

国家骨干高职院校建设系列教材

工程地质与 土力学

GONGCHENG DIZHI YU
TULIXUE

李洪涛 主 编

杨振生 伊欣琳 程 爽 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

国家骨干高职院校建设系列教材

工程地质与土力学

主 编:李洪涛

副主编:杨振生 伊欣琳 程 爽

主 审:张英才



中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书是国家骨干高等职业院校建设成果教材之一。本书包括工程地质和土力学两大部分,全书共分为九个单元,主要介绍工程岩石、地质构造对铁道工程的影响分析、自然地质作用对铁道工程的影响分析、铁道工程中土的基本知识、铁道工程中土的渗透理论及应用、铁道工程中土的变形理论及应用、铁道工程中土的强度理论及应用、铁道工程中土压力理论及应用、特殊性土。本书注重应用,结合工程实际和教学实践,以培养生产第一线技术应用型人才为目标,在介绍工程地质与土力学知识的同时,融合了土木工程施工岗位所需要的基础理论知识和专业知识,针对性强,实用性强。

本书可作为高职高专院校土木工程类专业的教学用书,也可供土木工程技术及管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质与土力学/李洪涛主编. —北京:中国铁道出版社,2014.7

国家骨干高职院校建设系列教材

ISBN 978-7-113-18910-5

I. ①工… II. ①李… III. ①工程地质—高等职业教育—教材
②土力学—高等职业教育—教材 IV. ①P642②TU43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 151345 号

书 名: 国家骨干高职院校建设系列教材
 工程地质与土力学
作 者: 李洪涛

责任编辑:张卫晓 编辑部电话:010-51873065 电子信箱:zhxiao23@163.com
封面设计:郑春鹏
责任校对:龚长江
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2014年7月第1版 2014年7月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:16.5 字数:408 千

书 号:ISBN 978-7-113-18910-5

定 价:43.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

本教材是高职高专高速铁路技术专业规划教材之一。

本教材根据教育部高职高专教学基本要求,以及应国家骨干院校教育教学水平的要求,在“高职高专工程地质与土力学课程教学大纲”基础上进行了修订,并结合兰新高铁、沪昆高铁等施工现场地质处理编写而成。在内容上,根据新发布的高速铁路相关规范,采用最新的数据资料,增加了近年发展起来的新技术、新工艺、新知识。

书中重点阐述了铁路中常见的地质问题、工程处理措施及土的强度、变形和渗透的计算方法。对学生将来走上工作岗位,尽快融入工作奠定基础。从岗位能力的需求方面来考虑,作为未来的铁道工程技术技能人才,需掌握工程地质与土力学理论知识和应用能力;从素质目标上考虑,力求使学生养成严谨求实的工作作用,使学生具备一定的协调和组织能力。所以本教材也是培养各种岗位能力和素质的敲门砖。

教材编写组长期从事工程地质和土力学方面的教学、科研、施工工作,既有教学经验,又有工程实践经验,对工程地质及土力学理论及其在铁道、地铁等轨道交通工程中的应用性和实践性有较深入的认识和研究。本书编写分工如下:李洪涛编写绪论、单元1、单元2、单元8;杨振生编写单元4、单元9;伊欣琳编写单元5、单元7;程爽编写单元3、单元6。中铁三局集团教授级高级工程师张英才作为教材的主审。

本书在编写过程中参考、引用了铁路工程、高速铁路相关书籍和资料,在此对其编者一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,难免有疏漏之处,敬请读者给予指正。

编者

2014年3月

目 录

绪 论	1
单元 1 工程岩石	7
学习项目 1 造岩矿物的认识与鉴定	7
学习项目 2 工程岩石的认识与鉴定	11
学习项目 3 工程岩石的物理力学性质	22
单元 2 地质构造对铁道工程的影响分析	28
学习项目 1 认识地质年代	28
学习项目 2 常见地质构造的认识与工程评价	32
学习项目 3 地震对铁道工程建设的影响分析	40
单元 3 自然地质作用对铁路工程的影响分析	46
学习项目 1 风化作用	46
学习项目 2 水的地质作用	52
学习项目 3 岩溶作用	70
学习项目 4 自然地质灾害	76
单元 4 铁道工程中土的基本认识	94
学习项目 1 土的组成	94
学习项目 2 土的物理性质指标和物理状态指标	99
学习项目 3 土的工程分类	110
学习项目 4 土中的应力	113
单元 5 铁道工程中土的渗透理论及应用	127
学习项目 1 土的渗透原理	127
学习项目 2 渗透力与渗透变形破坏	133
学习项目 3 渗透变形的防治	137
单元 6 铁道工程中土的变形理论及应用	143
学习项目 1 土的压缩原理	143
学习项目 2 地基的沉降计算	155

