

采矿文集

金属矿床
地下开采

4

冶金工业出版社

出版者的話

十年来我国的采矿工业在生产建设和科学研究等各方面有了飞跃发展，取得了很大成就。各矿在不断吸收国内和国外技术经验（主要是苏联的经验）和不断创造经验的过程中，一日千里地发展着。为了及时介绍国内外的先进技术，广泛交流经验，以满足采矿工业飞跃发展中广大职工学习技术的需要，我们决定按专题选编国内外有关采矿工业生产建设和科学研究的文章，以“采矿文集”的形式分辑出版。

在这本“采矿文集”第四辑中选编了八篇有关金属矿床地下开采方面的文章，供采矿技术人员、设计人员、研究人员和大专学校学生参考。

目 录

- 烏拉尔各銅矿采矿方法的發展道路……Б.К.米尼亞耶夫(1)
- 改进阶段强制崩落法开采工艺的某些
 問題……В.А.蕭斯塔科夫(20)
- 克里沃罗格各鉄矿矿房及矿塊的拉底……Ф.А.科比查(38)
- 矿塊底柱采准方式及矿塊底柱結構的
 合理化……А.Н.巴拉保尔金(59)
- 大量崩落采矿法中合理耙运長度的
 确定……В.А.蕭斯塔科夫(67)
- 阶段强制崩落法中矿石損失和貧化的变化
 及其評价……Г.Д.赫塔吉洛夫(78)
- 采下矿石的安息角与塊度的关系……Л.И.巴朗博士等(107)
- 采下矿石的塊度对运搬效率的
 影响……М.И.阿果什柯夫等(116)

烏拉爾各銅礦採礦方法的發展道路

B.K. 米尼亞耶夫

烏拉爾大部分黃銅礦床均為塊狀礦石的急傾斜扁豆狀礦體，長度及厚度各不相同。唯捷格嘉爾礦床與之不同，它為脈狀礦體，長約4.5公里，厚為1~1.5米，在脹起處厚達110米。

上述礦體的圍岩與礦石，無論就穩固性，或是就硬度來看，都是差別極大的，但大多數均相當堅硬，允許有較大的暴露面。

塊狀礦床一般的特点是具有很大的構造斷層。

所見到的礦物有：黃鐵礦、黃銅礦、閃鋅礦及砷黝銅礦。次生礦物有藍銅和較少的輝銅。

在大多數情況下，礦體是埋藏在噴發凝灰頁岩層中。礦床頂盤由浸染有硫化物的石英絹雲片岩構成。底盤為分層很厲害的鈉長岩、石英斑岩及有硫化物極貧的浸染體的綠泥頁岩。

大部分礦床均有垂直成帶性。表現為：氧化帶、浸出帶、次生硫化富集帶及原生礦帶。

原生礦的化學成分為：硫——40~50%、鐵——35~37%、鋅——1.3~2.5%及銅——0.9~2.0%；另外還有金、銀及其它成分。

由於採礦技術條件的不同，所以早在廿世紀三十年代里便採用了各種不同的採礦方法開采烏拉爾各黃銅礦床，所用的採礦方法有：分層崩落法、分段崩落法、水平分層方框支柱充填法、垂直分條法、水平分層及傾斜分層無支柱充填法、留礦法、藥室裝藥大量崩落法、礦塊自然崩落法及分段平巷法，

等等。

在个别矿山中，有的同时采用5、6种不同的采矿方法，每种方法在开采总量中所佔比重都不超过20~25%。在一个矿山上同时采用许多种采矿方法，便使得矿山的工作大大复杂化。

经过积累经验和周密分析研究矿山地質条件之后，后来便广泛采用了分層崩落法和分段崩落法。分層崩落法在銅矿开采总量中所佔比重达到了35~40%，并且直到现在它的比重还保持在这一水平上。

