



数据加载失败，请稍后重试！

ISBN7-03-005072-X/TQ·22

定 价：20.00 元

玻璃钢拉挤工艺与制品

岳红军 主编

科学出版社

1995

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书主要介绍玻璃钢拉挤工艺及制品,包括国内外拉挤工艺简述,玻璃钢的主要基体材料及其物化性能及选用标准,拉挤制品的设计及应用等。

本书可供从事材料科学、航空、航天、石油等研究的科技人员及大专院校有关的专业师生参考。

玻璃钢拉挤工艺与制品

岳红军 主编

责任编辑 童安齐

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995年11月第一版 开本: 850×1168 1/32

1995年11月第一次印刷 印张: 4% 插页: 3

印数: 1—4 000 字数: 111 000

ISBN 7-03-005072-X/TQ·22

定价: 20.00 元

大力开发拉挤玻璃钢制品

(代序)

据中国玻璃钢工业协会统计,迄今我国已拥有拉挤玻璃钢生产线 100 余条,其中国产线已占 60%左右;年生产能力约 4×10^4 t。

拉挤成型的优点可概括为:

生产效率较高,适合大批量生产,可生产长尺寸(理论上无限长)制品;

在拉挤方向上可得到很高的强度;

自动成型,质量稳定;

制品尺寸精度高,表面平滑;

可生产包括凹槽在内的截面形状复杂的制品;

可与其它材料镶嵌成型;

工作环境较其它玻璃钢成型工艺好;

原材料(尤其是基体树脂)选择范围较广。

我国拉挤成型工艺的研究起步并不算晚。1968 年,北京二五一厂(玻璃钢研究设计院)以拉挤法生产了玻璃钢管,1974 年拉制出了槽形玻璃钢型材,1982 年拉制出蛋形截面型材,用以生产双杠、高低杠的横杠;并试制成功以酚醛树脂为基体的电机槽楔。70 年代武汉工业大学以拉挤法生产了小直径圆截面拉杆与天线。80 年代,秦皇岛耀华玻璃钢厂与西安绝缘材料厂率先引进了国外拉挤生产线。90 年代初,秦皇岛耀华玻璃钢厂与石油工业部湖北沙市钢管厂分别自行研制与引进国外技术,以拉挤法生产石油开采抽油杆,并用于实际生产,受到石油部门的认可。现在,南

• i •

京玻璃纤维研究设计院以拉挤法生产格栅型材；锦州特种玻璃钢厂以拉挤法生产出窗户用型材与灯杆；广东省国营阳江玻璃钢厂以拉挤法生产电工梯及冷却塔用型材。尤其值得一提的是中意玻璃钢公司新近引进美国专用拉挤设备，生产出了光缆增强芯材，至于目前拉挤产品产量最大的还是帐篷用支撑竿。建筑用板材、电线横担、高速公路护栏、门窗等产品正开发之中。哈尔滨玻璃钢研究所、秦皇岛耀华玻璃钢厂、西安绝缘材料厂、北京二五一厂在拉挤工艺及设备方面作了大量的工作，成果已用在生产实践上。

面对国内 100 余条拉挤生产线，我又喜又忧。所喜者，我国已具备了相当的生产拉挤玻璃钢制品的条件。所忧者，首先是拉挤玻璃钢产品的开发。如果产品不具备相当的批量，且又不适应拉挤工艺的特点，这许多拉挤生产线就可能运行不起来，因而必须花大力气，开发对路的拉挤制品。其次，目前国内某些拉挤所用的原材料，如 4800TEX 的直接无捻粗纱、拉挤用的改性酚醛树脂等尚无厂家生产供应，这有待于玻璃纤维、化工等行业的配合与努力。

当此祖国“八五”规划的最后一年，由岳红军主编的这本内容较为全面、翔实的《玻璃钢拉挤工艺与制品》一书，可对从事拉挤制品研究、生产与应用的人士有所借鉴并有助于我国玻璃钢行业的发展。

