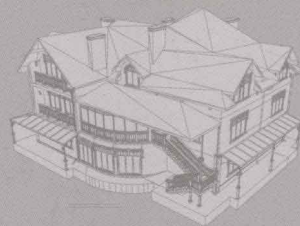
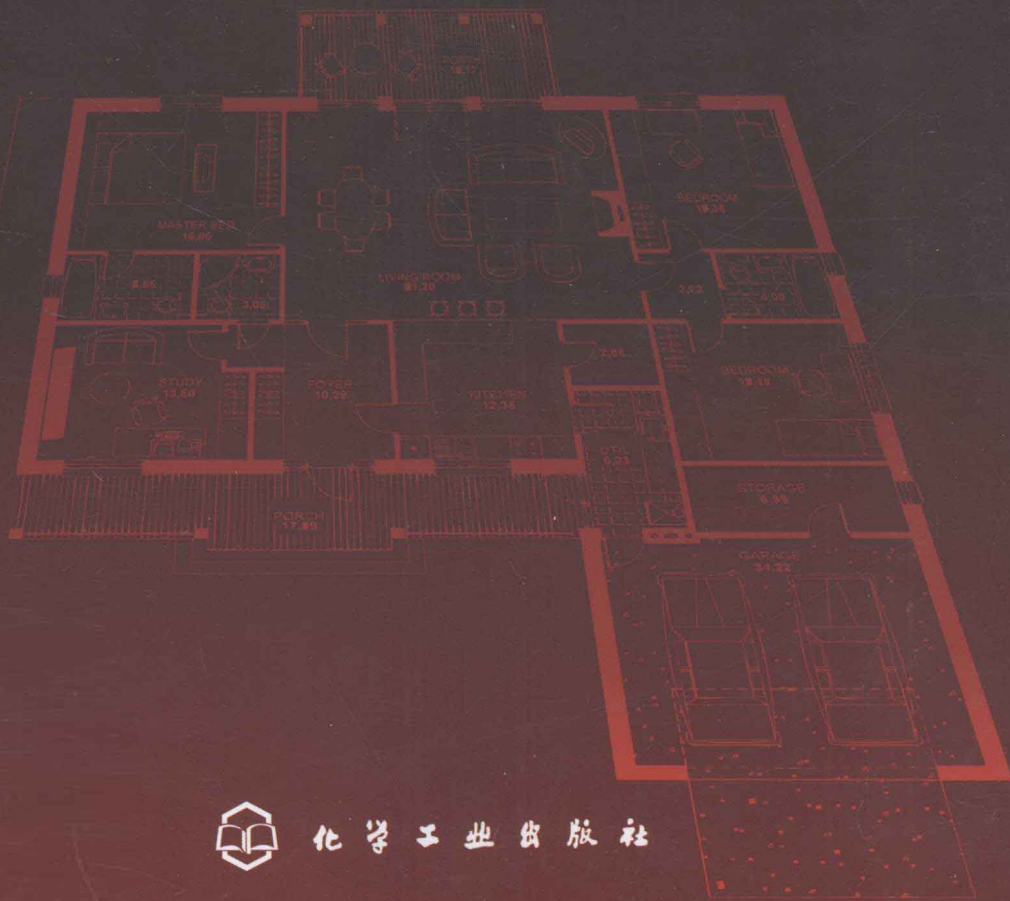


李守巨 主编



建筑地基基础设计 规范释义与应用

JIANZHU DIJI JICHU SHEJI GUIFAN SHIYI YU YINGYONG



化学工业出版社

建筑地基基础设计 规范释义与应用

李守巨 主编



化学工业出版社

·北京·

本书按照新规范的章节顺序把条文贯通起来进行解释说明。全书共十章，主要介绍了概论、术语和符号、基本规定、地基岩土的分类及工程特性指标、地基计算、山区地基、软弱地基、基础、基坑工程、检验与监测。在章节中间或之后加入了规范释义及规范应用，使读者对新规范有比较系统、全面、清晰的了解，同时尽量帮助读者解决具体应用中应注意的一些问题。

本书可供从事地基基础设计、施工、科研、管理的相关人员以及各大专院校师生等阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑地基基础设计规范释义与应用/李守巨主编.

