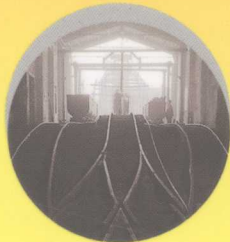


CAIKUANG GAILUN

采矿概论

张钦礼 王新民 邓义芳 编著



化学工业出版社

图中国本图第CIP(2007) 号 178002

张钦礼、王新民、邓义芳、编著

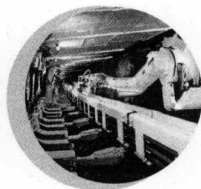
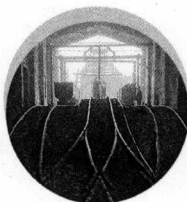
CAIKUANG GAILUN

ITD8

图中国本图第CIP(2007) 号 178002

采矿概论

张钦礼 王新民 邓义芳 编著



张钦礼、王新民、邓义芳、编著

张钦礼、王新民、邓义芳、编著

图中国本图第CIP(2007) 号 178002

图中国本图第CIP(2007) 号 178002

图中国本图第CIP(2007) 号 178002

图中国本图第CIP(2007) 号 178002

图中国本图第CIP(2007) 号 178002



化学工业出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

采矿概论/张钦礼, 王新民, 邓义芳编著. —北京: 化学工业出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-122-01497-9

I. 采… II. ①张…②王…③邓… III. 矿山开采-概论
IV. TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 178005 号



张钦礼 王新民 邓义芳 编著



责任编辑: 丁尚林
责任校对: 郑捷

文字编辑: 颜克俭
装帧设计: 韩飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印刷: 北京云浩印刷有限责任公司
装订: 三河市前程装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 10 $\frac{1}{4}$ 字数 265 千字
2008 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

矿产资源是国民经济重要的原材料之一，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，矿产资源仍将是我国国民经济持续发展的重要条件之一。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。矿业大发展对采矿专业技术人员的需求越来越大，仅靠有限的几十所高校培养采矿专业人才已远远不能满足社会的需要，必须加大在职人员的专业培训。为满足社会对矿产资源开发技术越来越迫切的需求和在职人员采矿技术培训的需要，作者在参考国内外采矿技术研究成果、总结国内外采矿经验的基础上，结合自己的教学和科研成果，编写了本书，以期能够实现我国矿产资源正规化、合理化、可持续化开发做出应有的贡献。

全书共分6篇,第1篇介绍矿产资源开发概况及基本概念,含第1~2章;第2篇介绍矿山地质,含第3~4章;第3篇介绍固体非煤矿床地下开采技术,含第5~9章;第4篇介绍固体非煤矿床露天开采技术,含第10~13章;第5篇介绍特殊采矿方法和矿山安全与环境保护知识,含第14~15章;第6篇介绍有关的矿山法律法规,含第16章。

本书可以作为普通高校采矿专业新生专业概况教育教材、非采矿专业矿业学科的选修课教材、国情教育教材和矿山企业在职人员培训教材,也可供其他有关人员参考。

由于编写时间仓促,加之作者水平有限,书中难免会有疏漏和不足之处,恳请同行及读者批评指正。

编著者

2008年1月于中南大学

新书推荐

《矿井通风及其系统稳定性》

王从陆 吴超 著

ISBN 978-7-122-00962-3, 2007年9月出版, 大32开, 精装, 412页, 定价32元

本书是作者多年研究工作成果总结, 从传统金属矿地下开采八大系统之一的通风系统出发, 主要介绍了金属矿矿井通风的基本理论, 通风网络分析技术, 特别是非灾变时期影响通风系统稳定的因素及其影响程度, 以及通风系统稳定控制理论与技术。