参加本书编写工作的还有赵连明、李卓球、马福柱等。

囿于时日，书中欠详、欠妥之处亦在所难免，尚望同行专家不吝指正。谨此越俎代庖序之。

陈 博

一九九五年立秋于北京三里河

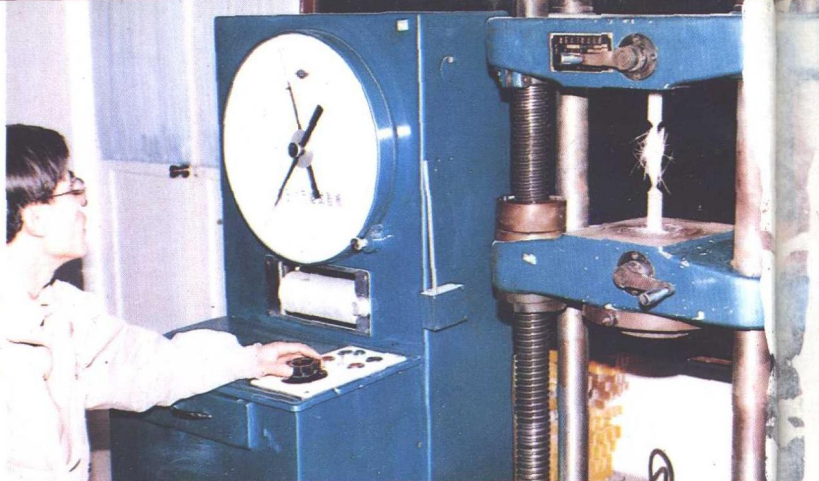


1. 这是中意玻璃钢有限公司引进的 Berplast 拉挤工艺装备，
可以生产各种截面拉挤制品

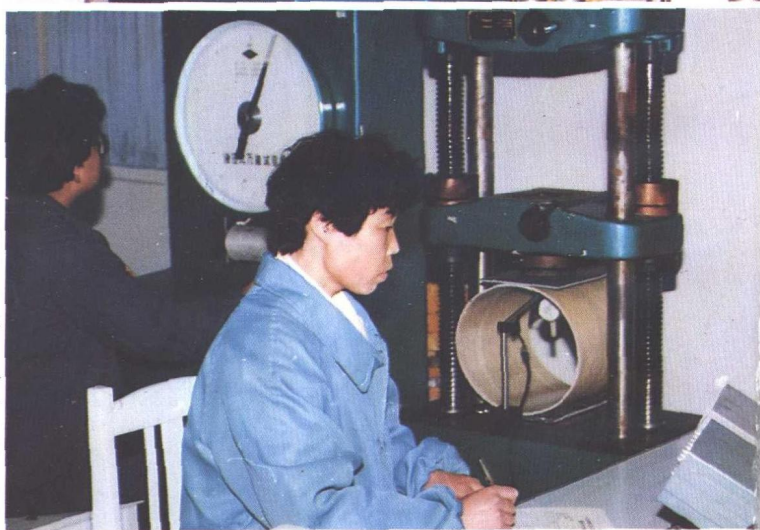


2. 这是中意玻璃钢有限公司生产的各种型材制品，
已大量投放市场

3. 中意玻璃钢有限公司的质检人员正在检验棒材的力学性能



4. 中意玻璃钢有限公司的质检人员正在进行管材的平板加载检测



5. 中意玻璃钢有限公司的质检人员，对进厂的原材料进行性能检测

目 录

第一章 概论	(1)
1.1 引 言	(1)
1.2 拉挤工艺现状与发展	(2)
1.3 拉挤工艺	(8)
第二章 增强材料	(12)
2.1 引 言	(12)
2.2 增强材料的选用、分类及组分	(13)
2.3 玻璃纤维的生产工艺	(17)
2.4 玻璃纤维的物理性能和化学性能	(18)
2.5 玻璃纤维的主要制品	(20)
2.6 玻璃纤维的表面处理	(24)
2.7 玻璃纤维无捻粗纱	(34)
2.8 玻璃纤维毡	(37)
2.9 玻璃纤维编织物在拉挤工艺中的应用	(42)
第三章 基体材料	(44)
3.1 引 言	(44)
3.2 基体材料作用、组分及选用原则	(45)
3.3 不饱和聚酯树脂	(47)
3.4 酚醛树脂	(64)
3.5 填料与色料	(70)
第四章 结构设计基础	(77)
4.1 引 言	(77)
4.2 弹性常数的预报公式	(77)
4.3 强度的预报公式	(81)
4.4 强度设计	(83)
4.5 刚度设计	(87)
4.6 稳定设计	(90)

4.7	连接设计	(93)
第五章	拉挤制品的设计及应用.....	(101)
5.1	拉挤制品的性能	(101)
5.2	拉挤制品的设计	(107)
5.3	拉挤制品的公差标准	(116)
5.4	拉挤制品的应用	(124)

第一章 概 论

1.1 引 言

拉挤成型工艺是将纱架上的无捻玻璃纤维粗纱和其它连续增强材料、聚酯表面毡等进行树脂浸渍,然后通过保持一定截面形状的成型模具,并使其在模内固化成型后连续出模,由此而形成拉挤制品的一种自动化生产工艺。

