

# 金属矿床与砂矿床 地下开采

P. П. 卡普隆諾夫 E. П. 普罗科皮耶夫 合著  
B. A. 斯塔里科夫 A. B. 布里契金

东北工学院采矿教研室 译

冶金工业出版社

# 金屬矿床与砂矿床地下开采

博士 P. П. 卡普隆諾夫教授 博士 E. П. 普罗科皮耶夫教授

博士 H. A. 斯塔里科夫教授 博士 A. B. 布里契金教授

合 著

科学主編 博士 P. П. 卡普隆諾夫教授

东北工学院采矿教研室譯

冶金工业出版社

Р. П. Каплунов, Е. П. Прокопьев  
Н. А. Стариков, А. В. Бричкин  
ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА РУДНЫХ И  
РОССЫШНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
Металлургиядат (Москва, 1955)

金屬矿床与砂矿床地下开采  
东北工学院采矿教研室 譯

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

— \* —  
1959 年 12 月第一版

1959 年 12 月北京第一次印刷

印数 精 1,512 册  
平 1,512

开本  $850 \times 1168 \cdot 1/32 \cdot 500,000$  字 · 印张  $21 \frac{6}{32}$  ·

— \* —  
統一書号 15062 · 1906 定价 精 3.10 元  
平 2.60

# 目 录

前言..... 1  
 緒論..... 3

## 第一 部分

### 礦床的工業特性及其开采的基本原則

**第一篇 金屬矿床与砂矿床的工业特性** ..... 11

**第一章 金屬矿床**..... 11

    § 1. 矿产..... 11

    § 2. 金屬矿床分类..... 11

    § 3. 矿石及廢石..... 16

    § 4. 矿石和围岩的物理机械性質..... 18

    § 5. 对开采方法有影响的金屬矿床特性..... 20

    § 6. 回采方法..... 23

    § 7. 矿石的分选..... 26

    § 8. 取样..... 28

    § 9. 矿山地質与測量部門的任务..... 31

**第二章 砂矿床** ..... 32

    § 1. 砂矿床的类型..... 32

    § 2. 砂矿的构造及构成砂矿的材料特性..... 33

    § 3. 砂矿的有用成分分布及取样..... 34

    § 4. 含水性及永久凍結的现象..... 35

    § 5. 砂矿的临界品位及其工业界限的确定..... 36

**第二篇 矿床地下开采的基本原則**..... 37

**第三章 开采步驟, 矿田与井田及其开采順序**..... 37

    § 1. 开采步驟及矿山儲量的保証程度..... 37

    § 2. 矿山和矿井的概念..... 41

    § 3. 矿区 and 井田..... 41

§ 4. 矿区及井田的开采顺序	45
§ 5. 划分井田为阶段和盘区	47
§ 6. 井田中阶段开采顺序	50
§ 7. 阶段中回采顺序	51
第四章 矿床开采各步骤间的关系与矿井年产量	52
§ 1. 矿床开采各步骤间的关系	52
§ 2. 矿床开采强度及矿井年产量	54
第五章 工作组织和安全	57
§ 1. 循环是生产过程的组成基础	57
§ 2. 采矿业中的社会主义竞赛和先进工作方法	58
§ 3. 安全技术与卫生	59
第六章 矿石损失和贫化	62
§ 1. 基本概念, 开采矿床时矿石损失与贫化的意义	62
§ 2. 矿石损失和贫化的计算方法	66
§ 3. 计算矿石损失与贫化用的原始资料的确定方法	70
§ 4. 矿石损失及贫化定额的规定	71
第七章 对于开采矿床的基本要求	72
§ 1. 基本要求	72

## 第二部分

### 开拓、采准和回采的主要生产过程

第三篇 矿床开拓	75
第八章 开拓巷道	75
§ 1. 开拓巷道的类型	75
第九章 金属矿床的开拓方法	76
§ 1. 开拓方法分类	76
§ 2. 简单开拓法	78
§ 3. 联合开拓法	84
§ 4. 开拓方法选择	86
第十章 砂矿床的开拓方法	89
§ 1. 开拓方法分类	89

