

玻璃增强塑料

(英) 菲利浦·摩根 主編

哈瑜文 林鏡良 田維良 譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国工业出版社

玻璃增强塑料又称玻璃鋼，是一种新型材料。这种材料由于具有許多独特性能，已經在許多部門得到应用，并且越来越受到人們的重視。本书由許多作者根据英美等国資料分別执笔写成，介紹玻璃纖維及树脂的生产和性能，玻璃增强塑料的工业模塑方法以及制品在航空、电气、汽車制造、造船等工业部門及日用品方面的应用。

本书供从事玻璃增强塑料的生产、研究、設計及使用的技术人員閱讀。

Phillip Morgan
GLASS REINFORCED PLASTICS
London, Iliffe & Sons Ltd
New York, Philosophical Library
Second edition 1957 (first edition 1954)

* * *

玻璃增强塑料

哈瑜文 林鏡良 田維良 譯

*

建筑工程部图书編輯部編輯(北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版(北京修睦路四10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第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·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $9\frac{7}{8}$ ·插頁25·字数243,000

1963年7月北京第一版·1965年2月北京第二次印刷

印数1,001—2,820·定价(科六)2.00元

*

統一书号: 15165·2111(建工-286)

目 录

譯者的話

第二版序言

第一版序言

俄譯本序言

第一章 玻璃纖維的类型和性质(K.J.Bookfield) (1)

玻璃的种类 (2)

基本纖維——原絲的性质 (3)

浸潤剂 (4)

紗和繩 (5)

布和帶 (6)

去除浸潤剂 (11)

中間粘合剂 (12)

无捻粗紗 (14)

短切纖維 (15)

短切纖維毡 (16)

針状毡 (17)

无捻粗紗紡織物 (17)

面层毡 (17)

本章提要 (17)

附录——浸潤剂的測定 (18)

第二章 不飽和聚酯和丙烯树脂的化学(C.P.Vale)..... (23)

聚酯 (23)

不飽和聚酯 (24)

制造商品聚酯树脂所用的原料 (26)

不飽和聚酯树脂的制备 (33)

热固性 (35)

在低压层合作业中使用的其他丙烯酸化合物	(38)
第三章 聚酯树脂及其性质(E. M. Evans)	(42)
不饱和聚酯的制造	(43)
组分的选择和聚酯成品的性质	(47)
作特殊用途的树脂	(49)
聚酯层合树脂的其他辅助组分	(51)
最终成分	(53)
实际操作	(53)
性质	(54)
第四章 聚酯的辅助原料(Brian Parkyn).....	(67)
接触剂	(68)
促进剂	(72)
引发聚合作用的机理	(75)
接触剂与促进剂的小结	(77)
阻滞剂(缓凝剂)	(77)
填料	(78)
色料	(80)
脱模剂	(80)
光稳定剂	(81)
第五章 玻璃纖維与酚树脂的结合(N. W. Knewstubb).....	(83)
用于玻璃毡板中的酚树脂	(83)
模制材料	(84)
高压层合材料	(84)
低压层合材料	(85)
性质	(87)
第六章 有机硅、三聚氰胺与呋喃树脂(H. A. Collinson, R. McDowall)	(90)
有机硅树脂	(90)
有机硅/玻璃高压层合材料	(91)
有机硅/玻璃低压层合材料	(92)
有机硅/玻璃层合材料的性质	(92)
三聚氰胺树脂	(95)

三聚氰胺/玻璃层合材料	(95)
三聚氰胺/玻璃层合材料的性质	(97)
呋喃树脂	(98)
呋喃/玻璃层合材料	(99)
呋喃/玻璃层合材料的性质	(99)
呋喃/玻璃层合材料的应用	(101)
第七章 环氧树脂(W. J. Marmion).....	(103)
熟化剂	(103)
熟化环氧树脂的性质	(105)
玻璃增强材料	(105)
浸渍操作	(106)
环氧/玻璃层合材料的性质	(107)
应用	(110)
第八章 工业上的模塑方法(G. C. Hulbert)	(115)
生产过程中的基本问题	(115)
单模法	(116)
加压袋塑法	(126)
无压对模模塑法	(128)
使用真空或正压处理树脂制造凹形模塑件	(129)
使用对模模具的加压模塑法	(132)
第九章 大量生产的方法(A. E. Dean)	(133)
预成型模塑法	(133)
毡片模塑法	(142)
料团模塑法	(144)
其他树脂/玻璃纤维的组成	(147)
第十章 玻璃纤维模塑件的连续喷注法(J. Rees)	(148)
模具的制造	(151)
典型部件的制造	(152)
连续性大量生产	(153)
第十一章 管与棒的生产 (A. R. Henning,	
G. B. Cuming)	(156)
材料	(157)

