

清

怎样找石棉

青海省地质局 编

7311

地质出版社

怎 样 找 石 棉

青海省地质局 编

地 质 出 版 社

在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线的指引下，我国的地质事业取得了很大的成绩。特别是经过史无前例的无产阶级文化大革命，群众性的找矿报矿、大打矿山之仗的运动正在蓬蓬勃勃地向前发展。为了“认真总结经验”，适应综合找矿的需要，多快好省地找出更多的矿产资源，我们组织编写了一套找矿丛书，供广大从事普查找矿的地质人员和工农兵群众参考。

这套丛书包括：《怎样找铁矿》、《怎样找铜矿》、《怎样找铬铁矿》、《怎样找煤》、《怎样找地下水》、《怎样找磷矿》、《怎样找水晶》、《怎样找石棉》等二十余种。

由于我们的水平有限，经验不足，错误之处在所难免。欢迎读者批评指正。

怎样找石棉

青海省地质局编

*

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1974年9月北京第一版·1974年9月北京第一次印刷

印数：1—6,600册·定价：0.24元

统一书号：15038·新72

毛主席语录

开发矿业

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

认真总结经验。

前 言

石棉是现代工业所不可缺少的重要矿产资源之一。建国以来，特别是近十多年来，我国广大地质战线职工遵照伟大领袖毛主席“开发矿业”的教导，对石棉矿产进行了较详细的普查、勘探工作，积累了丰富的地质资料与找矿和评价的经验。多年的实践证明我们国家与石棉成矿有关的超基性岩、含镁碳酸岩分布广泛，石棉资源比较丰富。

为了普及石棉找矿与评价的基本知识，在初步地总结我国已往石棉地质工作经验的基础上，编写成《怎样找石棉》这本小册子。其内容主要介绍石棉的性质、石棉的工业用途、石棉的成矿围岩和石棉的主要地质特征，以及石棉的普查、评价方法等；最后也谈到石棉矿石含棉率是怎样确定的和石棉矿床的综合找矿及综合评价，以供广大地质人员在综合找矿工作中参考。

本书在编写过程中，得到各有关单位的大力支持，完稿后，承蒙地质勘探、工业、院（校）等有关部门同志的审阅，并提出宝贵意见，于此一并致谢！

由于编者水平所限，缺乏经验，加之认识上的局限性，因而，在本书章节的安排、内容及文字上；以及一些问题的提法上难免有谬误之处，请读者给予批评、指正。

目 录

第一章	石棉的化学性质和物理特性.....	1
一	石棉的化学性质.....	2
二	石棉的物理特性.....	3
第二章	石棉的主要用途.....	8
一	石棉的采用历史.....	8
二	石棉的工业用途.....	9
三	国外石棉产销概况.....	12
第三章	石棉的工业要求.....	13
一	石棉纤维分级.....	13
二	石棉矿床工业要求.....	18
第四章	石棉矿床的分类.....	21
一	石棉的形成.....	21
二	石棉矿床的矿石类型.....	24
三	石棉矿床类型.....	30
第五章	石棉的找矿和评价.....	39
一	怎样找石棉.....	39
二	评价（勘探）工作中类型的划分和探矿 工程间距的确定.....	51
三	评价（勘探）工作中勘探手段的选择	59
四	含棉率样品的采取.....	63

五	矿石物理性能及矿山开采技术条件的研究.....	68
六	石棉矿床的研究（勘探）程度和矿床规模的划分.....	70
第六章	怎样确定矿石含棉率.....	72
一	概述.....	72
二	加工流程.....	72
三	操作方法要求.....	80
四	含棉率计算.....	83
五	质量检查.....	87
六	矿石可选性试验.....	89
第七章	石棉矿床的综合找矿和综合评价.....	91
一	超基性岩型蛇纹石石棉矿床的综合找矿和综合评价.....	92
二	碳酸盐岩型蛇纹石石棉矿床的综合找矿和综合评价.....	94

