

煤炭工业出版社

采矿工艺学

内 容 简 介

本书是苏联按照《层状矿床地下开采工艺学》的教学大纲，为《有用矿物地下开采工艺及综合机械化》专业有关《层状矿床地下开采工艺和综合机械化》专门化的高等学校学生编写的。

书中以煤田和单独井田开采方法为基础，有机地分析了煤层开拓、准备和回采等方面的问题。考虑到工艺系统的可靠性和生产期间内可能发生的变化，阐述了矿井工艺系统的设计原则。介绍了苏联和国外建设大型矿井的最先进的技术决策。由于技术的迅速发展，会引起回采和掘进设备，以及井下运输干线和辅助设备的结构形式经常改进，所以在编写中，作者们着重阐明保证矿井工艺系统的基本原理，而不涉及具体的生产设备，或矿井的一些个别要素。

本书是采矿院校或采矿系上述专业学生的教科书，并可供生产和设计工程技术人员参考。

责任编辑：金 连 生

А.С.БУРЧАКОВ, Н.К.ГРИНЬКО

А.Б.КОВАЛЬЧУК

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ

ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

МОСКВА «НЕДРА» 1978

采 矿 工 艺 学

王庆康 译 王德林 校

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本850×1168¹/₃₂ 印张 16⁵/₈

字数 434 千字 印数1—4,120

1982年10月第1版 1982年10月第1次印刷

书号15035·2502 定价2.50元

译者前言

苏联是世界上主要产煤国家之一。近年来，随着科学技术进步，苏联煤炭工业的开采技术和技术装备发展也得到迅速发展，目前已建设的大型矿井有：300、360、400、450，甚至有的年设计能力达750万吨，矿井的平均设计能力为180万吨/年。综合机械化回采工作面已有1075个以上，在倾角 35° 以下的煤层中综合机组的产量占63.7%，在缓倾斜煤层中已达80%以上。此外，苏联的矿井地质条件是比较复杂的，开采煤层厚度0.5~100米以上，煤层倾角 $0\sim 90^{\circ}$ ，这与我国的矿井地质条件也颇相似。开采深度平均为418米，最深800米以上。煤田瓦斯含量大，超级和三级瓦斯矿井约占60%，有煤（岩）和瓦斯突出及冲击地压危险的矿井占17%，约有7%矿井的井下温度达 30°C 左右。多年来，苏联在开采技术上，积累了丰富的实践经验。本书（原名为层状矿床开采工艺学）即是在总结苏联煤矿多年开采实践经验和先进技术成果的基础上编写而成的。它全面系统地阐述了各种地质条件下的煤层开拓、准备方式，采煤方法及其适用条件，开采系统中主要参数的优化计算方法。并用系统分析的现代理论和使用电子计算机的现代技术方法，阐明了矿井工艺系统的设计原则，保证矿井生产衔接的煤量划分和管理系统，以及评价矿井工艺系统的指标和矿井结构系统的可靠性原理。介绍了苏联和国外建设大型矿井的先进技术决策及其经济效果。此外，还介绍了有关展望未来的地下气化和地下液化等开采方法，以及金属矿床的主要开采方法和特点。其内容全面而又丰富，反映了苏联煤炭开采技术的最新水平，对我国煤矿的生产建设和开采技术的发展都有较大的参考价值。

