

金属矿床地下开采方法

图 集

陈尙文 邓洪贵 宋育仁合編

中国工业出版社

1963 北京

本书以图集形式较为系统地总结了我国金属矿山运用各种采矿方法开采各类矿床的经验。

本图集包括空场采矿法、留矿采矿法、崩落采矿法、充填采矿法、支柱采矿法及矿柱回采等六部分。在概论中较为详细地介绍了各类采矿方法的实质、实用条件及今后的发展方向。在每一种采矿方法中，首先介绍设计标准方案、适用条件及一般指标；随后，通过一些矿山的生产实例，分别介绍每一种采矿方法实际应用的情况。

每一种采矿方法都附以详细的工程图，表明采矿准备方式和矿块的构成要素，使读者不必通过繁琐的文字说明，就能很容易地掌握该种方法的要点。

本图集可供金属采矿工程技术人员工作参考，也可作为矿业学院学生课外读物。

金属矿床地下开采方法图集

陈尚文 邓洪贵 宋育仁合编

冶金工业部图书编辑室编辑（北京猪市大街78号）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本787×1092¹/₁₆·印张7·字数122,000

1963年8月北京第一版·1963年8月北京第一次印刷

印数0001—1,270·定价（10-6）1.30元

统一书号：15165·2206（冶金-317）

序 言

在党的正确领导下，我国采矿工业和国民经济其它部门一样，获得了飞跃的发展，特别是最近几年来，广大职工在生产实践中创造了許多經驗，因而劳动生产率与回采强度显著提高。

为了适应我国社会主义经济建设对矿石需要量日益增长的需要，必须总结与推广我国金属矿山现有的經驗，扩大高强度、高效率采矿方法的应用范围，以不断地提高矿山生产能力，全面改善各项技术经济指标。

本书为了这个目的，以图集的形式较为系统地整理和总结了我国金属矿山运用各种采矿方法开采各类矿床时所取得的經驗。书内所列举的采矿方法，一部分是引用长沙矿山研究院与其他单位共同进行的研究成果，另一部分则是各矿山为我们提供的实际资料。

本书是按空场采矿法、留矿采矿法、崩落采矿法、充填采矿法、支柱充填采矿法和矿柱回采等分类阐述的。对于在生产上已经淘汰或将逐步淘汰的方法，则未予编入或压缩了篇幅。

在概論中較詳細地介绍了各类采矿方法的实质、适用条件、应用情况及今后的发展方向。对每种采矿方法，首先介绍设计的标准方案、适用条件和一般指标，随后通过一些矿山的生产实例分别介绍每一种方法实际应用的情况。在实例中，除某些注有試驗方案的矿块外，全是矿山的平均技术经济指标，但由于各矿山統計标准不一，各种指标难免有所出入。

书中所指的矿岩硬度，均以普氏硬度系数（ f ）表示。

本书各个部分的编写工作分工如下：陈尚文——空场采矿法（一），崩落采矿法（三）；邓洪贵——留矿采矿法（二）；陈尚文和宋育仁——充填采矿法及支柱充填采矿法（四），矿柱回采（五）。

编写本书的过程中，承蒙长沙矿山研究院技术情报室和許多矿山提供宝贵的资料，并给予热情的支持与帮助，謹在此表示誠摯的謝意。

作者对李让三工程师和冶金工业部图书編輯室編輯崔蔭宇同志致以深切的謝意，他們对本书初稿提供的宝贵建議，在最后定稿时曾加以考虑。在本书即将脱稿时，长沙矿山研究院地下采矿方法研究組的同志們曾給予很大的帮助，在此作者亦表示感謝。

由于作者水平有限，且編写的時間仓促，书中錯誤或不妥之处，在所难免，敬希讀者多多指正，并将意見寄长沙矿山研究院。

作者 1962年6月于长沙

目 录

序 言.....	3
一、空場采矿法.....	5
(一) 全面采矿法.....	5
(二) 房柱采矿法.....	9
(三) 分段采矿法.....	19
(四) 阶段矿房采矿法.....	31
二、留矿采矿法.....	50
(一) 自回采工作面崩矿的留矿采矿法.....	51
(二) 自专用巷道崩矿的留矿采矿法.....	65
三、崩落采矿法.....	69
(一) 壁式崩落采矿法.....	69
(二) 分层崩落采矿法.....	85
(三) 分段崩落采矿法.....	89
(四) 阶段崩落采矿法.....	94
四、充填采矿法及支柱充填采矿法.....	104
五、矿柱回采.....	107

