

# 铀矿开采技术

铀矿开采技术编后记

原子能出版社

# 铀矿开采技术

《铀矿开采技术》编写组

原子能出版社

1981年

## 内 容 简 介

本书共分四篇：第一篇为铀矿地质，第二篇为铀矿床露天开采，第三篇为铀矿床地下开采，第四篇为铀矿通风与安全防护。

本书以介绍铀矿开采技术的基本特点为主，主要供铀矿工人、战士、干部和有关科技人员学习、参考之用，也可供大专院校有关专业师生参考。

### 铀矿开采技术

《铀矿开采技术》编写组

原子能出版社出版

(北京2109信箱)

国防科委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092  $\frac{1}{32}$  ·印张 13 $\frac{5}{16}$  ·字数350千字

1981年4月第一版·1981年4月第一次印刷

印数001—3,400 ·统一书号：15175·295

定价：2.15元

## 序 言

我国铀矿开采工业至今已有二十多年的历史。广大铀矿职工在党的正确路线指引下，发扬自力更生、艰苦奋斗的精神，建设了一批批的铀矿山，满足了国家对铀矿石的需要，而且建立起一套适应我国特点的铀矿开采技术。

铀矿开采技术不同于一般矿山，主要方面有：一、对矿石的识别，一般用肉眼是难以做到的，主要依靠放射性物理探矿方法。进行矿山地质工作，开拓掘进、采矿准备、矿石回采以及采出矿石的检查等都离不开放射性物探工作。二、铀具有放射性。氡不断地从矿岩暴露面和矿井水析出并衰变成氡子体，因此在矿山安全方面铀矿山多了一项放射性防护的内容。铀矿山的通风方式、需要风量、通风管理、“三废”处理、防护监测、防表面污染等都与一般矿山有所不同。三、对比其它的一般矿种的矿床，铀矿床品位低，仅为千分之几甚至万分之几。从矿石冶炼铀的过程通常是采用费用昂贵的水冶法先制成重铀酸铵（俗称黄饼），再提炼成铀。金属铀的成本较高。因此开采时要尽量减少开采损失和矿石贫化。由于上述这些特点，铀矿山不仅在矿山地质工作和通风、防护技术等方面具有特殊要求，而且在采矿方法方面相应地也有一定程度的差异。

为了适应原子能工业发展的需要，为了有利于实现“四个现代化”，满足铀矿广大职工学习生产技术的迫切要求，我们编写了这本《铀矿开采技术》。

本书侧重介绍铀矿山开采技术特点，至于与一般矿山无

大区别的常规开采技术，如凿岩爆破、巷道掘进与支护等只作一般介绍。本书包括铀矿地质、铀矿床露天开采、铀矿床地下开采、铀矿通风与安全防护共四篇。提升、运输、排水、压缩空气、矿山测量等因与一般矿山完全相同，本书未予编入。书中主要内容基本上反映了当前我国铀矿开采技术现状；个别内容取自其它来源。因受篇幅限制，在理论阐述和公式推导方面一般从简。

本书曾请有关单位的专业人员校阅补充，最后由第二机械工业部主管局有关专业的同志审订。本书是国内首次出版的关于铀矿开采技术的书籍。由于编、审者水平有限，遗漏、缺点甚至错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

# 目 录

## 第一篇 铀矿山地质

第一章 地质	( 3 )
第一节 普通地质知识	( 3 )
一、地球与地壳	( 3 )
二、地质作用	( 4 )
三、矿物、岩石、矿石、矿体与矿床	( 4 )
四、地质构造	( 7 )
五、地质年代	( 11 )
第二节 铀矿基本概念	( 12 )
一、铀的地球化学	( 12 )
二、铀矿物	( 13 )
三、铀矿床成因类型	( 15 )
四、铀矿床勘探类型和储量分级	( 17 )
第三节 铀矿山地质	( 19 )
一、补充地质勘探	( 20 )
二、生产探矿	( 20 )
三、回采过程中的地质工作	( 27 )
四、地质编录和取样	( 28 )
五、储量计算及其它	( 31 )
第二章 放射性物理探矿	( 35 )
第一节 放射性测量的基础知识	( 36 )

