



普通高等学校土木工程专业“十一五”新编系列教材

工程地质

GONGCHENG DIZHI

王丽琴 赖天文 栾红 编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



全书除绪论外共分8章,第1章为矿物与岩石,第2章为地质构造,第3章为水的地质作用,第4章为地貌,第5章为土的分类与特殊土的工程性质,第6章为地质灾害,第7章为几类工程中的工程地质问题,第8章为工程地质勘察。本书文字简明、循序渐进、内容丰富、重点突出、有大量的实例图片,便于自学。

本书可作为土木工程类(工民建、城建、道桥、地下工程、铁道工程)以及水利水电等专业的教材,也可供广大土木工程技术人员参考;亦可作为同专业的成人教育教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质/王丽琴,赖天文,栾红编. —北京:中国铁道出版社,
2008. 2

(普通高等学校土木工程“十一五”新编系列教材)

ISBN 978 - 7 - 113 - 08556-8

I. 工… II. ①王…②赖…③栾… III. 工程地质 - 高等学校 -
教材 IV. P642

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第003286号

书 名:工 程 地 质

作 者:王丽琴 赖天文 栾 红 编

责任编辑:刘红梅 电话:010-51873134 电子信箱:mm2005@tom.com

封面设计:薛小卉

责任校对:孙 玫

责任印制:金洪泽

出版发行:中国铁道出版社 (北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

开 本:787 mm × 1 092 mm 1/16 印张:14 字数:348千

书 号:ISBN 978 - 7 - 113 - 08556 - 8/TU · 919

定 价:24.50元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)63549495 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

工程地质不仅是土木工程专业一门重要的专业基础课,同时又是一门实践性很强的学科,在土木工程专业的人才培养中起着很重要的作用。

1998年7月国家教育部颁布了新的普通高等学校专业目录,根据该目录,现行的土木一级学科涵盖了原建筑工程、道桥、市政、铁路、地下建筑、港口、矿井、隧道等多个专业,原土木相关专业的工程地质教材经历这次学科合并之后普遍存在着专业局限性强、知识面过窄等问题,难以适应新学科发展的需要。

为满足21世纪国家建设对专业人才的需求,适应专业面扩大后的土木工程专业的教学需要,根据有关专业教学大纲,在原铁道工程、桥梁与隧道工程、建筑工程等专业所使用的工程地质教材的基础上,针对目前土木工程专业所涉及的工程地质理论和知识,同时兼顾水利水电专业、测绘专业对工程地质知识的要求,编写了这本《工程地质》。本书文字简明、循序渐进、内容丰富、重点突出、图文并茂,便于自学。

全书除绪论外共分8章,第1章为矿物与岩石,第2章为地质构造,第3章为水的地质作用,第4章为地貌,第5章为土的分类及特殊土的工程性质,第6章为地质灾害,第7章为几类工程中的工程地质问题,第8章为工程地质勘察。

本书由兰州交通大学王丽琴、赖天文、栾红编写。王丽琴编写绪论、第2章、第6章,赖天文编写第3章、第4章、第7章、第8章,栾红编写第1章、第5章。全书最后由王丽琴统稿。

本书可作为土木工程类(工民建、城建、道桥、地下工程、铁道工程)以及水利水电等专业的教材,也可供广大土木工程技术人员参考;亦可作为同专业的成人教育教材和参考书。

本书在编写的过程中,得到兰州交通大学土木工程学院岩土与地下工程系的众多老师的帮助,在此表示感谢!对于书中所引用文献和研究成果的众多作者也表示诚挚的谢意。

鉴于编者水平有限,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2007年11月

5.1	岩土分类综述	121
5.2	土的工程分类	121
5.3	一般土的工程地质特征	123
5.4	特殊土的工程地质性质	123
	思考题	141
6	常见地质灾害	142
6.1	滑 坡	143
6.2	崩 塌	151
6.3	泥 石 流	154
6.4	岩 溶	160
6.5	地 震	165
	思考题	171
7	几类工程中的工程地质问题	172
7.1	地下工程中的工程地质问题	172
7.2	道路工程中的工程地质问题	177
7.3	桥梁工程中的工程地质问题	184
7.4	水利水电工程中的工程地质问题	188
	思考题	198
8	工程地质勘察	200
8.1	概 述	200
8.2	工程地质测绘	202
8.3	工程地质勘探	204
8.4	岩土测试	210
8.5	工程地质勘察资料整理	215
	思考题	216
	参考文献	217
90	.....	217
97	.....	217
98	.....	217
98	.....	217
98	.....	217
91	.....	217
100	.....	217
101	.....	217
101	.....	217
110	.....	217
112	.....	217
111	.....	217
120	.....	217
121	.....	217

