



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

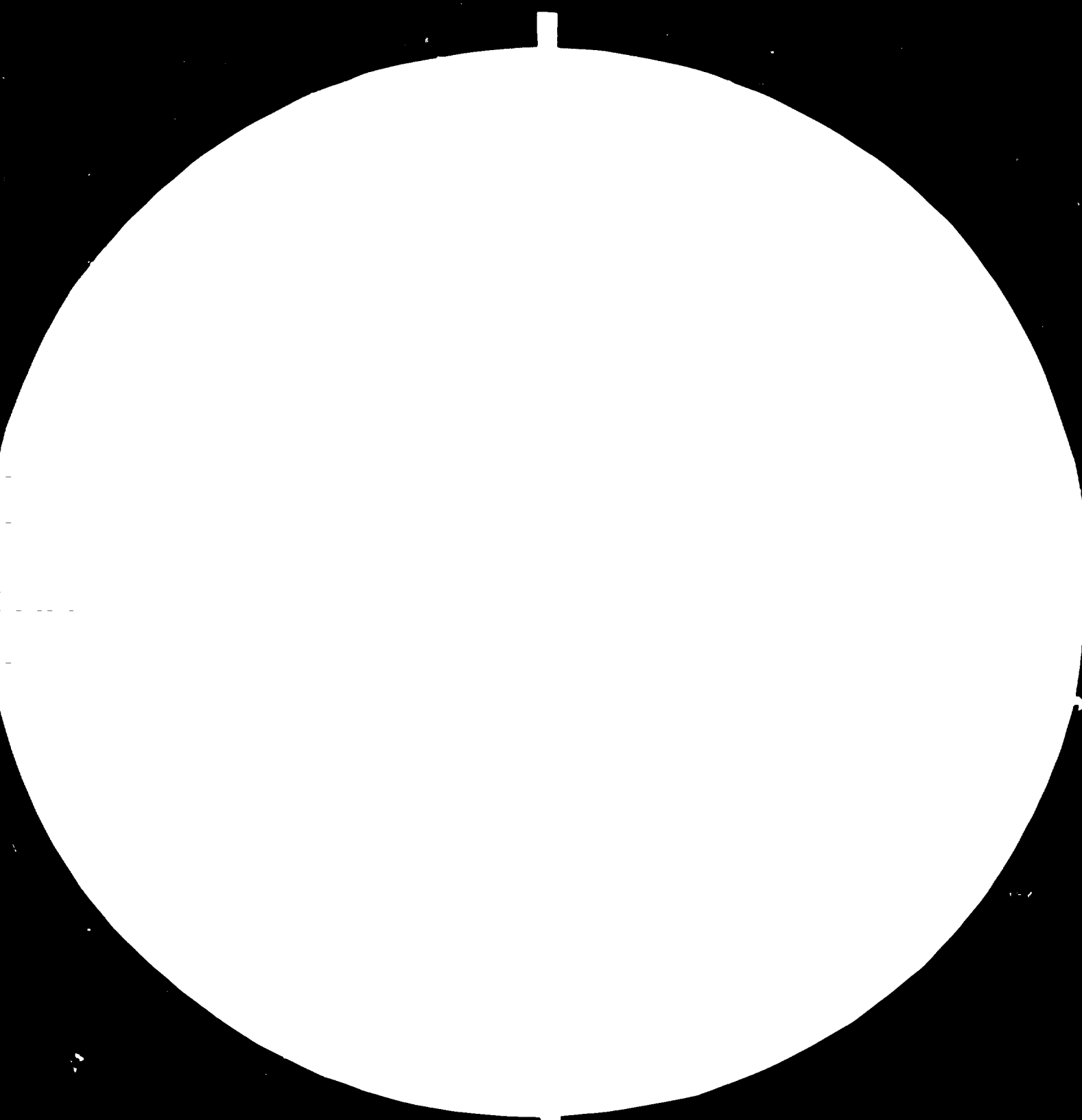
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





MITRUMEDIA, INC. 2000 W. 10TH AVENUE, SUITE 100, DENVER, CO 80202

1-800-368-7000 FAX 303-733-0800



11130-C

内部资料

DP/ID/SER.A/337  
10 August 1981  
Chinese  
Original: English

建筑材料与非金属矿物  
的专家服务与助学金  
DP/CPR/79/019  
中 国

*China. Assistance to  
the diamond mining  
industry.*

技术报告：对钻石采矿工业的援助—  
第701号矿从露天矿改变为地下作业

由联合国工业发展组织作为联合国开发计划署  
执行机构为中国政府所编写

D.H. Decon

根据钻石采矿专家大卫·H·达肯的著作

联合国工业发展组织  
维也纳

本文件中所使用的名称与所提供的资料，绝不意味联合国秘书处就任何国家、领土、城市或地区，或其当局的法律地位，或就其边界或疆界的划定表示任何意见。

提到商行的名称与商业产品并不意味着联合国工业发展组织（工发组织）对之表示赞同。

### 摘 要

联合国开发计划署（开发计划署）在中国的一个项目“建筑材料与非金属矿物的专家服务与助学金”（DP/CPR/79/019）是由一位联合国工业发展组织（工发组织）的钻石采矿专家着手进行的；工发组织是执行机构。

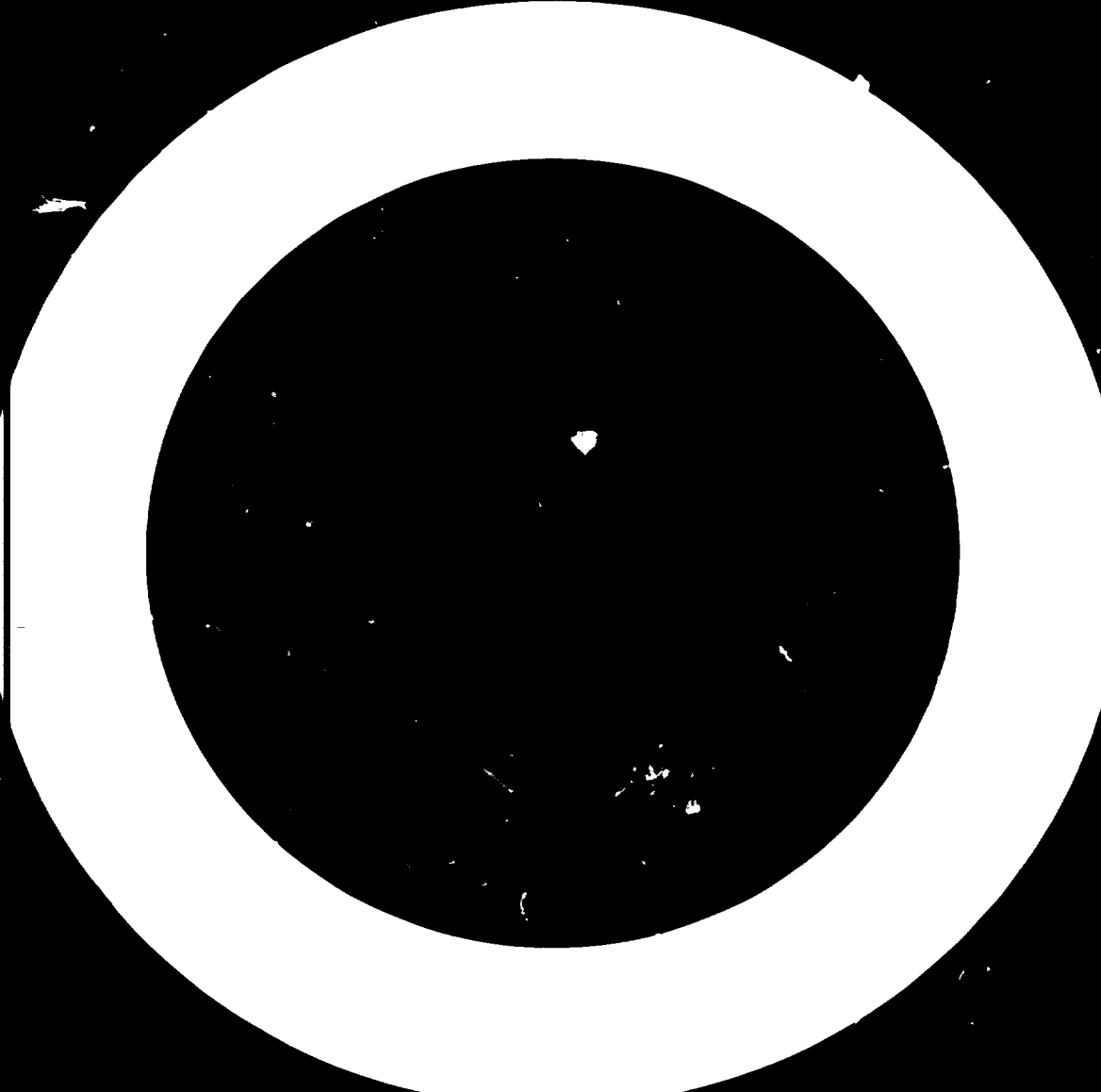
这一任务的主要目标是对将第701号矿从露天矿改变为地下作业提出一个可行的办法。其次要目标则是向全世界传播关于钻石采矿工业的情报。这一任务的期限只有一个月，其中两周将用于矿山工地。

