

建筑结构新规范系列培训读本

建筑地基基础 设计规范理解与应用

本书编委会 编

JIANZHUDIJIJICHUSHEJIGUIFANLIJIEYUYINGYONG

中国建筑工业出版社

建筑结构新规范系列培训读本

建筑地基基础设计规范 理解与应用

本书编委会 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑地基基础设计规范理解与应用 / 本书编委会编.

北京:中国建筑工程出版社,2004

(建筑结构新规范系列培训读本)

ISBN 7-112-06382-5

I. 建… II. 本… III. 地基—基础(工程)—设计
规范—技术培训—教材 IV. TU47-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 019648 号

建筑结构新规范系列培训读本
建筑地基基础设计规范理解与应用
本书编委会 编

*

中国建筑工程出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
新华书店经销
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:26 字数:630 千字

2004 年 6 月第一版 2004 年 6 月第一次印刷

印数:1—5,000 册 定价:33.00 元

ISBN 7-112-06382-5

TU·5635 (12396)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书根据新的《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)进行编写。
重点介绍了新版规范修订的原则、修订内容、依据及适用范围、本规范与其他相关规范的相互关系等设计人员关心的内容,以便于工程技术人员及设计人员正确理解和应用规范进行工程设计。

本书可供从事岩土工程及相关科研、教学、设计和施工的科技工作者及大专院校师生学习参考。

* * *

责任编辑: 戚大庆 王 跃 王 梅

责任设计: 崔兰萍

责任校对: 刘玉英

本书编委会成员名单

主编：滕延京

成员：(按姓氏笔画排列)

陈如桂 罗宇生 胡岱文 钟 亮 顾晓鲁 顾宝和
侯光瑜 袁内镇 唐杰康 黄求顺 裴 捷 潘秋元

各章执笔人

第1~3章	滕延京		
第4章	郭明田	顾宝和	
第5章	钟 亮		
第6章	罗宇生	胡岱文	黄求顺
第7章	潘秋元		
第8章	侯光瑜	袁内镇	裴 捷
第9章	顾晓鲁	唐杰康	
第10章	陈如桂		

目 录

绪言	1
第一章 总则	4
第二章 术语和符号	6
第三章 基本规定	7
第四章 地基岩土的分类和工程特性指标	12
第一节 岩石的分类	12
第二节 土的分类	19
第三节 土的强度指标	29
第四节 土的变形指标	36
第五节 触探与标准贯入试验	39
第六节 载荷试验	48
第七节 工程特性指标的应用	56
第五章 地基计算	62
第一节 基础埋置深度	62
第二节 承载力计算	69
第三节 变形计算	78
第四节 稳定性计算	87
第六章 山区地基	91
第一节 一般规定	91
第二节 土岩组合地基	91
第三节 压实填土地基	93
第四节 滑坡防治	97
第五节 岩溶与土洞	101
第六节 土质边坡与重力式挡土墙	106
第七节 岩石边坡与岩石锚杆挡墙	116
第七章 软弱地基	125
第一节 概述	125

第二节 使建筑结构适应地基变形的措施	129
第三节 减少地基变形的措施	135
第四节 大面积地面荷载问题	141
第五节 软弱地基的处理	149
第八章 基础	163
第一节 无筋扩展基础	163
第二节 扩展基础	165
第三节 柱下条形基础	177
第四节 高层建筑筏形基础	181
第五节 桩基础	198
第九章 基坑工程	260
第一节 一般规定	260
第二节 设计计算	277
第三节 地下连续墙与逆作法	301
第十章 检测与监测	338
第一节 检验	338
第二节 监测	390

