

建材情报资料

总第8217号

非金属矿类9

赴加拿大石棉生产技术考察报告

国家建材局技术情报标准研究所

一九八二年十二月



前

言

建筑材料工业部赴加拿大石棉考察组于一九八一年十月十六日至十月三十日，对加拿大魁北克的石棉工业进行了考察。考察和参观的单位有：湖泊石棉有限公司(LAQ)的黑湖矿和国民矿，加拿大石棉有限公司(ASBESTOS)的不列颠·加拿大矿(B、C矿)和诺曼弟选矿厂，琼斯·曼维尔公司，魁北克省国家石棉公司(SNA)系统的贝尔(Bell)石棉公司的地下矿和选矿厂、魁北克中间试验厂、舍布鲁克石棉研究中心、阿特拉斯石棉水泥制品厂，以及弗林机械制造厂和苏佐云母粉厂。同湖泊石棉公司和基尔博工程公司的工程技术人员进行了技术座谈。

本次考察是一九七三年石棉考察的继续，根据国内石棉生产技术发展的需要，重点考察了石棉选矿工艺、设备、选矿厂除尘、产品质量控制和包装，尾矿处理和综合利用。对石棉地质勘探和矿石评价、建设可行性研究、矿山规划与设计也作了初步了解。由于加拿大各厂商在技术上较已往开放，本次考察在技术上取得了较大收获。但因时间短促，有些技术细节和技术经济数据仍然摸得不很清楚。现将考察收获整理总结于后，供参考，不当之处，敬请指正。

建材部赴加拿大石棉考察组

一九八一年十二月

目 录

一、概况	1
二、地质勘探和矿石评价	3
(一) 矿石目测评价方法	3
(二) 实验室岩芯加工流程	3
三、石棉矿山建设可行性研究	6
四、石棉选矿试验	7
五、矿山规划与矿山开采	13
(一) 矿山规划	13
(二) 边坡设计与管理	13
(三) 矿山开采	16
六、石棉选矿工艺	17
(一) 矿石粗中碎及富集作业	18
(二) 湿矿石仓或堆场	26
(三) 干燥作业	26
(四) 干矿石仓(冷却矿仓)	29
(五) 破碎捣棉吸选流程	30
(六) 纤维净化流程	31
(七) 包装工艺	32
(八) 生产监督及质量控制	34
七、石棉选矿厂除尘	36
(一) 粉尘控制标准	36
(二) 除尘方式确定	36
(三) 黑湖矿选矿厂空气处理系统(负压尘室)	37
(四) 车间粉尘浓度监测	39
(五) 料仓装车除尘方法	40
八、石棉选矿厂专用设备	41
(一) “TORREY”型立轴式破碎机	43

(二) “C.J.M” 型立轴式破碎机	45
(三) 流态床选矿机 (FLUID BED CLASSIFIER)	45
(四) 纤维除尘筛	46
(五) 平面摇动筛、平面旋回筛	49
(六) 比重分选机	50
(七) 透平式开棉机 (TURBO FIBERIZER)	50
(八) 石棉纤维仓	50
(九) 螺旋预压机	50

九、尾矿堆置与尾矿综合利用.....52

一、概 况

加拿大的石棉工业已有百多年的历史，是世界上第一流的石棉生产国，产量仅次于苏联，居世界第二位，但生产技术水平居世界领先地位，工艺设备先进，产品质量好，品种多，各生产厂家的石棉产品多达40~60个牌号，完全适应用户要求，在国际市场上享有很高的声誉。现在，年产140万吨左右，百分之九十五出口，每年换取外汇五亿加元左右。魁北克是加拿大的主要石棉产区，产量占全国总产量的百分之八十六以上，几家大石棉公司和研究、试验、设计、设备制造都集中在这里，是石棉工业的精华所在，代表了世界石棉工业的最先进水平，例如，湖泊石棉公司的全员劳动生产率高达340多吨。但是，近年来，西方国家经济衰退，建筑业的石棉水泥制品消耗量减少，再加上“石棉有害健康”的宣传，加拿大石棉生产和出口下降，一九八〇年的石棉产量比一九七九年降低百分之十六，魁北克地区的石棉产量下降百分之十七，预计在二、三年内不会回升。

几家石棉公司的技术经济概况

(一) 湖泊石棉公司

采剥总量：	国民矿	750万吨/年
	黑湖矿	3万吨/日
矿石量	国民矿	1780万吨/年
	黑湖矿	7.1万吨/日
矿石品位	国民矿	200万吨/年
	黑湖矿	0.8万吨/日
剥采比	国民矿	410万吨/年
	黑湖矿	1.64万吨/日
剥采比	国民矿	5 %
	黑湖矿	3.6 %
剥采比	国民矿	3 : 1
	黑湖矿	2.67 : 1

矿山装备水平：

穿孔	立轴破碎机	Ø250牙轮钻
装岩	立轴破碎机	11立方码电铲
运输	立轴破碎机	50-80吨汽车
石棉产量(公司)		25-26万吨/年
其中：国民矿		11-12万吨/年
黑湖矿		14-15万吨/年
产品牌号：	全部牌号	50种
	经常生产	35种
职工人数		725人

