

///

全国普通高等院校**土木工程类**
实用创新型系列规划教材

基础工程 设计原理

白晓红 主编



科学出版社

www.sciencepress.com

中国科学院教材建设专家委员会教材建设立项项目

全国普通高等院校土木工程类**实用创新型**系列规划教材



基础工程设计原理

白晓红 主 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍了地基勘察和基础工程设计计算的一般原理及方法,重点讨论了浅基础、桩基础的常规设计计算及施工要求,简要介绍了目前我国常用的各种软弱土地基处理技术,并对特殊土地基、基坑支护以及地震区地基等进行了讨论。各章均附有思考题及习题,以便于学生掌握所学内容。本书概念清楚、层次分明、重点突出、实用性强,同时适当吸取了目前国内外的新理论、新技术。

本书可作为高等学校土木工程专业的教材,又可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础工程设计原理/白晓红主编. —北京:科学出版社,2005
全国普通高等院校土木工程类实用创新型系列规划教材
ISBN 7-03-015560-2

I. 基… II. 白 III. 房屋建筑学-高等学校:技术学校-教材 IV. TU22
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 040412 号

责任编辑:童安齐 何舒民 / 责任校对:刘彦妮
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年7月第一版 开本:787×1092 1/16

2005年7月第一次印刷 印张:20 1/2

印数:1—3 000 字数:46 000

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026(HA03)

全国普通高等院校土木工程类实用创新型 系列规划教材

编 委 会

主 任 霍 达

副主任 (按姓氏笔画排序)

周 云 阎兴华 童安齐

秘书长 张志清

委 员 (按姓氏笔画排序)

白晓红 石振武 刘继明 何淅淅 何舒民

张文福 张延庆 张志清 沈 建 周 云

周亦唐 宗 兰 徐向荣 阎兴华 翁维素

傅传国 程赫明 韩建平 童安齐 雷宏刚

霍 达

前 言

我国高等教育事业的迅速发展,对高等应用型人才的培养提出了更高的要求,然而现有的高等院校本科教材体系在实用性、适用性、针对性等方面仍存在许多问题,难以满足教学需要,基于此,我们编写了本书。

本书依据我国高等学校土木工程专业本科教育培养目标和方案以及基础工程课程教学大纲要求编写,力求在内容设置和编写中结合土木工程专业人才培养特点,突出实用、创新及时代特色。

本书共分为八章,其中绪论、第 2.7 节由太原理工大学白晓红编写,第一、六章由郑州大学刘忠玉编写,第 2.1 节~2.6 节由北京工业大学卢清国编写,第三章由太原大学陈东佐编写,第四章由太原理工大学贺武斌编写,第五、七、八章由昆明理工大学陈颖辉编写。本书由白晓红统稿,武汉大学王钊主审。

本书在编写过程中引用了许多专家、学者在教学、科研、设计和施工中积累的资料,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

前言	
绪论	1
0.1 地基和基础	1
0.1.1 地基与基础的概念	1
0.1.2 地基应满足的基本条件	1
0.2 基础工程的作用	2
0.2.1 基础工程的学科地位	2
0.2.2 基础工程今后的发展方向	2
0.3 本课程的特点及学习方法	3
0.3.1 本课程的主要内容	3
0.3.2 本课程与其他课程的关系	3
0.3.3 本课程的学习方法	3
第一章 地基勘察	5
1.1 地基勘察的目的和任务	5
1.1.1 地基勘察的目的和任务	5
1.1.2 地基勘察与岩土工程勘察等级的关系	6
1.1.3 地基勘察基本要求	7
1.1.4 勘察任务书	9
1.2 地基勘察方法	10
1.2.1 测绘与调查	10
1.2.2 勘探方法	11
1.2.3 测试工作及参数整理	18
1.3 地基勘察报告	22
1.3.1 勘察报告的编制	22
1.3.2 勘察报告实例	23
思考题	30
第二章 天然地基上的浅基础	31
2.1 基础设计的内容和方法	31
2.1.1 基础设计的等级	32
2.1.2 基础材料	32
2.1.3 浅基础设计的基本原则和内容	34
2.2 浅基础的分类	38
2.3 基础埋置深度的选择	44