我国对金属矿井非灾变时期矿井通风系统稳定性的专门研究不多, 这本书正好填补了这方面的出版空白, 对矿井通风研究人员及生产技术人员是一本很好的参考书。

本书作者是中南大学资深教授, 在矿井通风方面做了多年的研究工作, 并已获省部级教学与科研奖励和发明专利20余项。

化学工业出版社是中央优良出版社, 出版面向大科技, 其中金属编辑部出版的专业包括: 地矿、冶金、金属工艺、表面技术等。具体详情可查看我社网址: www.cip.com.cn。

如您有写作意向, 欢迎与本编辑部联系: 丁尚林, 010-64519279, dsl@cip.com.cn。

目 录

绪论	1
第 1 篇 矿产资源开发概况及基本概念	6
第 1 章 矿产资源开发基本概念	6
1.1 矿产资源定义与分类	6
1.1.1 定义	6
1.1.2 分类	7
1.2 矿产资源基本特征	9
1.3 固体矿床工业性质	11
1.3.1 物化、力学性质	11
1.3.2 埋藏要素	13
1.4 矿产资源储量及矿床工业指标	15
1.4.1 资源储量	15
1.4.2 矿床工业指标	17
1.5 矿山生产能力、矿石损失率与贫化率	19
第 2 章 中国矿产资源概况	21
2.1 金属矿产资源	21
2.1.1 黑色金属	21
2.1.2 有色金属	23
2.1.3 其他金属	27
2.2 非金属矿产资源	30
2.3 能源类矿产资源	35
2.4 中国矿产资源特点	36

2.5 中国金属矿山面临的形势和未来发展形势	38
第2篇 矿山地质	40
第3章 地质作用与地质构造	40
3.1 地质作用	40
3.2 地质构造	41
3.3 成矿作用	44
第4章 矿山工程地质工作	46
4.1 找矿	46
4.2 矿床勘探	47
4.2.1 矿床勘探与勘察基本概念	47
4.2.2 矿床勘探技术	48
4.3 生产勘探和地质管理	49
4.3.1 生产勘探	49
4.3.2 地质管理	50
4.4 地质调查	51
4.4.1 水文地质调查	51
4.4.2 地质灾害调查	52
第3篇 固体矿床地下开采	56
第5章 凿岩爆破	56
5.1 凿岩	56
5.1.1 凿岩机械	56
5.1.2 凿岩方式	59
5.2 爆破	61
5.2.1 炸药爆炸的基本理论	61
5.2.2 炸药的爆炸性能	65
5.2.3 工业炸药	67
5.2.4 起爆器材与起爆方法	75
5.2.5 矿岩的爆破破碎机理	94
5.2.6 爆破方法与爆破设计	98
5.2.7 矿山控制爆破	103

第 6 章 井巷掘进	108
6.1 水平巷道掘进	108
6.1.1 凿岩爆破	110
6.1.2 工作面通风	114
6.1.3 岩石装运	116
6.1.4 巷道支护	117
6.1.5 岩巷掘进机	120
6.2 竖井掘进	121
6.2.1 竖井井筒结构	121
6.2.2 竖井井筒装备	122
6.2.3 井筒表土施工	123
6.2.4 井筒基岩施工	125
6.3 斜井掘进	130
6.3.1 一般概念	130
6.3.2 斜井掘进	131
6.4 天井掘进	132
第 7 章 矿床开拓	135
7.1 开采单元划分及开采顺序	135
7.1.1 开采单元划分	135
7.1.2 开采顺序	137
7.2 开采步骤和三级矿量	138
7.2.1 开采步骤	138
7.2.2 三级矿量	139
7.2.3 开采步骤间的关系	140
7.3 开拓方法	140
7.3.1 单一开拓方法	141
7.3.2 主要开拓巷道类型比较	144
7.3.3 联合开拓法	145
7.3.4 主要开拓巷道位置的确定	146
7.4 井底车场	148

