

# 建筑与市政地基基础通用规范

（征求意见稿）

# 目 次

1	总则	1
2	基本规定	2
2.1	基本要求	2
2.2	设计	3
2.3	施工及验收	5
3	勘察成果要求	6
4	天然地基与处理地基	8
4.1	一般规定	8
4.2	地基设计	8
4.3	特殊性岩土地基设计	10
4.4	施工及验收	11
5	桩基	13
5.1	一般规定	13
5.2	桩基设计	13
5.3	特殊性岩土的桩基设计	15
5.4	施工及验收	15
6	基础	17
6.1	一般规定	17
6.2	扩展基础设计	17
6.3	筏形基础设计	18
6.4	施工及验收	18
7	基坑工程	19
7.1	一般规定	19
7.2	支护结构设计	19
7.3	地下水控制设计	20
7.4	施工及验收	21
8	边坡工程	23

8.1 一般规定.....	23
8.2 支挡结构设计.....	23
8.3 施工及验收.....	24
附：起草说明.....	26

# 1 总 则

**1.0.1** 为在建筑与市政地基基础工程建设中保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全，满足经济社会管理基本需要，依据有关法律、法规，制定本规范。

**1.0.2** 建筑与市政地基基础设计、施工及验收必须遵守本规范。

**1.0.3** 本规范是建筑与市政地基基础设计、施工及验收等建设过程技术和管理的基本要求。当地基基础工程中采用的设计方法、材料、构件、技术措施、施工质量控制与验收检验内容(方法)等与本规范的规定不一致时，经合规性评估符合本规范第 2 章的规定，应允许使用。

**1.0.4** 建筑与市政地基基础设计、施工及验收，除应遵守本规范外，尚应遵守国家现行有关规范的规定。

## 2 基本规定

### 2.1 基本要求

**2.1.1** 建筑与市政地基基础应满足下列功能要求：

- 1 基础应具备将上部结构荷载传递给地基的承载力和刚度；
- 2 在建筑与市政工程施工与建（构）筑物正常使用期间，地基不得出现失稳；
- 3 地基基础沉降变形不得影响建筑结构功能和正常使用；
- 4 地基基础应满足建（构）筑物正常使用期间的耐久性要求；
- 5 基坑工程应保证周边建（构）筑物、地下管线、道路、城市轨道交通等市政设施的安全和正常使用，保证主体地下结构的施工空间和安全；
- 6 边坡工程应保证边坡稳定性及周边建（构）筑物、地下管线、道路等市政设施的安全和正常使用。

**2.1.2** 建筑与市政地基基础设计与施工，应坚持因地制宜、就地取材、保护环境和节约资源的原则，并严格执行国家规定的工程建设程序。

**2.1.3** 地基基础工程应具备满足设计、施工及验收要求的勘察成果资料。

**2.1.4** 地基基础设计应根据结构功能、结构类型、荷载情况、勘察成果资料和拟建场地环境条件及施工条件，选择合理的地基基础方案。地基基础设计计算应原理正确、概念清楚，计算参数的选取应符合实际工况，设计与计算成果应保证数据真实可靠、分析判断正确。

**2.1.5** 地基基础的设计工作年限，应符合下列规定：

- 1 地基基础的设计工作年限不应小于工程结构的设计工作年限；
- 2 基坑工程设计应规定其设计工作年限，且设计工作年限不应小于一年；
- 3 边坡工程的设计工作年限，不应低于被保护的建（构）筑物及市政设施的设计工作年限。

**2.1.6** 地基基础应能承受在正常建造和正常使用过程中可能发生各种作用和环境的影响。在地基基础设计工作年限内，地基基础工程材料、构件和岩土性能应满足安全性、适用性和耐久性要求。

**2.1.7** 地基基础设计时，应根据设计工作年限、勘察成果资料及拟建场地环境类别，采用相应的材料和构件、设计构造、防护措施，并提出施工质量要求和建（构）筑物与市政设施使用期间的保护措施。

**2.1.8** 地基基础工程应采用经质量检验合格的材料、构件和设备，地基基础工

程施工应有针对性施工方案及措施，应进行施工质量过程控制和合格控制。

**2.1.9** 地基基础工程施工应采取措施控制振动、噪音、扬尘、废水、泥浆、废弃物以及有毒有害物质对工程场地、周边环境和人身健康造成危害。

**2.1.10** 地基基础工程的勘察、设计、施工及建（构）筑物使用期间，应分析判断地下水对地基基础安全的影响，并采取对应措施保证地基基础的安全。

**2.1.11** 地下水控制工程不得恶化地下水水质，导致水质产生类别上的变化。

## 2.2 设计

**2.2.1** 地基基础设计时，应根据地基复杂程度、建筑物规模和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，采用不同的设计等级，地基基础设计等级的划分应符合表 2.2.1 的规定。

表 2.2.1 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 层的高低层连成一体建筑物 大面积的多层地下建筑物（如地下车库、商场、运动场等） 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建筑物
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑物
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

**2.2.2** 地基基础设计时，所采用的作用效应与相应的抗力限值应符合下列规定：

- 1 按修正后的地基承载力特征值确定基础底面积及埋深或按单桩承载力特征值确定桩数时，应采用作用的标准组合计算传至基础底面上的作用效应；
- 2 计算地基变形时，应采用作用的准永久组合计算传至基础底面上的作用效应，不应计入风荷载和地震作用；相应的限值应为地基变形允许值；
- 3 计算地基稳定性及抗浮稳定性时，应采用作用的基本组合计算作用效应；

应使稳定作用与不稳定作用效应之比不小于规定的安全系数；

4 确定基础高度、支挡结构及抗浮结构截面、计算基础或支挡结构及抗浮结构内力、确定配筋和验算材料强度时，上部结构传来的作用效应和相应的基底反力、支挡结构及抗浮结构的作用效应，应按作用的基本组合，采用相应的分项系数；当需要进行基础等构件的裂缝控制验算时，应采用作用的标准组合或准永久组合计算作用效应；

5 基础设计、基坑支护结构设计和边坡支挡结构设计时，结构重要性系数 $\gamma_0$ 不应小于 1.0。

**2.2.3** 地基基础设计应包括下列内容：

- 1 地基基础承载力计算；
- 2 地基变形计算和稳定性验算；
- 3 桩基、基础的耐久性设计；
- 4 基础存在浮力作用时的抗浮设计；
- 5 特殊性岩土的地基基础设计；
- 6 地基基础工程施工要求；
- 7 地基基础工程监测要求。

**2.2.4** 基坑工程、边坡工程设计时，应根据支护（挡）结构破坏可能产生的后果（危及人的生命、造成经济损失、对社会或环境产生影响等）的严重性，采用不同的安全等级。支护（挡）结构安全等级的划分应符合表 2.2.4 的规定。

表 2.2.4 支护（挡）结构的安全等级

安全等级	破坏后果
一级	很严重
二级	严重
三级	不严重

**2.2.5** 基坑工程设计应包括下列内容：

- 1 支护结构体系的方案选择；
- 2 基坑支护体系的稳定性验算；
- 3 支护结构的承载力、稳定和变形计算；
- 4 地下水控制设计；
- 5 对周边环境影响的控制设计；
- 6 基坑土方开挖方案；
- 7 支护结构施工要求；
- 8 基坑工程的监测要求。

**2.2.6** 边坡工程设计应包括下列内容：

- 1 支挡结构体系的方案选择;
- 3 支挡结构承载力、变形和稳定性计算;
- 4 坡面防护设计;
- 5 边坡工程排水设计;
- 6 边坡工程施工要求;
- 7 边坡工程的监测要求。

## 2.3 施工及验收

**2.3.1** 地基基础工程施工前，应编制施工组织设计或专项施工方案。

**2.3.2** 地基基础工程施工应采取保证工程安全、人身安全、周边环境安全与劳动防护、绿色施工的技术措施与管理措施。

**2.3.3** 地基基础工程施工过程中遇有文物、化石、古迹遗址或遇到可能危及安全的危险源等，应立即停止施工和采取保护措施，并报有关部门处理。

**2.3.4** 地基基础工程施工应根据设计要求或工程施工安全的需要，对涉及施工安全、周边环境安全，以及可能对人身财产安全造成危害的对象或被保护对象进行工程监测。

**2.3.5** 地基基础工程施工质量控制与验收，应符合下列规定：

- 1 施工中使用的材料、构件和设备应按设计要求进行检验;
- 2 各施工工序应进行质量自检，施工工序之间应进行交接质量检验;
- 3 施工质量应按下列要求进行验收：
  - 1) 应在施工单位自检合格的基础上进行;
  - 2) 施工中使用的材料、构件以及试块、试件等应提供检验报告;
  - 3) 隐蔽工程在隐蔽前应进行验收，并形成检查或验收文件。

### 3 勘察成果要求

**3.0.1** 地基勘察成果，应包括下列内容：

- 1 拟建场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性；
- 2 各项岩土性质指标，岩土的强度参数、变形参数、地基承载力的建议值；
- 3 地下水埋藏情况、类型、水位及其变化；
- 4 土和（或）水对建筑材料的腐蚀性；
- 5 可能影响工程稳定的不良地质作用的描述和对工程危害程度的评价；
- 6 场地稳定性和适宜性的评价。

**3.0.2** 拟建场地存在对工程安全有影响的不良地质作用和地质灾害的分析评价，应包括下列内容：

- 1 建设场区内，在自然条件下，有无滑坡现象，有无影响场地稳定性的断层、破碎带；
- 2 在建设场地周围，有无不稳定的边坡；
- 3 施工过程中，因挖方、填方、堆载和卸载等对边坡稳定性的影响；
- 4 地基内岩石厚度及空间分布情况、基岩面的起伏情况、有无影响地基稳定性的临空面；
- 5 地基的不均匀性；
- 6 岩溶、土洞的发育程度，有无采空区；
- 7 出现危岩崩塌、泥石流等不良地质作用的可能性；
- 8 地表水、地下水对地基和建设场区的影响。

**3.0.3** 特殊性岩土勘察成果，应包括下列内容：

1 对湿陷性土场地和地基，应分析确定土层的自重湿陷系数、湿陷系数及湿陷起始压力随深度变化特性和湿陷特性，评价其对地基与基础的影响；设计等级为甲级、乙级的建（构）筑物应分析确定湿陷性土的下限深度；

2 对红黏土场地和地基，应分析裂缝分布特征与发育规律、干湿循环过程对红黏土胀缩的影响以及胀缩试验及浸水试验成果，确定大气影响急剧层的深度，对大面积挖方区保湿与浸泡影响进行分析，评价地表水下渗、裂缝密集带或深长地裂缝对地基承载力与稳定性的影响；

3 对软土地基，应分析有机质含量、压缩性、固结程度、强度指标、灵敏度、流变性试验成果，对地基的承载力与变形特性进行评价；

4 对填土地基，应分析均匀性与密实程度、地下水位变化以及填土底面天然岩土层坡度等对地基承载力与变形的影响，评价地基的稳定性；

5 对多年冻土场地和地基，应分析确定冻胀性和融沉性、冻土试验相关参

数及冻胀指标，评价冻土带地基的稳定性；

**6** 对膨胀土场地和地基，应分析产状与节理裂缝发育情况，确定自由膨胀率、收缩系数、胀缩等级、对应工程基底荷载压力下的膨胀率和膨胀力，评价含水量变化、软弱夹层、胀缩裂缝及土体裂缝对基坑与边坡稳定性的影响；

**7** 对盐渍土场地和地基，应分析确定含盐化学成分和含盐量、溶蚀洞穴发育程度、盐渍岩的水化深度和溶陷性，评价盐渍土地基的承载力与稳定性；

**8** 对风化岩和残积土场地，应分析确定岩石的风化程度，岩石的均匀性、破碎带和软弱夹层的分布、位置和厚度及其物理力学性质指标，地下水赋存条件及水文地质参数，评价风化岩和残积土对地基、桩基及基坑工程的影响。

## 4 天然地基与处理地基

### 4.1 一般规定

4.1.1 地基设计应符合下列规定：

- 1 所有建（构）筑物的地基计算均应满足承载力要求；
- 2 设计等级为甲级、乙级的建筑（构）物，应按地基变形控制设计；
- 3 设计等级为丙级的建（构）筑物存在下列情况之一时，应进行变形验算：
  - 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，可能引起地基产生不均匀沉降时；
  - 3) 软弱地基上的建（构）筑物存在偏心荷载时；
  - 4) 相邻建筑距离近，可能发生倾斜时；
  - 5) 地基内有厚度较大或厚薄不均的填土，其自重固结未完成时。

4 对受水平荷载作用的高层建筑或位于斜坡上的建（构）筑物，以及地基土层中存在软弱土层或夹层时，应进行地基稳定性验算；

5 对特殊性岩土地基，应采取控制地基变形的建筑和结构措施。

4.1.2 天然地基基槽（坑）开挖到设计标高后，应进行基槽（坑）检验。

4.1.3 处理后的地基应进行地基承载力和变形评价、处理范围和有效加固深度内地基均匀性评价，以及复合地基增强体的成桩质量和承载力评价。

### 4.2 地基设计

4.2.1 基础底面的压力，应符合下列规定：

1 当轴心荷载作用时

$$p_k \leq f_a \quad (4.2.1-1)$$

式中： $p_k$ ——相应于作用的标准组合时，基础底面处的平均压力值（kPa）；

$f_a$ ——修正后的地基承载力特征值（kPa）。

2 当偏心荷载作用时，除应符合式（4.2.1-1）要求外，尚应符合下式规定：

$$p_{kmax} \leq 1.2 f_a \quad (4.2.1-2)$$

式中： $p_{kmax}$ ——相应于作用的标准组合时，基础底面边缘的最大压力值（kPa）。

4.2.2 天然地基承载力特征值应通过载荷试验或其他原位测试、经验公式计算，并结合工程实践经验等方法综合确定。

4.2.3 复合地基承载力特征值应通过现场复合地基静载荷试验确定。复合地基静载荷试验的加载方式应采用慢速维持荷载法。

4.2.4 天然地基或经处理后的地基，当在受力层范围内存在软弱下卧层时，应进行软弱下卧层的地基承载力验算。

4.2.5 建筑物地基变形计算值，不应大于地基变形允许值。

4.2.6 建筑物的地基变形（或桩基沉降）允许值应按表 4.2.6 规定采用。对表中未包括的建筑物，其地基变形（或桩基沉降）允许值应根据上部结构对地基变形（或桩基沉降）的适应能力和使用上的要求确定。

