

金属矿山开采设计参考资料之三

采矿方法计算

采70083



西北冶金设计院

1976

6) 每吨矿石的炸药消耗量:

$$q = \frac{54.32}{188} = 0.289 \text{公斤}$$

采 矿 方 法 计 算

《 内部资料 · 注意保存 》

西 北 冶 金 设 计 院

1976. 10.

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

开发矿业。

精心设计，精心施工。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在以华国锋同志为首的党中央领导下，全国人民坚持党的基本路线，坚持无产阶级专政下的继续革命，取得了粉碎“四人帮”反党集团斗争的伟大胜利。

冶金工业战线的广大职工，贯彻执行鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义的总路线，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，坚持独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的方针，抓革命，促生产，促工作，促战备。夺取了革命和生产的新胜利。

为了认真落实伟大的领袖和导师毛主席关于“开发矿业”的指示，适应冶金工业发展的需要和满足现场设计的要求，不断提高设计技术水平和设计质量，加快设计进度，我们根据国内外有关资料汇编成《金属矿山开采设计参考资料之三——采矿方法计算》。

本资料共分：采矿方法概述、采矿方法的选择与比较、采矿方法计算、矿床基建及采掘进度计划的编制、矿柱回采与采空区处理、凿岩爆破等六部分。可供大专院校、厂矿企业、设计科研等部门有关专业人员使用参考。

由于我们水平有限，深入调查研究不够，错误和不妥之处请提出批评指正。

编写人员：郭汉夫、王兴茂、戴克俭、杨肇蕓、赵琪

编辑、整理：赵琪

封面设计：龚叔乔

西北冶金设计院采矿科

一九七六年十月

目 录

第一章 采矿方法概述	(1)
第一节 一般问题.....	(1)
一、金属矿床分类.....	(1)
二、矿石和围岩的物理机械性质及开采技术条件.....	(1)
三、采矿方法分类.....	(2)
第二节 各类采矿方法的适用条件、评价和技术经济指标.....	(4)
一、空场法.....	(4)
二、留矿法.....	(28)
三、崩落采矿法.....	(43)
四、充填采矿法.....	(95)
第三节 采矿方法构成要素的确定.....	(164)
一、阶段高度的确定.....	(164)
二、采区长度的确定.....	(169)
三、矿房和间柱的宽度.....	(170)
四、底柱和顶柱的厚度.....	(171)
五、底部结构.....	(171)
第四节 采准方式的选择.....	(176)
一、对采准方式的要求.....	(177)
二、影响采准布置的因素.....	(177)
三、采准方式的确定.....	(177)
四、开拓、采准、切割、回采工程的划分.....	(184)
第二章 采矿方法的选择与比较	(186)
第一节 正确选择采矿方法的意义与要求.....	(186)
一、采矿方法在矿山生产中的地位.....	(186)
二、采矿方法选择的基本要求.....	(186)
第二节 影响采矿方法选择的主要因素.....	(187)
第三节 采矿方法的选择和技术经济比较.....	(189)
一、选择采矿方法的步骤.....	(189)
二、采矿方法的选择方法.....	(189)
三、采矿方法选择中的比较评价.....	(191)
第三章 采矿方法计算	(211)
第一节 矿山生产能力的确定计算.....	(211)

