

石棉选矿厂除尘

Л. А. 格魯什柯夫 著
鍾繼光 王廉勛 譯

878

22

石棉选矿厂除尘

Л. А. 格鲁什柯夫 著

鍾繼光 王康勛 譯

蔡本裕 校

中国工业出版社

本书着重論述了石棉选矿厂各种吸尘方法（抽气吸尘、篩吸尘、降落吸尘等）与其他除尘方法（干式、湿式、静电式等）和除尘設備（繩索式濾过器与电气收尘器）以及选矿厂的通风和采暖等。此外，对石棉粉尘的物理化学性质和石棉选矿厂职业病也作了简单的介紹。

本书是根据全苏石棉水泥制品科学研究院研究論文集第七集譯出的。书中引用了在实验室和生产条件下对石棉选矿厂的通风和各种空气净化方法进行研究的資料，这些資料对其他产生粉尘和排出大量含尘气体的工业也适用。可供石棉选矿厂、石棉矿山以及有关厂矿的工程技术人員，研究人員和学校师生閱讀和参考。

Л.А.Глушков

Вентиляция и очистка воздуха на

Асбестообработательных фабриках

Москва 1957

* * *

石棉选矿厂除尘

鍾继光 王廉勛 譯

蔡本裕 校

*

建筑工程部編輯部編輯（北京西便門大街100號）

中国工业出版社出版（北京東便門大街100號）

（北京市書刊出版事業許可證出字第20號）

人民鉄道出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $57 \frac{1}{16}$ ·字数142,000

1963年10月北京第一版·1963年10月北京第一次印刷

印数001-630·定价（10-7）0.94元

*

統一書号：15165·2578（建工-332）



前 言

苏联共产党和政府对于工矿企业生产人员的劳动保护和劳动条件的改善给予很大注意。新企业的建设和旧企业的改建都考虑到劳动保护要求和卫生要求。

生产车间，除建立了正常的卫生条件以外，还采取了维护环境卫生和周围大气不受粉尘和煤烟污染的措施。

执行几个五年计划以来，苏联在改善生产劳动条件方面做了很多工作。为此而采取的许多措施中，工业通风占着主要地位。在工业通风中，要研究的最重要问题是：机械设备的吸尘、车间内新鲜空气的供给和空气净化。在苏联，提出了并成功地采用了大量的各种不同的过滤器和吸尘器，用来净化排入大气的污浊空气。但是，由于这个问题很复杂，所以除尘理论和实践还远没有得到足够的研究。

在过去很多年内，石棉选矿厂的通风和排入大气的大量废气的净化问题一直没有得到令人满意的解决。

目前，这些选矿厂的通风设备和空气净化实际上已经得到解决。除尘设备的生产试验也已经做过，并且有些选矿厂安设了这种除尘设备。

毫无疑问所积累的最适合于石棉选矿条件的通风和除尘经验，是有其特殊性的，但其研究成果可以利用到空气被物理性质与石棉粉尘相类似的粉尘所污染的其他生产上去。这项研究工作是由几个单位在石棉托拉斯大力协助下按统一计划进行的。这些单位是：斯维尔德洛夫斯克劳动卫生和职业病研究所（СИГТ и ПП），苏联重工业建设部卫生技术中心科学研究实验所（ЦНИЛ-АС），国立煤气净化设计公司以及全苏石棉和水泥工业科学研究院（ВНИИ Асбестцемент）。

目 录

前 言

第一章 石棉选矿和职业病	1
1. 石棉选矿过程简述	1
2. 含尘空气的排除及其净化的必要性	5
第二章 石棉粉尘的几种物理性质和化学性质	9
1. 石棉是一种矿物原料	9
2. 石棉粉尘和粉末的化学成份	10
3. 粉尘的容重和比重	13
4. 粉尘的粒度	14
5. 石棉纤维的一些特性	16
6. 石棉的脆性	17
7. 吸附性	17
8. 膨胀性	18
9. 溶解度	18
10. 浸湿度	19
11. 电荷性	21
12. 粉尘的形状和结构	23
第三章 抽气除尘通风 (吸尘)	25
1. 石棉选矿厂通风效果不良的原因	25
2. 对产生粉尘设备安设密封罩的要求	27
3. 吸尘空气量的确定	30
4. 从相邻设备进入密封罩的空气量的确定	33
5. 缝隙处的风速和密封罩内必需的负压	36
6. 石棉选矿厂吸尘系统的一些特点	44
7. 破碎磨细与运输设备的吸尘条件	47
第四章 筛吸尘	49
1. 平面摇动筛的吸尘	49
2. 前一台设备的工作对筛子吸尘 (Q_3) 的影响	50
3. 决定筛罩下空气和粉尘波动和冲出的条件	52
4. 被筛面运动部份由筛罩下挤出的空气量 (Q_4) 的计算	54
5. 筛罩缝隙密封的最好方法	55

