

前 言

为适应国际技术法规与技术标准通行规则，2016 年以来，住房和城乡建设部陆续印发《深化工程建设标准化工作改革的意见》等文件，提出政府制定强制性标准、社会团体制定自愿采用性标准的长远目标，明确了逐步用全文强制性工程建设规范取代现行标准中分散的强制性条文的改革任务，逐步形成由法律、行政法规、部门规章中的技术性规定与全文强制性工程建设规范构成的“技术法规”体系。

关于规范种类。强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，分为工程项目类规范（简称项目规范）和通用技术类规范（简称通用规范）两种类型。项目规范以工程建设项目整体为对象，以项目的规模、布局、功能、性能和关键技术措施等五大要素为主要内容。通用规范以实现工程建设项目功能性能要求的各专业通用技术为对象，以勘察、设计、施工、维修、养护等通用技术要求为主要内容。在全文强制性工程建设规范体系中，项目规范为主干，通用规范是对各类项目共性的、通用的专业性关键技术措施的规定。

关于五大要素指标。强制性工程建设规范中各项要素是保障城乡基础设施建设体系化和效率提升的基本规定，是支撑城乡建设高质量发展的基本要求。项目的规模要求主要规定了建设工程项目应具备完整的生产或服务能力，应与经济社会发展水平相适应。项目的布局要求主要规定了产业布局、建设工程项目选址、总体设计、总平面布置以及与规模相协调的统筹性技术要求，应考虑供给能力合理分布，提高相关设施建设的整体水平。项目的功能要求主要规定项目构成和用途，明确项目的基本组成单元，是项目发挥预期作用的保障。项目的性能要求主要规定建设工程

项目建设水平或技术水平的高低程度，体现建设工程项目的适用性，明确项目质量、安全、节能、环保、宜居环境和可持续发展等方面应达到的基本水平。关键技术措施是实现建设项目功能、性能要求的基本技术规定，是落实城乡建设安全、绿色、韧性、智慧、宜居、公平、有效率等发展目标的基本保障。

关于规范实施。强制性工程建设规范具有强制约束力，是保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益和公众利益，以及促进能源资源节约利用、满足经济社会管理等方面的控制性底线要求，工程建设项目的勘察、设计、施工、验收、维修、养护、拆除等建设活动全过程中必须严格执行。其中，对于既有建筑改造项目（指不改变现有使用功能），当条件不具备、执行现行规范确有困难时，应不低于原建造时的标准。与强制性工程建设规范配套的推荐性工程建设标准是经过实践检验的、保障达到强制性规范要求的成熟技术措施，一般情况下也应当执行。在满足强制性工程建设规范规定的项目功能、性能要求和关键技术措施的前提下，可合理选用相关团体标准、企业标准，使项目功能、性能更加优化或达到更高水平。推荐性工程建设标准、团体标准、企业标准要与强制性工程建设规范协调配套，各项技术要求不得低于强制性工程建设规范的相关技术水平。

强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。现行工程建设地方标准中的强制性条文应及时修订，且不得低于强制性工程建设规范的规定。现行工程建设标准（包括强制性标准和推荐性标准）中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的，以强制性工程建设规范的规定为准。

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	7
3.1	一般要求	7
3.2	特定要求	7
4	天然地基与处理地基	9
4.1	一般规定	9
4.2	地基设计	9
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	16
6	基础	18
6.1	一般规定	18
6.2	扩展基础设计	18
6.3	筏形基础设计	19
6.4	施工及验收	19
7	基坑工程	21
7.1	一般规定	21

7.2	支护结构设计	21
7.3	地下水控制设计	23
7.4	施工及验收	23
8	边坡工程	26
8.1	一般规定	26
8.2	支挡结构设计	27
8.3	边坡工程排水与坡面防护设计	27
8.4	施工及验收	28

1 总 则

1.0.1 为在地基基础工程建设中贯彻落实建筑方针，保障地基基础与上部结构安全，满足建设项目正常使用需要，保护生态环境，促进绿色发展，制定本规范。

1.0.2 地基基础工程必须执行本规范。

1.0.3 工程建设所采用的技术方法和措施是否符合本规范要求，由相关责任主体判定。其中，创新性的技术方法和措施，应进行论证并符合本规范中有关性能的要求。

2 基本规定

2.1 基本要求

2.1.1 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 在上部结构的各种作用和作用组合下，地基不得出现失稳；
- 3 地基基础沉降变形不得影响上部结构功能和正常使用；
- 4 具有足够的耐久性能；
- 5 基坑工程应保证支护结构、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，并应保证主体地下结构的施工空间和安全；
- 6 边坡工程应保证支挡结构、周边建（构）筑物、道路、桥梁、市政管线等市政设施的安全和正常使用。

