

加拿大石棉生产考察报告

毛主席语录

独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

外国一切好的经验，好的技术，都要吸收过来，为我所用。

洋为中用

开发矿业

前 言

中国国际贸易促进委员会石棉考察小组(人员由国家建委建材局派出)于一九七三年十月三十一日至十一月二十六日赴加拿大进行了参观访问。在此期间,参观了两家石棉生产公司所属的三个矿山和两个选矿厂,三家石棉制品厂,两家大型自卸汽车制造厂,一家钻机钻头制造厂。此外,还同两家设计公司进行了座谈,并访问了一家凿岩机制造公司。

参观石棉矿山和选矿厂以及技术性的座谈,时间是短暂的,但我们觉得有些收获。根据我们所看到的和收集到的有限的资料,编写了这份技术总结供大家参考。由于我们路线觉悟、政治水平不高,以及技术水平所限,错误之处在所难免,请读者批评指正。

赴加石棉生产考察小组

一九七四年十月

目 录

一、加拿大的石棉工业发展概况.....	(1)
二、石棉矿床的评价——加拿大评价法的简介.....	(3)
(一)地质普查及勘探工作.....	(4)
(二)试验研究工作和纤维的评价.....	(4)
(三)矿石评价及贮量计算边界点的确定.....	(5)
(四)可实行性报告.....	(6)
三、介绍三个石棉矿山的情况.....	(7)
(一)金——贝维尔地下矿.....	(7)
(二)不列颠——加拿大矿.....	(8)
(三)杰弗雷露天矿.....	(8)
(四)加拿大石棉矿床开采的特点.....	(11)
(五)矿山设备的修理工作.....	(13)
四、介绍两个石棉选矿厂的情况.....	(14)
(一)不列颠——加拿大矿的2号选矿厂.....	(14)
(二)杰弗雷矿的5号选矿厂和6号选矿厂.....	(17)
(三)石棉选矿厂的空气系统.....	(24)
(四)石棉选矿厂的自动化控制情况.....	(27)
(五)选矿厂的设备维修及防磨措施.....	(28)
(六)加拿大石棉选矿厂的特点.....	(29)

五、矿山及选矿厂的防尘措施	(31)
(一)矿山的防尘措施.....	(31)
(二)矿石准备作业的防尘措施.....	(33)
(三)选矿厂的防尘措施.....	(35)
(四)尾矿堆置的防尘及环境保护.....	(36)
(五)中间贮仓的防尘措施.....	(36)
六、加拿大石棉选矿的工艺设计程序	(36)
(一)准备阶段——收集、研究和分析资料.....	(36)
(二)试验阶段——试验工厂的试验工作.....	(37)
(三)设备选择和工艺顺序的确定.....	(37)
七、加拿大的石棉质量控制和分级标准	(39)
(一)石棉质量的控制.....	(39)
(二)石棉的分级标准.....	(40)
八、石棉制品工业的情况——加拿大石棉应用情况简介	(43)
(一)概况.....	(43)
(二)石棉水泥制管厂.....	(43)
(三)短纤维石棉的应用情况.....	(46)
九、几点建议	(48)
十、附录	(50)
附录一：杰弗雷矿5号选矿厂的有关数据.....	(50)
附录二：杰弗雷矿6号选矿厂的有关数据.....	(50)

附录三：杰弗雷矿新建物的有关数据.....(51)

附录四：关于**BAUER**比重分选机.....(51)

附录五：沸腾干燥机.....(52)

附录六：

1、金——贝维尔矿石棉股分有限公司

赛福德矿区图（图57）..... (55)

2、湖泊石棉股分有限公司选矿厂全貌（图58）..... (56)

3、尘室布袋机组（图59）..... (56)

4、杰费雷粗选厂干燥厂房（图60）..... (57)

一、加拿大的石棉工业发展概况

加拿大是世界上温石棉主要的生产国之一。

温石棉的生产已有近百年的历史。对温石棉的勘探、开采、选矿和质量控制等方面积累了一定的经验。目前，加拿大从事石棉采选工业的职员和工人有七千多人。1972年温石棉产量达一百六十九万二千吨。1960年以来的历年产量增长情况见表1。

加拿大1960年——1972年石棉产量增长情况

表 1

年 度	产 量 (吨)	年 度	产 量 (吨)
1960	1,118,456	1968	1,595,951
1963	1,275,530	1969	1,611,168
1964	1,419,851	1970	1,661,644
1965	1,388,212	1971	1,634,579
1966	1,489,055	*1972	1,692,000
1967	1,452,104		