各矿山于1934年开始应用分段崩落法，并且到1937年，用此法开采的銅矿已佔整个烏拉尔銅矿开采总量的47%。

在广泛推行分段崩落法的各种方案当中，是缺乏足够经验的。在很多情况下，矿山地質条件均不适宜采用此种方法，结果为掌握这种方法造成很大困难，也造成很高的矿石损失。这样一来，便在崩落区内为氧化过程的发展造成极有利的条件。因而随着温度的增高，工作面内的劳动条件便严重恶化。

由于当年缺乏消除黃銅矿开采中氧化过程的必要经验，所以内因火灾一直拖延了很久，带来的损失很大。

为了消灭矿井火灾，曾采用了最有效的灭火方法——灌漿法，即将泥漿经过由地表鑽出的鑽孔用压入法灌到采空区内。在各銅矿上設立了專門的泥漿攪拌厂。

由于在某些矿上矿井火灾的危险不断加重，所以便对所造成的局面組織了广泛討論。在多次采矿方法会议上，总结了国内各黃銅矿所采用的采矿方法的使用经验，并确定了其火灾危险的相对程度。

火灾危险最大的采矿方法有分段崩落法。其有代表性的特点，是矿石损失高，坑木耗量大。

最后在會議的決議中指出，为了降低火災危險程度起見，一律禁用分段崩落法开采有火災危險的黃銅矿床。

同时，还限制了分層崩落法在这种条件下的应用，并建議大力推广空場充填法。

过了几年，在对待所采用的各种采矿方法的态度上产生了明显的变化。举例來說，到1944年，分段崩落法的比重就由1937年的47%降低到8%。在这段时间里，尽管曾建議限制使用分層崩落法，要使用充填法，但分層崩落法的地位却有了显著提高，分段平巷法和留矿法也得到广泛应用。

虽然对待所采用的采矿方法的态度上变化很大，但是各矿的火災危險仍然很严重。

不仅在用分段崩落法时發生矿井火災，就是在用分層崩落法时也發生了矿井火災。

更严重的是，就是在用曾被認為是火災危險較少的那种充填法开采的采区中，也發生了火災。在个别矿山上，由于氧化过程的强化，再加之不善于消除这些过程，結果蒙受火災損失的可采面积达60~80%。

为了最大限度地减少可受火災威胁的可采面积，簡化消火方法并且制止火災沿走向蔓延，在黃銅矿的开采实践中开始采用了联合采矿法。

为此，便在矿体中厚8米以上的各区段沿走向連續开出寬5-7米的一些矿房，在其間留出寬10~15米的矿柱。由于矿石稳固，所以矿房用水平分層方框支柱充填法，或只充填不支护，而房間矿柱則用分層崩落法回收。

由于改用了联合采矿法——兩步驟采矿法，矿井火災的消灭过程便大大簡化，原因是火災往往都發生在第二步驟，并且火災已被由岩石充填的矿房所阻止而不得沿走向蔓延。但是，

在开采中所采的脉内采准方式是不可能使有火災区段徹底隔絕的。在往火源灌漿时，泥漿順各运输水平層巷道流动，影响了矿井的生产，并且不可能將采空区完全灌注泥漿。

后来，对开采前矿床采准方式作了根本改变。在脉内采准的同时，补充进行井田的脉外采准。脉外采准用于回收房間矿柱而脉内采准则可迅速地准备好井田以便回采矿房矿量。

在掌握采空区灌漿消火法和改变矿床采准方式的同时，还对采矿方法作了改进，并試用了新的，較有效的采矿方法，这类方法有：分段平巷法及分段橫巷法(圖 1 及 2)。

这一采矿方法在采矿总量中的比重为10~30%，某些矿上在个别年份，其比重达60%，甚至达70%。在开采烏拉尔各黃銅矿床的条件下，矿房往往都是垂直矿体走向布置。房間矿柱的宽度为8~14米时，矿房的宽度为6~12米。因此，从1938年起，在矿房內落矿中，开始广泛采用上向式鑿岩机，回采分段的高度不超过8~10米，达到12米的分段高度是非常少的。在这种高度的情况下，鑿岩机的效率大大降低，因而，靠降低采准切割工作量所获得的利益便不能認為是合理的。