0 绪 论

地质学是研究地球的一门自然科学,是地学的重要组成部分,主要研究固体地球的物质组成、构造、形成和演化规律等方面。工程地质学又是地质学的一个分支,它是研究与工程建设有关的地质学的部分,是从生产实践中发展起来,研究工程建筑物的勘测设计、施工和运营中有关地质问题的科学。

0.1 工程地质学的研究对象、任务和方法

地球上现有的一切工程建筑物都建造在地壳表层一定的地质环境中,地质环境对建设场地的选择和建筑物结构类型及施工方法的确定均起着决定性的影响。铁路、桥梁、隧道的选线和施工;软土地基上修建高层建筑地基基础方案的确定;水利水电工程中坝址、坝型及其他水工建筑物类型的选择,等等,无一不与工程建设地区的地质环境有着密切的关系。地质环境不良,一方面可能因需要采取地基处理措施而提高工程的造价,另一方面可能会影响工程建筑的稳定、安全和正常使用。而建筑物的兴建又反作用于地质环境,使自然地质条件发生变化,最终又影响建筑物本身。两者就处于这样一种相互影响、相互矛盾之中。研究地质环境与工程建筑物之间的关系,促使两者之间的矛盾缓和、解决,就成为工程地质学的研究对象。

在工程地质学中对人类工程活动有影响的地质环境常用工程地质条件来描述。工程地质条件是一个综合性概念,是与工程建筑有关的地质条件的总称。一般认为,它包括工程建设地区的岩土工程地质性质、地形地貌、地质构造、水文地质条件、物理地质现象、地质物理环境(地应力及地热等)、天然建筑材料七个方面的因素。在不同地区、不同工程类型、不同设计阶段解决不同问题时,上述各方面的重要性并不是等同的,而是有主有次的。其中岩土的工程地质性质和地质构造往往起主导作用,但在某些情况下,地形地貌或水文地质条件也可能是首要因素。工程地质条件所包括的各方面因素是相互联系、相互制约的。因此,在解决工程建设中的地质问题时,应针对各方面因素综合分析论证。

人类工程活动和自然地质作用会改变地质环境,影响工程地质条件的变化。当工程地质条件不能满足工程建筑稳定、安全的要求时,亦即工程地质条件与工程建筑之间存在矛盾时,就称为存在工程地质问题。工程地质问题与工程建筑的类型和规模有着密切的关系。各类工程建筑,由于其结构类型和工作方式不同,存在着各种各样的工程地质问题。工业与民用建筑常遇到的工程地质问题是地基的变形、强度和稳定问题;铁路、道路工程常遇到的是路基边坡、隧洞围岩和桥墩桥台的稳定问题、道路的冻胀问题;地下工程常遇到的是围岩稳定、涌水及影响建筑施工的高地应力、高地热和有害气体问题、岩爆问题;而水利水电工程的工程地质问题则更为复杂多样,除与其他工程相类似的区域地壳稳定、坝基、边坡和地下洞室岩土体的稳定问题外,还有库坝区渗漏、水库库岸稳定、水库淤积、滨岸地区浸没、水库诱发地震等问题;在特殊土如黄土、软土、膨胀土、冻土等地区同样会遇到特殊的工程地质问题。由于大量抽取地下水、石油及天然气而造成大范围地面沉降,采矿而产生的废矿渣的处理等则属于环境工程地质

问题。

综上所述,工程地质学的基本任务是:

1. 评价工程建设地区的工程地质条件,阐明工程建筑兴建和运行的有利和不利因素,选定建筑场地和适宜的建筑形式,保证规划、设计、施工、使用、维修顺利进行;
2. 预测和分析工程建设过程中及完成后工程地质条件可能产生的变化,亦即可能出现的工程地质问题及其发生的规模和发展趋势;
3. 选择最佳工程场地和拟定克服地质灾害应采取的工程措施,包括环境的保护与利用和地基处理等问题。
4. 提供工程规划、设计、施工所需的工程地质资料。

要完成工程地质学的具体任务,必须进行详细的工程地质勘察工作,以取得有关建筑场地的工程地质条件的基本资料,并进行工程地质论证。

工程地质学的研究对象是复杂的地质体,其研究方法有地质分析法、力学分析法、工程类比法和实验法等,即通常所说的定性分析与定量分析相结合的综合研究方法。

0.2 工程地质在工程建设中的作用

各种土木工程,如铁路、公路、桥梁、隧道、房屋、机场、港口、管道及水利等工程,都修建在地表或地下,建筑场地工程地质条件的优劣直接影响到工程的设计方案类型、施工工期的长短和工程投资的大小。鉴于工程地质对工程建设的重要作用,国家规定任何工程建设必须在进行相应的地质工作,提出必要的地质资料的基础上,才能进行工程设计和施工工作。

大量工程实践证明,重视工程地质工作就能使设计、施工顺利进行,工程建筑的安全使用就有保证。相反,忽视工程地质工作,则会给工程带来不同程度的影响,轻则修改设计方案、增加投资、延误工期,重则使建筑物完全不能使用,甚至突然破坏,酿成灾害。

