

非金属矿开采译文集

(一)

姜俊城 等译

中国建筑工业出版社

74.817/8024/1

非金属矿开采译文集

(一)

姜俊城等译

中国建筑工业出版社

本书是根据七十年代以来国外期刊、会议文献等资料编译、摘译、翻译的一个文集，共十四篇文章，分别介绍了非金属矿山地下开采的矿块崩落法、分段崩落法、露天开采境界设计计算与复田，钢索锯与热力切割器开采饰面石材等内容，可供采矿工程技术人员参考。

非金属矿开采译文集

(一)

姜俊城 等译

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 5 7/8 字数: 181 千字

1979年2月第一版 1979年2月第一次印刷

印数: 1—2,950册 定价: 8.44元

统一书号: 15040·3537

译 者 的 话

这本文集共收录了十四篇文章，主要取材于七十年代的期刊和会议文献。其中《南部非洲金刚石岩管开采方法》、《矿块崩落法及其在石棉、金刚石矿山的应用》及《西德弗兰格尼亚石膏矿床开采》是根据有关文献资料编译的，其余各篇均为摘译和翻译。这些文章分别介绍了金刚石、石棉、云母、石膏、高岭土、石灰石、大理岩和花岗岩饰面石材的开采方法、设计计算及有关参数。

参加文集编译工作的有姜俊城、孙初德、石工、谢熙宗、茹朋路、汤巨汉等同志。

限于我们水平不高，文集中错误、缺点在所难免，望读者批评指正。

一九七八年三月

目 录

南部非洲金刚石岩管开采方法	1
矿块崩落法及其在石棉、金刚石矿山的应用	50
普列米尔金刚石矿开采	68
沙班尼石棉矿分段崩落法实践	76
采用充填法开采云母矿床的效果	95
房柱采矿法与地表沉陷	104
西德弗兰格尼亚石膏矿床开采	113
纳米比亚海滩金刚石砂矿开采	121
高岭土露天矿新开采方法	137
科夫多尔金云母矿床改为一次开采的依据	147
房柱法及其采空区的利用	157
回采大理岩块石的围边崩矿法	170
降低花岗岩块石热力切割回采损失	176
用钢索锯回采大理岩块石的工作面布置	180

南部非洲金刚石岩管开采方法

一、概 述

世界上已经发现的金刚石矿床依其成因不同，分为原生矿床和次生砂矿床两大类型。原生矿床主要产于含金刚石的母岩——金伯利岩中。它是一种偏碱性的超基性岩。岩体形状大致可分为管状（岩管）和脉状（或岩墙状）两种。次生砂矿床的时代、成因类型繁多，其中主要有河流冲积和滨海砂矿。此外，还有残积、风成、冰成与混合砂矿等。

金刚石岩管的开采方法可分为露天和地下两类。目前有几个主要岩管用露天开采，如阿扎尼亚的芬什矿和科菲丰坦矿，露天开采的最大开采深度已达 250 米。此外，还有博茨瓦纳的欧拉帕，坦桑尼亚的威廉森，刚果的迪斯利，安哥拉的卡木图艾等。

南部非洲一些金伯利岩管的面积见图 1。

地下开采的有阿扎尼亚的金伯利地区的四个矿和亚赫斯丰坦矿及普列米尔矿，麦林和“星”金刚石矿。除此以外，非洲地区的其它金刚石矿床都已不采用地下开采了。

本文介绍的金伯利地区布尔特丰坦、杜拖伊特斯班、韦塞尔敦、德毕尔斯等四个矿的地下开采都是用矿块崩落法。科菲丰坦矿从露天转入地下后是用深孔矿房法开采的。金伯利地区几个矿山的位置见图 2。