对于连续纤维增强塑料的定截面尺寸的长形制品而言,拉挤工艺具有明显的优越性。首先,由于拉挤工艺是一种自动化连续生产工艺,与其它玻璃钢生产工艺相比,拉挤工艺的生产效率最高;其次,拉挤制品的原材料利用率也是最高的,一般可在 95%以上。另外,拉挤制品的成本较低、性能优良、质量稳定、外表美观。由于拉挤工艺具有这些优点,其制品可取代金属、塑料、木材、陶瓷等制品,广泛地应用于化工、石油、建筑、电力、交通、市政工程等领域。

拉挤工艺是 40 年代末,为生产钓鱼杆而发展起来的。近 10 年来,无论是在原材料、品种规格,还是在生产工艺与制造设备等子等方面都得到了快速发展。

拉挤制品可分为热固性和热塑性两大类。热固性拉挤制品是指以热固性树脂为基体的增强纤维塑料制品;热塑性拉挤制品是以热塑性树脂(如 PP, PVC, 尼龙和 PET)为基体的增强纤维塑料制品。由于热固性树脂的加工范围较宽,其工艺性能好,因此在拉挤的原材料中仍占主要部分,但与大多数传统不饱和聚酯树脂相比,热塑性拉挤制品的耐腐蚀与韧性更好,而且热塑性拉挤具有潜在的优点,拉挤速度可达到 15m/min,而一般热固性拉挤速度仅为 0.5—1m/min。热塑性工艺的另一个优点是其制品具有可回收性,这是热固性工艺无法比拟的。因此,尽管热塑性拉挤工艺处于

萌芽状态,还有一些关键领域尚需研究,但人们将会对热塑性拉挤工艺越来越感兴趣,这种工艺也将得到较快的发展。

随着拉挤工艺与设备的发展,拉挤制品的种类越来越多,各种截面形状和尺寸的制品相继出现。现已开发出了各种高性能的拉挤制品,如高压绝缘、阻燃少烟、高强高弹等类型的制品,广泛应用于各行各业。这种新材料新产品越来越受到人们的重视,在市场竞争机制中,也越来越显示出其优越性。

1.2 拉挤工艺现状与发展

1.2.1 发展概况

玻璃钢(FRP)拉挤工业是从50年代开始发展起来的,50年代初美国有几个厂采用间歇式牵引式的简陋拉挤机组生产简单的实心棒材;50年代中期出现了连续牵引机,直到50年代末拉挤出了结构简单的型材制品,到了70年代,美国的拉挤工业得到了迅速发展。以销售量计,从70年代初期的5000t左右发展到70年代末的2万余吨。到1990年达到了 5.5×10^4 t,这20年间销售量净增 5×10^4 t,平均每年增加12.7%。

西欧拉挤工业在产量和销售量方面稍落后于美国。尽管如此,西欧近几年的拉挤工业的发展也是迅速的。1986年至1992年间,西欧拉挤制品年产量从 $(0.96-2.26) \times 10^4$ t,年增长率达12.6—17.8%。其中意大利的Top Glass公司产量最大,达到了年产量5000余吨的水平。

日本的拉挤工业仅次于美国,从1977—1985年间,拉挤工艺在整个玻璃钢生产工艺中的比重为10%左右,1985年拉挤制品年产量就已超过 2×10^4 t。

我国是从70年代开始研究拉挤技术,研究单位有北京二五一厂、武汉工业大学。国内现已有不少厂家从国外引进了拉挤技术设备,如西安绝缘材料厂从英国Pultrex公司引进用于生产电机的槽楔、棒材等;秦皇岛耀华玻璃公司玻璃钢分厂从英国Pultrex公司

引进拉挤设备,成功地生产了石油开采抽油杆等产品;中意玻璃钢有限公司从意大利 Top Glass 公司引进 5 条拉挤生产线,其中有一条是我国首家引进的光缆增强芯拉挤设备,其拉挤速度可达 15—35m/min。

表 1.1 和表 1.2 列举了西欧近几年来拉挤制品产量及各国产量的对比,表 1.3 列举了美国与西欧 FRP 拉挤工业的情况对比。

表 1.1 1986—1992 年西欧拉挤 FRP 制品产量

项 目 \ 年 份	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
产量($\times 10^4$ t/年)	0.96	1.11	1.29	1.52	1.74	1.96	2.26
年增长率(%)		15.6	16.2	17.8	14.5	12.6	15.3

