



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 地质学

DIZHI XUE

(第5版)

徐九华 谢玉玲 李克庆 李媛 编



冶金工业出版社  
Metallurgical Industry Press



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 地 质 学

(第 5 版)

徐九华 谢玉玲 李克庆 李媛 编

冶金工业出版社

2015

## 内 容 提 要

全书共分 19 章, 内容涵盖了地质学基础知识(地球的构造及地质作用、矿物、岩石、地史、地质构造与地质制图)、矿床学、矿床水文地质与工程地质学、矿产勘查与矿山地质学, 对各学科相关的基本概念、基本理论和基本地质工作方法等进行了系统的阐述, 对近年来的地质学和矿床勘查的进展也有一定的反映。

本书为采矿工程、矿物资源工程等相关专业的本科生必修课教材, 也可作为地矿类本科生和研究生的教学参考书, 还可作为采矿工作者和矿山地质工作者的简明工具书。

### 图书在版编目(CIP)数据

地质学/徐九华等编. —5 版. —北京: 冶金工业出版社, 2015. 8

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-5024-6781-4

I. ①地… II. ①徐… III. ①地质学—高等学校—教材 IV. ①P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 276904 号

出版人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 [www.cnmp.com.cn](http://www.cnmp.com.cn) 电子信箱 [yjcs@cnmp.com.cn](mailto:yjcs@cnmp.com.cn)

责任编辑 张耀辉 宋 良 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-6781-4

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 三河市双峰印刷装订有限公司印刷  
1979 年 7 月第 1 版, 1986 年 5 月第 2 版, 2001 年 5 月第 3 版, 2008 年 8 月第 4 版,  
2015 年 8 月第 5 版, 2015 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 27.5 印张; 665 千字; 417 页

48.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 [tougao@cnmp.com.cn](mailto:tougao@cnmp.com.cn)

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 [yjgy.tmall.com](http://yjgy.tmall.com)

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)

## 第5版前言

本书是在《地质学》(第4版)的基础上修编而成的,是“十一五”和“十二五”国家级规划教材。《地质学》自2008年出版第4版至今已逾七年,当前累计印数达21000余册,加上前三版的印数57650册,总印数达78650册。据不完全统计,使用《地质学》(第4版)的高等院校已达10余所,其面向专业主要是采矿工程专业、矿物资源工程专业等。虽然《地质学》(第4版)注重结合工程实际,并在某些方面反映了作者的部分科研成果和本学科的一些前沿知识,适合矿业类相关专业的本科生教学,也在培养学生分析和解决问题的能力方面起到了较好的作用,但是随着矿业开发和地质科学的发展,近年来的一些地质研究成果需要在教材中得到及时反映;另外,根据各使用教材学校的情况,教材中也需要适合学生进行课外学习的思考题,以便获得更好的教学效果。因此,有必要及时作进一步修编,更新相关内容,增补相关的思考题与习题。

本次修编后全书由18章增为19章,具体修编内容主要体现在以下几个方面:第Ⅰ篇地质学基础知识(第1~6章),补充了地球构造研究的新进展及一些图片;第Ⅱ篇矿床(第7~10章),更新了一些矿床实例,替换了部分地质图件,修改了部分叙述内容;第Ⅲ篇矿床水文地质与工程地质(第11~13章),增加了矿山工程地质一章;第Ⅳ篇矿产勘查与矿山地质工作(第14~19章),补充更新了近年来关于矿产勘查的规范标准,精简了原第4版第18章的内容(现为第19章);另外,各章均增加了思考题与习题。

本书各章节修编工作具体分工为:谢玉玲第1、4~6章,李媛第2、3章,徐九华第7~10、14~17、19章,李克庆第11~13、18章。本书修编过程中,得到了北京科技大学教务处和冶金工业出版社的大力支持,部分研究生也参加



