



# 建筑桩基础工程

李 寓 碧 编著  
薛文碧

便携手册



机械工业出版社  
China Machine Press



# 建筑桩基础工程 便携手册

李 寓 薛文碧 编著

机械工业出版社  
地址：北京市西城区百万庄大街24号  
邮编：100037  
电话：(010)68993821, 68329637, 68993823  
网址：<http://www.cmpbook.com>

本书是建筑工程施工技术便携手册系列丛书之一。

本书内容包括桩基础的选型,预制桩的施工,灌注桩的施工,钢桩的施工,预应力管桩的施工,CFG桩的施工,水泥搅拌桩的施工,承台的施工,桩基承载力检验及桩基工程量计算等。本手册对工艺原理作了简要的阐述,对一些新技术、新工法也作了一定介绍,而主要侧重于工程实用,力求简单明了,内容全面系统,工艺先进,博采众长,实用性强。

本书可供广大建筑工程施工人员阅读,也可作为基建管理人员,建筑类院校师生学习建筑工程施工知识参考,是一本实用手册。

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑桩基础工程便携手册/李寓,薛文碧编著.  
—北京:机械工业出版社,2002.4  
ISBN 7-111-09917-6

I.建… II.①李…②薛… III.桩基础-工程施工-技术手册 IV.TU473.1-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第010230号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)  
责任编辑:何文军 版式设计:张世琴 责任校对:李汝霞  
封面设计:姚毅 责任印制:何全君  
北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行  
2002年5月第1版·第1次印刷  
1 000mm×1 400mm B6·7.5印张·2插页·251千字  
0 001—4 000册  
定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527  
封面无防伪标均为盗版

## 出版说明

21 世纪，举世瞩目的主要建筑市场是在中国。积极培养优秀建筑技术人才，不断提高技术水平，是面临此良好机遇的重要任务。

随着科学技术的进步，建筑业和建筑技术也不断迅速发展。近年来，国家制定并修订了新的施工规范；国内外的建筑新技术、新材料、新产品，不断应用于实际工程中。因此，在建筑安装施工领域，迫切需要一系列按建筑安装分项工程分类的详细而简明的介绍建筑安装工程施工工艺、操作技术和工程质量管理方面的综合性工具书。

为了满足广大建筑安装人员的需要，我社组织编写了建筑安装工程系列便携手册，按分项工程分册编写出版。手册贯彻国家及行业现行的施工质量标准和技术操作规程，紧密结合现场实际，突出实用性，文字简练，数据翔实，图文并茂。

由于时间仓促，经验水平有限，手册中难免还存在缺点错误，欢迎广大读者批评指正。

## 前 言

随着我国建筑业的蓬勃发展以及建筑技术水平的不断提高，高层建筑的应用越来越广泛，这就对基础的承载力和变形提出了更高的要求。当采用天然浅基础不能满足设计的承载力和变形要求，或建筑物有特殊要求，以及考虑到技术、经济因素时，可采用桩基础将上部结构传来的荷载通过上部较软弱地层，全部或部分传递到深部较坚硬的、压缩性较小的土层或岩层，以达到提高承载力、减少变形的目的。

桩基工程是当今工程领域的一大热点技术学科，其理论和技术在工程实践的推动下不断完善。由于桩基础具有比较大的整体性和刚度，能承受较大的竖向荷载和水平荷载，因此主要应用于高层建筑、工业建筑、大桥、码头等工程中，是目前应用较为广泛的一种基础类型。我国的桩基施工技术，总体上说具有较高的发展水平，但各地之间发展极不均衡，桩基发展历史上出现的所有桩型，在我国几乎都可以见到，这主要和我国基本国情有关。我国幅员辽阔，各地工程地质条件差异较大，不同地区经济发展水平很不均

衡，施工机械的配备和施工技术水平也参差不齐，大家都试图寻求一种适合本地条件，技术、经济效果都比较理想的桩型和施工方法；同时为了紧跟国际工程技术的发展水平，科技人员也在不停地改革创新，这就使各地所采用的桩型和施工技术差异较大。我国自改革开放以来，经济发展水平在不断提高，建设规模也随之扩大，大量的高层建筑、超高层大厦拔地而起，大型基础设施不断兴建，对桩基础提出了各种不同的要求，为桩基的发展提供了广阔的空间，使我国桩基工程的理论和技术水平有了长足的发展。但也应看到，由于受多种因素的制约，我们和国际先进水平还有一定的差距。我国目前灌注桩的直径可达2.5m，桩深可达50m，成孔机械也逐渐具备冲击型和回转型。而国外的钻孔直径可达4~6m甚至制造出钻孔直径超过10m的钻机，孔深一般可达70~80m，最深可超过百米。

