

地基基础工程 283 问

刘惠珊 徐攸在 编著

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地基基础工程 283 问/刘惠珊, 徐攸在编著. —北京:
中国计划出版社, 2002.3

ISBN 7-80177-016-1

I. 地... II. ①刘... ②徐... III. 地基-基础 (工程)-工程施工-问答 IV. TU753-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 080044 号

地基基础工程 283 问

刘惠珊 徐攸在 编著

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906413 63906414)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

787 × 1092 毫米 1/16 34.5 印张 837 千字

2002 年 3 月第一版 2002 年 3 月第一次印刷

印数 1—4000 册

☆

ISBN 7-80177-016-1/TU·011

定价: 69.00 元

前 言

近年来，作者曾应建设部等有关部门的邀请，先后在上海、桂林、大连、兰州、乌鲁木齐、南宁、深圳等地的岩土工程讲座上讲课，参加听课的学员多为从事设计、勘察、施工和监理方面的工程技术人员。他们反映，虽然目前有关岩土工程方面的专著、教材和手册较多，但缺少一本通俗、简明和实用的地基基础方面的书。为此，中国计划出版社决定出版本书以满足广大工程技术人员需要。作者根据出版社的要求，写出本书并定名为“地基基础工程 283 问”。

本书内容几乎涉及地基基础工程领域的各个方面，并根据迄今为止最新颁布的规范、规程以及近年来发表的科研成果，对内容作了相应的更新和充实。考虑到岩土工程技术发展很快，所以本书也不完全拘泥于规范和规程的条文，而主要还是阐明有关地基基础方面的基本规律，重在概念、设计原理和计算方法，省去了比较繁琐的推导，以便读者能较快地对地基基础工程的全貌有所认识。对当前应用较广泛的桩基、地基加固、基坑工程以及已有建筑物地基加固等工程技术问题，以较多的篇幅作了介绍；对一些新技术，如疏桩基础、加劲水泥土搅拌墙支护、土工聚合物、基坑工程的时空效应等，也予以适当地介绍。

本书以问答形式阐明工程技术人员最关心的有关地基基础方面的问题，并附有实例可供读者参考。

由于作者的水平有限，书中难免有错误之处，希广大读者不吝指正。

本书第一、二、四、六、八、十、十一章由刘惠珊编写；前言和第三、七章由徐攸在编写；第五、九章由徐攸在、刘惠珊共同编写。

刘惠珊 徐攸在

目 录

第 1 章 岩土分类及土性主要指标

1.1 什么叫“地基”？什么叫“基础”？	(1)
1.2 岩土分为哪几类？	(1)
1.3 岩石的工程分类是怎样的？	(2)
1.4 如何进行碎石土的分类和区分其密实程度？	(3)
1.5 砂土如何分类及确定其密实度？	(4)
1.6 粘性土如何分类及决定其状态？	(4)
1.7 人工填土有哪几种？	(5)
1.8 碎石土、砂土、粉土、粘性土的工程性质有哪些特点？	(5)
1.9 有哪些土的物理指标是在阅读勘察报告书时经常会遇到的？	(10)
1.10 有哪些主要的土的工程指标？它们有什么用途？	(12)
1.11 如何测定土的抗剪强度指标 φ 与 c ？	(12)
1.12 如何测定土的压缩性指标？	(17)
1.13 荷载试验的要点是什么？如何由它确定地基承载力与变形模量？	(21)
1.14 何谓静力触探？由它可获得什么成果？	(23)
1.15 何谓动力触探？有什么用？	(24)
1.16 地下水有哪些类型？地下水的渗流规律是什么？何为渗透系数？	(27)

第 2 章 地基的应力与变形

2.1 确定地基中的应力用什么理论？什么叫自重应力？什么叫附加应力？什么叫浮式基础？	(30)
2.2 什么是求应力的布辛奈斯克 (Boussinesq) 课题与弗拉曼 (Flamant) 课题？	(32)
2.3 条形均布荷载下地基中的应力分布是怎样的？	(35)
2.4 三角形分布的条形荷载下的应力分布情况如何？	(38)
2.5 矩形均布荷载下的土中应力如何求？何谓角点法求应力？	(39)

