

建筑施工问答丛书

深 基 坑 工 程

刘俊岩 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

深基坑工程/ 刘俊岩编著. —北京: 中国建筑工程出版社, 2001. 8

(建筑施工问答丛书)

ISBN 7-112-04720-X

. 深... . 刘... . 深基础-基础施工-问答
. TU753 61-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 035080 号

建筑施工问答丛书

深 基 坑 工 程

刘俊岩 编著

*

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

印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/32 印张: 12 字数: 266 千字

2001 年 8 月第一版 2001 年 8 月第一次印刷

印数: 1 - 000, 000 册 定价: 16. 00 元

ISBN 7-112-04720-X

TU · 4202 (10194)

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>

本书是“建筑施工问答丛书”之一。

本书共分五章，以问答的形式提出并回答了 130 个问题，这些问题都是深基坑工程施工中经常遇到的技术问题，读者可从中找到解决问题的答案，并可学习到一些基本知识。

本书可供工程技术人员和工人学习参考。

责任编辑 周世明

第二版出版说明

《建筑施工问答丛书》（第一版）是我社十多年前出版的一套普及型读物。这套丛书以问答的形式，针对建筑施工中一些基本知识和常遇到的问题，先提出问题再用科学道理和通俗的语言来解答问题，使基层工程技术人员和工人，既知道应该如何做，又懂得为什么要这样做的道理，因此这套丛书深受广大读者的欢迎。

然而，时光流逝，当前在建筑施工中应用的材料和施工技术比起十多年前有了很大发展；相应的国家标准，规范也作了修订，相比之下一版书的内容就显得陈旧了。为此，我们组织了这套丛书第一版的修订（本书为第一版）。

丛书第二版，仍然保持一版书针对性强、通俗易懂的特点，以新颁国家标准、规范为依据，补充近几年我国建筑施工中应用的新材料、新工艺和新技术；对第一版中存在的问题，在本次修订时也尽可能一一作了订正。

我们希望这套丛书的第二版，能继续对基层工程技术人员和工人学习掌握新技术有所帮助。同时，我们也欢迎广大读者对这套丛书的内容提出宝贵意见，以便我们改进。

目 录

第一章 综 述

1 怎样理解“场地”这一概念？	1
2 场地、地基及基础之间有什么联系？	2
3 从事基坑工程的技术人员为什么需要具备岩土工程 知识和经验？	5
4 深基坑工程的设计与施工前，对勘察工作有哪些基 本要求？	6
5 岩土是如何分类的？应如何描述其工程地质特征？	9
6 特殊土地基有哪些“特殊性”？	15
7 高层建筑常用哪些基础形式？	19
8 深基坑工程施工需重点解决好哪些方面的问题？	24

第二章 深基坑工程的地下水控制

9 为什么要控制地下水？	29
10 地下水的控制方法有哪些？	31
11 怎样理解水在土中渗流的基本规律？	36
12 为什么会发生流砂现象？怎样防止流砂的发生？	39
13 什么是轻型井点降水？	41
14 轻型井点降水需要哪些主要机具设备？	43
15 怎样进行轻型井点的布置？	47
16 轻型井点在安装和使用阶段应注意哪些问题？	51

17. 抽水时真空度很小怎么办？	53
18. 抽出的水质浑浊怎么办？	54
19. 什么是喷射井点降水？	55
20. 喷射井点系统使用阶段易发生哪些故障？	58
21. 怎样预防井点堵塞？	62
22. 什么是浑井井点降水？	64
23. 深井井点在安装和使用阶段注意哪些问题？	68
24. 在基坑降水中，怎样预防对邻近建筑物的影响？	72
25. 在井点回灌技术中，有哪些主要的构造要求和施工措施？	76
[工程实例]	77
苏州某大厦轻型井点回灌施工技术	77

第三章 深基坑工程土方开挖

26. 深基坑开挖的方式有哪几种？	82
27. 哪些因素会影响基坑边坡的稳定？	85
28. 深基坑边坡护面的措施有哪几种？	88
29. 软土地基为什么对围护墙内外侧土体进行注浆加固？	90
30. 深基坑开挖中为何要考虑时空效应？	92
31. 什么是盆式开挖？什么是岛式开挖？	94
32. 为什么要遵循“先撑后挖、严禁超挖”的原则？	97
33. 如何防止发生过大的坑底隆起变形？	98
34. 怎样选用挖土机械？	99