6. 使密封罩內、經縫隙和不密实处的空气产生最小运动速度 所必需的空气量 (Q_5) 的确定	56
7. 吸棉嘴吸棉对篩吸尘的影响 (Q_7)	57
8. 新型篩罩的試驗	59
第五章 降落吸尘	64
1. 降落吸尘現有的計算方法	64
2. 降落吸尘現有計算方法的缺点	67
3. 建議采纳的降落吸尘设备及其吸尘計算	73
第六章 石棉选矿厂的进气通风与采暖	75
1. 进气通风的作用和采暖的必要性	75
2. 采暖的計算溫度	79
3. 石棉选矿厂設置通风设备的基本要求	80
第七章 降尘室	82
1. 降尘室降尘的研究	82
2. 降尘室模型試驗	88
3. 降尘室类型和尺寸的选择	91
第八章 含石棉粉尘的空气净化方法的探討	97
1. 收尘设备設計方案評选材料	97
2. 收尘器試驗	104
3. 离心式和慣性收尘器的試驗室試驗	105
4. 多孔式和接触式过滤器試驗	109
5. 重力式过滤器 (架式过滤器)	119
6. 靜电收尘器	123
7. 干式净化方法探討結果	124
8. 湿式收尘方法应用的可能性	127
第九章 含石棉粉尘空气的净化设备	132
1. 繩索式过滤器净化设备	132
2. 电气收尘器设备 (电气收尘器)	143
3. 若干技术經濟指标的比較	151
附 录	159
Ⅰ. 落下粉尘和几种等級石棉的堆积容重	150
Ⅱ. 各种收尘器净化含石棉粉尘空气的試驗綜合技术资料	161
Ⅲ. 带降尘室繩索式过滤器的净化设备計算	162
参考文献	165

第一章 石棉选矿和职业病

1. 石棉选矿过程简述

石棉是一种贵重矿物，从十九世纪末在各个技术部门才得到采用，在廿世纪初当热工技术、汽车制造和飞机制造有了发展以后〔1〕，石棉才得到广泛的应用。目前，石棉制品有1000种以上，同时，在生产制动带、垫圈和特殊过滤器等制品时，不能用其他材料代替石棉。长纤维石棉可织防火布，纤维较短的石棉可以制造屋面材料——石棉瓦、饰面板、管子，以及做绝缘和抹灰材料。

石棉的最优性能——不燃烧和能用于纺织的纤维状结构，早就被人们发现。还是在公元前就用它做灯芯和防火衣。纺织石棉布的技术在古希腊、中国、印度、犹太就很有名了。

在俄罗斯，石棉是在1720年在乌拉尔塔吉尔斯克工矿区发现的。当时将石棉（当时称石棉为山亚麻和山麻）织成布，用石棉布做铁工厂高温车间的工作服（手套、帽子、围裙）和奢侈品（如织花边等）。

自然界中的石棉，按其物理性质和化学性质，是各种各样的〔2〕。石棉通常是呈厚度不同的棉脉产在岩层内。在露天矿开采时，很难将石棉与岩石分开。为了得到纯净的石棉，必须先將石棉矿石破碎，然后把石棉纤维分解出来。从露天矿采出的矿石中获得石棉，就是石棉选矿的过程〔3〕。

早在两百多年以前，俄国是用湿法进行石棉选矿和加工的。罗蒙诺索夫的门生谢维林（十八世纪）曾这样写道：“……为此，将石棉矿石打碎，把粉末冲洗掉，这样，石棉就成了微细的线状软质棉絮，或者叫山亚麻”^①。

