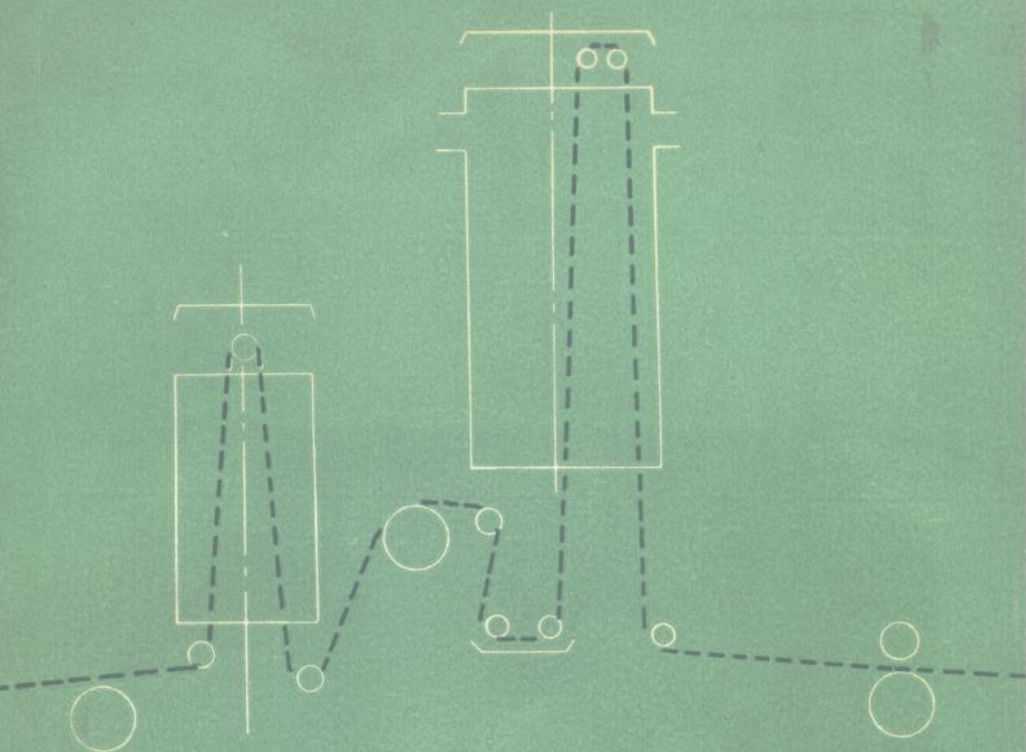




玻璃钢工艺和性能

中国建筑工程出版社

81.585

142

玻璃钢工艺和性能

北 京 二 五 一 厂

北 京 玻 璃 钢 研 究 所

• 内 部 发 行 •

中 国 建 筑 工 业 出 版 社

本书反映了北京二五一厂和北京玻璃钢研究所十几年来 的生产經驗和科研成果。书中首先介紹了玻璃纖維、酚醛树脂、环氧树脂、聚酯树脂等玻璃钢的原材料，分別介紹了玻璃钢的各种成型方法和制品性能，还介紹了玻璃钢性能的测试方法。全书以介紹实际操作經驗和性能数据为主，也适当地作了些理論上的探討。

本书可供从事玻璃钢生产、科研的有关人員参考，也可供高等院校有关专业师生参考。

玻 璃 钢 工 艺 和 性 能

北 京 二 五 一 厂

北京玻璃钢研究所

· 內 部 发 行 ·

•

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

•

开本: 850×1168毫米 1/32 印张: 13 3/4 字数: 360 千字

1974年11月第一版 1974年11月第一次印刷

印数: 1—6,480 册 定价: 1.35 元

統一书号: 15040·3165

毛主席语录

我们能够学会我们原来不懂的东西。
我们不但善于破坏一个旧世界，我们还
将善于建设一个新世界。

在生产斗争和科学实验范围内，人
类总是不断发展的，自然界也总是不断
发展的，永远不会停止在一个水平上。
因此，人类总得不断地总结经验，有所
发现，有所发明，有所创造，有所前进。

