

中等专业学校教学用书

金属矿床开采

上册

地下开采部分

辽宁冶金学院 本溪钢铁学院 鞍山冶金专科学校 合編

中等专业学校教学用书

金属矿床开采

上册

第一部分

冶金工业出版社

本書包括地下开采和露天开采两部分內容。其中，主要闡述金屬矿床开采的基本理論，地下和露天开拓法，主要生产作业和采矿法。

本書可作为中等专业学校采矿专业教学参考書，也可供采矿工程技术人员和大专学校学生参考。

为了滿足需要，本書将分为上下两册出版。上册是地下开采部分，下册是露天开采部分。

参加本書編写的分工如下：自緒論至第七章及联合法部分由王恒綿編写，自第八章至第十三章由陈益蔚編写，其他地下开采部分和第十二章中的分层崩落法由陈志强編写，露天开采部分由沈长兴編写。最后由王恒綿統一进行了整理。

金屬矿床开采（上册）

地下开采部分

辽宁冶金学院 本溪鋼鐵学院 鞍山冶金专科学校 合編

1961 年1月第一版 1961 年1月北京第一次印刷 6,050 册
开本 $787 \times 1092 \cdot 1/16$ · 字数320,000 · 印张 $14 \frac{10}{16}$ · 定价 1.40 元

統一書号15062 · 2379 冶金工业出版社印刷厂印
新华書店科技发行所发行 各地新华书店經售

冶金工业出版社出版(地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

中等专业学校教学用书

金属矿床开采

上册

部分

冶金工业出版社

本書包括地下开采和露天开采两部分內容。其中，主要闡述金屬矿床开采的基本理論，地下和露天开拓法，主要生产作业和采矿法。

本書可作为中等专业学校采矿专业教学参考書，也可供采矿工程技术人员和大专学校学生参考。

为了滿足需要，本書将分为上下两册出版。上册是地下开采部分，下册是露天开采部分。

参加本書編写的分工如下：自緒論至第七章及联合法部分由王恒綿編写，自第八章至第十三章由陈益蔚編写，其他地下开采部分和第十二章中的分层崩落法由陈志强編写，露天开采部分由沈长兴編写，最后由王恒綿統一进行了整理。

金屬矿床开采（上册）

地下开采部分

辽宁冶金学院 本溪鋼鉄学院 鞍山冶金专科学校 合編

1961 年1月第一版 1961 年1月北京第一次印刷 6,050 册
开本787×1092·1/16·字数320,000·印张 $14\frac{10}{16}$ ·定价 1.40 元

統一書号15062·2379 冶金工业出版社印刷厂印
新华書店科技发行所发行 各地新华书店經售

冶金工业出版社出版(地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

目 录 (上册)

前言.....	7
緒論.....	8

第一部分 地下开采

第一篇 金属矿床地下开采总論

第一章 金属矿床的工业特性.....	11
§ 1 基本概念和术语.....	11
§ 2 矿石和岩石的工业特性.....	11
§ 3 金属矿床的工业特性.....	13
复习題.....	16

第二章 金属矿床地下开采的基本原则.....	17
§ 1 矿床的开采步骤及儲量.....	17
§ 2 矿山和矿井、矿田和井田及阶段和盘区.....	18
§ 3 井田的开采順序.....	21
§ 4 各阶段的开采順序.....	23
§ 5 一个阶段中的回采順序.....	24
§ 6 矿体群的开采順序.....	24
§ 7 各开采步骤之間的关系和矿山(矿井)年产量.....	25
§ 8 矿石損失与貧化.....	27
§ 9 对矿床开采的要求.....	30
复习題.....	31

第二篇 金属矿床开拓、采准及回采工作

第三章 矿床开拓.....	32
§ 1 开拓巷道的类型.....	32
§ 2 开拓法的分类.....	33
§ 3 单一开拓法.....	33
§ 4 联合开拓法.....	39
§ 5 主要开拓巷道位置的选择.....	41
§ 6 輔助开拓巷道的位置.....	47
§ 7 开拓方法的选择.....	48
§ 8 井底車场及其峒室.....	49
复习題.....	52

