

 普通高等院校“十三五”精品规划教材

土力学与地基基础

TULIXUE YU DIJICHU

张 扬 杜小明 陈国超 主编

 煤炭工业出版社

普通高等院校“十三五”精品规划教材

土力学与地基基础

主 编 张 扬 杜小明 陈国超

煤炭工业出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

土力学与地基基础 / 张扬, 杜小明, 陈国超主编. — 北京: 煤炭工业出版社, 2016
普通高等院校“十三五”精品规划教材

ISBN 978-7-5020-5312-3

I. ①土… II. ①张… ②杜… ③陈… III. ①土力学—高等学校—教材 ②地基—基础(工程)—高等学校—教材 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 142204 号

土力学与地基基础

主 编 张 扬 杜小明 陈国超
责任编辑 刘少辉
责任校对 郭浩亮
封面设计 晟 熙
出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
电 话 010-84657898 (总编室)
010-64018321 (发行部) 010-84657880 (读者服务部)
电子信箱 cciph612@126.com
网 址 www.cciph.com.cn
印 刷 北京市迪鑫印刷厂印刷
经 销 全国新华书店

开 本	787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$	印张	18.25	字数	420 千字
版 次	2016 年 8 月第 1 版		2016 年 8 月第 1 次印刷		
社内编号	8240		定价	39.00 元	

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换, 电话 010-84657880

前 言

随着国民经济的飞速发展，城市化进程不断加快，建筑业蓬勃发展，迫切需要大批技能型人才，特别是在建筑施工等专业领域。为了推动普通高等院校土建类专业教材的建设，我们精心组织了一批具有丰富教学经验的专家、教授和企业人员，经过广泛深入的调研与了解我国土建行业的特点后编写了《土力学与地基基础》。

《土力学与地基基础》是普通高等院校建筑工程技术及相关专业的基础课程之一，本书以满足普通高等院校培养高技能人才的需要为编写目标，按照国家颁布的相关新规范、新标准，并结合本课程教学改革与探索的实践经验而编写。

本教材具有以下特色：

(1) 目标定位准确。教学内容充分对接施工员、质量员、安全员、资料员、材料员、测量员、造价员等初始职业岗位，兼顾注册建造师、监理工程师等发展岗位，实现教学内容与工作程的统一。

(2) 能力培养为主。以建筑业人才需求为导向，以培养实用为主、技能为本的应用型人才为出发点，构建职业能力训练模块，突出实训内容，加强学生的实践能力与操作技能。

(3) 校企合作开发。建筑企业工程技术人员参与教材编写，将实际工作中所需的技能与知识引入教材，深度参与教学环节，使人才培养方案更加准确有效。

(4) 编写体例灵活。依据课程特点，采取“学习情境任务”模式，“项目任务”模式，以及基于工作过程的“模块课题”模式等新型体例编写，更适合教学活动。

本书突出实用性与实践性，在吸取传统教材优点的基础上，与时俱进，精选一线工程施工管理人员所必须掌握的理论知识，省略了公式的推导过程，突出对理论运用的培训。具体内容主要根据高职高专学生的认知特点、知识水平，由浅入深地进行编排。

本书在编写过程中引用的相关专业文献和资料，在此对有关文献的作者表示感谢。限于编者水平，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

模块一 土力学与地基基础及土地组成与性质	(1)
学习单元一 土力学、地基与基础概述	(1)
一、土与土力学的概述	(1)
二、地基的概述	(1)
三、基础的概述	(7)
四、地基与基础的关系	(13)
五、地基与基础的重要性及设计原理	(14)
学习单元二 土的组成与分类	(15)
一、土的组成、结构和构造	(15)
二、土的工程分类	(20)
学习单元三 土的物理指标	(22)
一、土的物理状态指标	(22)
二、土的物理性质指标	(28)
三、土的压实性与渗透性	(32)
知识总结	(35)
复习思考题	(35)
模块二 地基中的应力计算	(36)
学习单元一 土层自重应力的计算	(36)
一、土体自重应力的概论及计算	(36)
二、地下水对自重力的影响	(37)
三、饱和土的有效应力原理	(38)
学习单元二 基底压力的计算	(39)
一、基底压力的分布	(39)
二、轴心荷载作用下的基底压力计算	(40)
三、偏心荷载作用下的基底压力计算	(41)
四、基底附加压力计算	(42)
学习单元三 竖向荷载作用下地基附加应力的计算	(43)
一、竖向集中荷载作用下土中附加应力的计算	(43)