一、放射性衰变·····	( 36 )
二、放射性系列·····	( 37 )
三、天然放射性元素的射线谱·····	( 37 )
四、放射性平衡·····	( 40 )
五、射线与物质的相互作用·····	( 45 )
六、放射性测量中常用的单位·····	( 47 )
七、标准源·····	( 48 )
第二节 放射性测量仪器·····	( 51 )
一、铀矿山物探工作中常用的放射性测量仪器·····	( 51 )
二、 $\gamma$ 辐射仪的一般介绍·····	( 52 )
三、携带式普通 $\gamma$ 闪烁辐射仪的调整和标定·····	( 54 )
第三节 矿山放射性物探工作·····	( 56 )
一、辐射取样和编录·····	( 56 )
二、 $\gamma$ 测井(孔)·····	( 71 )
三、采场物探跟班·····	( 73 )
四、出窿矿石的检查·····	( 75 )
五、放射性选矿·····	( 77 )
六、放射性分析·····	( 78 )
第三章 矿床水文地质和工程地质·····	( 82 )
第一节 矿床水文地质和工程地质的几点基本知识·····	( 83 )
一、地下水的形成·····	( 83 )
二、矿床充水的自然因素·····	( 85 )
三、几种常见的影响矿床开采的工程地	

质现象·····	( 87 )
第二节 一般性矿床水文地质工作·····	( 88 )
一、矿床水文地质补充勘探·····	( 89 )
二、抽水试验和放水试验等工作·····	( 89 )
三、井巷水文地质编录·····	( 89 )
四、开展矿区地温工作·····	( 90 )
五、地下水动态观测·····	( 90 )
六、地面防水·····	( 91 )
七、井下防水和治水·····	( 91 )
八、露天采场的防水和治水·····	( 93 )
第三节 铀矿山放射性水文地质工作·····	( 94 )
一、天然水中的放射性元素·····	( 94 )
二、水中放射性元素的应用·····	( 95 )
三、水中放射性污染·····	( 95 )
四、放射性水化学工作·····	( 96 )
第四节 矿山工程地质·····	( 96 )
一、影响井巷工程稳定性的各种因素·····	( 96 )
二、影响露天边坡稳定性的各种因素·····	( 97 )

## 第二篇 铀矿床露天开采

第四章 露天开采工艺过程·····	( 101 )
第一节 露天开采概述·····	( 101 )
第二节 穿孔爆破工作·····	( 103 )
一、穿孔工作及设备·····	( 104 )
二、爆破工作·····	( 111 )
第三节 采装工作·····	( 116 )



一、单斗挖掘机	( 116 )
二、其他采装机械	( 118 )
第四节 运输工作	( 119 )
一、汽车运输	( 120 )
二、汽车主要技术性能	( 120 )
三、汽车运行方式	( 120 )
第五节 排土工作	( 122 )
一、排土场及其选择	( 122 )
二、排土方法	( 122 )
第五章 掘沟工程与矿床开拓	( 124 )
第一节 沟道尺寸和掘沟方法	( 124 )
一、掘沟和开采程序	( 124 )
二、沟道尺寸	( 125 )
三、掘沟方法	( 127 )
第二节 露天矿床开拓	( 130 )
一、沟道开拓法	( 130 )
二、平硐溜井开拓法	( 132 )
三、斜坡提升开拓法	( 133 )
第三节 露天采场最终边坡角	( 134 )
一、最终边坡角	( 134 )
二、最终边坡角构成要素	( 135 )
三、保证露天采场边坡稳定性的技术措施	( 137 )
第六章 露天开采方法、生产能力和开采境界	( 138 )
第一节 露天开采方法	( 138 )
一、露天开采方法分类	( 138 )
二、露天开采方法构成要素	( 138 )

