

石棉纺织制品工艺

上海石棉制品厂編

中国工业出版社

石棉紡織製品工艺

上海石棉制品厂編

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国工业出版社

1962

本书介绍各种石棉纺织制品的制造工艺,并对各工序中所用的机械设备作了简要的阐述。此外,还介绍了石棉纺织制品的技术条件。

本书适合于石棉制品厂的生产技术人员阅读,亦可供从事石棉制品研究的科学工作者、高等学校师生参考。

石 棉 纺 织 制 品 工 艺

上海石棉制品厂编

*

中国工业出版社建筑图书编辑室编辑(北京佟麟阁路丙10号)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $6^{13/16}$ ·插页1·字数178,000

1962年10月北京第一版·1962年10月北京第一次印刷

印数 001—400·定价(10-6)1.10元

*

统一书号: 15165·1586(建工-224)

編 者 的 話

1959年5月，建筑工程部在上海召开了全国石棉制品和石棉水泥制品工业經驗交流會議。会上决定由我厂总结石棉紡織制品工艺的經驗。本書即是受會議的委托编写出来的。

本書按石棉制品工艺流程，对各个工序作了比較詳細的闡述，并对各工序所用的机械設備作了扼要的介紹。由于工艺上用的設備比較多，在叙述时尽量作了比較及說明。

本書第五章和第十二章蒙北京石棉制品厂供給初稿，謹致謝意。

本書由我厂車宏剛同志执笔编写。限于水平，書中錯誤与不妥之处，一定很多，尙祈讀者提供宝貴意見，以便再版时修正。

上海石棉制品厂

1960年3月

目 录

編者的話

第一章 石棉紡織制品的原料 (1)

第一节 石棉的分类 (1)

第二节 石棉等級与紡織的关系 (2)

第三节 石棉的机械性能与紡織的关系 (8)

第四节 石棉的物理和化学性能 (10)

第五节 棉花 (12)

第六节 其他纖維和金屬絲 (15)

第二章 石棉紡織制品的工艺流程 (19)

第一节 工艺流程 (19)

第二节 新的工艺方向 (22)

第三章 原料的处理 (24)

第一节 輪碾机 (25)

第二节 錘击机 (29)

第三节 石棉处理工艺的研究 (33)

第四节 清花机 (35)

第四章 混棉和开棉 (41)

第一节 混棉的目的及其成分 (41)

第二节 單程式混棉与立式开棉联合机 (44)

第三节 地上混棉、箱形打棉机和鋸齿开棉机 (53)

第四节 棉箱混棉与开棉联合机 (57)

第五节 輸棉与配棉設備 (58)

第五章 梳棉 (67)

第一节 双联式單道夫梳棉机 (68)

第二节 双联式双道夫梳棉机 (82)

第三节 隔距与調整 (86)

第四节 針布与磨針 (92)

第五节 机器的保养 (95)

第六节 簡易梳棉机 (97)

第六章 紡紗 (100)

第一节 紡紗的目的和紡紗机的种类 (100)

第二节	环錠紡紗机	(102)
第三节	翼錠紡紗机	(114)
第四节	其他紡紗机	(127)
第七章	絡紗与搖紗	(129)
第一节	絡紗	(129)
第二节	搖紗	(132)
第八章	石棉綫和石棉扭繩的制造	(133)
第一节	石棉綫和石棉扭繩的工艺設備	(133)
第二节	石棉綫和石棉扭繩的并捻	(134)
第三节	石棉綫和石棉扭繩的成形	(142)
第九章	石棉繩的制造	(144)
第一节	石棉繩的工艺設備	(144)
第二节	石棉松繩芯机	(147)
第三节	編結机	(152)
第十章	石棉布和石棉帶的制造	(160)
第一节	石棉布及石棉帶的工艺流程	(160)
第二节	織造前的准备工序	(162)
第三节	織布机	(163)
第四节	織帶机	(182)
第五节	防尘和給湿	(182)
第六节	无紡織石棉布	(184)
第十一章	除尘	(187)
第十二章	石棉紡織制品的技术条件	(192)
第一节	石棉絨	(192)
第二节	石棉紗和綫	(193)
第三节	石棉繩	(197)
第四节	石棉布	(200)
第五节	石棉松繩	(204)
第六节	油浸石墨石棉繩	(207)
第七节	石棉帶	(210)
参考書		(214)

