

И·В·皮斯卡列夫 著

玻璃纤维过滤布

楊映芳 译

中国工业出版社

玻璃纖維過濾布是一種新的過濾材料，它用在冶金、化學、煤炭及航空等工業企業中不僅可以節約出大量的天然纖維布，而且還能大大改進過濾質量。本書敘述了玻璃纖維過濾布的生產業工藝及其物理力學性能、過濾能力和使用中的問題。

本書可供玻璃纖維工業及使用過濾器的各工業部門的工作人員參考。

И. В. Пискарев

ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ ТКАНИ ИЗ СТЕКЛЯННОГО ВОЛОКНА

Гостехиздат • 1960

* * *

玻璃纖維過濾布

楊映芳譯

*

中國工業出版社建築圖書編輯室編輯（北京佟麟閣路10號）

中國工業出版社出版（北京佟麟閣路10號）

（北京市書刊出版事業許可證出字第110號）

中國工業出版社第一印刷廠印刷

新華書店北京發行所發行·各地新華書店經售

*

開本787×1092 1/32·印張2 1/8·字數42,000

1963年3月北京第一版·1963年3月北京第一次印刷

印數0001—1260·定價（10-7）0.32元

*

統一書號：15165·2155（建工-294）

序 言

1959~1965年发展苏联国民经济七年计划中规定大大发展合成材料及其制品的生产。在这些材料中玻璃纖維占着重要地位。玻璃纖維可以用来制造各种制品，其中包括需要量不断增长的过滤布。

目前，黑色及有色冶金、化学、煤炭、航空以及其它许多工业企业，都采用天然纖維布（羊毛、棉花、絲及亚麻）作过滤材料。根据极不完整的统计，这些布每年用量超过3,000万米。

因此，扩大过滤布的品种并提高其产量，具有很重要的意义。但直到最近，这个问题并未得到应有的重视。在1957~1958年用来过滤的5,000多万米棉布中，只有约1,000万米是专用过滤布，如过滤斜纹布、过滤用“斯凡玻”布、过滤用细平布、过滤用轮胎布等。其它部分都是日用和生产用布，如梳毛毡、呢絨、粗平布、麻紗、絹、细平布、粗呢、轮胎布。将这些布用作过滤布根本是不合理的，而且在经济上是不合算的。

用这些布制成的过滤器，效率低，滤液质量差。

使用玻璃过滤材料可以为居民和生产需要节约出大量的天然纖維布，并大大改进过滤质量。所以，增加玻璃过滤材料的产量具有巨大意义。

本书向讀者介绍玻璃纖維过滤布的生产原理及性能。

目 录

序言

第一章	玻璃纖維的制取及其性能	1
第一节	制取玻璃纖維用的玻璃的化学成分	1
第二节	紡織用玻璃纖維的制法	2
第三节	玻璃纖維的化学性能	5
第四节	玻璃纖維的物理力学性能	10
第二章	玻璃过滤布的制造工艺	14
第一节	用連續玻璃纖維制成的布	15
第二节	用短切玻璃纖維制成的布	18
第三节	袋式玻璃布	20
第三章	玻璃纖維布的物理力学性能和过滤性能 及其测定方法	20
第一节	过滤布的物理力学性能和过滤性能	20
第二节	过滤布的结构对其性能的影响	30
第三节	玻璃过滤布的試驗方法	31
第四章	玻璃纖維过滤布的使用經驗	49
参考文献	62

第一章

玻璃纖維的制取及其性能

第一节 制取玻璃纖維用的玻璃的化学成分

生产玻璃纖維用的原料是玻璃球。玻璃球应具有严格规定的重量及直径：100个直径为 18 ± 1.5 毫米的玻璃球的重量，应该为 750 ± 50 克。

拉制玻璃纖維前，应檢驗玻璃球的化学成分及其物理状态（是否存在气泡及杂质等疵病），并用热水冲洗。

生产玻璃纖維用的玻璃的化学成分，决定着过滤材料的性能。

一般說来，玻璃纖維用无碱和有碱“中性”玻璃来生产，也可用65和70号玻璃来生产。这些玻璃的化学成分见表1。

表 1

玻璃名称	含 量 (%)								
	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂	CaO	MgO	ZnO	Na ₂ O
无 碱	54	10	14*	—	—	16	4	—	不超过 2
有碱“中性”	71	—	3*	—	—	8.5	2.5	—	15
65号	59	—	3	3	6	8	3	6	12
70号	69	—	3	2	1	8	3	—	14

