

# 木塑复合材料的研发与产业发展

方晓钟<sup>1</sup>, 薛平<sup>2</sup>

(安徽国风木塑科技有限公司, 合肥 230001; 北京化工大学 塑料机械及塑料工程研究所, 北京 100029)

摘要: 介绍了木塑复合材料的发展历史和国内外木塑研究及生产情况, 以及研究的关键技术和发展趋势。

关键词: 木塑复合材料; 研究; 生产

中图分类号: TU532 文献标识码: A 文章编号: 1004-1672(2006)02-0000-04

Research and Industrial Development of Wood Plastic Composites / Fang Xiao-zhong et al // Anhui Guofeng Wood Plastic Science and Technology Co., Ltd

Abstract: History of wood plastic composites (WPC) development, research and manufacture of wood plastic composites at home and abroad and key technologies and development trend of WPC were presented.

Key Words: wood plastic composites; research; manufacture

## 1 概述

在塑料填充体系中, 填料的选择对填充改性的效果和成本影响很大。与常用的无机填料相比, 木粉具有密度低、资源丰富、可降解、对加工设备磨损小等优点, 且所得的复合材料具有良好的木质感, 具有对紫外线光稳定、耐湿、着色性良好等特点。

木粉作为塑料的有机填料, 可由锯末、碎木片、刨花或含木质纤维的农作物秸秆等为原料, 经过简单的干燥粉碎处理得到。其化学成分比较复杂, 但主要是由纤维素和木质素构成的。由于其极性很强, 它与热塑性塑料之间的相容性较差, 极大地影响了复合材料的力学性能。因此, 需要对木粉和塑料的界面进行改性, 以改善它们之间的相容性。

## 2 国外木塑复合材料研究及生产情况

英国学者 R. G. Raj 和 B. V. Kota<sup>[1]</sup> 采用了硬脂酸、矿物油以及马来酸酐改性后的 PE 蜡对木质填料进行处理, 然后与 HDPE 混合制得复合材料。他们主要研究了添加剂的种类和填料的含量对木塑复合材料性能的影响。试验结果表明马来酸酐改性后的 PE 蜡能明显改善木质填料与基体间的相容性(添加剂用量为 1% 时), 随填料用量的增加, 抗冲击强度下降。但矿物油处理的填料能显著提高冲击强度, 脂肪酸处理过的填料能有效改善纤维的分布, 提高拉伸模量。

加拿大的 B. V. Kokta 等人<sup>[2]</sup> 研究了不同的植物纤维表面改性方法对复合材料性能的影响, 他们进行了包覆乳胶或接枝上聚合物/乙烯基单体, 也可添

加各种分散剂(如硬脂酸或酐)及偶联剂(马来酸酐、亚油酸等)。大多数情况下复合材料的机械性能得到了提高, 其中接枝是最有效的改性方法, 偶联剂比分散剂的效果好, 亚油酸被认为是最合适的偶联剂。加拿大的 Chul B. Park、Laurent 等人<sup>[3]</sup> 的研究表明, 氨基硅烷偶联剂处理木粉表面比较有效, 其界面接触角提高, 表面张力降低, 木粉表面由亲水变为疏水。

就加工设备而言, 为了更好地提高混合效果, KLTLYAN 等人<sup>[4]</sup> 采用了带有两个进料口的同向啮合双螺杆挤出机。为了减小对植物纤维的破坏, 先将 HDPE 在第一个进料口放入, 然后将处理后的填料在第二个进料口, 与已熔融的 HDPE 混合。实验表明当啮合角为 45° 时, 双螺杆挤出机输送能力最高, 挤出制品拉伸强度和拉伸模量也最高。此外, 日本、意大利、瑞士等许多国家对研究木塑复合材料越来越重视, 并竞相发明了可用于挤出、压延和注射成型的各种木塑制品。木塑材料(包括制品)的制备过程对其材料的性能影响很大。研究表明, 不合适的加工会引起不良的纤维分散和浸润, 而过分的配混则会使纤维严重破损, 都会导致力学性能降低。另外, 要防止过分剪切或高温产生糊料、烧焦等问题。一步法连续工艺若脱挥(主要脱水)不佳将影响工艺的连续性, 造成产品因有气泡而性能大幅降低。目前主要的加工设备为双螺杆挤出机, 可分为同向平行双螺杆挤出机和异向锥型双螺杆挤出机。

下面介绍一些国外公司开发木塑材料的情况:

## 2.1 DAVIS-STANDARD 公司的双挤压技术

采用双挤压系统,将木纤维加工与塑料挤压融为一体,因此不再需要单独的木粉干燥机。这种设备采用了28:1平行双螺杆挤出机和一台单螺杆侧喂料挤出机。一台输送机用以将木纤维复合料输送到主挤出机中。这台设备的第一部分采用了专用的加热和真空排风系统,以消除木纤维中的湿气。侧喂料挤出机安装在主挤出机旁的中间部位,单独加热和混合聚合物,它被控制挤出速度以获得所需的纤维-聚合物的比例。用于室内产品时,木纤维比例最高可达80%,用于室外产品时,木纤维比例最高为50%~60%。该设备可用于HDPE、PP、PS、PVC或ABS,可以使用各种纤维材料,包括花生壳、稻米壳、木材刨花和黄麻,还可以在聚合物和木纤维中混合再循环产品,例如碎轮胎橡胶。目前有三种螺杆直径可供选择:94 mm、114 mm和140 mm,生产能力分别为300 kg/h、500 kg/h和900 kg/h。