2.4 地基承载力的确定	50
2.4.1 用现场载荷试验确定持力层地基承载力	51
2.4.2 按理论公式计算	52
2.4.3 用现场原位触探试验确定	53
2.4.4 凭建筑经验确定	53
2.4.5 承载力特征值的修正	54
2.5 基础底面尺寸的确定	55
2.5.1 根据持力层承载力确定基底尺寸	55
2.5.2 刚性基础高度的确定	58
2.5.3 软弱下卧层承载力验算	58
2.6 地基变形与稳定验算	61
2.6.1 地基的变形验算	61
2.6.2 滑动和倾覆稳定性的验算	62
2.7 减轻地基不均匀沉降危害的措施	63
2.7.1 建筑措施	63
2.7.2 结构措施	66
2.7.3 施工措施	67
思考题	67
习题	67
第三章 浅基础结构设计与计算	69
3.1 无筋扩展基础	69
3.1.1 无筋扩展基础的概念及设计步骤	69
3.1.2 灰土基础和三合土基础	70
3.1.3 毛石基础	70
3.1.4 砖基础	70
3.1.5 混凝土和毛石混凝土基础	71
3.2 钢筋混凝土扩展基础	73
3.2.1 钢筋混凝土扩展基础的概念及设计步骤	73
3.2.2 扩展基础的构造要求	74
3.2.3 钢筋混凝土扩展基础的设计计算	78
3.3 柱下钢筋混凝土条形基础	86
3.3.1 概述	86
3.3.2 柱下钢筋混凝土条形基础的概念及设计内容	87
3.3.3 柱下钢筋混凝土条形基础的构造要求	87
3.3.4 柱下条形基础的内力分析	89
3.3.5 柱下条形基础内力简化算法	90
3.3.6 文克尔地基上梁的计算	95
3.4 柱下十字交叉钢筋混凝土条形基础	101

3.4.1	柱下十字交叉钢筋混凝土条形基础的概念	101
3.4.2	节点荷载分配原则	102
3.5	筏形基础	104
3.5.1	筏形基础的类型和特点	104
3.5.2	筏形基础的构造要求	104
3.5.3	筏形基础的设计内容和一般要求	106
3.5.4	筏形基础的内力计算	107
3.5.5	筏形基础结构承载力计算	109
3.6	箱形基础	109
3.6.1	箱形基础的特点、适用范围	109
3.6.2	箱形基础的埋置深度	110
3.6.3	箱形基础的构造要求	110
3.6.4	箱形基础地基计算	112
3.6.5	箱形基础基底反力计算	112
3.6.6	箱形基础内力分析	113
3.6.7	箱形基础结构强度计算	115
	思考题	115
	习题	116
第四章	桩基础与其他深基础	117
4.1	概述	117
4.2	桩的类型	118
4.2.1	按桩体材料分类	118
4.2.2	按施工方法分类	119
4.2.3	按功用分类	122
4.3	单桩竖向承载力	123
4.3.1	单桩轴向荷载的传递	123
4.3.2	单桩竖向抗压承载力	126
4.3.3	单桩竖向抗拔承载力	129
4.3.4	桩的负摩擦力	130
4.4	群桩竖向承载力与变形	132
4.4.1	群桩效应	132
4.4.2	群桩的竖向承载力	133
4.4.3	群桩基础沉降计算	134
4.5	桩的水平承载力	138
4.5.1	单桩水平承载力	138
4.5.2	群桩水平承载力	144
4.6	桩基础的常规设计	145
4.6.1	桩基础的设计原则和内容	145

