



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

采矿工程概论

主编 黄志安 张英华



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

采矿业概论

主 编 黄志安 张英华
副主编 高玉坤 王 辉



GD 01787612

北 京

冶金工业出版社

2014

内 容 提 要

本书系统介绍了矿产资源开发概况及基本概念、矿山地质、矿床地下开采、矿床露天开采、特殊采矿法、矿山环境保护、矿业法律法规和矿业经济等知识,并在涉及矿山安全方面有所侧重,目的是使学生掌握煤和非煤矿山开采的基本概念与专业术语,熟悉矿床开采步骤和开采工艺,并进一步了解国内外地下开采的技术和设备发展现状。

本书为高等院校安全工程、矿物加工工程、矿山机电、冶金技术等非采矿工程专业本科生教学用书和矿山企业在职人员培训教材,也可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

采矿工程概论/黄志安,张英华主编. —北京:冶金工业出版社,2014.10

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6748-7

I. ①采… II. ①黄… ②张… III. ①矿山开采—高等学校—教材 IV. ①TD8

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第232468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 电子信箱 yjchs@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 禹 蕊 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6748-7

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

2014年10月第1版,2014年10月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;17.75印张;426千字;266页

39.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 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

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

矿产资源是人类生产生活的重要原料，任何国家的经济发展都高度依赖矿产资源，正处于工业化快速发展时期的中国对矿产资源的依赖更为突出。可以预见，在未来相当长的一个时期，矿产资源仍是我国国民经济持续发展的重要依存条件。但矿产资源的不可再生性、储量耗竭性和供给稀缺性与人类对矿产资源需求的无限性形成一对尖锐的矛盾，从而造成矿产品价格持续攀升，越来越多的国有、个体、合资企业纷纷涉足矿产资源开发领域，促进了矿产资源开发行业的大发展。

编者在参考国内外采矿文献的基础上，结合自己的教学和科研成果，编写了本书，以期能够为实现我国矿产资源合法化、合理化、可持续化开发做出应有的贡献。本书的编写和出版得到了“十二五”期间高等学校本科教学质量与教学改革工程建设项目和北京科技大学教材建设经费的资助。

本书内容包括煤矿和金属矿两大部分，以金属矿为主，煤矿为辅，其中金属矿部分还增加了饰面石材开采、矿山安全与环境保护、矿业法律法规和矿业经济等知识。全书内容丰富、结构完整、重点突出，具有一定的深度和广度，便于读者全面学习采矿基本知识。书中煤和非煤矿山开采涉及的相同知识尽量不重复，其中金属矿与煤矿相同的通风知识见煤矿部分第5章，煤矿露天开采和金属矿露天开采类似，不再单列，统一见金属矿部分第13和14章。

本书由黄志安、张英华担任主编，高玉坤、王辉担任副主编，具体分工如下：张英华编写第1~5章，王辉编写第6、7章，高玉坤编写第8、9章，刘晓明编写第10、11章，王昕彤编写第12章，黄志安编写第13~17章，赵博川编写第18章，梁广妍编写第19章。

由于编者水平所限，书中不足之处，恳请读者批评指正。

作 者

2014年7月

目 录

第 I 篇 煤矿开采

1 煤矿地质知识及煤矿地质图	1
1.1 地质作用、地壳的物质组成及地史的概念	1
1.1.1 地质作用	1
1.1.2 地壳的物质组成	2
1.1.3 地史的概念	2
1.2 煤的形成及煤系	3
1.2.1 成煤条件	4
1.2.2 煤的形成过程	4
1.2.3 煤系的概念	5
1.3 煤的性质及工业分类	5
1.3.1 煤的性质	5
1.3.2 煤的工业分类	6
1.4 煤层的埋藏特征	6
1.4.1 煤层赋存状态	6
1.4.2 煤层顶底板岩石	7
1.4.3 地质构造对煤层的影响	7
1.4.4 影响开采工作的其他因素	8
1.5 煤田地质勘探及矿井储量	9
1.5.1 煤田地质勘探的任务	9
1.5.2 煤田地质勘探工作的阶段划分	9
1.5.3 矿井储量	10
1.6 煤矿地质图	10
1.6.1 地质图件绘制的特点	10
1.6.2 地形图	11
1.6.3 煤层等高线图	14
1.6.4 煤矿常用的其他地质图件	15
本章小结	16
思考题	16