学习项目 3 铁路地基沉降的防治	167
单元 7 铁道工程中土的强度理论及应用	172
学习项目 1 抗剪强度理论	172
学习项目 2 抗剪强度指标的确定	178
学习项目 3 地基破坏型式	185
学习项目 4 地基承载力的确定	188
单元 8 铁道工程中土压力理论及应用	201
学习项目 1 土压力的基本认识	201
学习项目 2 常用的土压力理论	204
学习项目 3 特殊情况下的主动土压力计算	211
学习项目 4 挡土墙的设计	217
单元 9 特殊性土	226
学习项目 1 软土	226
学习项目 2 黄土	231
学习项目 3 膨胀土	238
学习项目 4 盐渍土	244
学习项目 5 冻土	249
参考文献	256

绪 论

工程地质与土力学是研究地表及一定深度范围内岩石和土的工程性质的一门学科,它实际是不同性质、不同研究方法、不同研究对象的两门学科。工程地质学是从地质学科发展而来的一门新兴学科,主要研究与工程建有关的地质问题的学科。工程地质学可分为工程岩土学、工程动力地质学、工程勘察、区域工程地质学等分支学科。土力学是主要研究土的物理力学性质和土的渗透、变形、强度、稳定特性的一门学科。土力学是力学的一个分支,它的研究领域很广,现在已经形成很多分支,如土动力学、计算土力学、海洋土力学、冻土力学等。

工程地质与土力学虽各属不同学科范畴,但彼此间关系十分密切。随着科学的不断发展,这两门学科的相互结合已成为必然的发展趋势。地质学需吸取土力学中运用数学、力学等最新理论去研究土的工程地质性质的本质;土力学将吸取地质学从成因及微观结构等认识土的性质本质的研究成果去研究与工程建筑有关的土的应力、应变、强度和稳定性等力学问题。本课程把它们结合在一起就是顺应了科学发展的这种趋势,实现完整性和系统性,也能更好地解决实际工程中有关土的问题。

(一)工程地质学

工程地质学是介于工程学与地质学之间的一门边缘交叉学科,它研究土木工程中的地质问题,也就是研究在工程建筑设计、施工和运营的实施过程中合理地处理和正确地使用自然地质条件和改造不良地质条件等地质问题。工程地质学是为了解决地质条件与人类工程活动之间矛盾的一门实用性很强的学科。

地质环境对工程活动有制约作用,即地质条件以一定的作用方式影响工程建设。如:地震、软土地基、岩溶洞穴、滑坡、崩塌。而人类的工程活动又反作用于地质环境,如:大量抽取地下水引起地面沉降、海水入侵、水库修建诱发地震、人工开挖引起边坡破坏等。

1. 研究对象

在工程地质学中由于地质因素对工程建筑的利用和改造有影响,因而把这些地质因素综合称为工程地质条件,建筑场地及其邻近地区的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、自然地质作用与现象等都是工程地质条件所包含的因素。工程地质条件因地制宜,千变万化。

平原地区与山区的工程地质条件就差异很大。如:在平原地区,一般上层较厚,且简单和均匀。如图 0-1 所示,建筑物的基础下为厚层平卧的黏性土层。对于工程地质的任务来说,须查明土层的分布、厚度、均匀性和其物理力学性质以及地下水等的工程地质条件,并评估地基承载能力和建筑物沉降量以及土体被挤出的可能性。这是地质条件最简单的场址勘察需求。对于山区的建筑场址,地质条件就比较复杂。如图 0-2 所示,在该场址的地质条件下,将会出现如下三个问题:

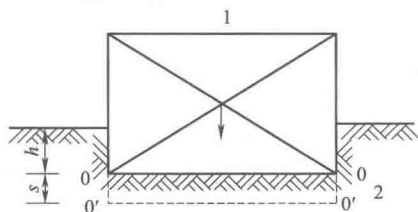


图 0-1 简单地质条件的地基

h —基坑深度; s —建筑物沉降量;1—建筑物;2—黏土层

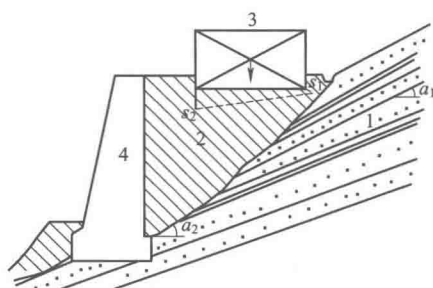


图 0-2 斜坡上建筑的稳定分析图

1—砂页岩;2—坡残积黏土;3—建筑物;4—挡土墙

- (1)建筑物基础的不均匀沉降问题;
- (2)黏土层在基岩面上的稳定问题;
- (3)基岩滑坡问题。

从上两例中可见,平原地区与山区的地质条件不同,会产生各种地质灾害,它将会危及建筑物的安全。

2. 研究目的

阐明工程地质条件,指出对建筑物有利和不利的因素,论证存在的工程地质问题。定性与定量的对有关问题进行评价;选择良好的建筑场地,并根据场地条件,对建筑物配置提出建议;研究兴建后的建筑物对地质环境的影响,预测发展趋势,提出保护的对策;拟定改善和防止不良地质作用的措施方案。