在往矿車內耙运砂石的条件下，貯矿巷道是直接掘进在主要运输平巷上面。采用这种方式时，矿房矿量可比用其它方式时增加8~10%。

貯矿巷道上的放矿漏斗交錯布置，間隔5~6米，由溜眼开始掘进。放矿漏斗的截面不大于 $1.2 \sim 2$ 米²。分排到每个放矿漏斗上的矿房面积为25至30~50米²。

在应用最广的各种矿房采准方式中应当提出的是由数个溜眼依次掘进分段巷道的方案，各溜眼用对头式水平工作面彼此联通(見圖 1)。

矿房內的采准切割工作量为18~20%，这些工作結束之

后,便开始用深孔落矿。矿房内的回采是由顶盘向底盘方向推进。

在开采厚度不超过8~10米的单独矿体或区段时,矿房是沿矿体走向布置。在这种情况下,矿房的回采是由中央向房间矿柱推进或由一个矿块矿柱向另一矿柱推进(见图2)。

根据矿石的物理机械性质,可以由“开式进路”或由“闭式进路”进行深孔落矿。每名工作面工人的每班生产能力,包括采准切割工作在內,可为4~5米³,矿房的昼夜产量为200至600~700吨。

在个别区段,不合格大块出量不超过3~5%,并且耙矿距离在10~15米时,矿房的产量达1500吨/昼夜。

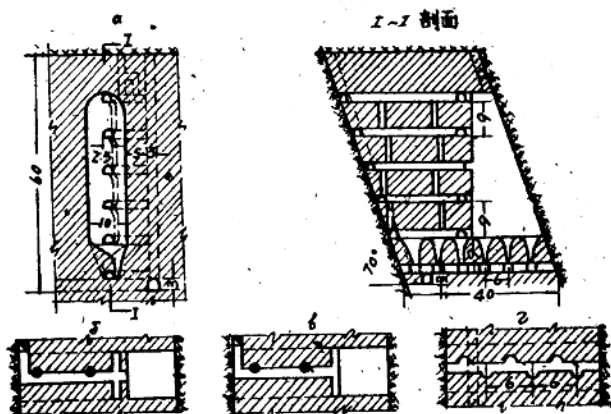


图1 分段平巷(横巷)采矿方案

a—沿走向剖面; b—闭式进路分段平面; c—开式进路分段平面;
d—贮矿水平层平面。

各矿房所用的充填料是掘进巷道时掘出的废石,有时,也用炼铜厂的粒渣。在大多数矿山各矿井均用矿车运输充填料,

仅在捷格嘉尔和卡拉巴什两矿顺利地利用水力运输来运送粒渣,这可使每名充填工的劳动生产率由4~5到13~15米³/班。这样,大大缩短了充填工作时间,并降低了工程费用。

但是,尽管水力运输充填料的优点很多,可是成本仍是很高,且费时较长,因为一台水力充填装置的生产能力不超过200~250米³。

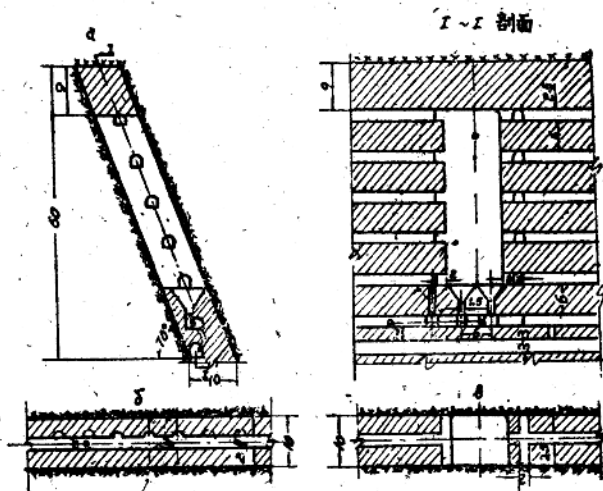


圖 2 分段平巷采矿法方案

a—垂直走向剖面; b—貯矿水平層平面; c—分段平面

由崩落区往采空的矿房內轉放廢石的方法,是一种最好、最廉价且效率最高的充填方法。

这种充填法的实质是:在矿房頂柱內房間矿柱边界上,靠近頂盤掘进一截面为1.5~2米²的轉放溜眼(圖3)。矿房采完之后,在溜眼周边打深孔并爆破,借此將溜眼截面扩大到20~30米²。除了捷格嘉尔矿之外,利用由崩落区轉放岩石这