2.6	基础沉降过程是如何发展的? 最终沉降如何计算?	(46)
2.7	如何计算相邻基础引起的附加沉降?	(48)
2.8	大面积地面荷载对柱基造成何种影响? 如何计算?	(52)
2.9	如何计算开挖深基坑后建筑物施工时地基土再压缩产生的沉降?	(55)
2.10	如何计算固结过程中某一时刻的沉降? 这个课题有什么实际意义?	(56)
2.11	成层地基上建筑物基础沉降与时间关系如何计算?	(63)
2.12	沉降观测重要吗? 如何进行?	(64)
2.13	建筑物的容许变形值是多少?	(65)
2.14	如何处理高层建筑主楼—裙房之间的不均匀沉降?	(67)

第 3 章 天然地基基础设计

3.1	天然地基上的基础设计必须满足什么基本要求? 随着基础荷载的增大, 地基会经历哪三个阶段?	(70)
3.2	如何根据静荷载试验结果确定地基承载力?	(72)
3.3	如何根据动荷载试验结果确定地基承载力?	(73)
3.4	如何根据土的物理指标用经验方法确定地基承载力?	(74)
3.5	如何根据动力触探试验结果确定地基承载力?	(76)
3.6	如何根据其他原位试验结果确定地基承载力?	(77)
3.7	为什么地基的设计承载力必须根据基础的实际宽度和埋深进行修正?	(77)
3.8	在什么情况下, 可不进行地基变形的验算?	(78)
3.9	天然地基上基础设计的内容和步骤是什么?	(80)
3.10	如何设计刚性基础?	(83)
3.11	如何设计扩展式基础?	(84)
3.12	如何设计条形基础和十字交叉梁基础?	(89)
3.13	如何设计筏板基础?	(93)
3.14	如何设计箱形基础?	(96)
3.15	土与基础的共同作用是什么概念? 有何实用意义?	(100)

第 4 章 人工地基

4.1	地基处理的常用方法有哪些? 适用范围如何?	(102)
4.2	地基处理的设计与施工有哪些规范规程需要遵循?	(109)
4.3	什么叫复合地基?	(109)
4.4	什么叫柔性桩、刚性桩和半刚性桩?	(110)
4.5	桩的刚度不同对复合地基中的应力分布和设计计算有什么影响?	(111)
4.6	如何决定复合地基的承载力?	(112)

4.7	如何求复合地基的压缩模量和复合地基的沉降值？	(114)
4.8	常常看到复合地基的基础下有一层砂砾垫层，有什么用？非要不可吗？	(114)
4.9	水平向增强体复合地基是怎么回事？	(114)
4.10	换填法加固适用于什么场合？设计施工要点有哪些？	(115)
4.11	预压法的加固原理？适用场合有哪些？	(119)
4.12	加载预压法的设计施工要点？	(120)
4.13	真空预压加固是怎样进行的？	(125)
4.14	强夯法加固地基的概念和加固机理是什么？	(129)
4.15	强夯加固有何实例？	(134)
4.16	强夯置换是怎样的加固方法？与强夯有何不同？设计与施工要点是什么？	(136)
4.17	强夯置换有哪些典型实例？	(141)
4.18	注浆加固法怎样进行？适用于什么情况？	(147)
4.19	注浆法的施工如何进行？	(148)
4.20	有哪些注浆加固的实例？	(151)
4.21	什么叫振冲桩？振冲法加固地基的原理与设计施工要点是什么？	(152)
4.22	砂石桩和振冲桩有何不同？设计与施工要点有哪些？	(155)
4.23	土桩、灰土桩挤密法适用哪些场合？有什么特点？	(158)
4.24	石灰桩加固法的原理、适用条件与设计施工要点有哪些？	(160)
4.25	柱锤冲孔夯扩桩的加固原理、设计施工要点有哪些？	(163)
4.26	什么是孔内强夯法加固？	(165)
4.27	夯坑基础是怎么回事？	(165)
4.28	CFG（水泥粉煤灰碎石）桩是怎样的桩？	(166)
4.29	水泥土搅拌法加固的原理、设计与施工的要点是什么？	(168)
4.30	水泥土桩可以加固液化地基吗？	(173)
4.31	高压喷射注浆法是怎样的加固方法？	(175)
4.32	什么是土工聚合物？它们在地基基础工程中有什么用途？	(177)
4.33	土工聚合物加固土坡的稳定分析方法与常规方法有何不同？	(181)
4.34	如何设计土工织物加筋垫层？	(182)
4.35	土工聚合物的施工要点有哪些？	(185)
4.36	以土工合成物加筋处理地基有何实例？	(186)
4.37	加筋支挡结构如何设计与施工？	(189)
4.38	土工聚合物作为反滤材料时有何要求？	(192)

