

采圓柱礦

長沙礦山

設計研究院 編著

冶金工业出版社

252.4
836-2

矿柱回采

長沙礦山設計研究院 編著

冶金工业出版社

矿柱回采是一项繁重而又复杂的工作，是目前我国采矿工业的重要问题之一。

本书通过实例，系统地阐述了国内外矿山在近年来采用各种采矿方法、回采中厚以上各种类型的矿柱的成就和经验，并对各种矿柱回采方法分别作了比较和评价。

本书第五章还探讨了矿柱回采方法的选择及其研究工作的基本方向。

本书可供矿山工程技术人员、设计人员以及采矿专业师生参考。

矿 柱 回 采

长沙矿山设计研究院 编著

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

—— * ——
1960年4月 第一版

1960年4月 北京第一次印刷

印数 4,025 册

开本 850×1168 • 1/32 • 80000字 • 印张 $3\frac{20}{32}$ • 插页 2 •

—— * ——
统一书号15062 • 2151 定价 0.52 元

目 录

序	5
第一章 矿房充满充填料的矿柱回采	7
第一节 概論	7
第二节 分层崩落法回采矿柱	9
第三节 分段崩落法回采矿柱	20
第四节 充填法及支柱充填法回采矿柱	33
第五节 用混凝土柱代替房間矿柱的采矿法	45
第六节 回采充填矿房間的矿柱总结	49
第二章 矿房未充填的矿柱回采	51
第一节 概論	51
第二节 采用大量崩落法回采矿柱	55
第三节 大量崩矿法回采矿柱时的块度、損失与貧化問題	79
第四节 大量崩落法回采矿柱的总结	84
第三章 矿房中充满矿石的矿柱回采	86
第一节 概論	86
第二节 矿房充满矿石的矿柱回采方法	86
第三节 矿房中充满矿石时回采矿柱的总结	96
第四章 緩傾斜矿床的矿柱回采	97
第一节 概論	97
第二节 矿柱回采实例	102
第三节 緩傾斜矿床的矿柱回采总结	103

第五章 矿柱回采方法的选择及其研究工作的基本方向… 110

第一节 矿柱回采方法的选择与应用 ……110

第二节 今后矿柱回采研究工作的基本方向 ……112

参考文献 …… 115

序

矿床开采第二阶段的矿柱回采是一项繁重而在技术上又复杂的采矿工作。长期拖延矿柱回采，就会导致矿柱的变形与破坏，威胁作业区段的安全和增加矿柱回采的复杂性。据统计，矿柱矿量一般约占整个开采矿量的20~50%左右，例如青城子铜矿在1952年的矿柱回采量占全年采矿量的72.8%，1953年的矿柱回采量占全年采矿量的47.2%；锡矿山南矿在矿柱中的矿量为40%左右。因此，提高矿柱回采率，尽快地回采这些矿柱，是目前我国采矿工业的重要问题。

我国金属矿山遗留的大量矿柱，主要是解放前帝国主义和资本家掠夺式开采的结果。由于遗留时间较久，多数矿柱在不同程度上发生了变形和破碎，分布面广，遗留情况不一，这些都给矿柱回采工作带来了巨大的技术复杂性，而成为我国采矿技术中的一个重要问题。

最近几年来，随着国民经济的飞跃发展，许多矿山在回收老窿矿柱和房间矿柱与中段矿柱方面已做了不少工作（如生产矿山为了加速矿柱回采，采取了多中段同时进行矿柱的回采工作；在寻求新的矿柱回采方法方面，比较重要的和有发展前途的是用混凝土柱代替房间矿柱的采矿法；大量崩落矿柱的方法，日益普遍地为许多矿山采用和推广），因此，迅速地总结实际应用中的矿柱回采方法的经验，对进一步改进现有的、寻求最有效的矿柱回采方法和帮助正在准备进行回采矿柱的矿山来说，是有实际意义的。

矿柱回采的全部经验再一次说明了，在任何情况下，当进行采矿设计时，在研究矿房回采阶段的同时，必须充分地研究矿柱的回采问题，因为矿柱回采方法选择得正确与否，影响着整个矿