§ 2. 井筒开拓	90
§ 3. 平窿开拓	95
§ 4. 竖沟开拓	96
§ 5. 融化的砂矿的疏干及其各个井田的开采顺序	97
<b>第十一章 开拓巷道的位置</b>	<b>99</b>
§ 1. 开采金属矿床时主要开拓巷道位置的选择	99
§ 2. 开采金属矿床时辅助开拓巷道的位置	109
§ 3. 开采砂矿床时主要开拓巷道和辅助开拓巷道的位置	110
<b>第十二章 井底车场巷道</b>	<b>111</b>
§ 1. 开采金属矿床时的井底车场与井底车场巷道	111
§ 2. 开采砂矿床时的井底车场与井底车场巷道	127
<b>第四篇 矿床的采准</b>	<b>129</b>
<b>第十三章 采准巷道和切割巷道</b>	<b>129</b>
§ 1. 采准巷道和切割巷道的用途	129
§ 2. 采准巷道	131
§ 3. 切割巷道	138
<b>第十四章 矿床采准的基本要求和采准工作量</b>	<b>138</b>
§ 1. 矿床采准的基本要求	138
§ 2. 采准工作量	139
<b>第十五章 开采金属矿床主要水平的采准方法</b>	<b>140</b>
§ 1. 采准方法分类	140
§ 2. 典型采准方法	140
§ 3. 采准方法选择	145
<b>第十六章 砂矿床采准的特点</b>	<b>150</b>
§ 1. 在矿层中采准	150
§ 2. 在底床中采准	152
<b>第五篇 回采的主要生产过程</b>	<b>153</b>
<b>第十七章 回采时的崩矿</b>	<b>154</b>
§ 1. 总论	154
§ 2. 炮眼崩矿	156
§ 3. 中深孔崩矿	159

§ 4. 药室(集中)药包崩矿	175
§ 5. 矿石的二次破碎	180
第十八章 矿产运搬	183
§ 1. 总論	183
§ 2. 利用自重运搬矿石	183
§ 3. 机械运搬	189
§ 4. 人力运搬	197
§ 5. 装矿	193
§ 6. 装矿漏口	200
第十九章 地压管理	210
§ 1. 定义	210
§ 2. 解釋地压的假說	210
§ 3. 影响地压大小的因素	212
§ 4. 地压管理方法	213
§ 5. 在采空区中矿柱的残留和形成	215
§ 6. 暂时留矿	219
§ 7. 以支柱维护采空区	219
§ 8. 以充填料维护	225

### 第三部份

#### 金屬礦床采礦法

第二十章 采矿法分类	243
第六篇 空场采矿法	249
第二十一章 总論	249
第二十二章 全面采矿法	250
§ 1. 实質和使用条件	250
§ 2. 主要方案	251
§ 3. 本采矿法的技术經濟特征	263
第二十三章 房柱采矿法	265
§ 1. 实質及使用条件	265
§ 2. 主要方案	266

§ 3. 本采矿法的技术经济特征	277
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	280
第二十四章 上向梯段横撑支柱采矿法	230
§ 1. 实质及使用条件	280
§ 2. 主要方案	281
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	291
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	293
第二十五章 下向梯段采矿法	294
§ 1. 实质和使用条件	294
§ 2. 采准和回采工作	295
第二十六章 分段平巷(横巷)采矿法	297
§ 1. 实质及使用条件	297
§ 2. 主要方案	299
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	319
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	323
第二十七章 阶段矿房采矿法	324
§ 1. 实质及使用条件	324
§ 2. 主要方案	324
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	329
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	330
第二十八章 地下漏斗采矿法	330
§ 1. 实质及使用条件	330
§ 2. 采准和回采工作	331
第七篇 留矿采矿法	333
第二十九章 总论	333
第三十章 自回采工作面崩矿的留矿采矿法	334
§ 1. 实质及使用条件	334
§ 2. 主要方案	335
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	354
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	359
第三十一章 自采准巷道崩矿的留矿采矿法	360



§ 1. 本采矿法的一般特征	360
§ 2. 药室崩矿的留矿采矿法	361
§ 3. 深孔崩矿的留矿采矿法	366
§ 4. 自采准巷道崩矿的留矿采矿法的技术经济特征	369
§ 5. 本采矿法今后的发展途径	372
<b>第八篇 充填采矿法</b>	373
<b>第三十二章 总论</b>	373
<b>第三十三章 水平分层充填采矿法</b>	375
§ 1. 实质及使用条件	375
§ 2. 主要方案	375
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	388
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	391
<b>第三十四章 倾斜分层充填采矿法</b>	392
§ 1. 本采矿法的实质及使用条件	392
§ 2. 主要方案	392
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	402
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	405
<b>第三十五章 采掘围岩的分别采回充填采矿法</b>	405
§ 1. 本采矿法的实质及使用条件	405
§ 2. 本采矿法的基本方案	406
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	413
<b>第九篇 支柱采矿法</b>	415
<b>第三十六章 总论</b>	415
<b>第三十七章 方框支柱采矿法</b>	416
§ 1. 实质及使用条件	416
§ 2. 本采矿法的主要方案	417
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	423
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	429
<b>第三十八章 加强横撑支柱采矿法</b>	430
§ 1. 实质及使用条件	430
§ 2. 本采矿法的主要方案	432