2 井田开拓的基本问题	18
2.1 煤田划分为井田.....	18
2.1.1 划分的原则.....	18
2.1.2 井田境界的划分方法.....	19
2.2 矿井生产能力和服务年限.....	21
2.2.1 矿井生产能力.....	21
2.2.2 矿井服务年限.....	21
2.3 井田再划分.....	22
2.3.1 井田划分为阶段.....	22
2.3.2 井田划分为盘区.....	23
2.3.3 井田分区域划分.....	24
2.3.4 阶段内再划分.....	25
2.4 井田内的开采顺序.....	27
2.4.1 煤层沿倾斜的开采顺序.....	28
2.4.2 煤层沿走向的开采顺序.....	28
2.4.3 连续式开采的概念.....	28
2.5 巷道分类.....	29
2.5.1 垂直巷道.....	29
2.5.2 水平巷道.....	29
2.5.3 倾斜巷道.....	30
2.6 开拓方式的概念及分类.....	30
2.6.1 井田开拓方式分类.....	30
2.6.2 确定井田开拓方式的原则.....	31
2.7 井田开拓方式.....	32
2.7.1 斜井开拓.....	32
2.7.2 立井开拓.....	36
2.7.3 平硐开拓.....	37
2.7.4 综合开拓.....	39
本章小结.....	42
思考题.....	42
3 井田开拓中的几个主要问题	43
3.1 井筒位置及数目的确定.....	43
3.1.1 地面因素.....	43
3.1.2 地下因素.....	43
3.1.3 技术经济因素.....	44
3.2 开采水平的确定.....	45
3.2.1 采区下山开采.....	45

3.2.2 开采水平的确定	46
3.3 阶段大巷布置	47
3.3.1 阶段运输大巷的运输方式	47
3.3.2 阶段运输大巷的布置方式	48
3.3.3 阶段运输大巷的位置	49
3.3.4 阶段回风大巷布置	50
3.4 井底车场	50
3.4.1 井底车场的形式和特点	51
3.4.2 井底车场形式的选择	52
3.5 矿井开拓延深	53
3.5.1 矿井延深的原则	53
3.5.2 矿井延深方案的选择	53
本章小结	54
思考题	55
4 采煤方法	56
4.1 基本概念	56
4.1.1 采场和采煤工作面	56
4.1.2 采煤工作	56
4.1.3 采煤工艺	56
4.1.4 采煤系统	56
4.1.5 采煤方法	56
4.2 采煤方法分类	57
4.2.1 壁式体系采煤方法	57
4.2.2 柱式体系采煤方法	59
4.3 爆破采煤工艺	60
4.3.1 爆破落煤	60
4.3.2 装煤与运煤	61
4.3.3 工作面支护和采空区处理	62
4.4 普通机械化采煤工艺	63
4.4.1 普采面单滚筒采煤机割煤方式	63
4.4.2 普采面单体支架	64
4.5 综合机械化采煤工艺	66
4.5.1 综采面双滚筒采煤机割煤方式	66
4.5.2 综采面液压支架的移架方式	66
4.5.3 综采面工序配合方式	67
4.6 放顶煤采煤法	67
4.6.1 放顶煤采煤法的分类	67
4.6.2 放顶煤工艺	68