一、空场采矿法

空场采矿法指的是这样一种采矿方法，矿块（矿房）在回采过程中，已经采出的矿石区段是空的，而采空区段主要是用矿柱（临时矿柱或永久矿柱），在个别情况下用人工支柱（立柱、丛柱、木垛、废石垛或混凝土支柱等）来支撑。整个矿块采完后，采空区仍然是空的。其所遗留之矿柱，根据具体情况，用其他的采矿方法全部或部分地回收。

为了使毗邻采区便于进行回采工作，遗留的采空区或是充填或是强制崩落。

应用空场采矿法的必要条件是围岩和矿石十分稳固，也就是说，要求允许采空区有相当大的暴露面积。

在开采金属矿床的生产实践中，空场法在我国一部分矿山中获得了广泛的应用，这是因为如果矿床条件适合，它是一种生产能力大、经济效果好、作业比较安全的采矿方法。

我国金属矿山采用的空场采矿法主要有：全面采矿法；房柱采矿法；分段采矿法和阶段矿房式采矿法。关于这几种采矿方法的标准方案、特点、适用条件及应用情况分别阐述如下。

（一）全面采矿法

全面采矿法（图01）是用连续工作面沿走向^①开采矿体，并以遗留的矿柱或夹于矿体中的废石柱来维护采空区的空场采矿法。这种采矿法通常自底板到顶板按矿体全厚进行回采。因此，它主要是用来开采上盘围岩稳固的厚度小于3~4米的水平、缓倾斜和倾斜的矿体。

随着回采工作的进行，为了预防采空区崩落，保证工作安全和降低贫化，在采矿场留设废石或不够工业品位的贫矿，作为不规则的矿柱。这些矿柱，一般不再回采，如果所留的矿柱为工业矿石，随后再设法回采。如果开采厚度不足2米、品位高、价值又较大的矿体，则可以不留矿柱，此时采矿场多利用采掘矿石时附带采出的废石砌筑石垛，有时也采用木垛或混凝土支柱维护。

全面采矿法虽然具有回采工艺简单、采矿成本低的优点，但它主要是用于开采品位较低的矿石。因为如果用它开采品位较高的富矿，由于所遗留的矿柱的回采率较低，引起较大的金属损失。

这种采矿法，一般把井田或矿体划分阶段来开采。由于矿体倾角不大，如工作面采用电耙运搬，则阶段倾斜高度为30~40米至50~60米，个别情况达到100米。

全面采矿法在我国矿山主要用来开采中厚以下的矿床，最近有的矿山曾试验过不留底柱的全面采矿法。试验结果证明：在顶板很稳定的条件下，可以减少切割工作量7%，提高回采率4%，每吨矿石成本降低0.2~0.35元；但由于无底柱全面采矿法的坑木消耗量大，目前未能得到广泛应用。

① 回采工作面沿逆倾斜方向推进的全面采矿法在实践中很少采用。

目前采用全面采矿法开采的矿山，多用带 П-1 型气动支架的 OM-506 型凿岩机，凿普通浅眼进行崩矿。工作面的矿石主要用电耙或利用矿石自重向阶段运输平巷运搬，国外某些矿山，也有的采用水力或爆破方法进行运搬；采准巷道多是沿脉布置。

在目前的技术条件下，开采顶板稳定的缓倾斜薄矿床时，全面法是一种很有效的采矿方法；我国矿山使用的沿走向推进的长梯段工作面的全面采矿法，在地质条件类似的矿山应广泛推广应用；当矿床顶板很稳定，而矿石品位较高的情况下，可以推广 101 矿试验成功的无底柱全面采矿法；为了进一步提高劳动生产率和减轻劳动强度，除广泛地采用电耙运搬矿石和水力或爆破方法运搬（在条件允许时）矿石外，在矿床倾角小于 $5\sim 10^\circ$ 的条件下，应进一步研究采用轻型高效率的无轨自行式凿岩台车、装矿机和运矿车等。