铁路方面的实例如:始建于解放前的宝(鸡)天(水)铁路,由于忽视了前期的工程地质工作,施工中即发生大量崩塌、滑坡、河岸冲刷和泥石流等地质灾害问题,直到解放后一段时间也不能正常通车运营,被称为铁路的“盲肠”。为此,国家历年都拨出大量经费进行维修、整治,直至耗费巨资进行大段线路改线才使宝天铁路真正畅通。与此形成鲜明对照的是,地处我国西南边陲的成(都)昆(明)铁路,由于它纵贯我国西南横断山脉的断裂构造带,沿线气候、地形、地质条件异常复杂,曾被称为“世界地质博物馆”。某些外国专家实地考察后认为成昆铁路很难建成,中央和铁道部高度重视,多次组织了全国工程地质专家现场“会诊”和研究,并且动员和组织了全部工程地质专家和技术人员开展“大会战”,从而保证了成昆铁路的顺利建成通车,而且许多地质复杂地段线路位置的选择和重大工程设计、施工获得成功的实例举世公认。

建筑工程的很多事故都是由于未经勘察,盲目进行设计、施工造成的。例如:加拿大特朗斯康谷仓(图0-1),该谷仓基础为钢筋混凝土筏板基础,厚度61 cm,埋深3.66 m,谷仓于1911年动工,1913年秋完工。谷仓自重20 000 t,相当于装满谷物后满载总重量的42.5%。1913年9月装谷物,10月17日当谷仓已装了31 822 m³谷物时,发现1小时内竖向沉降达30.5 cm。结构物向西倾斜,并在24 h内谷仓倾倒,倾斜度离垂线达26°53',谷仓西端下沉7.32 m,东端上抬1.52 m,上部钢筋混凝土筒仓坚如磐石。谷仓地基土事先未进行调查研究,仅根据邻近结构物基槽开挖试验结果,计算得地基承载力为352 kPa,便应用到此谷仓。1952年经勘察试验与计算,谷仓地基实际承载力为193.8~276.6 kPa,远小于谷仓破坏时发生的压

力 329.4 kPa,因此,谷仓地基因超载发生强度破坏而滑动。

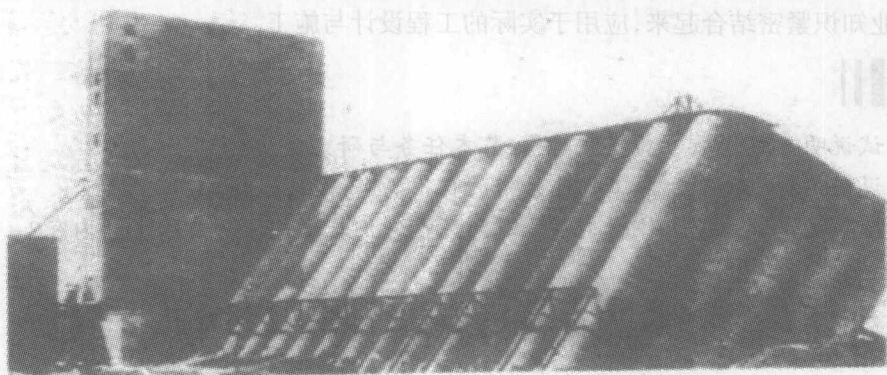


图 0-1 加拿大特朗斯康谷仓因地基滑动而倾倒

水利水电工程方面,如美国的奥斯汀坝,高仅 20.7 m,坝基为岩溶化的石灰岩,裂隙发育并有断层。在勘察和修建过程中对这些问题没有进行过任何研究,也没有采取任何措施。坝建成于 1892 年,1893 年就产生了裂隙,但并未引起重视,只进行了局部处理。到 1900 年,一场大雨,坝就完全毁坏了。究其原因,主要是岩溶化地基强度较低,运行期间地下水的渗流又使其进一步恶化,以致坝基承受不了坝的压力和溢出水流的冲刷而导致破坏。

这些实例从正反两方面说明了工程地质在工程中的重要性。

0.3 工程地质学的主要内容及学习要求

本课程着重介绍土木工程类专业所涉及的工程地质学基本知识,其主要内容包括:矿物与岩石、土的类型及特殊土、地质构造、地下水、地貌、常见地质灾害、工程中的地质问题、工程地质勘察等。不同的专业方向可根据需要选择有关章节学习。

工程地质学是土木类专业及水利工程专业的专业基础课。课程特点是内容广、概念多、实践性强,学习中要注意弄清概念,掌握分析方法,避免死记硬背,重在理论联系实际及工程运用。