床的开采效果。但在实际工作中往往偏重于考虑矿房的回采，而不同时充分考虑矿柱回采方法和工艺过程的全部问题，这是引起矿柱回采方法繁重费力，矿石损失很大的主要原因。

本书比较系统地整理和总结了国内外金属矿山在回采矿柱工作中所取得的成就。编写本书的目的，就在于总结和推广国内外金属矿山回采中厚以上的各种类型矿柱的经验。

矿柱回采方法是根据矿床的倾斜角度和矿房的支护方法进行分类的，因为矿房的支护方法和矿床倾斜角度的不同，矿柱回采方法也就不同。因此本书按下列各类分别阐述各种矿柱回采方法，即：矿房充满充填材料的矿柱回采；矿房未充填的矿柱回采；矿房充满矿石的矿柱回采；缓倾斜矿床的矿柱回采。这样既考虑到上述分类根据，又考虑到一般用于矿床开采第二阶段——回采矿柱时为矿山普遍采用的采矿方法。

书中各节所指的岩石硬度系根据普氏系数（ f ）表示的。

书内各处所指的顶底矿柱是各邻接中段的矿柱，它是由采矿场的底柱和下部中段采矿场的顶柱构成的，房间矿柱（或称矿壁）即两相邻矿房间的矿柱。

编写本书时，许多矿山和高等学校在百忙中为我们收集资料，并提供了许多宝贵意见，给予我们很大的鼓舞和帮助，谨在此表示衷心感谢。

所有对本书的批评和建议，请寄长沙矿山设计研究院。

第一章 矿房充滿充填料的矿柱回采

第一節 概 論

矿房充滿充填料的矿柱回采的實質是：先用普通的充填法或其他采矿法开采矿房，待矿房中矿石全部放出并充填后，再用他种采矿法来回采矿柱。因此它是一种在两个步骤中用两种不同的采矿法回采一个矿块的方法。

关于矿房业已充填的矿柱回采方法，除了根据矿床的特征和矿柱遗留的情况外，还要根据回采矿房时所使用的方法来决定。通常采用的方法有分层崩落法、分段崩落法和支柱充填法。

在某矿区，用水平分层充填法回采矿房，随后用分层崩落法和分段崩落法或方框支柱充填法回采矿柱；在錫矿山矿区老窿矿柱回采中，用充填法回采矿房，用水平分层充填法回采矿柱。

用方框支柱充填法由下而上回采矿柱的矿柱回采方法，只有在矿石不够稳固和需要保护地表等情况下才可使用，因为自下而上回采矿柱时，頂板矿石除与两盘围岩間的固着力及与充填料間的摩擦力外，沒有別的支撐，回采工作有很大的困难和危險。所以在矿石不够稳固而其他条件又許可时，以使用分层或分段崩落法来回采矿柱为宜。

如上所述，本类矿柱遗留的特点是采空区已由充填材料充滿，因而矿房所采用的采矿方法，一般說来，对于矿柱的回采方法不会发生重大的影响。但充填材料質量的好坏和充填方法的完善与否，对能否最大限度地回收矿柱中的矿石却有很大的影响。

由致密而坚硬的充填材料充填采空場的优点是：能防止在岩盘压力作用下矿柱的过早破坏与变形；由于提供了安全回采矿柱的条件，既能加速矿柱的回采，也有可能将矿柱中的矿石最大限

度地回收，并降低矿石貧化；此外，也由于矿柱为致密的充填材料隔离，可以避免在回采工作中火災的发生。因此，在回采矿石为高价值的或具有自燃性質的黃鉄矿型的矿床时，用这种方法是适宜的。

用充填法开采矿房时，下列兩項措施是必要的：

1) 回采第一分层时，在其底板上鋪設緊密的垫板或鉄絲网，以便保証在回采底柱时工作安全，減少矿石損失，避免或減少由于充填料的滲入而引起的貧化；

2) 把矿房与毗邻采区及矿柱隔开，以免充填料从采空区溢出。

与充填材料接触部分的矿石最难回采，为減少該处矿石的品位降低，往往采用下列的措施之一：

1) 在采矿場回采过程中，側壁釘以木板，但在大多数情况下，木板在开始回采矿柱前，已經腐朽；此外，木板常因爆破而遭到损坏，因此这种方法不能認為是最有效的。

2) 为了消除木板腐朽和被崩坏的缺点，某些矿山曾于矿柱的边緣鋪設金屬网片，这种方法在一般的矿山地質条件下較木板为有效，唯在含硫較高的矿房內应鋪設經防腐处理的网片，以免引起金屬的腐蝕。