*, 初步统计。

加拿大的石棉产地主要有：魁北克、育空地区、不列颠哥伦比亚、纽芬兰和安大略等五个省(地区)。表2列出1971年和1972年加拿大石棉产量按地区分布的情况。

加拿大石棉产量按地区分布的情况

表 2

省 (地 区)	1971 年 产 量	1972 年 产 量	1972 年(%)
魁 北 克 省	1,342,260吨	1,374,000吨	81
不列颠哥伦比亚省	87,118吨	108,000吨	6
育 空 地 区	91,969吨	104,000吨	6
纽 芬 兰 省	69,218吨	69,000吨	4
安 大 略 省	44,014吨	37,000吨	2
总 计	1,634,579吨	1,692,000吨	

从表2可以看出，魁北克省的产量最大，约占加拿大全部产量的81%以上。在这里有一条巨大的温石棉矿脉，从石棉镇南部一直往西北延伸到东勃鲁夫顿附近约96公里长。它是世界上主要的石棉矿床之一。据介绍，该地区的石棉矿是在1874年发现的，1876年在现在的赛福德矿区对这种石棉矿的经济意义第一次作出了评价，并从这年起进行开采，当时只生产手选棉，直到1888年，在魁北克的黑湖附近建立了据称是世界上第一座石棉选矿厂，开始生产

机选棉。

在加拿大石棉工业近百年历史上，曾有过约100家石棉生产商和50个不同的矿山。经过垄断资本的并吞和改组，目前有十家石棉生产公司，经营十四个矿山。其中有九个矿山在赛福德矿区和石棉镇(包括七个露天矿和两个地下矿)。

加拿大的主要石棉公司和所属矿山名称地点等见表3。

表 3

公 司 名 称	矿 山 位 置	选 矿 处 理 矿 石 (吨/日)	采 矿 方 式
阿德沃开特采矿公司	纽芬兰省贝威特	7,500	露 天 矿
加雷——加拿大采矿公司	魁北克省东勃鲁夫顿	5,500	露 天 矿
石棉有限公司:			
A. 石棉矿山	魁北克省石棉山	6,000	露天矿, 年产粗选矿30万吨送至西德诺德汉姆精选厂加工, 年产10万吨纤维。
B. 不列颠—加拿大矿	魁北克省黑湖	12,400	露天矿, 供两个选厂
C. 金—贝维尔矿	魁北克省赛福德矿区	12,000	一个地下矿和一个露天矿
D. 诺曼第矿	魁北克省黑湖	7,500	露 天 矿
贝尔石棉矿山公司	魁北克省赛福德矿区	3,000	地 下 矿
国家石棉采矿有限公司	魁北克省赛福德矿区	3,500	露 天 矿
魁北克湖泊石棉公司	魁北克省黑湖	9,000	露 天 矿
加拿大琼斯—曼维尔公司 杰弗雷矿	魁北克省石棉镇	33,000	正在扩建的大型露天矿年产纤维60万吨
海德曼采矿公司	安大略省麻细森	300	露天矿, 只产7级棉
琼斯—曼维尔采矿和贸易 公司的里沃斯矿	安大略省第敏斯	5,000	露 天 矿
卡西尔石棉有限公司:			
A. 卡西尔矿	不列颠哥伦比亚省卡西尔	3,300	露天矿, 选矿扩建新近完成
B. 克林顿矿	育空地区克林顿克里克	4,000	露 天 矿

石棉有限公司、琼斯——曼维尔公司和湖泊石棉公司都是加拿大比较大的石棉生产公司。

石棉有限公司拥有不列颠加拿大矿、金——贝维尔矿、诺曼第矿和石棉山矿。其中石棉山矿是个新矿，位于魁北克北部的翁干瓦半岛，因气候寒冷，在当地进行粗选后，将粗选矿送至西德的诺德汉姆选矿厂精选，预计1974年生产纤维10万吨(主要为4、5级棉)。

琼斯——曼维尔公司石棉纤维部在石棉镇经营的杰弗雷矿年产纤维60万吨。近年来，杰

弗雷矿正在进行一项较大的扩建计划，投资为7,500万美元。目前已完成扩建工程75%。扩建工程中包括回收1930年前尾矿中的6级纤维。

魁北克湖泊石棉公司，据介绍，由于它采用了磁选、重力选相结合的矿石粗选方法，扩大了矿床的可采边界，并收买了其相邻的原属石棉有限公司的部分矿床的开采权。因此，它也正在扩大生产能力。

