



岩土工程师

实务手册

《岩土工程师实务手册》编写组 编

岩土工程师实务手册

《岩土工程师实务手册》编写组 编



机械工业出版社

本手册是针对岩土工程师执业实务编写的。内容主要包括：岩土工程勘探、地基处理、土木结构、边坡、基础、基坑与地下工程、特殊条件下的岩土工程、地震工程及岩土工程经济与管理。在理论阐述的基础上，强调实践中的可操作性。

本手册可供参加注册岩土工程师执业资格考试人员及从事岩土工程活动的有关人员阅读。大专院校学习岩土工程专业课程的师生也可参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

岩土工程师实务手册/《岩土工程师实务手册》编写组编. —北京:
机械工业出版社, 2006. 5
ISBN 7-111-18768-7

I. 岩... II. 岩... III. 岩土工程 - 技术手册 IV. TU4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 025377 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: 冉晓华 责任校对: 张 媛
封面设计: 姚 毅 责任印制: 杨 曦
北京机工印刷厂印刷
2006 年 5 月第 1 版第 1 次印刷
1000mm × 1400mm B5 · 17.75 印张 · 3 插页 · 690 千字
0 001—4 000 册
定价: 56.00 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) 68326294
编辑热线电话 (010) 68327259
封面无防伪标均为盗版

《岩土工程师实务手册》

编写人员

主 编	李守巨	王永毅		
副 主 编	上官子昌	李晓绯	白雅君	
参 编	王丽华	王怀斗	王凤琴	孙 博
	李晓颖	闫景连	李国福	钱彭令
	韩舒宁	霍铁平	侯 同	刘雅梅
	郑剑峰	巴雪冰	于广业	瞿义勇

前 言

随着工程地质勘察向岩土工程体制转化，许多重大工程项目都是与应用新技术、研究岩土工程性质和地基处理紧密结合在一起的，进入20世纪90年代以后，岩土工程专业队伍不断发展壮大，新技术、新方法、新理论更是蓬勃发展。

岩土工程是一门地质与工程紧密结合的专业学科，也是以岩土の利用、改造与整治为研究对象的学科。土木、水利、交通及环境工程等所遇到的岩土问题有明显的共性。大型工程建设中，与岩土有关的地基基础部分的设计和施工对于整个工程的安全可靠、经济技术指标及功能的发挥起着重要的作用。由于岩土介质的特殊性，它与一般的结构工程的设计与施工有较大的区别，带有明显区域特征。岩土工程通常通过勘察、室内外试验测定、方案论证、设计计算、施工监测、反演分析、工程判断等特殊的工作程序解决工程问题，其主要研究内容包括：岩土基本工程性质、岩土工程设计方法、岩土工程施工技术与管理及测试分析技术等。因土性、时效、环境和工程特性等因素的复杂性，目前岩土工程还带有较强的经验性。随着现代科学技术的发展，新的设计理论与方法、新材料、新测试分析技术以及大型工程建设实践，为岩土工程学科的发展提供了有利的条件。为加强对岩土工程专业人员的管理，保证工程质量，维护人民生命财产安全，我们特组织编写了《岩土工程师实务手册》。

《岩土工程师实务手册》是针对岩土工程师执业实务编写的。手册坚持实用性原则，在理论阐述的基础上，更加强调实践中的可操作性。可供参加注册岩土工程师执业资格考试人员及从事岩土工程活动的各有关人员参考。本手册具有以下特点：实用性强，手册中的资料、数据等，都是施工人员经常用到的，且需要经常查阅的；技术规

范新，本书按照国家最新标准、规范编写，并尽可能将新设备、新材料、新工艺介绍给读者。

由于编者水平所限，错误和缺点在所难免，恳请广大读者批评指正。在本书编写过程中，参阅了大量同行业的专业书籍，未能一一列出，在此对有关作者一并致谢并深表敬意。

编者

目 录

前言

第一篇 岩土工程勘探与检验

1 岩土工程勘探	3
1.1 概述	3
1.2 勘察工程的布置	4
2 岩土的分类和鉴定	38
2.1 岩土工程勘察规范分类和鉴定	38
2.2 岩土的分类和鉴定	46
3 工程地质测绘与调查	73
3.1 概述	73
3.2 工程地质测绘与调查	75
4 勘探与取样	78
4.1 勘探	78
4.2 取样	83
5 室内试验	87
5.1 土工试验	87
5.2 岩石试验	99
5.3 水土化学试验	100
6 原位测试与地下水	105
6.1 原位测试	105
6.2 地下水	121