表4.2.6 建筑物的地基变形（或桩基沉降）允许值

变 形 特 征		地 基 土 类 别	
		中、低压缩性土	高压缩性土
砌体承重结构基础的局部倾斜		0.002	0.003
工业与民用建筑相邻 柱基的沉降差	框架结构	0.002 <i>l</i>	0.003 <i>l</i>
	砌体墙填充的边排柱	0.0007 <i>l</i>	0.001 <i>l</i>
	当基础不均匀沉降时不产生 附加应力的结构	0.005 <i>l</i>	0.005 <i>l</i>
单层排架结构(柱距为6m)柱（桩）基的沉降量(mm)		(120)	200
桥式吊车轨面的倾斜(按不调 整轨道考虑)	纵 向	0.004	
	横 向	0.003	
多层和高层建筑的整体倾斜	$H_g \leq 24$	0.004	
	$24 < H_g \leq 60$	0.003	
	$60 < H_g \leq 100$	0.0025	
	$H_g > 100$	0.002	
体型简单的高层建筑基础的平均沉降量(mm)		200	
高耸结构基础（桩基）的倾斜	$H_g \leq 20$	0.008	
	$20 < H_g \leq 50$	0.006	
	$50 < H_g \leq 100$	0.005	
	$100 < H_g \leq 150$	0.004	
	$150 < H_g \leq 200$	0.003	
	$200 < H_g \leq 250$	0.002	
高耸结构基础的沉降量(mm)	$H_g \leq 100$	400	
	$100 < H_g \leq 200$	300	
	$200 < H_g \leq 250$	200	

体型简单的剪力墙结构高层 建筑桩基最大沉降量 (mm)	—	200
--------------------------------	---	-----

注：1 本表数值为建筑物地基实际最终变形允许值；

2  $l$ 为相邻柱基的中心距离(mm)； $H_g$ 为自室外地面起算的建筑物高度(m)；

3 倾斜指基础倾斜方向两端点的沉降差与其距离的比值。

**4.2.7** 高层建筑基础的埋置深度应满足地基承载力、变形和稳定性要求。位于岩石地基上的高层建筑，其基础埋深应满足抗滑稳定性要求。

### 4.3 特殊性岩土地基设计

**4.3.1** 膨胀土地区建筑物的基础埋置深度不应小于 1m。膨胀土地基稳定性验算时应计及水平膨胀力的作用。膨胀土地基上建筑物的地基变形计算值不应大于地基变形允许值。膨胀土地基变形允许值应符合表 4.3.1 的规定，对于表中未包括的建筑物，其地基变形允许值应根据上部结构对地基变形的适应能力及功能要求确定。

表 4.3.1 膨胀土地基变形允许值

结构类型		相对变形		变形量 (mm)
		种类	数值	
砌体结构		局部倾斜	0.001	15
房屋长度三到四开间及四角有构造柱或配筋砌体承重结构		局部倾斜	0.0015	30
工业与民用建筑相邻柱基	框架结构无填充墙时	变形差	$0.001 l$	30
	框架结构有填充墙时	变形差	$0.0005 l$	20
	当基础不均匀升降时不产生附加应力的结构	变形差	$0.003 l$	40

注： $l$ 为相邻柱基的中心距离 (m)。

**4.3.2** 湿陷性黄土地基的湿陷变形、压缩变形或承载力不能满足设计要求时，应针对不同土质条件和建筑物的类别以及湿陷性黄土地基的湿陷变形、压缩变形和承载力设计等要求，分别采用建筑措施、结构措施和地基处理措施。

在地基压缩层内或湿陷性黄土层内采取处理措施。

**4.3.3** 多年冻土地基设计时，应保证建筑物正常使用期间冻土地基的地温保持在允许的范围內。多年冻土地基承载力计算时，应计入地基土的温度影响。地基的热工计算应包括地温特征值计算、地基冻结深度计算、地基融化深度计算等。

**4.3.4** 当地基土为欠固结土、膨胀土、湿陷性黄土、可液化土等特殊土时，复合地基设计采用的增强体和施工工艺，应满足处理后地基土和增强体共同承担荷载的技术要求。

**4.3.5** 当利用压实填土作为建筑物的地基持力层时，在平整场地前，应根据结构类型、填料性能和现场条件等，对拟压实的填土提出质量要求。未经检验查明以及不符合质量要求的压实填土，均不得作为建筑物的地基持力层。

## **4.4 施工及验收**

**4.4.1** 地基施工应符合下列规定：

- 1** 处理地基施工前，应通过现场试验确定地基处理方法的适用性和处理效果；
- 2** 处理地基施工采用振动或挤土方法施工时，应采取措施控制振动和侧向挤压对邻近建（构）筑物和环境产生有害影响；
- 3** 换填垫层、压实地基、夯实地基采用分层施工时，每完成一道工序，应按设计要求进行验收检验，未经检验或检验不合格时，不得进行下一道工序施工；
- 4** 地基基槽（坑）验槽后，应及时对基槽（坑）进行封闭，并采取防止水浸、暴露和扰动基底土的措施。

**4.4.2** 湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土地基施工，应采取防止施工用水、场地雨水和邻近管道渗漏水渗入建筑物地基的措施。

**4.4.3** 地基基槽（坑）开挖时，当发现地质条件与勘察成果报告不一致、或遇到异常情况时，应停止施工作业，并及时会同有关单位查明情况，提出处理意见。

**4.4.4** 下列建筑物应在施工期间及使用期间进行沉降变形观测，直至沉降达到稳定标准为止：

- 1** 地基基础设计等级为甲级建筑物；
- 2** 软弱地基上的地基基础设计等级为乙级建筑物；
- 3** 处理地基上的建筑物；
- 4** 采用新型基础或新型结构的建（构）筑物。

**4.4.5** 当地基施工有挤土效应、振动、沉降、膨胀、湿陷以及引起地下水位变化时，应对其引起的地面沉降或隆起变形、孔隙水压力、周边建（构）筑物和地下管线变形、地下水位及土体位移进行监测。

**4.4.6** 天然地基与处理地基施工验收检验，应符合下列规定：

- 1 换填垫层地基应分层进行承载力和密实度检验；
- 2 高填方地基应分层填筑、分层压（夯）实、分层检验，且处理后的高填方地基应满足密实、均匀和稳定性要求；
- 3 预压地基应进行承载力检验。预压地基排水竖井处理深度范围内和竖井底面以下受压土层，经预压所完成的竖向变形和平均固结度应满足设计要求；
- 4 压实、夯实地基应进行承载力和密实度检验。压实地基的施工质量检验应分层进行。强夯置换地基施工质量检验应查明置换墩的着底情况、密度随深度的变化情况；
- 5 对散体材料复合地基增强体应进行密实度检验；对有粘结强度复合地基增强体应进行强度及桩身完整性检验。
- 6 复合地基承载力的验收检验应采用复合地基静载荷试验，对有粘结强度的复合地基增强体尚应进行单桩静载荷试验；
- 7 注浆加固处理后地基的承载力应进行静载荷试验检验。

## 5 桩 基

### 5.1 一般规定

#### 5.1.1 桩基设计应符合下列规定：

1 应根据桩基的使用功能和受力特征分别进行桩基的竖向承载力计算和水平承载力计算；

2 应对桩身强度进行计算；对于桩侧土不排水抗剪强度小于 10kPa 且长径比大于 50 的桩，应进行桩身压屈验算；对于钢管桩，应进行局部压屈验算；

3 当桩端平面以下存在软弱下卧层时，应进行软弱下卧层承载力验算；

4 对位于坡地、岸边的桩基，应进行整体稳定性验算；

5 对于混凝土预制桩，应按运输、吊装和沉桩作用进行桩身承载力验算；

6 对于抗浮、抗拔桩基，应进行基桩和群桩的抗拔承载力计算；

7 应进行桩基抗震承载力验算；

8 下列桩基应进行沉降计算：

1) 设计等级为甲级的非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的建筑桩基；

2) 设计等级为乙级的体型复杂、荷载分布不均匀或桩端平面下存在软弱土层的建筑桩基；

3) 摩擦型桩基。

5.1.2 桩基所用的材料、桩段之间的连接，预制桩（或灌注桩）中受力钢筋的混凝土保护层厚度、钢筋的锚固等应满足桩基所处环境类别对其耐久性的要求。

5.1.3 工程桩应进行承载力与桩身质量检验。

### 5.2 桩基设计

#### 5.2.1 桩基承载力计算，应符合下列规定：

1 作用效应的标准组合：

轴心竖向力作用下

$$N_k \leq R \quad (5.2.1-1)$$

偏心竖向力作用下，除应满足式(5.2.1-1)要求外，尚应满足下式的要求：

$$N_{k \max} \leq 1.2R \quad (5.2.1-2)$$

2 地震作用效应和作用效应的标准组合：

轴心竖向力作用下

$$N_{Ek} \leq 1.25R \quad (5.2.1-3)$$

偏心竖向力作用下，除应满足式(5.2.1-3)要求外，并应满足下式的要求：

$$N_{Ek \max} \leq 1.5R \quad (5.2.1-4)$$

### 3 水平荷载作用下（作用效应的标准组合）

$$H_{ik} \leq R_h \quad (5.2.1-5)$$

式中：  $N_k$  ——作用效应标准组合轴心竖向力作用下，轴心竖向力作用下基桩或复合基桩的平均竖向力；

$N_{k \max}$  ——作用效应标准组合偏心竖向力作用下，桩顶最大竖向力；

$N_{Ek}$  ——地震作用效应标准组合下，基桩或复合基桩的平均竖向力；

$N_{Ek \max}$  ——地震作用效应标准组合下，基桩或复合基桩的最大竖向力；

$H_{ik}$  ——作用效应标准组合下，作用于基桩  $i$  桩顶处的水平力；

$R$  ——基桩或复合基桩竖向承载力特征值；

$R_h$  ——单桩基础或群桩中基桩的水平承载力特征值。

#### 5.2.2 单桩竖向承载力特征值 $R_a$ ，应按下式确定：

$$R_a = \frac{1}{K} Q_{uk} \quad (5.2.2)$$

式中：  $Q_{uk}$  ——单桩竖向极限承载力标准值；

$K$  ——安全系数，取  $K=2$ 。

**5.2.3** 设计等级为甲级、乙级的建筑桩基，单桩竖向极限承载力标准值应通过单桩静载试验确定。为设计提供依据的单桩竖向抗压静载试验应采用慢速维持荷载法。

**5.2.4** 单桩水平承载力特征值应通过单桩水平静载试验确定。

**5.2.5** 当桩基承受拔力时，应对桩基进行抗拔承载力验算。设计等级为甲级、乙级的建筑桩基，基桩的抗拔极限承载力应通过单桩上拔静载试验确定。

**5.2.6** 桩身混凝土强度应满足桩的承载力设计要求。

**5.2.7** 符合下列条件之一的桩基，当桩周土层产生的沉降超过基桩沉降时，在计算基桩承载力时应计入桩侧负摩阻力：

1 桩穿越较厚松散填土、自重湿陷性黄土、欠固结土、液化土层进入相对较硬土层时；

2 桩周存在软弱土层，邻近桩侧地面承受局部较大的长期荷载，或地面大

面积堆载（包括填土）时；

3 由于降低地下水位，使桩周土有效应力增大，并产生显著压缩沉降时。

**5.2.8** 桩基沉降变形计算值不应大于桩基沉降变形允许值。

**5.2.9** 桩基沉降变形允许值应按本规范第 4.2.6 条的规定采用。

**5.2.10** 建于坡地、岸边的桩基应满足抗倾覆、抗滑移稳定性要求。

**5.2.11** 灌注桩的桩身混凝土强度等级不应低于 C25；桩身纵向钢筋的最小配筋率不应低于 0.6%；桩的纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 50mm，腐蚀环境中桩的纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 55mm。

**5.2.12** 预制桩的桩身混凝土强度等级不应低于 C30；预制桩的纵向受力钢筋混凝土保护层厚度不应小于 45mm，预应力混凝土管桩纵向受力钢筋混凝土保护层厚度不应小于 35mm。

**5.2.13** 钢桩焊接接头应采用等强度连接。

### 5.3 特殊性岩土中的桩基设计

**5.3.1** 湿陷性黄土场地的设计等级为甲级、乙级建筑物桩基，桩端必须穿透湿陷性黄土层，且应选择压缩性较低的岩土层作为桩端持力层。

**5.3.2** 软土地基中采用挤土桩和部分挤土桩时，应采取消减孔隙水压力和挤土效应的技术措施。

**5.3.3** 膨胀土地基中的桩基，桩端进入膨胀土的大气影响急剧层以下的深度，应满足抗拔稳定性验算要求。

**5.3.4** 季节性冻土地基中的桩基，应进行桩基冻胀稳定性与桩身抗拔承载力验算。桩端进入冻深线的深度，应满足抗拔稳定性验算要求。

### 5.4 施工及验收

**5.4.1** 桩基施工应符合下列规定：

1 桩基施工前应进行工艺性试验确定施工技术参数；

2 混凝土预制桩和钢桩的起吊、运输和堆放应符合设计要求，严禁拖拉取桩；

3 锚杆静压桩利用锚固在基础底板或承台上的锚杆提供压桩力时，作用在基础底板或承台上的拉力不得超过设计值；

4 在湿陷性黄土场地、膨胀土场地进行灌注桩施工时，应采取防止地表水、

场地雨水渗入桩孔内的措施；

**5** 在季节性冻土地区进行桩基施工时，应采取防止或减小桩身与冻土之间产生切向冻胀力的防护措施。

**5.4.2** 建筑桩基应按本规范第 4.4.4 条的规定进行沉降变形观测。当桩基施工过程中产生的挤土效应对周边环境和工程安全产生影响时，应对施工过程中造成的土体隆起和位移、邻桩桩顶标高及桩位、饱和黏性土孔隙水压力以及施工影响范围内的周边环境进行监测。

**5.4.3** 桩基工程施工验收检验，应符合下列规定：

**1** 施工完成后的工程桩应进行竖向承载力检验。承受水平力较大的桩应进行水平承载力检验，抗拔桩应进行抗拔承载力检验；

**2** 灌注桩应对桩长、桩径和桩位偏差进行检验；嵌岩桩应对桩端的岩性进行检验；灌注桩混凝土强度检验的试件应在施工现场随机留取；

**3** 混凝土预制桩应对桩位偏差、桩身完整性进行检验；

**4** 钢桩应对桩位偏差、断面尺寸、桩长和矢高进行检验；

**5** 人工挖孔桩终孔时，应进行桩端持力层检验；

**6** 单柱单桩的大直径嵌岩桩，应视岩性检验孔底下 3 倍桩身直径或 5m 深度范围内有无土洞、溶洞、破碎带或软弱夹层等不良地质条件。

## 6 基础

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 基础的埋置深度应满足地基承载力、变形和稳定性要求。位于岩石地基上的高层建筑，其基础埋深应满足抗滑稳定性要求。