第一章 石棉紡織制品的原料

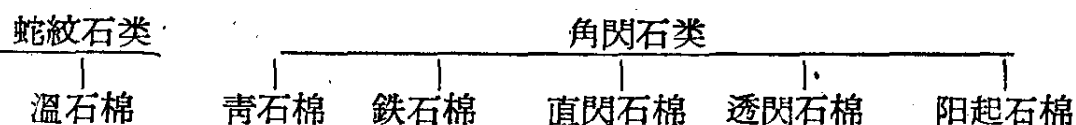
石棉紡織制品的工艺决定于两个因素：（1）所用石棉原料的性质；（2）所制石棉成品的要求。工艺过程中的机械設備要适合原料的性能，保証高产优质。因此，我們在研究工艺前，先要了解原料的性能。

生产石棉紡織制品的原料主要是石棉，其次是棉花、人造纖維和金屬絲等。現将这些原料分节叙述如下。

第一节 石棉的分类

石棉是能松解、柔軟而又坚韧的矿物纖維。由于它耐热、不燃燒，可以松解得极細，质地柔軟而有彈性，机械强度很高，而且具有一定的耐酸、耐硷性，所以能广泛地应用于各种工业中。

石棉分两大类：（1）蛇紋石类；（2）角閃石类。



以上石棉纖維中，适宜于紡織制品的主要是溫石棉（以下各章所述，主要是适合于溫石棉的工艺方法），其次是青石棉。溫石棉的化学分子式为 $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。青石棉的化学分子式为 $3\text{Na}_2\text{O} \cdot 6\text{FeO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 16\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。溫石棉、青石棉的化学成分列于表1。从表中可看出，两者的化学組成是不同的。应当指出，不仅各种石棉矿所产的石棉化学成分不同，即使同一矿区內不同地方所取的試样，其化学成分亦是有差别的。

石棉的化学成分

表 1

主 要 成 分	溫 石 棉 %	青 石 棉 %
SiO ₂	40.00~42.50	56.10~56.48
MgO	38.00~42.00	4.20~14.50
Al ₂ O ₃	0.50~2.00	0~0.66
Fe ₂ O ₃	0.50~5.00	15.60~18.42
FeO	0.05~2.00	4.06~17.27
CaO	0~0.80	0~1.11
MnO	0~0.50	痕跡
Na ₂ O	痕跡	1.78~5.05
結晶水	12.00~14.00	1.85~2.21
吸附水	1.00~2.00	0.31~0.45

第二节 石棉等級与紡織的关系

石棉纖維具有不同的長度。紡織工艺的选择与纖維長度有很大关系。因此研究石棉的長度，对制造紡織制品所用的机械和工序，都有一定的意义。纖維長度和成紗支数及强力的关系为：当纖維長时，可以得到支数細、强力大的紡織制品。在紡紗过程中，先使纖維或多或少的平行排列，然后加捻成紗。在加捻过程中，纖維彼此抱合纏繞，在纖維的接触表面上产生抱合摩擦力；在抱合摩擦力小于單纖維的强力的情况下，再拉紗时，不是纖維断裂，就是纖維間滑脫。因此当纖維短时，很难加工成紗或得到有强力的紗，加捻短石棉纖維时，情况就是这样。

石棉的長度对石棉制品工艺和質量影响很大，它是划分石棉等級的主要依据。測定纖維長度的方法很多，石棉單位纖維的長度为0.7~20毫米，纖維間長度差很大，纖維的松解度也不稳定，因此石棉長度的分級要采用石棉檢驗篩分析标准。这种篩虽有一定的缺点，但是目前还没有比它更好的分析方法。

(一) 石棉檢驗篩

石棉檢驗篩是縱向擺動的檢驗篩，傳動裝置的偏心沖程為19.8毫米，動程為39.6毫米，軸轉數為300轉/分。測定時，把四個篩箱（一套）放在縱向擺動架上，每個篩的尺寸為 $620 \times 375 \times 90$ 毫米，其中三個篩箱帶有適當尺寸篩孔的篩底。