得出的结论是，从实际的采矿观点看来，这一改变是可行的，不过由于期限太短，不可能提出任何一个单一的采矿办法。因此，选定了两种可供选择的办法，并提出了一个对两者都能适用的全面采矿计划。

建议下列工作应在最后决定一种采矿办法之前予以完成：

- (a) 进行测试以确定两种采矿办法的参数；
- (b) 通过比较以确定更加有利而经济的办法；
- (c) 对两种办法的各种因素作出矿石机械学方面的调查。

此外，建议在管理当前业务方面应给予援助，以改进一般管理、加工与安全。





目 录

<u>章 次</u>	<u>页 数</u>
导言 .....	6
结论与建议 .....	7
一、地下采矿计划草案 .....	9
A. 选择采矿方法 .....	9
B. 地下矿的全面计划 .....	13
C. 作业程序表 .....	15
二、堤坝采矿问题 .....	16
三、关于钻石采矿的讲课 .....	17
四、意见 .....	18
A. 矿井作业 .....	18
B. 厂地作业 .....	18
C. 管理能力 .....	18
D. 财务核定 .....	18
E. 安全 .....	19
<u>附 件</u>	
一、分段陷落法示意图——200米主平巷 .....	21
二、分段陷落法示意图——中间主平巷(±100米主平巷) .....	22
三、分段井坑坑道合理间隔及钻孔型式 .....	23
四、挖方与填方回采法示意图——100米主平巷 .....	25
五、挖方与填方回采法开发示意图 .....	26
六、蒙阴矿地面规划图 .....	27
七、备用竖井示意图 .....	28
八、生产前开发的粗略估计 .....	29
九、建造程序表 .....	31
十、生产前开发 .....	33

## 导 言

联合国开发计划署（开发计划署）在中国的一个项目“建筑材料与非金属矿物的专家服务与助学金”（DP/CPR/79/019）是由一位联合国工业发展组织（工发组织）的钻石采矿专家着手进行的；工发组织是执行机构。这一项目的期限是一个月。

建筑材料工业部所属第701号矿是在中国山东省靠近蒙阴县城的一座小型钻石矿。此矿显然为该国需要考虑从露天矿井改变为地下作业的第一座钻石矿。由于在这方面没有足以借助的本国经验，因此，通过开发计划署驻北京办事处向工发组织请求援助。

请求提供一位钻石采矿专家协助该国政府：

- (a) 起草一份有关露天开采改变为地下采矿的计划草案；
- (b) 就露天开采改变为地下采矿提出最切实可行的办法；
- (c) 建议解决其他问题的办法；
- (d) 确定各种技术经济数据；
- (e) 建议改进现有堤坝采矿法的办法；
- (f) 向当地人员讲解钻石采矿技术及国外发展的趋向。

这一援助的最初请求是在1980年6月提出的，专家于1981年6月29日到7月14日参观了这座矿山，并在这段期间的开始与结束时各在北京待了两天。

在与当地人员讨论了这一项目后，确定主要着重点应放在矿山设计及传播钻石采矿的情报上。除去两个次要目标外，以上目标已经达到。第一，由于堤坝矿的部分目前已经关闭，因此，并未化费什么时间在这一目标上。第二，由于这一项目的期限极为短促，当地人员一致认为在初期阶段项目的技术经济数据并不重要，因此这些数据可以留待以后考虑。同时，一致强调，这项工作只应局限于对实际计划方面的考虑；因此并未打算确定这些计划是否在经济上可行。这在与当地人员讨论期间就已提到，他们一致同意此类经济方面的数据根据，将由他们来完成。

## 结论与建议

### 结论

1. 将露天矿改变为地下作业是切实可行的，而且是目前当地人员力所能及的。
2. 规划小组必须与各有关部门相配合并必须有坚强的领导来控制项目的规划、设计与执行中的各种问题。
3. 在最后能作出决定采取一种采矿方法之前，须进行测试以确定某些采矿参数。包括如下一些测试：
  - (a) 确定矿砂/废料的汲取性能；
  - (b) 确定最适度的巷道与主平巷的间隔距离；
  - (c) 确定最佳填料；
  - (d) 确定这种填料的泵送与固化性能；
  - (e) 确定挖方与填方系统中矿柱的稳固性。
4. 对两种采矿方法中矿体断面间楔形废石的可能作用应进行调查。当地人员可能需要能有一些岩石机械学方面的专门知识的帮助。
5. 除去主矿井升降机有可能例外，所有拟议中的设备都应由当地制造。
6. 由于成本结构的不同以及缺乏数据，因此，不可能在规定的期限内确定项目的经济数据。
7. 所有经济上的数据根据都将由当地人员提供以提请政府批准。

### 建议

1. 专家赞成分段陷落开采法，但必须在作出最后决定前进行测试。
2. 应由当地人员对此项目提供经济上的数据根据。
3. 需要采取经济措施来帮助选择采矿方法及就露天矿改变为地下作业作出最终决定。
4. 所有用于地下作业的系统都应尽量简单。

5. 应立即采用贮存矿砂的办法，因为这一办法对于露天矿和地下作业都很有帮助。
6. 由于这一改变的期限短促，因此应加快计划与设计工作，以便能及早得到所谋求的批准并能在现场开始这一项目。
7. 在管理与经济系统方面的培训将能大大有助于这一作业。
8. 对于工作进程的任何建议都将大大有助于钻石的回收，从而提高这一作业的效益。
9. 对于地下作业的具体岩石机械学方面的建议，将会有助于就采矿方法作出决定。
10. 需要给予安全管理方面的援助。

## 一、地下采矿计划草案

为了完成这一项目的主要目标，专家将这件工作分成两部分。首先，考虑选择一种适合需要而又切合实际的采矿方法。其次，一待采矿方法选定之后，矿的基本设施将根据这一方法来加以设计。

### A. 选择采矿方法

向专家介绍了该矿的情况，并对现行作业作了描述，特别介绍了与这一项目有关的情报之后，专家与当地设计组一起举行了讨论，以确定在这方面有什么工作尚待完成。

最后，专家选择了下列可选择的采矿方法供初步审查：

- 整块陷落法
- 收缩回采法
- 分段陷落法
- 露天刨阶法
- 挖填回采法
- 小间回采法

很快就排除了整块陷落法和露天刨阶法，因为这两种方法适合于较大的、更加规则形态的矿体。花了一些时间来考虑剩下的四种可能方法的优缺点。在比较了收缩法与挖填法两种方法以后，认为后一种方法是可行的，因为收缩法：

- (a) 能使无法控制的雨水流入矿内；
- (b) 从长远来看，对原岩的支援并无贡献；
- (c) 在堤坝矿使用时未收成效；
- (d) 带来更大的稀释问题。

对于分段陷落法与小间回采法也进行了类似的比较，而选择了前一种方法，因为小间法：

- (a) 装运巷道需要有较为密集的巷道间隔；

- (b) 采用人工装运系统；
- (c) 开发比率偏高；
- (d) 可能会发生装运以及/或者压力问题，因为只有基本上毫无超载或者压力的情况下，矿柱才能维持坚固。

而且，分段陷落法实质上是一种经过改进的小间回采法。

在将最后待选的两中方法——挖填回采法与分段陷落法相比时，根据现有的数据还不能有说服力地确定选用其中某一种方法。因此决定，在作出最后决择之前尚需进行进一步的调查。

已为两种采矿方法拟定了计划草案，并为进一步研究规定了方向。

### 分段陷落法

所建议的布局图（参见附件一和二）表明了主要通道的主平巷及关于中间的主平巷所要求的开发情况。这两个示意图是切实可行的，并且是符合目前在别处进行的分段陷落法的想法。只有在进行了测试来确定汲取的椭圆形并且获知具体矿砂和废石的汲取性能，以及坑道构型之后才可能拟定最后的计划。

### 生产潜力

这种采矿法通过每天爆破一个扇形圈即能轻而易举地生产出所要求的吨位（见附件三A和B），而只有1.5米的装载量。在目前这一阶段还不可能得出稀释和回收比率的数字；这只有汲取测试完成之后才可能得出。必须根据将拖运并处理所增加的废料百分比与所增加的钻石回收量相比的经济数据来作出最后决定。

### 开发要求

用分段陷落法开采每单位体积的矿储藏量需要大量开发。预计每开辟一个中间的主平巷就需要开发±1,000米。由于主平巷的采矿速度是10个月一个主平巷，因此，开发率应定为每月约150米以便能有必要的时间进行建设。

### 通风要求

每个生产巷道所需要的空气量将由需要用以冲淡运载装置所产生的柴油机废气的空气量决定。 每千瓦柴油机功率约需0.08立方米/秒。 可考虑下列需要量:

	<u>通风%</u>
2条生产坑道	100
2条备用坑道	50
3条装满/打钻坑道	50
2条维修坑道	50
其余已关闭的坑道	0

假定采用一台45千瓦的柴油机运载装置,并假定3.6立方米/秒为最大限度则可得出18.0立方米/秒的数字。 为了开发,我们不妨设想八个坑道同时操作。通过精心计划,这些坑道可以12立方米/秒来通风。 对于那些采用分段陷落法的矿来说,还得打上5立方米/秒的渗漏与失效。 这样,将得出40立方米/秒的数字,以作为最低限度的通风需要。 建议在矿体的每一段安置一台通风机,这样要比只在地面上装一台主通风机灵活得多。

