

《简明工程地质手册》编写委员会

简明工程 地质手册

JIANMINGGONGCHENGDIZHISHOUCE



中国建筑工业出版社

简明工程地质手册

《简明工程地质手册》编写委员会

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

图书在版编目 (CIP) 数据

简明工程地质手册/常士骠, 张苏民主编; 《简明工程地质手册》编写委员会编. -北京: 中国建筑工业出版社, 1998
ISBN 7-112-03389-6

I. 简… II. ①常… ②张… ③简… III. 工程地质-手册 IV. P64-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 16795 号

本手册主要介绍工程地质和岩土工程有关资料, 是根据《工程地质手册》第三版压缩删减和增补修订而成的, 全书共九篇, 五十二章和两个附录。内容包括工程地质概述; 工程地质测绘、物探、钻探取样等勘探方法; 室内试验、动力触探、静力触探、载荷试验、野外剪切试验、旁压试验、波速测试、地基土动力参数测试、桩的动力测试等测试技术; 特殊土、特殊地质条件、特殊工程的勘察与评价; 基础工程与地基处理技术以及地下水。各篇末均附有参考文献。

本手册可供工程建设勘察、设计、施工、监测技术人员及土建科研、教学人员参考。

* * *

责任编辑: 石振华
责任设计: 庞 玮
责任校对: 孙 梅

简明工程地质手册

《简明工程地质手册》编写委员会

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市密云银河商标印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 33¹/₄ 字数: 848 千字

1998 年 2 月第一版 1998 年 6 月第二次印刷

印数: 2,501—4,500 册 定价: 52.00 元

ISBN 7-112-03389-6

TU·2625 (8548)

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)

《简明工程地质手册》编写委员会

主编 常士骝 张苏民

编委 常士骝 张苏民 项 勃 (常务)

石振华 尤大鑫 黄志仑

2015

前 言

改革开放政策促进了我国经济建设的繁荣与发展，也给各行各业带来了兴旺与发达，《工程地质手册》（第三版）出版五年来四次印刷仍供不应求是我国工程地质事业发展的反映，也说明手册在一定程度上得到了广大读者的欢迎。当代科技发展特点之一就是“快”，各种新的科技成果，以日新月异的速度变化着，给人以目不暇接的感觉，今日为新者，明日就将变旧，如不及时弃旧纳新，就将落后。短短四、五年间与工程地质手册有关联的不少新规范规程相继问世，客观上要求工程地质手册有关内容必须与之相适应，否则将落后于形势要求。另外不少热心读者建议，鉴于工程地质工作的现场作业特点，若能将手册内容适当压缩精炼将更有利于读者的携带与查阅。经与中国建筑工业出版社研究，我们在手册第三版的基础上经过压缩、增补、修订后称为《简明工程地质手册》，作为《工程地质手册》（第三版）与 21 世纪初《工程地质手册》（第四版）的过渡版。

