

塑木复合材料的技术进步及应用拓展

Plastic-wood composite materials technology and application development

■ 雄 戈

塑木复合材料是利用塑料和天然纤维(锯木屑、稻壳、麦秸、玉米杆、花生壳等),加入一定量的助剂,经过专用配混、成型设备加工制成,统称为“WPC”。塑木复合材料制品具有强度大、硬度高,耐酸碱、抗腐蚀、不变形、不含甲醛、容易回收利用等显著特点,可制成各种截面形状和尺寸,既保留了木材的加工性能和天然质感,又克服了木材易开裂、怕虫蛀、不耐用的缺点,而且免油漆、无须维护,使用寿命长等性能。与木材相比较,这种复合材料具有优异的环保性能和加工性能,着色方便。越来越受到应用市场的青睐,开发前景十分看好。

1 新型双螺杆塑木挤出设备及技术

德国贝尔斯托夫公司(Berstorff)推出了带有专利的多功能处理组件(MPE),特别适用于经济性和稳定性

地加工处理含有天然纤维的复合材料。安装有 MPE 组件的加工生产线可有效地加工处理含有湿气的天然纤维材料,无论是木粉、木屑乃至亚麻纤维、大麻纤维等材料。

该组件的突出优势在于:无需预干燥,可直接加工天然纤维,消除了木粉等发生爆炸的风险。安装有 MPE 组件的加工生产线工艺流程如下:将聚合物通过重力计量系统输入喂料区段,在喂料段同时加入各种不同的助剂,以改善材料的性能,再输送到塑化段使物料开始熔融。利用下游的侧边喂料机将天然纤维输送入挤出机,通过 MPE 组件平和地与物料熔体相互融合。沿着机筒区段开设有几个排气口,用于除去天然纤维释放出的水汽。在真空状态下,混合有天然纤维的熔体可完全脱除去所有的湿气和低分子挥发物组分。最后,在熔体内形成了进一步加工所需要的压力。

为了开拓这种复合材料的应用领

域,贝尔斯托夫公司与 Hannover 应用技术大学紧密合作,在加工实验室内安装设置了几条测试设备。

日本 CTE 公司制造了 WPC 配混用 HTM 型双螺杆连续捏合挤出机,提出了配混 WPC 的新理念,即制备 WPC 时不需预干燥木粉,也不需预干燥塑料树脂,如 PP、PVC、HDPE 和 PS。另外,配混木粉含量可高达 70%~75%。据 CTE 公司介绍,该型号挤出机同时适用于制备汽车工业用高填充配混料和无卤阻燃配混料,如氢氧化镁含量为 50%~70%的电线电缆用阻燃级 PE 或阻燃级 PP 树脂。CTE 公司指出,HTM 型双螺杆连续捏合挤出机特点是能耗低,真空脱气区后串联着双螺杆捏合机和异向双螺杆挤出机,物料熔融温度比一般双螺杆机加工时低 10~20℃,而产量却更高。该设备克服了传统设备进料不均匀的弊病,并能适应不同熔体粘度和熔融温度的原料配混要求。同时,HTM 型双螺杆机具



有 Banbury 捏合机的捏合功效，又具有双螺杆挤出机配混灵活的优点。

世界上最大的塑料机械制造集团之一辛辛那提米拉克龙公司也制造塑木材料专用挤出机，其市场占有率最大，北美市场 80% 的塑木专用挤出机由辛辛那提米拉克龙提供。设备的主要特征是采用钨合金双金属机桶和螺杆、双排气口、塑木专用螺杆。其中，钨合金双金属机桶—耐磨，提高寿命；钨铬合金高强度螺杆—中空快速冷却；根据塑木产品专业设计的螺杆几何形状；带自动清洁的加强型排气装置；双排气装置；强制式喂料器；双真空过滤筒；带自动清洁的加强型排气装置；内循环螺杆冷却系统；模块化设计，维修保养更方便。

辛辛那提挤出公司新推出了一种 TC96 型号锥形双螺杆挤出机，是世界上最大的锥形双螺杆挤出机，专用于塑木复合材料的挤出加工，木屑纤维含量可高达 70%，每小时可挤出加工塑木制品 1180kg，而平行双螺杆

挤出机达到 1820kg/h，同向双螺杆挤出机的产能则高达 3600kg/h。该型号挤出机锥形双螺杆的大端直径为 202 毫米，小端直径为 96 毫米，长径比(L/D)为 30:1，料筒分为 5 段加热，料筒加热总功率为 100 千瓦，其中 4 段装有冷却装置。