二、竖向矩形均布荷载作用下土中附加应力的计算	(48)
三、三角形分布的矩形荷载作用下的附加应力计算	(53)
四、均布圆形荷载作用下土中竖向附加应力的计算	(55)
五、线荷载作用下地基的附加应力	(56)
知识总结	(56)
复习思考题	(56)
模块三 饱和黏性土与土的压缩性	(57)
学习单元一 饱和黏性土的一维固结沉降	(57)
一、有效应力原理	(57)
二、饱和黏性土单相渗透固结	(58)
三、饱和土的一维固结	(59)
学习单元二 地基最终沉降量计算	(63)
一、地基最终沉降量的概念	(63)
二、分层总和法计算最终沉降量	(64)
三、规范法计算地基沉降量	(68)
四、地基沉降观测与地基容许变形值	(69)
学习单元三 土的压缩性	(72)
一、土的压缩性的概念	(72)
二、土的压缩性试验	(72)
三、土的压缩性指标	(74)
知识总结	(75)
复习思考题	(75)
模块四 土压力和地基承载力	(76)
学习单元一 土压力	(76)
一、土压力的类型	(76)
二、土压力的影响因素	(78)
三、土压力的计算	(78)
四、土压力理论	(80)
学习单元二 地基承载力	(91)
一、地基破坏形式	(91)
二、地基变形处理的措施	(93)

三、理论公式确定地基承载力	(95)
知识总结	(101)
复习思考题	(101)
模块五 土的抗剪强度	(102)
学习单元一 库仑定律与土的极限平衡条件	(102)
一、库仑公式	(102)
二、土的极限平衡分析	(103)
学习单元二 土的抗剪强度试验	(105)
一、土的抗剪强度	(105)
二、土的抗剪强度的测定试验	(106)
知识总结	(112)
复习思考题	(112)
模块六 土坡稳定性分析及挡土墙设计	(113)
学习单元一 土坡稳定性分析	(113)
一、影响土坡稳定性的因素	(113)
二、土坡稳定性分析	(114)
三、土方开挖边坡的处理方法	(116)
四、土坡设计规定	(117)
五、土坡开挖要求	(118)
学习单元二 挡土墙设计	(118)
一、挡土墙的类型	(118)
二、重力式挡土墙的构造设计	(119)
三、重力式挡土墙的计算	(122)
知识总结	(124)
复习思考题	(124)
模块七 工程地质勘察	(125)
学习单元一 工程地质勘察的概述	(125)
一、工程地质勘察的目的与调查	(125)
二、地质勘察的方法	(126)
三、地基验槽的方法	(130)

学习单元二 勘察工作阶段	(133)
一、工程勘察应符合的规定	(133)
二、可行性研究勘察	(133)
三、初步勘察	(133)
四、详细勘察	(135)
五、施工勘察	(137)
学习单元三 工程地质分析评价和成果报告	(137)
一、室内土工试验	(137)
二、岩土工程分析评价	(138)
三、工程地质勘察报告的编制	(138)
四、基槽检验	(139)
知识总结	(140)
复习思考题	(141)
 模块八 天然地基上的浅基础设计	 (142)
学习单元一 地基与基础设计	(142)
一、地基与基础设计规定	(142)
二、地基与基础设计内容与步骤	(143)
学习单元二 浅基础类型与设计内容	(143)
一、浅基础的类型	(143)
二、浅基础设计的内容	(149)
三、浅基础设计步骤	(149)
学习单元三 基础空间的确定	(150)
一、基础埋置深度的确定	(150)
二、基础埋置深度的要求和影响因素	(151)
三、基础底面尺寸的确定	(158)
四、偏心受压基础底面尺寸的确定	(160)
五、软弱下卧层承载力验算	(162)
学习单元四 筏形基础与条形基础设计	(164)
一、筏形基础设计	(164)
二、筏形基础地基的计算	(165)
三、柱下条形基础设计	(166)
四、柱下条形基础的计算	(167)

