPa，且体型复杂的建筑；
 - 2) 在基础上及其附近有地面堆载或相邻基础荷载差异较大，可能引起地基产生过大的不均匀沉降；
 - 3) 持力层的岩土性能或厚度差异变化较大；
 - 4) 软弱地基上存在偏心荷载的建筑物；
 - 5) 相邻建筑物距离较近，可能引发倾斜；
 - 6) 填土地基。
- d) 下列情况应进行地基稳定性验算：
 - 1) 高层建筑、高耸结构和挡土构筑物工程；
 - 2) 斜坡上或边坡附近的建（构）筑物；
 - 3) 承受较大水平推力的建筑物；
 - 4) 相邻基础埋深相差较大的建筑物；
 - 5) 持力层基岩有临空面的建筑物；
 - 6) 持力层土、岩层有软弱夹层的建筑物；
 - 7) 除另有规定外，利用岩溶顶板作为基础持力层的建筑物；
 - 8) 基坑工程。
- e) 当地下水埋藏较浅，建筑地下室或地下构筑物存在上浮问题时，进行抗浮验算和抗渗设计。

4.3 地基基础设计所采用的荷载作用最不利组合与相应的抗力限值应符合下列规定：

- a) 按地基承载力确定基础底面积及埋深或按单桩承载力确定桩数时，传至基础或承台底面上的荷载作用按正常使用极限状态下荷载作用的标准组合，相应的抗力采用地基承载力特征值或单桩承载力特征值；
- b) 计算地基变形时，基础底面上的荷载作用按正常使用极限状态下荷载作用的准永久组合，不计入风荷载和地震作用，相应的限值应采用地基变形允许值；
- c) 计算挡土墙土压力、地基或斜坡稳定以及滑坡推力、基础抗浮稳定时，荷载作用按承载能力极限状态下荷载作用的基本组合，但其分项系数均为 1.0；
- d) 在确定基础或承台高度、支挡结构截面、计算基础或支挡结构内力、确定配筋和验算材料强度时，上部结构传来的荷载作用组合和相应的基底反力，按承载能力极限状态下荷载作用的基本组合，采用相应的分项系数；当需要验算基础裂缝宽度时，按正常使用极限状态荷载作用标准组合；
- e) 基础设计安全等级、结构设计使用年限、结构重要性系数按有关规范的规定采用，但结构重要性系数 γ_0 不小于 1.0。

- 4.4 地基基础设计时，作用组合的效应设计值应符合 GB 50007 的规定。
- 4.5 地下室抗浮设计水位，应根据场地实际情况，按以下规定分析确定：
- 抗浮设计水位根据场地长期地下水观测资料，采用峰值水位；当无长期观测资料时，收集邻近建筑抗浮设防情况，结合场地地形地貌、地下水补给、径流、排泄条件以及周围环境等因素综合确定；
 - 低洼场地的建筑地下室底板置于不透水层以上时，抗浮水位取场地有效排水标高；
 - 临近河流、湖泊的地下建（构）筑物，当无天然隔水屏障或未采取隔水措施时，抗浮水位取相邻河流、湖泊 50 年一遇最高洪水位；
 - 抗浮设计水位在基坑开挖后，由勘察、设计、施工单位共同现场复核验证。
- 4.6 当地下水和地基土对建筑材料有腐蚀性时，对基础采取防腐蚀措施。
- 4.7 地基基础设计应考虑地下建（构）筑物建成后，由于水文地质条件的改变对环境的影响。
- 4.8 地基岩土的分类及工程特性指标应符合 GB 50007 的规定。

5 地基计算

5.1 基础埋置深度

- 5.1.1 建筑物基础的埋置深度，应按下列条件确定：
- 建筑物的用途，有无地下室、设备基础和地下设施，基础的形式及构造；
 - 作用在地基上的荷载大小和性质；
 - 场地工程地质与水文地质条件；
 - 相邻建筑物基础的埋深；
 - 地基土胀缩性及大气的影晌。
- 5.1.2 在满足地基稳定和变形要求的前提下，基础宜浅埋。当上层土（岩）的承载力大于下层土（岩）时，宜充分利用上层土（岩）作持力层。
- 5.1.3 土质地基及软岩、极软岩地基上的建筑物基础埋置深度不宜小于 0.5m；岩石地基上建筑物的基础埋置深度，除另有规定外，不宜小于 0.2m。
- 5.1.4 高层建筑宜设地下室，基础埋置深度应满足地基承载力、变形和稳定性的要求，并符合下列规定：
- 天然土质地基上的高层建筑箱形基础和筏形基础的埋置深度不宜小于建筑物高度的 1/15，桩基、桩筏或桩箱基础的承台、筏板、箱底板埋置深度不宜小于建筑物高度的 1/20；
 - 位于岩石地基上的高层建筑，其基础埋置深度应满足抗滑稳定性要求。
- 5.1.5 基础宜埋置在地下水位以上，当埋置到地下水位以下时，应采取确保地基土（岩）在施工中不受扰动的有效措施。
- 5.1.6 基础埋置于易风化、易软化、裂隙发育的岩石上时，基础底面岩石不宜裸露在大气中，基坑开挖后应立即浇注混凝土垫层进行封闭。
- 5.1.7 当基础下岩土界面为斜坡面时，基础宽度方向的深度不宜有差异。条形基础在长度方向可设置台阶，土质地基每级台阶高度不宜大于 500mm，长度不宜小于台阶高度的 2 倍；岩石地基基底台阶，可根据岩石原表面的坡度及基础材料确定，但台阶高度不宜大于 1000mm，长度不宜小于台阶高度。
- 5.1.8 七层及七层以下的砌体房屋，当地基为完整的硬质岩石时，可直接在整平的岩石地基上砌筑上部结构，但室外散水应采用混凝土铺设，散水坡度不宜小于 5%，厚度不宜小于 100mm，当紧靠基础有室外排水明沟时，基础底面标高应低于排水沟底。