图 01 的说明

全面采矿法在 101 矿的应用

地 质 条 件

矿床为厚 10~100 毫米的含铜细矿脉，其上下盘有矿染和矿化带（宽 1~2 米），矿脉与围岩接触不明显，矿体倾角为 25~45°，矿石硬度 $f=8\sim 10$ ，围岩为 $f=10\sim 12$ 的角闪岩和 $f=8\sim 10$ 的闪长岩。矿石体重为 2.8 吨/米³。

采 矿 方 法 特 征

采矿准备与矿块结构要素如图 01 所示。工作面成两梯段沿走向推进。用 OM-506 型凿岩机凿深 1.5~1.6 米的炮眼，崩落的矿石用耙斗容积为 0.2 米³ 的 JY-15 型电耙运搬。采矿场除留有直径不小于 3 米的不规则矿柱外，还用木质立柱和丛柱作为辅助支柱。

技 术 经 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工	45
工作面工	4.8

每立方米矿石的材料消耗：

炸药，公斤	1.3
坑木，米 ³	0.0007
矿石贫化率，%	13.0
矿石回采率，%	89.0

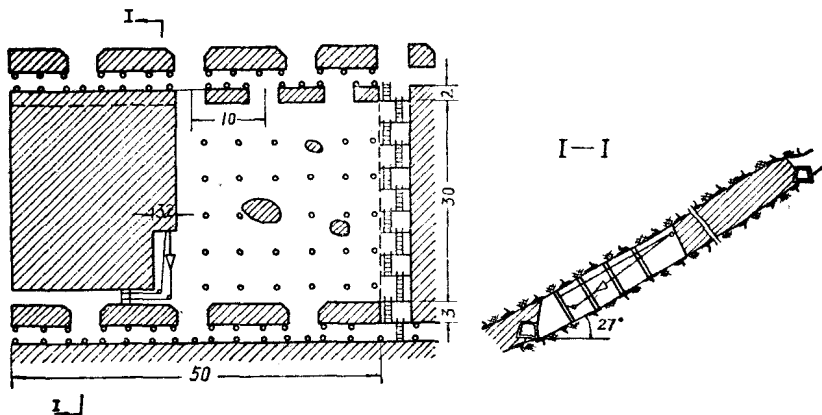


图 01

全面采矿法在102矿的应用

地质条件

该矿1号含铅矿脉，厚0.2~3.5米，倾角为30~40°，矿石品位变化很大， $f=8\sim 10$ 。矿体的上盘为云母片岩和变质岩脉，下盘为白云岩， $f=8\sim 10$ 。

采矿方法特征

矿块走向长度一般为30~50米，阶段倾斜高度为40~60米（上盘岩石稳固性较差时为40~45米），工作面成双梯段形沿走向推进，下梯段超前上梯段2米左右。采空区用木质立柱支护，其间距为2~4米，在顶板稳固性较差的情况下，有时采用丛柱和木垛以及保留贫矿矿柱维护顶板。采下的矿石用容积为0.12米³的JTY-15型电耙运搬。

技术经济指标

凿岩工劳动生产率，吨/工班	60
每立方米矿石的材料消耗：	
炸药，公斤	0.6
坑木，米 ³	0.003
矿石贫化率，%	5.0
矿石回采率，%	95.0
矿石的直接成本，元/吨	5.3

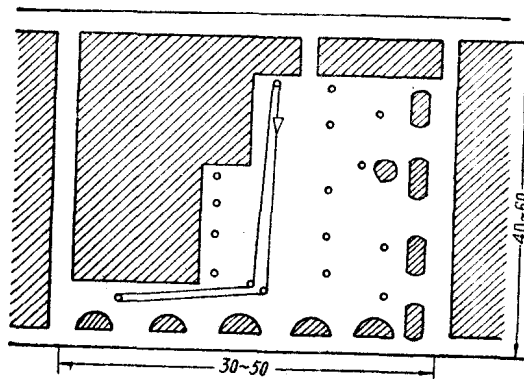


图 02

(二) 房柱采矿法

房柱采矿法是用单独的矿房回采矿石，而矿房以規則或不規則矿柱彼此隔开的空场采矿法。其特点是有系統地保留和回采与矿房相互交替布置的矿柱。

同全面采矿法一样，房柱采矿法也是用来开采围岩和矿石均穩固的矿床。在中厚（大于3~4米）以上的水平或緩傾斜及傾斜矿床中，一般通常用以代替全面采矿法。

在生产实践中，本法又可分为留規則与不規則矿柱的房柱采矿法，前者适用于矿石品位分布較均匀的矿房，后者則适用于矿石品位分布不够均匀的矿床，两者的区别主要在于矿柱的形状、大小和其間的距离是否一致。在任何情况下，矿柱的总和和矿柱間的最大跨度，必須保証矿房在回采过程中十分穩固，頂板岩石不致片落。留不規則与規則矿柱的房柱采矿法的适用条件、設計的标准方案（图03、04）、矿块构成要素和一般的技术經濟指标，见图03和图04的說明。

