

玻璃钢成型技术

蔡 建

(中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039)

摘要 系统地介绍了玻璃钢的几种传统成型加工技术的特点及工艺过程, 同时简要地阐述拉挤成型、树脂传递模塑、反应注射模塑、片状模塑、自动叠层等近年来出现的几种新技术、新工艺, 并介绍了各成型工艺的工艺流程、适用范围及优缺点。

关键词 玻璃钢 复合材料 成型技术

玻璃钢是以合成树脂为粘接剂, 玻璃纤维及其制品作增强材料而制成的树脂基复合材料, 又称为玻璃纤维增强塑料 (GFRP)。玻璃钢具有质量轻、强度高、抗疲劳性能、减振性和耐化学药品性好, 电绝缘性能及热性能优良, 施工工艺性和可设计性良好等特点, 在汽车、船舶、铁路运输、建筑、日用品、家具、机电、化工、石油、国防等各个领域得到了广泛的应用。

玻璃钢工业始于 20 世纪 40 年代初, 随着玻璃纤维、合成树脂等原材料工业的发展和各种新技术、新设备的涌现, 玻璃钢工业得到了长足的进步, 形成了从原材料、成型工艺、成型设备到性能测试等较完整的工业体系^[1]。

玻璃钢是目前世界上产量最大、用途最广的复合材料。随着玻璃钢的不断应用和品种的不断增多, 各种成型加工技术也得到了相应的发展。目前的玻璃钢成型技术有几十种, 按工艺原理分主要有: 手糊成型、喷射成型、缠绕成型、模压成型、反应注塑成型、连续拉挤成型、片状模塑料 (SMC) 自动化系统、挤出注射成型、传递模塑、复合加工、低压预成型、紫外线固化预浸料成型、计算机数控缠绕成型等。

1 成型技术及其新进展

1.1 手糊成型技术

手糊成型技术是用不饱和聚酯、环氧树脂等室温固化的热固性树脂, 将玻璃纤维及其织物等增强材料粘结在一起的一种无压或低压成型技术^[2]。该技术在我国玻璃钢工业制造中占据主要地位。

手糊成型的主要原辅材料有增强材料(加捻布、无捻布、短切纤维毡、表面毡等)、合成树脂(不饱和聚酯、环氧树脂等)、固化剂(过氧化物类、胺类等)、促进剂、填料、着色剂、阻燃剂、防静电剂等。

一般应根据产品的性能技术要求, 合理选择玻璃纤维种类、树脂配方及铺设方式。模具是手糊成型工艺中的主要设备, 模具的质量直接影响到产品的质量, 模具设计时应根据产品的几何尺寸和强度要求及手糊成型的工艺特点, 合理地确定其结构、尺寸公差、表面粗糙度、圆角、拔模斜度等; 根据产品的尺寸大小、形状、数量, 正确选择模具材料。一般用于手糊成型模具的材料有金属(钢、铝合金等)、木材、水泥、石膏、橡胶、石蜡、玻璃钢等。

手糊成型的主要工序是在涂有脱模剂的模具上, 交替地刷或喷一层树脂胶液, 然后铺一层纤维增强材料, 如此重复操作, 直至达到产品尺寸要求。其工艺流程为: 纤维增强材料表面处理、裁剪→树脂胶液配制→模具准备(涂脱模剂、干燥、涂胶衣)→铺层糊制→固化→脱模→修饰→产品。

该技术操作方便、所需设备简单、投资少、现场操作性强、不受产品尺寸和形状的限制, 可根据产品设计要求铺设不同厚度的增强材料, 缺点是劳动强度大、生产效率低、产品质量不稳定、生产环境差。

手糊成型是一种低压成型法, 工艺设计自由度大, 适用于制造各种形状较复杂及非定型的玻璃钢产品, 如波形瓦、卫生间、雨阳蓬、船身、车体、罐体、贮槽、塔体等, 目前我国各行业中得到广泛应用。