北京: 化学工业出版社, 2012.9

ISBN 978-7-122-15124-7

I. ①建… II. ①李… III. ①地基-基础 (工程)-
设计规范-注释 IV. ①TU47-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 195667 号

责任编辑: 徐 娟

装帧设计: 张 辉

责任校对: 宋 夏

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 341 千字 2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编：李守巨

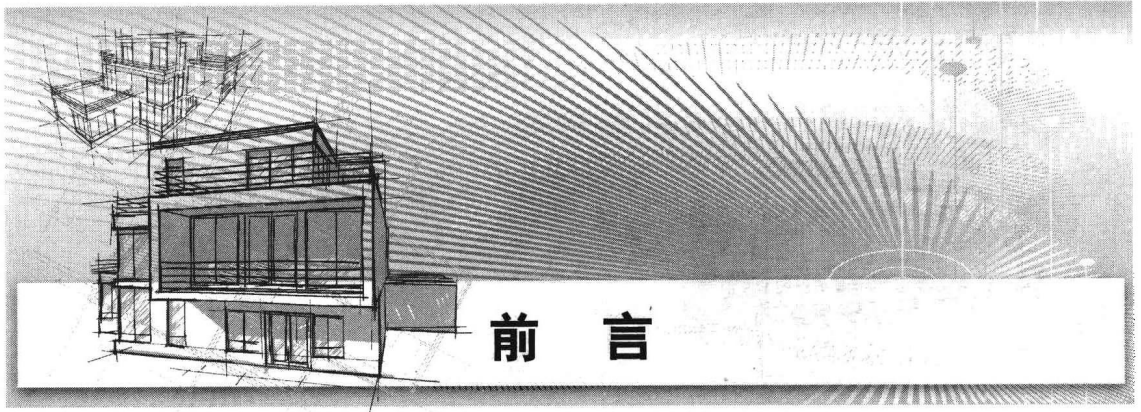
编写人员(按姓氏笔画排序)：

王 园 白雅君 刘 虎 危 聪

李守巨 李香香 张一帆 张小庆

张文权 张 敏 段云峰 殷鸿彬

韩 旭



前言

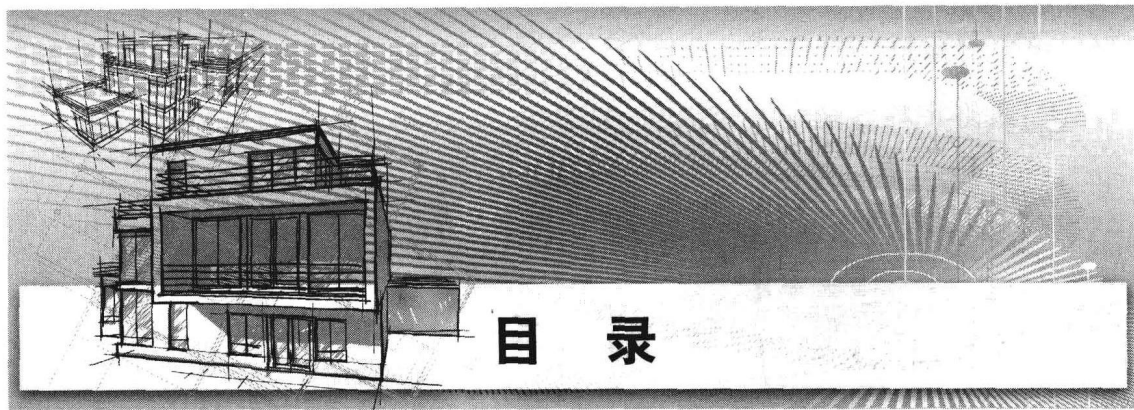
地基基础设计是建筑设计的重要工作内容。地基基础承受建筑结构各种作用，是保证建筑物安全性和可靠性的基础。2011年7月26日，住房和城乡建设部发布公告，国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011) (以下简称“新规范”)自2012年8月1日起实施。新规范总结了近年来我国建筑地基基础设计的实践经验，与相关的标准规范进行了协调，并和国际先进的标准规范进行了比较和借鉴。

