

86.1

GJJ

4

国外建材工业概况

内部资料之四

玻 璃 纤 维

BOLI XIANWEI

南京玻璃纤维工业研究设计院
国家建委建筑材料科学研究院技术情报室

毛主席语录

中国共产党是全中国人民的领导核心。没有这样一个核心，社会主义事业就不能胜利。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

毛主席语录

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

洋为中用。

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。

編 者 的 話

在党的“九大”团结胜利路线的指引下，我国建材工业战线广大革命职工，坚决响应伟大领袖毛主席的号召，深入“进行一次思想和政治路线方面的教育”，通过看书学习，反骄破满，批修整风，提高了阶级斗争、路线斗争和无产阶级专政下继续革命的觉悟，增强了识别真假马克思主义的能力。在无产阶级的政治统帅下，建材工业战线深入开展“工业学大庆”的群众运动，进一步贯彻毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略思想，执行毛主席关于中央工业和地方工业同时并举，大型企业和中小型企业同时并举，洋法生产和土洋生产同时并举等一整套“两条腿走路”的方针，使得革命蓬勃发展，生产蒸蒸日上。在超额完成一九七一年建材生产国家计划的基础上，正乘胜前进，为完成和超额完成一九七二年的国家计划和“四五”规划而努力奋斗！

为了多快好省地发展我国建筑材料工业，迅速赶上和超过世界先进水平，我们遵照毛主席关于“调查研究”和“洋为中用”的教导，编写了《国外建材工业概况》综合情报资料，分“水泥”、“水泥制品”、“建筑玻璃”、“玻璃纤维”、“玻璃钢”、“无机纤维及其复合材料”、“合成金刚石”、“砖瓦”和“工业废渣的综合利用”九个分册出版，供各级领导和广大革命职工参考。

参加《国外建材工业概况》编写的单位有：江西省水泥制品科学研究所、江西省九江水泥船试验厂、陕西省实验砖瓦厂砖瓦研究室、陕西省工业陶瓷厂玻陶研究室、南京玻璃纤维

工业研究设计院、株洲玻璃厂设计队、哈尔滨玻璃钢研究所，
北京一五二厂和国家建委建筑材料科学研究院技术情报室。

由于我们马克思主义、列宁主义、毛泽东思想学习不好，水平有限，错误不当之处，请读者批评指正。

一九七二年五月

概 述

玻璃纤维是一种用途广泛的新型材料。由于它具有优异的性能，已在电气绝缘、汽车、造船、化工、纺织、建筑、增强塑料、交通运输及国防军工等部门得到了广泛的应用，在民用方面也不断发展，目前世界上各种玻璃纤维的用途已有 33000 种左右。

但玻璃纤维的生产作为一个工业部门出现还只有三十年左右的历史。因此可以说玻璃纤维工业是一门正处于发展阶段的新兴工业。

国外玻璃纤维工业的发展大致可以划分为如下三个阶段：

1. 试验研究阶段（1930—1938）：该阶段的特点是探索玻璃纤维的各种生产方法，美国、德国等都进行了这方面的工作，至1938年国外出现了第一个现代化的玻璃纤维企业（美国欧文思·康宁），1939年军国主义的日本也开始生产玻璃纤维。

2. 发展的第一阶段（1938—1958）：这二十年包括整个第二次世界大战期间和美帝国主义侵朝战争时期。由于战争的需要，美国、日本和德国加速发展玻璃纤维的生产。战后，日本和德国的玻璃纤维工业受到了暂时的打击，但在美国垄断资本的一手扶植之下，日本的玻璃纤维生产趁侵朝战争期间又得以迅速发展。作为该阶段的一个特点是与玻璃纤维生产关系密切的玻璃钢工业开始出现，并实现了工业化。由于玻璃钢工业的发展，使玻璃纤维生产获得了一个巨大的

市场，现在国外玻璃纤维平均有70%用于玻璃钢。英国在第二次世界大战结束时开始生产玻璃纤维（1945年），其他国家如法国、意大利、苏联、加拿大、瑞典等国都是在战后或五十年代初期生产玻璃纤维的。