**6.1.2** 混凝土基础应进行受冲切承载力、受剪切承载力、受弯承载力和局部受压承载力计算。

**6.1.3** 建筑物基础存在浮力作用时，应进行建筑物抗浮稳定性验算。

**6.1.4** 基础的混凝土抗冻性能、抗水渗透性能和抗硫酸盐侵蚀性能，基础中受力钢筋的混凝土保护层厚度、钢筋的锚固与连接应满足基础所处环境类别对其耐久性的要求。建筑抗浮结构及构件的混凝土抗渗等级、压重使用的材料、抗浮构件的变形控制等应满足建筑场地环境类别对其耐久性的要求。

### 6.2 扩展基础设计

**6.2.1** 扩展基础的计算应符合下列规定：

1 对柱下独立基础，当冲切破坏锥体落在基础底面以内时，应验算柱与基础交接处以及基础变阶处的受冲切承载力；

2 对基础底面短边尺寸小于或等于柱宽加两倍基础有效高度的柱下独立基础，以及墙下条形基础，应验算柱（墙）与基础交接处的基础受剪切承载力；

3 基础底板的配筋，应按抗弯计算确定；

4 当基础混凝土强度等级低于柱或桩的混凝土强度等级时，应验算柱下或桩上承台的局部受压承载力。

**6.2.2** 柱（墙）下桩基承台厚度应满足柱（墙）对承台的冲切和基桩对承台的冲切承载力要求。

**6.2.3** 柱（墙）下桩基承台，应分别对柱（墙）边、变阶处和桩边联线形成的贯通承台的斜截面的受剪承载力进行验算。当承台悬挑边有多排基桩形成多个斜截面时，应对每个斜截面的受剪承载力进行验算。

**6.2.4** 扩展基础的混凝土强度等级不应低于 C20，单侧纵向受力钢筋最小配筋率不应小于 0.15%。钢筋混凝土基础设置混凝土垫层时，其纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40mm；当未设置混凝土垫层时，其纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 70mm。

## 6.3 筏形基础设计

**6.3.1** 平板式筏基的板厚应满足受冲切承载力的要求。

**6.3.2** 平板式筏基应验算距内筒和柱边缘  $h_0$  处截面的受剪承载力。当筏板变厚度时，应验算变厚度处筏板的受剪承载力。

**6.3.3** 梁板式筏基底板应计算正截面受弯承载力，其厚度应满足受冲切承载力、受剪切承载力的要求。

**6.3.4** 梁板式筏基基础梁和平板式筏基的顶面应满足底层柱下局部受压承载力的要求。对抗震设防烈度为 9 度的高层建筑，验算柱下基础梁、筏板局部受压承载力时，应计入竖向地震作用对柱轴力的影响。

**6.3.5** 筏型基础、桩筏基础的混凝土强度等级不应低于 C30；筏型基础、桩筏基础底板上下贯通钢筋的配筋率不应小于 0.15%；筏型基础、桩筏基础设置混凝土垫层时，其纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40mm；当未设置混凝土垫层时，其纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 70mm。筏型基础、桩筏基础防水混凝土抗渗等级不应小于 P6。

## 6.4 施工及验收

**6.4.1** 基础施工应符合下列规定：

- 1 基础模板及支架应具有足够的承载力和刚度，并应保证其整体稳固性；
- 2 钢筋安装应采用定位件固定钢筋的位置，且定位件应具有足够的承载力、刚度和稳定性；
- 3 筏型基础施工缝和后浇带应采取钢筋防锈或阻锈保护措施；
- 4 基础大体积混凝土施工，应对混凝土进行温度控制。

**6.4.2** 基础工程施工验收检验，应符合下列规定：

- 1 扩展基础应对轴线位置，钢筋、模板、混凝土强度进行检验；
- 2 筏形基础应对轴线位置，钢筋、模板与支架、后浇带和施工缝、混凝土强度进行检验；
- 3 扩展基础、筏型基础的混凝土强度检验的试件应在浇筑现场随机留取。

## 7 基坑工程

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 基坑支护结构应符合承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计要求，且应按下列规定进行计算或验算：

**1** 基坑支护结构均应进行承载能力极限状态的计算，计算内容应包括：

- 1) 根据基坑支护形式及其受力特点进行土体稳定性计算；
- 2) 基坑支护结构的受压、受弯、受剪承载力计算；
- 3) 当有锚杆或支撑时，应对其进行承载力计算和稳定性验算。

**2** 对于支护结构安全等级为一级、二级的基坑工程，应对支护结构变形及基坑周边土体的变形进行计算。

**7.1.2** 基坑开挖与支护结构施工、基坑工程监测应严格按设计要求进行，并应实施动态设计和信息化施工。

**7.1.3** 安全等级为一级、二级的支护结构，在基坑开挖过程与支护结构使用期内，必须进行支护结构的水平位移监测和基坑开挖影响范围内建（构）筑物、地面的沉降监测。

### 7.2 支护结构设计

**7.2.1** 支护结构构件按承载能力极限状态设计时，应符合下式要求：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (7.2.1)$$

式中： $\gamma_0$ ——支护结构重要性系数，对安全等级为一级的支护结构构件不应小于 1.1，对安全等级为二、三级的支护结构构件不应小于 1.0；

$S_d$ ——作用基本组合的效应（轴力、弯矩）设计值；

$R_d$ ——支护结构构件的抗力设计值。

**7.2.2** 支护结构按正常使用极限状态设计时，应符合下式要求：

$$S_d \leq C \quad (7.2.2)$$

式中： $S_d$ ——作用标准组合的效应（水平位移、沉降等）设计值；

$C$ ——支护结构水平位移、基坑周边建（构）筑物和地面沉降等的限值。

**7.2.3** 基坑支护结构稳定性验算，应符合下列规定：

1 支护结构稳定性验算，应符合下式要求：

$$K S_k \leq R_k \quad (7.2.3)$$

式中： $R_k$ ——抗滑力、抗滑力矩、抗倾覆力矩、锚杆和土钉的极限抗拔承载力等抗力标准值；

$S_k$ ——滑动力、滑动力矩、倾覆力矩、锚杆和土钉的拉力等作用效应的标准值；

$K$ ——安全系数。

2 悬臂式和单支点支护结构应验算抗倾覆、整体稳定及结构抗滑移稳定性；多支点支护结构应验算整体稳定性。

**7.2.4** 混凝土内支撑结构的混凝土强度等级不应低于 C25；支撑构件的截面高度应满足构件的长细比要求；支撑围檩的截面宽度不应小于其水平向计算跨度的 1/10，且围檩的截面高度不应小于支撑的截面高度。

**7.2.5** 钢支撑内支撑结构的受压杆件的长细比不应大于 150，受拉杆件长细比不应大于 200；当水平支撑与腰梁斜交时，腰梁上应设置牛腿或采用其它能够承受剪力的连接措施；支撑长度方向的连接应采用高强螺栓连接或焊接，连接点的强度不应低于构件的截面强度。

**7.2.6** 排桩支护结构的桩身混凝土强度等级不应低于 C25，桩的纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 35mm，采用水下灌注工艺时，不应小于 50mm。；排桩顶部应设钢筋混凝土冠梁连接，冠梁宽度不应小于排桩桩径。

**7.2.7** 地下连续墙支护结构的墙体和槽段施工接头应满足防渗设计要求，“两墙合一”地下连续墙混凝土防渗等级不应小于 P6，墙体混凝土强度等级不应低于 C30，纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 70mm；地下连续墙顶部应设钢筋混凝土冠梁连接，冠梁宽度不应小于墙体厚度。

**7.2.8** 锚拉结构的锚杆自由段的长度不应小于 5m，且穿过潜在滑动面进入稳定土层的长度不应小于 1.5m；土层锚杆锚固段不应设置在未经处理的软弱土层、不稳定土层和不良地质作用地段。

## 7.3 地下水控制设计

**7.3.1** 地下水控制设计应满足基坑坑底抗突涌、坑底和侧壁抗渗流稳定性验算的要求及基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等沉降控制的要求。

**7.3.2** 当降水会对基坑周边建筑物、地下管线、道路等造成危害或对环境造成

长期不利影响时，应采用截水方法控制地下水。

**7.3.3** 地下水回灌不得造成地下水的污染。

## **7.4 施工及验收**

**7.4.1** 基坑工程施工应编制工程安全专项施工方案。

**7.4.2** 基坑开挖和回填施工，应符合下列规定：

1 基坑土方开挖的顺序应与设计工况相一致，严禁超挖；基坑开挖应分层进行，内支撑结构基坑开挖尚应均衡进行；对流塑状软土的基坑开挖，高差不应超过 1m；基坑开挖不得损坏支护结构、降水设施和工程桩等；

2 基坑周边施工材料、设施或车辆荷载严禁超过设计要求的地面荷载限值；

3 基坑开挖至坑底标高时，应及时进行坑底封闭，并采取防止水浸、暴露和扰动基底原状土的措施；

4 基坑回填应按设计要求选料，分层夯实，对称进行，且应在下层的压实系数经试验合格后，才能进行上层施工。

**7.4.3** 支护结构施工应符合下列规定：

1 支护结构的施工与拆除顺序，应与支护结构的设计工况保持一致，必须遵循先撑后挖的原则；

2 采用锚杆或支撑的支护结构，在未达到设计规定的拆除条件时，严禁拆除锚杆或支撑；

3 支护结构施工与拆除应采取对周边环境的保护措施，不得影响周围建(构)筑物及邻近市政管线与地下设施等的正常使用功能；支撑结构爆破拆除前，应对永久结构及周边环境采取隔离防护措施。

**7.4.4** 逆作法施工应符合下列规定：

1 逆作法施工必须设围护结构，其主体结构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；

2 当水平结构作为周边围护结构的水平支撑时，其后浇带处应按设计要求设置传力构件。

**7.4.5** 地下水控制施工应符合下列规定：

1 地下水控制施工应采取防止污染地下水的措施，地表排水系统应能满足明水、地下水排放要求，回灌水质应符合环境保护的要求；

2 降水及回灌施工应设置水位观测井；

3 停止降水后，应对降水管采取封井措施；

4 湿陷性黄土地区基坑工程施工时，基坑上部排水沟与基坑边缘的距离应大于 2m，沟底和两侧必须作防渗处理；基坑底部四周应设置排水沟和集水坑。

**7.4.6** 基坑工程监测，应符合下列规定：

1 基坑工程施工前，应编制基坑工程监测方案；

2 应根据基坑工程安全等级、周边环境条件、支护类型及施工场地等确定基坑工程监测项目、监测点布置、监测方法、监测频率和监测预警；

3 基坑降水应对水位降深进行监测，地下水回灌施工应对回灌量和水质进行监测；

4 监测项目出现异常情况或监测数据达到监测预警值时，应立即预警；

5 逆作法施工应全过程进行监测。

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

**7.4.8** 基坑工程施工验收检验，应符合下列规定：

1 支护桩应对桩身完整性和混凝土强度进行检验；

2 内支撑结构应进行施工质量检验和施工偏差检测；

3 锚杆应进行抗拔承载力检验，预应力锚杆应进行锁定力检验；

4 土钉墙应对土钉抗拔承载力进行检验，且应对土钉长度、分层开挖厚度进行检验；

5 地下连续墙应对墙体混凝土质量进行检验，且应对钢筋笼制作与安装偏差、槽壁垂直度、槽段深度进行检验；

6 基坑截水帷幕应对帷幕体的施工质量和施工偏差进行检验；

7 基坑降水应对降水深度进行检验；

8 基坑开挖应对平面尺寸、分层厚度、标高、放坡坡率等进行检验；

9 基坑回填时，应对回填土压实系数进行检验。

## 8 边坡工程

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 边坡工程设计应符合下列规定：

1 边坡设计应保护和整治边坡环境。边坡水系应因势利导，设置地表排水系统。当坡面采取弱透水防护层时，边坡工程应设内部排水系统；

2 边坡设计应根据边坡类型、边坡环境、边坡高度、可能的破坏模式及影响范围，选择支挡结构形式；

3 边坡支挡结构应符合承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计要求，且应按下列规定进行计算或验算：

- 1) 支挡结构及其基础的抗压、抗弯、抗剪、局部抗压承载力的计算；  
支挡结构基础的地基承载力计算；
- 2) 锚杆承载力计算；
- 3) 支挡结构稳定性验算；
- 4) 对边坡变形有限制要求的边坡工程，应进行变形计算。