* Al₂O₃ + Fe₂O₃的总含量。

根据需要也可以采用其它成分的玻璃。

第二节 紡織用玻璃纖維的制法

玻璃纖維有兩種：長度為5~50厘米的短切纖維和長度達20公里及20公里以上的連續纖維。從外表來看，短切纖維類似羊毛，而連續纖維則類似人造絲。

這兩種玻璃纖維的生產工藝各有特點。

目前玻璃纖維的制法有許多種。下面分別談談紡織用連續玻璃纖維及短切玻璃纖維的制法。

連續玻璃纖維的制法 目前，蘇聯及國外最廣泛採用的方法是，通過熔製玻璃的白金坩堝的拉絲孔，將熔融的玻璃高速地連續拉製成玻璃纖維。

圖1為拉絲設備示意圖。

重量及直徑均符合規定的玻璃球，被自動器送進小型電爐內。自動器同時借助於浮針或浮在玻璃熔體內的浮標控制著玻璃液面。浮針與加球裝置之間由電接點聯繫。

當電爐內玻璃液面變化時，浮標下降或上升，針與接點接通或切斷，加料機構由此開動或關閉。採用玻璃球作原料可以調節玻璃熔融的速度，保證精確加料，從而控制玻璃的均一性。熔化玻璃球的坩堝是鉑銻合金製成的，形狀如舟，用低壓電流加熱，一般保持 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，隔熱良好。在底部有50~200個（有時甚至更多）拉絲孔，孔的直徑在2毫米以下。加熱到工作粘度的玻璃熔體，在自重作用下從拉絲孔流出，借助於卷繞設備被拉成極細的絲。拉絲的綫速度為每分鐘3000~3500米。用這種方法製造直徑為3~15微米的纖維。紡織加工用的纖維的直徑不超過10~11微米。