了一些编辑工作，在此深表谢意。本书的出版得到了北京科技大学“十二五”规划教材重点项目的资助。

由于本书涉及的地质学分支学科多、内容丰富、知识面广，此次修编虽经努力也难免还会存在一些问题，希望读者给予指正。

编者

2015年4月

## 第 4 版前言

本书第 3 版自 2001 年出版后,共印刷了 6 次,加上第 1 版和第 2 版,累计印刷总数达 57650 册,为培养大批采矿工程专业、矿物资源工程专业本科生起了很大作用,也为矿山企业干部的业务培训提供了很好的参考教材。进入 21 世纪以来,矿业开发和地质科学的迅速发展,使一些重要的基础地质研究资料和矿床地质研究成果不能很好地反映在《地质学》(第 3 版)中。另外,矿业开发和地质勘查已逐步走向国际化,很有必要在教材中反映这种趋势。特别是国家标准《固体矿产资源/储量分类》(GB/T 17766—1999)、《固体矿产地质勘查规范总则》(GB/T 13908—2002)和国土资源部一系列地质勘查规范的发布和实施以来,我国的矿产勘查业和矿业开发的管理体制、运行机制等方面已发生了巨大变化,这些变化应体现在修编后的教材里。因此,更新相关内容,修编《地质学》(第 3 版)是非常必要的。

本次修编仍由徐九华教授担任主编,谢玉玲教授、李建平副教授和李克庆教授参加了修编。修编后,教材仍然分为 18 章。第 1~5 章介绍地质作用、矿物学、岩石学、地史学和构造地质学的基础知识,本次修编对某些基本概念和观点作了更正确的表述,更换了少量原有不清晰的图片;第 6 章介绍地形地质图及其阅读,对地形图的分幅及编号和矿区地形地质图的填绘进行了补充说明;第 7~10 章介绍矿床学的基本知识和具有重要工业意义的矿床类型,本次修编更新补充了一些矿床实例和各种地质图件图片,采用了对矿床开发有实际意义的热液矿床分类;第 12 章在矿坑涌水量预测和测量的基础上,突出应用目的,增加了第 4 节矿坑水害的防治;第 13~16 章介绍矿产勘查的基本知识和工作方法,根据国家标准《固体矿产资源/储量分类》(GB/T 17766—1999)和国土资源部一系列地质勘查规范,更新了相关内容;第 17 章介绍生产勘探,补充了影响生产勘探工程选择的因素,并根据新的储量勘探规范更新了生产勘探工程间距的确定方法;第 18 章根据《固体矿产地质勘查规范总则》作了相应

修改。

各章节修编工作具体分工如下：

第1、4、5、6章由谢玉玲负责修编；第2、3章由李建平负责修编；第7~10章、第13~16章、第18章由徐九华负责修编；第11、12、17章由李克庆负责修编。博士生林龙华和硕士生卫晓锋、王琳琳、林天懿、褚海霞等参加了部分工作。在申报国家“十一五”规划教材过程中，得到北京科技大学教务处蔡嗣经教授、杨鹏教授和冶金工业出版社宋良主任的热情支持，在此深表谢意。由于本教材的涉及面广，近年来矿业开发的速度快，在本次修编中难免还存在一些问题，希望广大师生在使用过程中给予指正。

编者

2008年5月

## 第3版前言

《地质学》自1979年出版后，于1985年进行了修订，并于1986年再版。第1版和第2版（修订版）共印刷了8次，总计42650册（其中第1版20300册，第2版22350册）。该教材不仅为培养大批冶金、建材、化工等采矿工程专业本科生起了很大作用，而且也为矿山企业干部的业务培训和提高提供了很好的教材。此外，还为一些非地质专业的研究生提供了一本有价值的参考书。十几年来，不但地质学各分支学科又取得了不同程度的进展，而且教学改革使有关本科专业的设置和课程体系也有了重大变化。因此，为了更好地反映当代地质科学的进展，同时满足专业改造和课程体系改革的需要，有必要更新《地质学》的一些内容，再次进行修编工作。