桩基础在整个工程的造价中占很大比例，在地质条件比较复杂的地区可高达1/4以上，节约资金的潜力很大，如果工程技术人员能合理选用施工方法，采取有效的施工措施，就可以大幅度地降低工程造价，这对解决我国目前资金紧缺问题意义重大。当然，这也对施工人员的技术素质以及施工管理水平提出了更高的要求。另外，由于桩基础工程属于隐蔽工程，施

工条件极为复杂，影响工程质量的因素很多，施工过程中存在着很大的不确定性，处理施工质量问题不单需要定量的计算，更需要施工人员依据自己的经验进行判断。因此，施工人员应经常总结自己施工中的实际经验，并不断学习，丰富、充实自己，熟悉桩基础施工中的各个环节及要求。然而，从事实施工的人员往往由于工作繁忙，很难有足够的时间去全面的学习。因此就需要一本能随身携带，简明、实用，内容全面的指导手册，以便针对施工中遇到的具体问题随时查阅。本手册就是针对广大一线施工人员的具体情况而编写的，其目的是为了便于查阅，增进施工人员的知识积累，帮助解决一些施工现场的技术问题，从而提高工程质量，减少因施工偏差引起的经济损失，提高工程的经济效益，从整体上提高我国从事桩基工程的施工人员的技术水平以及处理实际工程问题的能力，促进我国建设事业的蓬勃发展。

本手册的内容包括桩基础的选型，预制桩的施工，灌注桩的施工，钢桩的施工，预应力管桩的施工，CFG桩的施工，水泥土搅拌桩的施工，承台的施工，桩基承载力检验及桩基工程量计算等。本手册由李寓负责编写，薛文碧同志参加了第一、第十两部分内容的编写。

在本手册的编写中，对工艺原理只进行了简要的

阐述，对一些新技术、新工法也作了一定介绍，而主要侧重于工程实用，力求简单明了，内容全面、系统，工艺先进，博采众长，实用性强。由于编者的理论水平和实践经验有限，错误和不妥之处在所难免，恳请同行专家和广大读者批评指正，以便有机会进行修正和补充。

编者

1	.....	1.1
1	.....	1.1.1
1	.....	1.1.1
2	.....	2.1
2	.....	2.1
3	.....	3.1
3	.....	3.1
4	.....	4.1
4	.....	4.1
5	.....	5.1
5	.....	5.1
6	.....	6.1
6	.....	6.1
7	.....	7.1
7	.....	7.1
8	.....	8.1
8	.....	8.1
9	.....	9.1
9	.....	9.1
10	.....	10.1
10	.....	10.1
11	.....	11.1
11	.....	11.1
12	.....	12.1
12	.....	12.1
13	.....	13.1
13	.....	13.1
14	.....	14.1
14	.....	14.1
15	.....	15.1
15	.....	15.1
16	.....	16.1
16	.....	16.1
17	.....	17.1
17	.....	17.1
18	.....	18.1
18	.....	18.1
19	.....	19.1
19	.....	19.1
20	.....	20.1
20	.....	20.1
21	.....	21.1
21	.....	21.1
22	.....	22.1
22	.....	22.1
23	.....	23.1
23	.....	23.1
24	.....	24.1
24	.....	24.1
25	.....	25.1
25	.....	25.1
26	.....	26.1
26	.....	26.1
27	.....	27.1
27	.....	27.1
28	.....	28.1
28	.....	28.1
29	.....	29.1
29	.....	29.1
30	.....	30.1
30	.....	30.1
31	.....	31.1
31	.....	31.1
32	.....	32.1
32	.....	32.1
33	.....	33.1
33	.....	33.1
34	.....	34.1
34	.....	34.1
35	.....	35.1
35	.....	35.1
36	.....	36.1
36	.....	36.1
37	.....	37.1
37	.....	37.1
38	.....	38.1
38	.....	38.1
39	.....	39.1
39	.....	39.1
40	.....	40.1
40	.....	40.1
41	.....	41.1
41	.....	41.1
42	.....	42.1
42	.....	42.1
43	.....	43.1
43	.....	43.1
44	.....	44.1
44	.....	44.1
45	.....	45.1
45	.....	45.1
46	.....	46.1
46	.....	46.1
47	.....	47.1
47	.....	47.1
48	.....	48.1
48	.....	48.1
49	.....	49.1
49	.....	49.1
50	.....	50.1
50	.....	50.1
51	.....	51.1
51	.....	51.1
52	.....	52.1
52	.....	52.1
53	.....	53.1
53	.....	53.1
54	.....	54.1
54	.....	54.1
55	.....	55.1
55	.....	55.1
56	.....	56.1
56	.....	56.1
57	.....	57.1
57	.....	57.1
58	.....	58.1
58	.....	58.1
59	.....	59.1
59	.....	59.1
60	.....	60.1
60	.....	60.1
61	.....	61.1
61	.....	61.1
62	.....	62.1
62	.....	62.1
63	.....	63.1
63	.....	63.1
64	.....	64.1
64	.....	64.1
65	.....	65.1
65	.....	65.1
66	.....	66.1
66	.....	66.1
67	.....	67.1
67	.....	67.1
68	.....	68.1
68	.....	68.1
69	.....	69.1
69	.....	69.1
70	.....	70.1
70	.....	70.1
71	.....	71.1
71	.....	71.1
72	.....	72.1
72	.....	72.1
73	.....	73.1
73	.....	73.1
74	.....	74.1
74	.....	74.1
75	.....	75.1
75	.....	75.1
76	.....	76.1
76	.....	76.1
77	.....	77.1
77	.....	77.1
78	.....	78.1
78	.....	78.1
79	.....	79.1
79	.....	79.1
80	.....	80.1
80	.....	80.1
81	.....	81.1
81	.....	81.1
82	.....	82.1
82	.....	82.1
83	.....	83.1
83	.....	83.1
84	.....	84.1
84	.....	84.1
85	.....	85.1
85	.....	85.1
86	.....	86.1
86	.....	86.1
87	.....	87.1
87	.....	87.1
88	.....	88.1
88	.....	88.1
89	.....	89.1
89	.....	89.1
90	.....	90.1
90	.....	90.1
91	.....	91.1
91	.....	91.1
92	.....	92.1
92	.....	92.1
93	.....	93.1
93	.....	93.1
94	.....	94.1
94	.....	94.1
95	.....	95.1
95	.....	95.1
96	.....	96.1
96	.....	96.1
97	.....	97.1
97	.....	97.1
98	.....	98.1
98	.....	98.1
99	.....	99.1
99	.....	99.1
100	.....	100.1
100	.....	100.1