① 引自Ф.布列依尼柯夫的著作〔4〕。

1889年，巴热诺夫石棉矿，第一次用工业生产方法取得石棉。当时，石棉是用露天法开采，并修建了第一个石棉选矿厂〔5〕。

石棉选矿，从手工生产过渡到工业生产是采用所谓“俄国方法”（即溜棉板分选），当时，用这种方法选出的石棉，质量虽高，但选矿生产能力很低。这种选矿方法，是基于纯石棉纤维和废石颗粒的摩擦系数不同，因此它们沿溜棉板滑下的速度也不一样，这样石棉纤维就能和废石颗粒分开。以后，在二十世纪三十年代，“俄国方法”被目前采用的在平面摇动筛上吸棉的选矿方法所代替〔3，5〕。

选矿之前，石棉矿石要破碎和烘干，以除去过多的水份。这项工作可使石棉纤维和岩石易于分开。

纯净石棉，是把烘干后的石棉矿石，用破碎机（圆锥破碎机、对辊破碎机、拳式破碎机和鼠笼式破碎机）进行多段破碎，并从平面摇动筛上吸取游离石棉纤维而获得的。石棉纤维被吸棉嘴从筛上吸走，随即沿着与离心式鼓风机（工作压力约为250—350毫米水柱）相连的空气管道被送至降棉筒内（图1）。在降棉筒内与空气和大量粉尘分开的石棉纤维通过自动下料器进入下一工序进行再净化，即除去粗粒岩粉（砂粒）。这道工序和分选相同，也是在装有吸棉嘴的平面摇动筛上进行的。然后，经过再净化的石棉纤维进入六角筛，根据国家标准除尘和分级。最后分选出的石棉纤维，在专用车间称重，或用计量仓按体积计算其数量，然后送入成品库，准备外运。成品棉用包装机装袋。低级棉有时直接装车运出。

从分选和净化的吸棉系统中，把含少量石棉纤维和大量粉尘（达10—12克/立方米）的空气，沿空气总管道进入降尘室，并在排入大气之前，再进入第二阶段净化设备净化。

这种选矿方法在不断地完善和发展着。目前，部分筛子被空气分离器和风选箱代替。这种设备的特点是：或者是根本不吸尘

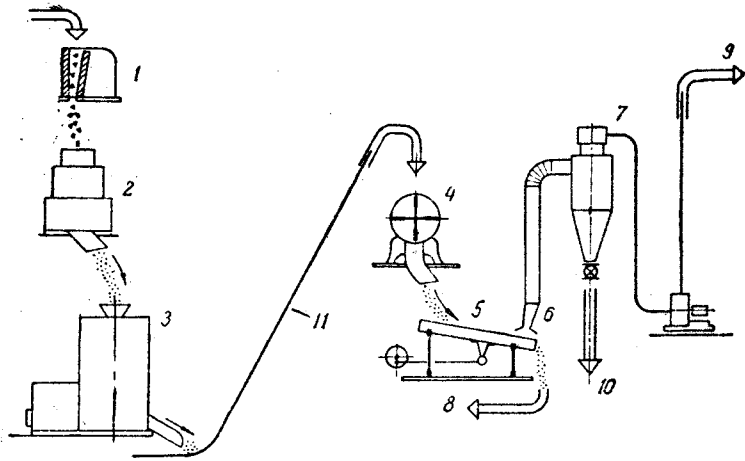


图1 石棉选矿流程图

1——粗碎；2——中碎；3——矿石干燥；4——干矿石细碎；5——分选筛；6——吸初精棉；7——精棉室；8——矿石进入下一破碎选矿循环或砂粒排至尾矿场；9——含尘空气入降尘室净化，然后排入大气；10——初精棉入净化筛进行第二次吸棉，然后把石棉纤维送去分级、包装和发货；11——中间仓库和皮带运输机。