4.6.3 放顶煤采煤法的优点、适用条件及应注意的问题	69
4.7 采煤方法的选择	69
4.7.1 采煤方法选择的原则	69
4.7.2 影响采煤方法选择的因素	70
4.7.3 采煤方法发展方向	71
本章小结	73
思考题	73
5 矿井通风	74
5.1 矿井通风的任务与矿井空气	74
5.1.1 矿井通风的基本任务	74
5.1.2 矿井空气	74
5.2 矿井通风压力和通风阻力	75
5.2.1 空气压力	75
5.2.2 井巷通风阻力	75
5.2.3 降低通风阻力的措施	76
5.3 矿井通风动力	76
5.3.1 自然通风	76
5.3.2 机械通风	76
5.4 矿井通风系统	78
5.4.1 矿井主要通风机的工作方式	78
5.4.2 矿井通风方式	79
5.4.3 矿井反风	81
5.4.4 矿井配风原则、方法和依据	81
5.5 矿井总风量的计算	82
5.5.1 生产矿井总进风量的计算	82
5.5.2 新设计矿井风量的计算	82
5.6 采区通风系统	82
5.6.1 采区通风	82
5.6.2 采煤工作面通风	83
5.7 掘进通风方法	84
5.8 矿井通风构筑物	85
5.8.1 风门	85
5.8.2 风墙	86
5.8.3 风桥	86
5.8.4 井口封闭装置	86
本章小结	87
思考题	87

第Ⅱ篇 金属矿开采

6 矿产资源开发	89
6.1 矿产资源定义与分类	89
6.1.1 矿产资源定义	89
6.1.2 矿产资源分类	90
6.2 固态矿床力学及工业性质	91
6.2.1 矿岩力学性质	91
6.2.2 埋藏要素	92
6.3 矿山生产能力、矿石损失率与贫化率	94
6.3.1 矿山生产能力及矿山服务年限	94
6.3.2 矿石损失率	94
6.3.3 矿石贫化率	94
6.4 矿产资源储量及矿床工业指标	94
6.4.1 矿产资源储量	94
6.4.2 矿床工业指标	95
6.5 中国矿产资源概况	97
6.5.1 中国矿产资源特点	97
6.5.2 中国金属矿山面临的形势和未来发展趋势	98
本章小结	100
思考题	100
7 地质、成矿作用与地质构造	101
7.1 地质作用	101
7.1.1 内动力地质作用	101
7.1.2 外动力地质作用	101
7.2 成矿作用	102
7.2.1 内生成矿作用	102
7.2.2 外生成矿作用	102
7.2.3 变质成矿作用	102
7.3 地质构造	102
7.3.1 褶皱构造	103
7.3.2 断裂构造	103
7.3.3 岩层产状	103
7.4 矿山工程地质工作	104
7.4.1 找矿	104
7.4.2 矿床勘探	104

7.4.3	生产勘探和地质管理	105
7.4.4	地质调查	106
7.4.5	地质灾害调查	107
	本章小结	109
	思考题	109
8	凿岩爆破	110
8.1	凿岩	110
8.1.1	凿岩机械	110
8.1.2	凿岩方式	110
8.2	爆破	111
8.2.1	炸药爆炸的基本理论	111
8.2.2	炸药的爆炸性能	113
8.2.3	工业炸药	114
8.2.4	起爆器材	119
8.2.5	起爆方法	123
8.2.6	装药工艺	124
8.2.7	爆破方法与爆破设计	125
8.2.8	矿山控制爆破	127
	本章小结	130
	思考题	130
9	井巷掘进	131
9.1	水平巷道掘进	131
9.1.1	凿岩爆破	132
9.1.2	工作面通风	133
9.1.3	岩石装运	134
9.1.4	巷道支护	135
9.1.5	岩巷掘进机	135
9.2	竖井掘进	136
9.2.1	竖井井筒结构	136
9.2.2	竖井井筒装备	137
9.2.3	竖井表土施工	137
9.2.4	竖井基岩施工	138
9.3	斜井掘进	139
9.3.1	一般概念	139
9.3.2	斜井掘进	140
9.4	天井掘进	141
9.4.1	普通掘进法	141