本次教材修编工作征求了原著各参编作者的意见，由北京科技大学（原北京钢铁学院）负责修编。陈希廉教授、徐九华教授担任此次教材修编的主编。参加修编的有谢玉玲副教授、李建平副教授、李克庆副教授。南方冶金学院（原江西冶金学院）的李中林教授和北京科技大学吴炳肃教授为修编工作进行了热情指导。本次修编后，教材共分18章。第一章至第十章与原书章节安排基本一致。第三篇矿床水文地质压缩为2章，即第十一章和第十二章。原书第十七章和第二十章合并为新的第十七章“矿山地质工作”。原第二十二章考虑到另有教材，不再编入本教材。原书附录的专业词汇汉英对照也不再编入。全书由原来的610千字压缩到410千字。相关篇章增列了参考书目，以便供进一步学习参考。各章节修编工作具体分工如下。

第一、四、五、六章由谢玉玲负责修编；第二、三章由李建平负责修编；第七至十六章由徐九华负责修编；第十七、十八章由李克庆负责修编。陈希廉教授进行了全书的审阅工作。由于地质科学是实践性很强的不断发展的科学，本教材的涉及面很广，所以本次修编一定还存在一些问题。希望广大师生在使用过程中给予批评指正。

编者  
2000年7月



## 第2版前言

本书自1979年7月出版以来，已三次印刷，共发行20300册。第1版由于编写匆忙，存在不少缺点和问题；随着地质学的发展，有不少内容已较陈旧。此次修改是在广泛听取各有关院校教师及读者意见的基础上进行的。改正了初版中的缺点，更新了陈旧的内容，如矿床成因理论及水文地质分析法等，考虑到地质经济学对提高矿山生产经济效益的重大作用，补充了“地质经济及其在矿山的应用”一章。

在此向关心本教材再版并提出宝贵意见的同志表示衷心的感谢。

编者  
1985年5月

## 第1版前言

《地质学》系根据冶金工业部 1977 年冶金高等院校教材会议所制定的金属矿床开采专业教学计划编写的。

本教材简要地阐述了地壳、地质作用、矿物、岩石、地质年代、地质构造和地形地质图等地质学基础知识，以及矿床、水文地质、地质勘探和矿山地质工作等基本知识。同时，结合金属矿床开采专业实际需要，分析了主要地质因素如矿体形状、产状、围岩性质、地质构造和水文地质条件等对矿山开采的影响，充实了阅读、评审和应用地质资料等内容。

本教材力求反映当前国内外先进的地质科学成就，对目前地质界一些尚有争议的问题，作者就自己的见解进行了阐述。

由于编写时间短促，编者水平有限，在教材的体系和内容等方面一定还存在着不少缺点和问题，请使用本教材的广大师生给予批评指正。

本教材第七、八、九、十章由东北工学院刘海宴编写，第一、三章由重庆大学欧阳道编写，北京钢铁学院陈希廉编写第十七、二十、二十一、二十二章和第十九章第四节，吴炳肃编写第六、十五、十六章，西安冶金建筑学院肖荣久编写第十一、十二、十三、十四章，武汉钢铁学院金克家编写第二、十八章和第十九章第一、二、三节，江西冶金学院李中林编写第四、五章；全书由陈希廉主编。书中插图主要由重庆中梁山煤矿郑苑贤清绘。

在编写教材工作中，曾得到有关院校领导和同志的指导与帮助。在此，我们表示衷心的感谢。

编者

1978 年 7 月

# 目 录

绪论	1
----	---

## 第 I 篇 地质学基础知识

1 地球的构造及地质作用概述	3
1.1 地球及其内部圈层	3
1.1.1 地壳	6
1.1.2 地幔	6
1.1.3 地核	6
1.2 地球的主要物理性质及地壳的物质组成	6
1.2.1 质量和密度	6
1.2.2 压力	7
1.2.3 重力	7
1.2.4 温度(地热)	7
1.2.5 地球的磁场	8
1.2.6 放射性	9
1.2.7 地壳的物质组成	9
1.3 地质作用概述	10
1.3.1 内力地质作用	10
1.3.2 外力地质作用	15
1.3.3 内、外力地质作用的相互关系	20
思考题与习题	21
2 矿物	22
2.1 矿物的形态	22
2.1.1 晶质体和非晶质体的概念	22
2.1.2 矿物的单体形态	22
2.1.3 矿物的集合体形态	24
2.2 矿物的物理性质	26
2.2.1 颜色	26