第四章 深基坑支护结构

35. 深基坑支护结构的作用是什么？	101
36. 目前我国深基坑支护结构中常用的支护型式有哪些？	102

37. 支护结构可能会发生哪些形式的破坏？	106
38. 常用的钢板桩有哪些种类？	110
39. 钢板桩打设前要做哪些准备工作？	111
40. 怎样进行钢板桩的打设？	115
41. 怎样使钢板桩转角和封闭合拢？	118
42. 打设钢板桩时常遇到哪些问题？	120
43. 钢板桩拔除应注意哪些事项？	121
44. 什么是深层搅拌水泥土桩挡墙？它的施工工艺流程是怎样的？ 它的主要施工机具有哪些？	124
45. 哪些因素影响水泥土的强度？怎样确定水泥土的配合比？	128
46. 施工深层搅拌水泥土桩如何进行劳动组织？	131
47. 深层搅拌水泥土桩挡墙施工要注意哪些事项？	132
48. 怎样检查深层搅拌水泥土桩的质量？	134
49. 深层搅拌水泥土桩施工时为什么要喷浆座底？	135
50. 什么是旋喷桩？它的施工工艺流程是怎样的？它的主要施工机 具有哪些？	136
51. 什么叫二重管法？什么叫三重管法？	140
52. 如何确定旋喷桩的喷浆量和浆液配方？	141
53. 怎样处理旋喷过程中的冒浆？	145
54. 怎样检查旋喷桩的质量？	145
55. 旋喷桩施工需注意哪些事项？	146
56. 什么是锚杆支护体系？	148
57. 如何选择土锚的钻孔机械和钻孔方法？	150
58. 土锚钻孔为什么不宜用泥浆作冲洗液？	155
59. 怎样对土层锚杆进行防腐和隔离处理？	155
60. 安放土锚拉杆应注意什么事项？	157

61	土层锚杆施工时怎样进行压力灌浆？	159
62	怎样对土层锚杆进行张拉与锚固？	161
63	什么是喷锚网支护？它的施工工艺流程是怎样的？它的主要 施工机具有哪些？	164
64	什么是土钉墙支护？它和喷锚网支护是一回事吗？	167
65	在土钉墙施工中，基坑挖土应注意什么？	173
66	在土钉墙施工中，如何防止边壁裸露土体发生坍塌？	174
67	如何设置土钉墙支护的排水系统？	175
68	喷射混凝土面层作业时注意哪些事项？	176
69	灌注桩挡墙有什么特点？有哪些型式的灌注桩？各适用于 什么情况？	178
70	什么是正循环钻进？什么是反循环钻进？	184
71	为什么要设置护筒？如何设置？	190
72	正循环回转钻进时如何选择钻头？怎样确定钻进参数？	193
73	泵吸反循环回转钻进时如何选择钻头？怎样确定钻进参数？	198
74	泵吸反循环回转钻进，真空泵启动时，真空度达到要求， 但不吸水，或吸水但启动砂石泵时不上水怎么办？	202
75	泵吸反循环回转钻进时，如何防止管路系统和钻头吸水口 堵塞？	203
76	冲击成孔灌注桩施工时，冲击成孔应注意哪些事项？	204
77	为何要清孔？怎样清孔？	208
78	怎样防治坍孔？	212
79	钻孔时进尺很慢或不进尺怎么办？	213
80	怎样防治钻孔偏移？	214
81	怎样防治断桩？水下导管法浇灌混凝土应注意什么？	216

