

中国地质大学

地质工程地质

中国地质大学
地质工程地质
中国地质大学

中国地质大学

中国地质大学

高等学校教材

铁路工程地质

西南交通大学	韩毅 李隽蓬	主编
长沙铁道学院	李家钰	主审

中国铁道出版社

1994年·北京

前 言

本书是为高等学校铁道工程、桥梁、隧道及工业与民用建筑专业本科《铁路工程地质》课程编写的教材。适用于上述专业及其它高等学校土木类专业《工程地质》课程50~60学时的教材或主要教学参考书。也可作为中等技术学校土木类专业的《工程地质》课的教材。

本书是在1979年8月人民铁道出版社出版的高等学校试用教材《铁路工程地质》的基础上进行改编的。在改编过程中，我们力求作到既要加强地质学的基本理论，也要密切联系工程建设的实际，坚持教材的科学性、系统性和先进性，并具有针对性。对区域性较强的工程地质问题，例如岩溶、泥石流、黄土、冻土、膨胀土等均作了适当介绍，使用者在教学中可视具体情况选择不同的重点进行讲授。本书在岩土工程性质及岩体稳定两部分中，在更新内容上作了一定的努力，但这两部分内容的研究、应用，正处于迅速发展之中，故在教学过程中，在内容及方法上应给予教师一定的灵活性。

本书由西南交通大学韩毅、李隽蓬主编；长沙铁道学院李家钰主审。参加编写的有：韩毅（绪论及第一章）；李隽蓬（第三章、第四章、第五章及第七章）；钱惠国（第二章及第六章）。

限于我们的水平，缺点、错误难以避免，诚恳希望读者提出宝贵意见。

编 者

1987年3月

(京)新登字063号

内 容 简 介

本书是为高等院校铁道工程、桥梁、隧道及工业与民用建筑专业编写的教材，也可以作为其它土木工程类各专业的教材或教学参考书。

本书内容分为两大部分。前三章为基础地质部分，着重叙述地质学的基本理论，主要包括矿物岩石、地质构造、地表水及地下水等内容；后四章为工程地质部分，分别叙述了与铁路工程建筑有比较密切关系的各种工程地质问题，简要介绍了岩体稳定分析的方法，并概要地叙述了铁路工程地质勘测的一般知识。

高等学校教材

铁 路 工 程 地 质

西南交通大学 韩毅 李隽蓬 主编

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 刘桂华 封面设计 刘景山

北京顺义燕华印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/16 印张：13.25 字数：322千

1988年6月 第1版

1994年2月 第4次印刷

印数：11001—13000册

ISBN 7-113-00235-8/TU·67 定价：6.15元

目 录

绪 论	1
第一章 矿物和岩石	7
第一节 主要造岩矿物	8
一、矿物的形态及主要物理性质	8
二、主要造岩矿物及其鉴定特征	10
第二节 岩浆岩	13
一、岩浆作用及岩浆岩的形成	13
二、岩浆岩的产状	13
三、岩浆岩的结构、构造及矿物成分	15
四、岩浆岩的分类及主要岩浆岩	17
第三节 沉积岩	20
一、沉积岩的形成过程	21
二、沉积岩的构造特征	22
三、沉积岩的结构、分类和主要沉积岩	24
第四节 变质岩	29
一、变质作用及变质岩的形成	29
二、变质岩的结构、构造和矿物成分	31
三、变质岩分类及主要变质岩	32
第二章 地质构造、地史及地质图	35
第一节 地壳运动概述	35
一、构造运动的表现	35
二、构造运动的方向	36
三、构造运动的原因	36
第二节 地质构造的基本类型	40
一、岩层的概念	40
二、褶皱构造	44
三、断裂构造	48
四、地质构造与铁道工程的关系	58
第三节 地史的基本概念	59
一、确定地质年代的方法	60
二、地质年代表	62
第四节 地质图	64
一、地质图的基本类型	64
二、地层、岩性及地质构造等在图上的表示方法	65

三、地质图的读图步骤及剖面图的编制	68
第三章 水的地质作用	71
第一节 地表流水的地质作用	72
一、概 述	72
二、暂时流水的地质作用	72
三、河流的地质作用	75
第二节 地下水的地质作用	82
一、概 述	82
二、地下水的基本类型	92
第四章 岩石及特殊土的工程性质	100
第一节 岩石的工程性质	100
一、岩石的物理性质与水理性质	100
二、岩石的力学性质	102
第二节 风化作用及其对岩石工程性质的影响	107
一、风化作用	107
二、影响岩石风化的内部因素	109
三、岩石风化的工程地质问题	110
第三节 常见岩石的工程性质评述及岩石的工程分类	111
一、常见岩石的工程性质评述	111
二、岩石的工程分类	113
第四节 特殊土的工程性质	115
一、黄土及其工程性质	116
二、膨胀土及其工程性质	121
三、软土及其工程性质	123
四、冻土及其工程性质	127
第五章 岩体的工程性质及岩体稳定性	132
第一节 岩体及岩体结构概述	132
一、岩体概述	132
二、岩体结构概述	132
第二节 岩体的工程性质	138
一、结构面的工程性质	138
二、岩体的力学特性	140
三、岩体中的天然应力状态	144
第三节 岩体稳定性评价	148
一、概 述	148
二、铁路部门应用的某些经验数据	151
三、边坡岩体稳定性评价实例	154
第六章 不良地质作用	158
第一节 滑 坡	158
一、滑坡概述	158