其中:	工人	600人
全员劳动生产率		345吨/人·年
矿山保有的石棉矿石贮量		8776万吨
(截止一九八一年初)		

(二) 加拿大石棉有限公司不列颠-加拿大矿

采剥总量		1600万吨/年
		6.6万吨/日
矿石量		370万吨/年
		1.5万吨/日
矿石品位		2.3%
剥采比		3 : 1
年产石棉	B.C1*选矿厂	6-7万吨
	其中4级以上占60%	
	B.C2*选矿厂	7万吨
	其中4级以上占5%	

诺曼弟选矿厂 10万吨

(注: 诺曼弟选矿厂由金·比弗矿供矿, 矿石用150吨的卡车运输, 运距8公里。)

矿山保有矿石贮量 8000万吨

(三) 贝尔石棉公司(地下矿)

矿石量		112万吨/年
		4500吨/日
矿石品位		6-8%
石棉产量		10万吨
其中:	3级	4%
	4级	40-50%
	5级以下	20%

职工人数 600人

全员劳动生产率 160吨/人·年

利润率 5-20%

固定资产 2500万加元

折旧年限 设备 3年

建筑物 20年

(四) 琼斯·曼维尔公司

采剥总量		4000万吨/年
		16万吨/日
矿石量		1000万吨/年
		4万吨/日
矿石品位		5-6%
石棉产量		60万吨/年

二、地质勘探和矿石评价

加拿大的石棉矿床地质勘探以金刚石钻探为主，必要时也掘进少量探矿巷道。矿床勘探程度很高，最终勘探网度一般为 30×30 米。湖泊公司的黑湖矿区，一九五八年投产前，完成金刚石钻探进尺24000米，探矿巷道4400米，探明矿石贮量2230万吨。

各矿也很重视投产以后的探矿工作，目的是扩大贮量，延长矿山服务年限。湖泊公司的黑湖矿，从一九五八年投产到一九八〇年底，累计完成金刚石钻探工程量116000米，年平均近5000米，探明矿石贮量13596万吨。这个矿一九五八年至一九八〇年，累计回采矿石7050万吨，但一九八一年年初核实，矿山保有矿石贮量8776万吨，服务年限始终保持20年以上。

加拿大各石棉公司都要求矿山保有20年的贮量，他们认为，探明的贮量过多，会积压资金，延长勘探和建设时间。

矿床评价的主要技术经济指标是矿石价值。湖泊石棉公司黑湖矿现行矿石边界价值是5加元/吨，平均价值24.98加元/吨。矿石价值是通过岩芯中棉脉的目测统计和实验室加工检验求得，一般以目测评价为主，实验室作验证。在新矿区开发时，也采取重量5000-12000吨的大样，进行工业试验。

(一) 矿石目测评价方法

目测评价法是用千分尺测量岩芯中棉脉宽度和纤维长度(也可以测量露采台阶、坑采矿山的沿脉、穿脉掌子面)，一般以 $1/16''$ 为最小测量单位，按 $1/16''$ 、 $1/8''$ 、 $3/16''$ ……分挡观测和记录棉脉，然后换算为魁北克标准的长度分布，计算纤维的百分含量、纤维的价值、最后计算矿石价值。

岩芯目测评价的计算方法如表1。

目测评价法具有方法简便，提交地质成果快，费用少，误差在允许范围内等优点，在加拿大石棉矿床地质勘探和开采中应用很广，据介绍，80%以上的岩芯完全用这种方法评价。

(二) 实验室岩芯加工流程

加拿大的实验室岩芯加工流程相当于我国的石棉矿石加工流程，基本上是选矿生产工艺的缩小。湖泊石棉公司的岩芯加工流程如图1：

湖泊石棉公司岩芯试验设备主要有：

鄂式破碎机	152 × 203mm (6" × 8")
旋回破碎机	19mm (给矿口 3/4")
TORREY型立轴破碎机	Ø609.6mm (24")
平摇筛	800 × 1200mm
旋回筛	600 × 1000mm
空气分级机	Ø800mm
降棉筒	Ø600~800mm
纤维收集：单个布袋	Ø300~400mm
除尘设备：单体布袋	

各公司的岩芯试验室设备基本相同，有的是间断作业，有的将试验设备组成一个小的连

湖泊石棉公司目测评价法计算程序表(以长度为40英尺的岩芯为例)