82. 什么是贝诺特桩？它有什么特点？	221
83. 采用贝诺特钻机成孔时应注意什么事项？	223
84. 贝诺特灌注桩浇筑混凝土时，为什么有时会出现钢筋笼上拱 的现象？	225
85. 什么是人工挖孔灌注桩？其施工工艺流程是怎样的？	227
86. 人工挖孔灌注桩成孔时如何构筑井壁护圈？	229
87. 人工挖孔灌注桩施工中，遇到地下水时怎么办？	231
88. 人工挖孔灌注桩施工中，遇到流砂时怎么办？	232
89. 人工挖孔灌注桩成孔作业时，应采取哪些安全技术措施？	234
90. 什么是地下连续墙？其施工工艺流程是怎样的？	235
91. 地下连续墙施工前应做哪些方面的准备工作？	239
92. 怎样修筑导墙？	242
93. 怎样配制泥浆？	245
94. 怎样处理废旧泥浆？	249
95. 怎样划分单元槽段？	252
96. 如何选择挖槽机械？	254
97. 地下连续墙挖槽时应注意什么事项？	260
98. 地下连续墙的施工接头有哪些形式？各自有何优缺点？	262
99. 为什么会发生混凝土的绕流？	269
100. 怎样对地下连续墙进行清底？	271
101. 为什么有时槽段钢筋笼难以入槽或出现上浮？	274
102. 怎样防止地下连续墙槽壁坍塌？	276
103. 怎样防治地下连续墙局部渗漏水？	281
104. 什么是“逆筑法”施工？它有什么特点？	284
105. “明暗结合式逆筑法”有何特点？	287

106. 怎样进行中间支承柱的施工？	288
107. “逆筑法”施工中怎样进行地下挖土？	292
108. “逆筑法”施工中，对地下通风、用电和照明有什么要求？	293
109. “逆筑法”施工中怎样支设地下室楼板模板？	294
110. “逆筑法”施工中，怎样进行相关节点的施工？	295
111. 挡墙内支撑由哪几部分组成？对支撑结构的构造要求有 哪些？	296
112. 支撑结构安装与拆除的一般要求有哪些？	301
113. 钢支撑安装顺序是怎样的？钢支撑预加压力的施工应注意 什么事项？	302
114. 钢筋混凝土支撑施工工艺流程是怎样的？其施工要点有 哪些？	305
115. 换撑时应注意些什么？	308
116. 钢筋混凝土支撑的爆破拆除应注意哪些事项？	310

第五章 深基坑工程监测及环境保护

117. 为什么要对深基坑工程进行现场监测？	313
118. 深基坑工程现场监测的内容有哪些？	315
119. 怎样制定监测方案？	317
120. 选择监测手段时应注意什么？	319
121. 怎样进行测点布置？	320
122. 测斜仪的工作原理是怎样的？	325
123. 测斜管的埋设方式有几种？	327
124. 怎样埋设土压力传感器？	328
125. 怎样进行孔隙水压力的测试？	332
126. 怎样进行挡墙内力和支撑轴力的测试？	333

127. 怎样对地下管线进行沉降观测？ 335

128. 整理监测数据、提供监测报表时应注意什么问题？ 337

129. 深基坑工程中影响周围环境的因素有哪些？ 338

130. 深基坑工程施工期间，对周围环境的保护措施有哪些？
..... 340

[工程实例] 342

上海金茂大厦深基坑支护技术 342

参考文献..... 367

第一章 综 述

1 怎样理解“场地”这一概念？

场地这一概念在基坑工程中经常被提及，一般认为，场地指的是工程建设直接占用的有限面积的土地。例如，在某处建一栋高层建筑，有人就认为，其场地为该建筑物的建筑占地面积，或为施工占地面积。实际上这种机械地、孤立地理解是错误的，它将我们引入了一个误区，使我们在分析深基坑工程中遇到一些问题时，尤其是分析深基坑开挖产生的土体位移及其对周围环境的影响时，会得出片面的或错误的结论。

我们知道，深基坑开挖的过程是基坑开挖面上卸荷的过程，由于卸荷会引起坑底土体产生以向上为主的位移，同时也引起围护墙在两侧压力差的作用下而产生水平向位移和因此而产生的围护墙外侧地层土体的移动（如图1）。在地层较好的地区，基坑开挖所引起的周围地层变形较小，如适当控制，不致于影响周围的环境，但若在软土地区，由于地层的软弱复杂，基坑开挖往往会产生较大的变形，如控制不好，会严重影响深基坑周围的建筑物、地下管线、交通干道的使用与安全。分析此类问题，若将场地仅局限于建筑物占地面积或施工占地面积上，显然是错误的。因此，在基坑工程中所讲的场地应是宏观意义上的场地，在地质条件

