

冶金生产技术丛书

YEJIN SHENGCHAN JISHU CONGSHU

# 采矿知识



冶金工业出版社

冶金生产技术丛书  
采 矿 知 识  
北京钢铁学院采矿系著

•  
冶金工业出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
冶金工业出版社印刷厂印刷

•  
850×1168 1/32 印张 16 5/8 插页 1 字数 420 千字  
1974年10月第一版 1974年10月第一次印刷  
印数 00,001~11,500册  
统一书号: 15062·3125 定价(科二) 1.35 元

## 出 版 说 明

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我们冶金工业战线上的广大职工，继续贯彻执行**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**的总路线，高举“**鞍钢宪法**”的光辉旗帜，坚持独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的方针，抓革命，促生产，夺取革命与生产的新胜利。

为了适应冶金工业发展的需要，根据广大冶金工人学习生产技术知识的迫切要求，我们组织编写了一套《冶金生产技术丛书》，介绍冶金工业采矿、选矿、有色金属冶炼和加工，炼铁、炼钢、轧钢、金属材料等有关生产技术操作和基本知识，供冶金工人阅读，并给从事于冶金工业的干部和技术人员参考。

本书为此套丛书的采矿部分，全书分三篇，第一篇为矿山地质与矿山测量，第二篇为地下开采，第三篇为露天开采。欢迎广大读者对书中的缺点或错误，提出批评和指正。

# 目 录

## 第一篇 矿山地质与矿山测量

<b>第一章 地质概述</b> .....	1
<b>第一节 地质作用</b> .....	1
一、内力地质作用 .....	2
二、外力地质作用 .....	2
<b>第二节 矿物、矿石及矿床</b> .....	3
<b>第三节 矿床及其形成</b> .....	7
一、内生矿床 .....	7
二、外生矿床 (沉积矿床) .....	10
三、变质矿床 .....	11
<b>第四节 地质构造</b> .....	12
一、褶皱 .....	12
二、断裂 .....	14
<b>第五节 地质年代</b> .....	16
<b>第二章 矿床勘探</b> .....	19
<b>第一节 找矿</b> .....	19
一、发动群众报矿 .....	19
二、一般地质方法 .....	19
三、地球物理探矿 .....	20
四、地球化学探矿 .....	21
<b>第二节 矿床勘探</b> .....	23
一、矿床的勘探类型 .....	23
二、勘探手段 .....	24
三、勘探工程的布置 .....	29
四、取样 .....	30
五、编录 .....	33
六、储量计算 .....	35

<b>第三节 矿山地质工作</b>	44
一、生产勘探	44
二、地质管理	47
<b>第四节 金属矿床的工业特性</b>	48
一、矿石和围岩的工业性质	48
二、矿床的埋藏要素及矿体的形状	50
<b>第三章 矿山测量</b>	53
<b>第一节 矿山测量和图的概念</b>	53
一、矿山测量的任务	53
二、确定点的位置	53
三、测量一点平面位置的方法	56
<b>第二节 水准仪和水准测量</b>	56
一、水准仪	56
二、水准测量	60
<b>第三节 经纬仪及其应用</b>	63
一、经纬仪	63
二、用经纬仪测绘平面图	66
<b>第四节 井巷掘进及采矿场的测量</b>	68
一、井巷掘进时的测量工作	68
二、天井定向	73
三、采矿场测量	75
<b>第五节 矿山测量图</b>	77
一、矿山测量图的应用	77
二、地形图的认识和应用	80
<b>第二篇 地下开采</b>	
<b>第四章 凿岩爆破</b>	86
<b>第一节 岩石的物理力学性质及分级</b>	86
一、岩石的物理力学性质	86
二、岩石坚固性及其分级	88
<b>第二节 浅眼冲击式凿岩</b>	90
一、冲击凿岩时岩石的破碎机理	90