5.2 地基承载力计算

- 5.2.1 基础地面压力和地基承载力特征值等计算应符合 GB 50007-2011 中 5.2 的规定。
- 5.2.2 当岩体完整、较完整、较破碎时，岩质地基承载力特征值可由天然岩石单轴抗压强度标准值乘以折减系数估算。折减系数对完整岩体取 0.47~0.57，对较完整岩体取 0.37~0.47，对较破碎岩体取 0.23~0.37。

注：施工期及使用期岩体可能遭水浸泡时可采用饱和试样。

5.2.3 对位于边坡上的基础，除应按平地地基进行承载力验算外还应按边坡地基进行承载力验算。但对位于坡角 B 小于 45° 且坡高小于 8m 的稳定土质边坡或极破碎岩质边坡上的基础，当其垂直于坡顶边缘线方向的基础底面边长 b 小于或等于 3m ，基础底面外缘到坡面的水平距离 a ，对于条形基础不小于该边长的 3.5 倍，对于矩形或圆形基础不小于该边长的 2.5 倍且不小于 2.5m 时，可仅按平地地基进行承载力验算。对位于无外倾结构面、岩体完整、较完整或较破碎且稳定的岩质边坡上的基础，可仅按边坡地基进行承载力验算。

5.2.4 对位于土质边坡、破碎或极破碎岩质边坡和有外倾结构面的岩质边坡上的基础，边坡地基承载力特征值应根据坡上建（构）筑物基础反算的底面极限压力除以地基承载安全系数的方式估算，地基承载安全系数对土质边坡应取 2 ，对岩质边坡应取 3 。坡上建（构）筑物基础底面极限压力应采用边坡稳定性的反算确定，反算应符合下列规定：

- 边坡稳定系数取 1 ；
- 除结构面充当滑面外，滑面采用从基础底面内边缘通过的圆弧形滑面；
- 当有边坡支护结构时，可将支护结构有效抗力计入。

5.2.5 对位于无外倾结构面、岩体完整、较完整或较破碎且稳定的岩质边坡上的基础（图 1），边坡地基承载力特征值可根据平地地基承载力特征值折减估算，折减系数可根据基础外边缘与坡脚连线倾角按表 2 确定。

表 2 边坡地基承载力折减系数

基础外边缘与坡脚连线倾角 θ	$90^\circ \sim 75^\circ$	$75^\circ \sim 50^\circ$	$50^\circ \sim 15^\circ$
折减系数	$0.33 \sim 0.50$	$0.50 \sim 0.67$	$0.67 \sim 0.85$

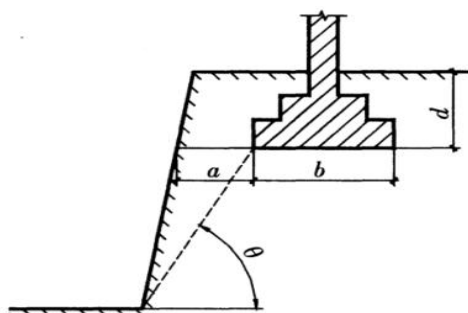


图 1 岩质边坡上的基础

5.3 地基变形计算

5.3.1 建筑物的地基变形计算值、最终变形量、压缩模量的当量值等计算应符合 GB 50007-2011 中 5.3 的规定。

5.3.2 在土岩组合地基中，七层及七层以下砌体房屋，当条形基础下土层最小厚度大于或等于 3 倍基础宽度、独立基础下土层最小厚度大于或等于 2.5 倍基础宽度时，可按均质地基考虑，但计算地基土的应力时应考虑下卧刚性岩层的影响。

5.3.3 完整、较完整、较破碎的硬质岩石地基以外的甲级建筑物，以及复合地基或软弱地基上的乙级建筑物，除应进行地基变形量计算外，尚应在施工期间及使用期间进行沉降变形观测。

5.4 地基稳定性验算

5.4.1 建筑场地规划设计时，应避免在边坡塌滑区和滑坡、崩塌及岩溶、土洞强烈发育地区建造建（构）筑物，当在以上地区建造建筑物时，应结合地基基础设计要求，按照有关规定采取有效整治措施。