该阶段在技术上以铂坩埚法生产为主，坩埚孔数有102孔、204孔等，生产工艺不断得到改进。1958年出现了池窑拉丝（美国），使玻璃纤维生产技术又进入到一个新阶段。

3. 发展的第二阶段（1958—现在）：由于池窑拉丝法的实现，使玻璃纤维生产过程简化，生产率更加提高，成本降低，从而使玻璃纤维产量猛增，如美国现在连续纤维的一半以上是用池窑法生产的。由于玻璃纤维生产技术的发展，出现了强制冷却多排多孔、自动换筒、高速拉丝工艺；生产设备更加精密复杂；连续纤维的单丝直径可以细到3微米左右；漏孔数增加到408~2000孔；玻璃纤维的品种规格更加多样化；新的具有特殊性能的玻璃纤维不断出现，所以应用领域也在不断扩大，如轮胎帘线、增强水泥等，从而使一些国家的玻璃纤维产量继续上升。

在整理近几年来各国玻璃纤维的资料时，我们感到应该着重提出以下几方面：

1. 在生产工艺上，池窑拉丝法和坩埚法继续得到改进。池窑拉丝的改进有二个方面，一是提高熔窑的生产能力，从而提高玻璃纤维的产量；二是提高熔窑的自动控制程度，从而提高玻璃液的均匀性。铂坩埚则向高液面、大容量发展，在坩埚内造成热点，促使玻璃液对流，其着眼点也是提高玻璃液的均匀性。因此改善玻璃液的质量，尽量得到无灰泡，无结石、无条纹的玻璃液，可以视作近年来池窑拉丝

和铂坩埚技术改进的共同特点。很明显，改进玻璃液的均匀性是和多排多孔漏板的生产方式密切相关的，当漏孔数超过400孔时，玻璃液的质量问题就更加突出，低质量的玻璃液所造成的断头对生产的损失较之204孔坩埚更加严重得多，因此要采用多排多孔的漏板或坩埚就必须解决玻璃液的质量问题，否则就很难体现出多排多孔的优越性。

2. 非铂坩埚并不局限于个别材料和个别形式，而是针对不同的玻璃成分、用途采用多种多样的材料和形式。这些材料有：鈹鈹合金、镍基合金、难熔金属、特种陶瓷、高级耐火材料等。形式有各种坩埚、小池窑等。

3. 玻璃成分着重于二方面：一方面是镁铝硅系高强高弹纤维，努力的方向是降低析晶温度，提高强度和弹性模量。另一方面是在E玻璃中降低硼含量，甚至取消硼，国外在这方面比较成功的有苏联的7T，7T10玻璃。英国和民主德国则用含碱玻璃制造部分玻璃钢。近年来各国对玻璃纤维的强度问题作了大量的研究，认为玻璃纤维的强度除了取决于玻璃成分之外，纤维的表面层上的微裂纹会大大削弱强度。因此改进拉丝工艺，提高玻璃液的均匀性，改进玻璃纤维的热处理和表面处理对提高玻璃纤维的强度有重大意义。

4. 近年来在应用方面比较重要的发展有抗磨织物、轮胎帘子线和玻璃纤维增强混凝土。玻璃纤维抗磨织物对军用和民用都有重要意义，所谓“贝他”布就是一种单丝直径较细的抗磨玻璃布。可以说只有解决了玻璃织物的抗磨性以后，玻璃纤维才能在纺织品市场上部分代替天然和有机合成纤维，改进抗磨性的主要途径一是使纤维更细，二是加以特殊的表面处理，后者是非常重要的步骤。

玻璃纤维轮胎帘子线使美国玻璃纤维产量增加了二万吨，它的强度比尼龙、人造丝、聚酯、棉纱等有机帘线都高，尺寸稳定，使轮胎的使用性能更好。现在美国75%的原用胎都用玻璃纤维帘线作缓冲层。要将玻璃纤维使用于轮胎，必须解决玻璃和橡胶之间的粘结问题，国外采用了含硅烷的橡胶预浸渍涂层。