气，或者是大部分空气返回。还有其它一些大家都知道的选矿方法，特别是湿法选矿，这种选矿方法从卫生要求方面来看，是特别重要的〔6〕。

但是，新的选矿方法还没有大力推广，因此，空气吸棉的干式选矿法还是主要的石棉选矿方法。

从上可知，石棉选矿工艺过程是基于在不断运输和多次倒撒的情况下将干物料破碎、筛分和分级。所有这些工序一般都要把加工过程中产生的和物料中所含的粉尘排入空气。

干法选矿，在加工矿石和产品的各个阶段都要产生粉尘。

粉尘就是高度分散的固体微粒的总和，由于它的粒度很小，能长时间地悬浮在空气中。如果长时期地呼吸这种浓度很大的粉尘，就会患由于粉尘而引起的职业病。石棉肺就是这种职业病的典型，它也和硅肺一样，是严重的职业病，因为肺部组织结构发

生变化，肺的功能被破坏。除了肺部以外，石棉肺还会影响心脏、肠胃系统、肝脏和肾脏等的机能。因此，必须坚决地和经常地预防危害人体的石棉粉尘。根据卫生标准之规定，生产作业区空气中石棉粉尘的允许含量为2毫克/立方米（H-101—54，附录4）。

根据石棉肺的化学理论，石棉粉尘，由于从石棉分子析出的游离石英在肺部发生纤维化^①作用而影响人体器官。

研究石棉粉尘在血清中的溶解度表明，在石棉粉尘溶解于血清中时，除产生硅外，还产生镁盐，这种现象，硅肺病症一般是沒有的。

大家都知道，血液中镁盐的平均浓度一般是2—3.5毫克/%^②。血液中镁盐多，会严重地影响神经系统。因为多余的镁盐既会压抑神经中枢系统，又会压抑肌肉系统的工作。

根据力学理论得出的结论，进入肺部的硬针状石棉的力学作用，在石棉肺病理^③上占有重要地位。这点，从患者的症状上，如皮肤颤抖、眼结膜、支气管表面分泌粘液和肠胃病等看得很明显。

石棉肺患者，其肺部纤维化的类型，其特点含有石棉包裹物，这种包裹物在病理解剖实验时，在其它器官内也可找到，这表明石棉粉尘对人体器官有很显著的“力学”作用。

虽然，目前还没有一个完整的解释石棉肺的理论，但是，这样一点却很明显，即：石棉粉尘既是化学性的又是物理性的刺激剂。

在我们国家里，防石棉肺具有重大的国家意义。为此，规定有旨在改善石棉选矿厂劳动条件，减少石棉粉尘的危害程度，给患者治疗和适当安排劳动等的综合性工程技术、医疗卫生和社会

① 是粗纤维在人体肺部的发展。

② 一毫米物质在100毫升（100立方厘米）溶液中的浓度。

③ 是研究个别生病过程或整个生病过程发展的一门医学科学。

法律措施。彻底地实现这些措施，能够使石棉肺的发病率降低一半。根据石棉托拉斯卫生部门的实际资料，各年的石棉肺发病率如下（以1947年为100%）：

年度	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953
百分率	100	77	85.5	70	62	53	49

由于经常换气（每小时达25—30次），而且绝对换气量很大（每小时达30万—150万立方米），就不可能把进入车间的用来弥补因通风和吸棉系统所抽走的气体的空气加热。这也就是说，石棉选矿厂的主要厂房是不采暖的。冬季，在提高空气流动性的条件下，作业区的温度低，就造成了石棉选矿厂所特有的第二类生产危害性。除了通风这项主要任务外，即在主要生产车间内将空气中的粉尘浓度降低到等于或低于卫生定额所规定的允许含量，以保证有正常的气象条件——空气的正常温度和流动性，也同样很重要。

由于一系列的原因（下面还要详细讲），这一问题的解决是相当复杂的。虽然，先进的选矿厂，粉尘浓度目前已经降低了，但是，仍然很大，而且超过允许浓度。至于气象条件的有关定额，则完全不能实现，因为，选矿厂的主要厂房没有采暖。

2. 含尘空气的排除及其净化的必要性

如前所述，通过整个吸棉生产系统的空气，在降棉筒内与石棉纤维分开以后，再入降尘室作进一步净化。所有吸尘系统的、不经任何初步净化的空气也进入此降尘室。空气从降尘室出来以后，或者进到第二阶段的吸尘设备，或者直接排入大气。