我们希望《简明工程地质手册》继续能得到广大读者的欢迎与指正。

如有对本书的书面修改意见或参考资料惠赠，请径寄北京 573 信箱项勃（邮政编码 100053）。

目 录

前言

1 工程地质概述	1	2.4.5 水上钻探	61
1.1 地貌及第四纪地质	1	2.5 取土器及取样技术	62
1.1.1 地貌单元的分类	1	2.5.1 取土器的设计要求和参数	62
1.1.2 第四纪堆积物成因分类	2	2.5.2 取土器的种类	64
1.1.3 主要的第四纪堆积物的特征	3	2.5.3 不扰动土试样的采取方法	68
1.2 地质构造和岩体结构	4	2.5.4 取样质量要求	69
1.2.1 地质构造	4	2.6 勘探点的测量	70
1.2.2 岩体结构	6	3 岩土测试	75
1.3 岩土分类和鉴别特征	7	3.1 室内试验	75
1.3.1 岩石的分类	7	3.1.1 土的物理性质指标	75
1.3.2 土的分类	13	3.1.2 土的力学性质指标	80
1.3.3 土的野外鉴别	19	3.1.3 有关土的经验数据	96
1.4 地震	21	3.1.4 土的动力特性试验	99
2 工程勘察	27	3.1.5 岩石的物理力学性质指标	106
2.1 工程勘察的基本要求	27	3.2 动力触探	110
2.1.1 工程勘察的基本技术准则	27	3.2.1 动力触探的适用范围、类型 及规格	110
2.1.2 勘察阶段	29	3.2.2 动力触探的试验方法	111
2.1.3 岩土工程分析评价	29	3.2.3 资料整理和成果应用	114
2.2 工程地质测绘	31	3.2.4 标准贯入试验	117
2.2.1 工程地质测绘的目的和要求	31	3.3 静力触探	124
2.2.2 测绘前的准备工作	33	3.3.1 静力触探的贯入设备	124
2.2.3 测绘方法	34	3.3.2 探头	125
2.2.4 测绘内容	35	3.3.3 量测记录仪器	127
2.2.5 资料整理	37	3.3.4 现场试验	127
2.3 地球物理勘探	37	3.3.5 成果的整理及应用	128
2.3.1 直流电法勘探	37	3.4 载荷试验	138
2.3.2 交流电法勘探	44	3.4.1 平板载荷试验	138
2.3.3 地震勘探	47	3.4.2 单桩载荷试验	142
2.3.4 声波探测	52	3.5 野外剪切试验	148
2.3.5 测井	53	3.5.1 大面积直剪试验和水平 推剪试验	148
2.4 勘探	56	3.5.2 十字板剪切试验	151
2.4.1 探槽和探井	56	3.6 旁压试验	155
2.4.2 钻孔	56	3.7 波速试验	161
2.4.3 勘探技术要求及编录	60	3.7.1 单孔波速法(检层法)	161
2.4.4 复杂地层钻进要点	61		

3.7.2 跨孔波速法	164	5.1.11 其它湿陷性土	241
3.7.3 表面波速法	165	5.2 红粘土	242
3.7.4 波速在工程中的应用	166	5.2.1 红粘土的形成和分布	242
3.8 地基土动力参数测试	167	5.2.2 红粘土的工程地质特征	242
3.8.1 动力机器基础计算的基本理论	167	5.2.3 红粘土地基的勘察	243
3.8.2 地基刚度及阻尼比的测试	169	5.2.4 红粘土的岩土工程评价	245
3.8.3 质量-弹簧-阻尼体系地基动力 参数的经验值	174	5.3 软土	247
3.9 桩的动力测试	178	5.3.1 软土的成因类型和工程性质	247
3.9.1 低应变动力试桩法	179	5.3.2 软土地基勘察	248
3.9.2 高应变动力试桩法	184	5.3.3 软土地基评价	250
4 地基评价与计算	190	5.4 填土	252
4.1 地基土物理学指标统计	190	5.4.1 填土的分类及工程性质	252
4.1.1 数据的统计	190	5.4.2 填土的勘察	252
4.1.2 岩土参数的选定	191	5.4.3 填土地基的评价	253
4.2 地基土中的应力分布	193	5.4.4 填土地基的利用、处理与检验	256
4.2.1 自重应力和附加应力	193	5.5 膨胀岩土	256
4.2.2 基础底面的压力分布	194	5.5.1 膨胀岩土的判别	256
4.2.3 应力分布的平面课题	195	5.5.2 膨胀土地上建筑物的变形	259
4.2.4 应力分布的空间课题	197	5.5.3 膨胀岩土地区的勘察	260
4.2.5 非均质地基土中的应力分布	205	5.5.4 膨胀土的地基评价	265
4.3 地基变形验算	207	5.5.5 膨胀岩土地区的工程措施	269
4.3.1 变形验算的建筑物类型和地基 容许变形值	207	5.6 冻土	271
4.3.2 地基最终沉降量计算	209	5.6.1 冻土的分类	271
4.3.3 沉降的时间效应	212	5.6.2 冻土地基的勘察	272
4.3.4 沉降计算用表	214	5.6.3 冻土的物理力学及热学性质	273
4.4 地基土承载力的确定	218	5.6.4 冻土的工程性质及地基评价	273
4.4.1 地基土承载力的基本概念	218	5.6.5 冻土地基的设计与防冻害措施	276
4.4.2 按理论公式计算地基承载力	218	5.7 盐渍岩土	279
4.4.3 按查表法确定地基承载力	222	5.7.1 盐渍岩土的类型	279
5 特殊性土勘察与评价	225	5.7.2 盐渍岩土的工程性质	279
5.1 湿陷性黄土	225	5.7.3 盐渍岩土的工程勘察	281
5.1.1 概述	225	5.7.4 盐渍岩土的工程评价	282
5.1.2 黄土的基本性质	227	5.7.5 盐渍岩土的地基设计 与防护措施	282
5.1.3 新近堆积黄土	228	5.8 混合土	282
5.1.4 饱和黄土	230	5.8.1 混合土的特征和分类	282
5.1.5 黄土地基的勘察	230	5.8.2 混合土的勘察	283
5.1.6 黄土的湿陷性评价	234	5.8.3 混合土的评价	284
5.1.7 黄土地基的承载力	235	5.8.4 混合土的处理措施	285
5.1.8 黄土地基的变形计算	240	5.9 风化岩及残积土	285
5.1.9 黄土地基的动力特性	240	5.9.1 岩石的风化剖面	285
5.1.10 湿陷性黄土地基处理原则	240	5.9.2 风化岩及残积土的勘察	286
		5.9.3 风化岩及残积土的评价	288

