

国家出版基金项目

NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

中国煤矿安全技术与管理·煤矿安全生产篇

# 煤矿安全生产基础知识

本篇主编 刘泽功

本册主编 刘泽功

中国矿业大学出版社



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

中国煤矿安全技术与管理·煤矿安全生产篇

# 煤矿安全生产基础知识

本篇主编	刘泽功			
本册主编	刘泽功			
本册副主编	胡友彪	涂敏	刘健	欧阳名三
本册参编	付宝杰	鲁海峰	邱进伟	张安宁
	张树川	郑永红	郑晓亮	
本册主审	张国枢	何廷峻	姚多喜	吴永祥

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书是国家出版基金《中国煤矿安全技术与管理》丛书之一。全书共分四章,主要介绍了煤田地质、井田开拓、矿井生产系统及矿山环境等方面内容,科学构建了煤矿安全生产基础知识体系,为全面提高煤矿抵御各种灾害能力提供基础保障。

本书可供煤炭企业技术人员、管理人员、科研院所研究人员和高等院校相关专业师生使用和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

煤矿安全生产基础知识 / 刘泽功主编. — 徐州 :  
中国矿业大学出版社, 2014. 12  
(中国煤矿安全技术与管理)  
ISBN 978 - 7 - 5646 - 2178 - 0  
I. ①煤… II. ①刘… III. ①煤矿—矿山安全—安全管理—研究—中国 IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 307053 号

书 名 煤矿安全生产基础知识  
主 编 刘泽功  
总 策 划 于广云  
责任编辑 陈振斌 万士才 罗时嘉 孙浩 章毅  
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司  
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)  
营销热线 (0516)83885307 83884995  
出版服务 (0516)83885767 83884920  
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com  
印 刷 江苏徐州新华印刷厂  
开 本 787×1092 1/16 印张 27.5 字数 686 千字  
版次印次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷  
定 价 270.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 《中国煤矿安全技术与管理》

## 丛书编委会

主 任:葛世荣 孙之鹏

副 主 任:王虹桥 于广云

### 篇 主 编:

《煤矿安全生产篇》:刘泽功

《煤矿安全装备篇》:陈维健

《煤矿安全管理篇》:宋学锋

《煤矿安全法规篇》:景国勋 李德海

《煤矿灾害救援篇》:李树刚

### 分册主编:(按姓氏音序排列)

蔡周全	曹茂永	陈维健	成连华	戴广龙
高 峰	高建良	勾攀峰	胡友彪	景国勋
李德海	李化敏	李树刚	李贤功	李新春
林海飞	柳建刚	刘泽功	罗振敏	马 砺
牛国庆	欧阳名三	齐秀丽	石必明	宋学锋
宋志安	王红胜	魏引尚	文 虎	肖林京
许满贵	张安宁	张明慧	张永建	

# 《中国煤矿安全技术与管理·煤矿安全生产篇》

## 编写委员会

主 任:刘泽功

副主任:石必明 戴广龙 刘 健 涂 敏 胡友彪

张安宁 欧阳名三

编 委:(按姓氏音序排列)

蔡 峰 付宝杰 高召宁 胡 坤 李尧斌

李重情 鲁海峰 马衍坤 秦汝祥 邱进伟

杨应迪 尹中会 张立祥 张树川 张向阳

郑晓亮 郑永红

主 审:张国枢 何廷峻 姚多喜 吴永祥

## 丛书前言

我国煤炭资源丰富,决定了我国“以煤为主”的能源生产和消费结构,煤炭在一次能源消费结构中的比率为70%。但是,我国煤炭工业长期以来成为一个高危行业,矿难、百万吨死亡率、停产整顿,这些词汇与煤炭行业如影随形。基于对煤矿安全生产状况的清醒认识,党的十六届五中全会提出了安全发展。尽管安全生产理念已经深入人心,但矿难依然时有发生。同时,安全问题也是煤炭生产与管理单位的头等难题,煤炭生产单位也付出了巨大的代价。统计表明,2010年中国煤炭产量占世界的48.3%,但煤矿死亡人数却占了世界煤矿死亡人数的79%,我国每百万吨采煤的死亡人数是美国的140倍,是印度的90倍。仅2001~2008年我国共发生煤矿死亡事故24 584起,死亡42 385人,其中瓦斯事故死亡14 105人。我国年均发生煤矿死亡事故3 073起,死亡5 298人,直接经济损失超过500亿元。我国频繁发生着煤矿安全事故,造成了国家财产和公民生命的巨大损失,严重制约了我国社会和经济的健康发展。