书中有的理论问题，特别是关于设计和评价矿井工艺系统的

方法问题，现在各国尚处于研究阶段，还有待进一步实践和完善，但其内容仍然是可以借鉴的。

本书除王德林同志负责审校外，孙宝铮同志也做了部分审校工作，对此深表谢意。由于译者水平所限，书中不当之处，望读者批评指正。

一九八一年八月

目 录

译者前言

绪论 1

第 一 篇

煤田赋存的矿山地质条件、储量及其在时间和
空间上开采阶段的概述

第一章 煤炭的工艺特征 14

第一节 煤炭的生成及其物理、化学和力学性质 14

第二节 煤层赋存的主要矿山地质特征 15

第三节 苏联主要煤田的矿山地质条件 18

第二章 煤炭储量、煤炭开采损失及其规定和计算方法、
矿井生产能力 21

第一节 煤炭储量及其分类 21

第二节 煤炭储量计算要求 22

第三节 储量计算参数及其依据 23

第四节 储量计算方法 25

第五节 井田储量和煤炭损失 28

第六节 平衡表内储量统计 30

第七节 煤炭开采损失统计 32

第八节 煤炭开采损失的规定及其经济评价 33

第九节 煤田地下资源保护和对地下资源利用的要求 36

第十节 矿井生产能力及其服务年限 38

第三章 井田开采顺序 44

第一节 概述 44

第二节 井田 44

第三节 井田再划分 46

第四节 井田开采顺序和开采方向 50

第五节 煤层群开采顺序 54

第 二 篇

采 煤 方 法

第一章 采煤方法分类	56
第一节 选择采煤方法的影响因素	56
第二节 采煤方法分类	59
第二章 前进式长壁采煤方法	60
第一节 前进式长壁采煤方法的实质	60
第二节 前进式采煤方法的基本要素	62
第三节 阶段（区段）-工作面前进式长壁采煤方法的 各种形式	65
第四节 小阶段（小区段）前进式采煤方法的各种形式	70
第五节 前进式采煤方法的使用范围	74
第三章 后退式长壁采煤方法	76
第一节 后退式长壁采煤方法的实质	76
第二节 阶段-工作面后退式长壁采煤方法的各种形式	77
第三节 阶段（区段）划分为小阶段（小区段）时， 后退式长壁采煤方法的各种形式	82
第四节 倾斜长壁后退式采煤方法的各种形式	89
第五节 水平煤层长壁后退式采煤方法的各种形式	97
第六节 后退式长壁采煤方法的使用范围	98
第四章 混合式采煤方法	100
第一节 混合式采煤方法的实质	100
第二节 阶段（盘区）内按下行（上行）顺序开采的混 合式采煤方法	100
第三节 倾斜长壁混合式采煤方法的各种形式	100
第四节 混合式采煤方法的使用范围	103
第五章 短壁采煤方法	104
第一节 短壁采煤方法的实质	104
第二节 房式采煤方法的各种形式	106
第三节 房柱式采煤方法	110
第四节 巷柱式采煤方法	112
第五节 短壁采煤方法的使用范围	112

第六章 倾斜分层采煤方法	113
第一节 倾斜分层采煤方法的实质	113
第二节 倾斜分层顶板垮落采煤方法的各种形式	114
第三节 倾斜分层充填采煤方法的各种形式	118
第四节 倾斜分层采煤方法的使用范围	124
第七章 斜切分层采煤方法	125
第一节 斜切分层采煤方法的实质	125
第二节 斜切分层充填采煤方法的各种形式	125
第八章 水平分层采煤方法	127
第一节 水平分层采煤方法的实质	127
第二节 水平分层顶板垮落采煤方法的各种形式	128
第三节 水平分层充填采煤方法的各种形式	129
第四节 水平分层采煤方法的使用范围	133
第九章 强制放顶煤采煤方法	133
第一节 柔性假顶强制放顶煤采煤方法的实质	133
第二节 小阶段放顶煤采煤方法的各种形式	134
第三节 柔性假顶俯斜条带采煤方法的各种形式	136
第四节 强制放顶煤采煤方法的使用范围	140
第十章 无人回采工作面采煤方法	141
第一节 无人回采工作面采煤方法的实质	141
第二节 螺旋钻采煤方法	141
第三节 仰斜条带煤锯采煤方法	144
第四节 用采煤机或刨煤机的无人回采工作面采煤方法	146
第五节 无人回采工作面采煤方法的使用范围	148
第十一章 采煤方法主要参数的确定	149
第一节 采区走向长度的确定	149
第二节 按防火因素确定采区走向长度	151
第三节 回采工作面与准备工作面相互位置的确定	153
第四节 采煤方法的选择	158

