



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12-5" GUIHUA JIAOCAI

工程地质学

主 编 张 荫



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规

工程地质学

主 编 张 荫

副主编 宋战平 卢俊龙

北 京

冶金工业出版社

2013

内 容 提 要

本书根据高校土木工程专业教学计划要求编写而成,系统论述了工程地质学的基本原理与方法,并分析了各类地质问题对工程建设的影响以及评价与对策。全书共8章,主要内容有:矿物与岩石、地壳运动与地质构造、地貌与第四纪沉积物、土的工程性质、水文地质基本原理、不良地质现象、特殊土的工程性质、岩土工程勘察。为便于学生掌握所学内容,章末附有复习思考题。

本书可作为高等院校土木工程专业本科生的教学用书,亦可供相关专业的硕士研究生、工程技术人员以及参加注册工程师执业资格考试的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质学/张荫主编. —北京:冶金工业出版社, 2013. 4

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6219-2

I. ①工… II. ①张… III. ①工程地质—高等学校—教材
IV. ①P642

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第066103号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号, 邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

责任编辑 杨 敏 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6219-2

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 北京百善印刷厂印刷

2013年4月第1版, 2013年4月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16; 15.5印张; 370千字; 235页

32.00元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿邮箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街46号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

随着我国土木工程建设持续高速发展,工程建造技术呈现多元化,特别在高度、深度、难度、复杂度等方面表现尤为突出,因此对场地的工程地质条件要求越来越高。为了保障工程建设的顺利进行及工程结构的可靠性,要求土木工程技术人员必须掌握工程地质学的基本原理及其相关知识和方法,为土木工程的勘察、设计与施工奠定基础。

本书依据土木工程专业教学计划编写而成,编写的指导思想及特点为:(1)力求涵盖土木工程各学科领域对工程地质理论与知识的需求,如工业与民用建筑、道路与桥梁、港口与海岸工程等;(2)力求反映科学技术的最新发展与成就,在贯穿我国现行规范内容的基础上,着重论述新理论与新技术;(3)注重理论与实践的结合,在阐明基本原理与方法的基础上,配以实例,以培养学生的实际应用能力。本书在内容安排上,力争做到地质与工程相结合、定性定量相结合、学科系统性与前瞻性相结合,力求充分反映目前国内外工程地质理论与实践的新进展。

本书由张荫担任主编,宋战平和卢俊龙担任副主编。具体分工为:第1章由张荫、宋战平编写,绪论、第2章由张荫编写,第3章由张荫、卢俊龙编写,第4章由张鹏、罗少锋编写,第5章由李瑞娥编写,第6章由宋战平编写,第7章由卢俊龙编写,第8章由张荫、王永刚编写。资料整理与图表绘制由贾正义、刘立芳、杨少华、孙焕伟完成。冯志焱审阅了书稿,并提出了宝贵的修改建议。

本书的编写工作,得到了土木工程界多位专家及同行的帮助与指导,编写过程中参考了许多单位及个人的科研成果与技术总结,在此一并致谢!

由于编者水平有限,书中不足之处,恳请各位读者批评指正。

编 者
2012年11月

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
冶金建设工程	李慧民 主编	35.00
建筑工程经济与项目管理	李慧民 主编	28.00
建筑施工技术(第2版)(国规教材)	王士川 主编	42.00
现代建筑设备工程(第2版)(本科教材)	郑庆红 等编	59.00
高层建筑结构设计(本科教材)	谭文辉 主编	39.00
土木工程材料(本科教材)	廖国胜 主编	40.00
混凝土及砌体结构(本科教材)	王社良 主编	41.00
工程造价管理(本科教材)	虞晓芬 主编	39.00
土力学地基基础(本科教材)	韩晓雷 主编	36.00
建筑安装工程造价(本科教材)	肖作义 主编	45.00
土木工程施工组织(本科教材)	蒋红妍 主编	26.00
施工企业会计(第2版)(国规教材)	朱宾梅 主编	46.00
工程荷载与可靠度设计原理(本科教材)	郝圣旺 主编	28.00
流体力学及输配管网(本科教材)	马庆元 主编	49.00
土木工程概论(第2版)(本科教材)	胡长明 主编	32.00
土力学与基础工程(本科教材)	冯志焱 主编	28.00
建筑装饰工程概预算(本科教材)	卢成江 主编	32.00
建筑施工实训指南(本科教材)	韩玉文 主编	28.00
支挡结构设计(本科教材)	汪班桥 主编	30.00
建筑概论(本科教材)	张 亮 主编	35.00
居住建筑设计(本科教材)	赵小龙 主编	29.00
SAP2000 结构工程案例分折	陈昌宏 主编	25.00
建筑结构振动计算与抗振措施	张荣山 著	55.00
理论力学(本科教材)	刘俊卿 主编	35.00
岩石力学(高职高专教材)	杨建中 主编	26.00
建筑设备(高职高专教材)	郑敏丽 主编	25.00
岩土材料的环境效应	陈四利 等编著	26.00
混凝土断裂与损伤	沈新普 等著	15.00
建设工程台阶爆破	郑炳旭 等编	29.00
计算机辅助建筑设计	刘声远 编著	25.00
建筑施工企业安全评价操作实务	张 超 主编	56.00
钢筋混凝土结构技术规程(YB 9082—2006)		38.00
现行冶金工程施工标准汇编(上册)		248.00
现行冶金工程施工标准汇编(下册)		248.00