中国人民有志气，有能力，一定要
在不远的将来，赶上和超过世界先进水
平。

中国应当对于人类有较大的贡献。

前 言

“中国人民有志气,有能力,一定要在不远的将来,赶上和超过世界先进水平。”在毛主席这一光辉思想的指引下,我国的玻璃钢工业从无到有、从小到大,得到了迅速的发展,取得了很大的成绩。

十几年来,特别是无产阶级文化大革命以来,通过生产实践和科学研究,我们已经初步掌握了生产玻璃钢的主要工艺方法和测试玻璃钢各种性能的方法,不少制品的性能基本上达到了使用要求。为了总结生产经验和科研成果,提供一些比较具体、比较实际的玻璃钢技术资料和数据,我们编写了这本书。

由于这本书的主要内容是反映我们的实际情况,这就给书的内容带来了一定的局限性。例如在工艺方法上,在国内外,特别是国内的一些兄弟单位都有许多比较成熟的工艺方法,其中有一些方法由于我们做的工作不多或没有做,因而没有编入。在其他方面,也有类似的情况。

为了使本书内容具有一定的完整性和系统性,个别章节适当地引用了一些兄弟单位的资料。如在老化一章中,我们引用了国家建委玻璃钢老化小组的一些实验数据。与此同时,为了照顾每章各自的完整性,在全书的结构上不可避免地有些重复之处,对于这一点,请读者谅解。在《手糊成型工艺》一章里还写了《劳动保护》一节,但必须指出,这部分内容不仅适用于手糊成型,同样也适用于其他成型工艺。

由于我们的实际工作做得不多,也做得不深,加之我们的政治思想水平和业务能力有限,书中难免有错误和不妥之处,因此,竭诚希望广大读者给予批评和指教。

北京二五一厂

北京玻璃钢研究所

1973年 12 月

目 录

第一章 概论	1
第二章 原材料	6
第一节 玻璃纤维及其制品	6
第二节 树脂及其辅助剂	17
第三节 玻璃纤维及其制品的表面化学处理	55
第三章 玻璃胶布的制备	65
第一节 制备玻璃胶布的主要设备	66
第二节 玻璃布的热处理	68
第三节 玻璃布的浸胶	71
第四节 玻璃胶布的烘干	74
第五节 玻璃胶布的裁剪	76
第六节 生产中几个质量控制指标及其测定方法	77
第七节 玻璃胶布的存放	79
第四章 层压工艺	84
第一节 胶布质量指标的选定	85
第二节 层压工艺	90
第三节 生产中存在的问题和解决办法	98
第四节 层压制品的性能	101
第五章 玻璃钢管成型工艺	104
第一节 卷管工艺	104
第二节 缠管工艺	115
第三节 拉管工艺	123
第六章 模压成型工艺	134
第一节 模压料	136
第二节 模压成型工艺	155
第三节 玻璃钢模压制品的产品设计及压模设计	170
第四节 模压玻璃钢的基本性能	204

第五节	玻璃钢模压制品的应用举例	229
第七章	纤维缠绕工艺	233
第一节	玻璃钢内压容器的选型、强度设计及缠绕规律	234
第二节	玻璃钢内压容器的内衬	249
第三节	玻璃钢内压容器的制造工艺	256
第四节	玻璃钢内压容器的性能	277
第五节	玻璃钢内压容器缠绕机简介	283
第八章	手糊成型工艺	292
第一节	原材料的选择	293
第二节	模具和脱模剂	296
第三节	成型工艺	305
第四节	手糊玻璃钢的物理力学性能	319
第五节	劳动保护	324
第九章	胶合工艺	331
第一节	合成胶粘剂的组成和分类	332
第二节	胶合工艺及影响胶合质量的主要因素	333
第三节	几种常用胶粘剂	339
第十章	玻璃钢老化性能	348
第一节	概况	348
第二节	自然老化	350
第三节	人工老化	368
第四节	老化机理及防老化	375
第十一章	玻璃钢物理力学性能试验方法	377
第一节	力学试验方法总则	379
第二节	力学试验方法	381
第三节	对力学性能测试工作的一些问题探讨	401
第四节	物理性能的测试方法	406
第十二章	玻璃钢非破坏测试方法	410
第一节	α 射线照相法	410
第二节	超声波探伤法	418
第三节	涡流测厚	426