4.6.2	桩型选择与布置	146
4.6.3	桩的设计与验算	148
4.6.4	承台设计	150
4.6.5	构造要求	154
4.7	桩基工程的施工与检测	158
4.7.1	钢筋混凝土预制桩施工	158
4.7.2	钢筋混凝土灌注桩施工	159
4.7.3	桩基工程检测	160
4.8	沉井基础	164
4.8.1	沉井的类型及基本构造	164
4.8.2	沉井的设计与计算	166
4.8.3	沉井的施工	175
4.9	墩基础	177
4.9.1	墩基础的类型与特点	177
4.9.2	墩基础的设计	179
4.9.3	墩基础的施工与检测	184
4.10	地下连续墙	186
4.10.1	地下连续墙的设计与计算	186
4.10.2	地下连续墙的施工	189
思考题		193
习题		194
第五章 特殊土地基		195
5.1	概述	195
5.2	湿陷性黄土地基	195
5.2.1	黄土(loess)的特征和分布	195
5.2.2	黄土湿陷发生原因及影响因素	196
5.2.3	黄土地基的湿陷性评价及勘察要求	197
5.2.4	湿陷性黄土地基的工程措施	201
5.3	膨胀土地基	202
5.3.1	膨胀土的特征及对建筑物的破坏	202
5.3.2	影响膨胀土胀缩变形的主要因素	203
5.3.3	膨胀土地基勘察和评价	203
5.3.4	膨胀土地基计算和工程措施	206
5.4	红黏土地基	208
5.4.1	红黏土的形成和分布	208
5.4.2	红黏土的工程地质特征	209
5.4.3	红黏土地基评价与地基处理	210
思考题		210

习题	210
第六章 地基处理技术	212
6.1 概述	212
6.1.1 软弱地基与不良地基	212
6.1.2 地基处理方法的选择	214
6.1.3 地基处理施工注意事项	215
6.2 机械压实法	215
6.2.1 机械碾压法	215
6.2.2 振动压实法	216
6.2.3 重锤夯实法	217
6.2.4 强夯法	217
6.3 换填垫层法	221
6.3.1 换填垫层法的适用范围	221
6.3.2 换填垫层的作用	221
6.3.3 垫层设计	222
6.3.4 垫层施工要点	222
6.3.5 质量检验	228
6.4 复合地基法	229
6.4.1 复合地基理论	229
6.4.2 砂石桩法	231
6.4.3 水泥粉煤灰碎石桩法	234
6.4.4 水泥土搅拌法	238
6.5 预压法	242
6.5.1 预压法的原理与应用条件	243
6.5.2 堆载预压法	244
6.5.3 真空预压法	250
6.5.4 质量检验	252
思考题	252
习题	253
第七章 基坑支护工程	254
7.1 概述	254
7.1.1 基坑支护结构	254
7.1.2 基坑工程特点	255
7.1.3 基坑支护工程设计原则和设计内容	256
7.1.4 作用于支护结构上的荷载及土压力计算	257
7.2 基坑支护结构类型	258
7.2.1 常用支护结构形式	258
7.2.2 基坑支护形式选择	258

7.3 基坑支护结构设计	262
7.4 基坑稳定验算	281
7.4.1 概述	281
7.4.2 基坑整体稳定性验算	282
7.4.3 基坑隆起验算	282
7.4.4 基坑渗流稳定性验算	283
7.5 基坑工程施工对环境的影响	284
7.5.1 基坑工程环境效应	284
7.5.2 基坑变形对环境安全的影响及变形控制标准	285
7.5.3 环境保护的措施	286
7.6 基坑现场监测与信息化施工	288
7.6.1 基坑现场监测	289
7.6.2 基坑信息化施工	290
思考题	290
习题	291
第八章 地基基础抗震设计	292
8.1 概述	292
8.2 地震与场地特性	294
8.3 地基基础的震害现象	299
8.4 地基基础的抗震设计	303
思考题	313
习题	314
参考文献	315

绪 论

0.1 地基和基础

0.1.1 地基与基础的概念

任何一个建(构)筑物都不是空中楼阁,无论以何种方式,其全部荷重都要传递到地球表面,由地球表面的地层来承担。受建(构)筑物荷重影响的那一部分地层称为地基(subgrade, foundation soil)。建(构)筑物一般是由上部结构和下部结构两部分组成的。支撑上部结构荷载并将其传给地层中地基的下部结构称为基础(foundation),基础起着承上启下的作用(如图 0.1 所示)。基础底面至地面的距离,称为基础的埋置深度(embeded depth of foundation),图 0.1 中的 d 简称为埋深。直接支撑基础的地层称为持力层(bearing stratum),在持力层下方的地层称为下卧层(substratum)。受基础荷载影响的地层深度是有限的,一般为基础宽度的几倍,不适用于深基础。

