金属矿床地下开采方法

图 集

陈倘文　邓洪貴　宋育仁合編

中 国 工 业 出 版 社

1 9 6 3　北 京

本书以图集形式較为系統地总結了我国金屬矿山运用各种采矿方法开采各类矿床的經驗。

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。在概論中較为詳細地介紹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，首先介紹設計的标准方案、适用条件及一般指标；随后，通过一些矿山的生产实例，分别介紹每一种采矿方法实际应用的情况。

每一种采矿方法都附以詳細的工程图，表明采矿准备方式和矿块的构成要素，使讀者不必通过繁瑣的文字說明，就能很容易地掌握該种方法的要点。

本图集可供金屬采矿工程技术人員工作参考，也可作为矿业学院学生課外讀物。

金屬矿床地下开采方法图集

陈尚文　邓洪貴　宋育仁合編

*

冶金工业部图书編輯室編輯（北京猪市大街78号）
中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）
（北京市书刊出版事业許可証出字第 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・各地新华书店經售

*

开本787 × 1092 1/16・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

*

統一书号：15165・2206（冶金-317）

序　　言

在党的正确領导下，我国采矿工业和国民經济其它部門一样，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創造了許多經驗，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經济建設对矿石需要量日益增长的需要，必須总結与推广我国金属矿山現有的經驗，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，全面改善各項技术經济指标。

本书为了这个目的，以图集的形式較为系統地整理和总結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。书內所列举的采矿方法，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，另一部分則是各矿山为我們提供的实际資料。

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闡述的。对于在生产上已經淘汰或将逐步淘汰的方法，則未予編入或压縮了篇幅。

在概論中較詳細地介紹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，首先介紹設計的标准方案、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紹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經济指标，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。

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

編写本书的过程中，承蒙长沙矿山研究院技术情报室和許多矿山提供宝貴的資料，并給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貴建議，在最后定稿时曾加以考虑。在本书即将脫稿时，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，且編写的时間仓促，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，已經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。其所遺留之矿柱，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，遺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，也就是說，要求允許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、經济效果好、作业比較安全的采矿方法。

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闡述如下。

（一）全面采矿法

全面采矿法（图01）是用連續工作面沿走向❶开采矿体，并以遺留的矿柱或夾于矿体中的废石柱来維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、緩傾斜和傾斜的矿体。

随着回采工作的进行，为了預防采空区崩落，保証工作安全和降低貧化，在采矿场留設废石或不够工业品位的貧矿，作为不規則的矿柱。这些矿柱，一般不再回采，如果所留的矿柱为工业矿石，随后再設法回采。如果开采厚度不足 2 米、品位高、价值又較大的矿体，則可以不留矿柱，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維护。

全面采矿法虽然具有回采工艺簡单、采矿成本低的优点，但它主要是用于开采品位較低的矿石。因为如果用它开采品位較高的富矿，由于所遺留的矿柱的回采率較低，引起較大的金属損失。

这种采矿法，一般把井田或矿体划分阶段来开采。由于矿体傾角不大，如工作面采用电耙运搬，則阶段傾斜高度为 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，最近有的矿山曾試驗过不留底柱的全面采矿法。試驗結果証明：在頂板很稳定的条件下，可以減少切割工作量 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。

---

❶ 回采工作線沿逆傾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輸平巷运搬，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，开采顶板稳定的緩傾斜薄矿床时，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，而矿石品位較高的情况下，可以推广101矿試驗成功的无底柱全面采矿法；为了进一步提高劳动生产率和減輕劳动强度，除广泛地采用电耙运搬矿石和水力或爆破方法运搬（在条件允許时）矿石外，在矿床傾角小于5～10°的条件下，应进一步研究采用輕型高效率的无軌自行式凿岩台車、装矿机和运矿車等。

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 毫米的含銅細矿脉，其上下盘有矿染和矿化带（寬 1～2 米），矿脉与围岩接触不明显，矿体傾角为 25～45°，矿石硬度 f＝8～10，围岩为 f＝10～12 的角閃岩和 f＝8～10 的閃长岩。矿石体重为 2.8 吨/米³。

采 矿 方 法 特 征

采矿准备与矿块結构要素如图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 ЛУ-15 型电耙运搬。采矿场除留有直径不小于 3 米的不規則矿柱外，还用木质立柱和丛柱作为輔助支柱。

技 术 經 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：

炸葯，公斤……1.3

坑木，米³ ……0.0007

矿石貧化率，%…… 13.0

矿石回采率，%…… 89.0

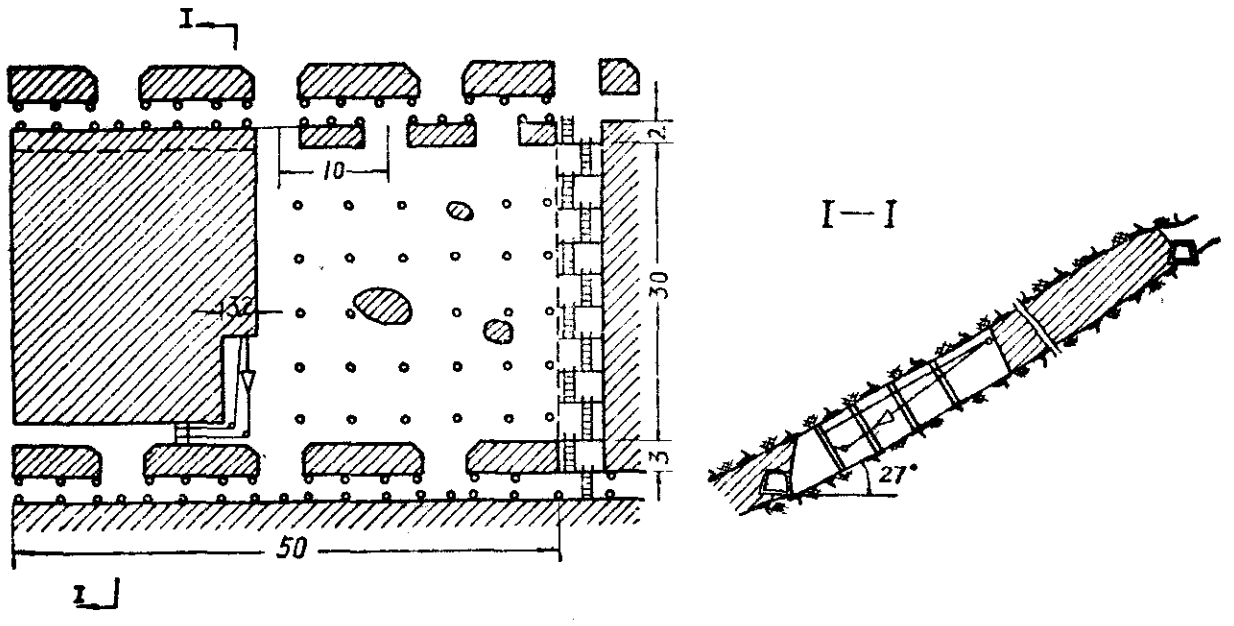


图 01

图02的说明

全面采矿法在102矿的应用

地 质 条 件

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

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（上盘岩石稳固性較差时为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，其間距为2～4米，在頂板稳固性較差的情况下，有时采用丛柱和木垛以及保留貧矿矿柱維护頂板。采下的矿石用容积为0.12米³的ЛУ-15型电耙运搬。

技 术 經 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：

炸葯，公斤…… 0.6

坑木，米³……0.003

矿石貧化率，%…… 5.0

矿石回采率，%……95.0

矿石的直接成本，元/吨……5.3

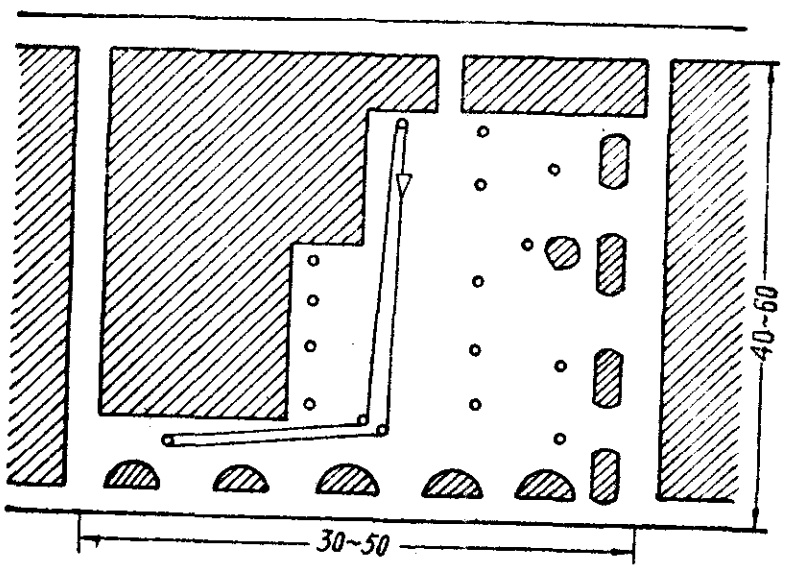


图 02

(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稳固的矿床。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稳固，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济指标，見图03和图04的說明。

矿房和矿柱的尺寸，取决于矿石和围岩的稳固性，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，矿石和围岩稳固性的降低，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别布置运輸和通风巷道。

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，矿块生产能力大，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备；推广深孔凿岩、微差爆破和分散装葯，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，并用杆柱維护頂板，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。

图 03 的说明

留不规则矿柱的空場采矿法

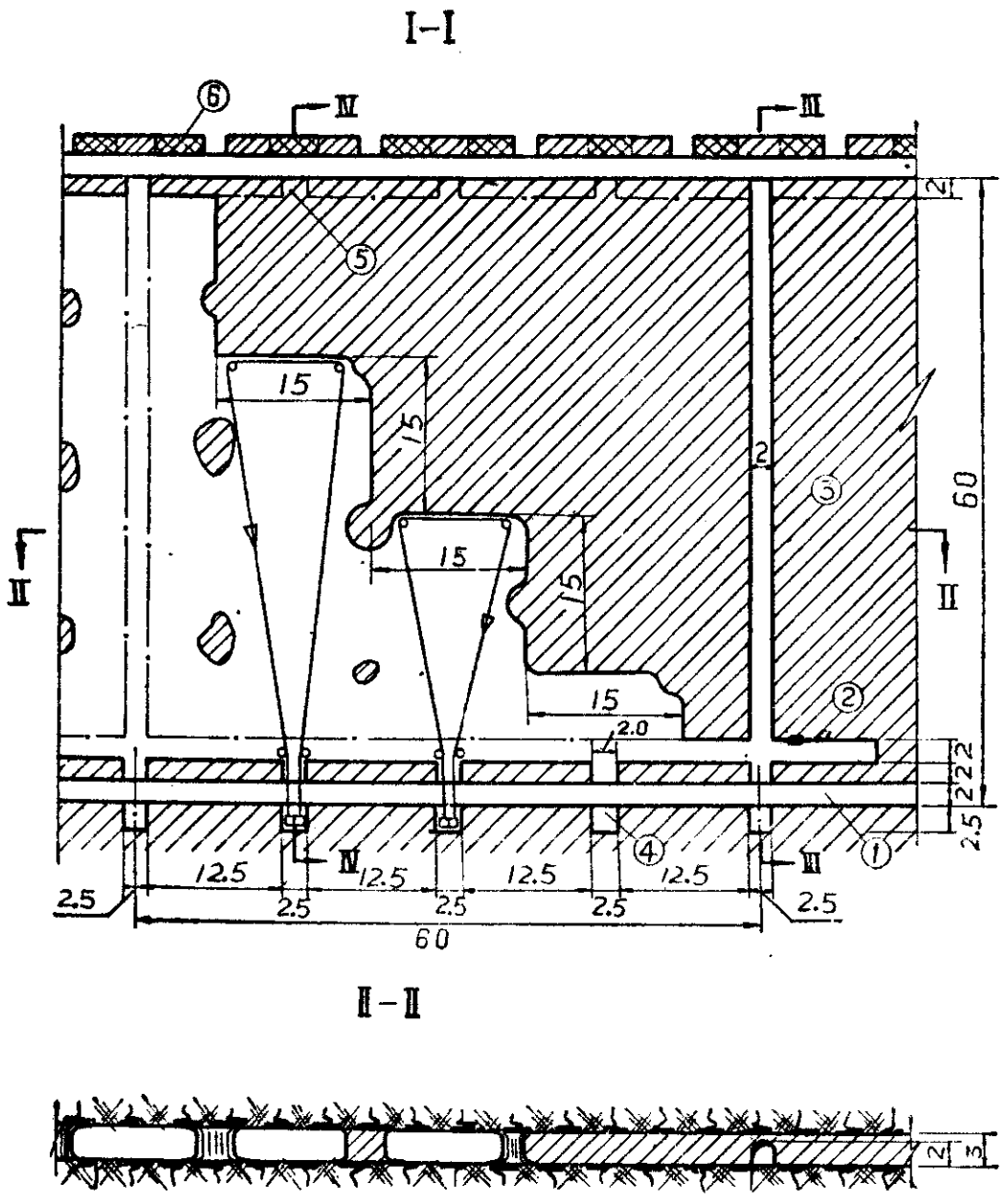
（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

矿体傾角0～30°（緩傾斜以下），厚度 1.5～5 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，有利于将部分貧矿或非工业矿石留作矿柱。

技 术 經 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（ЛУ-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：
　　炸葯，公斤……0.8
　　雷管，个……1.8
　　导火綫，米……2.7
　　釬子鋼，公斤……0.02
　　合金片，克……2.5
　　坑木，米³……0.001
矿石貧化率，%……5.0
矿石損失率，%……7.0
回采强度，米/月……15



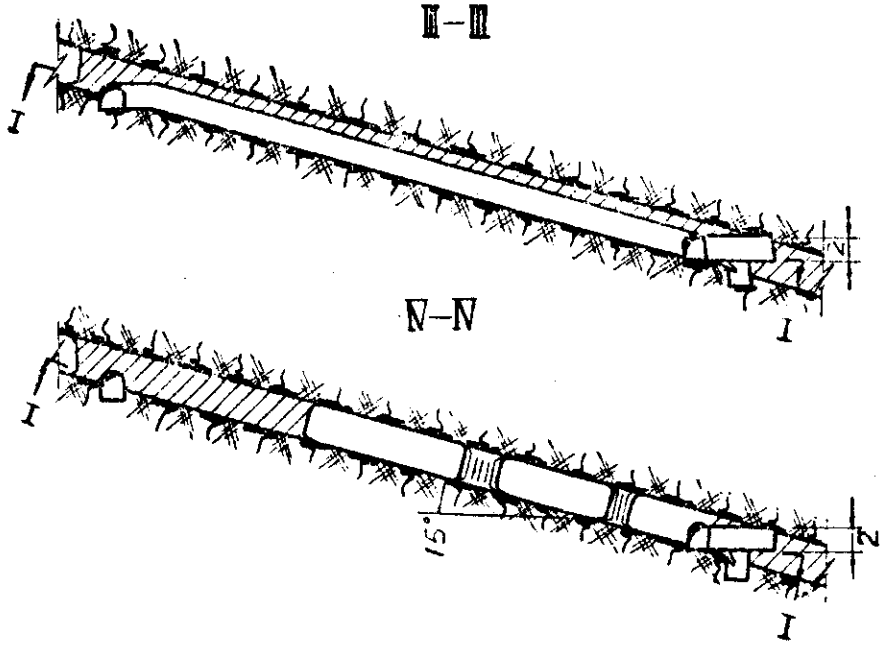


图 03　留不規則矿柱空场采矿法
（緩傾斜以下中厚矿体）

①—运輸平巷；②—切割平巷；③—上山；④—电耙絞車硐室；⑤—联絡道；⑥—运輸平巷废弃时，根据頂板情况可收回的矿柱

附注：1、如矿石不稳固，且厚度不大于3 米，則可使天井高度等于矿体厚度；
2、不規則矿柱在沿傾斜方向上，不一定要在一直綫上。

图 04 的说明

留规则矿柱空場采矿法

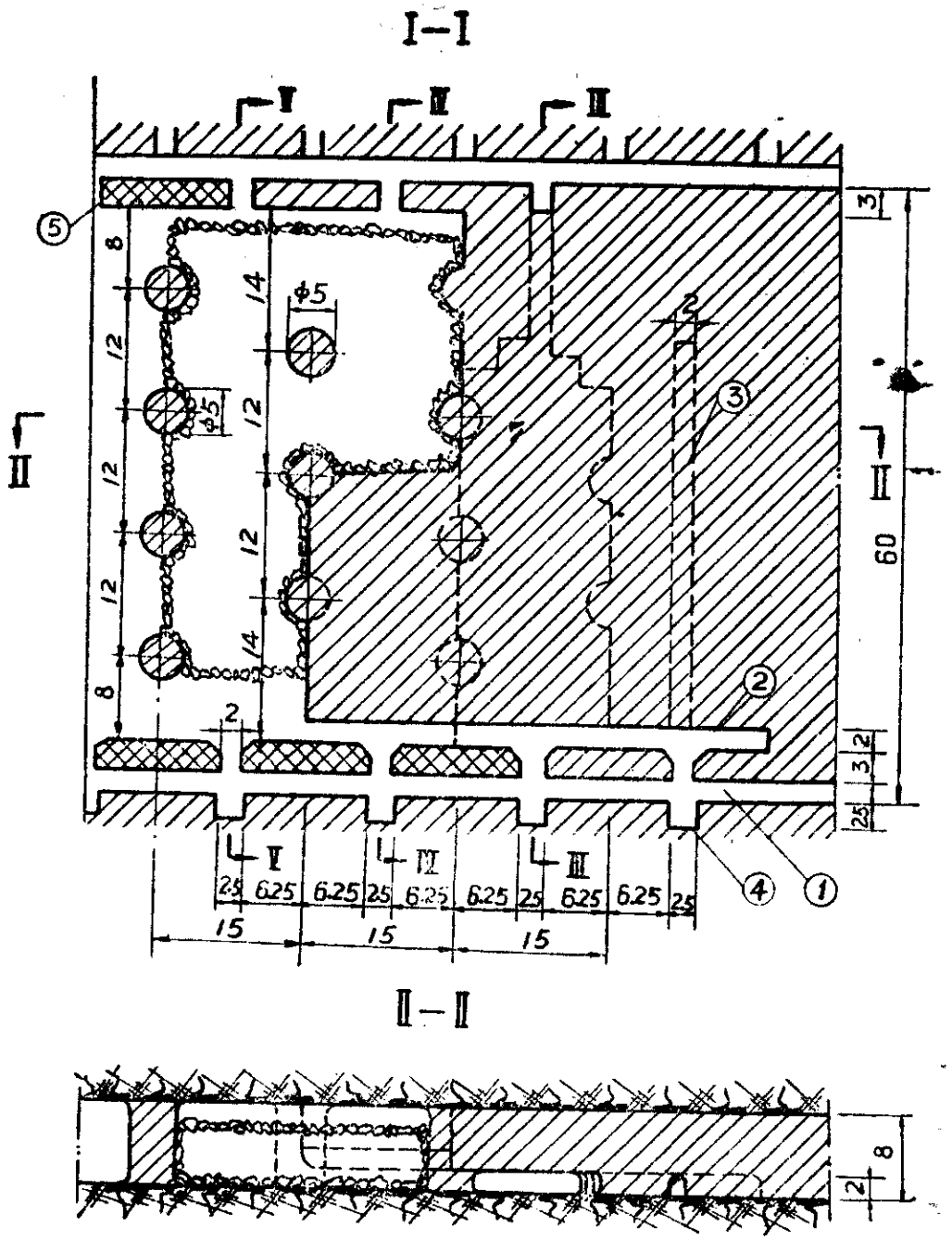
（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

矿体倾角为 0～30°（緩傾斜），厚度一般为 5～10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 經 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（ЛУ-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：
　　炸葯，公斤……0.6
　　雷管，个……1.2
　　导火綫，米……1.8
　　釬子鋼，公斤……0.018
　　硬合金，克……2
　　坑木，米³……0.001
矿石貧化率，%……4.0
矿石損失率，%……25.0
回采强度，米/月……10



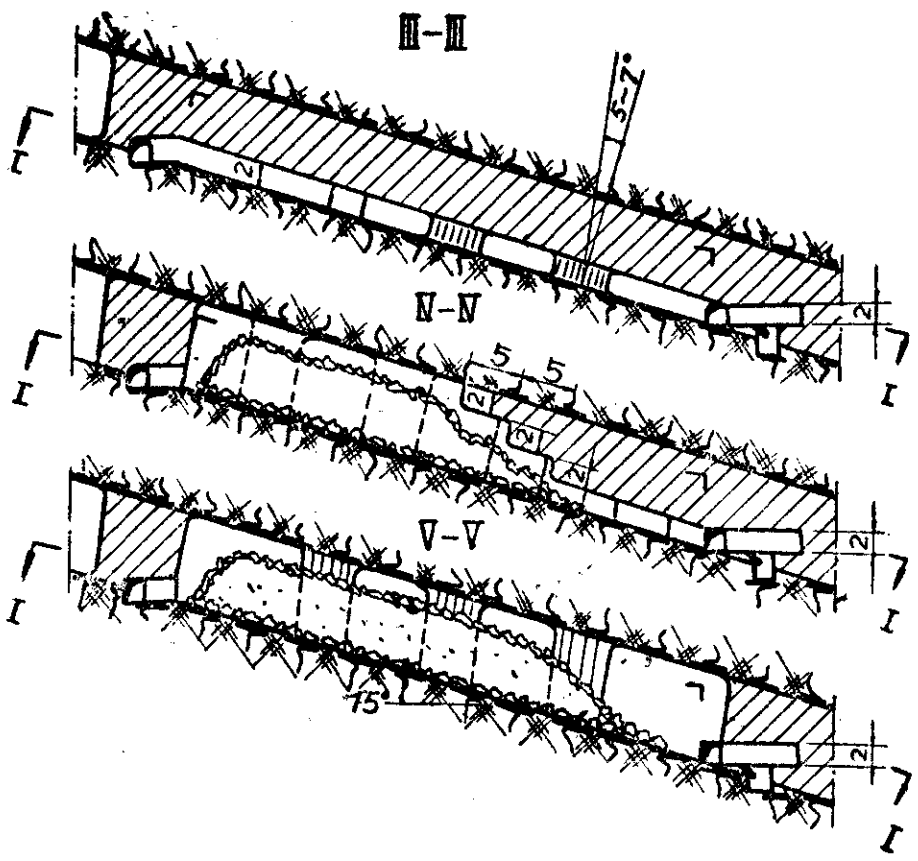


图 04　留规则矿柱空场采矿法（緩傾斜中厚矿体）

①—运輸平巷；②—切割平巷；③—上山；④—电耙絞車硐室；⑤—平巷报废时，頂板岩层稳定性允許的回收矿柱

图 05 的说明

103 矿采用的房柱采矿法

地 质 条 件

該矿属中溫热液矿床，矿石为輝銻矿，矿体厚度为 1.5～10 米，品位分布較均匀，傾角为 12～15°，矿石稳固，f＝12～18，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＝10～12。

采 矿 方 法 特 征

在上述地质条件下，該矿为了順利地采用圓形矿柱的房柱采矿法，一般都在頁岩下保留一层厚約 1 ～ 3 米的临时护頂矿层，以便在矿房回采过程中避免上盘岩石片落，保护頂板的完整。

矿房直交走向布置，阶段斜高为 60 米左右，矿房寬度为 10～15 米。运輸平巷布置在下盘围岩中，用漏斗与矿房連通。随着回采工作的进行，每隔 12～14 米留有直径为 3～5 米的規則矿柱，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輸平巷装車。

在浅眼崩矿的房柱采矿法中，凿岩工的劳动生产率較低，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間，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：

炸葯，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

矿石貧化率，%……4.0～5.5

回采强度，吨/米²·月……40～54

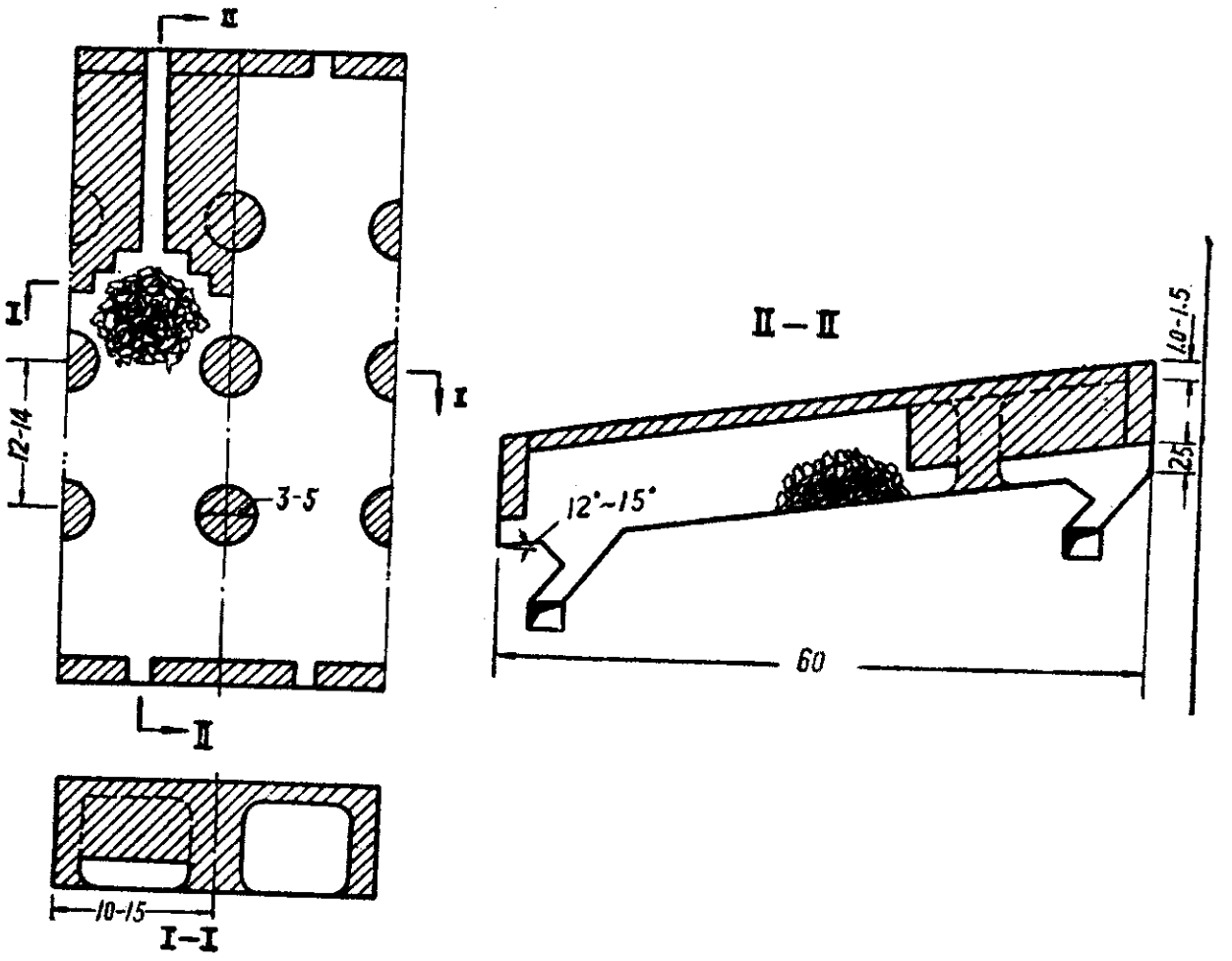


图 05

图 06 的说明

103 矿试验的槽形矿柱式房柱采矿法

（試　驗　方　案）

地　质　条　件

試驗区段的矿石为輝銻矿，厚度为 4.5～5.5 米，f＝12～13，矿体傾角为 8～12°，矿石体重为 2.6～2.7 吨/米^3。

矿体上盘为长龙界頁岩，节理发达，f＝6；下盘为 f＝10～12 的灰岩，灰岩与矿体間有一层厚为 0.3～0.5 米的灰质頁岩。

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。矿块寬为 12 米（矿房寬为 8 米，两側矿柱寬共 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。

在矿块中以逆傾斜方向自运輸水平向通风水平回采高 2.5 米、寬 8 米的矿房。矿房采空后，沿傾斜方向后退，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車。

实践証明，采空后的頂板具有暫时的稳定性，是順利应用本法的必要条件；采空区頂板易于崩落时，則必須改用其它方法（如由空场法改为崩落法）。

試驗結果基本上是良好的，在地质条件适合的矿山可考虑推广。

技　术　經　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：

炸葯，公斤……0.47

雷管，个……0.65

矿石回采率，%……89.6

矿石貧化率，%……5.0

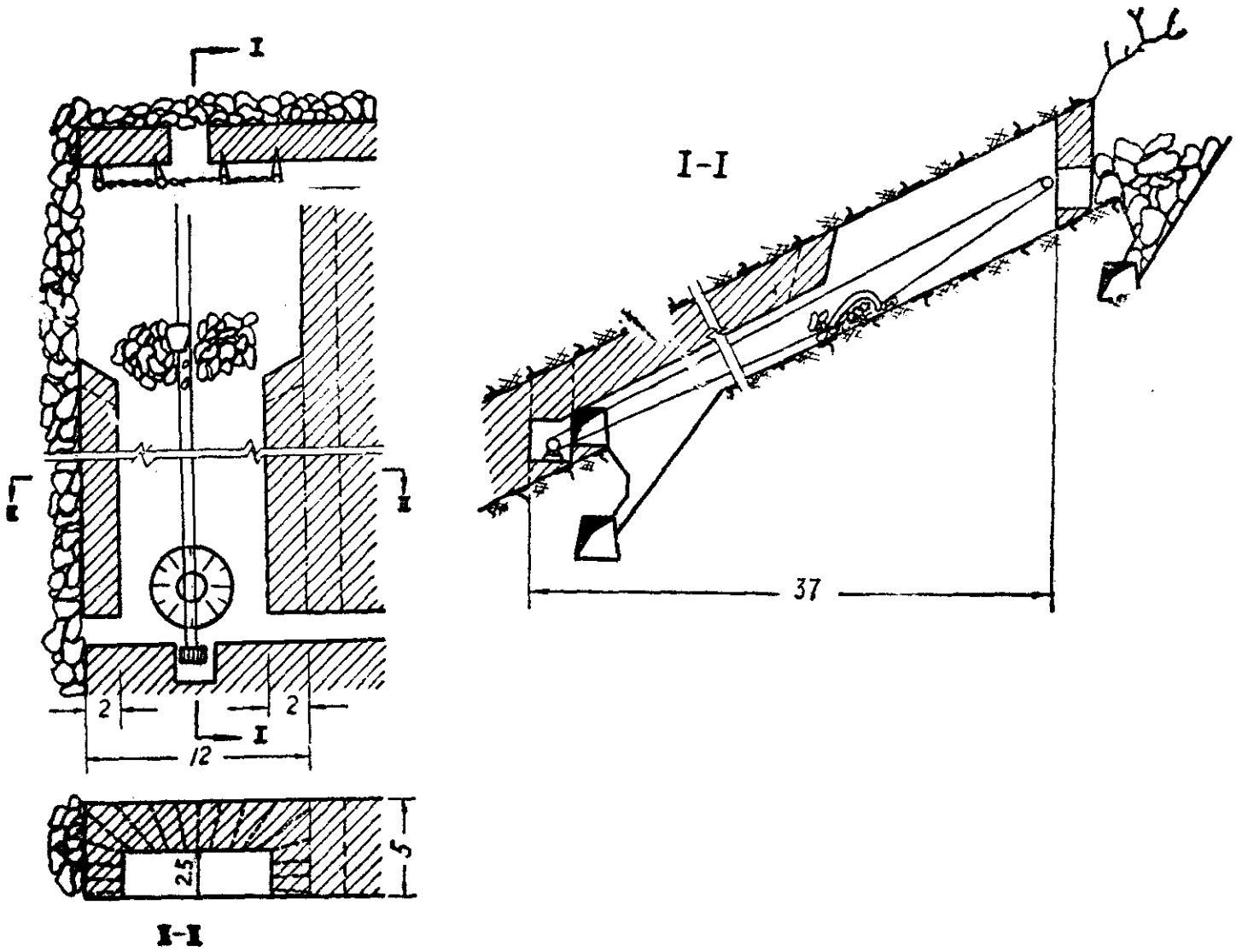


图 06

图 07 的说明

房柱采矿法在 104 铁矿的应用

地 质 条 件

該矿为宁乡式鉄矿床，矿层厚度一般为 1.8～2.5 米，在个别区段达 4 米以上，傾角一般为 20～30°，在个别情况下达 40° 左右，矿石节理发达，f＝10～12。直接顶板为13～15 米厚的炭质頁岩，不稳定，f＝6～8，基本上盘为 90～150 米厚的石灰岩，底板为 2～4 米厚的薄层灰质頁岩。

采 矿 方 法 特 征

长条形矿壁式房柱采矿法是該矿在为减少坑木消耗量的情况下采用的一种采矿方法。矿块构成要素、采矿准备方式及回采順序如图 07 所示。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜 ……80

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……51.5

工作面工……5.7

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……0.91

坑木，米^3 ……0.004

矿石回采率，%……64.0

矿石貧化率，%……6.0

直接成本，元/吨 ……2.22

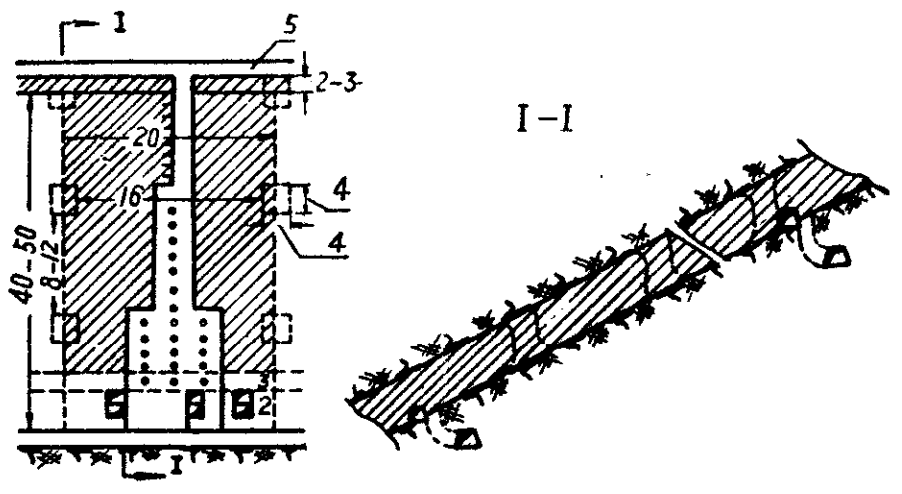


图 07

(三) 分 段 采 矿 法

分段采矿法就是自分段巷道（沿走向或垂直走向布置）崩矿的空场采矿法。采用本法时，是将阶段划分为矿块来开采，每一矿块包括矿房、房間矿柱、頂柱和底柱，先采矿房后采間柱、頂柱和底柱。

当矿体厚度不大时，矿房沿矿体走向布置，如矿体厚度較大，則应垂直矿体走向布置。在矿房全高內布置若干分段巷道，分段巷道的高度取决于凿岩爆破技术和所采用的凿岩工具。然后在分段巷道中钻凿扇形深孔，或在进路中钻凿平行炮眼进行崩矿，由于后者采准切割工作量大，且又不很安全，故很少采用。

回采前，需在矿房回采的起始处，按整个矿房的寬度自专用的切割天井开掘切割自由面。

崩落的矿石通过二次破碎水平或电耙水平，装入下部运輸水平的矿車里，当采用无漏口的平底底部結构或无二次破碎水平的漏斗直接放矿时，則崩落的矿石从运輸水平层用装載机或用人工直接装入矿車。

采空区在回采矿房期間始終是暴露的。回采矿房后，可采用大爆破的方法，同时进行房間矿柱与頂柱的崩落。采空区用放入上部已采阶段的废石来充填。也可以先对矿房回采后所形成的空洞进行充填，然后分别用其它的方法回采頂底柱和房間矿柱。

分段采矿法的适用条件是：1）矿石应为中硬至坚硬，围岩必須坚硬稳固，在矿房回采期間能保証頂柱和两盘岩石稳定；2）矿体傾斜急陡，以便利用自重运搬矿石，在开采傾斜的矿体时，应采取专門放矿的措施；3）当矿房采空区不用人工充填而回采矿柱时，矿石的損失很大，因此用以开采价值不很高的矿石最有利。

分段采矿法的优点是：矿房的回采强度大，生产率高，坑木消耗少，通风条件好，作业安全，自分段巷道中进行崩矿工作方便。其缺点是：采准切割工作量大，采空区形成大空洞，如不作适当处理，突然塌陷，产生空气冲击，影响作业区域的安全，回采矿柱时矿石的貧化損失大，不能在工作面选别矿石。这一方法，近年来在我国采用的比重逐步減少，其原因主要在于它的准备工作量大。在生产实践中往往被采准量小，回采工艺过程簡单，回采强度大的留矿法所代替。

分段采矿法的发展方向是：改进工艺过程，进一步研究采准、切割和回采等工作的平行作业方法，并在这个基础上总結出一套完整的新的劳动組織。改进凿岩爆破工艺，在条件适合的情况下，尽量使用扇形炮孔崩矿。如果条件允許，則最好用潛入式深孔钻机凿岩，用大爆破回采矿柱。为了便于矿柱的回采，房間矿柱寬度不宜小于最小抵抗綫的两倍，在間柱下面增設漏斗，这样可以防止因爆破而破坏矿柱，有利于放矿工作。寻求有效的二次破碎方法来代替人力破碎及外部葯包破碎，以便改善劳动条件和均衡地生产。为了減少矿石損失，应当寻求新的矿块結构要素，尽可能地增加矿房儲量（如增大阶段高度）減少采准切割工作量。

图 08 所示为分段采矿法标准方案布置图。图09、图 10 及其說明，表示深孔崩矿分段采矿法的設計标准方案和技术經济指标。

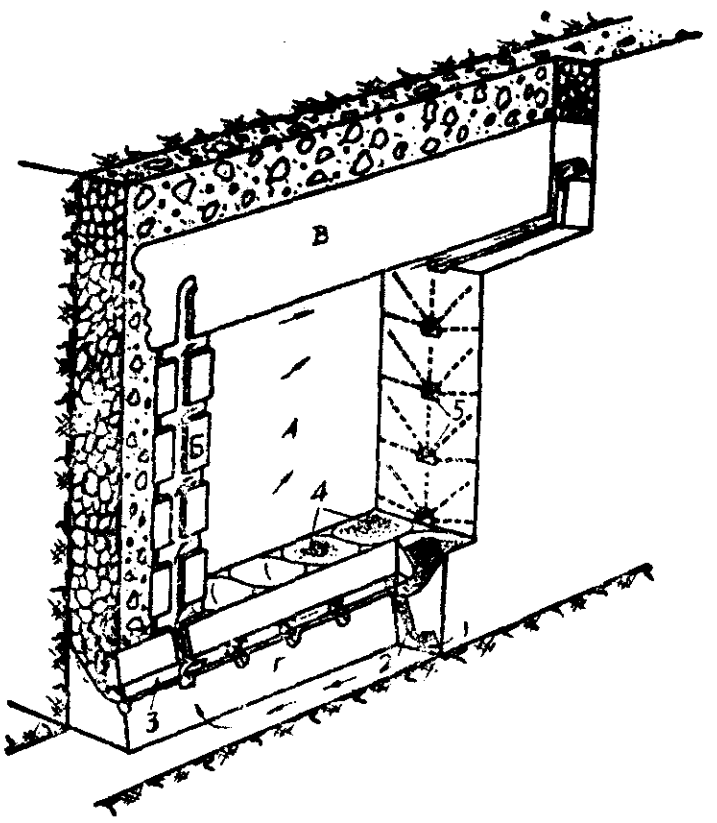


图 08　分段采矿法

А—矿房；Б—房間矿柱；В—頂柱；Г—底柱

1—运輸水平层平巷；2—矿石溜子；3—格篩平巷；4—放矿漏斗；5—分段平巷

图 09 的说明

深孔崩矿分段采矿法（急倾斜中厚以上矿体，脉外平巷）

（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

矿体倾角 60～90°，厚度为 8 ～15 米，矿石硬度f＝8～12，稳固性为中等以上，上盘岩石硬度 f＝8以上，稳固，下盘岩石硬度 f＝8，稳固。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜……150