5.4.2 土质地基以及强风化和全风化岩石地基，其地基稳定性可采用圆弧滑动面法验算，其稳定安全系数不应小于 1.35 。

5.4.3 具有外倾结构面岩石地基，应考虑岩石结构面的最不利组合，按刚体极限平衡计算法验算，其稳定安全系数不应小于 1.35。

5.4.4 地质条件复杂或破坏后果严重的边坡工程，当按上述 5.4.2、5.4.3 条方法验算时，其稳定安全系数还应提高。

5.4.5 地基稳定性相关计算应符合 GB 50007-2011 中 5.4 的规定。

6 土质地基

6.1 红粘土地基

6.1.1 红粘土地基基础设计应取得下列工程勘察资料：

- a) 沿基础轴线的工程地质剖面，有按不同红粘土状态划分的土质单元；
- b) 取得各土质单元的地基计算参数，如重度 γ 、地基承载力特征值 f_{ak} 、内摩擦角标准值 ϕ_k 、粘聚力标准值 c_k 等；需验算地基变形的工程，附有各土质单元的平均压缩曲线；
- c) 需验算地基收缩变形的工程，有大气影响深度内各层土的收缩系数、地表下 1m 处土的天然含水量和塑限含水量；
- d) 地下水的类型、水位、水量及其动态。

6.1.2 均质土坡的稳定性验算可采用圆孤滑动法，最危险滑动面上的稳定安全系数为 1.35。如土层厚度不大，下伏基岩面倾向临空面、下伏基岩存在外倾软弱结构面，或下部为软土时，可采用平面或折线滑动面验算，其稳定安全系数 1.35。

6.1.3 用于稳定性验算的抗剪强度指标，宜将粘聚力标准值乘以 0.5 的折减系数、内摩擦角标准值乘以 0.8 的折减系数。

6.1.4 三层及三层以下的砌体建筑，当建筑长度与高度之比大于 3 时，应考虑红粘土地基收缩变形对上部结构的影响，采取有效的防水保湿措施；对高温设备基础则应采取隔热保湿措施。

6.2 填土地基

6.2.1 填土地基，应根据场地地形地质情况、建筑使用功能、结构要求、施工作业条件等进行填土地基设计，提出试验、检验、施工及质量控制等要求。

6.2.2 地基处理利用前，应选择有代表性的地段，设置试验区，其数量与范围视工程复杂程度、规模与技术要求确定，通过试验性施工及相应检测，验证处理方法的适用性和设计参数的正确性。未经检验查明和不符合质量要求的填土，不应作为建筑地基。

6.2.3 压实填土填料应符合下列规定：

- a) 级配良好的中粗砂或碎石土；
- b) 性能稳定且无污染的工业废料；
- c) 以砾石、卵石或块石作填料，分层重锤夯实时最大粒径不宜大于 400mm，分层碾压时最大粒径不宜大于 200mm，强夯时不宜大于 800mm；
- d) 以粘性土、粉土、红粘土作填料时，其含水量宜为最优含水量，可采用击实试验确定；
- e) 采用土料回填时，可配合使用土工材料；
- f) 挖高填低或开山填沟的土料和石料，应符合设计要求；
- g) 不应使用淤泥、耕土、膨胀性土以及有机质含量大于 5% 的土作填料。

6.2.4 填土地基承载力特征值应按下列要求确定：

- a) 经处理后的非压实填土地基承载力特征值通过载荷试验确定；当采用复合地基时，按 JGJ 79 的有关规定确定；
- b) 未经加固或新近填筑的粘性土填土中的端承桩基，考虑桩周土固结对桩产生负摩擦作用。

6.2.5 填土地基除应满足地基承载力要求外，尚应按地基变形控制进行设计。

6.2.6 填土地基的稳定性验算应符合下列要求：

- a) 当填土底面坡度大于 20% 或存在软弱层时，验算其滑动稳定；

- b) 填土地基的稳定性验算，粘性土填土可采用圆弧滑动面法，粗粒土及砂性土填土可采用直线滑动面法；
- c) 压实填土的边坡允许值（高宽比）由计算确定，当初步确定时，可根据填料性质，填土厚度按表 3 的数据取用；对边坡高度超过表列高度的压实填土，可分级放坡，每隔 6m~8m 设一道边坡平台，平台宽度为 1m~3m；
- d) 位于斜坡上的压实填土及对边坡高度超过表 3 所列高度的压实填土，进行稳定性验算。

表 3 压实填土地基的边坡允许值

填土类别	填土厚度 H(m)				压实系数 λ _c
	边坡允许值（高宽比）				
	H≤5	5<H≤10	10<H≤15	15<H≤20	
不易风化的石块	1:1	1:1.25	1:1.50	1:1.75	0.94～0.97
碎石、卵石	1:1.25	1:1.50	1:1.75	1:2.00	
砂夹石（其中碎石、卵石占全重 30%～50%）	1:1.25	1:1.50	1:1.75	—	
土夹石（其中碎石、卵石占全重 30%～50%）	1:1.25	1:1.50	—	—	
红粘土	1:1.25	1:1.75	—	—	
注：对于砂土或充填物为砂土的碎石土，其边坡坡度允许值均按自然休止角确定					

6.2.7 填土地基应考虑建筑物上部结构与地基基础的共同作用，合理选择基础形式、加强上部结构构造、控制施工顺序等。

6.2.8 填土地基应合理设置排水系统，设置隔水层等防渗措施。

6.2.9 填土地基上的建筑物，应在施工及使用过程中进行沉降观测。

6.3 砂卵石地基

6.3.1 砂卵石地基，应查明地基均匀性、地下水等情况，提供满足设计要求的有关工程地质资料。

6.3.2 采用天然砂卵石地基时，基础宜浅埋，充分利用砂卵石层作为持力层。

6.3.3 同一建筑结构单元，应避免部分以砂卵石、部分以岩石作为基础持力层，当不可避免时，应根据实际情况对地基进行处理、合理选择基础形式、加强上部结构构造等综合措施。