2.2.2	条痕 .....	27
2.2.3	光泽 .....	27
2.2.4	透明度 .....	27
2.2.5	硬度 .....	28
2.2.6	解理 .....	28
2.2.7	断口 .....	29
2.2.8	密度和相对密度(比重) .....	29
2.2.9	其他性质 .....	29
2.3	矿物的化学性质 .....	30
2.3.1	矿物的化学成分 .....	30
2.3.2	类质同象和同质多象 .....	30
2.3.3	胶体矿物 .....	32
2.3.4	矿物中的水 .....	32
2.3.5	矿物的化学式 .....	33
2.4	矿物的形成与共生 .....	33
2.4.1	矿物的形成 .....	33
2.4.2	矿物的共生 .....	34
2.5	矿物的分类及鉴定 .....	34
2.5.1	矿物分类的原则及方法 .....	34
2.5.2	矿物的鉴定方法 .....	35
2.5.3	常见矿物肉眼鉴定特征 .....	37
	思考题与习题 .....	49
3	岩石 .....	51
3.1	岩浆岩 .....	52
3.1.1	岩浆岩的一般特征 .....	52
3.1.2	岩浆岩的分类及各类岩石特点 .....	57
3.1.3	岩浆岩的肉眼鉴定及命名 .....	61
3.1.4	岩浆岩中的主要矿产 .....	62
3.1.5	岩浆岩与开采技术有关的特点 .....	63
3.2	沉积岩 .....	64
3.2.1	沉积岩的一般特征 .....	64
3.2.2	沉积岩的分类及各类岩石特点 .....	68
3.2.3	沉积岩的肉眼鉴定及命名 .....	71
3.2.4	沉积岩相的概念 .....	72
3.2.5	沉积岩中的主要矿产 .....	73
3.2.6	沉积岩与开采技术有关的特点 .....	73
3.3	变质岩 .....	74
3.3.1	变质岩的一般特征 .....	74

3.3.2 变质岩的分类及各类岩石特点 .....	76
3.3.3 变质岩的肉眼鉴定和命名 .....	79
3.3.4 变质岩中的主要矿产 .....	79
3.3.5 变质岩与开采技术有关的特点 .....	79
思考题与习题 .....	81
<b>4 地质年代及地层系统 .....</b>	<b>82</b>
4.1 确定地质年代的方法 .....	82
4.1.1 相对地质年代确定法 .....	82
4.1.2 同位素地质年龄确定法 .....	84
4.2 地质年代及地层系统 .....	85
4.2.1 地质年代及地层单位的划分 .....	85
4.2.2 地质年代表 .....	85
4.3 我国地史概述 .....	87
4.3.1 太古宙(宇)(Ar)和元古宙(宇)(Pt) .....	87
4.3.2 古生代(界)(Pz) .....	88
4.3.3 中生代(界)(Mz) .....	88
4.3.4 新生代(界)(Kz) .....	89
思考题与习题 .....	90
<b>5 地质构造 .....</b>	<b>91</b>
5.1 岩层产状及其测定 .....	91
5.1.1 水平岩层和倾斜岩层 .....	91
5.1.2 岩层的产状及产状要素 .....	91
5.1.3 岩层的厚度和出露宽度 .....	93
5.1.4 岩层产状的测定及表示方法 .....	94
5.2 岩石变形的力学分析 .....	96
5.2.1 岩石的变形 .....	96
5.2.2 应变椭球体 .....	98
5.3 褶皱构造 .....	100
5.3.1 褶皱现象 .....	100
5.3.2 褶曲的要素 .....	100
5.3.3 褶曲分类及力学分析 .....	101
5.4 断裂构造 .....	105
5.4.1 断裂现象 .....	105
5.4.2 节理 .....	105
5.4.3 断层 .....	111
5.5 地质构造与成矿的关系 .....	120
5.6 地质构造对矿山开采的影响 .....	120