我国煤炭生产中安全问题突出的原因主要有:首先,目前中国94%以上的煤矿是井工矿,煤矿井下生产过程中,本身就受着水、火、瓦斯、煤尘、顶板五大自然灾害的制约,在生产过程中,采、掘、机、运、通等工序和环节配合不当就会造成故障和事故,甚至可以酿成大祸,严重危及职工的安全,不论什么煤矿均存在着不安全的因素,只是程度不同而已。其次,煤矿安全状况不好,除受地质和开采的特殊条件制约外,很大程度上是由于装备和工艺落后,安全技术管理人员素质和员工的综合素质不高而造成的。例如,在煤炭占国内生产能源1/3的美国,煤矿安全水平甚至比从事渔业、农业、建筑业和零售业还要高,特别是加拿大、德国、英国、挪威等国已经实现了“煤矿开采零死亡”;这些煤炭工业发达的国家的共同之处是非常重视安全管理、技术创新和员工培训。与这些国家相比,我国煤炭行业一直是劳动密集型产业,长期依赖对自然煤炭资源的占有和粗放型采掘来获取利润,从业人员的文化素质和技术素质较低,员工安全意识和技术水平不高。

我国政府历来重视煤矿安全生产,中共中央总书记、国家主席习近平和国务院总理李克强多次作出重要批示要抓好煤矿安全生产,切实保障人民生命、财产安全。强化红线意识,实施安全发展战略。国家发展和改革委员会、科技部会同国家安全生产监督管理总局、国家煤矿安全监察局等先后组织了“十五”、“十一五”煤矿安全技术科技攻关。《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》(国发[2010]23号)要求提高经济发展的质量和效益,把经济发展建立在安全生产有可靠保障的基础上;坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,全面加强企业安全管理,完善安全标准,提高企业技术水平,夯实安全生产基础;促进我国安全生产形势实现根本好转。国务院2011年9月21日常务会议通过了《安全生产“十二五”规划》,对煤矿安全生产的一个重要规划指标是煤矿百万吨死亡率下降28%以上。

要做到煤矿安全生产,就必须综合地运用多种生产技术和管

理时刻存在于煤矿生产工作之中,涉及煤矿生产的方方面面和各个环节,安全技术和管理的煤矿安全生产的关键,渗透到煤矿生产的全过程。而安全工作最终要结合每个一线员工的安全意识和安全技能,在生产单位,员工多、作业点多、危险源多,抓好安全工作最终应该靠每一位员工自己,而他们的安全素质需要安全技术与管理通过指导和监督来提高。煤矿安全生产实践急需有一套系统阐释安全生产技术与管理的图书进行理论指导。

基于此,2009年由中国矿业大学出版社首先进行丛书选题策划,由中国煤炭工业协会牵头,由各个参编单位通力合作的《中国煤矿安全技术与管理》项目,为贯彻落实“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针,强化企业的安全生产管理工作,经过四年多的组织实施,全面吸收相关安全技术与管理知识的精华,并融合最新安全管理案例、安全技术和管理的研究成果、成熟经验,以一种全新的构架组织安全技术与管理实用内容。全套丛书以介绍我国煤矿成熟的安全技术与管理的知识为主线,以煤矿安全管理知识块为篇,以技术与管理的类别、重要性与常用程度为依据划分为章节,内容涵盖煤矿技术与管理人员安全管理的全部方面:煤矿安全生产、煤矿安全装备、煤矿安全管理、煤矿安全法规和煤矿灾害救援。本书注重新理念的引入和新规程规范、技术的应用,尽可能收录、介绍成熟的、主流的和将成为发展方向的新技术、新管理方法。在内容选材上,突出现场实用性,着重向读者提供相关的技术政策、实际应用的要点、可能出现的情况和对策,以及典型的实践案例。本丛书是目前国内第一套系统反映我国煤矿安全生产技术与管理的系列图书。