# 目 录

出版说明

前 言

<b>1 桩的分类与选型</b> .....	1
<b>1.1 桩的分类</b> .....	1
1.1.1 概述 .....	1
1.1.2 桩的分类 .....	3
<b>1.2 桩的作用及用途</b> .....	8
1.2.1 桩的作用 .....	8
1.2.2 桩的用途 .....	9
1.2.3 桩基技术的前景 .....	9
<b>1.3 桩的选型</b> .....	11
1.3.1 影响桩型选择的因素 .....	11
1.3.2 我国现有的桩型体系 .....	15
<b>2 混凝土预制桩的施工</b> .....	22
<b>2.1 混凝土预制桩的构造及材料要求</b> .....	22
2.1.1 构造要求 .....	22
2.1.2 材料要求 .....	23
<b>2.2 混凝土预制桩的制作和吊运</b> .....	25

2.2.1	混凝土预制桩的制作	25
2.2.2	混凝土预制桩的吊运	31
2.3	混凝土预制桩的施工准备	35
2.4	混凝土预制桩施工机械准备	38
2.4.1	桩锤选用	39
2.4.2	打桩架	63
2.4.3	静力压桩机	70
2.5	混凝土预制桩的打(沉)桩方法	75
2.5.1	锤击法沉桩	76
2.5.2	静压法沉桩	85
2.5.3	接桩型式及拔桩方法	90
2.5.4	特殊沉桩方法	94
2.6	混凝土预制桩施工质量控制及检验	100
2.6.1	质量控制及检查方法	100
2.6.2	施工质量通病及对策	103
2.7	锥形短桩的应用	108
3	灌注桩的施工	112
3.1	灌注桩的构造及材料要求	112
3.1.1	灌注桩的构造要求	112
3.1.2	灌注桩的材料要求	115
3.2	灌注桩施工的一般规定	117
3.3	灌注桩的施工准备	126
3.4	泥浆护壁成孔灌注桩的施工	129
3.4.1	泥浆的制备与处理	129
3.4.2	正反循环钻孔灌注桩的施工	136