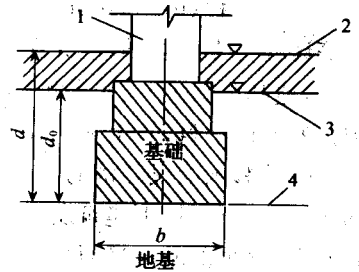


图 0.1 柱或墙的基础与地基

1. 上部结构; 2. 设计地面;
3. 天然地面; 4. 基础底面

基础将上部结构荷载传给地基,是工程结构的重要组成部分。基础按埋深可分为两类,即浅基础(shallow foundation)和深基础(deep foundation)。埋深不大于 5m 或埋深与基础底面宽度之比小于 1、只需简单施工程序就可以建造起来的基础称为浅基础;而埋深较深、且需要特殊方法施工的基础称为深基础,如桩基础、墩基础、沉井、地下连续墙、筏板带桩基础、箱基带桩基础等。

地基是地层的一部分。地层包括岩层和土层,因此地基有岩石地基和土质地基之别。无论是岩层还是土层都是自然界的产物。一旦拟建场地确定,人们对其地质条件便没有选择的余地,只能尽可能的对它进行了解,并合理地利用或处理。对于那些开挖基坑后就可以直接修筑基础的地基,称为天然地基(natural foundation);对那些不能满足要求、需要进行人工处理的地基称为人工地基(artificial foundation)。

0.1.2 地基应满足的基本条件

为了建(构)筑物的安全和正常使用,地基基础设计必须满足下列两个基本条件:

1) 地基的强度条件。要求作用于地基的荷载不得超过地基的承载能力,保证地基不发生整体强度破坏;地基的土(岩)体必须稳定,保证在建(构)筑物使用期间,不发生开裂、滑动和塌陷等有害现象。

2) 地基的变形条件。控制基础的沉降不超过地基的容许变形值,保证建(构)筑物不因地基变形而损坏或影响其正常使用。

在荷载作用下,建(构)筑物的地基、基础和上部结构三部分互相制约、共同工作。对于特定的建筑物,采用何种类型的地基、配合何种形式的基础,是建筑物设计最基本的问题之一。设计时应根据场地地质勘察资料,综合考虑地基、基础、上部结构的相互作用与当地施工水平及场地施工条件,通过技术经济比较,选取安全可靠、经济合理、技术先进、保护环境的地基基础方案。

0.2 基础工程的作用

0.2.1 基础工程的学科地位

基础工程(foundation engineering)是以土力学、建筑材料、钢筋混凝土结构、建筑施工等课程为专业基础,研究在各种可能荷载及其组合作用及一定工程地质条件和环境条件下,地基基础受力、变形和稳定性性状的变化规律及各种地基基础的设计、施工、检测与维护的专门学科,是土木工程学科的一个重要分支。

随着我国国民经济的快速发展、城市化进程的加快以及城市用地日益紧缺,城市建设向多层、高层和地下建筑发展已成必然趋势。各种新型基础形式和施工方法层出不穷,各种复杂、异形的基础平面形式的使用,给基础的设计、施工带来一系列的新课题。地铁或其他地下结构的大量兴建,也为基础工程学科开辟了新的领域。

地基和基础是建(构)筑物的根基,又属于地下隐蔽工程,它的勘察、设计、施工质量直接关系着建(构)筑物的安危。虽然在基础工程设计与施工方面国内外积累了不少成功的经验,但也有不少失败的教训。在建筑工程重大事故中,以地基基础方面的事故为最多。而且地基基础事故一旦发生,补救异常困难。从造价或施工工期上来看,基础工程在建(构)筑物中所占的比例也很大,可达到30%,甚至更多。因此,基础工程在土木工程中的重要性是显而易见的。

0.2.2 基础工程今后的发展方向

基础工程今后的发展主要有如下几个方面:

1. 基础理论研究方面

如何合理的建立计算模型与选取计算参数是制约基础工程设计计算发展的瓶颈。随着计算机技术的发展,各种实验手段的提高及计算方法的完善,为提高基础工程分析水平,突破制约其发展的瓶颈提供了可能。基础理论研究的不断深入,是促进基础工程学科发展的必要条件。

2. 测试技术方面

岩土参数的确定、工程性质的评价均是以原状试样的室内试验结果或现场测试结果为依据的。但是由于岩土材料的非线性弹性性质,对应力路径的敏感性等特性,使得合理、有效地模拟岩土受力变形过程具有挑战性。提高测试技术水平、改善和提出测试技术手段,以及试验设备和方法的标准化已成为岩土工程一个重要的发展方向。

