

86.1
GJJ
5

86.1
GJJ
5

国外建材工业概况
内部资料之五

玻 璃 钢

BOLIGANG

哈 尔 滨 玻 璃 钢 研 究 所
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，洋法生产和土法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、株洲玻璃工业设计研究所、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。

一九七二年七月

目 录

一、概論	1
(一) 国外玻璃鋼工业发展簡况	1
(二) 玻璃鋼的优良性能	3
二、玻璃鋼的产量	5
三、玻璃鋼的应用	10
(一) 在建筑工业中的应用	10
(二) 在石油和化学工业中的应用	15
(三) 在車輛制造工业中的应用	25
(四) 在造船工业中的应用	27
(五) 在电气和机械工业中的应用	31
(六) 在武器和装备方面的应用	32
(七) 在航空工业中的应用	35
(八) 在导彈、火箭和卫星上的应用	39
四、玻璃鋼用原材料	43
(一) 玻璃纖維	43
(二) 微型玻璃球	44
(三) 树脂	45
五、玻璃鋼成型工艺	51
六、玻璃鋼的老化問題	57
七、热塑性玻璃鋼	62

- (一) 热塑性玻璃钢用的塑料62
- (二) 热塑性玻璃钢的特性76
- (三) 热塑性玻璃钢的应用79

八、玻璃钢材料性能测试及制品标准.....80

- 附表 1 玻璃钢的一般性能.....86
- 附表 2 军械用玻璃钢和几种金属材料性能比较.....87
- 附表 3 用 181 玻璃纤维制成的玻璃钢性能.....87
- 附表 4 缠绕用纤维增强材料性能比较.....88
- 附表 5 酚醛 (MIL-R-9299) 玻璃钢耐热性能.....89
- 附表 6 酚醛改性有机硅树脂玻璃钢抗热性能.....89
- 附表 7 美国几种热塑性玻璃钢性能.....90
- 附表 8 表面处理剂.....90
- 附表 9 表面处理剂.....92
- 附表 10 经过处理剂处理的 E. S 玻璃纤维环
氧玻璃钢性能.....94
- 附表 11 不同玻璃纤维织物和处理剂所制的环
氧玻璃钢性能比较.....95
- 附表 12 采用不同处理剂处理的聚酯玻璃钢板
性能.....96
- 附表 13 不同处理剂湿、干法环氧玻璃钢板性能.....97
- 附表 14 各种处理剂处理后玻璃钢弯曲强度的
比较.....98
- 附表 15 硅烷类表面处理剂对热塑性玻璃钢强
度的影响.....99
- 附表 16 硅烷类表面处理剂对热塑性玻璃钢强

	度的影响·····	100
附表17	各种处理剂对聚酯玻璃钢板电性能的影响·····	101
附表18	各种处理剂对聚酯玻璃钢板强度的影响·····	102
附表19	各种处理剂对环氧玻璃钢板电性能的影响·····	103
附表20	各种处理剂对酚醛玻璃钢板电性能的影响·····	103
附表21	美国战略导弹弹头采用材料工艺简况·····	104
附表22	美国再入飞行器耐热材料·····	105
附表23	目前设计采用的压力容器（宇宙飞行用）·····	106
附表24	世界主要纤维缠绕玻璃钢制造公司·····	107

参 考 文 献

一、概 论

玻璃钢亦称为玻璃纤维增强塑料。它集中了玻璃纤维和合成树脂的优点，具有重量轻、强度高、耐高温、耐腐蚀、耐辐射、介电性能好、无磁性、不反射无线电波、微波透过性能好、易于加工制造等一系列优异性能。

玻璃钢是一种新型各向异性结构材料，在设计上可以取长补短；使其性能满足使用要求。由于玻璃钢具有上述优点，国外在国防尖端工业、石油和化学工业、汽车和车辆制造工业、造船工业、电气和机械工业及建筑业等部门广泛采用它代替各种金属材料和某些非金属材料。

（一）国外玻璃钢工业发展简况

近代工业技术，特别是国防尖端工业技术的迅速发展和提高，对工程材料的性能提出了多方面的新的要求，某些传统材料已不能适应新的要求，因此各国广泛地开展了新型材料的研制工作。具有多种优越性能的玻璃钢，逐渐引起了各国的重视，促进了它的发展。

本世纪初，酚醛树脂的出现，特别是三十年代初聚酯树脂和玻璃纤维的先后投入生产，为玻璃钢工业的形成和发展提供了物质条件。最初用玻璃钢制成了防弹油箱，以后制成玻璃钢雷达罩和弹药箱等产品，逐渐由国防工业部门扩大到民用工业部门，至今已有30多年历史，产量逐年增加，从而构成一个新兴的工业体系。