## 2.2 FASALEX 填充纤维技术

采用重力计量或体积计量配料方法来生产配料颗粒,可直接输送到挤压机中,从而去除木材挤压的繁重工作。颗粒成分一般为60%锯末或木材粉末,20%大麦壳或玉米壳以及20%聚合物,聚合物可以是生物降解树脂。这种技术是由JOSKO公司和Ekutherm公司开发。

## 2.3 新加坡 LESCO TECHNOLOGY 公司

将木粉、PVC树脂、各种助剂、颜填料等按专利配方混合后,利用高速捏合机和刮料机把混合后的原料加工成各种规格、等级的“绿可木”塑胶粒。其关键技术是保证木质粉料高填充量,以达到制品有较低的生产成本和较高的使用性能。为此要求木质粉料含水率在2%以下,粒径控制在20~80目,同时还需对木粉进行表面处理,使其能被PVC树脂很好地润湿。

## 2.4 意大利B.G.PLAST公司木塑宽幅薄板(又称为保利木)加工技术

“保利木”是为了满足各种特定的要求,采用不同的材料和配方覆盖而成的各种不同的产品。“保利木”生产流程中使用的设备是该公司设计制造并取得专利的机组。

该技术可以使用辅料高达50%的配方,但同时原料分解程度仍保持在最小水平上。

生产的原料包括两部分:塑料是以PP、HDPE、ABS、醋酸共聚物等热塑性塑料为主;木粉是以锯末粉、稻壳、亚麻等磨碎料。

## 2.5 艾因工程技术公司生产的中空大型宽幅复合板技术

专利技术:将大量的木粉与塑料树脂混合混炼后形成高黏状态,在中空状的模具中挤压成型。

(1) 木粉干燥技术:利用回旋冲击而产生的热量,排除木粉中的水分。排除水分所需的时间仅为15分钟。

(2) 通过高速回旋叶片产生的摩擦热将木粉和热塑性塑料进行混炼的技术。

(3) 将木粉颗粒混炼成高黏度熔融状态,高压挤出成型。借助这种技术以及强化剂的开发,生产出具有高密度、高强度的木质复合板。

## 3 国内木塑复合材料研究与生产情况

北京化工大学塑机所<sup>[5]</sup>于1998年就开始研究木粉/PE、PP以及PVC复合材料,研究了木粉各种不同的处理方法对复合材料的性能的影响,以及木粉的填充量、木粉种类、木粉尺寸等对复合材料的流变性能、力学性能以及微观结构等影响,研制了不同木塑复合材料的制备及型材挤出成型设备及工艺技术,成功地开发出包装托盘产品和木塑宽幅板材、各种中空型材制品。

浙江大学的方征平等人<sup>[5]</sup>研究了乙烯-丙烯酸共聚物(EAA)对线型低密度聚乙烯(LLDPE)/木粉复合材料力学性能的影响,并与其他几种弹性体的影响进行了对比。发现EAA对体系有良好的增容作用,能明显提高材料的拉伸强度和冲击强度。

四川大学的杨鸣波等人<sup>[6]</sup>使用了一种含酯键的表面活性剂处理秸秆粉,制备秸秆/PVC木塑复合材料。研究结果表明秸秆/PVC复合材料的拉伸强度、弯曲强度和冲击强度随秸秆含量增加下降,但下降幅度较小。所选的处理剂对复合材料的力学性能及加工性能有较好的改善作用。

中科院广州化学所的廖兵等人<sup>[7]</sup>采用化学改性方法,研究接枝上有机氰乙基后对PVC/木纤维复合材料力学性能的影响。通过接枝反应,提高了木纤维与PVC两者界面粘着力,同时也使木纤维在复合材料中更易分散,从而大大提高复合材料的拉伸强度和冲击强度。

华南热带农产品加工设计所刘惠伦等<sup>[8]</sup>研究了剑麻短纤维和环氧化天然橡胶(ENR)/PVC共混比对剑麻短纤维补强ENR/PVC复合材料性能的影响。结果表明,该复合材料具有较高的硬度和纵向拉伸强度,较低的扯短伸长率且扯短永久变形,良好的耐油和耐老化性,剑麻短纤维的用量宜为30份,ENR/(下转第42页)

大因素是甲氧基聚乙二醇( $n=9$ )丙烯酸酯的摩尔比,其次是丙烯酸的摩尔比和烯丙基聚乙二醇的聚合度。

(3) 通过调整聚羧酸减水剂的主链结构,改善聚合物分子的亲水亲油平衡,可以进一步改进聚羧酸减水剂的分散性能及分散保持性能。

(4) 水泥净浆流动度以及混凝土减水率的测定表明,本研究制备的聚羧酸减水剂对水泥粒子具有较好的分散作用。当掺量为水泥重量的1.0%(固含量22%),水泥净浆流动度达到270 mm;掺量为水泥重量的1.1%时,混凝土减水率分别达到21.6%(按GB 8076-1997测减水率)和26.8%(按JC 473-2001测减水率)。

