



全国城市轨道交通专业高职高专规划教材

工程地质

李志强 盛海洋 主 编
王得楷 [甘肃省地质所] 主 审



免费下载

配课件

www.ccpres.com.cn



人民交通出版社
China Communications Press

全国城市轨道交通专业高职高专规划教材

Gongcheng Dizhi

工程地质

李志强 盛海洋 主编
王得楷[甘肃省地质所] 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是全国城市轨道交通专业高职高专规划教材。本书共分十一章,内容包括四部分:第一部分为地质学基本知识与常见矿物、岩石特征及识别鉴定,其具体学习任务主要有地质作用及地质年代表;地层及其接触关系;常见矿物识别与鉴定;常见三大类岩石识别与鉴定;岩石工程性质及分类等。第二部分为地质构造,其具体学习任务主要有各类地质构造及判别;地质构造对城市轨道交通建设工程的影响;阅读地质图等。第三部分为水文地质基础与工程,其具体学习任务主要有地表水地质作用与工程;地下水地质作用与工程。第四部分为常见不良地质现象,其具体学习任务主要有斜坡不良地质;地震及液化;喀斯特地质;黄土地质等。

本书可作为高等职业院校城市轨道交通工程技术专业的教学用书,也可作为相关专业的培训参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质 / 李志强,盛海洋主编. --北京:人民
交通出版社, 2013.8

全国城市轨道交通专业高职高专规划教材

ISBN 978-7-114-10714-6

I. ①工… II. ①李…②盛… III. ①工程地质—高
等职业教育—教材 IV. ①P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 125337 号

全国城市轨道交通专业高职高专规划教材

书 名:工程地质

著 作 者:李志强 盛海洋

责任编辑:袁 方

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:11.25

字 数:262 千

版 次:2013 年 8 月 第 1 版

印 次:2013 年 8 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10714-6

印 数:0001—2000 册

定 价:32.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

常见矿物及地质图片



翡翠



芙蓉石



红宝石



蓝宝石



玛瑙



青海玉



软玉



金刚石



化石



方铅矿



浮岩



石英脉



断层



褶曲



劈理

全国城市轨道交通专业高职高专规划教材

编审委员会

主 任:施建年(北京交通运输职业学院)

副 主 任:(按姓氏笔画排序)

刘大洪(武汉铁路职业技术学院)

李加林(广东交通职业技术学院)

徐雅娜(辽宁省交通高等专科学校)

张竞成(北京地铁运营有限公司)

杨金华(云南交通职业技术学院)

特邀专家:(按姓氏笔画排序)

王志红(中铁建港航局集团轨道交通工程有限公司)

王得楷(甘肃省地质所)

包惠明(桂林理工大学)

刘静予(江苏省力学学会)

朱红洲(重庆交通大学)

宋延安(中铁建港航局集团轨道交通工程有限公司)

杨建国(交通运输部科学研究院)

高虎艳(西安市地下铁道有限责任公司)

缪林昌(东南大学)

委 员:(按姓氏笔画排序)

丁洪东(辽宁轨道交通职业学院)

王玉辉(湖南铁路科技职业技术学院)

王运周(甘肃交通职业技术学院)

王 越(辽宁铁道职业技术学院)

冯卫星(河北交通职业技术学院)

刘东华(包头铁道职业技术学院)

吕建清(青岛港湾职业技术学院)

何 鹏(陕西交通职业技术学院)

张 辉(吉林铁道职业技术学院)

李 季(北京自动化工程学校)

李慧玲(天津铁道职业技术学院)

汪武芽(江西交通职业技术学院)

罗建华(北京地铁技术学校)

胡邦曜(柳州铁道职业技术学院)

都娟丽(西安科技商贸职业学院)

董黎生(郑州铁路职业技术学院)

熊文林(湖北交通职业技术学院)

王心明(上海交通职业技术学院)

王劲松(广东交通职业技术学院)

王建立(北京铁路电气化学校)

邓木生(湖南铁道职业技术学院)

邝青梅(广东省交通运输技师学院)