修建一条能满足政治、国防及国民经济高速度发展所要求的高质量的铁路,取决于多方面的因素,但是当一条铁路走向和技术条件确定之后,地质条件就成为设计线路位置和线路上各种建筑物,如车站、桥梁、隧道、路基等的决定性因素之一。工程地质条件的认识程度和掌握的水平,在很大程度上决定着线路设计的质量和施工方案的合理性。如果工程地质勘测工作做得仔细,工程地质条件掌握得透彻,即使工程地质条件较为复杂,也能建成高质量的铁路。反之,如果勘测工作做得不足,没有如实地掌握客观的工程地质资料,即使在工程地质条件比较简单的地段,有时也会发生问题。

工程经验需要一个积累过程。我国在建国初期修建的几条山区铁路,限于当时的设计水平和对工程地质条件认识不足,致使线路的个别地段质量不高,给施工和运营带来了困难。

案例一:宝成铁路乐素河至高谭子车站,现通车线位于嘉陵江右岸。由吴家隧道南口至高谭子隧道北口,这一段线路长约 11 km。线路平纵断面很不平顺(图 0-3)。原设计有隧道 5 座,共长 1 414 m。在施工过程时,由于地质条件不良,多处边坡发生崩塌或滑动,不得不增加明洞或接长隧道共 21 座,长 1 700 m。这样既增加了国家投资又延长了工期。如果定线设计时,不走江右岸现在通车线,而走江左岸研究比较线,既从吴家隧道南口改走江左岸,分别以 1 250 m 和 1 310 m 两座隧道穿过两个小山嘴,再过江到右岸,在高谭子隧道北口与现在通车线相接。不但能节约大量资金,缩短工期,而且山体稳定,线路平直,也给运营和养护创造较好的条件。

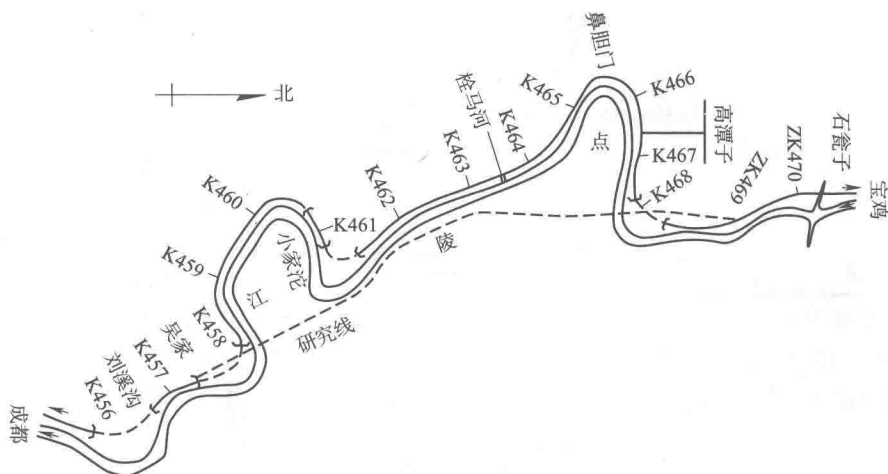


图 0-3 宝成铁路刘溪沟至高潭子站附近线路示意图

案例二:线路的越岭或展线地段,主要是克服高差,所以地形条件是控制因素。但是确定重点个体工程具体位置时,必须充分掌握足够的工程地质资料,分析山体的稳定情况,并且应该尽可能地绕避工程地质不良地段。成昆铁路沙木拉达越岭隧道南侧的展线(图 0-4),就是一个成功的例子。由沙木拉达隧道南口到联合乡车站的直线距离仅 11 km,但高程差却达 292.6 m。为了克服巨大的高差,原定测线利用河左岸韩都路沟和米市沟两条支沟作“羊角形”展线。线路出米市沟口后,沿孙水河左岸定线。展线区位于向斜构造之西翼。岩层为中生界侏罗系、白垩系泥、页岩和砂岩为主的红层。地层弯曲扭转,层位变化较大。小型褶曲和断裂发育,为地下水、地表水活动和风化作用提供了良好条件,故形成了地形较平缓,定线约束性不大的地段。施工前,进一步复核现场工程地质资料时,发现韩都路车站位于崩塌、滑坡较严重地区,米市沟车站位于不稳定的厚层堆积层上,还有其他工程地质不良地段共 17 处,车站站坪及另外 18 座隧道均须向山体内侧稳定地带移动,而且 18 座隧道中有 11 座工程地质条件恶劣,影响线路质量。经研究分析后又补作了 38 平方公里的区域地质测绘,钻孔 728 m,坑探 42 m,先后选出 8 个比较方案。经详细研究分析对比后,确定了右岸现在通车线。右岸线路迂回地区,虽然地形陡峭,但地质构造单一,岩体裸露,不稳定堆积层少。经过多年来的运营实践证明线路质量良好。