本丛书重点内容:①煤矿安全生产基础知识,主要包括煤矿地质、井巷开拓、煤矿生产系统、矿井环境等生产基础知识和煤矿采掘、运输、供电、通风、露天开采、绿色开采技术、安全监测等技术知识,介绍煤矿生产各环节及其工作环境中的基础安全知识;②煤矿常用主要装备的安全使用知识,包括我国煤矿普遍使用的采掘、运输与提升、通风与排水、安全监测监控等设备,总结了各类设备的结构、工作原理和性能特点、操作安全、维修与技术管理等知识,形成适用于不同地质和开采条件的设备技术体系,为煤矿技术、管理人员选用、管理煤矿常用设备及指导生产人员正确使用这些设备提供详细基础知识;③煤矿安全管理知识,从安全管理体系建设与实施、安全技术与制度管理、安全岗位管理三个层面对煤矿管理进行了全方位的解析,有利于煤矿技术与管理人员借鉴以建立相应的安全生产责任制、业务保安责任制、安全目标管理制度、安全奖惩制度、安全检查制度等安全生产规章制度,从而提高现场安全管理水平,防止因管理问题而造成人为安全事故;④煤矿安全法规专家解读,对煤矿相关法律、法令、条例、规程等进行了专家解读,使煤矿技术与管理人员准确掌握其精髓,便于在生产与管理中进行宣传与落实,提高全员职工的安全意识与操作技能;⑤煤矿灾害救援知识,介绍煤尘爆炸、瓦斯突出与爆炸、自燃、突水、顶板、冲击矿压等煤矿重大灾害发生的机理与防治技术、煤矿灾害事故典型案例、煤矿事故应急救援、煤矿职业危害防治相关知识和技术,使煤矿技术与管理人员掌握煤矿灾害发生的规律,结合生产实际对其管理单位的潜在灾害进行危险性预测并提出防治技术与实施措施预案,从而避免煤矿灾害的发生或降低煤矿灾害的危害程度,最大限度保护人员和国家财产的安全。

本套丛书的出版和推广,可以使煤矿技术与管理人员通过学习、使用本书,了解我国煤矿安全生产的相关法律法规的准确含义及适用条件、煤矿安全管理技术与方法、煤矿安全生产必备知识、煤矿安全技术与装备、煤矿灾害防治机理及救援技术等知识,掌握人的不安全行为及物的不安全状态的控制原理与方法,明确自己在安全生产管理中应当做什么和怎么

做,基本具备煤矿安全生产管理的正确决策能力,并把安全管理落实到生产的每一个环节中,并加强对生产人员的培训和监督,从而提高煤矿企业的整体安全水平,使煤炭行业560万职工切身受益,对煤矿职工培训的影响意义深远。

本丛书5篇、17个分册具体编写分工如下:

第一篇煤矿安全生产篇(第一、二分册),由安徽理工大学承担;

第二篇煤矿安全装备篇(第三、四、五、六分册),由山东科技大学承担;

第三篇煤矿安全管理篇(第七、八、九分册),由中国矿业大学承担;

第四篇煤矿安全法规篇(第十、十一、十二分册),由河南理工大学承担;

第五篇煤矿灾害救援篇(第十三、十四、十五、十六、十七分册),由西安科技大学承担。

在丛书编写过程中,中国矿业大学(北京)、北京科技大学、中煤科工集团、神华集团、兖矿集团、淮南矿业(集团)有限责任公司、淮北矿业集团公司、中平能化集团、河南煤业化工集团有限责任公司等单位的专家参加了审稿。在此向丛书全体编审人员致以衷心的感谢!

在本丛书即将付梓之际,向国家出版基金规划与管理办公室各位领导对本项目丛书的关心和支持表示由衷的感谢!