第一章 概 论

玻璃钢又名玻璃纤维增强塑料，是一种以合成树脂为粘结剂，玻璃纤维为增强材料制成的新型复合材料。由于它具有一系列优异的技术特性和工艺特点，在短短二十几年中就迅速发展成为一种新兴的工业部门，1971年全世界玻璃钢产量已达100万吨以上。这种新型材料在世界一些工业较发达的国家中发展很快，其发展速度不仅大幅度地超过了该国工业发展速度，也超过了塑料等其他一些新材料的发展速度。

我国的玻璃钢工业是1958年开始建立起来。在毛主席无产阶级革命路线的指引下，十几年来，特别是无产阶级文化大革命以来，这一新兴工业获得了迅速的发展。现在玻璃钢不仅在国防建设方面有了重要的用途，作出了一定的贡献，而且在工业建设中也发挥了一定的作用。例如，目前每年生产成万个玻璃钢氧气瓶，部分地满足了各个工业部门对氧气瓶的迫切需要。玻璃钢管道、容器和化工部件已在全国化工和冶金系统中得到了推广和应用，对于解决化工设备的腐蚀问题作出了一定的贡献。此外，在造船、汽车、煤炭、建筑、机电等工业部门也开始应用玻璃钢。目前，不仅在国务院有关部委所属单位开展了玻璃钢的研究和试用，而且地方和公社企业在玻璃钢的制作和应用方面也做了大量的工作。这就为玻璃钢工业的进一步发展打下了一个广泛而坚实的基础。

玻璃钢具有很多优良的技术特性。它的比重只有1.4~2.0，即只有普通钢材的 $1/4 \sim 1/6$ ，比轻金属铝还要轻 $1/3$ 左右，而机械强度却能达到或超过普通钢的水平，例如某些玻璃钢，其拉伸、弯曲和压缩强度均能达到4000公斤/厘米²以上。按比强度计算，玻璃钢不仅能达到普通钢的水平，也能达到和超过特殊合金

钢的水平。玻璃钢是一种优良的绝热材料，导热系数只有金属的 $1/100\sim 1/1000$ 。玻璃钢在超高温的作用下能产生大量的气体，吸收大量的热量，因而在某些特殊情况下，玻璃钢是一种优良的热防护和耐烧蚀的材料。玻璃钢具有优良的耐腐蚀性能，对于水、大气、较低浓度的酸碱盐、多种油类和溶剂都有较好的抵抗能力。玻璃钢还具有多种优良的电绝缘性能，能透过高频电波，在电子和电工技术方面有重要的用途。此外，玻璃钢还有弹性好、非磁性、耐磨性较好等特点。

同任何材料一样，玻璃钢也有一些不足之处，例如弹性模量较低，一般只有钢的 $1/10\sim 1/20$ ，只有铝的 $1/3.5\sim 1/7$ ；长期耐高温性能较差，一般不超过 200°C ；剪切强度及长期循环负荷强度较低等。因此，在应用玻璃钢的时候，应合理选定其应用范围，并根据其不足之处采取相应的措施，这样才能较好的发挥其使用效果。

玻璃钢的技术特性与金属相比有很多本质上的差别，例如金属是各向同性材料，而玻璃钢是各向异性材料；金属在应力作用下，一般有弹性变形和塑性变形两个阶段。而玻璃钢在应力作用下，一般没有显著的塑性变形阶段。因此，在试制和使用玻璃钢时，不应硬性的沿用金属的方法，而应根据玻璃钢的特点及实际情况来正确地加以处理。

影响玻璃钢技术性能的因素很多，我们认为值得特别提出的有以下两点：

第一，全面了解原材料对玻璃钢性能的影响。玻璃钢是由树脂和玻璃纤维组成的复合材料。因此，玻璃钢的技术性能基本上决定于玻璃纤维和树脂的性能，从这个观点出发，本书对玻璃纤维和树脂的性能有较详细的介绍。但是，又不能用简单的一加一等于二或加权平均的办法来预测玻璃钢的性能。所以，必须了解玻璃钢在不同条件下的破坏机理，了解树脂和玻璃纤维在玻璃钢中的作用，从这些方面来掌握玻璃钢的技术特性。