第四章 矿床采准.....	53
§ 1 基本概念.....	53
§ 2 采准巷道的說明.....	54
§ 3 对矿床采准的要求和采准工作量.....	57

§ 4	采准方法的分类	58
§ 5	标准的采准方法	58
§ 6	采准方法的选择	60
	复习题	62
第五章	回采的主要生产作业	63
§ 1	回采过程的概述	63
§ 2	回采时的崩矿	63
§ 3	矿石的运搬方法	72
§ 4	地压管理	76
§ 5	回采的工作循环	84
	复习题	85
	第三篇 地下采矿法	
第六章	地下采矿法分类和研究程序	86
§ 1	采矿法分类	86
§ 2	采矿法的研究程序	88
	复习题	89
第七章	空场采矿法	90
§ 1	概述	90
§ 2	全面采矿法	90
§ 3	房柱采矿法	93
§ 4	上向梯段采矿法	96
§ 5	下向梯段采矿法	102
§ 6	分段采矿法	104
§ 7	阶段采矿法	110
	复习题	113
第八章	留矿采矿法	115
§ 1	概述	115
§ 2	浅眼崩矿留矿采矿法	115
§ 3	深孔崩矿留矿采矿法	121
	复习题	124
第九章	充填采矿法	125
§ 1	概述	125
§ 2	采区回采充填采矿法	125
§ 3	垂直分条回采充填采矿法	129
§ 4	选别回采充填采矿法	136
§ 5	矿房回采充填采矿法	132
§ 6	本采矿法的评价	133
§ 7	本采矿法今后的改进途径	134

复习题	134
第十章 支柱采矿法	135
§ 1 概述	135
§ 2 加固横撑支柱采矿法	135
§ 3 棚架式支柱采矿法	136
§ 4 支柱采矿法的评价	138
复习题	138
第十一章 支柱充填采矿法	139
§ 1 概述	139
§ 2 垂直分条支柱充填采矿法	139
§ 3 短采区支柱充填采矿法	140
§ 4 长采区支柱充填采矿法	141
§ 5 本采矿法的评价	142
§ 6 本采矿法今后的发展途径	143
复习题	143
第十二章 围岩崩落采矿法	144
§ 1 概述	144
§ 2 分层崩落采矿法	144
§ 3 单分层回采并崩落顶板的壁式采矿法	161
复习题	164
第十三章 矿石与围岩崩落采矿法	165
§ 1 概述	165
§ 2 分段崩落采矿法	165
§ 3 阶段自然崩落采矿法	173
§ 4 阶段强制崩落采矿法	181
复习题	184
第十四章 矿柱回采及空场处理	185
§ 1 矿柱回采的重要意义及影响因素	185
§ 2 矿柱回采方法	186
§ 3 空场处理	195
复习题	199
第十五章 联合采矿法	200
§ 1 留矿房中和崩落矿柱中矿石同时自采区放出的联合采矿法	200
复习题	203
第十六章 采矿方法的选择	204
§ 1 正确地选择采矿法的意义与要求	204
§ 2 影响采矿法选择的因素	205
§ 3 采矿法的选择	205

§ 4 各种采矿法在我国及苏联使用的比重.....	207
复习题.....	209
第十七章 特殊采矿法.....	210
§ 1 浸析法.....	210
§ 2 溶解法.....	211
§ 3 地下水力采矿法.....	212
复习题.....	212
第十八章 矿山企业设计基础.....	213
§ 1 概論.....	213
§ 2 矿山企业的生产能力.....	219
§ 3 采矿方法构成要素主要尺寸的确定.....	225
§ 4 设计方案的經濟比較.....	228
§ 5 矿山工程发展进度计划的編制方法.....	229
复习题.....	231
参考文献.....	232

前 言

自从貫徹教育为无产階級政治服务，教育与生产劳动相結合的教育方針以来，在教育事业上进行了一系列的改革。在教学改革过程中，检查和发现了过去使用的講义还存在着不少的問題和缺点，特别是結合中国实际不够。

为此，1959年暑期冶金工业部教育司在沈阳召开的教育计划修訂會議上做出决定：責成辽宁冶金学院（当时为沈阳冶金专科学校）、本溪鋼鐵学院和鞍山冶金专科学校共同負責中等专业学校适用的“金屬矿床开采”教材的編写工作。