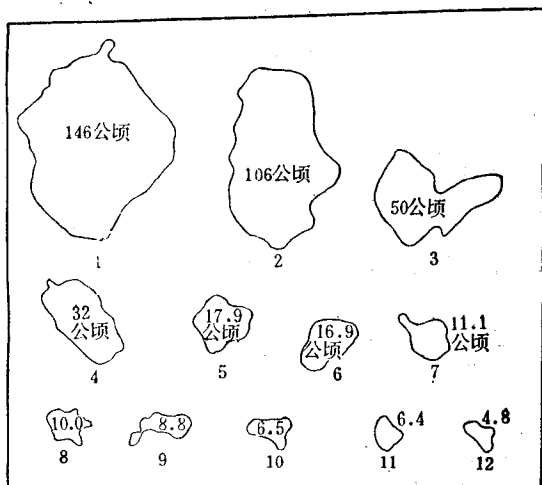


图 1 南部非洲一些金伯利岩管面积

1—姆瓦杜依；2—欧拉帕；3—塔拉拉；4—普列米尔；5—芬什；6—列特逊；7—科菲丰坦；8—亚赫斯丰坦；9—杜拖伊斯班；10—韦塞尔敦；11—布尔特丰坦；12—德毕尔斯

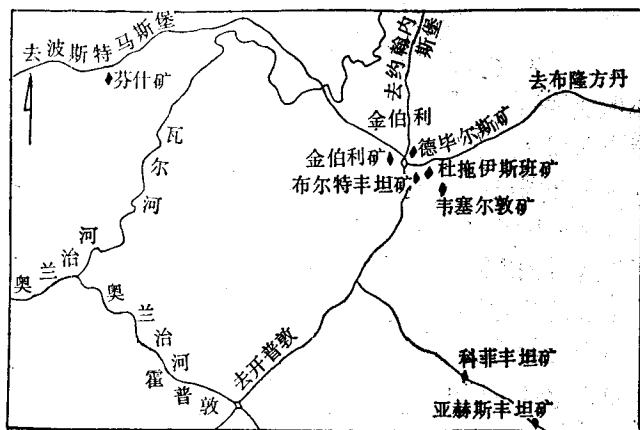


图 2 金伯利地区几个矿山位置图 (未按比例)

二、地 质

原生金刚石来源于金伯利岩。金伯利岩具有块状或角砾状构造，明显的斑状结构，含有特征性矿物组分，如橄榄石、金云母、金刚石、含铬镁铝榴石、铬透辉石、铬尖晶石类矿物和钛矿物以及深源捕虏体，是一种偏碱性分异较差的超基性岩。

在地表，原生金伯利岩呈灰色、灰绿或灰蓝色，因而叫做“蓝土”。在大气条件下经风化后形成的一种黄色松软岩土叫做“黄土”。

由于金伯利岩管系由岩浆喷发方式形成，且受构造控制，一般几乎是垂直的。平面近似圆形，深部成火山颈状。现有的岩管在地表上平均直径为230~500米。往下，岩管的面积是随着深度增加而减小，平均倾角近似80°，深度有的大于500米。这在韦塞尔敦，德毕尔斯和杜拖伊斯特班等岩管尤为显著，见图3。

离地表100米处，金伯利岩管的围岩是由黑色和灰色的“卡路系”（Kaaroo system）页岩所组成。其中夹有大量的、广泛的粗玄岩层。下部是夹有石英岩层的厚约300~1000米的“文特斯多尔普”熔岩（Ventersdorp lavas）。再下部是花岗岩-片麻岩。在科菲兰德岩管“卡路系”页岩覆盖于深约250米的花岗岩-片麻岩上，其中穿插有粗玄岩层。在芬什岩管，围岩是由130米厚的带状含铁岩以及25米厚的白云岩燧石所组成（这一层是富于色彩、匀整、和谐、交替着薄的白云质、硅酸质的富铁层）。下部由底板起为白云岩、灰岩和白云质页岩。