学习单元五 扩展基础设计	(170)
一、无筋扩展基础设计	(170)
二、无筋扩展基础设计的计算	(170)
三、扩展基础设计	(173)
四、扩展基础设计的计算	(178)
知识总结	(183)
复习思考题	(183)
模块九 桩基础	(184)
学习单元一 桩基础的特点与分类	(184)
一、桩基础的特点及适用性	(184)
二、桩基础和桩的分类	(186)
学习单元二 桩的竖向承载力与桩基础沉降指标	(191)
一、单桩竖向承载力的概念与确定原则	(191)
二、单桩竖向承载力的测定方法	(192)
三、桩基础沉降变形的指标及选用	(199)
四、桩基础允许沉降值	(200)
学习单元三 桩基础设计	(201)
一、桩基础的设计	(201)
二、承台的设计	(206)
学习单元四 桩基础计算	(207)
一、软弱下卧层验算	(207)
二、抗拔桩基础承载力验算	(208)
三、桩的负摩阻力的计算	(210)
四、桩基础沉降量的计算	(213)
五、承台的计算	(216)
六、软土地基减沉复合疏桩基础	(222)
知识总结	(223)
复习思考题	(224)
模块十 基坑与地下连续墙工程的设计	(225)
学习单元一 基坑与连续墙工程的特点及分类	(225)
一、基坑工程的分类	(225)

二、地下连续墙的分类及特点	(226)
三、地下连续墙的适用条件	(226)
学习单元二 基坑与地下连续墙工程设计	(227)
一、基坑工程的设计	(227)
二、基坑支撑方案设计	(231)
三、地下水的控制	(232)
四、地下连续墙的设计	(233)
五、土层锚杆的布置要求与设计	(237)
知识总结	(239)
复习思考题	(239)
模块十一 特殊土与地基处理	(240)
学习单元一 软弱地基处理概述	(240)
一、软弱地基处理的目的、常见问题	(240)
二、软弱地基处理的对象与意义	(242)
三、软弱地基处理方法的分类及措施	(244)
学习单元二 地基处理的方法	(247)
一、换填垫层法	(247)
二、强夯法	(254)
三、排水固结法	(256)
四、复合地基理论	(259)
五、振冲法	(260)
六、化学加固法	(263)
学习单元三 特殊区域地基处理	(268)
一、湿陷性黄土地基	(268)
二、膨胀土地基	(271)
三、红黏土地基	(274)
四、地基处理技术的发展	(277)
知识总结	(279)
复习思考题	(280)
参考文献	(281)

模块一 土力学与地基基础及土地组成与性质

知识目标

1. 了解土力学、地基与基础的基本概念；
2. 了解地基面临的问题及处理的方法；
3. 了解土的组成与结构；
4. 熟悉土的物理状态指标描述；
5. 熟悉地基土的分类方法。

能力目标

1. 通过了解土力学、地基与基础的基本概念，明确地基与基础的关系；
2. 掌握地基与基础在建筑工程中的重要性及设计原理；
3. 能够确定工程中的地基土的状态和名称；
4. 能够充分掌握地基土的分类与状态；
5. 熟悉土体物理性质指标的三相换算。

学习单元一 土力学、地基与基础概述

一、土与土力学概述

土是岩石风化的产物，是由土粒、水和空气三相物质组成的体系。由于土形成的自然条件和地理环境不同，使得土的种类繁多，性质各异。土具有一定的散粒性，土粒之间的联结强度很弱，远低于颗粒本身的强度。同时，土还具有压缩性、渗透性和明显的区域性等。