电耙生产能力，米³/台班……25（ЛС-3，耙斗容积为 0.3 米³）

劳动生产率，米³/工班：

工作面工……4.7

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……1.9（其中二次破碎1.2）

雷管，个……3.2（其中二次破碎 3）

导火綫，米……2.6（其中二次破碎2.1）

釬子鋼，公斤……0.057（其中二次破碎0.03）

硬合金，克……3.9（其中二次破碎2.2）

坑木，米³ ……0.0017

矿石貧化率，%……5.0

矿石損失率，%……2.5

回采强度，米/月 ……8

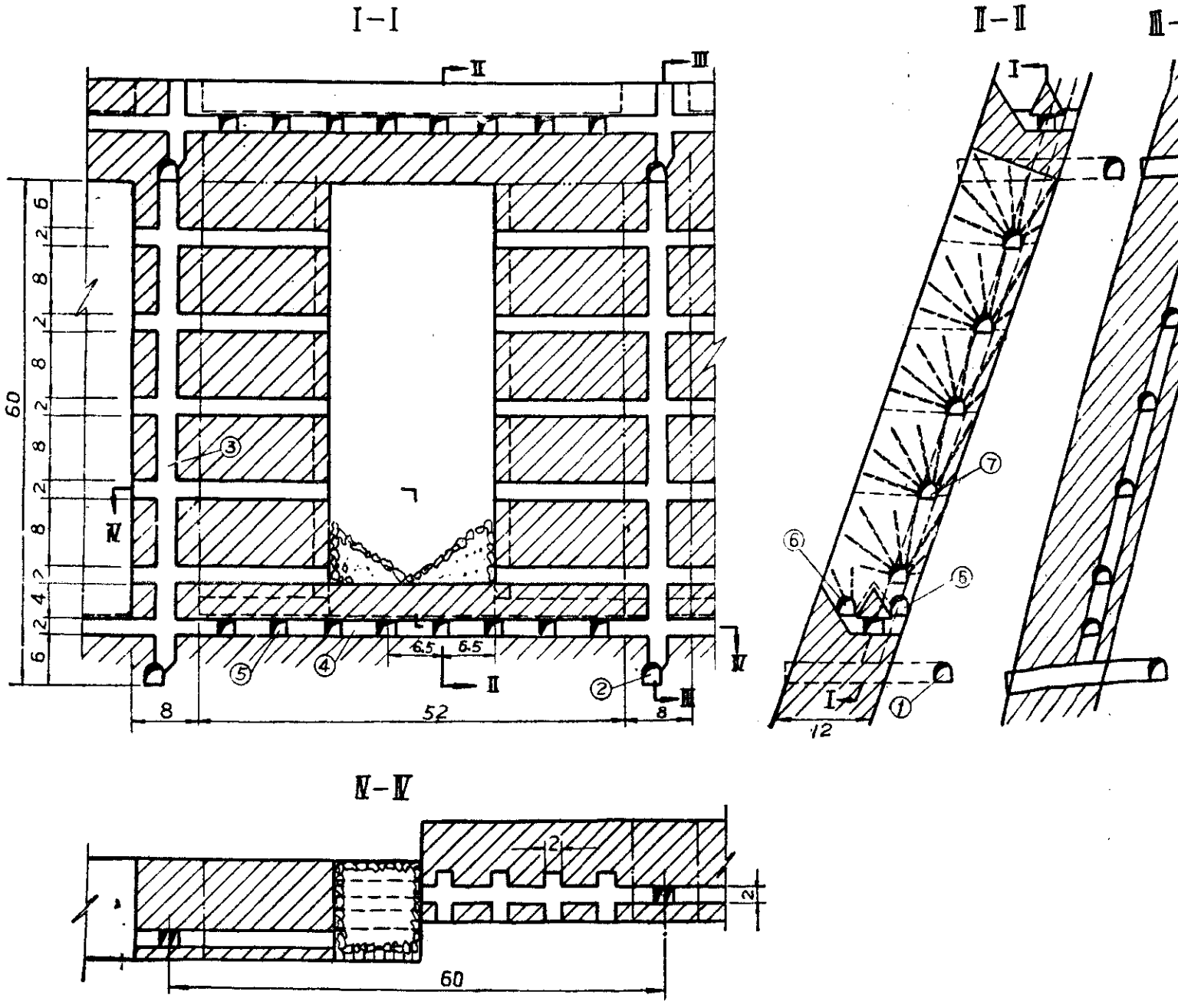


图 09　深孔崩矿分段采矿法（急倾斜中厚以上矿体脉外平巷）矿房回采

①—脉外运输平巷；②—穿脉运输平巷；③—天井；④—电耙平巷；⑤—出矿口

⑥—拉底平巷；⑦—分段平巷

图 10 的说明

深孔崩矿分段采矿法（急倾斜中厚以上矿体，采用脉内平巷）

（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

矿体倾角为 60～90°，厚度为 8 ～15 米，矿石硬度 f＝8～12，中 等 以上稳固；上盘岩石硬度 f＝8 以上，稳固，下盘岩石硬度 f＝8，稳固。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜……150

电耙生产能力，米³/台班……25（ЛС-3 耙斗容积为 0.3米³）

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工……16.7

工作面工……4.7

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……1.9（其中二次破碎1.2）

雷管，个……3.2（其中二次破碎 3）

导火綫，米……2.6（其中二次破碎2.1）

鈎子鋼，公斤……0.057（其中二次破碎0.03）

硬合金，克……3.9（其中二次破碎2.2）

坑木，米³ ……0.0017

矿石貧化率，%……5.0

矿石損失率，%……25.0

回采强度，米/月 …… 8

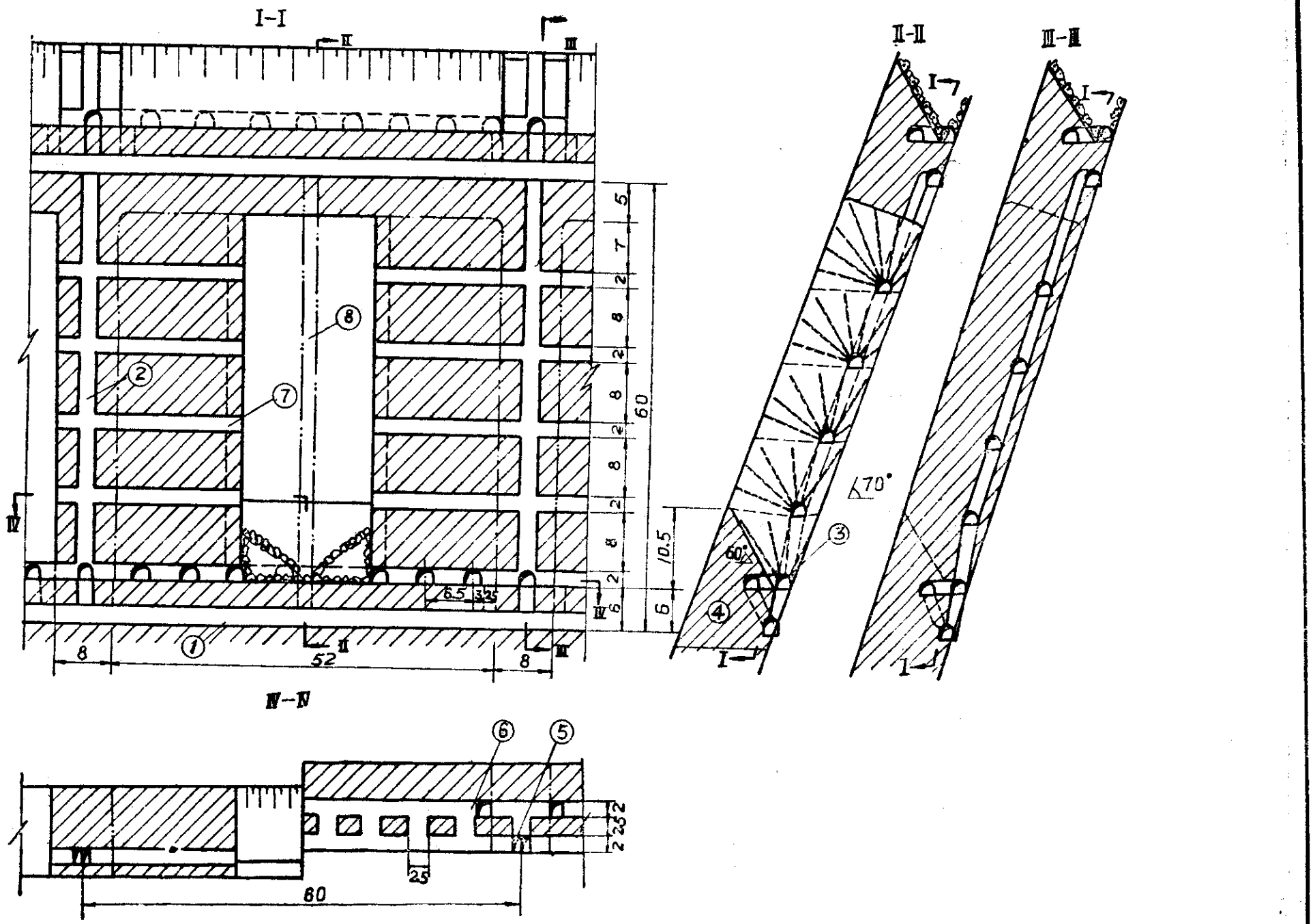


图 10　深孔崩矿分段采矿法（急倾斜中厚以上矿体脉内平巷）矿房回采

①—运輸平巷；②—天井；③—拉底平巷；④—电耙平巷；⑤—联絡道；⑥—出矿口；⑦—分段平巷；⑧—切割天井

图 11 的说明

105 矿采用的沿走向布置矿房的分段采矿法

地 质 条 件

該矿为多金属接触交代矿床。矿石中等稳固，f＝8～10，矿体水平厚度为 10～18 米，倾角为 65°，矿石体重为 3.25 吨/米³。

上下盘围岩多系无开采价值的矽化石灰岩，稳固，f＝10～12。矿石与围岩接触不明显。

采 矿 方 法 特 征

矿块結构，采准巷道布置如图 11 所示。由于阶段高度仅为 32 米，为了減少底柱高度，增大矿房矿石儲量，在底部結构中不設二次破碎巷道，崩落的矿石用 ПМЛ—5 型装岩机直接在运輸水平巷道装矿。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜 ……181

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……90

工作面工……7.5

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……0.595

雷管，个……0.424

坑木，米³ ……0.004

合金，克……1.24

矿石回采率，%……94.0

矿石貧化率，%……8.1

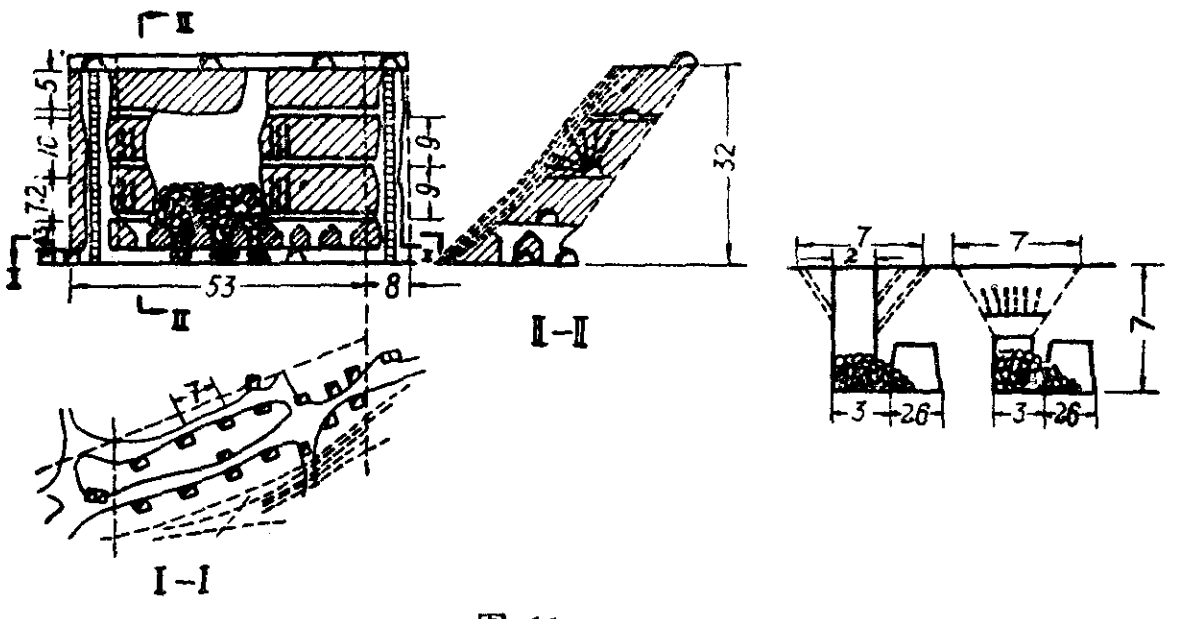


图 11

图 12 及图 13 的说明

106 矿的分段采矿法

地 质 条 件

該矿为接触交代矿床，矿石以磁鉄矿为主，其中夹有少量的黄鉄矿、黄銅矿等杂质，节理不发达，f＝4～6，矿体平均厚度为 31 米，傾角为 50°，矿石体重为 4.0 吨/米³。

矿体上盘为結晶石灰岩，下盘是透輝石矽嘎岩，均較稳固，f＝8～10。

采 矿 方 法 特 征

采准布置与矿房結构要素如图所示。在分段巷道中分别采用 KUM-4 型和 OT-45型凿岩机凿岩，根据炮眼排列方式的不同，分为平行与扇形炮眼的分段采矿法。

采用平行炮眼崩矿方案的优点是：炮眼利用率高，矿石块度均匀，大块产出率少。其缺点是：掘进凿岩进路（拉槽）的工作量大，在矿石不够稳固的条件下，自凿岩进路中打眼不够安全。扇形炮眼崩矿方案的优点在于安全，掘进凿岩巷道的工作量較平行炮眼崩矿方案大大減少，凿岩輔助时間少。其缺点是矿石块度不均匀，大块产出率稍高。生产实践表明，扇形炮眼崩矿的分段采矿法較为优越。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……125

工作面工……60

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……0.8

雷管，个……0.8

釬子鋼，公斤……0.09

坑木，米³ ……0.006

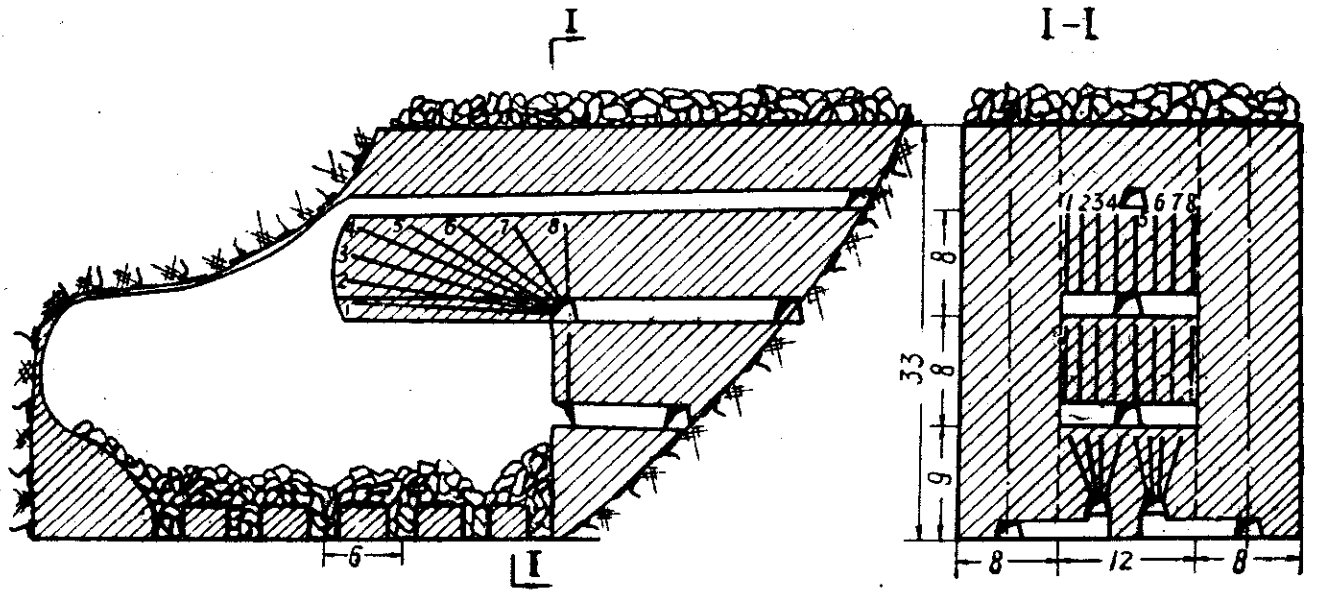

I
I-I
1
2
3
4
5
6
7
8
6
I
1 2 3 4 5 6 7 8
8
8
33
9
8
12
8

图 12

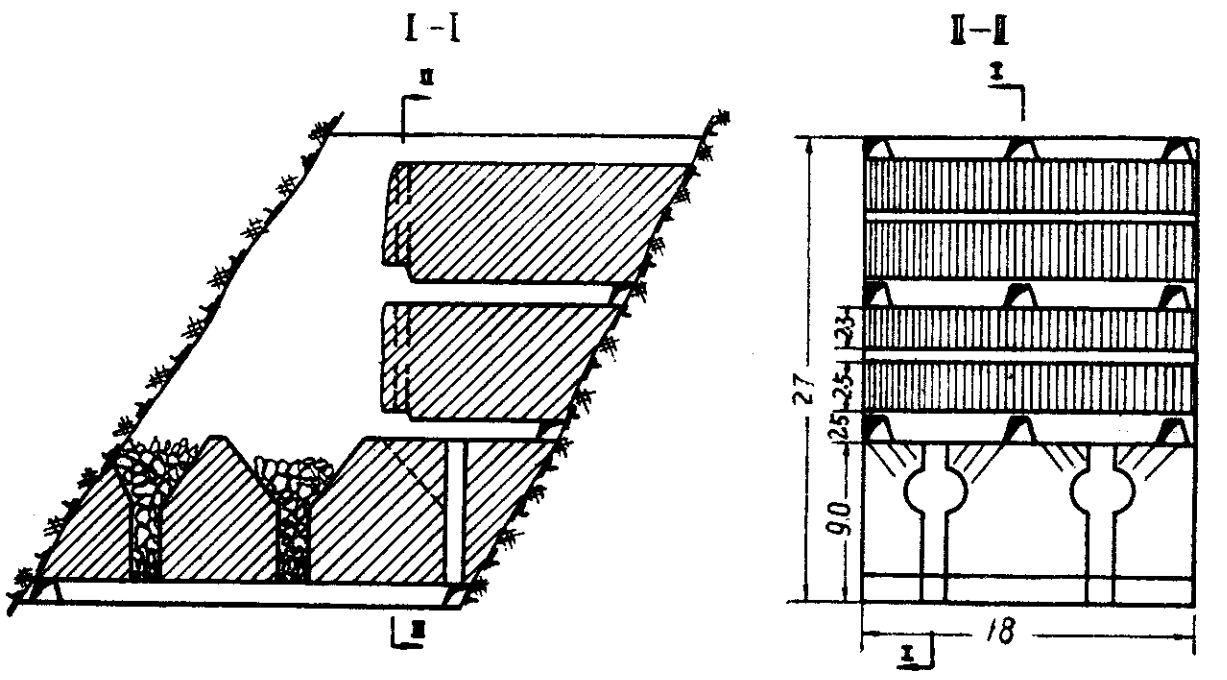

I-I
II
II
II-II
I
I
27
2.3
2.5
2.5
9.0
18

图 13

图 14 的说明

107 矿采用的分段采矿法

地 质 条 件

矿体赋存于花崗岩与石灰岩的接触带中，围岩稳固，上盘为石灰岩，f＝10～12，下盘为花崗岩，f＝12 以上，矿体与花崗岩接触明显，与石灰岩接触不明显，矿体不規則，傾角变化很大。矿石为含銅磁鉄矿，f＝6～8，体重为 3.5 吨/米^3，且节理发达。矿体厚度为 6 ～14米，其中有三条 1 ～ 3 米厚的岩脉貫穿。

采 矿 方 法 特 征

該矿曾于 1953 年采用自敞开进路凿岩的浅眼分段采矿法，因矿石易于片落，后改为深孔分段采矿法，其构成要素如图 14 所示。

在分段巷道中深孔絕大部分采用扇形排列，有时为了降低炮眼总深度，更好地达到合格的矿石块度以及由于矿体变化等原因，也曾将分段巷道扩帮，将炮孔排列为扇形的与平行的混合方式。采用接杆凿岩，其孔径为65～80 毫米，最小抵抗綫一般自 2 ～2.5 米至 3～3.5 米。为了增加矿房儲量，減少拉底高度，提高二次破碎的劳动生产率，該矿成功地使用电耙巷道来代替格篩巷道。采用收集凿岩岩粉的方法进行化驗，严格控制矿体边界，对較大的岩脉則采取分別崩落和分別放出矿石与岩石等措施，以減少矿石的貧化与損失。

技 术 經 济 指 标

矿房生产能力，吨/昼夜	133.2
凿岩工劳动生产率，吨/台班	136.5
每米深孔崩矿量，吨	28
每立方米矿石的材料消耗：	
炸葯，公斤	0.378～0.535
二次破碎炸葯消耗量，公斤	0.42
雷管，个	0.116～0.231
每千吨矿石的采准工作量，米^3	76.6

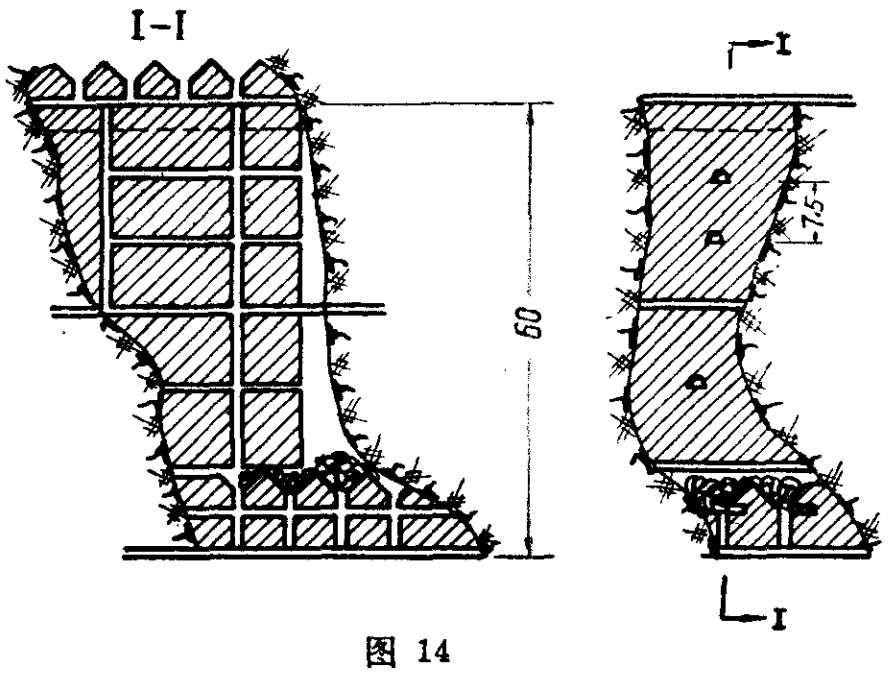


图 14

图 15 与图 16 的说明

108 矿采用的分段采矿法

地 质 条 件

該矿以磁鉄矿为主，矿体厚度为 55～60 米，矿石較稳固，f＝8～10，体重为 3.3 吨/米^3。部份矿段的垂直节理較为发达。

上盘为 f＝5～6 的黄龙灰岩与石榴子石，性脆，不够稳固。下盘为 f＝8 的棲霞石灰岩，稳固。矿石与围岩接触处为不够稳固的黄泥破碎带。由于地下水的作用，在矿体中形成了为数甚多的无規律的溶洞。

采 矿 方 法 特 征

250 米水平 4 号与 6 号矿块是由露天轉入地下开采的。沿走向长 30～36 米布置矿块（即矿房寬为22～28米，矿柱寬为 8 米），保留厚为 8 米的沿脉矿柱，以便回采。并把原設計的 8 米厚的頂柱同矿房一起采至露天地表，这不仅增加了矿房儲量，減少了矿石損失，而且減少了复杂的頂板管理与頂柱回采工作，改善了采矿工作条件。

采准布置如图 15 及图 16 所示。为了强化各工艺过程，自矿房切割槽向房間矿柱两側后退回采，以造成多工作地点采矿。矿房底部布置两排放矿漏斗。

工作面的回采，通常采用下向梯段和上向梯段两种方式，前者可使崩落的大块在拉底水平进行破碎，其严重缺点是凿岩工作条件不安全，放矿能力有限；而后者則工作既安全又較前者能提高放矿能力，为实际生产所常用。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜 ……673～824

劳动生产率：

凿岩工，吨/台班 ……24

放矿工，吨/工班 ……13.4

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……0.89

雷管，个……1.22

坑木，米^3 ……0.0044

合金，克……1.45

矿石貧化率，%……4.0

回采强度，吨/米^2·月……23

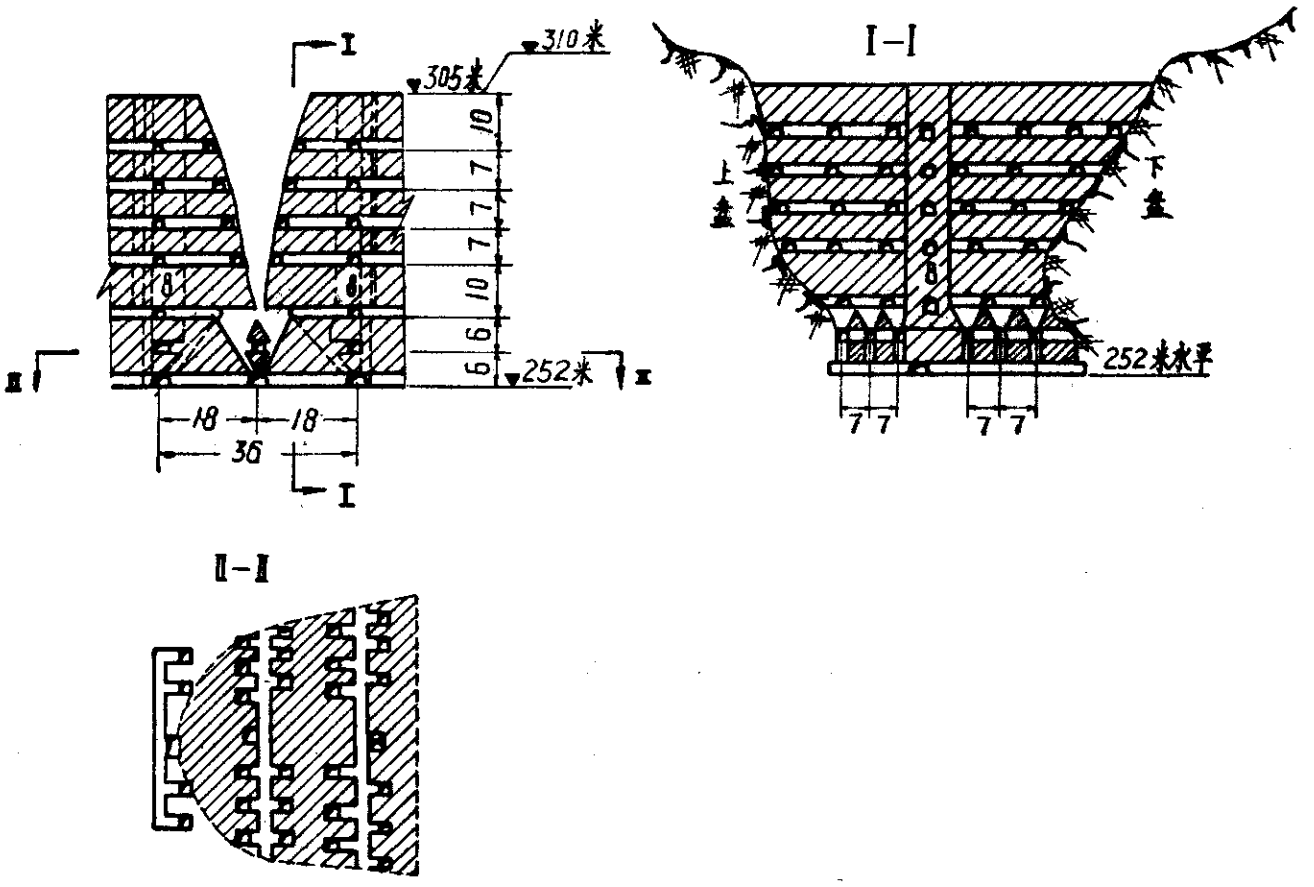

I
310米
305米
10
7
7
7
10
6
6
252米
I
18
18
36
I
I-I
上盘
下盘
252米水平
7
7
7
7
II
II
II-II

图 15

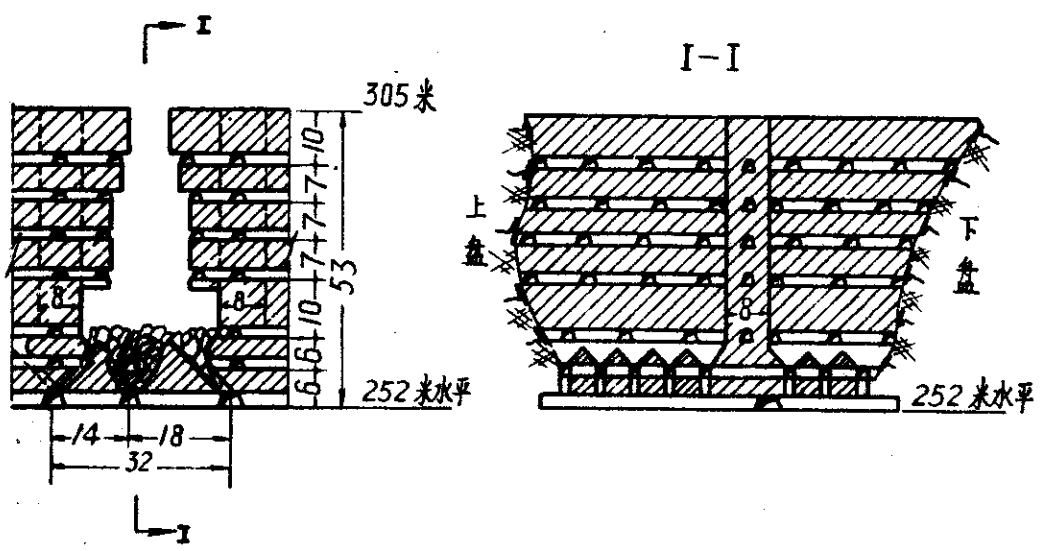

I
305米
10
7
7
7
10
53
6
6
252米水平
14
18
32
I
I-I
上盘
下盘
252米水平

图 16

（四） 阶段矿房采矿法

阶段矿房采矿法是在整个阶段高度上不划分分段，而在矿房中用深孔逐层或多层地进行崩矿的空场采矿法。它是在分段采矿法的基础上，为了減少采准切割工作量而創造出来的，适用于开采矿石和围岩都很稳固的厚矿床。根据崩矿方式的不同，一般分为水平深孔阶段矿房采矿法（扇形、平行深孔方案，見图 17 及图 23）；垂直深孔阶段矿房采矿法和水平扇形与垂直扇形深孔阶段矿房混合采矿法(图 24)；矿房矿柱药室崩矿采矿法(图26)。

采用水平深孔崩矿方案时，将矿房預先拉底后，在各分层上钻凿水平深孔崩落矿石；采用垂直分层崩矿方案或水平分层与垂直分层混合崩矿方案时，在矿房中間或其边界上，从放矿水平掘进切割天井，天井用深孔依次扩大成切割槽，并在其下部拉底，然后按垂直分层崩落矿石。

回采时的凿岩工作是在专用的凿岩硐室或凿岩巷道中进行的，凿岩設备多采用潛入式钻机（如БА-100М，БМК-2Б型等），矿石利用重力放出，在矿房回采后才能回采矿柱。

矿块結构要素如下：阶段高度 60～70～80 米及以上，間柱寬度为 10～15 米，矿房寬度为 10～20 米左右，其长度为 30～40 至 50～60 米，一般等于矿体厚度。

底柱可分为有漏斗的和无漏斗的两种。前者高度为 8～13 米，后者高度为 5～8 米。在阶段矿房采矿法中，由于凿岩爆破参数較大，装药集中，大块較多，二次破碎工作量大，在放矿时易于堵塞，因此无漏斗的底部結构在解决上述問題上較有漏斗的底部結构有明显的优点。无漏斗（即平底）結构的实质是将拉底水平和放矿水平合而为一，耙运水平巷道通过大断面的放矿口与回采矿房直接相連，矿房底部是一个既无漏斗又无矿石溜子的簡单平底（图21）。

图17、18与图19、20及其說明，分别在急傾斜中厚与厚矿体开采中讲述，采用矿房水平深孔崩矿采矿法的設計标准方案和技术經济指标。图 21～25 及其說明为109矿和 105 矿采用的阶段矿房采矿法的实际情况。图 26 及其說明在极厚矿体开采中讲述，采用葯室崩矿采矿法的設計标准方案和技术經济指标。

阶段矿房采矿法的优点是：矿房生产能力大，采矿工与放矿工的劳动生产率高，采准工作量不大，劳动消耗量少，采出矿石的材料单位消耗低，采矿作业条件好。其主要缺点是：由于深孔难于控制矿体边緣，因而矿石損失和貧化較高，与阶段崩落采矿法比較，这种方法增加了一道复杂的矿柱回采工序。

此种采矿方法的发展方向是：改进凿岩設备；提高凿岩速度；采用新的爆破方法；选择合理的爆破参数；減少大块产出率；改进現有的二次破碎方法；寻求新的破碎方法；适当增大合格矿块的尺寸；研究合理的矿块构成要素，以增大矿房的矿石儲量；总結快速准备与回采的工作方法，研究有效的新的劳动組織与工作方法。

图 17 的说明

矿房水平深孔崩矿采矿法（急倾斜中厚矿体脉内平巷）

（設計标准方案）

地 质 条 件

矿体倾角大于50°，厚度为 8～12 米，沿走向和倾斜均較稳定，矿石和上下盘岩石的硬度 f 大于 6，中等稳固到稳固，矿体内不含夹石或有少量夹石。

技术經济指标

矿块生产能力，米³/昼夜……150
电耙生产能力，米³/台班……25(JIC-3，耙斗容积为 0.3米³)
劳动生产率，米³/工班：
　　凿岩工……15
　　工作面工…… 5.35
每立方米矿石的材料消耗：
　　炸葯，公斤…… 1.55(其中二次破碎0.9)
　　雷管，个…… 3.18(其中二次破碎 3)
　　导火綫，米…… 2.35 (其中二次破碎1.8)
　　釬子鋼，公斤…… 0.06 (其中二次破碎0.03)
　　硬合金，克…… 2.8 (其中二次破碎1.8)
　　坑木，米³ …… 0.001
矿石貧化率，%…… 5.0
矿石損失率，%…… 4.0
回采强度，米/月 ……14

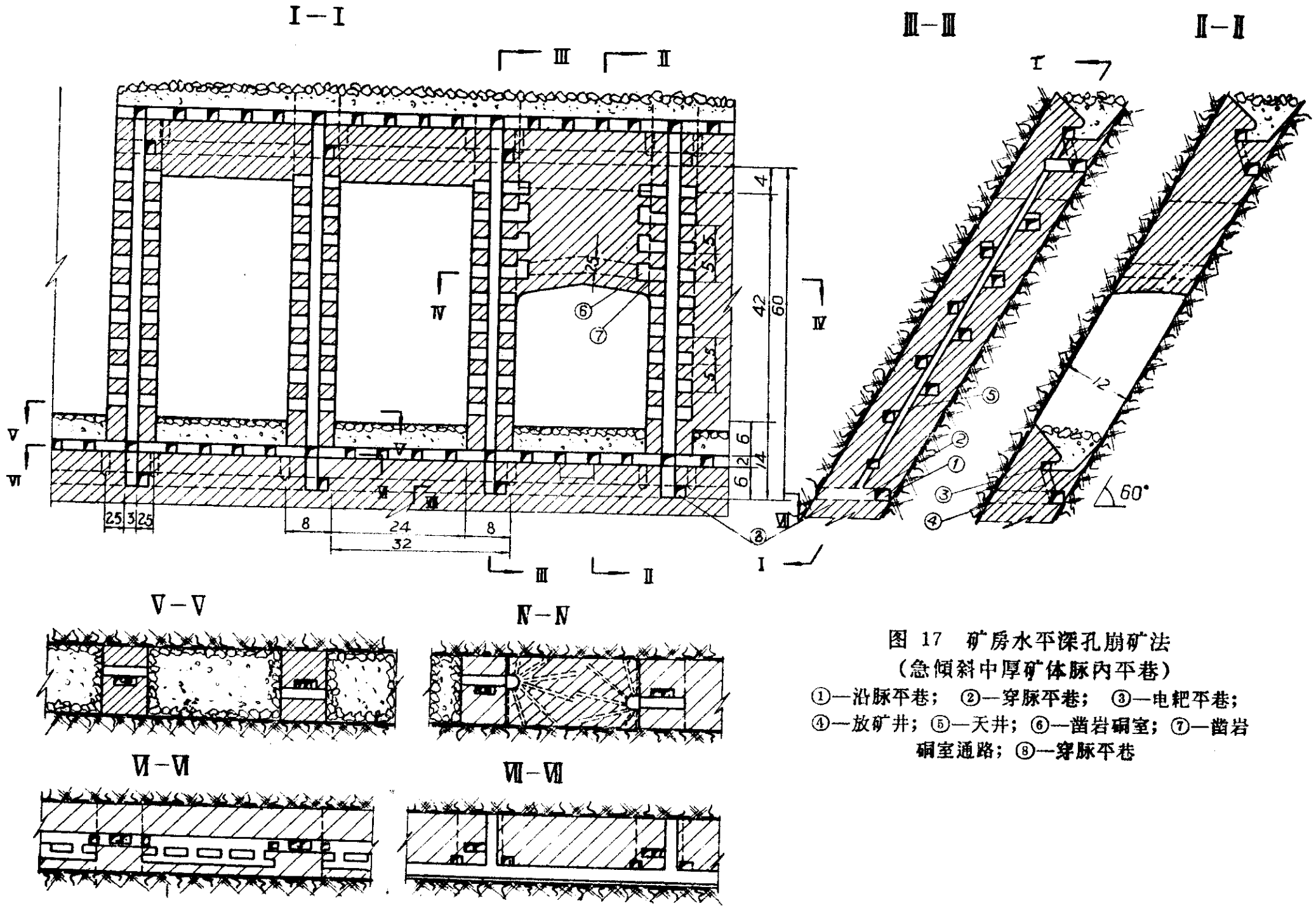


图 17　矿房水平深孔崩矿法
（急倾斜中厚矿体脉内平巷）
①—沿脉平巷；　②—穿脉平巷；　③—电耙平巷；
④—放矿井；⑤—天井；⑥—凿岩硐室；⑦—凿岩
硐室通路；⑧—穿脉平巷

图18 的说明

矿房水平深孔崩矿采矿法（急倾斜厚矿体，采用脉外平巷）

（設計标准方案）

地 质 条 件

矿体倾角大于50°，厚度为12～20米，沿走向和倾斜均較稳定，矿石及上下盘岩石的硬度f大于6，中等稳固到稳固，矿体內不含夹石或有少量夹石。

技术經济指标

矿块生产能力，米³/昼夜 ……150

电耙生产能力，米³/台班 ……25（JIC-3耙斗容积为0.3米³）

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工 ……18.8

工作面工 …… 5.78

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤…… 1.55（其中二次破碎0.9）

雷管，个…… 3.18（其中二次破碎3）

导火綫，米…… 2.35（其中二次破碎1.8）

釬子鋼，公斤…… 0.06（其中二次破碎0.03）

硬合金，克…… 3.5（其中二次破碎1.8）

坑木，米³ …… 0.001

矿石貧化率，%…… 5.0

矿石損失率，%…… 4.0

回采强度，米/月 ……10.7

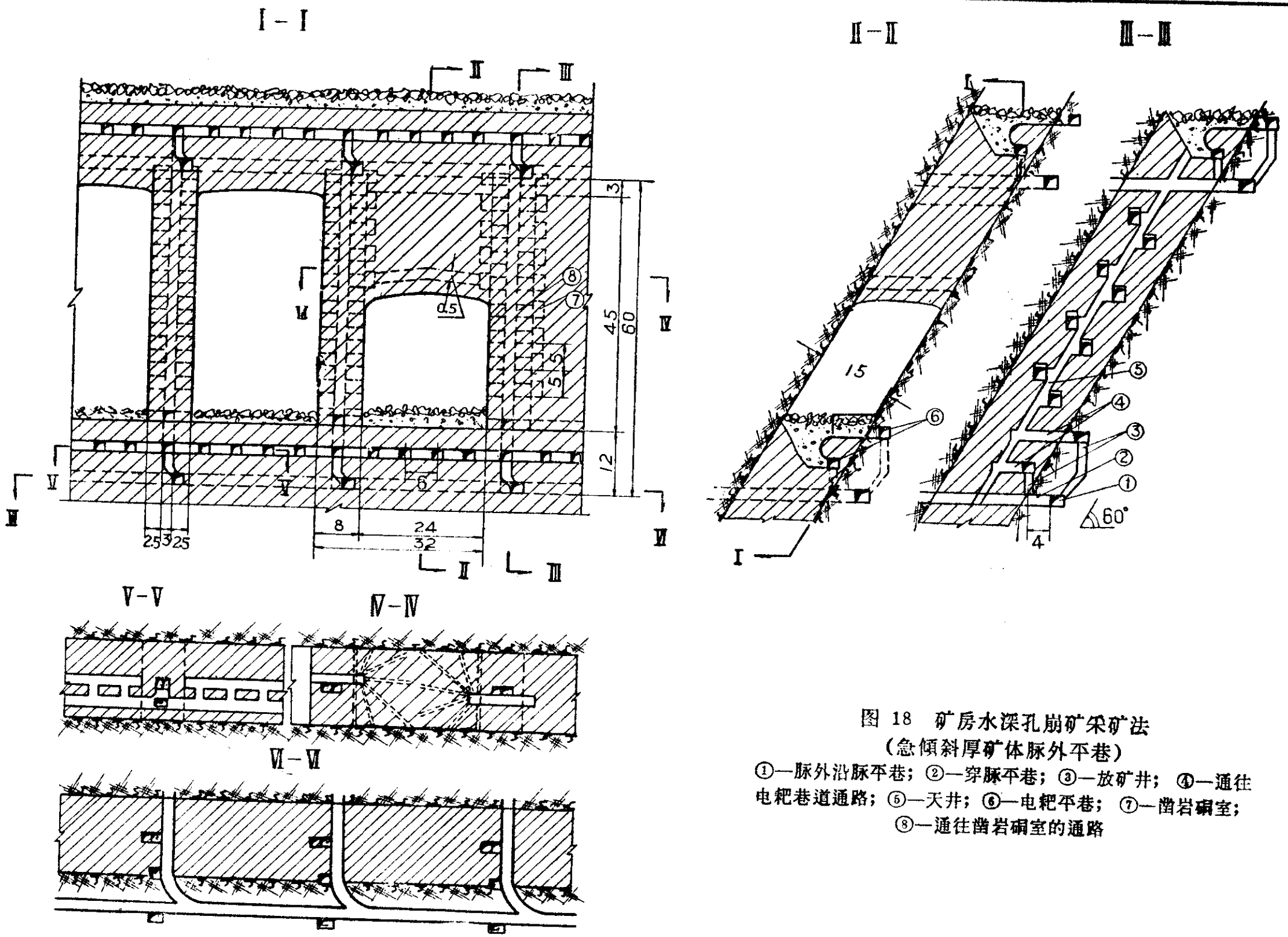


图 18　矿房水深孔崩矿采矿法
（急倾斜厚矿体脉外平巷）

①—脉外沿脉平巷；②—穿脉平巷；③—放矿井；④—通往电耙巷道通路；⑤—天井；⑥—电耙平巷；⑦—凿岩硐室；⑧—通往凿岩硐室的通路

圖 19 的说明

矿房水平深孔崩矿采矿法（急倾斜极厚矿体，脉内、脉外平巷）

（設計标准方案）

地 质 条 件

矿体倾角大于 50°，厚度大于 20 米；当厚度大于 30 米时，接近水平矿体亦可采用本法；沿走向和倾斜均較稳定，矿石及上下盘岩石的 f 大于 6，中等稳固到稳固，矿体內不含夹石或有少量夹石。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜……110