第 5 章 桩基及深基础

5.1	桩的类型及应用情况如何？桩是怎样把力传到土中去的？	(193)
5.2	桩的承载力是由什么决定的？	(196)

5.3	同一场地上相同的桩其承载力会一样吗？	(197)
5.4	单桩与群桩中的一根桩有何不同？	(198)
5.5	承台对桩顶荷载的分配有什么影响？	(198)
5.6	桩距对桩的承载力有何影响？	(199)
5.7	加荷速率对桩承载力有什么影响？	(199)
5.8	如何用静荷载试验方法确定单桩承载力？	(200)
5.9	如何用小应变频域法动力测定单桩承载力？	(204)
5.10	如何用大应变曲线拟合法动力测定单桩承载力？	(206)
5.11	如何用大应变静动法动力测定单桩承载力？	(211)
5.12	如何用经验法确定单桩承载力？	(212)
5.13	桩基的设计应如何进行？	(212)
5.14	承台应如何设计？	(216)
5.15	何谓疏桩基础？	(219)
5.16	如何按沉降漏斗法设计控沉疏桩基础？	(221)
5.17	如何用上海民用建筑设计院方法计算控沉疏桩基础？	(226)
5.18	协力疏桩基础应如何设计？	(228)
5.19	何谓桩的负摩擦力？它对桩的承载力有何影响及如何测定？	(229)
5.20	如何验算桩的抗拔承载力？	(232)
5.21	如何验算桩的水平承载力？	(236)
5.22	桩基检测的目的和要求是什么？如何确定检测的桩数？	(240)
5.23	如何用超声波法检测桩身质量？	(243)
5.24	如何用钻孔取芯法检测桩身质量？	(245)
5.25	如何用时域法（反射波法）检测桩身质量？	(246)
5.26	如何用频域法检测桩身质量？	(248)
5.27	有哪些基础属于深基础？	(249)
5.28	沉井的概念是什么？有哪些类型？	(249)
5.29	沉井如何施工？应注意什么问题？	(251)
5.30	沉井的设计计算有哪些内容？	(253)
5.31	何谓墩基？有哪些类型和特点？	(261)
5.32	如何确定墩基的竖向承载力？	(262)
5.33	人工挖孔墩应如何设计与施工？	(263)
5.34	桩（墩）基工程事故有哪些？如何防治？	(266)
5.35	深基施工中应用的泥浆有何作用与要求？	(269)

第 6 章 土坡、土压力与挡土墙

6.1	什么叫天然坡度角？它与砂、碎石等无粘性土堆成的土坡稳定有何关系？	(272)
-----	----------------------------------	-------

6.2	粘性土坡的滑动面是怎样的？如何判断土坡是稳定还是不稳定？	(272)
6.3	怎样用条分法进行土坡稳定分析？	(274)
6.4	挡土墙有什么用？有哪些型式的挡土墙？	(277)
6.5	什么叫静止土压力、主动土压力和被动土压力？	(277)
6.6	怎样计算静止土压力？	(279)
6.7	怎样用库伦理论求作用于挡土墙上的总主动土压力与总被动土压力？	(279)
6.8	什么是朗金土压力理论？它与库伦理论有何不同？	(281)
6.9	地面有荷载时如何求挡土墙上的主动土压力？	(284)
6.10	挡土墙后的土分层或有地下水时土压力如何计算？	(285)
6.11	重力式挡土墙如何设计？	(286)
6.12	能否举例说明挡土墙的设计与计算？	(290)
6.13	地下室、地下水池、地下通道等结构外墙上的土压力如何计算？	(293)
6.14	锚定板挡土墙是什么样的结构？	(293)
6.15	如何对粘性土取等效内摩擦角？	(297)