3. 研究内容

岩石和地质构造、土的工程特征、地下水、工程地质勘察、特殊土等的工程地质问题,不良地质现象的工程地质问题、建筑工程的工程地质问题以及工程地质勘察报告书和图件等。

4. 学习本课程时的要求

1)系统地掌握工程地质的基本理论和知识,能正确运用勘察数据和资料保证规划、设计、施工、维修顺利进行。

2)能根据工程地质的勘察成果,能运用已学过的工程地质理论和知识,进行一般的工程地质问题分析及对不良地质现象采取处理措施。

3)了解工程地质勘察的基本内容、方法和过程,各个工程地质数据的来源、作用以及应用条件,对中小型工程能够进行一般的工程地质勘察并提供所需的地质资料。

4)预测有关工程地质问题发生的可能性、发生的规模和发展趋势。

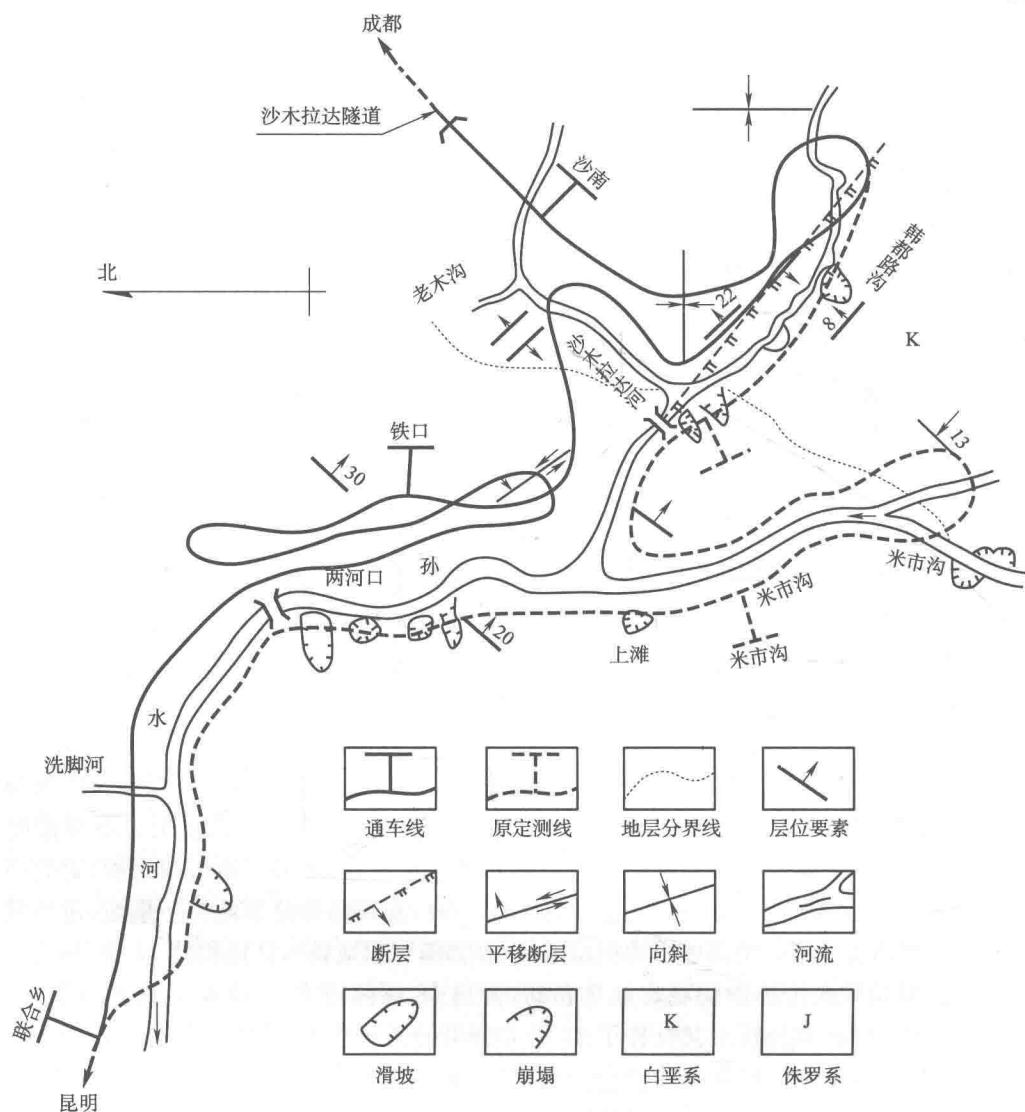


图 0-4 成昆铁路沙木拉达隧道南口展线方案示意图

(二) 土力学

土力学是属于工程力学范畴的科学,是运用力学原理,同时考虑到土作为分散系特征来求得量的关系,其力学计算模型必须建立在现场勘察和实测土的计算参数(即工程地质性质指标)的基础上,因此土力学也是一门理论性和实践性很强的学科。