三、工作面推进方向·····	( 143)
第二节 露天矿生产能力·····	( 143)
第三节 露天开采境界·····	( 144)
一、确定露天开采境界的意义·····	( 144)
二、剥采比·····	( 144)
三、经济合理剥采比的确定·····	( 146)
四、确定露天开采深度的原则·····	( 147)
第四节 铀矿露天开采实例·····	( 148)
一、例 1 某矿露天采场·····	( 148)
二、例 2 某矿露天采场·····	( 151)

### 第三篇 铀矿床地下开采

第七章 凿岩爆破·····	( 157)
第一节 岩石的物理力学性质·····	( 157)
一、岩石的物理力学性质·····	( 157)
二、岩石的分级·····	( 158)
第二节 浅眼冲击式凿岩·····	( 159)
一、冲击凿岩时岩石破碎过程·····	( 160)
二、凿岩机的分类及使用·····	( 160)
三、凿岩台车·····	( 170)
四、凿岩工具·····	( 174)
第三节 旋转式凿岩·····	( 177)
一、旋转式凿岩的岩石破碎过程·····	( 177)
二、旋转式电钻·····	( 177)
三、钻眼工具·····	( 179)
第四节 深孔凿岩·····	( 180)

一、深孔接杆凿岩·····	( 180 )
二、潜孔凿岩·····	( 181 )
三、其它凿岩方法·····	( 183 )
第五节 工业炸药和起爆材料·····	( 184 )
一、炸药的主要特点和性能·····	( 184 )
二、工业炸药·····	( 188 )
三、起爆材料·····	( 190 )
第六节 起爆方法·····	( 195 )
一、火雷管起爆法·····	( 195 )
二、电雷管起爆法·····	( 196 )
三、导爆线起爆法·····	( 200 )
四、加强起爆法·····	( 202 )
五、导爆管起爆法·····	( 202 )
第七节 爆破方法·····	( 203 )
一、浅眼爆破·····	( 203 )
二、深孔爆破·····	( 205 )
三、硃室爆破·····	( 206 )
四、药壶爆破·····	( 207 )
五、裸露爆破·····	( 208 )
六、光面爆破·····	( 208 )
第八章 井巷掘进与支护·····	( 210 )
第一节 矿山巷道·····	( 210 )
第二节 井巷支护及支护材料·····	( 212 )
一、木支架·····	( 212 )
二、混凝土支架·····	( 214 )
三、喷射混凝土和锚杆支护·····	( 218 )

第三节	水平巷道掘进	( 222 )
一、	巷道断面形状和尺寸	( 222 )
二、	水平巷道掘进作业	( 223 )
第四节	斜井掘进	( 234 )
第五节	天井掘进	( 235 )
一、	天井断面形状和尺寸	( 236 )
二、	天井掘进作业	( 236 )
三、	天井掘进方法	( 238 )
第六节	竖井开凿	( 243 )
一、	竖井断面形状和尺寸	( 244 )
二、	竖井开凿的施工方法	( 245 )
三、	井筒掘进与支护作业	( 247 )
第九章	矿床开拓	( 250 )
第一节	开采单位的划分、开采顺序和年 产量的确定	( 250 )
一、	开采单位的划分	( 250 )
二、	开采顺序	( 252 )
三、	矿山年产量的确定	( 254 )
四、	三级矿量	( 256 )
第二节	矿床开拓方法	( 257 )
一、	开拓方法的分类	( 257 )
二、	井底车场和硐室	( 258 )
三、	开拓方法的比较及适用条件	( 262 )
第十章	采矿方法	( 264 )
第一节	基本概念和要求	( 264 )
一、	地下采矿方法的基本概念	( 264 )

二、对矿床开采的基本要求·····	(267)
第二节 矿石损失贫化的原因和减少损失	
贫化的措施·····	(269)
一、矿石损失的原因和减少损失的措施·····	(269)
二、矿石贫化的原因和减少贫化的措施·····	(270)
第三节 矿石回采的主要工艺过程·····	(271)
一、放射性物探工作·····	(271)
二、落矿和二次破碎·····	(272)
三、矿石运搬·····	(273)
四、采区地压管理·····	(274)
第四节 采矿方法分类·····	(274)
一、采矿方法分类·····	(274)
二、影响采矿方法选择的主要因素·····	(276)
第五节 房柱采矿法和全面采矿法·····	(278)
一、房柱采矿法·····	(278)
二、全面采矿法·····	(282)
第六节 留矿采矿法·····	(285)
一、浅眼留矿采矿法·····	(285)
二、中深孔留矿采矿法·····	(290)
第七节 充填采矿法·····	(294)
一、充填采矿法的应用·····	(295)
二、水平分层充填采矿法实例·····	(297)
三、削壁充填采矿法·····	(310)
第八节 壁式崩落采矿法·····	(311)
一、短壁式采矿法·····	(311)
二、长壁式采矿法·····	(313)