在围岩中，金伯利岩侵入体的特征是显著的。经过几个

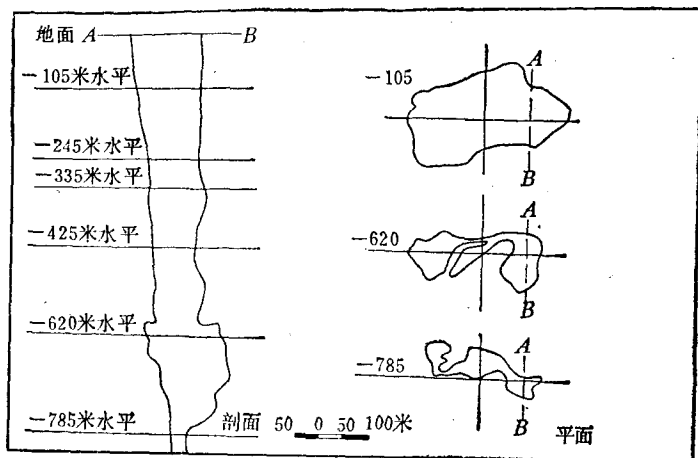


图 3 岩管剖面示意图

阶段的入侵，在金伯利地区的四个岩管中出现金伯利岩柱状体和金伯利砾岩。在这些岩体之间，其内部接触线一般是明显的。这表示在后期物质侵入前，初期侵入体已完全凝固了。在芬什和科菲丰坦岩管的现有生产水平上只有一个主要侵入体是明显的。但是在岩管中还包含有初期金伯利岩的碎块，这说明曾发生过更为复杂的侵入史。

由于岩石中的粘土矿物具有吸附水而造成了大多数金伯利岩具有吸湿特征，这就使金伯利岩膨胀、破碎、掉块而造成湿式凿岩的困难。此外，还由于存在大量的剪切构造（裂隙）、使金伯利岩承载力减弱、强度低、造成支护困难和复杂化。但是采用了“矿块崩落法”之后，这些不利因素则变成有利于块段内矿石崩落和破裂。

金刚石矿的品位一般为 800 万分之一到 1000 万分之一。总的来说，金刚石的品位和粒度是随着深度增加而减小的。

三、地 下 开 采

金伯利地区金刚石岩管用地下开采时,开拓方式通常是在地表打两个竖井作为矿井开拓和通风之用。普列米尔矿打了第三口竖井则是例外。下面以普列米尔岩管的开拓为例说明岩管的开拓问题。

普列米尔岩管在-186米开始由露天开采转为地下开采,岩管深部水平的开拓是采用三口竖井,整个开拓方式如下图4所示。

1号竖井位于岩管边界以外244米,开始掘进到-412米水平,以后延深到-580米水平。分别于-186、-325、-479米水平掘进石门通往岩管。这个竖井是生产主井。主要担负矿石提升。

2号井离岩管边界91米,在各分段水平上有石门与矿体相通。主要解决人员、材料下放,废石提升并负担解决东部通风。2号井的位置由于靠岩管较近而即将报废。

盲竖井是双格竖井,是由-196~-479米水平。它离岩管15.2米,各分段水平与岩管相连通。以解决人员材料的输送和西部矿区通风。这些竖井将负担到1990年,最后再延深到-630米水平。新建3号井在1号井北100米,是直径6.6米的圆形混凝土竖井。

主提升井一般通过主运输巷与岩管相通。运输巷道的垂直间距一般160~180米。这要根据所采用的采矿方法来决定。到工作水平的平巷是从靠近岩管的盲井或分段天井掘进的。以供工作水平之间的相互连通。

主要运输水平巷道根据选用的采矿方法进行布置。采用分段崩落的普列米尔矿,是采用两条平行的主要运输巷道

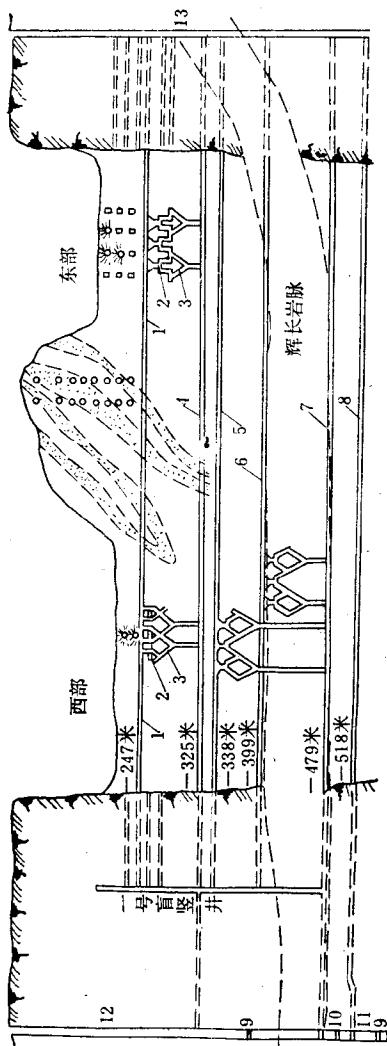


图 4 普列米尔矿断面图

1—上部漏斗水平，露天台阶最下部水平；2—格施水平；3—转运水平；4—上部运输水平；5—下部第一段漏斗水平；6—第一段漏斗水平；7—下部运输水平（新水平）；8—探矿、水仓水平；9—粉矿回收水平；10—破碎机；11—水泵和运输机硐室；12—1号竖井；13—2号竖井