表 1

步 骤		纤 维 长 度									合 计
		1/32"	1/16"	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	
1	列出40英尺长度内的棉脉条数	3	34	56	35	24	8	5	4	10 $\frac{3}{4}$	40英尺长的岩芯上,有 1" 宽度为16的棉脉532条
2	以 $\frac{1}{16}$ "为基本单位,换算为 $\frac{1}{16}$ 棉脉条数	1	34	112	105	96	40	30	28	86	
3	按魁北克标准换算为16盎司的重量分布	满底		10目 (1.35 mm)		4目 (4.8 mm)			1" 2		16盎司
		35		217		194			86		
		1.05		6.53		5.83			2.59		
4	乘以反映各层筛上纤维价值的系数,求得“价值点”	$\times 1.0$		$\times 10$		$\times 40$			$\times 100$		558
		1		65		233			259		
5	查表 求纤维价值	价值点558对应的1958年纤维价格为307.1加元/短吨,再乘以4.13,得到1980年价格为1268.3加元/短吨。									
6	计算 矿石品位	$\text{矿石品位} = \frac{532 \times 100}{40 \times 192} \% = 6.92\%$									
7	计算 矿石价格	$\text{矿石价值} = 307.1 \times 6.92\% = 21.25 \text{加元/短吨 (1958年价)}$									

续流程。

岩芯加工流程获取的纤维产品, 分别进行魁北克标准筛、罗塔普筛和湿式分级检验。(检验方法请参阅“温石棉检验手册”)然后, 按下列方法计算价值点、纤维价格和矿石价格。

魁北克标准筛的价值点计算法: 例如, 某重量为1磅的纤维试样, 经过魁北克标准筛, 各层筛余量为3.3-5.7-3.8-3.2, 分别乘上相应的系数, 即求得价值点:

1/2"	$3.3 \times 100 = 330$ 点
4目	$5.7 \times 40 = 228$ 点
10目	$3.8 \times 10 = 38$ 点
35目	$3.2 \times 1 = 3.2$ 点
总价值点	599.2点

从价值点表上可以查到, 599.2点所代表的纤维在一九五八年价格为323.58加元/短吨, 再乘以4.13, 得到一九八〇年价格为1336.385加元/短吨。样品中矿石品位为3.45%, 那么, 矿石的价值为11.16加元/短吨(一九五八年价)。