目 录

绪论	1
1 矿物与岩石	4
1.1 造岩矿物的主要物理性质	4
1.1.1 矿物的特征	4
1.1.2 矿物的分类	8
1.1.3 黏土矿物	9
1.2 岩石	10
1.2.1 岩浆岩	10
1.2.2 沉积岩	14
1.2.3 变质岩	19
1.3 岩石的工程性质	22
1.3.1 岩石的物理性质	22
1.3.2 岩石的力学性质	23
1.3.3 岩石按工程特性分类	24
1.3.4 影响岩石工程性质的主要因素	25
1.4 岩石的风化作用	26
1.4.1 岩石的物理风化作用	26
1.4.2 岩石的化学风化作用	27
1.4.3 岩石的生物风化作用	28
1.4.4 影响岩石风化作用的因素	29
1.4.5 岩石风化作用的工程评价	30
1.5 岩体的工程性质	31
1.5.1 岩体结构	31
1.5.2 岩体的分类	33
1.5.3 岩体的工程性质	34
复习思考题	34
2 地壳运动与地质构造	36
2.1 地壳运动与地质作用	36
2.1.1 地壳运动	36
2.1.2 地质作用	38

2.2 地质年代	39
2.2.1 地质年代的确定	39
2.2.2 地质年代的划分	42
2.2.3 地质年代表	42
2.3 地质构造	44
2.3.1 单斜构造与岩层的产状	44
2.3.2 褶皱构造	46
2.3.3 断裂构造	49
2.4 地质图阅读	55
2.4.1 地质图的类型	55
2.4.2 地质图的规格和符号	56
2.4.3 地质图读图方法和实例	58
复习思考题	60
3 地貌与第四纪沉积物	61
3.1 地形地貌	61
3.1.1 几种常见的地貌类型	61
3.1.2 地形地貌对工程建设的影响	71
3.2 第四纪沉积物	71
3.2.1 第四纪沉积物一般特征	72
3.2.2 第四纪沉积物的成因类型	72
复习思考题	77
4 土的工程性质	78
4.1 土的组成、结构和构造	78
4.1.1 土的组成	78
4.1.2 土的结构和构造	84
4.2 土的三相比例指标	85
4.2.1 土的实测指标	86
4.2.2 土的换算指标	88
4.2.3 各指标的换算	88
4.3 黏性土的物理特性	91
4.3.1 黏性土的界限含水量	91
4.3.2 黏性土的塑性指数和液性指数	92
4.3.3 黏性土的活动度(A)、灵敏度和触变性	93
4.4 无黏性土的密实度	94
4.5 土的压实原理	95
4.6 土的力学性质	96
4.6.1 土的力学性质试验	97