二、滑坡形成条件及滑坡分类	160
三、滑坡防治原则	165
第二节 崩塌及岩堆	168
一、崩塌、落石	168
二、岩 堆	172
第三节 泥 石 流	174
一、泥石流及其分布	174
二、泥石流形成条件	175
三、泥石流的分类	176
四、泥石流地区的选线原则和防治措施	177
第四节 岩 溶	180
一、概 述	180
二、岩溶的形态特征	181
三、岩溶水	183
四、岩溶的形成条件及发育的基本规律	184
五、岩溶地区铁路工程措施	188
第七章 铁路工程地质勘测	191
第一节 铁路工程地质勘测的目的、任务和程序	191
第二节 铁路工程地质调查测绘	191
一、工程地质调查测绘内容	191
二、工程地质调查测绘方法	192
第三节 铁路工程地质勘探	195
一、简易勘探	195
二、钻 探	196
三、地球物理勘探	197
第四节 航空工程地质勘测及遥感技术的应用	198
一、铁路航空工程地质勘测	199
二、遥感技术的应用	199
第五节 测试及长期观测	200
一、取样、试验及化验工作	200
二、长期观测	201
第六节 文件编制	202
一、工程地质说明书	202
二、工程地质图件	202

绪 论

一、铁路工程地质对铁路建设的意义

铁路运输线是国民经济的大动脉，它在祖国的社会主义建设中占有重要地位。修建一条能满足国防及国民经济发展所要求的高质量的铁路，取决于多方面的因素。但是当一条铁路的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。对工程地质条件的认识程度和掌握水平，在很大程度上决定着铁路设计的质量和施工方案的合理性。多年来的大量铁路建设实践表明，如果铁路工程地质工作做得深入细致，工程地质条件掌握得透彻，即使工程地质条件较复杂，也能建成高质量的铁路；反之，如果忽视了工程地质工作的重要性，工程地质工作做得不够，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，往往也会发生问题。

对事物要有一个认识过程，经验也有一个积累过程。建国初期修建的宝成铁路，限于五十年代初期的设计水平，对工程地质条件认识不足，致使线路的某些地段质量不高，给施工和运营带来了困难。例如，宝成铁路高潭子车站附近一段线路，现行通车线位于嘉陵江右岸，由高潭子隧道北口至吴家隧道南口长约 11km，线路平纵断面很不平顺（图 0—1），原设计有 5 座隧道，共长 1414m。在施工过程中，由于地质条件不良，多处边坡发生了崩塌或滑动，不得不增加明峒或接长隧道共 21 处，总长增加 1700m，不仅使投资大为增加，也使工期延长很多。经过研究，如果在定线设计时，不走江右岸现行通车线，而走江左岸研究比较线，即从吴家隧道南口过嘉陵江到左岸，分别以 1250m 及 1310m 两座隧道穿过两个小山嘴，再过江回到右岸，在高潭子隧道北口与现行通车线相接，则使该段线路总长度缩短，山体稳定，线路平直，不仅节约大量投资，缩短工期，也给长期运营和养护创造了较好的条件。

