

# 国外玻璃纤维工业概况

南京玻璃纤维研究设计院

中国建筑工业出版社

# 国外玻璃纤维工业概况

南京玻璃纤维研究设计院

· 限 国 内 发 行 ·

中国建筑工业出版社

本书介绍国外七十年代连续玻璃纤维的生产和发展情况。其中主要介绍玻璃纤维的产量、成分、生产工艺和技术经济指标等，以及玻璃纤维在玻璃钢、增强橡胶、增强水泥等方面的应用。

本书可供有关领导干部、管理人员和技术人员参考。

本书由林镜良同志和杨展雄同志执笔。

## 国外玻璃纤维工业概况

南京玻璃纤维研究设计院

·限国内发行·

\*

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 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

\*

开本：787×1092毫米1/32 印张：2 3/4 字数：50 千字

1978年9月第一版 1978年9月第一次印刷

印数：1—6,330册 定价：0.20元

统一书号：15040·3493

# 目 录

第一章	历史和发展趋势·····	1
第二章	产量和技术经济指标·····	6
第三章	玻璃纤维的成分、主要特性和单丝直径的合理选用·····	14
第四章	连续玻璃纤维的生产工艺·····	23
第五章	在玻璃钢方面的应用·····	40
第六章	玻璃纤维增强热塑性塑料和结构发泡体·····	49
第七章	玻璃纤维增强橡胶·····	55
第八章	玻璃纤维增强水泥·····	64
第九章	玻璃纤维膨体纱与超细织物·····	73
第十章	光导纤维和光通信纤维·····	80

## 第一章 历史和发展趋势

从熔融玻璃液拉制玻璃纤维，在古代埃及就已经有了，用于美化陶器和制造装饰品。我国是闻名世界的陶瓷古国。国外把我国西汉古瓶上取下的釉料进行化学分析，发现其化学组成与现代国际上通用的无碱玻璃纤维成分（“E”玻璃）颇为相似（表1）<sup>〔1〕</sup>，对我国古代劳动人民能够在公元前二世纪就生产出成分接近现代“E”玻璃的瓷釉的高度智慧赞叹不已。在公元一世纪，意大利威尼斯的玻璃制造者已经开始用乳白玻璃纤维来装饰玻璃器皿。

西汉古瓷釉和“E”玻璃成分对比 表 1

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /FeO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
中国瓷釉 (公元前200年)	54.17	14.16	4.38	19.05	2.04	5.49/-	-
“E”玻璃	54.30	14.80	0.40	17.30	4.70	0.60	8.00

十七世纪，法国科学家第一次试制成功能够纺织的玻璃纤维<sup>〔2〕</sup>。十九世纪出现了少量贵重的玻璃丝与蚕丝混纺的装饰织物。此后在巴黎的一个小作坊少量生产丝、棉与玻璃纤维混纺的织物，其售价达每米100法郎。由于受经济和技术

水平的限制，当时玻璃纤维的生产并没有象陶瓷、玻璃器皿那样形成一门工业，用途仅限于各种器皿和衣着的装饰品。

玻璃纤维生产形成一门现代化的工业，还是在本世纪三十年代，美国发明了用铂坩埚拉制连续玻璃纤维和用蒸汽喷吹玻璃棉的工艺后才开始的，并为此成立了欧文思·康宁玻璃纤维公司（O-C）。其后，世界各国大都购买它的专利进行生产，使建立在现代科学技术基础上的玻璃纤维工业得到了迅速发展。

玻璃纤维最初是作为电绝缘材料使用的，为此，发展了到目前为止仍然是玻璃纤维主要成分的无碱“E”玻璃。它的耐高温、不吸湿、高强度、良好的电绝缘性能和耐腐蚀性能，促进了电机工业的技术革命。目前，计算机用的印刷线路板是玻璃纤维在电气方面的主要应用。

1935年，常温固化的聚酯树脂专利发表。在第二次世界大战时期，采用玻璃纤维增强聚酯制成的飞机雷达罩，是玻璃钢制品最早的重要应用。玻璃钢应用的不断扩大，促进了玻璃纤维工业的发展，现在，资本主义国家玻璃钢用玻璃纤维量占玻璃纤维总产量的60~80%。