除了上述石棉公司外，目前还有几家石棉公司正在筹建。安大略省的联盟采矿公司在第敏斯南64公里的密德洛昔安城正建设一个年产石棉纤维10万吨的露天矿山和选矿厂；阿比蒂比石棉采矿公司在魁北克的阿姆斯北83公里处的马查里兹新建一个露天矿山，计划年产4~6级纤维15.5万吨；麦克丹姆采矿公司在魁北克市东部约32公里处拥有一个石棉矿，贮量可观，现处在勘探和矿床评价阶段；派司芬德资源公司在蒙特利尔市以东128公里处，有一个利里石棉矿，已与泛洋石油公司达成共同开采的协议，现处在勘探和纤维评价阶段。可见，加拿大的石棉生产，将继续增长。

加拿大的石棉有95%供出口，5%供国内市场需要，出口到七十多个国家，其中每年向美国出口的石棉占全部产量的43%。1972年，加拿大石棉出口量为1,598,656吨，价值达229,812,000美元。

加拿大的石棉采选技术在上世界上是比较先进的。特别是石棉的选矿工艺和设备更是如此，还有一套质量控制办法。各级石棉的质量一般能够满足用户的要求。加拿大曾先后向苏联、南非、澳大利亚、新西兰、玻利维亚、日本等国出口石棉采选设备和介绍新技术。

据介绍，苏修曾于1965年从加拿大引进价值800万美元的选矿设备，建成投产后，于1970年石棉产量达200万吨，超过了加拿大。但其产量中短纤维占比重大，质量仍不如加拿大的好（苏联7级以下短棉约占全部石棉产量的一半，有的统计数字未将这一短棉产量包括在内，如此，则世界上石棉产量仍为加拿大占首位）。

二、石棉矿床的评价——加拿大评价法的简介

我们在同CIPM公司的子公司S.N.C设计公司进行技术座谈时，该公司的顾问工程师普里奥特向我们介绍了温石棉矿床评价的加拿大法。这种评价法是在六十年代发展起来的，经过许多温石棉矿山工程的应用而得到了承认（也适用于其它类型的石棉矿床的评价）。由于座谈的时间很短，没能详尽的进行探讨，因此，只能对这种评价法的概要作简单的介绍。

加拿大评价法对石棉矿床的评价不仅仅是纤维的含量（品位）及其贮量；最重要的是纤维长度的分布及其当时的商品价值，从而计算出矿床中各品级矿石的价值。根据这个价值，根据矿石的开采和选矿的费用等来确定矿床的可采贮量。因此，该方法包括以下几部分内容：

(一)地质普查及勘探工作

由于超基性岩的蛇纹石化矿床中含有磁铁矿。因此,在进行区域性的地质普查时,采用航空磁测。当发现这种蛇纹岩体时,再进行实地踏勘,采集含石棉纤维的矿石样品。为了得到比较有代表性的样品,需要挖探槽、挖浅井,将收集到的样品送试验室进行纤维含量的测定。根据所得到的结果,进行地质填图和编写出初步的地质普查报告。如果认为很有希望就编制出更加详细的勘探计划。

勘探的开始阶段,用小孔径金刚石钻机垂直钻孔,钻孔间距为120米×120米。同时,要选择获得纤维的可能性最大的地区钻探。经过这种钻探,得到令人鼓舞的结果时,就继续进行钻探,并将钻孔的密度加大,孔距缩小。由60米×60米到最终的30米×30米。在必要时,对板状矿体打倾斜的钻孔,以便获得较清楚的矿体的层态和厚度。

加拿大石棉工业采用的岩心直径尺寸有:AX规格—32毫米;BX规格—37毫米;……至NX规格—50毫米。应用不旋转的岩心套管可以大大地改善岩心的采取率。经过试验室的鉴定之后,取得了有价值的结果时,就对矿体有代表性的地区实行大体积的采样。目的是更精确地计算出矿床的不同地段的矿石中的纤维含量(品位)、纤维长度的分布以及每吨矿石的价值。这种大体积的采样是采用地下取样(坑道、打井)或大直径的金刚石钻机取岩心的方法来完成。所采得的大体积样品,也是送往试验室进行评价。

当大体积的采样工作完成之后,地质勘探的野外工作也就结束了。

(二)*试验研究工作和纤维评价

在加拿大,试验研究工作的内容主要有:矿石的可选性研究、纤维特性的试验、纤维含量和长度等级分布的测定、纤维用途的研究、商品石棉的质量控制等等。其中,矿石的可选性研究分两个阶段:第一个阶段是试验室选矿试验,第二个阶段是中间试验厂(PILOT PLANT)选矿试验。第二个阶段的试验对于选矿厂的工艺设计是不可缺少的。

在试验室对纤维含量、纤维长度分布、纤维特性和用途等项的评价要经过三个不同的阶段来确定:

- 1.岩心测量(小孔金刚石钻的岩心);
- 2.岩心选矿(小孔金刚石钻的岩心);
- 3.大体积样品(100吨以上)选矿试验。

岩心测量是采用卡尺来量度纤维长度的方法。如图1所示。每1,520毫米长的岩心作为一段,将所量的结果记在下表内,然后换算成各级纤维的百分含量。

* 注①加拿大有两个试验室:一个是属于魁北克省管理的,设在魁北克市;另一个是属于魁北克石棉采矿协会控制的设在魁北克省的舍布鲁克(Sherbrooke)。而中间试验厂有琼斯—曼维尔公司杰弗雷矿的中间试验厂、阿肯梯比中间试验厂、魁北克中间试验厂等。

②对于纤维评价及商品石棉质量的各种试验方法及操作,请参阅“温石棉试验规程”(“TESTING PROCEDURES FOR CHRYSOTILE ASBESTOS FIBRE”)一书。

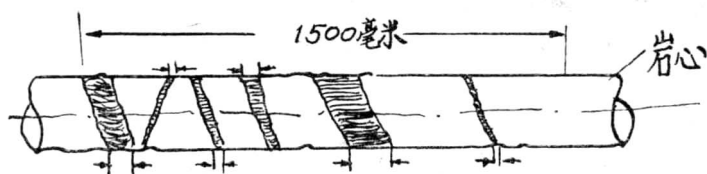


图 1: 岩心测量纤维长度图。

岩 心 测 量 记 录 表

表 4

组 别		1		2			3			4	
纤维长度		+14.3 毫米	+12.7 毫米	+11.1 毫米	+9.6毫米	+8毫米	+6.4毫米	+4.8 毫 米	+3.2 毫 米	+1.6 毫 米	-1.6 毫 米
岩 心 编 号	1# A段										
	1# B段										
	⋮										
	2# A段										
	2# B段										
	⋮										

用这个方法得出的纤维含量及长度分布，在理论上，应该同魁北克标准筛试验相符。但实际并不相符，因此，就采用了所谓“指标系数”*的概念，用来修正小孔径岩心测量结果的误差，以便在小孔径钻探之后，对矿床的价值作出最初的评价。

岩心选矿是用实验室设备用机械的方法选出纤维，并且进行质量检验。这样就可以得出纤维含量、等级分布和各级纤维的价值(即各级纤维每吨的价格)，并进一步计算出矿石的价值(即每吨矿石的价格)。由于岩心选矿试验所用的是小孔径岩心，不仅量少而且尺寸也小。所以，不一定能取得符合商品质量的纤维。同时，加工设备和过程也不同于实际生产的选矿厂，所以，得出的结论与实际情况不相同。可见，岩心选矿试验结果也只是矿床勘探的最初评价。

(三)矿石评价及贮量计算边界点的确定

矿石的最终评价是用大体积(100吨以上)的样品在生产厂或中间试验厂进行选矿试验之

* 注：指标系数是指小孔径岩心测量法所得出的纤维含量及等级分布与大体积样品选矿所得的纤维用魁北克标准筛检验的结果之间的比值。经过大量的数据比较之后所确定的经验比值称为指标系数。

后作出的。到生产厂进行选矿试验是很困难的。所以，在加拿大建立了一些设备规格和类型同生产厂一样的石棉选矿中间试验厂。它的处理顺序与生产厂的工艺顺序一致。中间试验厂的试验目的是：

- 1、确定指标系数；

- 2、生产出足够量的纤维等级，以使用户进行评价和承认。

应该指出的是，这里一般只提取三、四、五级，和六级的纤维（七级纤维含量很高时也提取）。对纤维等级的试验指标就是以干法和湿法检验的纤维长度分布和石棉水泥制品增强强度的指标。

对矿床不同地段的大体积样品进行中间试验厂的试验之后，矿床不同地段的纤维含量、等级分布、纤维价值和矿石价值就被确定了。有了这些数据，就可以绘制出一个平面图，在这个图上有等高线、有不同地段的纤维含量和矿石价值的等值线；在这个图上还标明了以经济核算为基础的、由矿石的价值所圈定的矿石可采边界线。以此来计算矿床的可采贮量、设计开采的方法和实际生产时为了保证纤维等级而进行的不同地段的矿石配合。当这个最终的矿床评价平面图绘制出来的时候，一个新矿床的评价报告也就编制出来了。