一般的概念是玻璃钢的强度主要来源于玻璃纤维，这当然有

其一定的道理，但又不完全这样。事实上，玻璃钢的弯曲强度、层间剪切强度、平行压缩强度都在很大程度上决定于树脂。又如，玻璃钢的拉伸强度一般讲主要决定于玻璃纤维，但也不能忽视树脂的重要作用。例如，本书第四章中所列出的环氧酚醛玻璃钢的拉伸强度为4590公斤/厘米²，而616*酚醛玻璃钢的拉伸强度为2990公斤/厘米²。这两种玻璃钢都用同样0.2毫米厚的玻璃布，玻璃含量也基本相同，如果过分强调玻璃纤维的作用，这一情况就有些难于理解了。因此，必须较全面地理解和掌握原材料对玻璃钢的技术性能的影响。

第二，产品设计。玻璃钢大部系由热固性树脂制成的，不能象金属或热塑性树脂那样，用板材、管材等简单的型材再加工成各种形状的制品，玻璃钢大部分都直接制成所需的制品。因此，玻璃钢性能在多数情况下是指玻璃钢制品的性能。一个制品性能的好坏，不仅决定于所用材料的性能，也与产品设计有密切关系。因此，玻璃钢制品质量的好坏，还包含着产品设计是否合理的问题。产品设计是一个比较复杂的、综合性很强的技术问题，除了应保证使用单位提出的各项要求外，还应考虑玻璃钢的特性和工艺特点。因此，如何根据玻璃钢的技术特性和工艺特点来正确设计玻璃钢制品，是保证质量的一个重要环节。例如，设计玻璃钢制品时应尽量避免剪应力，避免在制品上打孔；在采用手糊工艺的产品设计时，应尽量避免有直角结构；在采用模压工艺的产品设计时，应尽量避免纵深的薄壁结构等等。

玻璃钢成型工艺方法很多，各有突出的优点。例如，手糊成型能一次制作长达10米以上的整体部件；缠绕成型能制作直径一米以上的无缝管道；模压法能一次压成形状复杂、尺寸准确的部件；很多种成型方法都能够制成外观平滑、美观，不需要再进行油漆的彩色部件；等等，等等。总的来说，同金属相比，玻璃钢成型工艺所需的设备简单、费用少。但也存在一些缺点，如机械化水平低、多是间断性作业、生产周期较长等。玻璃钢各种成型方法在产量、质量、所需设备和投资、机械化水平等方面都有较

大的差别，应根据具体情况来合理地加以选用。

每一种工艺方法都有它自己的特点，都有自己的关键性环节和控制要点。这些问题在本书有关章节中将作详细的介绍，但各种工艺方法中也有一些共同性的基本环节和要点，了解这些要点，将对理解和掌握各种工艺方法打下一个基础。这些要点主要有：

（一）在工艺过程中要使玻璃纤维均匀地按照事先规定的要求分布在制品的各个部分，例如纤维缠绕工艺中，应按强度设计的要求缠绕一定的纵向纤维和横向纤维，在缠绕过程中纤维应均匀排列，不允许有滑动；在手糊工艺中应按规定铺糊一定层数的玻璃布等，这是因为玻璃钢的部分性能主要决定于玻璃纤维的分布状况和含量，玻璃纤维含量不足或不均匀，必然要造成局部薄弱环节，从而严重降低制品性能。

（二）在工艺过程中要使树脂适量地均匀地分布在制品的各个部位，并适当的固化。树脂含量过高或过低都是不合适的。树脂分布不均匀会造成树脂含量局部的过高或过低，必然造成局部的薄弱环节，从而降低整个制品的性能。树脂的固化是一个连续变化的过程，但在工艺过程中必须使树脂达到一定的固化程度，否则将严重降低制品的性能。