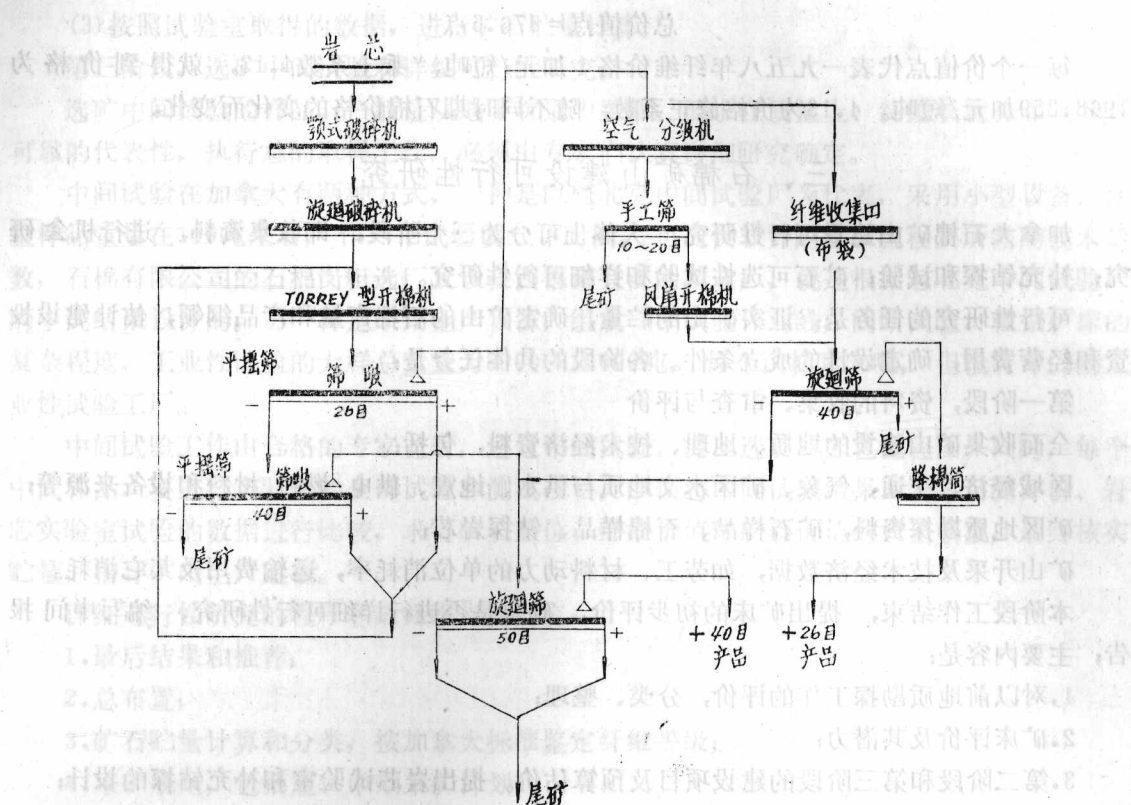


图1 湖泊石棉公司岩芯试验加工流程图

湿式分级的价值点计算法：麦克纳特湿式分级的结果是(重量百分比)：

4目	14目	35目	200目	-200目
64.5	4.3	5.0	2.2	24

将麦克纳特湿式分级的各层筛余量的百分数分别乘以相应的系数，可获得价值点。

4目的筛上物：大于60%的分数(即4.5)乘以12，在21—60%之间的分数(即40)乘以8，在0—20%之间的分数(即20)乘以4。

14目筛余量百分数乘以3；

35目筛余量百分数乘以1.5；

200目筛余量百分数乘以1；

-200目乘以0。

计算得到价值点为：

将64.5%分解为：4.5% + 40% + 20%， $\therefore 4.5 \times 12 = 54.0$

$40 \times 8 = 320.0$

$20 \times 4 = 80.0$

$4.3 \times 3 = 12.9$

$5.0 \times 1.5 = 7.5$

$2.2 \times 1 = 2.2$

总价值点 = 476.6点

每一个价值点代表一九五八年纤维价格1加元/短吨，乘上系数4.13，就得到价格为1968.359加元/短吨。4.13为价格修正系数，随不同时期石棉价格的变化而变化。

三、石棉矿山建设可行性研究

加拿大石棉矿山建设可行性研究，大体上可分为三个阶段，即收集资料，进行机会研究；补充钻探和试验；矿石可选性试验和详细可行性研究。

可行性研究的任务是：证实矿山的贮量，确定矿山的石棉产量和产品纲领，估计建设投资和经营费用，确定设计的成立条件。各阶段的具体任务是：

第一阶段，资料的收集、审查与评价

全面收集矿山建设的地质、地理、技术经济资料，包括：

区域经济、交通、气象、矿区水文地质与供水、地震、供电、燃料、材料和设备来源等；

矿区地质勘探资料，矿石样品、石棉样品、钻探岩芯；

矿山开采及技术经济数据，如劳工、材料动力的单位消耗率，运输费用及其它消耗。

本阶段工作结束，提出矿床的初步评价，确定是否进行详细可行性研究，编写中间报告，主要内容是：

1.对以前地质勘探工作的评价，分类、整理；

2.矿床评价及其潜力；

3.第二阶段和第三阶段的建设项目及预算估价。提出岩芯试验室和补充钻探的设计；

4.建设项目进度表。

第二阶段，补充金刚石钻探和试验。

1.进行补充金刚石钻探或打验证钻孔。基尔博的专家认为，如果茫崖石棉矿矿体连续性好，在原100×50米网距的钻孔之间，补打2个验证孔就可以了。

2.在实验室对矿石的选矿加工性能和纤维性质进行研究，研究试验项目有：

(1)化学分析

(2)x光衍射分析

(3)测定纤维强度

(4)差热分析

(5)魁北克标准筛和罗塔普筛检验

(6)鲍尔·麦克纳特湿式分级

(7)冲洗试验

(8)砂粒测定

(9)强度单位试验(石棉纤维的强度单位和石棉在石棉水泥制品中的强度单位)。

本阶段工作结束，要求提出：

(1)实验室试验报告，在此基础上确定矿石中间试验工艺流程、建设中间试验厂的设计和大量采取的规格、数量、采样位置的设计。据介绍，基尔博工程公司进行北希腊石棉矿可行性研究时，采取大样100个，单个大样重量50吨，共采大样样品5000吨，获得纤维150吨，并把这些石棉纤维送到美国和希腊的石棉水泥制品厂进行制品试验。

(2)矿床的评价，纤维的自然性能及对工业生产的适应性。

(3)按照试验室取得的数据,进行矿石贮量计算。

第三阶段,选矿中间试验和详细可行性研究。

选矿中间试验的样品,一般是从小坑道中采取,要求在质量上、纤维长度分布上具有可靠的代表性,执行总的取样工作,必须由专家们认真详细研究确定。

中间试验在加拿大有两种方式,一种是以魁北克中间试验厂为代表,采用小型设备,试验样品重量在100吨左右,作一个试验要二年时间,可提供设计的建议流程及所需的技术参数,石棉有限公司的石棉岗粗选厂及设在西德诺登汉的精选厂,就是根据魁北克中间试验厂的中试结果设计的。另一种是采用生产设备,组成一个试验作业线,间断试验,根据矿床的复杂程度,工业性试验的大样总重量为5000—10000吨,每个试样重50吨,但没有专门的工业性试验工厂。

中间试验工作由合格的专家监管,通过中间试验,提出选矿厂工艺流程图。同时,每个中试样品,要进行实验室的全部试验和测试项目,以便将中间试验结果同岩芯目测评价、岩芯实验室试验的数据进行比较,求得矿石品位、纤维价值和矿石价值的校正系数,最终核实贮量,指导矿山生产建设。

详细可行性研究的程序和最终报告的内容:

- 1.最后结果和推荐;
- 2.总布置;
- 3.矿石贮量计算和分类,按加拿大标准鉴定纤维等级;
- 4.采矿规划,包括短、中期采矿计划;
- 5.尾矿处理计划;
- 6.选矿方法说明,流程图及物料平衡;
- 7.设备的主要规格与清单;
- 8.工程建筑与设备安装构思图;
- 9.纤维包装;
- 10.工程与环境对空气净化化的要求;
- 11.动力供应与供电线路;
- 12.采暖与通风;
- 13.工程与环境对水净化化的要求;
- 14.铁路和公路运输;
- 15.工程计划的详细进度表;
- 16.资本与经营费用的估值。

该报告将是实施开发计划时详细工程与基建的基础。

基尔博工程公司收取设计费用的标准为:总投资的7%,对北希腊石棉矿从一九六七年至一九七三年完成,共收取60万美元。

四、石棉选矿试验

为了适应魁北克省采、选工业的迅速发展,省矿产资源部决定在魁北克市建立选矿中间试验工厂。1958年开始设计,系利用40年前修建的厂房改建,1960年建成投产。该试验工厂位于魁北克市工业中心圣·马洛,有铁路支线与国家铁路相联,厂房建筑面积为 85.34×36.5

平方米。魁北克选矿中间试验工厂实际上是一个综合性的试验工厂，它可进行金属矿石和非金属矿石的选矿试验，石棉中间试验工厂仅是其中一部分。

中间试验工厂主厂房为钢结构单层厂房，长85.34米，宽24.38米，高9.75米。铁路支线伸入主厂房西端18.28米，在卸料处设有跨度24.38米、起重量为25吨的起重机。主厂房的两边建有宽6.1米、高5.18米的两层楼房。各种试验设备配置在主厂房的地面上或金属平台上，选矿实验室和石棉矿石、纤维试验室分别设置在主厂房两边的两层楼房内。试验工厂有三个主要车间：

(一) 试样制备车间。

(二) 金属选矿中间试验车间。

(三) 石棉选矿中间试验车间。

本报告只介绍石棉选矿中间试验厂，对于试样制备和金属选矿中间试验厂从略。

石棉选矿中间试验工厂的主体装置为一个两层的金属平台，在平台的中央设有一个电梯式的提升机，平台四周按工艺要求，配置各种类型的小型设备，如料仓、鄂式破碎机、反击式破碎机、立轴式破碎机、平面摇动筛、平面旋回筛、圆筒除尘筛、吸棉嘴、降棉筒等。地面层高度约为3米，第二层平台高度约为2.5米，第三层平台高度（至主厂房屋面下弦）约为4.5米。主要试验设备配置在第二层平台上，料仓、降棉筒等设备配置在第三层法，各设备及排料点的除尘采用两台脉冲袋式除尘器。石棉选矿中间试验厂占地面积约450米²。

为了进行矿样加工和纤维检验，设有矿石试验室和纤维检验室。

石棉选矿中间试验工厂试验流程如下，(图2)为方框流程图，(图3)为线流程图。

石棉中间试验工厂规模为每小时处理1吨矿石。矿石由火车或汽车运到试验工厂，用1000磅的台称计量，矿石倒运用容积为4吨的移动式矿仓，干燥后的矿石用容积为2 m³的矿仓倒运。试验时，将矿石装入手推车，由电梯提升机提升到第三层平台，推出小车将矿石倒入料仓，由小型电振给料机给入178×254毫米鄂式破碎机。破碎后矿石用手推车接料，再由提升机提升倒入下段作业料仓，经小型电振给料机给入1000×2100毫米ROTEX型平面旋回筛吸棉。筛上物又用手推车接料，提升机提升倒入第二段破碎机前的料仓，由小型电振给料机给入“HAZEMAG”型反击式破碎机。破碎后物料直接进入筛子或用手推车接料，提升机提升倒入料仓，由小型电振给料机给入508×1220毫米“ROTEX”型平面旋回筛吸棉，其筛上物用同样的方法再给入另一台508×1220毫米“ROTEX”型平面旋回筛吸棉。采用这种间断地多次破碎、多次吸棉的方法，将矿石中的石棉纤维完全取出，得到粗精棉和尾矿。