7.4.1	竖井井底车场	148
7.4.2	斜井井底车场	150
第8章 矿山主要生产系统		153
8.1	提升与运输	153
8.1.1	矿井提升	153
8.1.2	矿山运输	156
8.2	通风	159
8.2.1	有关规定	159
8.2.2	矿井通风系统	161
8.2.3	矿井通风方法	165
8.2.4	矿井降温与防冻	167
8.3	排水	169
8.3.1	排水方式及系统	169
8.3.2	排泥	172
8.4	压气供应	173
8.5	充填	174
8.5.1	充填工艺	174
8.5.2	充填材料	175
8.5.3	基本参数	178
8.5.4	充填料浆制备与输送系统	181
8.5.5	工作面充填工艺	183
第9章 采矿方法		185
9.1	概述	185
9.1.1	采矿方法分类及其特征	185
9.1.2	影响采矿方法选择的主要因素	186
9.2	空场采矿法	187
9.2.1	房柱法	188
9.2.2	留矿法	191
9.2.3	分段凿岩阶段矿房法	195
9.2.4	阶段凿岩阶段矿房法	197

9.3 充填采矿法	199
9.3.1 上向分层(或进路)充填法	200
9.3.2 下向进路充填法	205
9.3.3 嗣后充填采矿法	207
9.3.4 充填采矿法矿柱回采	209
9.4 崩落采矿法	210
9.4.1 有底柱分段崩落法	210
9.4.2 无底柱分段崩落法	214
9.4.3 自然崩落法	216
第4篇 固体矿床露天开采	217
第10章 露天开采基本概念	217
10.1 概述	217
10.2 常用名词术语	219
10.3 露天开采的一般程序	222
第11章 露天矿床开拓	224
11.1 公路运输开拓	224
11.2 铁路运输开拓	226
11.3 联合运输开拓	227
11.4 露天开采境界确定	230
11.4.1 露天开采境界确定原则	230
11.4.2 露天开采境界确定方法	232
第12章 露天矿生产工艺过程	236
12.1 穿孔爆破	236
12.1.1 穿孔工作	236
12.1.2 爆破工作	240
12.2 采装	243
12.2.1 单斗挖掘机采装	243
12.2.2 大型轮式装载机和轮斗式挖掘机	246
12.2.3 采掘工作面参数	247
12.3 运输	249

12.3.1	自卸汽车运输	250
12.3.2	铁路运输	253
12.3.3	胶带运输机运输	253
12.4	排土	254
12.4.1	排土场位置选择	254
12.4.2	排土工艺	255
12.5	排水	256
第13章	饰面石材开采	260
13.1	饰面开采基本特点及矿床评价	260
13.2	矿床开拓	262
13.2.1	石材矿山采石程序特点	262
13.2.2	开拓方法	263
13.3	采石方法	264
13.3.1	采石工艺	264
13.3.2	采石方法	265
第5篇	特殊采矿法及环境保护	268
第14章	特殊采矿法	268
14.1	溶浸采矿	268
14.1.1	地表堆浸法	269
14.1.2	原地浸出法	271
14.1.3	细菌化学采矿法	272
14.2	海洋采矿	273
14.2.1	浅海底资源开采	274
14.2.2	深海资源开采	277
第15章	矿山安全与环境保护	284
15.1	矿山安全技术	284
15.1.1	灾变设施与措施	284
15.1.2	滑坡与泥石流防治	287
15.1.3	尾矿库病害防治	290
15.1.4	采空区处理	291

15.2 矿山环境保护	294
15.2.1 矿尘危害及其治理	295
15.2.2 废气危害及其治理	296
15.2.3 污水处理	297
15.2.4 固体废料的综合利用	300
15.2.5 环境再造	304
第6篇 矿业法律法规	306
第16章 矿业法律法规	306
16.1 矿产资源所有权	306
16.1.1 矿产资源所有权法律特征	307
16.1.2 矿产资源所有权的内容	307
16.1.3 矿产资源所有权的取得、实现与中止	309
16.1.4 矿产资源所有权的保护	310
16.2 矿业权	311
16.2.1 矿业权基本概念	311
16.2.2 探矿权	314
16.2.3 采矿权	315
16.3 办矿审批与关闭	316
16.3.1 办矿审批	316
16.3.2 关闭矿山	318
16.4 税费管理	320
16.4.1 资源税	320
16.4.2 资源补偿费	322
参考文献	324