表 1.2 1991 年西欧国家拉挤 FRP 产量

国 家 \ 项 目	意大利	斯堪的纳维亚	德 国	法 国	英 国	西班牙	其它国家	共 计
产量($\times 10^4$ t/年)	0.75	0.26	0.184	0.277	0.27	0.064	0.20	2.005
占有率(%)	37.40	12.97	9.18	13.82	13.47	3.19	9.97	100.00

表 1.3 1990 年美国与西欧 FRP 拉挤工业对比

项 目 \ 国 家	销售量 ($\times 10^4$ t)	年增长率 (%)	销售值 (万磅)	拉挤机 (台)	生产能力 ($\times 10^4$ t)	拉挤公司 (个)
西 欧	1.5	18	5000	200	3	50
美 国	10	20	30000	300	15	90

1.2.2 拉挤工艺概况

由于拉挤工艺的不断发展,从小截面尺寸、形状简单、对称结构的制品向大型、复杂、非对称结构的拉挤制品发展。在拉挤制品宽幅方面,美国、意大利已能生产 1.5m 宽的建筑板材。在截面形状方面,各种复杂的型材、精致的装配制品、曲面加筋叶轮等,已纷纷问世。

在以往工艺中,拉挤制品横断面上的材料或结构呈不对称时,固化后势必产生扭曲。因此,拉挤制品的材料设计原则被认为是制品的横断面里的材料或结构必须对称,但现在这种限制已被先进的拉挤工艺技术打破了。设计者可根据需要设计不对称的截面结构,也可以采用对称材料进行铺设设计。工艺设计者可以利用先进的拉挤设备,采用计算机控制方法使拉挤制品保持直线。

拉挤制品的监测水平是衡量其工艺水平高低的重要标志。其主要作用是:

- (1) 确立控制与确保产品质量的工序。
- (2) 通过详细试验能超前理解该工艺。

Pera International 公司制成的一种拉挤工艺监测系统,已于1989年开始应用,主要用于研究拉挤新树脂的本质,改进已确定的拉挤工艺技术。该系统采用了微机控制,此微机与相应的传感系统相连,具有自动获取工艺数据的功能,可输出有关工艺系数,并与有关指示仪器相连接。

其中,温度传感器是一种铂线电阻温度计。监测拉挤速度的是一种双向超小型光学增量编码器。还有其它各种 0—5V 变形传感器连同计算机组成了一个监测系统。

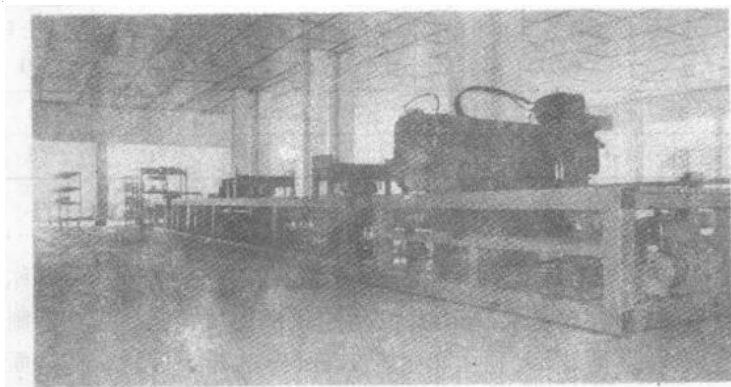


图1 拉挤机



图 2 纱架

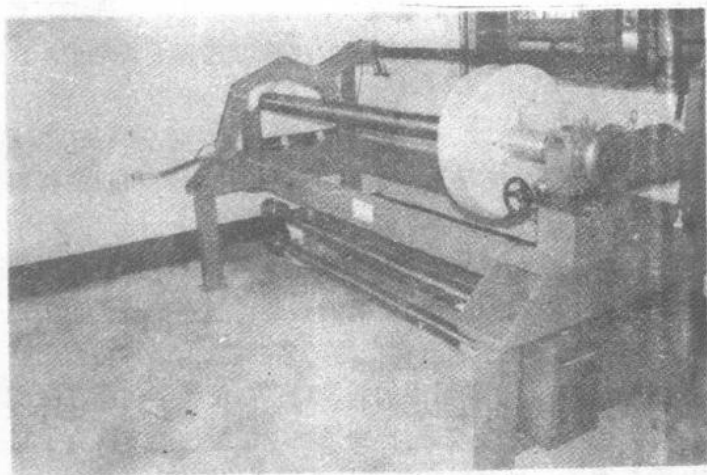


图 3 毡布分切机

这个系统具有 15 个/s 的取样率、监测相邻 15 个浸渍槽的能力,计算机显示器清晰显示出当时的数据。此外,所收集的数据也在计算机硬盘上以图表形式编辑、储存起来,以备检索、询问。