种充填方法的还有基洛夫格勒矿务局2号利弗赫矿井和布利亚文矿。在捷格嘉尔矿，在回采鄰接矿体厚部分的310~250米水平層阶段的矿房时也采用了这种充填法。

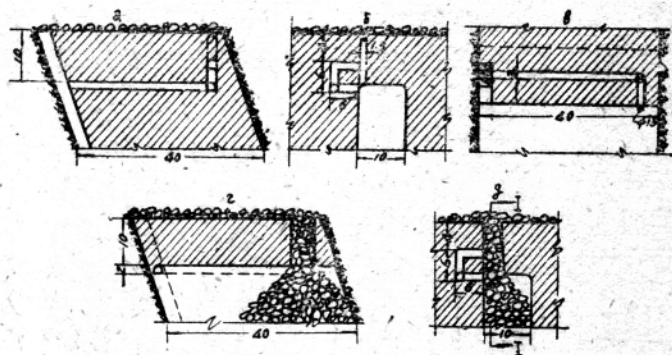


圖 3 由崩落区往采空的矿房轉放岩石

- a—房間矿柱中心綫剖面；b—充填溜眼及观察溜眼中心綫剖面；
c—充填分段平面由崩落区往矿房轉放岩石时的情形；d—垂直走向剖面(I—I剖面)；e—沿走向剖面；

我們認為，可以向很多矿山推荐一下，把这一充填法同將由崩落区轉放到矿房內的岩石灌漿的方法配合起来应用。

为了利用减少成本很高又繁重費力的采准切割工作量并推行大量落矿，以显著提高分段平巷法的效率，烏拉尔銅業科学研究所于1954年曾建議在捷格嘉尔矿的条件下將矿房內分段高度增加到20米(圖4)。

采用BMK-2型鑽机便促进了在工业条件下推行上述建議，这种鑽机已由科什提姆机械厂成批生产。

在試驗过程中，所得結果良好，矿房大量落矿时每名鑿岩工的每班效率为40~45米³，这要比采用分段高度为8~10米

的分段崩落法的各矿較高的指标还大一倍。

由于矿房中会发生硫化物粉尘爆炸以致破坏采区甚至整个矿井的正常生产，所以深孔的爆破只排在星期日进行。为防止硫化物粉尘爆炸，曾取了不同的措施。在目前广泛用于世界各国的最有效而且相当可靠的抑制粉尘的手段要算是，巷道洒水及强力通风。严格实行这两项措施，是可以防止硫化物粉尘爆炸的。