绪 论

现代文明有三大支柱，即能源、材料和信息，而矿产资源则构成了能源和材料两大支柱的主体。矿产资源的勘探、开发和利用是国民经济重要基础产业之一。据统计，我国 92% 以上的一次能源、80% 的工业原材料、70% 以上的农业生产资料都来自于矿产资源。

我国矿产资源开发工业经过 50 多年的发展，已经形成了较完整的工业体系，奠定了雄厚的物质基础，相关的学科得到很大的发展。我国已成为矿产资源生产和消费主要国家之一，年矿产开采量近 50 亿吨，占世界的 1/10。自 2002 年起，我国十种有色金属产量突破 1000 万吨，成为世界有色金属第一生产大国；主要有色金属的消耗在世界上名列前茅，如 2002 年，中国铜、锌、锡消耗量分别为 268 万吨、168 万吨和 47 万吨，以 18%、19% 和 17% 的占有率居世界第一位；铅金属消耗量 92 万吨，仅次于美国居世界第二位（占世界总消耗量的 13%）；煤炭的储藏量、产量和消费量均位居世界第一位。矿业为我国创造年产值达 3880 亿元，为 1400 多万人提供了就业机会，矿产品出口年创汇 200 亿美元以上。矿产资源还为我国提供和创造出大量延伸、附加的就业机会和社会财富，矿产资源已是我国社会经济发展和居民生存的重要组成部分。

工业化是一个国家、地区经济社会发展水平的综合体现，也是社会文明进步的重要标志。18 世纪末的工业革命使人类开始步入工业文明，也揭开了人类大规模开发、利用矿产资源的新纪元。工业革命以来短短二百年的时间，科学技术的飞速进步、生产力的大

幅提高和人类财富的快速积累，均是以矿产资源的大规模开采和创造性利用为代价的。国民经济的发展和人类生活水平的提高与矿产资源的开发和利用有着密切的正比关系，人均矿产品消耗水平已成为衡量一个国家发达程度及其居民生活水平的重要指标。发达国家经济发展的历程表明，工业化初期一般要消耗大量能源和各种矿物原料。这是由工业化初期阶段对矿产品的大量需求同经济结构的转换有关：一是国民经济由农业为主转向以工业生产为主，即由以农业生产和以农产品原料加工制造为主转向以工业为主和以矿物原料的加工制造为主；二是在工业结构中一般以冶金、采矿等重要工业为主，这些部门都要消耗大量的能源和矿物原料，要求矿业有较快的发展以支持经济的持续增长。

一般而言，矿产资源对经济发展具有重要的推动作用，其消费强度和消费特征取决于一个国家所处的工业化阶段和社会经济发展水平。根据矿产资源消费生命周期理论，在工业化初期（人均 GDP 小于 1000 美元），矿产资源消耗强度快速增长；在工业化全面发展时期（人均 GDP 在 1000~2000 美元），矿产资源的消费强度继续增长，进入矿产资源的高消费阶段；在后工业化时期（人均 GDP 大于 2000 美元），矿产资源消耗强度呈下降趋势。这种由增长到成熟再到衰落的过程形成了矿产资源消费生命周期的倒“U”字形曲线。

根据我国长远发展规划目标，在 21 世纪中叶将达到中等发达国家的水平。根据矿产资源消耗生命周期理论，在未来的 50 年中，我国社会与经济发展对矿产资源的消耗强度将是各个发展时期中最高的，而且在达到消耗强度高峰后，降到较低的水平是一个相对漫长的过程。因此，矿产资源仍然是我国重要的工业原料之一。保证矿产资源的充足供给，在未来相当长的一个时期是国民经济持续发展的重要条件之一。

