

建筑材料  
及制品类

专题情报资料

第6063号

# 无机纖維和特种纖維

建筑工程部技术情报局

1960年11月

## 前 言

随着科学技术的飞跃发展，人们正在摆脱对天然材料的依赖，创造出符合各种用途要求的轻质高强高效能材料。由于纤维材料能克服过去所沿用的大块材料内部的某些缺陷如微裂纹、空隙等，取得各种优良的性能，因而人们对它非常注意。

这本小册子是收集了国外书刊、专利文献中的有关资料编译而成的。内容包括：石英纤维、高硅氧纤维、石墨纤维、钛酸钾纤维、涂层玻璃纤维、中空、麻面、波形和其他特种玻璃纤维，以及各种陶瓷纤维和岩石棉等共二十余种。其中大部分品种都包括有性能、生产工艺和用途；个别几种因资料的限制，不能作详细地介绍。

今年5月间，我局曾出版过一本“矿物棉”专题资料，该书对国外高炉矿渣棉的生产和应用有过较详细的介绍，故在本资料中不另赘述。此外，对于一般的玻璃纤维和玻璃棉以及作为天然无机纤维的石棉纤维等，我们均没有列入这本专题资料中。

由于我们掌握的资料不够全面，可能还遗漏很多品种，也可能还有一些较有价值的资料没有利用。同时，由于近来纤维材料的发展非常迅速，可以预期，在不久的将来定会有不少新的纤维品种和制品出现，因此，希望读者参考本资料时一方面向我们提出指正意见，另一方面也希望及时提供资料线索，以便将来有机会时作修正或补充介绍。

建筑工程部技术情报局

1960年11月

# 目 录

## 前 言

石英纖維	( 1 )
高硅氧纖維	( 2 )
涂金屬层的玻璃纖維	( 4 )
涂树脂层的玻璃纖維	( 6 )
中空玻璃纖維	( 7 )
麻面玻璃纖維	( 9 )
波形玻璃纖維	( 10 )
防射綫玻璃棉	( 12 )
防腐杀菌及其他几种特种玻璃纖維	( 13 )
石墨纖維	( 14 )
鈦酸鉀纖維	( 15 )
金屬棉	( 18 )
玄武岩棉	( 19 )
兰晶石纖維	( 20 )
高岭土纖維	( 21 )
鋁土岩纖維	( 22 )
白云石和耐火泥土棉	( 22 )
硅灰岩棉	( 23 )
煤渣棉、泥漿砂子棉	( 23 )
硼棉	( 24 )
加拿大最初生产的岩石棉	( 24 )
黃土纖維	( 25 )

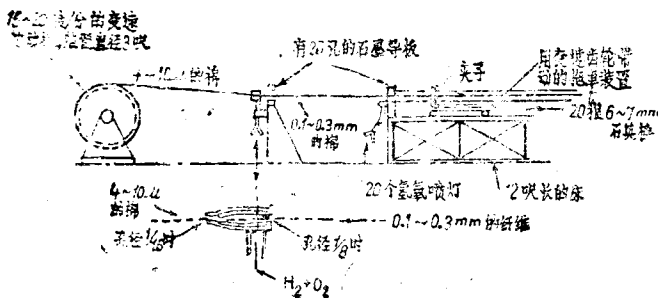
# 石 英 纖 維

硅氧 (Silica) 是地球外壳含量很丰富的一种矿物。天然硅氧有各种不同纯度和形状。呈游离状态时主要是石英，但含水的硅氧则成蛋白、燧石、硅藻土和硅酸盐等。石英的状态很多，最重要的有脉石英、石英岩、砂岩及硅砂等；在火成岩，如花岗岩和伟晶岩中呈晶体或晶质颗粒，并呈块状或集合体。按石英的形态它可分为三大类：1. 晶质类，最普通的形态即一般的石英晶体；2. 隐晶质类，玉髓是隐晶质类的典型；3. 碎屑类，包括砂及礫，如砂岩，石英岩，可变砂岩。石英硬度为7。比重2.6至2.66。软化点1500°C，熔化温度1710至1756°C。除氟氟酸外，石英不溶于其他的酸。

据说远在1833年法国的 M. Groudin 用石英制造了第一根石英纤维。但是这种材料并没有引起别人的注意；一直到1889年，C. B. Boys 重新又发展了这种生产石英纤维的方法，他将生产的石英纤维用于扭秤 (Torsion balance)。

1830年和1830年 Richard Threlfall 对石英纤维的弹性常数作了许多工作。H. C. Lacell 和 W. A. Shenton 开始用石英棒或型法生产商用石英纤维。这些原来的石英棒是用巴西石英晶体作成的。首先将所选择的晶体加热到“熾热” (或“白红”) 状态一小时，然后将其投入蒸溜水中，使它裂成碎片。接着，将这些碎片均匀地铺成一直线，并用氧氧吹管将其熔化成棒状；最后用熔融和喷吹法将熔凝石英棒制或石英棉。

图所示为用熔凝石英棒生产石英棉的方法。



石英棉生产工艺流程图

这一方法是“Hanau-On-Main”发明的。生产设备包括一个沿着钢结构床移动的拖车 (用马达带动)；在车上夹有20根水平方向的石英棒或管 (石英管比石英棒好)，他们紧密地排列着。棒或管的直径为6~8毫米。每根棒都通过一块石墨导块，并经过一个垂直装置的氧氧喷灯的上部，在这里石英棒变成直径为0.2mm的丝，这些石英丝再进一步经过有20个孔的石墨导块，这导块恰好装在有20个轴向喷射的氧氧吹管的前面，这些吹管将石英丝向前吹成石英棉。最后，吹成的棉被收集在旋转鼓筒上。鼓筒的直径为91厘米，四周围有金属网。旋转鼓筒的速度可以调整。

近来，E. Eberhast 和 H. Klumb 介绍了一种生产极均匀的连续石英纤维的方法。按这种方法生产的纤维直径可小到0.7μ。这种方法是以前以高速将2~0.2mm粗的石英棒推进到氧焰或照明煤气火焰下加热，再将软化的石英棒以5~25m/sec的速度拉成纤维，并卷绕在鼓筒上。这样制成的石英纤维其抗拉强度随直径的减小而增加。最大强度为纤维直径0.8μ时的650 kg/mm<sup>2</sup>。扭转量直到纤维直径小到1.5μ时与纤维直径无关。

石英纤维在抗水、水蒸汽和气候条件的变化等方面均比普通玻璃纤维优越，它的化学稳定性很突出，能抵抗除氢氟酸以外的任何酸类和碱的长期侵蚀。试验表明，各种溶液的浓度对石英纤维无关紧要。将石英纤维暴露在90°C的温度下，用酸或碱处理的结果，强度有所增加；但不能用苛性碱，如用苛性碱则将降低纤维强度20%至30%。

石英纤维的另一可贵的特点是抗高温性和极高的熔点 (3,000°F 以上)。它还具有有良好的绝缘性能和电性能。它的弹性很强，所以用于受振的地方很合适。

石英纤维最初用于扭秤方面。至今它还以同一目的用作弹簧。石英纤维比其他材料制的弹簧好，它不腐蚀，不疲劳，也不会连续负荷下伸长。它是道地的弹性体，当负荷卸去时，便恢复到原来形状。石英纤维可用于微量天秤，用以称量极微量的沉淀物和

其他物质，例如超细纤维。松散的石英纤维可作隔音、隔热和电绝缘材料。

石英纤维的另一项重要用途是用作过滤侵蚀性气体或液体的过滤材料。特别是在高温下过滤酸液，或过滤热煤气、腐蚀性煤气，得到广泛的应用。最近发现的一项用途是将烧结的熔凝石英棉作催化剂。这一产品是“Thermal Syndicate”有限公司生产的。这家公司生产熔凝石英棉和熔凝石英纤维。

石英纤维也可作成纸或毡。石英纤维毡能抗2500°F以上高温。它可以单独使用，也可以与其他耐高温材料混合应用。通常是将石英毡用在加热的一面，外面放置价格较廉的石棉或玻璃棉等绝缘材料。石英棉特别适用于厚度要求极薄，而且绝缘性能要求极高的地方。石英纤维还用于电气工业，原子能工厂，喷气飞机、涡轮机和火箭导弹等尖端工业方面。用于火箭导弹的零件时系将纯石英纤维作成增强塑料。这种增强塑料能耐高温，很坚固。美国曾用三种不同纤维增强的塑料作试验。用高温氧氨焰燃烧40秒钟，结果，铜板和玻璃纤维板均被烧毁，而石英纤维

增强塑料不仅没有烧毁，而且强度也没有降低。据称美国“Herc Industries”公司用石英纤维和热固塑料树脂制成导弹部件。这种增强塑料牌名叫 Planeton Q；将它用于导弹部件代替原来用的金属，重量约为1:10。近年来在国外还发展了将石英纤维涂金属层（如镍、铁、铜、钴、铝等）的各种方法。这样，可以增加纤维的耐蚀强度及改进其他性能。

### 参 考 文 献

- [1] Inorganic Fibre, p.145—149, 1958, London.
- [2] Fused Silica Fibres for use at High temperatures, Engineering Materials and Design, 1960, 3.
- [3] Quartz Reinforced Plastics, Materials in Design Engineering, 1959年2月 p.123.
- [4] Fused Silica and Fused Quartz III, Lab. Practice 8(6)206—207, 1959.
- [5] 英国专利: 765632, Drawing thin filaments.
- [6] 英国专利: 721879, Coating threads with resins.