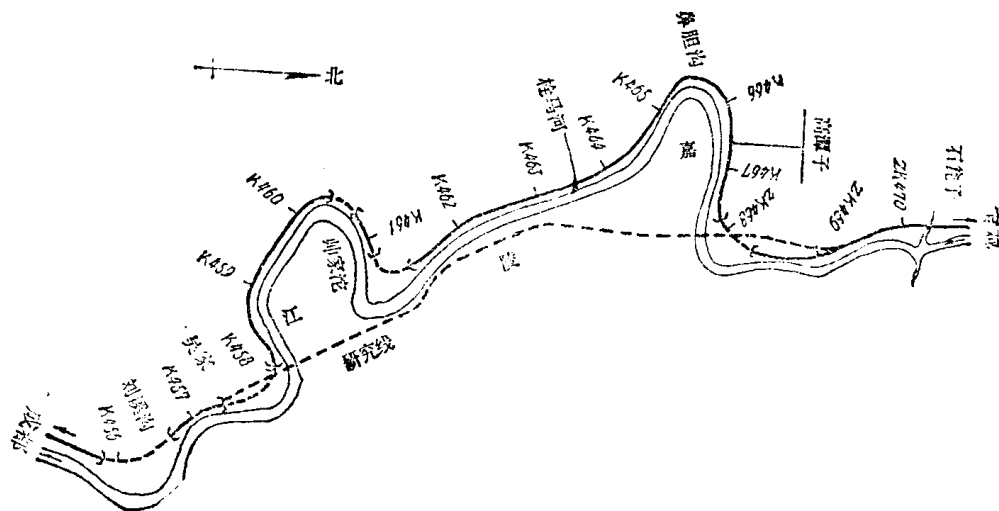


图 0—1 宝成线高潭子至刘溪沟段线路示意图

六十年代修建地质条件更为复杂的成昆铁路时，由于吸取了经验教训，比较重视工程地质工作，许多地质复杂地段的选线和工程设计获得成功的实例举世公认。例如，成昆铁路沙木拉达越岭隧道南侧的展线（见图 0—2）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11km，但高程差却达到 292.6m。为了克服巨大的高差，原定测线沿沙木拉达河左岸两条支沟韩都路沟和米市沟作“羊角形”展线，线路出米市沟口后，沿孙水河左岸定线。该方案的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；地层褶曲扭转，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，发现韩都路沟车站位于崩塌、滑坡较严重地段，米市沟车站位于不稳定的堆积层上，另外还有工程地质不良地段共17处。车站站坪及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。经详细研究后补作了38 (km)²的区域地质测绘，钻孔总深度728m，坑探42m，先后选出8个比较方案。经过精心地分析对比后，确定了走右岸的现行通车线。这条被采用的右岸线迂回展线地区，虽然地形陡峻，但地质构造单一，岩体裸露，不稳定堆积层少。经过多年运营实践证明线路质量良好。

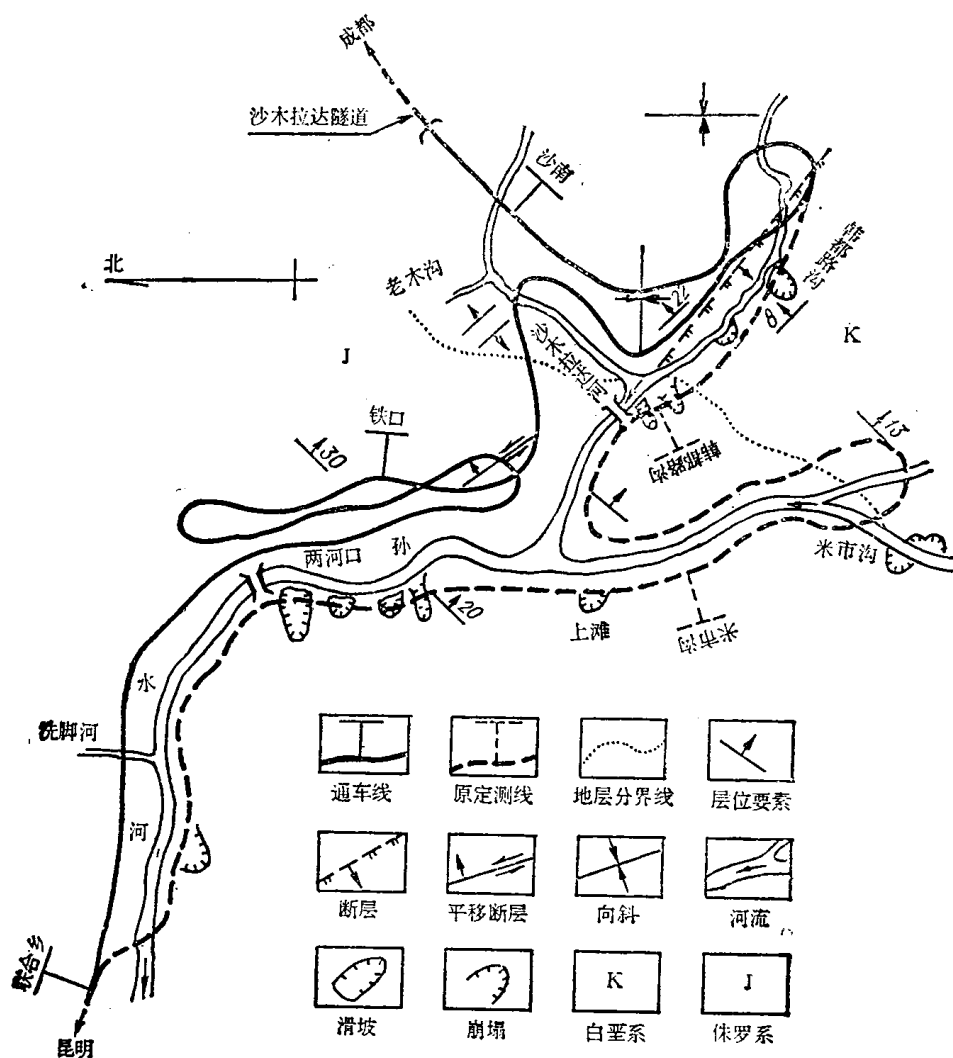


图 0—2 成昆线沙木拉达隧道南口展线方案示意图

除了必须重视工程地质工作的重要性,并以认真负责的态度进行工程地质工作以外,努力采用先进的科学理论和最新的技术成果,提高工程地质工作的水平,是今后解决重大工程地质问题的长期任务和关键所在。