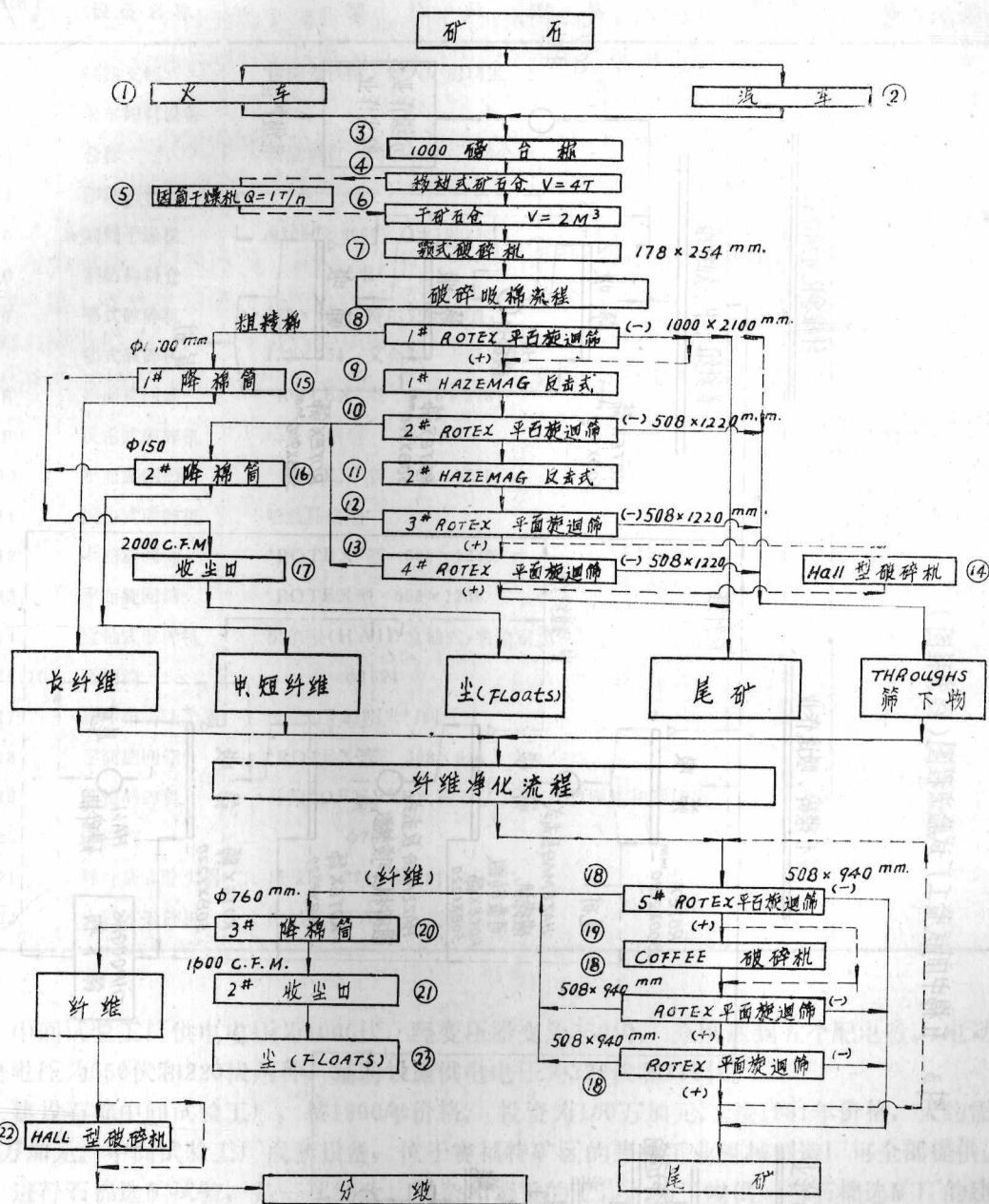
将获得的长、中、短石棉纤维又分别用508×940毫米“ROTEX”平面旋回筛吸棉除砂，用 $\varnothing 500 \times 1500$ 毫米圆筒除尘筛除尘，最后将纤维用上述平摇筛，平面旋回筛和圆筒除尘筛进行分级，得到各种级别的产品。纤维净化作业也是间断进行的。破碎机转数及筛网可以调整。

在试验过程中取出的矿石样品和纤维样品，分别送到矿石试验室和纤维检验室进行加工和检验。

在矿石试验室，配有各种试验型的鄂式破碎机、圆锥破碎机、主轴式破碎机、笼式破碎机、平面摇动筛、平面旋回筛、吸棉风动系统等全套设备。

在纤维检验室、配备有各种石棉物理化学性质测定仪器仪表和纤维检验设备。检验设备包

图 2. 石棉中间试验工厂试验流程图(方框图)



括魁北克标准检验筛、RO-Tap筛、“MC-NETT”湿式分级筛、比表面积测定仪、湿体积测定仪、透气性测定仪等全套检验设备。

石棉中间试验工厂设置有两个袋式除尘器，一个用于吸棉系统，一个用于料仓、破碎机、筛子及各扬尘点的除尘系统。袋式除尘器的通风量为3998立方米/时和2718米³/时，压力为200毫米水柱，布袋材料为单面绒布。