6.3.4 当卵石层下存在软弱土、砂或砂透镜体，不能满足地基承载力或地基变形要求时，可采用置换、加密、高压旋喷注浆等方法进行地基处理。

6.3.5 砂卵石地基上，地基基础设计等级为甲级的建（构）筑物，应在施工及使用过程中进行沉降观测。

7 岩石及岩溶地基

7.1 岩石地基

7.1.1 岩石地基基础设计应符合下列要求：

- a) 地基基础在满足地基承载力条件下，同一建筑结构单元内，处于软硬互层、岩体变形模量差 2 倍以上、地基基础设计等级为甲、乙级建筑物地基，进行变形验算，对主要受力层范围内存在软弱下卧层时，验算下卧层承载能力和变形；
- b) 对处于斜坡上的建筑场地及地基，以及存在临空面、存在结构面不利组合的地基进行抗滑移和抗倾覆稳定验算；完整岩石地基的应力扩散角可采用 $30^\circ \sim 40^\circ$ ，软质岩石取小值，硬质岩石取大值，并考虑岩石结构面的不利影响；

- c) 地下室底板处于地下水位以下时, 进行抗浮验算;
 - d) 基坑或桩基施工期抽水, 考虑对周围环境及地面沉降、塌陷等不利影响;
 - e) 基坑或边坡开挖控制爆破, 软岩表面封闭保护或预留保护层。
- 7.1.2 同一建筑结构单元的基础, 置于完整、较完整、较破碎岩石地基上时, 可采用多种形式的基础。
- 7.1.3 置于硬质岩石上的条形基础、筏形基础以及地下室底板, 宜增设隔离层。

7.2 岩溶地基

- 7.2.1 地基基础设计等级为甲级、乙级的建筑物宜避开溶洞、土洞等岩溶强发育地段。
- 7.2.2 存在下列情况之一的场地或地段, 未经处理, 不应作为建筑物地基:
- a) 浅层溶洞成群分布, 洞径大, 且不稳定的地段;
 - b) 漏斗、溶槽等浅藏, 充填土体软弱的地段;
 - c) 土洞或塌陷成群分布的地段;
 - d) 岩溶水排泄不畅, 可能造成淹没的地段。
- 7.2.3 完整、较完整的硬质岩石地基, 当岩溶洞体较小, 且满足下列条件之一时, 可不考虑岩溶对地基稳定性的影响:
- a) 基础底面大于溶洞平面尺寸, 并有足够的支承长度;
 - b) 顶板岩石厚度大于或等于洞的跨度, 且无不利结构面。
- 7.2.4 地基基础设计等级为丙级且荷载较小的建筑物, 当符合下列条件之一时, 可不考虑岩溶对地基稳定的影响:
- a) 基础底面以下土层厚度大于独立基础宽度 3 倍或条形基础宽度的 6 倍, 且不具备形成土洞或其它地面变形的条件时;
 - b) 基础底面与洞体顶板间土层厚度小于独立基础宽度的 3 倍或条形基础宽度的 6 倍, 岩溶洞隙或漏斗完全充填, 其充填物承载力特征值不小于 150kPa, 且无被水冲蚀的可能时;
 - c) 基底下铅直洞隙平面面积小于基底面积的 25%, 且基底岩石面积满足上部荷载的要求时。
- 7.2.5 土洞与塌陷场地的分析与处理应符合下列规定:
- a) 土洞的处理, 可采用清除洞内塌落物后分层回填; 塌陷的处理, 可采用清除塌陷体后分层回填, 可铺设土工布;
 - b) 在地下水强烈活动于岩土交界面区域, 除已查明的土洞之外, 施工时沿基槽进一步查明基础下土洞的分布位置;
 - c) 分析人工降水诱发土洞产生或地表塌陷的可能性及其对周围环境和建筑物的影响;
 - d) 由地表水形成的土洞或塌陷地段, 采取地表截流、引流、防渗或堵漏等措施。

7.3 岩溶地基的处理与利用

- 7.3.1 对地基稳定性有影响的岩溶洞隙, 应根据其位置、规模、埋深、围岩稳定性和水文地质条件综合分析, 因地制宜地采取处理措施。
- 7.3.2 对地下岩溶管道水应采取疏导, 避免改变其径流、排泄条件, 不应强抽排。
- 7.3.3 对规模较小的岩溶洞隙, 可采用镶补、嵌塞与跨盖等方法处理。
- 7.3.4 对规模较大的岩溶洞隙, 可采用混凝土梁、板和拱等结构跨越, 也可采用混凝土、浆砌块石等填塞措施以及洞底支撑或调整柱距等方法进行处理。跨越结构应有可靠的支承面, 梁式结构在岩石上的支承长度应大于梁高的 1.5 倍。
- 7.3.5 当采用调整桩距方法处理岩溶洞隙时, 桩的设计应符合下列规定, 根据不同条件选择:
- a) 桩底以下 3 倍桩底直径及 5m 深度范围内无影响桩基稳定性的洞隙分布, 桩端全断面嵌入岩体不小于 500mm, 应力扩散范围不存在临空面, 或经验算其深度已满足不向临空面滑移的部位。桩底经鉴定, 可采用钎钻、钻孔、雷达测试等验证;
 - b) 当基坑涌水可以抽排、孔壁稳定, 可采用人工挖孔桩; 当基坑涌水量较大, 抽排将引起环境及相邻建(构)筑物不良影响, 孔底涌泥沙或孔壁为淤泥类土, 存在洞隙等, 人工挖孔无法护壁时, 宜采用机械成孔桩;
 - c) 当桩端以下 3 倍桩底直径及 5m 深度范围内存在影响地基稳定性的洞隙时, 桩穿越溶洞, 置于