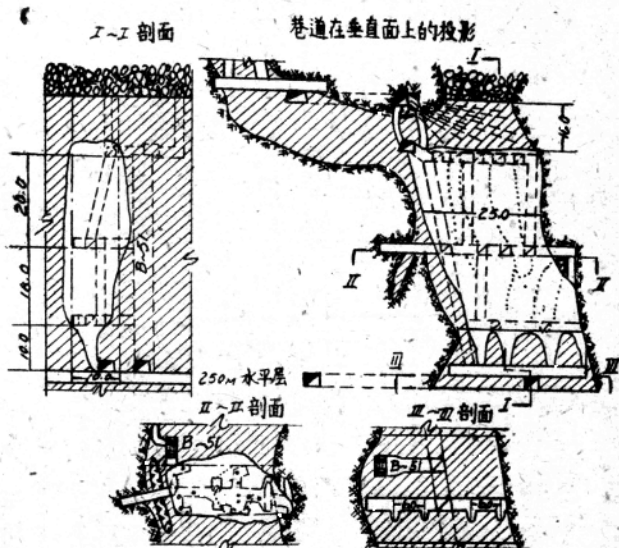


图 4 分段高20米的分段平巷(横巷)法方案
2号基本矿井, 49号矿房

为了进一步提高分段平巷法的劳动生产率和效率，必须作到：

1. 在开采黄铜矿床时，应采用 BA-100 型鑽机 或其它型式最完善的鑿岩机械，使每名鑿岩工的深孔鑽进效率提高到

10~12米/班。

2. 在用分段平巷（横巷）法开采时，应采用鑽鑿在所采矿房全高上的40~45米深孔进行落矿（圖5）。

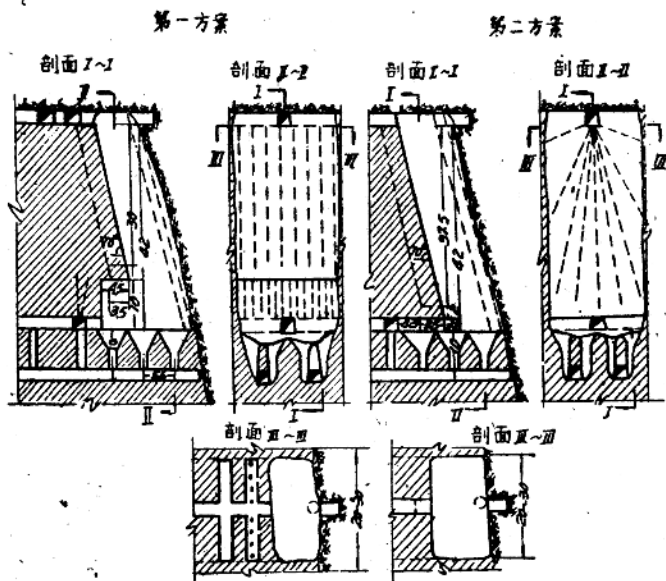


圖5 矿房阶段深孔落矿方案

实行这两項建議还会使分段平巷（横巷）法的效率更加提高，降低采矿成本，并使采矿組工人的劳动生产率大大提高。

在各黃銅矿的生产实践中，即使在最有利的采矿技术条件下，矿房矿量也不超过35~40%，在較差的条件下，其矿量甚至要降低到矿塊矿石儲量的25%。

矿量这一不利的比例关系就減低了联合采矿法的效率。因此，寻求联合采矿法的最佳参数，就成了最迫切需要解决的問

題了。

除上述提高分段平巷法回采矿房的效率的措施外，烏拉尔銅業科學研究設計院又編制出一個設計并進行了用混凝土柱代替房間矿柱的准备工作。同时，还利用了芬蘭某矿的經驗。

这一新法的實質，在于垂直矿床走向，用分段平巷(横巷)法开采一寬8米的开割槽(圖6)。

开割槽开好之后，灌注100号混凝土。水泥耗量为350公斤/米³。混凝土規定在井下組織攪拌。混凝土的原材料(砂、碎石、礫石)用水力运输运到混凝土攪拌处。

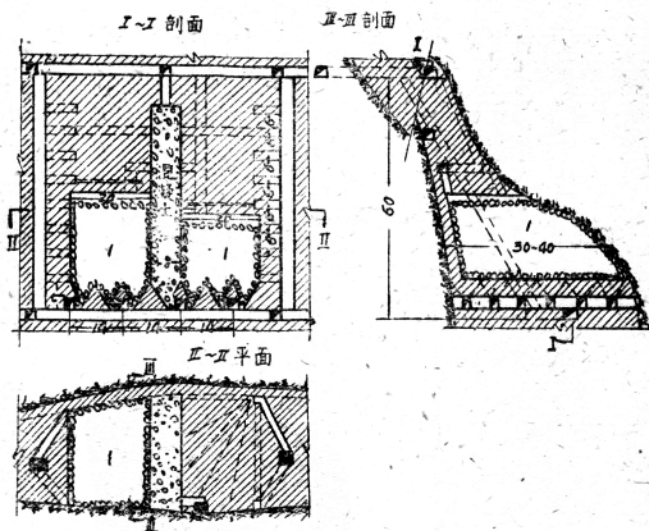


圖6 有人造矿柱的矿房回采法方案
1—留存的矿石；2—混凝土柱

用混凝土泵順管道將混凝土送入采空区。与人造矿柱相鄰的矿房，其寬度取为20米以下。这些矿房用留矿法回采；留矿

房內用水平扇形深孔落礦。

各留礦房采到設計高度之後，將其中礦石全部放空；然後用深孔崩落頂柱，其礦量不超過15%。