## 高 硅 氧 纤 维

高硅氧纤维是指含硅氧在96%以上的纤维。在国外，如美国的汤姆逊玻璃纤维公司（Thompson Fiber Glass Company）和英国的里弗拉西耳公司（British Refrasil Company）都以生产这种纤维著称；它们生产的这种纤维名“里弗拉西耳：（Refrasil）。这种新型的纤维的化学组成与熔融硅氧（Vitreous Silica）相似；它的耐高温性能优于目前已有的其他任何纺织纤维。

里弗拉西耳纤维是在第二次世界大战中发展起来的。最初，将它用在喷气推进器方面。在普通情况下，喷气发动机机尾和尾管需经受1250至2000°F的高温。当时还没有能耐这种高温的适当材料；有人考虑到用硅石制成的纤维可以满足这一要求，并进行了研究。研究试制的方法是将纤维内硅氧以外的氧化物析出，使硅氧含量达99%以上。用这种方法制成了高硅氧纤维。

“里弗拉西耳”的生产流程大致如下。首先将普通玻璃纤维、纤维毡或布用酸浸渍（不能用对硅氧有侵蚀的氟氢酸和磷酸），浸渍湿度要求足以能够析出硅

氧以外的其他氧化物。然后，将经过处理的纤维脱去酸液，并加热使纤维脱水。

使用上述方法将使纤维的直径和长度都有所收缩，并随纤维脆性的增加而降低了纤维的强度。为了消除这一缺点，在浸渍纤维毡或布之前，先涂一层抗酸和不透水的树脂，这层树脂同时不会阻止酸的渗透。使用的树脂最好是酚—甲醛和酚醛醛等。在纤维毡加工过程中，先将树脂浸散在水和有机溶液内，再将溶液喷涂在玻璃纤维表面上，然后将涂层的纤维毡浸在酸内。如果要求加速浸渍，可以加热处理。由于纤维受浸渍而不影响胶粘树脂薄膜，所以制品有较高的强度和较大的弹性。保持纤维的原有强度和弹性的另一方法，是在浸渍之前，用能渗透酸但能抗酸侵蚀的，多孔薄膜包裹树脂胶粘的纤维；这种制品有经过提浸的硅氧纤维布，含低铝、高钙的硼硅酸盐玻璃纤维织物。在处理之后，将纤维毡铺开，用牛皮纸将它们包起来，送到炉内，将树脂胶粘剂和牛皮纸烧掉，使硅氧脱水。在处理过程中所产生的收缩可使纤维变得紧密，胶粘在一起，并可增加制品强度。

用浸漬法时，几种普通的酸都可应用。如果是含高钙的玻璃，则用盐酸和硝酸比较适宜，如果用硫酸就不合适，因为硫酸会形成一种不溶解的盐而沉淀下来，影响浸渍和洗涤。在生产过程中如发现纖維或紗被析出除硅氧以外的氧化物，使硅氧和金属氧化物的比例达9:1或更高一些，那末纖維或紗可紡織加工成强度很高的織物。然后，可将这种經過浸漬的纖維織物加热，使硅氧脱水。

生产里弗列西尔的玻璃纖維在化学上不抗侵蝕的，这种原材料的組成如下。

	%
硅氧	53.4
氧化铝	15.72
氧化铁	0.33
硫酸钙	15.45
氧化镁	4.48
氧化硼	10.65

經過酸浸之后的纖維和織物，其組成和性能如下。

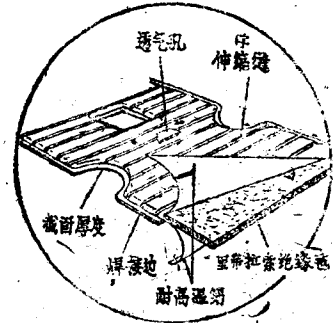
組成	%	
硅氧	98.59	
氧化铝和氧化铁	1.07	
硫酸钙	0.24	
性能	纖維毡	布
厚度(吋)	0.14~0.25	0.015
密度(磅/平方吋)	0.05	0.07
纖維直徑	2~4 $\mu$	2~3.5 $\mu$
软化溫度(F)	3100	3100
含水量(大約%)	1.0	1.0
在2900°F下		
吸收率	2.0	5.0
比热	0.19	0.19

很明显，从生产过程和列表的紡織品的有关数据看来虽然里弗列西尔制品可作耐高溫材料，但它最后的强度比普通玻璃纖維織物低。近来有人建議把里弗列西尔紗和其他强度較高的纖維联合应用，即将强度高的无机或有机纖維作經綫或緯綫，或将这种增强材料作筋。适用于这项用途的有聚乙烯，聚氯乙炔等。

还有一种使它增加高溫下的强度的办法，就是用細金屬絲(最好用鈷-硅-錳合金和鉻-鈷合金)作增强材料；这两种金屬絲既可抗腐蝕，又可以連續很久曝露在高溫下而不致破坏。玻璃-金屬絲混合織物也可以浸漬和浸漬，其方法与制造里弗列西尔耳的普通玻璃織物所用的方法相似。

高硅氧纖維作絕緣材料的重要优点，在于它质輕，松密度大，有彈性。据說，里弗列西尔絕緣材料受振后不会分裂；1.27厘米厚的毡可以使两面温差从1200°F到300°F之間。由于这种性能再加上耐高溫等其他优点，所以在航空工业上得到广泛的应用。

里弗列西尔纖維可以制成包繞的毡状材料(一般构造见图)，和預制成各种型材的毡状材料。包繞的毡材是将里弗列西尔作为一种絕緣材料夹在不锈钢，鉻镍铁合金和其他金属薄片之間；将金属外壳封焊，以防止吸收液体；同时还备有适当的通气孔，以防止在压力变化时对毡和絕緣裝置的破損。預制或型的毡作为特殊形状和要求严密的毡部件，用于复杂的高溫导管系統。



里弗列西尔在电气工业上广泛用于电力設備，电加热馬弗炉，变阻器和热电偶鉛絲包复物，电气加热罩等方面。里弗列西尔紗可以直接繞在热电偶金属絲上，用于噴气发动机的溫度測定，材料的徐变測驗和分餾柱(Fractionating Columns)等方面。在套管上編包里弗列西尔紗的优点是实际上提供了連續长度，并避免将金属絲穿过套管的费力操作。里弗列西尔不吸水又耐高溫，可用作高溫填料和气体过滤器；里弗列西尔带可用以包繞加热部件，并可用作煤氣渦輪发动机、火箭和防火設備的隔热材料。

据美国1959年11月23日出版的導彈与火箭杂志专刊W.E.Benke(湯姆遜玻璃纖維公司副主任工程師)的报导，高硅氧纖維已成为制造導彈与火箭所不可缺的耐焚燒塑料的增强材料。用高硅氧纖維作的增强塑料能令人滿意地抗5000~6000°F的高溫，瞬間溫度还可达到华氏一萬度以上。这种增强塑料已制成大量的導彈头、火箭燃燒筒、推进器与噴咀，并証明是优良的材料。英国Refrasil和Microcele公司制成的一种名叫“爱斯特来西尔”的增强迭层塑料就是用高硅氧纖維作增强材料制成的，生产方法一般是用真空法和模压法。