二、凿岩机的主要机构和动作原理 .....	92
三、各种凿岩机的特点及使用条件 .....	98
四、浅眼凿岩的凿岩工具 .....	100
五、凿岩效率 .....	109
<b>第三节 深孔冲击式凿岩 .....</b>	<b>111</b>
一、接杆式深孔凿岩 .....	111
二、潜孔式深孔凿岩 .....	115
<b>第四节 炸药爆炸的基本概念 .....</b>	<b>120</b>
一、炸药爆炸的主要特点 .....	120
二、炸药爆炸的参数和性能 .....	121
<b>第五节 矿用炸药 .....</b>	<b>131</b>
一、对矿用炸药的要求 .....	131
二、硝酸类炸药 .....	132
三、胶质炸药 .....	134
<b>第六节 起爆器材和起爆方法 .....</b>	<b>136</b>
一、起爆器材 .....	136
二、起爆方法 .....	140
<b>第七节 爆破安全技术 .....</b>	<b>146</b>
一、爆破材料意外爆炸的预防 .....	146
二、爆炸产生危害的预防 .....	148
三、拒爆的产生、预防和处理 .....	153
<b>第八节 爆破对岩石的破坏及其特征 .....</b>	<b>154</b>
一、试件爆破现象 .....	154
二、现场中的爆破现象 .....	156
三、爆破时岩石破碎的主要特征 .....	157
<b>第五章 井巷掘进与支护 .....</b>	<b>159</b>
<b>第一节 地压的基本概念 .....</b>	<b>160</b>
一、水平巷道顶压的产生 .....	160
二、水平巷道的测压和底压 .....	163
三、垂直巷道地压 .....	165
四、倾斜巷道地压 .....	165
<b>第二节 井巷支护材料 .....</b>	<b>165</b>

一、木材 .....	166
二、金属材料 .....	167
三、石材、混凝土、钢筋混凝土 .....	167
<b>第三节 水平巷道掘进与支护</b> .....	169
一、水平巷道断面形状和尺寸 .....	169
二、水平巷道的掘进作业 .....	172
三、用联合掘进机掘进平巷 .....	183
四、水平巷道支护 .....	185
五、平巷掘进的工作组织与掘进速度 .....	188
<b>第四节 天井掘进</b> .....	190
一、搭工作合法（普通掘进法） .....	192
二、吊罐法 .....	193
<b>第五节 竖井掘进</b> .....	197
一、竖井断面的形状和尺寸 .....	197
二、竖井开凿施工方式 .....	200
三、竖井施工步骤及工艺 .....	202
四、竖井掘进工作组织与掘进速度 .....	205
五、竖井延深 .....	208
<b>第六节 斜井掘进</b> .....	211
一、断面的形状与尺寸 .....	211
二、装岩工作 .....	212
三、提升工作 .....	212
四、排水工作 .....	213
五、快速掘进实例 .....	213
<b>第六章 矿床开拓</b> .....	215
<b>第一节 概述</b> .....	215
<b>第二节 矿床开拓的几个问题</b> .....	217
一、开采单位的划分 .....	217
二、矿山（矿井）年产量的确定 .....	220
三、开采步骤之间的关系 .....	222
<b>第三节 开拓方法的分类及主要开拓巷道的比较</b> .....	224
一、开拓方法的分类 .....	224

