



国家骨干高等职业院校
优质核心课程系列教材



水文与工程地质专业 >>>

地基处理

◎ 主编 胡雷 陈星

地质出版社



国家骨干高等职业院校优质核心课程系列教材

水文与工程地质专业 >>>

岩土工程勘察	地基处理
地质灾害调查与评估	水文地质勘察
岩土室内检测	环境与工程地球物理勘探

DIJI CHULI

责任编辑 李惠娣

ISBN 978-7-116-08742-2



9 787116 087422 >

定价：23.60元



国家骨干高等职业院校优质核心课程系列教材

地基处理

主 编 胡 雷 陈 星

副主编 曾 锋 来 晟

主 审 窦丽然 李水明

地 质 出 版 社

内 容 提 要

本书是根据《江西应用技术职业学院国家骨干高职院校建设项目——水文与工程地质专业建设方案》要求而编写的系列教材之一。全书共分1个预备知识2个项目,下设5个任务,共计12种地基处理方法,详细介绍了换填垫层法、预压地基、压实与夯实地基、复合地基、注浆加固等地基处理方法。为加深理解,每个项目后附有工程案例及解析方法,并提供部分思考题及测试题,难度适宜,便于学习。

本书可供高等职业院校水文与工程地质专业教材使用,也可作为广大自学者及工程技术人员的学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

地基处理 / 胡雷等主编. —北京:地质出版社,
2014.3

ISBN 978-7-116-08742-2

I. ①地… II. ①胡… III. ①地基处理—高等职业教
育—教材 IV. ①TU472

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第046232号

责任编辑:李惠娣

责任校对:王 瑛

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010)82324508(邮购部);(010)82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010)82324340

印 刷:北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm $\frac{1}{16}$

印 张:14.75

字 数:360千字

印 数:1—1500册

版 次:2014年3月北京第1版

印 次:2014年3月北京第1次印刷

定 价:23.60元

书 号:ISBN 978-7-116-08742-2

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

推进工学结合、“教一学一做”一体化的教学模式，探索适应经济社会快速发展、具有中国特色的职业教育发展思路，已经成为当前职业教育改革与发展的方向。为了深化职业教育教学改革，从传统的偏重学生知识的传授向注重职业能力的培养和综合职业素质的提高，必须积极推进教学内容和教学形式的改变。

本教材试图探索从职业技能为核心的人才培养着手，推进工学结合、“教一学一做”一体化进程。教材结合地基处理实际工作过程和教学特点，以勘察→设计→施工→检验与监测的工程系统性和连贯性为主要编写思路，将知识与技能有机结合，突出了职业能力的培养和职业素养的提高。本教材的特点如下：

(1) 图文并茂，实用性强。教材中采用了大量插图，形象逼真地表现地基处理的主要内容。

(2) 实现了教中学，学中做，做中教。内容以实践技能培养为核心，强调实用性和操作性，将传统教材中以传授知识为主线、小例题为知识点服务的方式，改变为以解决实例为目标，采用主题案例引导、任务驱动的编排方式，让知识点为实例服务，体现“做中学，做中教”的教学理念。对知识教学要求为：以实用为主，够用为度。

(3) 实例引导，重点突出。教材安排了很多具有实用价值的案例，每个案例均先有“实例讲解”来解决实际问题；在“实例分析”中加以说明，帮助理解和提升对知识的把握程度；“实例训练”可以让学生自行完成，以加强对案例的理解。

(4) 案例典型、量多且大。教材中引入大量的工程实例，分别针对特殊地质条件，应用各种不同地基处理方法进行分析，既巩固了常用地基处理方法的知识点，又开阔了视野。

本教材由江西应用技术职业学院胡雷和曾锋、浙江广川工程咨询有限公司陈星和来晟共同编写。其中预备知识、项目一中的任务一至任务三由胡雷编写，项目一中的任务四由陈星、曾锋编写，项目一中的任务五由来晟编写，项目二由胡雷、来晟编写。全书由胡雷统编定稿。