1959年和1960年，美国最大的两个玻璃纤维厂商——欧文思·康宁公司和匹兹堡板玻璃公司（PPG）<sup>[3]</sup>，相继建成了年产180000吨的池窑拉丝工厂，劳动生产率达到15吨/人·年以上，使玻璃纤维向高产、稳产、电子计算机控制的全自动

化方向发展。今天池窑拉丝已成为玻璃纤维生产的主要方式。玻璃纤维产品应用的主要领域，也从电绝缘转向玻璃钢和窗帘等装饰织物。美国1968年玻璃纤维窗帘占各种玻璃纤维织物产量的36.5%，1970年玻璃纤维窗帘产量为34000吨，计21500万米。

用玻璃纤维增强热塑性塑料可以大大地改进这种工程材料的力学性能，扩大其使用范围。1960年试制玻璃纤维增强尼龙成功，到1967年迅速发展，产量和品种增长较快，1974年西方资本主义国家产量达144000吨<sup>[4]</sup>，年增长率为25~30%<sup>[5]</sup>，潜力很大。

1962年，美国欧文思·康宁公司解决了橡胶和玻璃纤维的粘合机理和技术，1966年试制成功玻璃纤维增强带束斜交层轮胎，当年产量为5000个，取得很好效果。此后，增强轮胎用玻璃纤维量急剧增长，到1975年已达到52000吨<sup>[6]</sup>。美国、法国、比利时都有生产轮胎帘线的池窑拉丝工厂，用2000孔漏板拉制9微米3支纱。增强橡胶用玻璃纤维量仅次于玻璃钢，在玻璃纤维用量中占第二位。

由于已有的各种玻璃纤维成分都不耐碱，所以多年来，玻璃纤维增强水泥的研究始终未能获得成功。直到1970年，英国玻璃纤维公司、建筑研究站和国家研究与发展公司合作，研究成功耐碱玻璃纤维成分，并取得了专利权。这是一项重大的技术突破，使国际上首次出现工业性生产的玻璃纤维增

强水泥制品，其性能大大超过石棉水泥制品。英国已将此项专利出售给美国、日本、法国、丹麦、新西兰、瑞典、西班牙等国的五十多家公司<sup>[7]</sup>，发展很快。

此外，玻璃纤维的发展对军工生产始终起着重要的作用<sup>[8]</sup>。第二次世界大战期间（1940年），开始研究玻璃钢飞机雷达罩及其它部件，以代替战略物资金属铝。1952年，美国海军采用玻璃钢制造潜水艇整流罩，服役11年，性能好。1956年，出现用缠绕法制的玻璃钢“先锋式”导弹的第三级火箭发动机罩，1957年，用玻璃钢制成重返大气层的“红石号”火箭的头锥体。1960年为此发展了一种高强度和高模量的玻璃纤维（S-994），以改进玻璃纤维在火箭导弹上的使用性能。1960年发射的“信使1号”卫星采用玻璃钢外壳，其电子设备装在玻璃钢蜂窝板平台上。1968年，每架“波音”飞机上采用近2.7吨玻璃钢部件。以后所有人造卫星都离不开各种玻璃钢部件<sup>[9]</sup>。美国“阿波罗”登月舱的内部织物和宇宙服，也都采用单丝直径4微米左右的“贝他纱”织物，以防止燃烧事故。此外，还有玻璃钢防弹头盔和防弹衣等。

在尖端技术方面，值得一提的是光导纤维和光通信纤维，对发展现代科学技术有重要作用。

总结国外的玻璃纤维发展趋势，主要是依靠发挥玻璃纤维的优异特性，不断发展和扩大它的应用领域，并且通过采用



全自动化池窑拉丝方法来大幅度地提高玻璃纤维产量、质量和劳动生产率。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Oleesky and Mohr, Handbook of Reinforced Plastics of the SPI, 1964, 118.
- [ 2 ] K.L.Loewenstein, The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers, 1973, 1.
- [ 3 ] Glass Ind., 1960, 41(7), 332.
- [ 4 ] 据以下三资料统计:
  - A. Verre Textile Plastiques Renforcees, 1976, 14(1), 21-29.
  - B. Reinforced plastics, 1976, 20(3), 67-71.
  - C. 強化プラスチック, 1975, 21(12), 548-550.
- [ 5 ] 28th SPI Reinf. Plast. Div., J-F.
- [ 6 ] Rubb. World, 1970, 163(2), 47-51.
- [ 7 ] Amer. Glass Rev., 1974, 94(9), 9.
- [ 8 ] G. Lubin, Handbook of Fiberglass and Advanced Plastics Composites, 1969, 12-19.
- [ 9 ] *ibid.*, 819.