3) 当矿房內为非粘結性的松散充填材料，在矿柱的外緣側壁又未鋪設木板或鉄絲网时，为了正常地进行矿柱的回采工作，在与充填材料接触的地方，留下一个薄层护矿柱。采用这种方法时矿柱中的矿石就要遭到大量的損失。

4) 因此，在回采矿柱时防止矿石損失和貧化最有效的措施，是在矿房內使用胶結性的充填材料充填。这种方法所引起的过額費用，通常可由矿石質量的提高与損失的降低得到补偿。此外，为了降低充填費用，可以仅在与矿柱相接触的适当厚度上用胶結性的充填材料充填，在矿房的其他地方仍采用非胶結性的充填材料充填是适宜的。

在任何条件下，時間因素最为重要，因此必須极迅速地进行矿柱的回采工作，以避免在回采过程中引起巨大的矿山压力，致使矿柱发生变形。进行采区的准备工作时，就应考虑到矿柱的回采，具体地说，回采矿柱的基本准备工作，一般应与矿房采准工作同时进行，以便提供回采矿柱时正常进行工作的条件。

关于本类各种回采矿柱的方法将分别在后面詳細叙述。

第二節 分層崩落法回采矿柱

回采矿房充滿充填材料的矿柱时，矿山常用的采矿方法是分层崩落法。其准备工作包括掘进回采矿柱用的横巷和天井。为了避免回采矿柱的时间过长，致使岩层的压力增加，矿柱的准备工作 and 回采工作必須迅速地进行，并保証工作面寬大、出矿距离近和通风条件良好。

当采用分层崩落法回采矿柱时，用輕便的电耙絞車和脉外天井貯矿坑道的准备系統，能保証工作面的有效通风和运搬矿石的良好条件。

矿体很厚时，沿矿柱长度方向每隔25~30米在矿柱中掘进天井。在房間矿柱中，每隔一个分层掘进貯矿横巷。按矿柱寬度用連續工作面向天井回采分层。当矿柱的边緣未釘护板时，为了防止矿房中的岩石滲入到矿柱中的回采空間，在矿柱的兩側保留适当厚度的护矿壁，此矿壁在降落假頂前回采或崩掉。采下的矿石放到分层横巷或貯矿横巷中，然后耙运至放矿漏斗（图1）。

当矿石比較稳固、矿柱未发生变形时，如果条件允許时，使用貯矿壟沟的分层崩落法回采房間矿柱是最有利的（图2），因为它可以保証矿柱的迅速崩落。应用这种方法时，在矿柱中間采出一道貯存矿石的壟沟，从分层中采下的矿石放入壟沟內。为了防止矿柱因受側压变形，避免工人掉入，壟沟內要經常充滿矿石。随着分层的回采，将部分多余的矿石經由漏斗放出。