用宽幅布增强的管子	(159)
用带与无捻粗纱增强的管子	(161)
离心浇注法	(168)
不連續棒的生产	(170)
連續棒的生产	(170)
管件	(172)
可能出現的困难	(173)
应用	(175)
測定	(176)
第十二章 构件的设计与性质(Lorne Welch).....	(178)
玻璃层合材料与鋼的比較	(178)
形状	(181)
厚度	(182)
稳定性	(183)
制造方法	(183)
纖維与树脂	(184)
纖維的排列方向	(184)
玻璃增强材料的种类	(185)
第十三章 玻璃增强塑料在飞机工业中的应用 (Richard, Wood)	(188)
雷达罩的要求	(188)
单层雷达罩	(189)
用阳模制造双层雷达罩	(191)
玻璃布蜂窝板构件	(193)
用阴模制造双层雷达罩	(194)
泡沫填料雷达罩	(196)
管道	(196)
机翼与尾翼尖	(199)
机头罩	(201)
工具	(203)
环氧/玻璃模型	(204)
第十四章 在电气上用的玻璃纖維层合材料	

(J.K.Hyde)	(207)
所用玻璃纖維的性质与类型	(207)
玻璃纖維用的粘結剂	(210)
玻璃纖維材料的預处理	(211)
玻璃纖維层复合材料的制造方法	(213)
酚树脂/玻璃纖維层复合材料	(213)
三聚氰胺树脂/玻璃纖維层复合材料	(216)
有机硅树脂/玻璃纖維层复合材料	(218)
聚酯树脂/玻璃纖維层复合材料	(220)
环氧树脂/玻璃纖維层复合材料	(223)
氟化碳氢化物树脂/玻璃层复合材料	(224)
电气工业用的玻璃纖維层复合材料	(224)
规范	(226)
第十五章 在汽車及其他交通运输工具上的应用 (Richard Wood)	(229)
Chevrolet Corvette	(231)
微型車	(232)
硬頂盖	(232)
設計实样	(233)
用消耗性阳模生产单个制件	(233)
用阴模模制車身	(238)
車身安装	(241)
工业运输上的应用	(242)
摩托車	(242)
第十六章 聚酯/玻璃船壳 (P.D. de Laszlo)	(244)
价格比較	(244)
船壳的分类	(246)
船壳的加强	(249)
隔艙和引擎座的安装	(252)
未来的发展	(253)
第十七章 化学工程上的应用 (V. Evans)	(257)
机械性能	(257)

化学抵抗性	(258)
各种用途	(263)
第十八章 杂項用途(Patrick Moxey).....	(271)
建筑	(273)
头盔	(275)
蓄电池外壳	(276)
管子和导管	(276)
浅盘	(278)
游泳池	(279)
机器防护罩	(279)
盒子和容器	(280)
打字机盒	(280)
旅行箱籠	(280)
車廂和拖車	(281)
浴盆、洗滌盆和便器	(282)
冷藏	(283)
交連节	(284)
弹簧	(284)
路标	(284)
工具柄	(285)
家俱	(285)
皮帶輸送机輥子	(285)
陈列品	(286)
运动器具	(286)
其他用途	(287)
几种特殊形式	(287)
附录——結構模型(Peter H.H. Bishop).....	(292)

第一章 玻璃纖維的类型和性质

K. J. Brookfield

人們早就知道，各种合成热固树脂的抗冲击强度是很低的，因此普遍地向树脂中加入碎布、石棉纖維和纖維素纖維等材料，以提高合成树脂的强度。

最初曾尝试过用玻璃纖維作增强材料，但是失败了，因为当时使用的树脂需要較高的模塑压力，而高压会破坏纖維，使其强度降低。在第二次世界大战初期，制得了几种最早的聚酯类树脂，这些树脂在熟化时不产生副产物，因此可在低压下使用，这样，玻璃纖維用作增强材料就成为可能。随后，其他低压树脂如酚醛、三聚氰胺及环氧等类型的树脂相继发展，它們的使用范围也更为扩大。

用玻璃纖維比用其它材料作增强材料优越，其优点摘述如下：

- 生产所用的原料容易取得；
- 抗張强度高（見表1-1）；
- 楊氏模数高（ 7×10^5 公斤/厘米²）；
- 完全防火；
- 防霉性高；
- 耐風蝕性能好并对化学的作用稳定；
- 尺寸稳定性高；
- 耐热性高；
- 伸长率低；
- 可以根据不同用途制成不同的形状。