绪 言

根据建设部 97 建标字 108 号文,由中国建筑科学研究院对《建筑地基基础设计规范》GBJ 7—89 进行全面修订。参加修订工作的单位为:天津大学、浙江大学、同济大学、重庆建筑大学、太原理工大学、建设部建筑设计院、北京市建筑设计研究院、北京市勘察设计研究院、上海市建筑设计研究院、建设部综合勘察设计研究院、中南建筑设计院、广西建筑综合设计研究院、辽宁省建筑设计研究院、云南省设计院、陕西省建筑科学研究院、天津市建筑科学研究院、湖北省建筑科研设计院、福建省建筑科学研究院、四川省建筑科学研究院、甘肃省建筑科学研究院。1998 年 1 月,由于修订工作需要,增加广州市建筑科学研究院、广东省基础工程公司两单位参加修订工作。修订组成员共 27 人。

修订工作三年以来,共召开修订组全体会议 6 次,大型研讨会 2 次,专题研讨会 9 次,与相关规范标准协调会 4 次。修订组对所有重要的修订内容进行了深入细致的反复讨论,并与相关标准规范取得基本一致的意见。1998 年底,提出了《建筑地基基础设计规范》初稿,1999 年底提出了《建筑地基基础设计规范》讨论稿,2000 年 6 月提出了《建筑地基基础设计规范》征求意见稿。规范征求意见稿发往全国 132 个单位(其中设计院 62 个,科研单位 40 个,高等院校 26 个,施工企业 4 个)广泛征求意见,共征集到 43 个单位和个人对规范修订的意见和建议 441 条。

对征求意见稿的反馈意见和建议作了逐条研究,明确了规范修订的全部内容,于 2000 年 11 月形成了《建筑地基基础设计规范》送审稿和“回函处理意见”两个文件。2001 年 2 月 19 日至 2 月 21 日国家标准《建筑地基基础设计规范》修订送审稿审查会在北京召开。会议由建设部标准定额司主持。由容柏生院士为主任、徐正忠研究员为副主任的 16 人审查委员会进行了认真审查。

审查委员一致肯定了本规范的修订工作,认为修订后的《建筑地基基础设计规范》明确了地基和基础设计中承载力极限状态和正常使用极限状态的使用范围和计算方法,强调按变形控制设计的原则,满足建筑物使用功能的要求。增订的基坑开挖与支护工程、岩石边坡、筏形基础等设计内容,能满足工程实践的需要;增订的质量检验与施工监测等内容,为保证工程质量、提高设计水平创造了条件;增订的高层建筑基础变形有限压缩层计算,深基坑开挖地基回弹变形计算、桩基沉降计算等内容,完善充实了原规范,使地基基础设计更加合理、便于操作。采用按试验和计算相结合确定地基承载力特征值的规定更为合理。修订内容反映了我国地基基础设计的特点和技术先进性。与国外同类规范相比,总体上达到国际先进水平。

会后规范修订组对审查意见逐条进行了认真地讨论,提出了具体修改意见。与相关规范进行了协调,特别是混凝土设计规范、统一标准等在设计使用年限、结构重要性系数、基础抗剪与抗冲切设计计算、符号方面等进行了协调工作,取得了基本一致的修改意见。按协调意见又作了相应的修改,最后经审查定稿。

本次规范修订遵循以下原则:

1. 参考国际上地基基础设计标准规范的现状和发展趋势,遵循国际惯例,逐步与先进国际标准规范接轨。

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. 补充原设计规范的空缺,完善充实原设计规范中的部分内容。

4. 强调按变形控制设计地基基础的重要性,提出相关勘察、设计、检验的方法和措施。

规范主要修订内容:

1. 地基基础设计分为 3 个设计等级,对 3 个设计等级的建筑物地基基础提出勘察、设计要求。

2. 细化岩石的分类。

3. 明确地基基础设计等级为甲级、乙级建筑物按地基变形计算的原则范围。

4. 明确地基基础设计所采用的荷载效应最不利组合。

5. 确定基础埋深必须考虑地基的冻胀性。地基的冻胀性分为不冻胀、弱冻胀、冻胀、强冻胀和特强冻胀 5 类。

6. 增加有限压缩层地基变形计算内容。

7. 增加地基回弹变形计算内容。

8. 增加岩石边坡支护设计内容。

9. 增加复合地基处理内容。

10. 增加高层建筑筏形基础设计内容。

11. 增加桩基础沉降计算内容。

12. 增加基坑工程一章,提出基坑工程设计一般规定、设计计算、地下连续墙及逆作法施工的设计原则。

13. 增加检验与监测一章。提出地基基础设计质量检验与施工监测的基本内容。

14. 取消壳体基础设计的规定。

修订后的《建筑地基基础设计规范》共 10 章 22 个附录,包括总则、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、检验与监测等。

任何建筑物的地基基础设计都应满足地基承载力,变形和稳定要求。所谓地基承载力是指由地基土载荷试验测定的地基土压力变形曲线上规定的变形所对应的应力值,或由土的抗剪强度确定。根据其取值确定的基础埋深和基底面积,要满足正常使用极限状态下建筑物的变形和稳定要求。所谓地基变形,是指建筑物的整体沉降量,倾斜值和差异沉降,其限值要满足建筑物的功能和使用要求。所谓地基稳定是要保证建筑物承载能力极限状态下的安全性,防止整体倾覆和滑移。对于基础设计,还要满足结构强度(抗弯、抗剪、抗冲切验算)和变形要求。

我国《建筑地基基础设计规范》已有两版,1974 年版和 1989 年版,此次修订的为 2002 年版。新规范是在原有基础上总结科研和工程实践经验基础上制订的,代表了我国地基基础设计的先进水平。工程实践永远是规范编制的基础,规范修订要给新技术发展的空间。20 世纪 80 年代末开始的复合地基处理技术的工程实践,已使该技术设计理论逐渐成熟,大

量应用于高层和多层建筑地基处理;20 世纪 90 年代开始大量使用的深基坑支护技术,高层建筑筏板设计的工程实践也需要对它们的设计加以规范。此次规范修订已把这些成熟的经验写入,使这些新技术能在工程实践中正常使用。然而由于地质条件的复杂性和科研水平的限制,地基基础的设计计算方法并不能完全解决地基基础的全部问题,许多问题还要靠构造措施和信息法施工解决;同时工程建设的需要也会对地基基础设计提出新的问题需要加以解决。因此地基基础设计规范会随着工程需要和科研工作的深化不断进行修订,增加相应的内容,充实完善。

为了便于工程技术人员正确理解和应用 2002 年版规范,请参加规范编制的编委编写本书,将规范条文和编制说明的有关情况介绍给大家,使设计人员正确理解和应用规范进行工程设计。本书可供从事岩土工程及相关科研、教学、设计和施工的科技工作者以及大专院校师生学习参考。

由于时间仓促,编写错误在所难免,敬请来函来信,主编单位均会作出满意答复。

第一章 总 则

《建筑地基基础设计规范》总则的内容包括以下四个方面内容：

1. 地基基础设计的总原则

地基基础设计的总原则是：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。

国家规范制定的不同时期，体现了国家当时的技术经济水平。“安全适用、技术先进、经济合理”随时代发展、科技进步和经济实力提高在不同时期的内容也在不断变化，地基基础设计规范目前已有1974年版、1989年版、2002年版三个版本。1974年版规范是按照安全系数法制定的，地基设计承载力允许值和极限值的安全系数采用2.0；1989年版规范采用了概率极限状态设计方法，通过与1974年版安全系数2.0的校准，制定了分项安全系数，由于地基可靠度研究水平的限制，没有制定地基基础设计的 β 值水平；2002年版地基基础设计规范，提出了按变形控制设计的原则，区分了地基基础设计中概率极限状态设计方法的荷载组合条件和适用范围，使地基基础设计的总原则更加明确。