6 特殊地质条件勘察与评价	291	7.5.1 概述	385
6.1 岩溶	291	7.5.2 核电厂对勘察的基本要求和各阶 段的勘察内容	386
6.1.1 岩溶发育的条件和规律	291	7.5.3 几个专门问题的勘察	386
6.1.2 岩溶勘察	292	7.6 线路、机场场道与桥涵	391
6.1.3 地基稳定性评价和 地基处理措施	293	7.6.1 线路地基勘察	391
6.1.4 土洞	294	7.6.2 机场场道地基勘察	394
6.1.5 人工降低地下水位引起的塌陷 ..	295	7.6.3 桥涵地基勘察	395
6.2 斜坡稳定性	296	7.7 建筑物的加层(加载)与加固	398
6.2.1 斜坡	296	7.7.1 加层(加载)与加固 勘察的特点	398
6.2.2 滑坡	308	7.7.2 加层(加载)与加固的 勘察要点	399
6.2.3 崩塌	317	7.7.3 地基计算及地基评价	400
6.3 泥石流	319	7.8 罐、仓、塔等构筑物	401
6.3.1 泥石流的形成条件及分类	319	8 基础工程与地基处理	408
6.3.2 泥石流有关指标的测定	320	8.1 基坑开挖与支护	408
6.3.3 泥石流的勘察和防治	323	8.1.1 基坑开挖	408
6.4 地震效应	325	8.1.2 基坑支护类型	408
6.4.1 强震区地震效应与抗震设防	325	8.1.3 基坑侧壁支护	409
6.4.2 场地与地基	326	8.1.4 深基坑开挖的基底稳定验算	410
6.4.3 饱和砂土、饱和粉土的 震动液化	335	8.1.5 深基坑开挖与相邻建筑的关系 ..	410
6.4.4 断裂的地震效应	344	8.1.6 基坑开挖支护的勘察要点	411
7 特殊工程勘察与评价	346	8.2 支挡结构	411
7.1 高层建筑	346	8.2.1 支挡结构的作用与类型	411
7.1.1 高层建筑的特点和对地基勘察的 基本要求	346	8.2.2 土的侧压力	411
7.1.2 勘察要点	347	8.2.3 支护桩分类及其破坏形式	416
7.1.3 地基评价和计算	350	8.2.4 悬臂支护桩设计	417
7.2 动力机器基础	354	8.2.5 锚拉式支护桩设计	420
7.2.1 动力机器种类及其扰力对地基土 的作用	354	8.2.6 锚杆设计	423
7.2.2 动力机器基础的设计原则和 勘察要求	356	8.2.7 挡土墙	427
7.2.3 动力机器基础的地基评价	358	8.3 桩基与墩基	434
7.3 地下工程	361	8.3.1 桩与墩的分类	434
7.3.1 人工洞室的勘察	361	8.3.2 桩与墩基的勘察要点	435
7.3.2 人工洞室的围岩稳定性评价	363	8.3.3 单桩承载力的确定	438
7.3.3 天然洞室的勘察和评价	374	8.4 地基处理	451
7.4 水上工程	376	8.4.1 地基处理方法的选择原则	451
7.4.1 水上工程的分类及特点	376	8.4.2 换土垫层法	453
7.4.2 水上工程的勘察	379	8.4.3 强夯法	455
7.4.3 水上工程的地基评价	382	8.4.4 挤密桩法	456
7.5 核电厂	385	8.4.5 砂井排水法	458
		8.4.6 堆载预压法	461
		8.4.7 高压喷射注浆法	461