为了学好这门课程,应结合课堂教学学好有关矿物、岩石的实验课程,掌握常见矿物和岩石的肉眼鉴定方法;结合已有的地质图或工程进行具体分析,培养学生阅读地质图和分析地质条件的能力;安排短期的野外地质实习,以帮助学生了解岩土类别的野外鉴别方法,地质构造,地貌及不良地质灾害,提高学生分析工程地质条件,处理工程地质问题的实践能力。积极采用多种教学方法,如标本、模型、图片等,配合有关地质科教片、幻灯片、多媒体等直观教学手段,增加学生的感性认识,帮助学生尽快建立起地质学的有关概念,提高学生对工程地质学的重视程度和学习兴趣。

作为一名本科生,在学习本课程后,应达到以下基本要求:

1. 能阅读一般地质资料,根据地质资料在野外能辨认常见的岩石和土,了解其主要的工程性质;
2. 能辨认基本的地质构造及明显的地质灾害,了解其对工程建筑的影响;
3. 重点掌握工程地质的基本理论和方法,根据工程地质勘察资料,在土木工程的设计、施工和使用中能对一般的工程地质问题进行分析论证,并提出相应的工程处理措施;

1 矿物与岩石

1.1 地球的基本知识

人类生活在地球上,从事各种生产活动,一切生活资料和生产资料都取自于地球,人类的工程建设活动更是与地球密切相关。地球是各种工程建筑物的场所,也是人类生存和活动的地方,因而了解地球的物质组成、结构及性质具有十分重要的意义。以人类目前的技术水平,工程建设涉及的范围都只是地壳表层,例如世界上最深的矿山——南非兰德矿山,深度为3 600 m,世界上最深的钻井——前苏联科拉半岛超深钻井也只有13 000 m。由此可见,人类目前的工程活动都局限于地球表层——地壳。

1.1.1 地球的形状和大小

地球是宇宙中绕着太阳旋转的椭圆形球体,根据卫星轨道分析发现地球并不是标准的旋转椭球体,其外形呈梨形,见图1-1,赤道半径约6 370 km,两极半径为6 356.752 km。北极突出约10 km,南极凹进约30 km,中纬度在北半球凹进、在南半球凸出。地球表面形态是高低不平的,而且差距较大,大致可以划分为大陆和海洋两部分,海洋占地球表面的70.8%。大陆平均高出海平面0.86 km,海底平均低于海平面3.9 km。

1.1.2 地球的圈层结构

地球并不是均匀的球体,地球物理学家研究大量地震波传播方向和速度的数据发现,地球内部有两个波速变化最明显的界面,反映了该深度上下的地球物质在成分或形态上有明显改变,根据这两个界面(莫霍面与古登堡面)把地球由地表向内依次划分为三个同心圆状的圈层,即地壳、地幔和地核,见图1-2。

地壳 地壳是固体地球的最外层硬壳,由固体岩石组成,下界是莫霍面。地壳的厚度变化很大,大陆地壳平均厚度约30 km,其中高山、高原区地壳厚度大,如青藏高原地壳最厚可达70多公里,而海洋平均厚度仅10多公里。地壳的主要成分是硅铝层(花岗岩层)和硅镁层(玄武岩层)。

地幔 地幔是莫霍面以下介于地壳和地核之间的过渡层,厚度2 900多公里,占地球体积的83%。上地幔呈熔融状态,可能是岩浆的发源地;下地幔由中等相对密度的铁、镁的硅酸盐组成。

地核 地核以古登堡面与地幔分界,厚度3 470 km,体积占地球的16.2%。主要由相对密度较大的铁、镍组成,又称铁镍核心。

地球的外部也可以分为三个圈层:大气圈、水圈和生物圈。

大气圈 大气圈是包围着地球的气体,厚度在几万公里以上,由于受地心引力的吸引,以地球表面的大气圈最稠密,它提供生物需要的 CO_2 和 O_2 ,对地貌形态变化起着极大的影响,向

外逐渐稀薄,过渡为宇宙气体,所以大气圈没有明确的上界。

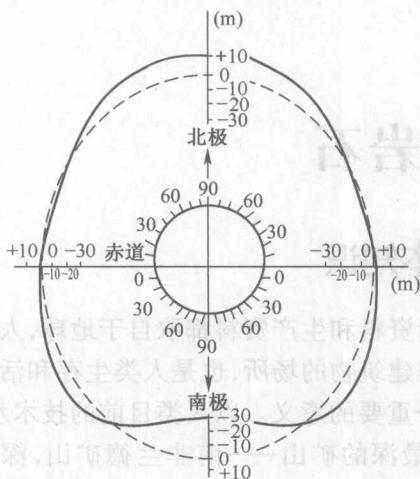


图 1-1 地球的形状

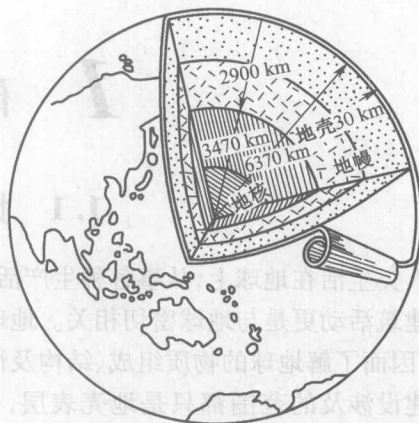


图 1-2 地球的圈层结构

水圈 水圈是地球表层的水体,大部分汇集在海洋里,另一部分分布在陆地上的河流、湖泊和表层岩石孔隙和土壤中。水在运动的过程中与地表岩石相互作用,作为一种最活跃的地质营力促进各种地质现象的发育。