一、近似计算方法	(213)
二、比较精确的计算方法	(234)
三、矿山年产量计算实例	(247)
第二节 矿山年产量的分配计算	(268)
一、年产量的分配	(268)
二、年产量分配计算	(269)
第三节 矿山年产量的验证	(270)
一、矿山年产量的验证	(271)
二、矿山年产量验证实例	(273)
第四节 有关开拓、采准、切割计算公式	(279)
第五节 矿石损失及贫化	(294)
一、损失和贫化	(294)
二、损失及贫化计算	(295)
三、设计中采用的损失与贫化计算公式	(305)
第六节 采场矿石运搬	(313)
一、人力运搬	(314)
二、重力运搬	(314)
三、机械运搬	(314)
第七节 回采与采准计算主要内容	(333)
一、回采与采准计算的原始资料	(333)
二、回采、采准计算的主要内容	(333)
三、采准与回采计算实例	(335)
第八节 金属矿床采矿方法回采工作计算	(349)
一、回采工作计算的内容	(349)
二、矿块平均昼夜生产率、矿块数计算	(349)
三、回采技术指标计算	(350)
第九节 几种采矿方法计算实例	(353)
一、空场采矿法	(353)
二、留矿采矿法	(379)
三、支柱采矿法	(396)
四、崩落采矿法	(402)
第四章 矿床基建及采掘进度计划的编制	(430)
第一节 基建进度计划的编制	(430)
一、编制基建进度计划的目的	(430)
二、编制基建进度计划所需要的基础资料	(431)
三、三级矿量和基建工程量	(431)
四、投产标准及基建投资拨款的原则	(433)
五、编制基建进度计划应注意的问题	(434)

六、基建进度计划编制方法	(442)
第二节 采掘进度计划的编制	(443)
一、编制采掘进度计划的目的	(448)
二、编制采掘进度计划所需的基础资料	(448)
三、采掘进度计划的编制原则	(448)
四、采掘进度计划的编制组成	(449)
五、采掘进度计划的编制方法	(449)
第五章 矿柱回采与采空区处理	(453)
第一节 矿柱回采	(453)
一、一般问题	(453)
二、采空场不充填的急倾斜矿床的矿柱回采	(455)
三、急倾斜矿床未充填矿房的矿柱回采	(457)
四、矿房中充满留矿矿石的矿柱回采	(460)
五、矿房中充满充填料的矿柱回采	(462)
六、矿柱回采中几种主要采矿方法的适用条件	(473)
七、矿柱回采设计应注意的问题	(474)
八、矿柱回采的损失、贫化率参考指标表	(474)
第二节 采空区处理	(474)
一、采空区的分类及其处理	(474)
二、采空区的处理方法	(476)
三、采空区处理的几项规定	(478)
第六章 凿岩爆破	(479)
第一节 凿岩工具	(479)
一、凿岩工具	(480)
二、凿岩机生产定额	(504)
三、凿岩设备性能规格参考表	(506)
第二节 工业炸药	(510)
一、对工业炸药的基本要求	(510)
二、工业炸药的分类	(510)
三、一般矿用炸药	(511)
四、炸药、爆破材料的技术规格和性能	(518)
第三节 凿岩爆破	(532)
一、爆破参数计算	(532)
二、采矿场崩矿爆破参数的确定	(545)
三、二次爆破	(558)
四、巷道掘进凿岩爆破参数的确定	(564)
第四节 起爆方法	(573)
一、火花起爆法(导火线起爆法)	(573)

二、电力起爆法（电雷管起爆法）	（ 574 ）
三、传爆线起爆法	（ 588 ）
四、加强起爆法	（ 590 ）
五、微差起爆法	（ 591 ）
第五节 装药方法	（ 591 ）
一、炸药的密度	（ 591 ）
二、装药密度	（ 592 ）
三、装药方法	（ 592 ）
四、坑下用装药器	（ 593 ）
第六节 爆破后通风	（ 594 ）
附件一、关于改变有色金属矿山切割与采准工程划分标准的通知	（ 594 ）
附件二、1963年冶金部劳动定员定额（草案）	（ 596 ）

第一章 采矿方法概述

第一节 一般问题

一、金属矿床分类

(一) 金属矿床按厚度可以分为:

极薄的——厚度在0.8米以下,回采时需要采掘围岩;

薄的——厚度0.8—4米;

中厚的——厚度4—10米;

厚的——厚度10—30米;

极厚的——厚度30米以上。

(二) 金属矿床按倾角可以分为:

水平的——倾角小于5度;

缓倾斜的——倾角5—30度;

倾斜的——30—55度;