矿房和矿柱的尺寸，取决于矿石和围岩的穩固性，以及矿体的厚度。一般，矿房和矿柱中矿石儲量之間的比例，有很大的变动范围，平均自2:1~3:1至4:1~5:1以上；随着矿体厚度的增加，矿石和围岩穩固性的降低，則矿房的允許跨度相应地縮小，矿柱的寬度或圓形矿柱的直径大为增加。目前除了可以采用某些近似的方法对其所产生的容許极限强度进行計算外，主要是依靠生产性試驗的方法来确定。

房柱法的准备工作，是在下盘脉內或岩石中分別布置运输和通风巷道。

房柱法主要是用来开采品位不高、价值不大的矿床；在开采价值較大的富矿体时，应当考虑矿柱的回采問題。

房柱采矿法的主要优点是：劳动生产率高，矿块生产能力强，木材消耗少，貧化不大，通风条件好。主要缺点是矿柱中的矿石損失大。

今后的发展方向：为了提高凿岩与运搬效率，应采用高效率的自行式凿岩台車，輕型电鏟，自行式耙斗装矿机以及其他装运設備；推广深孔凿岩、微差爆破和分散装药，以減少爆破震动对矿柱的影响和大块的产出率；适当地縮小深孔直径，并用杆柱維護頂板，以防止其片落，进一步研究改进浅眼崩矿的房柱法，寻求新的有效的方法；研究合理的矿块要素，矿柱回采方法与采空区的处理方法。

留不规则矿柱的空场采矿法

(设计标准方案)

地质条件

矿体倾角 $0\sim 30^\circ$ (缓倾斜以下), 厚度 $1.5\sim 5$ 米 (中厚以下), 矿石硬度 $f=8$ 以上, 矿石稳定程度属中等或中等以上, 上盘岩石 $f=8$ 以上, 稳固; 下盘岩石硬度不限, 矿体中 有用成份分布不均, 有利于将部分贫矿或非工业矿石留作矿柱。

技术经济指标

矿块生产能力, 米 ³ /昼夜	96
电耙生产能力, 米 ³ /台班	16 (JTY-15型14千瓦)
劳动生产率, 米 ³ /工班:	
凿岩工	8
工作面工	3.1
每立方米矿石的材料消耗:	
炸药, 公斤	0.8
雷管, 个	1.8
导火綫, 米	2.7
钎子钢, 公斤	0.02
合金片, 克	2.5
坑木, 米 ³	0.001
矿石贫化率, %	5.0
矿石损失率, %	7.0
回采强度, 米/月	15

留规则矿柱空场采矿法

(设计标准方案)

地质条件

矿体倾角为 $0 \sim 30^\circ$ (缓倾斜), 厚度一般为 $5 \sim 10$ 米 (中厚矿体), 矿石硬度 $f=8$ 以上, 稳固或中等稳固, 上盘岩石硬度 $f=8$ 以上, 稳固, 下盘岩石硬度不限。

技术经济指标

矿块生产能力, 米 ³ /昼夜	20~60
电耙生产能力, 米 ³ /台班	20 (JY-15型14千瓦)
劳动生产率, 米 ³ /工班:	
凿岩工	10
工作面工	4.1
每立方米矿石的材料消耗:	
炸药, 公斤	0.6
雷管, 个	1.2
导火綫, 米	1.8
钎子钢, 公斤	0.018
硬合金, 克	2
坑木, 米 ³	0.001
矿石贫化率, %	4.0
矿石损失率, %	25.0
回采强度, 米/月	10