《中国煤矿安全技术与管理》丛书编委会

2014年7月9日



## 本书前言

能源是社会进步和经济发展的基础,煤炭作为我国的主体能源,2014年原煤产量达到3.8 Gt,约占我国一次能源消费总量的65%。随着我国经济的持续快速发展,对煤炭的需求量不断增大,煤矿的开采强度和开采深度亦随之增大。我国煤矿开采深度平均以每年约10 m、部分煤矿以每年20~50 m的速度向深部延伸,导致开采煤层地应力增大,加剧了煤矿生产过程水、火、瓦斯、煤尘、顶板等灾害事故危害程度。因此,安全生产是制约我国煤炭工业可持续发展的首要问题,是煤炭行业“天”字号工程;如何实现煤矿企业的安全生产,一直是煤矿企业的管理者、生产者和研究者长期探索的课题。

近年来,党中央、国务院高度重视煤矿安全生产工作,制定并出台了一系列产业政策、法律法规、标准规范等,建立健全了煤矿安全国家监察体制,投入了大量人力、物力和财力进行煤矿技术革新和产业升级及新技术推广应用工作,煤矿安全生产条件得到了很大改善,安全生产面貌逐年好转,百万吨死亡率大幅降低。然而,我国煤矿安全生产总体水平依然落后于工业发达国家和世界上其他主要产煤国家,安全生产形势依然十分严峻。

常言道,煤矿工作者是开采光明的人,然而他们却是煤矿安全生产事故的直接受害者。透视我国煤矿灾害事故发生的原因及煤矿安全的深层次问题,不难发现,国家政策及法律法规、技术标准和管理规范,煤矿地质条件、防灾抗灾能力、安全技术装备水平、安全管理、安全投入、人才教育与培养等方面的因素,一直制约和影响着煤矿安全生产工作。为此,我们参与实施的“国家出版基金项目”、中国矿业大学出版社出版的《中国煤矿安全技术与管理》系列丛书,着力深入研究、全面阐述煤矿安全生产技术理论与管理知识,为有效控制煤矿灾害事故发生提供支持。

《煤矿安全生产基础知识》,作为《中国煤矿安全技术与管理》丛书中《煤矿安全生产篇》分册,主要介绍了煤田地质、井田开拓、矿井生产系统及矿山环境等内容,科学构建了煤矿安全生产的基础体系框架,为探索煤矿安全生产技术全面提高煤矿抵御各种灾害能力提供基础。全书共分四章:第一章为煤田地质,由安徽理工大学胡友彪教授主笔,其他主要编写人员有鲁海峰、郑永红;第二章为井田开拓,由安徽理工大学涂敏教授主笔,其他主要编写人员有付宝杰、张向阳;第三章为矿井生产系统,由安徽理工大学涂敏教授、欧阳名三教授、刘健副教授主笔,其他主要编写人员有张安宁、付宝杰、张向阳、郑晓亮、邱进伟、张树川;第四章为矿山环境,由安徽理工大学胡友彪教授主笔,其他主要编写人员有鲁海峰、郑永红。全书由主编刘泽功教授负责统稿。

本书在编写过程中,充分借鉴并吸收了国内外最新最典型的学术论文、专著、教材、法律法规、标准及规范等方面文献。同时,为使书籍编撰更加完美,我们先后召开了多次讨论会,得到了诸多专家学者的支持和帮助,吸收了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。特别感谢张国枢教授、何廷峻教授、姚多喜教授和吴永祥教授,在百忙之中对本书的样稿进行

审阅,提出了许多非常详尽的修改意见和建议,使本书更臻完美。本书的出版得到了国家出版基金的资助和支持,在此表示衷心的感谢。

本书可供煤炭企业技术人员、管理人员、科研院所研究人员和高等院校相关专业师生使用和参考。

知识只有在充分得到运用后才能体现其价值。希望本书能够为广大从事煤矿安全生产的工程技术及管理人员、研究人员和院校师生提供帮助,在煤矿安全生产实践中熠熠生辉。煤矿安全生产知识涉及面广,作为丛书的一本分册,不可能面面俱到,且受编著者学术水平、认知及经验不足所限,书中难免存在疏漏或不妥之处,恳请专家学者不吝指正。

本书编写组

2014年12月

## 目 录

第一章 煤田地质	1
第一节 地球概况、地质作用与地质年代	1
第二节 地质构造	11
第三节 煤和含煤岩系	26
第四节 影响煤矿生产的主要地质因素	41
第五节 矿井水文地质与防治水	73
第六节 煤矿地质勘查与煤矿地质编录	101
第七节 煤炭资源/储量计算与管理	139
第二章 井田开拓	154
第一节 井田开拓的基本概念	154
第二节 井田开拓方式	163
第三节 井田开拓的基本问题	187
第四节 井底车场	203
第五节 矿井采掘接替、开拓延深与技术改造	213
第六节 矿井开采设计	226
第三章 矿井生产系统	240
第一节 工业广场及地面生产系统	240
第二节 矿井采煤系统	244
第三节 矿井运输与提升系统	259
第四节 矿井通风系统	270
第五节 矿井动力供应系统	285
第六节 矿井排水系统	297
第四章 矿山环境	323
第一节 煤矿大气污染与防治	323