土力学是用力学的基本原理和土工测试技术，研究土的各种性能的一门学科。土的性能主要包括土的物理特性、应力与变形、压缩性、抗剪强度、土压力及边坡稳定性等。由于土的工程性质复杂，因此，要解决基础工程中的实际问题，不仅需要本课程及相关学科的基本知识和技术，还要依赖于娴熟的现场实践经验和试验测试技术。

二、地基的概述

地基是指建筑物下面支承基础的土体或岩体。作为建筑地基的土层分为岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土和人工填土。地基有天然地基和人工地基两类。

建筑物的地基一般面临的问题如下:

(一)强度及稳定性问题

当地基的抗剪强度不足以支承上部结构的自重及外荷载时,地基就会产生局部或整体剪切破坏。它会影响建(构)筑物的正常使用。地基的稳定性或地基承载力大小,主要与地基土体的抗剪强度有关,也与基础形式、大小和埋深有关。承载力较低的地基容易产生地基承载力不足问题而导致工程事故。

(二)变形问题

地基变形主要与荷载大小和地基土体的变形特性有关,也与基础形式、基础尺寸大小有关。高压缩性土的地基容易产生变形问题。当地基在上部结构的自重及外界荷载的作用下产生过大的变形时,会影响建(构)筑物的正常使用;当超过建筑物所能容许的不均匀沉降时,结构可能开裂。

(三)建筑物地基变形的特征

(1)沉降量是指基础中心点的沉降值。

(2)沉降差是指同一建筑物中相邻两个基础沉降量的差。

(3)倾斜是指基础倾斜方向两端点的沉降差与其距离的比值。

(4)局部倾斜是指砌体承重结构沿纵墙 6~10 m 内基础两点的沉降差与其距离的比值。

(四)渗漏问题

渗漏是由于地基中地下水运动产生的问题。地基渗漏问题主要与地基中水力比降大小和土体的渗透性有关。渗漏问题分为以下两种情况:

(1)水量流失。水量流失是由于地基土的抗渗性能不足而造成水量损失,从而影响工程的储水或防水性能,或者造成施工不便。

(2)渗透变形。渗透变形是指渗透水流将土体的细颗粒冲走、带走或局部土体产生移动,导致土体变形。渗透变形又分为流土和管涌。在堤坝工程和地下结构施工过程中,经常会发生由于渗透变形造成的工程事故。

(五)液化问题

在动力荷载(地震、机器及车辆、爆破和波浪)作用下,会引起饱和松散砂土(包括部分粉土)产生液化,它是使土体失去抗剪强度近似液体特性的一种动力现象,并会造成地基失稳和震陷。当建筑物的天然地基存在上述问题之一或其中几个时,需要对天然地基进行地基处理。天然地基通过地基处理,形成人工地基,从而满足建筑物对地基的各种要求。

静力触探和标准贯入试验均可对液化进行判别,最常用的是用标准贯入击数来判定。

(六)不均匀沉降问题

当地基在上部结构的自重及外荷载作用下产生过大的变形时,会影响结构物的正常使用,特别是超过建筑所能容许的不均匀沉降时,结构可能开裂破坏。

基础不均匀沉降的主要原因如下:

(1)地质勘察精度不够,试验资料不准;

(2)地基地质差异太大;

(3)结构荷载差异太大;

(4)结构基础类型差别大;

(5)分期建造的基础;

(6)地基冻胀;

(7)桥梁基础置于滑坡体、溶洞或活动断层等不良地质时,可能造成不均匀沉降;

(8)桥梁建成后,原有地基条件变化。

(七)地基处理的措施

当建筑物的天然地基存在上述问题之一或其中几个时,需要对天然地基进行地基处理,天然地基通过地基处理,形成人工地基,从而满足建筑物对地基的各种要求。

地基处理的目的是采取各种地基处理方法以改善地基条件,这些措施包括以下五方面的内容:

(1)改善强度特性;

(2)改善压缩特性;

(3)改善透水特性;

(4)改善动力特性;