具有大扭矩、低转速，保证了高产能和性能可靠的特点；根据木粉配发设定最佳的熔融条件；原料在机筒里的驻留时间短；对热和剪切的控制达到最优；对着色和发泡的应用在设计上优化；较高的输出端压力；适用于最广泛的原料配方。加工过程中必须连续定量地提供均匀的原料以便稳定成型。主原料木粉、天然纤维的性质对塑木产品特性影响很大。木粉、天然纤维含水率达 8% 也可成型，但比较含水率 1% 和 8% 的原料，含水率 8% 原料只有约一半的挤出量即可进行加工成型。

辛辛那提米拉克龙出品的异向锥形双螺杆挤出机“Fiberex-T”系列，混炼效果好，特别适用于高填充塑木复合材料挤出成型，而且料筒设计也有特色。目前已可进行填充(40%~70%)到高填充(70%~90%)的变化。Fiberex-T 系列挤出机能很好地提高此类螺杆效果，进行高填充塑木材料挤出成型。例如，螺杆存在压缩率，升高螺杆压缩率可平稳保持原料进料和排出量。加速螺杆旋转可保证高挤出量。并且木粉高填充树脂的体积比重约 0.3~0.4，因此螺杆进料段设计成大容积。螺杆材料不同于常规的螺杆材料，而是采用耐磨耗、耐腐蚀性能优异的特殊钢材。

经过改良的 Fiberex-T 系列挤出机不会劣化、破坏木材纤维，可实现高挤出量、高质量的塑木复合材料挤出成型。辛辛那提挤出技术日本分公司与德国 PPT 公司共同开发了高填充塑木材料挤出专用模头。这是由于高填充塑木复合材料的流

动性差，必须使用专用模头，才能保证所需产品的表面精度和物性。

辛辛那提米拉克龙公司推出了 Plug & Play 系统组件，无需使用昂贵的插件和特制的控制元件，并且可与大多数欧洲的挤出系统设备相互装配。Plug & Play 系统中的关键组件是 TC86，利用先进的大锥型双螺杆技术，具备独特的压缩和低剪切混炼能力，实现无可比拟的广泛系列材料加工能力。TC86 是一种塑木复合材料极优秀的加工设备元件，具备高产能特点，可加工混炼处理包含多种不同的天然纤维和合成纤维、热/剪切敏感性热塑性塑料、回收再生料、偶联剂、成核剂、颜料以及其他材料时，都可获得高度的熔体均匀性，纤维的最高添加量可达 70%。TC86 组件设计成一个小出口截面，降低了旋转剪切力和螺杆扭矩，提高物料输送至模头的效率比例。

2 塑木复合材料新型加工助剂

美国 Struktol 公司开发出新牌号的塑木复合材料专用加工助剂 TPW 709 和 TPW 113。利用独特的润滑



和填料浸渍机理,改进木纤维在塑料熔体中的分散性,并有助于熔体平衡地通过挤出机头,消除 WPC 制品缺陷(边缘撕裂),提高加工产量,并降低 WPC 挤出过程地转矩和温度。

TPW 709 是不含金属的内加工助剂和外加工助剂混配物,可以单独用,也能与偶联剂并用,比市场上的竞争的润滑剂用量少。在密度聚乙烯/木纤维复合材料配方中一般用量为 3%~4%,在聚丙烯/木纤维复合材料中用量为 1.2%。牌号 TPW 113 是改性合成脂肪酸酯复配物,是一种

WPC 浓缩母粒在加工和应用过程中更为方便。” OnColor WPC 浓缩母粒可以用于挤出和注塑成型,这种母粒可以单独使用,也可以和其它助剂配合使用。

美国 Tecknor Color 公司推出了一种塑木复合材料新型专用色母料,商品名为 TEK Deck Pro,当中含有一种颜料、一种紫外线吸收剂和生物杀虫剂 Vinyzene。

3 国外塑木产业概况

塑木复合材料的产业化推广源于

模具开发、制成品生产到市场营销的完整产业。加拿大安大略省的材料和制造中心坚持与美国国家森林实验室合作主办塑木材料会议并资助研究人员和公司。经过 10 多年的努力,在加拿大也形成了以 10 多家企业为主体,年产量超过 5 万吨的木塑产业。欧洲塑木产业总体发展不如北美地区,但近年来有加快趋势。塑木材料制品加工企业不多,产量和技术水平与国内企业相当,但其拥有强大的装备制造能力,发展潜力不可小视。欧洲人对塑木材料及制品的要求比较细腻,对品种花色的需求也高于北美,室内装修装饰和户外建筑齐头并进,但应用技术和商品市场还不甚成熟,有高速增长的空间。