第一章 石棉的化学性质和物理特性

石棉是一种具有纤维结构，可剥分成为细而柔韧的纤维矿物的总称。这种矿物具有隔热、耐热、耐酸、耐碱，绝缘、防腐等特性。但不同种类的石棉，其纤维的物理化学性能也不相同，一般说来，蛇纹石石棉纤维的柔性、抗张性、剥分性，耐热性和绝缘性等性能都比较好，但耐酸、碱及防腐能力不及角闪石石棉。

目前按成分和结构将石棉类矿物分成两大类：蛇纹石石棉类（包括水镁石石棉）和角闪石石棉类（蓝石棉——青石棉、铁石棉、透闪石石棉、阳起石石棉、直闪石石棉等）。本书主要介绍蛇纹石石棉。

蛇纹石石棉（又称温石棉）为蛇纹石族中已知的二十六种矿物之一。蛇纹石石棉为晶质的绢丝状纤维集合体。通过伦琴射线的研究，它似为单斜晶系，其晶胞参数为： $a = 14.66 \text{ \AA}$ ， $b = 18.5 \text{ \AA}$ ， $c = 5.33 \text{ \AA}$ 。在高分辨能力的电子显微镜下，蛇纹石石棉纤维显示为空心，很像一根极细的管子。细管的内径为 $130 \text{ \AA}$ ，外径平均为 $260 \text{ \AA}$ ，各个细管之间排列的平行程度是极高的。

蛇纹石石棉的折光率为 $1.53-1.57$ ；比重为 $2.49-2.53$ ；硬度——平行纤维的方向为 2 ，垂直纤维的方向为 2.5 ；熔点约为 1550°C 。

蛇纹石石棉——原始结构未经破坏的石棉，外观呈纤维束状，可剥分成纤维丝，表面具丝绢光泽；呈苹果绿色、浅绿色、淡黄绿色、灰褐色、浅土黄色、灰白色、白色、半透明。

一 石棉的化学性质

蛇纹石石棉的化学理论分子式为： $H_4Mg_3Si_2O_9$ 或 $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 。其中 MgO 43.46%， SiO_2 43.53%， H_2O 13.04%。但实际上，蛇纹石石棉的化学成分常有变化。它们之间比例的变化对石棉纤维的物理性质有着较大的影响，如氧化镁含量的增高，会使石棉纤维变脆。影响纤维的坚固性； H_2O 含量的增减则影响纤维的柔韧性；碳酸钙污染的混入，会促使石棉纤维胶结，加大纤维间的聚结集合力，从而降低了石棉的弹性和松散性；而铁质的混入将影响石棉纤维的介电性能。

我国几个主要石棉矿区的石棉及加拿大、苏联的石棉的实际化学成分与石棉的理论成分相比（附表1），氧化镁及二氧化硅一般均偏低，其原因似由于蛇纹石石棉形成的地质条件不同所致，如产于超基性岩中的石棉含三氧化二铁较高，而产于白云岩或白云质灰岩中的石棉则含氧化钙较高，含铁较低。上述杂质——三氧化二铁、氧化铁、三氧化二铝、氧化钙等，一般呈类质同像进入晶格，或呈机械混合物散染于石棉纤维间，致使石棉纤维的氧化镁和二氧化硅的实际含量往往低于它的理论含量。

我国和世界主要产石棉国家石棉化学成分对比表

表 1

化学成分	产 地	四川 石棉矿	青海 石棉矿	河北 石棉矿	辽宁 石棉矿	加 拿 大	苏联 (巴热) 诺夫
SiO ₂		36.52	38.88	35.42	39.68	39.62	42.10
MgO		39.09	38.63	33.96	38.21	39.73	41.99
FeO		0.88	0.05	/	0.04	1.90	0.24
Fe ₂ O ₃		3.94	3.17	0.39	0.37	4.62	1.30
Al ₂ O ₃		1.54	1.31	0.27	0.14	0.81	0.53
CaO		1.45	1.27	8.26	5.25	/	微量
Na ₂ O		/	/		/	/	微量
H ₂ O ⁺ —		13.16 1.92	13.40 1.32	10.57 —	/	13.32 0.43	12.99 1.42