为便于广大从事地基基础设计、施工、研究的人员和各大专院校师生系统理解和应用新规范，解决具体应用中的问题，我们组织编写了《建筑地基基础设计规范释义与应用》。通过本书，读者可以清楚地了解新规范的修订情况，更好地掌握新规范的特点，了解新规范的主要修订内容。本书采用规范原文、规范释义、规范应用逐一对照的形式，按照新规范的章节顺序把条文贯通起来进行解释说明，并在章节中间或之后加入设计计算实例，有重点地、较完整地介绍了规范中条文、公式和计算系数的意义及应用。

本书在编写过程中参阅和借鉴了许多优秀书籍和有关国家标准，并得到了有关领导和专家的帮助，在此一并致谢。由于编者的学识和经验有限，虽经编者尽心尽力，但书中仍难免存在疏漏或未尽之处，敬请有关专家和读者予以批评指正。

编者

2012年7月



第一章 概 论

第一节	修订原则	1
第二节	修订内容	1
第三节	总则	2

第二章 术语和符号

第一节	术语	4
第二节	符号	5

第三章 基本规定

第四章 地基岩土的分类及工程特性指标

第一节	岩土的分类	14
第二节	工程特性指标	21

第五章 地基计算

第一节	基础埋置深度	25
第二节	承载力计算	32
第三节	变形计算	41
第四节	稳定性计算	57

第六章 山区地基

第一节	一般规定	60
-----	------------	----

第二节	土岩组合地基	61
第三节	填土地基	64
第四节	滑坡防治	68
第五节	岩石地基	71
第六节	岩溶与土洞	72
第七节	土质边坡与重力式挡墙	76
第八节	岩石边坡与岩石锚杆挡墙	81

第七章 软弱地基

第一节	一般规定	87
第二节	利用与处理	90
第三节	建筑措施	96
第四节	结构措施	100
第五节	大面积地面荷载	101

第八章 基础

第一节	无筋扩展基础	107
第二节	扩展基础	109
第三节	柱下条形基础	121
第四节	高层建筑筏形基础	122
第五节	桩基础	143
第六节	岩石锚杆基础	161

第九章 基坑工程

第一节	一般规定	164
第二节	基坑工程勘察与环境调查	168
第三节	土压力与水压力	170
第四节	设计计算	172
第五节	支护结构内支撑	179
第六节	土层锚杆	180
第七节	基坑工程逆作法	184
第八节	岩体基坑工程	187
第九节	地下水控制	189