（1）當測定篩余物或篩過石棉百分比時，把帶有下列篩孔的第一套篩箱放到擺動架上：

篩箱編號 (由上面篩箱開始計算)	篩孔尺寸(毫米)	網絲直徑(毫米)
I/1	12.7×12.7	2.60
I/2	4.8×4.8	1.60
I/3	1.35×1.35	1.19
I/4	實底	實底

篩箱放在擺動架上，稱石棉試樣500克放在第一只篩箱里，篩箱蓋上木蓋，嚴密閉好；將篩開動兩分鐘後，稱每箱中的篩余石棉準確至1克，每個箱內的篩余石棉用克表示，以5除之，即可得到該篩余石棉百分比含量。

（2）測定石棉灰百分比時，把帶有下列篩孔的第二套篩箱放到擺動架上：

篩箱編號 (由上面篩箱開始計算)	篩孔尺寸(毫米)	網絲直徑(毫米)
II/1	0.7	0.358
II/2	0.4	0.235
II/3	0.25	0.174
II/4	實底	實底

將第一套篩第四個箱內篩余物，放入第二套篩第一個箱內，然後篩箱蓋上木蓋，將篩開動5分鐘，實底的第4個箱內的篩余物

即为石棉灰，以克表示，除以5，即得出石棉灰的百分比含量。当第一套筛第4个箱实底内筛余物不超过5%时，可不分析石棉灰含量。

在筛上分级，只有当物体为球形时才准确。纤维状材料用筛分级并不完全妥当，因为纤维垂直或倾斜在筛平面上，未变形的针状纤维虽然长度超过筛孔，但也能通过筛孔。松解的纤维，虽然长度小于筛孔，如其互相聚合也能留在筛上。以硬的、针状的和松解很细的三种纤维比较，留在筛上的以前者较多，但是同样松解程度的纤维过筛时，存留在筛上的纤维，其平均长度差别不大。

所以，只能将筛分析结果和纤维结构（松解度）的测定结果互相配合起来，才能鉴定石棉的平均长度。纤维的湿度、筛的振动时间，都能影响分析结果。

1958年，前建筑材料工业部曾经制造了这种检验筛，它与苏联和加拿大筛标准相同。

（二）石棉的质量标准

1.我国石棉根据选矿方法分为手选、机选两大类：

甲、手选石棉是以手工选出的石棉块和松散状纤维。

乙、机选石棉是以机械选出的石棉纤维。

直径大于2毫米的纤维块为石棉块。直径小于2毫米的石棉纤维为石棉针或松散状石棉。参杂于石棉纤维内的岩石直径大于0.25毫米的为石粒。小于0.25毫米筛孔的筛下物为粉尘。

2.根据石棉纤维长度和砂石粉尘含量分为以下几个等级：

手选石棉分为五个级：特-1，特-2，手-1，手-2，手-3。

机选石棉根据纤维结构分为硬、半硬、软三种：

甲、硬结构棉分为五个级：用硬-特，硬-1，硬-2，硬-3，硬-4。

乙、半硬结构棉分为五个级：半-2，半-3，半-4，半-5，

半-6。

丙、軟結構棉分为四个級：軟-3，軟-4，軟-5，軟-6。

硬結構棉是由絕大多數未变形的針狀結構組成。半硬結構棉是未变形的針狀棉与变形的絨狀棉各占一半組成。軟結構棉是由絕大多數已变形的絨狀棉組成。

3.手选石棉应符合表2的規定。

手 选 石 棉 規 格 表 2

級 別	牌 号	纖維 长 度 (不小于)毫米	主 体 纖 維 %	含 石 量 %
特 1 級	特-1	100	60	2
特 2 級	特-2	50	60	2.5
手选 1 級	手-1	18		7
手选 2 級	手-2	12		10
手选 3 級	手-3	6		20