注: H₂O⁺为结构水, H₂O⁻为吸附水

二 石棉的物理特性

1. 蛇纹石石棉的纤维结构和纤维长度

石棉的纤维结构是石棉的重要工业性能,也是它能否为工业利用的首要条件。目前用简易的掰分、搓捻石棉块(束)等方法,来了解它可否分离成细纤维束、微细纤维丝或呈绒状,以确定石棉纤维是否良好。

石棉纤维的工业价值,在很大程度上还取决于石棉纤维的长度。目前根据工业要求,在地质工作中一般是按纤维的长度将石棉划分为八个等级(详见第三章),特级最佳,Ⅶ级最劣。石棉的纤维长度是评价石棉质量的重要标准之

一。

2. 蛇纹石石棉的坚固性（抗张强度）

蛇纹石石棉纤维具有较高的抗张强度，是石棉纤维为工业利用的另一重要物理特性。断面面积为1平方毫米的石棉纤维的抗张强度在300公斤以上，而相同断面的有机纤维仅为40—80公斤，钢丝则为213公斤。未受折损的石棉纤维的坚固性是很高的，但受折损后，石棉纤维的坚固性有显著的降低。

石棉纤维的坚固性（抗张强度）由于测定的方法不同（仪器测定、焦性没食子酸比色法和野外简易测定），衡量的标准也不一致，目前是以仪器测定的数据为标准，石棉纤维的坚固性可分为如下三种：

正常（普通强度）纤维：其抗张强度 ≥ 300 公斤/平方毫米。

半易碎（低强度）纤维：其抗张强度 ≥ 170 公斤/平方毫米。

易碎纤维：其抗张强度 < 170 公斤/平方毫米。

3. 蛇纹石石棉的耐热性

石棉纤维的耐热性是反映石棉样品在不同的温度条件下，保温灼烧一小时后，石棉纤维的灼烧损失百分率，用以表示石棉纤维的耐热性能。石棉纤维失去结构水（ H_2O^+ ）的温度即为石棉纤维的耐热度。

石棉纤维随着温度的不断增高，纤维中结构水等的逸出，是破坏石棉纤维坚固性的决定性因素。由我国几个石棉矿山石棉纤维耐热性变化曲线（图1）反映：蛇纹石石棉纤维的耐热性有两个较显著的突变点，第一个突变点

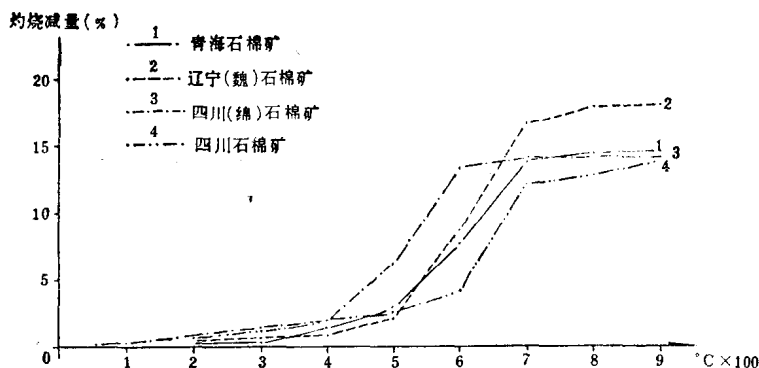


图1 我国几个石棉矿山石棉纤维耐热曲线图

是在400℃左右，这是由于石棉纤维中吸附水(H_2O)的全部逸出和挥发分，碳质的挥发和燃烧，氧化亚铁的氧化所致。这时石棉纤维的坚固性约降低20%；但这一变化是可逆的，将试验样品置于空气中五天，石棉纤维可完全恢复它原有的坚固性。第二个突变点是当温度继续上升到400℃以上时，石棉纤维中的结构水和吸附水开始逸出，当温度达600℃以上时，纤维中的结构水全部逸出，故600℃左右即为蛇纹石石棉的耐热度。这时石棉纤维的物理性质遭到彻底破坏，其外观特征也有了变化，在600℃时石棉纤维失去光泽，颜色渐变呈淡红色；当温度达700℃时，呈肉红色，轻轻揉搓即呈粉末。