第十章 检验与监测

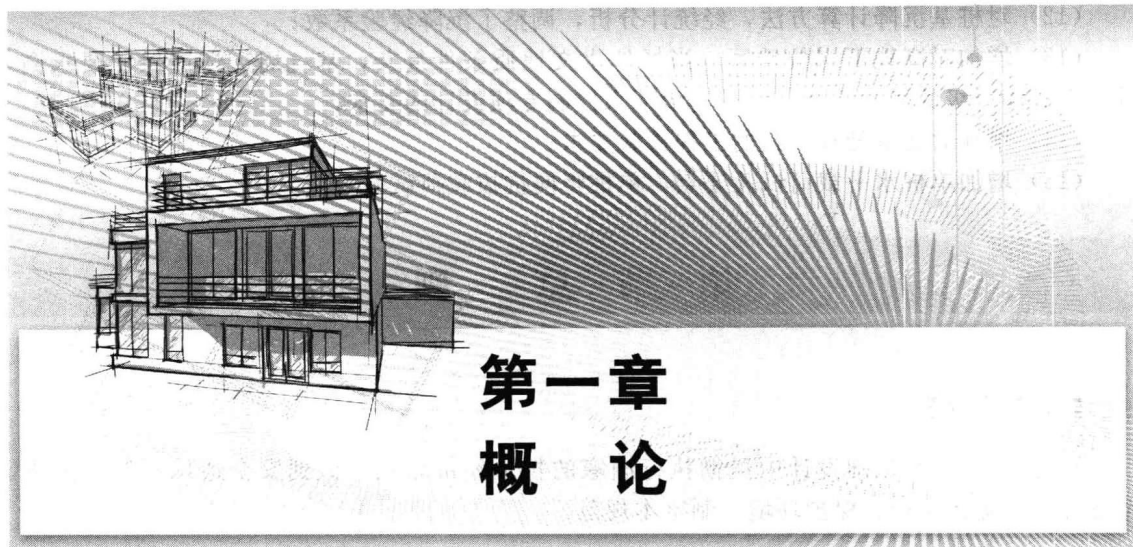
第一节	一般规定	192
第二节	检验	193

附录 P 冲切临界截面周长及极惯性矩计算公式

附录 T 单桩竖向抗拔载荷试验要点

附录 U 阶梯形承台及锥形承台斜截面受剪的截面宽度

参 考 文 献



第一节 修订原则

本次规范修订遵循以下原则：

- (1) 保持规范体系不变，提高变形计算和耐久性设计水平；
- (2) 反映近十年来地基基础领域科研方面成熟的成果，反映原规范实施以来设计和工程实践的成功经验；
- (3) 补充完善充实原设计规范中的部分内容。

第二节 修订内容

规范主要修订内容：

- (1) 增加地基基础设计等级中基坑工程的相关内容；
- (2) 地基基础设计使用年限不应小于建筑结构设计使用年限；
- (3) 增加泥炭、泥炭质土的工程定义；
- (4) 增加回弹再压缩变形计算方法；
- (5) 增加建筑物抗浮稳定计算方法；
- (6) 增加当地基中下卧岩面为单向倾斜，岩面坡度大于 10%，基底下的土层厚度大于 1.5m 的土岩组合地基设计原则；
- (7) 增加岩石地基设计内容；
- (8) 增加岩溶地区场地根据岩溶发育程度进行地基基础设计的原则；
- (9) 增加复合地基变形计算方法；
- (10) 增加扩展基础最小配筋率不应小于 0.15% 的设计要求；
- (11) 增加当扩展基础底面短边尺寸小于或等于柱宽加 2 倍基础有效高度的斜截面受剪承载力计算要求；

(12) 对桩基沉降计算方法,经统计分析,调整了沉降经验系数;

(13) 增加对高地下水位地区,当场地水文地质条件复杂,基坑周边环境保护要求高,设计等级为甲级的基坑工程,应进行地下水控制专项设计的要求;

(14) 增加对地基处理工程的工程检验要求;

(15) 增加单桩水平载荷试验要点,单桩竖向抗拔载荷试验要点。

第三节 总 则

【规范原文】

1.0.1 为了在地基基础设计中贯彻执行国家的技术经济政策,做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境,制定本规范。

【规范释义】

现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)对结构设计应满足的功能要求做了如下规定:

(1) 能承受在正常施工和正常使用时可能出现的各种作用;

(2) 保持良好的使用性能;

(3) 具有足够的耐久性能;

(4) 当发生火灾时,在规定的时间内可保持足够的承载力;

(5) 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,不出现在起因不相称的破坏后果,防止出现结构的连续倒塌。

按此规定根据地基工作状态,地基设计时应当考虑:

(1) 在长期荷载作用下,地基变形不致造成承重结构的损坏;

(2) 在最不利荷载作用下,地基不出现失稳现象;

(3) 具有足够的耐久性能。

因此,地基基础设计应注意区分上述三种功能要求。在满足第一功能要求时,地基承载力的选取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造成。故在《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)(以下简称2011版规范)中明确规定了按变形设计的原则、方法;对于一部分地基基础设计等级为丙级的建筑物,当按地基承载力设计基础面积及埋深后,其变形亦同时满足要求时可不进行变形计算。