电耙生产能力，米³/台班……37（耙斗 0.5 米³）

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工……18.3

工作面工…… 6.2

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤…… 1.5（其中二次破碎 0.9）

雷管，个…… 3.15（其中二次破碎 3）

导火綫，米…… 2.3（其中二次破碎 1.8）

釬子鋼，公斤…… 0.057（其中二次破碎 0.03）

硬合金，克…… 3.3（其中二次破碎 1.8）

坑木，米³ …… 0.001

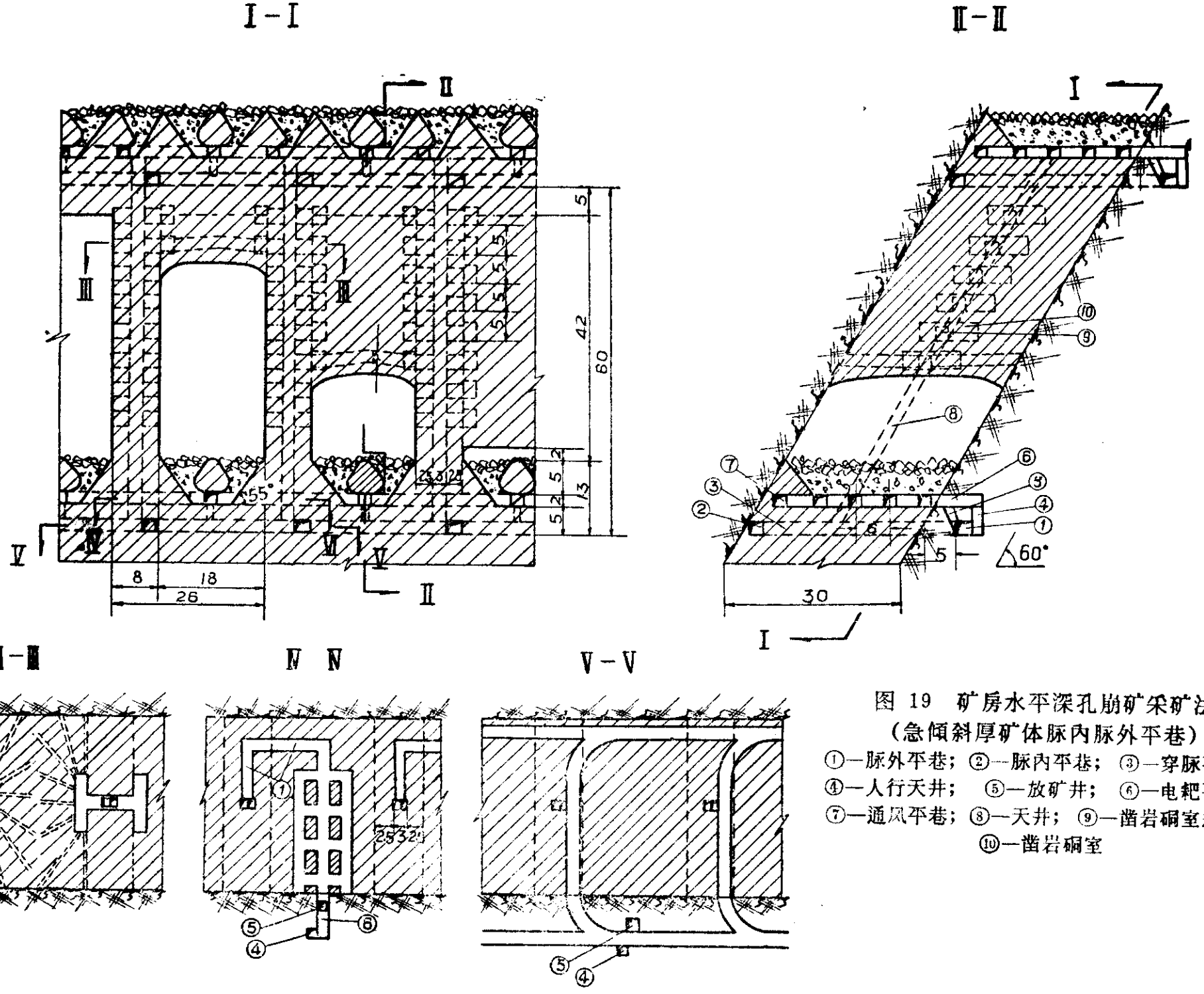


图 19　矿房水平深孔崩矿采矿法
（急倾斜厚矿体脉内脉外平巷）
①—脉外平巷；②—脉内平巷；③—穿脉平巷；
④—人行天井；　⑤—放矿井；　⑥—电耙平巷；
⑦—通风平巷；⑧—天井；⑨—凿岩硐室通路；
⑩—凿岩硐室

图 20 的说明

矿房水平深孔崩矿采矿法

（設計标准方案）

地 质 条 件

矿体倾角为 30～50°，水平厚度大于 30 米，沿走向和倾斜均較稳定，矿石及上下盘岩石 f 大于 6，中等以上稳固，矿体內含夹石不宜过多。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜……150
电耙生产能力，米³/台班……25
劳动生产率，米³/工班：
　　凿岩工……18.7
　　工作面工…… 5.75
每立方米矿石的材料消耗：
　　炸葯，公斤…… 1.5（其中二次破碎 0.9）
　　雷管，个…… 3.16（其中二次破碎 3）
　　导火綫，米…… 2.3（其中二次破碎1.8）
　　釬子鋼，公斤…… 0.057（其中二次破碎 0.03）
　　硬合金，克…… 3.0（其中二次破碎 1.5）
　　坑木，米³ …… 0.001
矿石貧化率，%…… 6.0
矿石損失率，%…… 6.0
回采强度，米/月 …… 7.6

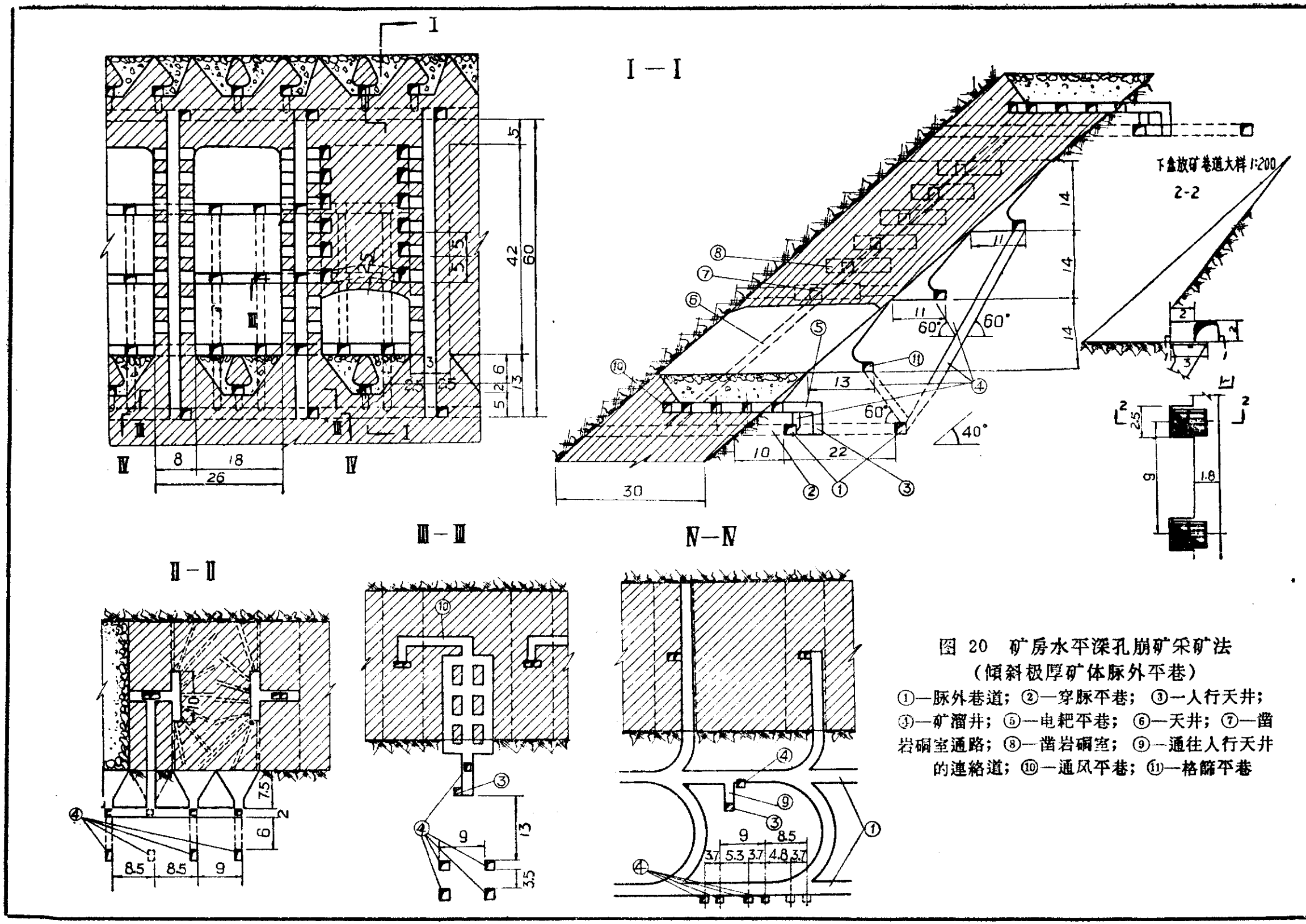


图 20 矿房水平深孔崩矿采矿法
（倾斜极厚矿体脉外平巷）

①—脉外巷道；②—穿脉平巷；③—人行天井；④—矿溜井；⑤—电耙平巷；⑥—天井；⑦—凿岩硐室通路；⑧—凿岩硐室；⑨—通往人行天井的連絡道；⑩—通风平巷；⑪—格篩平巷

图 21 的说明

109 铜矿水平平行深孔崩矿阶段矿房采矿法

（試　驗　方　案）

采矿技术条件

該矿主要为滑石含銅矿，其中夹有少量的黃鉄矿和含銅磁鉄矿，平均厚度为 7.5 米，傾角为 83°，矿石稳固，f＝8～10，体重为 3.0 吨/米³。围岩稳固，上盘为 f＝8～10 的石灰岩，下盘为 f＝10～12 的可采磁鉄矿。

在上述条件下，采用了无漏斗平底耙运巷道的水平平行深孔崩矿的阶段矿房采矿法(图21)开采矿房。实践証明，这种采矿方法具有良好的技术經济效果，但其缺点是凿岩硐室的开凿量和凿岩輔助时間較大。

技术經济指标

矿房生产能力，吨/昼夜 ……382

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……185

电耙工……64

每米深孔崩矿量，吨……22

每立方米采出矿石的材料消耗：

炸葯，公斤…… 2.27（包括二次破碎）

雷管，个…… 0.85

导火綫，米…… 0.92

导爆綫，米……0.33

坑木，米³ ……0.0019

大块产出率，%……9～10

矿石貧化率，%……15.2

回采强度，吨/米²·月……35

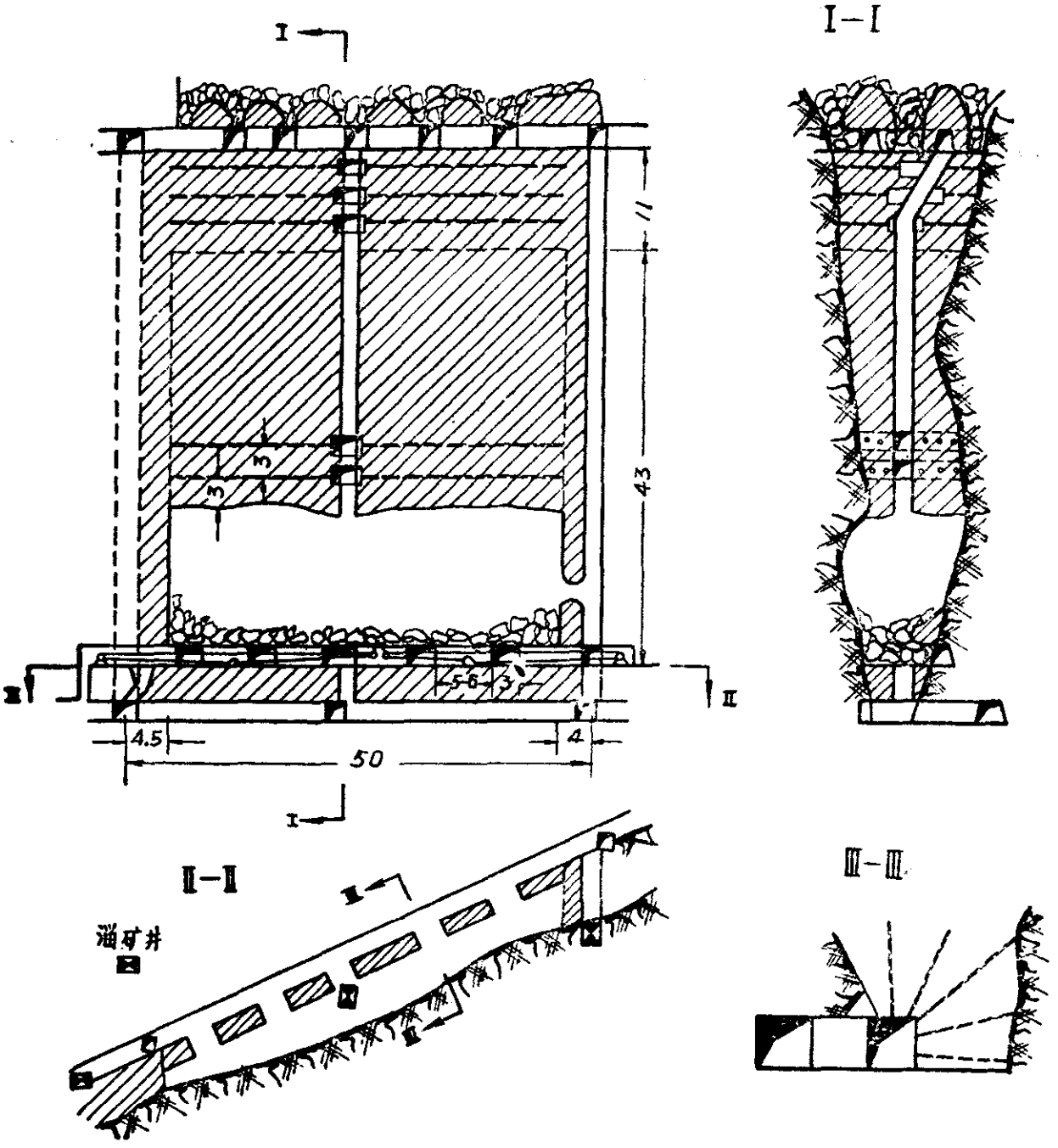


图 21

图 22 的说明

水平深孔阶段矿房采矿法在 105 矿的应用

地 质 条 件

該矿 5 号脉的矿石为含多金属矿的矽嘎岩矿体，沿走向长达 120～150 米以上，傾角为 50～60°，局部地段达70°，矿体厚度一般为 10～40 米左右。矿石中等稳固，f＝8～10，节理較发达。

上盘为矽嘎岩，节理发达，不够稳固，f＝8～10，与矿体接触不明显；下盘岩石为节理不发达的石灰岩，其中有局部的浸染現象，无开采价值，較稳固，f＝10～12，与矿体接触面較明显。

采 矿 方 法 特 征

用水平深孔阶段矿房采矿法回采矿房，其結构要素与回采情况如图 22 所示。采用塹沟式拉底方法用 ТП-4 型凿岩机和接杆方法钻凿深为 5～6 米的炮孔，进行拉底，平均凿岩机的台班效率为 9.4 米，落矿效率为 56.4 吨。为了避免底柱及电耙巷道被深孔爆破冲击波破坏，在漏斗中存留約 200 米³矿石，实际补偿空間为 2000 米³。

采用 БА-100M 型及 RQ-100 型潛孔式凿岩机凿岩。自下而上逐层爆破，崩落的矿石經电耙巷道运出。实践証明，从現实情况出发，为了減少二次破碎量和致力于改善凿岩爆破参数，适当增加一次爆破的炸葯消耗量是合理的。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……159～212

工作面工……23

每米炮眼的崩矿量，吨……26.5

每千吨矿石的采准工作量，米…… 6.01

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤…… 0.93（其中二次破碎 0.42）

雷管，个…… 0.022

导爆綫，米…… 0.144

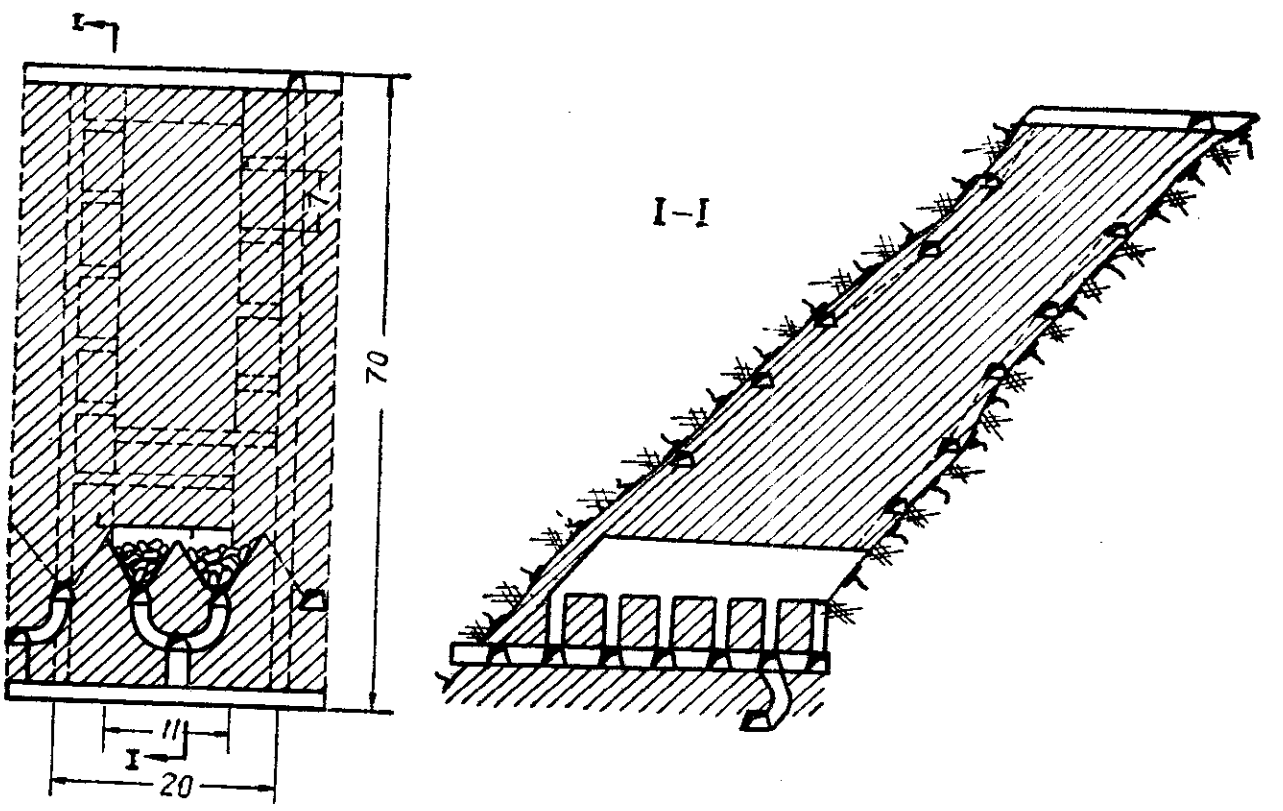


图 22

图 23 与图 24 的说明

水平扇形深孔崩矿阶段矿房采矿法在 109 矿的应用

（試　驗　方　案）

采矿技术条件

矿石为含铜磁鉄矿，稳固，f＝8～10，倾角为85°,厚度为 3～7.5 米，品位分布均匀，体重为 3.4 吨/米^3；115 采矿场的围岩为稳固的石灰岩(上盘 f＝10 左右）和磁鉄矿（f＝10～12）。147 采矿场的上盘为可采磁鉄矿，下盘为花崗岩，均較稳固。

根据地质条件，采用水平扇形深孔崩矿的阶段矿房采矿法来开采，矿块布置如图23、24所示。

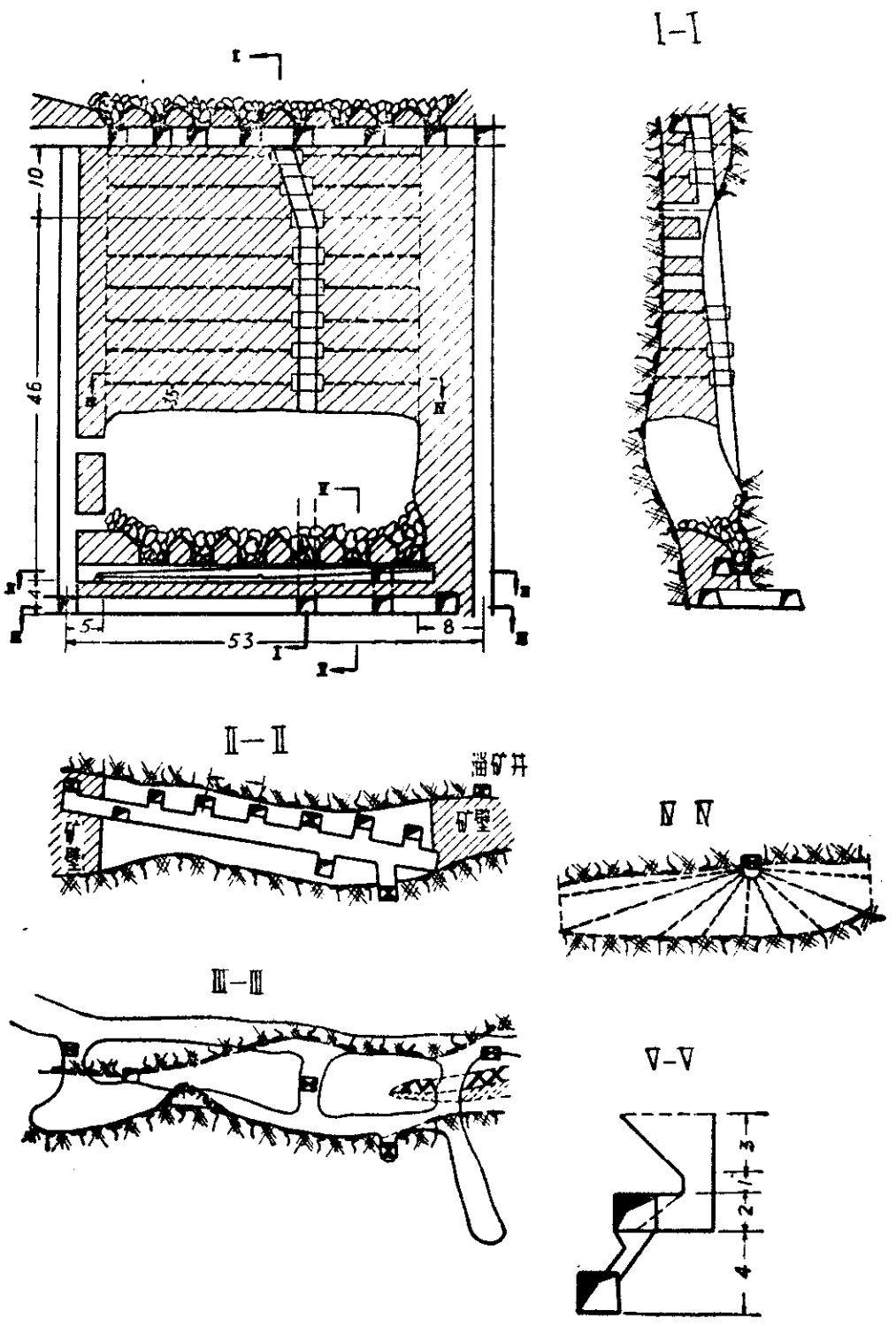


图 23

技 术 經 济 指 标

矿房生产能力，吨/昼夜……171
劳动生产率，吨/工班：
　　凿岩工 ……166
　　电耙工 ……57
每米深孔的崩矿量，吨 ……37.6
每立方米矿石的材料消耗：
　　炸药，公斤…… 2.15（包括二次破碎）
　　雷管，个…… 1.12
　　导火綫，米…… 1.36
　　导爆綫，米…… 0.19
　　坑木，米³ …… 0.0028
矿石貧化率，%…… 7.8
大块产出率，%……20
回采强度，吨/米²·月……196

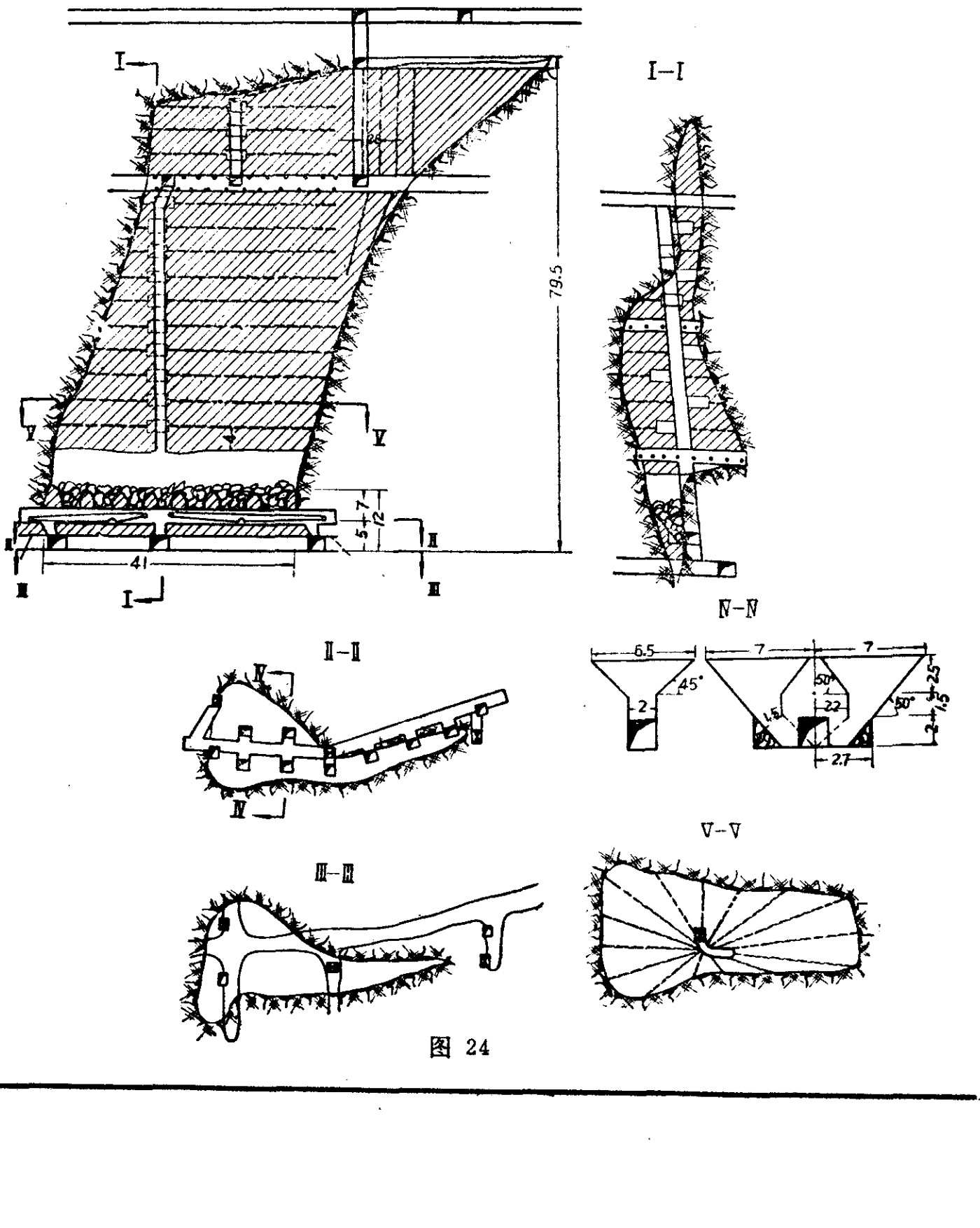


图 24

图 25 的说明

水平扇形与垂直扇形深孔混合崩矿方案

（109矿試驗方案）

地 质 条 件

該矿块主要是蛇紋石与阳起石的磁鉄含銅矿床，平均厚度为22米，傾角为85°，体重为3.7吨/米³，矿石稳固，f＝8～10。

采场上下盘均为稳固的綠泥岩和花崗岩，f＝8～12。試驗采用水平扇形与垂直扇形混合深孔的阶段矿房采矿法。矿块結构要素如图25所示。試驗結果良好。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜 ……594
凿岩工劳动生产率，吨/工班 ……254
每米深孔崩矿量，吨……41.5
每立方米矿石的材料消耗：
　炸葯，公斤…… 1.92
　雷管，个…… 1.05
　导火綫，米…… 1.25
　导爆綫，米…… 0.13
　坑木，米³ …… 0.003
回采强度，吨/米²·月……37

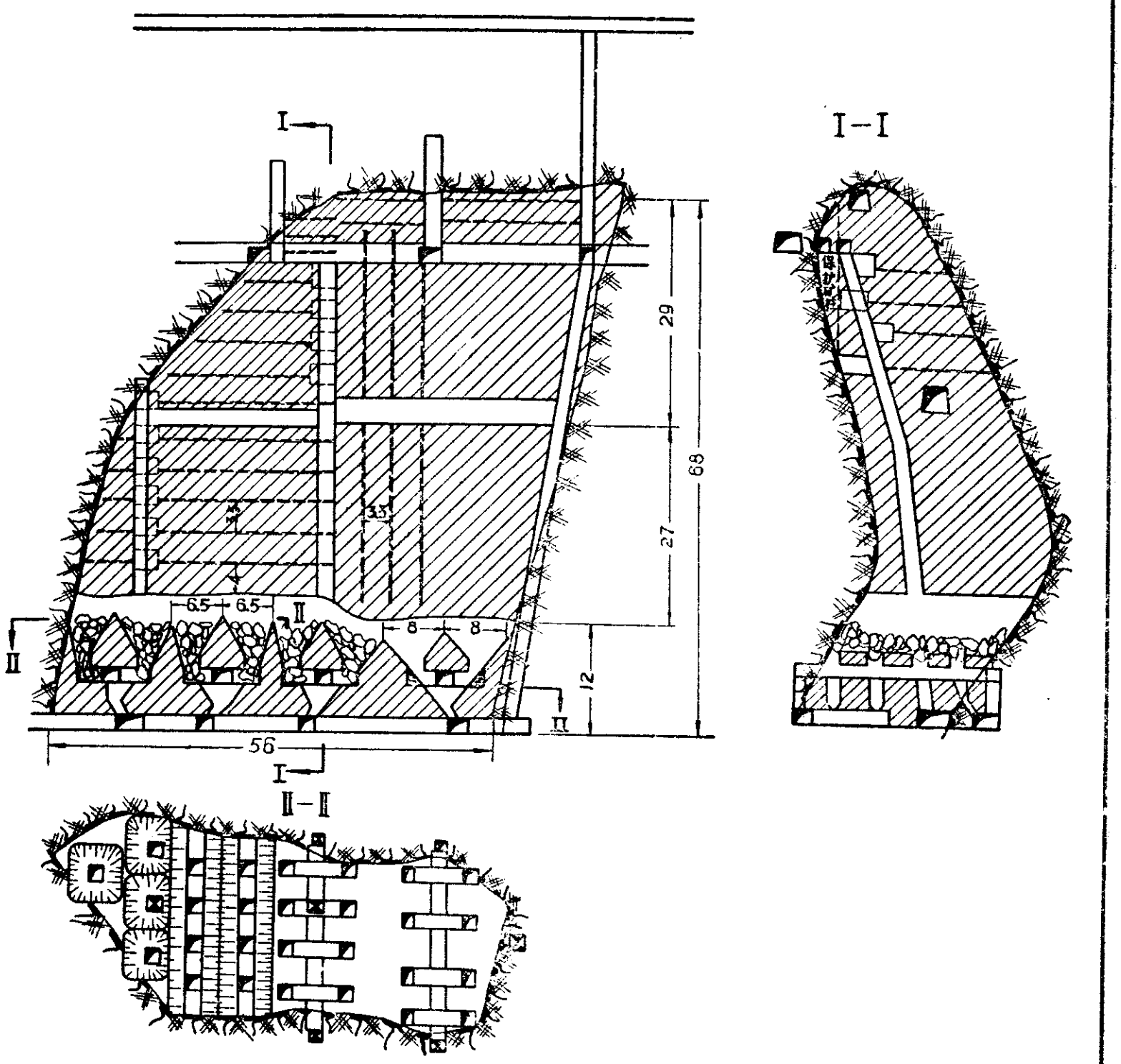


图 25

图 26 的说明

矿房矿柱药室崩矿采矿法（急倾斜极厚矿体，脉内、脉外平巷）

（設計标准方案）

地 质 条 件

矿体倾角大于 50° 或小于 30°，厚度大于 20 米，沿走向和倾斜均較稳定，矿石及上下盘岩石硬度 f 大于 6，中等稳固到稳固，矿体内不宜含夹石。

技术經济指标

矿块生产能力，米³/昼夜……110
电耙生产能力，米³/台班……37
劳动生产率，米³/工班：
凿岩工……55
工作面工…… 7.7
每立方米矿石的材料消耗：
炸葯，公斤…… 1.6（其中二次破碎 0.9）
雷管，个…… 3.1（其中二次破碎 3）
导火綫，米…… 2.1（其中二次破碎1.8）
釬子鋼，公斤…… 0.03（用于二次破碎）
硬合金，克…… 1.8（用于二次破碎）
坑木，米³ …… 0.0005
矿石貧化率，%……10.0
矿石損失率，%…… 8.0
回采强度，米/月 …… 5.6

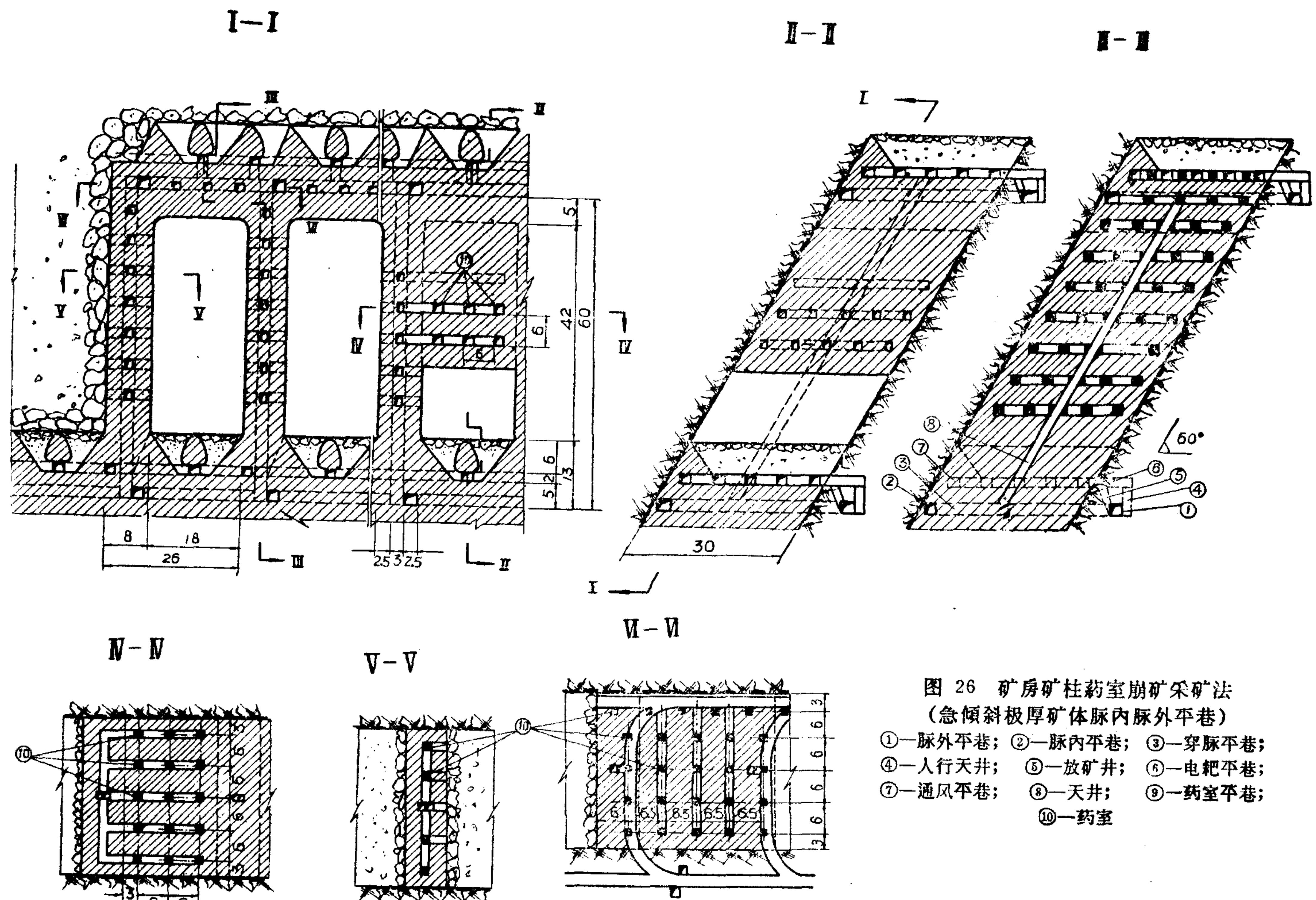


图 26 矿房矿柱药室崩矿采矿法

（急倾斜极厚矿体脉内脉外平巷）

①—脉外平巷；②—脉内平巷；③—穿脉平巷；④—人行天井；⑤—放矿井；⑥—电耙平巷；⑦—通风平巷；⑧—天井；⑨—药室平巷；⑩—药室

二、留矿采矿法

在矿房中自下而上进行回采，在回采过程中把采下矿石的一部分利用其重力从矿房中放出，其余的矿石暫时留在矿房中，待矿房回采工作結束后才全部放出留下矿石。这种采矿方法称为留矿采矿法。

当采用自回采工作面崩矿的方案时，在回采过程中将采下矿石的30%左右放出，以造成下一循环的工作空間。

当采用自专用巷道中崩矿的方案时，在回采过程中放出采下矿石的数量則取决于下一次崩矿所需的补偿空間。

留矿的作用是：当采用自回采工作面崩矿的方案时，主要是便于工作人員在留矿堆上进行回采作业，同时也有利于支护采空区的两帮。

整个矿块回采完毕后，則进行全部放矿，矿石放完后，視具体情况，将采空区作适当的处理。

凡矿石与围岩稳固或中等稳固，矿体傾斜較急，能保証崩落的矿石在自重作用下放出，而且矿体的埋藏要素比較稳定，矿石在暫存矿房期間无氧化結块与自燃性，則均可应用本法进行开采。当开采薄的与极薄的矿脉时，甚至在围岩不太稳固的条件下，只要配合对两盘进行有效的支护措施，或用縮小矿块面积与快速回采的方法，以減少盘压作用，則也可成功地运用留矿法，扩大它的应用范围。

我国矿山多年来的生产实践表明：留矿法是一种工艺簡单、材料消耗少、劳动生产率高、采矿成本低、速度快，而且安全可靠的采矿方法，是当前开采金属矿床特别是急傾斜薄矿脉的最經济、最有效的采矿方法之一。

本法的采准切割工作，包括掘进采场上部通风平巷、下部运輸平巷、先进天井、放矿漏斗以及切割巷道等；开采中厚以上的矿体时，还要增加二次破碎巷道。当矿体厚度小于2米时，在可能条件下，宜采用不留房間矿柱与底柱的方案，并以一个順路天井与先进天井配合起来划分矿块，以減少采准切割工作量。