**8.1.2** 永久性边坡支挡结构构件所用的材料、构件之间的连接，混凝土支挡结构中受力钢筋的混凝土保护层厚度、钢筋的锚固，锚杆的锚固与传力构件的连接等应满足支挡结构所处环境类别对其耐久性的要求。

**8.1.3** 在建设场区内，由于施工或其他因素的影响有可能形成滑坡的地段，必须采取可靠的预防措施。对具有发展趋势并威胁建筑物安全使用的滑坡，应及早采取综合整治措施，防止滑坡继续发展。

**8.1.4** 存在临空外倾结构面的岩土质边坡，支挡结构基础必须置于外倾结构面以下稳定地层内。对变形有严格要求或开挖土方危及相邻建筑物安全的边坡不应采用重力式挡墙。

**8.1.5** 边坡塌滑区有重要建（构）筑物的边坡工程施工时，必须对坡顶水平位移及垂直位移、地表裂缝和坡顶建（构）筑物变形进行监测。

### 8.2 支挡结构设计

**8.2.1** 支挡结构构件承载能力计算，应按本规范公式（7.2.1）计算。

**8.2.2** 支挡结构基础的地基承载力计算，应按本规范公式（4.2.1）计算。

**8.2.3** 支挡结构稳定性验算，应按本规范公式（7.2.3）计算。当支挡结构位于边坡坡顶或地基具有软弱土、土岩组合、具有外倾基岩面时，应进行整体稳定性验算。

**8.2.4** 钢筋混凝土挡墙的混凝土强度等级应根据结构承载力和所处环境类别确定，且不应低于 C25。

**8.2.5** 桩锚支挡结构的立柱、挡板和格构梁的混凝土强度等级不应低于 C25。腐蚀环境中的永久性锚杆应采用 I 级防腐保护构造设计；非腐蚀环境中的永久性锚杆及腐蚀环境中的临时性锚杆应采用 II 级防腐保护构造设计。

**8.2.6** 岩石喷锚支挡结构的喷射混凝土强度等级不应低于 C25。膨胀性岩质边坡和具有腐蚀性边坡不应采用喷锚支挡结构。

## 8.3 施工及验收

**8.3.1** 边坡工程施工应编制工程安全专项施工方案。

**8.3.2** 边坡岩土开挖施工，应符合下列规定：

1 边坡开挖时，应由上往下依次进行。边坡开挖严禁下部掏挖，无序开挖作业。未经设计许可严禁大开挖、爆破作业；

2 土质边坡开挖时，应采取排水措施，不得允许在坡面及坡脚积水；

3 岩石边坡开挖爆破施工应采取避免边坡及邻近建（构）筑物震害的工程措施；

4 软土、杂填土、砂卵石土及膨胀土边坡开挖后，应及时进行防护处理；

5 边坡开挖后，应及时进行支挡结构施工或采取封闭措施；

6 坡肩及边坡稳定影响范围内的堆载，不得超过设计规定的荷载限值。

**8.3.3** 挡墙支护施工时应设置排水系统；挡墙的换填地基应分层铺筑、夯实。

**8.3.4** 锚杆（索）施工时，不应损伤原支挡结构、构件和邻近建筑物基础。

**8.3.5** 喷锚支护施工的坡体泄水孔及截水、排水沟的设置应采取防渗措施。锚杆张拉和锁定验收合格后，对永久锚的锚头应进行密封和防腐处理。

**8.3.6** 抗滑桩应从滑坡两端向主轴方向分段间隔施工。桩纵筋的接头不得设在土石分界处和滑动面处，桩身应连续灌注。

**8.3.7** 多年冻土地区及季节冻土地区的边坡应采取措施防止融化期的失稳。

**8.3.8** 边坡工程监测应符合下列规定：

1 边坡工程施工前，应编制边坡工程监测方案；

2 应根据边坡工程安全等级、周边环境条件、支挡结构类型及施工场地等

确定边坡工程监测项目、监测点布置、监测方法、监测频率和监测预警；

**3** 监测项目出现异常情况或监测预警值达标时，必须立即预警并采取应急措施；

**4** 岩土锚固与喷射混凝土支护工程的监测与维护应贯穿工程施工阶段和工程使用阶段全过程。

**8.3.9** 边坡工程施工验收检验，应符合下列规定：

**1** 采用挡土墙时，应对挡土墙埋置深度、墙身材料强度、分层压实系数进行检验；

**2** 抗滑桩、排桩式锚杆挡墙的桩基，应进行成桩质量和桩身强度检验；

**3** 锚杆应进行抗拔承载力检验，预应力锚杆应进行锁定力检验；

**4** 喷锚支护应对锚杆承载力、锚杆（索）锚固长度、喷锚混凝土强度进行检验；

**5** 边坡开挖应对坡率、坡底标高进行检验。

# 附：起草说明

## 一、起草过程

根据国务院《深化标准化工作改革方案》（国发[2015]13号）要求，2016年住房城乡建设部印发了《关于深化工程建设标准化工作改革的意见》（建标[2016]166号），并在此基础上，全面启动了构建强制性标准体系、研编工程规范工作。鉴于地基基础专业已于2014年先期开展《建筑地基基础技术规范》全文强制性标准研究，并取得了初步成果，2016年住房城乡建设部正式下达了《建筑地基基础技术规范》的制定。

在规范起草过程中，规范起草组复审和清理了地基基础专业相关强制性标准。成立勘察组、地基组、桩基组、基础组、基坑组、边坡组、施工组和检测组等8个课题组分别开展相关课题研究。研究提出了“定性完整、定量成熟、抓大放小、架构合理”的编制方针，并于2016年1月形成规范初稿。

此后，规范起草组先后赴上海、南京、郑州、南昌、西安、昆明等地召开了22次研讨会，逐项解决规范初稿中的共性问题、有争议性问题或重大技术问题，2016年10月正式提出规范征求意见稿。2016年11月~2017年4月，起草组分别赴北京、上海、天津、广东、福建、江苏、山东、河南、湖北、江西、陕西、四川及深圳市等13个省（市）召开了13场征求意见座谈会，上述省（市）342位有关专家应邀参会，对规范编制提出了建设性意见和建议。同时，发送400余份规范征求意见稿给国内相关单位和专家进行了书面征求意见。其后，起草组对征求意见座谈会专家意见、相关单位和专家书面反馈意见进行了汇总、协调、处理，进一步对征求意见稿进行了修改和完善，于2018年1月，正式提出了《规范》（草案）。

## 二、起草单位、起草人员

（略）

## 三、术语

### 1. 场地与地基勘察

根据建设工程的要求，查明、分析、评价建设场地的地质、环境特征和岩土工程条件，提供地基基础设计、施工所需的岩土工程参数，并编制勘察文件的活动。

### 2. 地基

支承基础的土体、岩体及加固体的总称。

### 3. 天然地基

自然形成的、未经人工处理的地基。

### 4. 处理地基

天然地基经加固处理后形成的人工地基。

### 5. 基础

将结构所承受的各种作用传递到地基上的结构组成部分。

### 6. 桩基

设置于岩土中与基础承台（柱）直接连接的深基础。

### 7. 特殊性岩土

在特定的地理环境或人为条件下形成的具有特殊的物理力学性质和工程特征，以及特殊的物质组成、结构构造的岩土。

### 8. 地基承载力特征值

相应于浅层载荷板试验时“压力-变形”曲线上某一规定变形量所对应的压力值，其最大值不应超过该“压力-变形”曲线上的比例界限值。

### 9. 地基变形允许值

为保证建（构）筑物、市政设施正常使用而确定的变形控制值。

### 10. 基坑工程

为保证地面向下开挖形成的地下空间在地下结构施工期间的安全稳定所需的支护结构及地下水控制、环境保护等措施的总称。

### 11. 边坡工程

为保障建（构）筑边坡稳定及其环境的安全，对建筑与市政工程自然边坡或因开挖、填筑施工所形成的人工边坡采取的支挡、加固及防护等措施工程的总称。

## 四、条文说明

### 1 总则

**1.0.1** 本规范制定的目的。本规范以地基基础工程的目标与功能性能要求为基础，以保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益和公共利益，以及促进能源资源节约利用等“正当目标”为基础，以覆盖地基基础工程全过程或主要阶段为范围，以目标要求、功能要求为指导层，以性能要求和可接受方案（具有可操作性或可验证性的具体技术方案或途径）为实施层的专业全文强制标准，确保本规范既囿于“正当目标”，又具有较强的可操作性和实用性。

**1.0.2** 本规范是建筑与市政工程建设控制性底线要求，具有法规强制效力，必

须严格遵守。在此基础上，国务院有关行政管理部门、各地省级行政管理部门可根据实际情况，补充、细化和提高本规范相关规定和要求。为适应工程项目建设特殊情况和科技新成果的应用需要，对本规范规定的功能性能要求，暂未明确对应技术措施或采用本规范规定之外的技术措施，且无相应标准的，必须由建设、勘察、设计、施工、监理等责任单位及有关专家依据研究成果、验证数据和国内外实践经验等，对所采用的技术措施进行充分论证评估，证明能够达到安全可靠、节能环保，并对论证评估结果负责。论证评估结果实施前，建设单位应报工程项目所在地行业行政主管部门备案。

本规范的内容不适用于战争、自然灾害等不可抗力条件下对建筑地基基础的要求。执行本规范必须同时加强工程质量安全管理，严格规范的实施监督。当本规范规定与国家法律、行政法规或更严格的强制性标准规定不一致时，应执行国家标准、行政法规和更严格的强制性标准的规定。

**1.0.3** 本规范规定了地基基础目标要求，通用功能、性能，以及满足地基基础功能性能要求的通用技术措施。

近年来，我国地基基础行业发展迅速，包括施工方法和工艺、设计方法、检测方法、新材料的应用、预制构件等，为鼓励创新同时也要保证工程的安全，对于相关规范中没有规定的技术，必须由建设、勘察、设计、施工、监理等责任单位及有关专家依据研究成果、验证数据和国内外实践经验等，对所采用的技术措施进行充分论证评估，证明能够达到安全可靠、节约环保，并对论证评估结果负责。论证评估结果实施前，建设单位应报工程项目所在地行业行政主管部门备案。可经论证评估后满足要求后，应允许使用。

**1.0.4** 本规范编制过程中，有些条文直接引用了国家有关规范；有些相关技术内容在其他规范中已有规定，因为避免重复而没有直接引用，但这些相关规定对全面执行本规范的技术规定是必不可少的。因此，这些相关规范的技术规定也是必须执行的。

## 2 基本规定

**2.1.1** 本条文是地基基础的基本功能要求。国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153-2008对结构设计应满足的功能要求作了如下规定：一、能承受在正常施工和正常使用时可能出现的各种作用；二、保持良好的使用性能；三、具有足够的耐久性能；四、当发生火灾时，在规定的时间内可保持足够的承载力；五、当发生爆炸、撞击、人为错误等偶然事件时，结构能保持必需的整体稳固性，不出现与起因不相称的破坏后果，防止出现结构的连续倒塌。根据地基工作状态，本条提出了地基基础应满足的功能要求：1) 对于地基变形，本条规定地基承载力的选取应以不使地基中出现长期塑性变形为原则，同时，

还要考虑在此条件下各类建筑可能出现的变形特征及变形量，由于地基土的变形具有长期的时间效应，与钢、混凝土、砖石等材料相比，它属于大变形材料。从已有的大量地基事故分析，绝大多数事故皆由地基变形过大或不均匀所造成。

2) 对于地基稳定性，本（条）款提出地基应具有抗倾覆、抗滑的能力。通常，地基造成的事故往往是灾难性的，如房屋倒塌、土体滑动破坏、山区地基滑坡等。

3) 所谓足够的耐久性能，系指建筑地基基础在规定的 work 环境中，在预定的时期内，地基与基础材料性能的劣化不致导致结构出现不可接受的失效概率。

4) 基坑支护工程是为主体结构地下部分的施工而采取的临时性措施。因基坑开挖涉及基坑周边环境安全，支护结构除满足主体结构施工要求外，还需满足基坑周边环境要求。因此，支护结构的设计和施工应把保护基坑周边环境安全放在重要位置，本条第 5 款（源自行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-2012 第 3.1.2 条（强制性条文））规定了基坑支护应具有两种功能。首先基坑支护应具有防止基坑的开挖危害周边环境的功能，这是支护结构的首要的功能。其次，应具有保证工程自身主体结构施工安全的功能，应为主体地下结构施工提供正常施工的作业空间及环境，提供施工材料、设备堆放和运输的场地、道路条件，隔断基坑内外地下水、地表水以保证地下结构和防水工程的正常施工。该条规定的目的，是明确基坑支护工程不能为了考虑本工程项目的要求和利益，而损害环境和相邻建（构）筑物所有权人的利益。

**2.1.2** 我国各地区在气候、环境、资源、经济社会发展水平等方面都存在较大差异，建筑活动消耗大量能源资源，并对环境产生不利影响。我国资源总量和人均资源量都严重不足，同时我国的消费增长速度惊人，在资源再生利用率上也远低于发达国家。而且我国正处于工业化、城镇化加速发展时期，能源资源消耗总量逐年迅速增长。因此，建筑地基基础设计与施工应坚持因地制宜、就地取材、保护环境和节约资源的原则。

工程建设程序是指由行政法规所规定的，按照工程建设活动性质将工程建设过程划分为若干个阶段，并在规定每个阶段的工作内容、原则、审批程序等基础上，将各个阶段工作分为若干个环节的工作程序。严格执行工程建设程序，对于保证建设工程质量安全起着重要作用。

**2.1.3** 勘察、设计和施工是工程建设的主要阶段（或环节），他们相辅相成构成了工程建设的主要内容。场地与地基勘察是根据建设工程的要求，查明、分析、评价建设场地的地质、环境特征和岩土工程条件，提供岩土工程参数，编制的勘察成果文件是地基基础设计、施工及验收的主要依据之一。

**2.1.4** 本条是对地基基础设计原则、计算方法提出的基本要求。由于地基土性质复杂，在同一场地和地基内，土的物理力学指标离散性一般较大，加之特殊

性岩土和不良地质作用的存在，地基基础设计首先强调因地制宜。各地区根据土的特性、地质情况积累了很多的地基基础工程经验，如建筑物沉降经验数值、基坑开挖对周围环境的影响等，应在具体工程中重视和参考。其二，应重视地基基础方案，设计人员必须根据具体工程的地质条件、结构类型以及地基在长期荷载作用下的工作性状，结合地区经验，采用科学合理和经济的地基基础、基坑和边坡方案。

地基基础工程注重实践，不是纯科学，但其中不乏仍然蕴含着深刻的科学原理。地基基础工程的许多重大失误，追其根源大多都是由于概念不清所致。地基基础工程不像结构工程严密、完善和成熟，地基基础工程充满着条件的不确定性、参数的不确定性和信息的不完善性。地基基础工程实践中的一切疑难问题，几乎都需要岩土工程师根据具体情况，在综合分析、综合评价的基础上，做出综合判断，提出处理意见。

**2.1.5** 本条是地基基础设计工作年限的要求。国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153-2008 第 3.3.1 条（强制性条文）规定：“工程设计时应规定结构的设计工作年限”。地基基础设计必须满足上部结构设计工作年限的要求。基坑支护是为主体结构地下部分施工而采取的临时措施，地下结构施工完成后，基坑支护也就随之完成其用途，由于支护结构的使用期短，因此，设计时采用的荷载通常不考虑长期作用。为了防止人们忽略由于延长支护结构使用期而带来的荷载、材料性能、基坑周边环境等条件的变化，避免超越设计状况，设计时应确定支护结构的使用期限。支护结构的支护期限规定不小于一年，除考虑主体地下结构施工工期的因素外，也考虑到施工季节对支护结构的影响。建筑边坡的工作年限指边坡工程的支护结构能发挥正常支护功能的年限，当受边坡支护结构保护的建筑物（坡顶塌滑区、坡下塌方区）为临时或永久性时，支护结构的设计工作年限应不低于上述值。

**2.1.6** 地基基础在建造和使用过程中可能发生的各种作用的取值、组合原则以及安全性、适用性和耐久性的具体设计要求等，应根据不同地基基础工程材料、构件和岩土性能特点并结合实际工程条件综合确定。

**2.1.7** 本条是对地基基础施工与建筑物使用期间的保护措施提出的基本要求。建（构）筑物通过基础，将其荷载传至地基上。作为地基的岩土是自然形成的，其性状能否满足建（构）筑物的长期使用要求，需要通过岩土工程勘察确定；天然形成的地基岩土性状需要满足建（构）筑物的稳定性、基础沉降或基础结构设计要求；基础施工、基坑开挖以及对于周边环境的保护，基坑支护、边坡支挡和地基处理的设计与施工需要清楚了解地基岩土的情况。在建筑工程施工中，地基基础属于隐蔽工程，出现问题后不易修复或修复难度较大，地基基础