1981年7月9日凌晨1时多,四川甘洛利子依达沟爆发特大泥石流。在成昆线利子依达大桥处,泥石流最大流速达 13.2m/s ,最大流量为 $2110\text{m}^3/\text{s}$ 。泥石流总持续时间约1小时,固体物质输移量达 $84 \times 10^4 (\text{m})^3$,其中有 $6 \times 10^5 (\text{m})^3$ 拥入大渡河,将宽120m、水深流急的大渡河拦腰堵断达4小时之久。这一灾害性泥石流冲毁了利子依达铁路大桥,时值一列客车开到,造成机车和部分客车坠毁,中断铁路行车372小时。利子依达沟是大渡河右岸一条支沟,流域面积约 $24.32 (\text{km})^2$,流域地处大凉山西侧,山高坡陡,径流汇聚速度快;流域内属震旦系地层,主要岩性为中基性火山岩、紫红色砂岩、砾岩、泥岩等,一条区域性大断层将流域分为东西两半,新构造运动使该地区抬升,大渡河在此地段强烈下切,致使南岸第四级阶地高出大渡河水位400多m;流域内岩石破碎、主沟两侧崩塌、滑坡活跃,断层两侧崩落巨石有些体积超过 100m^3 ,沟床及沟坡堆积了大量松散固体物质;流域年降水量950mm,且多为集中暴雨;就泥石流形成条件与近百年活动历史分析,该沟的泥石流目前正处于发展阶段。在成昆铁路勘测设计中,虽然确定利子依达沟是一条泥石流沟,但对该沟泥石流的发生历史、现状及趋势缺少充分的调查和细致的分析,因而不能预见到该泥石流沟危害的特别严重性,不能足够地掌握该泥石流的形成与活动特点,以致选择在山口以外沟道连续“S”形弯道处设置两墩三孔桥梁的过沟方案,未能避免这场灾害。但是,泥石流研究中还有许多重大课题,如泥石流计算方法、泥石流预测预报、泥石流发展动态变化等,都是急待解决的。这些课题的解决除了依靠加强传统的工程地质调查分析方法外,必须采取先进的勘测、试验、长期观测和计算方法进行综合研究;否则,只靠传统工程地质调查方法,不但不能解决泥石流爆发预先报警等重大问题,对于象成昆铁路这样泥石流沟数量多、规模大、危害严重的地区,对每条沟都进行全流域全面综合调查,细致深入地进行试验、计算和分析,在工期上和人力上都是不大可能的。

正在进行施工的衡(阳)一广(州)复线上的大瑶山隧道,全长14.3km,是世界上十个最长的铁路隧道之一,是我国最长的隧道。大瑶山隧道位于粤北坪石至乐昌之间,南岭山脉南端的瑶山山区。该隧道穿越的主要地层为震旦、寒武系浅变质的砂岩、板岩、页岩及泥盆系砾岩、砂岩、页岩、石灰岩、白云岩、泥灰岩等;区内经历了多次构造运动,使该区地质构造错综复杂;沿隧道方向地下水储存运动的条件很不相同,有复杂的变化。大瑶山隧道需要重视的工程地质问题很多,不仅包括一般长大隧道都要解决的隧道位置选择、洞门稳定问题等,还要考虑可能出现的断裂带涌水、岩溶问题及由于深埋(一般埋深70~500m,最深可达900m左右)引起的地温增高和地压力较大而引起岩爆的可能等。面对这个非常重要、地质复杂的工程,勘测设计、施工及科研人员全力以赴,高度重视了工程地质工作,进行了大量、认真细致的野外调查、室内外试验、勘探及方案分析对比工作。采用或参考了先进的超前钻探技术、遥感技术、地应力测试技术、赤平投影稳定分析方法等成果;对最重要的穿过9°断层带问题,还成立了科研联合攻关组;大力采用了先进的施工设备和方法,终于使大瑶山隧道的勘测设计、施工成为一个重大工程成功的范例。