教材编写完成后，核工业赣州工程勘察院李水明高工、河北地质职工大学窦丽然副教授作为主审，先后通读了书稿，提出了中肯的修改意见，编者据此进行了进一步

的修改和完善。谨向两位主审表示由衷的谢意！

教材编写过程中，各位编者奉献了多年教学经验和生产实践经验，参阅了大量前人的相关资料，得到了许多企业的支持，在此一并表示感谢。

尽管各位编者做出了很大努力，但由于地基处理内容涉及面极广，资料繁多，更新速度较快，且时间仓促，经验有限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请各位专家、广大读者批评指正。

编 者

2013 年 12 月

目 录

前 言

预备知识 地基处理认知	(1)
项目一 常用地基处理方法	(11)
任务一 换填垫层	(11)
一、换填垫层的设计	(14)
二、换填垫层的施工	(20)
三、换填垫层的质量检验	(25)
四、换填垫层的应用案例	(26)
任务二 预压地基	(39)
一、堆载预压	(45)
二、真空预压	(59)
三、真空和堆载联合预压	(72)
任务三 压实地基和夯实地基	(76)
一、压实地基	(76)
二、夯实地基	(86)
任务四 复合地基	(109)
一、砂(碎)石桩复合地基	(110)
二、水泥搅拌桩复合地基	(127)
三、高压喷射注浆法复合地基	(150)
四、土桩与灰土桩复合地基	(162)
五、水泥粉煤灰碎石桩复合地基	(173)
任务五 注浆加固	(184)
一、水泥浆液注浆加固	(198)
二、硅化浆液注浆加固	(209)
三、碱液注浆加固	(213)
项目二 地基处理的检验与监测	(217)
参考文献	(227)

我国地域辽阔,自然地理环境不同,土质差异很大。从沿海到内地,从山区到平原,分布着多种多样的土。由于抗剪强度、压缩性以及透水性等的差别,土的种类不同且可能有很大差别。各种地基土中,不少为软弱土和不良土,主要包括软黏土、杂填土、冲填土、多年冻土、岩溶土、土洞土等。山区的土在某种条件下也可能是不良土。我国的新建工程越来越多地遇到不良地基。因此,地基处理的要求也就越来越迫切和广泛。

为了满足社会经济发展的需要,近年来,我国土木工程建设发展迅速,工程建设规模日益扩大,难度不断增加。土木工程功能化、城市建设立体化、交通高速化以及改善综合居住环境对现代土木工程建设中地基的处理提出了更高的要求。

土是自然演化的产物,地基土层分布、土的工程性质比较复杂,而且具有区域性。地基问题处理恰当与否,关系到整个工程质量、投资和进度,其重要性已越来越多地被人们认识。

任何建(构)筑物的荷载最终将传递到地基上,而基础具有承上启下的作用,它一方面处于上部结构的荷载及地基反力的共同作用下,承受由此而产生的内力(轴力、剪力和弯矩等);另一方面,基础底面的反力反过来又作为地基上的荷载,使地基产生应力和变形。基础设计时,除了需保证基础结构本身具有足够的刚度和强度外,同时还需要选择合理的基础尺寸和布置方案,使地基的强度和沉降保持在规范规定的容许范围之内。

随着我国国民经济的发展,不仅事先要选择在地质条件良好的场地进行建设,而且有时也不得不在地质条件不良的地基上进行修建;另外,随着科学技术的日新月异,结构物的荷载日益增大,对变形要求越来越严,因而原来一般可被评价为良好的地基,也可能在特定条件下必须进行地基处理。

《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)中明确指出:选用地基处理方法要做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境。



- 1) 掌握地基处理的相关概念。
- 2) 掌握地基处理的目的和意义。
- 3) 掌握地基处理方法的分类及选用。
- 4) 了解地基处理规划流程。
- 5) 理清地基处理与环境保护的关系。



- 1) 地基与基础有何种关系?
- 2) 为什么要进行地基处理?
- 3) 对地基进行处理后,地基土有哪些优势性变化?
- 4) 为什么对地基处理方法进行分类?
- 5) 如何灵活掌握地基处理方法的选用?
- 6) 地基处理的流程如何规划?
- 7) 如何在地基处理的同时进行环境保护?