所拉制的纖維的直徑取決於坩堝內玻璃液面高度、玻璃

粘度、拉絲孔直徑和拉絲速度。由 100、200 或 200 根以上單絲組成的玻璃束集成一股并借助于潤滑劑而粘成原紗。

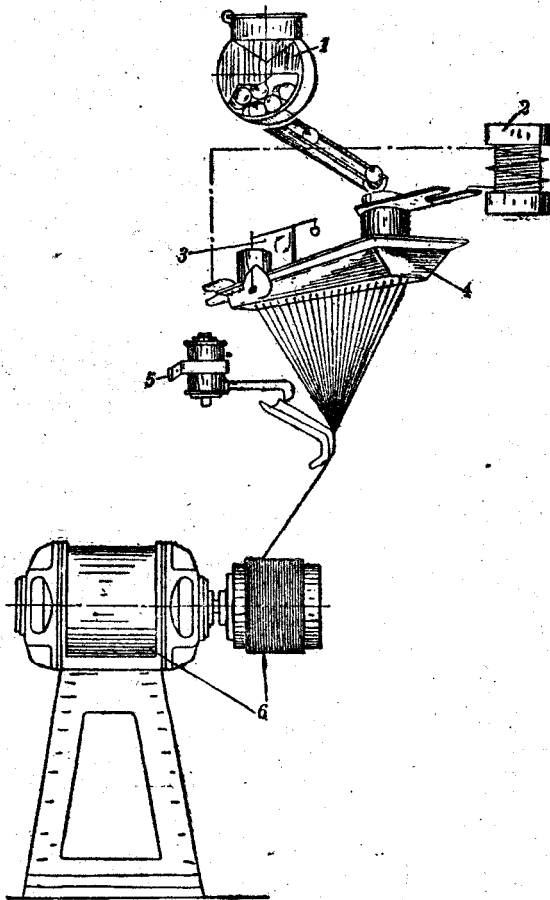


图 1 拉制連續玻璃纖維的設備示意图

- 1—玻璃球貯斗； 2—變壓器； 3—自動加料器； 4—電爐； 5—潤滑裝置； 6—卷繞裝置

在玻璃纖維加工过程中，采用各种潤滑剂，例如：石蜡潤滑剂、凝固性潤滑剂、有机硅、醚松香、石蜡乳浊液等等。

石蜡乳浊液在玻璃纖維工业中获得了极广泛的应用，其成分如下：ДЦУ 固着剂（氰基胍甲醛树脂半冷凝液），OC-20 乳化剂（高脂酸氧丙环的加工产品），石蜡，硬脂，凡士林，变压器油和水。上述組分的重量比例可以随着所拉制的紗的支数而变化。例如，对于 600 支玻璃紗（直径为 3 微米的单絲 100 根）来说，采用成分如下的潤滑剂：ДЦУ——7.3%；OC-20——1.4%；硬脂——1.2%；凡士林——1.3%；变压器油——3.0%；其余为水。

玻璃纖維上潤滑剂的蒸发残余量（按重量計）为 1~3%。采用不同組成潤滑剂的工作实践証明，当玻璃紗上潤滑剂的蒸发残余量小于 1% 时，在加工过程中会严重受损。而且由于未牢固粘結的单根玻璃纖維不能同时受力，玻璃紗及布的强度下降。

通过潤滑装置后，原紗到达卷繞设备的可拆卸的筒子上。每个卷繞循环取决于拉丝过程中断头数的允許定額及包装的条件；当一个卷繞循环结束后，用人工換筒或自动（玻璃紡紗机）換筒。

上述方法用来制造主要作紡織用的玻璃纖維。玻璃纖維的进一步加工过程（退繞、合股、加捻、整經、卷緯、穿經和紡織）在紡織工业通用设备上进行。

短切玻璃纖維的制法（吹制法） 紡織用短切玻璃纖維的制备是用蒸汽、空气或热气将熔融玻璃吹制成纖維。

生产短切玻璃纖維时，也采用鉍銻合金坩堝电炉，但拉丝孔的数量較少。从特制的噴嘴内高速噴出空气流或过热蒸

汽流，将从拉丝孔流出的玻璃熔体吹成极细的纤维，这些极细的纤维被吸到穿孔的滚筒上，在滚筒上形成一层纤维；这层纤维通过喇叭口和特制的假捻器到达纱管上。

第三节 玻璃纤维的化学性能

制造过滤布用的玻璃纤维首先应具有抵抗各种侵蚀介质（中性、碱性或酸性）的性能。用无碱玻璃制成的玻璃纤维，在室温下对于水、湿空气和弱碱溶液的作用，具有高度稳定性，但对于较高温度的酸及碱的侵蚀，则完全不能抵抗。

表2列出在各种时间内用开水处理无碱玻璃纤维的结果（采用的玻璃纤维直径为6微米、称样重量为1.80克、表面积为5000厘米²）。

表 2

处理时间(分钟)	重量损失	
	毫克	%
20	8.9	0.50
60	12.5	0.70
180	14.8	0.82
360	20.8	1.15

对溶液进行化学分析的结果表明：在开水作用下，在6小时内，大部分的玻璃组分均匀溶解。只有 B_2O_3 和 Na_2O 例外，它们的溶解量比其它组分略高。

无碱玻璃纤维用水处理后对滤液进行化学分析的结果，列于表3。

表 3

指 标	化 学 物 质					
	SiO ₂	B ₂ O ₃	R ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O
玻璃成分(%)	53.56	10.75	15.20	14.58	4.16	1.75
滤液成分:						
毫克	10.4	11.67	3.10	3.70	1.00	1.70
占称样重量的%	0.58	0.65	0.17	0.21	0.05	0.094
占該氧化物在玻 璃內含量的%	1.83	6.05	1.12	1.44	1.20	5.4