(5)改善特殊土的不良地基特性。

(八)地基处理的方法

地基处理方法就是按照上部结构对地基的要求,对地基进行必要的加固或改良,提高地基土的承载力,保证地基稳定,减少房屋的沉降或不均匀沉降,消除湿陷性黄土的湿陷性及提高抗液化能力的方法。

孔内深层强夯法、换填垫层法、强夯法、强夯置换法、砂石桩法、振冲法、水泥土搅拌法、高压喷射注浆法、预压法、夯实水泥土桩法、水泥粉煤灰碎石桩法、石灰桩法、灰土和土挤密桩法、柱锤冲扩桩法、单液硅化法和碱液法等属于常用方法。

1. 孔内深层强夯法

孔内深层强夯法(DDC)地基处理专利新技术(专利号 ZL92114452.0),是先将地基内成孔,将强夯重锤放入孔内;边加料边强夯或分层填料后强夯。孔内深层强夯法(DDC)技术在第52届尤里卡世界发明博览会上获得了最高奖——尤里卡金奖,这也是中国地基处理技术到目前为止在国际上获得的唯一金奖。

孔内深层强夯法(DDC)技术适用范围广,可适用于大厚度杂填土、湿陷性黄土、软弱土、液化土、风化岩、膨胀土、红黏土及具有地下人防工事、古墓、岩溶土洞、硬夹层软硬不均等各种复杂疑难的地基处理。该技术可根据不同的地质情况和设计要求,就地取材,如建筑渣土、工业无毒废料、素土、砂、毛石、砂卵石、粉煤灰、土夹石、灰土和混凝土等材料均可做成各种 DDC 桩。孔内深层强夯法(DDC)技术大幅度降低工程造价,施工质量容易控制、地面振动小、施工噪声低、施工速度快;成桩直径 0.6~3.0 m,单桩处理面积 1.0~14.0 m²,不受季节限制,同时能消纳大量建筑垃圾,可在城区或危房改造居民区施工等。

2. 换填垫层法

换填垫层法适用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理。其主要作用是提高地基承载力,减少沉降量,加速软弱土层的排水固结,防止冻胀和消除膨胀土的胀缩。

3. 强夯法

强夯法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、湿陷性黄土、杂填土和

素填土等地基。

4. 强夯置换法

强夯置换法适用于高饱和度的粉土, 软-流塑的黏性土等地基上对变形控制不严的工程, 在设计前必须通过现场试验确定其适用性和处理效果。强夯法和强夯置换法主要用来提高土的强度, 减少压缩性, 改善土体抵抗振动液化能力和消除土的湿陷性。对饱和黏性土宜结合堆载预压法和垂直排水法使用。

5. 砂石桩法

砂石桩法适用于挤密松散砂土、粉土、黏性土、素填土、杂填土等地基, 提高地基的承载力和降低压缩性, 也可用于处理可液化地基。对饱和黏土地基上变形控制不严的工程也可采用砂石桩置换处理, 使砂石桩与软黏土构成复合地基, 加速软土的排水固结, 提高地基承载力。

6. 振冲法

振冲法分加填料和不加填料两种。加填料的通常称为振冲碎石桩法。振冲法适用于处理砂土、粉土、粉质黏土、素填土和杂填土等地基。对于处理不排水抗剪强度不小于 20 kPa 的黏性土和饱和黄土地基, 应在施工前通过现场试验确定其适用性。不加填料振冲加密适用于处理黏粒含量不大于 10% 的中、粗砂地基。振冲碎石桩主要用来提高地基承载力, 减少地基沉降量, 还可用来提高土坡的抗滑稳定性或提高土体的抗剪强度。

7. 水泥土搅拌法

水泥土搅拌法分为浆液深层搅拌法(简称湿法)和粉体喷搅法(简称干法)。水泥土搅拌法适用于处理正常固结的淤泥与淤泥质土、黏性土、粉土、饱和黄土、素填土及无流动地下水的饱和松散砂土等地基。不宜用于处理泥炭土、塑性指数大于 25 的黏土、地下水具有腐蚀性及其有机质含量较高的地基。若需采用时必须通过试验确定其适用性。当地基的天然含水量小于 30% (黄土含水量小于 25%)、大于 70% 或地下水的 pH 小于 4 时不宜采用本法。连续搭接的水泥搅拌桩可作为基坑的止水帷幕, 受其搅拌能力的限制, 该法在地基承载力大于 140 kPa 的黏性土和粉土地基中的应用有一定难度。