第二节	煤矿水污染与治理·····	336
第三节	矿山固体废物与资源化利用·····	354
第四节	煤矿噪声污染与防治·····	375
第五节	矿区生态环境修复新技术·····	400
索引·····		423
参考文献·····		425

# 第一章 煤田地质

中国是世界上煤炭资源最丰富的国家之一,成煤期多,资源分布广,煤种齐全,开发条件良好,储量和产量均居世界前列。进入 21 世纪以来,随着石油、天然气、煤层气、水电、核电等其他能源工业的发展,我国能源结构发生了较大的变化,但是煤炭仍然是我国的主要能源,预计到 2020 年,国内煤炭需求将在 3.0 Gt 以上。即使到 2050 年,煤炭在我国能源构成中的比重仍占 50% 以上,在相当长的时期内,煤炭在我国能源消费构成中的主导地位不会发生根本改变。因此,作为我国煤炭资源找寻、勘查、评价和煤矿开采地质保障系统的理论基础,煤田地质基础理论的研究对于保证国家的能源安全具有现实意义。

煤田地质是煤炭地质勘查的基础,贯穿于煤炭资源开发和利用的全过程,它是研究煤的生成过程与控制因素,煤的成分、结构、性质,煤层的空间分布规律的一门学科。随着社会可持续发展的需要,对煤炭开采、利用中的地质问题以及环境问题已成为煤田地质学科新的研究领域。从 20 世纪初期开始,翁文灏、谢家荣、王竹泉等我国老一辈地质学家就为中国煤田地质事业做了开创和奠基工作。新中国成立以后,尤其是改革开放以来,煤田地质事业得到飞速发展,在煤炭资源开发利用中的作用也更加重要,煤田地质工作也逐渐由大规模找煤、勘查扩展到煤炭资源保护和环境保护以及煤炭生产和利用过程中的地质工作。中国的煤田地质学科的不断完善和发展,将为我国煤炭地质勘查、煤炭工业乃至人类社会可持续发展起到更大的作用。

本章为《煤矿安全生产基础知识》的基础部分,将简要介绍地质作用及地质年代、地质构造、煤的形成和含煤岩系、影响煤矿生产的主要地质因素、矿井水文地质与防治水、煤矿地质勘查与地质编录以及煤炭/资源储量计算与管理等内容。目的是使煤矿生产人员在安全生产建设中,能正确认识影响煤矿建设和生产中的主要地质因素,正确使用常见的与生产、安全有关的地质资料和其他地质成果,掌握矿井地质的一般规律,达到一定的分析、判断和处理井下地质问题的能力。

## 第一节 地球概况、地质作用与地质年代

### 一、地球概况

#### (一) 地球的形状和大小

地球是太阳系八大行星(水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星)之一,是人类生活的星球。地球绕地轴自转,又绕太阳公转,还随太阳系在星际空间运行。地球自转周期为 23 h 56 m 41 s,自转速度 0.465 km/s;公转周期为 365.256 4 d,公转速度 29.79 km/s。地球近似于一个旋转椭球体,其半长轴 6 378.245 km,半短轴 6 356.863 km。地球自转轴与地球表面相交的点称为地极,在南半球的叫南极,在北半球的叫北极。地球的平均

密度是  $5.518 \text{ g/cm}^3$ 。

## (二) 地球的圈层构造

研究表明,地球本身不是由均一的物质组成的。按照物质成分和物态的差别,可将地球划分为围绕着核心的几个同心圈层。地表以上为外圈层,包括大气圈、水圈、生物圈;地表以下为内圈层,包括地壳、地幔、地核(图 1-1)。