将普通类型的玻璃纖維用浸漬法制成高硅氧纖維制品的方法，及这种材料的許多优良性能，引起了很多人的注意。美国专利249,259就是用熔融普通玻璃成分的方法，制成特殊组成的纖維，然后用浸漬法制造高硅氧纖維。所用的玻璃包括硅氧小于70%的硼硅酸盐玻璃，钙-钙-硅和钠玻璃；用盐酸溶液浸漬；并用600~800°C热处理几小时，这种經浸漬的制品是许多孔的、良好的保温和绝缘材料。在兰荷65729号专利中是用含硅氧少于75%和碱金属氧化物的玻璃熔

融料，制成2.5 $\mu$ 直径的纖維或制成粉織品，用pH值7或7以下的溶液浸漬，析出非硅成分。这种經浸漬的制品是多孔的，可作为吸收剂或干燥剂，据说这种纖維比石棉柔软，抗热性能更好，可作为金属和导电体的絕緣材料。

### 参 考 文 献

- [1] Inorganic Fibers, 1958, London p.149—157.
- [2] 美国：“火箭与导弹”1959年11月号23日专号。

## 涂金属层的玻璃纖維

将玻璃纖維涂以金属涂层可以增加其抗磨损和使用强度以及适用各种特殊用途。涂层的方法一般是在拉制纖維过程使用其通过塔有金属的槽，玻璃纖維通过熔融金属液时，即涂上一层金属。玻璃纖維涂层用的金属原料有钾、锶、镁、钙、锌、铜、镍、铝、镓、钛、锡、铈、钕、钐和铁等。其中以锌、铝、钛、铈和钐最有效。根据各种不同的金属涂层，可以改进玻璃纖維的物理性能，扩大玻璃纖維的应用范围。例如，据“Minnesota Mining and Manufacturing”公司宣称，该公司用涂有铝面层的玻璃纖維織品，做成防护服，可以在温度达650°C的陶瓷窑中使用数分钟之久。该公司职工常穿了这种衣服在温度甚至达750°C的陶瓷窑中进行检查工作。由于表面上涂有铝的关系，可将9/10的热量反射回去，侵入内部的微量的热则被玻璃纖維分散。

涂金属层的玻璃纖維可采用普通玻璃組成制成的玻璃纖維。美国专利2772937所介绍的涂金属层的玻璃纖維之标准玻璃成分为（按重量%）SiO<sub>2</sub>56.9, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>5.4, MgO2.5, CaO6.1, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>6.4, Na<sub>2</sub>O5, K<sub>2</sub>O9.3, SrO11.2, CuO9.0, Li<sub>2</sub>O1.7及数量不大的其他氧化物和杂质。涂金属层的玻璃纖維的直径最好是在2.5~25 $\mu$ 之間。金属层的厚度可以达到254 $\mu$ ，但最合适的厚度为0.13~12.7 $\mu$ 。

国外各种专利文献中介绍制造涂层玻璃纖維的方法很多。现将法国专利1133553的方法介绍于下。

图1和图2所示，是金属涂层玻璃纖維的整个设备。熔融玻璃从坩埚（10）中出来，通过漏板（11）和漏孔（12），在繞絲设备（21）的力的作用下，拉成纖維（13）；在纖維达到繞絲设备之前，先通过金

属涂层设备（14）的表面，然后与冷却装置（18）接触，最后通过集束輪（20）形成玻璃纖維（19）。集束輪（20）应以非磨擦材料制成，使玻璃纖維通过时不致产生断絲现象。涂层玻璃纖維在集束（19）后，即繞在繞絲设备（21）的鼓筒（23）上，此外，用金属制成的排綫设备（22）可以来回排綫，有一定行程，以使纖維很整齐地繞在鼓筒（23）上。

熔融金属从涂层设备（14）的小孔（16）中流出来，形成一悬浮熔融金属液，并与玻璃纖維（13）接触。由于金属本身具有表面張力，而呈悬浮状态的

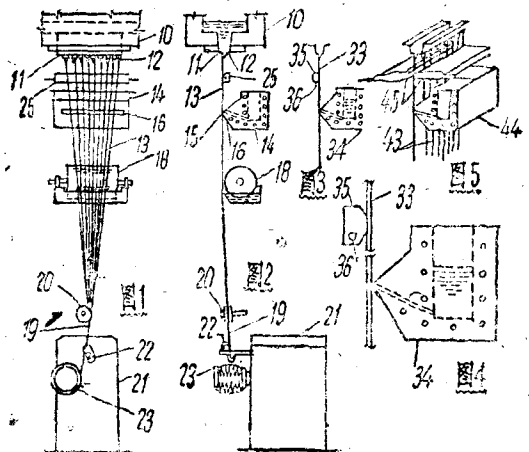


图1~2：制造金属涂层玻璃纖維设备的正立面和侧面图

图3：使玻璃纖維在金属涂层点与上方張力杆接触的另一设备

图3~4：设备的立面图，表示玻璃纖維張力杆和涂层设备表面之間的相对位置

图5：用气流使玻璃纖維获得張力的装置

金屬(15)，在玻璃纖維通過懸浮金屬液時，即塗上一層金屬，並很快地凝固成塗層。

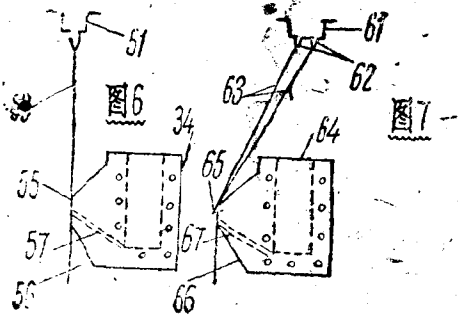


图6：將金屬塗上每根纖維的設備

图5、7：所示的設備相似的金屬塗層設備，但不是塗單纖維，而是塗纖維束

由於熔融金屬(15)具有表面張力，使玻璃纖維不易滲入金屬內。為了克服金屬的表面張力，只能在塗層時將纖維從熔化金屬下方表面浸入，另外，如果使纖維在金屬塗層上具有足夠的張力，並使塗層設備在纖維達到時形成懸浮金屬液，但這是比較複雜的。現在介紹一種簡單的塗金屬方法。纖維從漏孔出來，使玻璃纖維與一拖引裝置的表面接觸，後者的間距與漏板相同，以使玻璃纖維在通過熔化金屬時具有一定的張力。

根據圖1和圖2所示，拖引裝置表面有一拖杆(25)。它的位置在塗層設備(14)的上方，與纖維運動接觸。拖杆應用摩擦力弱的材料製成(例如石墨)，它與纖維的接觸應有足夠強度，從而使纖維能在塗層點上方就具有一定的滲入熔化金屬的張力。換言之，當玻璃纖維通過與其接觸的拖杆表面時，就能在塗層設備表面上方產生一自下而上的力，這種力與繞絲機所產生的拉力方向相反，從而使纖維通過塗層設備(14)的熔化金屬，塗上金屬層。

從圖1和圖2來看，沒有必要將拖引杆(25)裝於使纖維向熔化金屬表面的下方的位置上，但是它可以與塗層設備金屬液出口處於同一邊，這樣就能使纖維產生足夠的張力，能克服熔化金屬的表面張力。此外拖引杆應具有調節設備，使玻璃纖維能正確地通過熔化金屬的中心，也不是完全與塗層設備的表面接觸。

為達到上述目的，拖引杆(25)設有一弧形的表面，以隨時改變其位置。這樣就能控制纖維的張力大小，並能防止斷絲，以免操作停頓，上述設備也能用拖引杆(25)將纖維在塗層點上產生的振動力限制

到最小。為了防止纖維通過熔化金屬時與塗層設備的器壁接觸，纖維的總張力也可通過拖引杆加以控制，而不致產生過大的張力，造成斷絲現象。

在圖3所示的設備中，振動張力杆(35)位於纖維(33)的一邊，處於塗金屬設備相反的一邊。在這裡，張力杆可以將纖維推向塗層設備的表面並與其接觸。至於其他方面的作用，則與上述圖1和2設備中相同，也使纖維具有足夠的張力，能進入熔化金屬中。