任何建筑物都通过基础，将上部结构的各种作用传给地基，建筑地基的功能要保证建筑物的稳定和正常使用功能。《建筑结构设计统一标准》对结构设计应满足的功能要求作了如下规定：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)在正常使用时具有良好的工作性能；3)在正常维护下具有足够的耐久性；4)在偶然事件发生时及发生后，仍然保持必需的整体稳定。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。

因此，地基基础设计应注意区分上述两种功能要求，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物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且不均匀所造成的。故在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，才不进行变形计算。

本次规范修订在地基基础设计中增加了耐久性设计内容，对基础设计提高了可靠度指标，包括结构重要性 γ_0 取值，混凝土强度指标，钢筋保护层厚度等，望广大设计人员注意。

2. 地基基础设计的技术先进性，施工可行性和经济性指标

地基土随成因、应力历史、颗粒组成、化学成分等不同，即使原位测试指标相同，其力学性质也有很大差异；同时在同一地基内，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。本规范对总的设计原则、计算均作出了通用规定，也给出了许多参数，各地区可根据土的特性，地质情况作具体补充。本次规范修订取消了地基承载力表，主要基于下列原因：1)国家规范的地基承载力表，是在

全国统计意义上的数值,不能充分反映地区土的特性差异;2)由于土的应力历史给工程特性带来的影响,在承载力表中无法表达,必须强调原位测试和室内试验结合工程经验综合确定的原则;3)地基承载力表的承载力值,在全国大部分地区使用,基本吻合或偏于保守,但也不排除在某些地区可能不安全。

地基基础设计水平评价,应该采用技术经济评价方法,即技术先进性、施工可行性和经济指标。各地区的原材料情况、成熟施工技术和设备情况的各异,必须因地制宜,一部好的地基基础设计成果,必须满足技术先进、施工可行、经济三项指标。

3. 本规范的适用范围

中国幅员广阔,湿陷性黄土、膨胀土、多年冻土等特殊土分布各异。根据多年建设经验,已编制了湿陷性黄土设计规范、膨胀土设计规范、冻土地基设计规范等。本规范基于这种情况,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,对于特殊土地基基础设计应符合相应规范的规定,地基基础抗震原则列入抗震设计规范,机械动力基础设计列入动力基础设计规范。

这里指出,某些特殊土地基设计,如盐渍土地基基础设计还没有专门规范规定,在这些特殊土地基的基础设计应根据原位测试结果和当地工程经验,结合工程特性要求进行设计。

4. 地基基础设计规范与相关规范的协调原则

2002年版国家规范修订,相应的规范均有重大原则调整,地基基础设计规范已结合相关规范,修订时作为通用原则,不作重复。所以《建筑地基基础设计规范》的使用条件,必须结合相应规范配套使用,荷载取值应符合《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定;基础的计算尚应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010和《砌体结构设计规范》GB 50003的规定。其他结构的地基基础设计,应结合结构特性和对变形的适应能力,满足相关规范标准的要求。本次规范修订,已全面列入耐久性设计概念,对设计结构及设计使用年限作出了规定,地基基础设计规范这方面已作了相应规定,本规范设计使用年限50年,结构重要性系数不能小于1.0,其他有关构造要求见具体条文。

地基基础设计计算结果的安全性,对于基础材料来说应满足弯、剪、冲切要求,计算方法的适用性十分重要,计算结果在充分满足结构地基反力,变形协调条件时,对基础材料的验算才是安全的,设计人员应充分考虑这一点,用结构、基础、地基共同作用的概念和满足建筑在长期荷载作用下,地基的变形对上部结构的影响程度精心设计、精心施工。

第二章 术语和符号

《建筑地基基础设计规范》是国家强制性标准。为了统一术语、符号,减少设计人员理解的困难,本次规范修订按照国际标准的术语表达和对符号使用的惯例,对术语和符号进行了规范。