8. 高压喷射注浆法

高压喷射注浆法适用于处理淤泥、淤泥质土、黏性土、粉土、砂土、人工填土和碎石土地基。当地基中含有较多的大粒径块石、大量植物根茎或较高的有机质时, 应根据现场试验结果确定其适用性。对地下水流速度过大、喷射浆液无法在注浆套管周围凝固等情况不宜采用。高压旋喷桩的处理深度较大, 除地基加固外, 也可作为深基坑或大坝的止水帷幕, 目前最大处理深度已超过 30 m。

9. 预压法

预压法适用于处理淤泥、淤泥质土、冲填土等饱和黏性土地基, 按预压方法分为堆载预压法及真空预压法。堆载预压分塑料排水带或砂井地基堆载预压和天然地基堆载预压。当软土层厚度小于 4 m 时, 可采用天然地基堆载预压法处理, 当软土层厚度超过 4 m 时, 应采用塑料排水带、砂井等竖向排水预压法处理。对真空预压工程, 必须在地基内设置排水竖井。预压法主要用来解决地基的沉降及稳定问题。

10. 夯实水泥土桩法

夯实水泥土桩法适用于处理地下水位以上的粉土、素填土、杂填土、黏性土等地基。

该法施工周期短、造价低、施工文明、造价容易控制,在北京、河北等地的旧城区危改小区工程中得到不少成功的应用。

11. 水泥粉煤灰碎石桩法

水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)法适用于处理黏性土、粉土、砂土和已自重固结的素填土等地基。对淤泥质土应根据地区经验或现场试验确定其适用性。基础和桩顶之间需设置一定厚度的褥垫层,保证桩、土共同承担荷载形成复合地基。该法适用于条基、独立基础、箱基、筏基,可用来提高地基承载力和减少变形。对可液化地基,可采用碎石桩和水泥粉煤灰碎石桩多桩型复合地基,达到消除地基土的液化和提高承载力的目的。

12. 石灰桩法

石灰桩法适用于处理饱和黏性土、淤泥、淤泥质土、杂填土和素填土等地基。用于地下水位以上的土层时,可采取减少生石灰用量和增加掺和料含水量的办法提高桩身强度。该法不适用于地下水下的砂类土。

13. 灰土和土挤密桩法

灰土和土挤密桩法适用于处理地下水位以上的湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基,可处理的深度为 5~15 m。当用来消除地基土的湿陷性时,宜采用土挤密桩法;当用来提高地基土的承载力或增强其水稳定性时,宜采用灰土挤密桩法;当地基土的含水量大于 24%、饱和度大于 65% 时,不宜采用这种方法。灰土挤密桩法和土挤密桩法在消除土的湿陷性和减少渗透性方面效果基本相同,土挤密桩法地基的承载力和水稳定性不及灰土挤密桩法。

14. 柱锤冲扩桩法

柱锤冲扩桩法适用于处理杂填土、粉土、黏性土、素填土和黄土等地基,对地下水位以下的饱和松软土层,应通过现场试验确定其适用性。地基处理深度不宜超过 6 m。

15. 单液硅化法和碱液法

单液硅化法和碱液法适用于处理地下水位以上渗透系数为 0.1~2 m/d 的湿陷性黄土等地基。在自重湿陷性黄土场地,对 II 级湿陷性地基,应通过试验确定碱液法的适用性。

(九) 软弱地基

1. 排水固结法

排水固结法又称预压法,其包括堆载预压法、超载预压法、真空预压法、真空与堆载联合作用法、降低地下水位法和电渗法等多种方法;通过在预压荷载作用下使软黏土地基土体中孔隙水排出,土体发生固结,土中孔隙体积减小,土体强度提高,达到减少地基施工后沉降和提高地基承载力的目的。