需要进一步说明一下的，就是纤维价值和矿石价值的问题，它们的计算是一项非常复杂的工作，也是加拿大评价石棉矿床的核心。要进行这种计算必须有以下的最起码的资料：

- (1)要对世界石棉市场情况进行调查。调查的目的是为了了解各级石棉纤维的价格和用途以及用户有那些特殊的需要和质量上的要求；

- (2)根据矿石的初步评价、市场的调查，拟用的开采方法、选矿工艺流程及其规模的大小，编制出开采和选矿过程所需的总费用。在拟定开采和选矿规模时，必须有不少于二十年的服务年限。为了更精确地计算选矿费用，必须对拟用的选矿厂进行初步工艺设计的计算。因此，在编制矿床评价的报告中，包括了新矿床拟用的开采方法、规模和选矿厂的初步设计。

(四)可实行性报告

可实行性报告就是在矿床评价之后，论述要开发新矿床所需要的各项投资、生产过程所需要的成本资金的周转，和如何获得最大的利润问题，以便寻求财务上的支持。这种报告称为初步可实行性报告。

最终可实行性报告是在初步可实行性报告的基础上更精确地说明所推荐的选矿厂的生产能力，生产纤维的等级、以及每级的量。它还包括装运设施的估价资料、当地的电源供应情况和价格，当地的税收和货币的贬值，当地能够提供的辅助设施情况以及价格等等，总之，初步可实行性报告中的未尽事宜都要考虑。它用于最终的工程设计的说明。

三、介绍三个石棉矿山的情况

我们参观了金·贝维尔矿的地下矿、不列颠——加拿大矿的露天矿和杰弗雷矿的露天矿。现将这三个矿山的简单情况介绍如下：

(一)金——贝维尔地下矿

在赛福德矿区，其矿体规模为：763米宽、2,140米长。它是用露天和地下相结合的方法进行开采。每年共采矿石330万吨，总的矿石回收率为80%。该矿有一座年产纤维量为13.3万吨的选矿厂。

地下矿的采矿工作面在地下214米水平，为阶段崩落法。凿岩用风动凿岩机湿法打眼，钻孔布置成扇形。每15.5米×15.5米为一矿块。据介绍，由于爆破计算准确，矿石崩落下来时没有贫化现象。矿石通过溜井放到贮矿巷道，用电耙将矿石装入主运输巷道的8.36立方米矿车上，用电机车运至1,200毫米×1,500毫米泰勒颚式破碎机前部的粗矿仓。经破碎后的矿石，由3*井的箕斗提升机送到地面上。