4. 蛇纹石石棉的导热性

石棉纤维具有较低的导热性，这是由于石棉纤维的不燃性和石棉纤维间具有空隙的原故。块状石棉纤维的导热性随着导热方向而异，平行纤维延长方向的导热性大于垂直纤维

延长方向的导热性约 1.5 倍。松散的纤维由于其间含有大量空气，就使它的导热性大大降低。我国一些矿山所产石棉纤维的导热系数一般为： $\lambda_{cp} = 0.104—0.260$ 大卡/米·小时·度。

5. 蛇纹石石棉的耐酸性和耐硷性（化学稳定性）

蛇纹石石棉的耐酸性能极差，甚至很弱的有机酸（醋酸）也可将石棉纤维中的氧化镁析出，从而使石棉纤维的坚固性与柔韧性显著降低。但它耐硷的性能较好，几乎不受硷类（甚至强硷）的腐蚀（硷减量很低）。

蛇纹石石棉的耐酸性和耐硷性，一般用石棉纤维的酸失（减）量和硷失（减）量来表示。我国几个石棉矿山所产石棉纤维在相同的试验条件下的酸失量和硷失量如下表（表 2）所示。

我国几个石棉矿山所产石棉纤维酸失量、硷失量表 表2

矿床名称	酸失量(%)	硷失量(%)	附注
四川石棉矿	53.48—92.10	2.76—17.75	
青海石棉矿	53.93—59.22	2.63—5.63	
辽宁石棉矿	58.04—58.56	6.55—12.02	
河北石棉矿	25.41—58.56	24.10—34.68	酸硷失量均大
四川石棉矿(绵)	53.67—56.25	1.16—4.08	

注：1.酸失量是将石棉纤维试样置于浓HCl（比重1.19）中煮沸4小时，然后洗净烘至恒量，称其损失量。

2.硷失量是将石棉纤维试样置于24%浓度的NaOH中煮沸5小时，然后洗净烘至恒量，称其损失量。

6. 蛇纹石石棉的导电性

蛇纹石石棉纤维的导电性能很低，石棉纤维导电性的高低，在很大程度上决定于石棉纤维中杂质的性质和含量。如铁质含量高则石棉纤维的导电性高。

石棉纤维的导电性试验：一般是在实验室中将石棉纤维试样加压制成板型，然后测定它的体积电阻率 (ρ_v) 和表面电阻率 (ρ_s)。我国几个石棉矿山所产石棉纤维的表面电阻率 $\rho_s = 8.2 \times 10^7 - 1.24 \times 10^{10}$ 欧姆，体积电阻率 $\rho_v = 1.9 \times 10^8 - 4.79 \times 10^9$ 欧姆·厘米。是较为理想的电绝缘材料。

第二章 石棉的主要用途

一 石棉的采用历史

很早以前，人们即已利用石棉，取其不易燃烧和具纤维结构的特性，制成绳、布。如我国古代所发明的“火浣布”，即为石棉纤维织成品。列子书说：“火浣之布，浣之必投于火，布则火色，垢则布色，出火而振之，皓然疑乎雪”。又公元 1280—1367 年间的元史内也有记载：“石绒织为布，火不能烧”。公元 1676 年我国商人在英国伦敦皇家协年会会上展出的一块石棉手帕，也就是古时所谓的“火浣布”。