生物圈 生物圈是地球上生物(包括动植物和微生物)生存和活动的范围,从 3 km 深的地壳深处和深海底至 10 km 的高空均有生物存在,它渗透在水圈、大气圈下层和地壳表层的范围之中。生物通过新陈代谢方式,形成一系列生物地质作用,从而改变地表的物质成分和结构,是改造地表的主要动力之一。

1.1.3 地壳的化学成分

地壳是由岩石组成的,岩石是由矿物组成的,矿物则是由各种化合物或化学元素组成的。组成地壳的最主要的元素是硅、氧、铝,其次是铁、钙、钠、钾、镁、钛、氢。这十种元素共占地壳元素总重量的 99.96%,其中硅、氧、铝三种元素就占了地壳元素重量的 82.96%。大多数元素以化合物状态存在,少数以单一元素状态存在。

1.2 主要造岩矿物

组成地壳的岩石按成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。岩石是矿物的集合体,要认识岩石必须首先认识矿物。自然界中已发现的矿物种类有 3 800 多种(不包括亚种),在岩石中经常见到,明显影响岩石性质,对鉴定和区别岩石种类起重要作用的矿物称为主要造岩矿物。自然界的主要造岩矿物大约有二十多种。

矿物是天然产出的,具有一定的化学成分和物理性质的物质,是组成地壳的基本物质单位。有的矿物是由一种元素组成的,如自然金、自然铜、金刚石等;有的矿物是由两种或两种以上的元素组成的,如岩盐、方解石、石膏等。各种矿物都有一定的化学成分和物理性质,例如石英是由硅和氧组成的透明或半透明的矿物,硬度较大,常呈柱状、锥状晶体;食盐是由氯和钠组成的,它是无色透明的四方颗粒。也有些矿物,化学成分相同,由于内部原子排列不相同,形成

了性质完全不同的矿物。例如金刚石和石墨,化学成分都是碳,但两者的性质截然相反:金刚石是最硬的透明的矿物;石墨则是非常软的不透明的矿物。因而为了区别不同的矿物,就必须了解矿物的类型、形态及其物理力学性质。

1.2.1 矿物的分类

固体矿物按其内部构造可分为结晶质矿物和非晶质矿物。

1. 结晶质矿物

结晶质矿物是指不仅具有一定的化学成分,而且组成矿物的质点(原子、分子和离子)在三维空间呈有规律的周期性重复排列,形成稳定的空间结晶格子构造。结晶质矿物在生长过程中,若无外界条件限制,则可以生成被若干天然平面所包围的固定的几何形态,使其表现出规则的几何外形,这就是矿物固有的形态特征。矿物的这种具有规则外形的特征成为鉴定矿物的重要方法。

具有一定的结晶构造和一定的几何外形的固体称为晶体。如岩盐,具有由钠离子和氯离子在三维空间作等距离排列的格子构造,其外表形态为立方体,见图1-3。

在结晶质矿物中,还可根据肉眼能否分辨晶体颗粒的边界而分为显晶质和隐晶质两类。若矿物晶粒可通过肉眼或放大镜辨别,则为结晶质矿物;若矿物颗粒非常细小,用肉眼或放大镜都不能分辨,需在较显微镜下才能辨别的为隐晶质矿物。

2. 非晶质矿物

非晶质矿物的内部质点在三维空间的排列没有一定的规律性,杂乱无章,故其外表就为不规则的几何形态,如蛋白石、褐铁矿等。非晶质矿物又可分为玻璃质和胶体质两类。造岩矿物大多数是结晶质的,有的非晶质矿物随时间增长可转化为结晶质矿物。

1.2.2 矿物的形态

矿物的形态主要受本身的内部结构和形成时外在环境的制约,可分为矿物单体形态和矿物集合体形态。

1. 矿物的单体形态

常见的单晶体矿物形态有:

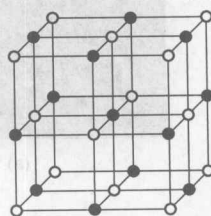
- (1) 片状、鳞片状,如绿泥石、白云母等,见图1-4;
- (2) 板状,如斜长石、板状石膏等;
- (3) 柱状,如长柱状的角闪石和短柱状的辉石等;
- (4) 立方体状,如岩盐、方铅矿、黄铁矿等,见图1-5;
- (5) 菱面体状,如方解石等;
- (6) 菱形十二面体状,如石榴子石等。