下部稳定岩体上；

- d) 人工挖孔桩底部有不大于 25% 的面积仍为洞隙充填物，难以挖除时，可在桩底设置钢筋混凝土底板，底板有可靠支承，并采取有效措施防止底板不向残留洞隙滑移，也可在该部位设置机械成孔桩。

7.3.6 岩溶强发育地段，采用桩基困难时，可采用箱、筏基础。

7.3.7 对土洞或塌陷，应根据其成因、发育程度及埋深，采用疏排地表水、控制地下水抽排、挖填、灌填、强夯、结构跨越等方法处理。

8 土岩组合地基

8.1 同一建筑结构单元内，地基的主要受力层范围内，遇有下列情况之一时，属于土岩组合地基：

- a) 部份为土质地基，另一部份为岩石地基；
- b) 基岩起伏多变，覆盖土层厚度相差较大；
- c) 石芽出露或大块孤石。

8.2 建筑平面及体型简单规则，底部框架砌体房屋以外的七层及七层以下砌体结构，可采用土岩组合地基。

8.3 地基基础设计时，应考虑土岩组合地基的不均匀性可能引起地基产生过大的不均匀沉降。

8.4 石芽、孤石、岩石表层为强风化粉（砂）、石膏等杂质，未查明土性和厚度、未检验其压缩性，不应直接作为地基持力层或褥垫。

8.5 局部范围内存在较厚的软弱下卧层时，应验算其承载力，并考虑刚性基岩的影响计算土中附加应力和地基不均匀沉降。如不满足要求，可采用碎石置换或在此处采用桩基础。

8.6 在地基压缩性相差较大的部位，宜结合建筑平面形状，荷载条件设置沉降缝，沉降缝宽度按计算确定，且不应小于 60mm。

8.7 基坑开挖达到设计要求后，应进行验槽。

8.8 对同一建筑结构单元，部分为土质、部分为岩石的地基，当其中岩石地基为中风化、微风化硬质岩石时，按土质、岩石地基各占平面面积大小采取如下措施：

- a) 当房屋长高比大于 2.5，土岩成片各占面积相近时，宜在土岩接合部位设置沉降缝；
- b) 如局部为较小面积的土质地基，可在土质地基部位设置桩或墩，在其上采用基础梁跨越，基础梁与岩石地基上的基础整体连接；
- c) 如局部为较小面积的岩石地基，可在岩石上作褥垫，在土岩接合部位的墙体段不宜开设孔洞，且在该墙段内，沿墙高设置 2φ6@500 钢筋，伸入交接处两边墙段内长度 1000mm~2000mm。

8.9 部分为土质、部分为岩石的地基，当其岩石地基为强风化时，确定基础底面积，在土岩交接处的墙体内不宜开设孔洞，且在该墙段内按照上述 8.8 中第 3 款设置钢筋。

8.10 基岩起伏多变、覆盖土层厚度相差较大的地基，当局部土层厚度不大于 0.5m，且基岩为硬质岩石时，应将该处土层挖除作换填处理，在其交接处按照上述 8.8 中第 3 款设置钢筋。

8.11 对于石芽密布并有出露的地基，应根据石芽间距、位置、石芽间土质条件采取以下措施：

- a) 房屋外墙转角及窗间墙下为稳定石芽，石芽间距小于 2m，其间为硬塑红粘土时，可不进行地基处理；
- b) 门、窗洞口下出露石芽，应将洞口上门窗过梁加长及加强洞口下基础圈梁；
- c) 房屋外墙转角及个别窗间墙下无石芽出露，且土层较厚时，可在该处设置桩基础，其上设置基础梁；
- d) 石芽间为较厚软塑或可塑状态土层时，可在其土层上采用基础梁，支承在稳定石芽地基上，按石芽的承载力特征值设计梁端支承面积，且支承长度不应小于 600mm、宽度应大于墙厚+100mm；当软塑或可塑土层较薄时，可采用碎石置换，按碎石承载力特征值确定基底面积；
- e) 石芽间距超过 2m，石芽间仍为硬塑状态红粘土时，可在石芽与基础接触部位作褥垫。

8.12 对于大块孤石或个别石芽出露的地基，宜在基础与岩石接触部位作褥垫，并在土岩交接处墙段内按照本文件 8.8 中第 3 款设置钢筋。

8.13 褥垫可采用中砂、粗砂等材料，其厚度宜取 300mm~500mm，夯填度宜根据试验确定，当无资料时，对于褥垫材料为中砂、粗砂的夯填度取 0.87 ± 0.05 。