（三）在工艺过程中要尽最大的努力减少气泡、降低气孔率、提高制品的致密性。玻璃钢制备中，在一般情况下不可能将挥发性气体完全排出。这些挥发性气体的存在，在玻璃钢中形成了一定量的气孔，有的是肉眼可见的气泡，有的是看不见的微孔。气孔的含量一般用气孔率来表示，即气孔部分占玻璃总体积的百分率。气孔的存在对玻璃钢性能，特别是长期性能带来极为不利的影响。因此，在工艺过程中应尽量减少气孔的含量。

（四）充分掌握所用树脂的工艺性能，制定合理的工艺制度。在整个工艺过程中玻璃纤维是没有什么变化的，起变化的是树脂。在初期，树脂一般是粘度较低的液态，在工艺过程中粘度逐渐增加、胶凝、丧失粘性、固化。有的树脂在固化的同时，还

产生大量的气体，放出一定的热量，体积有一定的收缩等等。树脂在整个工艺过程中所表现出来的性能，我们一般叫工艺性能。只有充分掌握了所用树脂的工艺性能，才有可能制定出合理的工艺制度，制造出质量优良的制品。每一种成型工艺都有其特点，对于树脂的工艺性能的要求也有所不同。例如，纤维缠绕所用环氧树脂的工艺性能有常温粘度、高温粘度、适用期等等。手糊工艺所用聚酯树脂的工艺性能有室温粘度、胶凝期等等。充分掌握树脂特性是作好工艺工作的一个关键性环节。

如上所述，无论从技术特性或工艺方法来看，玻璃钢都有它的优点，也有它的缺点。只有充分发扬它的优点，避免它的缺点，才能有效地发挥它应有的作用，为我国社会主义建设作出一定的贡献。

第二章 原 材 料

玻璃钢的主要原材料是玻璃纤维及其制品和以树脂为主体的粘结剂。在玻璃钢所有各种工艺方法中，玻璃纤维和粘结剂并没有互相发生化学变化，也没有生成新的物质。因此，玻璃钢的各种性能基本上取决于玻璃纤维和所用粘结剂的性能。玻璃钢工艺方法的选择和工艺参数的确定，也在一定程度上决定于所选用原材料的品种和性能。因此，充分了解和掌握玻璃纤维及其制品、以及粘结剂的品种和性能是玻璃钢技术工作中的一个重要环节，也是以下各章的一个共同基础。

第一节 玻璃纤维及其制品

一、玻璃纤维的分类和性能

玻璃纤维按其工艺方法不同，基本上可分为定长纤维和连续纤维两种。定长纤维是由喷吹法制成，如玻璃棉，其外形和棉絮相似，主要用作保温和隔音材料。制作玻璃钢绝大部分用的连续纤维。玻璃纤维还可按化学成分来划分。我国生产的连续纤维有无碱纤维和中碱纤维两种，以某厂生产的这两种纤维为例，它们的化学成分如表 2-1 所示。

玻 璃 纤 维 的 化 学 成 分

表 2-1

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	B ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O
无碱纤维	53.3	15.3	微量	10.0	16.3	4.5	<0.5
中碱纤维	67.3	7.0	微量	—	9.5	4.2	12.0

我们很少使用中碱纤维，因而下面只介绍无碱玻璃纤维的一

些性能。

1. 玻璃纤维的力学性能

大家都熟知玻璃是强度不高、易于破损的材料。普通窗玻璃的拉伸强度只有700公斤/厘米²左右，钢化玻璃也只有1400公斤/厘米²左右。但拉制成很细的玻璃纤维之后，玻璃的力学属性就有显著的改变，玻璃纤维不再是一种脆而强度不高的材料了。直径10微米以下的玻璃纤维不仅具有较好的柔曲性，可用来纺纱和织布，而且强度很高，拉伸强度达到10000公斤/厘米²以上。直径5微米以下的纤维，拉伸强度能达到24000公斤/厘米²以上，不仅大幅度的超过了各种天然纤维和合成纤维的强度，同时也超过了钢的强度水平。