9.4.2 吊罐掘进法	141
9.4.3 爬罐掘进法	142
9.4.4 深孔爆破成井法	142
9.4.5 牙轮钻机钻进法	143
本章小结	143
思考题	143
10 矿床开拓	145
10.1 开采单元划分及开采顺序	145
10.1.1 开采单元划分	145
10.1.2 开采顺序	146
10.2 开采步骤和三级储量	147
10.2.1 开采步骤	147
10.2.2 三级储量	148
10.2.3 开采步骤间的关系	148
10.3 开拓方法	148
10.3.1 单一开拓方法	148
10.3.2 主要开拓巷道类型比较	149
10.3.3 联合开拓法	150
10.3.4 主要开拓巷道位置的确定	151
10.4 井底车场	152
10.4.1 竖井井底车场	152
10.4.2 斜井井底车场	153
本章小结	153
思考题	154
11 矿山主要生产系统	155
11.1 提升与运输	155
11.1.1 矿井提升	155
11.1.2 矿山运输	156
11.2 通风	157
11.2.1 有关规定	157
11.2.2 矿井通风系统	158
11.2.3 矿井通风方法	158
11.2.4 矿井降温与防冻	159
11.3 排水	159
11.3.1 排水方式及系统	160
11.3.2 排泥	161
11.4 压气供应	161

11.5 充填	162
11.5.1 充填工艺	162
11.5.2 充填材料	162
11.5.3 基本参数	163
11.5.4 充填料浆制备与输送系统	165
11.5.5 工作面充填工艺	166
本章小结	167
思考题	167
12 采矿方法	168
12.1 概述	168
12.1.1 采矿方法分类及其特征	168
12.1.2 影响采矿方法选择的主要因素	168
12.2 空场采矿法	169
12.2.1 房柱法	169
12.2.2 留矿法	170
12.2.3 分段凿岩阶段矿房法	170
12.2.4 阶段凿岩阶段矿房法	171
12.3 充填采矿法	172
12.3.1 上向分层(或进路)充填法	173
12.3.2 下向进路充填法	173
12.3.3 嗣后充填采矿法	174
12.3.4 充填采矿法矿柱回采	175
12.4 崩落采矿法	175
12.4.1 有底柱分段崩落法	175
12.4.2 无底柱分段崩落法	175
12.4.3 自然崩落法	176
本章小结	176
思考题	176
13 固体矿床露天开采基本概念	177
13.1 概述	177
13.2 常用名词术语	178
13.3 露天开采的一般程序	180
13.4 露天矿床开拓	180
13.4.1 公路运输开拓	180
13.4.2 铁路运输开拓	181
13.4.3 联合开拓	182
13.4.4 露天开采境界确定	183

本章小结	187
思考题	187
14 露天矿生产工艺过程	188
14.1 穿孔爆破	188
14.1.1 穿孔工作	188
14.1.2 爆破工作	190
14.2 采装	191
14.2.1 单斗挖掘机	192
14.2.2 大型轮式装载机和轮斗式挖掘机	194
14.2.3 采掘工作面参数	194
14.3 运输	196
14.3.1 自卸汽车运输	196
14.3.2 铁路运输	197
14.3.3 胶带运输机运输	198
14.4 排土	198
14.4.1 排土场位置选择	198
14.4.2 排土工艺	199
14.5 排水	200
14.5.1 自流排水	200
14.5.2 机械排水	200
本章小结	201
思考题	202
15 饰面石材开采	203
15.1 开采基本特点及矿床评价	203
15.2 矿床开拓	204
15.2.1 石材矿山采石程序特点	204
15.2.2 开拓方法	205
15.3 开采方法	205
15.3.1 采石工艺	205
15.3.2 采石方法	206
本章小结	207
思考题	207
16 特殊采矿法	208
16.1 溶浸采矿	208
16.1.1 地表堆浸法	208
16.1.2 原地浸出法	209