4.机选石棉的篩分析結果，应符合表3的規定。

机 选 石 棉 規 格 表 3

纖維 結構	等級	牌 号	篩 余 量 %			第四层 (实底) %	砂粉量%	
			第一层 (12.7)	第二层 (4.8)	第三层 (1.35)		总计	其中砂
			不 小 于			不 大 于		
硬結構	特	硬-特-80	80	10	8.4	1.6	—	—
	特	硬-特-55	55	30	13	2	—	—
	1	硬-1-50	50	26	21	3	—	—
	1	硬-1-38	38	34	24	4	—	—
	2	硬-2-20	20	47	28	5	—	—
	3	硬-3-40	—	40	48	12	2	0.5
	4	硬-4-20	—	20	50	30	5	0.5

續表

纖維 結構	等級	牌 号	篩 余 量 %			第四层 (实底) %	砂粉量%	
			第一层 (12.7)	第二层 (4.8)	第三层 (1.35)		总计	其中砂
			不 小 于			不 大 于		
半硬 結構	2	(半)-2-30	30	50	15	5	—	—
	2	(半)-2-15	15	60	19	6	—	—
	2	半-2-30	30	53	13	4	—	—
	2	半-2-15	15	65	15	5	—	—
	3	半-3-70	—	70	20	10	3	0.5
	3	半-3-60	—	60	30	10	3	0.5
	3	半-3-50	—	50	35	15	3	0.5
	4	半-4-35	—	35	45	20	4.5	0.5
	4	半-4-20	—	20	58	22	5	0.5
	4	半-4-5	—	5	70	25	5.5	0.5
	5	半-5-65	—	—	65	35	13	1.5
	5	半-5-50	—	—	50	50	14	1.5
	6	半-6-40	—	—	40	60	21	2
軟結構	3	軟-3-55	—	50	33	12	3	0.5
	4	軟-4-10	—	10	65	25	3	0.5
	4	軟-4-5	—	5	70	25	5.5	0.5
	5	軟-5-50	—	—	60	40	12	1.5
	6	軟-6-10	—	—	40	60	19.5	2
	6	軟-6-30	—	—	30	70	21	2
	6	(軟)-6-30	—	—	30	70	24	2
	6	(軟)-6-20	—	—	20	80	27	2

注 (半)为硬結構棉与半硬結構棉之中間物。(軟)为降尘室中的軟結構棉。各主要篩余量超过时, 允許下层篩余量适当减少, 但两层之和不得少于表3規定的数值。主要篩余量: 特1、2級为一层篩; 3、4級为二层篩; 5、6級为三层篩。

机选石棉等級长度的参考数如下: 1級为15毫米, 2級为12毫米, 3級为8毫米, 4級为5毫米, 5級为2.5毫米, 6級为1.5毫米。

生产紡織制品的石棉为块棉和1、2、3級棉。

表3所列机选石棉规格等级繁多，基本上是参照苏联标准制订的。国内有些矿按照温石棉质量等级范围的统一规定生产表4，似较简化，但手选长石棉的规格要求仍按照表2所列标准生产。

温石棉质量等级范围的统一规定

表 4

等級	牌 号	篩 余 量 %			第四层 (实底) %	砂 粉 量 %	
		第一层 (12.7)	第二层 (4.8)	第三层 (1.35)		总 計	其中砂
		不 小 于				不 大 于	
1		65	25	4	6	2.5	1.5
2		30	50	13	7	2.5	1.5
3		—	50	38	12	5	2
4		—	5	70	25	7	2
5		—	—	50	50	14	3
6		—	—	20	80	27	4

注 1. 牌号各矿根据实际情况自行确定。

2. 表内数字为最低要求，各矿不准超出规定范围。

苏联生产纺织制品的石棉主要牌号为 AK, ДВ-0-80, ДВ-0-55, Ж-1-50, Ж-1-38, Ж-2-20, Ж-3-40, ПРЖ-2-30, ПРЖ-2-15, П-2-30和П-2-15。

“AK”——块状长纤维硬结构棉。

“ДВ”——长纤维硬结构棉。

“Ж”——硬结构棉。

“ПРЖ”——介于硬结构和半硬结构棉。

“П”——半硬结构棉。

“М”——软结构棉。

“К”——降尘室的软结构棉。

牌号的数字：第一个数字表示石棉等级；第二个数字对于0级1级和2级石棉说，是第一层筛余量%，对于3级和4级石棉说，是第二层筛余量%。具体数字同表3。

加拿大溫石棉用于紡織制品的等級標号如下:

- 1 級块棉——19 毫米 以上(手选石棉)
- 2 級块棉——9.5毫米以上
- 3 級紡織用纖維——用輪碾机机选的石棉

加拿大紡織制品采用石棉標号的篩分析

表 5

分 級 和 標 号	每16兩石棉纖維中第1、2、3、4层篩箱中剩余量 (兩)
3 F	7~7~1.5~0.5
3 K	4~7~4~1
3 R	2~8~4~2
3 T	1~9~4~2
3 Z	0~8~6~2

第三节 石棉的机械性能与紡織的关系

(一) 石棉纖維的強力和弯曲扭轉

石棉纖維受各种外力作用发生变形和破坏,这在实用上有很重要的意义。石棉紡織制品的制造和使用,根据两个主要因素:
(1)纖維沿長度拉伸,沿着纖維長度的拉力产生变形,这是纖維的机械性能之一;(2)纖維弯曲扭轉,这也是它的机械性能之一。溫石棉纖維沿長度方向的拉力很高。根据纖維的彈性可分为三种:(1)标准的;(2)半脆性的;(3)脆性的。这种分类不是絕對的,这是由于标准的、半脆性和混合性的石棉常常混在一起使用的緣故。未变形溫石棉的針状纖維和經過弯曲扭轉變形的纖維,它們的机械強力試驗結果如表 6 所列。

由表 6 可知,标准的、半脆性和脆性纖維在未变形前的拉力相差不大;变形后,由于纖維弯曲扭轉,因而拉力相差很大。其中标准纖維能保持原有拉力的大部分,而脆性纖維則因完全破坏而几乎没有拉力了。

纖維分類	平均抗拉強度（公斤/平方毫米）		
	未變形針狀纖維	彎曲90°時的纖維 （1次）	扭轉180°時的纖維 （5次）
標 准	285~365	150~200	100~150
半脆性	190~300	80~100	60~100
脆 性	170~220	30~80	0~30

已松解的溫石棉纖維拉力為 60~80 公斤/平方毫米。青石棉的拉力比較強。已松解的青石棉纖維的拉力為 68~200 公斤/平方毫米，它的拉力與含鉄量成正比。

棉花的拉力是 36~52 公斤/平方毫米。石棉的拉力大於棉花。由此可見，石棉紡織工藝的困難和制品的拉力較低，是由石棉的其他性能造成的，而不是由於石棉本身沒有拉力的緣故。

石棉的延伸率很小，當拉力 60~200 公斤/平方毫米時為 0.2~1%。棉花的延伸率，當拉力 36~52 公斤/平方毫米時為 7~8%。這說明石棉紗的延伸，是由纖維間抱合力不夠所致，而不是由石棉本身延伸所造成的。

石棉纖維脆性的測定，可用手指拿住其二端，按相反方向彎曲 90°，往復彎曲 10 次，然後用手均勻拉伸，不應斷裂。

（二）石棉纖維的摩擦力和抱合力

摩擦力和抱合力對石棉紡織制品工藝有很大作用。紡織制品的纖維之間，就是憑磨擦力和抱合力保持着強度。磨擦力是兩個接觸面相對移動時所產生的阻力；抱合力是兩個接觸面相對移動時所產生切綫方向的阻力。棉花有抱合力，是因為纖維的表面有轉曲、鱗片和粗糙凹凸不平的緣故，如圖 1（甲）所示。石棉的表面是光滑平坦的鋼條狀交錯組織，如圖 1（乙）所示，所以沒有抱合力。這是石棉在紡織工藝上比其他纖維較為困難的主要原因。紡織工藝上，在石棉纖維中，通常摻入棉花纖維，以增加其抱合力和磨擦力。