8.4.8 碎石桩法	464	9.2.1 地下水流向、流速的测试	489
8.4.9 水泥土桩法	465	9.2.2 抽水试验	492
8.5 现场检验与观测	467	9.2.3 压水试验和注水试验	498
8.5.1 概述	467	9.2.4 地下水的监测	501
8.5.2 基槽(坑)检验	467	9.3 与地下水有关的岩土工程问题	503
8.5.3 基坑回弹观测	469	9.3.1 地下水位变化引起的岩土 工程问题	503
8.5.4 建筑物变形观测	470	9.3.2 地下水的不良作用	504
9 地下水	474	9.3.3 基坑排水疏干	508
9.1 地下水类型及性质	474	附录	515
9.1.1 地下水的类型及其特征	474	附录 A 地层符号	515
9.1.2 地下水的性质及其分析	475	附录 B 法定计量单位及其换算	516
9.1.3 地下水污染	484		
9.2 水文地质测试与监测	489		

1 工程地质概述

1.1 地貌及第四纪地质

1.1.1 地貌单元的分类

地貌单元可按表 1-1-1 划分：

地貌单元分类

表 1-1-1

成因	地貌单元		主导地质作用
构造、剥蚀	山地	高山	构造作用为主，强烈的冰川刨蚀作用
		中山	构造作用为主，强烈的剥蚀切割作用和部分的冰川刨蚀作用
		低山	构造作用为主，长期强烈的剥蚀切割作用
	丘陵 剥蚀残丘 剥蚀准平原		中等强度的构造作用，长期剥蚀切割作用 构造作用微弱，长期剥蚀切割作用 构造作用微弱，长期剥蚀和堆积作用
山麓斜坡堆积	洪积扇 坡积裙 山前平原 山间凹地		山谷洪流洪积作用 山坡面流坡积作用 山谷洪流洪积作用为主，夹有山坡面流坡积作用 周围的山谷洪流洪积作用和山坡面流坡积作用
河流侵蚀堆积	河谷	河床	河流的侵蚀切割作用或冲积作用
		河漫滩 牛轭湖 阶地	河流的冲积作用 河流的冲积作用或转变为沼泽堆积作用 河流的侵蚀切割作用或冲积作用
	河间地块		河流的侵蚀作用
河流堆积	冲积平原 河口三角洲		河流的冲积作用 河流的冲积作用，间有滨海堆积或湖泊堆积
大陆停滞水堆积	湖泊平原 沼泽地		湖泊堆积作用 沼泽堆积作用
大陆构造—侵蚀	构造平原		中等构造作用，长期堆积和侵蚀作用
	黄土塬、梁、峁		中等构造作用，长期黄土堆积和侵蚀作用

续表

成因	地貌单元		主导地质作用
海成	海岸 海岸阶地 海岸平原		海水冲蚀或堆积作用 海水冲蚀或堆积作用 海水堆积作用
岩溶 (喀斯特)	岩溶盆地 峰林地形 石芽残丘 溶蚀准平原		地表水、地下水强烈的溶蚀作用 地表水强烈的溶蚀作用 地表水的溶蚀作用 地表水的长期溶蚀作用及河流的堆积作用
冰川	冰斗 幽谷 冰蚀凹地 冰碛丘陵、冰碛平原 终碛堤 冰前扇地 冰水阶地 蛇堤 冰碛阜		冰川刨蚀作用 冰川刨蚀作用 冰川刨蚀作用 冰川堆积作用 冰川堆积作用 冰水堆积作用 冰水侵蚀作用 冰川接触堆积作用 冰川接触堆积作用
风成	沙漠	石漠 沙漠 泥漠	风的吹蚀作用 风的吹蚀和堆积作用 风的堆积作用和水的再次堆积作用
	风蚀盆地 砂丘		风的吹蚀作用 风的堆积作用

1.1.2 第四纪堆积物成因分类

在工程勘察中，可能遇到的第四纪堆积物有下列几种（表 1-1-2）：

第四纪堆积物成因分类

表 1-1-2

成因	成因类型	主导地质作用
风化残积	残积	物理、化学风化作用
重力堆积	坠积 崩塌堆积 滑坡堆积 土溜	较长期的重力作用 短促间发生的重力破坏作用 大型斜坡块体重力破坏作用 小型斜坡块体表面的重力破坏作用
大陆流水堆积	坡积 洪积 冲积 三角洲堆积（河-湖） 湖泊堆积 沼泽堆积	斜坡上雨水、雪水间有重力的长期搬运、堆积作用 短期内大量地表水流搬运、堆积作用 长期的地表水流沿河谷搬运、堆积作用 河水、湖水混合堆积作用 浅水型的静水堆积作用 滞水型的静水堆积作用