1.2 喷射成型技术

喷射成型技术是从手糊成型工艺发展而来, 利用喷枪将玻璃纤维切断、喷散, 使纤维和雾化的树脂胶液在空间混合后, 喷射到模具上, 然后用压辊压实, 固化而得制品。

喷射成型技术工艺流程为: 树脂、助剂等材料准备→混合→玻纤切割→喷射→辊压→固化→脱模→制品。该技术生产效率比手糊成型高, 降低了成本, 壁厚可自由调节, 制品整体性好, 但是不能精确控制制品厚度和均匀性, 工作环境差。按动力源可分为气动型和液压型, 按树脂胶液与引发剂的混合形式可分为内混合型、外混合型和先混合型。

喷射成型要求树脂具有较低的粘度、适当的触变性和良好的浸润性, 要求增强纤维分散性好, 一般多用粗纱, 同时需要用表面处理剂对其进行表面处理。

喷射成型设备主要是喷射机, 由树脂胶液喷射系统和纤维切割喷射系统组成。树脂胶液喷射由输送、混合、喷射装置完成, 纤维切割喷射由安装在喷枪上的切割喷射器完成。

该工艺技术可用于制造车体、船体、卫生洁具、大型平板、异形板、各种容器及管道内衬等。

1.3 缠绕成型技术

缠绕成型技术是玻璃钢成型技术中机械化、自动化程度比较高的一种工艺技术, 该技术是将经过表面处理的连续玻

玻璃纤维合股毛纱或玻璃布带浸渍树脂胶液后,连续地缠绕在模芯上或内衬上,然后经加热固化或常温固化,脱除模芯,即得制品。生产上按工艺特点可分为干法缠绕、湿法缠绕和半干法缠绕三种。干法缠绕成型是将连续的玻纤浸渍胶液后,在一定的温度下烘干,除去溶剂,然后制成纱锭,缠绕时将预浸胶纱带按给定的缠绕规律直接缠绕于模芯上;湿法缠绕成型是将连续玻纤纱或玻璃布浸渍树脂胶液后,直接缠绕到模芯或内衬上,然后再固化而得制品;半干法缠绕成型与湿法相比增加了烘干工序,与干法相比,缩短了烘干时间,该法可在室温下缠绕。

一般应根据产品的形状尺寸、技术指标要求、设备情况来确定成型方法,选择合适的原材料,设计合理的缠绕规律。其工艺流程为:玻纤或布带表面处理→树脂胶液配制→模具准备(涂脱模剂)→玻纤或布带浸胶→缠绕→固化→脱模→修饰→成品。正确选择原材料及模具材料、合理设计模具结构、优化成型工艺参数是保证产品质量的关键。影响缠绕玻璃钢制品性能的主要工艺参数有玻纤的预处理、玻纤浸胶、缠绕速度、缠绕张力、温度等,通过合理控制各工艺参数,可确保产品质量。

用该技术制得的产品比强度高、产品质量好,生产效率高、便于大批量生产,但强度方向性较明显、层间剪切强度低、设备要求高。

随着各种新材料的不断开发和应用范围的扩大,缠绕成型技术近年来也取得了很大的发展。所用树脂材料从热固性树脂发展到热塑性树脂,热固性树脂包括不饱和聚酯、环氧树脂、酚醛树脂、呋树脂等,热塑性树脂包括聚酰亚胺、聚醚酮、聚砜、聚苯硫醚、聚四氟乙烯等。所用纤维也从玻璃纤维发展到碳纤维、碳化硅纤维、硼纤维、陶瓷纤维等。同时,随着计算机技术的发展,缠绕成型机也从传统的机械式发展到计算机控制缠绕机,通过计算机进行工艺参数的优化组合,产品质量可得到提高,且减轻了劳动强度,使生产实现机械化、自动化,提高了生产效率。