§ 3. 本采矿法的技术经济特征	437
第三十九章 棚子支柱采矿法	438
§ 1. 在结构上互相联结的棚子支柱采矿法	438
§ 2. 架设在矿石或充填料上的棚子支柱采矿法	439
第十篇 崩落采矿法	443
第四十章 总论	443
第四十一章 单分层回采并崩落顶板的长壁式采矿法	444
§ 1. 实质及使用条件	444
§ 2. 主要方案	445
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	453
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	454
第四十二章 分层崩落采矿法	455
§ 1. 实质及使用条件	455
§ 2. 主要方案	457
§ 3. 分层崩落采矿法开采具有自然倾向矿石时的措施	462
§ 4. 本采矿法的技术经济特征	483
§ 5. 本采矿法今后的发展途径	486
第四十三章 分段崩落采矿法	487
§ 1. 实质及使用条件	487
§ 2. 主要方案	489
§ 3. 本采矿法的技术经济特征	520
§ 4. 本采矿法今后的发展途径	523
第四十四章 阶段崩落采矿法	527
§ 1. 实质及使用条件	527
§ 2. 阶段自然崩落采矿法	529
§ 3. 阶段强制崩落采矿法	547
§ 4. 本采矿法的技术经济特征	560
§ 5. 本采矿法今后的发展途径	564
第十一篇 矿柱回采	565
第四十五章 回采矿柱的意义和条件	565
§ 1. 开采金属矿床时回采矿柱的意义	565

§ 2. 回采矿柱的条件.....	567
第四十六章 矿柱回采方法.....	568
§ 1. 間隔矿柱的回采.....	568
§ 2. 未充填矿房的連續矿柱的回采.....	571
§ 3. 充填矿房的連續矿柱的回采.....	577
§ 4. 空场处理.....	585
第十二篇 联合采矿法.....	587
第四十七章 从采区同时放出暫留矿房中的及崩落矿柱 的矿石的联合采矿法.....	587
§ 1. 实質及使用条件.....	587
§ 2. 主要方案.....	588
第十三篇 特殊采矿法.....	597
第四十八章 利用鉆孔采矿.....	597
第四十九章 水力开采法.....	599
第五十章 金属(銅)的浸析法.....	600
第十四篇 采矿法选择.....	603
第五十一章 总論.....	603
第五十二章 按照矿床地質和采矿技术条件 选择可用的采矿法.....	604
§ 1. 矿床地質和采矿技术条件的影响.....	604
§ 2. 可用采矿法的选择方法.....	612
第五十三章 采矿法的比較評价.....	613
§ 1. 总的評述.....	613
§ 2. 采矿法的比較評价方法.....	614

## 第四部份

### 砂矿床采矿法

第五十四章 砂矿床地下开采法的使用条件 及采矿法的分类.....	625
§ 1. 砂矿床地下开采法的使用条件.....	625

§ 2. 砂矿床采矿法的分类.....	626
<b>第十五篇 崩落顶板的采矿法</b> .....	<b>628</b>
<b>第五十五章 全面采矿方法</b> .....	<b>623</b>
§ 1. 实质及使用条件.....	623
§ 2. 主要方案.....	623
§ 3. 本采矿法的技术经济特征.....	641
<b>第五十六章 长壁式采矿法</b> .....	<b>642</b>
§ 1. 实质和使用条件.....	642
§ 2. 主要方案.....	643
§ 3. 本采矿法的技术经济特征.....	649
<b>第十六篇 维护采空区的采矿法</b> .....	<b>651</b>
<b>第五十七章 横向进路回采的全面采矿法</b> .....	<b>651</b>
§ 1. 实质及使用条件.....	651
§ 2. 采准和回采工作.....	652
§ 3. 本采矿法的技术经济特征.....	652
<b>第五十八章 短壁式采矿法</b> .....	<b>653</b>
§ 1. 实质及使用条件.....	653
§ 2. 采准和回采工作.....	654
§ 3. 本采矿法的技术经济特征.....	651
<b>参考文献</b> .....	<b>656</b>