2. 振密挤密法

振密挤密法有表层原位压实法、强夯法、振冲密实法、挤密密实法、爆破挤密法和土桩、灰土桩等多种方法;采用一定措施,通过振动和挤密使深层土密实,使地基土孔隙比减小,强度提高。

3. 置换及拌入法

置换及拌入法有换填垫层法、振冲置换法、高压喷射浆法、深层搅拌法、褥垫法等多种方法。它采用砂、碎石等材料置换软弱土地基中部分软弱土体或在部分软弱土地基中掺入水泥、石灰或砂浆等形成加固体,与未被加固部分的土体一起形成复合地基,从而达到

提高地基承载力减少沉降量的目的。

4. 加筋法

加筋法有加筋土法、锚固法、树根桩法、低强度混凝土桩复合地基法、钢筋混凝土桩复合地基法等多种方法。通过在土层埋设强度较大的土工聚合物、拉筋、受力杆件等达到提高地基承载力，减小沉降，维持建筑物稳定的目的。

(十)地基的类型

1. 天然地基

如果天然土层具有足够的承载力，不需要经过人工改良和加固，就可直接承受建筑物的全部荷载并满足变形要求，就可称这种地基为天然地基。岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土等，一般均可作为天然地基。

2. 人工地基

当土层的承载能力较低或虽然土层较好，但因上部荷载较大，土层不能满足承受建筑物荷载的要求时，必须对土层进行地基处理，以提高其承载能力，改善其变形性质或渗透性质，这种经过人工方法进行处理的地基称为人工地基。

(十一)地基处理的程序

地基处理程序建议按图 1-1 所示的程序进行。

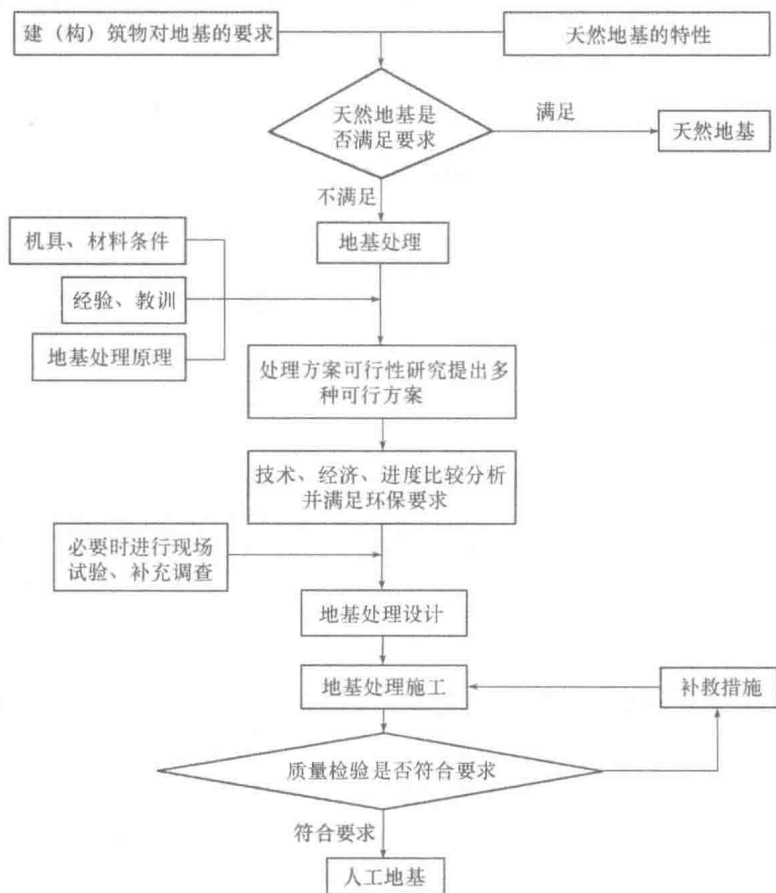


图 1-1 地基处理程序

首先, 根据建筑物对地基的各种要求和天然地基条件确定地基是否需要处理。当天然地基能够满足建筑物对地基的要求时, 应尽量采用天然地基。若天然地基不能满足建筑物对地基的要求, 则需要确定进行地基处理的天然地基的范围及地基处理的要求。