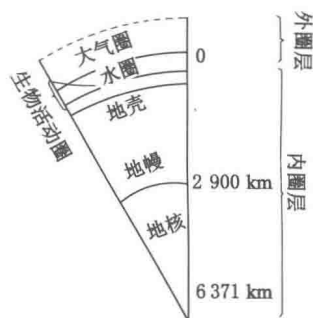


图 1-1 地球圈层构造示意图

### 1. 地球的外圈层

#### (1) 大气圈

大气圈是地球最外部的一个圈层,由气体组成,包围着陆地和海洋。一般把地表作为它的下界。根据大气的物理特征,将大气圈自地球表面向外依次划分为对流层、平流层、中间层、热层(电离层)和散逸层,其中与人类生存及地质作用关系最密切的是对流层,其次是平流层。对流层位于大气圈的最下部,其引起大气产生对流,导致风、云、雨、雪等天气现象的发生。其物质成分主要有氮气(78%)和氧气(21%),此外有少量的二氧化碳、水蒸气等。位于对流层上方的平流层中有一层厚约 20 km 的臭氧层,它可以吸收来自太阳辐射的大量紫外线,对地球生物的生存起着重要的保护作用。

#### (2) 水圈

地球表面 71% 的面积被海水所覆盖,陆地上还有河流、湖泊、冰川及地下水,这些水可以看成是包围地球连续的水层,称为水圈。水圈中海水占总水量的 96.5%,其余则零星分布在陆地上。组成水圈的主要元素是氧和氢,还有少量的氯、钠、钙、镁等。

#### (3) 生物圈

地球上生物活动的范围称为生物圈。生物分布很广,在大气圈(主要是底层)、水圈及土壤和岩石的孔洞裂隙中都存在生物,形成一个封闭的圈层。生物的生命活动也会导致多种地质作用发生。

### 2. 地球的内圈层

地球的内部也分为 3 个圈层——地壳、地幔和地核,地幔界面为莫霍面,地核界面为古登堡面。

#### (1) 地壳

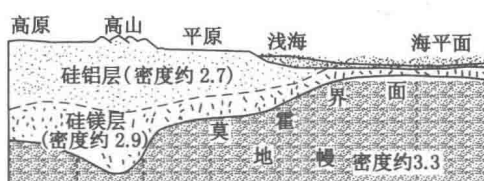


图 1-2 地壳结构示意图

地壳是地球圈的最上层,根据地震波测量的平均厚度约为 33 km。垂向上,地壳分为上、下两层(图 1-2),上部是沉积岩、岩浆岩与变质岩,称为花岗岩层或硅铝层,在大陆地区厚度 30~70 km,在大洋洋底缺失。下部由玄武岩、辉长岩组成,称为玄武岩层或硅镁层,呈连续分布,在大陆区厚 35 km,在深海盆内仅

厚 5~15 km。地壳的体积为地球体积的 1%,质量为地球总质量的 0.4%。

#### (2) 地幔

莫霍面(地壳底面)以下至古登堡面以上为地幔,占地球质量的 68.1%。地幔由橄榄

石、辉石和石榴石等硅酸盐矿物组成,80%是固态物质。1 000 km 以上是上地幔,以下至 2 900 km 是下地幔,上地幔具有黏滞、可塑的性质,下地幔研究的程度不高。

### (3) 地核

地核位于古登堡面(2 900 km)以下至地心,是地球最内部的圈层。地核可分为三层:2 900~4 980 km 为外核,是由铁、镍、硅、氧、硫组成的接近于液态的熔融体;4 980~5 120 km 为过渡带;以下为内地核,其状态可能是固态,物质成分以铁、镍为主。

## 二、地质作用与三大岩类

由自然动力引起使地壳组成物质、地壳构造、地表形态等不断的变化和形成的作用,通称地质作用。根据作用能量来源,地质作用可分为内动力地质作用和外动力地质作用。三大岩类主要是指岩浆岩、变质岩和沉积岩,其中岩浆岩和变质岩主要由内动力地质作用形成,而沉积岩主要由外动力地质作用形成。

### (一) 内动力地质作用

内动力地质作用发生在地壳或地幔的内部,其能量来源于地球的旋转能、重力能和地球内部的热能及化学能。内动力地质作用的表现形式为构造运动、岩浆活动、变质作用和地震,其结果是造成地表起伏不平,形成高山和盆地,使岩层发生褶皱或断裂,形成火成岩、变质岩及有关矿产。