急倾斜的——大于55度。

(三) 按矿岩允许的暴露面积分为:

不稳固的——顶板允许暴露面积在50米²以内;

中等稳固的——顶板允许暴露面积50—200米²;

稳固的——顶板允许暴露面积200—800米²;

极稳固的——顶板允许暴露面积在800米²以上。

(四) 对开采有特殊要求的矿床:

1. 对具有自燃性的矿床,可根据情况采取一般的或特殊的防火措施;

2. 具有粘结性的泥巴矿,在生产中往往给生产造成危害,在生产的各个环节都应给与充分重视;

3. 有矽尘危害的矿山,必须采取通风防尘措施。

二、矿石和围岩的物理机械性质及开采技术条件

矿石和围岩的物理机械性质是确定矿床的采矿方法、井巷工程的支护等的重要依据。

1. 矿体及围岩的稳固性,即矿岩在空间允许暴露面积的大小和暴露时间的长短。它与矿体及其顶底盘岩石的物质组成,岩层的接触关系、断层破碎带的规模及充填物、

节理裂隙的数量、产状、发育程度和分布规律等有关。

矿岩的稳定性与硬度系数 f 的意义是不完全一致的。有的矿山矿、岩的硬度系数很大，但稳定性极差。

2. 矿石和围岩的物理力学性质参数：

体重（大、小）、松散系数、抗压强度、抗剪强度、比重、天然湿度、普氏硬度系数 f 、块度、内摩擦角、自然安息角等。

3. 矿岩的结块性、氧化性、自燃性和含水性。

4. 自然硫含量、砷含量、游离二氧化矽含量、放射性元素含量等。

5. 喀斯特溶洞的分布范围，充填物及其胶结特性和富水性等。

6. 砂矿床开采时所需的粘度、粘结性、含泥率、砾石率及颗粒度等。

三、采矿方法分类

采矿方法分类较多，但以采区的地压管理方法作为分类基础较为恰当。因为采区地压的管理方法与矿石围岩的物理机械性质、回采作业及采矿方法的技术经济指标有密切的关系。

、按采区的地压管理方法，把采矿方法分为五类（如果把支柱及支柱充填采矿法化归充填采矿法中，采矿方法可分为四类）。其类别的顺序是以矿石与围岩稳固性的差别、管理采区地压的难易程度来决定的。

下面概括的叙述一下各类采矿方法的适用条件及其特点。

第Ⅰ类——空场采矿法：当矿石和围岩都很稳固，矿石采出之后在很大的容积上不支柱与充填，在空场中使用所留的矿柱或岩柱作为管理采区地压的方法。

第Ⅱ类——留矿采矿法：当矿石相当稳固而围岩稳固性较差，初暴露时虽不崩落，但当暴露面积过大可能引起变形，发生曲挠而后剥落。为了防止剥落现象就以留矿来维护围岩作为管理地压的方法。

第Ⅲ类——充填采矿法：当矿石尚稳固，在一定的尺寸下允许进行拉底工作，围岩不够稳固，暴露面积不能很大，否则会引起崩落。在这种条件下，为了安全地进行回采工作，在回采期间必须用充填料来充填采空区，可靠的维护围岩，用这种管理地压的方法可能防止地表的陷落。

第Ⅳ类——支柱及支柱充填采矿方法：当矿石不稳固，趋向于剥落或者崩落，围岩在整体上来说尚稳固，只有局部较差，在这种条件下，必须随回采工作面的推进在采空区中架设支柱，以便有效的支撑破坏了的岩体，并防止崩落。支柱法是用支柱来管理地压，但支柱维护采空区不可能避免地表的陷落。

假如矿石及围岩都不稳固或矿体又相当的厚，那么仅用支柱维护采空区是不可靠的，因而需要与充填配合共同来维护采空区使安全更有保证，这就是以支柱加充填来做为管理地压的方法。