当开采厚度不大，矿石比較稳固的矿体时，一般均采用浅眼崩矿，矿石直接經漏斗口放出；当开采厚度較大的矿体时，为保証作业安全，提高效率，宜采用深孔崩矿，矿石須經专設的二次破碎水平层，将崩落的大块进行二次破碎之后，再經漏斗口放出。

采场回采工作，无論是采用浅眼或深孔都是由下而上进行。用浅眼崩矿时，工作面分为向上梯段式与全矿块直綫式两种，后者是比較优越的。

矿块通风一般是利用先进天井自然通风，必要时也使用局部扇风机加强通风。

必須指出，在回采强度不高时，留矿法的矿房长期积压矿石是其严重缺点，也导致围岩片帮，增加貧化損失。为了提高回采强度，以克服这些缺点并有效地扩大矿房生产能力，在生产中試用了快速回采方案。这一方案的出現，比較全面地解决了一般留矿法所存在的缺点，从而更加显示出了留矿法的优越性。目前，許多矿山正在推广与应用。某些試驗矿块的回采强度比一般的提高几倍，在生产实践中已显示出了多方面的优越性，为今后

采矿工作指出了新的方向。

（一）自回采工作面崩矿的留矿采矿法

这是留矿法中目前在我国矿山应用得最广泛的一类。根据矿床地质条件、矿石与围岩的物理机械性质以及稳固程度的不同，有与各种具体条件相适应的很多方案。恰当地运用这些方案，才能获得最好的开采經济效果，保証作业安全。

图27、28及其說明，分别表示留底柱与不留底柱留矿采矿法的設計标准方案、适用条件和技术經济指标。图29～37及其說明，表示自回采工作面崩矿的留矿采矿法各种方案在我国矿山应用的情况。

图 27 的说明

留底柱留矿采矿法（急傾斜薄矿脉）

（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

矿体傾角为60～90°，厚度由极薄到3米，沿走向和傾斜較稳定，矿石硬度f＝8～12以上，稳固；上盘岩石硬度 f＝8～12 以上，稳固，下盘岩石硬度 f＝8 以上，中等稳固；矿石无氧化、結块和自燃等性质；矿体中无大量夹石，且不須在回采工作面将其剔出。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜…… 130（在大量放矿时）

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工……10.4

工作面工…… 5.5

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤…… 0.8

雷管，个…… 1.5

导火綫，米…… 2.5

釬子鋼，公斤…… 0.04

硬合金，克……3

坑木，米³……0.004

矿石貧化率，%……5.0

矿石損失率，%……7.0

回采强度，米/月……16.8

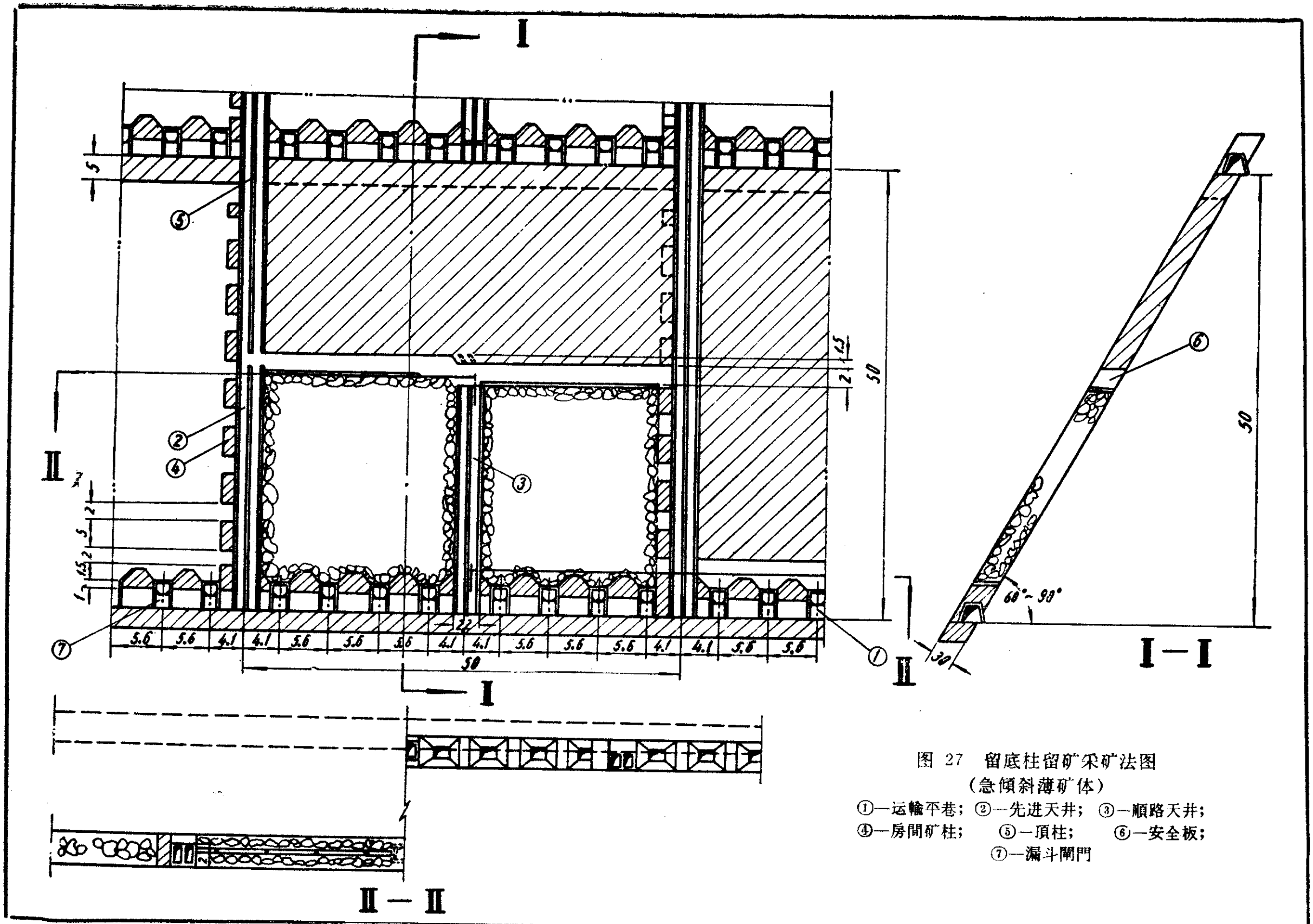


图 27　留底柱留矿采矿法图
（急傾斜薄矿体）

①—运輸平巷；②—先进天井；③—順路天井；
④—房間矿柱；　⑤—頂柱；　⑥—安全板；
⑦—漏斗閘門

图 28 的说明

不留底柱留矿采矿法（急傾斜薄矿脉）

（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

矿体傾角为60～90°，厚度由极薄到 2 米，沿走向和傾斜較稳定，矿石硬 度 f＝8～12 以上，稳固；上盘岩石硬度 f＝8～12 以上，稳固，下盘岩石硬度 f＝8 以上，中等稳固；矿石无氧化、結块及自燃等性质；矿体中无大量夹石，且无須在回采工作面将其剔出。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜……143 （在大量放矿时）

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工……10.3

工作面工…… 5.5

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤…… 0.6

雷管，个…… 1.2

导火綫，米……1.8

釬子鋼，公斤……0.018

硬合金，克…… 2

坑木，米³…… 0.008

矿石貧化率，%……5.0

矿石損失率，%……5.0

回采强度，米/月……25

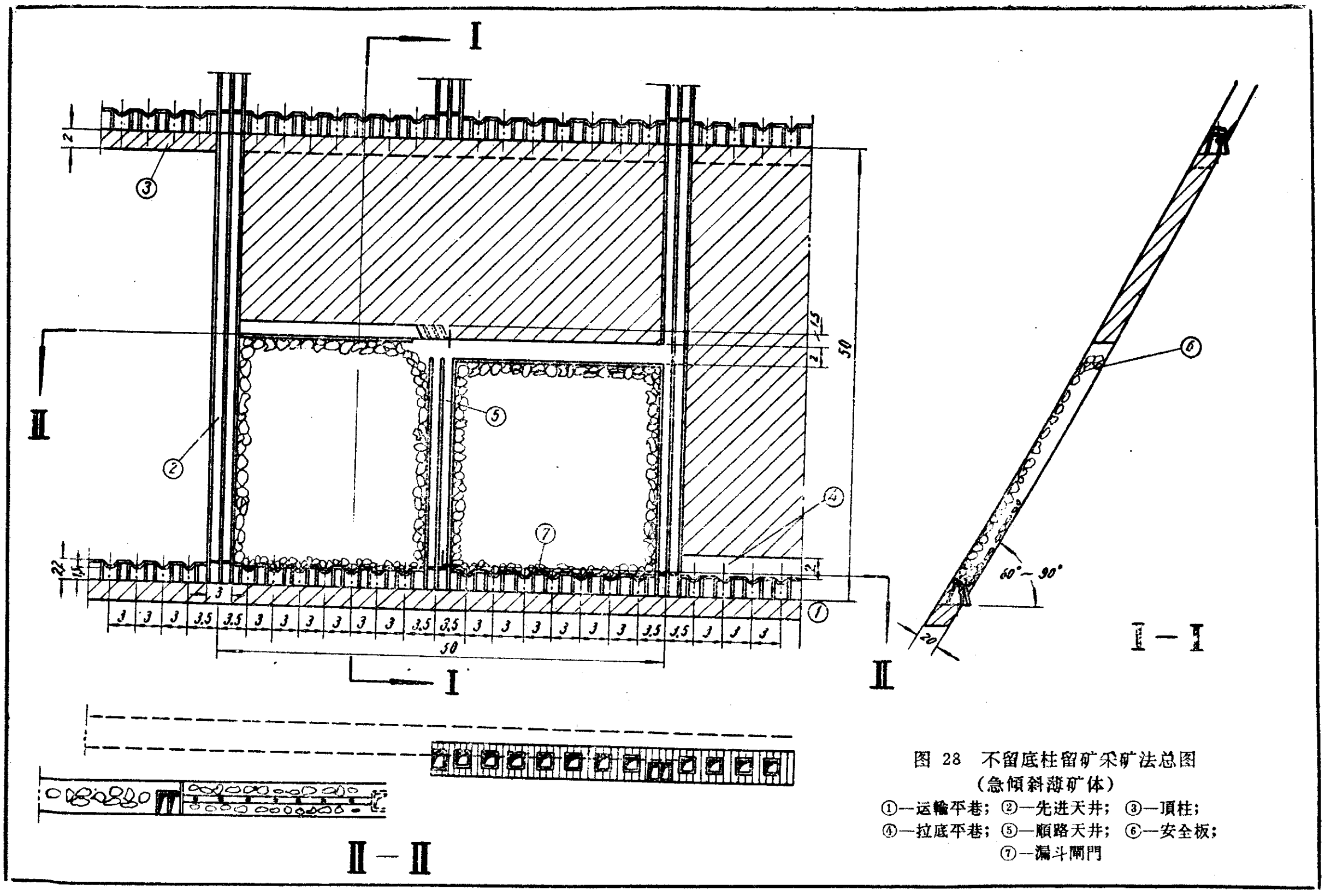


图 28　不留底柱留矿采矿法总图
（急傾斜薄矿体）

①—运輸平巷；②—先进天井；③—頂柱；
④—拉底平巷；⑤—順路天井；⑥—安全板；
⑦—漏斗閘門

图 29 的说明

快速回采在 111 矿的应用

（試 驗 方 案）

地 质 条 件

矿体为含鎢石英脉，平均厚度为 0.91 米，傾角为 68～73°，賦存条件基本稳定，围岩与矿石的接触面明显，硬度 f＝8～10，体重为 2.7 吨/米³。围岩为中粒花崗岩，因受风化，沿脉节理发育，f＝8～10，中等稳固。

矿块留有底柱，并在其上設有二次破碎巷道，二次破碎巷道上設有中国式漏斗口，它与下部放矿漏斗口錯开 0.6 米，为适应均衡与迅速放矿的要求，漏斗間距为 3 ～ 4 米。

在回采期間，采取了强化各个工艺过程的技术組織措施，使用了昼夜两循环多班交叉的作业方式，因而縮短了循环时間，增加了循环次数。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……580（大量放矿时）
劳动生产率，吨/工班：
　　凿岩工……69.7
　　工作面工……19.8
每立方米矿石的材料消耗：
　　炸葯，公斤…… 0.73
　　雷管，个…… 1.12
　　胶引，米…… 2.06
　　合金釬头，个…… 0.094
　　釬鋼，公斤…… 0.07
　　坑木，米³……0.012
矿石貧化率，%……37.2
回采强度，米/月…… 67.4

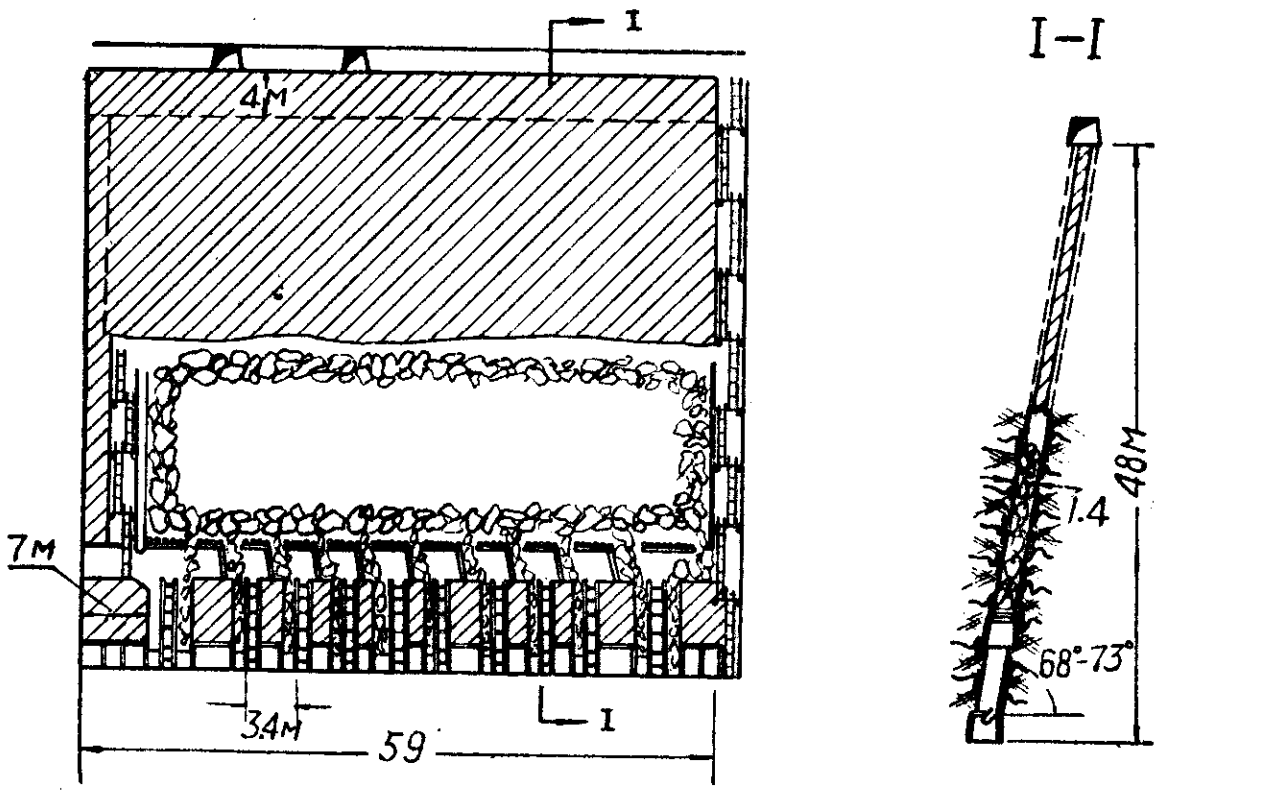


图 29

图 30 的说明

快速回采留矿法在 105 矿的应用

地 质 条 件

105 矿 0 号矿脉位于其他各号矿脉的下盘，矿脉平均垂直厚度为0.6～0.8米，倾角为42～60°，矿石硬度 f＝8～14，稳固，体重为 3.3 吨/米^3。矿体上盘为石灰岩，下盘为頁岩，均稳固。

采 矿 方 法 特 征

在矿体倾角大于 45° 的矿块中，采用无梯段直綫式工作面的快速回采留矿法回采。在矿块的全长上有三台凿岩机分别在三个作业区同时进行凿岩工作（昼夜三班工作），每班（8 小时）完成一个循环，上采一分层（分层高 1.5 米）。該矿試用这个方法回采了11个矿块，均取得了良好的效果。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜：

回采时放矿……120～150

最終放矿……240～300

工作面工劳动生产率，吨/工班……13

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……1.32

釬鋼，公斤……0.086

坑木，米^3…… 0.02

回采强度，米/月……135

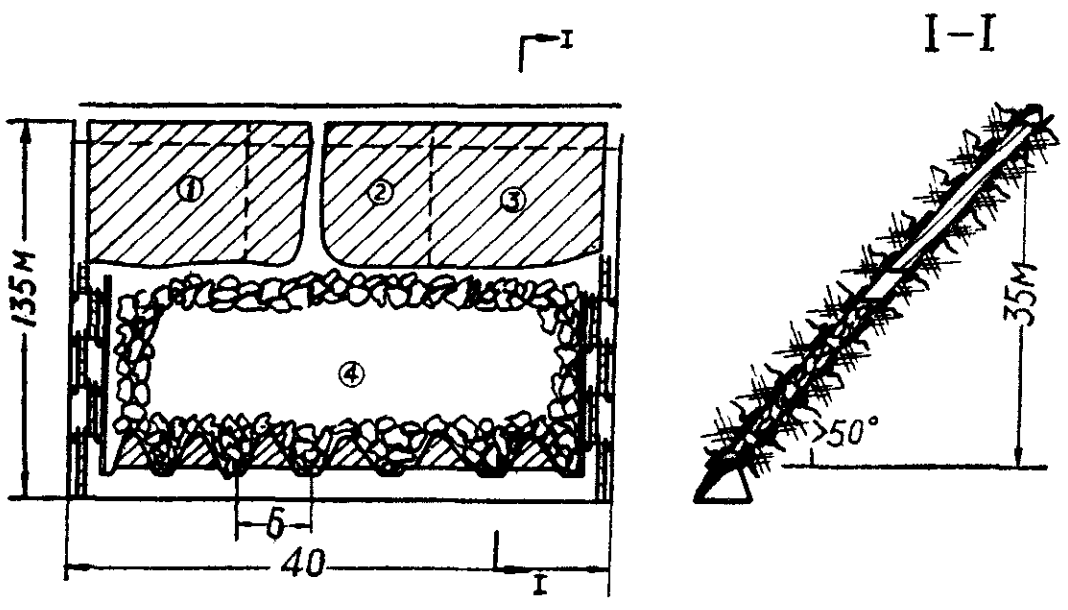


图 30

①、②、③—作业区；④—留矿

图 31 的说明

普通留矿法方案在 110 铜矿的应用

（1960年 1 ～ 6 月）

地 质 条 件

该矿系热液交代矿床，以含铜磁硫铁矿为主，平均厚度为13米，倾角为 48°，矿石稳固，f＝ 8 ～10，体重为 4.0 吨/米³。围岩上盘为石灰岩，下盘为闪长岩，均稳固， 硬度 f＝ 8 ～10，与矿体接触较明显。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……200
劳动生产率，吨/工班：
　凿岩工…… 45.82
　工作面工……4.06
每立方米矿石的材料消耗：
　炸葯，公斤……2.42
　雷管，个……4.3
　导火綫，米……1.04
　硬合金，克……3.97
　坑木，米³…… 0.04
矿石回采率，%…… 95.0
矿石貧化率，%……8.3
回采强度：
　米/月……18.2
　吨/米²·月…… 72.8

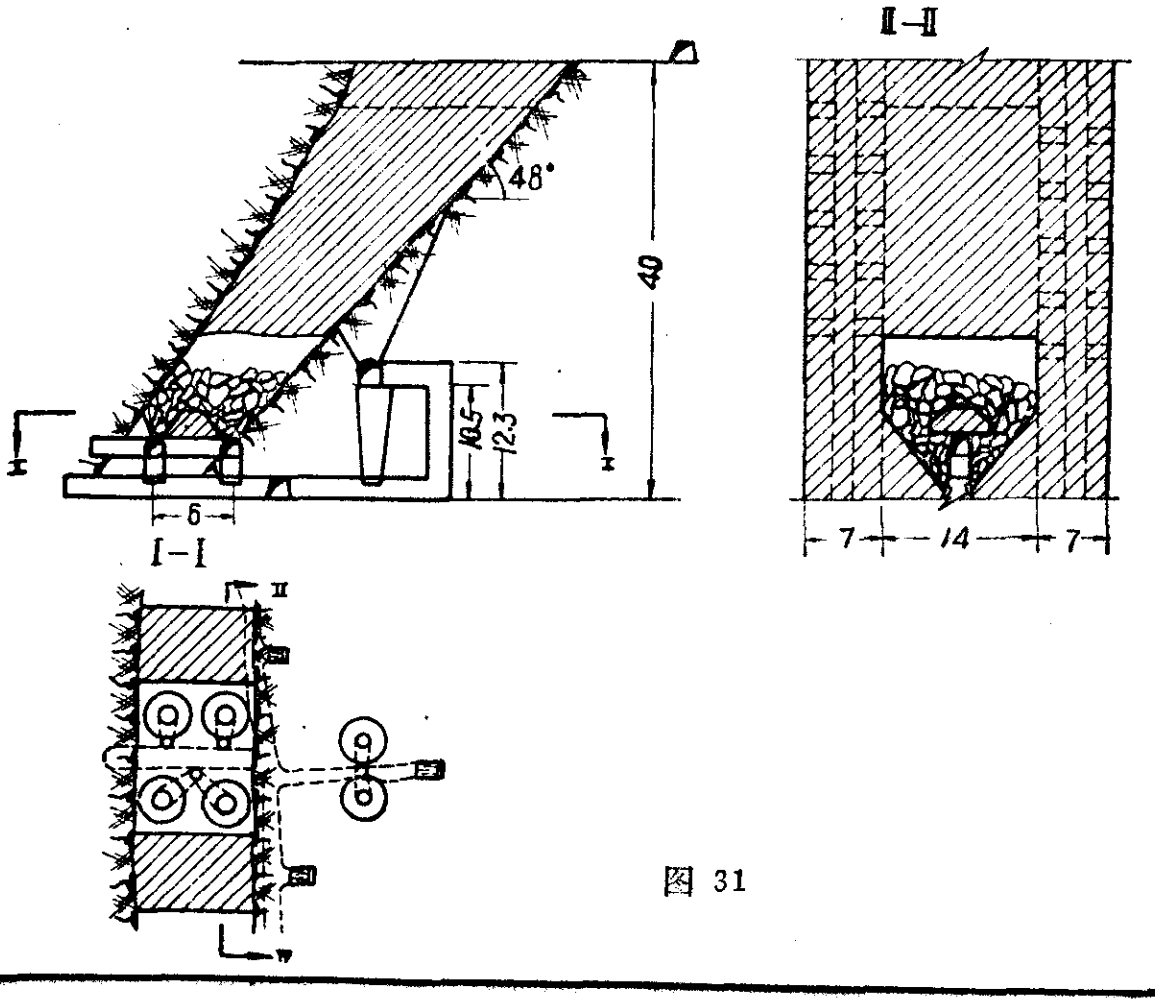


图 31

图 32 的说明

横撑支柱留矿法在 111 矿的应用

（1958年試驗方案）

地 质 条 件

矿体为高溫热液充填的含鎢石英脉，平均厚度为 0.68 米，傾角为 75～86°，硬度f=8～10，中等稳固，体重为 2.7 吨/米^3。围岩为中粒花崗岩，因有构造破坏，节理較发育，常成大块片落，稳固性較差。因采幅寬度在 1.2 米以下，宜于用横撑支柱配合留矿支护两盘。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……105

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……64.8

工作面工……10.25

每立方米矿石的主要材料消耗：

炸葯，公斤……0.93

坑木，米^3…… 0.03

合金釬头，个……0.076

矿石回采率，%…… 92.0

矿石貧化率，%…… 56.2

回采强度：

米/月……17.3

吨/米^2·月…… 46.7

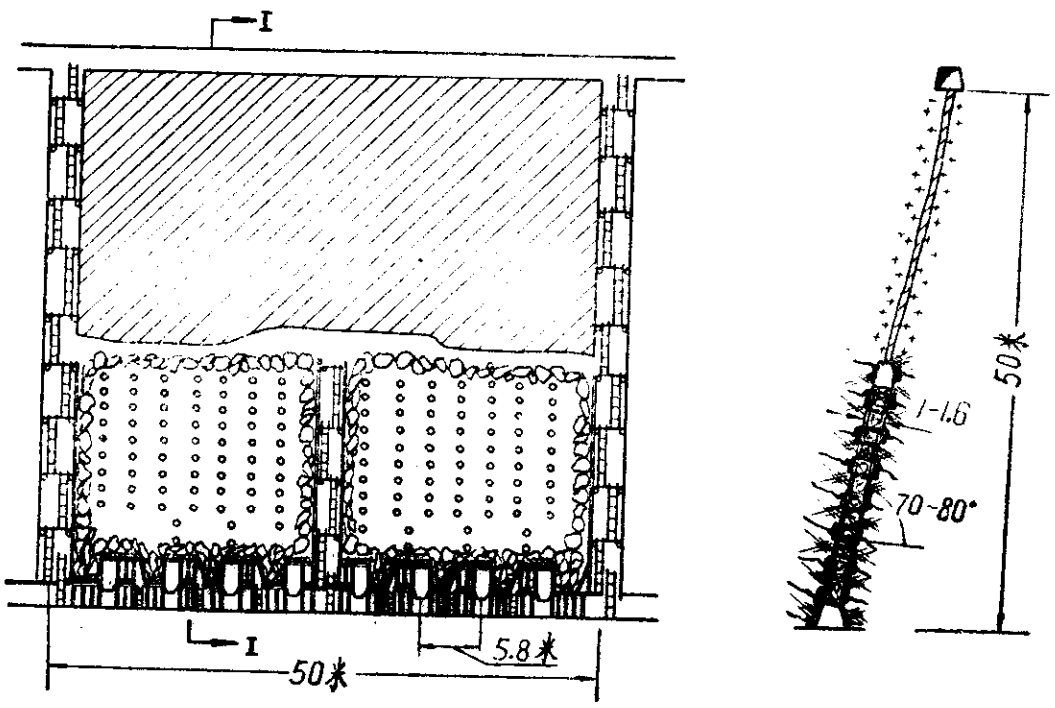


图 32

图 33 的说明

杆柱留矿法在 111 矿的应用

(1959 年試驗方案)

地 质 条 件

矿体为含鎢石英脉，脉寬为 1.1 米， 傾角为 70～80°， 硬度 f＝8～10， 体重为 2.7 吨/米³。围岩为花崗岩，因有构造破坏，节理发达，在回采过程中，常成片状片落，其厚度由 0.3～0.6 米。除此层外，围岩內部尙稳固，因此， 可以用杆柱維护两帮。 为便于鉆凿安装杆柱的眼孔，采幅寬度不宜小于 1.2 米。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力,吨/昼夜……108

劳动生产率，吨/工班:

凿岩工…… 27～46

工作面工……5.5～9.4

每立方米矿石的主要材料消耗:

炸葯，公斤…… 1.0

坑木， 米³ …… 0.016

合金釬头，个…… 0.09

矿石貧化率，%……21.8

回采强度:

米/月 ……14～24

吨/米²·月……37.8～64.8

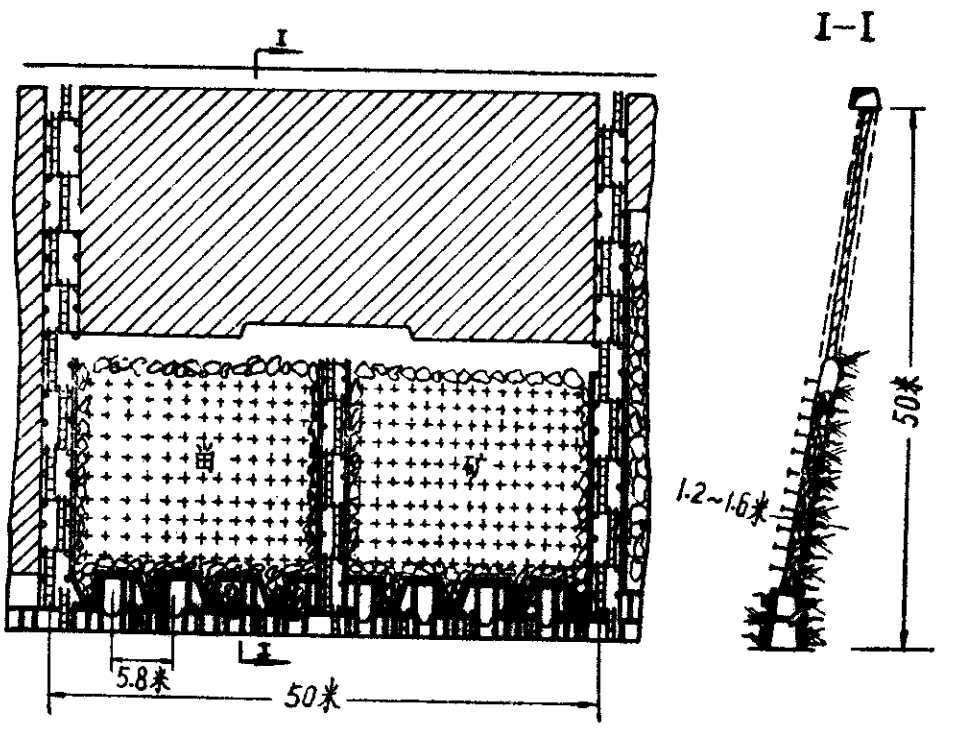


图 33

图 34 的说明

丛柱留矿法在 111 矿的应用

(1959年)

地 质 条 件

矿体为含鎢石英脉，厚度为 0.66 米，倾角为 70～75°，較稳固，f＝7～8，体重为2.7吨/米³。围岩为不够稳固的花崗岩，节理发育，云英岩化蝕变較深，两帮易成大块片落，其片落大块之面积常达 4 米²以上，片落厚度达 0.7～1.0 米以上，横撑支柱与杆柱的强度均不能有效地制止围岩的片落。

由于丛柱的支撐力大，因此，在围岩片帮的厚度較大，而块度也較大的条件下，运用丛柱留矿法是适宜而有效的。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……104

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……26.5～40.5

工作面工…… 4.5～7.2

每立方米矿石的主要材料消耗：

炸葯，公斤…… 1.35

坑木，米³ …… 0.03

硬质合金，克…… 3.1

矿石貧化率，%……54.0

回采强度：

米/月 ……16.8

吨/米²·月 ……45.36

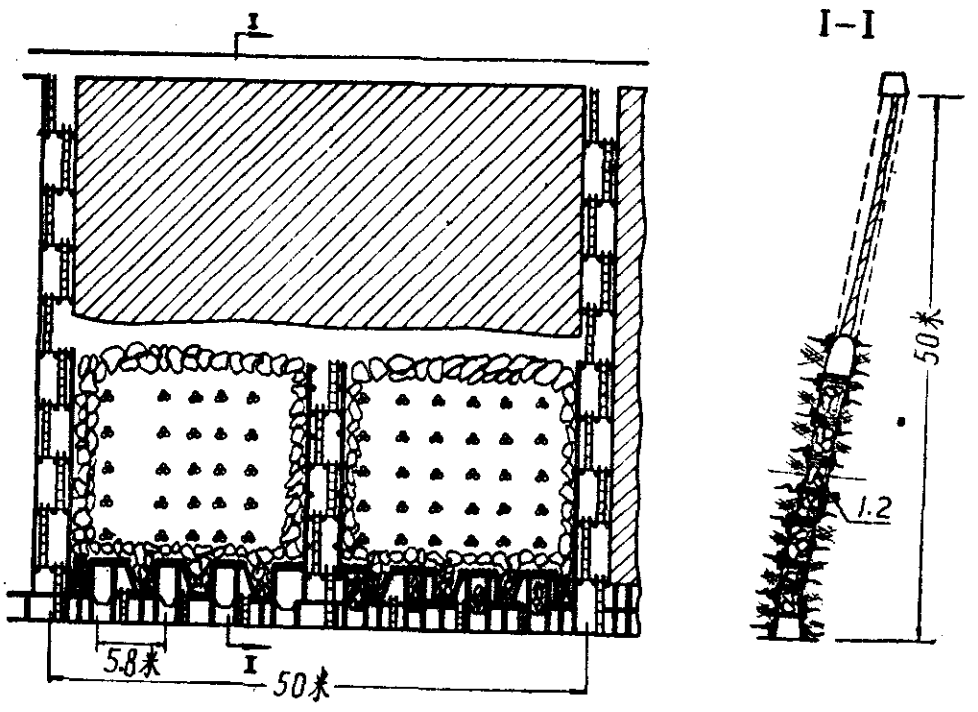


图 34

图 35 的说明

工作面手选留矿法在 112 矿的应用

（1958年 3 月）

地 质 条 件

矿脉系高溫热液充填的含鎢石英脉，厚度由 0.1～0.9 米，平均为 0.6 米，倾角为80～85°，硬度 f＝7，体重为 2.7 吨/米³。围岩主要为千枚岩，层理明显，因构造破坏，有一破碎带在上盘围岩中，其走向大致与矿脉平行，厚度为 0.2～0.9 米。破碎带与矿脉的距离由几厘米至 2 米。由于破碎带中夹有綠泥石、方解石、高岭土、云母等，极易沿其层面滑落，在采掘过程中上盘很难維护。

为了有效的支护采空区，保証回采工作順利进行，并相应地降低貧化，采用了工作面手选留矿法。

实践表明，本法的优点在于能有效的支护两帮，保証了回采作业的安全，附带地也降低了貧化率。但其严重缺点是工序复杂，工作面手选劳动强度大，粉矿損失率高，劳动生产率与回采强度均低。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……110
劳动生产率，吨/工班：
　　凿岩工……27
　　工作面工……3.1
每立方米矿石的主要材料消耗：
　　炸葯，公斤……0.5
　　坑木，米³……0.011
矿石損失率，%……10.0
矿石貧化率，%……10.0
回采强度：
　　米/月……11
　　吨/米²·月……29.7

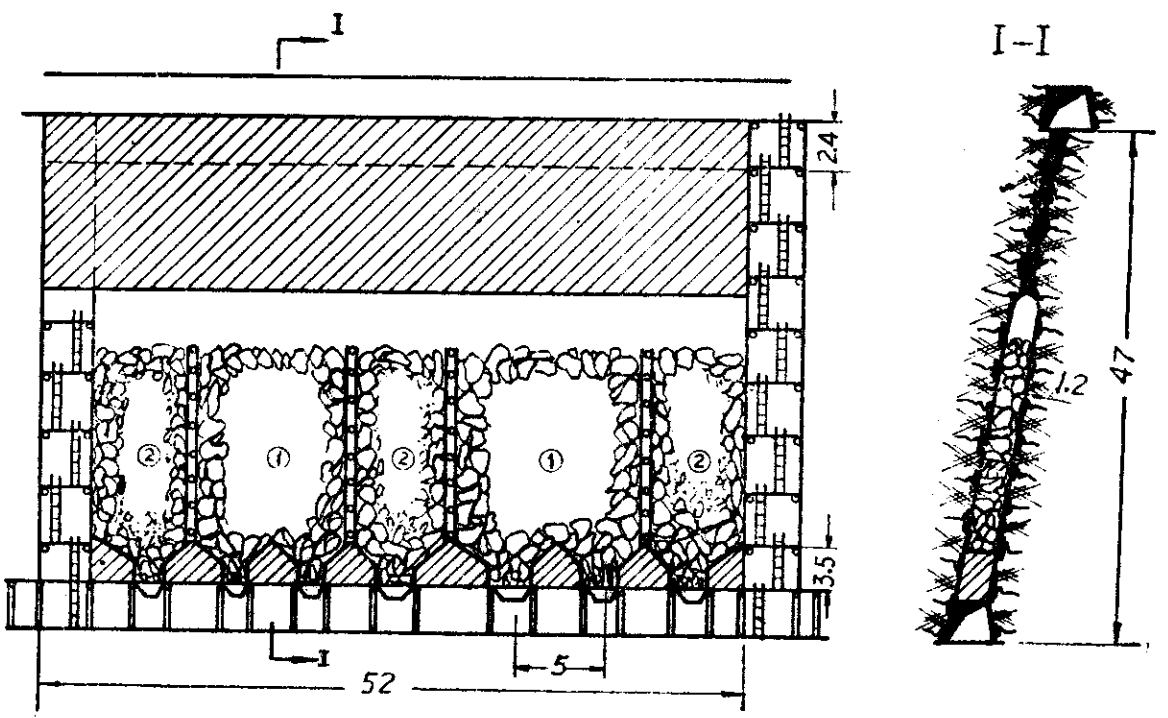


图 35
①—矿石；②—废石

图 36 的说明

分层留矿采矿法在 113 矿的应用

(1958～1959年)

地　质　条　件

矿脉为含錫石英脉，夹有硫化矿物，矿脉厚度为 0.1～0.4 米，倾角为 70～85°，部分矿脉的倾角变化較大，自 50～75°，矿石中等稳固，f＝10～12，体重为 2.8 吨/米³。围岩为石灰岩或灰质頁岩，均較稳固，与矿脉接触明显。

由于矿脉的倾角变化較大，特别是矿床中夹有硫化矿物，易于氧化，致使采下的矿石与围岩，都具有不同程度的結块性，因此，采用普通留矿法开采时，往往由于結块而造成放矿困难，矿石損失大，影响作业的順利进行，特别是在留矿堆中形成空洞，对安全生产的威胁更大。

实践表明，采用分层留矿法开采这种矿床，可以有效地克服以上的困难，順利地进行生产。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工…… 35～45

工作面工……3.5～4.5

每立方米矿石的主要材料消耗：

炸葯，公斤…… 2.1

坑木，米³ …… 0.08

回采强度：

米/月 …… 7～11

吨/米²·月……20～31

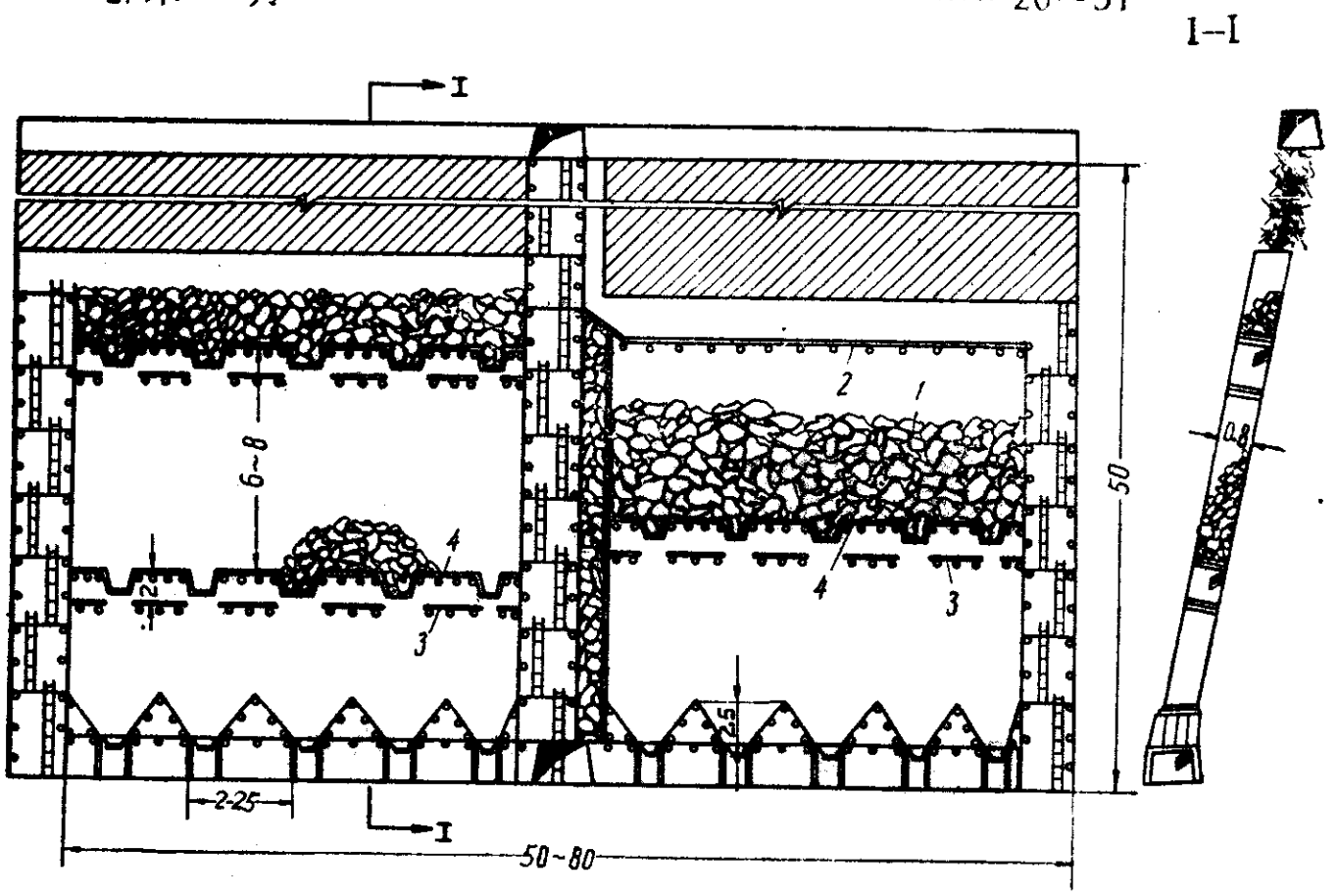


图 36

1—矿石；2—分层的临时平台；3—放矿操作平台；4—分层固定平台

图 37 的说明

留矿法在 114 矿深部开采中的应用

地 质 条 件

該矿为脉状矽嘎岩矿床，以黃銅矿为主，矿床平均厚度为 8～10 米，傾角为 75～85°，f＝8～12，体重为 3 吨/米³。围岩主要为石灰岩、大理岩及輝綠岩，尙稳固；但往往由于有片岩及石英玢岩之夾层，則稳固性較差。由于矿床开采深度达 710 米，并已形成直通地表的大落盘系統，采空区遺留的矿柱較多，矿山压力集中現象也比較严重。

