

玻璃钢 在建筑中的应用

武汉建筑材料工业学院 玻璃钢教研室 编
情报室

中国建筑工业出版社

玻璃钢在建筑中的应用

武汉建筑材料工业学院 玻璃钢教研室 编
情报室

中国建筑工业出版社

本书介绍了玻璃钢在屋面、墙体、地面、特种建筑物、给水排水设备和器材以及窗、椅子和混凝土模板等方面的应用情况，重点介绍玻璃钢建筑材料和制品的性能、结构特点和安装施工。为兼顾玻璃钢厂生产建筑材料时的需要，适当地介绍了玻璃钢建筑材料和制品的生产工艺。为了使读者更好地理解本书各章的内容，书中还简单介绍了玻璃钢的原材料和成型方法。

本书可供从事建筑的工人及技术人员参考，亦可供从事玻璃钢生产的有关人员参考。

本书集体编写，由严精忠、闻获江、刘诗仪等同志执笔。

玻 璃 钢 在 建 筑 中 的 应 用

武汉建筑材料工业学院 玻璃钢教研室 编
情 报 室

*

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：8¹/₂。字数：182 千字

1980年3月第一版 1980年3月第一次印刷

印数：1—9,700册 定价：0.66元

统一书号：15040·3626

前 言

建筑工业是玻璃钢最重要的应用部门之一。目前，国外的建筑中已较多地采用玻璃钢。在我国，建筑工业中也逐步应用了一些玻璃钢制品，为了更好地推广及合理地使用这种新的建筑材料，我们编写了这本书。

本书着重介绍玻璃钢在建筑上的应用情况，但亦适当地编入部分玻璃钢建筑构件及制品的生产工艺，以兼顾从事玻璃钢生产及建筑设计及施工的广大工人、技术人员阅读参考。

本书是由多方面的资料汇集编写而成的，各资料的单位制不统一，为考虑读者方便，将单位一律换算为公制单位，原数据及单位用括号列于公制单位之后。凡影响到中文语气习惯的，则保留原数据及单位，而将换算得的公制数据及单位以括号列于其后。

在本书的编写过程中，四川省第九建筑工程公司叶琳昌同志收集并编写了玻璃钢地面的有关内容，本书摘选了其中有关部分，组成了第五章。

由于我们水平有限，资料收集不齐，内容组织不够系统，难免有不少错误之处，敬请读者批评指正。

1978.11.

目 录

第一章 概述	1
第一节 玻璃钢在建筑上的应用概况	2
第二节 玻璃钢建筑材料的特性	7
第二章 玻璃钢的原材料及主要成型方法	14
第一节 玻璃纤维及其制品	14
第二节 合成树脂及其辅助剂	21
第三节 成型方法	32
第三章 屋面材料	37
第一节 建筑物对屋面材料的性能要求	40
第二节 波形瓦屋面	42
第三节 夹层板屋面	60
第四节 屋面板材的简单生产工艺	73
第四章 墙体材料	78
第一节 墙体及墙体材料	79
第二节 玻璃钢墙板的结构形式	89
第三节 玻璃钢墙板的性能及特点	98
第四节 玻璃钢墙板的生产方法	116
第五节 玻璃钢墙体材料的连接	126
第五章 地面	138
第一节 防腐蚀地面的构造形式	138
第二节 施工胶料的配合比选择	144
第三节 地面施工	149
第四节 质量检查与成品验收	160
第六章 特种建筑物	161
第一节 全玻璃钢建筑	161

第二节	透微波建筑物	165
第三节	临时性建筑	169
第四节	农用温室	172
第五节	文化娱乐设施	179
第六节	海洋建筑	185
第七章	给水排水设备和器材	191
第一节	卫生洁具	191
第二节	管道	209
第三节	高位水槽	229
第八章	其他应用	232
第一节	玻璃钢窗	232
第二节	椅子	240
第三节	混凝土模板	245

第一章 概 述

建筑工业是一个历史悠久的工业部门。长期以来，建筑材料通常是采用砖、石、木、混凝土、灰土等一些传统的建筑材料。从建筑物的结构系统来说，也通常是混合结构（砖石结构、钢筋混凝土结构、木结构等）。采用传统建筑材料建造混合结构的建筑物，必然是自重过大、建筑面积利用率低，在技术上和经济上都很不合理。框架结构即是从结构上克服混合结构的某些缺点，但从材料上来说，仍然与现代建筑工业的要求不相适应。