第Ⅴ类——崩落采矿法：当矿石及围岩都极不稳固，不能采取前四类维护采空区的

是借助于矿石自重或炸药的强制。崩落采矿法比第四类采矿法适用的范围更广泛，如其中的崩落顶板全面法、长壁法和分层崩落法可应用在矿石极不稳固甚至拉底都很困难的矿石中；而分段崩落法与阶段强制崩落法可用于矿石与围岩中等稳固，甚至矿石稳固的情况下。

在上述五类采矿方法中，对阶段或矿床（当不分阶段开采时）的开采顺序是有所不同的。有一些采矿法是把阶段或矿床划分成采区，然后把采区划分成矿房和矿柱，首先回采矿房，第二步再回采矿柱；也有一些采矿法是把阶段或矿床分为采区后不再分矿房与矿柱，按采区一次把阶段或矿床采完；还有一些采矿方法在整个阶段或矿床中（不分采区）全面推进，一次把阶段或矿床整个采完。因此阶段或矿床可以用矿房和矿柱分两步骤来开采，或用采区与全面推进法一次来开采。

采矿方法分类见下表。

下面仅就一些采矿方法作简单的介绍。

采矿方法分类表

表 1—1

类 别	采 矿 方 法	矿床或阶段开采方式
空 场 法	全面法 房柱法 上向梯段法 下向梯段法 分段法 阶段矿房法	全面开采 矿房开采 采区开采 采区开采 矿房、采区开采 矿房开采
留 矿 法	浅孔留矿法 深孔留矿法 药室留矿法	矿房、采区、全面开采 矿房开采 矿房开采
充 填 法	干式充填法 水砂充填法 尾砂充填法 胶结充填法	矿房、采区、全面开采 矿房、采区、全面开采 矿房、采区、全面开采 矿房、采区、全面开采
支 柱 法	横撑支柱法（充填或不充填） 方框支柱法（ " ） 棚子支柱法（ " ）	采区开采 矿房、采区开采 采区开采

崩落法	壁式陷落法	采区(矿壁)开采
	分层崩落法	采区开采
	分段崩落法	采区开采
	阶段自然崩落法	采区、全面开采
	阶段强制崩落法	采区、全面开采

第二节 各类采矿方法的适用条件、 评价和技术经济指标

一、空场法

空场采矿法是指矿房在回采过程中逐渐形成采空区,采空区是靠矿柱或人工矿柱(混凝土支柱)、废石垛、木垛、立柱等支撑。矿房采完以后,将采空区充填或不充填,再用其它方法回采矿柱,在少数情况下,有些矿柱不进行回采。

应用空场采矿法的基本条件是矿石及围岩均相当稳固,允许有相当大的暴露面积。

空场采矿法是一种生产率较高、成本较低而且比较安全的采矿法。根据回采方法的不同,空场法可以分为以下几种:

1. 全面采矿法;
2. 房柱采矿法;
3. 横撑支柱上向梯段采矿法;
4. 下向梯段采矿法;
5. 分段采矿法;
6. 阶段矿房采矿法。

(一) 全面采矿法

1. 适用条件

- ①围岩稳固,对矿体的稳固性无要求;
- ②缓倾斜矿体,倾角不大于30—40度;
- ③矿体厚度2—4米,一般不大于5—7米(大于5—7米时应采用房柱采矿法)。
- ④由于本法留不规则的矿柱,故多用于开采低价矿石。如采用人工矿柱代替自然矿柱,亦可用于开采高价矿石。

2. 矿块布置方案及构成要素

①倾角小于5度的水平矿体,按不分阶段回采方案考虑。在矿体中开凿横巷,自横巷开始向一侧或向两侧进行回采。矿石运搬除采用电耙方案外,还可采用有轨运输(矿

体倾角小于 $2^{\circ}30'$) 或无轨运输方案。

②倾角大于5度的缓倾斜矿体，按分阶段回采方案考虑。在阶段沿脉坑道上，向上开凿切割天井，自切割天井沿走向全面推进回采。阶段斜长40—60米，矿块长度50米，顶底柱厚度2—3米，间柱宽度6—8米，漏斗间距5—7米。详见图1—1。采场矿石运搬主要依靠电耙。