根据矿山多年生产經驗，在开采深度为 700～1000 米的情况下，继續采用留矿法回采矿房是完全可能的。在采用本法时，除根据深部开采的特点，对矿块构成要素及采准系統的布置有所改变外，各主要工艺过程与在一般条件下基本上相同。該矿的采准是采取双运輸巷道的布置方法，在距矿体 40～45 米的下盘围岩中布置主要运輸巷道，距离矿体 4～5 米布置沿脉运輸平巷。

实践証明，在深部矿床开采中，能否高强度回采，爭取时間，以減少地压影响，是采用留矿法成敗的关鍵。因此，必須采用快速回采的方法。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……114

工作面工……18

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤…… 0.81

雷管，个…… 1.39

导火綫，米…… 2.78

硬合金，克…… 1.6

坑木，米³ …… 0.013

矿石回采率，%……93.9

矿石貧化率，%……14.8

回采强度：

米/月 ……11

吨/米²·月……33

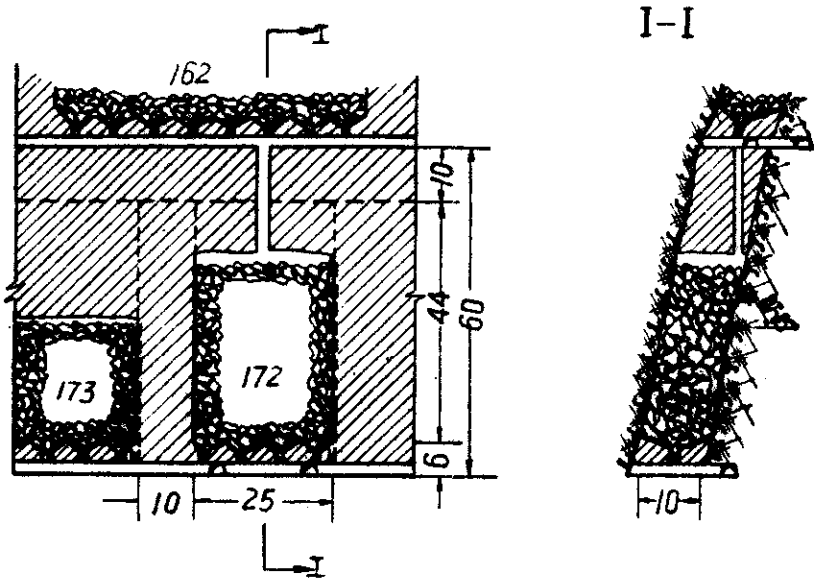


图 37

(二)自专用巷道崩矿的留矿采矿法

本法与自工作面崩矿的留矿法，即浅眼留矿法的区别，在于凿岩崩矿是在专用巷道或硐室（如平巷、横巷、天井、药室）中进行，作业人員不直接在頂板暴露面下面工作，因此，它对矿石稳定性的要求不严格，矿房局部放矿可以与凿岩工作平行作业。

在崩矿后，由于对矿体与围岩的接触带不易进行检查，因而它要求矿体形状規則，否則，容易造成很高的貧化率或損失率。

根据崩矿方式的不同，这类留矿法又可分为深孔崩矿与葯室崩矿两类。深孔崩矿的优点是：在专用巷道內凿岩，作业很安全，并可提高效率，而且能于局部放矿的同时，进行平行作业。因此，它的劳动生产率及回采强度都可能提得很高。而葯室崩矿，因有采准切割工作量較大，通风条件比較困难，常常大量产生大块等缺点，且深孔凿岩爆破技术日益发展，所以，葯室崩矿留矿法应用得越来越少，而为深孔留矿法所代替。图 38 及其說明，表示自天井崩矿的深孔留矿采矿法的設計标准方案，适用条件和技术經济指标。图39～40为自专用巷道崩矿的深孔留矿采矿法在 115 矿和 102 矿应用的情况。

图 38 的说明

自天井凿岩的深孔留矿采矿法（急傾斜厚矿体）

（設計标准方案）

地　质　条　件

矿体傾角为60～90°，厚度为8～20 米，沿走向和傾斜較稳定，矿石硬度 f＝8～10，稳固。上盘岩石硬度 f＝6～8，稳固；下盘岩石硬度 f＝6～8，稳固或中等稳固。矿石品位較均匀，矿石无氧化、自燃、結块等特性。矿体中无大量夹石且无須在工作面将其剔出。

技术經济指标

矿块生产能力，米³/昼夜……180（回采时放矿）

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工……15

工作面工……5.45

每立方米矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……1.5（其中二次破碎0.9）

雷管，个……3.15（其中二次破碎 3）

导火綫，米……2.3（其中二次破碎1.8）

釬子鋼，公斤……0.051（其中二次破碎 0.03）

硬合金，克……3.3

坑木，米³……0.005

矿石貧化率，%……4.0

矿石損失率，%……7.0

回采强度，米/月……6

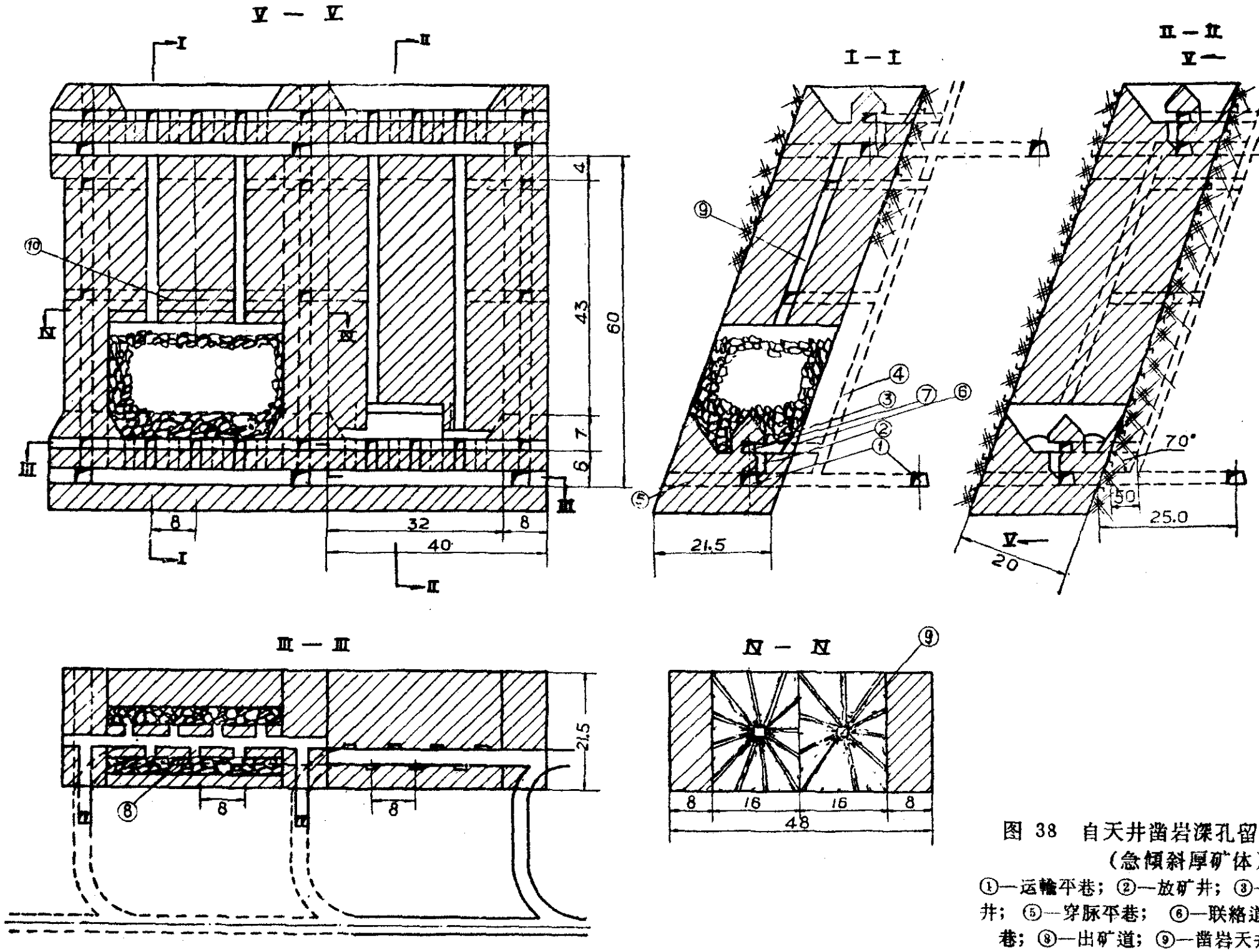


图 38　自天井凿岩深孔留矿采矿法图
（急倾斜厚矿体）

①—运输平巷；②—放矿井；③—甑沟；④—天井；⑤—穿脉平巷；⑥—联络道；⑦—格筛平巷；⑧—出矿道；⑨—凿岩天井；⑩—炮孔

图 39 的说明

天井水平扇形深孔崩矿的留矿法在 115 矿的应用

（1960年）

地 质 条 件

矿体为呈层状的磁鉄富矿，厚度平均为 10～30 米，傾角为 70～85°，节理发达，f＝6～8，体重为 3.2 吨/米³。直接接触矿层的上下盘围岩为綠泥石片岩，稳固性較差，f＝3～4。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……40～48

工作面工……15～20

每立方米矿石的主要材料消耗：

炸葯，公斤……0.596

导火綫，米……0.807

雷管，个……0.367

矿石回采率，%……90.0

矿石貧化率，%……5.0

回采强度：

米/月……4.7

吨/米²·月……15

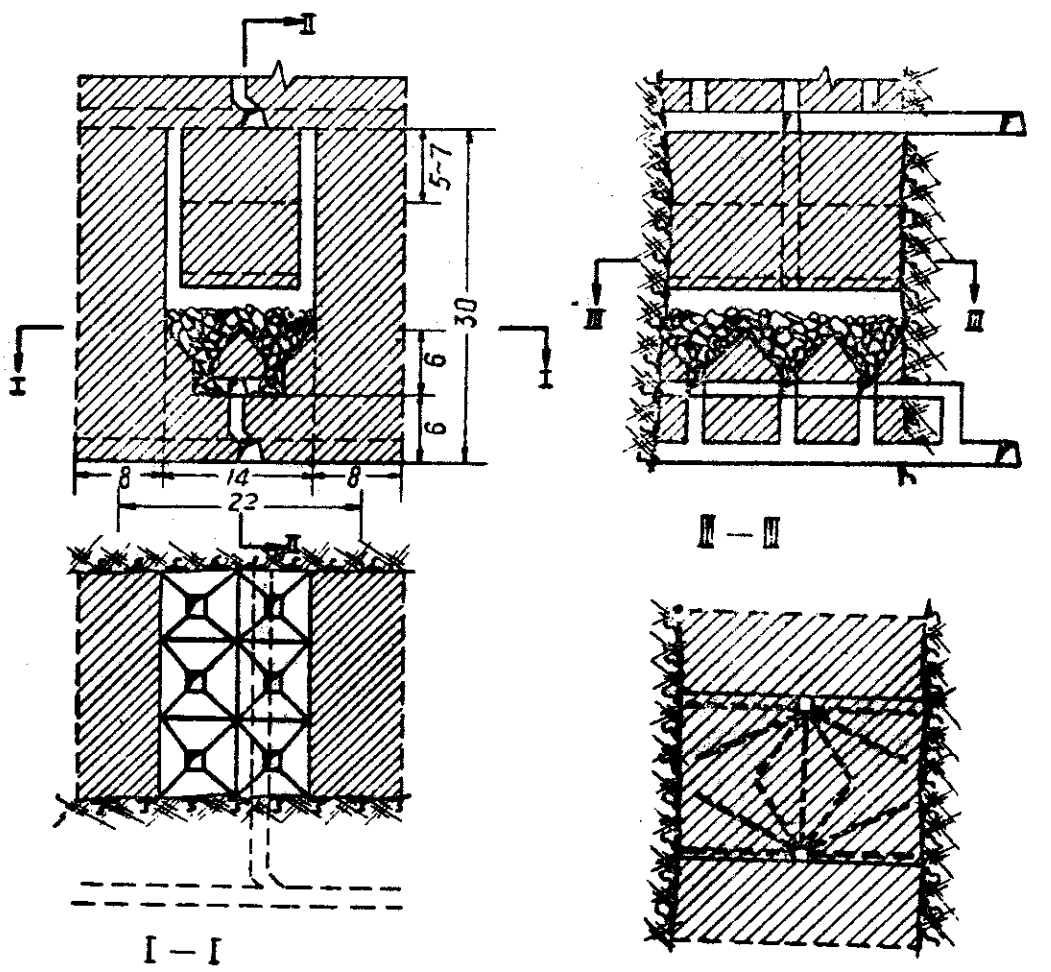


图 39

图 40 的说明

中段深孔留矿法

——102 矿（1959 年）——

地 质 条 件

矿体是中温热液交代矿床，矿石以方鉛矿閃鋅矿为主，矿脉厚度为 2 米，傾角为45～90°，硬度 f＝6～8，体重为 3 吨/米³。围岩为白云岩，尙稳固，f＝6～8，亦有云母片岩，f＝3～4，不稳固。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……95

工作面工……26.5

每立方米矿石的主要材料消耗：

炸葯，公斤……0.891

雷管，个……0.91

硬合金，克……1.21

矿石貧化率，%……2.3

回采强度：

米/月……11.43

吨/米²·月……34.3

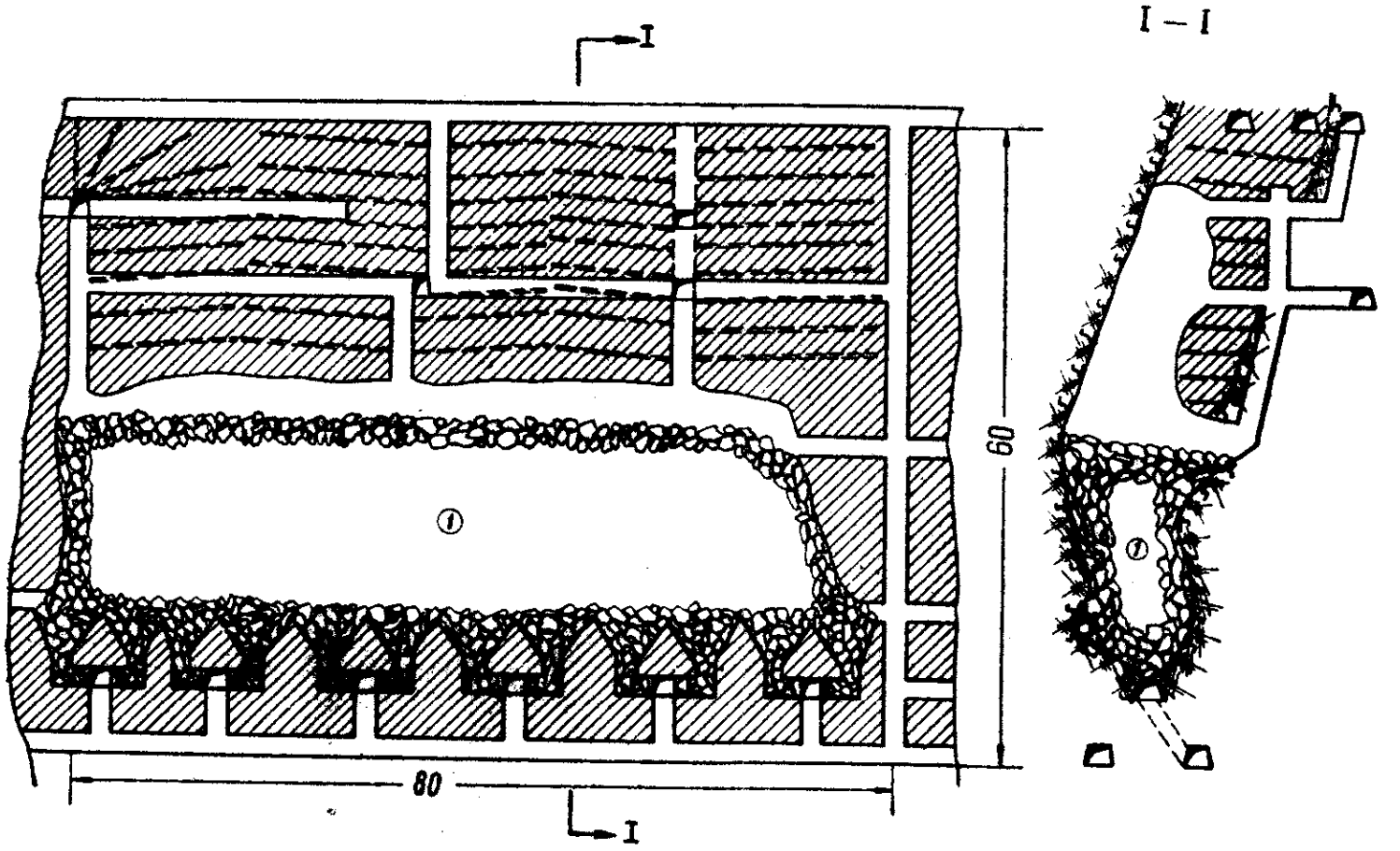


图 40

①—留矿

三、崩 落 采 矿 法

崩落采矿法与上述各类采矿方法不同，其主要特点是：随着回采工作面的推进，有計划地崩落矿体上部的复盖岩石或两盘围岩来充填采空区，以控制矿块地压和处理采空区；崩矿工作除凿岩爆破外，还可以充分利用矿石自重和复盖岩石压力的作用。因此，不稳定的围岩和有自然崩落傾向的矿石，是采用崩落采矿法的有利条件。

崩落采矿法广泛地用来开采各种不同埋藏要素的矿床。但是，只有在地表允許陷落的条件下，才可以采用这种采矿方法。

崩落采矿法，通常分为下列四組：

1）单分层回采并崩落顶板的长壁式采矿法（簡称壁式崩落采矿法）；

2）分层崩落采矿法；

3）分段崩落采矿法；

4）阶段崩落采矿法。

上述各組采矿方法，已經或正在为我国許多矿山采用。关于这类采矿方法的实质、适用条件和使用情况，将分别在下面介紹。

（一）壁 式 崩 落 采 矿 法

壁式崩落采矿法的实质是：井田或盘区为采准巷道分成若干矩形或长方形矿块（即矿壁）；在矿壁中把矿床全厚当作一个分层来回采，并随着矿石的回采崩落顶板，以便用崩落的岩石充填采空区。因此，采用这种采矿方法最主要的条件是地表允許陷落。

近年来，壁式崩落采矿法在我国的鉄矿、錳矿、粘土矿、有色金属矿都先后得到了应用和推广。由于我国适于采用壁式崩落采矿法开采的矿床分布很广，因而用这种采矿法采出的矿石占地下可采儲量的比重很大。例如：在 1957 年鉄矿为 34.86%，錳矿为 5%，有色金属矿为 3.37% 。

壁式崩落采矿法之所以获得广泛地运用，除了因为我国資源的自然条件适于采用此法外，是因为本采矿方法在目前采矿技术条件下，是一种开采頂板不稳固的緩傾斜中厚以下矿床的比較有效的采矿方法。

我国矿山在使用壁式崩落采矿法中，結合矿山具体条件，創造性地运用了很多不同的方案，这不仅能成功地开采厚度为 2 米左右的矿床，而且也能成功地用于开采厚度 1 米左右的单层和合层矿床，以及厚度在 3 米左右的矿床；同时还創造了新的更有效的方案和通过較大断层（落差不超过矿层厚的 2/3）的有效措施。

我国矿山采用的壁式崩落采矿法

矿体厚度(米)	壁 式 崩 落 采 矿 法 方 案
1～2	梯段式长工作面
2.0 左右	直綫式长工作面 梯段式长工作面 逆傾斜推进的长工作面 双侧进路工作面
3.0 左右	分次回頂长工作面 杆柱支护台阶式直綫工作面

根据不同的矿床厚度和工作面的形式，我国矿山采用的几种主要的壁式崩落采矿法方案列表如下。

矿块結构要素：矿块走向长度自几十米至300～400米，一般为50～100米；阶段斜高为20～70米，一般为40～60米。

在硬矿石中借凿岩机用凿岩爆破的方法崩落矿石，在軟矿石中，使用风鎬采矿。工作面中崩落的矿石，目前以耙斗容积为0.15～0.2米³的ЛС-3型和ЛУ-15型电耙为主要运搬工具。在軟矿石中，最近已开始采用СГ-6型和СКР-11型鏈板运輸机。此外，在許多矿山結合具体条件，还創造了不少簡单的运矿机械，也取得了良好的效果。

頂板管理：目前，采空区是根据頂板稳定程度的不同，而分别采用立柱、一梁两柱棚子、一梁三柱棚子、“二合一”的丛柱或“三合一”的丛柱来維护頂板。一般是用立柱維护，只有在頂板不好和过断层的情况下，才采用丛柱和棚子。立柱和棚子的排間距，一般为1～1.5米，若与木杆柱配合使用，則排間柱为2.5米；柱間距为0.7～1.2米。切頂支柱采用1～3排密集支柱，一般为1～2排；頂板不好时，有时用密集支柱与木垛联合切頂。放頂距、控頂距及悬頂距，根据矿山具体条件的不同，一般分别为2～6、6～8、8～12米。采矿场的支柱用机械回收，自然放頂。

壁式崩落采矿法今后的发展方向：主要应該是进一步实現采场运搬、頂板管理机械化，在改善劳动組織的基础上，提高回采强度、劳动生产率和降低材料消耗。

根据国内外采用壁式崩落采矿法的經驗，沿走向推进的直綫式和梯段式长工作面壁式崩落采矿法，比其他方案更便于实現采场运搬机械化并更宜于管理頂板。今后在2米左右厚的矿床中，应大力推广这种采矿法。某鉄矿最近試用的寬巷工作面，代替耙子道的梯段式长工作面壁式崩落采矿法，在頂板較稳定和采准跟不上的情况下，可以考虑采用。頂板不稳定，厚度达3米以上的矿床的有效采矿方法，目前还沒有很好地解决。今后应寻求更有效的采矿方法；創造凿岩工具和运輸設备，以便降低矿石的損失，減輕体力劳动，节約坑木，提高劳动生产率和回采强度。

在坚硬矿石条件下的采场运搬，目前除应大力推广电耙运搬，并增大耙斗容积(0.3～0.6米³及0.6米³以上）和絞車容量外，应吸收国外某些矿山使用連續式采场运搬机械(如鏈板运輸机等）和錳矿試驗成功的康拜因的經驗，寻求适合我国矿床条件的更有效的采、装、运等方面的机械設备。

在改善采空区的維护方面，应在保証工作安全的条件下，最大限度地降低坑木消耗，縮短頂板暴露时間。在当前的情况下，根据各矿的具体条件，采用木杆柱与木立柱联合支护，金属支柱或其他类型的代用支柱的支护方法，以及苏联最近在錳矿試驗成功的Ш-52-Р型金属掩护支架。这些新型支柱，对改善采矿工艺，节省坑木，特别是頂板管理，具有重要意义，值得采用壁式崩落采矿法的矿山推广和研究試驗。此外，我国矿山在壁式崩落采矿法中，成功地应用了机械撤柱、自然放頂和坑木井上下机械加工等方面的經驗。这些在生产中应加以推广和进一步改进。

在改善劳动組織方面，为了充分利用作业空間和工作时間，达到均衡生产，116等矿的专业放頂队，三（班）八（小时）凿岩組和四（班）八（小时）矿石运搬組，以及回采工作按循环图表管理等方面的經驗，是值得推广的，并在推广过程中，使劳动組織更趋于完善，以便进一步提高壁式崩落采矿法的劳动生产率和回采强度。

图41—44及其說明，分别表示几种变型的壁式崩落采矿法的設計标准方案。图45—49表示壁式崩落采矿法在我国某些矿山中应用的情况。

图 41 的说明

1. 多梯段壁式崩落采矿法

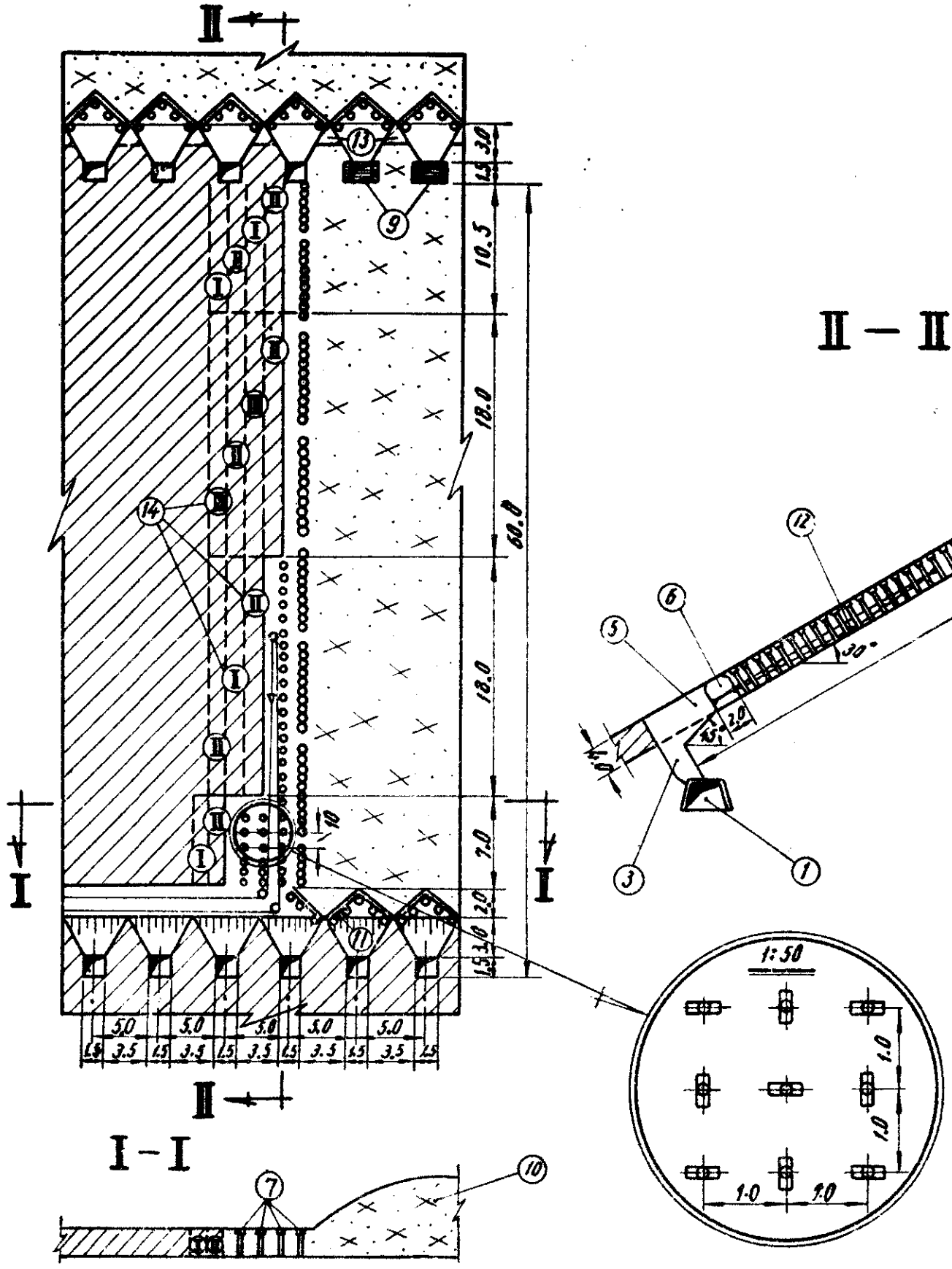
（脉外平巷設計标准方案）

地质条件

本法一般用来开采厚度为 1.2～2.5 米、傾角为 0～35°，沿走向和傾斜均較稳定的矿体。矿石硬度 f＝4～12，稳固或不够稳固；上盘岩石硬度 f＝2～6，不稳固，下盘岩石硬度 f＝6～12，較稳固。

技术經济指标

矿块生产能力，米³/昼夜……80
电耙生产能力，米³/台班……25（JIV-15型电耙）
劳动生产率，米³/工班：
　凿岩工…… 6.7
　工作面工…… 2.7
每立方米矿石材料消耗：
　炸葯，公斤…… 0.7
　雷管，个…… 1.3
　导火綫，米…… 2.0
　釬子鋼，公斤…… 0.025
　硬合金，克…… 1.8
　坑木，米³……0.012
矿石貧化率，%…… 4.0
矿石損失率，%…… 7.0



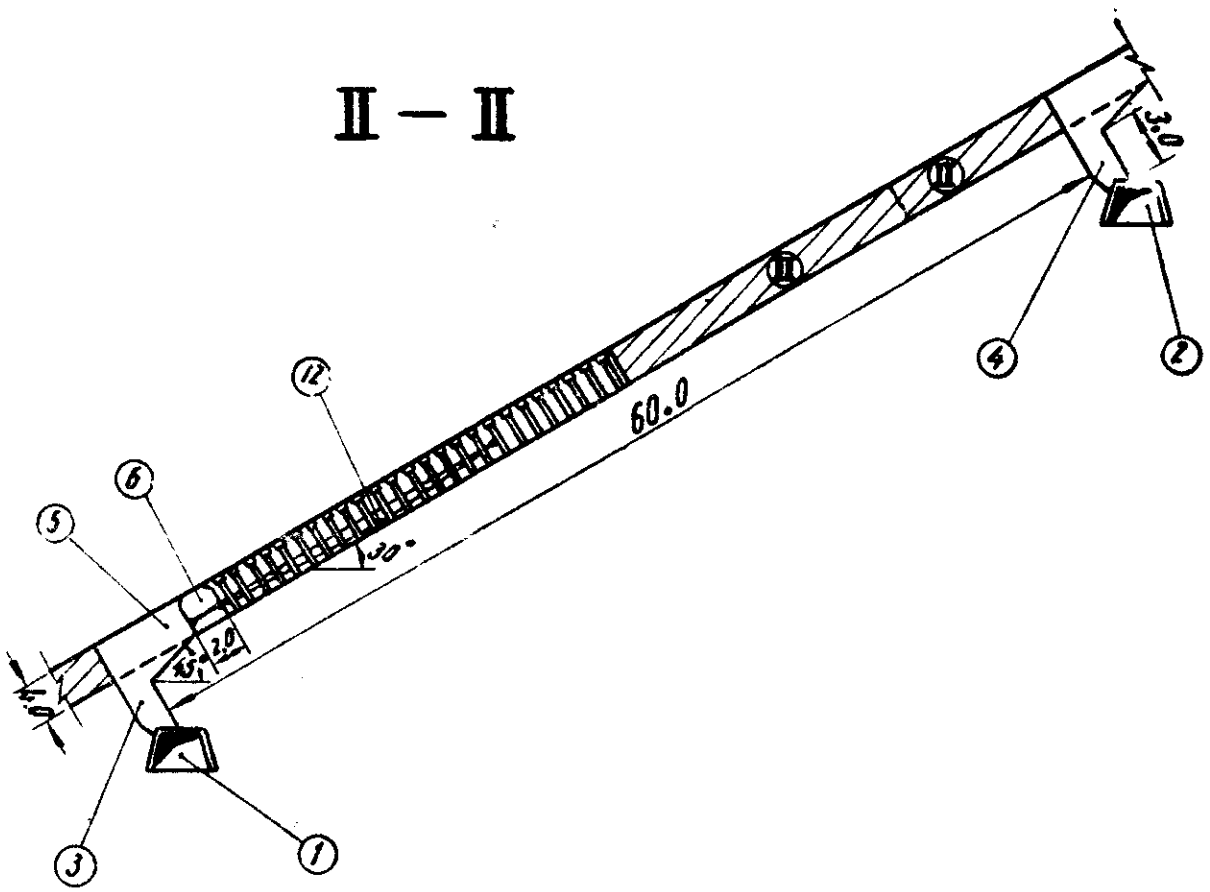


图 41

①—运輸平巷；②—回风平巷；③—放矿井；④—通风人井联絡道；⑤—矿石漏斗；⑥—电耙平巷（利用超前拉底平巷）；⑦—〔60〕型支柱；⑧—密集支柱；⑨—挡板；⑩—放顶区；⑪—挡板；⑫—0.2 米^{3}耙斗；⑬—永久矿柱；⑭—循环工作面編号

图 42 的说明

2. 多梯段壁式崩落采矿法

（脉内平巷設計标准方案）

地质条件

本法一般用来开采厚度为 1.2～3.5 米，倾角为 0～35°，矿体沿走向不够稳定，特别是矿床勘探程度較差的矿体。矿石硬度 f＝4～12，稳固或不够稳固。上盘岩石硬度 f＝2～6，不稳固；下盘岩石硬度 f＝6～12，較稳固。

技术經济指标

矿块生产能力，米³/昼夜……75
电耙生产能力，米³/台班……25(ЛУ-15型电耙)
劳动生产率，米³/工班：
　凿岩工…… 6.3
　工作面工…… 2.5
每立方米矿石材料消耗：
　炸葯，公斤…… 0.7
　雷管，个…… 1.3
　导火綫，米…… 2.0
　釬子鋼，公斤…… 0.025
　硬合金，克…… 1.8
　坑木，米³……0.012
矿石貧化率，%…… 4.0
矿石損失率，%…… 7.0

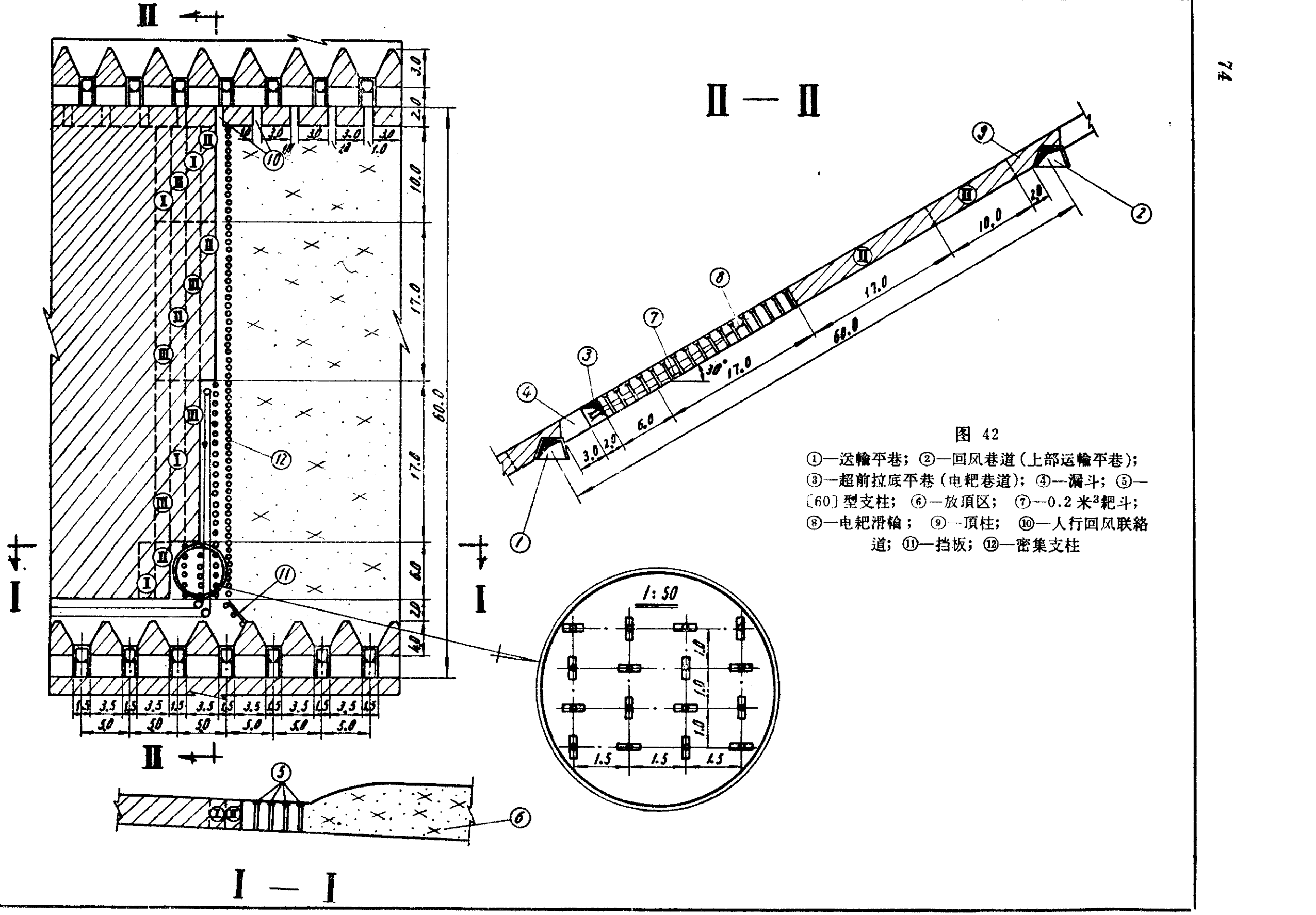


图 42

①—运輸平巷；②—回风巷道（上部运輸平巷）；③—超前拉底平巷（电耙巷道）；④—漏斗；⑤—〔60〕型支柱；⑥—放頂区；⑦—0.2 米³耙斗；⑧—电耙滑輪；⑨—頂柱；⑩—人行回风联絡道；⑪—挡板；⑫—密集支柱

图 43 的说明

3. 房柱回采壁式崩落采矿法

（設計标准方案）

地质条件

本法一般适于用来开采厚度为 1.2～2.5 米，倾角为 0～35° 的矿体，尤其适用于矿床地质条件复杂，倾角和厚度沿走向和倾斜变化剧烈，断层多，断距大，顶板岩石破碎，底板岩石松軟等情况。矿石硬度 f＝4～12，稳固或不稳固；上下盘岩石硬度 f＝2～6，均不稳固。

技术經济指标

矿块生产能力，米³/昼夜……35(按两个矿房同时回采計算)

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工…… 5.9

工作面工…… 1.4

每立方米矿石材料消耗：

炸葯，公斤…… 0.7

雷管，个…… 1.3

导火綫，米…… 2.0

釬子鋼，公斤…… 0.025

硬合金，克…… 1.8

坑木，米³……0.012

矿石貧化率，%…… 9.0(包括临时矿柱)

矿石損失率，%……10.0(包括临时矿柱)

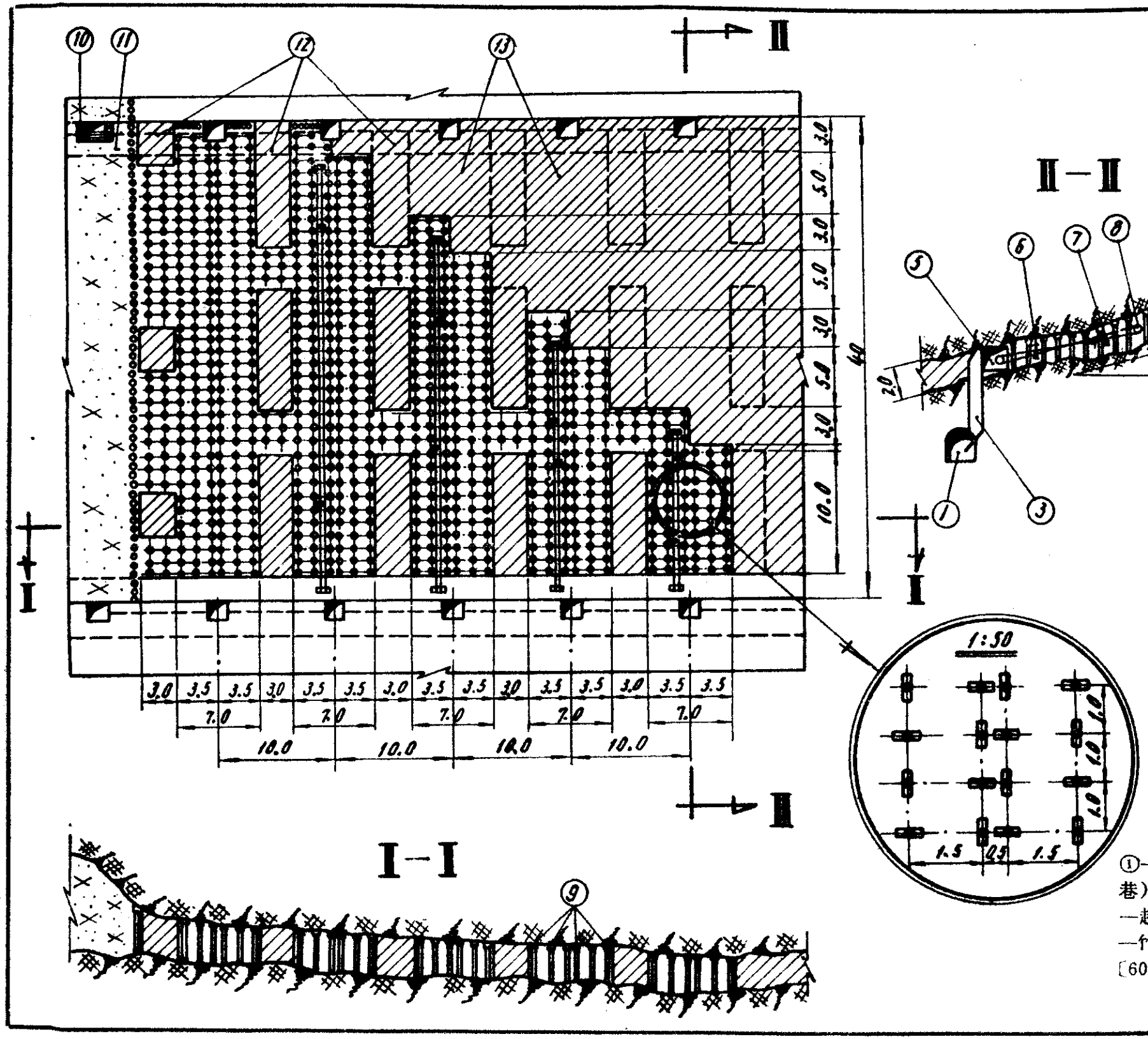


图 43

①—运輸平巷；②—回风平巷（即上部运輸平巷）；③—放矿井；④—通风人行联絡道；⑤—超前切割平巷；⑥—竹（木）制空挂斗；⑦—竹(木)制重挂斗；⑧—木制手摇絞筒；⑨—〔60〕型支柱；⑩—挡板；⑪—放顶区；⑫—临时矿柱；⑬—临时矿房