3. 高层建筑的地基基础工程方面

随着城市化进程的加快,城市用地日益紧缺,高层建筑数量急剧增多,使得高层建筑

的地基基础工程方面的课题日益突出,深基坑支护和地基基础方案的选择、设计、施工、监测、上部结构和地基基础共同作用的问题都引起了工程界极大的兴趣。

4. 地基处理技术方面

地基处理的目的在于改善地基土的工程性质,其方法有很多。每种方法都有其不同的加固机理和适用条件,在工程实践中必须根据工程的要求、地基土的特点及当地施工技术水平,选用安全可靠、经济合理、保护环境的方法。经济建设的快速发展,使得建(构)筑物对地基基础的要求不断提高,必然导致各类不同类型的地基处理技术不断出现,促进了地基处理技术的进一步发展。

5. 既有建筑地基基础加固方面

对既有建筑的改建、增层、加固工程日趋增多,对已有建(构)筑物的地基进行正确的评价是搞好此类工程的重要保证之一,重视地基工程性质的评价,提出合理的承载力值,加强地基加固与托换技术的探讨研究,也是基础工程的重要发展方向之一。

0.3 本课程的特点及学习方法

0.3.1 本课程的主要内容

基础工程设计原理是土木工程专业的一门重要的专业课。如上所述,一个牢固的建筑物必须有一个牢靠的基础,地基与基础是建(构)筑物的根本。基础工程作为隐蔽工程,它的勘察、设计和施工的质量,直接影响到上部结构的安危,值得人们高度重视。

本课程主要向读者系统介绍了基础工程的设计原则和方法,其内容包括地基的工程地质勘察、天然地基上浅基础的设计与计算,筏形基础与箱形基础、桩基础、沉井与墩基础、地下连续墙的设计原理与方法及施工注意事项,常用的地基处理方法、基坑支护工程,地基基础抗震工程的设计原理和方法。本书内容覆盖面广,特别适用于不同地区、不同类型、不同层次的土木工程专业中建筑工程方向的本、专科基础工程教学要求。

0.3.2 本课程与其他课程的关系

本课程具有多方面的内容,涉及面广,因而要求有较广泛的先修课程知识,如材料力学、土力学等是本课程的理论基础,必须先行学习并予以很好掌握;再如建筑材料、钢筋混凝土原理、建筑施工、工程抗震等课程是本课程的重要技术支撑,在学习中要注意理解和掌握上述各门课程的精髓,在本课程的学习中正确运用有关知识。

0.3.3 本课程的学习方法

基础工程涉及面广、实践性强,同时由于各地自然地质条件差异大,基础工程技术的地区性显著,在许多情况下要因地制宜地处理问题,涉及到的规范较多,一些地区性的规范、规程或规定具有非常重要的作用。因此在学习时要重视如下几方面。

1. 注重基本理论和概念的掌握

对各种基础的基本类型和特点,基础设计计算的基本原则和原理牢固掌握,并可以结合有关的力学和结构理论及施工知识,分析和解决地基基础问题。

2. 重视地基勘察及现场原位测试技术

基础工程设计计算中所用到的各种有关土的参数,必须通过现场或室内试验测定。正确阅读和使用地基勘察资料,掌握各类土的测试技术,对合理进行地基基础设计、研究和施工具有重要意义。

3. 重视地区性工程经验

地基土的复杂性,区域性土与结构共同工作的复杂性,使得基础工程成为一门实践性很强的学科,几乎找不到完全相同的实例。在工程实践中,必须仔细分析和了解各类公式、计算方法的基本假定和适用条件,结合当地工作经验加以应用。

第一章 地基勘察

建筑工程是根据设计要求和建筑场地的工程地质条件进行建设的。作为工程建设的先行工作,地基勘察(foundation investigation)就是根据建设工程的要求,查明、分析、评价建筑场地的地质、环境特征和岩土工程条件,编制勘察文件的活动,其成果资料是工程项目决策、设计和施工等的重要依据。