外国史中也有有关石棉采用的记载，如古罗马时代曾用石棉布包裹火葬后的尸灰。古希腊史里也提到石棉织物，如公元前 450 年，希腊著名的雕刻家奉命在雅典神像足前雕刻神灯一盏，灯火要永远不熄，它的灯心就是用石棉纤维捻成的。但在十七世纪末(或十八世纪初)以前，他们大多是把石棉看成迷信物，直至沙皇俄国及意大利利用石棉纤维制成石棉布、袜子、纸、绳以后，方促进了石棉制品工业的发展。到十九世纪七十年代加拿大发现塞特福德石棉矿山之后，石棉跨入了工业生产时期。此后，各国石棉工矿业相继发展，时至现在二十世纪七十年代，石棉已成为现代工业不可缺少的一种矿物原料。

中华人民共和国建国以来，在毛主席革命路线的指引下，遵照毛主席“开发矿业”的教导，我国石棉矿产的普查勘探、开发和利用均有极为迅速的发展，发现的产地几乎遍及全国各省（区）、市，探明的储量丰富，为我国石棉制品工业的发展，提供了很为丰富的物质基础。

二 石棉的工业用途

由于蛇纹石石棉（温石棉）具有前述的种种物理特性和化学性能，所以在工业上应用较为广泛。目前石棉制品和含有石棉的制品近三千种；它的制成品已为二十多个工业部门所应用。其中较为重要的是应用于汽车、拖拉机、化工、电器设备等的制造上，是利用较高品级的石棉纤维织成石棉纱、线、绳、布作为传动、掣动、保温、隔热、绝缘等部件的材料或做为它们的衬料；在建筑工业上广泛应用中，低品级的石棉纤维制成石棉板、石棉纸、防火板、保温管加密垫以及保温、防热、绝缘、隔音材料；同时石棉的低品级纤维与水泥混合制成石棉水泥瓦、板、屋顶板、石棉管等石棉水泥制品，可以代替大量钢材用于建筑工程。国防工业上利用蛇纹石石棉（温石棉）做飞机的机翼、油箱、小型船舶、汽车车身及飞机、坦克、潜艇中的隔音、隔热材料等。

石棉的主要工业用途可归纳如下：

1. 石棉纺织制品

纺织制品主要使用长纤维石棉，利用它的柔韧性和可纺性，经机械加工后，混合部分棉花、金属丝或其他纤维，纺织成纱、线、绳、布等，作为原材料或半成品用于其它工业或石棉的其他制品中。

2. 石棉掣动制品

石棉掣动制品包括石棉塑料、石棉树脂、石棉橡胶制品。它们主要利用石棉纤维具有较高的机械强度和化学稳定性。用石棉纺织制品或较高品级的石棉纤维做为衬料或垫料与塑料、树脂、橡胶混合热压成型，制成各种掣动制品，如刹车片(带)、离合器片、石棉橡胶板、橡胶带、盘根等。

3. 石棉水泥制品

主要使用短纤维的石棉与水泥混合制造。这种石棉水泥制品具有很多宝贵的性能，如质轻、耐火、耐腐蚀、在干燥的状态下具有良好的介电性能等。石棉水泥制品主要的有：石棉水泥板、石棉水泥瓦、石棉水泥蛭石管等以及石棉水泥保温、隔热、隔音制品等。

石棉的用途极广，除前述各种用途外，随着工业的发展，近年来在研制石棉新产品方面也获得较大的进展。主要用在如下产品中：

1. 石棉增强塑料制品

石棉增强塑料制品种类较多，主要有石棉(织品、毡)酚醛树脂、石棉增强的聚乙烯薄板，它们主要是利用石棉纤维的坚固性、化学稳定性和耐热性，使产品具有较高的机械强度和各向稳定性。近年来多直接利用石棉纤维(非编织石棉)来制造增强塑料，这样所获得的石棉增强塑料可具如表(表3)所示的强度。非编织石棉增强塑料，它的强度与重量比的比值很高，且具有各向稳定性和不受气候影响等特点，可用来制造飞机的热导气管和大型雷达折射望远镜的天线部件。石棉酚醛薄板具有散内热的优点，可作为防止重返温度的保护物而用于许多导弹和空间飞行器中。一些新的用石棉