主运输巷道的支护，在岩层较好的地段采用钢丝网加喷射水泥砂浆的方法，在岩层较松的地段用钢筋混凝土起拱的方法。

地下水量很大，利用报废的旧巷道作为贮水池，并用水泵排出去。

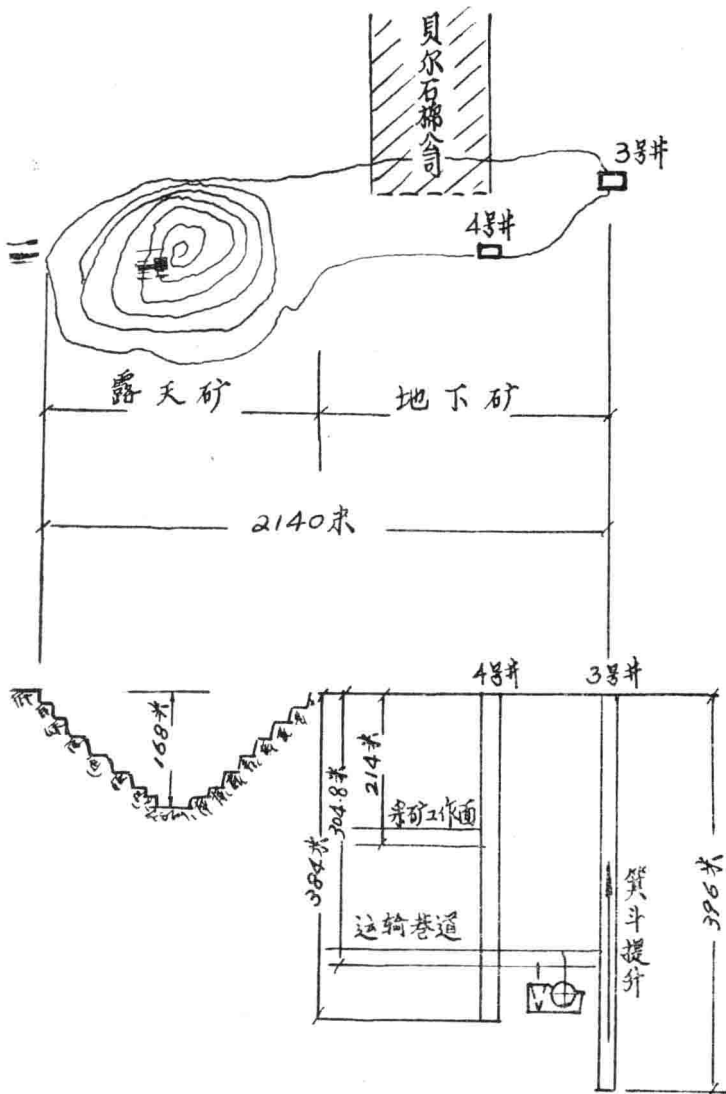


图2：金贝维尔矿平面和剖面示意图。

爆破所用的炸药是粉状梯、恩、梯炸药。

地下矿年产矿石100万吨（纤维含量6~7%），共有240人，三班制作业，每周六天工作。

（二）不列颠——加拿大矿

这个矿在黑湖，是露天矿山。有两个选矿厂。它的矿体规模为1.6公里长、0.8公里宽。日采矿岩量6万吨。剥采比为2.3:1。矿山的主要设备有：

电铲：4.6米³的五台，3.8米³的4台，3.05米³的2台（按：原资料规格分别为6码、5码、4码）
自卸车：45吨的32台，30吨的2台。

推土机：2台，橡胶轮胎推土机1台。

橡胶轮胎式装载机：7.6米³2台，3.8米³1台（按：原资料规格分别为10码、5码）。

平路机：2台。

潜孔钻机：直径160毫米的2部。

橡胶轮胎式钻孔机（直径100毫米）2台。

履带式钻孔机（直径100毫米）2台。

移动式二次爆破钻孔机1台。

固定式空压机（总风量197米³/分）4台。

半移动式空压机（风量23米³/分）2台。

移动式空压机（风量36米³/分）2台。

采用的台阶高度为15米~17米，钻孔成方形布置，孔距随所用的钻机类型而有所不同。使用的炸药有多种，主要为浆状炸药和铵油炸药。炸药装在有特殊容器的卡车上运到工地，将炸药的混合料打入钻孔内，用电爆破法。

大块矿石采用落锤式碎石机或二次爆破的方法处理。当进行二次爆破时，是把大块矿集中放置在工作面的一侧并进行打眼，待这一工作面的矿石采完之后，连同下一次的爆破一起进行二次爆破。

集水池设在最低的底部，用水泵将水排出去。

在采场内，所有机械设备（汽车、电铲、钻机、装载机、推土机等）的操作室内，均设有无线电通讯设备，调度室用无线电调度所有的设备，了解工作情况。调度室设在采矿场高处，居高临下，可以对整个采场进行观察。调度室是一间可移动的小房。调度室里还设有电子计算机，对生产情况进行统计，并作出报表。

这个露天矿山有专业职员16人，操作工人209人，三班制作业，每周六天工作。图3是矿的平面图。

（三）杰弗雷露天矿

这个矿位于魁北克省的石棉城。它是个大规模的露天矿山。原先，曾一度采用地下开采的方法。1950~1960年的十年间，地下开采矿的石量为2,900万吨。由于露天开采的装