三、基础的概述

(一) 基础的概念

建筑物埋入土层一定深度的向地基传递荷载的下部承重结构称为基础。根据不同的分类方法, 基础可以有多种形式, 但不论是何种基础形式, 其结构本身均应具有足够的承载力和刚度, 在地基反力作用下不发生破坏, 并应具有改善沉降与不均匀沉降的能力。

(二) 基础的类型

基础类型很多, 按基础埋置深度的不同可分为深基础和浅基础, 埋深小于 5 m 的称为浅基础, 埋深大于 5 m 的称为深基础; 按基础材料及受力特点, 分为刚性基础及非刚性基础; 按构造形式, 分为条形基础、独立基础、筏形基础、箱形基础、桩基础等, 如图 1-2 所示。

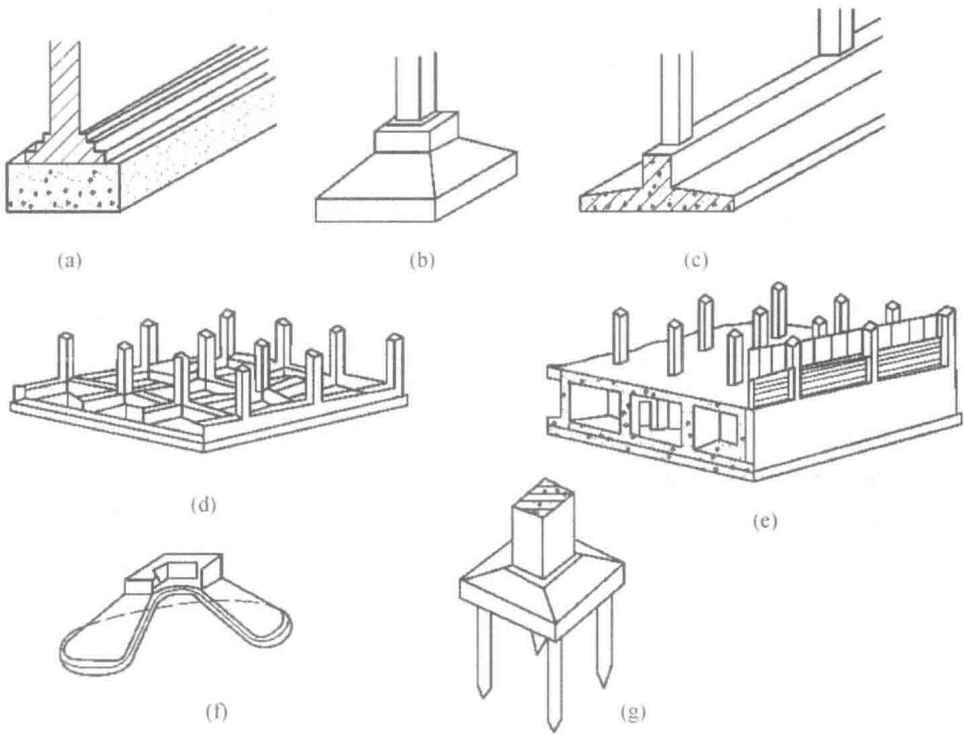


图 1-2 基础类型

(a) 条形基础 (b) 独立基础 (c) 柱下联合条形基础 (d) 筏形基础 (e) 箱形基础 (f) 壳体基础 (g) 桩基础

(三) 按材料及受力特点分类

1. 刚性基础

由刚性材料制作的基础称为刚性基础。在常用的建筑材料中, 砖、石、素混凝土等抗压强度高, 而抗拉、抗剪强度低, 均属刚性材料。据试验得知, 上部结构(墙或柱)在基础