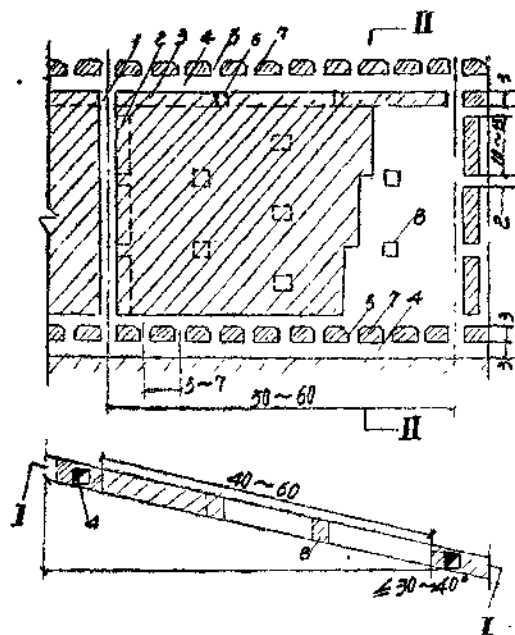


图1—1 全面采矿法

1.上山 2.间柱 3.顶柱 4.平巷 5.联络道 6.安全孔 7.底柱 8.矿柱

③矿体厚度在3米以下时，按全厚一次回采；如矿厚大于3米，则需以上向或下向梯段式工作面进行回采，或者不分梯段采用中深孔崩矿的方法。

④矿体很小时可不留矿柱，矿体较大时则留不规则的或规则的矿柱

3. 采准工作

全面采矿法的采准工作比较简单，包括阶段运输巷道，切割上山、联络道以及电耙绞车硐室等。运输巷道开凿在脉内时，可不留底柱而直接装车，也可在采场内打放矿溜井，将矿石放至下一水平装车。当采用前进式回采时，阶段运输巷道的采准工作必须超前回采工作面50—60米。

4. 落矿和运搬工作

回采工作由切割上山开始向一侧或两侧全面推进，也可采用扇形工作面推进。回采工作面可为一直线，亦可把工作面分为两段或三段，落矿和运搬工作交替进行。

通常采用浅眼落矿，当矿体较厚时可使用中深孔落矿。

采场运搬多为电耙、装运机等，小型矿山还有人力装运形式。

国外已有许多矿山使用重型凿岩台车，自行运矿设备，铲斗容积为 $0.4—0.6\text{米}^3$ 的小型电铲，小型推土机以及用来观察顶板岩石的升降架等机械化设备。

5. 采场支护

随着回采工作的进行，必须加强顶板管理以确保安全。设计中可考虑以下几种措施：

①在回采过程中，根据顶板岩石稳固情况留一些不规则的矿柱（最好将贫矿或废石留下作矿柱）。矿柱尺寸及其距离根据以下条件确定：上盘岩石的稳固性、下盘岩石的性质、矿石的性质以及矿体赋存深度。一般，矿柱的直径为：圆形矿柱直径为3—5米，长方形矿柱尺寸为3×5米左右。矿柱间距5—30米左右。