第 三 篇

煤 层 准 备

第一章 准备方式分类	162
------------------	-----

第一节	对准备方式的要求	162
第二节	准备方式基本要素	163
第三节	井田准备方式的分类	166
第二章	沿水平准备方式	167
第一节	沿水平准备方式的实质	167
第二节	单煤层沿水平准备系统	168
第三节	煤层群沿水平准备系统	169
第四节	沿水平准备方式的使用范围	169
第三章	盘区准备方式	170
第一节	盘区准备方式的实质	170
第二节	煤层群分层开采的盘区准备系统	171
第三节	煤层群联合开采的盘区准备系统	172
第四节	盘区准备方式的使用范围	173
第四章	阶段准备方式	174
第一节	阶段准备方式的实质	174
第二节	煤层群分层开采的阶段准备系统	175
第三节	煤层群联合开采的阶段准备系统	177
第四节	阶段准备方式的使用范围	180
第五章	准备系统主要参数的确定	180
第一节	阶段(区段)倾斜长度和回采工作面有效 长度的确定	180
第二节	盘区走向长度的确定	182
第三节	根据技术和经济因素确定工作面合理长度	186
第四节	中间石门间距的确定	191

第 四 篇

井 田 开 拓

第一章	开拓方式分类	194
第一节	影响选择开拓方式的因素	194
第二节	主要开拓巷道和辅助开拓巷道	195
第三节	井田开拓方式分类	196
第二章	竖井开拓方式	197
第一节	竖井开拓方式的实质	197

第二节	竖井无辅助开拓巷道的开拓系统	197
第三节	竖井主要石门开拓系统	199
第四节	竖井多水平石门开拓系统	202
第五节	竖井阶段石门开拓系统	204
第六节	竖井斜石门(溜井)开拓系统	206
第七节	竖井主要(阶段)暗井开拓系统	207
第八节	竖井开拓方式的使用范围	211
第三章	斜井开拓方式	212
第一节	斜井无辅助开拓巷道的开拓系统	212
第二节	斜井有辅助开拓巷道的开拓系统	214
第三节	斜井开拓方式的使用范围	217
第四章	平峒开拓方式	218
第一节	平峒开拓方式的实质	218
第二节	平峒阶段石门、盲井及暗井开拓系统	219
第五章	综合开拓方式	222
第一节	井田综合开拓方式的实质	222
第二节	主斜井和副竖井的综合开拓系统	223
第三节	平峒、主斜井及副竖井和主要石门的综合 开拓系统	225
第六章	井筒位置的选择	226
第一节	开拓单一煤层时主井位置的确定	226
第二节	开拓煤层群时主井位置的确定	227
第三节	矿山地质和技术因素对选择井筒位置的影响	230
第四节	井筒的相互位置	231
第七章	开拓系统主要参数的确定	233
第一节	水平高度的确定	233
第二节	井田尺寸的确定	237
第三节	用方案法选择井田开拓系统	245
第八章	井底车场	248
第一节	井底车场型式	248
第二节	井底车场的巷道	254
第三节	井底车场的通过能力	257

第四节	井底车场的峒室	260
第五节	井底车场的工程量	263
第六节	井底车场巷道的保护	264
第七节	斜井的井底车场	266
第八节	水采矿井的井底车场	267
第九节	大型矿井井底车场的布置形式	269
第十节	井底车场型式的选择	278
第九章	矿井地面	279
第一节	矿井地面的生产系统	279
第二节	主井(箕斗井)的生产系统	282
第三节	副井(罐笼井)的生产系统	292
第四节	行政福利楼	302
第五节	地面运输、供水和排水	305
第六节	矿井地面总平面图	306

第五篇

煤田的特殊开采

第一章	近距煤层开采	312
第一节	概述	312
第二节	缓倾斜近距煤层开采	315
第三节	急倾斜近距煤层开采	317
第二章	有冲击地压危险的煤层开采	317
第一节	概述	317
第二节	冲击地压的实质和机理	318
第三节	冲击地压的预防	319
第三章	有煤和瓦斯突出危险的煤层开采	320
第一节	概述	320
第二节	超前开采解放层	320
第三节	揭开煤层时,煤和瓦斯突出的预防方法	329
第四节	井筒和石门揭开有突出危险的煤层	329
第五节	预防突出的方法	333
第六节	未解放层中煤和瓦斯突出的区域性预防方法	334
第七节	煤和瓦斯突出的局部性预防方法	335