4.6.2 土中应力分析计算	101
4.7 土的工程分类	101
复习思考题	105
5 水文地质基本原理	107
5.1 自然界中的水	107
5.1.1 自然界的水循环	107
5.1.2 岩石中的空隙	107
5.1.3 岩石中水的存在形式	109
5.1.4 岩石的水理性质	110
5.1.5 含水层与隔水层	112
5.2 地下水的基本类型	112
5.2.1 包气带水	112
5.2.2 潜水	113
5.2.3 承压水	114
5.3 地下水的物理性质和化学成分	117
5.3.1 地下水的物理性质	117
5.3.2 地下水的化学成分	118
5.3.3 地下水按总矿化度的分类	119
5.3.4 地下水按氢离子浓度的分类	119
5.3.5 地下水的硬度	120
5.3.6 影响地下水化学成分的主要作用	120
5.3.7 地下水的侵蚀性	121
5.4 地下水的运动	122
5.4.1 渗流	122
5.4.2 地下水运动的基本定律	125
5.4.3 地下水的涌水量计算	129
5.5 地下水与工程建设	129
5.5.1 地下水引起的工程地质问题	130
5.5.2 地下水对建筑材料的腐蚀性	133
复习思考题	134
6 不良地质现象	135
6.1 边坡的变形和破坏	135
6.2 滑坡与崩塌	138
6.2.1 滑坡	138
6.2.2 崩塌	148
6.3 泥石流	150
6.3.1 泥石流的形成条件	151

6.3.2	泥石流的分类	152
6.3.3	泥石流的防治措施	154
6.3.4	泥石流流域的工程地质评价	155
6.4	岩溶与土洞	155
6.4.1	岩溶	155
6.4.2	土洞	161
	复习思考题	164
7	特殊土的工程性质	165
7.1	软土	165
7.1.1	软土的组成和形态特征	165
7.1.2	软土的工程性质	166
7.1.3	不同成因类型软土层的分布和构造差异	167
7.1.4	软土的勘察	167
7.1.5	软土的试验方法	168
7.1.6	软土地基的分析评价	168
7.2	湿陷性黄土	169
7.2.1	湿陷性黄土的分布和组成	169
7.2.2	湿陷性黄土的工程性质	169
7.2.3	湿陷性黄土的评价	170
7.2.4	湿陷性黄土勘察	172
7.2.5	湿陷性黄土地基的工程措施	172
7.3	膨胀土	173
7.3.1	膨胀土的特征及其判别	173
7.3.2	影响膨胀土胀缩变形的主要因素	174
7.3.3	膨胀土的胀缩性指标	175
7.3.4	膨胀土的勘察及其试验方法	176
7.3.5	膨胀土的工程评价	176
7.3.6	膨胀土地基的工程措施	177
7.4	红黏土	177
7.4.1	红黏土的特征	177
7.4.2	红黏土的组成及其物理力学性质	178
7.4.3	红黏土的勘察及其试验方法	179
7.4.4	红黏土的工程评价	180
7.4.5	红黏土地基的问题	180
7.5	冻土	180
7.5.1	冻土的分布、厚度及其影响因素	180
7.5.2	冻土的基本特征	181
7.5.3	冻土的工程性质	182

7.5.4 冻土的工程勘察	184
7.6 其他特殊性土	185
7.6.1 填土	185
7.6.2 盐渍土	187
7.6.3 混合土	188
7.6.4 风化岩和残积土	189
7.6.5 污染土	190
复习思考题	191
8 岩土工程勘察	192
8.1 概述	192
8.1.1 岩土工程勘察的目的、任务、准则和要求	193
8.1.2 岩土工程勘察分级	194
8.1.3 岩土工程勘察阶段的划分	198
8.1.4 勘察任务书	199
8.1.5 勘察工作程序	199
8.2 岩土工程勘察方法	199
8.2.1 工程地质测绘	200
8.2.2 勘探工作	201
8.2.3 现场试验(原位测试)	216
8.2.4 室内试验	218
8.3 岩土工程勘察报告书	219
8.3.1 岩土工程评价方法	219
8.3.2 勘察报告书编写及应用	223
8.4 岩土工程勘察报告实例	225
8.4.1 文字部分	225
8.4.2 图表部分	231
复习思考题	234
参考文献	235

绪 论

地球是人类赖以生存的空间，地壳运动控制着海陆分布，影响着各种地质作用的发展，而人类的生存及一切活动与地壳息息相关。地壳是各类工程建筑实施、矿产资源开发、建筑材料利用的主要源地，也是地球科学研究的主要对象。