(一) 地基处理的概念

1. 场地

场地是指工程建设所直接占有并直接使用的有限面积的土地。场地范围内及其邻近的地质环境都会直接影响着场地的稳定性。场地的概念是宏观的,不仅代表着所划定的土地范围,还应扩大到涉及某种地质现象或工程地质问题所概括的地区。所以场地的概念不能机械地理解为建筑占地面积,在地质条件复杂的地区,还应包括该面积在内的某个微地貌、地形和地质单元。场地的评价对工程的总体规划具有深远的实际意义,关系到工程的安全性和工程造价。

2. 地基

地基是指受工程直接影响的这一部分范围很小的场地。建筑物的地基所面临的问题概括起来有四个方面。

(1) 地基承载力或稳定性问题

在建(构)筑物荷载(包括静力荷载和动力荷载)作用下,地基承载力不能满足要求时,地基会产生过大的沉降,局部或整体会发生剪切破坏,影响建(构)筑物正常使用,甚至引起建(构)筑物破坏。边坡稳定也可归属于地基问题。

(2) 沉降、水平位移及不均匀沉降问题

在荷载(包括静力荷载和动力荷载)作用下,地基产生变形。当建(构)筑物沉降,或水平位移,或不均匀沉降超过相应的允许值时,会影响建(构)筑物的正常使用,甚至可能引起破坏。建(构)筑物沉降量较大时,不均匀沉降往往也比较大。不均匀沉降对建(构)筑物的危害较大。湿陷性黄土遇水发生剧烈的变形,膨胀土遇水膨胀、失水收缩等也可包括在这一类地基问题中。

(3) 渗流问题

渗透主要分为两类:一类是堤坝蓄水建筑物的地基渗流量超过其允许值,后果是造成

较大的水量损失，甚至蓄水失败；另一类是地基中水力比降超过其允许值时，地基土会因潜蚀和管涌使地基失稳而导致建（构）筑物破坏，造成工程事故。

（4）液化

在动荷载作用下，饱和松散粉细砂将会产生液化，使土体减少或失去抗剪强度，甚至非饱和土也会产生震陷。

3. 基础

基础是指建筑物向地基传递荷载的下部结构，它具有承上启下的作用。它处于上部结构的荷载及地基反力的作用下，承受由此而产生的内力。另外，基础底面的反力反过来又作为地基上的荷载，使地基土产生应力和变形。地基和基础的设计往往不可截然分割，基础设计时，除需保证基础结构本身具有足够刚度和强度外，同时还需选择合理的基础尺寸和布置方案，使地基的承载力和变形满足要求。

4. 地基处理

凡是基础直接建造在未经加固的天然土层上时，这种地基称之为天然地基。若天然地基很软弱，不能满足地基强度和变形要求，则事先要经过人工处理后再建造基础，这种地基加固称为地基处理。

（二）地基处理的目的和意义

地基处理的目的是针对在软弱地基上建造结构物时有可能产生的问题，采用人工的方法改善地基土的工程性质，以达到满足结构物对地基稳定和变形的要求。

地基处理的方法很多，每一具体工程都要进行具体细致分析，应从地基条件、处理要求（包括经处理后地基应达到的各项指标、处理的范围、工程进度等）、工程费用以及材料、机具来源等方面进行综合分析比较，以确定合适的地基处理方法。所采取的这些措施应包括以下五方面内容。