1. 研究对象

土力学的研究对象是与工程有关的土体,土的形成经历了漫长的地质历史过程,它是地质作用的产物,是一种矿物集合体,为多相分散系统。其主要特征是分散性、复杂性和易变性,极易受到外界环境(温度、湿度等)的变化而发生变化。由于土的形成过程不同,加上自然环境的不同,使土的性质有着极大的差异,而人类工程活动又促使土的性质发生变异。因此在进行工程建设时,必须密切结合土的实际性质进行设计和施工,在预测到因土性质的变异带来的危

害,并加以改良,否则会影响工程的经济合理性和安全使用。

2. 研究内容

土力学主要研究土的物理性质和工程分类,与土的渗透性有关的规律,试验和渗透度形等土中的应力、压缩性与地基沉降问题,土的抗剪强度,以及地基承载力的确定方法等。

3. 与土有关的工程问题

1) 变形问题

案例一:意大利比萨斜塔

举世闻名的意大利比萨斜塔就是一个典型实例。因地基土层强度差,塔基的基础深度不够,再加上用大理石砌筑,塔身非常重,达 1.42 万吨。500 多年来以每年倾斜 1 cm 的速度增加,比萨斜塔向南倾斜,塔顶离开垂直线的水平距离已达 5.27 m,比萨塔的倾斜归因于它的地基不均匀沉降。

案例二:苏州市虎丘塔

苏州市虎丘塔位于苏州市西北虎丘公园山顶,原名云岩寺塔,落成于宋太祖建隆二年(公元 961 年),距今已有 1 000 多年悠久历史。1980 年 6 月虎丘塔现场调查,当时由于全塔向东北方向严重倾斜,不仅塔顶离中心线已达 2.31 m,而且底层塔身发生不少裂缝,成为危险建筑而封闭、停止开放。

虎丘塔地基为人工地基,由大块石组成,块石最大粒径达 1 000 mm。人工块石填土层厚 1~2 m,西南薄,东北厚。下为粉质黏土,呈可塑~软塑状态,也是西南薄,东北厚。塔倾斜后,使东北部位应力集中,超过砖体抗压强度而压裂。

案例三:上海锦江饭店

1954 年兴建的上海工业展览馆中央大厅,因地基约有 14 m 厚的淤泥质软黏土,尽管采用了 7.27 m 的箱形基础,建成后当年就下沉 600 mm。1957 年 6 月展览馆中央大厅四角的沉降最大达 1 465.5 mm,最小沉降量为 1 228 mm。1957 年 7 月,经苏联专家和清华大学陈希哲教授、陈梁生教授的观察、分析,认为对裂缝修补后可以继续使用(均匀沉降)。

2) 强度问题

案例一:加拿大特朗斯康谷仓

加拿大特朗斯康谷仓严重倾倒,是地基整体滑动强度破坏的典型工程实例。1941 年建成的加拿大特朗斯康谷仓,由于事前不了解基础下埋藏厚达 16 m 的软黏土层,初次贮存谷物时,就倒塌了,地基发生了整体滑动,建筑物失稳,好在谷仓整体性强,谷仓完好无损,事后在整体结构下做了 70 多个支承在基岩上的混凝土墩,用了 388 个 500 kN 的千斤顶,才将谷仓扶正,但其标高比原来降低了 4 m。

3) 渗透问题

案例一:意大利托克山滑坡

1963 年,意大利 265 m 高的瓦昂拱坝上游托克山左岸发生大规模的滑坡,滑坡体从大坝附近的上游打一展长达 1 800 m,并横跨峡谷滑移 300~400 m,估计有 2~3 亿立方米的岩块滑入水库,冲到对岸形成 100~150 m 高的岩堆,致使库水漫过坝顶,冲毁下游的朗格罗尼镇,死亡约 2 500 人,但大坝却未遭破坏。

案例二:长江堤坝险性

1998 年长江全流域特大洪水时,万里长江堤防经受了严峻的考验,一些地方的大堤垮塌,

大堤地基发生严重管涌,洪水淹没了大片土地,人民生命财产遭受巨大的威胁。仅湖北省沿江段就查出 4 974 处险情,其中重点险情 540 处中有 320 处属地基险情,溃口性险情 34 处中除 3 处是涵闸险情外,其余都是地基和堤身的险情。

4. 学习建议

土力学的学习包括理论、试验和经验。理论学习中应掌握理论公式的意义和应用条件,明确理论的假定条件,掌握理论的适用范围;试验是了解土的物理性质和力学性质的基本手段,重点掌握基本的土工试验技术,尽可能多动手操作,从实践中获取知识,积累经验;经验在工程应用中是必不可少的,工程技术人员要不断从实践中总结经验,以便能切合实际地解决工程实际问题。