该方法主要适用于圆柱体、球体等回转体类产品,如大型贮罐、管材、受压容器等,在军事上可用于制造弹筒、药筒等产品。

1.4 模压成型技术

模压成型又称压制成型,包括压缩模塑和层压两种。该技术已相当成熟,在热固性塑料工业中占主要地位。

模压法工艺流程一般为:模具准备(预热、涂脱模剂)→模压料预热、预成型→装模→压制→脱模→修饰→成品。

模压法按增强材料的物理形态可分为如下几种:

(1) 短切纤维材料模压法 将短切纤维与酚醛树脂、环氧树脂等进行预混或预浸后放入模具中,通过加热加压成型制品。主要用于高强度制品和要求耐热、耐腐蚀等特殊性能的制品成型,玻纤长度较长,含量较高。该法是目前应用最广、发展最快的高强度玻璃钢制品模压成型工艺。用该法制得的产品在机械、化工、航天、电子等方面得到了广泛的应

用。

(2) 毡料模压法 将浸渍有树脂胶液的连续玻璃纤维毡剪裁成一定的形状,然后将其放入金属模具中进行压制成型。

(3) 碎布料模压法 将浸渍过树脂胶液的玻璃纤维布或织物剪裁成碎块置入模具中压制成型。

(4) 层压模压法 将预浸胶后的玻璃布或织物裁剪成所需形状,然后在模具中层层铺叠并压制成制品,该法适用于大型薄壁制品或形状简单的制品。

(5) 缠绕模压法 首先将浸有胶液的玻璃纤维丝或布带缠绕在模芯上,然后再在金属模具中加热加压成型制品,该法适用于回转体类制品。

(6) 定向铺设模压法 根据产品的实际使用受力情况将预浸料、布沿一定的方向定向铺设,然后将铺设好的坯料放入模具中进行压制,加强制品受力大的方向的强度。该工艺一般分为三个阶段:应力分析阶段、定向铺设阶段、压制成型阶段。

(7) 多向织物模压法 将预先织成一定形状的多向织物浸渍树脂胶液后,在金属模具中进行压制成型。

(8) 吸附预成型坯模压法 又称金属对模成型法,首先将玻璃纤维用空气吸附预成型或湿浆预成型仿制成与制品的形状、尺寸相似的坯料,然后放入模具中与液体树脂混合,在一定的温度和压力下压制成型制得制品。该法尤其适用于大型、复杂、异形、深拉制品的成型,成本低,易实现自动化生产。

近年来,模压成型工艺技术已成为当今玻璃钢成型的主要工艺技术,随着各种工艺的不断完善和原材料技术的提高及新工艺的发展,同时,因其具有生产效率高、制品尺寸精确、表面光滑、成本低、可以一次成型等特点,在各行各业的应用也越来越广泛。缺点是压模设计及制造复杂、投资大,适用于中、小型玻璃钢制品。

1.5 反应注塑成型(RIM)技术

反应注塑成型技术是将液体树脂经过计量混合后注入模具中,在模具中发生化学变化并固化成一定形状的制品。其工艺流程为:材料准备(单体、助剂等)→计量→混合→充模→反应固化→脱模→后处理→制品。

该工艺具有效率高、能耗低、产品适应性强等特点,最早用于聚氨酯产品的加工,随着RIM技术的不断发展,逐渐将其应用到增强塑料上,出现了将短切玻纤或片状增强材料加入液体树脂反应物中混合,然后注入模具中反应固化成型的增强反应注塑成型技术(RRIM),以及首先将长纤维增强材料铺设于模具中,然后注入液体树脂到增强材料中的结构反应注塑成型技术(SRIM)和铺垫模塑反应注射成型技术(MMRIM)。原料体系也从聚氨酯发展到聚酰胺、聚碳酸酯、聚脲、酚醛树脂、不饱和聚酯、环氧树脂、聚双环戊二烯等十多种材料。