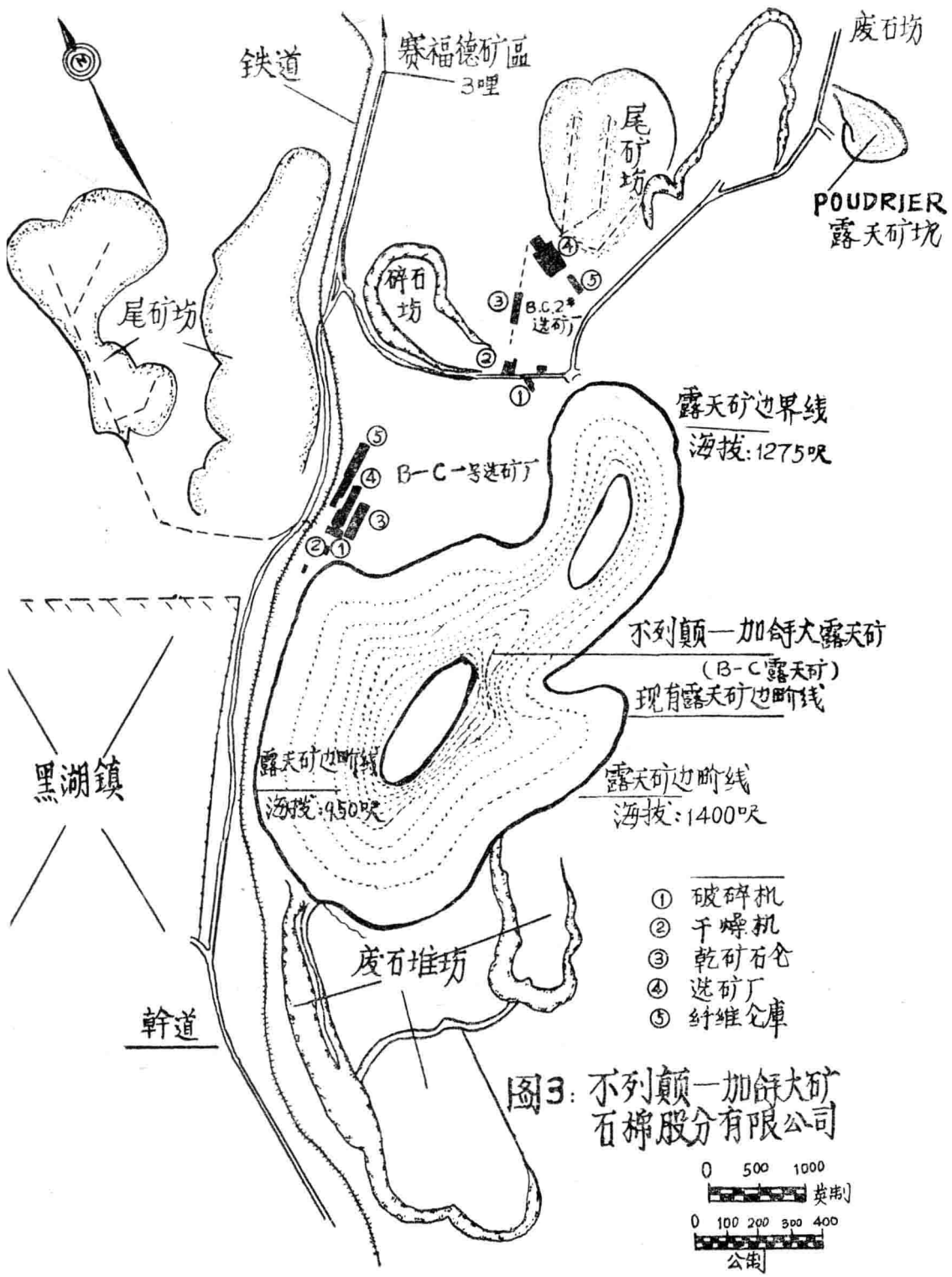
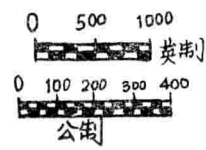


图3: 不列顛—加舒大石棉股份有限公司



备的发展，同时也因为地下开采的成本高和扩大生产能力受到限制，从1958年开始，将地下开采改为露天开采。近年来，正在实现一项五年扩展计划，这一扩展工程的投资是7,500万美元，要求在1975年完成。目前，已经完成整个扩展工程量的75%。现在，每年从矿山运走的物料（剥离覆盖层，积存废石，采出的矿石和废石）量达到4,000万吨，年产量达到60万吨纤维。该矿使用的装载设备是：

电铲：4.6米³的7台，6.88米³的3台，11.5米³的5台（按：原资料规格分别为6码、9码、15码。）

自卸车：35吨的26台，50吨的13台，100吨的21台，200吨的4台。

随着矿山开采深度的加深，运距加大，每年预计要增加1台100吨的自卸车°（35吨车可能被取代，而采用100吨和200吨的）。

轮胎式装载机：6.88米³的2台（用来排除采矿场的大块废石）。

由于设备大，路坡一般都不超过8%。

用这些设备，每天装载的量达135,000吨。

矿山的剥采比约1:1。

为了降低钻孔和爆破的成本并提高效率，杰弗雷矿采用了大孔径的牙轮钻，钻孔直径为170毫米至230毫米。当钻孔遇到底部硬度较大的板岩时，仍然需要使用冲击式的卡特恩钻机，这种钻机装有直径100毫米的碳化钨硬质合金钻头。

钻孔是垂直的，当钻孔直径为170毫米时，孔的布置距离是7.3米×8米。孔深与台阶高度相适应。台阶高度为15米左右。

为了防止纤维的污染，* 逐步采用非金属质的浆状炸药取代了铵油炸药。这种非金属质的浆状炸药有抗水性好、密度高、威力大、爆破效果好的优点。

杰弗雷矿有两台100吨的装药车和1台混合卡车实行机械化装药，装药速度是180公斤/分。如图4所示。大块矿石的二次爆破，同样是在采矿过程中，将过大的大块矿石放置在工作面