第八节 对有煤和瓦斯突出煤层的开采要求·····	338
第四章 地下水力采煤·····	340
第一节 概述·····	340
第二节 水采矿井煤层开拓和准备的特点·····	341
第三节 水力采煤方法·····	344
第四节 水力采煤工艺和水力运输的主要发展方向·····	360

第六篇

矿井工艺系统

第一章 矿井工艺系统的质量特征分类·····	362
第一节 对矿井工艺系统的要求·····	362
第二节 矿井工艺系统质量特征的分类·····	363
第二章 用系统分析法设计矿井工艺系统的原则·····	371
第一节 方法的基本原理·····	371
第二节 《矿井》系统的目标函数·····	372
第三节 《矿井》系统的约束·····	373
第四节 《矿井》系统中的子系统·····	373
第五节 《矿井》系统中子系统的联系·····	380
第六节 《矿井》系统的输出·····	383
第三章 采区准备和开采的工艺系统·····	386
第一节 制定工艺系统的基本原则和方法原理·····	386
第二节 水平巷道和倾斜巷道的连接点·····	388
第三节 缓倾斜和倾斜煤层的准备和开采工艺系统·····	393
第四节 急倾斜及次急倾斜煤层的准备和开采工艺系统·····	399
第五节 准备和开采工艺系统的技术经济效益·····	403
第四章 大型矿井的工艺系统·····	404
第一节 建设大型矿井的主要原则·····	404
第二节 顿巴斯大型矿井的工艺系统·····	406
第三节 卡拉干达和库兹涅茨矿区倾角小于35°缓倾斜厚 煤层大型矿井工艺系统·····	410
第四节 库兹涅茨矿区急倾斜和次急倾斜煤层大型矿井 工艺系统·····	416
第五章 井田中各级煤量构成的基本原则·····	420

第一节	基本概念和定义	420
第二节	由各类矿井巷道构成各级煤量的过程	421
第三节	各级煤量的管理系统	425
第六章	矿井工艺系统的评价	428
第一节	概述	428
第二节	矿井工艺水平指标	429
第三节	开采集中化水平指标	430
第四节	开采强度水平指标	431
第五节	矿井结构系统和工艺系统可靠性的评价	432
第七章	未来的地下采煤工艺系统	437
第一节	概述	437
第二节	煤的地下气化	440
第三节	煤的地下氢化	445
第四节	钻孔水力采煤方法 (СГД)	446
第八章	国外井田开拓和准备的特点	448
第一节	美国的煤层开拓和准备	448
第二节	英国的煤层开拓和准备	451
第三节	西德的煤层开拓和准备	454
第四节	法国的煤层开拓和准备	459
第五节	日本的煤层开拓和准备	461
第六节	波兰的煤层主要开拓系统	462

第七篇

矿田地下开采的特点

第一章	概述	466
第一节	基本概念, 矿体形状的分类及其赋存条件	466
第二节	矿田特点及其对开采工艺和机械化的影响	470
第三节	矿石回收率指标	473
第二章	典型采矿方法	479
第一节	采矿方法的基本分类	479
第二节	全面采矿方法	480
第三节	分段崩矿采矿方法	482
第四节	崩矿留矿采矿方法	485

第五节	阶段崩落端头放矿采矿方法.....	488
第六节	水平分层全部充填采矿方法.....	492
第七节	下行分层胶结充填采矿方法.....	495
第三章	矿田准备与开拓	497
第一节	水平准备方式及分类.....	497
第二节	矿田开拓方法分类.....	503
第三节	井筒型式和用途.....	505
第四节	矿田开拓系统.....	508
第五节	矿田开拓方法的选择.....	513
第六节	矿田的开采顺序.....	515