2.1.2 地基基础工程设计前应进行岩土工程勘察，岩土工程勘察成果资料应满足地基基础设计、施工及验收要求。

2.1.3 地基基础设计应根据结构类型、作用和作用组合情况、勘察成果资料和拟建场地环境条件及施工条件，选择合理方案。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情况，设计与计算成果应真实可靠、分析判断正确。

2.1.4 地基基础的设计工作年限应符合下列规定：

- 1 地基与基础的设计工作年限不应低于上部结构的设计工作年限；
- 2 基坑工程设计应规定工作年限，且设计工作年限不应小于1年；
- 3 边坡工程的设计工作年限，不应小于被保护的建（构）筑物、道路、桥梁、市政管线等市政设施的设计工作年限。

2.1.5 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。

2.1.6 地基基础工程施工应采用经质量检验合格的材料、构件和设备，应根据设计要求和工程需要制定施工方案，并进行工程施工质量控制和工程监测。工程监测应确保数据的完整性、真实性和可靠性。

2.1.7 地基基础工程施工应采取措施控制振动、噪声、扬尘、废水、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的危害。

2.1.8 当地下水位变化对建设工程及周边环境安全产生不利影响时，应采取安全、有效的处置措施。

2.1.9 地下水控制工程应采取措施防止地下水水质恶化，不得造成不同水质类别地下水的混融；且不得危及周边建（构）筑物、地下管线、道路、城市轨道交通等市政设施的安全，影响其正常使用。

2.1.10 对特殊性岩土、存在不良地质作用和地质灾害的建设场地，应查明情况，分析其对生态环境、拟建工程的影响，提出应对措施，并对应对措施的有效性进行评价。

2.2 设 计

2.2.1 地基基础工程应根据设计工作年限、拟建场地环境类别、场地地质全貌及勘察成果资料、地基基础上的作用和作用组合进行地基基础设计，并应提出施工及验收要求、工程监测要求和正常使用期间的维护要求。

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作用效应应按正常使用极限状态下作用的标准组合；相应的抗力应采用地基承载力特征值或单桩承载力特征值。

2 计算地基变形时，传至基础底面上的作用效应应按正常使用极限状态下作用的准永久组合，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 计算挡土墙、地基或滑坡稳定以及基础抗浮稳定时，作用效应应按承载力极限状态下作用的基本组合，但其分项系数均为 1.0。

4 在确定基础或桩基承台高度、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，上部结构传来的作用效应和相应的基底反力、挡土墙土压力以及滑坡推力，应按承载力极限状态下作用的基本组合，采用相应的分项系数；当需要验算基础裂缝宽度时，应按正常使用极限状态下作用的标准组合。

2.2.3 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 2.2.3 的规定。

表 2.2.3 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

2.2.4 地基、基础设计应包括下列内容：

- 1 作用和作用组合确定；
- 2 地基、基础承载力计算；
- 3 地基变形计算和稳定性验算；
- 4 耐久性设计；
- 5 受地下水浮力作用的抗浮设计；
- 6 地基、基础工程施工及验收检验要求；
- 7 地基、基础工程监测要求。

2.2.5 基坑工程设计应包括下列内容：

- 1 支护结构体系上的作用和作用组合确定；
- 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要求；
- 6 基坑开挖与回填要求；
- 7 支护结构施工要求；
- 8 基坑工程施工验收检验要求；
- 9 基坑工程监测与维护要求。

2.2.6 边坡工程设计应包括下列内容：

- 1 支挡结构体系上的作用和作用组合确定；
- 2 支挡结构体系的稳定性验算；
- 3 支挡结构承载力、变形和稳定性计算；
- 4 边坡工程排水与坡面防护设计；
- 5 边坡工程施工及验收检验要求；
- 6 边坡工程监测与维护要求。

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及验收，应符合下列规定：

1 对施工中使用的材料、构件和设备应进行检验，材料、构件以及试块、试件等应有检验报告；

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 质量验收应在自检合格的基础上进行，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