二、我国铁路工程地质发展情况简述

早在两千多年以前,我国劳动人民就曾在工程建设中成功地运用了长期积累的工程地质知识。如公元前485年凿通的、连接淮河与长江的邳沟段大运河,公元前250年修建的、规模宏伟、工程艰巨的四川都江堰工程,就是例证。特别是像都江堰这样工程量巨大,工程结构复杂,有多项联系的水利工程,如果没有一定水平的工程地质知识,是不可能修建成功的。此外如隋代修建的赵州桥,辽代修建的芦沟桥,宋代修建的蛎胶筏形基础的洛阳桥,都经历了长期使用考验,至今尚保持完整良好。但是这些卓越的成就,由于受落后的封建生产方式的束缚,没有得到应有的系统发展。

解放前半封建半殖民地的旧中国,除了沿海地区有几条铁路外,几十年的反动统治,几乎没有修建铁路,所以铁路工程地质工作是空白。较长的一条山区铁路——宝天线,由于勘测设计和施工时没有做工程地质工作,所以建成后,山体不稳定,发生了大量的崩塌、滑坡、河岸冲刷、泥石流等工程地质问题,威胁行车安全,一直到1949年,实际上并没有通车。

解放后在党的领导下,我国的国民经济建设飞跃发展,工程地质科学也随着国民经济建设的发展迅速地发展起来。1950年国务院成立了地质工作计划委员会,委员会下设有工程地质局,担负重点水利工程和新建铁路工程地质的规划工作。1952年成立地质部,部下设水文地质、工程地质局,领导全国的水文地质、工程地质工作。

铁道部于1951年开始筹建铁路工程地质机构,领导新建铁路的工程地质工作。1952年,宝成、宝兰、兰新等铁路勘测部门,陆续成立了工程地质工作队,负责绘制勘测设计需要的工程地质资料。不过,当时的工程地质队伍,不论在人员配备上或是物资设备上都很薄弱。例如1952年,宝成铁路最复杂的越岭展线宝略段,全段仅有机钻一台,人力钻一台,而且缺少钻头,不能大量开展工作。1952年全年共计钻了11孔,进尺约380m。到1954年,铁路工程地质队伍已成长壮大并初具规模。全国各新线勘测设计总队,都配有专门的工程地质分队,担负工程地质工作。以宝成线宝略段为例,工程地质工作人员,已由1952年的3人增加到70余人,机钻由一台增加到45台。

随着国民经济建设不断发展的需要,于1952年首先在北京、长春地质学院,以及成都地质学院先后开设了水文地质及工程地质专业,随后,又相继在各有关高等及中等院校设立了工程地质专业,1958年原唐山铁道学院也设置了铁路工程地质专业,向铁路部门输送工程地质专业人员,水文地质及工程地质的科学研究机构也与此同时在铁路部门及全国其它部门相应地建立,并不断得到发展。

我国的铁路工程地质工作,就是这样在党的领导下,从无到有,在铁路勘测设计和施工实践中成长壮大起来的。30多年里先后完成了丰沙、蓝烟、成渝、黎湛、宝成、宝兰、包兰、鹰厦、川黔、湘黔、黔桂、贵昆、成昆、焦枝、枝柳、阳安、襄渝、京秦等铁路的大量而复杂的工程地质工作,基本上满足了铁路建设的需要。特别是宝成、成昆两线,穿越高山急流,地质条件极为复杂,素有“世界地质博物馆”之称。这两条铁路的建成通车,标志着我国的铁路工程地质工作达到了新的水平。

建国以来,我国的铁路工程地质工作,成绩是主要的,但也有缺点和不足的地方。例如勘测手段方面引用新技术较少,建国以来在工作中积累了大量的、珍贵的工程地质实际资

料,还没有进行系统地整理分析。工程地质的理论研究和定量评价等方面的工作进展也比较迟缓。

在我国社会主义现代化的建设中,新的光荣而艰巨的铁路工程地质工作任务在等待我们去完成,在完成这些任务的实践过程中,我国的铁路工程地质科学,必然更快地向前发展。

三、铁路工程地质学的内容、研究方法

学习本课程的要求

(一) 铁路工程地质学的内容

铁路工程地质学是一门应用科学。它是运用基础学科中地学的基本理论,解决铁路定线和个体工程的工程地质问题的一门新学科。它研究线路通过地区及各种建筑物,如桥梁、隧道、车站等建筑场地的地质条件对建筑物的影响。研究如何控制和改善建筑场地的不良工程地质条件,以保持铁路线路和各种建筑物的稳定和正常使用。根据铁路工程地质的研究内容,可以大致归纳为以下几个方面。

1. 土、岩石的分类及其工程地质性质

不同的土、岩石,其成因、组成物质各不相同,所以工程地质性质差异也就很大。我们在不同的土、岩石中开挖路堑边坡、隧道,在不同的土、岩石上修筑桥涵、路基、房屋,使用各种砂、石作为建筑材料,必须对这些土、岩石的工程地质性质有清楚地了解,确保工程建筑物的稳定和正常使用。