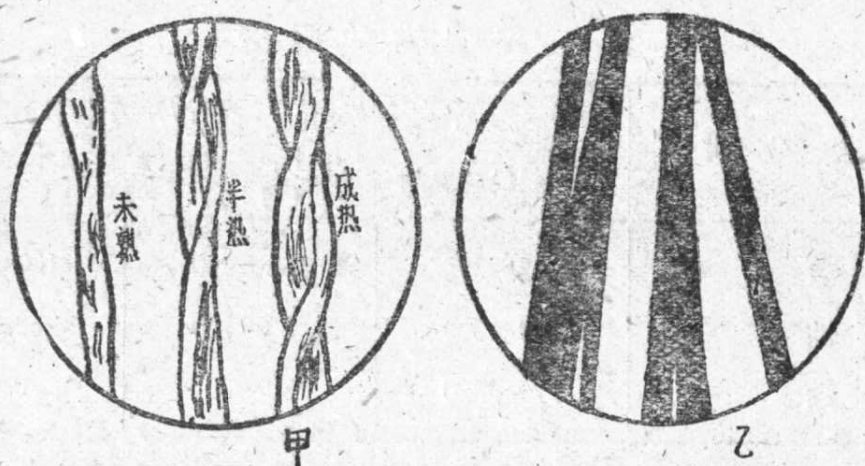


图 1 甲、显微镜下的棉花纤维；乙、显微镜下的石棉纤维

第四节 石棉的物理和化学性能

(一) 石棉在加热时的变化

石棉是不燃物，但在高温下会引起物理变化。温石棉加热至 110°C 时，析出吸附水分，拉力降低10%；当在短时间加热至 375°C 时，拉力降低20~35%。此种变化是由于石棉失去吸附水的缘故。失去吸附水和机械拉力是暂时的，因为在正常的温度和湿度下，经过几天后，它又会恢复原有的机械拉力和吸附水分。

温石棉加热至 700°C 时，失去吸附水和结晶水。随着结晶水的排除，纤维的机械拉力显著下降。当全部脱水后，纤维变脆，用手指即可研成粉末，结晶水排除后，是不能恢复的。

(二) 石棉的导热性

各种石棉纺织制品都可用作隔热材料。一般的隔热材料，以通过它的热流量的大小确定其导热性。均匀一致的纤维的导热性，则是以通过材料层的热量 Q (千卡) 表示：

$$Q = \frac{KF(t_1 - t_2)T}{a}$$

式中 K ——导热系数 (千卡/米·时·度)；

F ——材料层的表面积 (平方米)；

a ——材料层的厚度（米）；

$t_1 - t_2$ ——材料层两边表示的温度差（度）；

T ——测定通过热流的时间（小时）。

上式中 K 代表不同材料的相对导热系数， K 值愈小，隔热性愈高。石棉纺织制品作为隔热材料，实际上包括纤维、空气和水分。热在这些物质中的传播是一个复杂过程，不但有纤维本身的热传导作用，而且也有对流和辐射作用，因此 K 值代表着纤维层总的导热系数。块状的温石棉的导热系数为 0.3~0.5 千卡/米·时·度，松解的石棉纤维导热性与它的容重和松解程度有关，在 30°C 时的导热系数如下：

容重 公斤/立方米	35	80	123	165	230
导热系数 千卡/米·时·度	0.047	0.047	0.057	0.062	0.066

在 650~700°C 下，石棉导热系数降低 20~30%。

（三）石棉的耐化学腐蚀性

温石棉是非耐酸材料，因为酸能使温石棉中的镁溶解，然而它是耐硷材料。青石棉则具有耐酸、耐硷性，因此耐酸性的石棉纺织制品应以青石棉制造。表 7 所列，为两种石棉纤维在酸硷处理后的减量。

石棉在 25% 酸或硷液中沸点处理 2 小时后的减量

表 7

	HCl	CH ₃ COOH	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	NaOH
温石棉	55.69	23.42	55.18	55.75	0.99
青石棉	4.38	0.91	4.37	3.69	1.35

石棉在 25% 酸或硷液中以 26°C 处理 528 小时后的减量

	HCl	CH ₃ COOH	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	NaOH
温石棉	56.00	24.04	56.45	56.00	1.03
青石棉	3.14	1.02	3.91	3.48	1.20