圖4所示是圖3設備中張力杆(35)的詳細示意圖；從這裡可以看出與纖維以及塗層設備的相對位置。張力杆具有一弧形的表面，可以通過改變付軸(36)的轉動與纖維的接觸的摩擦力以控制其位置。這樣，就能通過對張力杆的控制，使纖維具有足夠的張力，達到塗上金屬層的目的。並且也能比較容易地控制纖維的側向位置，以便更好地使其通過熔化金屬。

圖5所介紹的是另一種設備。從漏板(41)下來的纖維(43)是通過橡膠吹風機(45)而獲得張力的。吹風機位於金屬塗層設備(44)上方的玻璃纖維兩側，每個吹風機(45)設有一縫形小孔，氣流即通過小孔達到纖維上。氣流的力使纖維在通過塗層設備前具有一抗縱向運動的力。兩個面對面的吹風機應稍向上或向下傾斜，以避免兩邊吹出的力的對消，這種設備的另一作用是冷卻纖維，使它具有一定的強度。

圖6所示是金屬塗層設備的新型式。使玻璃纖維產生張力的表面是塗層設備本身表面的一部分。從塗層設備(34)中出來的熔化金屬經過流動道(57)達到出口處，然後就與塗層設備上部表面(55)接觸的纖維相遇。從漏板(51)中出來的纖維(53)與上部邊緣(55)的接觸可從纖維通過熔化金屬的一部分產生張力。上部邊緣(55)應具有足夠的接觸面積，使纖維產生足以克服金屬表面張力的力，相反的，下緣部分(56)的面積只需達到與流動道出口的大小，使纖維能達到良好的塗層效果就行了。

圖7所示是又一種型式的塗層設備。它的上邊也有一張力表面，並能接受從漏板(61)中漏出的一排以上的纖維，同時與上方表面(65)接觸，而合併成一排。纖維通過表面時所形成的角比圖6所示的稍大，因為所形成的角度必須能使兩排纖維合併成一排，塗層設備(64)中的熔化金屬也通過流動道(67)到出口處，並突出在外，與玻璃纖維接觸。下方邊緣的面積也與金屬出口大小相等。

當纖維與圖6和7中所示的下部邊緣接觸時，所



# 涂树脂层的玻璃纖維

涂树脂的玻璃纖維是在普通玻璃纖維上涂一层树脂作保护材料,借以提高玻璃纖維的耐磨蝕、防火、柔軟和耐久等性能。由于增加了玻璃纖維的优良性能,因而大大地扩大了玻璃纖維的应用范围。这种涂层玻璃纖維可以用作建筑材料、增强塑料的原料、玻璃纖維纜索、綫、玻璃布等;目前在國外已將这种纖維材料制作水龙带,防水布(油布),輸送带,火車窗口遮阳篷,防护罩和防昆虫屏帘等。将它作防昆虫屏帘时,將玻璃纖維紗涂上聚乙烯氯化物溶液。在涂层之前,先將玻璃紗用防水胶处理。通常,在生产过程中,細紗上硬脂酸鋁氯化物胶;而粗紗通过含六癸基三氧硅烷的浸池,这一道工序还包括涂层。经过这样处理和涂层的紗制成各种类型的屏板,并使其热固以免产生磨痕。这种屏板的主要优点是强度高,量綱稳定性好,抗火,柔性好,并且可抵抗各种侵蝕性水汽和含碱空气。涂一层厚乙烯基玻璃纖維索可用作水龙带套的增强材料。据称,它可以使用一层較薄的橡胶薄壁,这样,管子每一分钟即可增加数加侖的水量。玻璃纖維纜索也属于这一类制品。它是将牛皮紙条扭在瀝青涂层玻璃紗制成的。据称这种纜索可以打很坚实的結。

聚氯乙烯涂层玻璃纖維材料具有很高的耐磨性和破裂强度,良好的量綱稳定,抗腐、抗雷、抗化学侵蝕和抗燃燒等性能,因此国外已将它用于防水布(油布),运动場防护物,海船和飞机甲板复盖层,可移动的汽车頂盖。在鉄路上广泛用作窗口遮阳篷和出入口帘幕。最近,在英国鉄路上作为一种薄膜材料代替使用已久的聚氯乙烯涂层石棉布。

涂层玻璃纖維織物的另外一些用途包括飞机垫

层,热空气导管膨胀接縫用的带,油压隔膜換靴器和隔膜汽化器,防潮和防水复盖物,銀幕,垫圈,运输带和烟草遮阳布等。

现在介绍几种制造涂层玻璃纖維的具体方法和所用的涂层的成分:

將含有50%的聚四氫乙炔粉末的阴离子悬胶体3.632公斤,一面攪动,一面加入945升的水中。然后再在上述混合液中加入含40%的丁二烯——丙烯腈共聚物的阴离子乳状液36.32公斤,最后再用水冲淡成1890升处理液体。这种液体中含有1%(以重量計)左右的聚四氫乙炔和7%左右的丁二烯——丙烯腈共聚物。

当玻璃布从热处理炉中取出时,立刻澆上上述液体,然后以150°C的溫度处理这种玻璃布。最后再用含有1%的氯化鋁硬脂酸液体加以处理,并在150°C的溫度下干燥。这样,就可制成符合要求的耐磨玻璃布。

另外一种方法是,首先准备一种含有1.5%聚四氫乙炔粉末和3.5%丁二烯——丙烯腈共聚物的阴离子水溶液,然后在玻璃纖維絞成綫或纜索的同时,澆上这种液体。

这样制成的纜索,其耐久性比一般沒涂上述液体的玻璃纖維纜索高一倍多。如果在玻璃纖維絞成纜索之前,在177°C左右的高溫下加以处理,使丁二烯——丙烯腈共聚物形成一种薄膜,可以使共聚物与未熔的聚四氫乙炔分子紧密結合。最后,在做成纜索以后,再以氯化鋁硬脂酸液体处理,并在121~177°C下进行干燥。

这种涂层材料特别适合于含氧化鋁50%以上的鋁

产生的接触压力很小,不致使纖維跑出金屬之外,而上方表面則具有一定的面积,以使纖維产生足够的張力。

## 参 考 文 献

- [1] 法国专利: 1133553.
- [2] 用鋁作玻璃纖維耐高溫保护层, Silikattechnik, 1957.1.p.30.

- [3] 涂金屬层的玻璃纖維用的玻璃成分  
美国专利: 2772937, Вж "Извия" 1958, №.22, 307(74756)
- [4] 英国专利: 759356, Abrasion Resistant Coating for Glass Fibres.
- [5] 英国专利: 757561, Improvements in or Relating to Method of Coating Fibrous Glass and Apparatus Therefore.

# 中空玻璃纖維

中空玻璃纖維是沿着玻璃纖維的整個長度，具有空心的玻璃纖維。中空玻璃纖維的力學強度基本上與實心玻璃纖維相同，唯一不同點是中空纖維的抗拉強度比實心纖維差一些，但由於中空纖維的中間是空的，所以它的絕緣性能比實心纖維好得多；如果能將中空部分灌入適當的液體則效果更好。

空心纖維與實心纖維不僅在抗拉強度，而且在延伸率 and 斷裂性能方面也有所不同。下表所示為空心纖維與實心纖維在強度性能上的比較。這種纖維是用同樣粗細的玻璃管，同樣的拉絲溫度和速度所製成的。

測 試 項 目	試 樣 名 稱	
	在1110°C下不加壓力所拉成的實心玻璃纖維	在1110°C下加60毫米水柱壓力所拉成的空心玻璃纖維
抗拉強度(多次試驗中的平均值)	88.40Kg/mm <sup>2</sup>	73.64Kg/mm <sup>2</sup>
延伸率	2.28%	1.87%
Fleming氏彈性模量(平均值)	5300—5400 Kg/mm <sup>2</sup>	5200—5450 Kg/mm <sup>2</sup>
折斷扭轉角	87°12'	87°51'
平均值	20.3''	27.2''
平均空心徑	—	17.7''

德國“Silikattechnik”1953年11期所介紹的中空玻璃纖維是用一種普通玻璃管(外徑為4.65毫米，內徑為2.85毫米)製成的。玻璃管的組成如下： $\text{SiO}_2$  68.63%， $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$  3.62%， $\text{CaO}$  7%， $\text{MgO}$  2.36%， $\text{SO}_2$  0.94%， $\text{K}_2\text{O}$  2.22%和 $\text{Na}_2\text{O}$  15.32%。拉制空心玻璃纖維時，首先將玻璃管置於電氣加熱的管爐內加熱，管爐長150毫米，直徑16毫米，最大電力為200W。玻璃管是從中心引入加熱管爐中的，因此在玻璃管的