第 7 章 动力机器基础

7.1	振动作用对地基有什么影响？	(298)
7.2	振动压密产生的原因及其相应的对策是什么？	(298)
7.3	振动蠕变产生的原因是什么？如何防止？	(299)
7.4	动力机器基础设计的一般原则是什么？	(304)
7.5	如何确定地基的动力参数（刚度和阻尼）？	(306)
7.6	如何进行基础的动力计算？	(308)
7.7	能否举例说明动力机器基础的计算方法？	(311)

第 8 章 地基基础工程抗震

8.1	地基基础的震害多不多？有哪些类型？哪种原因的地基震害较多？	(318)
8.2	地震波是怎样传给结构的？	(318)
8.3	哪些是对抗震有利的场地？哪些是对抗震不利的场地和危险的场地？	(320)
8.4	场地有哪些地震效应？如何考虑场地的地震效应？	(320)
8.5	为何划分场地类别？如何划分？	(321)
8.6	等效剪切波速的含义是什么？如何求？是不是每个场地都要有实测 剪切波速？	(322)
8.7	什么是地震反应谱？有什么用？反应谱与场地有何关系？	(323)
8.8	陡坡、带状山脊和山嘴等有怎么样的抗震不利作用？能不能预测？	(325)
8.9	场地附近或建筑物下有发震断层时怎么办？一定要避开吗？怎么避？	(327)

8.10	如何求得作用于基础的水平地震力?	(328)
8.11	抗震设计时的天然地基及基础的验算与静载下的验算有什么不同?	(329)
8.12	地震力既然是以水平力为主,那么怎么验算基础是否抗得了水平力呢?	(330)
8.13	地震作用下的建筑物沉降如何算?要不要算?	(330)
8.14	液化是什么原因?哪些土会液化?	(331)
8.15	液化有哪些危险?有哪些实例?	(331)
8.16	怎样判别饱和砂土与粉土是否液化?	(333)
8.17	为什么要划分液化等级?液化指数是怎么回事?	(335)
8.18	抗液化措施的选择原则是什么?	(338)
8.19	液化土的侧压力与上浮力如何验算?	(340)
8.20	软土震陷的原因是什么?有何实例?如何处理?	(341)
8.21	地基的抗震加固有什么不同于静载下地基加固的特殊要求?	(341)
8.22	桩基会受到震害吗?桩基的典型震害是怎样的?	(342)
8.23	如何决定桩在抗震时的单桩承载力?	(344)
8.24	地震水平力作用下的桩身内力如何计算?	(344)
8.25	如何进行桩基抗震设计?	(346)
8.26	如何进行液化土中的桩基抗震验算?	(349)
8.27	液化侧扩地段的桩基如何验算?	(351)
8.28	为何要加强液化区的桩身构造配筋?	(351)

第9章 区域性地基

9.1	填土能不能作建筑物的地基?	(352)
9.2	压实的素填土地基有何特点?	(354)
9.3	在哪些情况下填土地基需要处理?常用什么方法处理?	(356)
9.4	什么叫黄土和湿陷性黄土?湿陷的原因是什么?	(357)
9.5	何谓黄土的计算自重湿陷量和总湿陷量?如何根据二者划分黄土 的湿陷等级?	(358)
9.6	何谓湿陷起始压力 P_{sh} ?有什么用?如何测定?	(359)
9.7	黄土上建筑物产生湿陷事故的原因有哪些?	(359)
9.8	湿陷性黄土上建筑物设计方面要注意哪些问题?进行哪些地基基础 方面的计算?	(360)
9.9	湿陷性黄土的地基处理原则是什么?常用哪些地基处理方法?	(361)
9.10	有何湿陷性黄土地基处理的工程实例?	(363)
9.11	何谓软土?它们分布情况如何?有哪些类型?	(364)
9.12	软土有何工程性质特点?	(366)
9.13	软土地基设计中应注意什么问题?采取哪些措施?	(368)
9.14	膨胀土地基有什么特点?对建筑物有何危害?	(370)