2. 地质构造

由于地壳运动,使岩层产生各种不同的构造形态。这些构造形态的性质、分布及其特征是控制岩体稳定的重要因素。所以在设计和施工时要考虑地质构造的影响。

3. 地下水

在土和岩石孔隙和裂隙中储存和运动着的地下水,常改变土和岩石的工程地质性质,削弱其力学强度,是使岩体失稳的重要因素之一。

4. 不良地质作用

不良地质作用如崩塌、滑坡、泥石流及地震等能直接严重地损害铁路建筑物。研究不良地质作用的发生、发展规律,可以提出控制它们危害线路和建筑物的措施,以保证建筑物的正常使用,或选择工程地质条件良好的线路方案。

(二) 铁路工程地质的研究方法

影响建筑物稳定性的各种地质条件,都是自然历史演化的产物。各种地质现象既有其本身的特殊运动规律,各种地质现象间又有普遍地相互联系,所以是非常复杂的。为了分析研究影响建筑物稳定的各种地质条件和地质现象,就要用地质学的研究方法。即首先要直接或间接地取得大量的客观实际资料,然后通过资料的整理,分析和归纳,找出其规律性和处理措施。

地质学研究方法得出的结论,是原则性的基本情况,往往不能全部满足工程设计和施工的具体要求,所以还必须采用试验和计算手段,求得具体的数字指标和参数,供设计和施工应用。这两种方法,必须有机的配合,才能取得正确而具体的答案。如果抛开地质条件的分析,单纯地追求计算数字指标和参数,往往会得出片面的结论。

铁路工程地质学是在现代生产实践中产生的一门新的边缘学科,它的研究方法和手段还

很不完备，很多理论问题，如工程地震，坑道围岩稳定性和岩质边坡稳定性，各种特殊地层的工程地质性质，以及在高原、永冻地层地区修建铁路出现的一系列工程地质问题等，都有待进一步的研究。最近十几年来，现代科学技术突飞猛进，宏观的和微观的测试手段以及计算技术的发展，将会推进铁路工程地质的理论研究大踏步地向前迈进。

(三) 学习本课程的要求

本课程为铁道工程专业技术基础课。通过本门课程的学习，使学员获得铁路工程地质方面的基本理论知识，初步了解作为建筑物地基、边坡、围岩的岩体稳定分析的基本知识和方法，为学员应用工程地质方法分析解决铁道工程专业问题打下基础。为此，对学员提出以下要求：

1. 能阅读一般的地质资料，根据地质资料在野外辨认常见的岩石，了解其主要的工程地质性质；辨认基本的地质构造及较明显、简单的不良地质现象，了解其对铁道线路及建筑物的影响，并在专业设计和施工中能应用这些工程地质知识。
2. 一般地了解取得工程地质资料的工作方法、工作内容以及勘测、试验手段。

第一章 矿物和岩石

人类的工程建设活动都是在地球表层进行的，地球表面这一层硬壳常称为地壳。地壳是地球形成以来约40亿年间不断演化发展的产物。

地壳表面是起伏不平的，有高山、丘陵、平原、湖盆地和海盆地等，最高的珠穆朗玛峰顶与最低的太平洋玛利亚纳深海沟底高差达18km多。地壳的平均厚度为33km，它与地球平均半径6731km相比，确实只是地球表面极薄的一层硬壳。但是，地壳厚度在各处变化很大，一般陆地地壳较厚，海底地壳较薄。例如我国青藏高原地区地壳厚约70~80km，而玛利亚纳海沟处地壳厚仅5~6km。人类工程建设活动一般都在地表以下几百m以内，很少超过1km，目前世界上最深的科学试验钻孔，也未超过10km深。因此，人类活动的深度远未达到地壳平均厚度。

地壳的物质组成很复杂，目前已知的元素中约有92种都在地壳中被发现，但各种元素在地壳中的含量和分布是很不均匀的。O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、Ti及H 10种元素，按重量计占99.96%，其中O、Si和Al三种元素约占88.17%（见表1—1）。

地壳主要元素重量百分比

表1—1

元 素	符 号	重量比 (%)	元 素	符 号	重量比 (%)
氧	O	46.95	钠	Na	2.78
硅	Si	27.88	钾	K	2.58
铝	Al	8.13	镁	Mg	2.06
铁	Fe	5.17	钛	Ti	0.62
钙	Ca	3.65	氢	H	0.14

（本表引自Scientific American, 1970）

这些元素在地壳中大多数以化合物状态存在，少数以单一元素状态存在，它们形成各种化合物矿物和单质天然矿物，例如石英(SiO_2)、方解石(CaCO_3)等化合物矿物和石墨(C)、天然硫(S)等单质天然矿物。

矿物是天然生成的、具有一定物理性质和一定化学成分的物质，是组成地壳的基本物质单位。它们在地壳中按一定规律共生组合在一起，形成由某一种矿物或几种矿物组成的天然集合体，这种天然矿物集合体称为岩石。主要由一种矿物组成的集合体称单矿岩，如由方解石组成的石灰岩；由两种或更多种矿物组成的集合体称复矿岩，如正长石、石英和云母等组成的花岗岩。