玻璃纤维代替钢筋增强混凝土关键在于提高玻璃纤维的抗碱性。同样要从玻璃成分和表面处理上去解决。它的价格比钢筋混凝土便宜60%，强度则有很大的提高。考虑到它能代替大量钢材，在基本建设和军事上用量大并能发挥重大作用，英、美、苏都很重视对玻璃纤维增强混凝土的研究，它的大量生产会使玻璃纤维工业规模更加扩大。

5. 因地制宜地利用工业废料制造无机纤维是解决公害问题的一种手段，可以变废为利。如日本和美国的煤灰纤维、高炉矿渣棉、磷矿渣棉等。

目 录

概 述

一、各国玻璃纖維工业概况

- (一) 美国..... (1)
- (二) 苏联..... (9)
- (三) 日本..... (15)
- (四) 英国..... (20)
- (五) 瑞典、挪威、荷兰..... (28)
- (六) 法国、西德、德意志民主共和国、捷克、
波兰..... (30)

二、玻璃纖維的理論研究

- (一) 关于玻璃纤维的强度理论..... (37)
- (二) 关于玻璃纤维的成型机理..... (45)

三、玻璃纖維的成份

- (一) 玻璃纤维成份概述..... (51)
- (二) 镁铝硅系高强高弹玻璃纤维成份..... (56)
- (三) 无碱无硼玻璃纤维成份及用A玻璃纤维制
造增强塑料的可能性..... (59)
- (四) 耐化学玻璃纤维成份..... (62)
- (五) 玻璃棉成份..... (64)
- (六) 耐高温玻璃纤维成份..... (65)

- (七) 乳白玻璃纤维成份..... (69)
- (八) 高硅氧和石英纤维..... (69)

四、池窑拉丝的新进展

- (一) 熔窑结构..... (79)
- (二) 自动控制..... (82)
- (三) 漏板、池窑坩埚和强制冷却..... (86)
- (四) 成型室、拉丝室、废丝室及空气调节..... (91)

五、铂坩埚和非铂坩埚

- (一) 铂坩埚..... (98)
- (二) 非铂坩埚..... (101)

六、玻璃纖維浸潤剂和表面处理剂

- (一) 玻璃纤维浸润剂..... (107)
- (二) 玻璃纤维织物的表面处理..... (112)
- (三) 玻璃织物的几种表面处理工艺..... (118)

七、“貝他” 紗

- (一) “贝他”纤维的性能..... (124)
- (二) “贝他”纱的应用..... (130)
- (三) 关于“贝他”纱的制造工艺..... (133)

八、玻璃纖維輪胎帘子綫

- (一) 发展简况..... (140)
- (二) 玻璃纤维轮胎帘子线的性能..... (147)

- (三) 玻璃纤维在轮胎纤维中的地
位和发展趋势…………… (149)
- (四) 单丝预浸渍…………… (150)

九、玻璃纖維增強混凝土

十、玻璃纖維和綜合利用

- (一) 玻璃纤维生产过程中的废料回收…………… (164)
- (二) 利用其他工业废料制造纤维…………… (167)

附 录

- (一) 美国连续纤维的生产工艺参数…………… (172)
- (二) 美、英、日等国纤维的单丝直径…………… (172)
- (三) 美国玻璃纤维纱的纤度和纱中纤维
根数之间的关系…………… (172)
- (四) 美、英、日玻璃纤维原纱规格…………… (172)

一、各国玻璃纤维工业概况

(一) 美国

1. 产量

美国玻璃纤维在工业和民用上的用途有 33000 种。1968 年美国纺织纤维产量达 181600 吨^[1], 1969 年达 227000 吨, 据美国杂志报导至 1975 年会达到 590000 吨^[2]。