9.15	膨胀土的物理力学特性如何? 胀缩的原因何在?	(371)
9.16	膨胀土有什么特殊的土特性指标? 如何判别膨胀土?	(372)
9.17	膨胀土地基上房屋变形开裂的典型情况是怎样的?	(373)
9.18	膨胀土地基的变形如何计算? 容许变形是多少?	(374)
9.19	如何防治膨胀土的危害? 在设计与施工中要注意哪些问题?	(375)
9.20	红粘土如何形成? 有何特点?	(376)
9.21	红粘土地基的特点是什么?	(378)
9.22	岩溶(喀斯特 karst)是怎么回事?	(379)
9.23	如何评价岩溶地基是否稳定?	(380)
9.24	岩溶地基如何处理? 设计时采取什么措施?	(381)
9.25	岩溶地区为什么会有土洞? 它们对建筑有何影响?	(382)
9.26	土洞与地表塌陷区的地基基础工程要注意什么问题?	(383)
9.27	山区、丘陵地区的地基设计应考虑哪些问题?	(384)
9.28	下卧基岩表面坡度较大的地基如何处理?	(385)
9.29	石芽密布并有局部出露的地基如何处理?	(386)
9.30	大块孤石或个别石芽出露地区的地基设计应考虑哪些措施?	(387)
9.31	当地基为岩石时如何设计基础?	(388)
9.32	山区局部软土地基如何进行地基基础设计?	(390)
9.33	山区的土质边坡与岩质边坡如何处理?	(391)
9.34	什么叫盐渍土?	(393)
9.35	盐渍土的三相物质组成与一般土有何不同?	(393)
9.36	盐渍土的物理力学指标与一般土有何区别? 其测试方法有哪些不同?	(394)
9.37	怎样评定盐渍土的溶陷性?	(397)
9.38	盐渍土为什么会膨胀? 如何评价盐渍土的盐胀性?	(397)
9.39	盐渍土的腐蚀机理是什么? 如何评价盐渍土的腐蚀性?	(399)
9.40	如何在盐渍土地区进行地基基础设计?	(400)
9.41	在盐渍土地基上进行施工应注意哪些问题?	(403)

第 10 章 已有建筑地基基础加固

10.1	什么情况下要加固已有建筑的地基基础?	(404)
10.2	已有建筑地基基础加固的特点是什么? 有何技术法规可以遵循?	(404)
10.3	已有建筑地基基础加固前要做哪些工作?	(404)
10.4	怎样从房屋变形和裂缝上发现地基基础问题? 由地基问题引起的裂缝有 哪些特点?	(405)
10.5	已有建筑地基基础加固方案有哪些选择?	(409)
10.6	如何进行已有基础下的荷载试验? 什么时候要进行这样的试验?	(409)
10.7	已有建筑地基承载力如何计算?	(410)

10.8	何谓托换? 有哪些加固已有建筑地基基础的方法?	(411)
10.9	什么是基础补强注浆法?	(411)
10.10	什么是加大基础底面法? 如何进行?	(412)
10.11	如何将已有基础加深以获得更大的地基承载力?	(413)
10.12	桩式托换法是怎么回事?	(414)
10.13	如何用锚杆静压桩法加固已有基础?	(415)
10.14	什么是坑式静压桩法加固? 它与锚杆静压桩法有何不同?	(416)
10.15	树根桩法加固如何进行? 有什么特点?	(417)
10.16	石灰桩加固如何进行? 加固原理是什么?	(419)
10.17	注浆法加固如何进行?	(421)
10.18	还有哪些加固地基的方法?	(425)
10.19	增层改造有哪些方法? 与地基基础有什么关系?	(425)
10.20	什么是直接增层? 在地基基础方面要做什么工作? 有何实例?	(426)
10.21	何谓外套结构增层? 对基础有何要求?	(428)
10.22	已有建筑产生倾斜怎么办? 要做哪些工作?	(431)
10.23	纠倾的具体方法有哪些? 什么叫“迫降纠倾”? 什么叫“顶升纠倾”?	(431)
10.24	纠倾工作中的监测工作为什么特别重要?	(432)
10.25	迫降纠倾的设计包括哪些内容?	(433)
10.26	掏土纠倾如何进行? 有何实例?	(433)
10.27	什么是人工降水纠倾法?	(439)
10.28	注水纠倾用于什么场合? 如何进行?	(440)
10.29	堆载纠倾法适用于什么场合?	(440)
10.30	锚桩加压纠倾是怎样进行的?	(441)
10.31	何时适用顶升纠倾? 如何用顶升梁法纠倾?	(443)
10.32	何谓压桩反力顶升纠倾?	(445)
10.33	如何用注浆法纠倾? 有何实例?	(446)
10.34	已有建筑移位时涉及哪些地基基础问题?	(448)