RRIM工艺技术在RIM技术中占据主导地位,在汽车

保险杠、挡泥板、车箱体等方面都有应用。近年来,SRIM、MMRIM 技术也得到了突飞猛进的发展。

1.6 拉挤成型技术

拉挤成型技术是将浸渍过树脂胶液的连续玻璃纤维束或布带,通过成型模具模塑成型,在模具中或加热炉中进行固化,在牵引机构拉力作用下,连续拉拔出无限长度的玻璃钢型材的方法。

拉挤成型工艺自 20 世纪 50 年代在美国问世^[3],70 年代随着适合拉挤工艺应用的合成树脂、玻璃纤维及织物等原材料的问世而得到迅速的发展。80 年代美国的拉挤产品以每年 12.5% 的速度递增^[4]。我国对拉挤成型工艺的研究始于 20 世纪 70 年代,国内相关厂家也从国外引进了拉挤设备,已生产出了角形、槽形、工字形等各种产品投放市场。

拉挤成型工艺流程为:玻璃纤维束、布准备→胶液配制→浸胶→预成型→挤压模塑及固化→牵引→切割→制品。在成型过程中需要控制玻纤的输送、胶液浸渍、预成型、挤压模具温度、牵引系统、切割系统等。

拉挤成型工艺按设备一般可分卧式和立式,卧式拉挤成型按牵引方法又分为间歇式、连续式两种。间歇式拉挤成型就是牵引机构间断工作,浸胶后的纤维在模具中加热固化定型后牵引出模,下一段浸胶纤维继续进入热模中固化,定型后再牵引出模,如此往复,形成连续不断的制品,然后按要求切割。连续式拉挤成型是指制品在成型过程中牵引机构连续工作,牵引和模塑固化是连续进行的,合理控制固化温度、固化时间、模具温度、牵引力、牵引速度是保证制品质量的关键。立式拉挤成型是用熔融或液体金属槽代替热成型模具,其余工艺过程与卧式拉挤成型相同。

拉挤成型工艺可制造多种形状和尺寸的型材。除各种标准几何形状与整体型材外,还可制成多种用户指定的特殊形状的型材。拉挤成型制造的型材有小至数平方毫米的电缆元件,大至数平方米的桥梁面板,故拉挤成型制品用途极其广泛。目前美国拉挤成型的材料产量达 10 万 t/a 以上。

拉挤成型工艺主要发展方向是为港口、输电、土木建筑等基础设施工程和高层建筑提供厚壁结构件,提供形状复杂的制品,并降低成本,改进产品质量。

拉挤成型工艺不仅适用于生产玻璃钢,还适用于多种纤维和树脂的复合,并向设备大型化、自动化方向发展,值得引起我们的足够重视。

拉挤成型技术适用于成型各种断面形状的玻璃钢型材,如管、棒和各种截面形状的制品。该技术易于实现机械化和自动化^[5]、产品质量稳定、制造速度快、材料利用率高,但要求的操作技术水平高,初期投资大。

1.7 拉挤—缠绕复合成型技术

将缠绕技术引入拉挤成型工艺中,组成拉挤、缠绕技术是拉挤工艺的新发展^[6],其工艺过程是在拉挤工艺的固化成型之前的适当环节之间引入缠绕工艺,构成一个以拉挤工艺为主,缠绕工艺为辅的复合材料成型系统。其工艺流程为:

玻璃纤维准备→浸渍胶液→预成型→缠绕→二次浸渍→挤压模塑及固化成型→牵引→切割→成品。

用该种工艺技术成型的产品可设计性强,综合了缠绕成型和拉挤成型的优点,弥补了由拉挤和缠绕成型加工产生的缺陷,制品综合性能好。

1.8 片状模塑料和团状模塑料(BMC)成型工艺^[7]

SMC、BMC 是短纤维增强热固性树脂的模压料,成型加工时无须进一步预固化、干燥以去除挥发分或经过其它加工步骤加热模具,在足以使材料能够流动、压实而又不太大的压力条件下模压。