与其他自然资源不同，矿产资源的生成需要上百万年、千万年

甚至上亿年的时间，相对于短暂的人类历史，矿产资源是不可再生的；换言之，矿产资源不可能无限供应。矿产资源的不可再生性、储量耗竭性、供给稀缺性与人类对矿产资源需求的无限性二者之间的矛盾，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。

(1) 采矿学解决的问题

矿产资源埋藏在地下，要转化为国民经济所需要的原料产品，必须通过一定的技术和手段，将其开发出来。自地表或地壳内开采矿产资源的过程则称为采矿（ore mining），而有关采矿的技术和科学则称为采矿学。采矿一般指金属或非金属矿床的开采，广义的采矿还包括煤和石油的开采及选矿。其实质是一种物料的选择性采集和搬运过程。采矿工业是一种重要的原料采掘工业，如金属矿石是冶金工业的主要原料，非金属矿石是化工原料和建筑材料，煤和石油是重要的能源。多数矿石需经选矿富集，方能作为工业原料。

采矿科学技术的基础是岩石破碎、松散物料运移、流体输送、矿山岩石力学和矿业系统工程等理论。需要运用数学、物理、力学、化学、地质学、系统科学、电子计算机等学科的最新成果。采矿工业在已基本达到的高度机械化基础上，通过改进综采设备的设计、造型、材质、制造工艺、检验方法和维修制度等，将进一步提高其生产能力和设备利用率。同时，矿井在提升、运输、排水、通风、瓦斯监控等许多环节将实现自动化和遥控。地下矿和露天矿都将实现计算机集中管理监控。有的国家已将机器人试用于井下回采工作面，以开采对人员损害较大的矿种。另一方面，随着人类对地下矿的不断开采，开采品位由高到低，造成资源紧缺，被迫使用低品位矿产；因此，选择适当的采矿和选矿方法，进行综合采选、综合利用，提高矿产资源的利用率和回采率，降低矿石的损失率和贫化率就显得非常重要。采矿和选矿过程中生成的有毒气体、废

水、废石和粉尘等物质以及噪声和振动等因素，对环境、土地、大气和水质等造成危害，一直是人们关心的课题。各国的研究人员在研究环保问题时，进一步提出了资源的长期利用问题，特别着眼于废渣、废石、废液的重复使用、破坏后土地复用等。各个国家制定强有力的法律，采取有效措施确保矿山环境。

综上所述，采矿学要解决的问题包括：

- ① 矿石和岩石破碎的理论和方法；
- ② 采矿工艺和设计；
- ③ 为采矿创造基本条件的矿山开拓方法；
- ④ 提升、运输、排水、通风、充填、供（压）风等主要生产工艺和设计方法；
- ⑤ 矿山安全技术；
- ⑥ 矿山环境再造技术；
- ⑦ 其他与采矿有关的理论和技术。

（2）采矿发展简史

中国采矿历史悠久，原始人类已能采集石料、打磨成生产工具、采集陶土供制陶，上述活动就是最早采矿的萌芽。从湖北大冶铜绿山古铜矿遗址出土的文物有用于采掘、装载、提升、排水、照明等的铜、铁、木、竹、石制的多种生产工具及陶器、铜锭、铜兵器等物，证明春秋时期已经使用了立井、斜井、平巷联合开拓，初步形成了地下开采系统。至西汉时期，开采系统已相当完善。此时，在河北、山东、湖北等地的铁、铜、煤、沙金等矿都已开始开采。战国末期，秦国蜀太守李冰在今四川省双流县境内开凿盐井，汲卤煮盐。明代以前主要有铁、铜、锡、铅、银、金、汞、锌的生产。17世纪初，欧洲人将自中国传入的黑火药用于采矿，用凿岩爆破落矿代替人工挖掘，这是采矿技术发展的一个里程碑。19世纪末至20世纪初，人类相继发明了矿用炸药、雷管、导爆索和凿岩设备，形成了近代爆破技术；电动机械铲、电机车和电力提升、