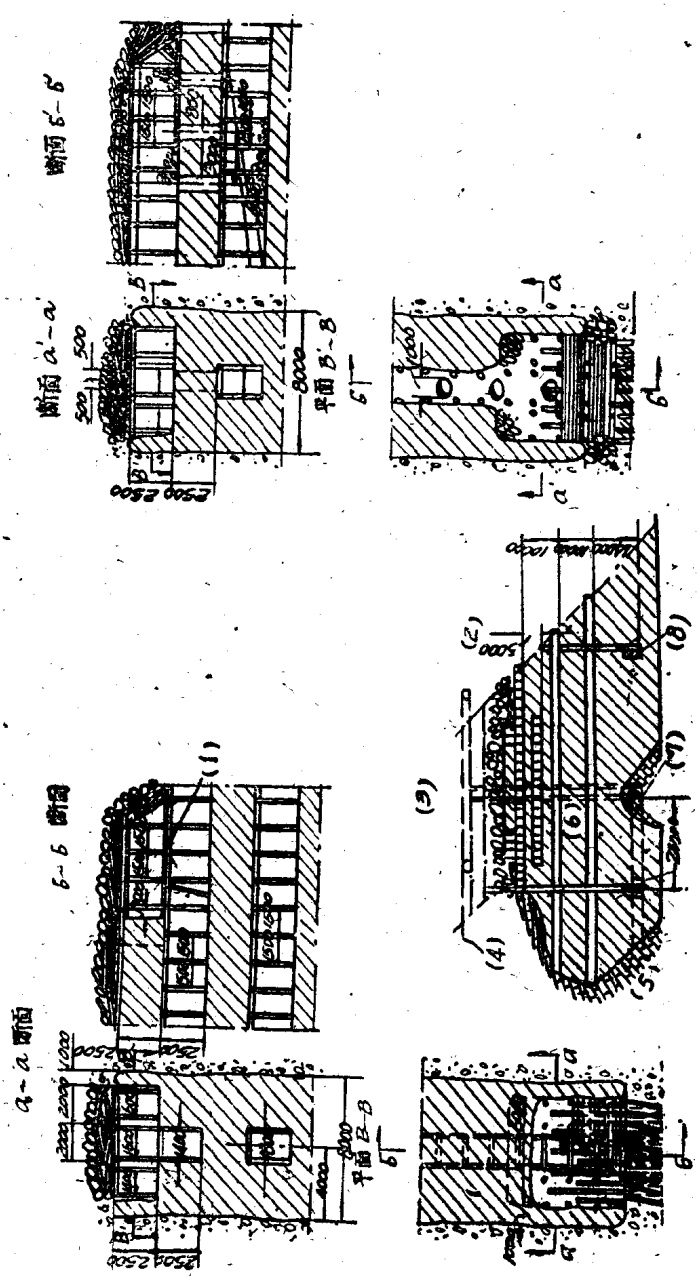


图 1 房間矿柱分层崩落法

(1) 横梁; (2) 上盘; (3) 矿柱中心縱断面; (4) 62水平; (5) 下盘; (6) 4号天井; (7) 脉外平巷; (8) 中央沿脉巷道

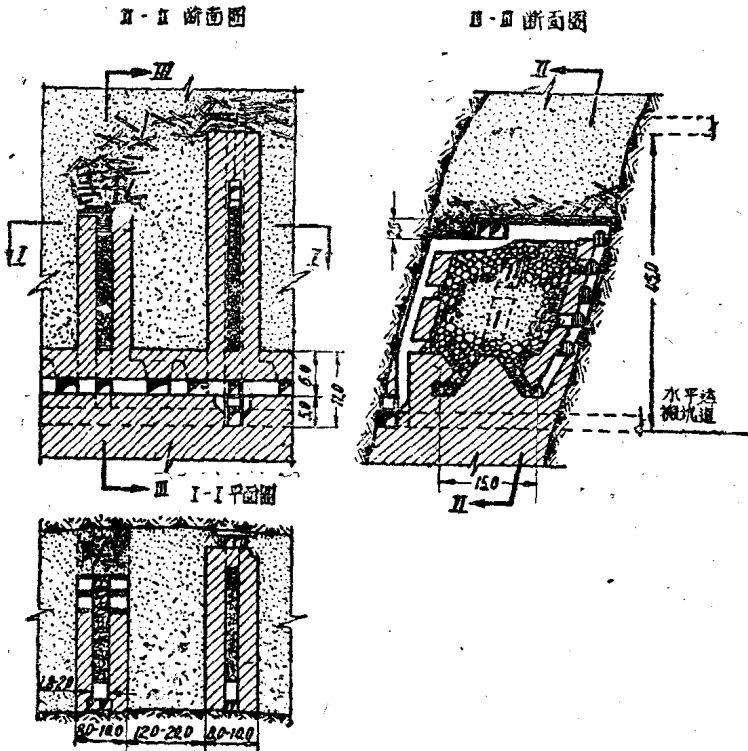


图 2

必須指出，分层崩落法能以較高的速度进行矿柱回采，据統計其年下降深度为 30 米左右。用这种方法比用支柱充填法所获得的劳动生产率指标高，采矿成本要低，而且矿石的回采率很高，貧化率也比較低。