日本由于地理原因和环保意识,塑木材料的应用比较普遍,产品质量亦较优良。日本塑木复合材料研究机构经过 10 多年的努力,开发出高品质的塑木材料。其产品具有自然的木材色泽和质感,已在房屋建设和内装饰领域得到广泛使用,是目前国际上品质最高的产品之一,代表了塑木材料替代天然木材的质量水平和发展方向。

3.1 塑木托盘、包装箱等包装制品

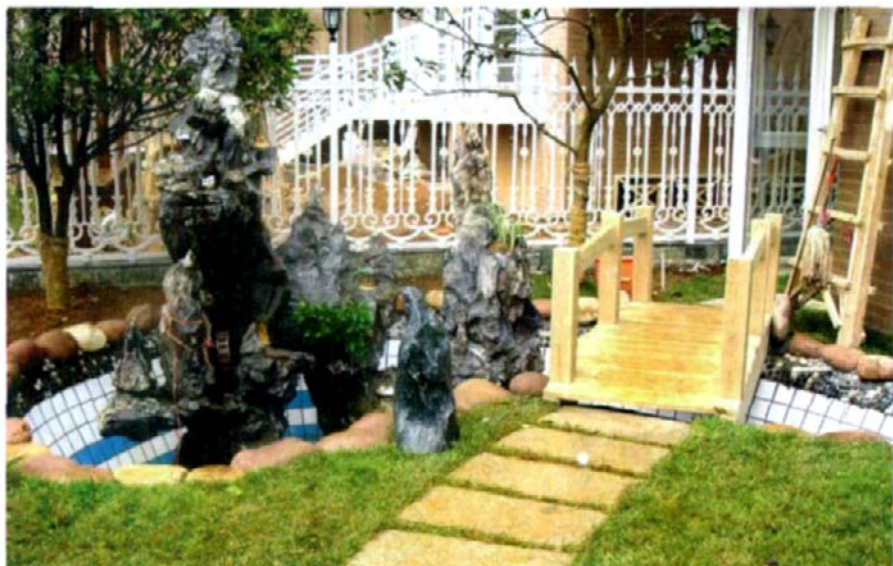
塑木复合材料应用于包装行业主要是托盘(东南亚地区也称卡板)、包装箱、集装器具等。仅以托盘为例,北美地区托盘用量高达 2 亿多个,塑木托盘产品已经占到近一半市场。据日本托盘协会(JRP)统计,日本托盘用量每年约 600 万个。

3.2 铺板、铺梁等仓储制品

塑木复合材料因具有耐潮、耐腐、防虫蛀等特点,广泛应用于仓储行业使用的货架铺板、枕木、铺梁、地板等。

3.3 室外栈道、凉亭、坐椅等户外用品

塑木复合材料制成的凉亭、坐椅、花盆、垃圾桶等,具有防水、防



组合功能润滑剂,改进木纤维在多种聚合物中的浸渍性和分散性,用量为总配混料的 1%~6%(质量分数),具体加入量取决于填料(木纤维)填充量的填充要求。

普立万公司推出 OnColor WPC 系列塑木材料的新型加工助剂,这种助剂可以广泛应用于栅栏,门窗等室外木塑产品,它的分散性和精确添加量得到改进,添加成本也得到降低。“新的 WPC 用途浓缩母粒色粉浓度更高,颗粒更小更加均匀,这些方面的改进对于木塑挤出都是非常具有针对性的。”普立万技术经理 Tom Majewski 说:“我们通过对加工技术和加工工艺的改进,使得新型的

1980 年代的美国,最初是作为改性塑料应用的。随着技术水平的提高,塑木材料逐渐具备了塑料、木材、金属等单质材料的优点,成为自成体系的新型材料。目前,各类木塑制品在美国、加拿大、德国、英国、荷兰、日本和韩国等国已得到较为广泛的应用,发展了比较规范的产业和市场。

北美是世界上塑木材料发展最快、用量最大的地区,主要用于风格粗犷的户外建筑。美国现有约 50 家塑木制品生产企业,年产量大都在万吨以上,其中最大的几家公司已在纽约证券交易所上市。美国的塑木材料研发机构也超过 50 家,形成了一个从产品研发、原料收集、设备制造、