刘淑珍(北京市电气工程学校)

朱庆新(南京交通职业技术学院)

张红梅(武汉市交通学校)

李 军(北京交通运输职业学院)

李 锐(安徽交通职业技术学院)

杨 平(四川交通职业技术学院)

周秀民(吉林交通职业技术学院)

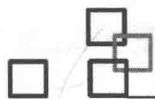
范玉红(南通航运职业技术学院)

赵 岚(西安铁路职业技术学院)

盛海洋(福建船政交通职业学院)

覃 峰(广西交通职业技术学院)

秘 书:袁 方(人民交通出版社)



出版说明

我国轨道交通正处于快速发展阶段,目前已有 30 个城市的轨道交通建设规划获批,预计至 2020 年,我国城市轨道交通累计营业里程将达到 7395km,而我国有发展轨道交通潜力的城市更是多达 229 个,预计 2050 年规划的线路将增加到 289 条,总里程数将达到 11700km。

面临这一大好形势,各地职业院校纷纷开设了城市轨道交通相关专业。为了适应我国城市轨道交通专业高职高专教育对教材建设的需要,我们在 2012 年推出城市轨道交通运营管理专业高职高专规划教材之后,广泛征求了各职业院校的意见,规划了全国城市轨道交通工程技术专业高职高专规划教材。

为保证教材出版质量,我们从开设城市轨道交通工程技术专业的优秀院校中遴选了一批骨干教师,组成教材的编写团队;同时,在高等院校、施工企业、科研院所聘请一流的行业专家,组成教材的审定团队,初期推出以下 13 种:

《工程地质》

《工程制图及 CAD》

《工程力学》

《土力学与地基基础》

《轨道交通概论》

《轨道工程测量》

《桥梁工程技术》

《轨道施工组织与概预算》

《轨道工程材料》

《轨道养护与维修技术》

《轨道施工技术》

《路基施工技术》

《隧道及地下工程技术》

本套教材具有以下特点:

1. 体现了工学结合的优势。教材编写过程努力做到了校企结合,聘请地铁施工企业参与编写、审稿,并提供了大量的施工案例。

2. 突出了职业教育的特色。教材内容的组织围绕职业能力的形成,侧重于实

际工作岗位操作技能的培养。

3. 遵循了形式服务于内容的原则。教材对理论的阐述以应用为目的,以够用为尺度。语言简洁明了、通俗易懂;版式生动活泼、图文并茂。

4. 整套教材配有教学课件,读者可于人民交通出版社网站免费下载;每章后附有复习思考题,部分章节还附有实训内容。

希望该套教材的出版对全国职业院校城市轨道交通专业教材体系建设有所裨益。

全国城市轨道交通专业高职高专规划教材
编审委员会
2013年5月

前言

随着城市轨道交通专业的蓬勃发展,急需编写一部能体现高职教育特点,适合城市轨道交通建设实际需求,具有鲜明行业特色的工程地质教材。根据城市轨道交通类专业指导委员会的统一安排,我们在参考路桥工程专业原有《公路工程地质》教材的基础上,紧扣城市轨道交通工程技术专业的人才培养方案,针对城市轨道交通专业所涉及的工程地质知识要点,编写了这本《工程地质》。

工程地质是城市轨道交通专业的专业基础课,通过本课程的学习,为进一步学习“轨道工程材料”、“路基施工技术”、“土力学与地基基础”、“隧道及地下工程技术”、“桥梁工程技术”奠定基础。本教材的教学目标是学生能较为系统地了解地质基础知识;初步掌握区分三大类常见岩石及肉眼鉴别主要造岩矿物的方法和技能;掌握一般地质构造的特征及分析方法,具有阅读一般地质图的能力;了解流水地质作用并能依据堆积物特征进行工程地质评价,掌握水文地质基础知识并能进行简单的水质分析与评价;能识别各种不良地质现象,了解其对城市轨道工程的影响并提出相应的处置措施。