续表

成因	成因类型	主导地质作用
海水堆积	滨海堆积 浅海堆积 深海堆积 三角洲堆积(河-海)	海浪及岸流的堆积作用 浅海相动荡及静水的混合堆积作用 深海相静水的堆积作用 河水、海水混合堆积作用
地下水堆积	泉水堆积 洞穴堆积	化学堆积作用及部分机械堆积作用 机械堆积作用及部分化学堆积作用
冰川堆积	冰碛堆积 冰水堆积 冰碛湖堆积	固体状态冰川的搬运、堆积作用 冰川中冰下水的搬运、堆积作用 冰川地区的静水堆积作用
风力堆积	风积 风-水堆积	风的搬运堆积作用 风的搬运堆积作用后来又经流水的搬运堆积作用

1.1.3 主要的第四纪堆积物的特征

几种主要成因类型第四纪堆积物的特征如表 1-1-3。

主要成因类型第四纪堆积物特征

表 1-1-3

成因类型	堆积方式及条件	堆积物特征
残积	岩石经风化作用而残留在原地的碎屑堆积物	碎屑物从地表向深处由细变粗, 其成分与母岩相关, 一般不具层理, 碎块呈棱角状, 土质不均, 具有较大孔隙, 厚度在山丘顶部较薄, 低洼处较厚
坡积和崩积	风化碎屑物由雨水或融雪水沿斜坡搬运及由本身的重力作用堆积在斜坡上或坡脚处而成	碎屑物从坡上往下逐渐变细, 分选性差, 层理不明显, 厚度变化较大, 厚度在斜坡较陡处较薄, 坡脚地段较厚
洪积	由暂时性洪流将山区或高地的大量风化碎屑物携带至沟口或平缓地带堆积而成	颗粒具有一定的分选性, 但往往大小混杂, 碎屑多呈亚棱角状, 洪积扇顶部颗粒较粗, 层理紊乱呈交错状, 透镜体及夹层较多, 边缘处颗粒细, 层理清楚
冲积	由长期的地表水流搬运, 在河流阶地冲积平原, 三角洲地带堆积而成	颗粒在河流上游较粗, 向下游逐渐变细, 分选性及磨圆度均好, 层理清楚, 除牛轭湖及某些河床相沉积外厚度较稳定
淤积	在静水或缓漫的流水环境中沉积, 并伴有生物化学作用而成	颗粒以粉粒、粘粒为主, 且含有一定数量的有机质或盐类, 一般土质松软, 有时为淤泥质粘性土、粉土与粉砂互层, 具清晰的薄层理
风积	在干旱气候条件下, 碎屑物被风吹扬, 降落堆积而成	颗粒主要由粉粒或砂粒组成, 土质均匀, 质纯, 孔隙大, 结构松散

1.2 地质构造和岩体结构

1.2.1 地质构造

一、沉积岩的原生构造

(一) 层和层理的分类

1. 按层的绝对厚度分 (表 1-2-1):

分类名称	薄层	中厚层	厚层	巨厚层
绝对厚度 (cm)	≤10	10~50	50~100	>100

2. 层理按形成条件和成因的分类 (表 1-2-2)

类型	形成过程	形成环境
水平层理	物质在沉积环境相当固定的条件下形成	平静的沉积环境, 如牛軛湖, 深水湖、海
波状层理	物质在波浪的振荡运动过程中形成	湖泊浅水带, 海湾或河漫滩
交错层理	物质在一个方向运动的沉积过程中形成	河流的三角洲, 海岸的潮汐带

(二) 岩层的产状和接触关系

1. 岩层的产状要素如图 1-2-1。

2. 岩层的接触关系从成因特征上可分为整合和不整合两种类型 (表 1-2-3)。

二、褶皱

岩层受力发生弯曲变形称褶皱。褶皱的基本类型有背斜和向斜两种。背斜两侧岩层倾向相背, 中部为老岩层; 向斜两侧岩层倾向相向, 中部为新岩层。褶皱的基本要素如图 1-2-2。

三、裂隙 (节理)