1. 改善剪切特性

地基的剪切破坏以及在土压力作用下的稳定性，取决于地基土的抗剪强度。因此，为了防止剪切破坏以及减轻土压力，需要采取一定措施增加地基土的抗剪强度。

2. 改善压缩特性

需要研究采用何种措施提高地基土的压缩模量，以减少地基土的沉降。另外，防止侧向流动（塑性流动）产生的剪切变形，也是改善剪切特性的目的之一。

3. 改善透水特性

当在地下水的运动中出现问题时，需要研究采用何种措施使地基土变成不透水或减轻其水压力。

4. 改善动力特性

地震时，饱和松散粉细砂（包括一部分轻亚黏土）将会发生液化。为此，需要研究采取何种措施防止地基土液化，并改善其振动特性以提高地基的抗震性能。

5. 改善特殊土不良地基的特性

主要是指消除或减少黄土的湿陷性和膨胀土的胀缩性等特殊土的不良地基的特性，消

除在软弱不良地基上建造工程可能发生的问题。

(三) 地基处理方法的分类

根据对地基的加固原理, 可对地基处理技术分为八类。

1. 置换法

利用物理力学性质较好的岩土材料、人造材料或二者联合使用置换天然地基中部分或全部软弱土或不良土, 形成双层地基或改良地基, 以达到提高地基承载力、减少沉降的目的。

置换法包括: 换土垫层法、挤淤置换法、振冲置换法(振冲碎石桩法)、沉管碎石桩法、强夯置换法、砂桩法、石灰桩法、CFG 桩法、钢渣桩法、二灰桩法、钢筋混凝土疏桩法、褥垫以及泡沫苯乙烯超轻质料填土法等。

在松散的土被排除而用其他材料替换时, 应考虑用质量轻的填料代替原来的土体, 以增强加固的效果。回填材料的容重最好是小于原来的容重。这种思路在国内外许多工程中得到应用。如果内外采用非常轻(容重为 $0.2 \sim 0.4 \text{ kN/m}^3$, 是土容重的 $1/100 \sim 1/50$) 的聚苯乙烯块作垫层堆砌和彼此嵌锚(块的尺寸为 $0.5 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 3 \text{ m}$), 施工速度快, 非常经济。其抗压强度为 $100 \sim 350 \text{ kPa}$, 变形模量为 $2.5 \sim 11.5 \text{ MPa}$, 吸水率约为 0.5% 。

使用范围: 黏性土、粉土、冲填土、杂填土、膨胀土、红黏土、湿陷性黄土。一般用于七层以下民用建筑。

2. 深层密实法

在进行地基处理时, 可以采用振动或挤密的方法使非饱和土密实, 以达到提高地基承载力和减少工后沉降的目的。包括: 强夯法、砂石桩法、石灰桩法、土桩与灰土桩挤密法、CFG 桩法、振冲密实法、渣土桩法等。

梅纳的强夯方法中还派生出来了另一种轻能量夯击方法, 从 1985 年起由弗兰基(Franki)开始应用。重量(M)为 73 kN , 直径为 1.8 m 的锤子从高度(h)为 6 m 的高处落下, 其产生的每一击的能量要比传统的强夯小得多。每一击的有效夯击能(E)建议用下式计算: $E = \eta Mh$ 。其中, 折减系数 η 是综合了自由落体、夯击、土体变形结果分析计算的结果, 一般取 $\eta = 4/27$ 。

振动器除短的振管式以外, 还有振杆式和振翼式。

适用范围: 各类土层。七层以下的民用建筑物。

3. 排水固结法

土体在一定载荷作用下排水固结, 孔隙比减小, 强度提高, 达到提高地基承载力、减少工后沉降的目的。

排水固结法包括: 加载预压法、超载预压法、砂井法(普通砂井、袋装砂井和塑料排水法)、真空预压与堆载预压联合作用、电渗排水法(通过向土中插入金属电极通以直流电, 使土中的水流由正极区域流向负极区域, 使正极区域土体因水流排出而固结)以及降低地下水位等。