②在采场内架设混凝土垛，以减少自然矿柱。混凝土垛由予制件组成，采场结束后可回收予制件60—80%。

③用采场的废石砌成垛代替自然矿柱，这种方法不但可以减少矿柱损失，而且还大大降低顶板维护费用，应予大力推广。

④采用杆柱支撑顶板。杆柱网度一般在 0.8×0.8 — 1.5×1.5 米范围内，杆柱长度1.8—2.5米。具体参数可由计算、试验和生产实践中确定。

⑤用木垛、丛柱及临时木柱支护。

6. 评价

（1）优点：

①采场生产能力和劳动生产率高，采矿成本低；

②采准工作量小、坑木消耗少；

③便于实行采运机械化，可以在工作面进行分采和手选，贫化率低；

④工作组织简单，通风条件良好。

（2）缺点：

①因采场中留的矿柱往往不能回采，矿石损失率高（采用人工矿柱方案除外）；

②当矿石不够稳固时，顶板暴露面积较大，安全性较差。当矿体厚度较大时（大于4—5米），顶板检查较困难。

7. 推荐采用的主要技术经济指标

①矿块生产能力 90—120吨/日

②凿岩效率：浅孔 25—30米/台班

③运矿效率：电耙 110—150吨/台班

④采矿工效 15—20吨/工班

⑤贫化率 5—7%

⑥损失率 10—15%

⑦采切工程量 5—7米/千吨

⑧每米炮孔崩矿量 1.8—2.0吨/米

⑨材料消耗：

炸药 0.2—0.3公斤/吨；

雷管 0.3—0.4个/吨；

导火线 0.8—1.1米/吨；

导爆线 0.2—0.5米/吨。

表 1—2

全面采矿法主要技术经济指标

指标名称 采矿方法	矿块生 产能力 吨/日	掌子面 工效 吨/工班	矿 石		主 要 材 料				消 耗	
			损失率 %	贫化率 %	炸 药 公斤/吨	雷 管 个/吨	导火线 米/吨	合金片 克/吨	钎 子 钢 公斤/吨	坑 木 米 ³ /万吨
通化铜矿	70—90	5.9—7.1	10	15	0.55— 0.71	0.67— 0.8	1.61— 1.81	2.08— 2.7	0.055— 0.066	9.3—14.5
	100— 120	13.42	13	52	0.3—0.4	0.67	1.31	0.5—0.8	0.126	50
巴厘锡矿	70—80	5.95— 9.18	8.66— 12.46	9.9— 16.31	0.25— 0.35	0.35— 0.6	0.68— 1.2	—	0.054— 0.13	8.6—15.2
	80—110	6—9	4.8— 14.4	8—10	0.29— 0.54	0.59— 0.83	0.9— 1.62	0.62— 1.53	0.0927	8—43
车江铜矿	90—120	7—10	5—15	5—10	—	—	—	—	—	—

合金片 0.5—0.7克/吨;
钎子钢 0.03—0.05公斤/吨;
坑木 0.001—0.003米³/吨;

8. 全面采矿法矿山主要技术经济指标见下表。

全面采矿法矿山采场构成要素

表1—3

矿名	山称	矿体	赋存	存情况			阶段高度 米	采场要素				
				矿体倾角 度	矿体厚度 米	矿体硬度 f		矿块尺寸 (长×宽×高) 米	间柱宽 米	顶柱高 米	底柱厚 米	分段 (层) 高米
通化铜矿		闪长岩、角闪岩	10—85	1—4	8—12	30—45	50×1.3×30	2	2.5	3	—	—
东川烂泥坪		黑色炭泥质白云岩	0—15	1.8—6.5	矿6—8 岩6—8	30	30—60×10×12	—	6	6	—	10—15
彭县铜矿		含铜黄铁矿	20—60	0.4—6	矿10—14 上盘4—8 下盘6—8	30	40×4×30	6.5	3	3	—	—
八家子铅锌矿		燧石条带白云岩	55—57	6	矿12—14 岩8—12	30	25×1.5×30	8	3	3	—	—
岫岩铅锌矿		石英脉	15—80	0.3—6	矿6—12 上盘8—14 下盘10—12	15	30×1.2×15	2	—	—	—	—
洪坑钨矿		含钨石英脉	60	0.54	矿13—15 岩13—15	25	40×50×25	—	2	2.5	—	—
大厂巴厘锡矿		砂质页岩	30	5	矿8—12 岩8—12	20	50×40×20	3×2	2	3	—	—
湖南新晃汞矿		砂化白云岩	10—25	3—5	矿8—14 上盘6—8 下盘8—10	30	30×25×厚	3	2	2	9	—
贵州汞矿		砂化白云岩及灰岩	3—7	平均5	矿6 上盘5—6 下盘5	30	30—40×20×厚	8—12	—	—	—	30