几种纖維的抗張强度

表 1-1

纖 維	抗張强度 (公斤/厘米 ²)	纖 維	抗張强度 (公斤/厘米 ²)
玻璃纖維	12600~22150	二氯乙烯	1760~3100
石棉	14060~21090	羊毛	1200~1970
黄麻	3100	絲	3200~5800
佛别散*(Fortisan)	6750~9500	亞麻	3800
棉花	2950~8790	粘胶絲	2040~6200
苧麻	3100	聚酯纖維(Dacron)	5500~8700
尼龙	4570~8200		

* 商品名，由乙醚纖維皂化后的水合纖維制成的人造纖維。——譯者

玻璃的 种 类

增强塑料工业所用的玻璃纖維有两种类型的玻璃成分——在美国主要用第一种成分，英国也是采用第一种。它是一种低碱^①硼硅酸盐玻璃成分，开始时只是供应电器工业用，一般称为“E”玻璃。另一种是鈉鈣玻璃成分，其含碱量为8~15%。

在根据用途选择玻璃纖維时，必須考虑制成品的使用条件。“E”玻璃有很好的抗风蝕性能，即能抵抗水及湿气的侵蝕，因此它宜于制成在潮湿条件下使用的制件。此外，“E”玻璃也适用于要求有良好的电气性能的地方。

相反，含碱玻璃纖維对潮气侵蝕的抵抗力很弱，但在酸性条件下，它比“E”玻璃纖維更能耐蝕。

玻璃纖維的制造

塑料工业使用的玻璃纖維几乎全部是連續纖維。生产連續纖維时，将玻璃球或碎玻璃加入一个电热的白金坩堝中使其熔化。坩堝底钻有許多孔（通常为204个），每一个孔拉出一根纖維。

^① 碱金屬含量低于0.5%。在苏联和我国类似玻璃的含碱量低于2%。——譯者

玻璃借自身重力自坩堝孔流出，通过高速的机械拉引，即可制成直径为4~5微米的纖維。自坩堝下来的纖維束卷在卷筒上以前需經過浸潤槽，在此加上浸潤剂使散纖維粘結成原絲(见图1-1)。

基本纖維—— 原絲的性质

单根纖維的性质見表1-2。許多单根纖維集束在一起称为原絲。玻璃纖維的支数^①是以1磅纖維的碼数除以100而得。

原絲具有許多种基本支数，此項数据

見表1-3。过去玻璃纖維多拉成較細支数，但由于經濟上的原因已逐漸傾向于使用較粗支数。这一点在非紡織增强材料中十分明显，在这种产品中只使用140支或更粗的原絲。

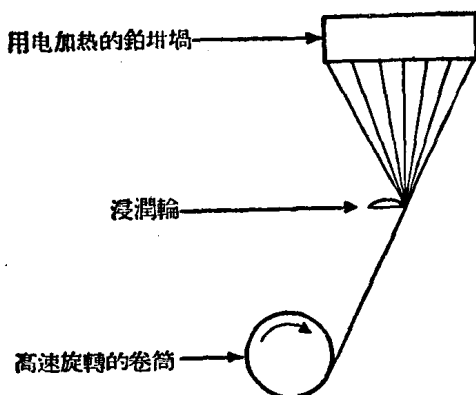


图 1-1 連續纖維拉制示意图

单根玻璃纖維的性质

表 1-2

比 重	2.55克/厘米 ³
热膨胀系数	0.000049 °C ⁻¹
导热率	0.868千卡/米 ² ·小时·°C
抗張强度	17550~22150公斤/厘米 ²
彈性模数	7×10 ⁵ 公斤/厘米 ²
最大張力下的伸長率	2~3%

① 苏联和我国采用米制支数，米制支数是用1克纖維或紗股的米数来表示：

$$N_m = \frac{L}{G}, \text{ 式中 } N_m \text{—米制支数, } L \text{—长度(米), } G \text{—重量(克).}$$

——譯者

原 絲 的 性 質

表 1-3

标 号		纖維根数	原 絲 长 度		基本纖維直徑 (微米)	原絲的平均 抗 断 强 度 (公斤)
英 制	米 制		碼/磅	米/公斤		
900	180	102	90000	180000	4.5~5.6	0.272
450	90	204	45000	90000	4.5~5.6	0.544
225	45	204	22500	45000	6.3~7.6	1.089
150	30	204	15000	30000	8.6~9.6	1.587