潮、防腐特点,而且寿命长、价格低,在北美地区使用普遍。加拿大温哥华市的花园、路边坐椅 70%以上使用的都是塑木复合材料。

3.4 房屋、地板、建筑模板等建材用品

北美地区应用塑木复合材料制作的房屋、室外地板、阳光房、码头、护栏等产品愈来愈多,这类产品每年的产值就高达上亿美元。美国咨询公司 Freedonia 集团预计,2006 年前美国塑木复合材料需求年均增长率为 13%,2006 年总产值达 20 亿美元,增长较快的为各种板材、窗框、门框和栅栏、围墙产品。其中用量最大的板材市场,从 2001 年的 4.10 亿美元增加为 2006 年的 9 亿美元,栅栏和围墙同期从 1.63 亿美元提高为 3.15 亿美元,而窗框和门框也将从 2001 年仅 0.65 亿美元,提高到 2006 年的 1.35 亿美元。

3.5 汽车内饰件、管材等产品

随着塑木复合材料加工技术的不断升级,产品的应用范围也不断扩大,目前已开发出汽车内饰件、复合管材、铁路枕木、车厢箱板、电缆护管、井盖等产品。在汽车上的应用,美国“福特”,德国“奔驰”、“奥迪”、“高尔夫”、“宝马”,日本“丰田”,法国“雪铁龙”,瑞典“沃尔沃”等名牌轿车的内装饰基材,均不同程度上使用了 WPC 材料。从近几届国际汽车博览会推出的轿车零部件产品来看,采用 WPC 材料制造轿车内饰件基材,已经成为此类产品发展的趋势。

3.6 国外发展趋势

(1) 扩大原料选用范围。现在的塑木复合材料多为单组分塑料(PP、PE、PVC 等)与木粉复合,而回收的废旧塑料往往是多组分的混合物,分离非常困难。如何利用多组分混合的回收塑料直接与木粉复合,以降低成本,提高资源利用率,将成为一个新

的研究方向。

(2) 专用设备开发,在传统设备的基础上加以改造,开发更适于木塑复合材料加工的专用设备。

(3) 进一步研发加工工艺,引入发泡工艺技术,材料成本,扩展材料使用范围。

(4) 在产品中加入专用添加剂。如着色剂、光稳定剂、抗菌剂等,产品由低附加值(如木塑托盘、仓储地板)向高附加值(如室内装饰材料)发展。

(5) 由单一材料挤出成型向复合共挤方向发展。



密切关注我国塑木产业的动态。

4 中国塑木产业的发展现状

在国家循环经济政策的鼓励和企业潜在效益需求的双重推动下,全国性“塑木热”逐渐兴起。我国的天然木材资源日益减少,木质制品的市场需求量却与日俱增。巨大的市场需求和技术突破必然会不断拓宽木塑材料的市场通道。从市场需求角度分析,木塑最有可能在建筑材料、户外设施、物流运输、交通设施、家具用品等领域开始规模性拓展。据不完全统计,全国直接或间接从事塑木研发、生产和配套的企事业单位已逾 150 家,包括国有、民营,独资、合股和合资等多种类型,国有或国有控股企业占有一定的优势。塑木企业集中分布在珠三角和长三角地区,东部远远超过中、西部。东部个别企业工艺水平较为领先,南方企业则占有产品数量和市场的绝对优势。

行业内主要技术代表企业的试验样品已达到或超过国际先进水平。一些行业外的大型企业和跨国集团也在

5 塑木产品存在的主要问题

在国内、国外塑木复合材料发展较快的产品是挤出成型的窄面积板和条,加工用设备是锥度双螺杆、同向或异向双螺杆挤出机,产品多用做门窗框、地板、装修材料、物流托盘等。窄面、长条的塑木产品存在有以下几个缺陷:

(1) 加工塑木材料要使用筛选磨制加工的木纤维,不能使用如花生壳、豆秆之类的植物纤维,木材是填充物,从根本上讲它不是木质材料而是石油材料。

(2) 挤出成型困难,废品率高,因为是挤出成型产品,密度小、强度低、刚性差。

(3) 使用塑料原料的用量大、成本高,且品种少。

(4) 设备、模具、辅机价格昂贵。

(5) 因使用原料和木材,不具备节约型经济特征。■