7 特殊性岩土工程勘察	136
7.1 软土	136
7.2 湿陷性土	138
7.3 膨胀性岩土	141
7.4 红粘土	143
7.5 填土	145
7.6 盐渍岩土	147
7.7 多年冻土	149
7.8 混合土	152
7.9 风化岩和残积土	153
7.10 污染土	154
8 岩土工程分析评价与现场检验	156
8.1 岩土工程分析评价	156
8.2 现场检验与监测	161

第二篇 地基处理

9 地基处理概论	169
9.1 概述	169
9.2 复合地基	177
9.3 既有建（构）筑物地基加固与基础托换	184
10 地基处理技术	187
10.1 换填垫层法	187
10.2 预压法	191
10.3 振冲法	197
10.4 砂石桩法	200
10.5 强夯法和强夯置换法	203
10.6 深层搅拌法	208
10.7 水泥粉煤灰碎石桩法	212
11 既有建（构）筑物地基加固与基础托换技术	216
11.1 锚杆静压桩托换法	216
11.2 树根桩法	218
11.3 高压喷射注浆法	220



第三篇 土工结构、边坡、基础、基坑与地下工程

12 土工结构	227
12.1 路堤、堤坝的设计	227
12.2 路基的稳定性计算方法	236
13 边坡与边坡防护	241
13.1 边坡	241
13.2 边坡的防护	245
14 浅基础	247
14.1 浅基础分类及其适用条件	247
14.2 地基评价与验算	251
14.3 基础设计	271
15 深基础	287
15.1 桩的设计原则	287
15.2 桩的类型、选型与布置	289
15.3 单桩竖向承载力	296
15.4 群桩竖向承载力	310
15.5 桩基沉降计算	315
15.6 特殊条件下的桩基设计计算	318
15.7 桩基水平承载力和水平位移	322
15.8 承台形式及承台构造与配筋要求	328
15.9 桩基施工	330
15.10 桩基检测与验收	338
15.11 沉井基础	340
16 基坑工程	342
16.1 概述	342
16.2 挡土结构土压力与基坑变形	354
16.3 排桩、地下连续墙	358
16.4 水泥土墙	368
16.5 土钉墙支护	371
17 地下工程	376
17.1 地下工程稳定及地压	376

17.2	地下工程施工方法	397
17.3	岩土体应力、应变原位测试	402
18	地下水控制	407
18.1	概述	407
18.2	降水井	408
18.3	集水明排、截水与回灌	418
第四篇 特殊条件下的岩土工程		
19	岩溶与土洞	423
19.1	概述	423
19.2	岩溶地区勘察评价方法	428
19.3	岩溶地基处理方法	432
20	滑坡与崩塌	435
20.1	滑坡	435
20.2	崩塌	442
21	泥石流	444
21.1	概述	444
21.2	泥石流的勘察	449
21.3	泥石流的防治	450
22	采空区	453
22.1	采空区概述	453
22.2	采空区的勘察	457
23	地面沉降与地裂缝	461
23.1	地面沉降	461
23.2	地裂缝	468
24	湿陷性土、膨胀土和冻土	471
24.1	湿陷性土	471
24.2	膨胀土	475
24.3	冻土	482

第五篇 地震工程

25 地震与地震设防	491
25.1 地震破坏作用与抗震设防	491
25.2 场地抗震性能评价对勘察的要求	494
26 抗震设计中的场地选择问题	496
26.1 不同建筑场地各类地段的划分标准与评价准则	496
26.2 场地选择应注意的问题	498
27 地震反应谱与场地分类	502
27.1 地震反应谱基本概念	502
27.2 设计反应谱与场地分类	504
28 土的液化和震陷	506
28.1 土的液化	506
28.2 震陷	515
29 地基基础的抗震验算	518
29.1 抗震验算的范围	518
29.2 承载力验算要求	519

第六篇 工程经济与管理

30 工程经济	525
30.1 现行建设工程项目总投资构成及其包含的内容	525
30.2 工程建设的基本程序与岩土工程各方面技术经济分析	527
30.3 岩土工程概预算	532
31 岩土工程招标投标与岩土工程合同	540
31.1 我国岩土工程招标与投标	540
31.2 岩土工程合同	542
32 工程建设监理与岩土工程监理	548
32.1 工程建设监理	548
32.2 岩土工程监理	549
参考文献	555