9 基础

9.1 无筋扩展基础

9.1.1 无筋扩展基础是指以砖、毛石、混凝土或毛石混凝土等为材料，且不需配置钢筋的墙下条形基础或柱下独立基础。无筋扩展基础适用于多层民用建筑和轻型厂房。

9.1.2 无筋扩展基础台阶的宽高比应满足表 4 的要求。

表 4 无筋扩展基础台阶宽高比允许

基础材料	质量要求	台阶宽高比的允许值			
		$p \leq 100$	$100 < p \leq 200$	$200 < p \leq 300$	$300 < p \leq 500$
混凝土基础	C20 混凝土	1:1.00	1:1.00	1:1.25	1:1.50
毛石混凝土基础	C20 混凝土	1:1.00	1:1.25	1:1.50	1:1.75
砖基础	MU10 砖 M5 砂浆	1:1.50	1:1.50	1:1.50	—
毛石基础	M5 砂浆	1:1.25	1:1.50	—	—

9.2 扩展基础

9.2.1 扩展基础包括柱下钢筋混凝土独立基础和墙下钢筋混凝土条形基础。扩展基础的构造应符合下列要求：

- 锥形基础边缘高度，不宜小于 200mm；阶梯形基础的每阶高度，宜为 300mm~500mm；
- 垫层厚度不小于 70mm，垫层混凝土强度等级不低于 C10；
- 底板受力钢筋配筋率不应小于 0.15%，直径不宜小于 10mm，间距不宜大于 200mm 且不宜小于 100mm，当有垫层时钢筋保护层厚度不小于 40mm，无垫层时不小于 70mm；
- 混凝土的强度等级不应低于 C25，并应符合耐久性、防腐蚀的要求，当柱、墙的混凝土强度等级大于基础的混凝土强度等级时，应验算基础的局部受压承载力；
- 柱下基础预留插筋的数量、直径以及钢筋的种类应与柱内纵向受力钢筋相同；插筋的锚固长度及与柱内纵向受力钢筋的搭接长度，符合 GB/T 50010 的规定；
- 独立基础长宽比不宜大于 2；
- 双柱或多柱下联体基础，基础顶部应计算配置受力钢筋；
- 上部荷载重心宜与扩展基础底面形心重合，当偏心距大于基础偏心方向边长的 3% 时，需验算偏心产生的附加影响；
- 钢柱基础的钢柱底板边到基础顶面边缘的距离不小于 150mm，地脚螺栓中心到基础顶面边缘的距离不小于 5 倍地脚螺栓直径，且不小于 150mm。

9.2.2 扩展基础的计算应符合 GB 50007 和 GB/T 50010 的有关要求。

9.3 柱下条形基础

柱下条形基础的截面一般为倒 T 形，由柱下基础梁和底部翼板组成。柱下条形基础的构造，除应符合本文件 9.2.1 条规定外，尚应符合下列要求：

- 基础梁的高度应按地基净反力计算确定，宜为柱距的 $1/4 \sim 1/8$ ；翼板厚度不应小于 200mm，当厚度大于 250mm 时，宜用变厚翼板，其坡度不宜大于 1:3；
- 条形基础的端部应向外出，其长度不宜小于相邻第一跨距的 $1/4$ ；
- 现浇柱与条形基础梁交接处，其尺寸符合 GB 50007 的规定；对于交叉条形基础，当交叉基础

梁的宽度小于柱截面的边长时，交叉基础梁连接处应设置八字角，柱角和八字角之间的净距不宜小于 50mm；

- d) 基础梁的配筋构造应符合 GB/T 50010 的有关规定；基础梁顶部和底部的纵向受力钢筋除满足计算要求外，顶部钢筋宜全部贯通，底部通长钢筋不应少于底部受力钢筋总面积的 1/3；
- e) 条形基础混凝土的强度等级不应低于 C25，并应符合耐久性、防腐蚀的要求，当基础梁的混凝土强度等级低于柱的混凝土强度等级时，应验算局部受压承载力。

9.4 筏形基础

9.4.1 筏形基础可采用梁板式筏基和平板式筏基。

9.4.2 筏形基础的平面尺寸及埋置深度应满足地基承载力、地基变形和建筑物整体稳定性要求。

9.4.3 对单幢建筑物，在地基土比较均匀的条件下，基底平面形心宜与结构竖向永久荷载重心重合。当不能重合时，在荷载作用准永久组合下，偏心距 e 符合 GB 50007 的规定。

9.4.4 地基均匀条件下的筏形基础可适当加设悬臂部分以扩大基底面积和调整偏心距，梁板式筏基挑出长度不宜大于上部结构端开间柱距的 1/3，平板式筏基挑出长度不宜大于上部结构端开间柱距的 1/3。

9.4.5 筏形基础的混凝土强度等级，对于高层建筑不应低于 C30、多层房屋不应低于 C25，并应符合耐久性、防腐蚀的要求，当有地下室时，还应符合抗渗性能的要求。

9.4.6 梁板式筏基底板，除应计算正截面受弯承载力外，其厚度尚应满足受冲切承载力、受剪切承载力的要求。高层建筑的梁板式筏基，其底板厚度与最大双向板格的短边净跨之比不应小于 1/20，且板厚不应小于 300mm。高层建筑地下室底层柱、剪力墙与梁板式筏基基础梁边缘的距离不应小于 50mm。