16.1.3 细菌化学采矿法	210
16.2 海洋采矿	211
16.2.1 浅海底资源开采	211
16.2.2 深海底资源开采	213
本章小结	217
思考题	217
17 矿山安全与环境保护	218
17.1 矿山安全技术	218
17.1.1 防灾变设施与措施	218
17.1.2 滑坡与泥石流防治	220
17.1.3 尾矿库病害防治	222
17.1.4 采空区处理	222
17.2 矿山环境保护	224
17.2.1 矿尘危害及其治理	224
17.2.2 废气危害及其治理	225
17.2.3 污水处理	226
17.2.4 固体废料的综合利用	228
17.2.5 环境再造	230
本章小结	230
思考题	231
18 矿业法律法规	232
18.1 矿产资源所有权	232
18.1.1 矿产资源所有权法律特征	232
18.1.2 矿产资源所有权的内容	233
18.1.3 矿产资源所有权的取得、实现与终止	233
18.1.4 矿产资源所有权的保护	234
18.2 矿业权	235
18.2.1 矿业权基本概念	235
18.2.2 探矿权	236
18.2.3 采矿权	237
18.3 办矿审批与关闭	238
18.3.1 办矿审批	238
18.3.2 关闭矿山	239
18.4 税费管理	240
18.4.1 资源税	240
18.4.2 资源补偿费	241
本章小结	242

思考题	242
19 矿业经济	243
19.1 矿产资源与矿业	243
19.1.1 矿产资源	243
19.1.2 矿业	246
19.2 矿业经济学的起源与发展	246
19.3 矿业经济学的概念及内容	247
19.3.1 矿业经济的概念及内容	247
19.3.2 经济学中几个基本的概念	248
19.3.3 经济学的基本原理	249
19.4 矿山企业的特点	251
19.4.1 矿产资源的有限性和不可再生性	252
19.4.2 矿产资源分布的不均衡性	252
19.4.3 矿业投资的高风险性	253
19.4.4 矿山企业经济效益的递减性	253
19.4.5 矿业基建投资的持续性	254
19.4.6 矿山作业场所的移动性带来的开采条件复杂性	254
19.4.7 矿业工作和生活环境的艰苦性	255
19.4.8 矿山生态环境的广泛破坏性	255
19.4.9 矿山企业生产投入原料的特殊性	255
19.4.10 矿业效益的后续性	255
19.5 研究矿业经济的意义	256
19.5.1 矿业在未来的重要地位	256
19.5.2 矿业经济研究的意义	258
19.6 矿业经济的研究方法	259
19.6.1 局部均衡和一般均衡的方法	260
19.6.2 静态分析、比较静态分析和动态分析	260
19.6.3 边际分析	260
本章小结	261
思考题	261
参考文献	262
索引	264

煤矿开采

1 煤矿地质知识及煤矿地质图

埋藏在地下的煤和其他矿产资源，都是地壳物质运动和各种地质作用的产物。因此，了解地壳物质运动的规律，认识煤炭资源的形成与各种地质作用的关系，掌握煤层的性质及其埋藏特征，是从事采矿工作应具备的基本知识。地质图件是煤田地质勘探工作的主要成果，是煤矿开采设计和生产建设的主要依据，还是矿井安全生产和有效地进行技术管理不可缺少的基础资料。因此，正确地认识和运用地质图件，也是采矿工作者必须具备的基本知识。

本章主要介绍了地质作用、地壳的组成及地史，煤的形成和性质，煤层的埋藏特征以及矿井储量，地质图件的绘制特点，地形图、煤层等高线图及其他地质图件等。

1.1 地质作用、地壳的物质组成及地史的概念

地球是一个巨大的旋转椭球体，处在不断的运动和变化之中。地壳的表面形态、内部结构及物质组成都在不停地发生着变化。地壳是各种矿产资源形成和赋存的地方，矿产资源的形成和赋存与地壳的物质运动及演化有密切关系。同时，地球表面生物的生产、发育及死亡的整个过程也不断地改变着地球表面各种元素和矿物的分布，使某些元素离散或集中形成有价值的矿产。这一切都是地壳物质在地质作用下运动和演变的结果。因此，研究地壳的物质组成以及在地质作用下的地壳物质运动，是掌握矿床形成和埋藏规律的基础。