施工质量直接关系（或影响）到整个建筑工程质量，因此，加强地基基础工程施工过程中的质量控制尤为重要。

**2.1.8** 本条是对地基基础工程选用的材料、设备和构件及施工质量控制、检验和质量验收提出的基本要求。地基基础工程材料、设备和构件的质量状况直接影响地基基础的基本功能和技术性能，以及建筑工程安全，需要予以许可控制。

**2.1.9** 本条对地基基础工程防止有毒有害物质对周边环境和人身健康造成危害做出了规定。地基基础工程勘察与施工安全与周边环境安全、人身健康与环境保护需要必要的相关设施和管理制度的保障。

**2.1.10** 地下水是指由渗透和凝结作用而形成的，存在于岩石和土的孔隙、裂隙或空洞中的气态、液态和固态的水，在地基基础工程中一般分为上层滞水、潜水和承压水。地下水对地基基础工程的影响非常大，很多工程问题都与地下水有直接关系。

**2.1.11** 地下水控制工程不得恶化地下水水质，导致水质产生类别上的变化。本条文源自行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ111-2016 第 3.1.9 条（强制性条文）。由于人类活动特别是工业活动对地下水造成了很大影响，地表水、地下水体受到了污染，已经严重影响人民的饮水安全。同时，在不同历史时期形成的地下水水质也有较大差异。地下水控制过程中如果控制不好，会进一步恶化地下水水质，而且地下水的污染几乎是不可逆的，很难修复。因此，地下水控制设计单位应制定防止恶化地下水的措施；施工应严格落实相关措施；监测单位及时进行监测、检验。发现问题及时报告，分析原因，果断采取处理措施。

**2.2.1** 地基基础设计等级是按照地基基础设计的复杂性和技术难度确定的，划分时考虑了建筑物的性质、规模、高度和体型；对地基变形的要求；场地和地基条件的复杂程度；以及由于地基问题对建筑物的安全和正常使用可能造成影响的严重程度等因素。

**2.2.2** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 3.0.5 条（强制性条文）。地基基础设计时，所采用的作用的最不利组合和相应的抗力限值应符合如下规定：1）当按地基承载力计算和地基变形计算以确定基础底面积和埋深时应采用正常使用极限状态，相应的作用效应为标准组合和准永久组合的效应设计值；2）在计算挡土墙、地基、斜坡的稳定和基础抗浮稳定时，采用承载能力极限状态作用的基本组合，但规定结构重要性系数  $\gamma_0$  不应小于 1.0，基本组合的效应设计值  $S$  中作用的分项系数均为 1.0；3）在根据材料性质确定基础或桩台的高度、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，应按承载能力极限状态采用作用的基本组合。此时， $S$  中包含

相应作用的分项系数。

**2.2.3** 本条规定了地基基础设计的基本原则，为确保地基基础设计的安全，在进行地基设计时必须严格执行。

地基基础应进行沉降变形计算。多年来，工程实践充分说明，因地基发生的结构损坏或房屋倾斜，绝大多数原因是由于地基变形超限，由于承载力不足的实例很少；其次，超高层建筑、体形复杂和荷载不均匀的建筑、对变形有特殊要求的建筑、原有建筑物旁新建的建筑等正日益增多，地基变形起控制作用。因此控制地基变形是地基基础设计的重要内容之一。

对地下水埋藏较浅，而地下室或地下建筑存在上浮问题时，应进行抗浮验算的规定，由于抗浮设计考虑不周引起的工程事故很多，必须引起重视。

对于湿陷性黄土地基、膨胀土地基、盐渍土、多年冻土地基等特殊土，由于这些土的物理力学性质比较特殊，其地基承载力选用、变形计算、稳定性验算等应根据各种特殊性土的不同特点和工程要求，坚持因地制宜、以防为主、防治结合，并采用专项设计的原则。

由于工程地质条件复杂多变，岩土特性参数的不确定性，地基设计计算的预测和实测之间存在差异，施工场地也存在各种复杂因素的影响，地基基础设计方案能否真实地反映地基基础工程的实际状况，只有在实施过程中才能得到最终的验证，其中现场监测是上述验证的重要和可靠手段。由设计方提出现场监测要求，监测单位才能依据设计要求编制合理的监测方案并具体实施，从而保证地基基础施工与周边环境的安全。

**2.2.4** 支护（挡）结构的安全等级划分，是依据国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153-2008 第 3.2.1 条（强制性条文）对工程结构安全等级的确定原则，以破坏后果严重程度，将支护（挡）结构划分为三个安全等级。

对基坑支护而言，破坏后果具体表现为支护结构破坏、土体过大变形对基坑周边环境及主体结构施工安全的影响。支护结构的安全等级，主要反映在设计时支护结构及其构件的重要性系数和各种稳定性安全系数的取值上。

对边坡支挡结构而言，将支挡结构划分为三个安全等级，如由外倾软弱结构面控制边坡稳定的边坡工程和工程滑坡地段的边坡工程，其边坡稳定性很差，发生边坡塌滑事故的概率高，且破坏后果常很严重，边坡塌滑区内有重要建（构）筑物的边坡工程，破坏后直接危及到重要建（构）筑物安全，后果极其严重，对这种边坡工程安全等级应确定为一级。

**2.2.5** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 9.1.3 条（强制性条文）。基坑支护工程不仅涉及到土体与支护结构的相互作用问题，还涉及到土力学的强度问题和变形问题，是一项综合性很强的系统工程。基坑

支护设计工作质量主要表现为基坑支护体系的方案，支撑体系稳定性验算，支护结构材料强度、稳定和变形验算，地下水控制设计，对周边环境影响的控制设计，基坑开挖方案，以及基坑工程监测要求等是否正确、合理并满足基坑支护工程的需要，这些是基坑支护设计的主要内容。

另外，基坑工程施工过程中应根据设计要求，对包括基坑支护结构及其周边环境进行监测，并应明确提出各项监测要求的控制值和预警值。随基坑开挖，通过对支护结构排桩、挡土墙及其支撑系统的内力、变形的测试，掌握其工作性能和状态。通过对基坑工程影响区域内的建筑物、地下管线等的变形监测，了解基坑降水和基坑开对其影响的程度，从而对基坑工程安全性做出评价或判断。

**2.2.6** 边坡工程涉及工程地质、水文地质、岩土力学、支挡结构、锚固技术、施工及监测等多门学科。边坡工程在勘察设计、工程施工和使用维护过程中，任一环节出现问题，都可能导致出现不满足安全要求的边坡工程。边坡工程设计工作质量主要表现为支挡结构体系的方案选择，支挡结构承载力、变形和稳定性计算，坡面防护设计，边坡工程排水设计等，边坡工程施工及监测要求是否正确、合理并满足边坡工程的需要，这些是边坡工程设计的主要内容。

**2.3.1** 由于工程地质条件复杂多变以及岩土特性参数的不确定性，岩土工程的设计计算的预测和实测之间存在差异，尤其是缺乏经验的地基基础工程，其设计成果的最终实现，还需通过施工、检验验收来实现。地基基础工程的规模及大小决定着是编制施工组织设计或专项施工方案。施工组织设计或专项方案是一份综合性的文件，是地基基础工程实施的指导性文件，所以应该综合考虑各种因素，主要是根据设计文件、勘察成果报告、拟建场地环境条件和施工条件编制而成。

**2.3.2** 地基基础施工时不仅施工本身会带来对工程及人身安全的不利影响，还会对周边的环境产生影响，需要采取必要的技术措施和劳动防护保证工程安全、周边环境及人身安全，同时应采取绿色施工技术措施减少对环境的不良影响，并应采取有效的管理措施对施工进行合理规划与组织，保证地基基础工程的顺序实施。绿色施工是指工程建设中，在保证质量、安全等基本要求的前提下，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源，减少对环境负面影响的施工活动。地基基础工程施工时应合理利用和优化资源配置，减少对资源的占有和消耗，最大限度地提高资源利用效率，积极的促进资源的循环利用，并应尽可能的使用可再生的、清洁的能源，达到绿色施工的目标和任务。

**2.3.3** 文物古迹等是一个国家和民族不可再生的文化历史资源，国家地方也相继出台系列文物保护法律法规文件。为了避免工程施工中遇文物情况后，发生

破坏、盗窃等违法行为，对此进行了规定。另一方面，当地基基础施工遇到与地勘、施工组织不符且可能影响施工安全，应立即停止施工，报告有关部门进行处理。施工单位在施工中遇有文物、古迹遗址，应立即停止施工并上报有关文物管理部门，同时对现场进行有效的保护，配合建设单位按相关文物管理部门规定执行，根据批复意见进行后续工作，未得批复意见不得施工。在此期间应加强巡视，保证文物的安全。

**2.3.4** 地基基础工程的实际工作状态与设计工况往往存在一定的差异，设计值还不能全面而准确地反映工程的各种变化，所以在理论分析指导下有计划地进行现场工程监测就显得十分必要。在地基基础工程施工期间开展严密的工程监测，才能保证施工安全及周边环境的安全，减少对人身财产安全造成危害，保证工程的顺利进行。

**2.3.5** 地基基础工程选用的材料、施工的部品部件的质量状况直接影响地基基础的基本功能和技术性能，以及建筑工程安全，需要进行控制。工程质量验收的前提条件为施工单位自检合格，验收时施工单位对自检中发现的问题已完成整改。隐蔽工程验收资料中应包含地基验槽记录、钢筋验收记录等隐蔽工程验收资料。考虑到隐蔽工程在隐蔽后难以检验，因此隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收，验收合格后方可继续施工。

### **3 勘察成果要求**

**3.0.1** 本条规定源自国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021-2001(2009年版)第14.3.3条(强制性条文)。本条是勘察成果的基本要求。勘察成果是在搜集已有资料，工程地质测绘、勘探、测试、检验与监测所得各项原始资料和数据的基础上进行，主要工作内容是：岩土参数的分析与选定、岩土工程分析评价和勘察报告的编写。

**3.0.2** 本本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011第6.1.1条(强制性条文)。本条是对拟建场地存在对工程安全有影响的不良地质作用和地质灾害的分析评价的要求。岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、地面沉降等是典型的不良地质作用，在一定条件下可能发生地质灾害，严重威胁工程安全。近年来，国内已发生多起滑坡引起的房屋倒塌事故，必须引起重视。特别是山洪、泥石流、暴雨等造成城市排水功能失效，引起地下结构上浮、开裂的工程问题；施工土方排放无序，引起房屋倒塌事故等，更应引起高度重视。

**3.0.3** 湿陷性黄土、膨胀土、软土、盐渍土、多年冻土等特殊土，由于其成因、构造、成层条件、分布规律、岩土性状、工程特性及物理力学性质指标比较特殊，对建于其上的建筑物的安全和正常使用影响巨大，本条对特殊性岩土勘察应提供的勘察成果提出了基本要求。

## 4 天然地基与地基处理

**4.1.1** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 3.0.2 条（强制性条文）。本条规定了地基设计的基本原则，为确保地基设计的安全，在进行地基设计时必须严格执行。地基设计的原则如下：

1) 各类建筑物的地基计算均应满足承载力计算的要求。

2) 设计等级为甲、乙级的建筑物均应按地基变形设计，这是由于因地基变形造成上部结构的破坏和裂缝的事例很多，因此控制地基变形成为地基基础设计的主要原则，在满足承载力计算的前提下，应按控制地基变形的正常使用极限状态设计。

3) 对经常受水平荷载作用、建造在边坡附近的建筑物和构筑物以及基坑工程应进行稳定性验算。本次修订增加了对地下水埋藏较浅，而地下室或地下建筑存在上浮问题时，应进行抗浮验算的规定。

**4.1.2** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 10.2.1 条（强制性条文）。基槽（坑）检验工作应包括下列内容：

1) 应做好验槽（坑）准备工作，熟悉勘察报告，了解拟建建筑物的类型和特点，研究基础设计图纸和环境监测资料。当遇下列情况时，应列为验槽（坑）的重点：

- a) 当持力土层的顶板标高有较大起伏变化时；
- b) 基础范围内存在两种以上不同成因类型的地层时；
- c) 基础范围内存在局部异常土质或坑穴、古井、老地基或古迹遗址时；
- d) 基础范围内遇有断层破碎带、软弱岩脉以及古河道、湖、沟、坑等不良地质条件时；
- e) 在雨期或冬期等不良气候条件下施工，基底土质可能受到影响时。

2) 验槽（坑）应首先核对基槽（坑）的施工位置。平面尺寸和槽（坑）底标高的容许误差，可视具体的工程情况和基础类型确定。

**4.1.3** 本条是地基处理工程的验收检验的基本要求。

换填垫层、预压地基、压实地基、夯实地基和注浆加固地基的检测，主要通过静载荷试验、静力或动力触探、标准贯入或土工试验等检验处理地基的均匀性和承载力。对于复合地基，不仅要上述检验，还应对增强体的质量进行检验，需要时可采用钻芯取样进行增强体强度复核。

采用强夯、振冲法、沉管法等处理地基时，由于在地基处理过程中原状土的结构受到不同程度的扰动，强度会有所降低，特别是饱和土地基，一定范围内土的孔隙水压力上升，待休置一段时间后，孔隙水压力会消散，强度会逐渐恢复，恢复期的长短是根据土的性质而定，原则上应待孔压消散后进行检验。

采用水泥土搅拌桩复合地基、灰土挤密桩和土挤密桩复合地基、水泥粉煤灰碎石桩复合地基、柱锤冲扩桩复合地基等时，由于桩体强度发展需要一定的时间，复合地基承载力是随着时间增长逐步提高的，因此，复合地基承载力的检验也应在施工结束后满足间隔期后进行。

**4.2.1** 本条是地基设计的基本原则之一。本条规定了基础底面压力应小于或等于地基的允许承载力，地基承载力设计计算的核心是上部结构通过基础传给地基的平均压力（基底压力）的最大值不应使地基处于塑性变形的状态中，它是保证建筑结构安全的基本要求。由于土为大变形材料，当荷载增加时，随着地基变形的相应增长，地基承载力也在逐渐加大，很难界定出一个真正的“极限值”；另一方面，建筑物的使用有一个功能要求，常常是地基承载力还有潜力可挖，而变形已达到或超过按正常使用的限值。因之，地基设计是采用正常使用极限状态这一原则，所选定的地基承载力是在地基土的压力变形曲线线性变形段内相应于不超过比例界限点的地基压力值，即允许承载力。

**4.2.2** 天然地基承载力特征值的确定方法主要有三类：（1）根据土的抗剪强度指标以理论公式计算，计算结果为地基承载力极限值或地基临界承载力。地基极限承载力除以安全系数后可得到地基承载力特征值，其中，安全系数的取值与地基基础设计等级、荷载性质、土的抗剪强度指标的可靠程度以及地基条件等因素有关，具有一定主观性。（2）由现场静载荷试验确定。现场静载荷试验法是根据各级荷载以及相应的沉降稳定的观测数据，绘出荷载  $p$  与稳定沉降  $s$  的关系曲线（ $p$ - $s$  曲线），并根据  $p$ - $s$  曲线可确定地基承载力特征值。（3）根据原位测试与地基承载力特征值之间的经验关系间接推定地基承载力特征值。上述方法中，由现场静载荷试验确定的天然地基承载力特征值是最准确、可靠的方法。