1.1 地基勘察的目的和任务

1.1.1 地基勘察的目的和任务

1. 地基勘察的目的

任何建筑场地和地基都处于一定的地质环境中,因此,地基勘察工作必须遵循基本建设的程序,走在设计和施工的前面。其目的在于以各种勘察手段和方法,调查研究和分析评价建筑场地和地基的工程地质条件,为建筑物选址、设计和施工提供所需的基本资料。

在工程实践中,地基基础事故较其他事故为多。不少地区都有不经勘察而盲目进行地基基础设计和施工而造成工程事故的事例。但是,更常见的是,贪快图省,勘察不详,结果反而延误建设进度,浪费大量资金,甚至遗留后患。因此,在建筑工程项目日益增多的今天,从事建筑物设计和施工的人员,必须重视场地和地基的勘察工作,对勘察内容和方法有所了解,以便正确地向勘察部门提出勘察任务和要求,并学会分析和使用地基勘察报告。优良的设计方案,必须以准确的地基勘察资料为依据。设计工程师对地基土层的分布、土的疏密、压缩性高低、强度大小,尤其是均匀性、是否存在局部软硬异常的情况、地下水的埋深与水质以及土的性质是否产生液化等条件,进行全面和深入的研究,才能做好设计,防止地基事故的发生,确保工程质量。

2. 地基勘察的主要任务

地基勘察的主要任务从整体上讲是为工程建设规划、设计、施工提供可靠的地质依据,以充分利用有利的自然和地质条件,避开或改造不利的地质因素,保证建筑物的安全和正常使用。具体而言,地基勘察的任务可归纳为:

- 1) 查明建筑场地的工程地质条件,选择地质条件优越或合适的建筑场地。
- 2) 查明场地内崩塌、滑坡、岩溶、岸边冲刷等物理地质作用和现象,分析和判明它们对建筑场地稳定性的危害程度,为拟定改善和防治不良地质条件的措施提供地质依据。
- 3) 查明建筑物地基岩土的地层时代、岩性、地质构造、土的成因类型及其埋藏分布规律,并测定地基岩土的物理力学性质指标。
- 4) 查明地下水类型、水质、埋深及分布变化等情况。
- 5) 根据建筑场地的工程地质条件,分析研究可能发生的工程地质问题,提出拟建建筑物的结构形式、基础类型及施工方法建议。

6) 对于不利于建筑的岩土层,提出切实可行的处理方法或防治措施。

1.1.2 地基勘察与岩土工程勘察等级的关系

地基勘察属于岩土工程勘察(geotechnical investigation)的范畴,必须遵循国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)的有关规定。因为建筑工程的重要性、建筑场地复杂程度以及地基复杂程度各不相同,所以地基勘察的任务大小就不相同,工作内容、工作量及勘察方法等也不一样,因此需要首先确定建筑工程重要性等级、建筑场地复杂程度等级和地基复杂程度等级,然后在综合分析的基础上确定勘察等级。

1. 建筑工程重要性等级

根据工程的规模和特征,以及由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用的后果,建筑工程重要性等级可分为三级:

一级工程:重要工程,后果很严重;

二级工程:一般工程,后果严重;

三级工程:次要工程,后果不严重。

2. 建筑场地等级

根据场地的复杂程度,建筑场地的等级分为三级:

1) 一级场地(复杂场地)。符合下列条件之一者为一级场地:

① 对建筑抗震危险的地段。

② 不良地质作用强烈发育。

③ 地质环境已经或可能受到强烈破坏。

④ 地形地貌复杂。

⑤ 有影响工程的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂,需专门研究的场地。

2) 二级场地(中等复杂场地)。符合下列条件之一者为二级场地:

① 对建筑抗震不利的地段。

② 不良地质作用一般发育。

③ 地质环境已经或可能受到一般破坏。

④ 地形地貌较复杂。

⑤ 基础位于地下水位以下的场地。

3) 三级场地(简单场地)。符合下列条件者为三级场地:

① 抗震设防烈度等于小于6度,或对建筑抗震有利的地段。

② 不良地质作用不发育。

③ 地质环境基本未破坏。

④ 地形地貌简单。

⑤ 地下水对工程无影响。

3. 建筑地基等级

根据地基的复杂程度,建筑地基等级分为三级:

1) 一级地基(复杂地基)。符合下列条件之一者为一级地基:

① 岩土种类多,很不均匀,性质变化大,需特殊处理。