二、竖井、斜井、平硐的特点及其比较 .....	224
三、平硐及平硐与井筒的比较 .....	233
<b>第四节 主要开拓巷道位置的确定 .....</b>	<b>234</b>
一、崩落带和移动带 .....	234
二、最小运输功 .....	236
三、地面和地下的影响因素 .....	237
<b>第五节 辅助井及其位置 .....</b>	<b>238</b>
一、副井 .....	238
二、风井 .....	241
<b>第六节 开拓方案的选择 .....</b>	<b>241</b>
<b>第七章 采矿方法 .....</b>	<b>243</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>243</b>
一、地下采矿方法的基本概念及其分类 .....	243
二、对矿床开采的基本要求 .....	247
<b>第二节 自然支撑采矿法 .....</b>	<b>251</b>
一、一般特征 .....	251
二、浅眼留矿采矿法 .....	253
三、水平深孔崩矿留矿法 .....	264
四、分段（或阶段）空场采矿法 .....	282
五、房柱法和全面法 .....	287
六、矿柱回采与采空区处理简介 .....	293
<b>第三节 人工支撑采矿法 .....</b>	<b>296</b>
一、概述 .....	296
二、水砂充填采矿法 .....	296
三、胶结充填采矿法 .....	306
四、充填料及其生产工艺流程 .....	308
五、矿房已充满充填料时的矿柱回采 .....	311
<b>第四节 崩落采矿法 .....</b>	<b>312</b>
一、概述 .....	312
二、壁式崩落采矿法 .....	314
三、无底柱分段崩落采矿法 .....	320
四、有底柱分段（或阶段）崩落采矿法 .....	331



<b>第八章 矿山运输及矿井提升</b> .....	342
<b>第一节 矿山运输</b> .....	342
一、轨道运输 .....	342
二、架空索道 .....	350
三、皮带运输机运输 .....	354
<b>第二节 矿井提升</b> .....	355
一、提升容器 .....	358
二、提升钢丝绳 .....	362
三、矿井提升机 .....	363
四、提升能力的计算及设备选择 .....	366
<b>第九章 矿井通风与防尘</b> .....	370
<b>第一节 矿井通风的目的</b> .....	370
一、井下空气中有毒有害气体的危害性 .....	370
二、矿尘的危害性 .....	370
三、井下空气温度、湿度的变化 .....	370
<b>第二节 空气在井巷中流动的基本规律</b> .....	372
一、空气压力 .....	372
二、气体流动的连续性 .....	373
三、井巷通风阻力 .....	373
四、井巷风阻特性曲线 .....	376
<b>第三节 矿井通风系统</b> .....	376
一、通风系统的类型 .....	377
二、井巷连接的基本类型及其特性 .....	377
三、风流的控制设施 .....	381
<b>第四节 矿井通风方法</b> .....	384
一、机械通风 .....	384
二、自然通风 .....	386
<b>第五节 防尘措施</b> .....	388
一、凿岩时的防尘措施 .....	388
二、爆破时防尘措施 .....	388
三、装卸矿时的防尘措施 .....	390
四、风流净化 .....	392

五、个体防护 .....	394
<b>第六节 通风防尘测定技术 .....</b>	<b>395</b>
一、井下有毒有害气体的检查 .....	395
二、井下气候条件的测定 .....	395
三、风流速度的测定 .....	397
四、压力测定 .....	400
五、矿井空气中含尘量的测定 .....	403
<b>第十章 矿井防水和排水 .....</b>	<b>407</b>
<b>第一节 矿井水 .....</b>	<b>407</b>
<b>第二节 矿井防水 .....</b>	<b>408</b>
一、矿床疏干 .....	408
二、地面防水 .....	408
三、地下防水 .....	410
<b>第三节 矿井排水 .....</b>	<b>412</b>
一、排水方式和排水系统 .....	412
二、排水设备和管路 .....	413
三、主水泵的布置 .....	415
<b>第十一章 压缩空气设施 .....</b>	<b>419</b>
<b>第一节 空气压缩机 .....</b>	<b>419</b>
<b>第二节 空气压缩机站及辅助设备 .....</b>	<b>422</b>
一、吸气管路及空气过滤器 .....	422
二、排气管路及风包 .....	423
三、空气压缩机的冷却 .....	423
<b>第三节 输风管路 .....</b>	<b>424</b>
<b>第三篇 露天开采</b>	
<b>第十二章 露天开采基本概念及评价 .....</b>	<b>426</b>
<b>第一节 露天开采基本概念 .....</b>	<b>426</b>
<b>第二节 露天开采评价 .....</b>	<b>430</b>
<b>第十三章 生产工艺过程 .....</b>	<b>432</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>432</b>
<b>第二节 穿孔爆破工作 .....</b>	<b>432</b>
一、穿孔工作 .....	432