玻璃纖維。

除了二烯——丙烯腈共聚物以外，也可採用甲基丙烯酸丁酯型的聚丙烯或聚丙烯乳液。此外，也能應用含50~70%的苯乙烯的二烯——丙烯腈共聚物乳液，或聚乙酸乙烯酯。此外，還可採用橡膠質材料或天然樹脂，如澱粉、蛋白質和樹脂等，不過在性能上會差一些。

現再介紹一種包有橡膠質復層的玻璃纖維纜索的製造方法。先備制一種含15%丁二烯——丙烯腈共聚物和3%聚四氟乙烯粉末的液體。然後以這種液體使

四周都有均勻的溫度，從而使所拉制的空心纖維壁厚均勻。為了在拉制過程中防止中空部分緊縮或熔合，應在管上稍加壓。壓力可以進行調整，大約保持在10~60毫米水柱。在加壓前，先將其調整在100毫米水柱，然後再用節流塞調整至所需的壓力(10~60毫米水柱)。在初步試驗中說明，當玻璃管開始縮小，進行加壓時壓力必須精確調整，以免纖維斷頭或玻璃管粘在加熱管爐的管壁上。

在拉制過程中，為了避免玻璃管形成液滴，所以要使管端脫離爐溫最高的地帶，这样就形成了一根圓錐狀的玻璃管，而借鼓形拉制設備將它拉成空心纖維，拉絲溫度以970°C為宜，拉絲速度最好控制在880米/分鐘，壓力為20毫米水柱，如果溫度與壓力增大而速度減慢，則會形成斷絲或熔合等缺陷。

鄧普雷登氏(Templeton)介紹拉制中空纖維的另一方法是，利用外徑5毫米，內徑0.5毫米的玻璃管通過螺旋形電熱絲加熱，25~50g的拉力，將它拉成10 $\mu$ 內徑(±2)的中空纖維。

西德專利899390介紹了關於製造空心玻璃纖維的方法和裝置。它的特點是在噴咀孔內裝置一個芯子，用以製造空隙。

普通製造空心玻璃纖維的方法主要是使玻璃溶液從比較大的噴咀口中流出來的。噴咀口內部布置了小管，而從它的內部空隙中在拉絲的一瞬間將一種造成空隙的介質，主要是空氣，通入圍於小管周圍的玻璃液流中去，從而製成空心纖維。

但是現在可以不必用空氣通入已形成絲的玻璃液流中來製造空心玻璃纖維，而簡單地用一根很細的芯

理已經成型的玻璃纖維纜索，並置入溫度為150~177°C的爐內干燥，使熔劑蒸發，形成一層牢固的薄膜。如果需要在外部形成一彈性的橡膠體，應將含有0.2~2%的連有三價鉻核原子的非飽和羰基氯化物，如甲基丙烯酸酯——氯化鉻的溶液進行處理；然後再在149°C的溫度下進行干燥硬化。

## 參 考 文 獻

- [1] 法國專利：1073828
- [2] Inorganic Fibers, 1958, London.

絲，使玻璃液流經其上，这样也可以制成良好的空心玻璃纖維。

这一发明特别适用于拉制从孔径大約为0.6mm的漏孔流出来的玻璃絲。熔融的玻璃具有較高的粘度，如果漏孔小，則要使玻璃液流从咀口中外流必須使用超压。当空隙形成以后，自可将普通繞玻璃絲的方法將玻璃絲延伸，縮小其断面。但这时使用芯絲所产生的玻璃絲空隙，并不受損，而保持其适当大小。

本发明方法是在外徑大約为0.6mm的噴咀口內布置一根金屬絲狀或針狀的实心芯絲，使玻璃液液在抽絲的一瞬間包圍于該芯子的周圍而制成玻璃纖維。这芯子的布置可以有种种不同的方法。最恰当的方法是从整个咀底中做出一根制造空隙的芯子来，使在噴咀中有一个由噴咀材料上产生出来的圓錐。

图1是这一方法的例图。从噴咀材料a中做出一个制造空隙的芯子b。其法用一个管子狀的钻头来钻咀孔，钻头內部的空隙可以保留咀底的材料不动，如果钻头不完全钻通咀底的話。在这一例子中，噴咀钻头（从出口的一端起钻）只約钻入咀底三分之二的深度，因此在中心形成了一个芯子。这个芯子就是所发明的在拉制玻璃纖維时具有制造空隙作用的部件。为了能使这圓錐不断地为玻璃液液所匯流，并于拉絲后使新液流繼續流来，特將用管狀钻头钻出的环槽c用許多微細的孔道d与噴咀內部接連。

图2所示是本发明的另一种制造方式。这种方式沒有图1中所介紹的连接孔道d，而將一部分环槽c通到噴咀內部，也就是穿通整个咀底a。噴咀口中留下的芯子b由連接部件e牢固地与咀底相連接，因此屹立在咀口中心，不会活动。

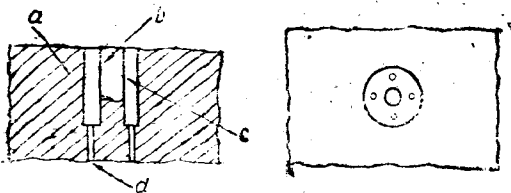


图 1

本发明还有一种制芯方法。这种方法在技术上比較困难。它是在所需大小尺寸的咀口中加装一根金屬絲或金屬針作为制造空隙的部件。这种方法还可采用多种型式，其中主要的一种是在噴咀內部用橫支杆在咀口或其附近将这金屬絲固定。

图3就是这种制法的一个例子。芯子b是在进口的一端用橫支杆e在咀口c中将芯子固定的。此外，也可不用橫支杆，而用一个底座負載芯子，使其在漏

孔中不致活动。

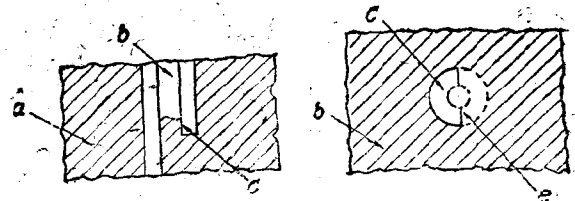


图 2

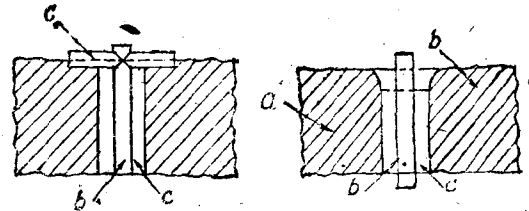


图 3

图4a所示为这一型式的例子。在漏孔c中使芯子b插于座子f中使其固定。如图4b所示，最好将座子做成梁的形式，以支持芯子，从而在圓形漏孔中座子的旁边有足够的玻璃液液流入。

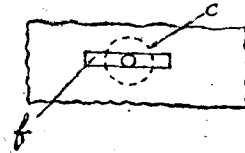


图 4a.

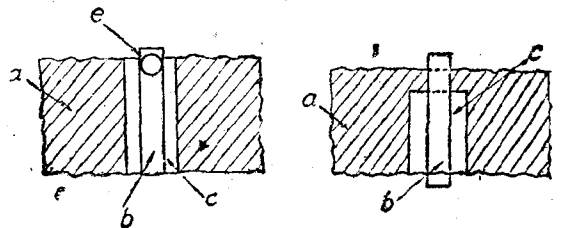


图 4b

本发明的装置可以用任何的方式加以变化，而不妨碍发明的基本原则。特别是可以使芯子突出于漏孔之外，以便在制造空隙的过程中在玻璃纖維冷却的阶段內尽量阻止其在机械方面所发生的排挤。此外，芯子也可不用特殊的装置来固定，而將針狀芯子至少用两边的压力在咀口边缘之間夹住在所希望的固定地点的噴咀材料上。

如果认为漏孔小或不用例如在小管紡絲法中的空气管道，則可根据本发明的原則，布置許多并列的漏孔，特别是布置成多漏孔的形式。

#### 参 考 文 献

- [1] 西德专利: 899399
- [2] Silikattechnik, 1958, 11.