另外,还有多面体状和针状等形态。

2. 矿物集合体形态

自然界的矿物很少呈单体形态出现,绝大多数呈集合体形态,常见的集合体形态有:

- (1) 粒状、块状、土状:矿物晶体在空间三维方向上接近



●-Cl⁻ ○-Na⁺

图1-3 岩盐的晶格构造

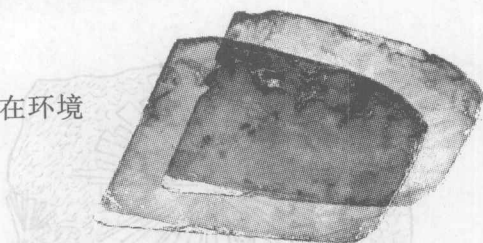


图1-4 白云母

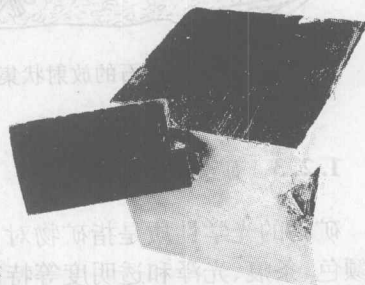


图1-5 黄铁矿

等长的他形集合体。当颗粒边界较明显时称粒状,如橄榄石;若肉眼不易分辨颗粒边界,致密者称为块状,如石英、蛋白石等;疏松的块状可称土状,如高岭石等。

(2) 鲕状、豆状、葡萄状、肾状:矿物集合体呈同心构造的球形。像鱼卵大小的称鲕状,如鲕状赤铁矿,见图1-6(a);近似黄豆大小的称豆状,如豆状赤铁矿,见图1-6(b);不规则的球形可称为葡萄状和肾状,如肾状赤铁矿,见图1-6(c)。

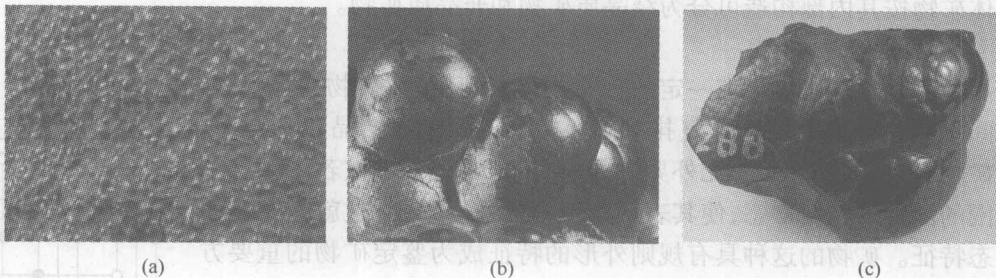


图1-6 赤铁矿的形

(a) 鲕状赤铁矿;(b) 豆状赤铁矿;(c) 肾状赤铁矿

(3) 纤维状和放射状:由针状或柱状矿物集合而成,如红柱石的放射状集合体,见图1-7。

(4) 钟乳状:由溶液失水凝聚而成,往往具有同心层状构造,如方解石的钟乳集合体,见图1-8。

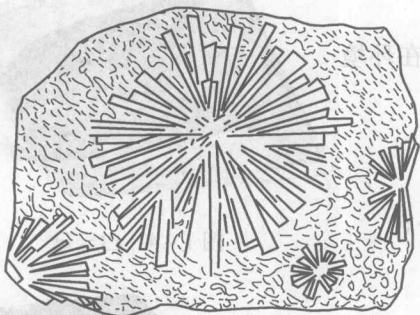


图1-7 红柱石的放射状集合体



图1-8 方解石的
钟乳状集合体

1.2.3 矿物的光学性质

矿物的光学性质是指矿物对自然光的吸收、反射和折射等所表现出来的各种特征,主要包括颜色、条痕、光泽和透明度等特征。

1. 颜色

矿物的颜色是由矿物的化学成分和内部结构决定的,矿物五彩缤纷的颜色是其明显的鉴

定特征。很多矿物的名称就是因其具有特殊的颜色而得名的,如孔雀石(翠绿色)、黄铜矿(铜黄色)、赤铁矿(红色,又名红铁矿),等等。同一矿物可以表现出不同的颜色,其颜色的变化通常是由于矿物中掺杂了对矿物基本特征没有影响的少量的化学杂质造成的。当纯净矿物为浅色或无色时,颜色变种现象比较普遍。例如:石英矿物,纯净时无色,当石英中掺有不同的杂质时会呈现出不同的颜色,如粉色、金黄色、烟棕色、紫色和常见的乳白色。很明显,石英并不能仅依据它自身的颜色来鉴别。