适用范围: 饱和的黏性土及杂填土, 最大加固深度为 20 m 。其中超载预压法能使软

土的次固结得到有效的消除。降低地下水位法适用于渗透系数大于 $10^{-8} \sim 10^{-6}$ m/s 的土层，是一种临时性加固措施。

4. 加筋法

在地基土中设置强度高、模量大的筋材（钢筋混凝土、土工格栅、土工织物等），以达到提高地基承载力、减少工后沉降的目的。

加筋法包括：加筋土法、土钉墙法、土工织物、锚固法、树根桩法等。

适用范围：各类土的地基处理，既有建筑物的地基加固、稳定土坡及支挡结构物。

5. 热力学法

冷热处理是指通过冻结土体，或焙烧、加热地基土改变土体物理力学性质，以达到地基处理的目的。

热力学法包括：冻结法和热处理法两种。

适用范围：热处理法适用于渗透性大的无黏性土及湿陷性黄土。冻结法适用于各类土，但对地下水流速有要求，是一种临时性的加固措施。

6. 化学加固法

向土体中灌入或拌入水泥、石灰或其他化学固化浆材，在地基中形成增强体，以达到地基处理的目的。

注浆加固法包括：深层搅拌法、高压喷射注浆法、渗入性灌浆法、劈裂灌浆法、压密灌浆法、电化学灌浆法等。

用石灰作固化浆材时，石灰与黏土矿物发生化学反应，生成一种不溶于水的并与土颗粒结合在一起的硅酸钙胶。硅酸钙胶形成了起包裹和联结作用的一层薄膜（图 0-1-1）。由图还可看到，只有在有足够的水使 Ca^{2+} 能够转移到黏土颗粒表面时，才能形成硅酸钙胶。在相同的条件下，用石灰处理的临时加固效果比用水泥处理的明显要快。与水泥处理相反，用石灰处理的成功与否取决于粒径小于 $60\ \mu\text{m}$ 的颗粒含量，此含量必须大于 35% 才可行。

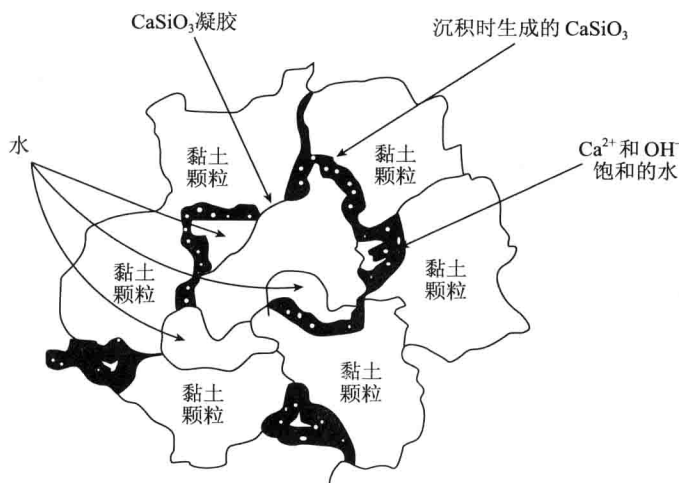


图 0-1-1 用生石灰稳定土的原理

适用范围：黏性土、粉土、砂土、黄土、人工填土和碎石土等地基。值得指出的是，这类方法尤其适用于既有建筑物的地基加固和沉降调整。

7. 地基与基础托换技术

托换是指对原有建筑物地基和基础进行处理和加固。它主要包括基础加宽法、墩式托换法、桩式托换法、地基加固法以及综合加固法等。

8. 建筑物纠偏与加固技术

纠偏是指对由于沉降不均匀造成倾斜的建筑物进行矫正的手段。主要包括加载纠偏法、掏土纠偏法、顶升纠偏法和综合纠偏法等。

事实上，许多地基处理方法是具有多种效用的，例如振冲碎石桩和灰土桩法既有挤密作用又有置换作用。而且地基处理方法也在不断发展，功能不断扩大，所以严格的统一分类比较困难。上述分类仅供参考。

经过地基处理形成的人工地基大致可以分为三类：均质地基、多层地基和复杂地基。广义地讲，桩基础也可以说是一类经过地基处理形成的人工地基。将桩基础包括在内，通过地基处理形成的人工地基可以分为下述三类：