第一篇

岩土工程勘探与检验

1 岩土工程勘探

1.1 概述

岩土工程勘察是指根据建设工程的要求，查明、分析、评价建设场地的工程地质、水文地质、环境特征和岩土工程条件，编制勘察文件的活动。

各类建设工程都离不开岩土，它们或以岩土为材料，或与岩土介质接触并相互作用。对于工程有关的岩土体的充分了解，是进行工程设计与施工的重要前提。了解岩土体，首先是查明其空间分布及工程性质，在此基础上才能对场地的稳定性、建设工程适宜性以及不同地段地基的承载能力、变形特性等作出评价。了解岩土体的基本手段，就是进行岩土工程勘察，为各类工程设计提供必需的工程地质资料，在定性的基础上做出定量的工程地质评价。

岩土工程勘察总则	各项工程建设在设计施工之前，必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。按工程建设各勘察阶段的要求，正确反映工程地质条件，查明不良地质作用和地质灾害，精心勘察，精心分析，提出资料完整，评价正确的勘察报告，贯彻执行有关技术经济政策，做到技术先进，经济合理，确保工程质量、提高投资效益，并符合国家现行有关标准、规范的规定
岩土工程勘察的目的	岩土工程勘察的目的是为了查明场地工程地质条件，综合评价场地和地基安全稳定性，为工程设计、施工提供准确可靠的计算指标和实施方案
岩土工程勘察的任务	岩土工程勘察是综合性的地质调查，其基本任务包括：（1）查明建设场地的地形、地貌以及水文、气象等自然条件；（2）研究地区内的地震、崩塌、滑坡、岩溶、岸边冲刷等不良地质现象，判断其对工程场地稳定性的危害程度；（3）查明地基岩土层的岩性、构造、形成年代、成因、类型及其埋藏分布情况；（4）测定地基岩土层的物理力学性质，并研究在工程建造和使用期内可能发生的变化；（5）查明场地地下水的类型、水质及其埋藏、分布与变化情况；（6）按照设计和施工要求，对场地和地基的工程地质条件进行综合评价；（7）对不符合工程安全稳定性要求的不利地质条件，拟定采取的措施及处理方案 在岩土工程勘察任务中，内容的增减及研究的详细程度，不仅取决于建设工程的类别、规模和不同设计阶段，而且还取决于场地的复杂程度以及对场地地质条件的已有研究程度和当地的建筑经验等
岩土工程勘察的基本程序	岩土工程勘察的基本程序包括编制勘察大纲；测绘与调查；现场勘探；野外测试；室内试验；长期观测与编写报告书等方面。由于勘察场地的复杂程度、建设工程的类别、设计阶段等不同，相应的勘察任务和内容的差异，所以勘察在某方面的内容就有所增减

(续)

岩土工程勘察阶段划分	岩土工程勘察宜分阶段进行。勘察阶段应与设计阶段相适应，一般可分为可行性研究勘察（选址勘察）、初步勘察、详细勘察及施工勘察。各级岩土工程在已有较充分的工程地质资料或工程经验条件下，可简化勘察阶段或简化勘察工作的内容，以提出必要的数数据，做出充分而有效的设计论证为原则
------------	--

1.2 勘察工程的布置

岩土工程勘察是工程建设的重要环节，岩土工程勘察应根据工程性质的不同及设计的要求，在合理布置工作时，做到有的放矢，技术先进，经济合理。

1.2.1 岩土工程勘察分级

1. 岩土工程勘察分级

1) 根据工程的规模和特征，以及由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用划分，可分为三个工程重要性等级，如表 1-1 所示。

表 1-1 工程重要性等级

安全等级	破坏后果	工程类型	安全等级	破坏后果	工程类型
一级	很严重	重要工程	三级	不严重	次要工程
二级	严重	一般工程			

2) 根据场地的复杂程度，可分为三个场地等级：

符合右列条件之一者为一级场地（复杂场地）	<ul style="list-style-type: none"> ① 属建筑抗震危险地段 ② 不良地质作用强烈发育 ③ 地质环境已经或可能受到强烈破坏 ④ 地形地貌复杂 ⑤ 有影响工程的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂，需专门研究的场地
符合右列条件之一者为二级场地（中等复杂场地）	<ul style="list-style-type: none"> ① 属建筑抗震不利地段 ② 不良地质作用一般发育 ③ 地质环境已经或可能受到一般破坏 ④ 地形地貌较复杂 ⑤ 基础位于地下水位以下的场地
符合右列条件之一者为三级场地（简单场地）	<ul style="list-style-type: none"> ① 抗震设防烈度等于或小于 6 度，或对建筑抗震有利的地段 ② 不良地质作用不发育 ③ 地质环境基本未受破坏 ④ 地形地貌简单 ⑤ 地下水对工程无影响