根据矿物颜色产生的原因,可分为自色、他色和假色三种。

(1) 自色:矿物自身所固有的颜色。自色产生的原因主要与矿物成分中某些有色离子的存在有关,如 Fe^{3+} 使赤铁矿呈樱红色; Fe^{2+} 使普通角闪石、绿泥石呈暗绿色等。

(2) 他色:矿物因含外来带色杂质而引起的颜色。如石英的异常色彩等。

(3) 假色:由某些物理化学因素引起的呈色现象,如黄铁矿表面因氧化引起的锈色(兰紫混杂的斑驳色彩)。

需要强调的是矿物颜色的鉴别是指矿物新鲜表面上的颜色。

2. 条痕

矿物的条痕指矿物在白色粗糙瓷板上刻划时遗留在瓷板的矿物粉末颜色。对某一矿物来说,条痕的颜色是唯一的,如赤铁矿颜色很多,有红色、钢灰色、铁黑色等多种颜色,但条痕总是樱红色,因而条痕成为鉴定矿物的一个很重要的特征。但大多数浅色矿物的条痕是无色或浅色的,条痕对浅色矿物鉴别的意义不大;某些深色矿物的条痕与颜色相同,这些矿物的条痕对鉴别矿物意义也不大。只有矿物的条痕与其颜色不同的某些深色矿物才是有用的鉴别矿物的特征。例如:角闪石呈黑绿色,条痕为淡绿色;辉石为黑色,条痕为浅绿色;黄铁矿为铜黄色,条痕为黑色等。

3. 光泽

矿物的光泽是指矿物新鲜表面对光的反射能力。根据反射光由强到弱的次序可分为:

(1) 金属光泽。反射强烈,类似小刀、金、银的反光,例如自然铜、方铅矿、黄铁矿等。

(2) 半金属光泽。反光较强,但较金属光泽稍弱,有点类似没有磨光的金属器皿的反光,如辰砂、黑钨矿、赤铁矿等。

(3) 非金属光泽。矿物表面的反光能力较弱,是大多数非金属矿物如石英、滑石等所固有的光泽。常见的非金属光泽有:

1) 金刚光泽,是非金属矿物具有的最强光泽,光耀夺目,像金刚石状光亮,如金刚石、锡石、浅色闪锌矿等;

2) 玻璃光泽,反光较弱,像玻璃表面的光泽,自然界多数矿物是玻璃光泽,如水晶、正长石、冰洲石等;

3) 油脂光泽,在不平坦的断口上所呈现的像猪板油那样的光亮,如石英的断口上的光泽;

4) 珍珠光泽,片状矿物集合体或片状解理发育时所呈现的光泽,像珍珠一样反光,如云母解理面上的光泽;

5) 丝绢光泽,纤维状矿物集合体表面的像丝绸一样的反光,如石膏、绢云母等;

6) 土状光泽,矿物表面粗糙,光泽暗淡,像土块一样,如高岭石等。

4. 透明度

矿物的透明度是指矿物能够透光的能力。根据矿物透过光线的的能力,可分为三级:透明的、半透明的和不透明的。例如:纯净的石英单晶体和纯净方解石组成的冰洲石为透明矿物;

多数造岩矿物为半透明矿物,如一般石英集合体、滑石等;金属矿物则为不透明矿物,如黄铁矿、方铅矿、磁铁矿等。

1.2.4 矿物的力学性质

矿物的力学性质是指矿物在外力(敲打、刻划、拉压等)作用下表现出来的各种物理性质。包括硬度、解理(劈开)和断口等,其中以解理和硬度在矿物鉴定方面最有意义。

1. 硬度

矿物的硬度是指矿物抵抗外力摩擦和刻划的能力,通常是指矿物的相对软硬的程度。在矿物的肉眼鉴定工作中,通常采用摩氏硬度计,见表1-1。摩氏硬度是德国矿物学家弗里克·摩斯(Friedrich Mohs)于1812年根据10种标准矿物的相对软硬程度提出的硬度定性级别。

表1-1 摩氏硬度计

矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石
硬度(度)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

测定某矿物的硬度,只需将该矿物与硬度计中的标准矿物相互刻划,进行比较即可。如某矿物能刻划长石,但不能刻划石英,则该矿物的硬度介于6~7。

在野外调查时,当缺少摩氏标准矿物时,可用其他简便工具进行测试。如指甲(硬度2~2.5)、铜钥匙(硬度3)、低碳钢小刀(硬度5~5.5)、玻璃片(硬度5.5~6.5)粗测矿物的硬度。在鉴别矿物的硬度时应注意要在矿物的新鲜表面上或解理面上进行。

2. 解理(劈开)