3.4.3	潜水钻成孔灌注桩施工	146
3.4.4	冲击成孔灌注桩的施工	154
3.4.5	水下混凝土的浇注	161
<b>3.5</b>	<b>沉管灌注桩的施工</b>	<b>170</b>
3.5.1	锤击沉管灌注桩的施工	170
3.5.2	振动、振动冲击沉管灌注桩的施工	178
3.5.3	夯压成型灌注桩的施工	185
3.5.4	液压全套管钻孔灌注桩简介	191
<b>3.6</b>	<b>干作业成孔灌注桩施工</b>	<b>196</b>
3.6.1	螺旋钻成孔灌注桩	196
3.6.2	钻扩机扩孔灌注桩	204
3.6.3	钻孔压浆灌注桩的施工	206
<b>3.7</b>	<b>人工挖孔灌注桩的施工</b>	<b>209</b>
3.7.1	构造要求	209
3.7.2	施工机具设备	212
3.7.3	挖孔桩的施工	212
3.7.4	施工安全技术	226
3.7.5	挖孔桩的特点和适用范围	229
<b>3.8</b>	<b>爆扩成孔灌注桩施工</b>	<b>230</b>
<b>3.9</b>	<b>灌注桩质量控制及检验</b>	<b>238</b>
3.9.1	灌注桩施工质量控制	238
3.9.2	灌注桩施工中的问题及对策	242
<b>4</b>	<b>钢桩的施工</b>	<b>276</b>
<b>4.1</b>	<b>钢管桩的施工</b>	<b>276</b>
4.1.1	概述	276

4.1.2	钢管桩的构造及制作	280
4.1.3	钢管桩的腐蚀及保护	287
4.1.4	施工机械的选择	289
4.1.5	钢管桩的施工	296
4.1.6	钢管桩施工质量控制	312
4.1.7	钢管桩施工安全管理	324
<b>4.2</b>	<b>H型钢桩的施工</b>	<b>325</b>
4.2.1	H型钢桩规格及构造	327
4.2.2	H型钢桩的施工	328
<b>4.3</b>	<b>钢板桩施工</b>	<b>333</b>
4.3.1	钢板桩的形式及构造	333
4.3.2	施工机械的选择	336
4.3.3	钢板桩的施工	339
4.3.4	钢板桩施工质量问题及防治措施	343
<b>5</b>	<b>预应力混凝土管桩施工</b>	<b>345</b>
5.1	预应力管桩的制作	345
5.2	预应力管桩的特点及适用范围	349
5.2.1	预应力管桩的特点	349
5.2.2	适用土层	349
5.3	沉桩方法	352
5.3.1	锤击法沉桩	352
5.3.2	静压法施工	360
5.4	预应力管桩施工质量问题	362
<b>6</b>	<b>CFG桩的施工</b>	<b>368</b>
6.1	CFG桩的概念	368

6.1.1	CFG 桩的概念及其发展	368
6.1.2	CFG 桩的工程特性	371
6.1.3	CFG 桩的构造及材料要求	373
<b>6.2</b>	<b>振动沉管 CFG 桩的施工</b>	<b>374</b>
6.2.1	桩体材料的配制	374
6.2.2	施工程序	376
6.2.3	常见问题及施工措施	379
<b>6.3</b>	<b>长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工</b>	<b>382</b>
6.3.1	材料要求	382
6.3.2	长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工	384
6.3.3	常见问题及施工措施	386
6.3.4	清土及桩头处理	390
<b>6.4</b>	<b>褥垫层铺设及质量控制</b>	<b>392</b>
6.4.1	褥垫层的作用	392
6.4.2	褥垫层的铺设	394
<b>7</b>	<b>水泥土搅拌桩的施工</b>	<b>395</b>
<b>7.1</b>	<b>概述</b>	<b>395</b>
7.1.1	水泥土搅拌桩的特点和适用范围	395
7.1.2	搅拌桩成桩机理	397
7.1.3	搅拌桩的布桩形式	399
<b>7.2</b>	<b>搅拌桩的施工机械选择</b>	<b>400</b>
<b>7.3</b>	<b>搅拌桩施工工艺</b>	<b>404</b>
7.3.1	施工准备	404
7.3.2	工艺流程	405
7.3.3	搅拌桩施工注意事项	407
<b>7.4</b>	<b>搅拌桩施工质量检验</b>	<b>409</b>