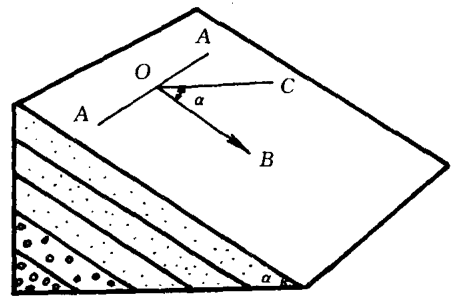


图 1-2-1 岩层产状要素
AA—走向线; OB—倾向线;
OC—水平线; α —岩层倾角

岩层的接触关系

表 1-2-3

接触关系	产状特征	
整合	岩层在沉积时间上没有间断, 形成连续的平行层次, 各层的走向和倾向一致	
不整合	平行不整合 (假整合)	沉积物在沉积过程中发生间断, 虽然不同地质时代的各个岩系相互接触, 层理彼此平行, 但在接触面上通常可见冲刷或风化的痕迹, 并有底砾岩
	角度不整合	较老的岩层经过构造运动发生褶皱与错动, 再经长期侵蚀作用后, 新的沉积物覆盖其上, 新老岩层之间呈显著的角度相交
	假角度不整合	在平行不整合中, 由于交错层理的出现而造成

岩石中的断裂，沿断裂面没有（或有很微小的）位移称裂隙，亦称节理。

裂隙的类型，按成因可分为原生裂隙和次生裂隙；按作用力性质可分为剪裂隙和张裂隙。

剪裂隙的特征是：产状较稳定，沿走向和倾向延伸较远；裂隙面平直、光滑；裂隙面常有擦痕和摩擦镜面；裂隙多呈闭合状；由于发育较密，常形成裂隙密集带。

张裂隙的特征是：产状不稳定，往往延伸不远即消失；裂隙面粗糙不平，呈弯曲状或锯齿状；裂隙呈开口状或楔形；由于发育稀疏，很少构成裂隙密集带。

四、断层

断裂两侧的岩石沿断裂面发生明显位移者称断层。

(一) 断层的基本要素 (见图 1-2-3)