本书就是根据上述决定着手編写的。

参加編写本书的教师在开始編写前，对于編写的原則、方法以及資料收集等方面进行认真的研究和討論。在此基础上，大家就以1959年教育革命过程中新修訂的中等专业学校适用的“金屬矿床开采”課程的教学大綱为依据，本着集体討論和分头起草的原則进行了編写工作。前后經過半年多的編写時間，于今年3月底完成了全部初稿。初稿完成后，通过技术人員、学生和教师三結合的方式，进行了互审工作。参加审閱的同志們，对于本书初稿的某些章节提出了不少宝貴的意見。編者在慎重的研究了他們意見的基础上，又做了进一步的修改，于今年4月底全部脫稿。在这里讓我們向参加本书审閱的陆汝春工程师、刘安东及其他有关同志表示深切的謝意。

在編写过程中，我們主觀认为已經尽了很大的努力，但由于我們的水平有限，书中的缺点在所难免，如蒙閱讀本书的同志能給予各种批評和指正，則我們將表示热情的欢迎和衷心的感謝。

緒 論

采矿工业是国民經济中一个重要的部門。采矿工业供給金屬矿石、燃料、建筑材料、化学工业所需要的原料以及国家所需要的其它矿物与岩石。我国現代化工业所需要的原料，除了一部分輕工业依賴农业、林业和畜牧业的生产产品以外，几乎有百分之九十由采矿工业供給。因而可以說，采矿工业是現代工业和燃料的基地，是工业的基础。

金屬采矿工业是整个采矿工业中一个极其重要的組成部分，因为金屬在社会主义工业、农业、交通运输业和其它一切国民經济部門占着重要的地位。工业发展的成就和国防力量的巩固都是与我国金屬采矿工业的发展息息相关的。为了迅速地把我国建設成为一个具有現代工业、現代农业和現代科学文化的社会主义国家，要大力发展金屬采矿工业。

我們伟大的祖国的采矿事业具有悠久而輝煌的历史，早在四千年以前就已开始采掘矿石了。到了周朝（公元前1122年），金屬采矿工业已有相当的发展。2100多年以前，西汉时代就有了規模較大的煤矿，唐宪宗（公元810年）时开采銀、銅、鉄、錫的矿坑就有一百多处，元朝（公元1200年）就有了深达250米以上的盐井，明朝初年（公元1370年）已用热力法开采汞矿了，明朝末年是中国古代矿业最为发达的时期。

近百年来我国一直受着帝国主义、封建主义、官僚資本主义的統治和压迫，以致解放以前采矿工业沒有得到发展。当时的矿山采用的采矿法始終停留在古老的阶段，采用的設備也很簡陋，很多矿山均采用手工开采，劳动生产率和矿石产量都是很低的。如中南区和西南区官僚資本家經營的矿山，多半是用手錘和土鋼钎子凿岩，用黑色火药和土引綫爆破，使用簸箕运矿，而且沒有正规的开采計劃，見矿就挖，采富舍貧，因而不但劳动生产率低，而且矿石損失也是很大的。又如东北区的天宝山銅矿、桓仁鉛矿、弓长岭鉄矿和其它一些矿山，由于日本帝国主义者采取了掠夺式的开采，采用的回采順序和采矿方法也大都是不合理的。

全国解放后，由于党的正确領導，工人阶级忘我劳动以及苏联的无私援助，我国的金屬采矿事业已經取得了巨大的成就。

在1949—1952年的国民經济恢复时期，就大力地开展了矿山的恢复、建設和大規模的地质勘探工作，重点矿山已轉为机械化生产，并建立了机选厂。由于国民經济恢复和建設事业的胜利，在1953年以后，对矿山进行了規模更加宏大的地质勘探及建設工作，源源不断地从祖国各地向矿山輸送大批干部、熟練工人和机器設備，逐漸改革了旧的并且采用了新的采矿法，不断提高設備利用率和改进劳动組織，劳动生产率和矿石产量在逐年提高，矿石損失和貧化在逐年降低。特別是經過1958和1959年連續两年的大跃进，金屬采矿工业和其它国民經济部門一样，获得了飞跃的发展。

通过全民的整风运动和在党的鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义总路綫的光輝照耀下，采矿技术人員和广大工人迅速地提高了思想觉悟，进一步掌握了采矿技术，因而不仅試驗和应用了大量崩矿采矿法和其它各种新的有效采矿法（深孔分段法、深孔留矿法、分层留矿法、杆柱留矿法、棚子支护留矿法、分层崩落法、单分层