玻璃纤维的拉伸强度与纤维的直径有关。一般情况下，纤维愈细强度愈高，直径4微米纤维的拉伸强度达30000~38000公斤/厘米²，5微米的纤维为24000~29000公斤/厘米²，7微米的纤维为17500~21500公斤/厘米²，9微米的纤维为12500~17000公斤/厘米²，11微米的为10500~12500公斤/厘米²。

玻璃纤维拉伸强度还与强度测定时试样的长短有关，如表2-2所示。这是因为试样愈长，产生缺陷的机会愈多的缘故。此外纤维强度还与拉丝条件有关。

玻璃纤维试样长度与其拉伸强度的关系

表 2-2

玻璃纤维试样长度 (毫米)	纤维直径 (微米)	平均拉伸强度 (公斤/毫米 ²)
5	13	150
20	12.5	121
90	12.7	76
1560	13	72

无碱纤维的弹性模量为700000公斤/厘米²，约与纯铝的模量相当，只有普通钢模量的三分之一。模量较低是玻璃纤维主要缺

点之一。因此，近年来各国都在大力研究试制高模量纤维。

玻璃纤维是一种优良的弹性材料，应力-应变图基本上是一条直线，没有塑性变形的阶段。玻璃纤维拉断时的最大变形与纤维直径有关，直径9~10微米的纤维其最大延伸率为2%左右，5微米的纤维，约在3~3.5%左右。这比各种天然纤维、合成纤维及金属材料的延伸率低得多，因而玻璃纤维仍表现出一定的脆性。

5~10微米的无碱纤维，其扭转模量为300000公斤/厘米²；莫氏硬度为6.5；比重为2.52~2.53。玻璃纤维的耐磨性能较差，比较容易磨损。

2. 玻璃纤维的热性能

玻璃纤维的导热系数较低，约为0.86千卡/米·时·°C，是一种良好的绝热材料。玻璃纤维的线膨胀系数约为 $4.8 \times 10^{-6} [^{\circ}\text{C}]^{-1}$ ，比铝和钢的线膨胀系数低，比树脂的线膨胀系数更低。玻璃纤维的比热为0.19千卡/公斤。

玻璃纤维的强度在200~250°C内没有较明显的变化，然而在加热到250°C以上强度就开始有较显著的下降。在300°C下经24小时，强度下降约20%；400°C下经24小时，强度下降约50%；500°C下经24小时，强度下降约70%；600°C下经24小时，强度下降约80%。强度下降与热作用的时间有关。热作用时间愈长，强度下降愈多。在玻璃布的热处理过程中，因时间很短，故纤维实际的强度损失一般是不大的。

3. 玻璃纤维的耐腐蚀性能

众所周知，玻璃是一种非常优良的耐腐蚀材料，无论是对酸碱盐，或是各种有机溶剂，都具有良好的耐腐蚀能力。玻璃纤维虽具有一定的耐腐蚀性能，但远不如玻璃那样好。这主要是由于纤维表面积很大，即受腐蚀面很大所引起的。一克重的玻璃，如果是2毫米厚的玻璃板，只有5.1厘米²的表面积，而拉制成5微米的玻璃纤维，它的表面积就有3100厘米²。即表面积增大608倍。因此，玻璃纤维的耐腐蚀性不是十分良好的。在耐腐蚀玻璃钢中，一般都采用树脂含量在80%以上的胶衣层，或其他措施来

保护玻璃纤维，使它尽量少与腐蚀介质接触。为了提高玻璃纤维的耐水、耐潮湿及耐气候的性能，采用合适的玻璃纤维表面处理剂也是一个有效的措施。玻璃纤维的耐腐蚀性能还与玻璃纤维的化学成分有密切的关系，为了适应耐腐蚀玻璃钢的需要，还应研究试制特种成分的耐腐蚀玻璃纤维。

4. 玻璃纤维的电性能

和玻璃一样，玻璃纤维也是一种优良的电绝缘材料。它的介电常数在 10^2 赫芝时为6.43，在 10^{10} 赫芝时为6.11。损失角正切在 10^2 赫芝时为0.0042，在 10^{10} 赫芝时为0.006。从这些数据看，玻璃纤维的电绝缘性能一般来说还是不错的，但与聚乙烯、电磁等高级绝缘材料相比，它的绝缘性能不是非常优异的。