单元 1 工程岩石

【学习导读】矿物和岩石的学习是之后所有铁路工程地质研究内容的基础,它们是铁路工程环境的组成,亦是铁路工程建筑材料的基础,不同的矿物和岩石种类具有不同的工程性质,对铁路工程建设产生很大影响,故应认真学习相关的基本概念、基本知识、基本技能。

【能力目标】

1. 具备鉴别常见的造岩矿物的能力;
2. 具备鉴别三大类岩石的能力;
3. 具备正确描述矿物及岩石特征的能力。

【知识目标】

1. 掌握矿物、造岩矿物的概念及常见造岩矿物的主要物理性质;
2. 掌握三大类岩石的成分、结构及构造特征;
3. 掌握岩石的物理性质和力学性质。

学习项目 1 造岩矿物的认识与鉴定

一、引出案例

三峡库区某滑坡现象及其周围岩土矿物的含量变化特征显示,滑带形成过程中,滑带部位地下水因大气降水补给、地下水的氧化作用活跃,其中泥灰岩碎屑的水解泥化作用、方解石溶解作用和伊利石向伊—蒙混层矿物的转化作用,使滑带土抗剪强度减低,以致崩滑。

组成地壳的岩石,都是在一定的地质条件下由一种或几种矿物自然组合而成的矿物集合体。矿物的成分、性质及其在各种因素影响下的变化,都会对岩石的强度和稳定性产生影响。岩石是由矿物组成的,所以要认识岩石,分析岩石在各种自然条件下的变化,进而对岩石的工程地质性质进行评价,就必须先从矿物讲起。

二、相关理论知识

(一)矿物的基本概念

矿物:存在于地壳中的具有一定化学成分和物理性质的自然元素和化合物,称为矿物。

造岩矿物:构成岩石的矿物,称为造岩矿物。主要的造岩矿物有石英(SiO_2)、正长石、斜长石、白云母、黑云母、方解石、橄榄石、辉石、角闪石、白云石、石膏、绿泥石、滑石、高岭石、蒙脱石、石榴子石、赤铁矿、黄铁矿、褐铁矿等。造岩矿物绝大部分是结晶质。

结晶质:组成矿物的元素质点(离子、原子或分子)在矿物内部按一定的规律排列,形成稳定的结晶格子构造(图 1-1),在生长过程中如条件适宜,能生成具有一定几何外形的晶体(图 1-2)。

次生矿物:当外界条件改变到一定程度后,矿物原来的成分、内部构造和性质就会发生变化,形成新的矿物称为次生矿物。

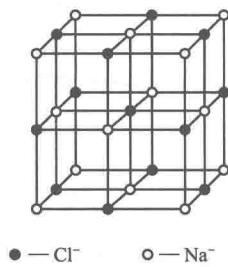
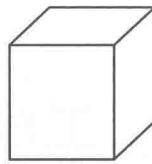


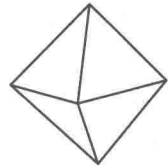
图 1-1 食盐晶格构造图



(a) 食盐晶体



(b) 石英晶体



(c) 金刚石晶体

图 1-2 矿物晶体

(二) 矿物的物理性质

矿物的物理性质, 决定于矿物的化学成分和内部构造。由于不同矿物的化学成分或内部构造不同, 因而反映出不同的物理性质。所以, 矿物的物理性质是鉴别矿物的重要依据。

1. 光学性质

1) 颜色

矿物的颜色是矿物对可见光波的吸收作用产生的。按成色原因, 有自色、他色、假色之分。

自色是矿物固有的颜色, 颜色比较固定。一般来说, 含铁、锰多的矿物, 如黑云母、普通角闪石、普通辉石等, 颜色较深; 含硅、铝、钙等成分多的矿物, 如石英、长石、方解石等, 颜色较浅。

他色是矿物混入了某些杂质所引起的, 与矿物的本身性质无关。他色不固定, 对鉴定矿物没有太大意义。

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。如方解石解理面上常出现的虹彩; 斑铜矿表面常出现斑驳的蓝色和紫色。