在人类改造地球而进行的工程建设中，经常会遇到各类工程地质问题，例如，软弱地基条件下工业和民用建筑的承载力及沉降，大规模的崩塌、滑坡，构造运动产生的强烈地震等。因此，必须对土木工程的地质环境进行足够的了解，特别对一些不良地质作用和现象必须进行深入的研究。

工程地质学是一门实用性很强的学科，研究土木工程中的地质问题，解决地质条件与人类活动的关系；研究在工程的设计、施工与使用中的安全性，以利于人类认识自然、利用自然、改造自然与控制自然。

A 工程地质学及其任务

地质学是一门研究地球固体表层物质及结构变化规律的学科，主要包含以下内容：

- (1) 组成地球的物质及相关学科方面的研究；
- (2) 研究地壳及地球的构造特征、岩石与岩石组合的空间分布，相关的分支学科有构造地质学、区域地质学、地球物理学等；
- (3) 研究地球的历史以及栖居在地质时期的生物及其演变规律，相关的分支学科包括古生物学、地史学、岩相古地理学等。

工程地质学是地质学的重要分支学科之一，它是运用地质学理论和方法研究工程地质环境，查明地质灾害的规律，研究相应的防治对策，以确保工程建设安全、正常运行。工程地质学是把地质学原理应用于工程实际的一门学科，研究地质构造及其运动规律，为工程建设的减灾防灾服务，是工程地质学的主要任务。

同时，所有的工程建设活动均是在一定的地质环境中进行的，且二者相互影响、相互制约，关系十分密切。工程地质学的主要任务，在于评价拟建场地的工程地质与水文地质条件、岩土特性、地质构造、不良地质现象的工程地质勘察等。

因此，具体而言，工程地质学的任务包括以下方面：

- (1) 评价工程地质条件，阐明地上和地下建筑工程兴建和运行的利弊因素，选定适宜的场地及建筑形式，保证规划、设计、施工、使用、维修的顺利进行；
- (2) 从地质条件与工程建设关系的角度出发，论证和预测相关工程地质问题发生的可能性、规模及发展趋势；
- (3) 提出改善、防治或利用有关工程地质条件的措施以及加固岩土体的方案；
- (4) 研究岩体、土体分类和分区及区域性特点；
- (5) 研究人类工程活动与地质环境之间相互作用的影响。

随着生产的发展和研究的深入，形成了一些新的分支学科，如环境工程地质、海洋工

程地质等。

B 工程地质学的研究内容

工程地质学包括工程岩土学、工程地质分析、工程地质勘察三个基本部分,它们均已形成分支学科。工程岩土学是研究土石的工程性质以及这些性质的形成和它们在自然或人类活动影响下的变化。工程地质分析是研究工程活动的主要工程地质问题及其产生的工程地质条件、力学机制及其发展演化规律,以便正确评价和有效防治它们的不良影响。工程地质勘察是探讨调查研究方法,以便有效查明有关工程活动的地质因素。

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。对与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,也是工程地质学的主要研究内容。要了解岩土体,就需要先查明其空间分布与工程性质,在此基础上才能对场地的稳定性、建设工程的适宜性以及不同地段地基的承载力、变形特征等做出评价。了解岩土体特性的基本手段,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,并对相应的工程提出合理化建议。

C 工程地质学的学科发展

早在石器时代,人类就开始在地下采矿。随着社会与经济建设的发展,人们从工程项目的成功经验及失败的教训中得到了启示,开始深入浅出地思考工程地质问题并在随后的工程实践中取得了显著成就。埃及的金字塔,中国的万里长城、京杭大运河、新疆坎儿井、都江堰水利工程、隋朝工匠李春等所修建的赵州桥、宏伟壮丽的宫殿寺院、遍布各地的巍巍高塔,美国于1831~1833年开始修建的第一条地铁,以及法国于1857~1870年打通穿越阿尔卑斯山的萨尼峰(Mont Cenis)的11km长的隧洞等,都是早期著名的工程活动。

工程地质学的发展与社会经济的发展相适应。封建时代劳动人民宝贵的工程实践经验,集中体现在能工巧匠的高超技艺上,但由于受到当时生产力水平的限制,还未能成为系统的科学理论。1929年,K. 太沙基(Terzaghi)出版了《工程地质学》(Engineering Geology)一书,带动了各国对本学科各方面的探索,不断取得进展。新中国成立后,国内各项建设工程项目的实施与研究,使人们对本学科的认识不断加深。特别是改革开放以后,建设工程项目的广泛性与前瞻性、工程地质条件的复杂性与多变性,使岩土工程界涌现出一个又一个的难题,如高层与超高层建筑、大型体育场馆的建造、青藏铁路与三峡大坝的修建,以及汶川大地震灾后重建工程等,经过努力,各种难题逐一得到解决,这极大地促进了本学科的发展。