二、爆破工作 .....	446
<b>第三节 采装工作 .....</b>	<b>454</b>
一、挖掘机工作规格及选型 .....	454
二、采掘工作面 .....	456
三、挖掘机生产能力 .....	461
四、前端式装载机 .....	463
<b>第四节 运输工作 .....</b>	<b>465</b>
一、铁路运输 .....	465
二、公路运输 .....	472
<b>第五节 排土工作 .....</b>	<b>476</b>
一、排土场的选择 .....	476
二、排土方法 .....	476
三、排土线的发展方式 .....	482
<b>第十四章 掘沟 .....</b>	<b>485</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>485</b>
<b>第二节 铁路运输掘沟 .....</b>	<b>488</b>
一、平装车掘沟 .....	488
二、上装车掘沟 .....	489
<b>第三节 汽车运输掘沟 .....</b>	<b>491</b>
<b>第十五章 矿床开拓 .....</b>	<b>495</b>
<b>第一节 铁路运输开拓 .....</b>	<b>495</b>
一、固定折返干线开拓 .....	495
二、移动干线开拓 .....	498
<b>第二节 公路运输开拓 .....</b>	<b>500</b>
一、回返干线开拓 .....	500
二、螺旋干线开拓 .....	501
<b>第三节 斜坡卷扬开拓 .....</b>	<b>503</b>
一、斜坡箕斗卷扬开拓 .....	503
二、斜坡串车卷扬开拓 .....	505
<b>第四节 平硐溜井开拓 .....</b>	<b>505</b>
<b>第十六章 露天矿床开采境界 .....</b>	<b>511</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>511</b>

<b>第二节 确定露天开采境界</b> .....	513
一、露天开采最终深度 .....	513
二、采矿场底平面 .....	514
三、边坡角 .....	514

# 第一篇 矿山地质与矿山测量

## 第一章 地质概述

矿石是工业的“粮食”，发展工业，首先要建设矿山，不建矿山只搞加工工业，就是搞“无米之炊”。要建设矿山必须有足够的矿产资源，没有资源，矿山建设就是一句空话。

以钢铁生产为例，建设一个年产一百万吨规模的钢铁厂，如果用含铁量为30~40%的铁矿石，生产一吨铁需用4吨左右铁矿石，则每年要开采400万吨铁矿石，这样规模的企业要持续生产几十年，就必须有亿吨以上的铁矿石储量。此外还必须要有数千万吨的熔剂、耐火材料和燃料相配合。在发展钢铁生产的同时还必须相应的发展其他金属的生产（如有色、稀有金属等），才能满足工农业生产和国防建设的需要，这些金属的生产又需要与它相适应的矿物原料。此外，尚有各种非金属矿物。所有这些矿物原料的获得，首先靠地质工作去寻找和探明，而且要及时准备好当前建设和长远规划所需要的足够和可靠的矿石储量。

由此可见，地质工作对整个工业的发展具有十分重要的意义。

### 第一节 地质作用

地球最外面一层坚硬外壳称为地壳，它的厚度很不均匀，从几公里至70多公里，大陆所在的地方，地壳比较厚，尤其是山脉底下更厚，海洋的地方比较薄，最薄的地方不到10公里。地壳是地质工作者的主要研究对象。