### 装备要求

下表表明可予考虑的形式与大体的尺寸:

装载:	生产	0.3-0.75m'装拖卸
	开发	同上或±0.3m'摇杆铲
钻井:	生产	小型机动鼓风钻井机,或装上杆条的 100mm 活塞穿石钻
	开发	装上常规气动支杆的穿石钻
拖运:	生产	装拖卸同上
	开发	装拖卸同上
	主要拖运	3吨机车+2吨车厢(电池或电动矿车)

### 生产能力

预计这一开采方法，包括必要的开发劳动力的要求，生产能力潜力是每人每班9吨。

### 挖填回采法

所建议的示意图（见附件四与五）表明了一种典型的主平巷布局图以及在每一个回采工作面所要求的建议开发情况。这一阶段并不准备对抽出矿柱的采矿方法作出预计。人们普遍认为，这些建议是切实可行的，虽然尚有待于细致的改进，但是，对于初步计划的要求来说，这样已经足够了。

### 生产潜力

预计每年可从这种布局中获得高至80,000吨的最大限量。这是根据一个回采工作面按如下周期计算的：

	<u>天数</u>
生产	16
准备	4
填料	16
填料固化/排水	12

在生产阶段，每一个回采工作面每天必须以2米的进度才能达到生产指标。这一作业中的稀释度是极小的，可是矿柱矿砂的稀释度相对说来较高，同时回收率较低。矿柱采矿将会在以后的阶段成为生产的补充，这很可能要在经过两三年工作以后。

### 填方要求

这种方法的先决条件是必须有可以获得的合适填料。要在所允许的时期内肯定这一点是不可能的。不过，很可能将采矿过后的尾砂与沙和水泥搅拌在一起会成为一种合适的填料。除了抽水能力的测试外，还需要进行一系列测试来确定一



种合适的混合物，并肯定凝固和固化的时间，并从而，为填料厂和抽水系统确定设计标准。

### 开发要求

这种方法的开发要求要低得多，预计每开辟一条主平巷约需1,700米。可是由于每一个主平巷需要大约2½年才更换一次，因此开发率是每月±60米。

### 通风要求

预计每一个回采工作面的通风需要3立方米/秒，所以18立方米/秒就能应付生产了。此外，为了开发与回采工作面的准备工作，还需要有12立方米/秒。这个数字再加上5立方米/秒的其他方面的通风与5立方米/秒的渗漏与失效，总的最低需要量即为40立方米/秒。

### 设备要求

装载：	生产	15千瓦绞车铲运机
	开发	小型摇杆挖土机
钻孔：		装上常规气动支杆穿石钻
拖运：		3吨机车+2吨车厢（电池或电动矿车）

### 生产能力

在回采部分的这一开采方法的生产能力要比分段部分的低得多，可是由于开发要求较低，总的数字可望达到每人每班6吨。

## B. 地下矿的全面计划

不论地面与地下的基本设施都是按可以同样适用于两种采矿方法而设计的。这样，可以有大约两年时间来等待就采矿方法作出最后决定。关于这一布局图的细节以及前面几节中所提到的地下布局图可见附件四。

### 矿井要求

主矿井是设计用来装载工人和材料以及各种破碎矿石的。备用设计可见附件七。当地人员倾向于较为简单的设计B。

回转通风竖井(附件六)可以设在所示的地面两个位置之一。专家建议在分段陷落安排中,可设在东面位置,在挖填回采安排中则可设在西面的位置。

### 地下及地面拖运

开发与生产中的所有破碎矿石将由拖拉多节一、二吨车厢的电池或电动矿车机车运输到矿井。这种做法一直在堤坝采矿的地区采用。有一点可以考虑:有人认为,应将矿井罐笼设计成为每趟能吊起2吨的,这样这些罐笼就可以每次吊两节1吨车厢或者一节2吨车厢,视就拖运所作出的最后选择而定。

在地面上,矿砂/废石要在卡车把它们拖运到工厂、废石堆或矿砂储存处之前运送到邻近矿井的贮料箱。

### 抽水

要预计可能会遭遇到的地下水量是十分困难的。在此地区的预先钻探明显地表明并未遇到地下水。相当大量的水将会从露天的矿坑进入矿内,特别是如果采用分段挖井法作为所选取的采矿方法的话。因此不可能提出关于抽水的要求,可是设计时认为,各小间需要有较大的抽水要求,同时,只能按照最后的预计和设计标准来安装水泵。

### 矿砂料堆

建议在今后的五年内,应通过从矿井中开采更多的矿砂来建立一座矿砂料堆。这座料堆起四个主要作用:

- (a) 在露天矿井的生产由于不良气候或装载设备的原因而受到影响时,弥补生产;

- (b) 在由于向地下采矿转变而产量下降时，弥补生产；
- (c) 在地下矿的寿命内，一旦发生任何事故影响生产时，弥补生产；
- (d) 在为分段挖井制造废料垫时向工厂提供原料。

### C. 作业程序表

对开发（附件八A和B）和日程表（附件九A和B）概括的预计，使人大体了解到任何安排所提出的转变时间。这些预计表明，不论在哪种生产情况下，目标是都能达到的。不过，在五年的时间表中，许多未预见问题都能够而且一定发生。因此，必须强调，在这一项目中，速度是最重要的，而且应该尽一切力量尽可能加快速度。

这些程序表包含直接与采矿有关的种种活动，而且很显然，为了符合这一方案的需要，也牵涉到必要的土木、电动和机械的活动。附件十A和B所载为表明生产前开发范围的截面图。

#### 废料

在采用分段陷落开采法时，必须把废料倾倒入露天矿井内矿体的两段上面。这必须在露天矿井作业已经完成之后，地下生产尚未开始之前进行。为了这样做，可以把废渣，连同这段期间从地下清除的废料，一起从废料堆运回来。

应该考虑把废料堆的高度提高5至10米。这样做有两个好处：第一，缩短拖运距离，从而能空出一些卡车运输能力来帮助建造矿砂储藏堆；第二，更易于重新装卸需要在矿井内重作安排的废料。

#### 额外矿砂要求

应该新建一座贮藏堆，这意味着要在露天矿井中需要有更多的储备。这一点最好能通过使拖拉道从184米台阶起更加陡峭，并加深矿井14米的办法来达到。这一点可以用最低限度额外废料的开采办法来达到，并有可能从矿井中取得大约相当于额外10个月的矿砂。

## 二、堤坝采矿问题

专家参观了这个矿，虽然现在已不在开采；他看了地面上露出的岩层和地下的矿段。根据这次简短的巡视及与当地人员举行的讨论，他不能对最后采矿方法提出任何改进意见。它是个具有不利原岩条件的很难开采的矿体。专家认为所介绍的方法是在目前最好的选择。

### 三、关于钻石采矿的讲课

专家举行了三次主要的讲课会，总计持续了9小时，所包含的题目是：

- (a) 例举了从露天矿改变为地下矿的实例并特别提到所牵涉的问题；
- (b) 全世界在地下钻石采矿方面的几种方法；
- (c) 在地下钻石采矿方面目前的世界趋势。

这三次讲课看来已为很好地接受，并且引起了广泛讨论。除去这些讲课会之外，专家还与当地人员就下列题目举行了讨论会：

英国与南非的高等技术教育

钻石矿物加工技术

采矿设计系统与amp;技术

钻石矿床的地质学

英国与南非的采矿工人们的生活

这些讨论会看来引起很大的兴趣，每次讨论会的时间大约延续1½到2小时。

#### 四、意见

专家在矿上期间，有机会见到大部分现有的作业。为了补充这份报告的不足，并为了当地人员今后可能在外部专家的援助下，采取可能的行动，他愿意提出以下几点意见：

##### A. 矿井作业

矿井一般的条件尚可，但应更多地注意运输道路和运载地区的地面条件。这将会从提高生产率，并从减少卡车与运载设备的维修费用和减少轮胎消耗中得到好处。

正如大多数金伯利岩作业一样，这里也存在碎裂问题。不过专家认为钻孔可小些，同时负荷与钻孔的间隔可更近一些。还有所提到的爆炸效力 $0.5\text{Kg}/\text{m}^3$ 未免过高，可考虑增加每立方米金伯利岩的炸药量。

##### B. 厂地作业

厂地作业由于其时停时开的特性效率似乎不高。设备设计及操作参数也很可能不是最佳的。当地人员表示希望能对加工厂作业给予援助与指导。与别处大多数钻石加工厂相比，这一工厂似乎不甚注意防尘措施。