1.1.1 地质作用

在漫长的地质年代中，由自然动力引起地壳物质组成、内部构造和地表形态变化与发展的作用称为地质作用。地质作用按进行的场所及能源的不同，可分为内力地质作用和外力地质作用。

(1) 内力地质作用。由地球内部能量引起的地壳物质成分、内部构造和地表形态发生变化的地质作用，包括地壳运动、岩浆活动、变质作用和地震作用等。

(2) 外力地质作用。它作用在地壳表层，主要是由地球以外的太阳辐射能、日月引力能等引起。按其作用方式可分为：风化和剥蚀、搬运和沉积、固结成岩。

1.1.2 地壳的物质组成

地壳由岩石组成, 岩石则是由一些幼小的矿物颗粒组成。组成地壳的岩石种类繁多, 按生成原因可以将其划为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类别。

(1) 岩浆岩。岩浆岩是由岩浆凝结形成的岩石, 约占地壳总体积的 65%。岩浆是在地壳深处或上地幔产生的高温炽热、黏稠、含有挥发分的硅酸盐熔融体, 是形成各种岩浆岩和岩浆矿床的母体。

(2) 沉积岩。沉积岩又称为水成岩, 是组成地球岩石圈的三种主要岩石之一 (另外两种是岩浆岩和变质岩)。它是在地表不太深的地方, 将其他岩石的风化产物和一些火山喷发物, 经过水流或冰川的搬运、沉积、成岩作用形成的岩石。在地球表面, 有 70% 的岩石是沉积岩, 但如果从地球表面到 16km 深的整个岩石圈算, 沉积岩只占 5%。沉积岩主要有石灰岩、砂岩、页岩等。沉积岩中所含有的矿产, 占世界全部矿产蕴藏量的 80%。

(3) 变质岩。变质岩是指受到地球内部力量 (温度、压力、应力的变化、化学成分等) 改造而成的新型岩石。固态的岩石在地球内部的压力和温度作用下, 会发生物质成分的迁移和重结晶, 形成新的矿物组合, 如普通石灰石由于重结晶变成大理石。

1.1.3 地史的概念

地壳的发展历史简称地史。通常根据地壳运动及古生物的发展, 将地壳发展历史的主要阶段及其顺序, 从古到今划分为太古代 (一般指距今 46 亿年前地球形成到 25 亿年)、元古代 (一般指距今 24 亿~5.7 亿年前)、古生代 (5.7 亿~2.5 亿年)、中生代 (2.5 亿~0.65 亿年) 和新生代 (0.65 亿年~今天) 五个大的时期。

地质历史上“宙-代-纪-世”的划分就像现今“年-月-日”一样。年表中最大的时间单位是宙, 宙下是代, 代下分纪, 纪下分世。必须说明的是, 年表虽有时间的概念, 但事实上年表的时间单位是完全人为划分的, 和日历中的年月日不同, 它不能使人了解每个宙、代、纪或世经历的准确时间。表 1-1 为目前常用的地质年代表。

表 1-1 地质年代表

宙	代	纪	世	代号	距今时间 /百万年	主要生物进化				
						动物		植物		
显生宙	新生代 Kz	第四纪	全新世	Q	1	人类出现		现代植物时代		
			更新世		2.5					
		新近纪	上新世	N	5	哺乳动物时代	古猿出现	被子植物时代	草原面积扩大	
			中新世		24					
		古近纪	渐新世	E	37		灵长类出现			被子植物繁殖
			始新世		58					
	古新世	65								
	中生代 Mz	白垩纪		K		爬行动物时代	鸟类出现 恐龙繁殖 恐龙、哺乳类出现	裸子植物时代	被子植物出现 裸子植物繁殖	
			侏罗纪	J	137					
			三叠纪	T	203					