第 一 部 分
地 下 开 采

义經濟制度的条件下，在开采过程中，一定要滿足技术上的合理、安全和有效这三个基本要求。因此，本門課程与安全技术和矿山企业組織計劃同样有着密切的联系。

綜上所述，我們可以看出，这是一門綜合性的技术課，所以必須在掌握上述所有課程的基础上，才能对本門課程有所了解。

学习本課程的目的在于了解国内外先进采矿科学技术，掌握采矿的基本理論知識，并根据党的方針政策和矿山具体条件，正确地組織和管理生产，解决生产上存在的技術問題，进行地下矿和露天矿的开采設計。

第一篇 金屬矿床地下开采总論

第一章 金屬矿床的工业特性

§ 1 基本概念和术语

在目前技术經濟条件下，由地下回收为人类所利用的任何矿物体都叫做**矿产**。

矿石是一种矿产，这种矿产通常需要經過加工才能提取所需要的矿物和金屬。在自然界中还有很多不經加工就可以利用的矿产，如：煤、岩盐、云母、长石、粘土等。

根据現代的技术水平和經濟条件、矿产质与量的特征，适合开采的矿床叫做**工业矿床**，否則，叫做**非工业矿床**。

矿床可以分为：**金屬矿床**，即在矿石中含有一种或几种金屬（金、銀、有色金屬、稀有金屬、鉄、錳等）；**非金屬矿床**，即在矿石中含非金屬矿物和非金屬化合物（磷灰石、纖維磷灰石、云母、石墨、石棉、重晶石、螢石等）。

矿床周围的岩石，以及夹在矿床中的根本不含金屬或所含的金屬在工业上加工还嫌过少的岩石，叫做**废石**。

在矿山企业中，矿石和废石的概念完全是相对的，它取决于下列許多条件：国家經濟制度，采矿和矿石加工的技术水平，当地的經濟和地理条件，矿床的埋藏条件，矿床的儲量，企业規模，等等。

运到地表的所有矿石和废石，或在矿床开采过程中，無論是混在一起还是未混在一起的所有矿石和废石通叫做**采出矿石**。

运到地表（經過选废石或沒有經過），并送到选矿厂和冶炼厂去的矿石叫做**商品矿石**。

§ 2 矿石和岩石的工业特性

矿石的种类 区分矿石种类的方法是很多的，择其要者說明如下。

矿石价值取决于矿石中某种有用成分含量的大小及回收有用成分的加工过程。矿石按价值可分为：**富矿**、**中品位矿**和**貧矿**。如磁鉄矿石中鉄的品位大于55%的为富矿，在45~55%之間的为中品位矿，在20~45%之間的为貧矿。

矿石中某种有用成分含量的总和如低于最低限度，則这种矿石就成为非工业矿石，这种最低限度叫做**最低工业品位**。最低限度的标准可以认为是这样的含量，此时从矿石中所提出有用成分的价值仅能抵补开采及加工費用。

最低工业品位取决于矿床的地理分布、生产技术和地方經濟条件以及国家对該矿石

的需要程度。在每一个具体条件下，最低工业品位应考虑全部影响因素来决定。

矿石中有用成分的含量常用百分数来表示（对各种金属和非金属矿石）或用每吨或每立方米含若干克来表示（对贵重金属）。

矿石按矿物性质和化学矿物组成分为：**自然金属矿石**，除贵重金属矿石以外，在工业中很少见；**氧化矿石**，在矿床上部常见到的氧化物、硫酸盐及碳酸盐（ Fe_2O_3 ； $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ； ZnO ； MnO ； Cu_2O ； PbCO_3 ）；**硫化矿石**（ CuFeS_2 ； PbS ； ZnS ； Sb_2S_3 ）；**混合矿石**，即前三种矿石的混合物。

矿物按比重可分为：**重矿石**，其比重大于 3.5 吨/米^3 ；**中重矿石**，其比重自 2.5 到 3.5 吨/米^3 ；**轻矿石**，其比重小于 2.5 吨/米^3 。

矿石从原矿体采下并破碎成块后，它的体积增大。

采下矿石的体积与它在原矿体中体积之比叫做**碎胀系数**。根据采下矿石的块度和形状的不同，碎胀系数平均为 $1.4—1.6$ ；但装入容器（矿车、吊桶）中的矿石的碎胀系数增加到 $1.8—2$ 。