##### C. 管理能力

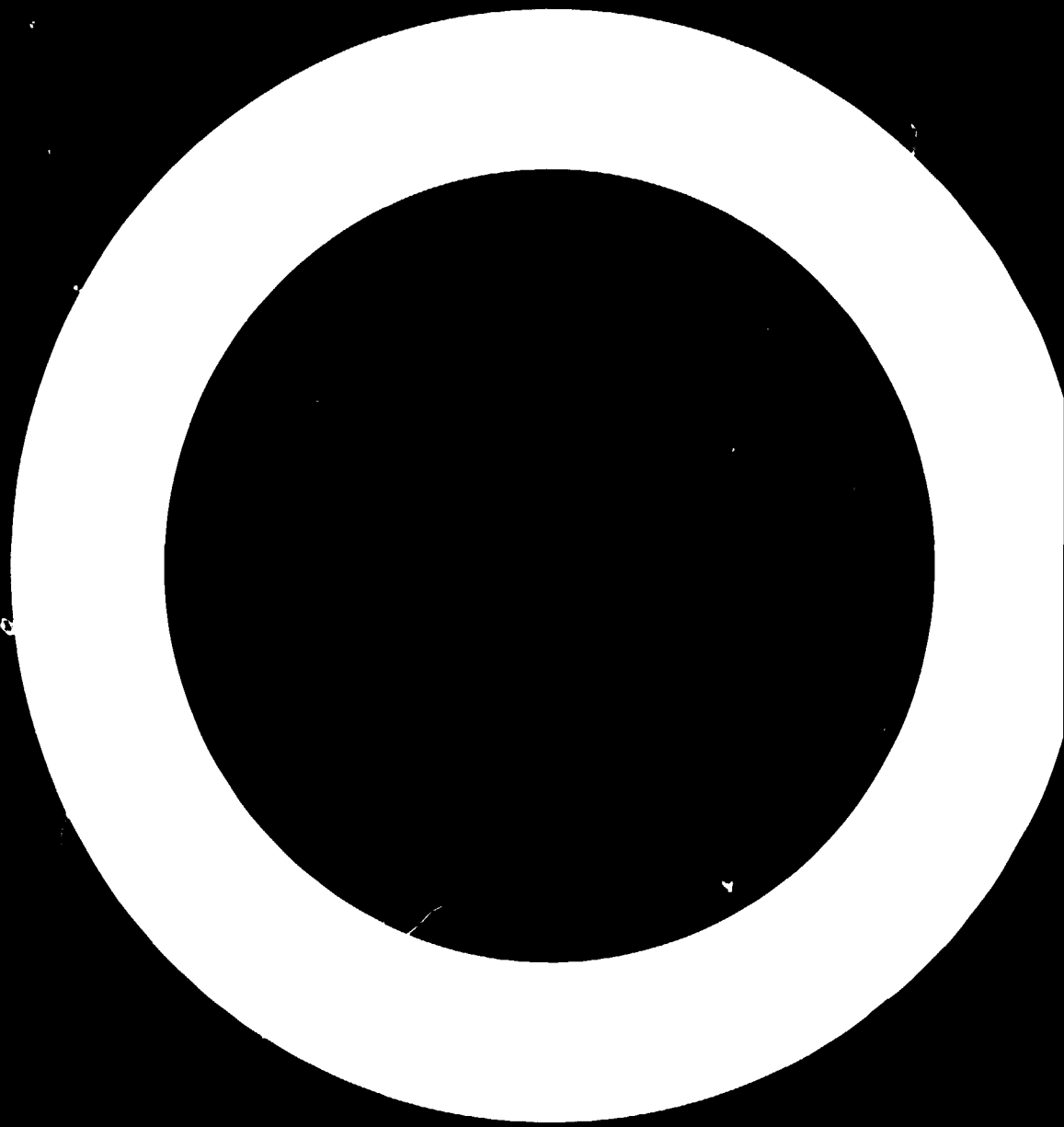
高级工作人员存在改进管理能力的愿望，不少人要求知道如何能调动工作人员的干劲。他们欢迎在这方面给予援助。