绪 论

课程的主要任务

采矿工业可为国民经济提供燃料、金属矿石、肥料和其它必需的矿物及岩石材料等，所以它的发展对国民经济有着头等重要意义。

在上一个五年计划期间，煤炭在苏联的燃料构成中由39%降低到34%，但煤炭产量的绝对值仍是继续增长的，并且提出了在1980年煤炭产量增加到7.9~8.1亿吨。在煤炭生产中井工开采起着主要作用。在第九个五年计划期间虽然露天开采的发展速度较快，但井工开采的产量仍占煤炭总产量的68.3%。此外，由于各煤田的特点，最有价值的炼焦煤和无烟煤实际上都是由井工开采出来的。

有用矿物地下开采要求掘进巷道网，因此，通向矿层的巷道布置和一定的开采顺序具有很大意义。

随着开采向深部发展，矿山地质条件愈加复杂：温度升高和瓦斯涌出量增大，煤及瓦斯突出和冲击地压的危险性增加。与此同时，要求不断地改善劳动条件和安全技术，提高劳动生产率和降低成本。这个问题只有通过开拓、准备、采煤方法和生产过程机械化等进行综合研究，方可解决。这就是本课程的主要任务。

建设和用高度机械化进行生产的大型矿井有利于上述问题的解决。这些矿井有：库兹巴斯矿区的《拉斯帕茨克》矿，生产能力为750万吨；别乔尔斯科矿区的《沃尔加绍尔斯科》矿，生产能力为450万吨；顿巴斯矿区的《红军-中央》矿，生产能力为400万吨。

现代化的煤矿是一个综合机械化和自动化的矿山企业，具有

生产能力大，开采强度和生产集中化程度高和主要工艺过程是连续作业等特点。因此，一个采矿工程师，作为一个有用矿物开采的专家应当懂得，在广泛使用现代综合机械化和自动化技术条件下的井田划分原则、开拓和准备方式、采煤方法，以及采矿工艺等方面的问题。

苏联煤炭工业的历史、现状和发展远景

俄国的第一个煤矿是在顿巴斯矿区于1796年开始生产的。十九世纪八十年代以前，由于国家的社会经济落后和顿巴斯距乌拉尔和黑海港口等工业中心区较远，又缺乏便利的交通运输条件，所以俄国的煤炭工业实际上没有得到发展。到十九世纪七十年代，随着顿巴斯铁路建设和国家南部钢铁工业的发展，煤炭产量有了显著的增长。第一次世界大战前，俄国的煤炭产量是2920万吨（其中2530万吨产于顿巴斯），为英国和德国的10%，为美国的5.6%，仅占世界煤炭产量的2%。

1918~1921年，在外国武装干涉和国内战争期间，顿巴斯的大部分矿井遭到破坏，年产量降到580万吨。战后通过巨大的努力，仅用了7年时间，顿巴斯就从废墟上恢复起来，并得到复兴。而法国当时在恢复比顿巴斯小很多的诺尔和巴-捷-卡列矿区时，则用了10年时间。

1928~1940年，在实现国家工业化的宏伟纲领时期，煤炭工业得到了迅速的发展。在大力发展顿巴斯这个主要燃料基地的同时，又在库兹巴斯、卡拉干达为乌拉尔-库兹涅茨工业系统建立了新的大型燃料基地。并且在莫斯科近郊、远东和其它地区煤炭工业也开始发展。在此时期，国家的煤炭产量约增长了四倍，于1940年达1.63亿吨，其中顿巴斯占8100万吨。当时建立起来的矿山机械制造业也为煤矿很快地提供了当时的现代化国产设备，30年代末期苏联的煤炭工业在采煤机械化水平方面，就已在世界上占领先地位了。