本书共分为十一章,内容包括四部分:第一部分为地质学基本常识与常见矿物、岩石特征及识别鉴定,其具体学习任务主要有地质作用及地质年代表;地层及其接触关系;常见矿物识别与鉴定;常见三大类岩石识别与鉴定;岩石工程性质及分类等。第二部分为地质构造,其具体学习任务主要有各类地质构造及判别;地质构造对城市轨道交通建设工程的影响;阅读地质图等。第三部分为水文地质基础与工程,其具体学习任务主要有地表水地质作用与工程;地下水地质作用与工程。第四部分为常见不良地质现象,其具体学习任务主要有斜坡不良地质;地震及液化;喀斯特地质;黄土地质等。由于我国地域辽阔,各院校教师可依据本地区地质情况适当取舍删减或增补。

为了便于学生掌握所学内容,在每章后面均附本章的练习与实践题目。在教学过程中,应结合课堂教学安排有关矿物、岩石的识别与鉴定,地质罗盘使用方法,地质剖面图绘制等室内实训并在课程结束后安排不少于一周的野外地质实习及城市轨道交通建设现场参观等教学实践环节,以便增加学生的感性认识。

根据编者多年的教学经验,在本书的编写过程中,遵循内容翔实、取材新颖、由浅入深、注重实用、便于自学的原则。为突出职业教育特色,教材理论部分以

“必须、够用”为度,始终把工程地质应用技能训练作为本教材的核心。同时采用了已经出版的有关岩土工程和工程地质新标准和新规范,并吸取了近年来在工程地质研究领域的新进展和新成就。

本书在编写的过程中,曾广泛征求过有关院校同行对编写大纲的意见,同时对教材参考文献及未能署名的图片作者,在此一并衷心致谢。

本书由甘肃交通职业技术学院李志强教授、福建船政交通职业学院盛海洋教授担任主编,甘肃省地质所王得楷教授级高工担任主审。具体编写情况如下:第一章、第二章、第三章由盛海洋教授编写;第四章、第五章、第十一章由李志强教授编写并负责全书统稿;第六章、第七章及附录部分由甘肃交通职业技术学院张富钧老师编写;第八章、第九章、第十章及全书所附课件由甘肃交通职业技术学院李延鑫老师编写制作。

由于编写时间和编者水平所限,书中缺点及不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2013年5月

目 录

第一章 地质作用与地质年代	1
第一节 地壳及地质作用	1
第二节 地质年代	6
复习与实践	14
第二章 矿物	15
第一节 矿物基础知识	15
第二节 矿物形态及主要物理性质	17
第三节 常见造岩矿物及鉴定	22
复习与实践	24
第三章 岩石	25
第一节 岩浆岩	25
第二节 沉积岩	33
第三节 变质岩	42
第四节 岩石工程性质	48
复习与实践	57
第四章 地质构造	58
第一节 地质构造概述	58
第二节 地质构造对城市轨道交通工程的影响	69
复习与实践	72
第五章 地质图的识读	73
第一节 地质图的基础知识	73
第二节 地质图的判读解译	76
复习与实践	79
第六章 流水地质作用	82
第一节 坡面径流及其地质作用	82
第二节 沟谷水流及其地质作用	84
第三节 河流及其地质作用	86
复习与实践	97
第七章 水文地质	98
第一节 地下水的基本知识	98
第二节 地下水的物理、化学性质	100

第三节 地下水的分类..... 103
 第四节 地下水对城市轨道交通工程的影响..... 107
 复习与实践..... 110
 第八章 不良地质..... 111
 第一节 崩塌..... 111
 第二节 滑坡..... 115
 第三节 泥石流..... 120
 第四节 岩堆..... 123
 复习与实践..... 127
 第九章 地震与地震液化..... 128
 第一节 地震..... 128
 第二节 地震液化..... 136
 复习与实践..... 139
 第十章 喀斯特地质..... 140
 第一节 喀斯特地质作用..... 140
 第二节 喀斯特地貌的形态及类型..... 143
 第三节 喀斯特地区的主要病害及工程处置措施..... 148
 复习与实践..... 152
 第十一章 黄土地质..... 153
 第一节 黄土..... 153
 第二节 黄土的工程性质..... 155
 第三节 黄土地貌..... 157
 复习与实践..... 162
 附录 工程地质图例..... 163
 参考文献..... 170