**4.2.3** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 7.2.8 条（强制性条文）及行业标准《建筑地基检测技术规范》JGJ340-2014 第 5.1.5 条。复合地基承载力特征值的确定方法，应采用复合地基静载荷试验的方法，多桩型复合地基应采用多桩型复合地基静载荷试验确定。桩体强度较高的增强体，可以将荷载传递到桩端土层。当桩长较长时，由于静载荷试验的载荷板段都较小，不能全面反映复合地基的承载特性。因此采用单桩复合地基静载荷试验的结果确定复合地基承载力特征值，可能会由于试验的载荷板刚度或褥垫层厚度对复合地基静载荷试验结果产生影响。鉴于此，还应采用增强体静载荷试验结果和其周边土的承载力特征值结合经验对复合地基承载力特征值进行复核。

**4.2.4** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.2.7 条及行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012 第 3.0.5 条（强制性条文）。

软弱下卧层是持力层下面，地基土受力范围内强度相对软弱的土层。由于软弱下卧层的地基承载力较小，在地基附加应力作用下容易出现承载力不足而破坏的现象，危及上部结构的安全，因而需要对软弱下卧层顶面处进行地基承载力验算。

**4.2.5** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.3.1 条（强制性条文）地基变形计算是地基设计中的一个重要组成部分。当建筑物在荷载作用下产生过大的沉降或倾斜时，对于工业或民用建筑来说，都可能影响正常的生产或生活，危及人们的安全，影响人民的心理状态等。因此，必须对建筑物地基变形进行限定。地基变形特征可分为沉降量、沉降差、倾斜和局部倾斜。

**4.2.6** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.3.4 条（强制性条文）。建筑物的地基变形的允许值（表 4.2.6），是通过收集大量建筑物的沉降观测资料，加以整理分析，统计其变形特征值，从而确定各类建筑物能够允许的地基变形限值。需要指出的是，本条规定的建筑物地基允许变形值，指新建工程正常使用条件下的限值，对邻近基坑工程、边坡工程开挖施工过程中需要保护的建筑物，应考虑变形的复杂性，实行更加严格的变形控制指标。

**4.2.7** 稳定性验算的目的是控制建筑物不致因地基的原因而倾覆、滑移而失去其稳定性。对建造在斜坡上或边坡附近的高层建筑，应进行整体稳定验算。只有当地基承载力、变形和稳定性均满足相应规定时，才能保证高层建筑的安全和正常使用。

**4.3.1** 本条规定源自国家标准《膨胀土地地区建筑技术规范》GB50112-2013 第 5.2.2 条（强制性条文）。膨胀土地地区大量的分层测标、含水量和地温等多年观测结果表明，在大气营力的作用下，近地表土层长期受到湿胀干缩循环变形的影响，土中裂隙发育，土的强度指标特别是凝聚力严重降低，坡地上的大量浅层滑动也往往发生在地表下 1.0m 的范围内。该层是活动性极为强烈的地带，因此，本规范规定膨胀土地基上的建筑物基础埋置深度不应小于 1.0m。

本条中关于膨胀土地基变形允许值的规定，源自国家标准《膨胀土地地区建筑技术规范》GB50112-2013 第 5.2.16 条（强制性条文），是通过收集大量膨胀土地基上建筑物的沉降观测资料，加以整理分析，统计其变形特征值，从而确定各类建筑物能够允许的地基变形限值。

**4.3.2** 湿陷变形是作用于地基上的荷载不改变，仅由于地基浸水引起的附加变形。由于浸水范围的不确定性，此附加变形经常是局部和突然发生的，而且很不均匀。在地基浸水初期，往往一昼夜就可产生 150mm~200mm 的湿陷量，上

部结构很难适应和抵抗这种量大、速率快、不均匀的地基变形，对建筑物的破坏性大，危害严重。如地基湿陷性不消除，仅采用防水措施和结构措施，实践证明是不能保证建筑物的安全和正常使用的。

**4.3.3** 本条规定源自行业标准《冻土地区建筑地基基础设计规范》JGJ118-2011 第 6.1.1 条（强制性条文）。在多年冻土地区进行工程建设时，和非冻土地区一样，需要进行地基承载力、变形及稳定性计算。但是，作为地基土的冻土其强度、承载力等数值，除了与地基土的物质成分、孔隙比等因素有关外，还与冻土中的冰的含量有很大关系。冻土中未冻水量的变化直接影响着冻土的含冰率及冰-土的胶结强度，地温升高，冻土中的未冻水量增大，强度降低，地温降低，未冻水量减少，强度增大。

**4.3.4** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 7.2.7 条（强制性条文）。当地基土为欠固结土、膨胀土、湿陷性黄土、可液化土等特殊土时，设计时应综合考虑土体的特殊性质，选用适当的增强体和施工工艺，以保证处理后的地基土和增强体共同承担荷载。

**4.3.5** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 6.3.1 条（强制性条文）。本条为利用压实填土作为建筑工程的地基持力层时的设计原则。近几年城市建设高速发展，在新城区的建设过程中，形成了大量的填土场地，但多数情况是未经填方设计，直接将开山的岩屑倾倒入填筑到沟谷地带的填土。这类填土软弱不均匀、变形大，有些填土还具有湿陷性。当利用其作为建筑物地基时，应进行详细的工程地质勘察工作，按照设计的具体要求，选择合适的地基方法进行处理。不允许对未经检验查明的以及不符合要求的填土作为建筑工程的地基持力层。当利用压实填土作为建筑工程的地基持力层时，应在平整场地前，根据结构类型、填料性能和现场条件，对拟压实填土的质量提出要求；压实填土的质量应符合设计要求；压实填土的地基承载力特征值的确定应通过现场原位测试结果确定。

**4.4.1** 由于地质条件的差异性，处理方法的多样性，每一种处理方法的适用性和处理效果也不尽相同，所以对处理地基在施工前都提出了现场试验或试验性施工，以检验处理地基方法的适用性，同时也对勘察报告进行一定的验证。本条第 1 款原源自行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012 第 6.3.2 条（强制性条文）是对强夯置换处理地基的要求，也适用于其他处理地基的要求。

处理地基有些方法会产生挤压或振动，会对邻近建（构）筑物产生一定的危害，在选择施工时，应采取一定的措施减少或降低振动或者挤压等的影响，可以采取开挖隔震沟，施工隔离桩等技术措施，减少或降低施工时的有害影响。

换填地基、夯实地基、压实地基的压实系数是地基承载力保证的重要参数，

在施工时必须进行分层压实系数检验，在上一道工序的密实度检验满足设计要求后，方可进行下一道工序施工。

施工过程中应采取减少基底土体扰动的保护措施，机械挖土时，基底以上200mm~300mm厚土层应采用人工挖除。基槽（坑）应及时封闭，防止基槽失稳，基槽中不得浸水，以防地基承载力的下降。

**4.4.2** 本条部分内容源自国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB50025-2004第8.1.1条（强制性条文）。湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土遇水会出现地基强度降低、出现湿陷、膨胀等现象，本条针对地基施工中可能出现的对于地基渗漏水的问题进行了规定，要求在施工中不得出现水进入建筑地基的情况出现。

**4.4.3** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011第10.2.1条（强制性条文）。施工过程中，发现地质情况与勘察报告不相符，应进行补勘，若经设计复核满足要求可继续施工，若经复核不满足要求则方案应进行调整。地基基础施工所涉及的地质情况复杂，虽然在施工前已有地质勘测资料，但在施工中会有异常情况发生，为防止事态的发展，此时应立即停止施工，会同有关单位提出针对性的措施。

**4.4.4** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011第10.3.8条（强制性条文，对部分内容做了修改）。为了监测建筑物及其周边环境在施工期间和使用期间的安全，了解其变形特征，并为工程设计、管理及科研提供资料，本条提出了必须在施工期间及使用期间进行沉降变形观测的建筑物地基基础类型。建筑物沉降观测包括从施工开始，整个施工期内和使用期间对建筑物进行的沉降观测，并以实测资料作为建筑物地基基础工程质量检查的依据之一。

**4.4.5** 本条部分内容源自于行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79-2012第6.3.10条（强制性条文）对强夯施工引起振动的监测要求。当施工作业易产生挤土效应、振动、膨胀、湿陷，引起地下水位发生变化等情况或可能产生滑动时，会对周边环境、建筑物及管线造成不利影响。挤土效应中孔隙水压力增长是引起土体位移的主要原因。通过孔隙水压力监测可以掌握场地地质条件下孔隙水压力增长及消散的规律，为调整施工速度、设置减压孔或设置隔离措施等提供技术参数。通过对地基变形、邻近建筑物等的变形及地下水位等进行监测可以及时判断影响的程度。

**4.4.6** 本条规定源自行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79-2012第4.4.2条、第5.4.2条、第6.2.5条、第6.3.13条、第7.1.2条、第7.1.3条及第8.4.4条（强制性条文）、国家标准《高填方地基技术规范》GB 51254-2017第3.0.11条（强制性条文）。处理地基承载力的确定方法，一般采用处理后地基载荷试验和复合地基载荷试验的方法。对复合地基增强体的施工质量提出明确的检验要求

是保证复合地基工作、提高地基承载力、减少变形设置的必要条件，其施工质量必须得到保证。

## 5 桩基

**5.1.1** 本条规定源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.10、8.5.13 条（强制性条文），行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 3.1.3、3.1.4 条（强制性条文）。桩基承载力计算是桩基设计的基本要求，桩基承载力是指岩土体对桩的支撑阻力，即岩土体对桩所提供的抗力，包括侧摩阻力、端承力和水平抗力。当桩端持力层下存在承载力特征值明显低于持力层承载力特征值的软弱下卧层时，若设计不当，可能发生因持力层的冲剪破坏而使桩基失稳。建筑桩基的抗拔问题主要出现于两种情况，一种是建筑物在风荷载、地震作用下的局部非永久上拔力；另一种是抵抗超补偿地下室地下水浮力的抗浮桩。坡地、岸边的桩基设计，关键是确保其整体稳定性，一旦桩基失稳既影响自身建筑物安全，也会波及相邻建筑物的安全。地基基础设计强调变形控制原则，桩基础也应按变形控制原则进行设计，本条规定了桩基沉降计算的适用范围以及控制原则。

**5.1.2** 桩基的耐久性在保证桩基及上部结构在设计工作年限内，能够正常使用的必要条件。而环境条件对耐久性具有重要影响，因此在桩基设计阶段就应当对桩基所处的环境条件进行评估并采取相应的措施。

**5.1.3** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 10.2.13、10.2.14 条（强制性条文）及行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 9.4.2 条（强制性条文）。本条为工程桩验收检验要求。工程桩验收检验应在工程桩的桩身质量检验后进行。施工完成后，工程桩应进行桩身完整性和竖向承载力检验，承受水平力较大的桩应进行水平承载力检验，抗拔桩应进行抗拔承载力检验。工程桩承载力检验符合设计要求，是保证工程质量的基本要求。

**5.2.1** 本条源自行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.2.1 条（强制性条文）。本条为桩基承载能力极限状态设计的内容，采用综合安全系数设计法，近似以单桩承载能力为分析对象来描述桩基承载能力极限状态，桩基承载能力极限状态设计是桩基础设计的主要内容。

**5.2.2** 本条规定了单桩竖向承载力特征值  $R_a$  的确定方法。

**5.2.3** 本条源自行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.3.1 条及《建筑基桩检测技术规范》JGJ106-2014 第 4.3.4 条（强制性条文）。单桩竖向抗压承载力检测的方法有多种，其中单桩竖向抗压静载试验是这些方法中最可靠的方法，而作为一种标准试验方法——采用慢速维持荷载法方式进行的单桩竖向抗压静载试验，已在我国沿用了半个世纪，它不仅是前期桩基承载力设计参数获得的

最可信试验方法,也是比较和检验其他单桩竖向抗压承载力检测方法的可靠性,为国家现行标准或地方标准有关桩基承载力设计参数规定值的制修订提供依据的唯一方法。

**5.2.4** 本条规定了单桩水平承载力确定原则。

**5.2.5** 本条规定了承受拔力的桩基不仅应进行抗拔承载力验算,而且对基桩的抗拔承载力极限承载力确定原则也做出了明确要求。

**5.2.6** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011第8.5.10条(强制性条文)。本条是对桩身混凝土强度设计要求,桩身混凝土强度是保证桩基体系正常发挥作用的前提和保证。鉴于桩身强度计算中并未考虑荷载偏心、弯矩作用、瞬时荷载的影响等因素,因此,桩身强度设计必须留有一定裕度。

**5.2.7** 本条源自行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008第5.4.2条(强制性条文)。当桩周土层的竖向位移大于桩的沉降时,桩侧土对桩产生向下的摩擦力,此摩擦力称为负摩阻力。桩身中桩土位移相等的点,此处既没有正摩阻力,也没有负摩阻力,该点称为中性点。负摩阻力对于基桩而言是一种主动作用,等同于外荷载,对基桩的承载力和沉降都有影响,可使桩的承载力降低、沉降增大,影响桩基安全。

**5.2.8** 本条源自行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008第5.5.1条(强制性条文)及国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011第5.3.1条(强制性条文)。地基基础(桩基)沉降变形计算是地基基础(桩基)设计中的一个重要组成部分。当建筑物在荷载作用下产生过大的沉降或倾斜时,对于工业或民用建筑来说,都可能影响正常的生产或生活,危及人们的安全,影响人们的心理状态等。因此,必须对建筑物地基基础(桩基)沉降变形进行限定。

**5.2.9** 本条源自行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008第5.5.4条(强制性条文)及国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011第5.3.4条(强制性条文)。建筑物桩基沉降变形的允许值,是通过收集大量建筑物的沉降观测资料,加以整理分析,统计其变形特征值,从而确定各类建筑物能够允许的地基变形限值。需要指出的是,本条规定的建筑桩基沉降变形允许值,指新建工程正常使用条件下的限值,对邻近基坑工程、边坡工程开挖施工过程中需要保护的建筑物,应考虑变形的复杂性,实行更加严格的变形控制指标。