SMC 工艺 20 世纪 60 年代首先出现在欧洲,随后得到了各国的重视和发展,因其具有良好的力学性能和成型加工性,在各行业得到了广泛的应用。SMC 工艺综合了预混料的优良成型性和吸附预成型制品的良好强度,操作简便,生产效率高,制品尺寸稳定性好,表面质量好,模压温度、压力要求不高,且能适应自动化、机械化生产的要求。目前,在欧、美、日等发达国家和地区增长十分迅速,相继开发出了多种 SMC 模塑料,以适应各种要求,如韧性 SMC、挠性 SMC、结构 SMC、低密度 SMC、低压型 SMC 等。

制作 SMC 模塑料工艺流程为:树脂、填料、增稠剂→制成树脂糊→玻纤浸胶→贴聚乙烯膜→收卷→稠化→SMC 模塑料。

SMC 的成型主要采用金属对模的模压成型方法,首先将 SMC 片材剪裁成一定形状,剥去聚乙烯保护膜,按一定要求叠合放置于模具中,加热加压成型。模压工艺流程为:裁剪、剥离保护膜→加料→模压成型→脱模→修饰→制品。

BMC 与 SMC 相似,只是 SMC 是将纤维制成纤维毡,而 BMC 的增强材料为短切纤维,除了可以模压成型外,还可注射成型,可以成型具有复杂结构的零件。BMC 成型大型制品时强度不如 SMC 好。

SMC、BMC 工艺技术为高效率地生产异型玻璃钢制品提供了一条新途径,随着制品在交通运输、建筑、电子通讯、航空、国防等领域的应用扩大,各项工艺技术亦日益完善。最近热塑性片状模塑料(STX)也已研制成功并投入生产,在欧美等国家和地区正积极用以代替金属。

1.9 挤出、注射成型工艺

挤出、注射成型工艺最初用于热塑性塑料的生产,同时也用于加工热塑性玻璃钢。近年来随着热固性玻璃钢的不断应用,以及设备制造技术的提高,出现了专门用于加工热固性塑料的挤出机和注塑机,热固性玻璃钢制品也开始采用这种方法来生产。

挤出成型是用双螺杆挤出机,将增强粒料经口模连续挤出并固化成型而得产品。

注射成型是将增强粒料通过料筒加热软化后,在一定压力下注射到闭合的模具型腔中固化而成制品。

BMC 注射成型技术在 70 年代初得到了实际应用,因其自动化程度高、成型周期短、产品表面质量好、易于成型复杂

产品等优点,备受人们青睐,近年来得到了快速发展。

1.10 树脂传递模塑(RTM)成型技术^[8,9]

RTM成型技术是从注射成型工艺和湿法铺层工艺中演变而来的一种新的复合材料成型技术。该成型技术自20世纪50年代开发,从80年代开始,国外已广泛采用RTM技术生产汽车仪表盘、保险杠、发动机罩、车身等汽车零部件。进入90年代,关于RTM成型技术及其理论研究达到高潮,RTM成型工艺的设备、树脂、预成型技术、模具技术日趋完善,RTM技术在国际上得到了广泛的应用,并将成为复合材料行业的主导成型工艺技术之一。经过不断创新和完善,形成了SMC和RTM工艺相结合的低压模塑(LPMC)工艺技术、热膨胀树脂传递模塑(TERTM)、真空辅助树脂传递模塑(VARTM)、预成型工艺技术等,这些技术在国外得到广泛的应用。我国对RTM工艺技术的研究起步较晚,80年代引进了国外的RTM工艺和设备,但产品质量差,设备利用率低,与发达国家相比还有较大的差距。目前正着手进行原材料技术、模具技术、预成型技术等方面的研究工作。

RTM是一种将预促进树脂在一定条件下,注入预先铺好增强材料的封闭模腔中的玻璃纤维增强塑料成型技术。成型工艺流程为:模具准备→胶衣涂布、固化→放置预成型坯、嵌件等→模具闭合夹紧→注入树脂→固化→开模→脱模→修饰→制品。主要工艺参数为注胶压力、温度、注胶速度。低粘度树脂的选择、适当的模具注胶口和排气口设计、合适的纤维排布设计都是重要的。较低的注胶速度可以降低注胶压力。注胶速度取决于树脂对纤维的浸润性和树脂的表面张力和粘度。注胶温度取决于树脂的活性期和最小粘度的温度,在使纤维获得充足的浸润下,注胶温度应尽量接近最小树脂粘度的温度。