建筑材料的发展，对建筑技术和建筑结构形式的发展起着十分重要的作用，而建筑技术和新结构的进一步发展，又对建筑施工和建筑材料都提出了新的要求：建筑设计、施工要求标准化、装配化、机械化；建筑材料要求预制、轻质、高强、多功能。这样，就必然要求用新的建筑材料来代替原有的传统材料。

玻璃钢亦称为玻璃纤维增强塑料。它是由合成材料发展起来的一种新型复合材料。玻璃钢自问世以来，虽然只有三十多年的历史，但目前已广泛地应用到军工、石油化工、交通运输、机电、农业、建筑等各个部门，成为一种具有独特优点、迅速发展的新材料。

玻璃钢具有一系列优异的性能，较传统的建筑材料优越得多。例如，成形性能好，可以制成各种结构形式的预制

件，也可以现场施工；重量轻而比强度高，可以在满足设计要求的条件下，大大减轻建筑物的自重；具有独特的耐化学腐蚀作用，适应化工部门的特殊要求；可以制成各种标准制件，在建筑施工过程中，直接装配组合，大大提高施工速度；具有独特的透光性，可以同时作为采光材料使用；可以采用各种方法，制成装饰性材料。

通常，玻璃钢可分为两大类。一类是以热固性树脂为基体的玻璃纤维增强塑料，另一类则以热塑性树脂为基体。目前，在建筑上应用得较多的是玻璃纤维增强的热固性塑料。

第一节 玻璃钢在建筑上的应用概况

一、概况

玻璃钢自产生以来，发展迅速，产量逐年上升。在各工业部门中，建筑业是玻璃钢的主要应用部门之一。尤其是1960年以来，基于人们对这种新颖复合材料的进一步了解及

近年来一些资本主义国家的玻璃

	1968年		1973年		1974年	
	总产量 (千吨)	建筑用比率 (%)	总产量 (千吨)	建筑用比率 (%)	总产量 (千吨)	建筑用比率 (%)
美国	337	13.5	653	15.2	603	14.8
英国	33.7	26.3	—	—	76	20.0
西德	53 ^①	32	124	23.6	103	23.0
法国	40	36.8	73.3 ^②	20.2 ^②	85.9	24.0
日本	39.6	59.3	190	51	152	56.5
意大利	17	51	60	36.7	58	29

① 包括玻璃纤维增强热塑性塑料。

② 为1972年数据。

建筑工业本身的迅速发展，玻璃钢在建筑上的应用范围就更加扩大了。

表 1-1 为近年来一些资本主义国家的玻璃钢产量及在建筑上应用的比率。

在 1974 年以前，各国的玻璃钢产量增长十分迅速，它在建筑部门的应用，则占有较大的比例。1974 年起，这些资本主义国家普遍受到石油危机的打击，影响了玻璃钢的发展，1976 年以后，又有所好转。尽管是石油危机，原材料来源受到一定的影响，但建筑工业仍然是玻璃钢的主要应用部门。

由于各国的情况不同，玻璃钢在建筑上的应用比率也有所不同。例如，日本由于独特的住宅情况和生活习惯，使日本用于建筑的玻璃钢消耗比率，大大超过其它国家；而英国，则主要因为研究工作不力及技术设计基础理论较差，故发展得不快。

在我国，玻璃钢已在建筑中逐步得到了应用。目前，采

钢产量及建筑上应用所占比率

表 1-1

1975 年		1976 年		1977 年	
总产量 (千吨)	建筑用比率 (%)	总产量 (千吨)	建筑用比率 (%)	总产量 (千吨)	建筑用比率 (%)
536	15	682	15.7	798	15.5
70	20	—	—	—	—
110	19	—	—	—	—
76.3	24	—	—	—	—
140	54	164	51	176	47
44.8	31	—	—	—	—

用玻璃钢制作的波形瓦、窗框、门、落水斗、落水管、隔墙、地面、装饰面板、活动房屋、混凝土模具、卫生洁具以及通风与空调设备、道路灯具和路标、浮雕装饰等已开始用于民用及工业建筑中。它不仅代替了砖瓦、灰砂石以及金属、木材等，而且制成的产品轻盈美观、色彩丰富、经久耐用。然而由于目前合成树脂和玻璃纤维等原材料供应不足以及价格较贵等原因，所以用量不大，应用范围有限。但是，随着石油化学工业、建筑业及其他工业的飞跃发展，玻璃钢在建筑中应用一定会出现一个崭新的局面。