每个传感器的操作极限可以预选,传感器在屏幕上指示限定

值,当不遵守预选的操作极限时由于已储存数据能立即意识到,能重新建立最佳操作条件。

计算机内储存的数据可随时被调出,通过分析这些数据,并和材料的化学性能物理性进行比较,从而对工艺条件进行调整。这类数据在产品发展中也是非常重要的,能够有效地使原材料和制品断面轮廓最佳化。

意大利 Top Glass 公司拉挤工艺中采用了这类先进的监控手段。在光纤光缆增强芯的生产过程中,增加了计算机监控警报系统。一旦出现纤维断丝等意外情况,即刻响起警报,操作者可及时进行处理。值得一提的是,该公司完善的质量管理系统,从产品的设计、试验、调试、生产、自动监控、检测,直至装箱入库,每一个环节都是非常严密的。

国内的拉挤工艺近年来发展较快,通过引进吸收先进工艺和技术,以及开展各类研究项目,使我国的拉挤工艺有了长足进步。

1.2.3 新技术动向

拉挤工艺的新技术表现为:(1)采用新的原材料和新的材料结构形式;(2)全新的工艺及设备;(3)新产品开发。

原材料在拉挤工艺中占有十分重要的地位,原材料主要由树脂系统与纤维增强系统所组成。传统的聚酯树脂在拉挤工艺中仍占有主要地位,其原因在于它有优良的工艺性能。但这种树脂仍有不足,例如阻燃性差。通过采用添加剂、填料等,使聚酯树脂在阻燃性、耐热性等方面有了许多改进,特别是在电绝缘性能方面有了很大进展,从而拓宽了这种材料在新产品开发上的应用。

酚醛树脂的工艺性不如聚酯树脂,但它的阻燃性、耐热性十分优良,如有些酚醛树脂的氧指数最高可达 100%,这意味着这种材料在纯氧状态下具有自熄性。尤其是它具有发烟量低的特点,对用户有较强的吸引力,因为在火灾中的死亡事故往往是由于浓烟窒息而导致的。因此,这种材料在一些阻燃要求高的构件中得到了应用。如有轨车可移动车库的侧帮板、顶篷板等。

传统的拉挤工艺采用的增强纤维是单向无捻纤维,这种材料形式使得制品在拉挤方向具有较高的强度,但横向的强度较差。为了增强其横向强度,连续原丝毡、短切原丝毡和织物带等得到了应用。其中连续与短原丝毡应具有较高的干态与湿态拉力强度,使其在拉挤工艺中能保持毡的连续性。这种材料在美国、日本、意大利等国都得到了广泛应用,我国目前还处在试制与小规模生产阶段。

在拉挤工艺的新技术中,光纤光缆 FRP 增强芯的生产技术是一种典型的范例,它采用了新材料、新工艺、新设备等一系列全新的技术。其中,新材料包括采用光敏树脂系统,高强高弹纤维纱;新工艺采用光照固化工艺,计算机全程监控,以及 PP 涂敷技术、全自动化生产等先进技术;由于固化工艺不同,新设备完全不同于一般的拉挤设备,这种新技术有两个最大的优点:其一是拉挤速度快,一般可在 15m/min 以上,其二是拉挤制品强度在 1200—1600MPa 之间,这两条优点是目前所有其它拉挤技术不可比拟的。

新产品开发是新技术的必然产物,这方面成果较多。例如,美国 OCF 公司研制成 PU 涂层 FRP 蒙皮玻纤芯材的夹心结构窗框,并获专利权。Weyerhaeuser 公司与美国复合材料技术(ACT)公司研制成 FRP 蒙皮、嵌有泡沫塑料保温芯层、宽度为 1625mm 的拉挤板材,可做屋顶,墙板和拱腹。玻璃钢桥的单孔桥构件,宽 1.2m、跨距 12m,甚至 20m,可承受 4880Pa 的载荷。

采用新材料的新产品不断涌现。例如,Compositek Corp 公司采用石墨纤维/环氧拉挤成型整体翼梁,具有蒙皮的机翼。MMFG 公司采用玻璃纤维、碳纤维/高性能热固性树脂,拉挤成型厢式车、货车整体驱动轴,优于其它材料制件,有 20 多种型号汽车采用,1988 年产量为 10 万件,1990 年为 30 万件。

表 1.4 列举了美国从 1988—1993 年拉挤制品的销售量,并对 1995 年、2000 年的拉挤制品销售量进行了预测。