3.1 一般要求

3.1.1 拟建场地的岩土工程勘察成果应包括下列内容：

- 1 拟建场地的地形、地貌、地质构造条件，地基岩土分类及其分布情况；
- 2 岩土的物理力学指标；
- 3 地基基础影响范围内地下水的埋藏条件、类型、水位及其变化；
- 4 地基土和地下水对地基和基础的主要建筑材料的腐蚀性分析与判定；
- 5 场地和地基的地震效应评价；
- 6 场地稳定性和工程建设适宜性的评价。

3.1.2 岩土工程勘察应综合拟建场地的岩土特性及其分布、拟建项目的设计条件，提供岩土设计参数和地基承载力建议值，提出地基、基础的方案建议和基坑支护体系、边坡支护体系的选型建议。

3.2 特定要求

3.2.1 当场地与地基存在特殊性岩土时，岩土工程勘察成果除应符合本规范第 3.1 节规定外，尚应包括下列内容：

- 1 对湿陷性土，应确定湿陷等级，判定湿陷类型和湿陷下限深度；
- 2 对多年冻土，应确定融沉等级和冻胀性等级，判定存在厚层地下冰、冰椎、冰丘、冻土沼泽、热融滑塌、热融湖塘、冻融泥流等不良地质作用的可能性；
- 3 对膨胀土，应测定膨胀力，计算膨胀变形量、收缩变形

量和胀缩变形量，确定胀缩等级、大气影响深度及场地类型；

4 对盐渍土，应测定其易溶盐含量，确定含盐类型，评价溶陷性、盐胀性和腐蚀性；

5 对红黏土，应明确原生或次生类型，分析裂隙发育特征，评价地基均匀性；

6 对填土，应查明堆填或填筑的方式和形成时间，分析填料性质、分布范围，评价填土地基的密实度、均匀性和地基稳定性；

7 对软土，应查明成因类型、分布特征，分析固结历史、结构性和灵敏度，评价软土地基的稳定性和均匀性；

8 对风化岩和残积土，应查明母岩性质、风化程度，判断岩脉、孤石的分布状况，评价风化岩的均匀性；

9 对污染土地，应调查污染源、污染史、污染途径、污染物成分和污染的影响，查明污染土的空间分布并评价其危害性。

3.2.2 当拟建场地及附近存在不良地质作用和地质灾害时，岩土工程勘察成果除应符合本规范第 3.1 节规定外，尚应包括下列内容：

1 应查明不良地质作用和潜在地质灾害的类型、成因、分布，分析其对工程的危害；

2 对溶洞、土洞和其他洞穴，应评价其稳定性及对工程的影响，提出防治措施；

3 对潜在的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，应查明其形成条件，分析其可能的发展及影响，提出防治要求与方案建议；

4 对存在的断裂，应明确其位置、活动性和对工程的影响，提出相关处理建议；

5 对采空区，应分析判定采空区的稳定性和工程建设的适宜性，并提出防治方案建议。

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 地基计算均应满足承载力计算的要求；
- 2 对地基变形有控制要求的工程结构，均应按地基变形设计；
- 3 对受水平荷载作用的工程结构或位于斜坡上的工程结构，应进行地基稳定性验算。

4.1.2 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。复合地基应进行增强体强度及桩身完整性和单桩竖向承载力检验以及单桩或多桩复合地基载荷试验，施工工艺对桩间土承载力有影响时尚应进行桩间土承载力检验。

4.2 地基设计

4.2.1 当轴心荷载作用时，基础底面的压力应符合下式规定：

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

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）。

4.2.2 当偏心荷载作用时，基础底面的压力除应符合式（4.2.1）要求外，尚应符合下式规定：

$$p_{kmax} \leq 1.2f_a \quad (4.2.2)$$

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）。

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

4.2.4 复合地基承载力特征值应通过现场复合地基载荷试验确定，或采用增强体载荷试验结果和其周边土的承载力特征值结合经验确定。复合地基静载荷试验应采用慢速维持荷载法。

4.2.5 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。

4.2.6 地基变形计算值不应大于地基变形允许值。地基变形允许值应根据上部结构对地基变形的适应能力和使用上的要求确定。

4.3 特殊性岩土地基设计

4.3.1 膨胀土地区建（构）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取水平膨胀力的作用。膨胀土地区建（构）筑物应采取预防膨胀变形的地基基础措施、建筑措施与结构措施。