##### D. 财务核定

存在普遍的愿望想要了解西方企业进行经济对比与财务核定的情况。中国的现有做法，使得这一问题很难能解释清楚，尽管如此，人们感到当地人员显然是需要这方面的援助的。

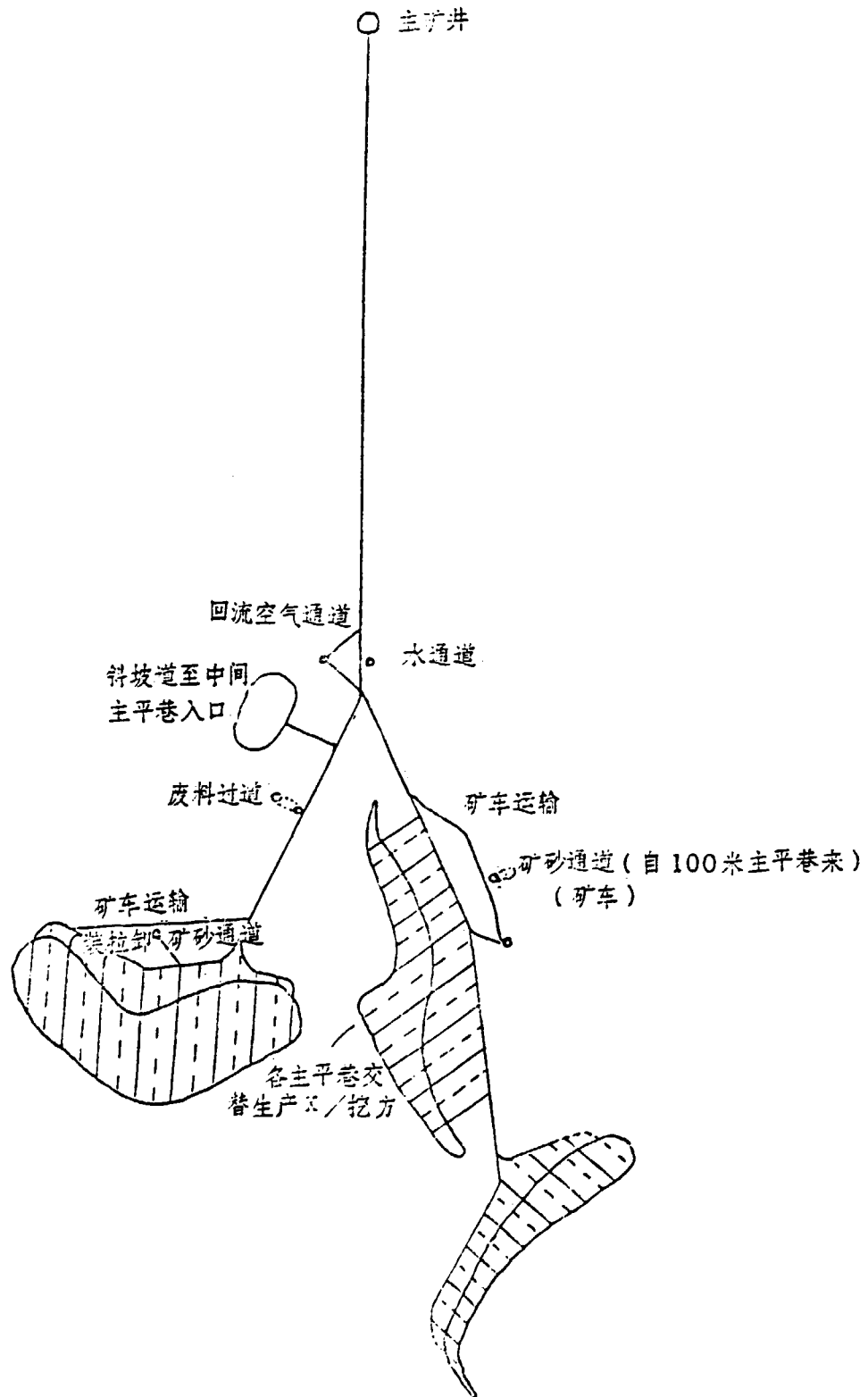
E. 安全

安全标准大大落后于专家所了解的大多数作业。在提到这一点时，所有当地人员都一致同意并且说，他们希望改善在他们作业中的安全问题。



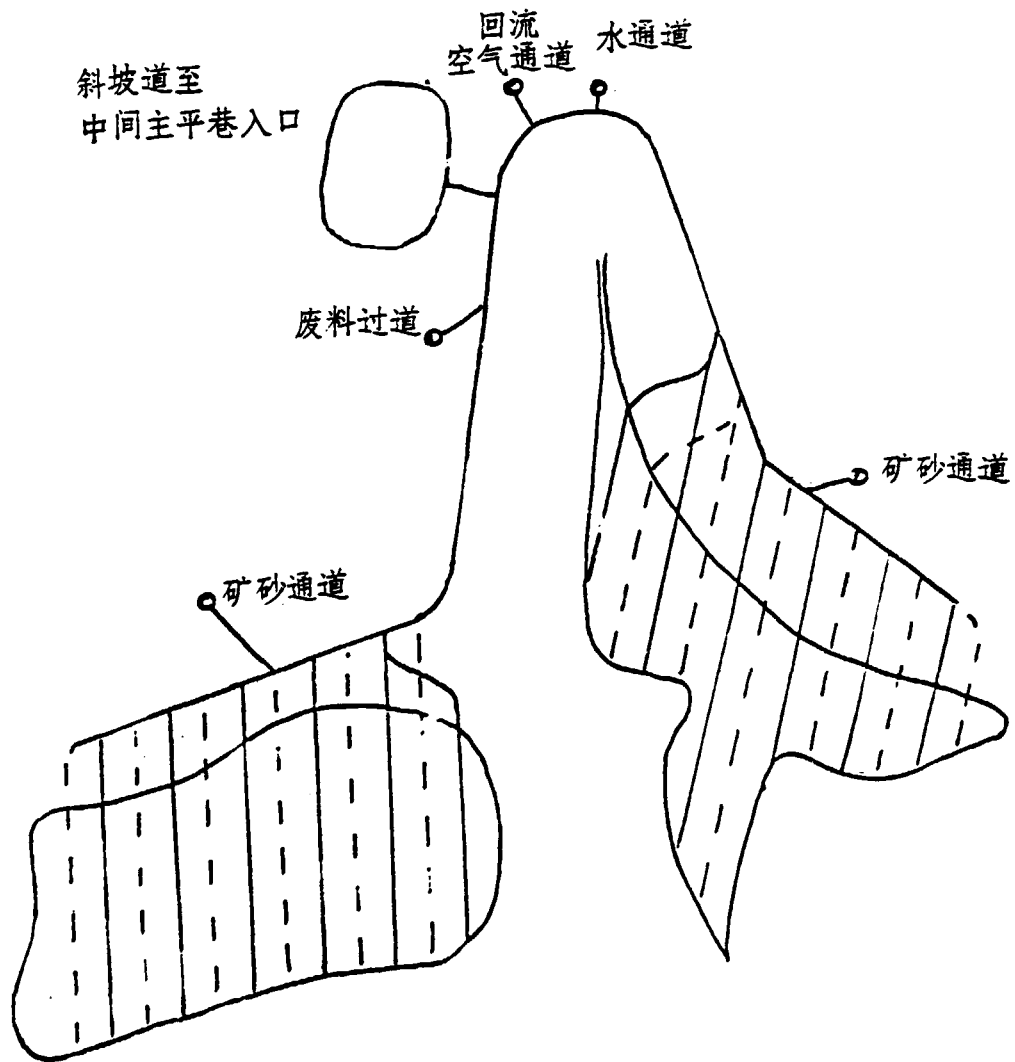


附件一  
分段掘进法示意图——200米主平巷



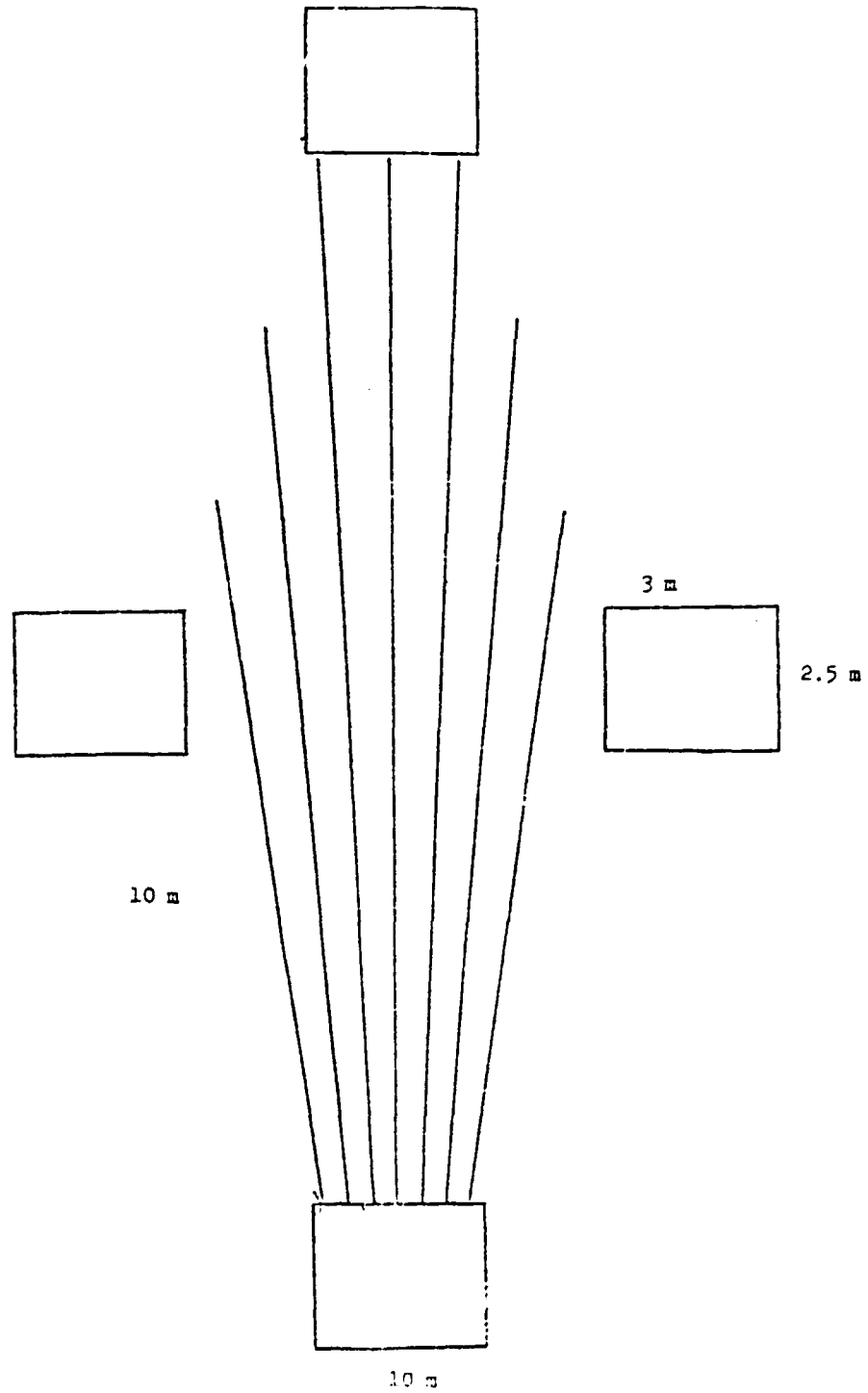
附件二

分段陷落法示意图—中间主平巷(±100米主平巷)