开采金属矿床和矿石加工时，矿石的块度具有很大意义。

矿石的块度依矿石的物理机械性和构造而定，并在崩矿过程及一部分在搬运过程中加以调整。矿石按块度一般分为：**小块**，自粉矿至横断面尺寸为 100 毫米的块；**中块**，自 100 至 $250—300$ 毫米的块；**大块** 自 $250—300$ 至 500 毫米的块；**特大块**， 500 毫米以上的块。

商品矿石的块度依用户的需要而定。

矿石的结块、氧化、自燃和湿度以及矿石的稳固性，对开采条件有很大影响。

结块性 某些采下的矿石有粘土、滑石和其他粘结性的成分，受湿后在很短的时间内就能结成大块。某些重硫化矿石（磁黄铁矿）遇水时，即使没有细而粘的物质，由于矿石表面氧化形成硫酸盐薄膜，也有结块性。矿石的结块性给放矿、装车、运搬和运输等都会造成困难。

氧化性 硫化矿物在水分和空气的作用下可变成氧化矿。采下来的硫化矿堆放在地下或地面过久就氧化，使选矿指标降低。

自燃性 含硫在 $18—20\%$ 以上的硫化矿具有自燃性。硫化矿吸附氧气并氧化，在氧化过程中放热，如果和采空区的碎矿及木料发生作用，形成自燃热源，可能发生地下火灾。

湿度 在崩矿、运搬和运输矿石以及箕斗提升、矿仓储存和矿车转运矿石的过程中，湿度具有很大意义。湿度能加速矿石的结块性，在冬季使矿石容易冻结。

矿石和岩石的稳固性 是矿石和岩石在一定的露出面积下，经过一定时间不发生崩落的性能。矿石和岩石按稳固程度一般可分为：

1. 不稳固的，顶板允许露出面积在 $50—100$ 平方米以下；
2. 稍稳固的， $50—100$ 至 400 平方米的露出面可以不支护；
3. 中等稳固的， $400—600$ 平方米的露出面可以不支护；
4. 稳固的， $600—800$ 平方米的露出面可以不支护；
5. 极稳固的，不支护的露出面积可达到 800 平方米以上。

这样划分稳固性只是为了便于选择采矿方法和采空区管理。有时很坚硬的矿石和岩石不允许有很大的露出面，而松软或中等的矿石和岩石在同样的露出面积下经过很长时间不经支柱也不发生崩落。在第一种情况下，矿石和岩石硬度很大时具有引起小块甚至于大块塌落的强裂节理。在第二种情况下，矿石是致密的且具有粘性。

§ 3 金属矿床的工业特性

矿床的形状、厚度和倾角对于采矿方法的选择有重要的影响。

金属矿床的形状是多种多样的。按形状金属矿床可分为：

1. 矿层及层状矿床（图1）它们多数是沉积生成的，其特点是沿走向较长，形状及埋藏条件不变，有用成分的组成及含量比较均匀。河北省宣化龙烟铁矿和烟筒山铁矿可做为矿层和层状矿床的例子。

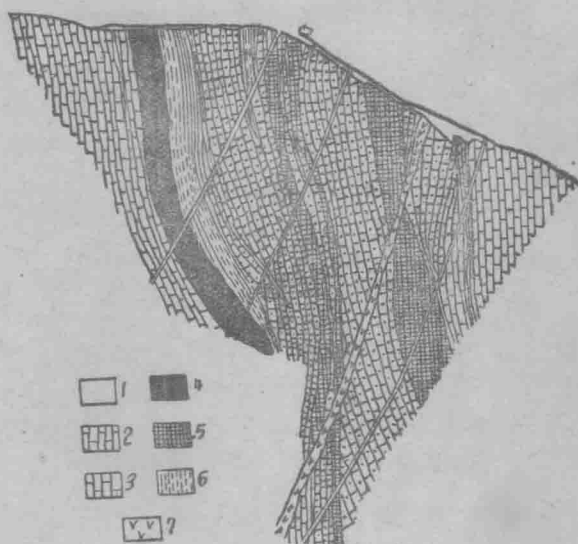


图 1 层状矿床

1—浮土；2—石灰石；3—含锰石灰石；4—锰矿；5—富的绿泥石碳酸盐矿；
6—贫的砂质矿；7—辉绿岩

2. 矿脉（图2） 主要是由于热液作用及气化作用，将矿物质充填在地壳裂缝生成的，其特点是埋藏不定且有用成分含量不定。脉状矿床较矿层的工业评价要困难得多。金、稀有金属和有色金属矿床常以矿脉形状出现。