2) 光泽

矿物表面呈现的光亮程度, 称为光泽。它是矿物表面的反射率的表现。按其反射强弱程度, 分金属光泽、半金属光泽和非金属光泽。造岩矿物绝大部分属于非金属光泽。

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: 像珍珠一样的光泽, 如云母等。

丝绢光泽: 纤维状或细鳞片状矿物, 形成丝绢般的光泽, 如纤维石膏和绢云母等。

油脂光泽: 矿物表面不平, 致使光线散射, 如石英断口上呈现的光泽。

蜡状光泽: 石蜡表面呈现的光泽, 如蛇纹石、滑石等致密块体矿物表面的光泽。

土状光泽: 矿物表面暗淡如土, 如高岭石等松细粒块体矿物表面所呈现的光泽。

3) 条痕

矿物在无釉瓷板上摩擦时所留下的粉末痕迹, 它是指矿物粉末的颜色。对不透明矿物的鉴定很重要。

2. 力学性质

1) 硬度

矿物抵抗外力刻划、研磨的能力, 称为硬度。硬度是矿物的一个重要鉴定特征。在鉴别矿物的硬度时, 用两种矿物对刻的方法来确定矿物的相对硬度。

摩氏硬度计是硬度对比的标准, 从软到硬依次由下列 10 种矿物组成, 称为摩氏硬度计。

(1) 滑石; (2) 石膏; (3) 方解石; (4) 萤石; (5) 磷灰石;

(6)正长石;(7)石英;(8)黄玉;(9)刚玉;(10)金刚石。

可以看出,摩氏硬度只反映矿物相对硬度的顺序,它并不是矿物绝对硬度的等级。

野外工作中,常用指甲(2~2.5)、铁刀刃(3~5.5)、玻璃(5~5.5)、钢刀刃(6~6.5)鉴别矿物的硬度。

矿物硬度对岩石的强度有明显影响。风化、裂隙、杂质等会影响矿物的硬度,所以在鉴别矿物的硬度时,要注意在矿物的新鲜晶面或解理面上进行。

2)解理、断口

矿物受打击后,能沿一定方向裂开成光滑平面的性质,称为解理。裂开的光滑平面称为解理面。不具方向性的不规则破裂面,称为断口。

不同的品质矿物,由于其内部构造不同,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。

根据解理的完全程度,可将解理分为以下几种:

极完全解理:极易裂开成薄片,解理面大而完整,平滑光亮,如云母。

完全解理:沿解理方向开裂成小块,解理面平整光亮,如方解石。

中等解理:既有解理面,又有断口,如正长石。

不完全解理:常出现断口,解理面很难出现,如磷灰石。

矿物解理的完全程度和断口是互相消长的,解理完全时则不显断口。反之,解理不完全或无解理时,则断口显著。如不具解理的石英,则只呈现贝壳状的断口。

解理是造岩矿物的另一个鉴定特征。

3. 形态特征

由于矿物的化学成分、内部排列构造不同,其外形特征也不同。

1)单体矿物形态

单向延长类型:晶体向一个方向发育,形成柱状、针状、纤维状。如纤维状石膏、角闪石等。

双向延长类型:晶体向两个方向发育,形成板状、片状。如板状石膏、云母、重晶石等。

三向延长类型:晶体向三个方向发育,形成立方体、八面体等。如黄铁矿、橄榄石。

2)集合体的形态

晶簇:在岩石空洞或裂隙中以共同的基底生长许多单晶,如石英晶簇、方解石晶簇。

纤维状:由许多针状矿物或柱状矿物平行排列,如纤维石膏。

粒状:大小略等,不具一定规律,聚合而成的形状。

鲕状:胶体围绕一个质点凝聚而成一个结核,形似鱼卵,如鲕状赤铁矿。

钟乳状:石钟乳、石笋等。

土状:细小颗粒聚集体的形状,如高岭土。

块状:无特征,如蛋白石等。

4. 其他性质

如滑石的滑腻感,方解石遇盐酸起泡等,都可作为鉴别这种矿物的特征。

(三)矿物的鉴定方法

主要是运用矿物的形态以及矿物的物理性质等特征来鉴定的。一般可以先从形态着手、然后再进行光学性质、力学性质及其他性质的鉴别。

对矿物的物理性质进行测定时,应找矿物的新鲜面,这样试验的结果才会正确,因风化面上的物理性质已改变了原来矿物的性质,不能反映真实情况。

在使用矿物硬度计鉴定矿物硬度时,可以先用小刀(其硬度在 5 左右),如果矿物的硬度大于小刀,这时再用硬度大于小刀的标准硬度矿物来刻划被测定的矿物,以便能较快的做出判断。

在自然界中也有许多矿物,它们之间在形态、颜色、光泽等方面有相同之处,但一种矿物却具有它自己的特点,鉴别时应利用这个特点,即可较正确地鉴别矿物。

(四)一些常见矿物的简单描述

1. 石墨 C

片状晶体及鳞片状集合体,铁黑色,条痕灰黑色,不透明,金属光泽。硬度 1~2,有一组极完全解理,薄片有挠性,比重 2.2,有滑感,易污手,良导体,耐高温,化学性质稳定。用于制造坩埚、电极、铅笔,并用作滑润剂,原子能工业减速剂。

2. 石英 SiO_2

六方柱状和锥状晶体,常见晶簇状、粒状、块状集合体,有时则为隐晶质。无色透明或因受杂质影响而呈乳白色、紫色、绿色、烟灰色、黑色等,晶面玻璃光泽,断口油脂光泽,硬度 7,无解理,断口贝壳状,具压电性。用于无线电工业及制作玻璃、宝石等。