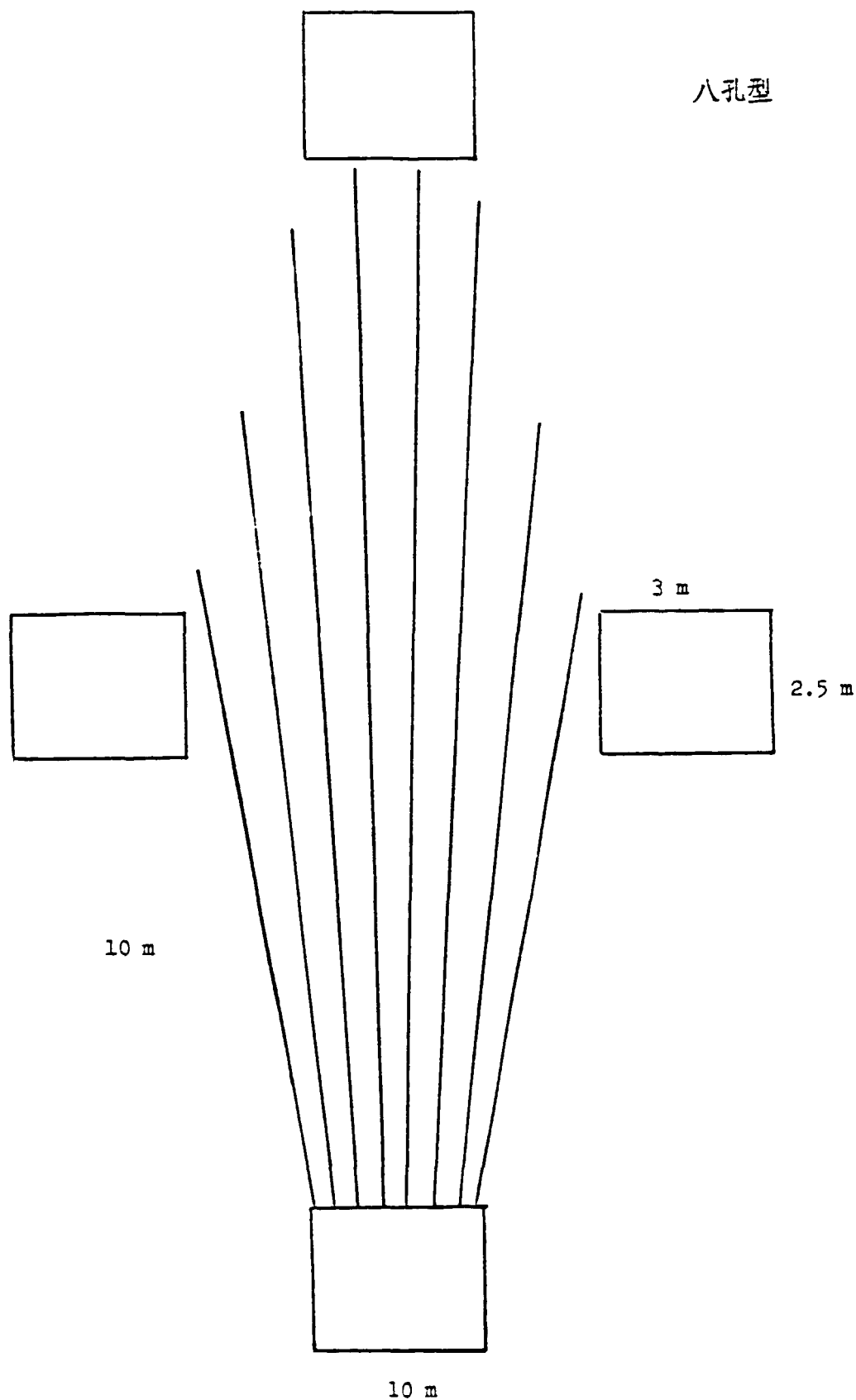


附件三  
分段井坑  
坑道合理間隔及給孔型式

A. 七孔型

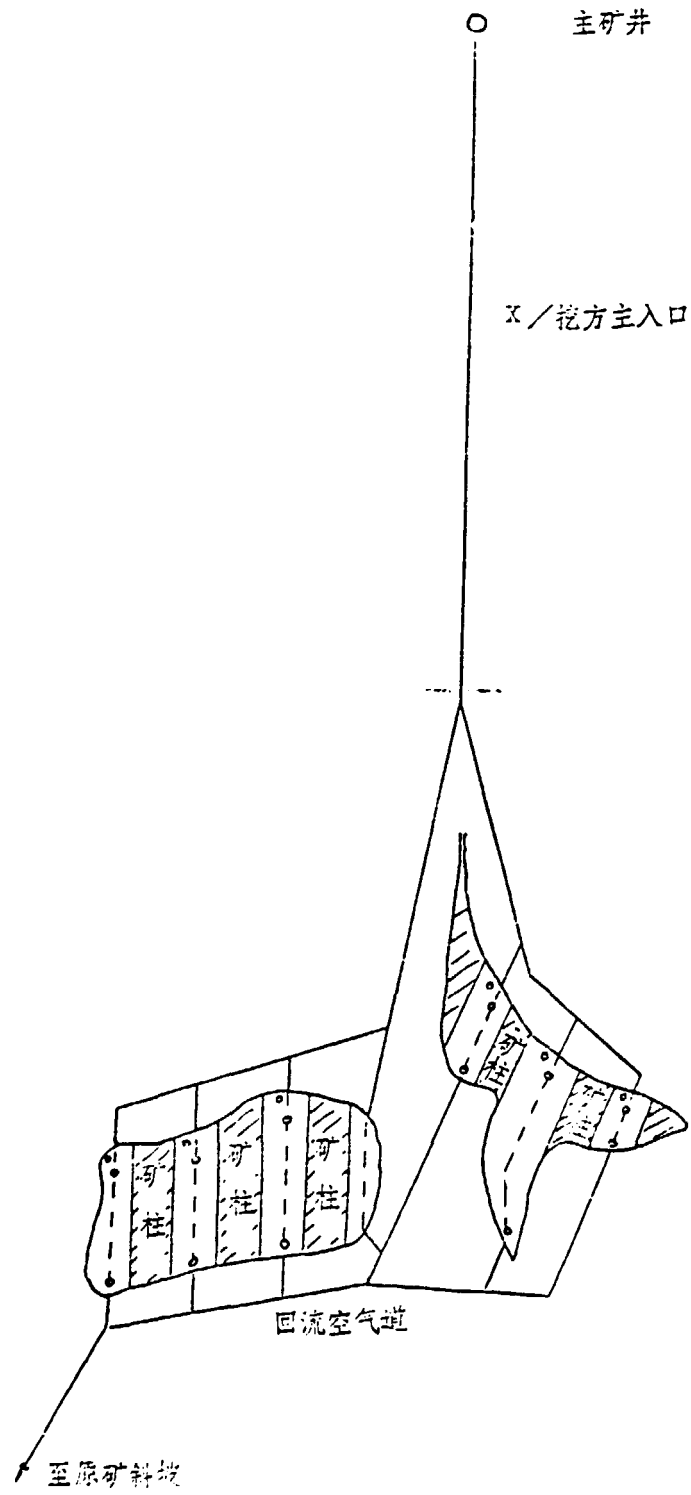


B. 八孔型



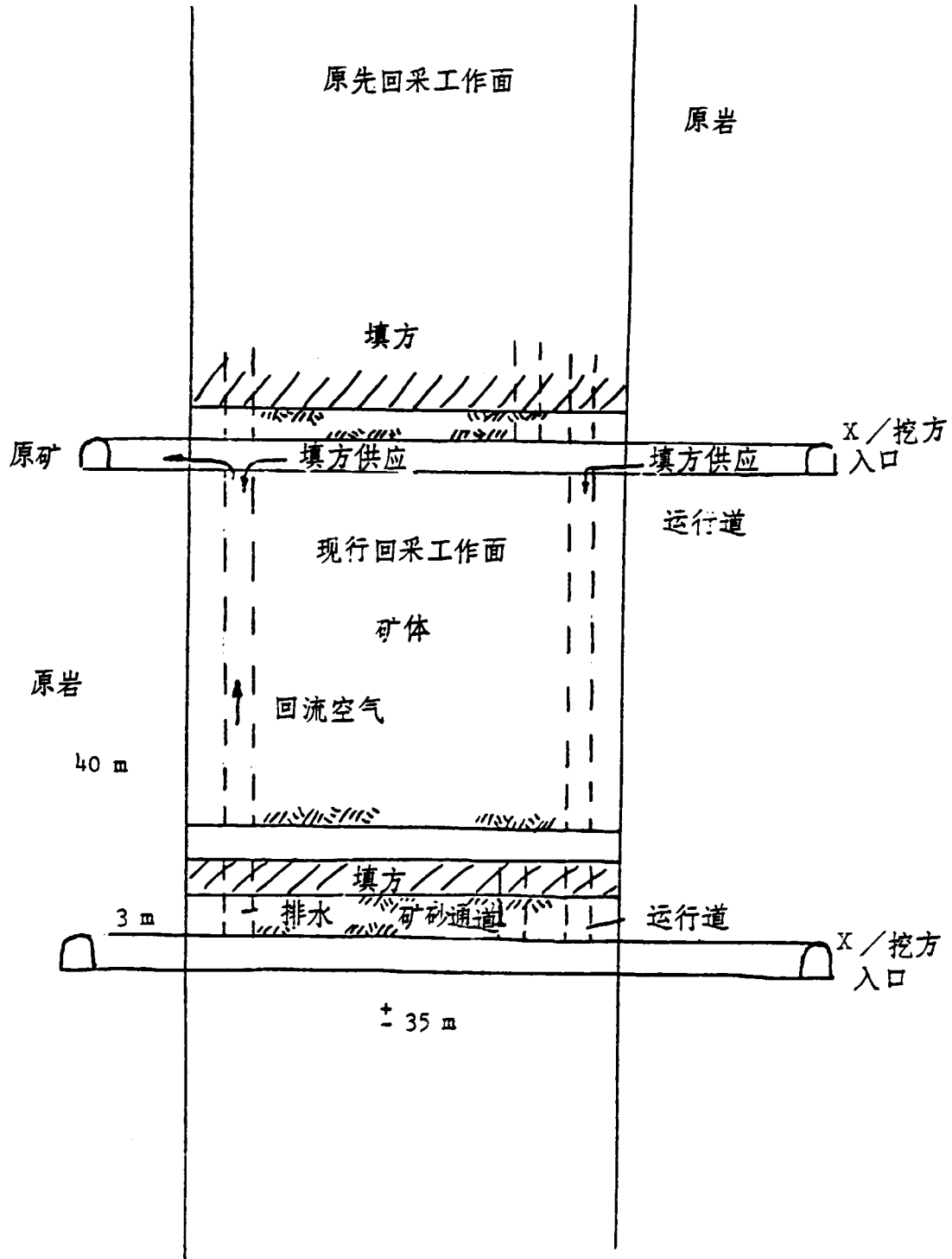
附件四

挖方与填方回采法示意图--100米主平巷

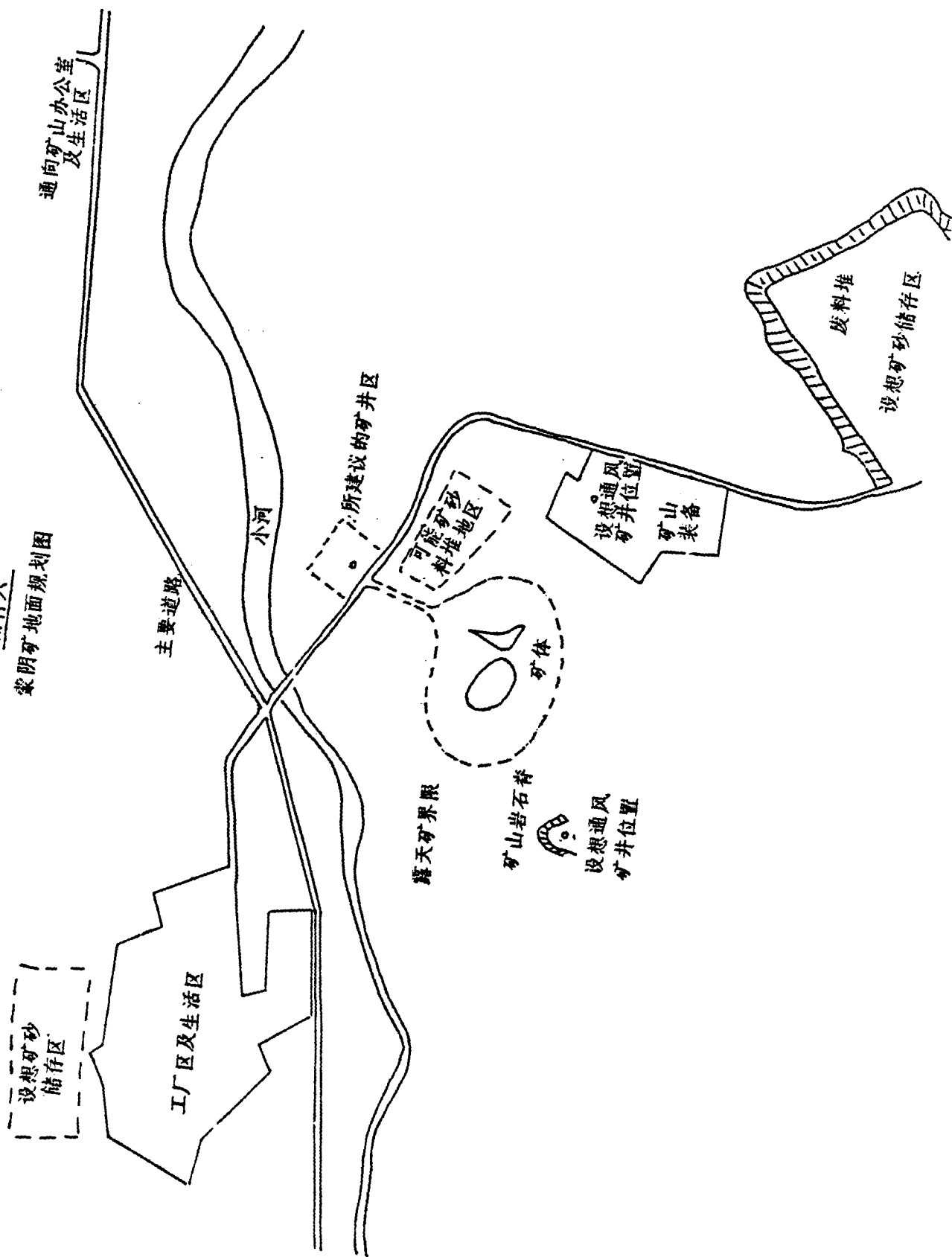


附件五

挖方与填方回采法开发示意图



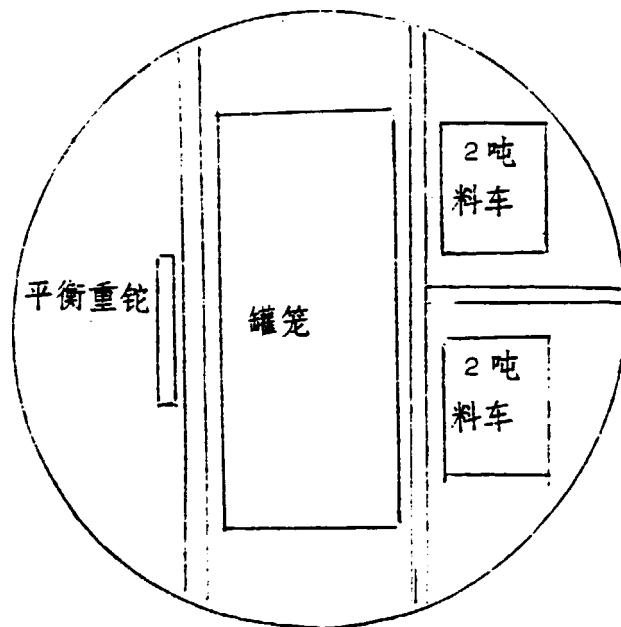
附件六  
蒙阴矿地面规划图



附件七

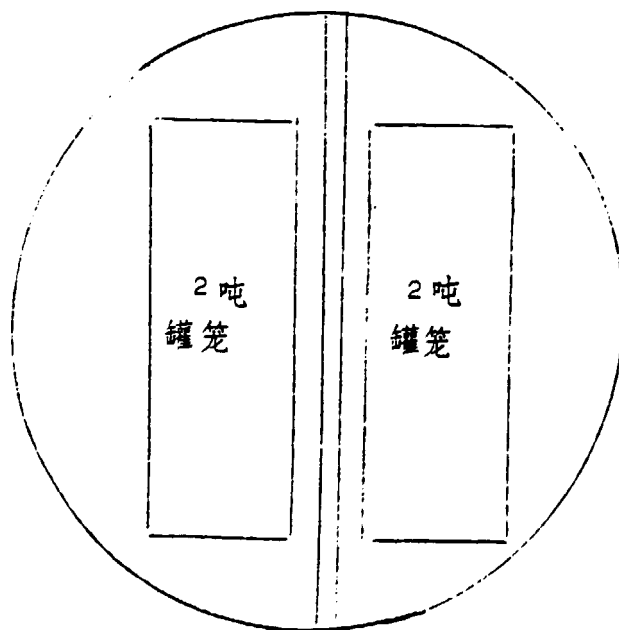