第 11 章 基 坑 工 程

11.1	基坑工程的内容有哪些? 基坑工程的发展前景如何?	(450)
11.2	为什么说基坑工程风险很大? 基坑工程有什么特点? 基坑工程的监测有 哪些内容?	(450)
11.3	有哪些与基坑工程有关的规范?	(451)
11.4	基坑工程对勘察有哪些要求?	(452)
11.5	基坑边坡有哪些类型?	(452)
11.6	基坑支护的安全等级与复杂程度如何划分?	(453)
11.7	基坑工程的设计与施工工作程序是怎样的?	(454)

11.8	基坑工程事故有哪些原因? 统计数字说明什么?	(456)
11.9	业主与勘察方面的失误造成基坑事故具体表现在哪里?	(456)
11.10	基坑工程的设计施工事故如此之多, 能否举例以进一步了解?	(456)
11.11	基坑工程按什么原则设计计算?	(462)
11.12	基坑的失稳有哪些形态? 验算失稳时要注意什么?	(462)
11.13	基坑整体失稳是怎样情况? 如何验算?	(463)
11.14	抗倾覆、抗水平滑动稳定性如何验算?	(466)
11.15	抗隆起稳定包含什么内容? 如何验算?	(467)
11.16	基坑工程治水的意义? 不治水或治水不善会引起什么样的事故?	(469)
11.17	渗流破坏稳定性如何验算?	(470)
11.18	基坑排水有哪些方法?	(472)
11.19	轻型井点如何设计与施工?	(476)
11.20	喷射井点是怎么回事?	(479)
11.21	如何防止降水对周围环境的影响?	(480)
11.22	武汉阳光大厦基坑工程是如何治水的?	(482)
11.23	如何进行基坑支护结构的选型?	(484)
11.24	如何计算作用在支护结构上的水平荷载?	(487)
11.25	桩、墙式支护结构是指什么结构? 计算这类结构用什么方法?	(489)
11.26	悬臂式支护结构如何确定其嵌固深度?	(491)
11.27	如何用等值梁法计算支护结构的内力?	(492)
11.28	如何计算多层拉锚支护的内力与支点力?	(493)
11.29	内支撑支护结构的选型与布置如何进行?	(496)
11.30	内支撑支护结构如何分析计算?	(498)
11.31	基坑变形如何估算? 在什么情况下要估算?	(499)
11.32	看到有的基坑设计中对基坑内部的土也加固一部分, 这是为什么?	(502)
11.33	什么情况下可以放坡开挖? 坡度如何取?	(503)
11.34	土钉支护是怎样的支护?	(505)
11.35	什么是喷锚支护? 它与土钉支护有何不同?	(511)
11.36	水泥土重力式挡土结构如何设计?	(515)
11.37	什么是 SMW 工法 (加劲水泥土搅拌墙)?	(516)
11.38	地下连续墙是怎么回事?	(520)
11.39	什么叫逆作法基坑施工?	(523)
11.40	如何利用基坑开挖的时空效应合理施工?	(527)

附 录

附表 1	A_x 、 B_x 、 C_x 、 D_x 、 E_x 、 F_x 函数表	(529)
附表 2	箱形基础基底反力系数 α_i	(532)

附表 3 天然地基的抗压刚度系数 C_z 值 (kN/m³) (533)

附表 4 桩周土的当量摩擦刚度系数 C_r 值 (kN/m³) (533)

附表 5 桩尖土的当量垂直刚度系数 C_z 值 (kN/m³) (533)

附表 6 m 法无量纲系数 (534)

主要参考文献 (536)

第 1 章

岩土分类及土性主要指标

1.1 什么叫“地基”？什么叫“基础”？

“基础”是建筑物的地下部分，是它的“下部结构”，而处于地面以上的部分则是建筑物的“上部结构”。基础的作用是将上部结构的荷载安全可靠地传给地基。

“地基”是指承受结构物荷载的一部分土体（岩体），其深度范围是基础宽度（宽度一词是指基础底面尺寸的短边）的 1.5~5 倍左右，而其宽度范围为基础宽度的 1.5~3 倍左右，视基础的形状与荷载而异。