第一章 地质作用与地质年代

教学目标

1. 熟悉地质作用过程及类型。
2. 掌握内力地质作用和外力地质作用相互关系。
3. 了解地质时代和地层年代如何划分。

第一节 地壳及地质作用

一、地壳

地球是太阳系行星家族中的一个壮年成员(约50亿年,恒星约100~150亿年),是一个具有圈层结构的旋转椭球体,由表及里可分为外圈和内圈。外圈又分为大气圈、水圈和生物圈。内圈平均半径6371km,根据火山喷发和物理勘探中的地震波传播速度的突变,将其分为地壳、地幔及地核,如图1-1所示。

地壳的厚度很不均匀,各地有很大差异。地壳分为大陆型和大洋型两种类型。大陆型地壳分布在大陆及其边缘地区,其厚度较大,平均厚度为33km,愈向高山区其厚度愈大,如我国青藏高原地区,厚度可达70km以上。大洋型地壳厚度较小,平均厚度只有6km,如大西洋和印度洋厚度为10~15km,而太平洋中央部分厚度为5km,最薄处西太平洋的马里亚纳海沟(深11034m)处地壳厚仅为1.6km。

地壳是由各种化学元素组成的,根据地球化学分析,在地壳中已发现有90多种元素,但各种元素含量差异很大,其中以9种元素为主。在国际上,把各种元素在地壳中的平均含量称为

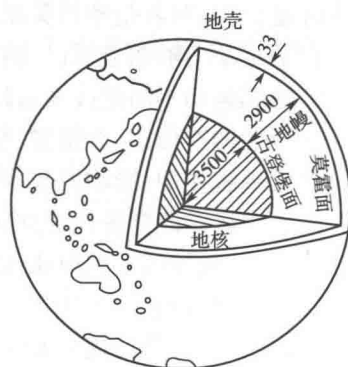


图1-1 地球的内部构造(尺寸单位:km)

地壳主要化学元素平均含量

表1-1

元素	克拉克值(%)	元素	克拉克值(%)	元素	克拉克值(%)	元素	克拉克值(%)
O	46.95	Na	2.78	Si	27.88	K	2.58
Al	8.13	Mg	2.06	Fe	5.17	Ti	0.62
Ca	3.65	H	0.14				

地壳中的化学元素,往往集聚成各种化合物或以单质出现,形成矿物。矿物的自然集合体又形成岩石。因此,矿物和岩石是组成地壳物质的基本单位,它们都是在地壳发展过程中各种地质作用的产物。

二、地质作用

地球的形成和演变,一直处于永恒、不断的运动之中,地壳只是地球在演变中某一时空的外部体现。由自然动力促使地壳物质组成、内部结构和地表形态发生变化的过程,统称为地质作用。由地质作用所引起的现象,称为地质现象。

地质作用按其能源不同,可分为内动力地质作用和外动力地质作用两个基本类型。

1. 内动力地质作用

由地球内部放射性元素蜕变能、地球转动能和重力化学分异能所引起的地质作用,称为内动力地质作用。内动力地质作用,按其表现形式主要有四个方面:地壳运动、岩浆作用、地震作用和变质作用。

1) 地壳运动

由内部能源引起地壳结构和面貌发生改变或相对位移的运动,称为地壳运动。按地壳运动的方向,可分为水平运动和升降运动。

水平运动是地壳物质大致沿着地球球面的切线方向发生的相对位移现象。通常表现为地壳的岩层在水平方向上遭受不同程度的挤压力或张拉力,使之形成巨大而强烈的褶皱和断层等构造现象。

升降运动是地壳物质沿着地球半径(法线)方向发生的缓慢升降位移现象,也称铅直运动或垂直运动。通常表现为大规模的构造隆起和凹陷,引起地势高低起伏以及海陆变迁等现象。

上述有关水平运动和升降运动的实例,并不意味着两个方向上的运动是截然分开的。在实际运动中,两者是密切关联的。只是在同一地区和同一时间内以某一方向的运动为主,另一方向的运动不够明显而已,两者在运动过程中也是在相互转化着的。