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，采用相应的建筑措施、结构措施、地基处理和防水处理措施。

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范围内。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。建筑场地应设置排水措施，对按冻结状态设计的地基，冬季应及时清除积雪；供热与给水管道的应采取隔热措施。

4.3.4 当地基土为欠固结土、湿陷性黄土、可液化土等特殊岩土时，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工程的地基持力层时，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，均不得作为建筑工程的地基持力层。

4.4 施工及验收

4.4.1 地基施工前，应编制地基工程施工组织设计或地基工程施工方案，其内容应包括：地基施工技术参数、地基施工工艺流程、地基施工方法、地基施工安全技术措施、应急预案、工程监测要求等。

4.4.2 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；当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）筑物及周边环境产生有害影响。

4.4.3 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。

4.4.4 湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土、多年冻土、压实填土地基施工和使用过程中，应采取防止施工用水、场地雨水和邻近管道渗漏水渗入地基的处理措施。

4.4.5 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。

4.4.6 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。

4.4.7 下列建筑与市政工程应在施工期间及使用期间进行沉降变形监测，直至沉降变形达到稳定为止：

- 1 对地基变形有控制要求的；
- 2 软弱地基上的；
- 3 处理地基上的；
- 4 采用新型基础形式或新型结构的；

5 地基施工可能引起地面沉降或隆起变形、周边建（构）筑物和地下管线变形、地下水位变化及土体位移的。

4.4.8 处理地基工程施工验收检验，应符合下列规定：

1 换填垫层地基应分层进行密实度检验，在施工结束后进行承载力检验。

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进行检验。

4 压实、夯实地基应进行承载力、密实度及处理深度范围内均匀性检验。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 桩基设计计算或验算，应包括下列内容：

- 1 桩基竖向承载力和水平承载力计算；
- 2 桩身强度、桩身压屈、钢管桩局部压屈验算；
- 3 桩端平面下的软弱下卧层承载力验算；
- 4 位于坡地、岸边的桩基整体稳定性验算；
- 5 混凝土预制桩运输、吊装和沉桩时桩身承载力验算；
- 6 抗浮桩、抗拔桩的抗拔承载力计算；
- 7 桩基抗震承载力验算；

8 摩擦型桩基，对桩基沉降有控制要求的非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的桩基，对结构体形复杂、荷载分布不均匀或桩端平面下存在软弱土层的桩基等，应进行沉降计算。

5.1.2 桩基所用的材料、桩段之间的连接，桩基构造等应满足其所处场地环境类别中的耐久性要求。

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 轴心竖向力作用下，桩基竖向承载力计算应符合下列规定：

- 1 作用效应的标准组合：

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

- 2 地震作用效应和作用效应的标准组合：

$$N_{Ek} \leq 1.25R \quad (5.2.1-2)$$

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

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

R ——基桩或复合基桩竖向承载力特征值 (kN)。

5.2.2 偏心竖向力作用下，桩基竖向承载力计算应符合下列规定：

1 作用效应的标准组合下，除应符合式 (5.2.1-1) 的要求外，尚应符合下式规定：

$$N_{\text{kmax}} \leqslant 1.2R \quad (5.2.2-1)$$

2 地震作用效应和作用效应标准组合下，除应符合式 (5.2.1-2) 的要求外，尚应符合下式规定：

$$N_{\text{Ekmax}} \leqslant 1.5R \quad (5.2.2-2)$$

式中： N_{kmax} ——作用效应标准组合偏心竖向力作用下，桩顶最大竖向力 (kN)；

N_{Ekmax} ——地震作用效应和作用效应标准组合下，基桩或复合基桩的最大竖向力 (kN)。

5.2.3 受水平荷载作用下，桩基水平承载力计算应符合下式规定：

$$H_{\text{ik}} \leqslant R_{\text{h}} \quad (5.2.3)$$

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

R_{h} ——单桩基础或群桩中基桩的水平承载力特征值 (kN)。

5.2.4 单桩竖向承载力特征值 R_{a} 应按下式确定：

$$R_{\text{a}} = \frac{1}{K} Q_{\text{uk}} \quad (5.2.4)$$

式中： Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值 (kN)；

K ——安全系数。

5.2.5 单桩竖向极限承载力标准值应通过单桩静载荷试验确定。单桩竖向抗压静载荷试验应采用慢速维持荷载法。

5.2.6 承受水平力较大的桩基应进行水平承载力验算。单桩水

平承载力特征值应通过单桩水平静载荷试验确定。

5.2.7 当桩基承受拔力时，应对桩基进行抗拔承载力验算。基桩的抗拔极限承载力应通过单桩竖向抗拔静载荷试验确定。

5.2.8 桩身混凝土强度应满足桩的承载力设计要求。

5.2.9 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的沉降时，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。