## 第二章 产量和技术经济指标

玻璃纤维自1938年开始工业性生产以来，其产量、生产工艺、品种规格和应用技术不断发展。特别是六十年代以来，由于新技术、新用途不断出现，玻璃纤维生产发展得更快。据不完全统计，现在世界上已有三十多个国家生产玻璃纤维，产量共五十多万吨，品种有三千多种，用途达三万三千多种。

### 一、产量

1973年是资本主义国家玻璃纤维产量最高的年份，现将一些国家1973年的连续玻璃纤维产量列举如下<sup>(1)</sup>：

美国	33.39	万吨	
日本	7.89	万吨	
苏联	1975年计划 7.5 万吨，未见报导是否完成		
法国	3.49	万吨	
英国	2.70	万吨	(1972年)
阿根廷	2.00	万吨	
意大利	1.91	万吨	
捷克	1.41	万吨	

1973年以后，在“能源危机”的猛烈冲击下，美、日等国玻璃纤维产量急剧下降，如美国1974年连续玻璃纤维产量下降为32.6万吨，1975年又下降为25.8万吨，比1974年下降了21%<sup>[2]</sup>。日本1974年连续玻璃纤维产量下降为5.09万吨，为1973年的65%，1975年继续下降到4.76万吨，为1974年的94%<sup>[3]</sup>。

根据资料报导，过去十年中，美国玻璃纤维产量的年增长率为8.5%<sup>[4]</sup>，日本从1961年到1973年，平均年增长率为30%以上<sup>[5]</sup>。1973年以后，由于上述原因，增长率成为负数。

## 二、国际先进水平的主要技术经济指标

### 1. 拉丝漏板孔数<sup>[1,3]</sup>

连续纤维拉丝漏板的孔数有：50、100、200、400、600、800、1200、1600、2000、4000等多种。

### 2. 原丝的单纤维直径（微米）

常用的有十一种，如下<sup>[5]</sup>：

代号	单丝直径(微米)	代号	单丝直径(微米)
B	3.8	H	10.9
C	4.6	K	13.0
D	5.3	M	15.2
DE	6.4	P	19.1
E	7.4	R	21.6
G	9.2		

连续玻璃纤维单丝直径

	50	100	200	400	600
B3.81			900 (180) [5.6]	450 (90) [11.2]	
C4.57					
D5.34	1800 (360) [2.8]	900 (180) [5.6]	450 (90) [11.2]	225 (45) [22.5]	
DE6.35			300 (60) [16.7]	150 (30) [33.7]	
E7.36			225 (45) [22.5]	113 (23) [33.7]	
G9.15			150 (30) [33.7]	75 (15) [67.5]	
H10.91			110 (22) [44.4]	55 (11) [91]	37 (7.4) [133.2]
K12.95			75 (15) [67.5]	34 (7.0) [144.4]	28 (5) [200]
M15.24			26 (5) [192.5]		
P19.05					

注：表内所列为英支支数，圆括号内为公支支数，方括号内为特克斯号

和原纱品种规格

表 2

800	1200	1600	2000	2400	4000
	150 (30) [33.7]			75 (15) [67.5]	
150 (30) [33.7]		75 (15) [67.5]			
			45 (9) [110]		
75 (15) [67.5]		37 (7.4) [135]			
37 (7.4) [135]			15 (3) [334]		
25 (5) [200]					
18 (3.6) [278]		9 (1.8) [577.5]	7 (1.4) [713]		
13 (2.6) [385.0]		6 (1.2) [770.0]	4.5 (0.9) [1110]		2.6 (0.52) [1925]
9 (1.8) [577.5]		4 (0.8) [1155.0]			1.8 (0.36) [2887.5]