石棉中间试验工厂设备一览表

表 2

方挡图上 编 号	设备名称	型 号 及 规 格	数 量 (台)	备 注
1	铁路支线	接国家铁路, 伸入厂房18米		
2	卡车卸料设备			
3	台称	费厄班克—莫尔斯型 500公斤	1	
4	移动式料仓	4吨	1	
5	圆筒干燥机	$\phi 1000 \times 6000$ $Q = 1$ 吨/时	1	
6	钢结构料仓	2米 ³	1	
7	鄂式破碎机	228×406 特尔史密斯型	1	
	鄂式破碎机	173×254 艾金斯—查默斯型	1	
8	平面旋回筛	“ROTEX”型 1016×2134	1	
9	反击式破碎机	哈兹马格型	1	无级变速
10	平面旋回筛	“ROTEX”型 508×1220	1	
11	反击式破碎机	哈兹马格型	1	无级变速
12	平面旋回筛	“ROTEX”型 508×1220	1	
13	平面旋回筛	“ROTEX”型 508×1220	1	
14	立轴式破碎机	霍尔型(HA11) 立轴式, 实验室型	1	
15、16	降棉筒	$\phi 1524$	2	
17	脉冲布袋除尘器	风量 $Q = 3398$ 米 ³ /时	1	
18	平面旋回筛	“ROTEX”型 508×940	1	
19	圆锥破碎机	丹弗(DENVER)、科菲(COFFEE)圆锥和圆环型	1	
20	降棉筒	$\phi 762$	1	
21	脉冲袋式除尘器	风量 $Q = 2718$ 米 ³ /时	1	
22	立轴式破碎机	霍尔型(HA11) 实验室型	1	

中间试验工厂供电电压为4000伏, 经变压器变为550伏, 分别送到五个配电盘。电动机供电电压为550伏和220伏两种, 辅助设施供电电压为220伏和110伏。

建设石棉中间试验工厂, 按1960年价格, 投资为100万加元, 按1981年价格, 大约需要300万加元。中间试验工厂成套设备, 位于赛福特矿区的弗林工业机械制造厂可全部提供。

进行石棉选矿试验, 是一项细致、复杂和繁重的工作, 为了提供一个石棉选矿厂的建议流程, 需要试样100吨, 对拟定试验流程的每个环节进行反复的试验, 最终提供建议流程的结构和各种原始数据。由于设备规格小, 每天加工矿样约500公斤, 进行一次选矿试验大约要两年时间。参加人员共五人, 其中一名工程师, 负责制定试验方案, 安排试验计划、提供试验报告等重大技术工作; 两名技术员, 协助工程师进行各项试验; 两名工人, 负责矿石倒运, 取样, 清理场地等辅助性工作。

魁北克石棉中间试验工厂的试验设备, 与石棉选矿厂中使用的各种类型的工业设备相同, 但规格较小。各试验设备用试验台中央的电梯式提升机联系, 采用间断试验作业, 流程

的调整十分方便灵活,可对试验流程的每个环节进行细致的试验研究,提供比较可靠的试验数据和建议工艺流程。据介绍,加拿大石棉有限公司在建设规模为年产石棉10万吨、位于北极圈内的石棉岗粗选厂和位于西德诺登汉的精选厂时,选矿试验系委托魁北克石棉中间试验工厂承担的,其选矿厂的工艺流程是根据该试验工厂提供的建议流程进行设计的,投产后效果良好。

在阿比梯比选矿厂建有一个和魁北克石棉中间试验工厂完全相同的试验工厂,试验设备也是由弗林工业机械制造厂提供。魁北克石棉中间试验工厂设备见表2。

关于工业性试验

为了核对岩芯目测资材和岩芯试验结果,准确计算矿库储量、矿石价值、纤维价值、矿床不同地段的纤维含量、等级分布、纤维的使用性能、对岩芯试验的选矿指数等,在一定情况下需要进行工业性选矿试验。工业性选矿试验一般是利用生产选矿厂的一条作业线,或用工业型设备建立一条作业线进行试验。试验矿样重量为5000~1000吨,视矿石性质的复杂程度而定。