1) 通过土质改良或置换，全面改善地基土的物理力学性质，提高地基土的抗剪强度，增大土体压缩模量，或减少土的渗透性。该类人工地基属于均质地基，或多层地基。

2) 通过在地基中设置增强体，原地基土形成复合地基，以提高地基承载力，减少地基沉降。

3) 通过在地基中设置桩，荷载由桩体承担，通过桩将荷载直接传递给地基中承载力大、压缩模量高的土层，形成桩基础。

均质地基和桩基础已有较成熟的理论，在土力学及基础工程相关著作中有详细的介绍。复合地基设计理论也趋于成熟。

(四) 地基处理方法的选用

我国地域辽阔，工程地质和水文地质条件千变万化，各种施工机械条件、技术水平、经验积累，以及建筑材料品种、价格差异很大，在选用地基处理方法时一定要因地制宜。因地制宜原则很重要，需要反复强调。要充分发挥各地的优势，有效地利用地方资源。地基处理方法很多，每种处理方法都有一定的适用范围、局限性和优缺点，没有一种方法是万能的。对每一项具体过程都要进行具体细致的分析，应从地质条件、处理要求（包括处理后地基应达到的各项指标、处理的范围和工程进度等）、工程费用以及材料、机具来源等各方面进行综合考虑，因地制宜确定合适的地基处理方法。在引用外地或外单位某一方法时，应克服盲目性，注意地区特点。当天然地基不能满足结构物对地基要求时，不能只考虑加固地基，同时应考虑上部结构体型是否合理、整体刚度是否足够。在考虑地基处理方案时，应同时考虑上部结构、基础和地基的共同作用，决定选用地基处理方案或选用加强上部结构刚度和地基处理相结合的方案。否则不仅造成不必要的浪费，而且可能带来不良后果。

通常对某一具体工程，技术上可行的地基处理方案往往有若干个，在确定采用某一地基处理方案前，应该进行方案比较。合理的地基处理方法原则上一定是技术可靠、经济合

理，又能满足施工进度的要求。通过比较分析可采用一种地基处理方法，也可采用由两种或两种以上的地基处理方法组成的综合处理方案。在方案比较时，可采用多因素分析法优选地基处理方案。

在确定地基处理方法时，还要注意节约能源，注意环境保护，避免因为地基处理对地面水和地下水产生污染，避免地基处理施工产生的振动和噪音对周围环境产生不良影响等。

另外，在确定地基处理方案前的建（构）筑物选址定位阶段，应该注意尽量避免有不良地质现象（如滑坡、岩溶、地裂缝）的地段和处理难度很大或处理费用特别高的场地。大至工业区的选址、城市规划，小至具体建筑物的定位，都要重视这一问题。要加强地基处理前期工作，优化设计。

我国各地区地理位置、气象条件、地层构造及成因以及地基土的地质特性差异甚大，分布一定范围的特殊土。特殊土主要指软弱黏性土、湿陷性黄土、盐渍土、膨胀土、多年冻土、杂填土、冲填土、松散砂土、粉土和山区岩土地基等。这些特殊土各自具有不同于一般地基土的独特工程地质特性，如软弱黏性土的高压缩性、杂填土的不均匀性、黄土的湿陷性、膨胀土的膨胀性、冻土的冻胀变形、盐渍土的溶陷变形以及山区岩土的水溶性等。适用于各类特殊土地基可选用的地基处理方法见表 0-1-1。

表 0-1-1 特殊土地基可选用的处理方法

特殊土地基类别	可选用的地基处理方法
软弱黏性土地基	排水固结法（包括加载预压法、超载预压法、真空预压法）、水泥土搅拌法、换土垫层法、石灰桩法、高压喷射注浆法、振冲置换法、砂石桩（置换）法、强夯法、加筋垫层法、短桩处理
杂填土地基	换填法、表层夯实法、短桩处理、灰土桩、石灰桩、强夯法、挤密砂石桩法、干震碎石桩法、振冲密实法、孔内夯扩桩法
冲填土地基	视冲填料性质确定，若冲填土为黏性土可采用应用于软弱黏性土地基的方法，若冲填土为砂性土可采用应用于松散砂土地基的方法
松散砂土地基	强夯法、振冲密实法、沉管碎石桩法、灌浆法、高压喷射注浆法
湿陷性黄土地基	土桩和灰土桩法、换垫法、强夯法、表层夯实法、预浸水法、碎石桩法、水泥土搅拌法、氢氧化钠溶液（碱液）加固法
盐渍土地基	沉管碎石桩法、振冲碎石桩法、换填法
膨胀土地基	换土垫层法、浸水保湿法、灌浆法、其他措施（增大基础埋深、砂包基础、宽散水、保湿暗沟、地基帷幕）
冻土地基	通风基础、桩基础等
山区地基	褥垫法、换填法、灌浆法以及岩溶、土洞的处理