現在我們就来研究和介紹一下在生产中用分层崩落法回采矿柱的情况。

一、某矿用分层崩落法进行矿柱的回采

矿体的傾角为 $33 \sim 45^\circ$ ，主要矿体間的水平距离在 30 米以

上，可以单独开采。围岩为浸有矿染砂礫岩化的石灰岩，其硬度系数 $f = 8 \sim 15$ ，較稳固。矿石硬度系数 $f = 8 \sim 10$ 及以上，由于层节理发达和受到断层的影响，因而就降低了它的稳固程度。

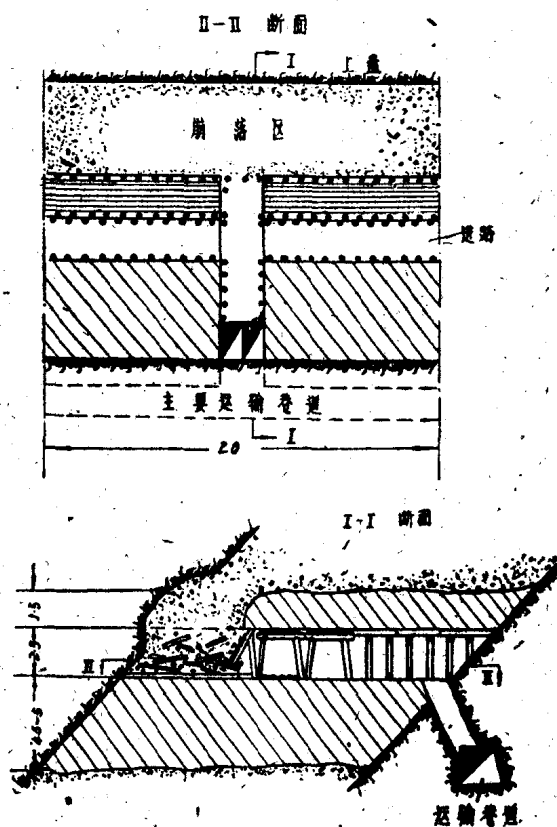


图 3 矿柱回采图

回采矿房用的是水平分层充填采矿法。采矿场垂直走向排列。矿房宽 $10 \sim 15$ 米，矿柱宽 $6 \sim 8$ 米，中段矿柱厚 9 米。采矿场长度等于矿体厚度。矿房用无粘結性的废石充填，大部分矿柱与矿房交界处未釘护板或敷設假底。

(一) 頂底柱的回采 采場頂柱下方充填严密可靠时, 才能采用分层崩落法回采。

回采前的准备工作是在矿体的下盘距底板 5~6 米处掘进运输平巷, 每隔 18~20 米划分矿块和布置天井 (图 3)。

分层平巷直交矿体走向布置在采区中央, 而进路则沿走向布置。分层高度取决于顶板的厚度, 一般共分为三个分层回采, 其高度一般为 2.8~3 米。在复盖岩层下, 一般留 1.5 米厚的护顶矿层。进路高度等于分层高度, 其宽度为 2.5~3.0 米, 长 6~3 米。

在整个中段上, 各矿柱的回采矿块的同一分层的开采顺序, 一般都采用全面拉开呈凹凸形工作线同时由上盘向下盘进行回采。这种回采方式的主要优点是: 同时作业的工作面多, 产量高, 而对开进路或双进路的同时作业方式则是提高回采强度的有效措施。

毗邻矿块间的超前距离一般为 2~3 个进路, 主要以保证在回采进路时的爆破和放顶工作不影响相邻采区为原则。

在幅宽 15 米以下的矿体采用分层崩落法回采矿柱时, 则沿走向划分采区, 其长度一般为 30~40 米, 天井位于采区中部, 沿矿体中央或下盘掘进沿脉平巷, 再以穿脉进路回采。为了提高回采强度, 通常分别自采区二翼向天井方向后退回采; 在整个中段同一分层所有采区的回采工作可同时进行。