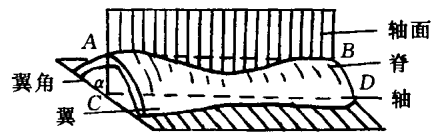


图 1-2-2 褶皱的基本要素

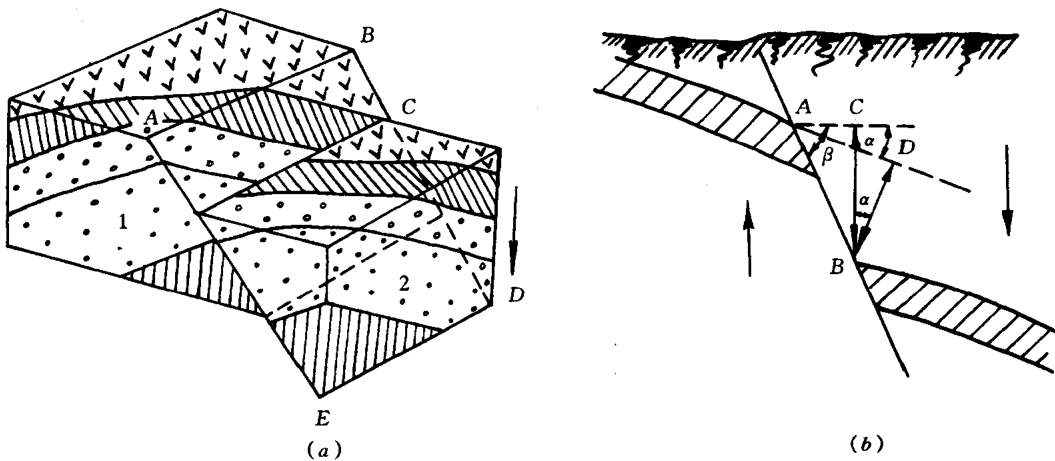


图 1-2-3 断层的基本要素

(a) 断层要素；(b) 断层断距

1—下盘；2—上盘；(a) 中的 ABCDE 面—断层面；(a) 中的 AB 线—断层走向线；

(a) 中的 AE 线—断层倾向线；(b) 中的 AB 线—总断距；

(b) 中的 CB 线—垂直断距；(b) 中的 AC 线—水平断距

(二) 断层的类型

1. 按断层两盘的相对位移可分为正断层、逆断层（冲断层、逆掩断层、辗掩断层、叠瓦式断层）和平移断层

2. 按断层走向与岩层走向的关系分为走向断层、倾向断层和斜交断层。

3. 按断层走向与褶曲轴向的关系分为纵断层、横断层和斜断层。

(三) 断层的识别

1. 地形上的特征：表现为陡坡悬崖或河流纵坡突变或山峰中断，有时沿断层方向出现溪谷，沿断层往往有多个泉水出露。

2. 岩层排列上的特征：岩脉的移动，地层的重复或缺失，岩层的突然中断。沿岩层走向观察如岩层突然中断等，都可能有断层。

3. 断层面及破碎带上的特征：

(1) 擦痕：断层面上因两盘摩擦而产生断层擦痕，从擦痕方向可推知断层运动方向，但有些断层面因长期风化和侵蚀，擦痕可能不清楚。

(2) 破碎带：由于断层两盘相对运动的结果，常使断层面附近岩石破坏成碎石和粉末，组成断层角砾岩和断层泥，角砾岩的石质和断层附近的相同。在正断层中，角砾岩岩块多棱角，堆积较无次序，混杂物质却很普遍。在逆掩断层中角砾岩岩块多磨圆磨光，不出现其它混杂物质。

(3) 断层的拖曳现象：断层两盘相对运动，常使断层面两侧的岩石发生一定的塑性变形，形成小的弯曲。

(四) 活动性断裂

1. 活动性断裂划分的时间界线

在我国由于第四纪的早更新世和中更新世之间的构造运动是一次大范围的，它引起的断裂活动基本上是一直延续至今的。而且由中更新世至今几十万年间的具体活动部位也没有多大改变，这个时期以来的活动性断裂与现代地震活动在空间分布上大体也相吻合。所以把中更新世以来有过活动痕迹的断裂，定为划分活动性断裂的时间界线比较适宜。也可根据工程建设的需要，在近代地质时期（一万年）内有过较强烈地震活动或近期正在活动、在将来（今后一百年）可能继续活动的断裂定为全新活动断裂。

2. 活动性断裂的判别特征

- (1) 中更新统以来的第四系地层中发现有断裂（错动）或与断裂有关的伴生褶曲；
- (2) 断裂带中的侵入岩浆其绝对年龄新或者对现场新地层有扰动或接触烘烤剧烈；
- (3) 在实际工作中遇到上列两条有充分依据来判断活动性断裂的情况是不多的，可寻找一些间接地质现象作为判断活动性断裂的佐证。比如：

活动性断裂常常表现在山区和平原有长距离的平滑分界线；沿分界线常有沼泽地、芦苇地呈串珠状分布；泉水呈线状分布；有的泉水有温度升高和矿化度明显增大的现象；有的有一定规律的形态完整的地表构造地裂缝；有的在断层面上有一种新的擦痕叠加在有不同矿化现象的老擦痕之上。

另外，由断层新活动引起河流横向迁移，阶地发育不对称，河流袭夺，河流一侧出现大规模的滑坡，文化遗迹的变位，植被被不正常干扰等。其它可参阅本手册第6.4章。

1.2.2 岩体结构

一、结构面和结构体

岩体结构包括两个要素，即结构面和结构体。

岩体结构面：是指岩体中各种地质界面，它包括物质分异面及不连续面。是在地质发展的历史中，在岩体内形成的具有不同方向、不同规模、不同形态以及不同特性的面、缝、层、带状的地质界面。

结构体：是由不同产状的各种结构面将岩体切割而成的单元体。

二、岩体结构的类型及其特征

岩体结构类型及特征如表 1-2-4 所列。

岩体按结构类型分类

表 1-2-4

岩体结构类型	岩体地质类型	主要结构体形状	结构面发育情况	岩土工程特征	可能发生的岩土工程问题
整体状结构	均质, 巨块状岩浆岩、变质岩、巨厚层沉积岩、正变质岩	巨块状	以原生构造裂隙为主, 多呈闭合型, 结构面间距大于 1.5m, 一般不超过 2~3 组, 无危险结构面组成的落石掉块	整体性强度高, 岩体稳定, 在变形特征上可视为均质弹性各向同性体	要注意由结构面组合而成的不稳定结构体的局部滑动或坍塌, 深埋洞室要注意岩爆
块状结构	厚层状沉积岩、正变质岩、块状岩浆岩、变质岩	块状柱状	只具有少量贯穿性较好的裂隙, 裂隙结构面间距 0.7~1.5m。一般为 2~3 组, 有少量分离体	整体强度较高, 结构面互相牵制, 岩体基本稳定, 在变形特征上接近弹性各向同性体	
层状结构	多韵律的薄层及中厚层状沉积岩、正变质岩	层状板状透镜体	层理、片理、构造裂隙, 但以风化裂隙为主, 常有层间错动面	岩体接近均一的各向异性体, 其变形及强度特征受层面及岩层组合控制, 可视为弹塑性体, 稳定性较差	要注意不稳定结构体可能产生滑塌, 要特别注意岩层的弯张破坏及软弱岩层的塑性变形
破裂状结构	构造影响严重的破碎岩层	碎块状	断层、断层破碎带、片理、层理及层间结构面较发育, 裂隙结构面间距 0.25~0.50m, 一般在 3 组以上, 有许多分离体形成	完整性破坏较大, 整体强度大大降低, 并受断裂等软弱结构面控制, 多呈弹塑性介质, 稳定性很差	易引起规模较大的岩块失稳, 要特别注意地下水加剧岩体失稳的不良作用
散体结构	构造影响剧烈, 呈风化的断层破碎带、接触带	碎屑状颗粒状	断层破碎带交叉, 构造及风化裂隙密集, 结构面及组合错综复杂, 并多充填粘性土, 形成许多大小不一的分离岩块	完整性遭到极大破坏, 稳定性极差, 岩体属性接近松散体介质	