5.6.1	褶皱构造与矿山采掘工作的关系	120
5.6.2	断裂构造与矿山采掘工作的关系	121
5.7	板块构造理论简介	122
5.7.1	大地构造学简介	122
5.7.2	板块构造的提出	123
5.7.3	板块构造的基本思想	123
5.7.4	板块边界类型	123
5.7.5	板块运动的动力学机制	125
	思考题与习题	126
<b>6</b>	<b>地形地质图及其阅读</b>	<b>127</b>
6.1	地形图简介	127
6.1.1	地形图的比例尺	127
6.1.2	地形图的坐标系统	128
6.1.3	地形等高线	129
6.1.4	各种地形在地形图上的表现	130
6.1.5	常用地形图例	131
6.1.6	地形图的分幅及编号	132
6.2	矿区(矿床)地形地质图的用途	133
6.3	矿区(矿床)地形地质图的填绘过程简介	134
6.4	地形地质图的读图步骤	135
6.5	不同产状的岩层或地质界面在地形地质图上的表现	136
6.5.1	水平岩层在地形地质图上的表现	136
6.5.2	直立岩层在地形地质图上的表现	136
6.5.3	倾斜岩层在地形地质图上的表现	136
6.6	不同地质构造在地形地质图上的表现	138
6.6.1	各种褶曲在地质图上的表现	138
6.6.2	各种断层在地质图上的表现	140
6.6.3	地质体不同接触关系在地质图上的表现	142
6.6.4	常用地质图例	143
6.7	地形地质剖面图及其绘制方法	144
6.7.1	实测剖面的填绘方法简介	144
6.7.2	图切剖面的制图方法	145
	思考题与习题	147
	第 I 篇参考文献	148

## 第Ⅱ篇 矿 床

7 矿床概述 .....	149
7.1 矿床、矿体和围岩 .....	149
7.2 矿体的形状和产状 .....	150
7.2.1 矿体的形状 .....	150
7.2.2 矿体的产状 .....	153
7.3 矿石 .....	153
7.3.1 矿石的概念 .....	153
7.3.2 矿石的分类 .....	154
7.3.3 矿石的品位 .....	154
7.3.4 矿石的结构和构造 .....	154
7.4 成矿作用和矿床的成因分类 .....	156
7.5 矿床工业类型 .....	157
思考题与习题 .....	161
8 内生矿床 .....	162
8.1 概述 .....	162
8.1.1 岩浆的性质 .....	162
8.1.2 岩浆的演化阶段及相应的成矿作用 .....	162
8.1.3 内生矿床分类 .....	163
8.2 岩浆矿床 .....	163
8.2.1 岩浆岩成矿专属性 .....	163
8.2.2 岩浆矿床与构造环境 .....	163
8.2.3 岩浆矿床的成矿作用和成因分类 .....	164
8.2.4 各类岩浆矿床的特征和矿床实例 .....	165
8.2.5 岩浆矿床的共同特征及其对开采的影响 .....	169
8.3 伟晶岩矿床 .....	169
8.3.1 伟晶岩矿床的概念和特征 .....	169
8.3.2 伟晶岩矿床的形成过程和分类 .....	171
8.3.3 伟晶岩矿床主要类型实例 .....	171
8.4 气液矿床 .....	172
8.4.1 气液成矿作用 .....	172
8.4.2 矽卡岩矿床 .....	175
8.4.3 热液矿床 .....	181
8.4.4 气液矿床的开采特点 .....	188
8.5 火山成因矿床 .....	189