#### 1. 构造运动

构造运动影响范围广,作用时间长,对地壳有巨大的改造作用,可以使海底上升为陆地或高山,也可以使高山、陆地下降为海洋。新近纪以来的构造运动在地貌、地物上保存较好。人们常把古近纪以前发生的构造运动称为古构造运动;把古近纪以来发生的构造运动称为新构造运动;将人类历史时期所发生的或正在发生的新构造运动称为现代构造运动。

构造运动按其进行的方向,可分为水平运动和垂直运动。

水平运动是指地壳在水平方向上的移动,其结果使相邻地块互相分离拉开,或使地壳岩石受到挤压,发生褶皱、断裂,变成高大山脉。

垂直运动是指大体上沿地球半径方向发生的地壳或岩石圈的运动,其结果造成地壳大规模的隆起和拗陷,引起地势高低变化及海陆变迁。意大利那不勒斯海湾海岸的变迁是现代垂直运动的最好例子,其中三根大理石柱升降示意图如图 1-3 所示。

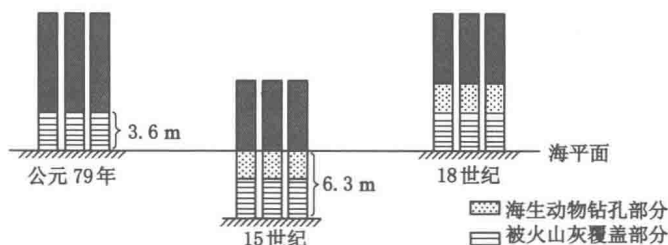


图 1-3 三根大理石柱升降示意图

#### 2. 地震作用

地震波的震动是使岩石物理性质和岩石圈构造改变的一种作用,是岩石圈内聚集的能

量突然释放而产生的大地颤动,是地壳运动的特殊形式。发生在海底的地震称为海震。地球上每年发生的地震约有 500 万次。我国是一个多地震国家,近几十年来发生了多次较大的破坏性的地震,如 1966 年的邢台地震,1976 年的唐山地震,2008 年的汶川地震等。

描述地震一般用震源、震中、震源深度、地震烈度、震级等术语。

#### (1) 震源、震中、震源深度

地下首先发生震动释放能量的源地叫震源;在地面上的垂直投影叫震中;从震源到震中的垂直距离叫震源深度。按震源深度可将地震分为浅源地震(震源深度 0~70 km)、中源地震(震源深度 70~300 km)和深源地震(震源深度大于 300 km)三类。

#### (2) 地震烈度

地震对地面的破坏程度,其大小不仅与地震释放能量有关,且与地面建筑的强度有关。一般可根据人的感觉以及地面建筑遭受破坏程度的大小来划分地震的等级,目前我国采用 12 级地震强度。一次地震可以在不同点上再现出不同的地震烈度,一般来说,由极震区向四周,烈度逐渐降低。

#### (3) 震级

衡量地震绝对强度的级别与地震释放的能量大小有关,能量大,地震级越高。按照地震震源地放出的能量多少来衡量地震的等级。地震级是一个绝对的等级,仅与放出的能量有关,释放的能量越大,震级越高。每次地震只有一个震级。现在一般采用里氏地震级,即取距震中距离 100 km 处,标准地震仪所记录的地震波最大振幅值的对数值。振幅值单位微米( $\mu\text{m}$ )。如最大振幅值为 10 mm,即 10 000  $\mu\text{m}$ ,其对数值为 4,地震震级即为 4。震级相差一级,能量相差 32 倍。

### 3. 岩浆作用

岩浆存在于地壳深部或地幔的上部,处于高温高压状态下,保持相对稳定,当地壳有裂缝,周围的压力减弱时,就会沿着裂缝向上运移,这就是岩浆活动。岩浆活动有侵入和喷出两种方式。火山喷发到地表形成玄武岩、安山岩、流纹岩等喷发岩,岩浆上升未到地表即已冷却,形成花岗岩、辉绿岩、玢岩等侵入岩。岩浆活动形成各种金属和非金属矿产。但是,如果岩浆侵入到煤层中或者是接近煤层,就会使煤层全部或部分遭到破坏,降低其开采价值。