9. 全面采矿法矿山采场构成要素见下表。

(二) 房柱采矿法

房柱法是空场采矿法的一种，矿房与矿柱交互布置，回采矿房时留下规则的矿柱作为永久支柱。

1. 适用条件

- ① 矿石和围岩稳固；
- ② 缓倾斜矿床，矿体厚度小于8—10米；
- ③ 因留矿柱较多，矿柱损失大，一般多用于低价贫矿的开采。

2. 布置方案及构成要素

房柱采矿法分为中深孔崩矿和浅孔崩矿两种方案，目前国内金属矿山多用浅孔崩矿方案。按着矿房中回采工作面的形式，浅孔崩矿的房柱采矿法有上向梯段、下向梯段、上下向梯段联合以及平行矿体顶底盘分层回采等方案。

房柱法沿走向划分盘区，盘区之间以矿壁（规则的矿柱）相隔，盘区内划分为若干个矿房和矿柱。盘区长度80—100米，阶段斜长40—60米，矿柱宽度3米，矿房宽度12—20米，矿房净跨度8—18米，矿房与矿房之间根据顶板岩石和矿石的稳固程度，留4×4米、4×6米及直径为3—5米的间隔矿柱或带状矿柱，见图1—2。

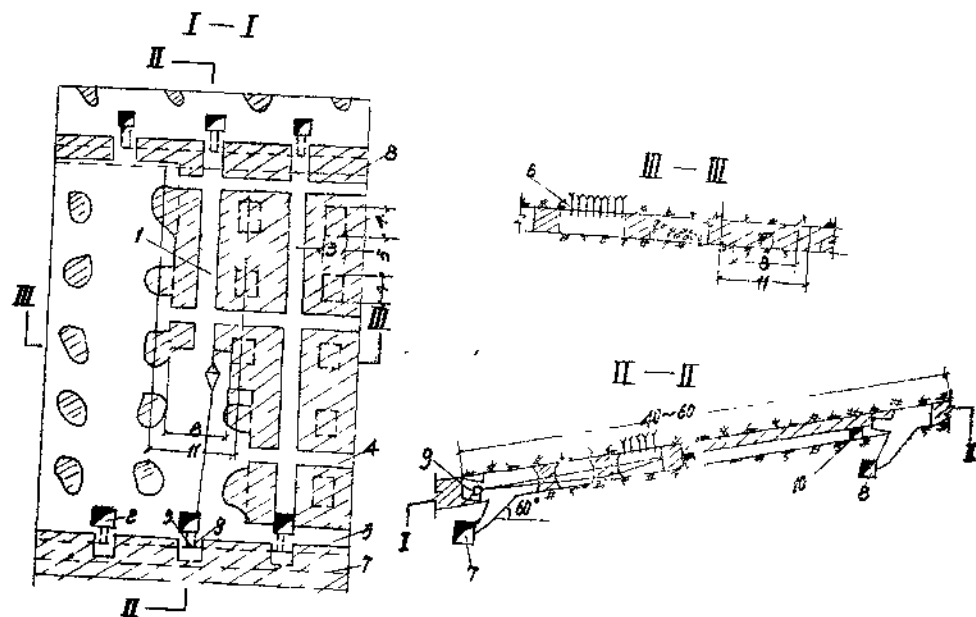


图1—2 房柱采矿法

1. 矿房上山 2, 3. 放矿溜子 4. 切割平巷 5. 切割天井 6. 矿柱
7. 中段平巷 8. 回风巷 9. 电瓶车编组室 10. 线路

3. 采准与回采工作

采准工作包括脉外盘区平巷、阶段运输平巷、矿石溜子、矿房横巷、切割天井和通风横巷等。当矿层底板平时，可采用脉内采准（开凿脉内运输巷道），否则采用脉外采准。