开层时的凿岩爆破以不崩倒支柱而又有一定的进度为原则, 一般应注意浅打眼少装药。

进路的回采系采用正面凿岩, 炮眼深度为 1~1.2 米。在第一分层的上部留有 1.5 米左右的护顶矿层, 以防止矿房充填料渗入矿柱的回采空间。

在通过回采第一分层旧漏斗部分的平巷或进路时, 有效地采取了穿层节理打眼, 浅打眼和多打眼少装药的办法, 保持漏斗周围矿石的完整性。为防止由于处理不当而引起冒土, 在放炮前先铺上假底, 让充填土落于假底上, 不致影响下分层的回采。为避

免充填土的冒落，在旧漏斗内支以撑木，其上鋪以坑木或木板。在已經冒落的旧漏斗处掘进巷道时，可用插杆法依次进行维护（图4），用手持式凿岩机采矿，崩落的矿石用人力清理。

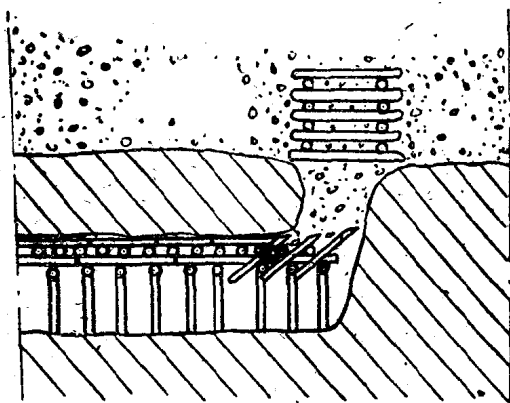


图 4 旧漏斗的处理

随着回采工作的推进，依次崩落顶板（在第一分层强制崩落护顶矿层），控制矿山压力，以提供正常进行回采的工作条件。控顶步距的大小应根据护顶矿层破碎的具体情况和假顶的质量来确定，当压力很大，难于维护时，则每采一个进路就崩落一个进路，即在回采进路和崩落场间不保留已采未崩进路。