图 44 的说明

4. 超前宽巷壁式崩落采矿法

（設計标准方案）

地质条件

本法一般适于开采沿走向和傾斜較稳定、厚度为1.2～2.5米、傾角为0～35°的矿体。矿石硬度 f＝4～12，稳固或不够稳固。上盘岩石硬度 f＝4～8，中等稳固；下盘岩石硬度 f＝5～12，較稳固。

技术經济指标

矿块生产能力，米³/昼夜…… 9

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工…… 7.5

工作面工…… 3

每立方米矿石材料消耗：

炸葯，公斤…… 0.7

雷管，个…… 1.3

导火綫，米…… 2.0

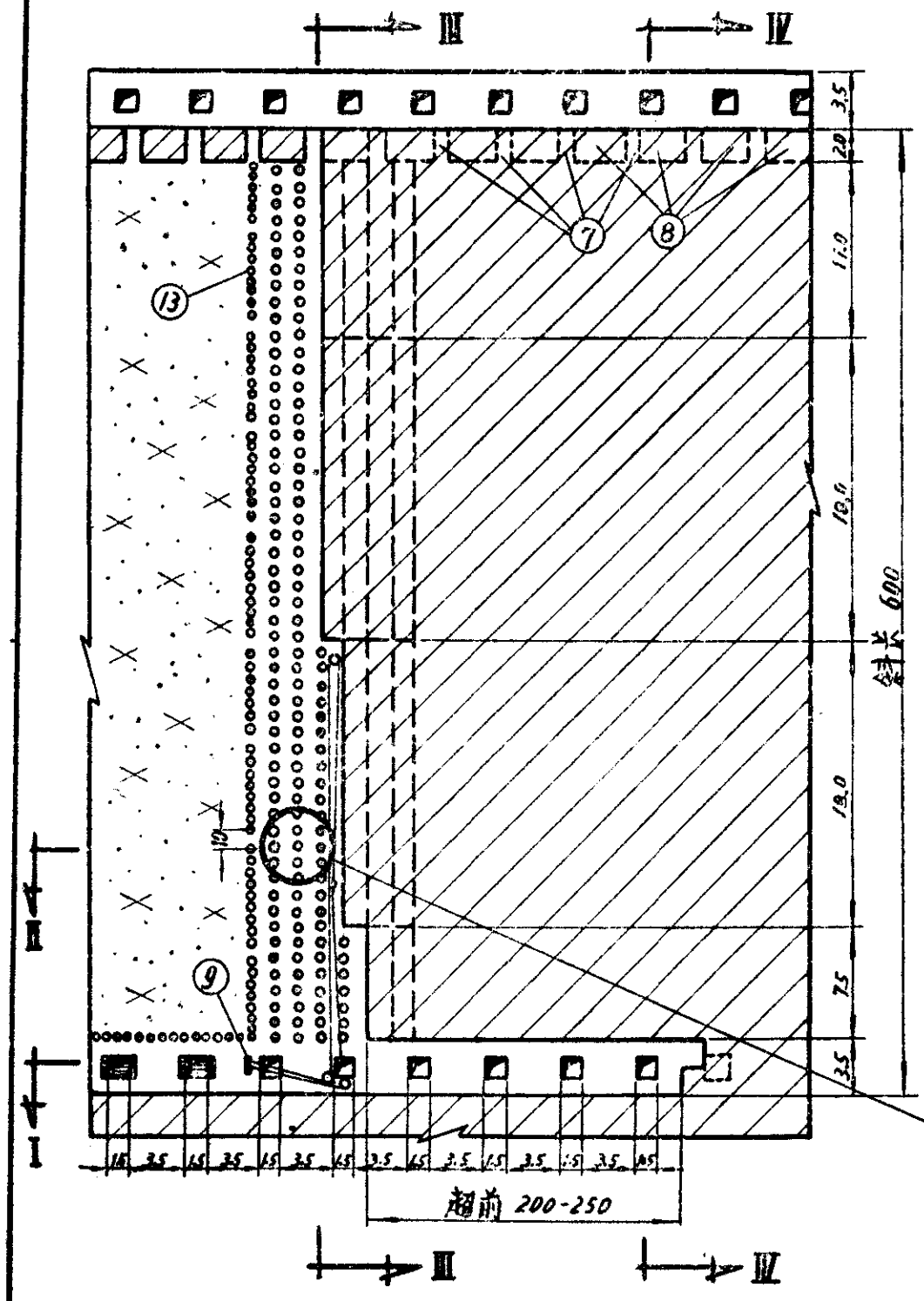
釬子鋼，公斤…… 0.025

硬合金，克…… 1.8

坑木，米³……0.012

矿石貧化率，%…… 4.0

矿石損失率，%…… 7.0



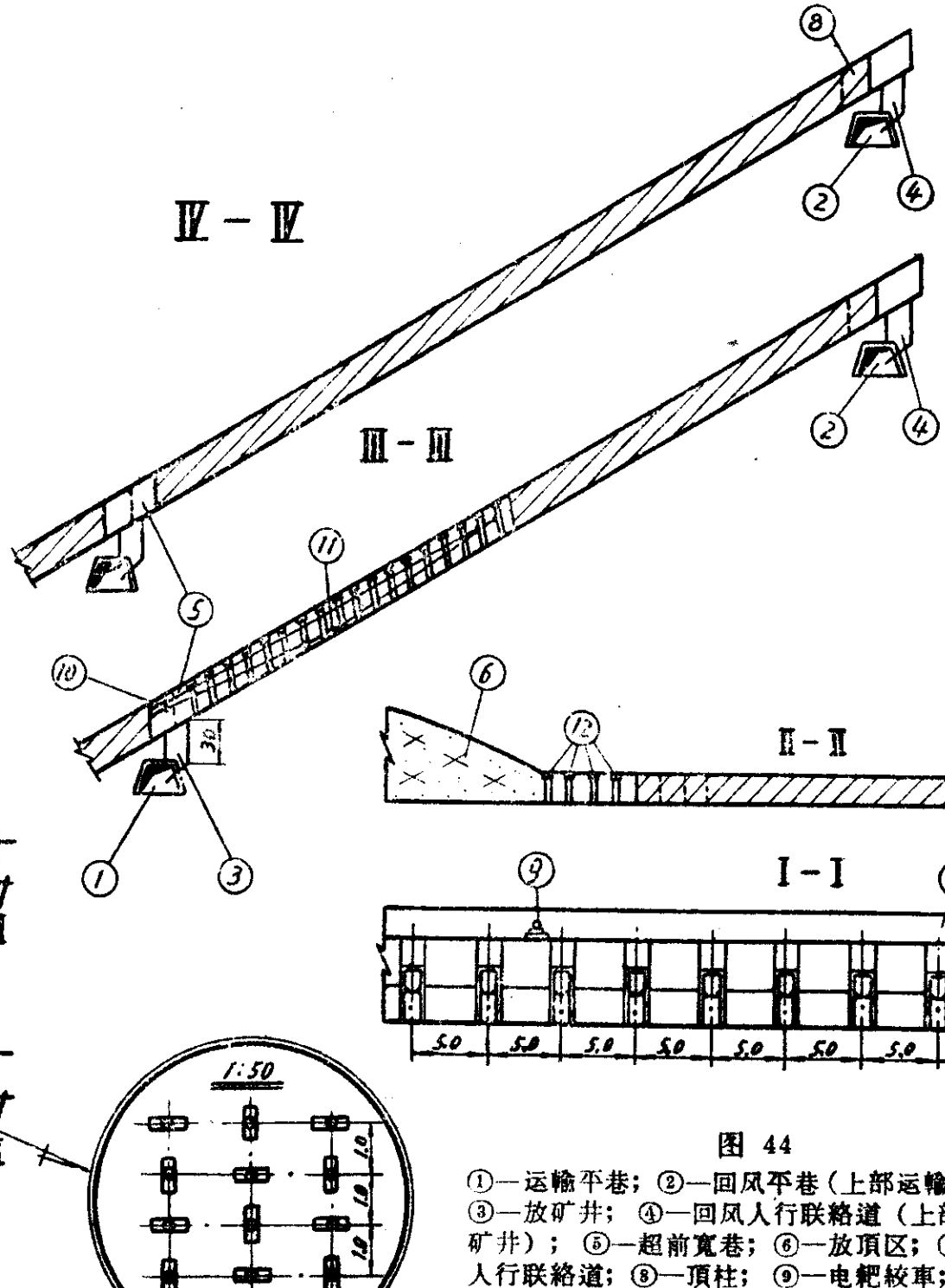


图 44

①—运输平巷；②—回风平巷（上部运输平巷）；③—放矿井；④—回风人行联络道（上部中段放矿井）；⑤—超前寬巷；⑥—放顶区；⑦—回风人行联络道；⑧—顶柱；⑨—电耙绞車；⑩—电耙导向輪；⑪—0.2 米^{3}耙斗；⑫—〔60〕型支柱；⑬—密集支柱；⑭—超前寬巷工作面

图 45 的说明

5. 梯段式长工作面壁式崩落采矿法在 116 铁矿的应用

地 质 条 件

該矿为宣龙式鉄矿床，矿层共有四层，其厚度变化于 0.3～5.4 米之間，一般为 2 米左右，傾角为 28～32°，矿石硬度 f＝8～10，体重为 4 吨/米³。矿层直接顶板为頁岩(f＝2～5)，下盘为中等稳固与稳固的石英岩(f＝5～6)及砂质頁岩(f＝5～6)。

采 矿 方 法 特 征

壁式崩落采矿法（图45）为該矿开采的主要采矿方法。为了进一步提高劳动生产率和回采强度，使各工种能平行作业，互不影响，充分利用工时，除推行四（班）八（小时）交叉作业組織外，把初期使用的直綫式工作面改为梯段式长工作面回采方案。采矿场主要用木质支柱維护，为加大支柱排距和降低坑木消耗量，曾进行了木杆柱的試驗，取得了良好的效果。

崩落的矿石主要用电耙（矿山自制的耙斗容积为 0.25 米³，功率为10馬力的电耙）清理。随着回采工作的进行，当悬顶暴露距离一定时，开始放頂，放頂方法分为人工放頂和机械放頂两种。机械放頂是利用20千瓦的回柱絞車回柱，使頂板自然降落。它較人工放頂安全，节省了炸葯和人力，并提高了坑木回收率（一般达到90%）。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……187

劳动生产率，吨/工班：

　　凿岩工……52.5

　　工作面工…… 4.9

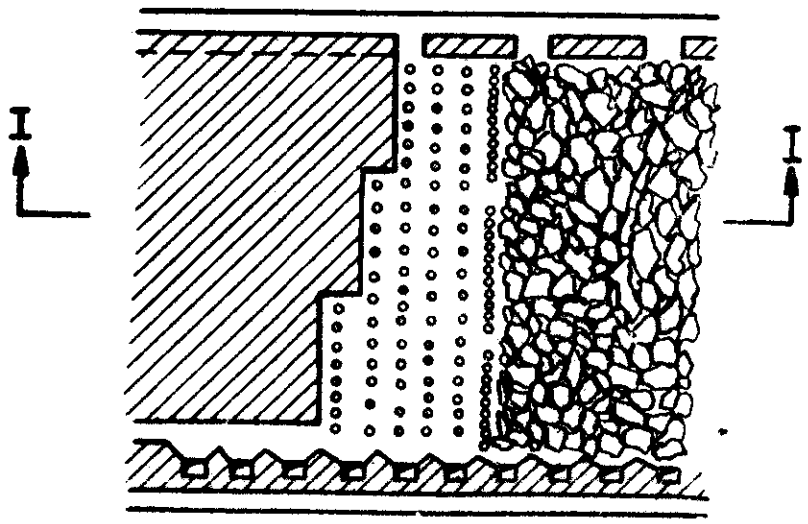
每立方米矿石材料消耗：

　　炸葯，公斤……0.81

　　坑木，米³……0.067

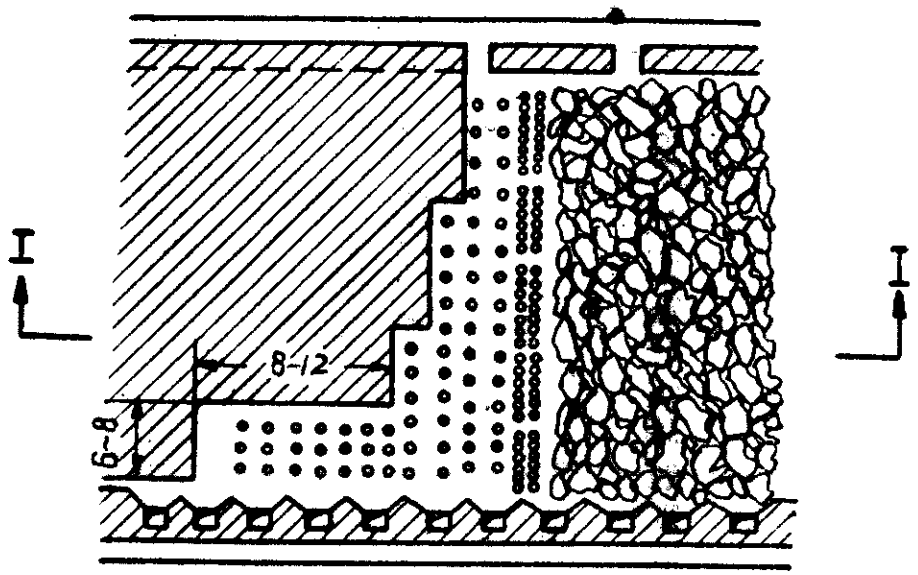
矿石回采率，%……93.2

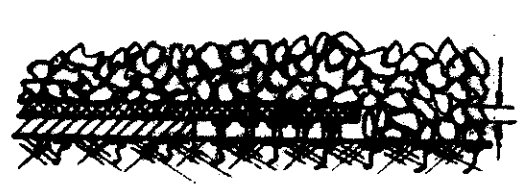
矿石貧化率，%……11.5





（一）下部超前三梯段方案





（二）双排密集支柱自然崩落顶板方案

图 45

①—页岩；②—石英岩；③—砂岩

图 46 的说明

6. 逆傾斜分条壁式崩落采矿法在 116 矿的应用(1960年)

地 质 条 件

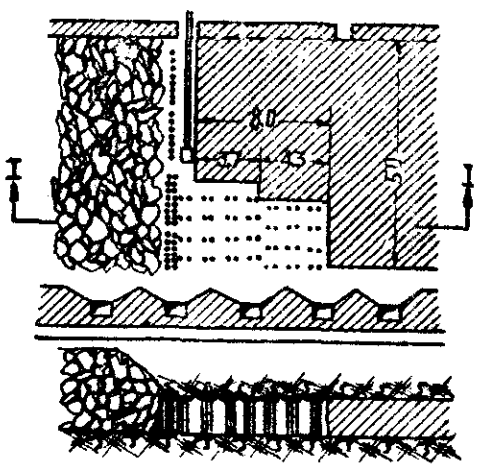
矿石为宣龙式赤鉄矿床，厚度为 1.5～2.6 米，傾角为 28～35°，硬度 f＝8～10。上盘为頁岩和砂岩，下盘为石英岩及砂质頁岩。

采 矿 方 法 特 征

試驗矿块用逆傾斜分条壁式崩落采矿法（图46）回采，其主要特点是工作面沿逆傾斜由下向上推进，并在矿块下盘布置放矿溜子。矿块結构要素如图所示。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜…… 130～242
劳动生产率，吨/工班：
　　凿岩工……31.8
　　工作面工……3.96
每立方米矿石材料消耗：
　　炸葯，公斤……0.72
　　坑木，米^3……0.084
矿石回采率，%……94.4
矿石貧化率，%…… 8.9
直接成本，元/吨……6.25



I—I

图 46

图 47 的说明

7. 壁式崩落采矿法在 117 铁矿的应用(1960年)

地 质 条 件

矿石为鲕状赤鉄矿，平均厚度为 1.5～2.0 米，傾角为 30°，矿石节理发达，硬度 f＝5～8。矿石体重为 3.8 吨/米³。上下盘围岩是不稳定的綠色頁岩，硬度 f＝2～3。

在上述条件下，該矿采用了沿走向推进的两梯段壁式崩落采矿法（图 47），取得了良好的技术經济效果。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……200
劳动生产率，吨/工班：
　　凿岩工…… 43
　　工作面工…… 3.2
每立方米矿石材料消耗：
　　炸葯，公斤……0.57
　　雷管，个……0.84
　　导火綫，米…… 1.9
　　坑木，米³…… 0.06
矿石回采率，%……93.2
矿石貧化率，%……10～25
回采强度，吨/米²·月……60

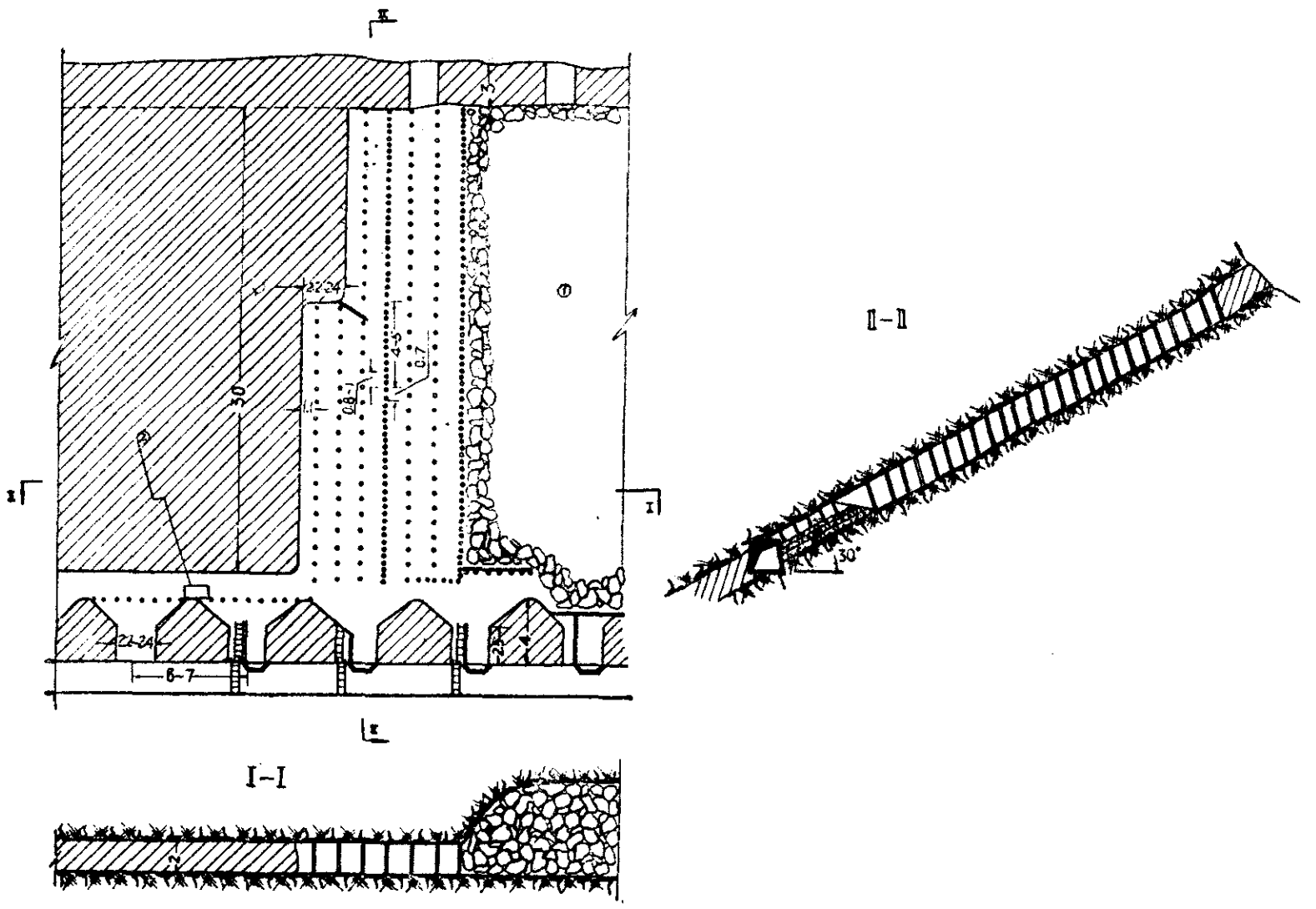


图 47
①—陷落区；②—电耙絞車

图 48 的说明

8. 台阶式杆柱支护壁式崩落采矿法

(116 矿試驗方案，1958 年)

地 质 条 件

矿体为赤鉄矿，厚度为 3～4 米，倾角为 25～28°，矿石节理发达，硬度 f＝8，体重为 4.0 吨/米³。矿体直接顶板为 6～8 米厚的黑色頁岩，硬度 f＝5，基本顶板为 2～3米厚的砂岩；下盘为稳固的矽质板岩。

采 矿 方 法 特 征

为了解决顶板不稳定的厚度为 3 米以上的矿体的开采問題，1958年試驗了台阶式杆柱支护壁式崩落开采法。試驗結果是成功的。过去采用沿走向推进的长工作面回采方案时支高立柱，并采用二次回顶与傾斜分段回顶等方法。台阶式杆柱支护壁式崩落开采法試驗成功以后，基本上解决了过去存在的工作不安全及矿石回收率低等問題。方法的特点是把矿层沿傾斜分为二层同时回采，上分层超前 2.5～3.0 米，两分层以相同速度沿走向推进，工作面成台阶形。崩落的矿石用电耙沿台阶和底板运至下部漏斗装車。采场用木立柱和杆柱支护（台阶上支短柱，底板上支高立柱，在两排木柱間安一排木杆柱，每根杆柱担负的面积为 0.5～0.6 米²）。当采空区沿走向长度达到規定的悬顶距时，支設高密集支柱，然后撤柱放顶；除第一次需强制崩落顶板外，以后均利用自然崩落；放顶距为 4～6 米，控顶距为 2～4 米，悬顶距为 6～10 米。

本法的主要优点是：工作安全；回采率高（因不需要留护顶矿皮，使回采率由原来的80%提高到90～95%以上）；坑木消耗量低（較原来的方案低 27.3%）；采矿成本降低了 23.4%。其主要缺点是工作面仍需架設高立柱，工作繁重。

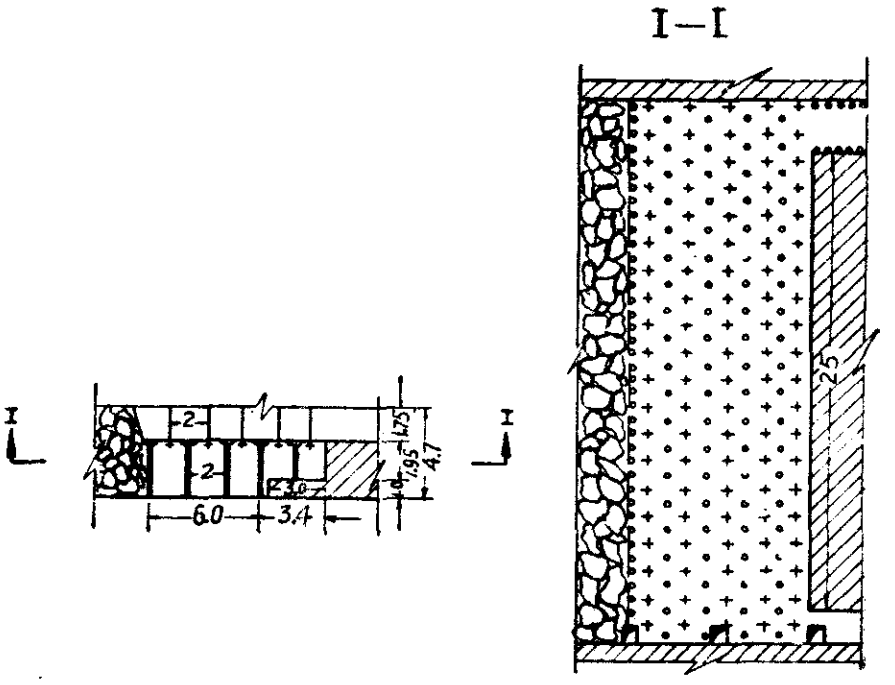


图 48

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜	161
工作面工劳动生产率，吨/工班	4.1
每立方米矿石材料消耗：	
炸葯，公斤	0.97
坑木，米³	0.043
矿石回采率，%	96.0
工作面推进速度，米/昼夜	0.52
直接成本，元/吨	3.34

图 49 的说明

9. 湘錳式壁式崩落采矿法在 118 矿的应用

地 质 条 件

矿块为海相沉积的原生碳酸錳矿床，厚度为 1.5～2.0 米，倾角为 15～20°，硬度 f＝4～6。矿石体重为 2.9 吨/米³。上盘为黑色頁岩，f＝1～3，不稳定；下盘为黑色頁岩，f＝4。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……180～200
工作面工劳动生产率，吨/工班……4.66
每立方米矿石材料消耗：
　炸葯，公斤……0.352
　雷管，个……1.16
　坑木，米³……0.0725
矿石回采率，%……90.0～95.0
矿石貧化率，%……9.5

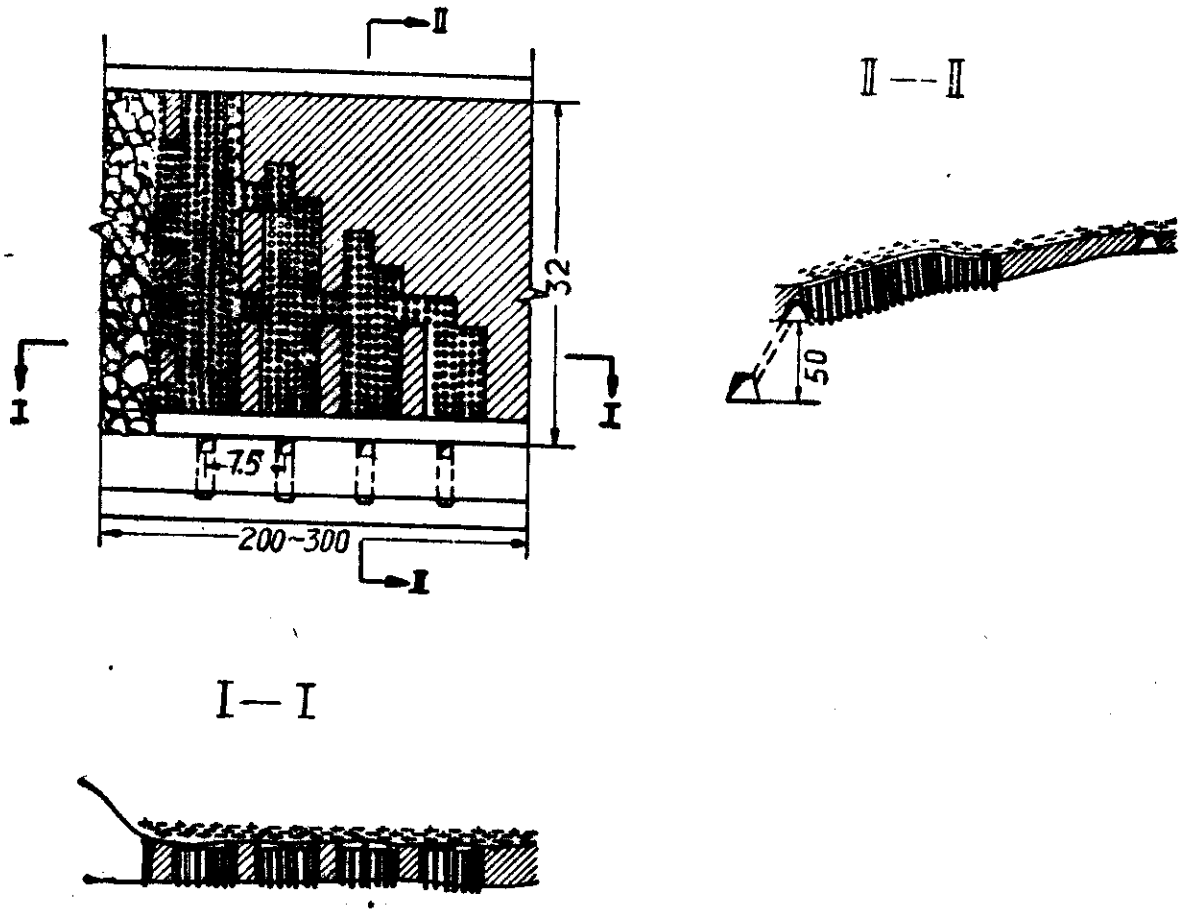


图 49

(二) 分层崩落采矿法

分层崩落采矿法每个矿块都是自上而下逐层回采的，并随着每一分层回采工作的进行而崩落上部复盖岩石和两盘岩石，借以充满采空区。

在分层崩落采矿法中，崩落的岩石是落在鋪有木垫板、竹笆或金属网的未采矿石上（即上分层的底板上），它作为下一分层回采时护顶及防止上部废石混入之用。回采工作就是在这假顶（假顶是由一层被崩落的支柱、垫板（或金属网）和足够厚度的岩石护层所組成的）保护下进行的。岩石护层是聚积上部若干分层或强制崩落两盘岩石造成的，用以緩冲大块岩石在崩落时所引起的冲击力。

矿块內分层的回采是用进路或长工作面进行，用凿岩爆破的方法崩落矿石；在极个别情况下，当矿石松軟时，可采用风鎬落矿。在分层工作面崩落的矿石，借电耙或矿車运至天井或貯矿巷道，然后自运輸巷道装車运出。

貯矿的目的是为了保証运輸工作不影响回采工作的正常进行。它可以大大提高劳动生产率和回采强度，并能減少矿块內的天井数目。当掘进天井的工作条件困难时，后者更具有重要意义。在生产实践中，貯矿方案已获得了广泛的应用。

在分层崩落采矿法中，由于同一矿块內的作业地点多，并且为完成回采工作的工序也多，对推行四（班）八（小时）交叉作业的劳动組織形式是有利的。实践証明，这对充分利用作业空間和工作时間，达到提高劳动生产率和回采强度具有重要作用。

分层崩落采矿法可用来开采各种厚度、各种傾斜度，以及埋藏要素不稳定的矿床。但是这种方法用于形状規整，傾斜急陡的矿床，能获得最好的經济效果。采用本法的必要条件是地表必須允許陷落，同时最好是复盖岩石不稳定，易于自然崩落，能及时充滿采空区，否則就要系統地强制崩落围岩。

分层崩落采矿法的主要优点是：矿石回采率高，貧化率低，使用条件灵活，可以在回采工作面选废石，大致按品級回采矿石；开采貴重金属矿床时，比其他一些損失貧化大的采矿方法效果好。目前这种开采方法已应用于多金属矿、銅矿、錫矿和硫化矿的开采。

这种采矿法由于存在坑木消耗大，劳动生产率低，工序复杂等缺点，所以它在使用上受到了很大的限制。

今后的发展方向：提高运搬工作机械化程度，用双进路或长工作面代替窄进路，用貯矿塹沟进行采矿准备，多分层同时进行回采；寻求有效的坑木代用材料，并尽可能地回收支柱；推广 105 矿的长梁假顶結构，采用脉外准备系統。

图 50 的说明

分层崩落采矿法在 119 铁矿的应用

地 质 条 件

矿体为岩浆后期热液充填交代矿床，赋存于閃长岩与火山岩的接触带中，傾角为20～30°，呈扁豆状，其厚度达 60余米。主要矿石为黃鉄矿，含硫量为 14～36%。矿石相当疏松，硬度 f＝3～4，体重为 2.7～3.7 吨/米³。

矿体上盘为 f＝5 左右的安山岩或 f＝2～7 的凝灰岩，下盘为 f＝9～13 的閃长岩。在矿化带中的岩石，呈現强烈的矽化和絹云母化。

該矿根据矿体赋存条件，曾分别采用了木板假頂（或半圓木假頂）、竹笆假頂和再生假頂。在破柱假頂的分层崩落采矿法中，由于采取了有效的降溫防火措施，坑木回收率达到90%以上，因而使这一采矿方法能够成功地用来开采高硫矿床。此外，当崩落的围岩經一定时間压实后，具有再生頂板的性能时，可采用再生頂板分层崩落采矿法。但是它的缺点是延长了分层的开采时間；矿石和岩石直接接触，易于引起矿石的大量損失和貧化。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……68
工作面工劳动生产率，吨/工班……8.45
每立方米矿石材料消耗：
　炸葯，公斤…… 0.34
　雷管，个…… 1.18
　坑木，米³……0.025
　导火綫，米…… 1.13
矿石回采率，%……94.3
矿石貧化率，%…… 2.7

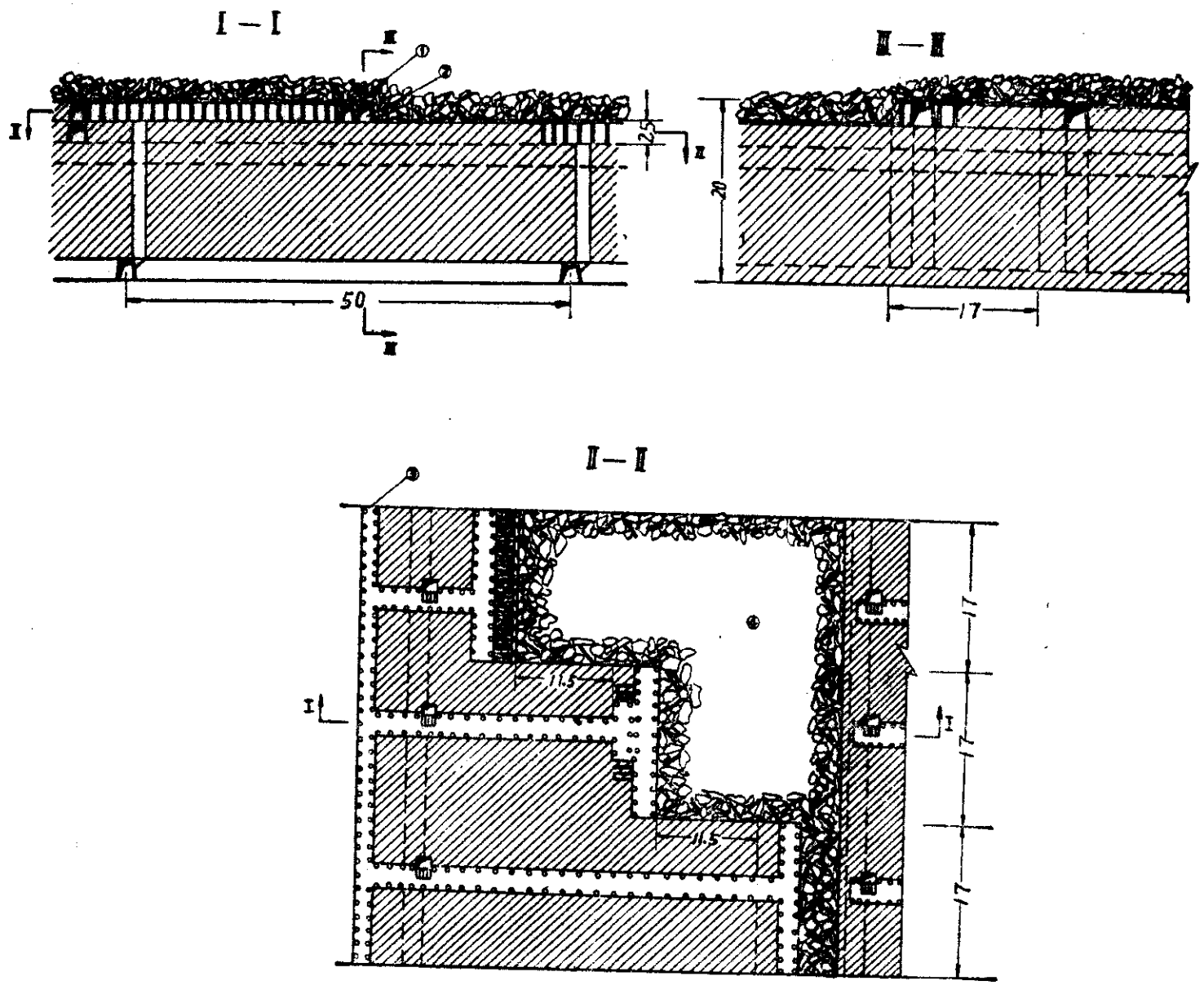


图 50

①－回风道；②—保留进路；③—分层回风巷道；④—崩落区

图 51 的说明

长工作面回采的分层崩落采矿法在 105 矿的应用（1958年）

地 质 条 件

矿体为接触交代的矽礦岩浸染矿床，厚度变化于0.2～20余米，分支、复合、膨縮現象頻繁出現，一般可分为頂、底两条矿脉。靠上盘为賦存于压碎带中的輝鉬矿，品位較高，节理发达，极不稳固；下盘为节理发达的矽礦岩矿体，矿石較硬，普氏系数 f＝6～8。矿体上盘为层理和节理发达的黃褐色頁岩，易于片落；下盘和矿体間的夾层（厚度变化于几厘米至 10～20 余米）是稳固的灰褐色石灰岩，f＝10～12。

矿体用連續推进的长工作面分层崩落采矿法开采。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……195
工作面工劳动生产率，吨/工班……8.7
每立方米矿石材料消耗：
　炸葯，公斤……0.45
　坑木，米³……0.041
矿石回采率，%……92.0
矿石貧化率，%……8.0

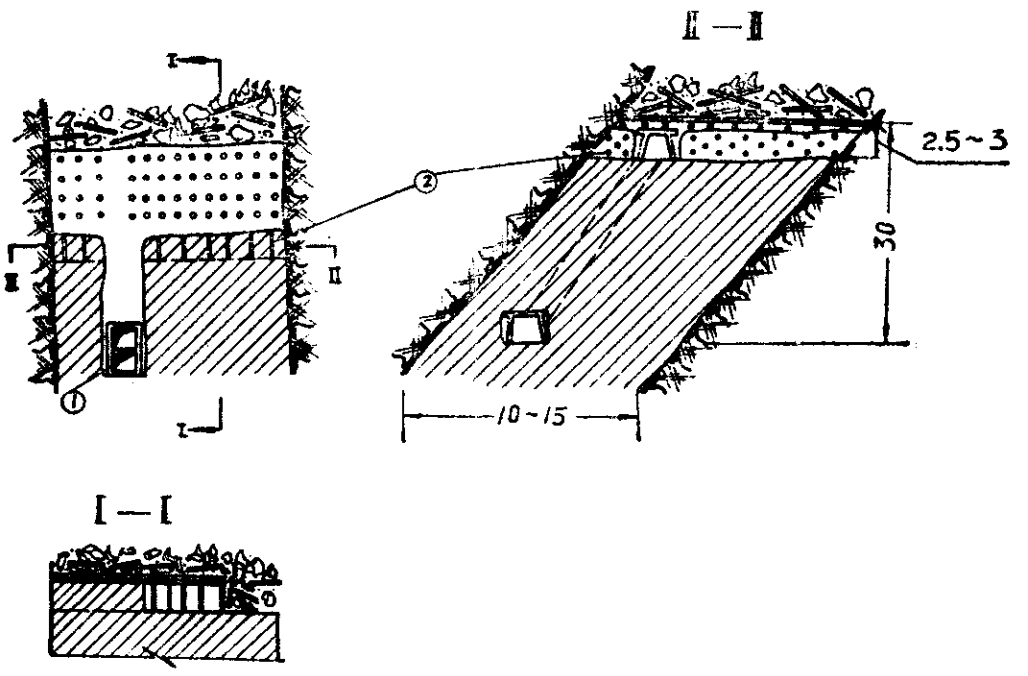


图 51
①—天井；　②—炮眼

(三) 分段崩落采矿法

分段崩落采矿法是在分层崩落采矿法的基础上，为了克服分层崩落采矿法的缺点而发展起来的。因此这两种方法在适用条件、采准系統、阶段与矿块的回采順序以及矿石的运搬方法等方面，都具有很多相似点。

分段內的矿石分为两个步驟回采，即首先掘进水平巷道，然后在已切割的分区回采矿石。根据矿石的稳固性和所采用的分段崩落法方案之不同，每一分段內的矿石可选用下列的一种方式回采：将分段分为分区或分間，按一定的分間順序来崩落矿石；在分区或矿块全面积上一次崩落矿石。