（五）地基处理的规划流程

地基处理的核心是处理方法的正确选择与施工实施。而对某一具体工程来说，在选择地基处理方法时需要考虑多种因素，如建筑物的体型、刚度，结构受力体系，建筑材料和使用要求，荷载大小、分布和种类，基础类型，布置和埋深，基底压力，天然地基承载力，稳定安全系数，变形容许值；地基土的类别、加固深度、上部结构要求、周围环境条

件、材料来源、施工工期、施工队伍技术素质与施工技术条件、设备状况和经济指标等。对地基条件复杂、需要应用多种处理方法的重大项目还要详细调查施工区内地形及地质成因、地基成层情况、软弱土或不良土层厚度、不均匀性和分布范围、持力层位置及状况、地下水情况及地基土的物理和力学性质；施工中需要考虑对场地及邻近建筑物可能产生的影响、占地大小、工期及用料等。只有综合分析上述因素，坚持安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境的原则拟订出地基处理方案及规划流程，才能获得最佳的处理效果。

首先根据建（构）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。若天然地基能够满足要求，尽量采用天然地基。在确定是否需要进行地基处理时，应将上部结构、基础和地基统一考虑。若天然地基不能够满足要求，首先需要确定进行地基处理的天然地层的范围以及地基处理要求；然后根据天然地层的条件、地基处理的原理、过去应用的经验和机具设备、材料条件，进行地基处理方案的可行性研究，提出多种可行性方案；最后对提出的多种方案进行技术、经济、进度等方面的比较分析，考虑环境保护要求，确定采用一种或几种地基处理方法。

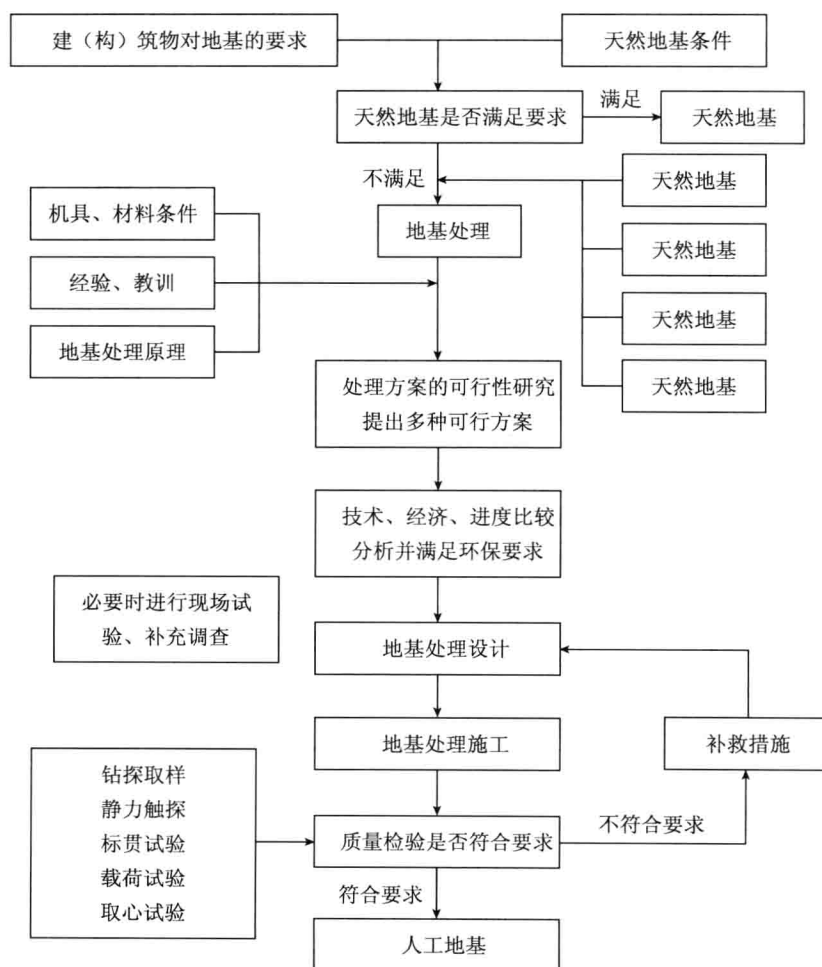


图 0-1-2 地基处理规划程序

这里需要强调的是，要重视对天然地基工程地质条件的详细了解。许多由地基问题造成的工程事故，或地基处理达不到预期目的，往往是由于对工程地质条件的了解不够全面造成的。详细的工程地质勘察是判断天然地基能否满足建（构）筑物对地基要求的重要依据之一。如需要进行地基处理，详细的工程地质勘察资料也是确定合理的地基处理方法的主要基本依据之一。地质勘察的要求也要适当，既要把地质条件搞清楚，又应避免要求过高、过多。