8.5.1	火山成因矿床的分类和各类主要特征 .....	189
8.5.2	火山成因矿床的主要类型及其实例 .....	190
8.5.3	火山成因矿床的共同特征及其对开采的影响 .....	196
	思考题与习题 .....	198
<b>9</b>	<b>外生矿床 .....</b>	<b>200</b>
9.1	概述 .....	200
9.1.1	成矿物质的来源 .....	200
9.1.2	外生矿床的成矿作用 .....	200
9.1.3	外生矿床的成因分类 .....	202
9.2	风化矿床 .....	202
9.2.1	风化矿床的主要类型及某些实例 .....	202
9.2.2	硫化物矿床的次生变化 .....	204
9.2.3	风化矿床的共同特征及其对开采的影响 .....	206
9.3	沉积矿床 .....	206
9.3.1	机械沉积矿床 (沉积砂矿) .....	207
9.3.2	真溶液沉积矿床 (盐类矿床) .....	208
9.3.3	胶体化学沉积矿床 .....	209
9.3.4	生物化学沉积矿床 (以磷块岩矿床为例) .....	216
9.3.5	沉积矿床的共同特征及其对开采的影响 .....	217
	思考题与习题 .....	218
<b>10</b>	<b>变质矿床 .....</b>	<b>219</b>
10.1	概述 .....	219
10.1.1	变质成矿作用 .....	219
10.1.2	变质矿床的成因分类 .....	220
10.2	区域变质矿床的成矿条件和成矿过程 .....	220
10.2.1	区域变质矿床成矿条件 .....	220
10.2.2	含矿原岩的变化 .....	221
10.2.3	变质热液的产生及其成矿作用 .....	221
10.2.4	混合岩化中富矿体的形成 .....	222
10.3	受变质矿床 .....	222
10.3.1	受变质矿床的特征及实例 .....	222
10.3.2	沉积受变质铁矿的开采特点 .....	225
	思考题与习题 .....	225
	<b>第Ⅱ篇参考文献 .....</b>	<b>227</b>



## 第Ⅲ篇 矿床水文地质与工程地质

<b>11 地下水基本知识</b> .....	229
11.1 地下水的赋存状态 .....	229
11.1.1 地下水的赋存空间 .....	229
11.1.2 水在岩土中存在的形式 .....	231
11.1.3 岩土的水理性质 .....	232
11.2 地下水的物理性质和化学性质 .....	233
11.2.1 地下水的物理性质 .....	233
11.2.2 地下水的化学成分 .....	234
11.2.3 地下水的化学性质 .....	236
11.2.4 地下水化学成分表示法及其评价 .....	238
11.3 含水层与隔水层 .....	240
11.3.1 含水层 .....	240
11.3.2 隔水层 .....	242
11.4 地下水的分类及各类地下水的特征 .....	242
11.4.1 按埋藏条件分类的各类地下水特征 .....	243
11.4.2 按含水层空隙性质分类的各类地下水特征 .....	249
11.5 矿区(矿床)水文地质图 .....	251
11.5.1 矿区(矿床)水文地质图的概念 .....	251
11.5.2 矿区(矿床)水文地质图的阅读 .....	252
思考题与习题 .....	254
<b>12 地下水涌水量预测和防治</b> .....	256
12.1 地下水运动的基本规律 .....	256
12.1.1 地下水运动状态 .....	256
12.1.2 渗流基本定律 .....	257
12.1.3 地下水向井运动的基本规律 .....	258
12.1.4 水文地质参数的确定 .....	260
12.2 矿坑涌水量的预测方法简介 .....	260
12.2.1 坑道系统的水动力学法(大井法) .....	261
12.2.2 水均衡法 .....	262
12.2.3 水文地质比拟法 .....	264
12.3 矿坑涌水量的测量方法 .....	265
12.3.1 根据水沟水流速度测量涌水量 .....	265
12.3.2 根据水沟安设堰板测量涌水量 .....	265
12.3.3 根据储水池内水位上升量测量涌水量 .....	266