第九节	分层崩落采矿法	( 315 )
第十节	采场底部结构和顶底柱的回采	( 318 )
一、	采场底部结构	( 318 )
二、	顶底柱的回采	( 322 )
第十一节	铀矿的化学开采	( 328 )
一、	钻孔取铀	( 328 )
二、	地下堆浸	( 329 )
三、	细菌浸出	( 333 )

#### 第四篇 铀矿井通风与安全防护

第十一章	矿井空气	( 337 )
第一节	矿井空气的成分	( 337 )
一、	地面空气与矿井空气	( 337 )
二、	矿井空气的主要成分	( 338 )
三、	矿井中的主要有毒、有害气体	( 338 )
第二节	矿尘	( 341 )
一、	矿尘的粒度分级及来源	( 341 )
二、	矿尘的性质	( 342 )
三、	矿尘的危害	( 342 )
第三节	氡	( 344 )
一、	氡的性质	( 344 )
二、	井下氡的来源	( 346 )
三、	影响井下氡析出的因素	( 346 )
四、	氡的危害	( 347 )
五、	氡及其子体的防护标准	( 348 )
第四节	矿井气候条件	( 349 )

第十二章	矿井通风	( 351 )
第一节	矿井通风任务和通风方法	( 351 )
一、	矿井通风的任务	( 351 )
二、	矿井通风方法	( 351 )
第二节	矿井通风系统、通风方式和通风构筑物	( 355 )
一、	矿井通风系统	( 355 )
二、	矿井通风方式	( 357 )
三、	通风网路	( 359 )
四、	通风构筑物	( 360 )
第三节	风量、风压和风阻	( 363 )
一、	风速和风量	( 363 )
二、	空气压力	( 363 )
三、	通风阻力与风压损失	( 366 )
第四节	空气在巷道中流动的规律	( 368 )
一、	风量守恒定律	( 368 )
二、	风压平衡定律	( 369 )
三、	伯努里方程式(空气流动的基本定律)	( 370 )
第五节	矿井通风所需风量	( 372 )
一、	按排氦计算风量	( 372 )
二、	按井下同时工作的最多人数计算风量	( 375 )
三、	按井下同时放炮使用的最多炸药量 计算风量	( 375 )
第六节	矿井通风总风压	( 376 )
一、	风压计算线路的选择	( 376 )
二、	矿井总风压计算方法	( 377 )

三、自然通风风压·····	( 377 )
四、矿井通风机选择·····	( 379 )
第七节 局部通风·····	( 380 )
一、局部通风设备·····	( 380 )
二、局部通风的技术要求·····	( 382 )
第八节 风量调节、减少漏风以及通风用 仪表·····	( 383 )
一、风量调节·····	( 383 )
二、减少漏风·····	( 384 )
三、矿山通风用仪表·····	( 385 )
第十三章 放射性防护·····	( 392 )
第一节 放射性防护基本知识·····	( 392 )
一、射线·····	( 392 )
二、放射系·····	( 393 )
三、常用的辐射剂量学单位·····	( 395 )
四、放射防护标准·····	( 396 )
第二节 铀矿山放射性防护·····	( 397 )
一、铀矿山主要放射性危害因素·····	( 397 )
二、铀矿山放射防护措施·····	( 398 )
第三节 铀矿山的环境保护·····	( 403 )
第四节 放射性剂量监测·····	( 406 )
第十四章 一般性的矿山安全技术·····	( 408 )



# 第一篇

## 铀矿地质