# 麻 面 玻 璃 纖 維

麻面玻璃纖維即表面粗糙的玻璃纖維。这种玻璃纖維的耐磨性能高于普通表面平滑的玻璃纖維。同时，它的柔韌性能也比普通纖維強。据称，将这种纖維捻成的紗或纖維束的柔韌性比普通纖維要高10至15倍。

制造这种纖維的方法是在纖維成型操作过程中，使液流經過静电处理，从而得出一种表面粗糙的即所謂麻面的玻璃纖維。

图1所示为生产麻面玻璃纖維的装备图。液流通过一个局部电位坡度为每吋10,000伏的静电場。当它还处于静电場的影响下时，即可进行冷却。电极是用銅或其他导电材料制成，用导电支杆支撐。支杆装在可以調整的絕緣杆件上。調整絕緣杆件可以使电极上下移动；而电极的間距則可以将支杆移动來調整。电极可以用焊接或其他方法固着在支杆上。电极通过支杆与交流电源相联。图1中R为电阻。高压电可以用普通高压直流发电机來供給。交流电源的一边与地相連，这样可以使电极电位在地上面提供正负极性。加在电极上的高压电产生的静电場如图2所示。电极电位的大小应不致使玻璃纖維发生破裂或燒坏。

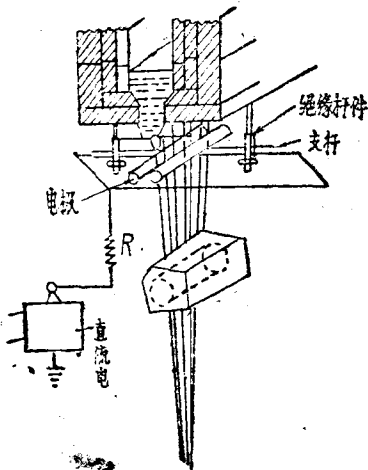


图1 麻面玻璃纖維生产装备图

經過这样处理的玻璃纖維的表面变化，不能用肉眼和普通显微镜观察到；如果用2万倍电子显微镜进行观察时，可以看出纖維表面是粗糙的；而以同样

条件来观察未經处理的纖維則其表面是平滑的。图3所示为2万倍电子显微摄影中經過处理和未經处理的纖維表面的比較。

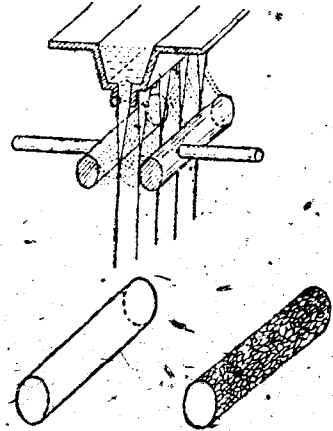


图2 上：静电場示意图

下：麻面玻璃纖維和普通玻璃纖維表面的比較

由于麻面玻璃纖維的抗磨損性和柔韌性都大大地得到了改进，因此它很适宜于制繩索、帆布和布蓬等。

改进生产这种玻璃纖維的装备，还可以将这种玻璃纖維涂上金屬层，制成涂金屬层的麻面玻璃纖維，这样可以进一步增加纖維的耐磨性能；同时，由于这种纖維表面粗糙可使金屬层更加牢固地粘附在玻璃纖維上。涂金屬层的麻面玻璃纖維的制造方法是在纖維成型过程中，使經過静电处理的纖維通过一噴枪，涂上金屬层。

大家知道用腐蚀的方法也可以使玻璃纖維表面粗糙，但这种方法将使纖維表层受到損伤，并降低纖維抗裂强度或失去其他一些宝贵的性能。美国专利718890介绍了一种既可以使纖維表面粗糙但又不致产生上述缺陷的方法。这种纖維是将一种或多种类型的玻璃体加热熔融拉制而成；当玻璃重热至塑性状态或当它从流态冷却至塑性状态时形成体积很小的分泌或沉淀；在拉丝过程，这种沉淀悬浮在玻璃胶凝体内，它不仅

緊素与玻璃絲的表面相接触，甚至还出现在表面上，使表面粗糙。这种分离物质可以用几种类型的玻璃来形成，其中主要的有三种。第一类包括重热时产生变色现象的金紅和晒紅玻璃。在这种例子中，分离的分子大部分为胶质态，很难用显微镜看出。第二类采用硫酸盐或氟化物制成的乳白玻璃，它的浊度也是由于变色的类似现象产生；在相当高度饱和的情况下，由于变色結果，得出可以测出求的小滴或晶体；（反玻璃化）。此外，即包括錳和金屬氧化物如氧化鉻組成所謂金星玻璃；在冷却过程，它們能够分离很大的晶体，甚至能用肉眼看到。将这几種玻璃单独或混合应用，由于变色、反玻璃化或結晶，产生分离和沉淀；这些分子悬浮在玻璃体内，在拉絲过程，不仅接触到表面层，而且貫穿表層，使纖維表面粗糙。根据这种

方法，不用任何其他处理即可制成表面粗糙的玻璃纖維。

德国专利881726所介紹的生产表面粗糙的玻璃纖維的方法也是在重热、冷却加工过程，产生沉淀或分离，使纖維表面粗糙。

### 参 考 文 献

- [1] 英国专利: 754425, An Improved process for Improving the wearability of glass.
- [2] 英国专利: 718890, Process for the production of glass fiber with mat or rough surface.
- [3] 国英专利: 2708813. A method for the manufacture of curled glass fibers.

## 波 形 玻 璃 纖 維

波形玻璃纖維是表面皺曲的一种玻璃纖維，它用作增强材料如制紙、席或与石棉混合应用时，比直纖維优越。由于纖維皺曲，可以使它更好地与被增强的材料相結合。对于与水泥或其他与玻璃纖維粘結力不强的材料，則这种形状的纖維可以取得較好的握裹力。

制造这种纖維的方法之一如图 1 所示。从坩埚内流下的纖維繞在鼓筒 (1) 上。纖維經過一个湿表面装置 (2)，这样，纖維的一面冷却，并产生收縮，当凝固时即形成卷曲状。

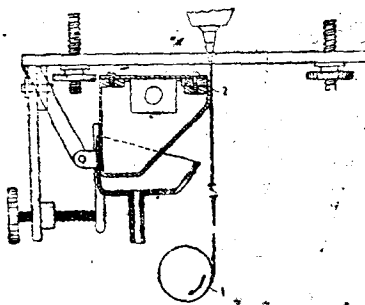


图 1

但这种方法只限于直徑較粗的纖維，对极細的纖維在技术上是很难的。日本专利319676所介紹的另一方法可以克服这一缺陷。这一专利方法可使各种粗

細的纖維卷曲成永久波形。这种制造法是在玻璃纖維成形过程中，使玻璃纖維直接連續地卷曲成波形，即当玻璃纖維在無彈性状态中变形并固定成为永久波形。换言之，即将纖維由加热可塑状态轉移为非可塑性状态之間，使其变为暫时的弓字形，然后在彈性状态，从固定圈内拉出使其卷曲为波形。

第 2 图及第 3 图是波形玻璃纖維制造装置的組合体。組合体包括底部的加热器 (11) 和玻璃熔炉 (10)。纖維經過集束器 (14) 成为絲束 (15)。并經

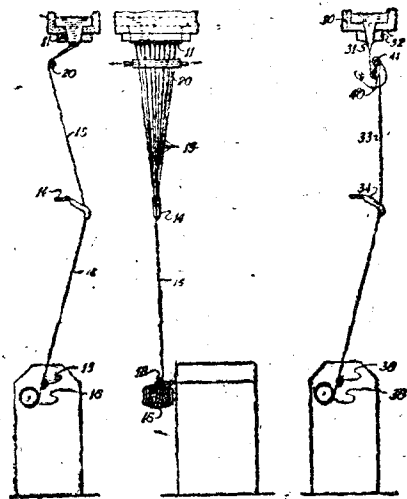


图 2~4

过卷筒装置。把它卷起来(16)、(18)。

在加热器(11)和集束器(14)中间接装有支持纤维(13)用的固定圆形棒(20)。这一圆形棒使纤维行径弯曲并使纤维经过圆形棒的大部分曲面而移动。这样,在卷筒管(16)卷绕时,使各单根纤维发生弯曲作用。