第二次世界大战给苏联的煤炭工业带来了巨大损失。顿巴斯

的生产矿井和在建矿井几乎全部被破坏和淹没了。所有的矿井地面设施均被炸毁。恢复顿巴斯矿井需要大量资金，因此使恢复工作延续了近六年之久。

在战后的30年内苏联的煤炭产量比1940年增长了约三倍，于1976年已达7.12亿吨，占世界煤产量的20%以上。

煤炭工业的主要发展方向是：优先开采开发条件和生产条件优越的煤田，首先是适于露天开采的煤田，从根本上改进煤矿企业的布局 and 煤炭产量的构成；改建和改造现有生产矿井、露天矿和选煤厂，建设大型煤矿企业；在煤炭系统所有生产领域内实行生产集中化；进一步对煤矿企业进行技术改造，使生产过程实现综合机械化和自动化，运输连续化；研究和应用能力大的，可靠性高的技术装备和先进工艺；实行煤炭的综合利用。

当前，应当实行下列措施：加速大型矿井的建设，完成生产矿井的根本改造，在东部建立新的和扩大已有的煤炭基地，大力增加选煤量，建立煤炭综合利用企业，进一步完善生产管理、计划组织和经济鼓励制度，优先发展科学研究和设计工作。

煤炭工业的发展是建立在广泛利用科学成果的基础上。同时，科学本身在解决工业发展过程中出现的问题并同生产相结合时，也使其得到发展。早在十八世纪前半叶，М.В.罗蒙诺索夫就已为地质、采矿、选矿和矿山测量，以及冶金等学科领域奠定了初步基础。在十九世纪，卓越的科学家А.П.卡尔宾斯基、Ф.Н.切尔内舍夫、А.И.乌札季斯、Г.Д.罗曼诺夫斯基、А.И.季姆耶等对采矿学科的发展做出了巨大的贡献。从二十世纪初开始，随着采矿工业的迅速发展，在采矿领域内一些杰出的学者进行了卓有成效的工作，他们是：Б.И.博基，В.И.包曼，М.М.普罗达基雅科诺夫，Н.И.特鲁什科夫，А.А.斯阔琴斯基，А.М.捷尔皮果列夫。

Б.И.博基教授是矿业问题科学研究新领域——矿井设计数学分析法的奠基人。В.И.包曼教授是俄国测量学科的创建者。М.М.普罗达基雅科诺夫教授是研究矿山压力理论、巷道支护和

矿井通风等方面的首创人。

A. A. 斯阔琴斯基院士是杰出的矿井通风学派的奠基者。

A. M. 捷尔皮果列夫创著了著名的矿山运输和采矿机械等教科书。

二十世纪中期涌现出一代杰出的学者和院士：Л. Л. 舍维亚科夫，H. B. 缅利尼科夫，B. C. 帕克，M. M. 费奥德洛夫；苏联科学院通讯院士：M. И. 阿果什科夫，B. B. 尔热夫斯基，H. A. 札依采夫等。

由于苏联学者们的努力，在煤田开发，高效率的采矿新技术研究和改善矿工劳动条件等方面解决了一系列的重要课题。

现在摆在煤炭工业科研和设计部门前面的任务是：

1980年将煤炭产量提高到7.9~8.1亿吨；

大规模地改进技术和工艺，并在此基础上加快煤炭产量的增长速度，提高煤质和进一步提高煤炭部门的工作效率；

首先，集中力量对那些采用先进工艺和新技术之后，能够保证煤炭产量大幅度增长，劳动生产率极大提高和改善其它技术经济指标的矿井及露天矿进行改建和技术改造；

大力发展苏联东部地区的露天开采；

为了扩大未来的动力燃料资源，在发展现有的顿涅茨、库兹涅茨、卡拉干达、别乔尔和其它煤炭基地的同时，要加速发展南雅库兹基煤炭产区。加速坎斯克-阿琴斯基动力燃料体系的建设，和进一步全面开发埃堤巴斯图兹基煤田；

扩大苏联欧洲部分的油质页岩的开采；

加速研制和掌握缓倾斜薄煤层和急倾斜煤层的综合机械化开采设备，扩大掘进机、装载机和煤炭工业的其它设备的生产；

研制和应用能保证煤炭和页岩开采企业劳动安全条件的新设备；

加强无人回采工作面采煤设备的科学研究、设计和试验工作；

将煤炭工业的劳动生产率提高22~24%。