每名工作面工人的設計勞動生產率取為15米³/班，礦石損失不得超過7~8%，混凝土充填的費用計劃每采1噸礦石為3盧布40戈比。頂柱崩落並放完礦石之後，在試驗礦塊內往崩落岩石上進行預防性灌漿。這就是我們提高聯合採礦法效率的途徑。

應當指出，與上面我們所探討的聯合採礦法的發展前途有所不同的是，目前有的用分層崩落法來回收房間礦柱。在礦體厚度超過15米時，礦柱往往是經過沿每一礦柱中心綫掘進在與礦床頂盤接觸面和底盤接觸面相距10~20米處的兩條脈外天井

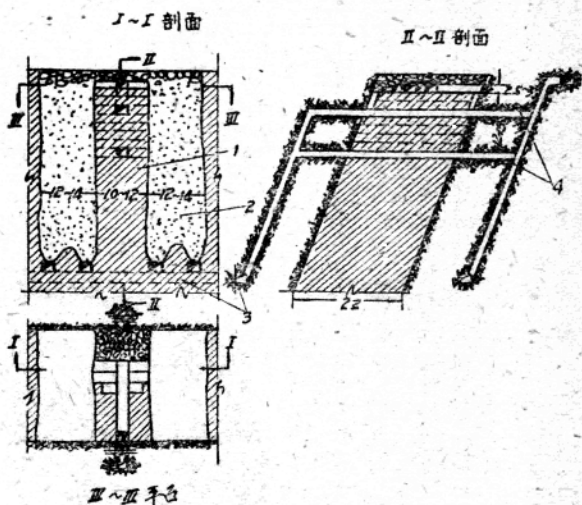


圖 7 回收房間礦柱用的分層崩落法方案

1—房間礦柱；2—已采空並充填的礦房；3—主要脈外運輸平巷；
4—貯礦水平層

来回收的（圖7）。

將房間矿柱分成数个高于12~15米的分段。在分段的标高上，脉外天井彼此用截面不超过6~7米²的横巷联通。在回收矿柱时，这一横巷用作貯矿巷道，沿其將矿石耙运到天井。从貯矿巷道到所回采分段的整个高度上，在与頂盤及底盤岩石的接触面处掘进两个三格溜眼。在第一分層标高上，兩溜眼用横巷联通，回采工作就从此横巷向前推进。

矿柱厚度在15米以下时，其回采工作从这一接触面向另一接触面推进；如厚度较大时，則矿柱的回采工作便从矿塊中間向兩側接触面推进。

回采进路通常都沿走向布置并以房間矿柱的宽度为限。

所談的这种回采方式应用最普遍。采用这种方式可保証工作面利用暢通的風流良好地通風，并且每一分層还有两个安全的出口。

工作分層的高度目前取为3米。回采进路的截面在9米²以下。每一矿柱內的工作面数目最少为1，最多为4。每一工作面的产量为40~50吨。每名工作面工人的每班生产率平均不超过2米³。坑木耗量达10~12%。

采用此种方式回收房間矿柱已具有多年經驗，这保証在开采工作的年平均下降深度在25米以內的条件下，可使每个矿柱日回采量稳定地保持为100吨。

为了进一步提高分層崩落法的效率，必須作到：

1. 增大工作分層的高度——在3米以上；
2. 制造一种新式垫板，可不架設在每一分層上；
3. 研究一种由工作面直綫耙矿的系統；
4. 在工作分層上將人工垫板同工作面的活动輕型金屬支架配合起来使用；