研制玻璃钢最早的国家是美国，1932年开始生产玻璃纤

维，以后聚酯树脂有了少量生产，不久开始了玻璃钢的研制。由于当时没有找到合适的用途，未能获得实际的应用和推广。第二次世界大战初，为适应战争的需要，玻璃钢迅速发展起来，成为玻璃钢产量最多的国家。英国继美国之后，于1946年前后开始小量生产航空工业用的玻璃钢制品，发展缓慢。1950年以后，玻璃钢开始向民用方面寻找出路，生产建筑用透明板等，玻璃钢产量迅速上升，日益发展。苏联、法国和西德是1950年以后逐渐发展起来的。法国发展较快，其特点是从民用开始，进而走向军民并用的道路。日本是从1954年开始建立玻璃钢工业，从国外进口原材料和引进技术，以生产民用产品为主，逐渐发展到造船工业等部门。目前，世界上已有20多个国家生产玻璃钢。

综合各方面情况来看，各国发展玻璃钢工业的道路大致有两条。一条是从军需生产开始，逐渐扩大到民用生产，从而军需和民用生产一起发展。美、苏、英等国都是走这条路的。其特点是因军需的需要而促进了玻璃钢工业的产生和发展，使技术水平迅速提高。如美国，第二次世界大战初期由于战争需要，开始正式生产飞机用玻璃钢防弹油箱、雷达罩、弹药箱等产品。1945年以前，玻璃钢工业几乎完全附属于军需工业。二次大战结束后，军需生产大减，玻璃钢产量由1945年的4000吨，下降到1946年的400吨。这样迫使它向民用找出路，结果产量回升，1949年达7000吨。1950年，发动侵朝战争后，玻璃钢的军需生产激增，1950~1954年期间，年平均增长率为42.4%。以后继续扩军备战和发动侵越战争，玻璃钢产量继续上升，军需和民用一起发展。

另一条路是从民用生产开始，扩大到军需生产，从而民

用生产和军需生产一起发展。如法国、西德、日本、意大利、加拿大、荷兰、挪威、瑞典等国，最初以建筑用波形瓦或小船开始，而后扩大到其他民用和军事部门，但民用制品的产量仍占绝大部分。

目前，就玻璃钢品种发展来看，为适应不同工业部门的需要，绝大多数国家都采取综合发展的途径，进行多品种生产。

(二) 玻璃钢的优良性能

玻璃钢工业在近20多年来所以获得迅速发展，除了原材料资源丰富外，更主要的是它具有各种优良性能。

1. 重量轻，比强度高 玻璃钢的比重为1.5~2.0之间，只有钢材的1/4~1/5。比强度（强度与密度的比值）很高，比合金钢高1.7倍，比铝高1.5倍，比钛钢高1倍，比航空用松木高1.3倍。因此，玻璃钢在航空、火箭、导弹、宇宙飞行器以及各种液态、气态所需的高压容器等方面的应用效果显著。

2. 热性能好 玻璃钢的导热系数低，仅为金属的1/100~1/1000，是一种优良的绝热材料。它的耐热性也较好，特别是耐瞬时超高温性能十分突出，可以作为耐烧蚀材料，能有效地保护火箭、导弹、宇宙飞船受2000°C以上的高温高速气流的冲刷。

3. 介电性能优良 玻璃钢的电绝缘性能优异，与有机纤维的胶布板和胶纸板相比，用其作仪表、电器和电机中的绝缘材料，可提高电气设备的可靠性并能延长使用寿命。如用玻璃钢片做为25000~150000瓦透平发电机的转子绝缘，

可把绝缘层的厚度减少30%，而绝缘击穿电压却增加了15~25%。玻璃钢不反射无线电波，微波透过性好，即雷达波透过性好，这是金属材料所不具备的性能，因而在雷达工程中得到广泛应用。目前，几乎所有的飞机、导弹和地面雷达站的雷达罩，都用玻璃钢制造。

4. 耐腐蚀和抗微生物作用性能好 玻璃钢一般都具有良好的耐酸、耐碱、耐海水、耐气候和抗微生物作用的性能，可以代替各种金属来制造各种管道、容器、船艇、车辆等，不仅优于钢材、木材，而且减少了维修费用。

5. 设计和工艺性能优越 玻璃钢是一种复合材料，它的特点是可按制品工作条件选择原材料；可按制品的负荷要求配置增强材料，决定结构形式；可按制品的几何形状、尺寸和数量等选择成型方法。玻璃钢适合整体成型，可减少结构的零件数量。对于形状复杂，或产量少，不易定型的产品效果尤为显著。同时，成型工艺简单，节省工时。

二、玻璃钢的产量

目前，玻璃钢工业体系不仅在工业发达的国家建立和巩固起来，而且在许多中小国家也都相继建立起来。从1965年以后，南美、拉丁美洲、欧洲共同市场、欧洲自由市场等国家联合组织都在积极发展玻璃钢工业。