**5.2.10** 建于坡地、岸边的建筑桩基应进行稳定性验算是桩基设计的原则之一。验算最不利荷载效应组合下桩基的整体稳定性和基桩水平承载力时,应采用荷载效应标准组合。

**5.2.11** 灌注桩桩身混凝土的最低强度等级为C25主要是根据建筑结构设计工作年限和桩基所处环境类别确定。建筑结构设计工作年限为50年,环境类别为

二 a 时，混凝土最低强度等级为 C25；环境类别为二 b 时，混凝土最低强度等级为 C30。

**5.2.12** 预制桩桩身混凝土的最低强度等级为 C30 除了是根据建筑结构设计工作年限和桩基所处环境类别确定外，尚考虑了运输、吊装和沉桩作用的影响。

**5.2.13** 钢桩的焊接接头是钢桩的主要连接方式，钢桩接头的连接强度直接影响到钢桩承载力，钢桩接头的连接强度不足势必降低钢桩承载力，影响建筑结构的质量安全。

**5.3.1** 在湿陷性黄土场地采用桩基础，桩周黄土在浸水后会软化导致桩侧极限阻力减小，在自重湿陷性黄土场地，还可能产生负摩阻力，使桩的轴向力加大而产生较大沉降。甲类、乙类建筑物，其工程重要性或浸水可能性较高，应按较不利的浸水条件进行设计，桩端必须穿透湿陷性黄土层。

**5.3.2** 挤土沉桩在软土地区造成的事故不少，一是预制桩接头被拉断、桩体侧移和上涌，沉管灌注桩发生断桩、缩颈；二是邻近建筑物、道路和管线受破坏。设计时要因地制宜选择桩型和工艺，尽量避免采用沉管灌注桩。对于预制桩和钢桩的沉桩，应采取减小孔压和减轻挤土效应的措施，包括施打塑料排水板、应力释放孔、引孔沉桩、控制沉桩速率等。

**5.3.3** 桩在膨胀土中的工作性状相当复杂，上部土层因水份变化而产生的胀缩变形对桩有不同的效应。桩的承载力与土性、桩长、土中水份变化幅度和桩顶作用的荷载大小关系密切。土体膨胀时，因含水量增加和密度减小导致桩侧阻和端阻降低；土体收缩时，可能导致该部分土体产生大量裂缝，甚至与桩体脱离而丧失桩侧阻力。因此，在桩基设计时应考虑桩周土的胀缩变形对其承载力与稳定性的不利影响。

**5.3.4** 对于季节性冻土地地区桩基冻胀和膨胀对于基桩抗拔稳定性问题，避免冻胀或膨胀力作用下产生上拔变形，乃至因累积上拔变形而引起建筑物开裂。因此，桩端应进入冻深线或膨胀土的大气影响急剧层以下一定深度。

**5.4.1** 桩基在现场施工时均需要在现场进行现场试验或试验性的施工，以确定各项施工技术参数。

由于拖拉取桩的便捷性，有些施工人员在实际操作时有拖拉取桩的现象发生。这样不仅会造成桩体质量的损坏，同时可能会引起桩架的倾覆，带来一定的工程安全隐患。这是关于施工现场取桩的规定。拖桩会引起桩架倾覆和桩身质量破坏，所以规定严禁拖拉取桩。本条第 2 款源自国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB51004-2015 中第 5.5.8 条（强制性条文）。

锚杆静压桩是锚杆和静力压桩结合形成的一种桩基施工工艺，它通过在基础上埋设锚杆固定压桩架，以建筑物所能发挥的自重荷载为桩反力，用千斤顶

将桩段从基础中预留或开凿的压桩孔内逐段压入土中，然后将桩与基础联结在一起，从而达到提高地基承载力和控制沉降的目的。锚杆可采用垂直土锚或临时锚在混凝土底板、承台中的地锚。施工期间的压桩力超过建（构）筑物的抵抗能力，会对建（构）筑物结构产生不利影响，在施工期间应严格控制压桩力，不得超过设计允许值。本条第 3 款源自国家标准《建筑地基基础工程施工规范》GB51004-2015 中第 5.11.4 条（强制性条文）。

在湿陷性黄土场地、膨胀土场地遇水时会产生较为不利的影 响，进行灌注桩施工时，应采取措施防止雨水、泥浆水进入桩孔内，造成塌孔等不利影响。

在冻胀土地区，可以采取将基础深埋于季节影响层以下的永冻土或不冻胀土层上或基础梁下填以炉渣等松散材料等措施减少桩身与土体间的切向冻胀力。

**5.4.2** 当周边环境 保护要求严格时，对于会产生挤土效应的桩基施工，应重视施工过程中对周边环境和工程安全稳定造成的影响。土体隆起，邻近桩基的偏位会造成地基土和桩基承载力降低，孔隙水压力增长是引起土体位移的主要原因。对挤土效应明显的桩基施工时，土体隆起位移、邻近桩基位移、孔隙水压力及周边环境变形等项目的监测尤为重要。

**5.4.3** 竖向承载桩的承载力对上部结构的安全稳定具有至关重要的意义。承载力检验不仅是检验施工的质量而且也能检验设计是否达到工程的要求。人工挖孔桩应逐孔进行终孔验收，终孔验收的重点是持力层的岩土特征。对单柱单桩的大直径嵌岩桩，承载能力主要取决嵌岩段岩性特征和下卧层的持力性状，终孔时，应用超前钻逐孔对孔底下 3d 或 5m 深度范围内持力层进行检验，查明是否存在溶洞、破碎带和软夹层等，并提供岩芯抗压强度试验报告。终孔验收如发现与勘察报告及设计文件不一致，应由设计人提出处理意见。本条第 5、6 款源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 中第 10.2.13 条（强制性条文）。

**6.1.1** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.1.3 条（强制性条文）。基础的埋置深度，与地基承载力、变形和稳定性计算结果密切相关。高层建筑的抗倾覆、抗滑移和整体稳定性，可能导致严重后果，必须严格执行。位于岩石地基上的高层建筑的稳定受抗滑稳定性控制。

**6.1.2** 基础由于受力、构造及在结构中的作用是一样的，它一般由钢筋混凝土材料组成，它是上部结构与地基、桩基之间的部分，起到将上部结构的荷载传到地基和桩基的作用，通过它上部结构与地基基础相互作用，基础的沉降会影响上部结构的内力与变形。与上部结构梁、板一样要进行内力、配筋计算，要进行受冲切承载力、受剪切承载力、受弯承载力和局部受压承载力计算。

## 6 基础

**6.1.3** 建筑物抗浮稳定是控制建筑结构安全的重要因素之一，即使结构具有一定的安全性，但抗浮稳定性偏低，依然不能确保建筑工程在其全生命周期内的整体使用安全。因此，建筑物基础存在浮力作用时，必须进行建筑物抗浮稳定性验算，以保证建筑结构的安全。

**6.1.4** 基础、抗浮结构及构件的耐久性在保证基础及上部结构在设计工作年限内，能够正常使用的必要条件。而环境条件对耐久性具有重要影响，因此在基础设计阶段，应当对基础、抗浮结构及构件所处的环境条件进行评估并采取相应的措施。

**6.2.1** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.2.7 条（强制性条文）。本条为扩展基础计算的基本要求。扩展基础的基础高度应满足受冲切承载力及受剪承载力验算要求；扩展基础底板的配筋应满足抗弯计算要求；当扩展基础的混凝土强度等级小于柱的混凝土强度等级时，柱下扩展基础顶面应满足局部受压承载力要求。对柱下独立基础，当冲切破坏锥体落在基础底面以内时，应验算柱与基础交接处以及基础变阶处的受冲切承载力；对基础底面短边尺寸小于或等于柱宽加两倍基础有效高度的柱下独立基础，以及墙下条形基础，应验算柱（墙）与基础交接处的基础受剪切承载力。

**6.2.2** 本条源自行业标准《建筑桩基技术规程》JGJ94-2008 第 5.9.6 条（强制性条文）。桩基承台的作用是将上部结构柱（墙）的荷载传递给桩，柱和桩以集中荷载的方式作用在承台上，对承台产生冲切，包括柱对承台的冲切、基桩对承台的冲切、群桩对箱形、筏形承台的冲切。承台冲切破坏是局部脆性破坏，以冲切破坏锥体发生错动变形的形式发生，为满足承台结构安全，承台抗冲切承载力必须大于或等于集中荷载产生的冲切力。

**6.2.3** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.20 条（强制性条文）、行业标准《建筑桩基技术规程》JGJ94-2008 第 5.9.9 条（强制性条文）。本文为柱下桩基础独立承台的斜截面受剪计算要求。桩基承台的柱边、变阶处等部位剪力较大，应进行斜截面抗剪承载力验算。

**6.2.4** 扩展基础除应满足受弯、抗冲切和受剪承载力的要求外，为了保证其整体刚度、防渗能力和耐久性，本条对扩展基础的混凝土强度等级、纵向钢筋最小配筋率、纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度等基础构造做出了基本规定。

**6.3.1 ~ 6.3.2** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.4.6、8.4.9 条（强制性条文）。本条为平板式筏基设计必须满足的条件。平板式筏基的板厚通常由冲切控制，因此平板式筏基设计时板厚必须满足受冲切承载力的要求。平板式筏基内筒、柱边缘处以及筏板变厚度处剪力较大，应进行

抗剪承载力验算。

**6.3.3 ~ 6.3.4** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.4.11、8.4.18 条（强制性条文）。本条为梁板式筏基底板和基础梁的计算要求。梁板式筏基底板设计应满足受弯、受剪、受冲切承载力要求；梁板式筏基基础和平板式筏基的顶面处与结构柱、剪力墙交界处承受较大的竖向力，设计时应进行局部受压承载力计算。对抗震设防烈度为 9 度的高层建筑，验算柱下基础梁、筏板局部受压承载力时，应计入竖向地震作用对柱轴力的影响。

**6.3.5** 本条源自行业标准《高层建筑箱形与筏形基础技术规范》JGJ6-2011 第 6.1.7 条（强制性条文）。筏型基础、桩筏基础除应满足受弯、抗冲切和受剪承载力的要求外，为了保证其整体刚度、防渗能力和耐久性，本条对筏型基础、桩筏基础的混凝土强度等级、纵向钢筋最小配筋率、纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度等基础构造做出了基本规定。

**6.4.1** 基础模板及支架是施工过程中的临时结构，应根据结构形式、荷载大小等结合施工过程的安装、使用和拆除等主要工况进行设计，保证其安全可靠，具有足够的承载力和刚度，并保证其整体稳固性。筏形基础后浇带和施工缝处的钢筋应贯通，一般来说后浇带和施工缝处于结构受力的较小处，为了保证结构的受力在后浇带和施工缝处的钢筋需要贯通。后浇带和施工缝一般放置的时间较长，此处的钢筋容易产生锈蚀，所以对此处的钢筋提出了应采取防锈和阻锈的技术措施。

**6.4.2** 本条针对不同的基础型式提出了具体检验要求。混凝土强度应进行 28d 试块强度检验，检验报告应合格。混凝土试件的留取应在施工现场随机留取。检测单位应根据混凝土浇筑的体积，结合相关的技术规范对混凝土试块留置数量的要求进行检验，检验的质量应符合设计要求。

## 7 基坑工程

**7.1.1** 本条对承载能力极限状态与正常使用极限状态这两类极限状态在基坑支护中的具体表现形式进行了归类，设计时对各种破坏模式和影响正常使用的状态进行控制。

**7.1.2** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 10.3.2 条（强制性条文）。根据基坑开挖深度及周边环境保护要求，确定基坑工程的地基基础设计等级，依据地基基础设计等级对基坑工程的监测内容、数量、频次、预警标准及抢险措施提出明确要求，实施动态设计和信息化施工。基坑开挖过程中必须严格执行第三方监测规定，确保基坑工程及基坑周边环境的安全。

**7.1.3** 本条源自行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-2012 第 8.2.2 条（强制性条文）。由于工程地质条件的离散性很大，基坑支护设计采用的土的物理、

力学参数可能与实际情况不符，且基坑支护结构在施工期间和使用期间可能出现土层含水量、基坑周边荷载、施工条件等自然因素和人为因素的变化。基坑监测是预防不测，保证支护结构和周边环境安全的重要手段。通过基坑监测可以及时掌握支护结构受力和变形状态是否在正常设计状态之内，及时得到基坑周边建（构）筑物、道路、地面沉降量及其变化趋势。支护结构水平位移和基坑周边建筑物沉降的测量是一种最直观、最快速的监测手段，目的是及时发现异常，以便采取应急措施，防止发生安全事故。

**7.2.1** 本条的承载能力极限状态设计方法的通用表达式依据国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153-2008 而定。对承载能力极限状态，由材料强度控制的结构构件的破坏类型采用极限状态设计法，按公式（7.2.1）给出的表达式进行设计计算和验算，荷载效应采用荷载基本组合的设计值，抗力采用结构构件的承载力设计值并考虑结构构件的重要性系数。

**7.2.2** 本条的正常使用状态设计方法的通用表达式依据国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153-2008 而定。以支护结构水平位移限值等为控制指标的正常使用极限状态的设计表达式也与有关结构设计规范保持一致。

**7.2.3** 涉及岩土稳定性的承载能力极限状态，采用单一安全系数法，按公式（7.2.3）给出的表达式进行计算和验算。本条对岩土稳定性的承载能力极限状态问题恢复了传统的单一安全系数法，一是由于国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153-2008 中明确提出了可以采用单一安全系数法，不会造成与基本规范不协调统一的问题；二是由于国内岩土工程界目前仍普遍认可单一安全系数法，单一安全系数法也适于岩土工程问题。

**7.2.4** 本条是对混凝土内支撑的构造提出的基本要求。本条对内支撑结构的混凝土强度设计等级、支撑构件的截面高度、围檩的截面高度等提出了基本要求。

**7.2.5** 钢支撑的整体刚度依赖于构件之间的合理连接。支撑构件的设计除确定构件截面外，须重视节点的构造设计，钢支撑构件的拼接应满足截面等强度的要求。常用的连接方法有焊接和螺栓连接。

**7.2.6** 冠梁是排桩结构的组成部分，应符合梁的构造要求。当冠梁上不设置锚杆或支撑时，冠梁可以仅按构造要求设计，按构造配筋。此时，冠梁的作用是将排桩连成整体，调整各个桩受力的不均匀性，不需对冠梁进行受力计算。当冠梁上设置锚杆或支撑时，冠梁起到传力作用，除需满足构造要求外，应按梁的内力进行截面设计。

**7.2.7** 地下连续墙在基坑工程中已有广泛的应用，尤其在深大基坑和环境条件要求严格的基坑工程，以及支护结构与主体结构相结合的工程。本条对地下连续墙混凝土防渗等级、墙体混凝土强度设计等级、纵向钢筋的混凝土保护层厚

度等提出了基本要求。

**7.2.8** 本条是根据大量锚杆试验结果及锚固段、自由段设计及构造的需要，本规定是为保证锚杆的锚固效果安全、可靠。

**7.3.1 ~ 7.3.2** 在高地下水位地区，深基坑工程设计施工中的关键问题之一是如何有效的实施对地下水的控制。基坑支护设计时应首先确定地下水控制方法，然后在根据选定的地下水控制方法，选择支护结构形式。地下水控制应符合国家和地方法规对地下水资源、区域环境的保护要求，符合基坑周边建筑物、市政实施保护的要求。当降水不会对基坑周边环境造成损害且国家和地方法规允许时，可优先考虑采用降水，否则应采用基坑截水。采用截水时，对支护结构的要求更高，增加排桩、地下连续墙、锚杆等的施工难度，采取防止土的流砂、管涌、渗透破坏的措施。当坑底以下有承压水时，还要考虑坑底突涌问题。