(上接第14页)

PVC共混比宜为70/30。

昆明理工大学的刘如燕等研究了不同界面处理剂对废弃物复合材料性能的影响,并使用现代测试方法(红外光谱)对其进行初步探讨。处理剂包括钛酸脂偶联剂、硅烷偶联剂等,经过处理后材料性能明显提高,同时实验结果表明丙烯酸单独使用时不能改善复合材料的界面,当辅以DCP时,能很好地改善界面粘结情况提高复合材料性能。

我国木材综合利用水平与发达国家相比,差距还很大,至今只有一小部分得到利用,大部分被丢弃,造成一定的环境污染。因此,若能将我国目前尚不能形成规模处理的废旧材料制成高附加值的木材替代品,可以减少污染,节省木材,而且木塑复合材料比塑料价格便宜,从而降低成本。

我国的木塑复合材料制品的生产一直没有形成工业规模化生产,产量较低,产品档次也比较低。目前国内一些企业正着手引进国外木塑材料生产的先进技术。木塑复合材料主要的发展趋势是木塑复合材料微发泡技术、大型宽幅较厚的板材制品等成套设备及制品成型技术的开发,改善木塑制品应用中存在的诸如密度大、尺寸不能满足实际需要等问题,不断扩大木塑制品的应用领域。

#### 4 木塑复合材料研究的关键问题

木塑材料的制造关键技术是如何保证木粉的高填充量,木粉填充量高达80%~90%,以达到制品有较低的生产成本和较高的使用性能。作为在高填充量的前提下如何确保材料有高的流动性和渗透性从而能促使热塑熔胶能充分粘接木粉,达到共同复合

#### 参考文献:

- [1] 刘治猛,罗远芳,刘煜平,等.新型聚羧酸类高效减水剂的合成及性能研究[J].化学建材,2003,(4):15-18.
- [2] 廖国胜,马保国,谭洪波,等.聚羧酸盐疏状共聚合物混凝土高性能减水剂构性关系研究[C].混凝土外加剂及其应用技术会议论文集,2004,机械工业出版社.
- [3] 钟卓尔,孙日圣,郭震,等.聚羧酸系高效减水剂的研究开发[J].江西化工,2003,(3):11-13.
- [4] 李崇智,李永德,冯乃谦.聚羧酸系高性能减水剂的研制及其性能[J].混凝土与水泥制品,2002,(2):3-6.
- [5] 何廷树,詹美洲,宋学锋.从混凝土减水剂作用机理看高效减水剂的合成与复合方法[J].混凝土,2002,(1):24-28.

收稿日期:2005-10-11

作者简介:冯中军,工程师,单位地址:(200233)上海市漕河泾经济技术开发区桂平路680号,联系电话:021-64770899-833,E-mail:fengzhj0559@hotmail.com

的力学性能及其他方面的使用性能。主要解决如下几个方面的问题:

(1) 原材料(塑料、木粉种类)的选择及如何提高塑料与木粉之间界面结合力。两相复合界面往往成为应力集中区,因此提高复合材料力学性能的关键是提高界面的相容性。

(2) 制品的成型设备及成型工艺——如何提高木粉在体系中共混分散的能力及建立足够的成型压力。

(3) 成型模具的设计与冷却定型技术,是产品质量与产量提高的关键因素。

#### 参考文献:

- [1] R.G.Raj and B.V.Kokta, Polym. Eng. Sci., 1991, 31(18):1358-1362.
- [2] B.V.Kokta, D.Maldas, C.Daneault, etc., Composites of Poly(Vinyl Chloride) and Wood Fibers. Part ii: Effect of Chemical Treatment [J]. Polym. Compos., 1990, 11(2):84-89.
- [3] Laurent M. Matuana, Chul.B.Park, Effect of Surface on the Adhesion Between PVC and Wood Veneer Laminates [J]. Polym. Eng. and Scien., 1998, 38(5):765-773.
- [4] K.L.Yam, B.K.Gogoi, C.C.Lai, and S.E.Selke, Polym. Eng. Sci., 1990, 30(11):693-699.
- [5] 方征平,蔡国平,等.EAA对LLDPE/木粉复合材料的改性[J].中国塑料,1999,13(11):44-46.
- [6] 杨鸣波,李忠明,等.秸秆/聚氯乙烯复合材料的初步研究[J].材料科学与工程,2000,18(4):27-29.
- [7] 廖兵.废旧塑料回收利用技术的现状及发展趋势[C].塑料加工技术及装备发展战略研讨会论文集,2001,310-313.
- [8] 刘惠伦,等.剑麻短纤维补强环氧化天然橡胶/PVC复合材料性能的研究[J].橡胶工业,2000,(47).

收稿日期:2005-10-27

作者简介:方晓钟,单位地址:安徽省合肥市包河工业园内 安徽国风木塑科技有限公司 E-mail:fxzh26@163.com