D “工程地质学”课程的学习要求

“工程地质学”是土木工程专业的一门专业基础课程,它结合了工程地质条件和路桥工程、建筑工程及港口工程的特点,为学习专业知识和开展有关问题的科学研究,提供必要的基础知识和理论。通过该课程的学习,可以了解工程勘察的基本内容、工作方法,熟悉搜集、分析和运用有关的工程地质资料,能够对一般的工程地质问题进行初步的分析评价和采取相应处理措施。学习该课程最重要的是要掌握其基本原理与方法,将理论知识与实践相结合,学会具体问题具体分析。学习要求如下:

- (1) 系统地掌握工程地质的基本知识与理论，能正确分析拟建场地的工程地质条件；
- (2) 能正确运用所学知识，进行工程地质勘察与评价；会编写勘察报告书；
- (3) 根据工程地质勘察资料，能对不良地质现象、场地的岩土工程问题，提出处理及整治措施与合理化建议；
- (4) 将所学工程地质知识与本专业其他学科密切联系，学会在实际工程中应用。

1 矿物与岩石

工程建设与岩石密切相关，如桥梁的墩基、道路的选线、地下工程建筑物的地基基础、隧道的开挖、矿山的开采、地下水的寻找等，须了解岩石的特性。影响岩石工程性质的主要因素在于其物质成分、组成结构、构造成因等。因此，掌握影响岩石强度和稳定性等各种因素及其类别具有重要的工程意义。

岩石 (rock) 是一种或多种矿物的集合体，岩石的特征及其工程性质，主要取决于它的矿物成分。在地壳中具有一定化学成分与物理性质和形态的天然元素或化合物称为矿物。组成岩石的矿物称为造岩矿物。地壳上目前已发现的矿物有 3000 多种，主要的造岩矿物仅有 100 多种。最常见的造岩矿物仅有十几种，绝大部分为固态，少数为液态和气态，如石英、长石、辉石、角闪石、云母、方解石、高岭石、绿泥石、石膏、赤铁矿、黄铁矿、石油、天然气等。岩体 (rock mass) 是包括各种结构面的单一或多种岩石构成的地质体，又被各种地质构造所切割，由大小不同，形状不一的岩块组合而成。

1.1 造岩矿物的主要物理性质

1.1.1 矿物的特征

矿物的特征主要包括矿物的形态、矿物的物理性质、矿物的力学性质等。

1.1.1.1 矿物的形态

矿物的形态是指矿物单体或集合体的形状，是由组成矿物的成分与生成环境所决定的。在自然界中，矿物多数是呈集合体出现。矿物依晶体的空间生成特征可分为单体和集合体两种形态。

A 矿物的单体形态

单体形态包括结晶形状、晶体大小与晶面花纹等。

造岩矿物绝大部分是结晶质。结晶质的基本特点是组成矿物的元素质点（原子、离子或分子），在矿物内部按一定的规律排列，形成稳定的结晶质子构造（见图 1-1），在生长过程中若条件适宜，能生成具有一定几何外形的晶体（见图 1-2），即晶形。晶体矿物大多呈规则的几何形状。晶体的单体形态一般按结晶特性分为三种：一向延长，晶体沿一向发育成柱状（角闪石）、针状（电气石）；双向延长，晶体成板状、片状如石膏、云母、绿泥石等；三向发育成粒状，如磁矿石、食盐的正立方晶体、石英的六方双锥晶体等。晶形是区分矿物的重要特征。

B 矿物集合体的形态

矿物集合体（见图 1-3）的形态取决于其单体的形态和它们的集合方式。集合体按矿物晶粒大小分为肉眼可辨认晶体颗粒的显晶矿物集合体和肉眼不可辨认的隐晶质或非晶质

矿物集合体。显晶矿物集合体有规则连生的双晶集合体和不规则的粒状、块状、板状、片状、纤维状、针状等集合体；隐晶矿物集合体主要形态有球状、土状、结核状、鲕状、筚状、钟乳状等。