## 前 言

本教学参考書是按照矿业学院和学系的“矿床开采”（“金屬矿床地下开采”专门化）課，及“測量”专业的“矿床开采”課的教学大綱写成的。

在学习这门課程之前必須先学“矿业概論”，“凿岩爆破”和“井巷掘进及支护”，并且要經過两次实习，即認識实习与第一次生产实习。

根据这种情况，在編写本教学参考書时已考虑到了学生們对矿业的一般問題有所了解，对于采矿工作实践及金屬矿山企业性質有了概念。本書特点如下：

1. 書中总结了有关金屬矿床和砂矿床开采的丰富材料，并考虑了采矿科学和技术的最新成就及先进方法。同时闡述了开拓、采准及采矿方法的基本方案 and 最主要的回采过程，以便深入研究地下开采金屬矿床与砂矿床的問題。

2. 根据采矿方法的技术經濟特性和及对安全性、生产率、回采成本及其它重要因素的評价分析了采矿方法。

3. 在采矿科学和技术成就的基础上指出采矿方法的发展途径。

4. 以小字标出的材料用来做課程設計与毕业設計的参考，以及用来更深入的研究个别問題。

本教学参考書中引用了著者亲自进行研究的成果。

本書各章由下列著者写成：緒論，第六章，第十二——第十九章，第二十九——第三十一章，第四十——第四十二章，第四十四——第四十七章和第五十一——第五十八章为博士 P. П. 卡普隆諾夫教授編写；第二十——第二十八章和第三十二——第三十五章为博士 П. P. 卡普隆諾夫教授和博士 E. П. 普罗科皮耶

夫教授合写；第四十三章为博士 Н.А. 斯塔里科夫教授编写；第一——第五章，第七——第十一章，第三十六——第三十九章和第四十八——第五十章为博士 А.В. 布里契金教授编写。

这项工作是在博士 Р.П. 卡普隆诺夫教授科学主编的总领导下进行的。

著者们向采矿工程师 Л.Я. 塔拉索夫致以深切的谢意，他帮助校阅并对个别问题提供了资料；同时向本书的正式评阅者克里沃罗格矿业学院金属矿床开采教研室的全体人员（博士 Г.М. 馬拉霍夫教授，А.И. 斯捷申科教授，博士 В.В. 聶金教授，技术科学副博士 馬尔提諾夫，А.И. 阿尔先捷夫，В.В. 庫科科夫）和北高加索矿冶学院金属矿床开采教研室主任技术科学博士 Н.С. 韻敏以及列宁格勒矿业学院金属矿床开采教研室全体人员（博士 П.И. 戈洛傑茨基教授，技术科学副博士 Н.Н. 波利亚科夫副教授，А.И. 沙布雷金副教授等致谢意，技术科学副博士 Н.З. 加拉耶夫助教致谢，他们在审阅手稿时提出了宝贵的意见。

对于莫斯科斯大林矿业学院金属矿床开采教研室的同志 В.А. 西波雅金副教授、И.М. 潘宁副教授、В.Р. 伊米尼托夫副教授、А.Н. 科瓦連科助教、研究生 С.П. 阿列希契夫、А.И. 比茨科、М.М. 博察尔尼科夫、А.В. 布季科、Г.Г. 多布列、А.П. 德米特里耶夫、Л.Н. 札維亞洛夫、研究員 И.А. 科瓦廖夫在教研室討論手稿时所給予的同志式的帮助致以深切的谢意。

---

## 緒 論

金屬采礦工業是國民經濟中的一個重要部門。金屬在社會主義工業、農業、運輸業及國民經濟其他部門占主導地位，所以金屬采礦工業具有重大的意義。

俄國革命前，采礦工業技術很不發達。當時僅用蒸汽提升機提升礦石和用蒸汽水泵排水。很多礦山用馬拉絞車和吊桶提升礦石，中央地區的鐵礦床用“淺井”進行開采等等。

礦山的開采規模很小，且為私人及外國的股份公司所占有。

極低的采礦工業技術水平與極不發達的冶金工業相適應。在這種工業條件下，所用的采礦方法都是很簡陋的，甚至其中最完善的方法也是很繁重和效率很低的。開采薄礦脈的礦山是最落后的礦山企業。

克里沃羅格礦山從 1910 年到 1931 年期間採用水平分層充填法，在烏拉爾礦山使用方框支架充填法；開采薄礦脈的礦山用下向梯段采礦法及支柱法。

偉大的十月社會主義革命對於我國生產力的發展起了強大的推動作用。在第一個社會主義建設的遠景計劃中，即在俄羅斯國家電氣化計劃中已經提出采礦工業的電氣化和機械化的任務。