RTM工艺要求基体树脂在成型温度下具有低的粘度及一定的适用期,树脂对增强材料具有良好的浸润性、匹配性、粘附性,同时还要求树脂在固化温度下具有良好的反应性。因此树脂技术是一个关键技术。目前用于RTM技术的树脂主要有不饱和聚酯树脂、乙烯基酯树脂、环氧树脂、双马来酰亚胺树脂等。

RTM工艺要求增强材料分布符合制品结构设计要求,不应因合模和注胶而引起变动,且对树脂浸润性好。常用的增强材料有片状材料、预成型坯、特殊纤维增强材料制品等。其中预成型坯加工技术是关键,目前预成型坯加工技术主要有手工铺层、编织法、针织法、热成型连续原丝毡法、预成型定向纤维毡法等。随着RTM的发展,对预成型技术提出了更高的要求,为了满足这些要求,美国C. A. Lanton公司成功开发出了一种高速、高产量的预成型工艺技术,称为Comp Form工艺,该工艺把增强材料剪裁成符合模具的形状,然后喷射入粘接剂,滚压均匀,按设计的层数放入模具中,通过辐射能加热,使粘接剂快速加热聚合,形成预制件。另一种较先进的预成型技术就是多维编织技术,通过多维编织技术,从根本上消除了铺层、层压复合材料的分层现象,提高了预

制件的整体结构性及刚度。

RTM技术环境污染小,生产效率高,设备及模具投资小,大型复杂结构制品可以一次成型。目前在建筑、交通、电讯、航空、航天、卫生等各领域得到大量应用。

1.11 自动叠层(ATP)成型技术^[10]

近年来ATP技术在国外得到快速发展,用它来代替手工叠层技术,通过应用先进的控制软件和机器人系统来完成增强材料的浸胶和铺叠,大大提高了生产效率,同时增大了制品的可靠性,降低了生产成本。美国已成功地将该项技术和RTM成型技术相结合应用于F-22和JSF战斗机上,用于机翼及各种承力构件的生产,大大地减轻了质量,提高了系统的可靠性。

1.12 其它成型技术

(1) 离心铸型

该法是在模具加热到一定温度时,在其中心处放入一根预先卷绕玻璃纤维的滚筒,利用离心力的作用使树脂浸渍到玻纤中,然后固化成型;或者在筒状模具中加入混有短切玻璃纤维的树脂胶液,通过旋转模具产生离心力使纤维和树脂同时均匀地喷洒在模具内壁上固化而制得制品。此法含胶量高、气泡小、制件壁厚均匀、外观质量好,适于筒、管、罐等中空类制件。

(2) 冷模压成型

该法是1965年以后出现的一种新的工艺方法,介于手糊法和热模压法之间。工艺过程是先将增强材料按一定方式铺设在模具上,然后在其上倒入全配方树脂,再闭合模具,经过一定的压力和时间作用,即可成型制品。其特点是无需加热,成型压力低,比手糊法降低了劳动强度,提高了生产率,但制品尺寸精度差,适合于大型玻璃钢制品。

(3) 树脂压力注射成型

该法是介于手糊法、喷射法和机械成型法之间的一种封闭式模成型法。工艺过程是先将纤维或织物坯件等增强材料按要求铺设于模具型腔中,然后闭合两半模具,并紧固,用树脂压力注射枪经模具预留的注入孔注入一定量的树脂,使树脂胶液浸透增强材料,固化一定时间后,即可开模取出制品。