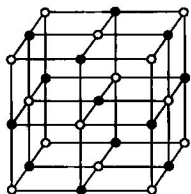


图 1-1 食盐晶格构造

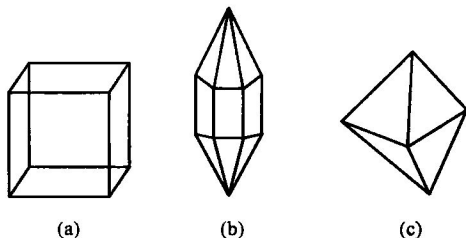


图 1-2 矿物晶体

(a) 食盐晶体；(b) 石英晶体；(c) 金刚石晶体

1.1.1.2 矿物的物理性质

矿物的物理性质取决于矿物的化学成分和内部构造，因而反映出不同的特性。矿物的物理性质是鉴别矿物的重要依据。

矿物的物理性质具有多样性。为便于用肉眼鉴别常见的造岩矿物，常用的物理鉴定主要有颜色、条痕、光泽、透明度等。

A 颜色

矿物的颜色是矿物对可见光波的吸收作用产生的，取决于其化学成分，按成色原因有自色、他色和假色之分。自色是矿物本身的固有颜色，造岩矿物成分复杂，颜色变化较大。一般认为：他色是矿物混入某些杂质所引起的，与矿物的本身性质无关。他色不固定，随杂质的不同而异，如纯净的石英晶体是无色透明的，混入杂质就呈紫色、玫瑰色、烟色等。矿物因混入成分含量、质点大小、分散程度不同，故他色一般不能作为鉴定矿物的特征。假色是由于矿物内部的裂隙或表面的氧化薄膜对光的折射、散射所引起的，与矿物本色无关，如斑铜矿表面常出现斑驳的蓝色和紫色。

B 条痕

矿物在白色粗糙瓷板上刻划时留下的线条称条痕，即矿物粉末的颜色，一般为白色。有的矿物颜色和条痕相同，如石墨；也有的矿物颜色与条痕不相同，如黄铁矿呈黄色，但条痕为黑色。赤铁矿有红色、钢灰色、铁黑色等多种颜色，但刻痕为樱红色。难以通过刻痕来对矿物进行区别。

通常与标准的矿物色作比较来描述矿物颜色，如：辉钼矿为铅灰色，雌黄为黄色，自然金为金黄色，黄铜矿为黄铜色，孔雀石为绿色等。

C 光泽

矿物的光泽是矿物表面的反射率的表现，按其强弱程度，可分为金属光泽、半金属光泽和非金属光泽三种，造岩矿物绝大部分属于非金属光泽。由于矿物表面的性质或矿物集合体的集合方式不同，又会反映出各种不同特征的光泽。矿物的光泽等级只是相对的，都是用某些最常见的物质光泽形象地描述矿物的反光强弱。

(1) 金属光泽。金属光泽是指金属矿物新鲜面所具有的最强光泽，矿物表面反光较

好,如同光亮的金属器皿表面所呈现的光泽。有些不透明的矿物,如金、黄铁矿、方铅矿、辉锑矿等,均具有金属光泽。

(2) 半金属光泽。其比金属光泽稍暗淡,如同没有磨亮的铁器上的那种暗淡而不刺目的光泽。如磁铁矿、赤铁矿等都为半金属光泽。

(3) 非金属光泽。非金属光泽有金刚光泽、玻璃光泽、珍珠光泽、油脂光泽等。

金刚光泽:非金属矿物具有的最强光泽,耀眼夺目,如金刚石、闪锌矿等。

玻璃光泽:反光如镜,如长石、方解石解理面上呈现的光泽。

珍珠光泽:光线在解理面间发生多次折射和内反射,在解理面上多呈现的像珍珠一样的光泽,如云母等。

油脂光泽:矿物表面不平,使光线散射造成,如石英断口上呈现的光泽。

丝绢光泽:纤维状或细鳞片状矿物,由于对光的反射相互干扰,形成丝绢般的光泽,如纤维石膏和绢云母等。

蜡状光泽:致密状矿物表面所呈现的光泽。如蛇纹石、滑石等致密块体矿物表面的光泽。

土状光泽:疏松等粒矿物表面暗淡如土,如高岭土等。

D 透明度

光线投射于矿物表面时,部分光线为表面所反射,另一部分光线直射或折射而进入矿物内部。透明度是指矿物透光能力的大小,即光线透过矿物的程度。矿物的透明度分为透明、半透明、不透明三类。