一般来说，对地基处理建议按图 0-1-2 的过程考虑。

(六) 地基处理与环境保护

随着工业的发展，环境污染问题日益严重，公民的环境保护意识也逐步提高，在进行地基处理设计和施工中，一定要注意环境保护，处理好地基处理与环境保护的关系。

与某些地基处理方法有关的环境污染问题包括噪声、地下水质污染、地面位移、振动、大气污染以及施工场地泥浆污水排放等。几种主要地基处理方法可能产生的环境影响问题见表 0-1-2。事实上，一种地基处理方法对环境的影响还受施工工艺的影响，改进施工工艺可以减少甚至消除对周围环境的不良影响。因此，表 0-1-2 只能反映一般情况，仅供参考，在确定地基处理方案时，尚需结合具体情况进一步研究分析。环保问题政策性、地区性很强，一定要了解、研究、熟悉施工现场所在地环境保护的有关法令和规定、施工现场周围条件，了解施工工艺，才能正确选用合适的地基处理方法。例如，在高精密仪器楼的周围，不宜采用强夯法；市区对噪声的控制要求比郊区高；在市区处理废泥浆要比郊区费用高得多。

表 0-1-2 几种主要地基处理方法可能对环境产生的影响

地基处理方法	噪声	水质污染	振动	大气污染	地面泥浆污染	地面位移
换填法						
振冲碎石桩法	△		△		○	
强夯置换法	○		○			△
砂石桩（置换）法	△	△				
石灰桩法	△	△	△			
加载预压法						
超载预压法						
真空预压法						
水泥土搅拌法				△		
高压喷射注浆法		△			△	
灌浆法		△				
强夯法	○		○			△
表面夯实法	△		△			
振冲密实法	△		△			
挤密砂石桩法	△		△			
土桩、灰土桩法	○		△			
加筋土法						

注：“○”为影响较大；“△”为影响较小；空格表示没有影响。

知识拓展

目前地基处理设计与施工所依照的主要规范包括：

- 1) 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)。
- 2) 《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025—2004)。
- 3) 《膨胀土地区建筑技术规范》(GB 50112—2013)。
- 4) 《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)。
- 5) 《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63—2007)。
- 6) 《港口工程地基规范》(JTS 147-1—2010)。
- 7) 《碾压式土石坝设计规范》(SL 274—2001)。
- 8) 《铁路特殊路基设计规范》(TB 10035—2006)。
- 9) 上海市标准《地基处理设计规范》(DB/TJ 08-40—2010)
- 10) 上海市工程建设规范《地基基础设计规范》(DGJ 08-11—1999)。
- 11) 广东省标准《建筑地基处理技术规范》(DBJ 15-38—2005)。
- 12) 北京市标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(J 11254—2008)。

知识小结

本预备知识有六项任务，分别是地基处理的相关概念、目的意义、方法的分类、方法的选用、规划流程 and 环境保护。对于与地基处理内容相关的知识点都进行了较为细致的说明，以便于教学任务的实施，继而达到提高教学质量、培养合格人才的目的。

知识训练

1. 一般建筑物地基所面临的问题有哪些？
2. 选用地基处理方法时应考虑哪些因素？
3. 试述地基处理的类型。如换土垫层法、振密挤密法等。
4. 对于防止地基土液化，一般可以采用哪几种地基处理方法？
5. 选用地基处理方法时应遵循什么原则？
6. 对较深厚的松散砂土地基用哪几种方法进行处理较经济？
7. 对较深厚的软弱饱和黏性土地基用哪几种方法进行处理较经济？

技能训练

一海港扩建码头，地基为海积淤泥，厚达 40 m。规划在一年后修建公路、办公楼与仓库，需大面积进行地基加固，试选择具体地基处理方案。