由上述可知，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元素组成的。人类工程建设活动的主要对象，一方面是人工设计、建造成的工程建筑物，另一方面就是组成建筑物周围地壳的岩石。在进行工程设计、施工之前，必须首先了解掌握建筑地区岩石的特性。地壳中的岩石，按其形成原因分为三大类：岩浆岩、沉积岩和变质岩，本

章的重点就是按成因分类顺序，分别讨论三大岩类岩石的各种地质特性。在这之前先简要叙述一下组成岩石的主要矿物。

第一节 主要造岩矿物

自然界中已被发现的矿物达3000种左右，其中大部分矿物数量很少，分布也极分散，一般来说这些矿物对岩石性质影响不大，对岩石定名也没有普遍意义。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，约有20多种，称之为主要造岩矿物。

一、矿物的形态及主要物理性质

对于肉眼鉴别矿物来说，矿物的下述几方面特性有重要意义：

(一) 矿物的形态：在通常情况下，绝大多数造岩矿物呈固态，只有极个别矿物呈液态，如自然汞(Hg)等。固态矿物又可分为结晶质和非晶质两类，大多数造岩矿物是结晶质。结晶质矿物的内部质点(原子、分子或离子)在三维空间呈有规律的周期性重复排列，形成空间格子构造。结晶质矿物内部质点的规律性排列，只有在晶体生长速度较慢、周围有不受干扰的自由空间时，才能形成由晶面包围的、本身固有的规则几何外形，这种晶体称自形晶体，例如岩盐的立方晶体(见图1—1)。

但是，在自然界中这种发育良好的自形晶体较少见，因为在晶体的生长过程中，受生长速度和周围环境的限制，晶面发育不完整，不能使晶体形成规则几何外形，而是形成不规则形状的晶粒，称之为他形晶体，岩石中的造岩矿物多为粒状他形晶。

非晶质矿物的内部质点排列没有规律性，因而不具有规则几何外形。非晶质矿物可分为玻璃质矿物和胶体质矿物两种。玻璃质矿物是由高温熔融状物质迅速冷却而成，如火山玻璃；胶体质矿物是由分散相和分散媒组成的不均匀分散系中胶体颗粒凝聚而成，如由硅胶凝聚而成的蛋白石($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)。

结晶质矿物在发育生长过程中，在空间不同方向上，生长速度是不相同的，生长条件也不相同，因此，有的形成针状或长柱状外形，有的形成片状或板状外形，有的则形成立方体或菱面体外形等。

常见的矿物单体形态有：

片状，鳞片状——如云母、绿泥石等；

板状——如斜长石、板状石膏等；

柱状——如长柱状的角闪石、短柱状的辉石等；

立方体状——如岩盐、方铅矿、黄铁矿等；

菱面体状——如方解石、白云石等；

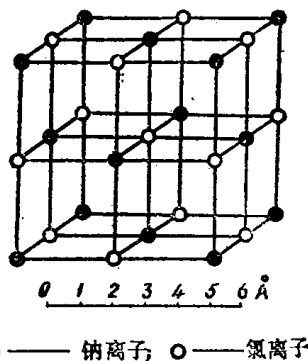


图1—1 岩盐的立方晶体格架

菱形十二面体——如石榴子石等。

各种结晶质和非晶质矿物，常按一定习性形成各种不同的集合体，常见的矿物集合体形态有：

粒状、块状、土状——矿物在空间三个方向上接近等长的集合体形态。若颗粒边界较明显的称粒状，如橄榄石等；若肉眼不易分辨颗粒边界的称块状，如石英等；疏松的块状称土状，如高岭土等。

鲕状、豆状——矿物集合体呈具有同心构造的近圆球形。象鱼卵大小的称鲕状，如方解石等；近似黄豆大小的称豆状，如赤铁矿等。有时还可见到不规则球形的葡萄状及肾状，

纤维状——如石棉、纤维石膏等，

钟乳状——如方解石、褐铁矿等。

(二) 透明度：矿物能够透过光线的程度称为透明度。矿物透明度的大小与矿物吸收和反射可见光的程度有关，这是由于矿物的成分和内部结构不同而引起的。在一般情况下，矿物反射光和吸收光的能力强则透明度低，反之则透明度高。可以概括地说，所有金属矿物都是非透明矿物，而大部分非金属矿物都是透明矿物。有些矿物介于二者之间，可称为半透明矿物。