地基基础的设计使用年限应满足上部结构的设计使用年限要求。大量工程实践证明,地基在长期荷载作用下承载力有所提高,基础材料应根据其工作环境满足耐久性设计要求。

【规范原文】

1.0.2 本规范适用于工业与民用建筑(包括构筑物)的地基基础设计。对于湿陷性黄土、多年冻土、膨胀土以及在地震和机械振动荷载作用下的地基基础设计,尚应符合国家现行相应专业标准的规定。

【规范释义】

2011 版规范主要针对工业与民用建筑（包括构筑物）的地基基础设计提出设计原则和计算方法。

对于湿陷性黄土地基、膨胀土地基、多年冻土地基等，由于这些土类的物理力学性质比较特殊，选用土的承载力、基础埋深、地基处理等应按国家现行标准《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB 50025—2004）、《膨胀土地区建筑技术规范》（GBJ 112—1987）、《冻土地区建筑地基基础设计规范》（JGJ 118—2011）的规定进行设计。对于振动荷载作用下的地基设计，由于土的动力性能与静力性能差异较大，应按现行国家标准《动力机器基础设计规范》（GB 50040—1996）的规定进行设计。但基础设计，仍然可以采用 2011 版规范的规定进行设计。

【规范原文】

1.0.3 地基基础设计，应坚持因地制宜、就地取材、保护环境和节约资源的原则；根据岩土工程勘察资料，综合考虑结构类型、材料情况与施工条件等因素，精心设计。

【规范释义】

由于地基土的性质复杂，在同一地基内土的力学指标离散性一般较大，加上暗塘、古河道、山前洪积、熔岩等许多不良地质条件，必须强调因地制宜原则。2011 版规范对总的设计原则、计算均做出了通用规定，也给出了许多参数，各地区可根据土的特性、地质情况做具体补充。此外，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形状，采用优化设计方法，以提高设计质量。

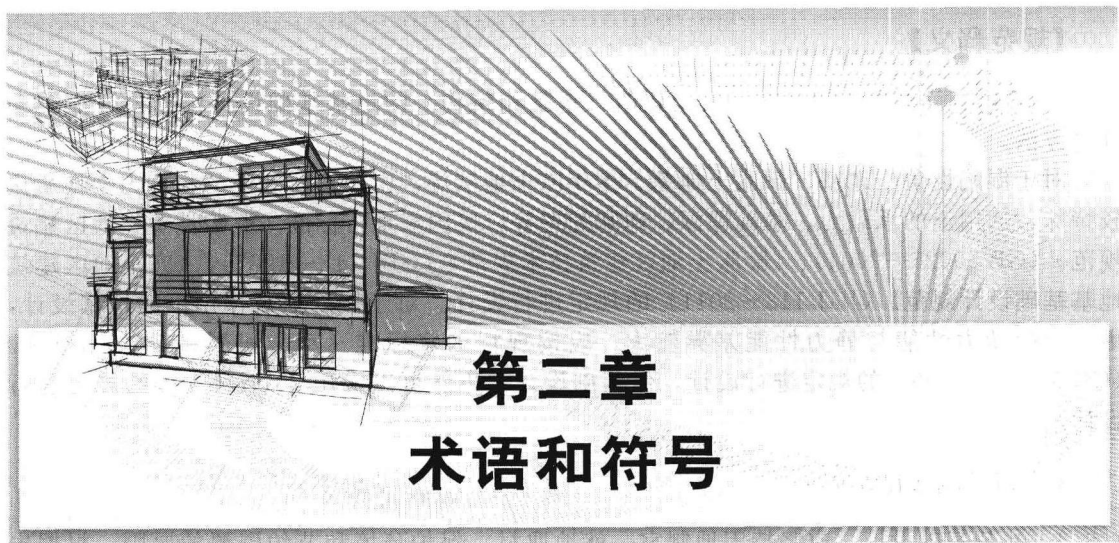
【规范原文】

1.0.4 建筑地基基础的设计除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【规范释义】

地基基础设计中，作用在基础上的各类荷载及其组合方法按现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB 50009—2001）执行。在地下水位以下时应扣去水的浮力，否则，将使计算结果偏差很大而造成重大失误。在计算土压力、滑坡推力、稳定性时尤应注意。