备用竖井示意图

备用井 A



直径 5 米

备用井 B



直径 5 米



附件八  
生产前开发的粗略估计

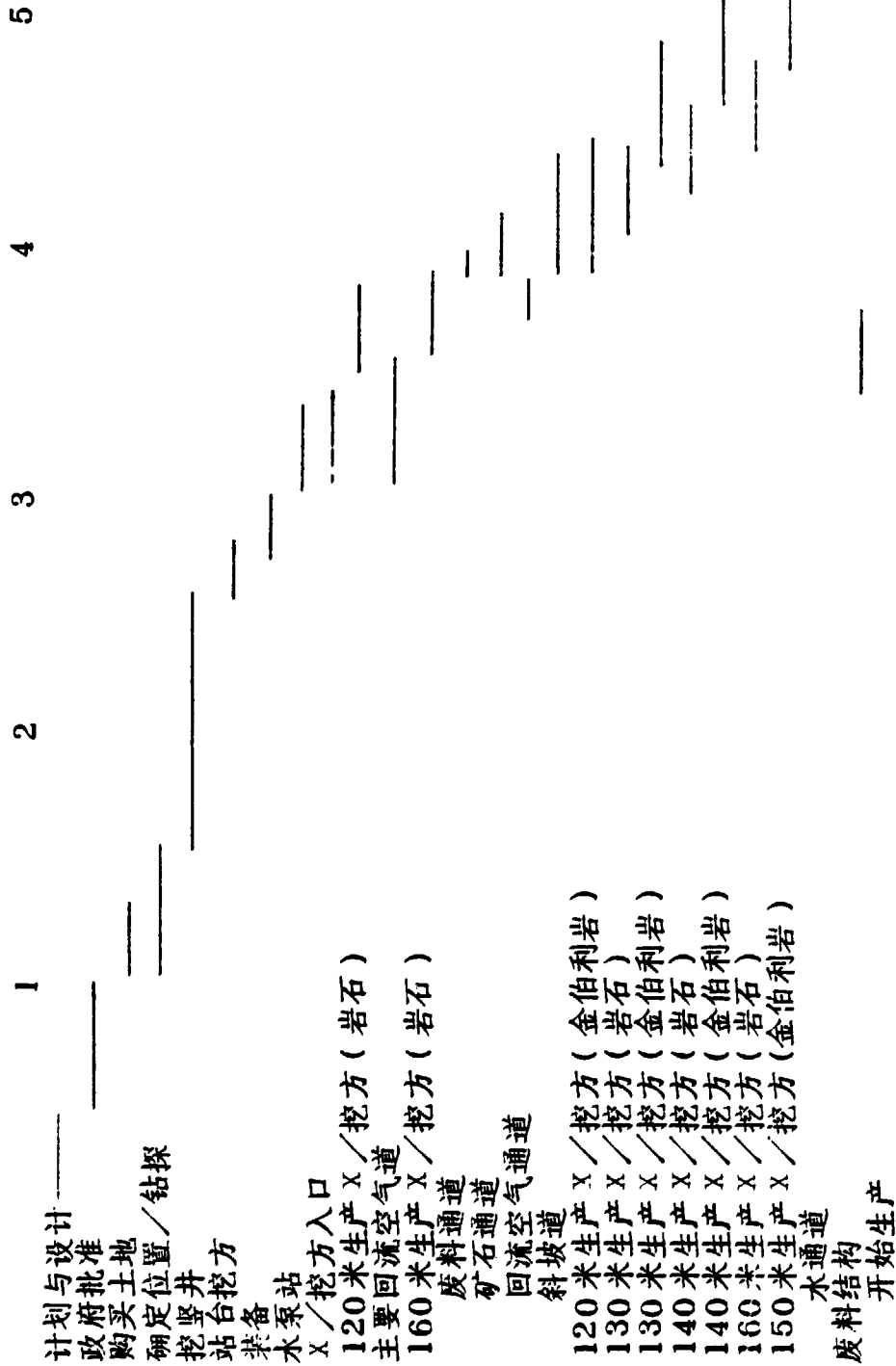
A. 分段陷落法

	<u>主平巷</u> <u>米</u>	<u>深 度</u> <u>米</u>
竖井孔道		305
X / 挖方主要入口	120	200
	160	200
	200	50
	240	20
	280	200
水泵站		200
水通道		160
主要回流空气道: 平地		170
斜坡		170
矿砂通道		80
废料通道		40
回流空气通道		50
斜坡道		240
生产巷道	120	760
	130	760
	140	550
	150	250
	160	300