3. 石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

板状晶体,常见纤维状集合体。白色,有时无色透明,玻璃光泽,解理面呈珍珠光泽,纤维状集合体则呈丝绢光泽,硬度 2,有一组极完全解理,薄片具挠性,较易溶于水。用作水泥原料,制造模型等。

4. 方解石 CaCO_3

菱面体晶形,集合体有致密隐晶体、钟乳状、晶簇等。无色透明者称冰洲石,常被染成各种颜色(白、黄、玫瑰、灰黑等),玻璃光泽,硬度 3,三组菱面体解理完全,性脆,加盐酸剧烈起泡放出 CO_2 。当冰洲石无色透明,无裂隙,双晶,无杂质,体积大于 $2.5\text{ cm} \times 1.2\text{ cm} \times 1.2\text{ cm}$ 时,可作偏光镜。方解石可用作制造石灰,并用于作冶金熔剂。

5. 橄榄石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$

晶体少见,粒状集合体。黄绿色,玻璃光泽,硬度 6.5~7,解理不显著,性脆,贝壳状断口,断口油脂光泽。

6. 普通辉石 $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$

短柱状晶体,粒状集合体。绿黑色,条痕浅色,玻璃光泽,硬度 5~6,平行柱面的两组解理中等,夹角 87° 。

7. 普通角闪石 $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_4[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$

柱状晶体,粒状集合体,绿褐色到绿黑色,玻璃光泽,硬度 5.5~6,平行柱面的两组解理完全。

8. 黑云母 $\text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH}, \text{F})_2$

片状或及板状晶体,片状或鳞片状集合体,黑色、深褐色,不透明或半透明,玻璃光泽,硬度

2~3,片状解理极完全,薄片有弹性。

9. 白云母 $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

板状或片状晶体,片状或鳞片状集合体。无色或浅色,透明,玻璃光泽,解理面上呈珍珠光泽,硬度 2~3,片状解理极完全,纯净者有极好的隔电性能,用于电气工业和无线电工业。

10. 斜长石 $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$

板状及板柱状晶体,常具有聚片双晶,粒状集合体。白色或灰白色,玻璃光泽,硬度 6~6.5,一组完全解理,一组中等解理。

11. 正长石 $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$

柱状晶体,常具穿插双晶,也有粒状集合体。肉红色、褐黄色等,玻璃光泽,硬度 6~6.5,一组完全解理,一组中等解理,交角 90° 。

12. 高岭石 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_3$

晶体少见,常为致密细粒状、土状集合体。白色或带浅红、浅绿、浅蓝等色,土状光泽,硬度 1,具粗糙感,易搓碎成粉末状,干燥时有吸水性,加水具可塑性。常用于陶瓷、建筑、造纸工业中。

三、相关案例

辽宁省兴城葫芦岛地区位于中朝板块北部,实习队多次考察夹山地区的地质,以当地一种铜矿石为例。

矿石矿物:黄铜矿——无明显晶形,矿物集合体成不规则块状,分布在块状石英与栎状石英之间,约占 25%。

脉石矿物:石英——有两种,一种具有柱状晶状,晶体平行排列,集中在脉的边部,长轴与脉壁垂直,形成栎状。另一种分布在矿石中部,灰白色,致密块状,无晶形,与黄铜矿界线很不规则。黄铁矿——矿脉及围岩中皆有,含量不多。在脉内多分布在栎状石英的顶尖部,与黄铜矿共生。在围岩中的呈小立方体晶形,呈浸染状分布。

除上述矿物外,矿石中还可可见蚀变的闪长岩碎块,呈长条状,轮廓清楚。岩石为灰棕色,细粒,结构致密。

学习项目 2 工程岩石的认识与鉴定

一、引出案例

新建铁路阿荣旗—莫旗线鸽子山隧道,工点位于内蒙古自治区莫力达瓦达斡尔自治旗境内后莫丁村东南侧的剥蚀丘陵中,隧道起讫里程为 CK101+000~CK102+740,全长 1 740 m,为中长隧道,最大埋深约 88 m。工点内地层为第四系全新统残坡积、风积的粉质黏土和侏罗系上统大兴安岭组凝灰质砂岩和安山质凝灰岩,其岩性特征详述如下:

1. 粉质黏土:主要分布于隧道所处的山体地势较缓的山坡处,厚度 0.0~3.0 m,黑色~黄褐色,局部含少量角砾,硬塑,岩土施工分级 II,容许承载力 $\sigma_0 = 120 \text{ kPa}$ 。

2. 粉质黏土:主要分布于隧道所处地区的丘前缓坡及丘间洼地处,厚度 0.0~2.5 m,黑色~黄褐色,局部含少量角砾,硬塑,岩土施工分级 II, $\sigma_0 = 120 \text{ kPa}$ 。