7.4.1	质量检验	409
7.4.2	搅拌桩施工质量问题及防治	409
<b>8</b>	<b>承台的施工</b>	<b>412</b>
<b>8.1</b>	<b>承台的构造及材料要求</b>	<b>412</b>
8.1.1	承台的构造	412
8.1.2	承台材料质量要求	415
<b>8.2</b>	<b>承台的施工</b>	<b>416</b>
8.2.1	施工准备	416
8.2.2	施工工艺	417
8.2.3	质量通病及施工措施	421
<b>9</b>	<b>桩的承载力检验</b>	<b>423</b>
<b>9.1</b>	<b>单桩静载试验</b>	<b>423</b>
9.1.1	单桩竖向抗压静载试验	425
9.1.2	单桩竖向抗拔静载试验	434
9.1.3	单桩水平静载试验	436
<b>9.2</b>	<b>桩基动测技术</b>	<b>441</b>
<b>9.3</b>	<b>桩身质量检验</b>	<b>450</b>
9.3.1	基本理论	450
9.3.2	测试技术	451
<b>10</b>	<b>桩基工程量计算</b>	<b>453</b>
<b>10.1</b>	<b>钢筋混凝土预制桩工程量计算</b>	<b>453</b>
<b>10.2</b>	<b>钢板桩工程量计算</b>	<b>455</b>
<b>10.3</b>	<b>混凝土灌注桩工程量计算</b>	<b>456</b>
	<b>参考文献</b>	<b>462</b>

# 1 桩的分类与选型

## 1.1 桩 的 分 类

### 1.1.1 概 述

当采用天然地基上的浅基础不能满足地基基础设计的承载力和变形要求时，可采用地基加固，也可采用桩基础将荷载传至深部土层，其中以桩基础的应用最为广泛。

桩基础简称桩基，它是由基桩和连接于基桩桩顶的承台共同组成，承台之间一般用承台梁相互连接，如图 1-1 所示。若桩身全部埋入土中，承台底面与土体接触，则称为低承台桩基；当桩身露出地面而承台底面位于地面以上，则称为高承台桩基。若承台底下只用一根桩（通常为大直径桩）来承受和传递上部结构（通常为柱）荷载，这样的桩基础称为单桩基础；承台下若有两根及两根以上基桩，这样的桩基础称为群桩基础。

根据桩基损坏造成建筑物的破坏后果（危及人的

生命、造成经济损失、产生社会影响)的严重性,建筑桩基可按表 1-1 所示分为三个安全等级。

桩基础具有较大的整体性和刚度,能承受更大的竖向荷载和水平荷载,能适应高、重、大的建筑物的要求,在近代土木工程的发展中,桩基础起了越来越重要的作用。同时,由于它的应用范围越来越广泛,人们对它的研究也在不断深入,这使桩基施工技术得到长足的发展。

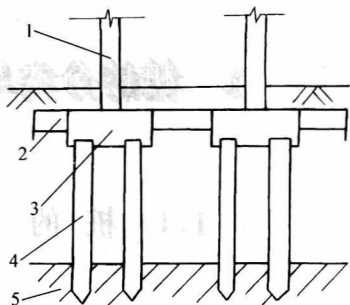


图 1-1 桩基础组成

1—柱 2—承台梁 3—承台  
4—基桩 5—桩持力层

表 1-1 建筑桩基安全等级

安全等级	破坏后果	建筑物类型
一级	很严重	重要的工业与民用建筑;20层以上的高层建筑;体型复杂的14层以上的高层建筑;单桩承受的荷载在4000kN以上的建筑物;对地基变形有特殊要求的工业建筑物
二级	严重	一般的工业与民用建筑物
三级	不严重	次要的建筑物

据考证,人类使用桩基础的历史已经有12000多



年了，早期桩基础大多为木桩，并且其使用经过了漫长的历史时期。随着人类科学技术水平的进步，桩的类型和施工工艺都有了很大的发展，特别是到 19 世纪后期，由于钢材的大批量生产，以及水泥、混凝土、钢筋混凝土的出现，钢筋混凝土和钢材成为主要的制桩材料而代替了木材。到 20 世纪中期以后，世界上除了盛产木材的国家外，其他地区和国家由于木材的缺乏，加之木桩已不能满足时代的要求，渐渐不再使用。采用钢筋混凝土桩和钢桩，给桩基工程带来了巨大的变化。首先，其长度、断面形状、端部形状乃至整个桩身形状，都可以根据需要设计，不再受天然材料的限制；其次，其材料强度、刚度等力学性能也远远优于木桩，因此具有较好的贯入性能，能承受更大的冲击荷载，且其材料抗腐性能也得到改善，耐久性更好；另外，由于新的材料和施工机械的出现，制桩和沉桩工艺大为改观，为桩基技术飞跃发展创造了条件。今天它已经成为高层建筑、大桥、码头等工程最常用的基础形式，在施工技术进步、桩型开发应用和设计理论研究等各方面至今依然异常活跃，显示出强大的生命力和广阔的发展前景。

### 1.1.2 桩的分类

桩基础根据使用材料、构造型式和施工技术等条