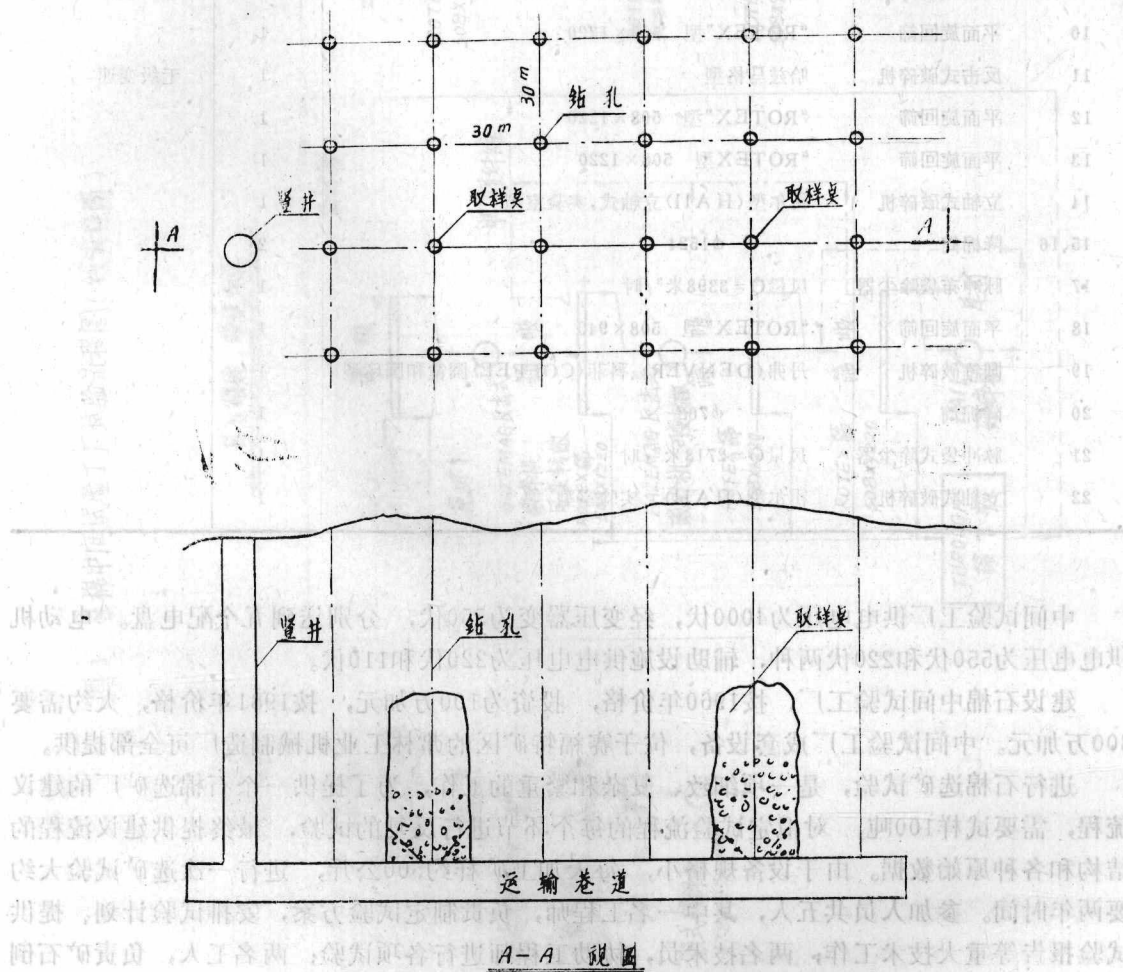


图4 大矿石试样采取示意图

为了获得大量的矿石试样，一般采取地下取样方法。首先在圈定的采矿场境界内进行大密度的金刚石钻探，钻孔网度为 30×30 米。根据岩芯目测和试验资料，确定采取大样的地点，取样点一般均确定在钻孔处。然后在适当的位置建一竖井，根据取样点的分布情况掘进运输平巷。在各取样点采用打眼、爆破的方法采取矿样，矿样编号要与钻孔编号保持一致。取出的矿样经运输平巷和竖井提升，运到工业试验厂。取样示意图见图4。

由于生产选矿厂的作业线是固定的，要改变流程十分困难；新建一个工业性试验作业线，需要较长的时间和较大的投资；为取得大量的矿石试样，其费用也是十分昂贵的。因此，工业性的选矿试验较少进行，在加拿大境内，没有专门的工业性石棉选矿试验工厂。

五、矿山规划与矿山开采

(一) 矿山规划

加拿大石棉矿山的规划分长远规划、中期和年度开采设计三种，长远规划一般超前二十年。湖泊石棉公司的矿山设计与规划以及测量、矿山地质勘探、矿石储量计算、边坡稳定性管理，统一由矿山工程处承担。

编制矿山规划的基础资料有：

矿山地质勘探成果；

航空测量(每年1-2次)，测绘1:600露天矿地形图，等高线间隔 $\frac{2}{3}$ 米(2英尺)；

根据航空测量和金刚石钻探成果编制露天矿地形地质综合平面图、各阶段平面图和间隔为100英尺(即30.5米)的剖面图，图上除一般地质图件的内容外，还用不同颜色标出贫、中、富矿的分布。这些图件，每年修正一次。

长期采矿计划是在露天矿地形地质图上和矿体综合模型上，划出各阶段的开拓工程、开采范围、出入沟位置，并选定各阶段最佳采矿顺序。长期采矿计划，根据每年采矿作业情况和金刚石钻探结果，每4-5年修订一次。

(二) 边坡设计与 管理

边坡设计是露天矿山规划与设计的重要内容，湖泊石棉公司从1969年起，聘请 Golder Associates公司协助执行一项边坡稳定性计划。包括：

1. 岩体节理的测量和分析，按岩石节理特性，把滑坡分为倾覆形、楔形、环状、平面型四类。(图5)

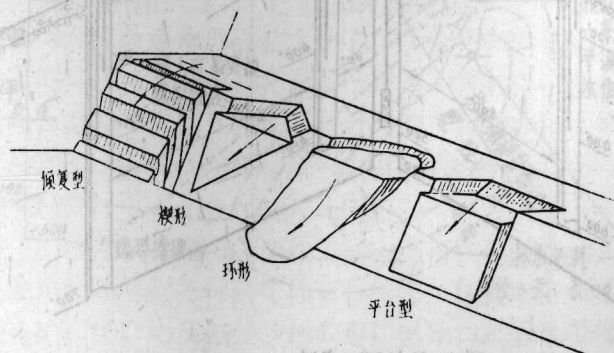


图5 滑坡类型