分区的回采可以在一个或几个分段平巷上进行。在几个分段水平同时回采时，各分段水平之間以及在同一分段水平上相邻分区之間应保持一定的超前距离，以保証順利地进行回采工作。

根据回采方法的特征，分段崩落采矿法方案主要分为：

1）假顶式分段崩落采矿法；

2）非假顶式分段崩落采矿法；

3）深孔崩矿的分段崩落采矿法；

4）分段自然崩落采矿法。

前两种分段崩落采矿法方案的共同点，是在水平面上把分段分成分区，在分区中用分間借助浅眼来崩落矿石，但在非假顶式分段崩落采矿法方案中，大多数是采用接杆炮眼来崩落矿石。后两种方案中的共同点是在分区或矿块整个面积上，借助深孔或利用地压作用来崩落矿石。

分段崩落采矿法的矿块結构要素，根据采用不同的分段崩落采矿法方案，在很大范围內变化。阶段高度为 40～60 米至 70～80 米；矿块走向长度为 20～30 米至 50～60 米；矿块寬度一般等于矿体厚度；分段高度为 5～6 米至 20～25 米（有时还更大）；分区寬度为 2.5～3.3 米（在回采时不留側柱的分区），4～4.5 米（在一側留边柱的分区），6～8 米（在两側皆留边柱的分区，而且采准巷道沿分区軸綫布置时）。

分段崩落采矿法的应用条件如下：

1）假顶式分段崩落采矿法适用于中硬的，特别是具有裂隙、层理和节理的矿体，但采用这种方法时，必須允許有一定的暴露面积，并且在爆破与地压的作用下易于破成碎块；而非假顶式分段崩落采矿法則适用于軟的、中硬的及比較坚硬的矿体。

2）此种方法用来开采复盖岩石易于崩落的急傾斜矿体或傾斜厚矿体效果最好。

3）由于矿石損失較大，这种方法不宜用来开采高价矿床或含硫很高的易于自燃的矿床。

分段崩落采矿法的优点是凿岩工及工作面工的劳动生产率高，回采强度大，采矿成本低。而其主要缺点是矿石損失率与貧化率大。因而这种采矿法通常用来开采价值不高、无自燃傾向的矿石，特别是鉄矿。

分段崩落采矿法进一步发展的方向是：

1）增加分段高度。当采用深孔凿岩时，分段高度取为30～35米；接杆凿岩时，取为8～10至15～20米；自然崩落矿石时，可取20～30米。

2）增大分区及矿块中同时崩落矿石的面积，均匀地放矿，以降低矿石的損失率与貧化率。

3）采用可縮性金属支柱，維护分段巷道。根据国外經驗，使用大型电耙、运輸机和自行式装矿設备，是可以提高出矿能力的。在个别情况下，可以采用以分間回采的假顶式分段崩落采矿法方案开采貴重金属矿床。为此可考虑采用金属网假顶、脉外采准系統（在厚矿床中）及具有貯矿巷道的采准系統。

图52及其說明，表示封閉矿室的分段崩落采矿法的設計标准方案、适用条件和技术經济指标；图53为封閉式分段崩落采矿法在119矿的应用情况。

图 52 的说明

封闭矿室分段崩落采矿法

（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

本法一般适用于开采厚度为 8～12 米，倾角大于 45° 的矿体。当厚度很大时，接近水平的矿体也适于采用本法开采。

硬度 f＝4～6 及以上的矿体，最适于采用此种开采方法。当矿体倾斜不够陡急时，要求上盘易于崩落。下盘岩石硬度和稳固性不受限制。

采用本法时，矿石不需分采，也不需要进行工作面手选。由于矿石损失率較高，不宜用来开采高价矿床。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜……200（四个工作面同时工作，其中包括采准、切割工作量 20 米³）

电耙生产能力，米³/台班 ……30（ЛС-3 型电耙）

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工……12

工作面工……4.3

每立方米矿石材料消耗：

炸药，公斤……1.4（其中用于矿石二次破碎0.9）

雷管，个……3.16（其中用于矿石二次破碎 3）

导火綫，米……2.3（其中用于矿石二次破碎1.8）

鈎子鋼，公斤……0.032（其中用于矿石二次破碎0.015）

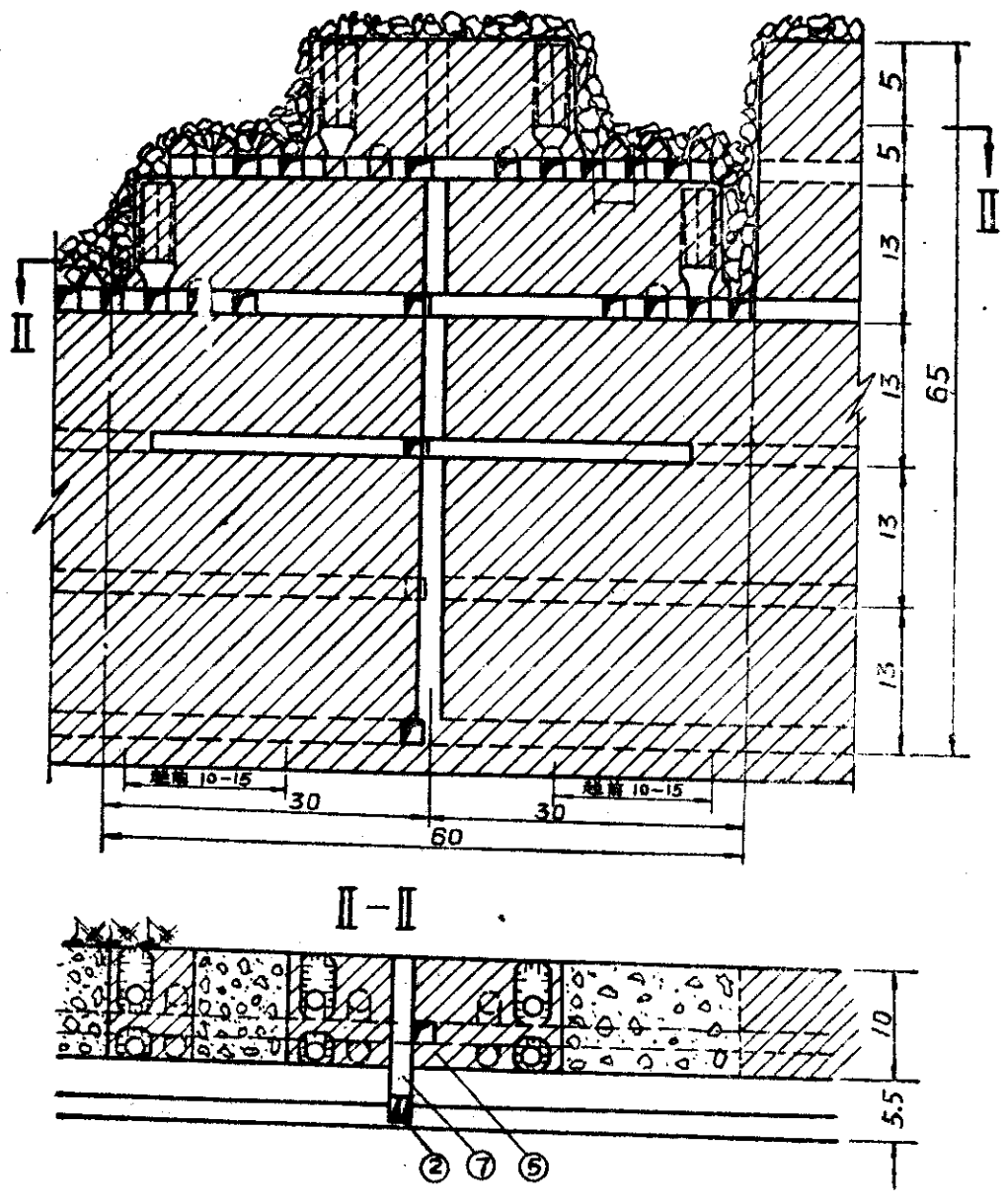
硬合金，克……2.0（其中用于矿石二次破碎1.0）

坑木，米³ ……0.0010（其中用于矿石二次破碎0.005）

矿石貧化率，%……18.0

矿石損失率，%……12.0

回采强度，米/月…… 10.8



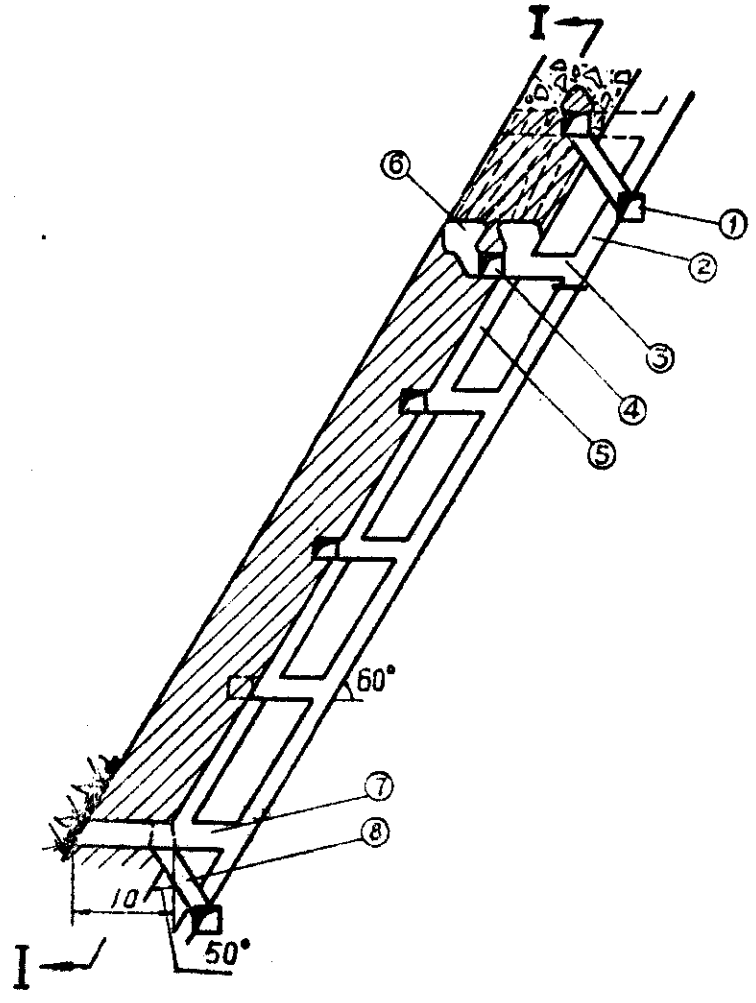


图 52　封閉矿室分段崩落采矿法

①—运輸平巷；②—人行通风天井；③—分段联絡横巷；④—分段耙矿平巷或分段运輸平巷；⑤—溜矿井；⑥—凿岩硐室；⑦—分段横巷；⑧—放矿井

图 53 的说明

封闭式分段崩落采矿法在 119 铁矿的应用

(1960年推广方案)

地 质 条 件

与图 50 中地质部分的說明相同。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……143

劳动生产率，吨/工班:

凿岩工……40～80

工作面工……10.3

每立方米矿石材料消耗:

炸药，公斤……0.38

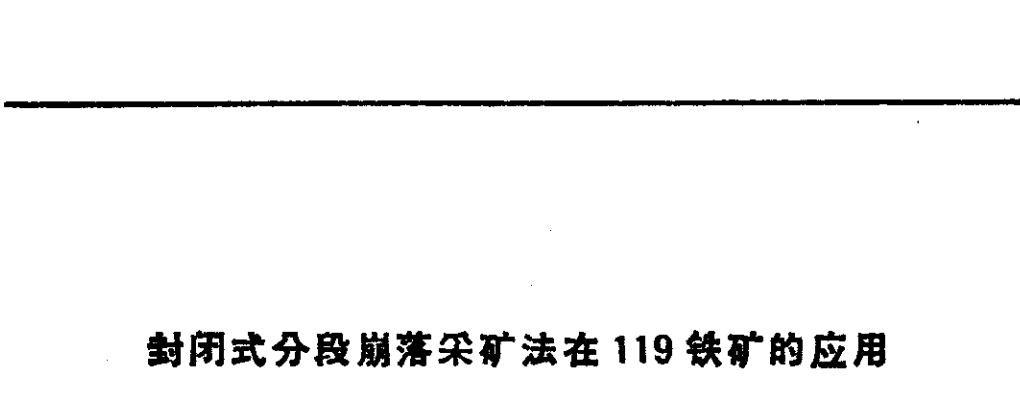
雷管，个……0.592

坑木，米³……0.0096

导火綫，米……1.00

矿石回采率，%……75.0

回采强度，吨/米²·月……22.3



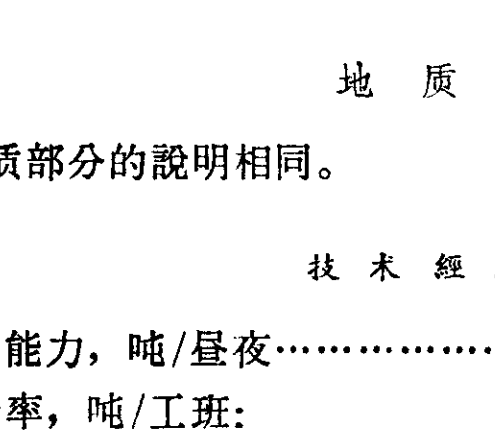


图 53

①—采空区

(四) 阶段崩落采矿法

阶段崩落采矿法是在阶段全高上崩落矿石，并且在崩落的复盖岩石下放出矿石的采矿方法。因此它与分段崩落采矿法、深孔留矿法，以及阶段矿房采矿法有严格的区别。

根据在一个阶段范围内崩落矿石的方法，阶段崩落采矿法分为：

1）阶段自然崩落采矿法；

2）阶段强制崩落采矿法。

阶段强制崩落采矿法是用药室或深孔药包来进行崩矿；阶段自然崩落采矿法，是利用地压和矿石自重的作用崩落矿石。

阶段崩落采矿法的适用条件如下：1）矿床倾角不小于60～70°，或极厚的水平和緩倾斜矿床。当用本法开采倾角为30～60°的矿床时，为了减少矿石損失，需要既沿底柱又沿下盘布置放矿漏斗。2）当用阶段自然崩落采矿法时，矿体厚度一般以大于20～30米为宜，以免矿石因受两盘夹制而崩落緩慢（对急倾斜矿床而言），以及矿块高度过小（水平或緩倾斜矿床）。在采用阶段自然崩落采矿法的矿块中，在适宜的面积上拉底和切帮（有时用輔助爆破的方法）后，矿石应具有自然崩落和破碎成小块的性能。3）为了减少矿石貧化，围岩应比矿石稍稳定。由于不能进行选别回采，矿体中应不包含大量夹石；同时要求崩落的矿石不結块、不氧化并且不自燃。4）本法用来开采浸染类型的矿床或围岩中含有有用成分的矿体最有利。因为在这种条件下，貧化对采出矿石质量的恶劣影响較小。

阶段自然崩落开采法

阶段自然崩落开采法（图54）的特点是围繞矿块的边界掘进許多垂直的和水平的巷道，并借深孔等削弱矿体与四周的联系，以及在矿块底部进行較大面积的水平拉底，使矿块內的矿石失去整体应力平衡状态，引起应力的重新分布，形成自然平衡拱，拱內的矿石在其自重和复盖岩石的压力作用下自然崩落，并充滿采空区；随着放矿工作的进行，平衡拱基座的稳定性不断被破坏，矿石的崩落便逐漸加剧，并扩展到整个阶段。随后复盖岩石开始崩落，并随矿石的放出逐漸充滿采空区。

如果在阶段范围內的矿石不划分矿块而用分区来开采（在实际中，这种回采方式用得很少），则拉底工作是逐漸进行的，此时崩矿面为倾斜工作面，而崩落的矿石与废石的接触面也是倾斜的。

根据具体条件选择矿块結构要素。为了減少加于矿房底柱上的压力，同时保証整体矿石能够自然崩落，矿块走向长度为30～60米；矿块面积的波动范围很大，由300～500米^{2}至6000～7000米^{2}以上，在不稳固的矿体及面积比較不大的矿体內，采用面积較小的矿块。阶段高度一般为50～60米，在个别情况下，可增至100～120米。运輸水平与二次破碎水平間的距离通常为5～12米，二次破碎水平与拉底水平間的距离为5～10米；拉底高度为2～4米至5～6米以上。

采准工作包括掘进主要运輸平巷、横巷、耙矿水平和拉底水平上的巷道。在掘进底柱

内各巷道的同时，在各分段上掘进圈定矿块边界的平巷和横巷，其垂直間距一般为6～12米。当矿石坚硬时，分段边界巷道有时可用留矿法掘进塹沟形的切割槽来代替。

矿块的边界巷道和底部巷道掘进后，便进行矿块的拉底工作。拉底方法分为：浅眼拉底法；水平深孔破坏矿柱拉底法；分段崩落法的“封閉扇形”方案拉底法；分段崩落法的“封閉矿房”拉底法和用扇形接杆炮眼的塹沟拉底法等。

在放矿工作中，苏联的实践表明，为了改善矿石的质量指标，应按照放矿图表保持均衡地放出矿石。

崩落的矿石自矿石溜井，經耙矿水平，利用电耙或借矿石自重运至放矿天井，然后装車运出。

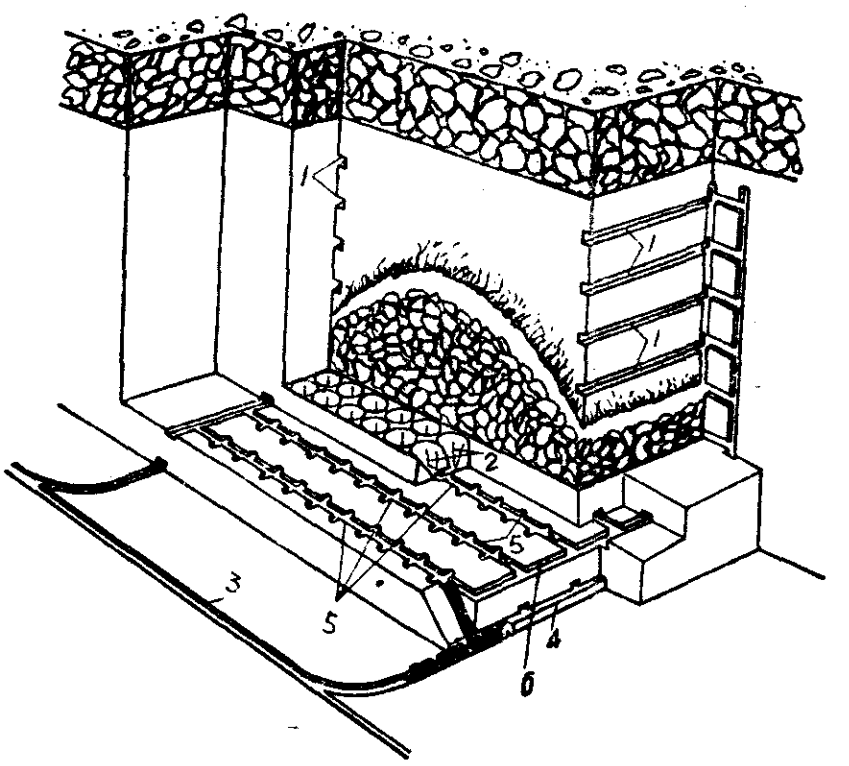


图 54

1—边界巷道；2—矿石溜子；3—运輸巷道；4—运輸横巷；5—耙运水平；6—耙矿横巷

阶段强制崩落法

阶段强制崩落法（图55）与阶段自然崩落法的主要区别是：在已拉底的矿块中，矿石不是自然崩落而是借事先在矿块全高上所凿的深孔或葯室爆破而崩落的。

葯室葯包法需要在矿块中开掘大量的巷道。它与深孔崩落法比較，矿石破碎得不够均匀，并且矽尘病的危害性也較大。当采用高效率的深孔凿岩設备时，作业的繁重程度、回采强度与經济效果等方面均优于葯室葯包法。

在用深孔崩落矿石的情况下，必须有很大的拉底空間，以便在其中容納同时被崩落下来的矿石；而用葯室葯包崩落时，分次（一个或几个葯室分段）崩落。

阶段强制崩落的回采工作包括：矿块拉底，凿深孔或掘进葯室巷道网，装葯爆破，通风和放矿。

为了钻凿深孔，需要自布置在矿块边界上的天井或平巷（横巷）掘进专門的凿岩硐室。用葯室葯包法崩落矿石时，需要在葯室水平掘进装葯的巷道网。

在进行回采的矿块中，应安置强力通风机，以便加速排除爆破后的污浊空气。

这种开采法的生产組織与放矿順序，近似于阶段自然崩落法。

阶段强制崩落法的矿块构成要素如下：阶段高度为40～50米至60～70米，一般为50～60米；矿块面积一般为30×50～40×60米。

此种开采法的发展方向：根据国内外某些矿山采用阶段崩落法的实践可以肯定，这是开采大型矿床的一种高效率、高强度、低成本的先进采矿方法。在我国适于应用这种采矿方法开采的金属矿床很多。在条件具备的矿山，今后应該推广和运用这种开采法。

改善阶段强制崩落法的主要途径是：1）确定合理的矿块結构要素和开采順序。2）改进現有的矿块底柱結构（根据矿岩的稳定程度目前可分别推广塹沟底柱与平底柱等）以減少采准切割工作量。为了減少崩落岩石对底柱的压力，采取加速放矿的措施。3）試制高生产能力的凿岩設备并研究更有效的爆破方法；在深孔凿岩生产率低的坚硬矿石中，可采用葯室或深孔葯室混合的阶段强制崩落法。4）应用更有效的耙矿設备，寻求新的高生产率的运矿設备（如多斗电耙和运輸机等），增加合格块度的尺寸；寻求新的二次破碎方法。5）强化矿块的回采工艺过程，以便提高劳动生产率和縮短矿块的服务期限。6）根据快采快放的要求，在生产实践中按計划均匀放矿常常不易做到，因此有必要进一步研究从崩落区放出矿石的規律。

与其它采矿法比較，阶段崩落采矿法的主要优点是：矿房的生产能力和劳动生产率高，采矿成本低，劳动条件好；其主要缺点是矿石的貧化率与損失率比較大。

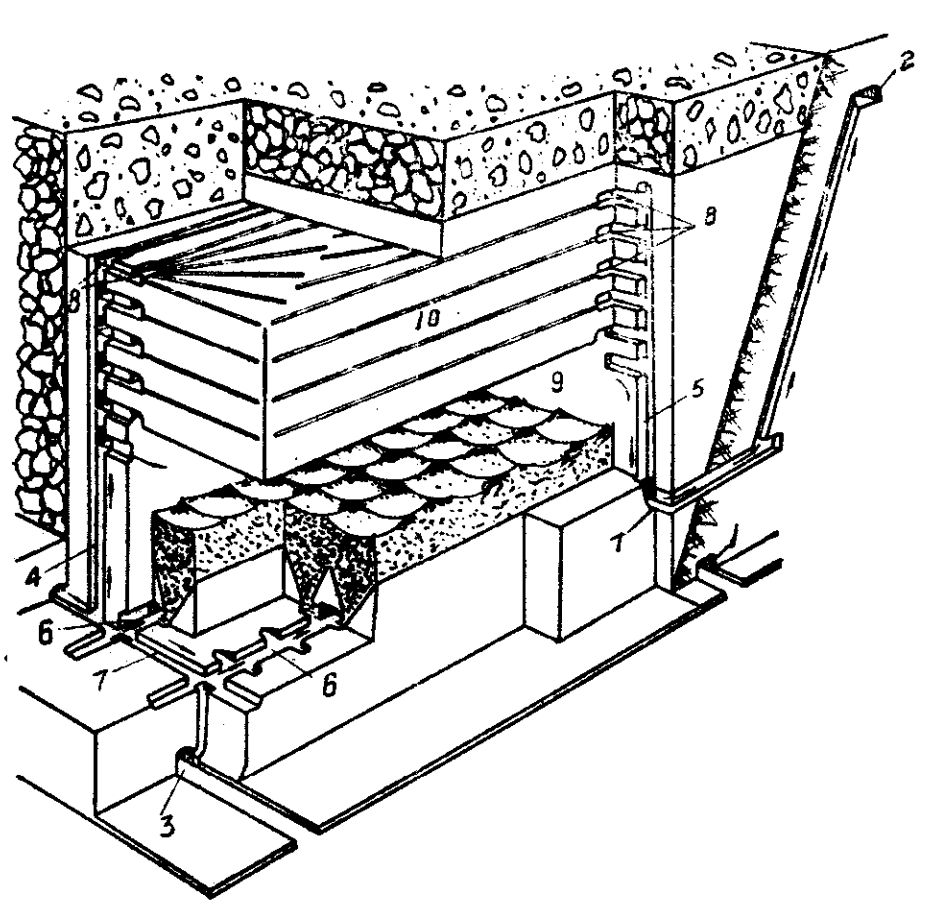


图 55

1、3—运輸平巷；2—通风平巷；4、5—天井；6—耙矿穿脉巷道；7—通风人行平巷；8—凿岩硐室；9—拉底矿房；10—崩落矿体

图56～58及其說明表示阶段强制崩落采矿法的設計标准方案和技术經济指标。图59为阶段自然崩落采矿法在120矿的应用实例。

图 56 的说明

深孔与药室联合崩矿的阶段强制崩落采矿法

（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

在水平厚度为 20～25 米以上的急傾斜矿体或厚达 30 米以上的緩傾斜矿体中，可以采用本法开采。

矿石硬度f＝6以上，稍稳固，上下盘岩石稳定性不受限制，但上盘最好較稳固。

本法同样要求矿石无結块、氧化和自燃等性质。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜……240

电耙生产能力，米³/台班……40（耙斗容积0.5米³）

劳动生产率，米³/工班：

凿岩工……32

工作面工……8.8

每立方米矿石材料消耗：

炸药，公斤……2.1（其中用于矿石二次破碎的1.2）

雷管，个……3.24（其中用于矿石二次破碎的 3）

导火綫，米……2.45（其中用于矿石二次破碎的2.1）

釬子鋼，公斤……0.045

硬合金，克……2.2

坑木，米³…… 0.0008

矿石貧化率，%……5.0

矿石損失率，%……5.0

回采强度，米/月…… 6.0

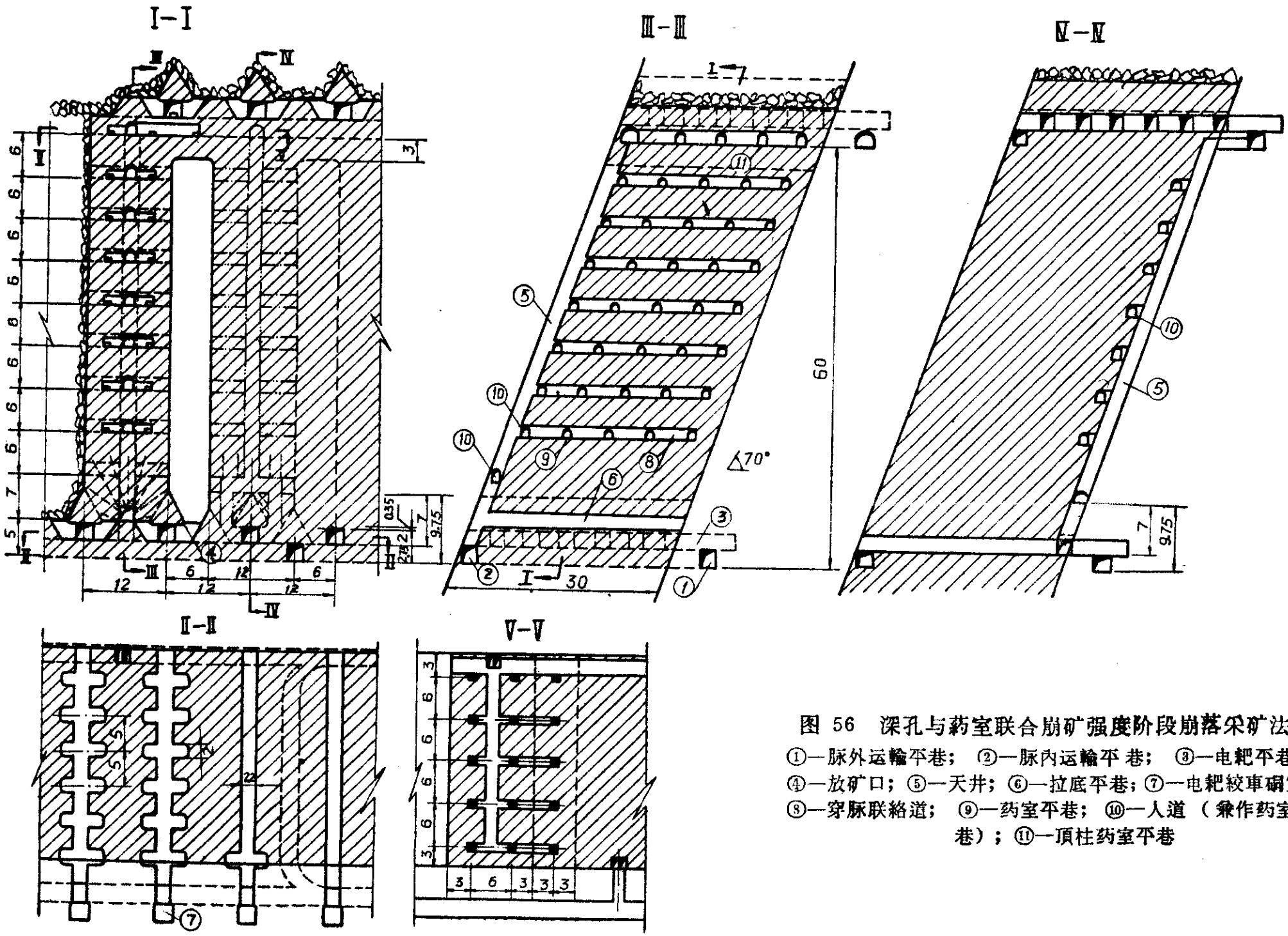


图 56　深孔与药室联合崩矿强度阶段崩落采矿法

①—脉外运輸平巷；　②—脉內运輸平 巷；　③—电耙平巷；
④—放矿口；⑤—天井；⑥—拉底平巷；⑦—电耙绞車硐室；
⑧—穿脉联絡道；　⑨—药室平巷；　⑩—人道（兼作药室平巷）；⑪—頂柱药室平巷

图 57、58 的说明

自天井崩矿的深孔阶段强制崩落采矿法

（設 計 标 准 方 案）

地 质 条 件

本法一般适于用来开采水平厚度为 20～25 米以上的急倾斜矿体，或接 近水 平而厚达 30米以上的矿体。矿石硬度f＝6以上，中等以上稳固。上下盘岩石稳定性受限制，但最好上盘岩石較稳固。矿石无結块、氧化、自燃等性质。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，米³/昼夜…… 360
电耙生产能力，米³/台班……40（耙斗容积0.5米³）
劳动生产率，米³/工班:
　凿岩工……17.5
　工作面工……8.25
每立方米矿石材料消耗:
　炸葯，公斤……2.0（其中矿石二次破碎1.2）
　雷管，个……3.2（其中矿石二次破碎 3）
　导火綫，米……2.7（其中矿石二次破碎2.1）
　釬子鋼，公斤……0.08(其中矿石二次破碎0.04)
　硬合金，克……4.7（其中矿石二次破碎2.2）
　坑木，米³……0.001
矿石貧化率，%……15.0
矿石損失率，%……10.0
回采强度，米/月……6.0

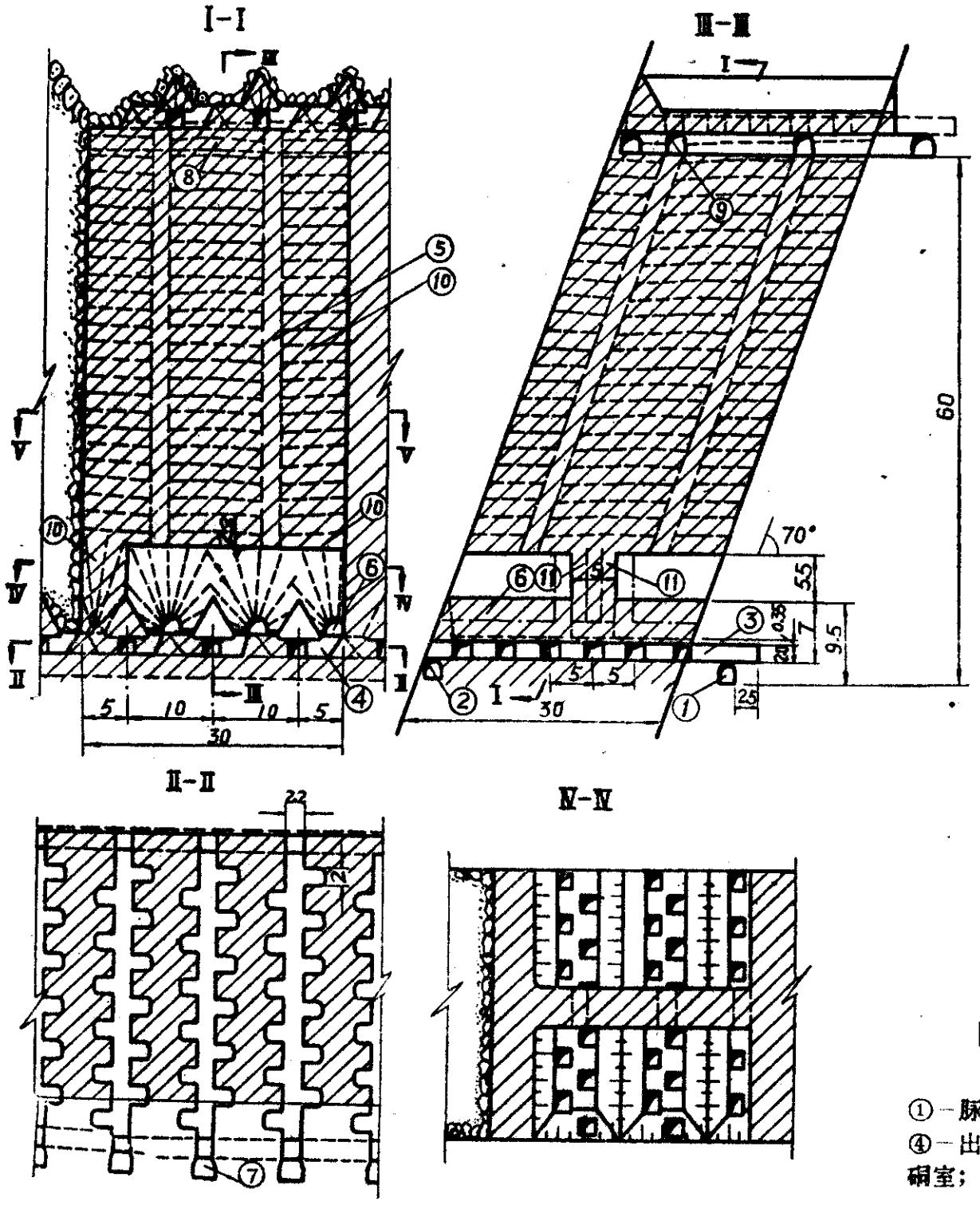
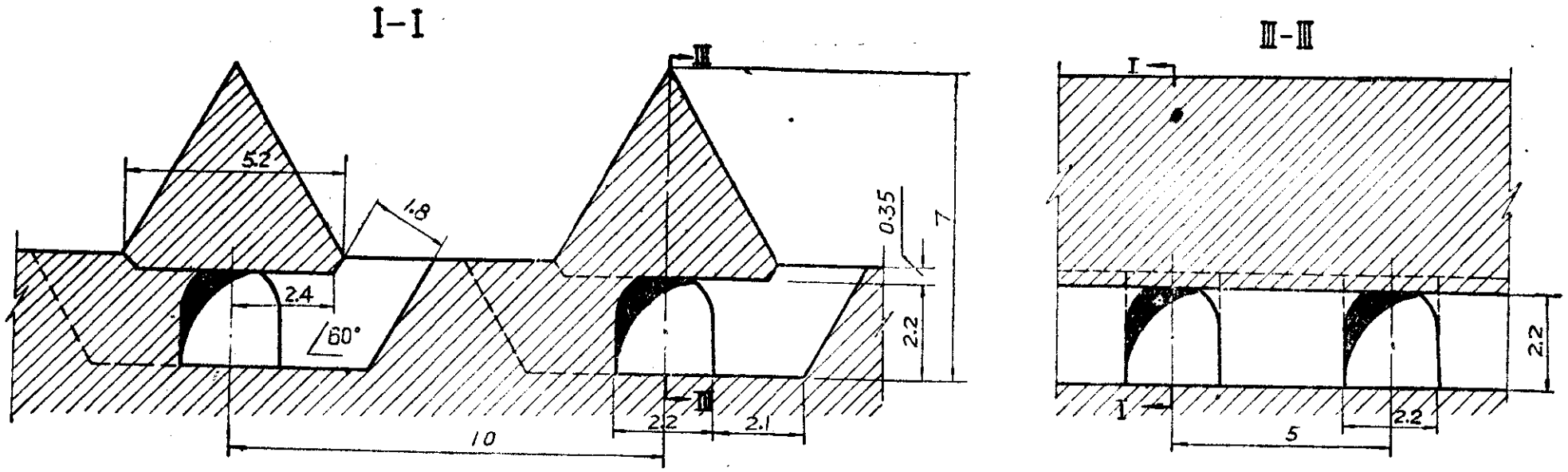


图 57　自天井凿岩深孔强制阶段崩落采矿法

①－脉外运输平巷；　②－脉内运输平巷；　③－电耙平巷；④－出矿口；⑤－凿岩天井；⑥－拉底平巷；⑦－电耙绞车硐室；⑧－穿脉平巷；　⑨－凿岩天井联络道；　⑩－接杆炮孔；⑪－拉底天井



顶视图

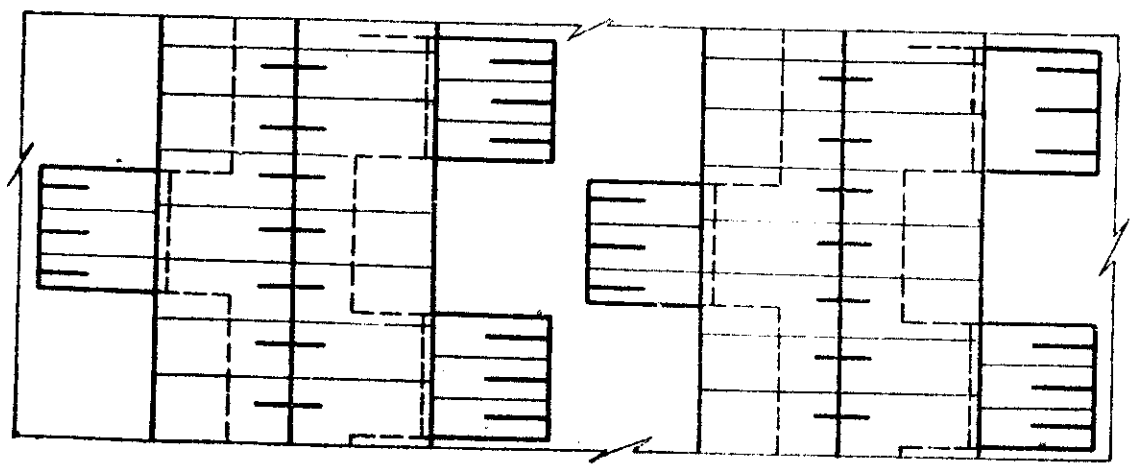


图 58　自天井凿岩深孔强制阶段崩落采矿法
底部结构图

图 59 的说明

阶段自然崩落采矿法在 120 矿的应用

（試　驗　方　案）

地　质　条　件

矿体主要賦存于黑色白云岩及灰色白云岩中，矿石以孔雀石为主，其水平厚度为25～34米，倾角为 60～80°，矿石节理发达，不稳固，f＝3～6，体重为 2.6 吨/米^3；矿体与围岩的接触不明显。

矿体上盘为中等稳固的黑色泥质白云岩，下盘是不稳固（f＝3～6）的角砾岩，上下盘节理都很发达。

采　矿　方　法　特　征

矿块的采准、切割工作完成后，即开始进行拉底工作，造成一定的空間；待拉底面积增加到一定程度时，在地压的作用下，矿石即开始自然崩落，随着拉底面积的不断增大，自然崩落的过程也就加剧。为了提高劳动生产率和回采强度，加快矿石的崩落过程，就必需强化采准和切割工艺过程，并在回采过程中用葯包进行輔助爆破。