9.4.7 平板式筏基的板厚除应满足受冲切承载力的要求外，尚应验算距内筒边缘或柱边缘 h_0 处筏板的受剪承载力，且板厚不应小于 400mm。

- a) 筏板计算应考虑作用在冲切临界面重心上的不平衡弯矩产生的附加剪力，对于内筒下的筏板，考虑内筒根部弯矩的影响；
- b) 当柱荷载较大，等厚度筏板的受冲切承载力不能满足要求时，可采用在筏板上增设柱墩、局部增加筏板厚度，或配置抗冲切箍筋等方法；
- c) 当筏板变厚度时，验算变厚度处筏板的受剪承载力；当变化较大时，宜在变阶处加腋；
- d) 当筏板的厚度大于 2000mm 时，宜在板厚中间部位设置直径不小于 12mm、间距不大于 300mm 的双向钢筋网，钢筋网的竖向间距不宜大于 1000mm。

9.4.8 对于均匀的土质地基或软岩、极软岩地基，上部结构刚度较好、梁板式筏基梁的高跨比或平板式筏基板的厚跨比不小于 1/6，且相邻柱荷载及柱间距的变化不超过 20% 时，筏形基础可仅考虑局部弯曲作用，筏形基础的内力，可按基底反力直线分布进行计算，计算时基底反力应扣除底板自重及其上填土的自重，当有地下水时应进行抗浮验算。

9.4.9 按基底反力直线分布计算的梁板式筏基，其基础梁的内力可按连续梁分析，边跨跨中弯距以及第一内支座的弯距值宜乘以 1.2 系数。梁板式筏基的底板和基础梁的配筋除满足计算要求外，纵横方向的底部钢筋尚应有 1/2~1/3 贯通全跨，且其配筋 70 率不应小于 0.15%，顶部钢筋按计算配筋全部连通。

9.4.10 按基底反力直线分布计算的平板式筏基，可按柱下板带和跨中板带分别进行内力分析。平板式筏基柱下板带和跨中板带的底部钢筋应有 1/2~1/3 贯通全跨，且配筋率不应小于 0.15%；顶部钢筋应按计算配筋全部连通。

9.4.11 梁板式筏基的基础梁除满足正截面受弯及斜截面受剪承载力外，尚应按 GB/T 50010 有关规定验算柱下基础梁顶面的局部受压承载力。

9.5 桩基础

9.5.1 人工挖孔桩孔深 h 不宜大于 25m；孔深 8m 以下时，桩径 D （不含护壁）不应小于 900mm，孔深 8m~16m 时，桩径不应小于 1000mm，孔深 16m 以上时，桩径不应小于 1200mm。

9.5.2 按桩的承载力性状可分为摩擦桩、端承桩、嵌岩桩。持力层为硬质岩石时，宜采用端承桩；软质岩石或土质地基，宜采用摩擦端承桩；完整、较完整的岩石地基，且上部荷载较大时，宜采用嵌岩桩。同一建筑结构单元内，不应混合采用摩擦桩和端承桩或嵌岩桩，岩石地基上可以同时采用端承桩和嵌岩

桩。

9.5.3 桩和桩基的构造应符合 GB 50007 的规定。

10 边坡及基坑

10.1 支护结构的荷载取值及荷载作用计算应符合现行国家相关标准的规定。

10.2 边坡和基坑支护工程，施工前应根据场地地质情况、设计文件等编制安全施工专项方案。

10.3 工程边坡设计应合理设置排水、截水系统、喷浆、喷射混凝土、种植植物防护等措施。

10.4 支护结构材料应符合以下要求：

- a) 预应力锚索宜采用无粘结预应力钢绞线，自由段采取镀（涂）防腐层等有效防腐措施；
- b) 锚杆、锚索的防腐处理符合 GB 50330 的有关规定；
- c) 混凝土强度等级不低于 C30，锚杆、锚索注浆浆料应采用微膨胀水泥砂浆，其强度等级不低于 M30；
- d) 桩、柱、梁、墙板的钢筋保护层厚度不小于 50mm。

10.5 位于坡地上的建筑应进行专门的场地及地基稳定性评价，评价内容应包括工程地质、水文地质、建筑物作用效应、施工开挖、使用期内地下水和地表水的影响等。

10.6 建筑设计应合理利用地形，采用稳定性较好的接地方式。倾斜型或阶梯型接地方式的建筑，建筑物底部宜为台阶型，掉层、跌落、错层及跌错建筑，斜坡宜设置成阶梯。

10.7 坡地建筑的稳定性验算应符合下列规定：

- a) 高度大于 60m 的建筑，基础埋深不满足本规范要求时，宜取罕遇地震作用验算稳定性，并采取有效措施；
- b) 超限的高层建筑或超限的大跨度建筑宜按罕遇地震作用验算边坡稳定性并达到地震工况下的稳定状态；
- c) 采用桩基的建筑物，当按设防烈度地震作用和罕遇地震作用验算稳定性时，可考虑桩基的抗滑作用，桩端嵌入滑动面以下稳定岩土层的深度不宜小于 $\alpha/4.0$ （ α 为桩的水平变形系数）；
- d) 采用拟静力法进行地震稳定性计算时，建筑边坡岩体和土体的综合水平地震系数 α_w ，6 度（0.05g）时取 0.025、7 度（0.10g）时取 0.05、7 度（0.15g）时取 0.075。