布置(图5),而一般采用矿块崩落的矿山如:布尔特丰坦矿、杜拖依斯班矿、德毕尔斯矿等,都是采用在岩管四周掘进运输平巷的布置方法。

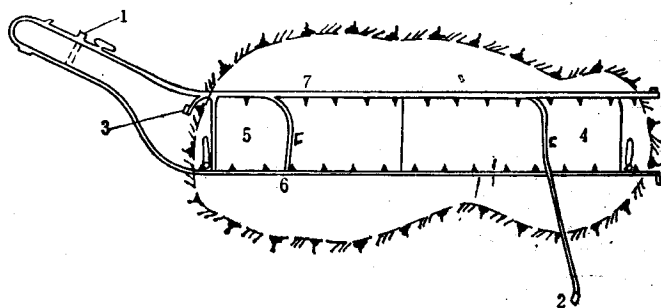


图5 普列米尔矿-479米水平巷道布置图

1—1号竖井; 2—2号竖井; 3—盲竖井; 4—东部天井; 5—西部天井; 6—南部运输巷; 7—北部运输巷

目前金刚石岩管的地下开采方法基本上有三种:

1. 深孔矿房法 (Chambering mining)

这是目前使用的金刚石岩管开采方法中最古老的一种。大约从1890年起在金伯利地区得到发展并使用到今天。但是,近来一些主要金刚石矿放弃了此法而改用效率更高的其他方法。现在只有韦塞尔敦矿仍用此法开采。

由分段切割天井每垂直间距12.5米建立一个矿房水平。在这些水平上,穿过岩管中心,由一端到另一端,每隔6.9米横切一条巷道,形成6.9米宽的采区,并且垂直延伸到上一水平的底板。矿房一般是采区的一半,而另一半留作临时矿柱 (beck pillar)。矿房回采的范围正好在上水平矿柱的下面。这些矿石采出后,上面矿柱再崩落到下面的矿房里 (图6)。

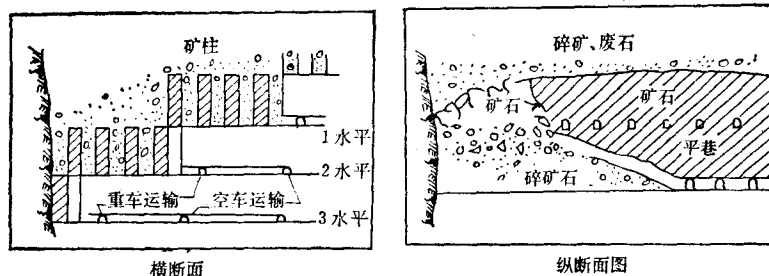


图 6 矿房布置图

运输平巷与矿房垂直布置，中心距 6.9 米。矿房采出的矿石和矿柱崩落后的矿石用人工装入矿车，运到位于围岩中的放矿溜井。这些矿石借重力自溜到主运输巷道。溜井口设置钢棒条做的格筛，间隙 30 厘米。筛上的大块用锤击碎。

2. 垂直割槽法 (slot mining)

此法是普列米尔矿于 1945 年恢复生产时所采用。在此之前，该矿采用露天开采，深度达到地表以下 186 米，于 1932 年停产。

采用垂直割槽法开采，最初每垂直相距 15 米建立一个回采水平，向下一直到 -247 米水平。在每个水平上，沿岩管长轴从开掘的中心平巷向上打一个宽 13.7 米的“切割槽”直通地表。初期这个“切割槽”为 91 米深。在每一个水平上，从“切割槽”到两侧的岩管壁的中间位置开掘相互平行的平巷。另外，垂直“切割槽”开掘中心距 27 米的凿岩平巷。在 -247 米水平上，按 13.7 米正方形网距开掘直径 10.4 米的漏斗口，漏斗的下部一直到 -257 米的格筛水平。格筛间距为 61 厘米 (图 7)。