根据斯维尔德洛夫斯克劳动卫生和职业病研究所的研究资料得知，空气通过降尘室以后，粉尘含量，视各选矿厂选矿工艺过程和所处理的矿石类型的不同而异，其值介乎1.6—2.5克/立方米之间。这种粉尘的组成，按重量计平均如下：粒径在10微米以下的占73—81%，10—20微米者占12—17.7%，20微米以上者占

6.9—9.3%。粉尘粒度是用空气浮散法测定的，不是根据其形状再换算成实际尺寸。上述各类粉尘的真速度相应为0.8厘米/秒、3.14厘米/秒和3.14厘米/秒以上。

从没有第二阶段净化的降尘室出来的含尘空气须在15—26米的高度上排走。象雾一般的粉尘从其排出处徐徐向前移动，落在地表上。

在我们着手进行研究工作之前，石棉城所有选矿厂降尘室排出的空气总量约为1,600,000立方米/小时，其中约75%来自工艺系统，约25%来自卫生技术系统。

被空气带出来的粉尘（大型选矿厂含尘空气带出的粉尘量为1.1—1.25吨/小时），不仅使选矿厂附近和车间，也使市区和市郊上空粉尘弥漫。如果风向不对，则城市及其附近的村镇就会被漫漫沉降的象雾似的粉尘所笼罩。

降尘室排气孔的高度不够和由于百叶窗所造成的气流向下，并在风力作用下，会使象雾一样移动的粉尘迅速沉降而直接落在就近的地表上。

根据战前的调查资料，石棉城及其附近选矿厂的一些地区，空气中粉尘浓度很大。例如，根据雪试样资料得知，石棉城某些地区空气中粉尘含量达到每季320克/平方米，而在居民区，按照卫生要求，最大含尘量为13克/平方米（根据A. H. 马尔杰耶夫教授提出的）〔7〕。

石棉城地区，每月约降下250吨粉尘，这一点后来为M. C. 萨吉洛瓦娅^①的调查所证实。根据她在夏季于选矿厂下风头的不同距离上所取的吸尘试样得知，空气中的粉尘含量平均为23—4毫克/立方米（图2）。

根据斯维尔德洛夫斯克水力冶金服务局的资料，一年内共有三个月的时间，风把含尘空气从最大选矿厂吹到市区。

朝着主导风向距选矿厂很远的空气不为其它杂质所污染的地

① 斯维尔德洛夫斯克卫生院，1950。

区内（选矿厂东面的树林区），我们用分析雪试样的方法作了石棉粉尘沉降的研究工作。这里所采用的方法，能够在过滤试样的灼烧残渣中鉴定出石棉粉尘的百分含量。

分析证明，1947—

1948年冬季的粉尘沉降量，在离选矿厂0.75公里的地方，在一个季节内为45克/平方米（按灼烧后剩余量计算），5公里以外的地区粉尘量不大，5公里的地区粉尘量在10—15克/平方米以下（图3），同时，石棉粉尘量不超过无机粉尘总沉降量的25%。