1968 年各种玻璃布的产量为 28120 万米, 比十年前增加了 95%, 1969 年为 29000 万米, 至 1975 年将达到 50900 万米^[2], 其中还不包括轮胎帘子线。在 1968 年生产的全部玻璃布中, 36.5% 用作窗帘布。

美国近几年来玻璃纤维产量增长较为迅速, 其原因是旧的应用范围不断扩大 (如玻璃钢、电气绝缘、建筑等), 并出现新的应用范围 (如轮胎帘子线等)。例如 1969 年美国玻璃钢产量为 441300 吨, 比 1968 年增长 25%, 至 1975 年玻璃钢层压板产量将达 136200 吨, 年增长率为 22%。美国玻璃钢产量及其在各部门中的分配如表 1—1 所示。几年来增长最快的是包括汽车在内的运输工业部门、耐蚀制品和机械制造部门, 对玻璃钢用量的增加也刺激了玻璃纤维产量的增加。

从 1966 年开始采用玻璃纤维作汽车轮胎帘子线后, 玻璃纤维轮胎帘子线的产量也猛烈上升, 1970 年达 20000 吨左右, 至 1973 年将比 1970 年增加 1 倍^[4]。

2. 主要厂商^[5, 6]

这里所指的玻璃纤维厂商主要指直接生产玻璃纤维的工

表 1-1 美国玻璃鋼产量及其在各部門中的
分配情况 (单位: 吨) [3]

产 品 项 目	1968	1969 (估計)	1970 (預計)	1975 (預計)	1975比1969增长率 (預計) %
航 空 导 弹	14400	18900	23850	56250	200
机 械 制 造	12150	15300	21700	73800	380
建 筑 工 业	48600	55800	67500	129150	130
消 费 品	23850	28000	33300	65700	130
耐 蚀 制 品	31950	47700	63900	289350	510
电 气 工 业	31950	36900	44100	110250	200
运 输 工 业	78300	99000	143000	429750	340
造 船 工 业	90450	11700	130500	222750	83
其 他	22500	23850	28350	46800	100
总 計	354150	447300	555300	1423800	200

厂, 不包括玻璃纤维加工厂及代销厂, 也不包括生产特种纤维的工厂。

① 欧文思·康宁玻璃纤维公司 (Owens-Corning Fiberglas Corp.)

该企业是美国最大最早的玻璃纤维企业, 成立于1938年, 由欧文思·伊利诺 (Owens-Illinois) 及康宁玻璃厂 (Corning Glass Works) 二家企业的玻璃纤维部分合并而成。坩埚法和池窑拉丝法为企业首先引用。总部设在俄亥俄州托利多市 (Toledo), 下设十二个分厂, 一个技术中心和—个实验室:

俄亥俄州的纽厄克 (Newark) 厂

罗德艾兰州的爱许顿 (Ashton) 厂

宾夕法尼亚州的亨廷顿 (Huntington) 厂

堪萨斯州的堪萨斯 (Kansas City) 厂

加利福尼亚州的圣克拉腊 (Santa Clara) 厂

南卡罗来纳州的艾肯 (Aiken) 厂

南卡罗来纳州的安德逊 (Anderson) 厂

新泽西州的巴灵顿 (Barrington) 厂

新泽西州的伯林 (Berlin) 厂

得克萨斯州的伐克萨哈基 (Waxahachie) 厂

在比利时的巴提斯 (Battice) 厂

田纳西州的杰克逊 (Jackson) 厂

俄亥俄州的格兰维尔 (Granville) 技术中心

罗德艾兰州的爱许顿 (Ashton) 实验室

欧文思·康宁的主要产品有：无纺织物、玻璃席、层压板、棉毡、玻璃纤维压塑料、无捻粗纱、短切纤维、连续纤维纱、玻璃带、玻璃棉、飞机和人造卫星构件、汽车构件、结构板、软管、玻璃钢瓦、电绝缘制品、轮胎帘子线、床单、窗帘等家用织物、隔音隔热制品、玻璃钢船、玻璃钢容器、玻璃钢地下贮罐、防火材料、窗纱、斯克林布（一种用做窗帘的织品）、玻璃钢运动器具等。