二、玻璃钢在建筑上的应用范围

与传统建筑材料相比，玻璃钢有一系列独特的性能，所以在建筑工业中，其应用范围很广。它可以用作建筑物的采光材料、围护材料、装饰装修材料、给排水工程材料、采暖通风材料及土木工程材料等。

一般来说，玻璃钢制品中，按其在建筑上的应用情况来看，板式制品占有主导地位。表 1-2 为玻璃钢在建筑上的应用范围。

玻璃钢在建筑上的应用范围

表 1-2

材料分类	常用玻璃钢制品	应用举例
采光材料	透明波形板、平板、半透明中空夹层板，整体采光罩、整体采光屋顶及组装采光屋顶	用于工业、民用建筑，农用温室，公用建筑物。做天窗、屋顶及采光围护墙
围护材料	波形板、平板、薄板、各种夹层板、各种复合板、各种整体的薄壳结构	工业、民用建筑物的屋面板、幕墙、外墙、隔墙、嵌板、天花板、遮阳板、雨蓬、墙裙、防腐地面、各种整体的或组合的薄壳结构屋顶

续表

材料分类	常用玻璃钢制品	应用举例
装饰装修材料	平板、薄板、各种夹层板、各种复合板、各种异形截面型材, 各种直接成型的玻璃钢制品和玻璃钢复合制品	门框、门、窗框、窗扇、浮雕、花边、吊灯花、贴面板
给排水工程用材	容器、管道、各种管道附件、阀门、贮槽及各种直接成型的玻璃钢制品	冷、热水贮槽, 漏水管, 天沟, 漏斗, 上、下水管, 便池、净化槽、浴槽、组装浴室、组装卫生室及其它卫生洁具
采暖通风用材	管道、板材、格栅和直接成型的制品	空调管道、冷却塔、通风橱、排空管道
土木工程用材	板材、各种直接成型制品	混凝土模板、模箱, 临时挡土板, 各种道路用材
其它	玻璃纤维增强热固性泡沫塑料, 及各种直接成型制品	保温、隔音材料、电气开关、接线盒、电线杆、各种家具

三、玻璃钢建筑制品研制方向的探讨

(1) 在我国, 玻璃钢在建筑中应用的历史很短, 目前还没有为人们所熟悉, 从造型设计来看, 多数还是沿用传统的建筑制品的形式进行的“等代设计”, 没有充分发挥玻璃钢这一新材料的特点, 从而影响了玻璃钢的推广应用。这主要是对这种材料尚未进行深入研究, 缺乏这种材料性能的必要数据。因此, 必须大力加强基础理论的研究, 积累足够的性能数据, 以指导合理的工程设计。

(2) 玻璃钢的原材料主要是玻璃纤维和树脂两大类。从国外的情况来看, 玻璃钢用的玻璃纤维主要是池窑拉制的

粗纤维，纤维直径为9~18微米。我国使用的是玻璃布和无捻粗纱，纤维直径均在8微米左右，成本比粗纤维贵得多。但是，用粗纤维要增加树脂的用量。在树脂的价格比玻璃纤维贵的情况下，使用粗纤维未必能使玻璃钢的成本下降。所以，在发展池窑拉丝，用多孔大漏板拉制粗纤维的同时，还要大力研究增加树脂产量、降低树脂成本的途径。

国外使用的树脂主要是聚酯树脂。在我国，聚酯树脂的供应不足，因此，在增加聚酯产量的同时，还要广开树脂的来源，利用废料、下角料合成新型的树脂。同时，应加强热塑性玻璃钢的研究工作，用价廉的热塑性树脂代替较贵的环氧、聚酯等热固性树脂。

(3) 国外建筑中应用的玻璃钢主要是板式制品，即各种波形板、平板、夹层板及复合板。从使用的情况来看。除了要求不高的建筑物，如仓库等直接采用波、平板作围护结构外，较多的是使用夹层板、复合板。我国也应优先发展玻璃钢的各种板式制品，特别是夹层板和复合板。

十几年来，我国在波形板、透明薄板的研制中初步取得了一些成果。今后应大力在预制化、大型化、标准化方面多下功夫，同时，也应大力研制复合板材。我国石膏资源丰富，成本低廉，因此，可以考虑玻璃钢板与矿棉板、石膏板复合。以玻璃钢作外面层，矿棉板为中间夹层，石膏板为内面层。这样，既可以充分利用玻璃钢强度高、装饰性好的特点，同时又能降低墙板的成本，提高墙板的隔音、保温性能。当然，亦可因地制宜地采用其他的复合方式，如与泡沫塑料、纤维板复合，或与加气混凝土及干灰泥复合等等（参阅第四章）。