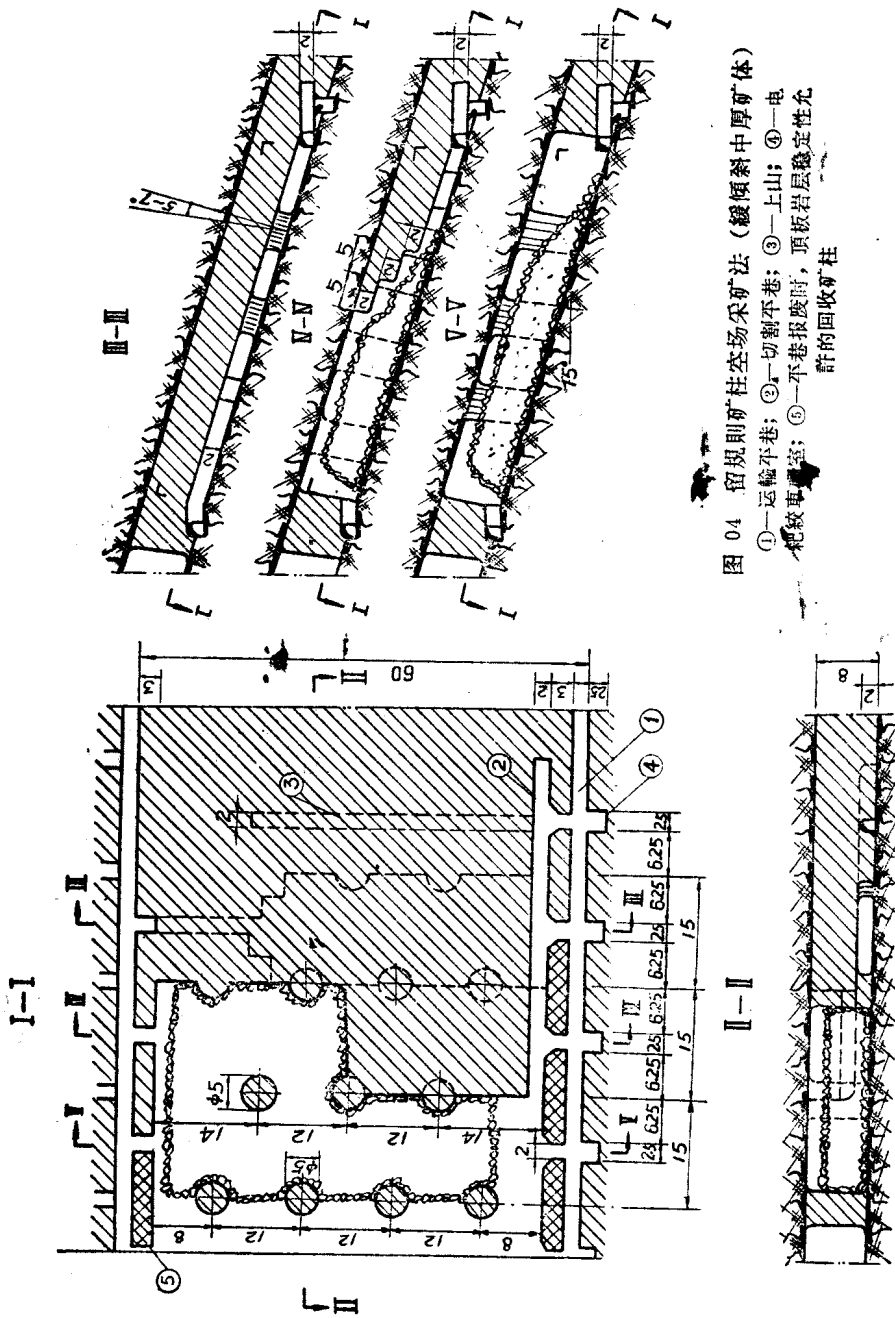


图 04 留规则矿柱空场采矿法 (缓倾斜中厚矿体)

- ①—运输平巷；②—切割平巷；③—上山；④—电
- 机较专用室；⑤—平巷报废时，顶板岩层稳定性允
- 许的回收矿柱

图 05 的说明

103 矿采用的房柱采矿法

地 质 条 件

该矿属中温热液矿床，矿石为辉钨矿，矿体厚度为 1.5~10 米，品位分布较均匀，倾角为 12~15°，矿石稳固， $f=12\sim18$ ，体重为 2.6~2.7 吨/米³。矿体的上盘为长龙界頁岩，中等稳固， $f=6$ 左右，下盘为稳固的矽化石灰岩， $f=10\sim12$ 。