10.8 基础应将荷载直接传至边坡潜在破裂面以下足够深度的稳定岩土层内。

10.9 建筑结构兼做支挡结构时，应考虑地基基础与上部结构的共同作用及变形协调。

10.10 坡地建筑地基应在充分保护和利用原有排水体系的前提下，合理设置排水、截水系统，保证排水的顺畅。坡地的排水设计时应结合边坡的排水与坡面保护，构成坡顶与坡面相结合的排水系统。必要时应对边坡长期监测并进行定期维护。

10.11 坡地建筑的边坡工程应进行包括抗震计算的专项设计，宜采用动态勘察、动态设计以及信息化施工，必要时应长期监测并定期维护。

11 检验与监测

11.1 检验

11.1.1 基槽（基坑）开挖后，应进行基槽检验。当基槽检验发现与勘察报告和设计文件不一致或遇到异常情况时，应结合具体情况提出进行施工勘察等处理意见。

11.1.2 压实填土地基，在压实填土的过程中，应分层取样检验土的干密度和含水量。每 $50\text{m}^2 \sim 100\text{m}^2$ 面积内应有一个检验点，根据检验结果求得的压实系数，对碎石土干密度不应低于 2.0t/m^3 。

11.1.3 山区坡地填土，除清除坡面草皮、耕土、软土、杂填土外，尚应将表面挖成阶梯形，以保证填土整体稳定。

11.1.4 对混凝土灌注桩，应提供经确认的施工过程有关参数，包括原材料的力学性能检验报告、试件留置数量及制作养护方法、混凝土抗压强度试验报告、钢筋笼制作质量检查报告。施工完成后尚应进行桩顶标高、桩位偏差等检验。

11.1.5 人工挖孔桩终孔时,应进行桩端持力层检验。一柱一桩的大直径端承灌注桩,应视岩性检验桩底下3倍桩端直径及5m深度范围内有无空洞、破碎带、软弱夹层等不良地质条件。

11.1.6 工程桩的桩身质量和承载力检验、检测应符合现行国家、地方和行业标准的规定。

11.1.7 复合地基(碎石桩、水泥土搅拌桩等)除应进行静荷载试验外,尚应进行竖向增强体及周边土的质量检验。

11.1.8 抗浮锚杆完成后应进行抗拔力检验,检验数量不应少于锚杆总数的3%,且不应少于6根。

11.1.9 永久性边坡支护结构工程,应对锚杆(索)的防腐处理以及桩、柱、梁、墙板的钢筋连接及保护层厚度质量进行检验。

11.1.10 边坡及基坑支护工程应采取信息化施工、加强施工监测,质量检验、检测应符合现行国家、地方和行业标准的规定。

11.2 监测

11.2.1 大面积填方等地基处理工程,应对地面沉降进行长期监测,施工过程中还应对土体变形、孔隙水压力等进行监测。

11.2.2 工程周边有建(构)筑物和重要设施,施工过程中需要降水(桩的成孔或基坑降水)时,应对地下水位变化和建(构)筑物和重要设施进行监测。

11.2.3 预应力锚杆施工完成后应对锁定的预应力进行监测,监测锚杆数量不应少于总数的10%,且不应少于6根。

11.2.4 基坑开挖应根据设计要求进行监测,实施动态设计和信息化施工。

11.2.5 基坑开挖监测内容包括支护结构的内力和变形,地下水位变化及周边建(构)筑物、地下管线等市政设施的沉降和位移等,监测内容可按照表5选择。

表5 基坑监测项目选择表

监测项目 地基基础设计等级	支护结构水平位移	监控范围内建(构)筑物沉降与地下管线变形	土方分层开挖标高	地下水位	锚杆、锚索拉力	支撑轴力或变形
甲级	√	√	√	√	√	√
乙级	√	√	√	√	√	△
监测项目 地基基础设计等级	立柱变形	桩墙内力	基坑底隆起	土体、侧向变形	孔隙水压力	土压力
甲级	√	√	√	√	△	△
乙级	△	△	△	△	△	△

注:√为必测项目,△为宜测项目。

11.2.6 基坑开挖对邻近建(构)筑物的变形监控应考虑基坑开挖造成的附加沉降与原有沉降的叠加。基坑开挖前应对周围建筑及市政设施进行检测,并经各方认可。

11.2.7 边坡工程施工过程中,应记录气象条件、挖方、填方、堆载等情况。爆破开挖时,应监控爆破对周边环境的影响。土石方工程完成后,尚应对边坡的水平位移和竖向位移进行监测,直到变形稳定为止,对永久性边坡不应少于三年。

11.2.8 下列建筑物应在施工期间及使用期间进行沉降观测:

- 非硬质岩石上的甲级建筑物;
- 复合地基或软弱地基上的甲、乙级建筑物;
- 加层、扩建建筑物;
- 受邻近深基坑开挖施工影响或受场地地下水等环境因素变化影响的建筑物;
- 需要积累建筑经验或进行设计反分析的工程。

11.2.9 施工期间的监测、验收资料应作为检验建筑物地基基础工程质量和竣工验收的主要依据。