### 4. 变质作用

地壳中原来已存在的岩石,由于受到构造运动、岩浆活动或地壳内热流变化等内力的影响以及陨石冲击的瞬时热动力作用等,使岩石在固态(或基本保持固态)情况下发生矿物成分、结构、构造甚至化学成分的变化,这些变化总称为变质作用,经变质作用所形成新的岩石称为变质岩。变质作用不仅改造了原岩,也改造了原有矿床,甚至形成新的矿床。因此,变质作用也是一种重要的成矿作用,大量金属、非金属矿产如铁矿、磷矿、石墨、滑石等在变质岩中都有赋存。同时变质作用还可以形成有价值的金属或非金属矿产。

#### (二) 外动力地质作用

外动力地质作用发生在地表或地表附近,其能量来源于太阳能、重力能及日月引力,主要作用介质是大气、水和生物。外动力地质作用有风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用、成岩作用等类型。

##### 1. 风化作用

风化作用指由于温度的变化、大气、水和水溶液以及生物的生命活动等因素的影响,使



地壳表层的岩石、矿物发生物理的或化学的变化,从而形成松散堆积物的过程。根据风化作用性质和作用方式,风化作用分为物理、化学和生物风化作用三种类型。

物理风化作用是指岩石在原地发生机械破碎而不改变其化学成分,也不形成新矿物的作用过程;化学风化作用是指受水、氧气和二氧化碳作用,地表岩石发生化学成分和矿物成分变化的作用过程;生物风化作用是指生物活动对岩石和矿物的破坏作用,包括生物物理风化和生物化学风化。

## 2. 剥蚀作用

风化作用的产物被风、流水、海浪、冰川等地质营力从原地带走,同时对岩石产生新的破坏作用,称之为剥蚀作用。剥蚀作用对地表形态、地貌起着至关重要的作用。如果没有剥蚀作用,地表就见不到坚硬的岩石,风化产物将铺满大地。今天的地貌,就是经过不同营力长期剥蚀的结果,如黄土高原的千沟万壑就是流水剥蚀造成的。

## 3. 搬运作用

母岩风化后的产物,如碎屑物质、黏土物质与溶解物质,在流水、风、冰川、重力作用下,由原处搬至他处的过程,称为搬运作用。其搬运方式决定于风化产物性质。碎屑物质、黏土物质以机械方式搬运;溶解物质以胶体溶液和真溶液化学方式搬运。

## 4. 沉积作用

当搬运介质由于地质营力的减弱,或物理化学条件的改变,其搬运能力减弱或丧失后,被搬运的物质便堆积下来,这种有规律的堆积现象,称为沉积作用。按介质性质不同,可分为风的、地面流水的、地下水的、冰川的、湖沼的和海洋的沉积作用等6种类型;按沉积物的沉积方式有机械沉积、化学沉积和生物沉积。

## 5. 成岩作用

松散沉积物转变为坚硬岩石的过程叫做成岩作用。沉积物沉积后,成岩作用就开始了。在这一过程中,沉积物发生压固、胶结、重结晶等变化。

### (1) 压固

沉积物在上覆物质的压力下排出水分的过程叫做脱水作用。脱水会降低岩石孔隙率,缩小体积,使沉积颗粒间互相密接。如新鲜的黏土孔隙率可达80%,压固成页岩后孔隙率可减少20%。压固作用是沉积物成岩的重要过程。

### (2) 胶结

松散的砾石、砂粒等碎屑物质被黏土物质或化学沉淀物质黏结起来,成为一个整体,称为胶结作用。起胶结作用的物质叫做胶结物。最常见的胶结物成分有硅质、铁质、黏土质和火山灰等。胶结作用是沉积物转变为沉积岩的主要过程,如砾和砂胶结后形成砾岩和砂岩。

### (3) 重结晶

矿物组分以溶解一再沉淀或固体扩散方式,使细小晶体集结成粗大晶粒的过程叫做重结晶作用。重结晶后,沉积物孔隙减少,密度加大,硬度增强。重结晶作用是各类化学岩和生物化学岩(石灰岩、白云岩)成岩的主要方式。

综上所述,地质作用可以用图1-4进行总结。

### (三) 三大岩概述

由前所述,三大岩类主要是指岩浆岩、变质岩和沉积岩。组成地壳的基本物质是元素,元素组成了各种矿物,而矿物又组成了各种岩石。