该法劳动强度低、生产率高、成本低、工艺环节少、制件尺寸精度高、模具适应性好,可成型多品种、形状较复杂的零件。

2 结语

玻璃钢成型技术随着材料技术、设备技术的发展,计算机技术的应用,近年来得到了快速发展。在国外尤其是RTM、RFI(树脂膜渗透)、“推拉”成型、“环化”成型等非热压灌工艺和各种固化工艺技术、预成型工艺技术发展十分迅速,特别是RTM、RRIM技术在汽车、建筑、军工方面都得到了广泛的应用。我国近年来在RTM、RIM技术方面也取得了一些可喜的进步,但与国外比起来,还有相当大的差距,大力发展新材料、新工艺及降低成本和提高工程应用能力是当

前面临的主要课题。

参考文献

1 黄家康,等. 复合材料成型技术. 北京:化学工业出版社,1999.

2 李国莱,等. 合成树脂及玻璃钢. 北京:化学工业出版社,1989.

3 Frank Cassis. Reinforced Plastics, 1996, 40(9): 68

4 张俊科,等. 化工新型材料, 1999(6): 21

5 黄克均,等. 工程塑料应用, 1997, 25(3): 54

6 甘应进,等. 化工新型材料, 2000(3): 33

7 郑学森. 工程塑料应用, 1997, 25(3): 58

8 高克强,等. 工程塑料应用, 2000, 28(9): 32

9 沈真,等. 航空复合材料技术发展的回顾和展望. 第十一届全国复合材料学术会议论文集. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2000.

10 梁志勇,等. 面向二十一世纪的美国复合材料产业及先进复合材料技术. 第十一届全国复合材料学术会议论文集. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2000.

MOLDING TECHNOLOGIES OF GLASS FIBRE REINFORCED PLASTICS

Cai Jian

(Institute 59 of China's Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

ABSTRACT The characteristics and processes of several traditional molding technologies of GFRP are introduced. At the same time, several new molding technologies coming forth in recent years were discussed simply, such as pultrusion, resin transfer molding, reaction injection moulding, sheet moulding compound, automated tape-laying, etc. The process, applicable range and advantages & disadvantages of various molding technologies are also introduced.

KEYWORDS GFRP, composite, molding technology

英国推广可降解耐用塑料袋

英国一家“合作超市”日前开始推广使用一种可降解的环保塑料袋。这种塑料袋可在 3 年内完全降解,而现有的塑料袋则需要 100 年才能降解。这种可降解的塑料袋很结实,

可以重复使用,18 个月后开始降解,最后分解为少量的二氧化碳、水和其它矿物质。

英国消费者每年可消耗 200 亿个塑料袋,这种新问世的环保塑料袋的市场潜力很大。(中化)



洪湖市恒基化工有限公司
(洪湖市洪林精细化工厂)

欢迎使用我们的产品——双马来酰亚胺

恒基化工有限公司是国内较大的一家专业生产 *N, N'*-4, 4'-二苯甲烷双马来酰亚胺的厂家,拥有完善的设备和先进的生产工艺。该厂采用优质原料精制成的产品已广泛用于高分子合成、绝缘材料等多种行业。经国内一些厂家应用和有关权威机构认定,该产品为橡塑改性的理想偶联剂。

双马来酰亚胺在改性聚丙烯中的应用效果

双马来酰亚胺 / 份	玻璃纤维 / 份	聚丙烯 / 份	缺口冲击强度 / $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$	拉伸强度 / MPa	弯曲强度 / MPa	热变形温度 / $^{\circ}\text{C}$
0	30	70	7.61	61.5	95.5	146
0.2	30	70	10.0	91.9	152.6	149
0.5	30	70	11.2	100.9	133.0	150
0.7	30	70	11.9	99.4	133.6	149
1.0	30	70	13.5	98.8	136.1	146

我们的宗旨是: 上乘的质量、合理的价格、完善的服务

地址: 湖北省洪湖市戴家场镇代市路 195 号 传真: (0716) 2884322 邮编: 433204
联系人: 赵四清 陈家龙 电话: (0716) 2882317 手机: 013972137569 013507268620