观察矿物透明度时，应选择在厚度大致相等的薄片上进行比较。肉眼观察时，可在矿物碎片边缘处进行。

(三) 光泽：光泽是指矿物的新鲜光洁面反射可见光的能力。根据反射光的强弱，矿物光泽可分为下列三种：

1. 金属光泽：反光强烈，有闪耀现象，如方铅矿、黄铁矿等。

2. 半金属光泽：反光较强，如磁铁矿等。

一般情况，具有金属光泽和半金属光泽的矿物是不透明的。

3. 非金属光泽：是透明矿物所表现的光泽。根据其反光程度和特征又可分为下列数种：

(1) 金刚光泽——反光较强，闪烁烂漫，如金刚石等。

(2) 玻璃光泽——近似一般玻璃平面上的光泽，如长石、石英晶面等。

(3) 油脂光泽——如同涂上了油脂后的反光。这是由于断裂面凸凹不平，光线漫射引起的。多出现在浅色矿物的断口上，如石英断口等。

(4) 珍珠光泽——如同珍珠或贝壳内面出现的乳白彩光，如白云母薄片等。

(5) 丝绢光泽——出现在纤维状集合体矿物上，如石棉、绢云母等。

(6) 土状光泽——裂面上反光暗淡，如高岭石及某些褐铁矿等。

(四) 颜色与条痕：矿物的固有颜色与它的化学成分和内部结构有关，基本上是稳定的。例如黄铁矿是铜黄色，橄榄石为橄榄绿色。但是由于矿物是自然形成的，所以很容易混入各种其它杂质物，从而改变其固有的颜色。例如纯质石英(SiO_2)是无色透明的，当含有杂质时，就会出现乳白、紫红、烟黑等多种颜色。

条痕是指矿物粉末的颜色，一般是把矿物在瓷板上擦划来观察。某些矿物的颜色和它的条痕色并不相同，例如铜黄色的黄铁矿，它的条痕色是黑色。大多数造岩矿物的条痕色都是无色或浅色的，所以条痕色多用于鉴别色调浓重的金属矿物。

(五) 硬度：矿物的硬度是指矿物抵抗外力机械刻划的能力。其测定方法，通常是用十种已知硬度的矿物组成的摩氏硬度计(表1—2)作为标准，刻划欲确定的矿物，从而确定其硬度等级。例如某欲测定的矿物能刻划石膏，但被方解石刻成划痕，则该矿物的硬度等级

定为 2—3。

摩 氏 硬 度 计

表 1—2

硬度等级	矿物名称	硬度等级	矿物名称
1	滑 石	6	正长石
2	石 膏	7	石 英
3	方解石	8	黄 玉
4	萤 石	9	刚 玉
5	磷灰石	10	金刚石

摩氏硬度计中十种矿物的硬度是硬度的相对高低，并不是硬度的绝对值。

矿物硬度的大小，主要取决于它的内部质点的结合强度。例如以分子键结合的石墨(C)的硬度为 1—2，而以共价键结合的金刚石 (C) 是硬度最高的矿物。

(六) 解理：矿物晶体受外力敲击时，能够沿一定方向裂开的性能称为矿物的解理性(或劈开性)。开裂的平面称为解理面。这是由于晶体内部质点间的结合力，在不同方向上不均一造成的。如果矿物晶体内部质点在几个方向上结合力都比较弱，那么这些矿物就具有多组解理。

根据矿物产生解理性能强弱程度的不同，一般将解理分为四级。

1. 极完全解理：极易沿一定方向劈开成一组薄片，而且解理面平坦光滑，如云母等。
2. 完全解理：一般易裂开成块状，常有三组平整光滑的解理面，如岩盐、方解石等。
3. 中等解理：一般易裂开成块状或板状，常在两个方向上出现两组不连续、不平坦的解理面，在第三个方向上为不规则断裂面，如长石和角闪石等。
4. 不完全解理：一般很难发现完整的解理面，如橄榄石等。

解理面常出现在矿物单体上。在颗粒细小的矿物集合体上，较难找到矿物解理面。

(七) 断口：完全不具有解理性的矿物，在锤击后沿任意方向发生不规则断裂，其断裂面可称为断口。常见的断口形态有以下四种：

1. 贝壳状断口：断口呈曲面，具有类似贝壳的同心圆波纹，如石英的断口。
2. 平坦状断口：断裂面呈比较平坦的致密状，如蛇纹石等。
3. 参差状断口：断裂面参差起伏不平，粗糙，如黄铁矿、磷灰石等。
4. 锯齿状断口：断裂面呈波形起伏的尖齿状，常见于具有延展性较强的金属矿物，如自然铜等。

矿物的物理性质表现在很多方面。除了上面分析的以外，还有很多其他性质也可用来对某些矿物进行鉴定，例如矿物的比重、磁性、压电性、检波性、矿物薄片的弹性、挠性等。

二、主要造岩矿物及其鉴定特征

最常见的主要造岩矿物有下述各种。它们的共生规律和数量不但是鉴定岩石名称的依据，而且也显著地影响岩石的力学性质。