在漫长的地质年代中，地壳在不断的变化和发展，某些地区

隆起成为高山，另一些地区凹陷成为盆地或海洋，高山可变为平原，沧海可变为桑田，引起地壳变化的作用称为地质作用。

地质作用根据能源不同可分为内力地质作用和外力地质作用。

### **一、内力地质作用**

内力地质作用能量来源主要是地球的内热。

内力地质作用包括地壳运动、岩浆作用、变质作用等。就地壳的面貌而言，它作用的总趋势是造成地面高低起伏不平。同时也是地壳中形成各种岩浆岩、变质岩和有关矿产的原因。

1. 地壳运动：地球内部能源的作用不断地运动着，这就是地壳运动。它能引起山川海陆的变迁，促成岩层的褶皱和断裂，它是改变地壳面貌的主导作用。

2. 岩浆作用：这是伴随着地壳运动而产生的一种地壳深处岩浆向上活动的作用。一切与岩浆活动有关的地质作用，都称为岩浆作用。

3. 变质作用：这是一种与地壳运动和岩浆活动密切相关的地质作用。由于地壳运动及岩浆活动，岩石受到高温、高压和某些挥发性物质的影响，使其成分、结构和构造上产生变化，形成新的岩石，这种作用称为变质作用。

### **二、外力地质作用**

外力地质作用的能量主要是来源于太阳能。

外力地质作用包括风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和固结成岩作用等。它也起着改变地壳面貌的作用，但其作用的总趋势是削高填低，使地面趋于平坦，同时也是形成沉积岩及有关矿产的原因和过程。

1. 风化作用：由于太阳辐射能的作用，地表温度的变化（物理风化作用），水及大气的化学作用（化学风化作用）以及生物的活动（生物作用），都能使地表岩石破碎和分离，大块的岩石变成碎屑以至泥土，或使岩石的矿物成分、化学成分发生变

化，这种作用就叫风化作用。

2. 剥蚀作用：地表岩石的破坏不仅是风化作用，还有其它的破坏作用，如流水的冲刷、风的吹刮、冰川的铲刮、湖海波浪的打击以及水的溶解等，都能将岩石从母岩上剥蚀下来，这些破坏作用叫剥蚀作用。

3. 搬运作用：风化和剥蚀下来的产物，再由风、流水或冰川把它们搬走，运到较远的地方去的作用，就叫搬运作用。

4. 沉积作用：被搬运的物质，经过一段路程，由于搬运力量逐渐减小，或物理化学条件改变，就在适当的环境沉积下来，这种作用就叫沉积作用。

5. 固结成岩作用：沉积下来的物质，大多呈松散状态，经过压紧及胶结等作用，就形成坚硬的岩石（即沉积岩），这种作用就叫固结成岩作用。

## 第二节 矿物、矿石及矿床

地壳是由岩石组成的，岩石是由矿物组成的，矿物是由一种或多种化学元素组成的。周期表中的化学元素在地壳中几乎都有，但所占的比重极不平衡，其中氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢九种元素占地壳总重的98.13%，其余90多种元素只占1.87%。尽管大多数元素在地壳中所占的比重小，但因地壳很大，这些元素的绝对数量仍然不小，而且在一定的地质作用下可能相对的富集，为人类利用这些元素提供了有利条件。同时也说明了形成有工业价值的矿床，必须具有一定的成矿条件和成矿作用。

金属元素在自然界常呈化合物出现，单质出现的（如自然金、自然铜等）很少，所谓矿物就是指自然界中存在的这些自然元素和化合物。矿物一般具有一定的化学成分和内部结构，所以它们也具有一定的物理、化学性质。矿物绝大多数是固态，但也有呈液态（如水，石油，盐溶液）和气态（如天然瓦斯）的。

在自然界里已经知道的矿物有三千多种，但在地壳中分布最

广并构成各种岩石的主要矿物不过二、三十种，称为造岩矿物，如长石、石英、云母、辉石、角闪石等。花岗岩就是由长石、石英、云母等造岩矿物组成的。

目前能被工农业生产利用的矿物叫有用矿物，大约有二百多种。如金属硫化物（黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、辉钼矿……）、氧化物（磁铁矿、赤铁矿、锡石……）、氢氧化物（硬锰矿、褐铁矿……）、卤化物（萤石、石盐……）、硅酸盐（长石、云母、石棉……）、碳酸盐（菱铁矿、菱镁矿、方解石……）、硫酸盐（石膏、重晶石……）、磷酸盐（磷灰石）等。