矿物受外力敲击时,能够沿一定方向规则裂开的性能称为矿物的解理性,开裂的平面称为解理面。解理是沿矿物软弱结合面裂开的趋向性,解理通常沿平行于晶体结构中相邻质点间联结力弱的方向发生。有些矿物具有几个解理面,有些矿物表现为缺乏解理,而另一些矿物完全没有解理。一种矿物表现出解理时,可以裂成与其原样一致的碎块(片);作为对比,无解理的矿物,在其裂开时,不可能裂成与原晶体一样的形状。

根据矿物受力时是否易于沿解理面破裂,以及解理面的大小和平整光滑程度,一般将解理分为:

(1)极完全解理:晶体可裂成平滑而薄的薄片,解理面大而平整、光滑,如云母沿解理面可剥离成极薄的薄片。

(2)完全解理:晶体常沿解理面裂成小块,解理面平整但不大,如方铅矿、岩盐沿解理面破裂成立方体,见图1-9。

(3)中等解理:解理面小而不光滑,如角闪石。

(4)不完全解理:晶体上常见断口,偶见解理,如橄榄石。

(5)极不完全解理:矿物无解理,见到的都是断口,如石英、黄铁矿等。

3. 断口

矿物受外力敲击后,沿任意方向发生不规则断裂,其破裂面称为断口。根据断口形态有参差状断口、平坦状断口、锯齿状断口、土状断口及贝壳状断口(图1-10)。

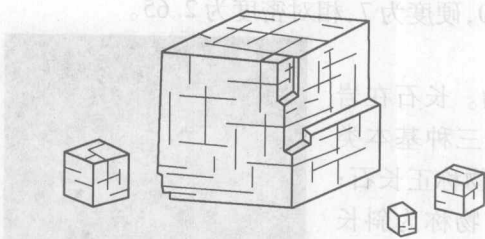


图 1-9 岩盐的立方体完全解理

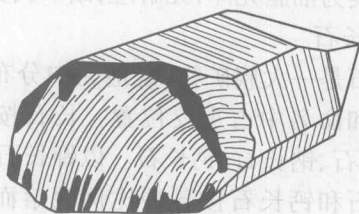


图 1-10 石英的贝壳状断口

1.2.5 其他性质

矿物的某些特殊性质,如发光性、磁性、压电性、放射性、特殊的味道等仅存在于少数矿物中。这些性质除了可用于鉴定矿物之外,在工业上也具有相当价值。

1. 发光性:当矿物受到外界因素的作用,如紫外线、阴极射线照射等,能显示多种色彩叫做荧光;而当光源移走后,被照射的矿物还继续发光,就称为磷光。荧光的命名来源于萤石,萤石就能发射出这种光线。金刚石在 X 射线下则发天蓝色荧光,而方解石在紫外线的照射后,能发红、紫、蓝色的磷光。

2. 磁性:矿物的磁性是指矿物能被磁铁吸引或排斥,如磁铁矿、自然铋等。磁性可作为重要的鉴定特征,以及冶金业的选矿和找矿依据。一般用磁铁或磁针进行矿物的磁性试验。

3. 压电性:当不导电的矿物晶体受到定向压力作用时,能在晶体表面产生电荷的性质,就是压电性。石英手表就是利用了石英的压电性质。

4. 放射性:含铀、钍、镭等放射性元素的矿物,因这些元素的蜕变作用,放出 α 、 β 、 γ 射线,这种性质称为放射性。当矿物具有放射性时,可用盖氏计算器测量。

1.2.6 矿物的鉴定方法

矿物的鉴定方法很多,工程地质工作中大量采用的是肉眼鉴定,还配合一些简单的工具,如铁锤、小刀、放大镜、毛瓷板、稀盐酸等。矿物的鉴定主要是运用矿物的形态以及矿物的物理力学性质等特征来鉴定的。

最有用的矿物鉴定特征有:形状、颜色、硬度、解理。鉴定矿物时,先观察矿物的颜色,确定它是浅色的,还是深色的;然后鉴定矿物的硬度,在颜色相同的矿物中,硬度相同或相近的只有少数几种。通过看颜色、定硬度,可逐步缩小被鉴定矿物的范围,最后,根据矿物的解理、断口及其他特征,确定出矿物的名称。在自然界中也有许多矿物,它们在形态、颜色、光泽等方面有相同之处,但每一种矿物往往具有它自己独特的性质,鉴别时利用这个特点,即可较准确地鉴别矿物。如云母薄片有弹性、方解石有可溶性、滑石有滑感、高岭石有吸水性(黏舌)等也是有用的鉴定标志。

1.2.7 主要造岩矿物及其鉴定特征

1. 石英

石英是岩石中最常见的矿物之一。石英结晶常形成单晶,若丛生则称为晶簇。纯净的石英晶体为无色透明的六方双锥,见图 1-11,称为水晶。一般岩石中的石英多呈致密的块状或粒状集合体,为白色、乳白色,含杂质时呈紫红色、黑色、绿色等颜色;晶面为玻璃光泽;块状和