浸 潤 剂

前面提到在拉制过程中玻璃纖維上涂以浸潤剂。浸潤剂可起多种作用。如果要求在各种条件下都可以应用，則浸潤剂必須具备以下性能：

- (1) 防止纖維互相擦伤。
- (2) 將纖維胶合成为一股。
- (3) 在纏繞成卷时相邻的原絲間不致粘合。
- (4) 原絲可以进行下一步加工（即加捻、短切等）。
- (5) 历久不变色或起破坏作用。
- (6) 能粘結在玻璃的表面上。
- (7) 能粘結在以后所使用的任何层合树脂上。
- (8) 层合后不受使用条件（如水）的影响。
- (9) 对层合成品的性质（如电气性能和无綫电透明性）沒有有害的影响。

目前尚未找到能滿足各項要求的万能浸潤剂，而一般使用的有两种基本的类型。

第一种是所謂“紡織浸潤剂”，是由淀粉与油悬浮剂制成，适用于原絲的加捻和并股成紗，不致造成損伤。此种浸潤剂也适用于將紗紡織后用于電綫包皮，但遺憾的是它只能滿足(1)至(5)項要求。

第二种基本浸潤剂是属于强化类型的，由聚醋酸乙烯及铬或硅烷的有机复合物組成。它可以在一定程度上滿足（4）項以下的要求，原絲可制成非紡織产品而不会受损伤。它可以胶合在聚酯及环氧树脂上，但与酚树脂的胶合稍差。由于这种浸潤剂含有有机絡合物，用它制成的层合材料受水的影响程度比用紡織浸潤剂处理的原絲制成的层合材料小，因此滿足（7）与（8）項要求。

用不同浸潤剂处理的原絲可制成各种适用的成品。涂以紡織浸潤剂可制成紗、绳、带、布；涂以强化浸潤剂可制成无捻粗紗、无捻粗紗織物、短切纖維、短切纖維毡、針状毡。

紗 和 绳①

紗仅偶而用做塑料的增强材料，但它却是各种绳和布的基本材料。原紗加捻并股后即成为捻度平衡的紗。我們以 900 支紗股为例，首先加以每吋 4.5 轉的捻，加捻以后就成为“900-1”紗。取两根这样的基本紗并成双股之后，即成为一根“900-1/2”紗。很明显，如欲制成均匀的紗，并股时的加捻方向必須与加捻阶段的相反。英国通常在加捻阶段用 Z 捻，在并股阶段用每吋 4.0 轉的 S 捻。

① 本节所述的支数均系英制，米制支数計算方法已見前注。

紗的表示方法，米制与英制基本上相同，也用 $B - \frac{T}{D}$ 的形式来表示，

但 B 用公制支数，例如英制的 $900 - \frac{1}{2}$ 紗即相当于米制的 $180 - \frac{1}{2}$ 紗。

紗重的計算方法也相同，只是所用单位不同。例如 $N - 90$ 紗为 90,000

米/公斤， $90 - \frac{3}{4}$ 紗含有 $4 \times 3 = 12$ 股支数为 $N - 90$ 的紗股，因此 $90 - \frac{3}{4}$

紗为 $\frac{90,000}{12} = 7500$ 米/公斤。

米制中的捻数可以直接用英制的折算，例如每吋 4.5 捻即相当于每厘米 1.77 捻。

文中所說 Z 捻，我国通称反手紗，又称左捻紗，加捻时錠子順时針迴轉，S 捻通称順手紗或右捻紗，加捻时錠子反时針迴轉。——譯者

紗的股数以支数后面的两个数字来表示。头一个数字表示被加捻的原絲股数，第二个数字表示并股的原絲股数。总的股数是这两个数字的乘积（但当并股数为“0”时也要当作“1”来乘）。所用的符号如下：

B = 基本原絲的支数

T = 被加捻的原絲股数

D = 加捻原絲的并股数

于是紗用下法表示：

$$B - \frac{T}{D}, \text{ 如 } 900 - \frac{1}{2}$$

有时基本原絲只經過加捻工序，这种紗的加捻数就有所不同，为每吋1.0轉，在上式中的 D 用0来代表，如 $150 - \frac{1}{0}$ 。

任何紗每磅重量所有的碼数可用下法近似地确定：

一根 $450 - 3/4$ 紗含有 $4 \times 3 = 12$ 股支数为450的原絲，450支为45,000碼/磅。因此 $450 - 3/4$ 紗为 $\frac{45,000}{12} = 3,750$ 碼/磅。