(1) 透明矿物。透明矿物是指光线大部分能透过的矿物,如水晶、冰洲石等。

(2) 不透明矿物。不透明矿物是指光线不能透过或仅极少光线能透过的矿物,如黄铁矿、磁铁矿、石墨等。

(3) 半透明矿物。半透明矿物是指吸收率较大,光线只能部分透过的矿物,如闪锌矿、辰砂等。

1.1.1.3 矿物的力学性质

矿物在外力作用下(如打击、刻划、挤压、拉伸等机械作用)所呈现的分裂、破碎、剪切、变形等性质。

A 解理

解理为结晶矿物特有的性质,矿物受外力打击后能沿一定方向裂开成光滑平面的性质。裂开后的光滑分裂面为矿物的解理面。不同的晶质矿物,由于内部构造不同,在受力作用后开裂的难易程度、解理数目以及解理面的完全程度也有差别。根据解理出现方向的数目,有一个方向的解理,如云母等;有两个方向的解理,如长石等;有三个方向的解理,如方解石等。按解理面的完善程度一般可分五种:

(1) 极完全解理:极易裂开成薄片,解理面大而完整平滑,如云母等。

(2) 完全解理:常沿解理方向裂成小块,解理面平整光滑,如方解石等。

(3) 中等解理:矿物受外力作用下,不易沿一定方向分裂,解理面不连续。既有解理面,又有断口,如辉石、角闪石等。

(4) 不完全解理:常出现断口,解理面很难出现,如磷灰石。

(5) 极不完全解理：即岩石破碎后无解理，如石英等。

B 断口

矿物受外力打击后，不是沿一定的面裂开，而是形成凹凸不平的破裂面，即不具方向性的不规则破裂面。其形状有：

(1) 贝壳状断口：断口呈不规则椭圆形曲面，曲面上常有不规则同心圆与贝壳相似，如石英断口。

(2) 锯齿参差状断口：凡延展性强的矿物破碎后断面粗糙不平呈参差状和尖锐齿状，如黄铁矿、自然铜。

(3) 纤维状及鳞片状断口：破碎断面呈纤维状或错综的细片状，如蛇纹石。

(4) 土状断口：断口粗糙，像土或砂粒土，如高岭土、铝矾土等。

C 硬度

硬度是指矿物新鲜面抵抗外力刻划的能力。各种矿物有其不同的硬度，一般选用十种主要造岩矿物的硬度特征作标准（见表 1-1），以它们的硬度标定出十个硬度，以便把其他矿物与表中所列的矿物相刻划，从而定出其他矿物的硬度等级。

表 1-1 矿物的硬度等级

硬度等级	矿物名称	简易鉴定	代用品硬度
1	滑石	用指甲易刻划	指甲 2~2.5 铁刀刃 3~3.5 窗玻璃 5~5.5 钢刀刃 6~6.5
2	石膏	用指甲可刻划	
3	方解石	用小刀很易刻划	
4	萤石	用小刀可刻划	
5	磷灰石	小刀刻划有痕迹	
6	长石	小刀刻划勉强留下痕迹	
7	石英	用小刀不能刻划	
8	黄玉	难于刻划石英	
9	刚玉	能刻划石英	
10	金刚石	能刻划石英	

矿物的硬度对岩石的强度影响明显。在鉴别矿物的硬度时，应在其新鲜晶面或解理面上进行。

1.1.1.4 矿物的其他性质

(1) 比重（相对密度）。纯净、均匀的单矿物在空气中的重量与同体积的 4℃ 时纯水重量之比，称为矿物比重（无量纲），其大小主要取决于矿物的化学成分和内部构造。大多数轻金属的氧化物及其盐类的比重为 1.0~3.5，硅酸盐类为 2.2~3.0，重金属化合物为 3.6~9.0。

(2) 磁性。磁性是指矿物具有被磁铁吸引，或其本身能吸引铁屑等物体的性质，如磁铁矿。

(3) 电性。矿物具有一定的导电性与荷电性。