现在世界上玻璃钢产量最多的国家是美国，1971年产量为48万吨，居世界第一位。其次是西德，约为10万吨。1970年日本产量为8万多吨，法国约6万吨，英国5万多吨。

美国1961年至1971年期间玻璃钢年平均增长率为17%；西德1960年至1970年期间的年平均增长率为20%；法国为15.8%；英国为18.2%。

玻璃钢发展最快的时期是1965年以后。美国1965年至1970年期间年平均增长率为27.6%；西德为24.5%；日本为36.7%。

玻璃钢产量按人口平均计算（1970年）：美国为2公斤/人；西德为1.53公斤/人；法国为1.26公斤/人；英国为0.97公斤/人；日本为0.89公斤/人。

各国玻璃钢产量列于下列各表内。

各国玻璃钢总产量

（单位：吨）

年代 国别	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
美国	154000	219000	275000	355700	425000	413000	480000
西德	34000	36000	38000	53000	72000	85100	104200
日本	17000	18000	29000	37800	64210	85420	

續表

國別	年代						
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
法 国	32000	30000	38350	41800	50700	60900	
英 国	27300	30825	—	35300	44000	53200	
意大利	15000	21000	—	26600	31000	37000	
瑞 典	6000	6000	—	11500	15000	18400	
挪 威	3000	—	—	7500	10500	13000	
加拿大	9500	11800	—	—	—	—	
荷 兰	3400	4000	—	6300	7900	10400	
西班牙	—	—	—	7200	8700	10200	
丹 麦	2500	—	—	5000	6200	7900	
比利时	4500	5000	—	6000	7200	7800	
瑞 士	3000	—	—	5700	7100	8500	
芬 兰	—	—	—	3000	5000	6000	

美国各类玻璃鋼用量

(单位: 吨)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
航空和宇宙航行	17000	21000	9000	15000	19000	13600	19000
机械設備	11000	11000	10000	12000	15400	18100	21000
工程材料	31000	39000	41000	49000	56100	60300	71500
日用品	12000	15000	20000	24000	28500	24000	30800
耐腐蝕材料	9000	14000	21000	32000	48000	48800	62400
电气工业	7000	10000	28000	32000	37100	39400	39400
造船工业	26000	45000	70000	91000	122000	81500	100000
汽車車輛	31000	45000	54000	79000	100000	88400	112000
其 他	6000	11000	21000	23000	24000	24000	25400
合 計	154000	219000	275000	355700	425000	413000	480000

西德各类玻璃鋼用量 (单位: 吨)

	1970	1971*	1972*
建筑工业	23500	26000	28600
造船工业	5500	6600	7200
管、貯罐、容器	16000	25000	35000
汽車車輛	7600	9000	10800
电气工业	14000	16100	18800
一般工业	10000	11800	14200
其 他	8500	9700	11450
合 計	85100	104200	126050

* 估計产量。

日本各类玻璃鋼用量 (单位: 吨)

	1969	1970
建筑工业	7460	8200
日用品	27560	35960
造船工业	3830	7020
汽車車輛	1460	1620
貯罐和容器	5850	8180
工业部件	6260	8360
杂 貨	4610	5490
其 他	180	105
合 計	64210	85420

法国各类玻璃鋼用量 (单位: 吨)

	1968	1969	1970
建筑工业	16600	19100	21800
造船工业	7300	8600	10000
貯罐和容器	4400	5600	7500
汽車車輛	5500	6900	8600
电气工业	2300	3100	4200
管 道	3700	4800	6000
其 他	2000	2600	2800
合 計	41800	50700	60900

英国各类玻璃鋼用量 (单位: 吨)

	1968	1969	1970
建筑工业	8900	10000	11500
造船工业	8400	11000	13400
貯罐和容器	3000	4000	5000
汽車車輛	10000	13000	16200
电气工业	2000	2500	3000
管 道	1500	1700	2000
其 他	1500	1800	100
合 計	35300	44000	53200

西欧各国玻璃鋼产量預計 (单位: 吨)

	1960	1965	1970	1975(預計)
西 德	13800	34000	85100	185000
法 国	14000	32000	60900	125000
意 大 利	5000	15000	37000	75000
比 利 时	1200	4500	7800	15000
荷 兰	1000	4000	10400	21000
英 国	10200	27300	53300	130000

1961—1970玻璃鋼产量历年增长率 (%)

国别	年代									
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
美 国	2.2	8.9	6.3	8.7	13.1	11.6	25	28	20.4	-2.8
西 德	—	—	22	57.5	30.8	5.9	5.5	39.5	36	21
日 本	—	—	—	—	—	5.9	61	55	33	42.2
法 国	25.7	18.5	9.45	13.6	13	0	28	9	21	20
英 国	32.3	11.1	13.3	23	31.1	12.3	—	—	24	20.8
意大利	60	25	20	16.5	10.7	—	—	—	16.6	19.3