**7.3.3** 由于人类活动特别是工业活动对地下水造成了很大影响，地表水、地下水体受到了污染，已经严重影响人民的饮水安全。同时，在不同历史时期形成的地下水水质也有较大差异。地下水控制过程中如果控制不好，会进一步恶化地下水水质，而且地下水的污染几乎是不可逆的，很难修复。因此，地下水控制设计单位应制定防止恶化地下水的措施。

**7.4.1** 工程安全专项施工方案，是指施工单位在编制施工组织总设计的基础上针对危险性较大的分部分项工程单独编制的安全技术措施文件。对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，施工单位应当组织专家对专项方案进行论证。

**7.4.2** 基坑的安全与基坑开挖的顺序、方法与设计工况密切相关，施工时应严格按照设计工况进行土方的开挖，不得超挖，严格按照先撑后挖的原则进行土方的开挖。在软土地区进行开挖时应分层进行，具体的分层厚度应根据土质和施工条件等综合确定。在开挖过程中，应注意对支护结构、降水设施和工程桩等的保护，不得碰撞和损坏。基坑周边超载大于设计规定的荷载极限，不仅会增大支护结构的水平位移，还会造成周边土体的竖向沉降，本条第 2 款源自行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-2012 中第 8.1.5 条（强制性条文）。基坑开挖至坑底时，应及时封闭，并应采取技术措施防止水浸、暴露和扰动土体，从而可以减少基坑的变形，保证基坑的安全。

**7.4.3** 支撑系统的施工与拆除顺序，应与支护结构的设计工况一致，应严格执行先撑后挖的原则。立柱穿过主体结构底板以及支撑穿越地下室外墙的部位应有止水构造措施。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。换撑可实现围护体应力安全有序的调整、转移和再分配，达到各阶段基坑变形控制要求。本条第 2 款源自行业标准《建筑基坑支护技术规程》

JGJ120-2012 中第 8.1.4 条（强制性条文），为了保证安全需要进行控制。

**7.4.4** 本条源自行业标准《地下建筑工程逆作法技术规程》JGJ165-2010 第 3.0.4 条（强制性条文）。采用逆作法的工程基坑侧壁必须有围护结构，是保证工程及周边环境安全的必要措施。围护结构的设计应在逆作法工程设计时综合考虑，围护结构优先利用地下室的外墙或外墙的一部分再考虑叠合后作为永久结构外墙，与工程施工图一并设计。

当围护结构作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持力层，为了与主体结构的沉降能够相适应，应避免过大的差异沉降造成质量事故。

**7.4.5** 基坑开挖前，应制定完整、可靠基坑降水设计方案，根据环境条件，并结合基坑降水设计方案编制施工组织设计，原则上应保证基坑降水不对基坑周围环境产生明显的不利影响。降水和回灌时应设置水位观测井，根据水位动态变化调节回灌水量，不能使水位压力过大，防止因水位抬升过高而对基坑产生的负面效应。基坑停止降水后，应对降水管井采取可靠的封井措施，并满足封闭要求。湿陷性黄土地区的基坑施工时，对于水对基坑的安全影响巨大，土体雨水产生湿陷性，影响基坑的安全。考虑到水的影响，为了保证水流不进入土体，给出了基坑上部排水沟与基坑边缘的距离，同时对于沟底和沟两侧的处理方式，需要在施工中引起重视，并做好相应的措施。湿陷性黄土地区对于水的敏感性，要求基坑底部四周应设置排水沟和集水坑，排除积水，保证基坑的安全。本条第 4 款源自行业标准《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》JGJ167-2009 第 13.2.4 条（强制性条文），由于土质的特殊性对地下水的控制相当重要，需要加强控制和规定。

**7.4.6** 基坑监测方案是监测单位实施监测工作的重要技术依据和文件，监测方案应结合本条第 1 款的要求进行编制。监测项目应根据监测对象的特点、基坑安全等级、周边环境条件、支护类型及施工场地等因素合理确定，并应反映监测对象的变化特征和安全状态。监测范围及测点布置应满足对监测对象的监控要求，监测点应布置在岩土体或结构及构件的受力、变形、变化关键特征部位。监测频率的确定应以能系统反映监测对象所测项目的重要变化过程而又不遗漏其变化时刻为原则。

逆作法施工中的全过程监测是对基坑安全、工程结构安全及相邻建筑安全的保障措施，所提供的数据也是对逆作法设计、施工方案进行必要调整的直接依据，此项工作必须按相关规定认真落实。本条第 5 款源自行业标准《地下建筑工程逆作法技术规程》JGJ 165-2010 第 3.0.5 条（强制性条文）。

**7.4.7** 本条源自行业标准《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ340-2015DI

5.4.5 条（强制性条文）。基坑工程坍塌事故会产生重大财产损失，但应避免人员伤亡。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、临近建筑物内的所有人员。

**7.4.8** 基坑支护排桩的检验项目主要是控制桩的承载力进行的检验，应加强过程控制，对施工中的各项技术指标进行检查验收。地下连续墙的混凝土强度应满足设计要求，水下浇筑时混凝土强度等级应按相关规范要求提高。作为永久结构的地下连续墙需同时满足基坑开挖和永久使用两个阶段的受力和使用要求，对墙体的质量检验尤为重要。基坑截水帷幕的施工质量和偏差关系到基坑工程的安全，需要对其质量进行控制。基坑降水是基坑工程保证安全的重要措施，基坑开挖前应检验基坑的降水效果，降水效果可以通过水位观测井进行检查。土方开挖的检查项目主要是平面尺寸、分层厚度、标高及边坡坡率的要求，偏差及数量要求可以根据相关的技术标准进行检查验收。土方回填作为基坑施工最后面的一道工序，为了保证压实质量要求分层压实，达到要求后可进行后续的回填和压实施工。

**8.1.1** 本条第3款源自国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2013中第3.3.6条（强制性条文）。在建筑边坡工程设计中，支挡结构地基承载力、支挡结构及其基础强度（包括抗压、抗弯、抗剪、局部抗压承载力、锚杆锚固体的抗拔承载力及锚杆杆体抗拉承载力）、支挡结构稳定性等验算（包括结构整体倾覆和滑移）是支挡结构承载力计算和稳定性计算的基本要求，是边坡工程满足承载能力极限状态的基本控制要素，也是使边坡工程设计工作年限与被保护建设工程设计工作年限相一致和支护结构安全的重要保证。

## 8 边坡工程

**8.1.2** 边坡支挡结构的耐久性是保证永久性边坡在设计工作年限内，能够正常使用的必要条件。而环境条件对耐久性具有重要影响，因此在边坡工程设计阶段就应当对支挡结构所处的环境条件进行评估并采取相应的措施。

**8.1.3** 本条源自国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011中第6.4.1条（强制性条文）。滑坡是山区建设中常见的不良地质现象，有的滑坡是在自然条件下产生的，有的是在工程活动影响下产生的。滑坡对工程建设危害极大，山区建设对滑坡问题必须重视。根据工程地质、水文地质及施工影响等因素，分析滑坡可能发生或发展的原因；采用可靠的预防措施，防止产生滑坡；对具有发展趋势并威胁建筑物安全使用的滑坡，应进行整治，防止滑坡继续发展。

**8.1.4** 存在临空外倾结构面的岩土质边坡，其边坡稳定性很差，发生边坡塌滑

事故的概率较高，且破坏后果常很严重，因此，要求支挡结构基础必须置于外倾结构面以下稳定地层内。

**8.1.5** 本条源自国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2013 中第 19.1.1 条（强制性条文）。边坡塌滑区的坡顶水平位移、垂直位移、地表裂缝是反映边坡的变形状态及变形幅度、稳定性状态的关键要素，尤其是边坡的水平位移，能够直观地表达出边坡的变形及稳定性，而边坡垂直变形、地表裂缝是边坡水变形在不同方面的变化特征，同时也直接表明对坡顶建（构）筑物变形的影响程度，四者同时监测可以互为验证，并以此作为评估边坡工程安全状态、预防灾害的发生、避免产生不良社会影响以及为动态设计和信息化施工提供实测数据。

**8.2.1** 本条的承载能力极限状态设计方法的通用表达式依据国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153 - 2008 而定。对承载能力极限状态，由材料强度控制的结构构件的破坏类型采用极限状态设计法，按公式（7.2.1）给出的表达式进行设计计算和验算，荷载效应采用荷载基本组合的设计值，抗力采用结构构件的承载力设计值并考虑结构构件的重要性系数。

**8.2.2** 本条规定了基础底面压力应小于或等于地基的允许承载力，地基承载力设计计算的核心是上部结构通过基础传给地基的平均压力（基底压力）的最大值不应使地基处于塑性变形的状态中，它是保证建筑结构安全的基本要求。

**8.2.3** 斜坡上设置的挡墙因其墙前斜坡提供的抗力较小且墙后填土表面多为斜面，存在对挡墙的稳定性不利的条件。因此，需要对类似此两种情况下设置的挡墙进行地基稳定性和填土稳定性的验算。

**8.2.4** 悬臂式和扶壁式挡墙结构的耐久性在保证永久性边坡在设计工作年限内，能够正常使用的必要条件。而环境条件对耐久性具有重要影响，因此在边坡工程设计阶段就应当对悬臂式和扶壁式挡墙结构所处的环境条件进行评估并采取相应的措施，其中，对挡墙的混凝土强度等级不低于 C25 就是为保证挡墙结构耐久性的要求。

**8.2.5** 本条源自国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB50086-2015 中第 4.5.3 条（强制性条文）。埋设在岩层与土体中的锚杆的使用寿命取决于其耐久性。对寿命的最大威胁则来自腐蚀。预应力锚杆埋设在地层深处，工作条件十分恶劣，常常受到腐蚀介质的侵扰。再则，锚杆杆体一般由钢绞线组成，钢绞线则由抗拉强度很高、直径很小的钢丝组成，经常处于高拉应力状态下工作的钢绞线易出现应力腐蚀。因此，为规避锚杆腐蚀风险，确保岩土锚固工程的长期稳定性，本条对永久性锚杆及腐蚀环境中的临时性锚杆的防腐保护构造设计作出了严格的规定。

**8.2.6** 为确保岩石喷锚支挡结构工程的长期稳定性，本条对岩石喷锚支挡结构的喷射混凝土强度等级做出了严格的规定。

**8.3.1** 地质环境条件复杂、稳定性差的边坡工程，其安全施工是建筑边坡工程成功的重要环节，也是边坡工程事故的多发阶段。应根据边坡工程安全等级、环境、工程地质及水文地质、支挡结构类型和变形控制要求等条件编制专项施工方案，采取合理、可行、有效的措施保证施工安全。

**8.3.2** 边坡的稳定性要求严禁开挖边坡的坡脚，坡脚对于边坡稳定性至关重要，滑动面往往位于坡脚区域不远的地方，同时不得随意挖土，应该遵循保持边坡稳定的开挖作业顺序。边坡开挖完成后，坡体的稳定性要求尽快进行防护处理，进行护坡和支护施工，保证边坡的稳定性。

**8.3.3** 挡墙支护施工时应设置排水系统主要是防止挡墙水流不畅，水位升高，造成挡墙后水土压力增大，对挡墙的安全稳定性产生威胁，为了防止水土流失需要设置反滤层，保证挡墙土体的稳定。为了保证挡墙的施工质量，在施工时换填地基应按照设计要求分层铺筑，夯实，夯实度应满足设计要求。

**8.3.4** 锚杆（索）施工时，由于工艺的要求需要进行钻孔，不可避免会在原围护结构上进行钻孔，但是在钻孔施工时应该对原有围护、构件和周边建构筑物基础进行研究分析，避免损失原有支挡结构、构件以及邻近建构筑物等的基础。在锚杆张拉时应制定相应的技术方案，避免相近的锚杆在张拉时互相影响。

**8.3.5** 喷锚支护的坡体稳定是喷锚支护成功的关键，在施工时坡体的排水系统非常关键，同时为了保证排水系统不影响坡体的稳定，需要采取一定的防渗处理。锚杆在施工完成后，一般来说不需要进行封头处理，但是对于永久性使用的喷锚支护使用的锚杆，需要对锚头进行密封和防腐处理。

**8.3.6** 抗滑桩属于保证边坡稳定的主要技术措施，在施工时为了保证边坡的稳定以及成桩的质量，要求必须分段间隔进行开挖施工。桩的主要受力钢筋的接头不得设置的边坡土体的薄弱面处，施工时应避免接头处于土石分界面和滑动面处，为了保证桩的施工质量，桩身混凝土应连续灌注。

**8.3.7** 冻土主要有两种主要类型，一种是多年冻土，一种是季节性冻土，这两种冻土类型，在进行边坡施工时，需要特别注意土体融化，在冰冻的时候土体的强度很大，边坡不容易失稳，但是在融化期时土体强度会大幅降低，给边坡稳定性带来较大的影响，所以在施工时需要采取一定的措施保证在融化期时边坡的稳定。

**8.3.8** 边坡工程监测方案是监测单位实施监测工作的重要技术依据和文件。边坡工程监测项目的确定应根据安全等级、地质环境、边坡类型、支护结构类型和变形控制要求等条件综合分析选择。支挡结构安全等级为一级的边坡工程施

工时，必须对坡顶水平位移、垂直位移、地表裂缝和坡顶建（构）筑物进行监测。边坡工程监测时间和监测频率应能及时反映监测项目的重要发展变化情况，以便对设计与施工进行动态控制，保证边坡及周边环境的安全。监测方法的选择应综合考虑各种因素，合理易行，有利于适应施工现场条件的变化和施工进度要求。

**8.3.9** 砌体挡墙中主要材料砌块、石材及砂浆抗压强度是砌体挡墙的主要材料强度指标，必须符合设计要求。抗滑桩及排桩式锚杆的桩基应按照桩基验收的标准进行成桩质量的检验，检验数量和项目应符合相关的技术标准的要求。锚杆是边坡锚固工程中的重要构件，锚杆的检测对边坡锚固工程的质量与安全起着至关重要的作用。喷射混凝土的厚度和强度对于边坡的稳定性有至关重要的作用，验收时应对面层厚度及混凝土强度进行检验。边坡坡率、平面尺寸、标高的控制决定着边坡轮廓面的成型和保留岩体的开挖质量，需要经常量测。