2011 版规范只给出各类基础基底反力、力矩、挡墙所受的土压力等，至于基础断面大小及配筋量尚应满足抗弯、抗冲切、抗剪切、抗压等要求，设计时应根据所选基础材料按照有关规范规定执行。



第二章 术语和符号

第一节 术 语

【规范原文】

- 2.1.1 地基 ground, foundation soils
 支承基础的土体或岩体。
- 2.1.2 基础 foundation
 将结构所承受的各种作用传递到地基上的结构组成部分。
- 2.1.3 地基承载力特征值 characteristic value of subsoil bearing capacity
 由载荷试验测定的地基土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。
- 2.1.4 重力密度（重度） gravity density, unit weight
 单位体积岩土体所承受的重力，为岩土体的密度与重力加速度的乘积。
- 2.1.5 岩体结构面 rock discontinuity structural plane
 岩体内开裂的和易开裂的面，如层面、节理、断层、片理等，又称不连续构造面。
- 2.1.6 标准冻结深度 standard frost penetration
 在地面平坦、裸露、城市之外的空旷场地中不少于10年的实测最大冻结深度的平均值。
- 2.1.7 地基变形允许值 allowable subsoil deformation
 为保证建筑物正常使用而确定的变形控制值。
- 2.1.8 土岩组合地基 soil-rock composite ground
 在建筑地基的主要受力层范围内，有下卧基岩表面坡度较大的地基；或石芽密布并有出露的地基；或大块孤石或个别石芽出露的地基。
- 2.1.9 地基处理 ground treatment, ground improvement
 为提高地基承载力，或改善其变形性质或渗透性质而采取的工程措施。
- 2.1.10 复合地基 composite ground, composite foundation

部分土体被增强或被置换，而形成的由地基土和增强体共同承担荷载的人工地基。

2.1.11 扩展基础 spread foundation

为扩散上部结构传来的荷载，使作用在基底的压应力满足地基承载力的设计要求，且基础内部的应力满足材料强度的设计要求，通过向侧边扩展一定底面积的基础。

2.1.12 无筋扩展基础 non-reinforced spread foundation

由砖、毛石、混凝土或毛石混凝土、灰土和三合土等材料组成的，且不需配置钢筋的墙下条形基础或柱下独立基础。

2.1.13 桩基础 pile foundation

由设置于岩土中的桩和连接于桩顶端的承台组成的基础。

2.1.14 支挡结构 retaining structure

使岩土边坡保持稳定、控制位移、主要承受侧向荷载而建造的结构物。

2.1.15 基坑工程 excavation engineering

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挡土结构及地下水控制、环境保护等措施的总称。

【规范释义】

“术语”是指科学技术学科中的专业用语或专门用语。本条共给出 15 个专用术语，修订删节、简化了其他标准已经定义的常用术语。其修订内容如下。

(1) 2011 版规范增加了术语“基坑工程”及其内容。

(2) 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。因此，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。

根据国外有关文献，相应于我国规范中“标准值”的含义可以有特征值、公称值、名义值、标定值四种，在国际标准《结构可靠性总原则》(ISO 2394) 中相应的术语直译为“特征值”(Characteristic Value)，该值的确定可以是统计得出，也可以是传统经验值或某一物理量限定的值。

2011 版规范采用“特征值”一词，用以表示正常使用极限状态计算时采用的地基承载力和单桩承载力的设计使用值，其涵义即为在发挥正常使用功能时所允许采用的抗力设计值，以避免过去一律提“标准值”时所带来的混淆。

第二节 符 号

【规范原文】

2.2.1 作用和作用效应

E_a ——主动土压力；

F_k ——相应于作用的标准组合时，上部结构传至基础顶面的竖向力值；

G_k ——基础自重和基础上的土重；

- M_k ——相应于作用的标准组合时，作用于基础底面的力矩值；
 p_k ——相应于作用的标准组合时，基础底面处的平均压力值；
 p_0 ——基础底面处平均附加压力；
 Q_k ——相应于作用的标准组合时，轴心竖向力作用下桩基中单桩所受竖向力。