② 匹兹堡平板玻璃公司玻璃纤维部 (Pittsburgh Plate Glass Co. Fiber glass Division) 于1952年成立，是美国玻璃纤维第二大垄断组织，设在宾夕法尼亚州的匹兹堡，下设三个分厂和一个海外投资公司：

印第安那州的谢尔比维尔 (Shelbyville) 厂

卡罗来纳州的雪贝尔 (Shelby) 厂

卡罗来纳州的莱克辛顿 (Lexington) 厂

以及在荷兰霍根扎特 (Hoogezand) 投资的西伦格 (Silenka-Akv) 厂。

上述各厂全部采用池窑拉丝。莱克辛顿厂是1968年新建的池窑拉丝工厂，有6座池窑，年产量18000吨。该厂经扩建后产量又上升到36000吨，全厂职工1350名。

雪贝尔池窑拉丝厂建成于1959年，十年来经过四次扩建^[7]（表1—2）年产量可达到45,000吨。

表 1-2

扩 建 情 况	年 份	占 地 面 积 (呎 ²)	产 量 (吨)
原 规 模		350,000	
第 一 次 扩 建		60,000	20,000
第 二 次 扩 建		25,000 (建实验室)	
第 三 次 扩 建		50,000	31,780
第 四 次 扩 建		60,000	
总 计		545,000	45,000

1969年6月，匹兹堡公司又在谢尔比维尔的工厂投资几百万美元，使该厂隔音隔热等绝缘材料的产量增加1倍^[8]。谢尔比维尔的其他产品为增强塑料用无捻粗纱。

匹兹堡公司的主要产品有玻璃布、毡、无捻粗纱、短切纤维、连续纤维、玻璃棉、玻璃纱、航空材料、汽车构件、结构材料、电绝缘材料、轮胎帘子线、窗帘、玻璃钢船、窗纱等。

③ 琼斯·曼维尔玻璃纤维公司 (Johns-Manville Fiber glass Inc.)。该企业设在俄亥俄州的托利多，下设九个工厂：

俄亥俄州的沃特维尔 (Waterville) 厂

俄亥俄州的迪法恩斯 (Defiance) 有三个厂：2[#]、3[#]、

8[#]

西弗吉尼亚州的派克斯堡 (Parkersburg) 厂

加利福尼亚州的科罗纳 (Corona) 厂

新泽西州的伯林 (Berlin) 厂

得克萨斯州的克利伯恩 (Cleburne) 厂

新泽西州的佩勃林 (Pennbryn) 厂

琼斯·曼维尔是美国生产玻璃棉和建筑材料的大厂，其玻璃纤维主要用于建筑材料，工业管道及有关产品。1969年琼斯·曼维尔在沃特维尔建立了新的厂房和研究中心，专门研究玻璃纤维增强塑料。在最近二年中，使玻璃纤维的研究经费增加了1倍，技术人员人数增加了20%〔9〕。

琼斯·曼维尔的主要产品有：隔热保温材料、管道、冷冻器、空调设备、各种连续纤维、地下管道用的玻璃纤维毡、耐高温纤维等。

④ 费洛公司的玻璃纤维部 (Ferro Corporation, Fiberglass Division)。该企业设在俄亥俄州的克利夫兰 (Cleveland) 市，下设五个工厂：

加利福尼亚州的亨廷顿 (Huntington) 厂

田纳西州的纳希维尔 (Nashville) 厂

佛罗里达州的迈阿密 (Miami) 厂

阿林顿 (Arlington) 厂

阿尔派恩 (Alpine) 厂

该厂的主要产品有增强塑料用的无捻粗纱、玻璃布和玻璃纱、玻璃纤维毡、无纺织物、石英纤维、玻璃纤维压塑料、日用织物、玻璃钢船和运动器具等。

⑤ 赛汀-替特产品公司的古斯汀-培根制造厂 (Certain-Teed Products Corp., Gustin-Bacon Mfg Co.)。设