数。

### 3.原丝支数（折算成公支）

由 360 支到0.36支计41种，支数最大差1000倍。其系列见表 2。

系列化的计算公式为：

$$\text{单丝直径（微米）} = \frac{715}{\sqrt{\text{原丝公支} \times \text{漏板孔数}}}$$

### 4.漏板日产量

（1）日东纺1974年向我国提出的池窑拉丝报价单技术指标（低于国际先进水平）〔6〕见表 3。

1974年日东纺向我国提出的池窑拉丝技术指标 表 3

漏板孔数 (孔)	单丝直径 (微米)	用 途	拉 丝 产 量	
			公斤/小时	公斤/日
400	9	玻 璃 布	13	300
	10	短切粗纱	13	300
	14	方 格 布	19	436
800	10	短切粗纱	28	640
	14.5	缠绕粗纱	28	640

（2）日产20吨池窑的漏板平均日产量500公斤〔7〕。

（3）英国资料〔8〕

400孔	9微米	14公斤/小时	336公斤/日
400孔	13微米	20公斤/小时	480公斤/日
2000孔	9微米	28~32公斤/小时	672~768公斤/日
	13微米	49~56公斤/小时	1180~1345公斤/日

## 5. 拉丝断头率<sup>[9]</sup>

手动换筒：1根/2~3小时，

自动换筒：1根/4天。

## 6. 拉丝卷装量

自动换筒拉纺织型原丝1~4公斤，

直接法无捻粗纱20公斤<sup>[10]</sup>，

巨型卷装无捻粗纱158~180公斤<sup>[11]</sup>。

## 7. 拉丝看台率

普通 10~12台/人<sup>[12]</sup>，

2000孔 3台/人<sup>[7]</sup>。

## 8. 拉丝成品率<sup>[18]</sup>

手动换筒：不超过90%，

自动换筒：95~98%。

## 9. 漏板寿命

平均1年<sup>[14]</sup>，最长14~16个月<sup>[15]</sup>。

## 10. 铂耗

1.1~1.75克/吨原丝<sup>[15]</sup>。

## 11. 池窑日产量

50吨和更大<sup>[16]</sup>。

## 12. 池窑熔化率

日本0.6~0.8吨/米<sup>2</sup>·日<sup>[6]</sup>，

英国0.67吨/米<sup>2</sup>·日<sup>[17]</sup>。

### 13. 玻璃液质量

英国资料认为：生产玻璃纤维的玻璃液质量不能低于光学玻璃<sup>[18]</sup>。

### 14. 产品的劳动生产率<sup>①</sup>

日东纺（有细纱薄布）12.5吨/人·年<sup>[7]</sup>（四班制），一般粗纱27吨/人·年<sup>[6]</sup>（日东纺报价单、非国际先进水平）。1976年，美国欧文思·康宁公司阿玛利洛厂500人年产96000吨，折合192吨/人·年，比美国同规模工厂的劳动生产率高50%<sup>[19]</sup>。

## 参 考 文 献

- [1] 工业材料, 1973, 21(5), 94-104.
- [2] Glass Ind., 1977, 58(3), 25.
- [3] 强化プラスチック, 1976, 22(9), 405-420.
- [4] Glass Ind., 1977, 58(2), 8.
- [5] G.Lubin, Handbook of Fiberglass and Advanced Plastics Composites, 1969, 879.
- [6] 日东纺报价单1974, 10.
- [7] 据我国赴日东纺考察资料.
- [8] K.L.Loowenstein, The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers, 1973, 263.
- [9] ibid., 132, 147.

---

① 资本主义国家的玻璃纤维厂不织细布，只作商品纱、无捻粗纱、方格布、短切毡片和片状模型料等。



- [10] 据日东纺来华座谈资料。
- [11] Amer.Glass Rev., 1974, 94(10), 4.
- [12] K.L.Loewenstein, The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers, 1973, 168.
- [13] *ibid.*, 147.
- [14] Glass Ind., 1970, 51(1), 20-25.
- [15] 国家建材总局情报标准所, 《国外玻璃纤维发展概况》, 1975, 6.
- [16] National Glass Budget, 1974, 9, 7.
- [17] K.L.Loewenstein, The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers, 1973, 41.
- [18] *ibid.*, 27.
- [19] Amer.Glass Rev., 1976, 97(3), 22.