5.2.10 桩基沉降变形计算值不应大于桩基沉降变形允许值。桩基沉降变形允许值应根据上部结构对桩基沉降变形的适应能力和使用上的要求确定。

5.2.11 灌注桩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 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；预应力混凝土桩的钢筋混凝土保护层厚度不应小于 35mm，地基处理和临时性建筑用预应力混凝土桩的钢筋保护层厚度不应小于 25mm。

5.2.13 钢桩焊接接头应采用等强度连接。

5.3 特殊性岩土 的桩基设计

5.3.1 自重湿陷性黄土场地的桩基，桩端应穿透湿陷性黄土层或采取消除土层湿陷性对桩基影响的处理措施。

5.3.2 饱和软土地基中采用挤土桩或部分挤土桩时，应采取减少挤土效应的处理措施。

5.3.3 膨胀土地基中的桩基，桩端应进入大气影响急剧层深度

以下或非膨胀土层中。

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 桩基工程施工应符合下列规定：

1 桩基施工前，应编制桩基工程施工组织设计或桩基工程施工方案，其内容应包括：桩基施工技术参数、桩基施工工艺流程、桩基施工方法、桩基施工安全技术措施、应急预案、工程监测要求等；

2 桩基施工前应进行工艺性试验确定施工技术参数；

3 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；

4 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，应对基础底板或承台的承载力进行验算；

5 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；

6 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 下列桩基工程应在施工期间及使用期间进行沉降监测，直至沉降达到稳定标准为止：

1 对桩基沉降有控制要求的桩基；

2 非嵌岩桩和非深厚坚硬持力层的桩基；

3 结构体形复杂、荷载分布不均匀或桩端平面下存在软弱土层的桩基；

4 施工过程中可能引起地面沉降、隆起、位移、周边建（构）筑物和地下管线变形、地下水位变化及土体位移的桩基。

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 灌注桩应对孔深、桩径、桩位偏差、桩身完整性进行检验，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。位于岩石地基上的工程结构，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 受地下水浮力作用的建筑与市政工程应满足抗浮稳定性要求。抗浮结构及构件、抗浮设施的设计工作年限不应低于工程结构的设计工作年限。

6.1.4 基础用混凝土、钢筋及其锚固连接，基础构造等应满足其所处场地环境类别中的耐久性要求。工程抗浮结构及构件应满足其所处场地环境类别中的耐久性要求。

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小于柱或桩的混凝土强度等级时，应验算柱下基础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、变阶处和桩边连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 C25，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基础底面算起，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筏板的截面有效高度处截面的受剪承载力。当筏板变厚度时，尚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，其厚度尚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 筏形基础、桩筏基础的混凝土强度等级不应低于 C30；筏形基础、桩筏基础底板上下贯通钢筋的配筋率不应小于 0.15%；筏形基础、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筏板底面算起，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。筏形基础、桩筏基础防水混凝土应满足抗渗要求。

6.4 施工及验收

6.4.1 基础工程施工应符合下列规定：

1 基础施工前，应编制基础工程施工组织设计或基础工程施工方案，其内容应包括：基础施工技术参数、基础施工工艺流程、基础施工方法、基础施工安全技术措施、应急预案、工程监测要求等；

2 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；

3 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；

4 筏形基础施工缝和后浇带应采取钢筋防锈或阻锈保护措施；

5 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、筏形基础的混凝土强度检验的试件应在施工现场随机留取。

7 基 坑 工 程

7.1 一 般 规 定

7.1.1 基坑支护结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

7.1.2 基坑支护结构进行承载能力极限状态设计的计算应包括下列内容：

- 1 根据基坑支护形式及其受力特点进行基坑稳定性验算；
- 2 基坑支护结构的受压、受弯、受剪、受扭承载力计算；
- 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。