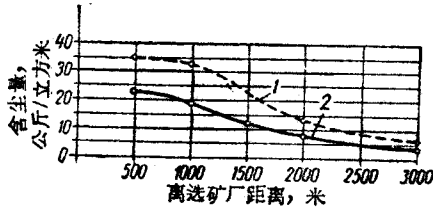


图2 夏季时，在选矿厂下风头的空气含尘量（根据M.C. 薩吉洛瓦娅的资料）

1——最大含量；2——平均含量。

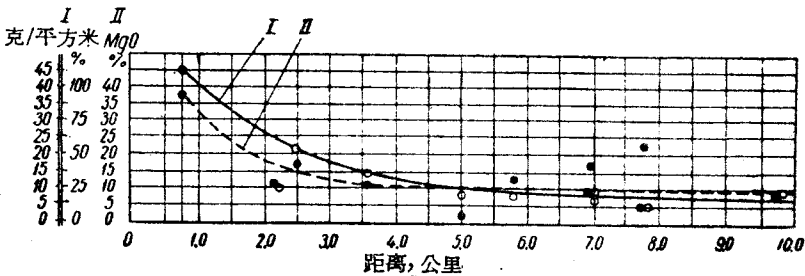


图3 分析离选矿厂不同距离内所取雪试样而得出的粉尘沉降量曲线

排入大气的含尘空气，不仅危及本企业生产工人，而且对周围的居民也有害。

将排入大气的含尘空气加以净化，使其全部或部分返回车间，并减少室外空气流入，这样，可使车间安装采暖设备，从而可以消除不符合卫生定额标准的气象因素的影响。

工业企业设计卫生定额（H-101—54）规定，含尘空气中，只有中性矿物粉尘不多于150毫克/立方米时，才允许将这种含尘

空气排入低空。至于石棉粉尘，苏联卫生定额规定更为严格。含石棉粉尘的空气，只有在其含尘量不超过100毫克/立方米和每个烟筒的空气排出量不多于25000立方米/小时，以及排除这种空气的烟筒至少要比建筑物屋脊高出3米^①时才允许排入大气。如果空气排出量多于25000立方米/小时，或者其石棉粉尘含量超出上述规定时，则只能用高烟筒将其排入大气。而这种烟筒的高度应该这样来计算，即在符合卫生隔离区定额所规定的范围内的居住区，石棉粉尘一次浓度不超过0.5毫克/立方米，平均昼夜浓度不超过0.15毫克/立方米。

由上述可知，石棉选矿厂含尘空气的净化具有何等意义。但这一课题难于解决，其原因如下：

1) 需要排出的污浊空气总量很大，因此，需要大型的有关设备，这样就需要一笔很大的基建投资；

2) 石棉粉尘的物理性质很特殊，现有的技术上行之有效的收尘方法不经过实践不能用于收集石棉粉尘；

3) 被空气从降尘室带出来的粉尘，目前销路有限，故收集粉尘没有重大的经济意义。

● 根据苏联国立卫生检查局同意的石棉选矿厂设计卫生规程之规定。

第二章 石棉粉尘的几种物理性质和化学性质

在解决含尘空气净化、正确选择收尘方法和收尘器结构等问题时，必须了解粉尘的化学成份和一些最重要的性质，如分散性，膨胀能力，吸水能力，凝聚能力和电荷性能。

由于待净化空气的温度和湿度的变化，粉尘吸附性对鉴定收尘设备的收尘效果很重要。粉尘的膨胀能力对采用湿法净化空气很有作用。知道粉尘的化学成份，能更正确地了解和鉴定它的吸水能力。研究湿法收尘（当选矿厂有采暖设备时可以采用）时，必须研究粉尘的吸水能力，而且首先是要搞清楚采用这种收尘方法在原理上是否可能。电荷性能对搞清粉尘凝聚条件和原因是很重要的。用显微镜对粉尘进行观察研究，能够了解它的结构，并能得出能否采用某种过滤器（特别是接触过滤器）的必要结论。

1. 石棉是一种矿物原料

目前，石棉分成两大类〔2〕，即蛇纹石石棉和角闪石石棉，或者普通角闪石石棉。

蛇纹石石棉类又分为温石棉和硬蛇纹石石棉。这些石棉的结构和物理性能均不相同。温石棉呈细纤维状结构，纤维强度高，其长度一般不超过100—160毫米。温石棉具有很大的工业价值，其产量约占世界石棉开采总量的95%。硬蛇纹石石棉亦呈纤维结构，但纤维粗，难分解，而且强度低，因此，工业价值极低。

角闪石石棉类也呈纤维结构。和温石棉比较，它的耐酸能力强。实际上这种石棉是不溶于酸的。

在苏联，主要是开采和加工温石棉和角闪石石棉类中为数不多的直闪石石棉。

溫石棉的化学成份是含水鎂硅酸盐，且随矿床不同而异（表1）。比重是从2.34到2.60。莫氏硬度是：顺向纖維为1.5—2.0，横向纖維为2.5。

不同矿床中溫石棉的化学成份①（以%計）

表 1

成 份	苏 联	加 拿 大	罗 得 西 亚
SiO ₂	40.7 — 42.1	37.3 — 39.5	37.6 — 39.12
MgO	37.5 — 40.6	39.9 — 38.7	39.9 — 40.9
Al ₂ O ₃	0.28 — 0.84	1.58 — 2.8	1.03 — 1.62
Fe ₂ O ₃ + FeO	0.05 — 1.15	5.5 — 6.41	0.26 — 0.5
H ₂ O	10.8 — 13.56	13.22 — 14.24	12.15 — 13.2