地壳运动不断地改变着地壳的原始状态,当地壳受到挤压、拉张、扭动等应力时,便形成各种各样的构造形态,如褶皱、断裂等,故有时也称为构造运动。构造运动在内动力地质作用中是诱发地震作用、影响岩浆作用和变质作用的重要条件。

地壳运动改变着地壳面貌及海陆分布的规模、位置,以致影响外动力地质作用的强度和变化。可见,地壳运动在地质作用的总概念中是带有全球性的主导因素。

2) 岩浆作用

岩浆,通常是指地下 40 ~ 100km 深处、呈高温黏稠状的、富含挥发组分、成分复杂的硅酸盐熔融体。通过对现代火山活动的考察,一般认为岩浆发源于地壳下部或地幔上部(或岩石圈的下部)的软流层中,此处的温度可达 1300℃,上覆岩层的压力可达 14000MPa,其化学成分以硅酸盐为主及部分金属硫化物和氧化物、挥发物质(H_2O 、 CO_2 、 H_2S 等气体)。

岩浆在高温高压下常处于相对平衡状态,但当地壳运动使地壳出现破裂带,或其上覆岩层受外力地质作用发生物质转移时,造成局部压力降低,打破了岩浆的平衡环境,岩浆就会向低压方向运动,这种现象称为岩浆活动。岩浆在活动过程中与围岩发生相互作用,不断地改变着自身的化学成分和物理状态,直至冷凝成岩石;同时也导致地壳结构、地表形态发生相应的改

变。这种包括岩浆活动和冷凝的整个过程,统称为岩浆作用。

岩浆活动按其表现形式,可分为两种类型:一种是岩浆从地下深处沿各种软弱带上升,如因通道等条件的限制,不能到达地表,只能侵入到地下一定深度冷凝成岩的过程,称为岩浆侵入作用;另一种是岩浆直接冲破上覆岩层或喷射,或涌溢出地面后冷凝成岩的过程,称为岩浆喷出作用,又称火山作用。

3) 地震作用

地震是地壳某处发生快速颤动的现象,是地壳运动激化表现的一种特殊形式。引起地壳快速颤动的作用称为地震作用。

通常按地震的成因,将地震分为四类:构造地震、火山地震、陷落地震和人为地震。其中,火山地震、陷落地震、人为地震只是局部现象,规模不很大,而我们通常所指的地震是构造地震。据统计,全世界每年有 500 万次地震,人们能感觉到的约 5 万余次,其中能够造成严重灾害的破坏性地震,每年大约有 10 多次。地震发生时,不仅使地壳内部的岩层构造发生褶皱、断裂、地面隆起和陷落,而且地表还可能出现滑坡、山崩或使河流改道等不良地质现象。

4) 变质作用

由于受到构造运动、岩浆活动和化学活动性流体的影响,使地壳深处的岩石的矿物成分、结构构造(有时还有化学成分)在固体状态下发生了不同程度的质变过程,总称为变质作用。在特殊条件下,可发生局部重熔成为流体。

引起变质作用的因素有热力(温度)、压力和化学活动性流体。其中,热力源于深部的地热和岩浆热、地壳运动转换的机械热、放射性元素蜕变热等;压力则包括地壳岩层自身的静压力和地壳运动引起的动压力等;化学活动性流体来源于两方面,一是来自岩浆组分或深层地下高温流体,一是来自地下固态岩石的局部熔融或地幔物质的分异作用等分泌出来的流体。

根据变质因素和地质条件的不同,可把变质作用分为以下四种主要类型:

(1) 接触变质作用:是由岩浆活动引起的,发生在侵入体与围岩的接触带,或受到岩浆中分异出来的挥发组分及热液的影响而发生的一种变质作用。

(2) 动力变质作用:地壳运动时岩石受定向压力(动压力)的影响,使原来岩石及其组成矿物发生变形、破碎、重结晶。这种变质作用的范围较小,一般呈长带状分布。

(3) 区域变质作用:在地壳运动和岩浆活动所引起的大范围内,由于温度、压力和化学活动性流体等因素的综合影响下引起的一种变质作用。

(4) 气液变质作用:是由于热的气体及溶液作用于已形成的岩石,使已有的岩石产生矿物成分、化学成分及结构构造的变化,称为气液变质作用。气液变质作用通常沿构造破碎带及矿脉边缘发育。

2. 外动力地质作用

由来自地球外部能源所引起的地质作用。主要是指大气、水和生物在太阳辐射、重力和日月引力影响下产生的动力对地壳表层进行改变的过程,称为外动力地质作用。其具体表现方式有风化、剥蚀、搬运、沉积和成岩作用。

1) 风化作用

组成地壳的岩石,由于温度的变化、大气、水溶液和生物的作用,使之在原地发生物理、化

学变化的现象,称为风化作用。按其性质和因素不同可分为三种类型:

(1)物理风化作用:是指岩石只发生机械破坏而不改变其化学成分的风化作用。这种作用使完整的岩石逐渐破碎成块或疏松的碎屑。按其进行的方式又可归纳为以下三种:

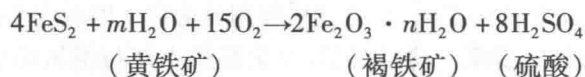
①剥离——热胀与冷缩。剥离是指岩石内部受热力作用而产生的机械破碎,也称热力风化。因岩石为热的不良导体,在太阳辐射热的影响下,表层随气温升降产生体积胀缩不一,导致岩石呈层状脱落、剥离现象。又因组成岩石的不同矿物,受热后的膨胀系数不同,而使矿物颗粒之间因胀缩不一致,致使彼此脱离成为松散的颗粒。

②冰劈——冻结与融化。在高寒、高纬度地区,因季节性或昼夜的温差变化,使岩层裂隙和孔隙中的水在气温降到 0°C 时,冻结成冰,其体积增大 $1/10$,对周围岩壁产生的胀压力可达 96MPa ,使岩石被胀破或使其裂隙扩大,以致产生崩裂。

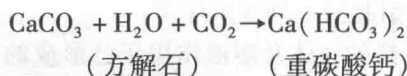
③晶胀——结晶与潮解。在降水量少、蒸发剧烈的干旱或半干旱地区,渗透到岩土裂隙中的水,往往溶解了一些盐类物质。当白天受烈日烤晒,水分不断被蒸发时,裂隙中的盐分增多。当其溶液中浓度达到饱和时,盐类物质便要结晶,体积增大产生晶面胀压力,使岩土裂隙扩大或胀裂成碎块(如明矾从过饱和溶液中结晶时,体积增大 0.5% ,晶面胀压力可达 4MPa)。夜间气温降低,结晶盐类物质又从大气中吸收水分重新变成盐溶液,即潮解,于是体积缩小,再次吸取含盐类溶液来填充裂隙,使之不断扩大,最终导致岩土胀裂。

(2)化学风化作用:岩石在大气和水溶液的影响下,发生化学反应而使岩石和矿物受到破坏的过程,称为化学风化作用。化学风化区别于物理风化的特点是,使原来岩石的组成矿物发生分解,生成新的矿物。按其进行方式可分为以下几种:

①氧化作用——氧化是化学风化中极为普遍的方式之一,尤其是在水的参与下,显得更为强烈。通常把地壳表层、地下水位之上凡能进行氧化作用的范围,称为氧化带。以黄铁矿的氧化过程为例,其化学方程式为:

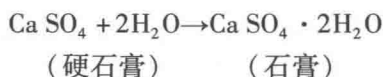


②溶解作用——矿物质与水溶剂发生反应成为溶液的过程,称为溶解作用。矿物质溶解度的大小除决定于本身的特性外,还与温度、压力及水溶液的性质等条件有关,物质的溶解度随温度和压力的不同而不同。自然界没有纯水,当水中含有 CO_2 或其他酸类时,可增强对物质的溶解能力。以石灰岩为例,其化学方程式为:



溶解作用的结果是使易溶解的物质流失,难于溶解的物质残留原地,使岩石孔隙增加,削弱其坚固性,但有利于物理风化作用的进行。

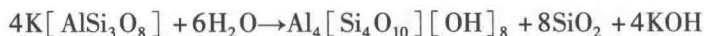
③水化作用——某些矿物和水反应生成新的含水矿物的过程,称为水化作用。在化学反应中,即是结晶水合物形成的过程。例如,硬石膏的水合作用生成含水结晶石膏,其化学方程式为:



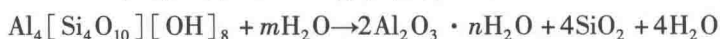
含水矿物的硬度往往比原来无水时要低,从而使岩石抵抗风化的能力减弱。同时,在水化

结晶过程中产生“晶胀”作用,加速岩石的物理风化作用。

④水解作用——某些矿物和水反应后生成带 $[\text{OH}]^-$ 的新矿的过程,称为水解作用。如在湿热气候条件下,花岗岩中的正长石在水解作用下,经过脱水去硅、吸水,先变成高岭石,再进一步分解为铝矾土,其化学方程式为:

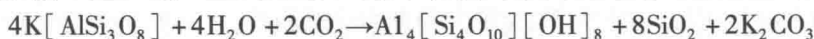


(正长石) (高岭石)



(高岭石) (铝矾土)

⑤碳酸化作用——当水中溶有 CO_2 时,水溶液中除有 H^+ 和 OH^- 外,还有以 CO_3^{2-} 根为主的阴离子,它能使某些矿物产生碳酸盐类的新矿物,故称为碳酸化作用,其化学方程式:



(正长石) (高岭石)

从上式可知,花岗岩中的正长石经碳酸化作用后, K_2CO_3 溶于水而流失;胶体的复硅酸失水变成石英类矿物;坚硬的长石变成了疏松的高岭石,于是花岗岩就被风化分解了。

(3)生物风化作用:地表岩石在生物活动的影响下遭到破坏的过程,称为生物风化作用。生物对岩石的破坏有两种方式:

①生物的机械破坏。植物根部在岩石裂隙中生长,迫使裂隙扩大;引起岩石崩解的过程,称为根劈作用。有人计算:植物根长大时对周围岩石产生的压力可达 $1 \sim 1.5\text{MPa}$ 。动物(如穴居的田鼠、蚂蚁、穿山甲等挖洞掘穴)能使岩石破碎、土粒变细。人类的工程活动也会大大加速对地球壳层的风化过程。

②生物的化学破坏。生物通过新陈代谢及其遗体腐烂后对岩石进行分解的过程,称为生物的化学风化作用。植物和细菌在新陈代谢中常要分泌出有机酸、硝酸(HNO_3)、碳酸(H_2CO_3)、亚硝酸(HNO_2)、氢氧化铵(NH_4OH)等溶液。一方面植物通过它们汲取岩石中的某些成分作为养分;另一方面这些酸类溶液使岩石受到腐蚀,从而改变岩石、矿物的性质、结构和成分。生物死亡后,其遗体逐渐腐烂分解,形成一种暗黑色的胶状物——腐殖质。腐殖质在自然条件下,能使硅酸盐分解而生成腐殖酸盐,易随水流失;腐殖酸还能使难溶的 Fe_2O_3 还原为易溶的 FeO ,加速某些矿物的分解。

上述三种风化作用,并不是孤立进行的,而是相互促进、彼此联系的。物理风化使岩石破碎从而增大了岩石与水溶液等的接触面,有利于化学风化;化学风化降低了岩石强度,又促进物理风化的加强。在物理风化和化学风化中又少不了有生物活动的因素。从地域性而言,只是在某种环境下,某种作用显得突出而已,如在炎热、潮湿的气候区以化学风化和生物风化为;在温湿地区以化学风化为;在寒冷、干旱地区以物理风化为。