自加热器(11)流出的熔融玻璃,通过漏孔,大约在2200°F时开始适当下移使温度降低到室温。在这两种温度的中间点,自漏孔中流动的玻璃液流变成热可塑性状态,然后冷却成为固态。但这并不是剧烈的转化,而是在较短的范围内形成玻璃纤维,通过弯曲道路,使纤维的一面比另一面伸长,而后固定成为波状。

圆形棒(20)的内侧有孔,由一端入口向另一端出口用水冷却,成为2根管状装置,两端同时供给冷却水亦可。

这种水冷方式可以控制圆形棒的温度上升,并经常保持在接触纤维的温度以下。冷却方式也可以采用喷吹空气冷却法。

这种圆形棒要使纤维容易在上面移动,而且抗热性能好,一般以石墨为适宜。这种冷却圆形棒的尺寸没有任何限制,其外径最好为0.63厘米 $\frac{1}{4}$ 吋,通过冷却水的孔最好为0.317厘米 $\frac{1}{8}$ 吋。

连续控制波形纤维的速度为一分钟30,480米或更多一些;急速卷曲可以制成5 $\mu$ 或更细的纤维。当纤维(13)集束时,可以喷注硬脂酸盐胺醋酸盐及其他阳离子表面活性剂润滑剂,使纤维容易卷绕。

第4图是本方法的另一装置。这种装置有水冷圆形棒(40)及(41),使纤维根据要求卷缩成波形。圆形棒(41)在虚线所示位置上;纤维绕过圆形棒(40),通过实线所示的道路和圆形棒(41),卷缩成波形。

这样,圆形棒的一根作为使变形纤维用而另一根则将普通纤维向卷绕机方向拉出,并作为改变方向使用。按这种装置,纤维与圆形棒的接触面比第2图及第3图所示的要大。长纤维与小的圆形棒接触,最后卷成几乎与圆形棒的曲率一致的波形纤维。

这种圆形棒的装置要使纤维按弯曲行径卷成波形,并使边缘接触面积容易调整,起劲操作方便。

自图4的实线位置向虚线位置顺时针方向将圆形棒组合体转动,在圆形棒中间设有水平空隙,便使卷绕操作开始前纤维就容易通过。纤维通过后圆形棒组合体约回轉270度;根据要求可将接触面适当调整。

纤维(33)系由熔融玻璃拉成。这种玻璃液流通过V状压力装置或加热器(31),并最少要能保持要

求卷缩的温度,在其下面的纤维卷缩处要设法传热,使辐射降低到最小限度,最好用耐热材料(32)缠绕起来。

第5图所示系纤维(53)通过一对水冷卷缩部件(50)、(51)之间。部件(50)是由弓形的接触面(52)部分组成,要求弯曲度与卷曲半径相等,且在图的中点使纤维与该面接触,并且可以取下来。

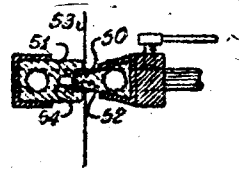


图5

部件(51)一般具有与卷曲部件(52)契合的C状纤维接触面(54)、在此中间导入纤维(53),使其变为契合面相一致的形状。本方法的特点是用曲面(52)及(54)将纤维卷曲制成所要求的波状形。

部件(51)及(52)是用适合于玻璃纤维软化的耐热材料制成。这两种材料相互间及纤维间的位置最好用容易调整的金属箍固定。

第6图是由冷却部件(60)、(61)及(62)构成的另一种圆形棒状纤维卷曲装置。这种纤维卷曲装置在纤维(63)的行径中装成与冷却用接触面互相错位。这种装置使纤维与部件(61)形成最长的契合。同时圆形棒(61)及(62)使纤维从加热器向集束装置大致按一直线方向连续控制并起到变方向的作用。

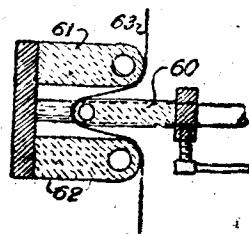


图6

第7图及第8图是另一种装置。各个圆形棒是由石墨制成。镀铬的圆形棒要用胶状石墨被复,表面涂钨石墨薄层;用与纤维旋转接触的变形圆形棒亦可。圆形棒(70)是由支架(75)的螺旋装置来支撑,可使圆形棒(71)与(72)并列向水平方向调整。

圆形棒的转动要使纤维在其上面绕过时所受的阻力减少。这种装置的另一特征是未装水冷装置,所使用的圆形棒直径小。这种圆形棒可用于与纤维固定接触的形式。

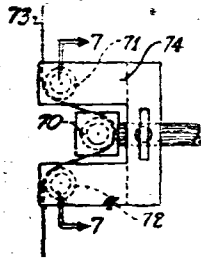


图 7

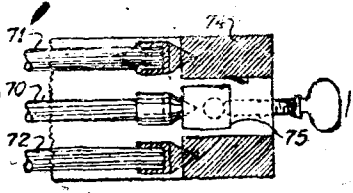


图 8

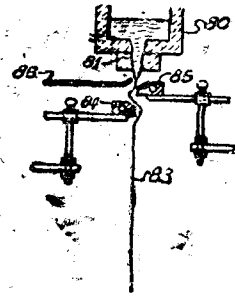


图 9

第9图是不与这种装置接触耦合，使纖維变形的装置。从玻璃熔炉(80)流出的玻璃液通过带漏孔的加热器(81)流出制成纖維(81)。

这种纖維经过两侧错位的喷吹器(84)及(85)，被空气吹成S状，并由非弹性状态变成弹性。

纖維在吹风机喷吹点附近迅速形成弯曲。将吹风机安装成使纖維通过第一个吹风机(85)的附近，而第二个吹风机(84)立即起到改变纖維方向及拉伸装置的作用；只要调整喷吸空气的速度，改变纖維S状弯曲变速，就可以按要求卷缩成波形。

将吹风机相互位置加以调整可改变卷曲强度。即

吹风机越接近纖維，弯曲越大，因此卷曲力越强。

向纖維喷吹的空气，可作为在卷曲过程中的温度的附加控制用，同时也可使用蒸汽流来代替。在加热器下面装一折流板阻止喷出的方向，以防止由吹风机吹出的空气打乱纖維成形。本装置也可适用于其他纖維如各种塑料纖維等。

### 参 考 文 献

- [1] 日本专利: 31-6976(第三类)
- [2] Inorganic Fibers, 1958, London, p.15.

## 防 射 綫 玻 璃 棉

过去只利用玻璃棉制造保温、隔音材料，而含鉛玻璃纖維，除了一般用途外，利用鉛的特性，可以用来防止短波—X射綫或鐳及其他原子放射綫用。

鉛是重金屬，具有防止放射綫的性能，但单纯用鉛板，只能解决放射綫不透过。而利用玻璃棉毡板，就有复杂的反射面，即所謂乱反射作用，因此含鉛的玻璃纖維除了不透放射綫外，还可以防止反射作用。

防射綫玻璃棉及其制品的生产方法，大致是这样：用含鉛分20%左右的鉛玻璃为原料，利用适当的玻璃纖維制造设备，使鉛玻璃溶融連續流出；用热气流喷吹成玻璃棉，將棉收集在鉄絲网上面，将它鋪开，压成柔軟的毡和垫，或者加树脂将它制成板材，也可以用淡水或胶結剂混合制成适当厚度，再加压烘干，便成为毡板，根据要求大小，可切断使用。

普通鉛玻璃中所含鉛分为20%左右，但经过試驗，証明含30%左右很合适。

例：

硅氧56.1%；氧化鈉3.5%；氧化鉀9.2%；氧化鉛31.1%。

用上述配方制成的防射綫玻璃棉，外表很美观，除了具有保温、隔音等一般性能外，对防止放射綫的性能非常好。同时容量輕，容易安放，可以代替过去的金屬板，用于短电波、X射綫或鐳等医疗用机械的防射綫，別特对于防止放射能为目的的車輛、飞机、船舶以及房屋的防护墙最为适宜。

另一种制造玻璃纖維的优质鉛玻璃成分是：氧化硅30.37%，氧化鉛57~65%，氧化鋁2.5%和碱金屬氧化物(氧化鈉或氧化鉀)1.5~7.0%。

現介紹一种防止热輻射和γ射綫的制纖維用的鉛玻璃組成如下：

SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO
51.0	—	25.0	24
38.7	5.5	27.8	27.7