从理论上讲，基础荷载可以传到很深与很宽范围内的土层上，但由于在远处其产生的土中应力与土自重相比很小且不足以产生工程上有影响的土的变形，因此，在实用上不必注意这些地方，因而也就不将这些应力与变形很小的地方包含在“地基”一词的含意之内。如果以竖向应力 σ_z 达到某个小值作为地基的边界，则基础下的 σ_z 等值线的形状像个灯泡，因之也就可以粗略地将压力泡看作地基的范围（图 1.1.1）。在此范围之内土所受的应力较大，在此范围外则应力与变形均较小。至于这个范围（主要指深度）的具体限定条件，则各国、各规范可能有各种各样，

不尽相同，有以 σ_z 达到 1/5 土自重应力为条件；有以 σ_z 达到基底附加压力 1/10 为界，我国地基规范则以限定某个变形为条件。在此深度范围内的所有土层的厚度（由基础底面算起）称为受压层深度或压缩层深度。

地基范围内所包括的土层可能有多层，其中基础底面所在的土层称为持力层，它受到基底直接传给它的荷载，在它下面的土层则称为下卧层。下卧层可能不止一层，如图 1.1.1 中的 II、III 层都是下卧层。

地基中受力较大的土层称为主要受力层。由于基底压力向外扩散的缘故，土中应力越往深处，越往远处，则越小。因而主要受力层只是含在基底下压力泡内的一个或数个土层。

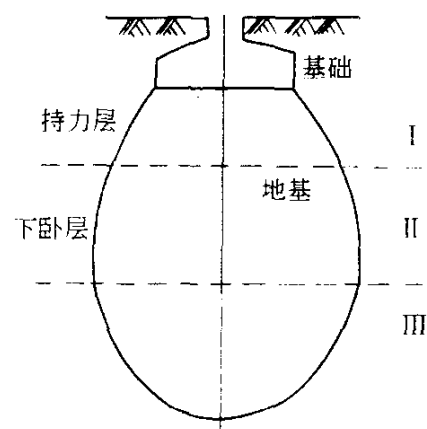


图 1.1.1 地基与基础示意 (I, II, III 为土层顺序号)

1.2 岩土分为哪几类？

作为建筑地基的岩土可分为六类。

岩石：颗粒间牢固粘结，呈整体或有节理裂隙的岩体。

碎石土：粒径大于 2mm 的颗粒含量超过全重的 50%。

砂土：粒径大于 2mm 的颗粒含量不超过全重的 50%。

粉土：塑性指数小于 10 且粒径大于 0.075mm 的颗粒含量不超过全重的 50%。

粘性土：塑性指数大于 10 的土。

人工填土：由人为的原因形成的土，以区别于上述五类由地质作用形成的天然土。人工填土可以由上述五类土中的任何一类或一类以上的土，经过人为因素形成（杂填，有意识有目的地压实，冲填等）。

上述是大的分类，每一大类中还分为亚类，详见于后。

1.3 岩石的工程分类是怎样的？

岩石的分类可以从地质角度着眼，也可以从工程角度着眼。岩石的地质分类是根据其成因，矿物成分、结构构造和风化程度，如强风化石灰岩，微风化砂岩等。岩石的工程分类则主要根据岩体的工程性状，使工程人员立即了解其工程特性而进行的分类，即

按坚硬程度分为：坚硬岩、较硬岩、较软岩、软岩与极软岩（表 1.3.1）。

表 1.3.1 岩石按坚硬程度分类

坚硬程度类别	坚硬岩	较硬岩	较软岩	软岩	极软岩
饱和单轴抗压强度标准值 f_{rk} (MPa)	>60	$60 \geq f_{rk} < 30$	$30 \geq f_{rk} < 15$	$15 \geq f_{rk} < 5$	≤ 5

按岩体完整性分为：完整、较完整、较破碎、破碎与极破碎（表 1.3.2）。

表 1.3.2 岩体完整性划分

完整程度等级	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
完整性指数	>0.75	$0.75 \sim 0.55$	$0.55 \sim 0.35$	$0.35 \sim 0.15$	<0.15