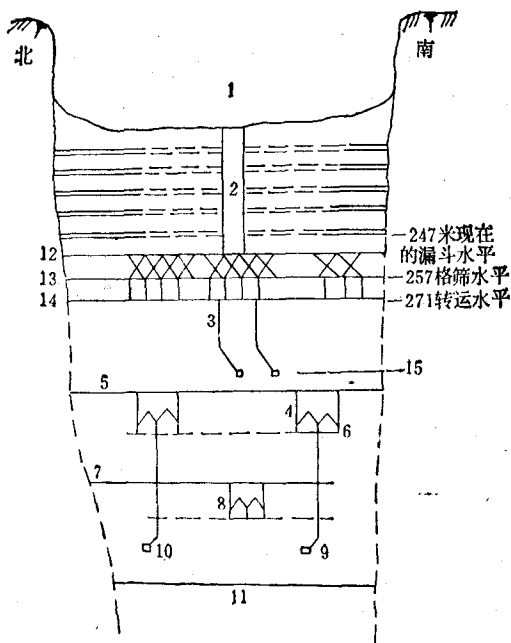


图 7 垂直割槽法示意图

1—原露天矿；2—垂直切割槽；3—放矿溜井；4—格筛；5—338米漏斗水平；6—325米运输水平；7—第二个漏斗水平；8—格筛；9—运输水平；10—479米新水平；11—518米水平；12—247米水平；13—257米水平；14—271米水平；15—325米水平

在每一个回采水平的凿岩平巷上，间隔 3.7 米打扇形炮眼。炮眼直径 50 毫米，深度可达 18.3 米。根据岩石硬度，采用回转式钻机每班工效 90 米；采用冲击式钻机每班工效 76 米。采用微差电雷管爆破，由爆破中心控制室起爆。炮眼布满整个上水平之下，左右到距两侧凿岩平巷一半距离的矩形面积上，炮眼后退爆破，“切割槽”被崩落成规则的阶梯形，平均成 65° 的斜面。从梯段爆落下来的矿石落入锥形漏斗

中，并自溜到下面的格筛水平上。留在格筛上的大块矿石需要再破碎，使其能够通过放矿溜井到-271米的转载水平。转载水平上的平巷各相距27米，沿短轴方向穿过岩管。矿石通过转载水平运到-323米水平上。岩管长轴两侧的两条运输巷道，用9吨矿车组成的列车运到靠近提升井的大型破碎机上，矿石破碎到-15厘米后再提升到地面上。

目前该矿山正试验采用矿块崩落法。

3. 矿块崩落法 (block caving)

世界上已有许多矿山采用此法开采大型矿体，其优点是：产量高、成本低、安全、通风条件好、劳动生产率高、可相对减少生产水平和装载点。除韦塞尔敦和亚赫斯丰坦矿外，1955年后在金伯利岩管中均采用此法。

从位于岩管附近的脉外运输平巷，穿过岩管开掘扒矿巷道。巷道的底板标高和运输平巷的顶板标高差不多。巷道间距为13.72米，用混凝土支护。在扒矿巷道的两侧相距4.57米各开一个 1.20×1.20 的锥形漏斗作为矿石的放出口，其上口布满整个拉底水平。在拉底水平以上整个岩管面积上，采出2.1米厚的矿石，使拉底水平上面的金伯利岩悬空，然后矿石破裂且崩落到锥形漏斗中，借自重溜到下面扒矿巷道的放矿漏口。

用耙斗将矿石直接装入停在该水平上的6吨矿车中。通过运输平巷将矿石运到井下破碎机站，破碎到-15厘米后再提升到地面上。

当矿石崩落后，必须及时地将其放空，才能补偿因矿石松散所增加的体积。破碎矿石由放矿漏口放出，崩落继续向上进行一直到地表。但必须按一定的放矿速度出矿，直到崩落的矿石被放完为止，也即当上面覆盖层废石出现在耙矿