采 矿 方 法 特 征

在上述地质条件下，该矿为了顺利地采用圆形矿柱的房柱采矿法，一般都在頁岩下保留一层厚约 1~3 米的临时护顶矿层，以便在矿房回采过程中避免上盘岩石片落，保护顶板的完整。

矿房直交走向布置，阶段斜高为 60 米左右，矿房宽度为 10~15 米。运输平巷布置在下盘围岩中，用漏斗与矿房连通。随着回采工作的进行，每隔 12~14 米留有直径为 3~5 米的规则矿柱，以支护采空区。采矿工作是借局部留矿的方法，以向上梯段工作面进行。

崩落的矿石用人力或电耙运至运输平巷装车。

在浅眼崩矿的房柱采矿法中，凿岩工的劳动生产率较低，为了提高其效率，今后在适宜的条件下宜于推行深孔崩矿，为此在矿房中不划分梯段，而用浅眼先拉开切割空间，再用深孔崩矿。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工.....60~70

工作面工.....8

每立方米矿石的材料消耗：

炸药，公斤.....0.48

坑木，米³.....0.003

硬合金，克.....2.3

矿石回采率，%.....70.0~80.0

矿石贫化率，%.....4.0~5.5

回采强度，吨/米²·月.....40~54

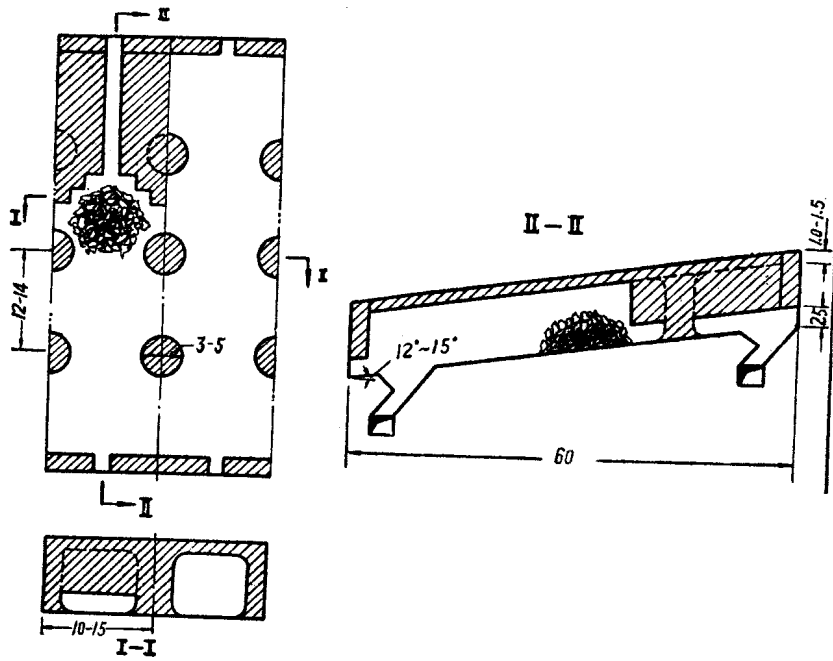


图 05

103 矿试验的槽形矿柱式房柱采矿法

(试验方案)

地质条件

试验区段的矿石为辉钨矿，厚度为 4.5~5.5 米， $f=12\sim13$ ，矿体倾角为 $8\sim12^\circ$ ，矿石体重为 2.6~2.7 吨/米³。

矿体上盘为长龙界页岩，节理发达， $f=6$ ；下盘为 $f=10\sim12$ 的灰岩，灰岩与矿体间有一层厚为 0.3~0.5 米的灰质页岩。

采矿方法特征

利用留临时槽形矿柱的房柱采矿法回采矿块。矿块宽为 12 米（矿房宽为 8 米，两侧矿柱宽共 4 米）顶柱厚为 2~3 米，阶段斜高为 37 米，矿块总回采厚度（矿房和矿柱）为 4.5~5.5 米。矿块布置如图 06 所示。

在矿块中以逆倾斜方向自运输水平向通风水平回采高 2.5 米、宽 8 米的矿房。矿房采空后，沿倾斜方向后退，用扇形炮眼依次崩落槽形矿柱。由矿柱中崩落的矿石用电耙运至下盘脉外巷道装车。