复杂的地区，场地还应扩大涉及到包括占地面积在内的某个微地貌、地形和地质单元以及受到 基坑变形影响的周边环境。

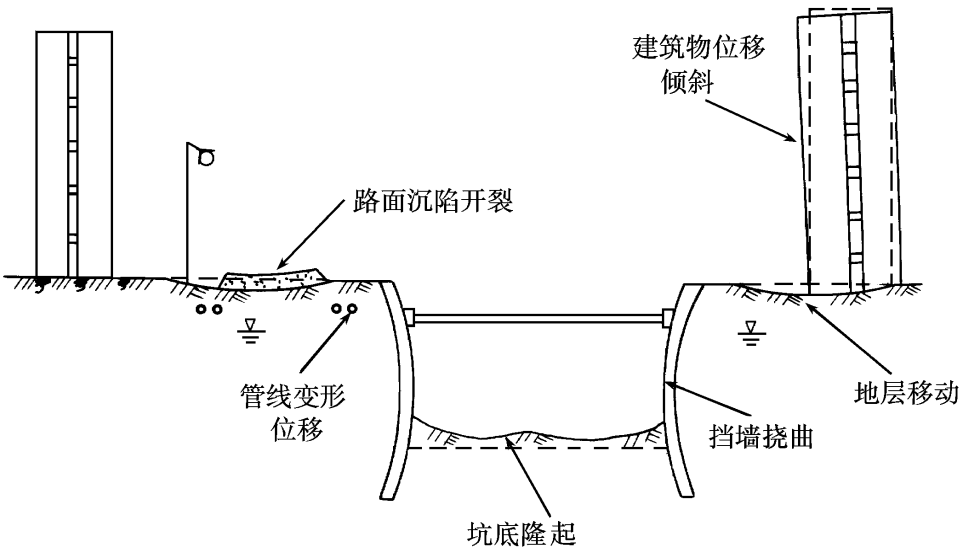


图 1 基坑开挖对周围环境的影响

《岩土工程勘察规范》（GB50021—94）中规定，根据场地的复杂程度，场地分为三个等级。一级场地的条件是：

- (1) 对建筑抗震危险的地段；
- (2) 不良地质现象强烈发育；
- (3) 地质环境已经或可能受到强烈破坏；
- (4) 地形地貌复杂。

对场地等级的评定，从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。

2 场地、地基及基础 之间有什么联系？

地基是场地内的一部分，是专指承托建筑物基础的这一

部分范围很小的场地。建筑物上部结构的荷载通过基础传至土体后，便继续向土体深部扩散，由于土体是一个半无限空间体，土中应力随扩散的深度而迅速减小。到某一深度后，由于上部荷载所增加的土中应力已甚小，对工程实际已无意义，因此，一般将基础底部标高至该范围内的土体统称为地基。对地基承载力及变形起主要作用的土体简称为地基主要受力层。当地基主要受力层较好时，建筑物的安全易于保证；当主要受力层为软弱土层时，地基事故相对增加，地基处理费用也增多。

《岩土工程勘察规范》（GB50021—94）中规定，根据地基的复杂程度，地基（对开挖工程为岩土介质）分为三个等级。一级地基的条件是：

（1）岩土种类多，性质变化大，地下水对工程影响大，且需特殊处理；

（2）多年冻土、湿陷、膨胀、盐渍、污染严重的特殊性岩土，以及其他情况复杂，需作专门处理的岩土。

对地基等级的评定，从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。

基础是指承受上部结构的荷载，并将荷载传递到下卧土层的结构。它具有承上启下的作用，处于上部结构的荷载及地基反力的相互作用下，承受由此而产生的内力（轴力、剪力和弯矩）。另外，基础底面的压力作为地基上的荷载，使地基土产生应力和变形。房屋建筑皆由上部结构和基础两大部分组成。通常我们以室外地面标高为划分标准，地面标高以上的部分为上部结构，地面标高以下的部分为基础。上部结构传来的荷载通过扩大的基础底板或桩基础等形式传递到下卧土层上去，以满足地基土的承载力要求。设计合