（二）房間矿柱的回采 房間矿柱回采的准备工作就是掘进横巷、下盘天井和分层切割平巷（图5）。

回采房間矿柱时，一般按支架形式分为普通支架式和长梁支架式二种方案，后者是在该矿进行試驗研究时改进普通支架式方案得来的。

分层切割平巷直交走向布置在寬为6米左右的房間矿柱的中央。进路的回采工作則自上盘边界沿平巷后退向下盘天井推进。

由于假顶结构坚固，在平巷中采用向上偏心式炮眼崩矿，为避免假顶损坏并减少矿石的贫化，顶部炮眼凿在工作面顶板下約

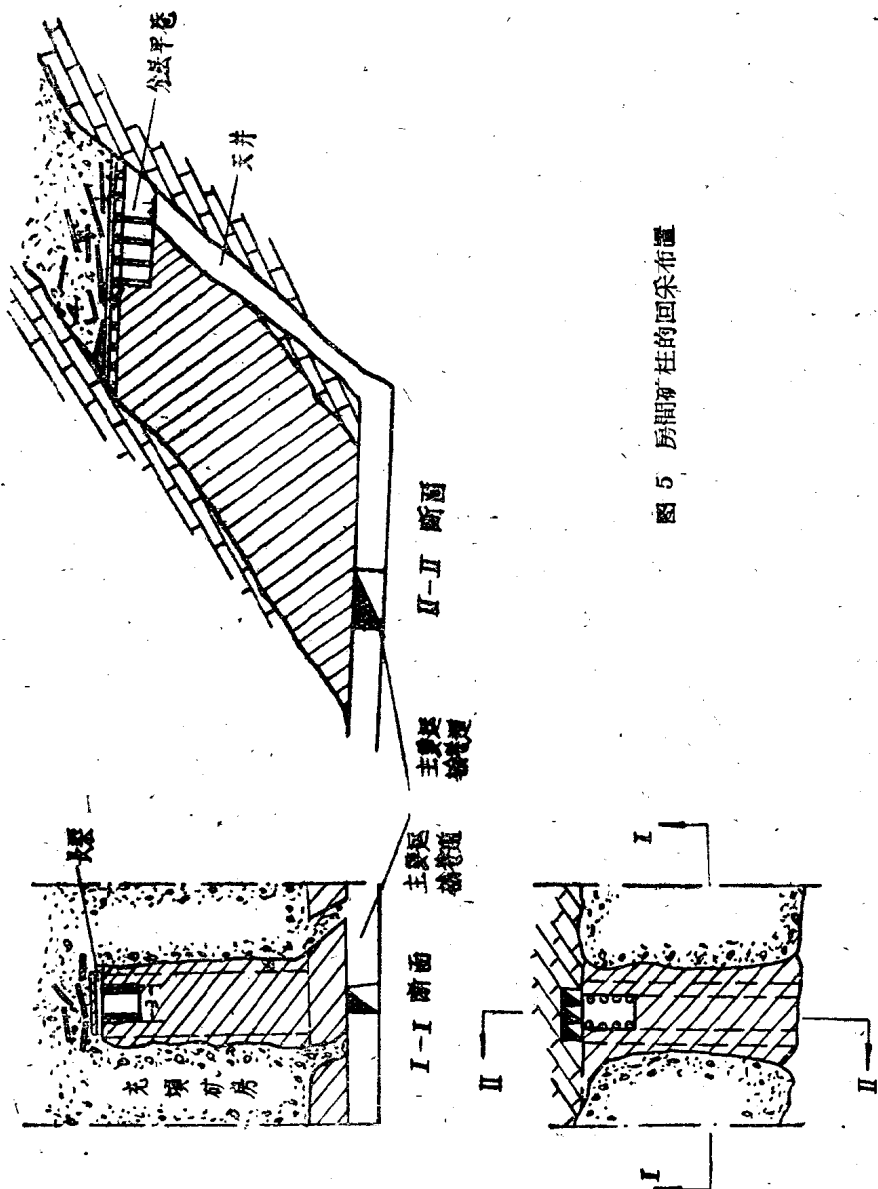


图 5 房間矿柱的回采布置

1.3 米处，且眼底距頂板不小于 0.5 米。在实际工作中証明了上向偏心式炮眼能够提供凿岩操作的便利，能利用頂板自由面，只要对炮眼排列稍加控制，就不致因爆破而损坏頂板。在掘进进路时，为防止棚子被崩倒，一般采取正面偏心式炮眼崩矿。当采用电耙清理矿石时，为便于电耙运搬，可将工作面爆破成 50° 左右的傾斜工作面，以減輕耙矿时清理工作面的輔助作业，提高运搬效率。

采用长梁式支架方案的实质，是在回采宽度为 6 米左右的矿柱上，于进路回采工作结束后，在其底板上鋪設长为 4 ~ 5 米、直径为 200 毫米的长梁与垫板而构成假頂。长梁是以疏离式正交分层平巷鋪設，木垫板則沿平巷方向密合地交错排列，鋪設在长梁上，这样构成的假頂的优点是：在掘进下一分层的分层平巷时，长梁能托住假頂，其两端由巷道两侧未采的矿石支撑；这样，在掘进平巷时，眼深可以适当增加至 2 米左右，而提高凿岩爆破的效果；当矿石为中硬以上时，平巷可以不用或少用支柱，一般可隔一定距离再設支柱，簡化了支柱工作，減輕了支柱作业的繁重性（特别是分层高度达 3 米时，普通支架方案的棚子架設工作最为繁重），并可把分层高度增至 3 ~ 3.5 米，因而提高了采矿工的劳动生产率；假頂結合平整穩固，受压均匀，提高了在假頂下作业的安全性。

为了防止放頂时将长梁压坏，鋪設假頂时应在分层的底板上先鋪設一层碎矿，然后再将长梁埋入，以便落頂时起到緩冲作用。采掘后的分层底板如能保持平整，即令不鋪碎矿，放落頂板时亦不会压坏长梁。

分层崩落法长梁式回采方案的缺点是长梁的鋪設和搬运工作繁重。因此这种方案在該矿仅被用来回采宽度較窄的房間矿柱，在回采 8 米或更寬的矿柱时，仍沿用普通支架式方案。为了消除上述长梁式方案的缺点，該矿曾試用过由长为 3 米左右的短梁組合而成的长梁。

崩落的矿石由人工清理，用矿車运搬至下盘放矿天井，再由