实践证明，采空后的顶板具有暂时的稳定性，是顺利应用本法的必要条件；采空区顶板易于崩落时，则必须改用其它方法（如由空场法改为崩落法）。

试验结果基本上良好的，在地质条件适合的矿山可考虑推广。

技术经济指标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工.....55~65

工作面工.....9.3

每立方米矿石的材料消耗：

炸药，公斤.....0.47

雷管，个.....0.65

矿石回采率，%.....89.6

矿石贫化率，%.....5.0

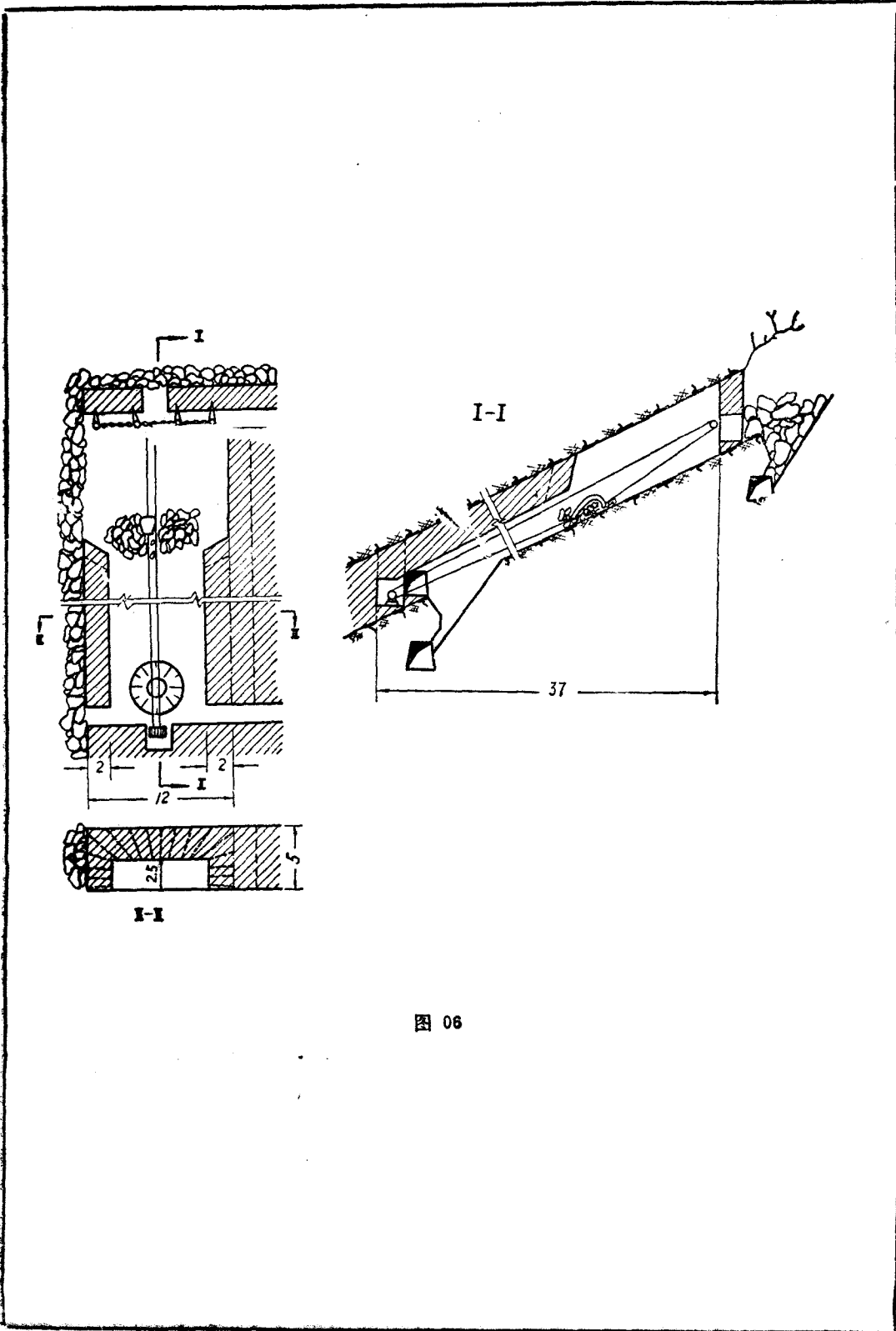


图 06