7.1.3 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，并应进行周边环境影响的分析评价。

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

7.1.5 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，应符合下式规定：

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

式中： γ_0 ——支护结构重要性系数；

S_d ——作用基本组合的效应（轴力、弯矩、剪力）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，应符合下式规定：

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

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，应符合下式规定：

$$KS_k \leq R_k \quad (7.2.3)$$

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土的抗力标准值；

S_k ——滑动力、滑动力矩、倾覆力矩、锚杆和土钉拉力等作用标准值的效应；

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 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。

7.2.5 两墙合一的地下连续墙混凝土强度等级不应低于 C30。地下连续墙基坑外侧的纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 70mm。地下连续墙墙体和槽段施工接头应满足防渗设计要求。

7.2.6 混凝土内支撑结构的混凝土强度等级不应低于 C25。

7.2.7 钢支撑的水平支撑与腰梁斜交时，腰梁上应设置牛腿或采用其他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度螺栓连接或焊接。

7.2.8 锚拉结构的锚杆自由段的长度不应小于 5.0m，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、城市轨道交通等市政设施沉降控制的要求。

7.3.2 当降水可能对基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等市政设施造成危害或对环境造成长期不利影响时，应采用截水、回灌等方法控制地下水。

7.3.3 地下水回灌应采用同层回灌，当采用非同层地下水回灌时，回灌水源的水质不应低于回灌目标含水层的水质。

7.4 施工及验收

7.4.1 基坑工程施工前，应编制基坑工程专项施工方案，其内容应包括：支护结构、地下水控制、土方开挖和回填等施工技术参数，基坑工程施工工艺流程，基坑工程施工方法，基坑工程施工安全技术措施，应急预案，工程监测要求等。

7.4.2 基坑、管沟边沿及边坡等危险地段施工时，应设置安全护栏和明显的警示标志。夜间施工时，现场照明条件应满足施工要求。

7.4.3 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；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 基坑回填应排除积水，清除虚土和建筑垃圾，填土应按

设计要求选料，分层填筑压实，对称进行，且压实系数应满足设计要求。

7.4.4 支护结构施工应符合下列规定：

- 1 支护结构施工前应进行工艺性试验确定施工技术参数；
- 2 支护结构的施工与拆除应符合设计工况的要求，并应遵循先撑后挖的原则；

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

7.4.5 逆作法施工应符合下列规定：

1 逆作法施工应采取信息化施工，且逆作法施工中的主体结构应满足结构的承载力、变形和耐久性控制要求；

2 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；

3 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。

7.4.6 地下水控制施工应符合下列规定：

1 地表排水系统应能满足明水和地下水的排放要求，地表排水系统应采取防渗措施；

2 降水及回灌施工应设置水位观测井；

3 降水井的出水量及降水效果应满足设计要求；

4 停止降水后，应对降水管采取封井措施；

5 湿陷性黄土地区基坑工程施工时，应采取防止水浸入基坑的处理措施。

7.4.7 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 应根据基坑支护结构的安全等级、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值；

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 and 水质进行监测；

4 逆作法施工应进行全过程工程监测。

7.4.8 基坑工程监测数据超过预警值，或出现基坑、周边建（构）筑物、管线失稳破坏征兆时，应立即停止基坑危险部位的土方开挖及其他有风险的施工作业，进行风险评估，并采取应急处置措施。

7.4.9 基坑工程施工验收检验，应符合下列规定：

1 水泥土支护结构应对水泥土强度和深度进行检验；

2 排桩支护结构、地下连续墙应对混凝土强度、桩身（墙体）完整性和深度进行检验，嵌岩支护结构应对桩端的岩性进行检验；

3 混凝土内支撑应对混凝土强度和截面尺寸进行检验，钢支撑应对截面尺寸和预加力进行检验；

4 土钉、锚杆应进行抗拔承载力检验；

5 基坑降水应对降水深度进行检验，基坑回灌应对回灌量和回灌水位进行检验；

6 基坑开挖应对坑底标高进行检验；

7 基坑回填时，应对回填施工质量进行检验。

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 边坡设计应兼顾治理和保护边坡环境，边坡应结合地表水与地下水分布特点，因势利导设置边坡排水系统；