(4) 玻璃钢的某些特性，如耐腐蚀性，透微波性，

轻质高强等是传统的建筑材料所无法比拟的。如果发挥玻璃钢的这些特性,将玻璃钢应用于一些特种建筑物上,例如防腐建筑、微波通讯建筑、大跨度轻型建筑等,那么不论就建筑物的使用效果看,还是从建筑物的造价看,都大大优于传统的建筑材料。我国目前优先研制特种建筑,是可行的。同时,通过对于特种建筑的研制,亦可为玻璃钢在建筑业中的推广使用,积累丰富的实践经验。

第二节 玻璃钢建筑材料的特性

玻璃钢具有复合材料的典型特点和一些显著的优点。在这里我们对玻璃钢在建筑上应用的主要特点,作一简单的介绍。

一、在建筑上应用玻璃钢的主要优点

1. 工业化生产的可能性和成型工艺的灵活性

玻璃钢的原材料来源丰富。作为玻璃钢的主要原料之一——合成树脂,几乎完全可以由石油化工产品获得。而玻璃纤维的原料,也是十分易得的,所以,工业化生产玻璃钢,是完全可能的,而且也应该迅速扩大。

玻璃钢制品设计的灵活性强,成型方法多种多样,对于结构复杂的制品,可以容易地一次成型,而且制品的整体性好。

由于重量轻,可以制造大型产品。

产品的制作精度较高。尺寸的适应性强。

可以在工厂成批地预制成各种大、中、小型构件,在施工现场直接快速组装。也可以在施工现场制作。

2. 力学性能

玻璃钢的比重通常为 $1.4\sim 2.2$,仅为普通钢材的 $1/4\sim 1/5$ 比轻金属铝还要轻 $1/3$ 左右,而其机械强度可达到甚至超

过普通碳钢的强度。按比强度考虑，某些玻璃钢也能达到和超过某些特殊合金钢。表1-3为各种建筑材料机械性能。

从表 1-3 中可以看出，玻璃钢的力学性能较为优异。尤为重要的是，玻璃钢可以根据构件不同的受力情况，合理地配置增强材料、变换增强材料的组成，以满足不同位置及不同方向上的应力变化，使材料符合设计的要求。

各种建筑材料的机械性能

表 1-3

材 料	比 重	拉伸强度 (公斤/毫米 ²)	拉伸弹性模量 (公斤/毫米 ²)	压缩强度 (公斤/毫米 ²)	剪切强度 (公斤/毫米 ²)	冲击强度 (公斤/毫米 ²)	弯曲强度 (公斤/毫米 ²)
玻璃钢板	1.4~2.2	10~15	1000	27	8~10	100	22
结构钢	7.8	42	21000	—	—	1500	—
铝	2.7	19	7000	14.8	12	60	6.7
聚氯乙烯	1.4	6	300	10	4	3	10
石棉水泥板	2.0	1	1700	1.4	1.4	3	2
石膏板	1.1	0.4	80~230	0.5~0.7	1.0	2	—
木胶合板	0.55	2.4~4.8	390~620	1.6~2.7	2.0	100	20

由于上述力学性能，玻璃钢可以大大减轻建筑物的自重。它可以用来制造各种墙体材料、屋面材料等。同时，由于其成型工艺性好，可适用于制造各种复杂的、重量轻而刚度大的结构构件，如双曲面形、球面形、拱形的整体或组装的屋顶等。

3. 透光性、装饰性

传统的采光材料，通常采用玻璃。为了防止玻璃的破碎，常常需装铁丝网保护层，或在玻璃中嵌入铁丝网。后者的厚度及重量都较大（通常厚度为6.8毫米，重量为15公斤/米²以上），在安装时很不方便。

玻璃钢容易制成透光性很好的材料。这是金属、混凝

土以及其它一些传统建筑材料所无法比拟的，而且性能上比玻璃也优越得多。若采用透光玻璃钢作采光屋面，其厚度只有1.2~1.5毫米，因而屋面重量大大减轻（为2~2.5公斤/米²），不易破碎，安装也方便。