# 防腐杀菌及其他几种特种玻璃纖維

## 防腐杀菌玻璃纖維

这是用含有銀、砷和銻的玻璃拉制的纖維。用这种纖維可制造特种防腐、防霉及具有杀菌性能的过滤紙。

这种玻璃的組成如下：

SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
53.5	13	4.0	0.4	—	12.0	10	—	—	—
49.7	14.6	21.5	0.4	0.9	—	11.2	—	1.8	—
46.0	15.7	18.8	0.3	1.0	—	14.0	—	4.1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1.5	—	—	—	—	3	—	56.0	—
79.4	—	1.6	—	1.2	1.1	15.1	—	—	1.7

## 导电玻璃纖維

用本身含有氧化銅的玻璃拉制成纖維，然后将纖維在氮氣中进行热处理(热处理温度为1000°C)，銅离子移到纖維表面，在冷却过程中，在纖維周圍形成一层氧化銅，从而形成导电纖維。这种纖維可供雷达装置用。因为这种纖維与塑料的胶結力很强，制成的增固塑料强度很高，据称，美国和西德均用这种纖維生产玻璃鋼。

制造这种纖維的玻璃組成为：

SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	CoO
53.5	14.1	7.3	3.0	1.2	2.5	0.7	—	17.9	—
49.3	12.9	6.7	2.8	1.1	2.3	1.3	—	20.7	—
47.8	14.6	6.5	2.7	1.1	2.2	1.3	1.1	20.0	—
48.7	12.8	6.7	2.7	1.1	2.3	1.3	—	20.4	—
48.7	12.8	6.7	2.7	1.1	2.3	1.3	—	20.4	—
46.9	12.5	6.4	2.6	1.0	2.2	1.3	—	19.7	—
46.2	12.1	6.3	2.6	1.0	2.1	1.2	—	19.4	1.0
51.0	14.0	—	6.2	1.0	—	—	11.0	22.8	—

## 吸收中子的玻璃纖維

这是用含有鎘的玻璃制成的纖維。用这种纖維可作成吸收中子的輕质档板。玻璃成份如下：

用鉛玻璃制造的纖維，已被应用在医学上作为物理学家和放射学家从事X射綫以及其他射綫的防御織和工作服的材料。为此，在拟定鉛玻璃的成份时，必須保証預計成型的玻璃性能，就是尽力降低液相綫的温度，或提高成型粘度的温度，同样可以尽力达到这两个目的。液相綫的温度和成型粘度的温度(不粘

SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
52.5	13.5	1.3	0.4	12.1	20.2
50.7	13.2	1.1	0.3	9.9	24.6
47.2	12.3	1.0	0.3	9.2	30.0

## 用作核子燃料的玻璃纖維

用玻璃纖維可作为核子燃料，它的优点如下：换热表面大；化学稳定性、耐热性和耐火性可保証反应堆在1000°C高温下工作；裂变材料的含量的幅度大，可采用各种燃料；适用于各种反应堆；便于除去裂变生成物；便于更换燃料元件；制造简单，价廉。

核子燃料用的玻璃纖維，含UO<sub>3</sub>50%，其玻璃成份如下(重量%)：SiO<sub>2</sub> 29, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.9, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5.18, UO<sub>3</sub> 50, CaO 3.3, Na<sub>2</sub>O 10.13和K<sub>2</sub>O 46。玻璃的热膨胀系数为118×10<sup>-7</sup>。

在这种玻璃內可引入鈾 233鈾 235或钷 239。含有鈾 235的玻璃纖維，国外已在核子反应堆中試用。

二氧化鈾含量为40%的玻璃也可用于上述用途。在含二氧化鈾40%的玻璃纖維中，90%的被吸收的中子参加把鈾变为裂变性鈾 233的过程。这是由于玻璃的其它成份的热中子俘获截面不大的緣故。

用玻璃纖維作成的燃料元件比金属元件的耐热性要好的多。钷的熔化温度为640°C，而反应堆用的玻璃纖維的软化温度要高出几百度。此外，玻璃纖維耐氧化和还原气体，很少溶于开水。

玻璃纖維作成的燃料元件在强烈的中子辐射下，稳定性好。玻璃纖維在这种情况下既不破坏，又不熔化。把纖維的直径减小，也不影响它对中子的稳定性。

但是随着辐射量的增加，玻璃纖維的抗拉强度极限在开始时却大大下降，而后当中子繼續作用时，下降并不显著。这种强度下降，是由于纖維表面松散

調現象)的增加，而反玻璃化的危險就大大地減少。

## 参考文献

- [1] 日本专利：30—6293
- [2] 玻璃陶瓷技术簡报第5期。



的缘故。

含有裂变物质的玻璃纖維，也可用作进行几种化学过程的高能量射线源。在辐射化学中用的玻璃纖維，直径为1到10微米，含有50%（按重量计算）鈾233，鈾235或钷239。

在动力核子反应堆中可以用直径从10到1000微米的玻璃纖維、杆、管等作玻璃燃料元件。这种燃料元件价廉，但是順利使用的条件是，玻璃纖維强度不应太高，否則，核子反应堆中的压力会下降。

### 金屬玻璃纖維

美国联邦工程公司用专利方法生产了一种金屬玻璃纖維。这种方法是用一种特殊的煤气电镀設備，用电鍍和粘結法將鍍鉻銅等金屬，在一連串的操作下加到玻璃纖維上去的。这种纖維具有导电性能，可作为導彈、雷达材料。用这种纖維制成的制品质輕，甚至可在普通气流中浮起来。用这种纖維制成的薄片还可作为建筑材料，如裝飾材料等。

### 耐火度达1500°C的玻璃纖維

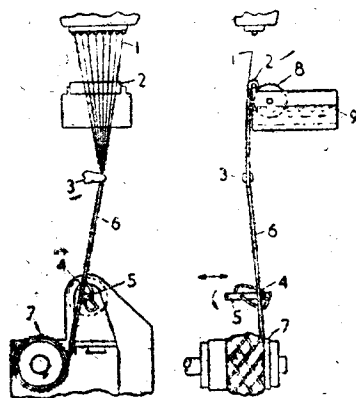
美国曾研究并制得了耐火度达1500°C，直径为0.2微米的玻璃纖維，这种纖維象“石英”一样，并且它是由水硅石构成的。水硅石在600，1,000和1500°C温度下加热时可分别轉变为无水硅石、石英

$Al_2O_3$	$Na_2O$	$SiO_2$
20.3	28.3	51.0
32.3	24.0	43.5
42.3	20.5	37.1

和方英石。目前正在研究將表中所列成分的玻璃拉出的纖維用酸作用，制取氧化鋁纖維。

### “加粗”的玻璃纖維

为了减少纖維与纖維之間的磨擦，可以采用一种潑冲的办法。这种方法是將纖維素纖維磨成很細的分子，將这种分子溶解在水或乳状液体中构成一种泥浆；在这种泥浆中分子能长期保持悬浮。图为生产这种纖維的工艺流程图。將纖維束（1）引过一滾軸（2）和導桿（3）然后通过一对弯形导杆（4）和活動排絲器（5）这一活動排絲器使纖維束来回繞过卷筒。滾軸（2）周边与一轉滾（8）相接触，这一轉滾的表面浸在泥浆箱內。这样即可制成所謂“加粗”的玻璃纖維，而大大减少纖維之間磨損效果。



## 石 墨 纖 維

石墨是一种很古老的非金属材料，具有非金属材料許許多多优良性能，如既能耐高溫，又耐低溫，热膨胀系数很低，能抗急冷急热，而且在温度劇烈变化中，体积非常稳定。它的化学性能也非常优越。它在常温条件下，强度并不高，硬度也不大，但在高溫条件下，其强度反而成倍增高，这是其他材料所没有的特点。石墨虽是非金属材料，但又具有类似金屬的某些性能，如有良好的导热性能与导电性能。它虽然是无机物，但又具有类似有机塑料的某些特性，如輕质；

能吸收大量热能，又有可塑性；容易加工，可制成任何复杂的体形，又可加工到很高的精确程度。由于石墨具有許許多多特殊性能，它是一种良好的工业材料。尤其是近年来由于火箭導彈工业对耐高溫材料的需要，石墨已引起人們的重视。

含有99%以上碳的石墨目前已能制成纖維、布、編織物、繩索、毡等。石墨纖維要求純度在95%以上；但一般天然石墨的最高純度只有75%。气化法提純的石墨虽已达99.99%的高純标准，但却无法拉制