① 根据 Ф·В·西 罗緬特尼柯夫的資料〔8〕

直閃石石棉实际上叫角閃石，它是含水鎂硅酸盐。

西谢尔特斯克矿，直閃石石棉的化学成份（以% 計）是：SiO₂—58.44；Al₂O₃—0.69；Fe₂O₃—0.06；FeO—9.55；NiO—0.13；MgO—27.7；Na₂O—0.10；H₂O—3.35。纖維长度为1—50毫米。未变形纖維的极限强度为 138—263公斤/平方毫米，比重为3.0—3.2。

与其他石棉相比，溫石棉具有以下特点：硅、铁含量低；水、鎂含量高；比重小和耐酸性差。

2. 石棉粉尘和粉末的化学成份

石棉粉尘不仅是由石棉微粒组成，它的组成和分散性都不相同。此外，石棉粉尘的成分，在矿石加工过程中是变化的。石棉矿石是由很多种矿石组成的，因此，在破碎时，所有组成成份的变化都不一样。粉尘中只有一小部份（呈比较粗纖維状）是石棉，大部份是呈各种形状的蛇纹石、氧化铁、碳酸盐和滑石颗粒和微粒。这些颗粒和微粒，在加工过程中，极容易变成细小的粉尘微粒。

蛇纹石的化学成份与温石棉的化学成分相同，但在破碎时，它不分解成纤维，而是成颗粒。氧化铁也具有生成颗粒状粉尘的性能。碳酸盐 (CaMgCO_3 , CaCO_3 , MgCO_3) 的物理性质都是相同的，加工时也会生成颗粒状粉尘。

Э.Н.列薇娜[9]对降落在列宁格勒石棉制品厂刷毛车间和纺纱车间设备上的粉尘进行了分析之后，发现粉尘中的碳酸亚铁和氧化铁含量较石棉中为高。根据这点，就可以得出这样的结论：纤维状石棉和非纤维状蛇纹石较其他杂质难于飞扬。此外，Э.Н.列薇娜在“依里奇”厂矿物试验室对石棉和石棉粉尘样品进行了分析。

石棉样品分析结果如下：石棉—85%，磁铁矿—7—10%，碳酸钙—5—8%。

在分析粉尘时发现，其中石棉含量视加工阶段不同，变动于52.6—74.1%之间。磁铁矿为11.2—28.3%，碳酸钙为10.4—23.5%。

根据斯维尔德洛夫斯克劳动卫生和职业病研究所的调查资料，石棉城石棉选矿厂车间内降下的石棉粉尘，以及降尘室内降下的粉尘的化学成分如表2所示：

石棉粉尘和粉末的化学成份

表 2

化合物	从3号选矿厂车间内表面上收集的自然降下的粉尘 (1948年6月)	电收尘器和降尘室内积累的粉尘 (1952年4月)	从降尘室空气中收取的和经电收尘器后空气中收取的粉尘 (1952年4月)	各种不同粒度的石棉粉末—150+325目 (1952年)	商品棉 (根据Ф.Б.西罗维特尼柯夫的资料) [10]
SiO_2	36.99—39.18	36.92—39.51	33.43—40.21	36.56—33.26	42.06
MgO	35.4—37.64	32.02—36.7	28.52—34.69	36.00—33.86	40.77
Fe_2O_3	7.03—10.29	6.12—9.60	6.94—12.97	5.93—8.22	1.09
Al_2O_3	2.03—3.64	1.64—4.52	2.88—3.06	1.93—3.25	0.65
CaO	0.92—2.39	1.63—2.64	1.22—2.83	0.05—2.31	0.03
烧失量	12.64—14.80	13.55—14.92	14.0—14.96	13.72—15.32	13.46

全苏石棉水泥科学研究院1955年10月对5号新选矿厂电气收