2.2.2 抗力和材料性能

- a ——压缩系数；
 c ——黏聚力；
 E_s ——土的压缩模量；
 e ——孔隙比；
 f_a ——修正后的地基承载力特征值；
 f_{ak} ——地基承载力特征值；
 f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值；
 q_{pa} ——桩端土的承载力特征值；
 q_{sa} ——桩周土的摩擦力特征值；
 R_a ——单桩竖向承载力特征值；
 w ——土的含水量；
 w_L ——液限；
 w_p ——塑限；
 γ ——土的重力密度，简称土的重度；
 δ ——填土与挡土墙墙背的摩擦角；
 δ_r ——填土与稳定岩石坡面间的摩擦角；
 θ ——地基的压力扩散角；
 μ ——土与挡土墙基底间的摩擦系数；
 ν ——泊松比；
 φ ——内摩擦角。

2.2.3 几何参数

- A ——基础底面面积；
 b ——基础底面宽度（最小边长）；或力矩作用方向的基础底面边长；
 d ——基础埋置深度，桩身直径；
 h_0 ——基础高度；
 H_f ——自基础底面算起的建筑物高度；
 H_g ——自室外地面算起的建筑物高度；
 L ——房屋长度或沉降缝分隔的单元长度；
 l ——基础底面长度；
 s ——沉降量；
 u ——周边长度；
 z_0 ——标准冻结深度；
 z_n ——地基沉降计算深度；
 β ——边坡对水平面的坡角。

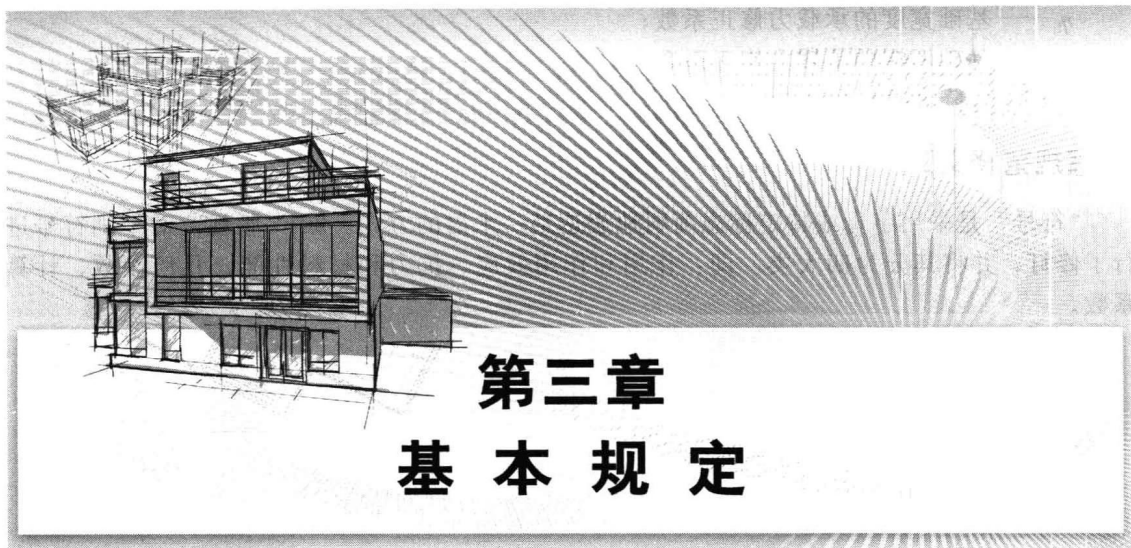
2.2.4 计算系数

- $\bar{\alpha}$ ——平均附加应力系数；

- η_b ——基础宽度的承载力修正系数；
 η_d ——基础埋深的承载力修正系数；
 ψ_s ——沉降计算经验系数。

【规范释义】

“符号”是采用字母或特定标志简明地表达某一术语的方式。2011版规范对个别符号进行了修订，并将其分为四大类，即：作用和作用效应、抗力和材料性能、几何参数、计算系数。