理的基础，可以最大限度地减少地基土可能产生的变形，并使上部结构不致产生过多的次应力。

场地、地基及基础三者是相互关联的。我们从事工程建设，在前期工作的可行性研究中要尤其重视对场地的评价。应尽可能选择在地质条件良好的场地从事建设，如果选择在地质条件不好的场地进行修建，地基承载力和变形等不能满足设计要求，就必须对地基土进行加固处理，这样就会提高工程造价，另外也增大了施工难度。工程技术人员要高度重视场地范围内及其附近的不良地质现象，制定合理的基坑开挖及支护方案、地基加固处理方案，消除直接威胁工程安全的重大隐患。

地基和基础的设计往往是不可截然分割的，基础设计时，除需保证基础结构本身具有足够的承载力和刚度外，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规范的要求。因此，基础方案的论证常是地基评价的自然延伸和必然结果。我们在考虑问题的时候，首先必须有一个上部结构——基础——地基相互作用的整体观点。要了解上部结构的特点、基础的作用，以及在各种地基上可能出现的问题。那种以为仅得知地基承载力就足以解决所有问题的想法是错误的。大量工程实践已证明，同一上部结构在某种地基上未出现问题，而在另一种地基上就出现了严重事故；或者在同一种地基上某些类型结构未出问题，而另一类型结构却遭到破坏。因此，上部结构、基础、场地及地基任何一方发生变化，都将给工程的设计和施工带来新的问题，它们之间是相互关联的。

《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120—99）总则中规定，基坑支护设计与施工应综合考虑工程地质与水文地质条件、

基础类型、基坑开挖深度、降排水条件、周边环境对基坑侧壁位移的要求、基坑周边荷载、施工季节、支护结构使用期限等因素，做到因地制宜，因时制宜，合理设计、精心施工、严格监控。

3. 从事基坑工程的技术人员为什么需要具备岩土工程知识和经验？

一般来讲，从事建筑工程施工的技术人员都具备必要的建筑结构和力学知识，了解建筑工程的设计理论和方法，掌握各种建筑工程的施工流程及施工方法，并积累了诸多施工经验，但是往往在岩土工程知识和经验方面还比较欠缺，尤其是当前我国正处于高层建筑的建设高峰期，深基础施工的项目很多，若不具备足够的岩土工程知识和经验，就无法分析和处理深基坑施工中遇到的诸多问题，由此而引发的工程事故也不胜枚举。

从事基坑工程的技术人员应能够按照工程需要提出勘测任务，并能对地质勘探报告提供的描述和各类参数进行研究、分析，合理选用参数进行支护结构的设计与验算，对基坑开挖带来的环境影响能进行较为准确的预估，并能对地质情况变化带来的问题作出正确的判断和及时的处理。工程实践中，由于工程技术人员不能真实地掌握和分析工程地质情况，采取的地基处理及基坑支护措施不当而造成的基坑失稳、邻近建筑物开裂或地下管线爆裂的工程事故很多，值得大家引起高度重视。

4. 深基坑工程的设计与施工前，对勘察工作有哪些基本要求？

深基坑工程中勘察工作的目的是为确定基坑支护方法、降水方法、开挖方法以及地基加固方法等的设计提供基本依据。其勘察内容主要包括工程地质勘察、水文地质勘察、地下障碍物的勘探调查以及基坑周边环境勘查。由于在主体设计阶段的地质勘察大多是为了基础型式，桩基设计提供所需的依据，其内容、范围及深度往往不能满足基坑工程设计与施工的需要，因此，在基坑工程中应根据处理土体稳定性和变形问题的需要增加勘察内容。

(1) 工程地质勘察要求：

调查基坑所处场地的地层构成、土层分类、土的参数、地层描述、地质剖面图以及必要数量的勘探点地质柱状图。

在主体建筑地基的初步勘察阶段，应根据岩土工程条件，搜集工程地质和水文地质资料，并进行工程地质调查，必要时可进行少量的补充勘察和室内试验，提出基坑支护的建议方案。

在建筑地基详细勘察阶段，对需要支护的工程宜按下列要求进行勘察工作：

1) 勘察范围应根据开挖深度及场地的岩土工程条件确定，并宜在开挖边界外按开挖深度的1~2倍范围内布置勘探点，当开挖边界外无法布置勘探点时，应通过调查取得相应的资料。对于软土，勘察范围尚宜扩大。

2) 基坑周边勘探点的深度应满足基坑支护结构设计的要求。一般在软土地层中要求达到开挖深度的2~3倍，对