任何建筑物都要通过地基将其支承在土体或岩体上,将结构所承受的各种作用传递到地基上的结构组成部分称为基础。自然土体(或岩体)形成的地基称为天然地基,经过人工处理的地基称为人工地基。基础按其结构形式可分为无筋扩展基础(刚性基础)、扩展基础(钢筋混凝土独立基础或条基)、柱下条形基础、箱形基础、筏形基础、桩基础、岩石锚杆基础等。

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。

本次修订采用“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。任何一个物理量采用“标准值”作为特征值,应是在一定可靠度指标下,经过概率统计方法确定的值。本次修订的地基基础设计规范中地基土工程特性指标的代表值分别采用标准值、平均值和特征值,抗剪强度指标应取标准值,压缩性指标应取平均值,载荷试验承载力应取特征值。

“复合地基”一词从 20 世纪 60 年代开始使用以来,国内科研人员也作了若干工作,但作为基本概念,国内学术界仍有不同的认识。初期,复合地基主要是指在天然地基中设置碎石桩以及石灰桩、搅拌桩形成的人工地基,随着加固体粘结特性的增强,国内又研制了各类强度的混凝土桩形成的复合地基。随着土工合成材料在工程建设中的广泛应用,又出现了水平向增强体复合地基的概念。为了满足工程界对复合地基设计的需求,本次规范修订引入“复合地基”术语,规定对于建筑工程使用的“复合地基”概念为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。因此,对于地基土为欠固结土、膨胀土、湿陷性黄土、可液化土等特殊土时,设计时要综合考虑土体的特殊性质,选用适当的增量体和施工工艺,保证在建筑物正常使用期间,地基土和增强体共同承担荷载的设计要求。

第三章 基本规定

一、按变形控制设计的总原则

《建筑结构设计统一标准》对结构设计应满足的功能要求作了如下规定: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. 在正常使用时具有良好的工作性能;3. 在正常维护下具有足够的耐久性;4. 在偶然事件发生时及发生后,仍能保持必须的整体稳定。因此地基设计时根据地基工作状态应当考虑:

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。

因此,地基基础设计应注意区分上述两种功能要求,在满足第一功能要求时,地基承载力选取应以不使地基中出现过大塑性变形为原则,同时考虑在此条件下各类建筑可能出现的变形特征和变形量。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。地基基础设计按变形控制的总原则已成为工程界认可正确的地基基础设计原则。

本次规范修订,明确提出了地基基础设计应该满足的基本要求:根据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,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. 规范中表 3.0.2 所列范围内设计等级为丙级的建筑物可不作变形验算,如有下列情况之一时,仍应作变形验算:
 - 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) 相邻建筑距离过近,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。
5. 基坑工程应进行稳定性验算。
6. 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,尚应进行抗浮验算。

建筑地基的稳定性与建筑物体型、高度、基础、埋深、地下水情况以及场地条件密切相关。在一般水平分层地基上,满足基础埋深要求的中低层建筑物可以满足稳定性要求。但对于高层建筑、高耸结构物、挡土墙等,以及斜坡或边坡附近的建(构)筑物,必须验算其稳定性。目前随着地下空间开发功能要求,地下车库、地下商场以及地铁建设的需要,某些地下

建筑的基础埋深已大大超过周围相邻建筑物的基础埋深,如果相邻距离过小(例如不满足规范中表 7.3.3 条的条件时),地下建筑在施工期间和使用期间,必须验算周围建筑物的稳定性。主裙楼一体结构,当采用沉降缝控制主裙楼差异沉降时,沉降缝将大大削弱,主体结构的固端约束,在不增加主体结构基础埋深时,也必须验算主体结构的地基稳定性。