大多数岩石是由数种矿物颗粒集合在一起组成的，只有石灰岩，大理岩和石英岩等是由单一矿物组成的。

岩石按其成因可分为三大类：

岩浆岩（火成岩）：它是由岩浆（含硅酸盐、气体和各种金属元素的高温熔浆）冷凝而成。由于岩浆的成分和所处冷凝条件不同，其生成的岩浆岩结构、构造也不同。处在地壳深处冷凝的是深成岩，由于冷凝缓慢，岩浆中的矿物有充分的时间结晶，矿物的结晶颗粒较粗大完整，因而具有全晶质、等粒状结构（如花岗岩、闪长岩等）。处于地表迅速冷凝的是喷出岩，具有玻璃质、隐晶质结构（如流纹岩、安山岩等）。介于两者之间的是浅成岩，常具有斑状、微晶质结构（如花岗斑岩、微晶闪长岩等）。

岩浆岩按其中二氧化硅（ $\text{SiO}_2$ ）含量不同（通常以 $\text{SiO}_2$ 代表酸性，以 $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 代表基性）可分为：超基性岩、基性岩、中性岩和酸性岩四大类。

超基性和基性岩的主要矿物为富含镁、铁硅酸盐矿物如橄榄石、辉石、角闪石等，其颜色深、比重大，因此超基性和基性岩也具有颜色深和比重大的特点。酸性岩的主要矿物为富含铝硅酸盐矿物，如长石、石英等，其颜色浅、比重小，因此酸性岩也具有颜色浅和比重小的特点。这也是我们用肉眼鉴别岩浆岩的依据之一。



**沉积岩（水成岩）：**它是由外力地质作用所形成的岩石。如砾岩、砂岩、页岩、石灰岩等。

沉积岩的矿物成分一部分是先生成岩石中的较稳定的矿物：石英、长石、云母等，一部分是在风化和沉积过程中新生成的矿物：高岭土、绿泥石、褐铁矿、方解石等。表面特征是具有层理构造。

**变质岩：**它是由岩浆岩、沉积岩及先生成的变质岩经变质作用所形成的岩石。如大理岩、石英岩、千枚岩、片麻岩、砂卡岩等。

变质岩的矿物组成，大体上可分为两大部分：一部分是变质岩与岩浆岩、沉积岩共有的矿物，如石英、长石、云母、角闪石、辉石、方解石等；一部分是变质岩特有的矿物，如石墨、石榴石、矽灰石、绿帘石、透闪石、阳起石等。变质岩的最大特征是大部分岩石具有片理构造。

就整个地壳而言，主要是由岩浆岩组成。上层硅铝层，除少量沉积岩外，主要是由花岗岩组成，下层硅镁层主要由玄武岩组成。

**矿石：**是指在目前技术经济条件下，在质和量方面均能满足国民经济要求的矿物集合体。也就是说矿石的品位应达到一定的标准，有害成分应低于一定标准。

从中提取金属的矿石叫金属矿石，如铁矿石、铜矿石等。

从中提取非金属元素、矿物或直接利用的矿石叫非金属矿石，如磷、石棉、云母、石灰石等。

矿石按其能利用的有用成分种类的多少分为简单矿石和综合矿石。

矿石按其品位的高低分为富矿石和贫矿石。

矿石中有用成分（元素或矿物）的重量与矿石的重量比叫矿石的品位。金、铂等贵金属的品位常用克/吨表示，其他金属常用重量百分数（%）表示。例如品位为40%的铁矿石，就表示在100吨的铁矿石中含有40吨的铁。有色金属矿石的品位比铁矿石低得多，例如铜矿石的品位一般为1%左右。由此可见在矿石中