应该指明, 虽然 B₂O₃ 和 Na₂O 在水中的溶解性良好, 但从无碱玻璃中把它们提取出来是比较困难的。将有碱“中性”玻璃纖維与无碱玻璃纖維中 Na₂O 的溶解性进行比较, 即可证实。在同样的处理条件下, 从有碱“中性”玻璃纖維中可除去 40% Na₂O, 而从无碱玻璃纖維中则仅除去 5.4%。

将这些纖維用酸 (0.1 和 2 当量的 H₂SO₄) 沸騰处理, 玻璃的各种組分除 SiO₂ 以外, 均进入充分溶解的过程。遗留下来的氧化硅骨架仍保持纖維形状, 但强度小。

試驗表明, 无碱玻璃纖維的耐酸性要小得多。在酸液中, 尤其在 2 当量的酸液中, 其溶解速度大, 在处理的最初 15 分钟內, 重量損失即达 40%。

用 2 当量的 H₂SO₄ 溶液处理纖維后, 将浸液进行化学分析, 其結果列于表 4。

直徑为 6 微米的玻璃纖維在 2 当量的 H₂SO₄ 溶液內沸騰处理 20 分钟以后, 抗拉强度为 58 公斤/毫米²。

在碱的作用下无碱玻璃的全部碱性組分几乎都溶解, 溶解过程进行得较为均匀。这一点可由表 5 所列数字說明。表

5 的数字说明无碱玻璃纖維（直径为 6 微米、表面积为 5000 厘米²）对 0.1 当量碱液的化学稳定性。

表 4

指 标	化 学 物 质						小 計
	SiO ₂	B ₂ O ₃	R ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	
玻璃成分(%)	53.56	10.75	15.20	14.58	4.16	1.75	100.00
将 1.8042 克称样处理 15 分钟后滤液的成分:							
毫克	93.00	189.00	292.00	268.60	75.30	—	917.90
占称样重量的%	5.09	10.48	16.16	14.79	4.17	—	50.69
占氧化物含量的%	9.60	97.50	106.00	101.00	100.00	—	—
将 1.8044 克的称样处理 180 分钟后滤液的成分:							
毫克	66.00	199.10	292.00	251.40	74.20	—	882.70
占称样重量的%	3.66	11.03	16.16	13.93	4.11	—	48.91
占氧化物含量的%	6.80	102	106.00	95.60	99.00	—	—

表 5

称 样 重 量 (克)	处理时间 (分钟)	重 量 损 失	
		毫 克	占 称 样 重 量 的 %
1.8007	8	15.3	0.85
1.8260	40	42.0	4.70
1.7984	180	92.5	10.50
1.7995	360	107.6	12.00

由表 5 可见，在浓度不大的碱液作用下，纖維溶解度随着处理时间的延长而不断增长。但是，处理 3 小时后，重量损失也只有 10.5%。随着碱液浓度的提高，纖維的溶解度急

剧增长。例如，当纖維在 2 当量的 NaOH 碱液中处理 3 小时后，重量损失达 50.67%。同时，分析結果表明，所有的酸性氧化物均溶解，尤其是硼酐剧烈溶解。这点可由表 6 数字証实。

表 6

指 标	化 学 物 质						小計
	SiO ₂	B ₂ O ₃	R ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	
玻璃成分(%)	53.53	10.75	15.2	14.58	4.16	1.75	100.00
滤液成分:							
毫克	440.5	160.9	133.0	2.0	1.6	—	738
占称样重量的%	24.6	8.98	7.48	0.11	0.09	—	41.26
占玻璃内氧化物含量的%	46.0	82.0	49.0	1.0	2.0	—	—
沉淀成分:							
毫克	33.0	—	3.6	116.2	16.7	—	169.5
占称样重量的%	1.9	—	0.2	6.44	0.93	—	9.47
占玻璃内氧化物含量的%	4.1	—	1.3	44.3	22.0	—	—
溶解总数(占称样重量的%)	26.5	8.98	7.68	6.55	1.02	—	50.73