在设计时，若采用透光玻璃钢，则可以将结构设计、围护、采光三者结合起来考虑。这对于其它材料来说，是难以实现的。

玻璃钢是一种复合材料，从光学上来说，其特点是透过、散射光，故用它作采光材料，室内光线柔和，光强分布均匀，人们的感受舒适而不致耀眼，在背光处也不显得阴暗。

玻璃钢同时具有容易着色的特点，可以制成各种色彩鲜艳的透光或不透光的构件或装饰件，很适于作各种装饰材料。

4. 隔热性

现代建筑要求室内温度恒定，防止由热传导和对流引起室内热量的散失，所以，要求围护物（屋顶、墙壁）隔热性好。混凝土、玻璃、金属等材料的隔热性能一般较差，热阻值通常是低于0.2米²·小时·度/千卡。玻璃钢板材的热阻值一般为0.4米²·小时·度/千卡，但为了提高隔热性能，可以容易地制成夹层结构的形式，中间填加聚胺酯泡沫。这样的玻璃钢制品，其热阻值可由0.4米²·小时·度/千卡提高到0.8米²·小时·度/千卡。

一些隔热的透光墙体和屋面，常可以采用玻璃钢。

5. 隔音性

对一般的建筑物，其外墙体、隔墙、屋顶等，通常均要求隔音性能好。而隔音性能好的材料，往往比重大，不易装配。玻璃钢隔音性能虽不十分理想，但它有消逝振动音及传播音的作用。隔音效果也比硬金属好。

6. 电性能

玻璃钢是一种优良的绝缘材料，不受电磁波的作用、不反射无线电波、透微波性好，对电气通讯系统的建筑物，有着特殊的用途。

7. 耐化学腐蚀性

根据不同的原材料，可以制得对酸、碱、有机溶剂、海水等有良好的耐腐蚀能力的制品。它们有很好的耐微生物作用的特点。特别适合于化工建筑、地下工程和水下特殊工程的建筑。

8. 吸水和透湿性

玻璃钢的吸水及透湿性，一般都较低，可以制成各种制品，广泛地用于给排水工程中及建筑物的其它方面。

以上所述为玻璃钢性能的简述，性能的详细介绍在下面各章内叙述。

二、在建筑上应用玻璃钢应注意的问题

玻璃钢固然有很多特出的优点，但与传统建筑材料相比，总是有不少差异。何况任何材料总不能十全十美，总还存在某些缺点。所以在建筑上应用玻璃钢时，也应该考虑到这些问题。下面将主要问题，作一简述。

1. 关于建筑构件的结构设计

在玻璃钢制品中，虽然随着玻璃纤维的组成以及排列方式不同，材料的弹性模量会有一些变化。但是总的来说，其弹性模量比钢材、铝、甚至木材都要低，即材料的刚性较差。

结构的稳定性与构件的稳定性有关，而构件的稳定性又与材料的刚性（或弹性模量）有关。玻璃钢的刚性小，有较大的蠕变性能，所以在相同的荷载下，它的变形性较大。然而，结构的稳定性还与构件本身的结构形式有关。在建筑上

应用玻璃钢时，对于结构设计或设计构件，则应特别注意采用稳定性（刚性）好的结构形式。例如，采用波形、折板形的型式，双曲面结构、拱形结构一类的薄壳结构以及夹层结构等，以克服材料本身刚性差的缺点。要避免不适当地沿用传统的结构形式，片面地从增加材料厚度的角度，来试图达到构件刚性的目的，以免使原材料的成本不合理地增加。一些传统的结构形式，对于玻璃钢来说，可能是不合理的。

根据目前使用情况来看，只要在结构上设计得合理，完全可以由玻璃钢制品得到十分坚固的建筑物。

另外，在构件的结构设计时，应该充分利用玻璃钢成型的整体性这一特点，以利于一次成型，从而增加构件的强度，提高劳动生产率，缩短施工时间等。

2. 材料的结构设计

与钢材、混凝土等建筑材料不同，玻璃钢可以是各向异性材料。在成型时，利用改变玻璃纤维布列的方式，较容易地改变材料的性能，所以，应该根据结构或构件内部的应力分布情况，合理地进行材料本身的结构设计。

同时，玻璃钢比传统建筑材料贵，所以，将玻璃钢用于建筑上，则必然要求使每一分材料都发挥最大的作用。这除了对构件进行合理的结构设计外，也要对材料本身进行合理的设计。

一般来说，玻璃钢目前还不十分适于用在笨重的承重部位，而适用于建筑物的非承重或承重较小的部位，如屋面、隔墙、装饰板、嵌板等。建筑物的大部分荷载往往还是由混凝土或钢材等构件来承受。

3. 燃烧性能及防火问题

和其它有机材料一样，玻璃钢能着火燃烧。