随着地下空间开发利用的需要,基坑工程在整个建筑工程中投资比例日益增大,超深超大基坑工程,例如长宽尺寸超过 100m、深度超过 15m 的基坑已屡见不鲜。基坑支护设计有其特殊性,例如由于土方开挖卸荷及降水引起的对周围环境及建筑物的影响,基坑工程设计与施工密切相关性,土方开挖的每一个步骤都是稳定性必须满足的阶段等。基坑工程一般又是临时的施工措施,许多工程由于经验性考虑,设计安全度不足,基坑工程事故率较高,而且损失较大,必须引起重视。本次规范修订增加了基坑工程一章,目的是强化设计原则,避免基坑工程设计失误。

二、地基基础设计两种极限状态的荷载组合和抗力条件

《建筑地基基础设计规范》目前已有三个版本:1974 年版规范是安全系数法的设计准则;1989 年版规范第一次采用了概率极限状态设计方法;2000 年版规范在 1989 年版规范基础上根据地基特征和国内外概率极限状态设计方法及对地基基础设计研究的现状,进行了修订。

表 3-1 列出了本次规范确定的地基基础设计两种极限状态的荷载组合条件和使用范围。

地基基础设计两种极限状态荷载组合和使用范围 表 3-1

设计状态	荷载组合	设计对象	适用范围
承载力 极限状态	基本组合或简化基本组合	基础	基础的高、剪、冲切计算
		地基	滑移、倾覆或稳定问题
正常使用 极限状态	标准组合 频遇组合 准永久组合	基础	裂缝宽度等
		地基	沉降、差异沉降、倾斜等

根据地基材料特性(地基土承载力与土的成因、成分、应力历史、基础埋深、基础宽度、地下水情况等密切相关)和国际标准中地基设计的方法,本次规范对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。规范 3.0.4 条第一款,明确表达了这一设计原则:

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效应应按正常使用极限状态下荷载效应的标准组合,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。

对于基础设计,应采用材料规范的设计方法。规范 3.0.4 条第 4 款表达了这一原则:

在确定基础或桩台高度、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效应组合和相应的基底反力,应按承载能力极限状态下荷载效应的基本组合,采用相应的分项系数。

对于地基的滑移、倾覆和稳定问题,属于承载能力极限状态的范围,由于地基材料特性既影响荷载,又影响抗力,为避免设计人员的理解错误,在上述计算中仍采用国际上通用的计算方法,即规范 3.0.4 条第三款的规定:

计算挡土墙土压力、地基或斜坡稳定及滑坡推力时,荷载效应应按承载能力极限状态下荷载效应的基本组合,但其分项系数均为 1.0。

三、国际上地基基础设计采用的设计原则和分项安全系数取值

表 3-2 列出了目前可以收集到的国外规范地基基础的设计原则。

有关国外规范的地基基础设计原则			表 3-2
国 家	规 范	地基基础设计原则	
中 国	《建筑地基基础设计规范》 GB 50007—2002	变形控制,控制地基不产生过大塑性区,场地稳定按承载力极限状态计算,分项系数取 1.0	
欧 洲	《岩土工程设计》 E ₇ —7 97 版	满足最终极限状态场地稳定和地基强度条件,满足使用极限状态的变形要求	
美 国	《钢筋混凝土房屋建筑规范》 ACI 92 版	基础底面积或桩数及其排列,应取决于经由基础传至土或桩上的力和力矩(均不乘荷载系数)以及按土力学原理选定的土的允许压力或桩的允许承载力	
前 苏 联	《房屋及建筑地基》 CHNII 2.02.01—88 版	所有地基都可按变形计算,但对第 2.3 条的规定情况,则按承载力计算。 第 2.3 条 对于下列情况,地基应按承载力进行计算: a. 在传递水平荷载(其中包括地震)很大的地基上(挡土墙,有水平推力的结构物基础等); b. 位于斜坡或边坡附近的建筑物; c. 按第 2.61 条规定的复杂土层的地基; d. 复杂的岩土地基	
丹 麦	《基础工程实用规范 36 号报告》 85 版	基础结构应对破坏极限状态及使用极限状态均进行检验	
日 本	《建筑基础构造设计指南》88 版	对于基础设计应该使地基的强度和变形两者均不超过允许值	