注：完整性指数为岩体纵波波速与岩块纵波波速之比的平方。

按风化程度分为：未风化、微风化、中风化、强风化和全风化。

表 1.3.3，为代表性的一些软质岩石与硬质岩石，是指风化程度低的整体岩石，因为风化很强烈时，硬质岩也会变成软质岩了。

表 1.3.3 代表性的软、硬岩石

岩石类别	代 表 性 岩 石
硬质岩石	花岗石、花岗片麻岩、闪长岩、玄武岩、石灰岩、石英砂岩、石英岩、硅质砾岩等
软质岩石	页岩、粘土岩、绿泥石片岩、云母片岩等

注：除表列代表性岩石外，凡新鲜岩石的饱和单轴极限抗压强度大于 30MPa 者，按硬质岩石考虑。

1.4 如何进行碎石土的分类和区分其密实程度？

，碎石土按其颗粒形状与大小分为：漂石、块石、卵石、碎石、圆砾与角砾（表 1.4.1）。

表 1.4.1 碎石土的分类

土的名称	颗粒形状	粒 组 含 量
漂 石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200mm 的颗粒超过全重 50%
块 石	棱角形为主	
卵 石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20mm 的颗粒超过全重 50%
碎 石	棱角形为主	
圆 砾	圆形及亚圆形为主	粒径超过 2mm 的颗粒超过全重 50%
角 砾	棱角形为主	

注：分类时应根据粒组含量栏从上至下，最先符合者确定。

碎石土的密实度分为：松散、稍密、中密和密实（表 1.4.2）。在未进行重型动力触探试验的情况下可粗略地按表 1.4.3 鉴别。

表 1.4.2 碎石土的密实度

重型动力触探试验锤击数 $N_{63.5}$	密 实 度
$N_{63.5} \leq 7$	松 散
$7 < N_{63.5} \leq 15$	稍 密
$15 < N_{63.5} \leq 30$	中 密
$N_{63.5} > 30$	密 实

注：本表仅适用于卵石、碎石、圆砾、角砾。对于漂石、块石以及粒径大于 200mm 的颗粒含量较多的碎石土，可按表 1.4.3 鉴别其密实度。

表 1.4.3 碎石土密实度野外鉴别方法

密实度	骨架颗粒含量和排列	可 挖 性	可 钻 性
密 实	骨架颗粒含量大于总重的 70%，呈交错排列，连续接触	锹镐挖掘困难，用撬棍方能松动； 井壁一般较稳定	钻进极困难； 冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动剧烈； 孔壁较稳定
中 密	骨架颗粒含量等于总重的 60% ~ 70%，呈交错排列，大部分接触	锹镐可挖掘； 井壁有掉块现象，从井壁取出大颗粒处，能保持颗粒凹面形状	钻进较困难； 冲击钻探时，钻杆、吊锤跳动不剧烈； 孔壁有坍塌现象

密实度	骨架颗粒含量和排列	可 挖 性	可 钻 性
稍 密	骨架颗粒含量小于总重的 60%，排列混乱，大部分不接触	锹可以挖掘； 井壁易坍塌，从井壁取出大颗粒后，砂性土立即坍落	钻进较容易； 冲击钻探时，钻杆稍有跳动； 孔壁易坍塌

注：①骨架颗粒系指与表 1.5.1 相对应粒径的颗粒。

②碎石土的密实度，应按表列各项要求综合确定。

1.5 砂土如何分类及确定其密实度？

砂土的分类和碎石土类一样是按其颗粒组成分类的，见表 1.5.1。

表 1.5.1 砂 土 分 类

土的名称	颗 粒 级 配
砾 砂	粒径大于 2mm 的颗粒占全重 25% ~ 50%
粗 砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒超过全重 50%
中 砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒超过全重 50%
细 砂	粒径大于 0.1mm 的颗粒超过全重 75%
粉 砂	粒径大于 0.1mm 的颗粒不超过全重 75%

注：定名时应根据粒径分组由大到小以最先符合者确定。

砂土的密实度按地基规范规定可用标准贯入试验的锤击数 N （试验方法见 1.12 问）判别，见表 1.5.2。

表 1.5.2 砂土的密实度

标准贯入试验锤击数 N	密 实 度
$N \leq 10$	松 散
$10 < N \leq 15$	稍 密
$15 < N \leq 30$	中 密
$N > 30$	密 实

1.6 粘性土如何分类及决定其状态？

粘性土是由塑性指数 I_p 分为粘土与粉质粘土二个土类的（表 1.6.1）。

表 1.6.1 粘性土分类

塑性指数 I_p	土 的 名 称
$I_p > 17$	粘 土
$10 < I_p \leq 17$	粉质粘土