3. 块状矿床（图3） 大小不一，形状常呈不规则的透镜状矿体、矿巢和矿株出现；一般与围岩无明显界限。它们是由充填、交代和气化等作用生成的。对这些矿床进行工业评价时，如不进行详细的钻探或巷道勘探，就难以判断其范围及有用成分的含量。有色金属（铜、铅、锌等）矿石常以块状矿床赋存着。

金属矿床按厚度有从几厘米的薄矿床到几十米甚至是几百米的厚矿床。

金属矿床按厚度可分为：

1. **极薄矿床** 厚度小于0.8米的矿床为极薄矿床，在开采这种矿床时，掘进采准巷道及进行回采工作，都要采掘一部分围岩。

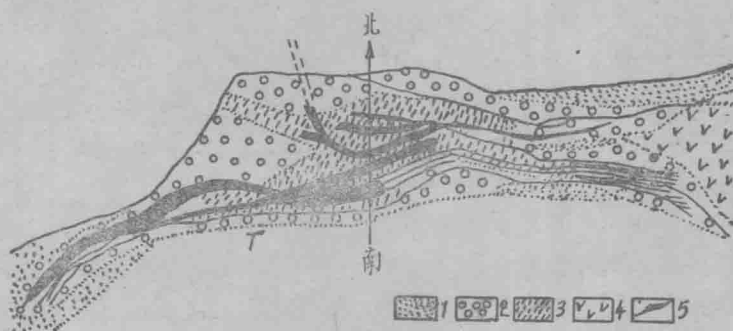


图 2 矿脉

1—砂岩；2—花岗岩化岩石；3—矿化角砾岩；4—暗色岩；5—矿脉

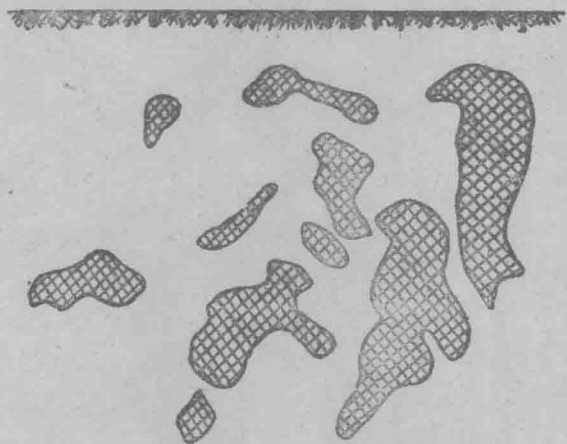


图 3 块状矿床

2. **薄矿床** 厚度自0.8米至2米的矿床为薄矿床，在开采薄矿床时，不采掘围岩即可进行回采，但掘进采准巷道时多半要采掘围岩。

3. **中厚矿床** 厚度自2至5米的矿床为中厚矿床，在这种矿床中无论回采或掘进采准巷道，都不用采掘围岩。

4. **厚矿床** 厚度自5米至20米的矿床为厚矿床；在急倾斜厚矿床中，可以用沿走向布置的采区按全厚进行开采。

5. **极厚矿床** 厚度大于20米的矿床为极厚矿床；按着地压管理条件，必须从垂直走向布置的采区开采，这些采区（矿房）是用垂直走向的矿柱分开。如果矿床厚度大于40~50米，还要用沿走向布置的矿柱把矿床分开。

如上所述，当开采金属矿床时，若遇到薄矿床，则通常需要采掘围岩，可是许多薄的矿床含有废石或由多种矿石组成，此时需要采用混合回采或选别回采。混合回采是在工作面上同时回采矿石和废石，而选别回采是在工作面上分别开采矿石和围岩，或把埋藏在一起的多种有用矿产分别采出。

混合回采常用在开采贫矿夹有富层的厚矿床，在采掘时不把贫富矿分开；当采矿按