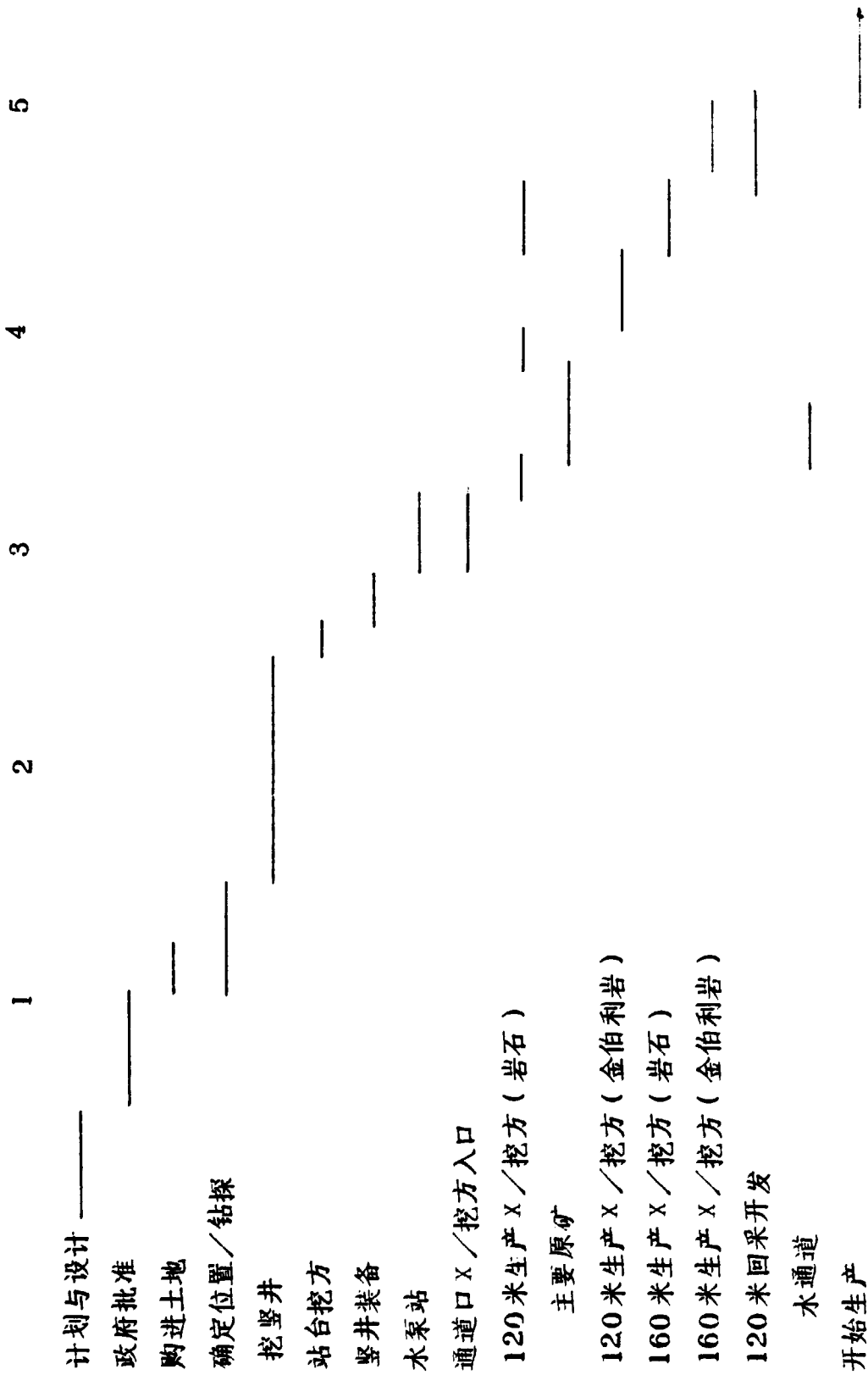
B. 挖填回采法

	<u>主平巷</u> <u>米</u>	<u>深 度</u> <u>米</u>
竖井孔道		305
X / 挖方主要入口	120	200
	150	200
	200	20
	240	20
	280	200
水泵站		200
水通道		160
主要回流空气道: 平地		100
斜坡		150
梯道		60
生产巷道	120	805
	160	400
回采开发	120	840

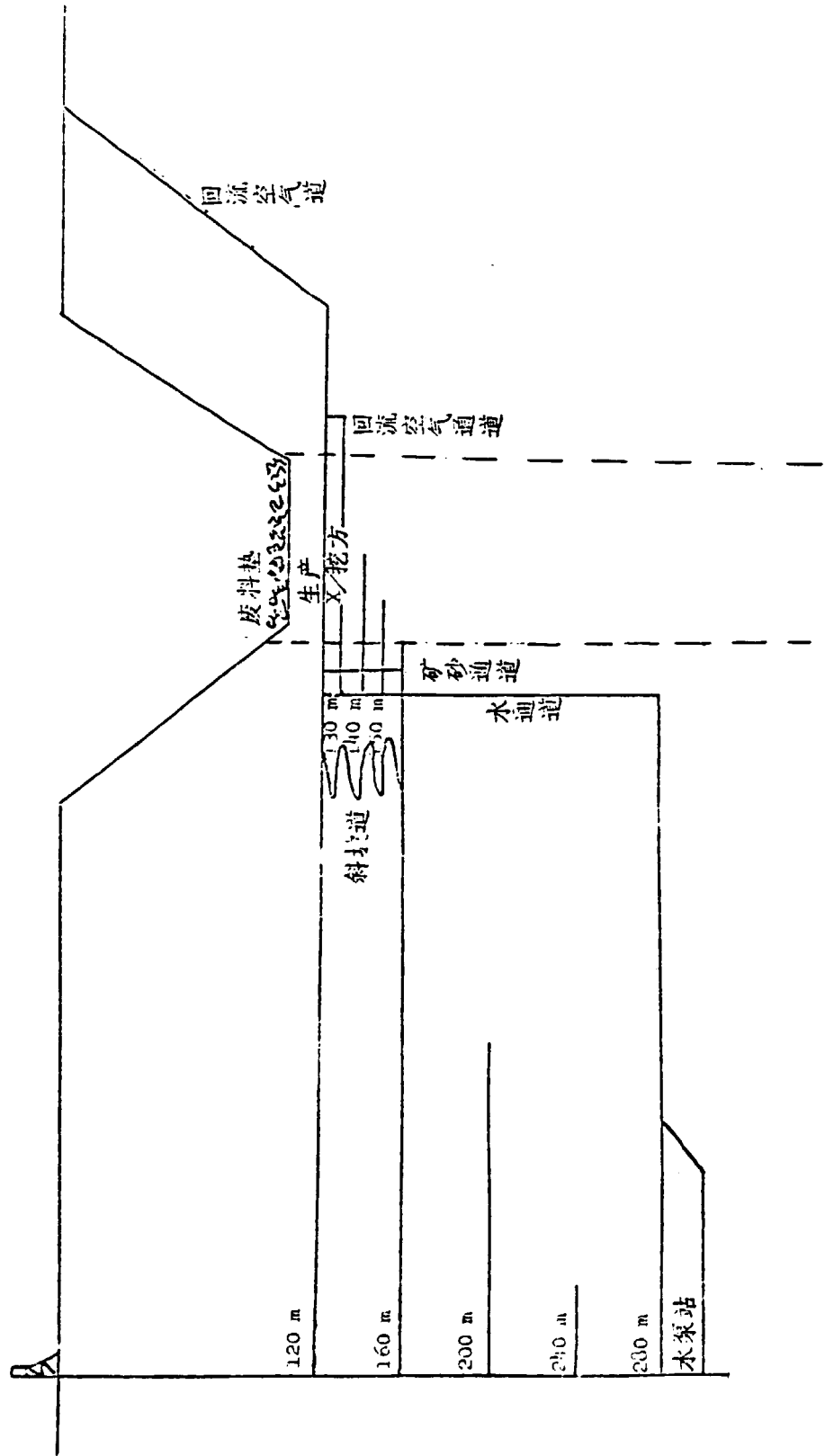
附件九  
建造程序表  
A. 分段陷落法



B. 挖填回采法



附件十  
生产前开发  
A. 分段陷落法



B. 挖填回采法