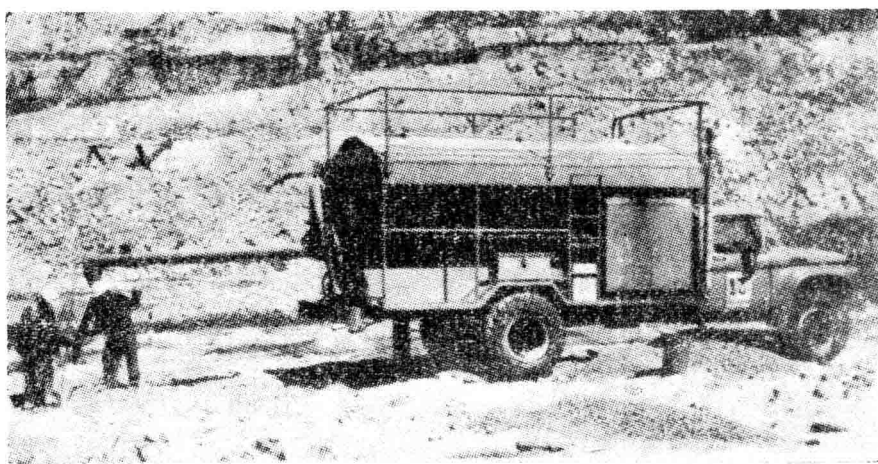


图4 100吨装药车

注* 非金属质的浆状炸药是指相对于金属质浆状炸药而言，非金属质的浆状炸药是不用铝镁等轻金属粉来作敏化剂的。

一侧。然后，用轮胎式的凿岩车来打眼，同下次大爆破时一起进行。这种凿岩车实际上就是安装了1台风动凿岩机的吊车。如图5所示。它可以打各种角度的炮眼，不用人直接去握住它，人仅仅在操纵室进行操纵。大块的废石直接用轮胎式7.5米³装载机运走，不必进行二次爆破。

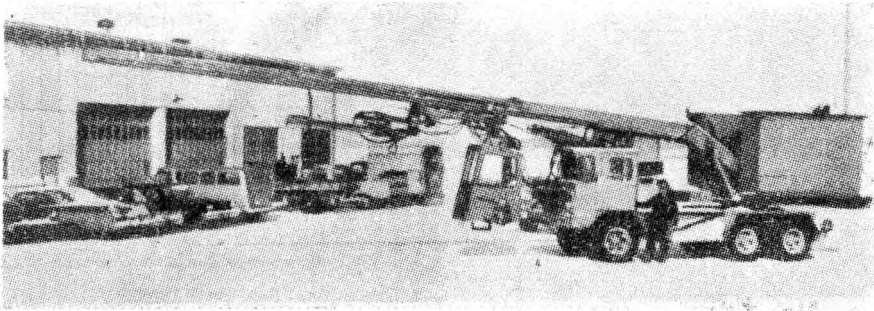


图5 轮胎式凿岩车

在矿山的最底部有一贮水池，每天需排出6,810立方米的水。

由于矿山有许多工作面，钻孔、剥离、采矿、修路等一切工作都同时进行，相互不影响。矿山的管理工作是通过无线电通讯来实现的。调度室设在最高处，它是矿山的无线电发射中心。矿山的统计、报表也是由电子计算机来完成的。

图6：是杰弗雷矿的全貌。

图7：是所用的自卸车。小的是35吨，中间的是100吨，大的是200吨。

杰弗雷露天矿山有生产工人420人（其中只有5人管放炮），三班作业，每周六天工作。

（四）加拿大石棉矿床开采的特点

1、加拿大石棉矿床的开采以露天开采为主

从概况部分的介绍就十分清楚，现在加拿大有十四个主要石棉矿，十二个是露天矿，只有两个是地下矿。分析其原因，除了矿床本身的贮存条件之外，因为地下开采成本高、矿石回采率低，矿石在井下的多次倒运和泥水的污染使纤维的质量受到损坏；而露天开采成本较低，矿石回采率高，对纤维的保护较好。

由于大型的穿孔机、装药机械、载装设备的发展，为露天开采提供了高效率的设备，能迅速扩大露天矿山生产能力。有的原先是地下开采的，为了扩展生产能力由地下改为露天。例如杰弗雷矿就是这样。

2、穿孔设备普遍向使用牙轮钻的方向发展

它的优点是钻孔直径大（170毫米至230毫米）、钻进速度快（每台班的钻孔进尺可达80米），因此，成本较低。

3、非金属质的浆状炸药在石棉矿获得广泛的应用

它的优点是：抗水性能好、密度高、威力大、爆破效果好、对纤维没有污染。如果用这种