2 边坡坡面应结合植被生态恢复与绿化景观需要，选择坡面防护构造；

3 应根据边坡类型、边坡环境、边坡高度及影响范围等，选择支挡结构形式。

8.1.2 边坡工程设计应根据不同的工况进行整体稳定性分析与验算。永久性边坡支挡结构及构件、坡面排水设施、地下排水设施等应满足其所处场地环境类别中的耐久性要求。

8.1.3 在建设场区内，对可能因施工或其他因素诱发滑坡、崩塌等地质灾害的区域，应采取预防措施。对具有发展趋势并威胁建（构）筑物、地下管线、道路等市政设施安全使用的滑坡与崩塌，应采取处置措施消除隐患。

8.1.4 位于边坡塌滑区域的建（构）筑物在施工与使用期间，应对坡顶位移、地表裂缝、建（构）筑物沉降变形进行监测。永久性边坡工程竣工后的监测时间不应少于 2 年。

8.1.5 下列边坡工程应进行专项论证：

- 1 边坡高度大于 30m 的岩石边坡；
- 2 边坡高度大于 15m 的土质边坡；
- 3 土、岩混合及地质环境条件复杂的边坡；
- 4 已有崩塌、滑坡的边坡；
- 5 周边已有永久性建（构）筑物与市政工程需要保护的边坡；

- 6 外倾结构面并有软弱夹层的边坡；
- 7 膨胀土边坡；
- 8 采用新结构、新技术的边坡。

8.2 支挡结构设计

8.2.1 边坡支挡结构设计计算或验算，应包括下列内容：

- 1 支挡结构上的作用荷载计算；
- 2 支挡结构地基承载力计算；
- 3 支挡结构稳定性验算；
- 4 支挡结构构件承载力计算；
- 5 锚杆承载力计算；
- 6 对边坡变形有控制要求的支挡结构变形分析计算。

8.2.2 支挡结构与防护结构混凝土强度等级应根据所处场地环境类别、结构承载力、变形与裂缝控制、耐久性等综合确定，且不应低于 C25。

8.2.3 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。

8.2.4 岩质边坡喷锚支护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 边坡工程排水与坡面防护设计

8.3.1 边坡工程排水设计应符合下列规定：

- 1 坡面排水设施应根据地形条件、天然水系、坡面径流量等计算分析确定并进行设置；
- 2 地下排水设施的设置应根据工程地质和水文地质条件确定，并应与坡面排水设施相协调；
- 3 排水系统混凝土强度等级不应低于 C25。

8.3.2 边坡坡面防护应采取工程防护与植物防护相结合的处理措施。边坡坡面防护钢筋混凝土骨架、预制混凝土砌块等混凝土

强度等级不应低于 C25；易发生落石崩块边坡坡面应设置专用防护网。

8.4 施工及验收

8.4.1 边坡工程施工前，应编制边坡工程专项施工方案，其内容应包括：支挡结构、边坡工程排水与坡面防护、岩土开挖等施工技术参数，边坡工程施工工艺流程，边坡工程施工方法，边坡工程施工安全技术措施，应急预案，工程监测要求等。

8.4.2 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；未经设计确认严禁大面积开挖、爆破作业。

2 土质边坡开挖时，应采取排水措施，坡面及坡脚不得积水。

3 岩质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 边坡开挖后应及时进行防护处理，并应采取封闭措施或进行支挡结构施工。

5 坡肩及边坡稳定影响范围内的堆载，不得超过设计要求的荷载限值。

8.4.3 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。

8.4.4 锚杆（索）施工时，不得损害支挡结构及构件以及邻近建（构）筑物地基基础。

8.4.5 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。锚杆张拉和锁定合格后，对永久锚杆的锚头应进行密封和防腐处理。

8.4.6 抗滑桩应从滑坡两端向主轴方向分段间隔跳桩施工。桩纵筋的接头不得设在土岩分界处和滑动面处，桩身混凝土应连续灌注。

8.4.7 多年冻土地区及季节冻土地区的边坡应采取防止融化期失稳措施。

8.4.8 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 应根据边坡支挡结构的安全等级、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值；
- 3 边坡工程在施工和使用阶段应进行监测与定期维护；
- 4 边坡工程监测项目出现异常情况或监测数据达到监测预警值时，应立即预警并采取应急处置措施。

8.4.9 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、墙后回填土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 喷锚支护锚杆应进行抗拔承载力检验、喷射混凝土强度检验。