表 3-3 列出了国外规范对地基基础设计采用的荷载分项安全系数取值。

有关国外规范地基基础设计采用的荷载分项系数表							表 3-3
规范	荷载分项系数			规范	荷载分项系数		
	地基强度	地基变形	基础设计		地基强度	地基变形	基础设计
中国	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.35$ (或 1.2)	丹麦	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.0$
	$\gamma_Q=1.0$	$\gamma_Q=1.0$	$\gamma_Q=1.4$		$\gamma_Q=1.3$	$\gamma_Q=1.0$	$\gamma_Q=1.3$
欧洲	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.30$	日本	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.0$
	$\gamma_Q=1.3$ (或 1.5)	$\gamma_Q=1.0$	$\gamma_Q=1.5$		$\gamma_Q=1.0$	$\gamma_Q=1.0$	$\gamma_Q=1.0$
美国	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.0$	$\gamma_G=1.4$				
	$\gamma_Q=1.0$	$\gamma_Q=1.0$	$\gamma_Q=1.7$				

从上述表中的内容可以看出,虽然有关国家规范对地基基础设计原则表达不尽相同,在地基承载力设计中永久荷载分项安全系数均采用 1.0;在地基变形设计中永久荷载和可变荷载分项安全系数均采用 1.0;在基础设计中分别采用不同的永久荷载和可变荷载分项安全系数。

本次国家标准规范修订,已全面引入了耐久性设计原则。对于建筑工程和构筑物规定了按耐久性设计的结构设计使用年限分为:1~5 年的临时建筑、15~20 年的建筑构件、50 年的建筑及其构件、100 年及以上的建筑物及其构件。对于房屋建筑地基基础设计,规范规定地基基础结构设计正常使用年限与房屋结构及其构件一致,以 50 年寿命期制定规范的设计计算原则。对于不同设计使用年限的建筑物基础设计,构造要求、材料最低强度等级、钢筋保护层、钢筋锚固长度都依据材料规范要求进行了调整。例如对于混凝土基础构件,混凝土最低强度等级不得低于 C20(Ⅱa 类环境)等。

根据适当提高我国规范设计可靠度的要求,对荷载分项安全系数取值、材料抗力设计取值以及最小配筋率等也相应作了调整,对设计计算表达式也增加了调整系数,例如对混凝土抗冲切、抗剪增加了截面高度影响系数 β_{hp} 、 β_{hs} ,对高层建筑筏形基础柱下冲切增加了柱截面尺寸参数 β_s ,内筒冲切增加了内筒冲切临界截面调整影响系数 η 等。

本次规范修订过程中对国家规范的定位也进行了若干研讨,确定了国家规范界定为保证安全使用的最低界限标准(即不满足规范可能产生影响安全使用的问题),对高于规范规定的设计要求应由市场和业主确定。对规范的使用术语也进行了相应调整,例如对于结构重要性系数,《混凝土结构设计规范》规定为不应小于 0.9、1.0、1.1,对于地基基础设计规范则规定结构重要性系数 γ_0 不应小于 1.0。

本次规范是依照 $\gamma_0=1.0$ 进行的工程试算和校准。

四、为提高设计质量减少失误的设计原则

地基基础设计,应考虑上部结构和地基基础的共同作用,对建筑体型、荷载情况、结构类型和地质条件进行综合分析,确定合理的建筑措施、结构措施和地基处理方法。为了满足各类建筑物的设计要求,提高设计质量,减少设计失误,本次规范修订根据地基变形、建筑物规模和功能特点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,将地基基础设计分为 3 个设计等级,对不同设计等级的建筑物地基基础设计对地基承载力取值方法、勘探要求、变形控制原则等在有关条文里进行了规定。

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,如规范中表 3.0.1。现对该表作如下重点说明:

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,而须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,很容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