5. 研究一种新式垫板，可以不架支柱进行分層回采。

为杜絕可能發生的火災事故，在房間矿柱回采到一个分段的高度，即12~15米之后，进行采空区預防性灌漿，泥漿量佔分段中采出矿量的20~25%。經烏拉尔銅業科学研究設計院的研究証明：这一数量的泥漿是以在9~10个月的期間内制止氧化过程的發展，在这一期間内应采完下一个分段。

各黃銅矿都掌握有消除火災危險的大型設備，加之在最近几年已积累了預防性灌漿的經驗，这就可以提出这样一个問題，即檢查采用采空区預防性灌漿的高分段崩落法以及阶段強制崩落法的消除火災危險的效果及程度。

根据安全技术規程規定，这些方法是禁止在有火災危險的矿山上应用的，后来，从1955年下半年起又开始在赤衛軍矿、捷格嘉尔矿、別洛列欽矿及“第三国际”矿上进行試驗。

用高分段崩落法回收房間矿柱时的采准工作，与用分層崩落法时相同，即在頂盤及底盤各掘进一个天井。依所定的分段高度，兩天井用垂直間距为15~20米的石門-橫巷联通（圖8）。

在每一分段上，这些巷道都作貯矿巷道用。从貯矿巷道每隔5~6米开掘一矿石溜眼，矿石溜眼彼此用一条巷道联通，后者用作鑿岩水平層。

在矿柱內拉底水平層以上7~8米高度上掘进第二条鑿岩水平層。

由这两条鑿岩橫巷彼此間隔4~5米向所采矿房那側掘进鑿岩进路。采用这种采准方式时，矿柱的一个分段內的采准切割工作总量佔其矿量的20~30%。这一切割工作量，在爆破鑽孔时使用作补偿硐室。

鑽孔用上向式鑿岩机及BMK-2型鑽机鑿。孔長不超过

6~7米。各分段內鑽孔成扇形布置。每个鑽孔的爆破面积取为 $1.5\sim 2$ 米²。

各分段的鑽孔用导爆綫或延發時間不同的电雷管起爆。分段內的矿石可按房間矿柱整个面积同时一次爆下或分片爆下。根据当地条件,每片的尺寸可取为 $10\sim 15$ 米。一般都是由頂盤往底盤方向进行爆破。矿柱內放矿是按整个面积均匀进行。

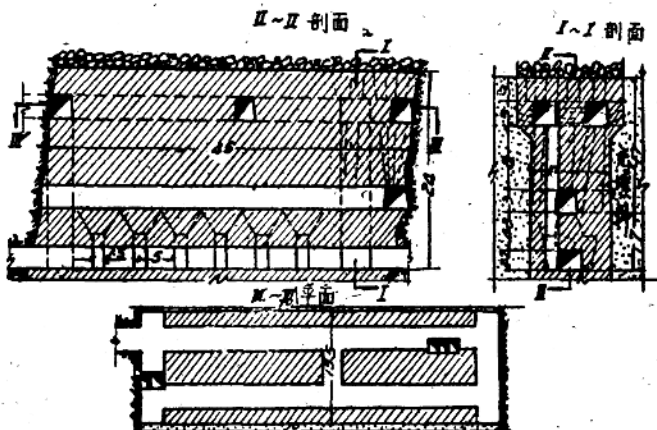


图8 高分段崩落法方案

矿柱貯矿横巷用容量为 $10\sim 28$ 千瓦和耙矿絞車运搬。耙斗容积为 $0.15\sim 0.5$ 米³。

采用高分段崩落法时預防性灌浆工作,与分層崩落法时相同。

现将試驗期間的技术經濟指标列述于下:

矿柱日产量	200~300 吨/晝夜
每名工作面工人的每班生产率	3.5~5 米 ³
每米接杆鑽孔的出矿量	3.1 米 ³
初次爆破炸藥耗量	1.53 公斤/米 ³