崩落的矿石自漏斗放至电耙巷道，然后装車运出。

技　术　經　济　指　标

矿块生产能力，吨/昼夜……422

劳动生产率：

放矿工，吨/班……18

电耙，吨/台班……72

每立方米矿石材料消耗：

炸葯，公斤：

崩矿……0.04～0.06

二次破碎……0.038～0.163

坑木，米^3…… 0.0130～0.0142

矿石回采率，%……88.4

矿石貧化率，%……2.2～6.6

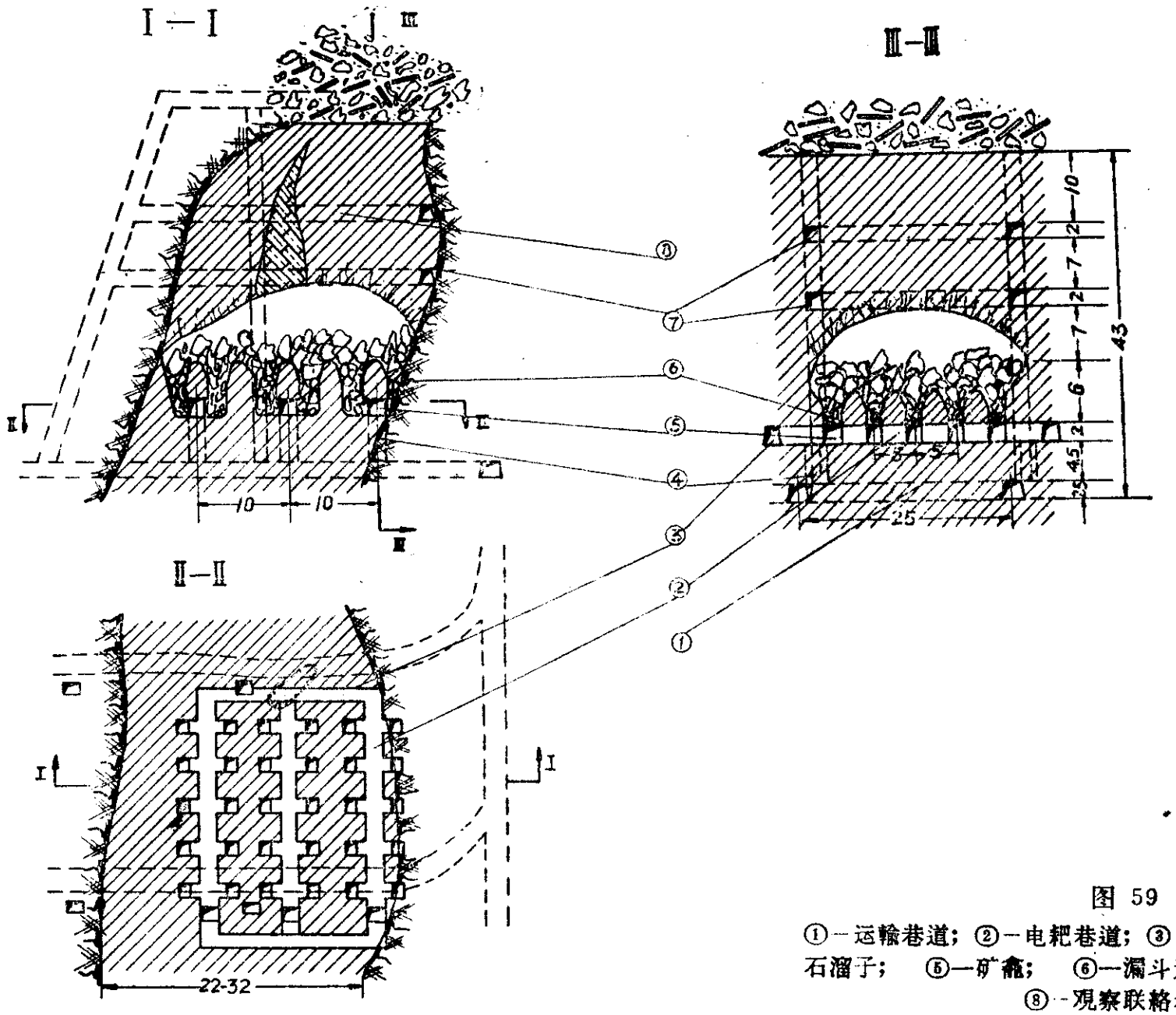


图 59

①—运输巷道；②—电耙巷道；③—电耙联絡巷道；④—矿石溜子；⑤—矿仓；⑥—漏斗天井；⑦—切帮巷道；⑧—观察联絡巷道

四、充填采矿法及支柱充填采矿法

充填采矿法的特点是，回采工作由下而上分层进行，每采一分层即充填一分层，充填料的作用主要是支护采空区的两帮，同时也为继續进行上分层的回采工作造成可以立足的底板；充填工作与落矿、运搬以及其他作业按一定規律依次进行或異地交替平行进行。

充填采矿法一般用来开采两盘围岩不稳固的中厚以下的矿床，在矿体厚度大于4～5米，矿床地质条件恶劣，矿石和围岩都不稳固，而且矿体賦存要素变化很大的条件下，則要采用方框支柱充填采矿法。

方框支柱充填采矿法的特点是：以一定次序，用方框支柱配合充填料来維护采空区。矿石的回采是以等于方框容积的分間进行的。矿石由分間采出后，立即架設方框并把它坚固地楔紧。随着分层的回采，依次架設方框。并充填。

充填采矿法，特别是方框支柱充填采矿法的回采工艺极其复杂，支柱与充填工作的劳动繁重；矿块生产能力和采矿工劳动生产率都很低。方框支柱充填法的坑木消耗量大。实践証明，这类采矿方法的經济效果是很差的，因此这两种采矿方法除非在某些特殊情况（如地表不允許陷落）下，一般都全能以生产率較高和經济效果較好的其他采矿方法来代替。但在最复杂的矿山地质条件下，如矿石富而不稳固，矿体形状不定且变化較大，矿石与废石相間成层，或矿体中含有大量夹石，以及地表不允許陷落时，这种方法仍是一种特殊条件下的有效采矿法。

图 60 的说明

水平分层充填采矿法在 121 矿的应用

地 质 条 件

矿床属于热液接触交代矿床，主要矿石为含銅磁硫鉄矿，含硫很高，矿体厚度为20～35 米，傾角为 30～40°。矿石稳固，f＝8～10，体重为 4.0 吨/米³。矿体中夹石較多。

上盘为閃长岩，f＝8～10；下盘为頁岩，f＝10～12；上下盘围岩均較稳固，与矿体接触明显。

該矿采用了水平分层充填采矿法（图 60）。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜……116
劳动生产率，吨/工班：
　　凿岩工……49.2
　　工作面工…… 2.9
充填工效率，米³/工班…… 4.0
每立方米矿石材料消耗：
　　炸葯，公斤…… 0.767
　　雷管，个…… 1.44
　　坑木，米³……0.167
　　导火綫，米…… 0.441
　　硬合金，克…… 3.0
　　釬子鋼，公斤…… 0.113

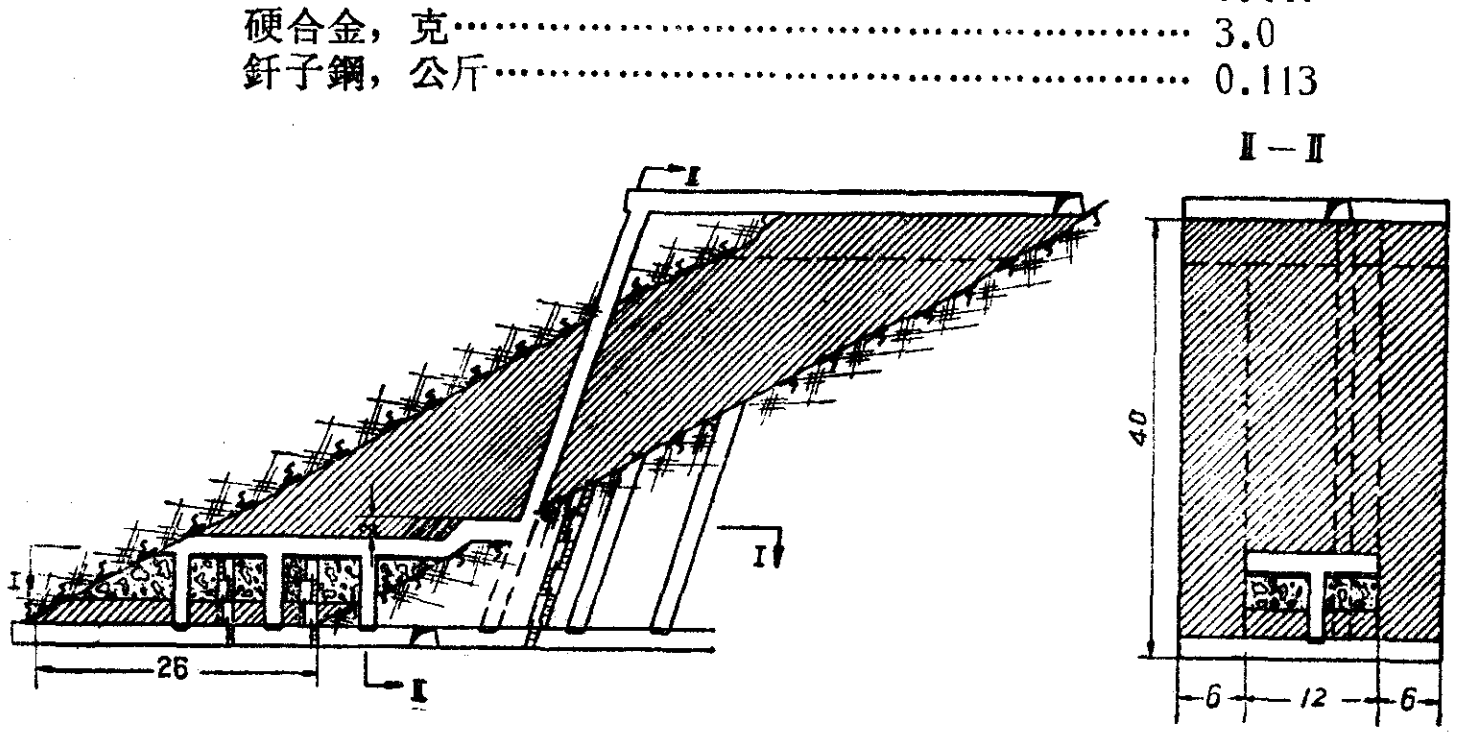


图 60

图 61 的说明

方框支柱充填采矿法在 122 矿的应用

地 质 条 件

矿石极不稳固，松軟，有粘結性，f＝1～3。矿体呈扁豆状；厚度变化很大，一般为2～20 米，傾角在 20～70° 之間变化。

围岩为大理岩，节理发达，f＝6～8。地表不允許陷落。

采 矿 方 法 特 征

图 61 是該矿采用垂直分条方框支柱充填采矿法的情况。阶段高度为 50 米（有时也将其分为两个分段，分段高为 25 米），分条宽度为 3～4 个方框，其长度等于矿体的厚度。采准巷道的布置如图所示。一般在阶段平巷（矿柱的高度等于两个方框）矿柱之上进行全部切割拉底工作，在底板上鋪設地梁和木板，并在地梁木板之上架立方框，然后开始回采。回采工作在平面上是由天井开始，由上盘向下盘推进。矿石一般用 OMCJI-5 型、IRP-73 型风鎬或手鎬采出；当矿石坚硬时，則用凿岩爆破的方法进行崩矿。采下的矿石用人力运至放矿溜井，然后放出。随着回采工作的进行，每采完一个方框，便架設一个方框。方框規格（高×长×寬）因使用地点不同而分为大方框（2.1×1.8×1.8 米）、中方框（2.1×1.5×1.5 米）和小方框（2.1×1.05×1.05 米）等三种。为了減少木材消耗，提高劳动生产率，应尽可能地采用大方框。

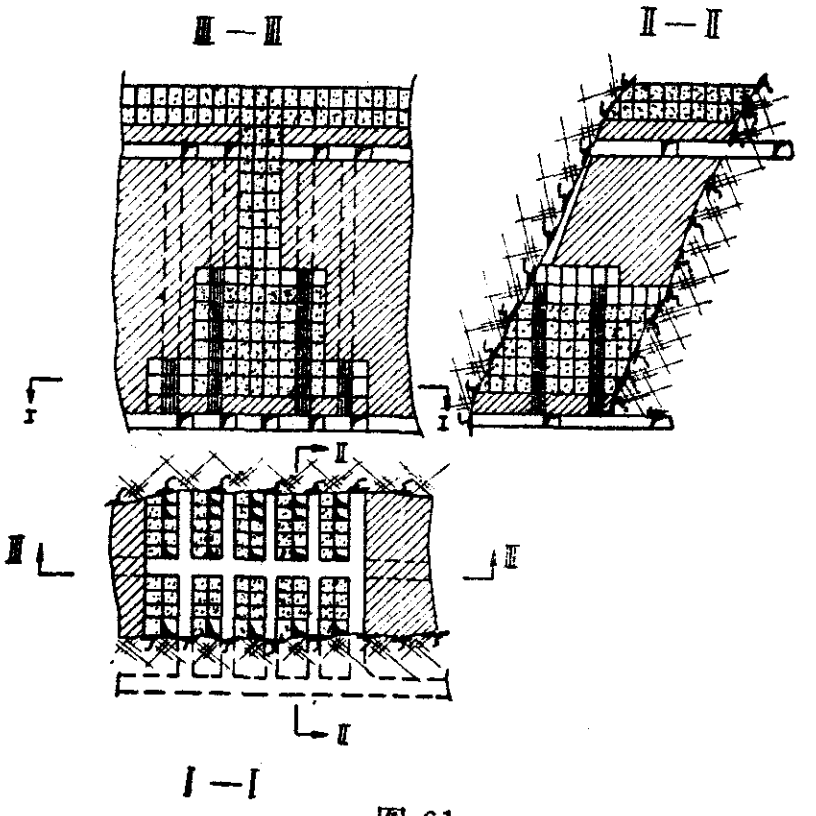


图 61

充填工作用人力进行，充填料一般距顶板 2～4 个方框，当条件恶劣时，应根据具体情况，或只保留一个方框不充填，或者除留人行运矿道外全部进行充填。

技 术 經 济 指 标

工作面工劳动生产率，吨/工班……3.5
充填工劳动生产率，米³/工班…… 2.7
每吨矿石材料消耗：
　炸葯，公斤……0.11
　坑木，米³…… 0.1～0.15
矿石回采率，%……95.0
矿石貧化率，%…… 5.0

五、矿 柱 回 采

(一) 頂柱和底柱的回采方法

在金属矿床开采中，通常是根据矿柱遺留情况和矿房的采矿方法，利用深孔大爆破法或分段崩落法，来回采頂柱和底柱。

在采用分段采矿法、阶段矿房式采矿法或留矿采矿法开采的大型矿床中，水平扇形深孔崩落頂柱的方法获得了广泛的应用。这是因为水平扇形深孔較平行深孔經济，采准工作量小，不需要經常移动鉆机，也无需在頂柱附近掘进凿岩巷道，因而不致削弱頂柱的稳定性，同时也避免頂柱突然冒落。

在开采围岩坚硬而稳固的矿块时，可以在回采矿房的同时，进行局部底柱的回采工作。这种方法的优点是矿石的回收率高，貧化率低；且适用条件严格，作业不够安全。

图 62 所示，为 106 矿用深孔崩落頂柱的情况。

用大爆破方法崩落頂柱的主要缺点是矿石的損失率較高。

用分段崩落法回采矿块底柱时，为了降低矿石的損失率和貧化率，在放出崩落頂柱的矿石之前，应在漏斗內充滿矿石。

图 63 为 123 矿采用傾斜分段崩落法回采頂柱和底柱的情况。

105 矿在回采矿房已經充填的頂底柱中，采用了巷道支柱充填法，在多中段同时进行矿柱回采，以滿足矿山技术改造和大規模生产的需要。图 64 是使用巷道支柱充填法回采頂柱和底柱的情况。

(二) 房間矿柱和民窑残柱的回采

矿房回采后的房間矿柱，或者同已采的两相邻矿房的頂柱一起回采，或者在两相邻矿房的頂柱崩落后，再用其它采矿法回采。在生产中常常采用后一种方式。

根据房間矿柱的遺留形式和特点，一般采用深孔爆破法、分段崩落法及分层崩落法回采矿柱。最近某些矿山还創造了一种留矿采矿法和分段采矿法来回采矿房充滿废石的房間矿柱，也取得了良好的效果。这种采矿法，主要用来开采寬度大于 6～8 米，矿石稳固而規整，且矿房已經充填的房間矿柱。它的优点是回采强度大，劳动生产率高；矿石的損失虽然比較大，但与分段崩落法比較不相上下。

图 68 所示，是 109 矿采用水平深孔大量崩落民窑残柱的情况。

图 62 的说明

106 铁矿用深孔崩落顶柱的实例

地 质 条 件

矿体为赋存于結晶石灰岩（上盘）与透輝石矽嘎岩（下盘）之間的接触交代矿床，平均厚度为31米，傾角为50°。矿石以磁鉄矿为主，其中夾有少量的黃鉄矿、黃銅矿等杂质。矿石节理不发达，硬度 f＝4～6，中等稳固，体重 4 吨/米^3。围岩稳固，f＝8～10，上盘石灰岩因受火成岩浸入的影响，节理发达。

采 矿 方 法 特 征

矿房用分段采矿法回采。矿房是直交走向布置的，其寬度一般为 12 米，矿柱寬度为 7 米；由于旧有巷道的限制，阶段高度为 33 米，遺留的矿柱矿量（包括房間矿柱）占矿块总矿量的 67%。

图 62 是采用水平扇形深孔单独崩落顶柱的情况。

技 术 經 济 指 标

凿岩工劳动生产率，吨/工班……108
每千吨矿石采准工作量，米…… 4.6
每米深孔崩矿量，吨…… 1.5
每立方米采出矿石的材料消耗：
炸葯，公斤……0.25
雷管，个……0.17
矿石回采率，%……92.4

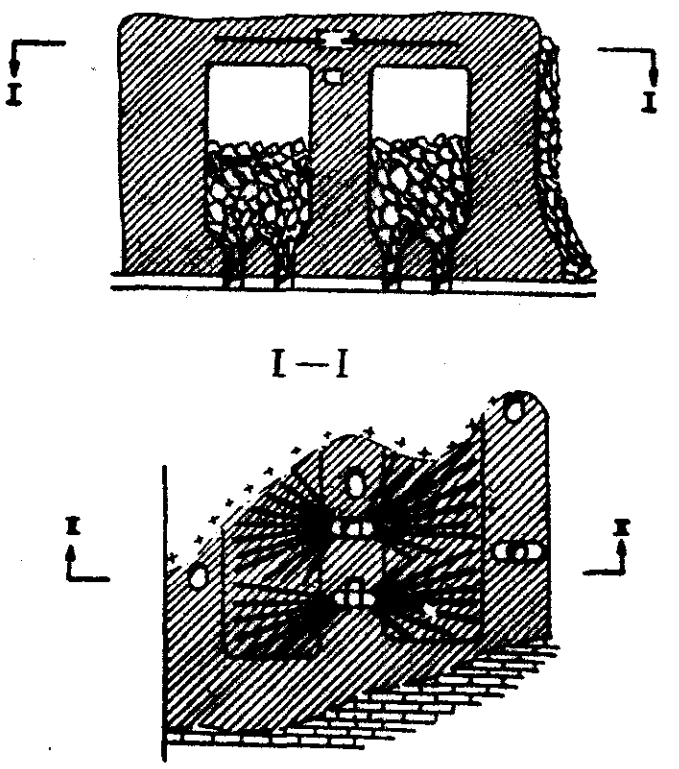


图 62

图 63 的说明

123 矿用倾斜分段崩落法回采顶柱和底柱的例子

地 质 条 件

矿石为扁豆状赤鉄矿，品位較高。矿体厚度 1～5 米，走向长 80～100 米，傾角 40～60°。矿石节理发达，中等稳固， f＝8～13。矿体上下盘围岩为不太稳固的千枚岩，有时为大理岩，f＝5～6。矿房用充填法回采，遺留的頂柱厚 3 米。

采 矿 方 法 特 征

遺留的頂柱和底柱是用傾斜分层分段崩落法（图63）回采的。首先自阶段平巷开帮，其厚度等于矿体厚度，然后根据矿柱厚度不同分为 2～3 个倒梯段以向上炮眼崩矿。通常底柱超前于頂柱回采。如矿石很稳固，頂柱也可超前于底柱回采。采下的矿石落于充填废石上，用人力或电耙运至矿石溜井，矿石清理后，崩落最上面一层保护矿皮，让充填料和废石跟下来。如此，随采随退，直到矿柱全部采完为止。为了防止矿柱局部片落，可用木垛或立柱支护。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工……48

运搬工…… 6.3

每立方米矿石的炸葯消耗，公斤……0.47

矿石回采率，%……62.0（頂柱超前于底柱的回采率可达70～80%）

矿石貧化率，%…… 7.0

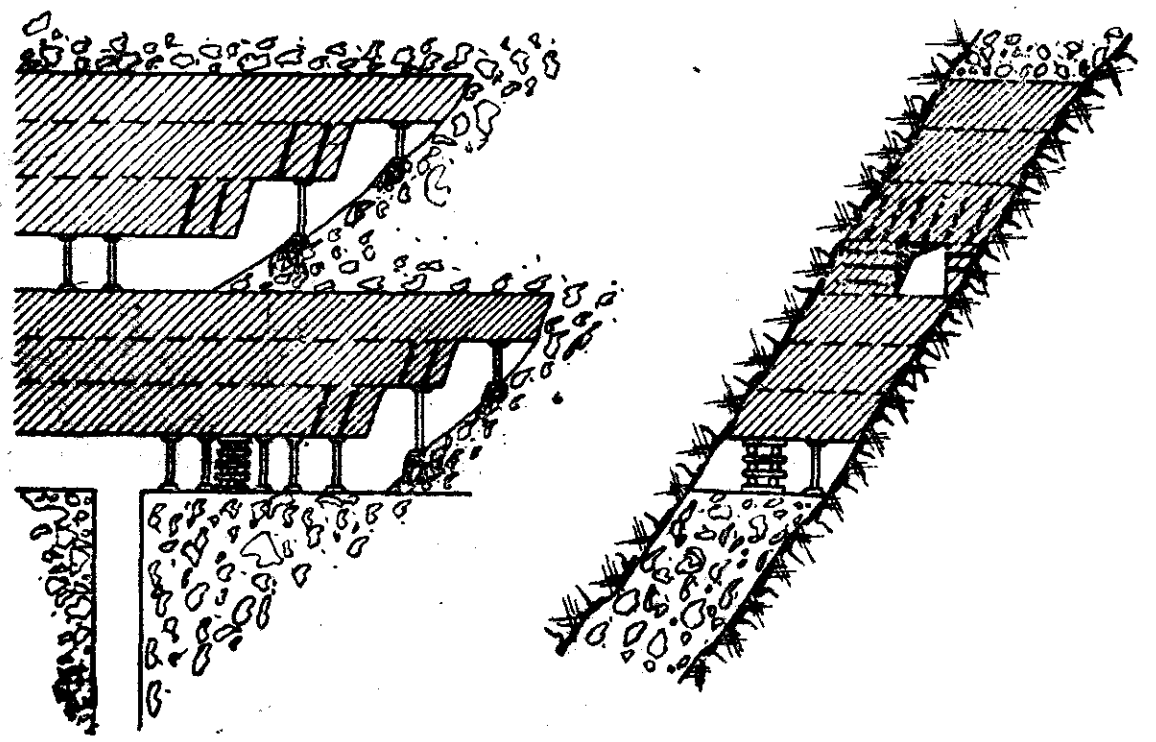


图 63

图 64 的说明

105 矿用巷道支柱充填法回采顶柱和底柱的例子

地质条件和矿柱遺留情况

該矿为含鉬矽嘎岩矿体，厚度大于4～5米，傾角为 38～45°，节理发达，f＝10～12；围岩为浸有矿染矽嘎岩化的石灰岩，f＝8～10。矿房是用水平分层充填法回采的，直交走向布置矿块，矿房寬为 10～15 米，矿柱寬为 6～8 米，中段矿柱厚 9 米。由于采矿工作不正規，同时分散在 7 个中段作业，每个中段都遺留了大量的矿柱。

采 矿 方 法 特 征

为了滿足生产上的需要，結束多中段同时作业的被动局面，必須加速矿柱的回采工作，因此采用了巷道支柱充填法在多中段同时进行矿柱回采。采用这种低效率的回采矿柱的方法是为了防止上盘未采矿体的主要坑道系統破坏、并要求在多中段同时作业，而不能采用崩落法的条件下，用来回采中段矿柱。

实践証明，巷道支柱充填法虽然劳动生产率低，支柱充填工作繁重，但与其它各种支柱充填法回采矿柱比較，它的优点是充填严密可靠，工作安全，工作面的暴露面积較小，并能有效的确保实行多中段同时回采作业。当采取縮短矿块长(寬)度、增加回采工作面、实行快速回采及多循环等措施后，回采强度和劳动生产率得到了进一步提高。

图 64 是用巷道支柱充填法回采矿柱的情况。

技 术 經 济 指 标

工作面生产能力，吨/昼夜…… 25～30
工作面工劳动生产率，吨/工班……2.7
每立方米矿石的材料消耗：
　炸葯，公斤……25～30.669
　雷管，个…… 1.3
　坑木，米³……0.06

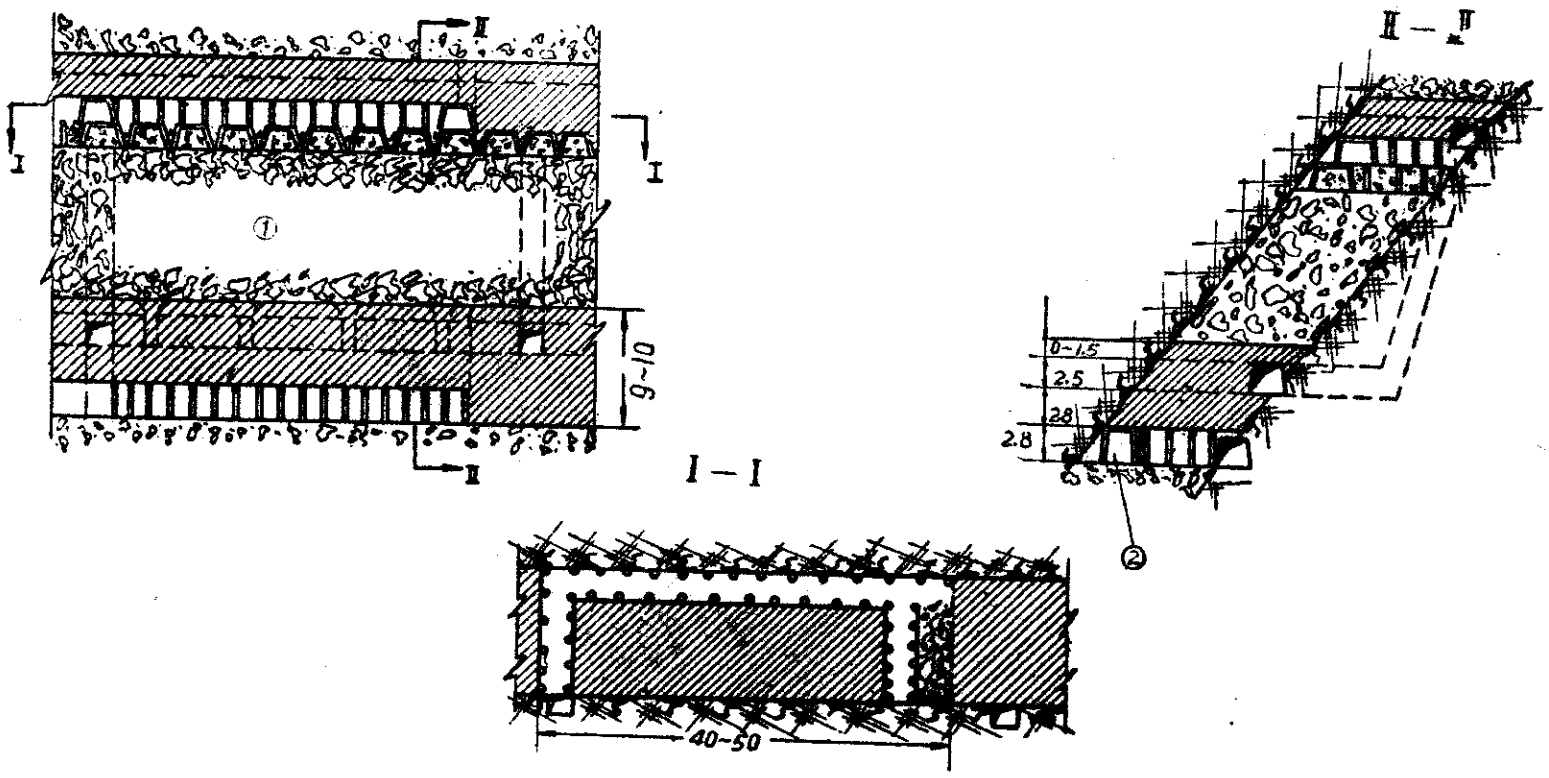


图 64
①—充填区；②—第一分层平巷

图 65 的说明

106 铁矿用深孔崩落房间矿柱的例子

地 质 条 件

与图 62 說明中的地质条件相同。

采 矿 方 法 特 征

房間矿柱两侧和上下中段都是充填的废石。由于矿柱不够稳固，在矿柱中不能掘进过多的巷道，因而采用扇形深孔崩落矿柱。

在爆破矿柱之前，扩大放矿漏斗为自由面，并为避免过分的震动而影响矿柱的稳固性，宜于用浅眼扩大漏斗。爆破后，为了防止废石的大量混入，在矿柱两侧留下 0.8～1 米的保护矿壁。

图65是采用扇形深孔大量崩落房間矿柱的情况。

技 术 經 济 指

凿岩工劳动生产率，吨/工班……105
每千吨矿石的采准工作量，米…… 8.0
每米炮孔的崩矿量，吨……18.8
每立方米矿石的材料消耗：
　炸药，公斤……0.17
　雷管，个……0.20
矿石回采率，%……68.4
矿石貧化率，%……16.9

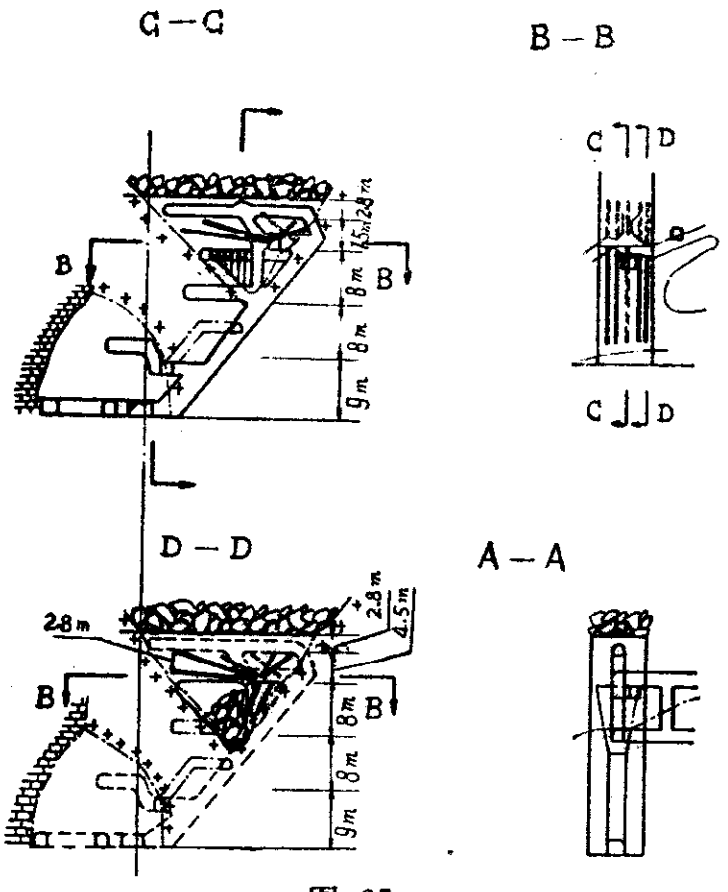


图 65

图 66 的说明

105 矿用分段崩落法回采房间矿柱（1959 年）

地 质 条 件

地质条件与图 64 的說明相同。房間矿柱的寬度为 6～8 米，长度等于矿体厚度，即 15～30 米。矿柱两側是废石充填的矿房。

采 矿 方 法 特 征

根据房間矿柱遺留的情况，采用分段崩落法回采，其回采工作的步驟是：自天井向上盘或分别向上下盘掘进分段平巷后，即自平巷的末端向两側掘进切割进路，然后崩落頂部矿柱。随着回采工作的进行，以后退回采方式，每采一个进路，即崩落一个进路的上部頂柱，然后再崩落平巷上部的矿柱，直至采完整个分段为止。

为了提高房間矿柱的回采强度，采取了多分段同时回采的方案，即上部分段依次超前下部分段一定距离（一般不小于 5 米）。

图 66 是采用分段崩落法进行多分段同时回采的情况。

技 术 經 济 指 标

矿块生产能力，吨/昼夜…… 75
工作面工劳动生产率，吨/工班……4.8
每立方米矿石的材料消耗：
炸葯，公斤……0.51
坑木，米^3…… 0.06
鈒鋼，公斤……0.12
合金，克……0.0016
雷管，个……0.83
矿石回采率，%……70.0～75.0
矿石貧化率，%……7.0～9.0

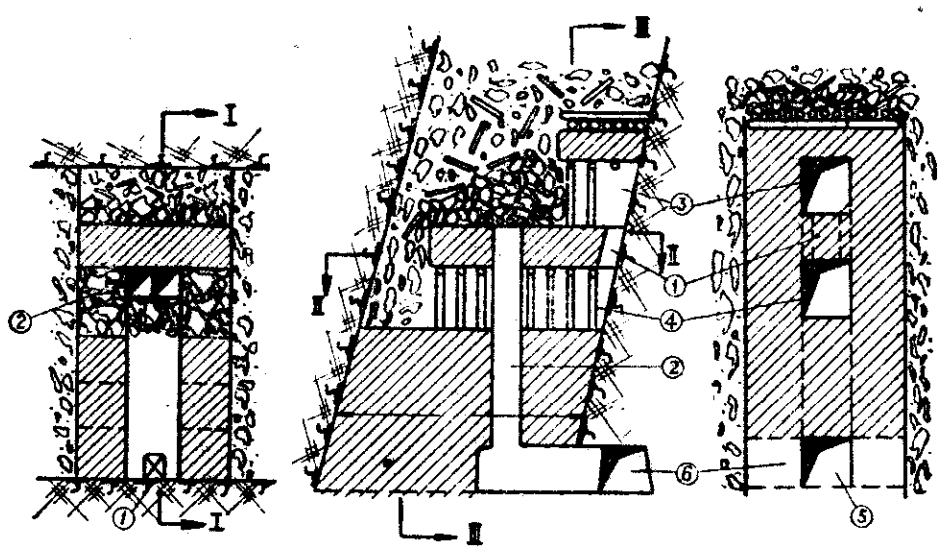


图 66

①—分段矿石溜井；②—天井；③、④—上、下部分段平巷；⑤—运輸横巷；⑥—运輸平巷

图 67 的说明

105 矿用分层崩落法回采房间矿柱

地 质 条 件

矿床赋存于矽嘎岩化的石灰岩内，围岩稳固，矿体倾角为 30～45°，厚度为 12～20 米，矿石局部节理发达。矿房用充填法回采，房間矿柱寬度为 6～8 米，在矿房开采过程中，对矿柱边緣有所破坏。

采 矿 方 法 特 征

回采时，在矿柱两边各留 0.5 米左右的护壁，阻止废石混入。随着回采工作面的推进，在进路底板上每隔 0.8～0.9 米，鋪設长梁（长 4～5 米，直径为 200～250 毫米），然后在它的上面鋪設一层密集小圓木与其直交，回采分层并鋪設假頂与降落頂板（包括强制崩落上盘岩石）后，即可进行下分层的回采工作。

技 术 經 济 指 标

工作面生产能力，吨/昼夜…… 67
工作面工劳动生产率，吨/工班……5.4
每立方米矿石的材料消耗：
炸葯，公斤……0.98
雷管，个……0.90
导火綫，米……1.68
坑木，米^3……0.087
矿石回采率，%……75.0～80.0

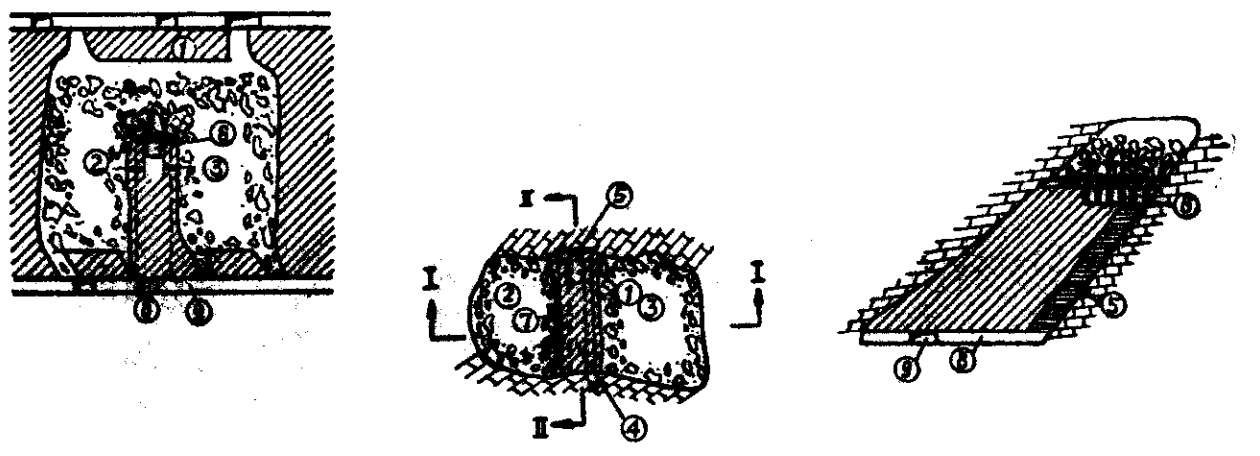


图 67

①—遺留的頂柱；②—第11充填采空场；③—第12充填采空场；④—矿壁；⑤—天井；⑥—分层平巷；⑦—护壁（保护矿皮）；⑧—运輸横巷；⑨—运輸平巷

图 68 的说明

用水平深孔大量崩落法回采老窿区矿柱

地 质 条 件

矿石为含铜磁鉄矿，硬度 f＝12，傾角为 85～90°，属于极厚矿体。围岩为頁岩（上盘）和石灰岩（下盘），均稳固。在老窿区中，遺留有大量矿柱，分布形状极不規則。

老窿区共划分为四个矿块，每个矿块阶段高度为 50～65 米，沿走向长度为 22～39 米，矿块寬度平均为 30 米、底柱厚为 8 米，房間矿柱寬为 5～7 米，耙运巷道上的漏斗間距为 7～8 米。

采 矿 方 法 特 征

用深孔崩落法回采老窿区矿柱。回采时，由西部向东部按矿块用大爆破后退式方法进行回采。

凿岩采用 БМК-2Б 型潛入式钻机及 КА-2М-300 型带硬质合金钻头的廻轉式钻机，也可以用接杆的 КЦМ-4 型及 ПТ-45 型凿岩机。采用哪种方法，由不同条件和不同要求来决定。炮眼排列以水平扇形深孔为主，配合使用水平平行深孔和上向及下向扇形深孔。崩落的矿石在耙运巷道中进行二次破碎，然后用电耙（功率为 45 瓩，耙斗容积为 0.6 米³）把矿石送入漏斗装車。

图68所示，是老窿区第三矿块采用深孔崩落矿柱的情况。

技 术 經 济 指 标

劳动生产率，吨/工班：

凿岩工…… 112

电耙工…… 120

工作面工……16.5

每米炮孔崩矿量，吨……31.2

每吨矿石的材料消耗：

炸葯，公斤……0.325 （其中二次破碎 0.22）

雷管，个…… 0.079

导爆綫，米…… 0.065

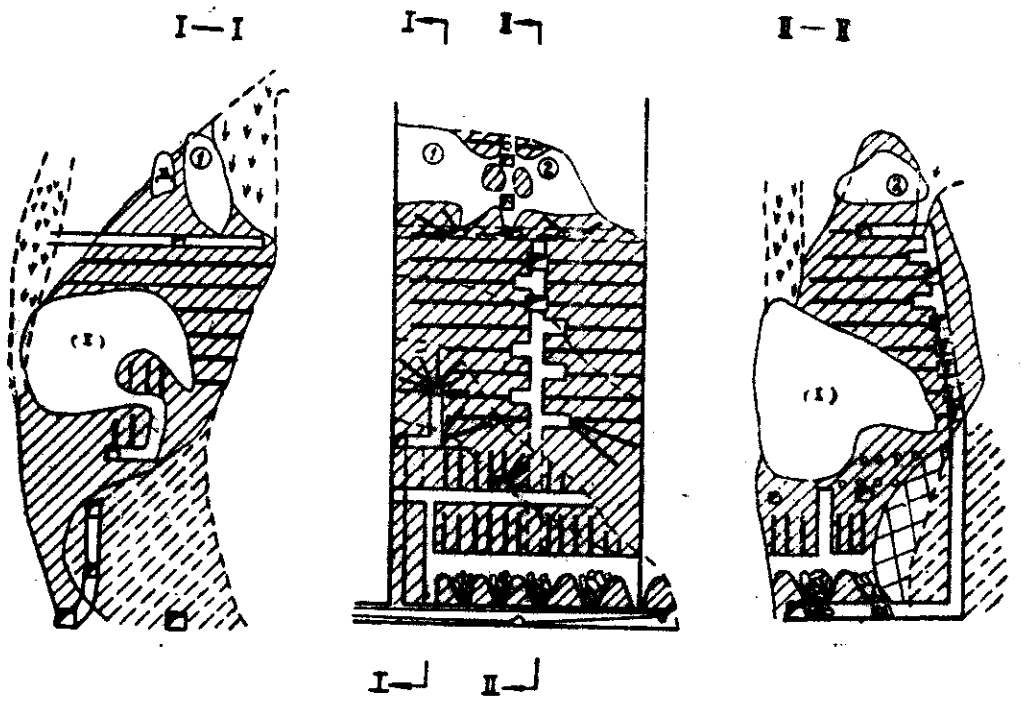


图 68

①—第310采空区；③—第311采空区