上面計算中沒有考虑由于加捻而引起的收縮，若要更准确地确定每磅的碼数，必須加以校正。

如果在每个阶段都正确地加捻，紗就会在并股后繼續絞擰，制成实际上是粗紗的绳，例如 $225 - 5/4/6/3$ 就是 $\frac{3}{32}$ 吋的绳，在增强塑料中用于局部加硬。

在增强塑料的生产中，紗主要以織成布的形式使用，但“单紗”有一項很重要的用途，即用于制造空气瓶。这时使用 $150 - 1/0$ 紗。

布 和 带

布和带在这里同时考虑是由于带可以視為較窄的布。但不能认为所有織法及中間粘合剂在工业上都有用处。

很多种类的玻璃織物都可以用做塑料的增强材料。它們是按

重量、厚度、紗的种类、經緯方向上紗的根数以及織物組織来分类的。用做塑料增强材料的紡織物，不外以下几种花色：

平紋織

这种布的每一根經紗和緯紗都从一根紗下穿过并压在另一根紗上（图1-2及照片1-1）。

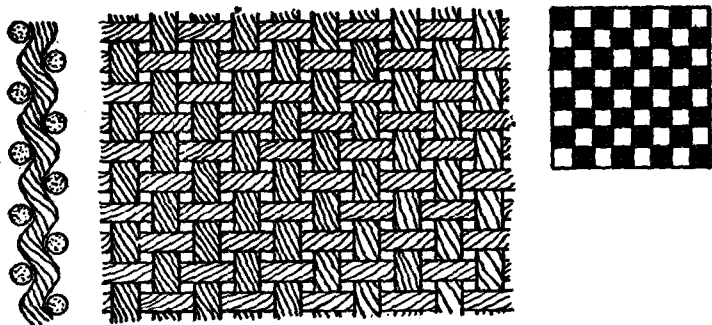


图 1-2 平紋織

斜紋織

这种布的特征是在布面上有斜紋横过（图1-3）。

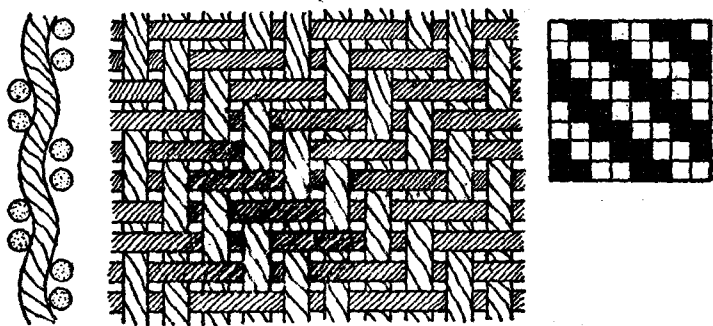


图 1-3 斜紋織 (2×2)

綴紋織

这种布的表面上几乎只有經紗或緯紗。一个方向上的每根紗从上面通过另一方向的各根紗而只压在一根紗下面，这样，从上面通过时，可通过三根、五根、七根或更多根（图 1-4 及照片 1-2）。

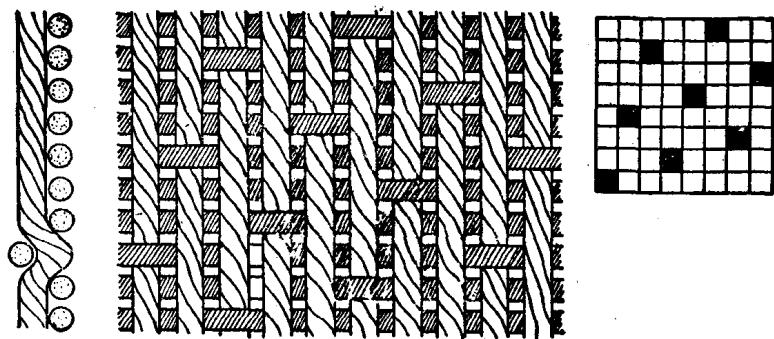


图 1-4 8枚綴紋織

用以上三种織法可以織成以下几种特殊类型的布：

正方織布 (Square weave)

这是一种平紋布，經紗与緯紗的支数一致，而且經向和緯向的根数也相同。

均向布 (Balanced cloth)

这种布在經向和緯向上的抗張强度接近一致。正方織布总是均向布。

单向布 (Unidirectional cloth)

这种布在一个方向上的强度比另一个方向上的强度大得多，这是因为在一个方向（一般是經向）用的是强紗，而在另一个方向用的是較弱的紗（照片 1-3）。

从用紗織成布所用的方法来考虑，一根紗总是上下交錯地穿过其他的紗，所以沒有一根紗是保留在一个平面上的，这称为