由此可见，无碱玻璃纖維用碱液处理时，玻璃的全部组分从其表面溶解；玻璃纖維逐渐变細。

有碱“中性”玻璃纖維对水和湿空气不大稳定，并且根本不能抵抗較高温度的碱的侵蚀。但是，它具有高度的耐酸性（除氢氟酸和磷酸外）。这类玻璃纖維用水处理时，大部分的SiO₂和Na₂O都溶去，而用酸处理时，主要是Na₂O溶解。

“中性”玻璃的析碱现象易使該成分的玻璃纖維在貯存时破坏。水分从单根纖維之間通过，溶解着玻璃內的碱，同时繼續作用于纖維，使其破坏。

在酸中处理时，形成硅酸保护膜，这层膜在进一步处理时不会破坏。

用0.1当量的 H_2SO_4 溶液处理有碱玻璃纖維（面积为5000厘米²）时，其溶解度列于表7。

表 7

称样重量(克)	溶液作用 时间(分钟)	起反应的 酸的数量 (毫克)	重 量 损 失	
			毫 克	占 称 样 重 量 的 %
1.7965	8	—	17.2	0.95
1.8004	20	50	24.5	1.36
1.8007	60	137	46.6	2.60
1.8033	180	187	61.9	3.44

在2当量 H_2SO_4 溶液中沸腾处理3小时后，对滤液进行化学分析。分析结果表明，从纖維中只有 Na_2O 溶解出来，数量相当大（約42%）。玻璃的其它組分实际上沒有溶解。

用2当量 H_2SO_4 对有碱纖維进行处理后滤液的化学分析結果列于表8。

表 8

指 标	化 学 物 质					小 計
	SiO_2	R_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	
玻璃成分(%)	73.75	0.53	8.23	0.22	17.06	99.79
滤液成分：						
毫克	11.0	2.0	4.0	未发现	129.2	146.2
占称样重量的%	0.61	0.11	0.22	未发现	7.16	8.1

將处理后的纖維成分进行分析的結果表明，纖維內 SiO_2 的含量未减少，仍为73.75%。由此可見，有碱玻璃纖維对酸介质具有高度的化学稳定性。

必須指出，虽然用碱处理时无碱玻璃纖維及有碱玻璃纖維的各种組分都具有相当大的溶解度，纖維的强度极限却几乎沒有改变。但是，纖維不断地变細，并且在很小的应力作用下就会断裂。当侵蚀性介质的濃度相同时，纖維的重量損失与它的表面积成直綫关系。所以細纖維的绝对溶解度比粗纖維要高得多，过滤布最好用較粗的纖維来制造。

有碱玻璃纖維完全不能耐蒸汽。无碱纖維具有較高的耐蒸汽性能，但是当蒸汽压力提高或蒸汽作用時間增加时，纖維强度不断下降。玻璃纖維只能在較短的時間內耐較高的蒸汽压。用65号玻璃作成的纖維具有相当高的抗酸和抗碱蒸汽的性能，而用70号玻璃作成的纖維則仅具有較高的抗酸性能。

当过滤侵蚀性溶液时，玻璃布的稳定性对于过滤器的使用寿命及过滤淨度有很大影响。必須根据溶液特性及过滤条件来选择对于該介质最耐用的玻璃纖維。

第四节 玻璃纖維的物理力学性能

玻璃纖維的特点是細度极小，抗断强度及耐热性高，还具有其它可贵的性能。

玻璃纖維的細度与其它任意一种紡織原料一样，用支数来表示。

玻璃纖維的支数在6711~71081之間，而人造絲的支数則在2500~18000之間。

原絲的直徑愈小，則支数愈高。例如，42820支相当于

直徑3.45微米，13213支則相當于直徑6.21微米。

很細的纖維，尤其是玻璃纖維，其強度比同樣物質的塊狀材料要高許多倍。表9數字明顯地說明這一點。表9數字是各種材料在空氣相對濕度為 $65 \pm 5\%$ 和溫度為 $20 + 5^{\circ}\text{C}$ 的條件下試驗而得。

表 9

材 料 種 類	抗斷強度(公斤/毫米 ²)		綫 狀 試 件 直徑(微米)
	塊 狀	綫 狀	
石英玻璃	6~8	1000~2500	3~6
硅酸鹽玻璃	4~6	200~600	26
甲醇纖維	2~2.8	50~80	3~6
聚偏二氯乙烯	2.8~4.9	28~38	15~20
醋酸鹽纖維素	5.3~8.7	15~20	15~20