1.3 岩土分类和鉴别特征

1.3.1 岩石的分类

一、按成因的分类

岩石按成因可分为: 岩浆岩 (火成岩)、沉积岩和变质岩三大类。

(一) 岩浆岩

岩浆在向地表上升过程中，由于热量散失逐渐经过分异等作用冷凝而成岩浆岩。在地表下冷凝的称侵入岩；喷出地表冷凝的称喷出岩。侵入岩按距地表的深浅程度又分为：深成岩和浅成岩。

岩浆岩的产状如图 1-3-1。

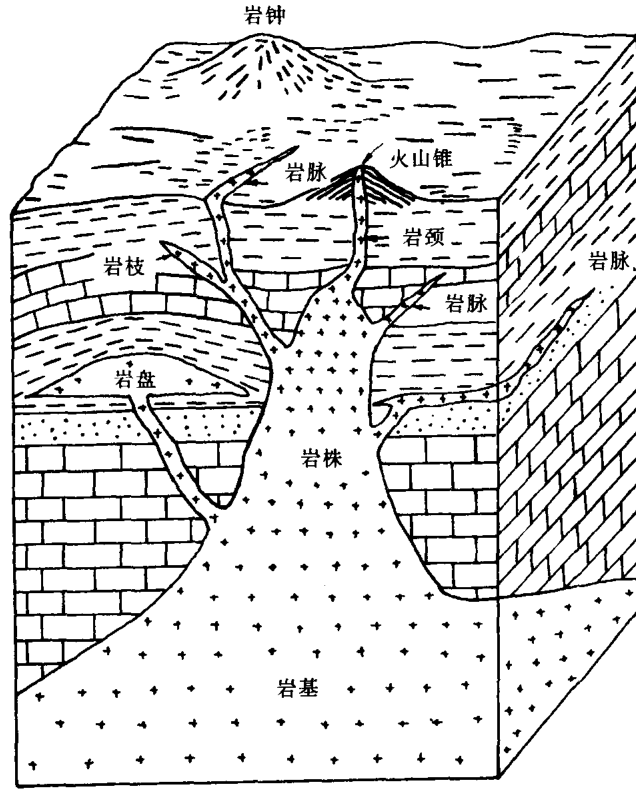


图 1-3-1 岩浆岩的产状

岩基和岩株为深成岩产状，岩脉、岩盘和岩枝等为浅成岩产状，火山锥和岩钟为喷出岩产状。岩浆岩的分类如表 1-3-1。

岩浆岩的分类

表 1-3-1

化学成分		含 Si、Al 为主		含 Fe、Mg 为主		产状	
酸 基 性		酸 性	中 性	基 性	超 基 性		
颜 色		浅色的 (浅灰、浅红、红色、黄色)		深 色 的 (深灰、绿色、黑色)			
成因及结构		含正长石		含斜长石	不含长石		
		石英云母 角闪石	黑云母角 闪石辉石	角闪石辉 石黑云母	辉石角闪 石橄榄石	辉石橄榄 石角闪石	
深成的	等粒状，有时为斑粒状， 所有矿物皆能用肉眼鉴别	花岗岩	正长岩	闪长岩	辉长岩	橄榄岩 辉岩	岩基 岩株
浅成的	斑状 (斑晶较大且可分辨 出矿物名称)	花岗斑岩	正长斑岩	玢岩	辉绿岩	苦橄玢岩 (少见)	岩脉 岩枝 岩盘