除了上述性能外，与有机纤维相比，玻璃纤维还有吸湿性小，尺寸稳定性高的特点。与有机纤维相比，主要缺点是柔曲性差，易于折断。

二、玻璃纤维及其制品的制造工艺

连续无碱玻璃纤维及其制品的制造，一般由制球、拉丝和纺织三个部分组成。制球部分的主要设备是玻璃熔窑，喂料机和制球机。按照无碱纤维的成分要求，将砂岩、石灰石、蜡石等粉磨好的原料，以及硼酸、亚砷酸等化工原料按比例计量、调配、混合后送入熔窑内熔制成玻璃液。玻璃液自熔窑中缓慢流出，并经制球机制成直径约1.8厘米的玻璃球。玻璃球经质量检查后，即可送去拉丝。

拉丝部分的主要设备是铂金坩埚和拉丝机，以及温度控制系统。铂金坩埚是一个小型的用电加热的玻璃熔窑，用来将玻璃球熔化成玻璃液，然后从铂金坩埚底部漏板的小孔中拉制成玻璃纤维。拉丝机的机头上套有卷筒，由马达带动作高速转动。将玻璃纤维端头缠在卷筒上后，由于卷筒的高速度转动使玻璃液高速度的从铂金坩埚底部的小漏孔中拉出，并经速冷而成玻璃纤维。铂金坩埚底部有许多小漏孔，同时拉制出许多根玻璃纤维，这些玻璃纤维先集束成一股并浸上浸润剂，然后经排线器卷绕到拉丝机

的卷筒上去。拉丝的情况如图2-1所示。

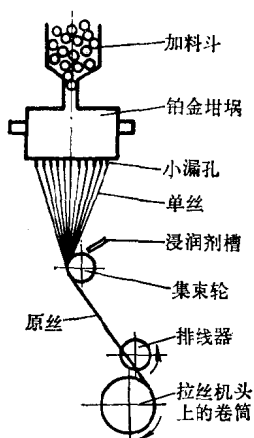


图 2-1 拉制玻璃纤维的示意图

从卷筒上取得的玻璃纤维叫做原丝。原丝由若干根单丝（即单纤维）组成，单丝的多少系由铂金坩埚底部的小漏孔数决定。一般由102、204或408根单丝组成。原丝经质量检查后，合格原丝即可送至纺织部分作进一步加工。

纺织部分的主要设备是各种类型的纺纱机和织布机。由拉丝车间取来的原丝经退绕、加捻、合股即可制成各种规格的有捻纱，或经合股、络纱即可制成各种规格的无捻纱。这些纱可以作为商品纱出售，也可再经纺织加工，织成各种不同规格的玻璃布和玻璃布带，以及

其他类型的织物。织布和织带的原理基本相同，首先是将整经好的经纱穿扣后与卷好纬的纬纱分别装在织布机的经轴托架上与梭箱中。在织布过程中，综统按织纹组织要求使经纱形成织口，梭子则往复运动于经纱织口中，这样，经纱和纬纱按照一定的规律交织成布。除了上述的通用织布机外，近几年来还推广了箭竿织机和喷气织布的新工艺。

拉丝时为什么一定要用浸润剂？只要分析一下浸润剂有什么作用就可以清楚地回答这个问题。浸润剂的作用是多方面的。第一，使原丝中的纤维不散乱而能互相粘结成股；第二，防止纤维间的磨损；第三，使原丝相互间不粘结在一起；第四，便于纺织加工等等。可见，浸润剂在拉丝过程中是不可缺少的。常用的浸润剂有石蜡乳剂和聚醋酸乙烯酯两种，前者属于纺织型，后者属于强化型。石蜡乳剂中主要含有石蜡、凡士林、硬脂酸等矿物脂类的组分，这些组分有利于纺织加工，但严重地妨碍树脂对玻璃布的浸润，妨碍树脂与玻璃纤维的粘结。因此，在用含有石蜡乳剂的玻璃纤维和玻璃布制作玻璃钢时，必须在浸胶前将石蜡乳剂