表10列出各種直徑的無鹼和有鹼纖維抗斷試驗結果平均值。

表 10

纖維直徑(微米)	纖維的平均抗斷強度(克)		纖維的抗斷強度極限(公斤/毫米 ²)	
	無 鹼	有 鹼	無 鹼	有 鹼
3.45	3.40	2.56	363.3	273.9
5.18	4.30	3.23	204.1	153.9
6.90	6.00	5.18	160.5	138.8
10.35	10.94	10.70	130.1	128.2

玻璃纖維的抗斷強度與直徑的關係見圖2。由表10及圖

2 可見，随着纖維直徑的减小，其单位强度大大提高。应该指出，无碱纖維的强度比有碱纖維略高。

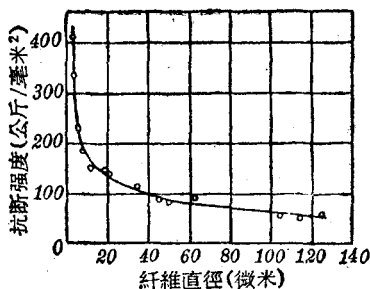


图 2 玻璃纖維的抗断强度与直径的关系曲线

各种纖維的力学性能见表11。

由表11可見，玻璃纖維的抗断强度极限为羊毛的14倍，为棉花的6倍，为人造絲的8倍，为卡普隆的4倍。此外，玻璃纖維几乎无伸长，并可以认为无收縮。对于用作过滤材料的纖維來說，这是一个可贵的性能。

对于制造过滤布用的纖維來說，吸水性具有重大意义。紡織用纖維在吸收水分的同时，吸进溶解于水中或悬浮于水中的物质。此时，纖維的力学性能起变化。玻璃纖維的吸水性較小。例如，无碱玻璃纖維在空气的相对湿度为65%时，只吸水0.20~0.30%左右。随着相对湿度和含碱量的提高，纖維的吸水性大大增加。

玻璃纖維是目前已知纖維中最耐热的。但是，必須注意到，在300°C以上的溫度作用下，玻璃纖維的强度下降。在軟化点（550~600°C）时，强度下降若干倍。

直徑为10微米的玻璃纖維的断裂长度为65公里。为便于比較起見，特指出：同样直徑的天然絲的断裂长度仅为25公里，人造絲的断裂长度为36公里，卡普隆的断裂长度为40公里。直徑为5~7微米的无碱玻璃纖維的断裂长度为90公里，直徑为3~4微米的則約100公里。

表 11

纖維名稱	大致支數	抗斷強度 (克)	強度極限 (公斤/毫米 ²)	斷裂長度 (公里)	斷裂伸長 (%)
玻璃纖維	14000	6.0	220	84	2
卡普隆纖維	4500	10.0	52	45	25
人造纖維:					
普通	3000	6.0	27	18	24
牢固	3000	10.0	45	30	15
棉花:					
中等纖維	5000	4.8	36	24	7
細纖維	7000	5.0	52	35	8
羊毛:					
粗	400	30.0	16	12	30
細	3000	7.0	18	14	40
單根的去皮的天然絲	7500	5.0	49	38	20
亞麻纖維:					
技術用	200	200.0	60	40	3
原纖維	3500	18.0	95	63	2.5

玻璃纖維的直徑愈小，則其柔軟性愈高；說明這一點不是沒有意義的。很細的纖維也在一定程度上具有玻璃所特有的脆性。這是玻璃纖維的一個缺點。

把玻璃纖維加熱到300°C時，它的柔軟性實際上無改變。但如將溫度繼續提高，它的柔軟性就不斷下降。在軟化點區域附近時，纖維變得很脆並折斷。這一點必須考慮到，因為將玻璃纖維進行紡織加工的可能性，決定於它的柔軟性和剛性。對於紡織加工來講，只能使用直徑為11微米以下的玻璃纖維。