3) 根据地基的复杂程度, 可按下列规定分为三个地基等级:

符合右列条件之一者为一级地基(复杂地基)	① 岩土种类多, 很不均匀, 性质变化大, 需特殊处理 ② 严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土, 以及其他情况复杂, 需作专门处理的岩土
符合右列条件之一者为二级地基(中等复杂地基)	① 岩土种类较多, 不均匀, 性质变化较大 ② 除本条①款规定以外的特殊性岩土
符合右列条件之一者为三级地基(简单地基)	① 岩土种类单一, 均匀, 性质变化不大 ② 无特殊性岩土

4) 根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级, 可按下列条件划分岩土工程勘察等级:

甲级	在工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级中, 有一项或多项为一级
乙级	除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目
丙级	工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级均为三级

2. 公路桥涵分级

(1) 公路工程分级 公路工程分级见表 1-2。

表 1-2 公路工程安全等级

类别	等级	交通量/(辆/d)	使用任务及性质
汽车专用公路	高速公路	>25000 (折合成小轿车)	具有特殊重要的政治、经济意义, 专供汽车分道高速行驶, 并全部控制出入的公路
	一级公路	1000 ~ 25000 (折合成小轿车)	连接主要政治、经济中心, 通往重点工矿区、港口、机场, 专供汽车分道行驶, 并部分控制出入的公路
	二级公路	2000 ~ 7000 (折合成中型载重车)	连接政治、经济中心或大工矿区、港口、机场等的专用汽车行驶公路
一般公路	二级公路	2000 ~ 5000 (折合成中型载重车)	连接政治、经济中心大工矿区、港口、机场等地的公路
	三级公路	<2000 (折合成中型载重车)	沟通县以上城市的公路
	四级公路	<200 (折合成中型载重车)	沟通县、乡(镇)、村的公路

(2) 公路桥涵的分类 公路桥涵分类如表 1-3。

表 1-3 公路桥涵分类

桥涵分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_0/m	桥涵分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_0/m
特殊大桥	$L \geq 500$	$L_0 \geq 100$	小桥 涵洞	$8 \leq L \leq 30$ $L < 8$	$5 \leq L_0 < 20$ $L_0 < 5$
大桥	$L \geq 100$	$L_0 \geq 40$			
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_0 < 40$			

3. 铁路分类和等级

(1) 铁路分类 铁路的分类见表 1-4。

表 1-4 铁路的分类

分 类	管理部门	职 能	分 类	管理部门	职 能
国家铁路	铁道部	承担全国客货运输	专用铁路	企业或其他单位	为企业或其他单位运输服务
地方铁路	地方政府	承担地方客货运输	铁路专用线	企业或其他单位	为企业或其他单位运输服务

(2) 铁路工程等级 铁路工程等级见表 1-5。

表 1-5 铁路工程等级

等级	作 用	远期年客货运量/Mt	最高行驶速度/(km/h)
I	铁路网中起骨干作用	≥ 15	120
II	铁路网中起骨干作用	< 15	100
	铁路网中起联络、辅助作用	≥ 7.5	
III	为某一区域服务	< 7.5	80

注：1. 年货运量为重车方向，每对旅客列车上下行各按 0.7Mt 年货运量折算；

2. 国家铁路网均采用 1435mm 的标准轨距。

4. 港口工程的分类

港口工程一般指在江、河、湖、海上的码头、防坡堤、护岸（坡）等水土保持建筑物以及港池、航道等工程，其分类见表 1-6。

表 1-6 港口工程的类别及特点

类 别		特 点	
码 头	重力式	靠自重抵抗滑动和倾倒，地基承受的压力大，沉降大，对不均匀沉降敏感	
	板桩式	板桩墙起挡土的作用，主要荷载是土的侧压力	
	高桩式	垂直荷载和水平荷载都通过桩传递给地基	
	斜坡式	实体	利用天然岸坡加以修整填筑而成
		架空	类似倾斜的桥，荷载通过墩台和桩（墩）传到地基
混合式	由不同结构类型组合而成		
防坡堤	直立式	一般适用于水较深和地基较好的情况，地基情况同重力式	
	斜坡式	一般适用于水较浅，地基较差和石料来源丰富的情况，采用人工体砌面，也可用于水较深，波浪较大的情况	
港池航道		主要为船舶进出港，船舶转头的主要场所，勘探目的主要为疏浚土方量及工程难易程度以及航道的稳定性	

根据港口的重要性和建筑物在港口中的作用，将港口建筑物划分为以下三级：

I 级：重要港口的主要建筑物，破坏后造成重大损失者；