第三章 基本规定

【规范原文】

3.0.1 地基基础设计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分为三个设计等级，设计时应根据具体情况，按表 3.0.1 选用。

表 3.0.1 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一般建筑物 位于复杂地质条件及软土地区的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 周边环境条件复杂、环境保护要求高的基坑工程
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 非软土地区且场地地质条件简单、基坑周边环境条件简单、环境保护要求不高且开挖深度小于 5.0m 的基坑工程

【规范释义】

建筑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。

地基基础设计等级采用三级划分,见表 3.0.1。现对该表做如下重点说明。

在地基基础设计等级为甲级的建筑物中,30 层以上的高层建筑,不论其体型复杂与否

均列入甲级，这是考虑到其高度和重量对地基承载力和变形均有较高要求，采用天然地基往往不能满足设计需要，而需考虑桩基或进行地基处理。体型复杂、层数相差超过10层的高低层连成一体的建筑物是指在平面上和立面上高度变化较大、体型变化复杂，且建于同一整体基础上的高层宾馆、办公楼、商业建筑等建筑物。由于上部荷载大小相差悬殊、结构刚度和构造变化复杂，很易出现地基不均匀变形，为使地基变形不超过建筑物的允许值，地基基础设计的复杂程度和技术难度均较大，有时需要采用多种地基和基础类型或考虑采用地基与基础和上部结构共同作用的变形分析计算来解决不均匀沉降对基础和上部结构的影响问题。大面积的多层地下建筑物存在深基坑开挖的降水、支护和对邻近建筑物可能造成严重不良影响等问题，增加了地基基础设计的复杂性，有些地面以上没有荷载或荷载很小的大面积多层地下建筑物，如地下停车场、商场、运动场等还存在抗地下水浮力的设计问题。复杂地质条件下的坡上建筑物是指坡体岩土的种类、性质、产状和地下水条件变化复杂等对坡体稳定性不利的情况，此时应做坡体稳定性分析，必要时应采取整治措施。对原有工程有较大影响的新建建筑物是指在原有建筑物旁和在地铁、地下隧道、重要地下管道上或旁边新建的建筑物，当新建建筑物对原有工程影响较大时，为保证原有工程的安全和正常使用，增加了地基基础设计的复杂性和难度。场地和地基条件复杂的建筑物是指不良地质现象强烈发育的场地，如泥石流、崩塌、滑坡、岩溶土洞塌陷等，或地质环境恶劣的场地，如地下采空区、地面沉降区、地裂缝地区等，复杂地基是指地基岩土种类和性质变化很大、有古河道或暗浜分布、地基为特殊性岩土，如膨胀土、湿陷性土等，以及地下水对工程影响很大需特殊处理等情况，上述情况均增加了地基基础设计的复杂程度和技术难度。对在复杂地质条件和软土地区开挖较深的基坑工程，基坑支护、开挖和地下水控制等技术复杂、难度较大，挖深大于15m的基坑以及基坑周边环境条件复杂、环境保护要求高时对基坑支挡结构的位移控制严格，也列入甲级。

表3.0.1所列的设计等级为丙级的建筑物是指建筑场地稳定，地基岩土均匀良好、荷载分布均匀的七层及七层以下的民用建筑和一般工业建筑物以及次要的轻型建筑物。

由于情况复杂，设计时应根据建筑物和地基的具体情况参照上述说明确定地基基础的设计等级。

【规范原文】

3.0.2 根据建筑物地基基础设计等级及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：

- 1 所有建筑物的地基计算均应满足承载力计算的有关规定；
- 2 设计等级为甲级、乙级的建筑物，均应按地基变形设计；
- 3 设计等级为丙级的建筑物有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时；
 - 3) 软弱地基上的建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 对经常受水平荷载作用的高层建筑、高耸结构和挡土墙等，以及建造在斜坡上或边坡附近的建筑物和构筑物，尚应验算其稳定性；