2)剥蚀作用

通过风力、地面流水、地下水、湖泊、海洋和生物等各种外动力因素,把风化后的松散物从岩石表面搬离原地,并以风化物为工具,参与对岩石、矿物进行风化破坏的过程,统称为剥蚀作用。剥蚀作用在破坏组成地壳物质的同时,也不断地改变着地表的基本形态。按引起剥蚀作用的动能性质不同,可以分为风的吹蚀作用,流水的侵蚀作用,地下水的潜蚀,溶蚀作用,湖、海水的冲蚀作用,冰川的刨蚀作用等。

3) 搬运作用

风化剥蚀的产物,通过风力、流水、冰川、湖水、海水以及生物的动力,被搬离母岩后,随着动能的大小而转移空间的过程,称为搬运作用。搬运与剥蚀往往是在同一种动力下进行的。例如风和流水在剥蚀着岩石的同时,又将剥蚀后的岩屑搬走。按搬运动力的因素不同,可以分为:风的搬运作用、流水的搬运作用和冰川搬运作用等,其中以流水为主要搬运力。通常把流水的搬运方式分为:拖(推)运、浮运和溶运。

4) 沉积作用

被搬运的物质经过一定距离之后,由于搬运动能的减弱,或搬运介质的理化条件的改变,或受生物活动的影响,便从搬运介质中分离出来,在新的环境中堆积起来的过程,称为沉积作用。按其沉积方式可以分为:机械沉积、化学沉积和生物沉积。按其沉积环境又可分为:风的沉积、河流沉积、冰川沉积、洞穴沉积、湖泊沉积和海洋沉积等。

5) 成岩作用

使松散堆积物固结为岩石的过程,称为成岩作用。在固结过程中,要经历物理的压实作用和化学的胶结作用。当沉积物达到一定厚度时,上覆沉积物的静压力使矿物颗粒互相靠紧,发生脱水,孔隙减小,体积压缩,密度增大,再通过孔隙中水溶胶结物质的化学沉淀,将松散碎屑物胶结、凝聚起来;同时,随着沉积物的埋深而升温、加压,使其中细粒矿物发生化学反应进行结晶而固化成岩。可见,此时地球的内能对成岩作用有着很大的意义。

成岩作用是外动力地质作用的终极环节。如果升温、加压继续到某种程度时(大致在厚度为10000m沉积岩的下部,地热可达300℃,其上覆静压力可达300MPa),就要发生变质作用。成岩作用和变质作用的区分虽然不是那么严格,但这确实反映了渐变与突变、量变与质变的客观法则。即是说,成岩作用完成之后,如果不断增加温度和压力,就会转化为变质作用。因此,可以认为外动力地质作用到此时将以某种形式转化为内动力地质作用。

3. 内、外动力地质作用之间的相互关系

从上述外动力地质作用的终极环节——成岩作用,已不难看出它与内动力地质作用的关系。内、外动力地质作用之间既互相排斥和互相联系,又互相对立和互相依存,这种对立统一的矛盾的运动,推动着整个地质作用的运行,也推动着地壳的演变和发展。

内动力地质作用不仅使地壳内部结构、构造复杂化,还造成了地壳表面巨大起伏不平面(陆地和海洋)。而外动力地质作用则力图削高填低,夷平内动力地质作用所造成的起伏面,并使之复杂化。各种地质作用,既有破坏性,又有建设性。在破坏中进行新的建造,在建造中又同时受到破坏,两者紧密联系。例如,河流的上游区,流水切割陆地,使之崎岖不平,而下游区被带来的泥沙所填积,建造着新的陆地。

综上所述,地质作用是在漫长地质年代里使地壳发生不断演变的强大动力因素,研究各种地质作用的运动规律并在充分掌握地质资料的前提下,解决城市轨道交通工程的规划、设计、施工、养护等具体地质问题,是学习本课程的主要任务。

第二节 地质年代

随着地质历史的发展,地层记录着过去的自然地理环境、古生物、地壳运动的变化。因此,