平巷的放矿漏口时为止。这样，这个矿块的回采工作就算完成了。在这同时，采准工作也都已准备好了。而新的开拓工程在更下面的另一水平又已开始。矿块崩落法的一般布置见图8及图9。

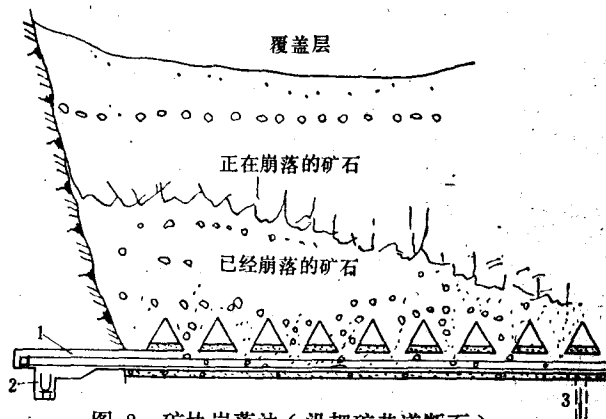


图8 矿块崩落法（沿耙矿巷道断面）

1—扒矿巷道；2—运输巷及矿车；3—去回风巷

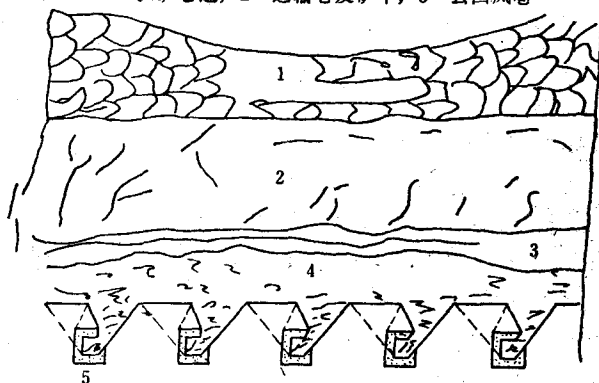


图9 矿块崩落法（横切耙矿巷道断面）

1—覆盖层；2—正在崩落的矿石层；3—崩落空间；4—已崩落的矿石层；5—耙矿巷道

除如上三种方法之外，也有个别使用分段崩落法的，但据沙班尼矿的经验，这种方法的比重似有下降的趋向。

现将金伯利地区采用矿块崩落法的几个矿山介绍如下：

(1) 布尔特丰坦矿

该矿在1953年尝试采用矿块崩落法进行开采，借以提高劳动生产率和降低生产成本。到1960年，几乎已全部采用此法生产。图10为该矿-580米水平的平面图。

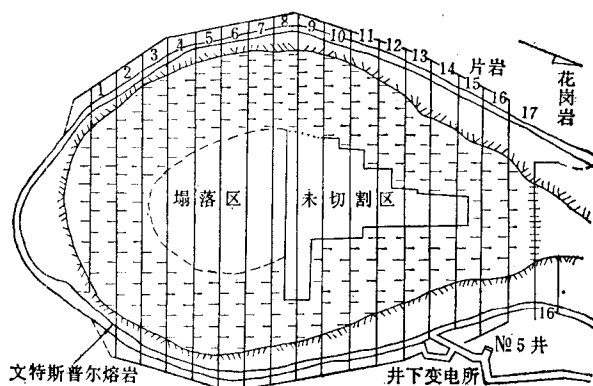


图 10 布尔特丰坦矿-580米矿块崩落法平面图

开拓和采矿布置：如图10所示，先在围岩内环绕矿体掘进一条运输平巷，平巷断面 3.3×3.5 米，距岩管的距离是9.0米。然后，垂直运输巷穿过岩管掘进耙矿巷道，间距13.72米，其长度限制在76米，净断面 1.72×1.83 米，全部采用混凝土支护，其壁厚为730~920毫米，拱厚920毫米，底部厚度610毫米。在扒矿巷道的两侧掘进放矿漏口，间距4.57米，采用相对排列的布置方式，其断面 1.2×1.2 米不支护。耙矿巷的一端掘进耙矿绞车峒室。

在耙矿巷道底以上9.14米掘进拉底平巷。先掘主要通