在第一個五年計劃的年代里，創立了具有現代先進技術裝備的礦山企業。在克里沃羅格建立了巨大的機械化礦山企業，代替了小規模礦山。在我國中央鐵礦區第一次實現了主要采礦過程的機械化。建立了烏拉爾庫茲涅茨克聯合企業的礦石基地，建立了巨大的馬格尼托戈爾斯克鐵礦山和科恩拉德銅礦山。改進了烏拉爾黃銅礦山。為了建立生產化學肥料的新工業部門，以適應農業的廣泛發展，在北方建成了磷灰石聯合企業及索利卡姆斯克鉀聯合企業。

革命前俄国不发达的铝、镍、稀有金属等新的工业部门，也建立起来了。在哈萨克斯坦、北乌拉尔及苏联其他地区兴建了一些新的矿山企业，并开始掌握库尔斯克地磁异常区。

由于苏联共产党和苏联政府的英明政策和极大的关怀，使矿山企业得到迅速的发展和趋于完善。

苏联具有发展国民经济及巩固国防所必需的一切矿石储量。

科学院士 A. H. 卡尔宾斯基、A. Д. 阿尔汉格里斯基、И. М. 古布金、B. A. 奥布鲁契夫、A. E. 费尔斯曼及他们的很多学生对矿床进行了有效的地质普查和勘探工作，探出了足够今后许多年用的矿物原料储量。

克里沃罗格、乌拉尔、库尔斯克磁性异常区及中央地区的矿床是主要的铁矿床。

克里沃罗格矿区不仅在祖国铁矿工业中占主要地位，并且在技术装备、矿井的生产能力、生产文明以及先进工作方法的推行上都占采矿工业的首要地位。克里沃罗格矿区主要是急倾斜的中厚与极厚矿床。

乌拉尔及中央地区（利彼茨克与土拉）是我国最早的黑色冶金原料基地。乌拉尔铁矿床大多数是急倾斜的中厚及极厚矿床，而中央地区为不厚的水平矿床。

库尔斯克的磁性异常区有极大的发展前途。这个矿区里除了埋藏着富矿以外，还有很厚的急倾斜的含铁石英岩带。主要的锰矿床（尼科波尔，奇阿图拉，北乌拉尔）为水平层状矿床。

铜矿床具有多种多样的埋藏条件。乌拉尔黄铜矿床为急倾斜的厚透镜状矿体，哲兹卡兹干矿床为缓倾斜层状矿床。除此之外还开采很多不厚的急倾斜铜矿脉。在阿尔泰、哈萨克斯坦及其他地区开采的多金属矿床有各式各样的埋藏条件，其中有急倾斜与缓倾斜的厚矿床，也有薄的脉状矿床。

金矿床与稀有金属矿床主要是急倾斜矿脉，独立的急倾斜块状矿床较少。



从这个短短的叙述中可以看出，苏联的金属矿床埋藏条件是多种多样的。

对采矿过程有着决定影响的主要因素之一是采矿法的根本改善。

俄国革命前所用的采矿方法，早在苏联采矿工业发展的第一阶段就已经不能满足劳动生产率与劳动安全、增加矿石产量与降低成本方面新的增长的要求。

在克里沃罗格矿区已将水平分层充填法改为生产率较高的分段采矿法与分段崩落采矿法，这些方法在后来得到了很大的发展。先进工作者——工人与工程师——创造性努力的结果，在苏联及外国的采矿技术与科学成就（在回采工作用接杆凿岩和深孔凿岩等）的基础上，创造出这些采矿法的生产率最高的方案。近几年来，在克里沃罗格矿区使用了高效率的阶段崩落法，并借精选贫化矿石的办法来降低由于矿石损失和贫化所造成的损失，从而开始了对国民经济具有很大意义的提高采矿法效果的工作。

在乌拉尔矿山用倾斜分层充填法、留矿法、分层崩落法及分段采矿法代替方框支柱充填法。

在采薄矿脉的矿山采用了较安全和生产率较高的留矿法及上向梯段横撑支柱法。

开采水平的铁矿床和锰矿床，用宽进路与宽工作面的效率高长壁式采矿法，代替生产率低的短壁式采矿法，而开采砂矿时使用全面法（冻结的砂矿）及长壁式采矿法（融化的砂矿）。

在创造和推广新的采矿法及改善早先所用的采矿法的各种方案（阶段强制崩落法、深孔留矿法、宽工作面回采的分层崩落法、深孔房柱法、阶段矿房法等）方面取得了很大的成就。

战后的年代里，设计及运用高生产率采矿法的工作得到极大的发展。主要生产过程的机械化程度也有了提高，这一点可以由表1的资料看出。

从表中可以得出这样一个结论，虽然总的机械化程度较高，