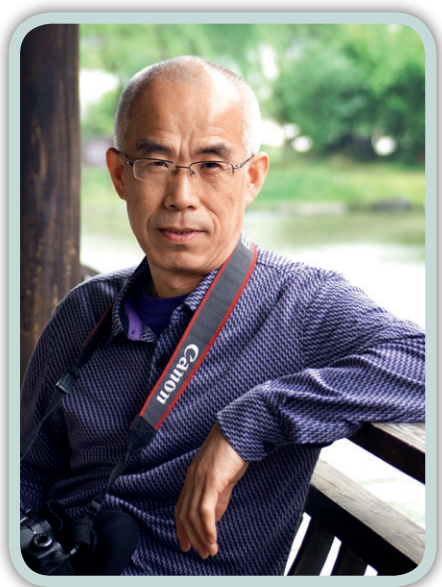


纸浆模塑创新技术与发展趋势展望

文 黄俊彦 邢浩



◎ 黄俊彦

大连工业大学轻工与化学工程学院包装工程系主任，教授。主要从事商品防护包装技术、生态化包装材料等领域的研究。

核心提示：纸浆模塑这一新兴的环保包装产品，在其生产与应用过程中涉及到化工、造纸、机械、食品、药品、电子、农业、军工等多个领域，纸浆模塑在每个行业领域都有着无限的创新和发展空间。本文简要叙述了纸浆模塑的环保特点和创新空间，进而阐释了目前纸浆模塑创新技术的研究现状，探讨了纸浆模塑在科研和生产领域相关技术的应用，展望了未来纸浆模塑创新技术的发展趋势。

纸浆模塑这一环保型的产品在我国规模化生产已有 30 多年的历史。近年来，随着我国国民经济的健康快速发展，纸浆模塑行业也发生了日新月异的变化，生产规模不断扩大，技术水平不断提高。从早期的干压生产工艺为主发展为干压、湿压工艺并举发展，更加环保节能的直压工艺技术已成为纸浆模塑技术研发的新方向。生产设备从简单的单机单工位和双工位生产，发展为连续化、自动化的湿压工艺生产优质纸浆模塑制品，更有无人化、智能化生产设备已经开发出

来。纸浆模塑产品的应用范围也从要求不高的农副产品托盘、食品药品包装、工业制品内包装，发展到高精仪器仪表、电子产品的防护包装和高精一次性餐具等。纸浆模塑相关的研究工作重心也从如何降低生产成本和拓展产品应用范围，转变到更深层次的结构创新、助剂研发、纸浆模塑制品的物理、化学性能测量以及高精纸模产品的加工工艺设计等。

2020 年 1 月，国家发展改革委、生态环境部发布《关于进一步加强塑料污染治理的意见》，其中主要目标



是到 2020 年底，率先在部分地区和领域禁限生产、销售和使用部分塑料制品，到 2022 年，一次性塑料制品消费量明显减少，其替代产品得到推广使用，到 2025 年，代塑产品开发应用水平进一步提升，塑料产生的污染得到有效控制。在广泛实施禁塑限塑的新形势下，纸浆模塑制品由于其优异的环保和可降解性能，将成为“限塑令”后的主要替代品，可以预测，在今后几年内，纸浆模塑行业将迎来快速发展的大好时期。

1 纸浆模塑的环保特点和创新

1.1 纸浆模塑的环保特点

(1) 纸浆模塑制品原料来源广泛，主要原料大多采用草本植物纤维，如芦苇、麦草、稻草、蔗渣、竹子等。目前国内以芦苇、蔗渣、竹子、麦草等草类纤维为主导原料的制浆厂都有自己的治污系统，在原料上纸模制品完全走出了一条“集中制浆，分散生产”的道路模式，不仅自身没有环境污染问题，并且还能获得较为可靠的原料保证。而采用废纸原料的纸浆模塑制品生产企业一般不存在制浆产生的环境污染问题。

(2) 纸浆模塑制品生产工艺技术简练，生产过程中基本无污染源出现，符合环保生产要求。另外纸浆模塑生产各工序中除自控系统管理对操作人员素质要求较高外，其余均为熟练技术岗位，经过短期培训便能掌握操作技能，再加上纸浆模塑生产设备国产化程度很高，十分有利于项目推广和应用。

(3) 纸浆模塑制品应用领域广，市场容量大，可挖掘的潜力很丰富，其制品能广泛用于电器包装、种植育苗、医用器皿、餐饮用具和易碎品衬垫等领域，一条兼容性的纸浆模塑生产线只要在模具上加以改进和更换就能生产出各种不同用途的产品，其多元化的功能和可循环再利用的特点令其他同类产品望尘莫及。作为全球第二大经济体，我国纸浆模塑制品大规模开发和应用的前景非常看好，发展前途广阔。

(4) 目前世界各国正面临着环境污染带来的诸多问题，其中各种塑料制品废弃物处理问题突出。纸浆模塑制品可回收利用的特点能调动相当一部分人的回收积极性，使环保环卫等部门的工作压力大大缓解，同时它具有的经济效益也必然会发挥积极作用。纸浆模塑制品大量进入人们生活领域后，必定会受到社会的广泛接纳和人们的普遍欢迎。

(5) 纸浆模塑餐具是纸浆模塑制品中一个重要的分支产品，它容易回收，能再生利用，可自行降解，源于自然又归于自然，是典型的无污染可降解绿色环保产品，十分符合当今时代的要求和市场需求。

1.2 纸浆模塑的创新空间

纸浆模塑在我国是一个正在蓬勃发展的行业，它涉及机械设备、模具设计与制造、制品设计与制造、纸浆原料选用与处理、功能性助剂的选用与添加、印刷油墨与印刷方式、纸浆模塑缓冲包装制品、纸浆模塑餐具与食品药品包装制品、精品工业包装制品等多个领域与行业，其应用范围也涉及餐具、蛋托果托、食品药品包装、电器衬垫、农用器具、医用器具、军品包装、儿童玩具、器具道具、工艺品、人体模特、家具、纸模（机械）零部件等多个领域。因此，纸浆模塑在每个行业领域都有着无限的创新和发展空间。

近年来，我国纸浆模塑行业已从多方面进行了纸浆模塑创新技术的研究与开发，取得了可喜的成果，在纸浆模塑生产智能设备设计与制造、精品工业包装制品的设计与制造、模具设计与研发等方面已经成为全球纸浆模塑行业的领军集团。

2 纸浆模塑创新技术的研究现状

2.1 采用双吸法成型和二次吸滤成型工艺制作有特殊要求的纸浆模塑制品

传统的纸浆模塑成型一般采用单吸成型方法，它在制作一些有特殊要求的纸浆模塑制品时显得力不从心，采用上下双吸成型方法可制作出缓冲性能更好、承载能力更大的纸浆模塑制品，例如采用双吸法成型可制作重型承载纸浆模塑托盘，综合承载能力可达到 3 t。

双层纸浆模塑制品的生产采用二次吸滤成型工艺，先向成型模具中注入一定量的面层浆料，进行第一次真空吸滤成型；当面层纸浆已经基本成型后，再继续注入一定量的底层浆料，并进行第二次真空吸滤成型，从而制成双层纸浆模塑制品湿坯，再进行干燥和热压整型。

2.2 利用稻麦草发泡技术制作纸浆模塑制品

我国大片区域的稻麦草资源丰富，也可作为纸浆模塑的原料，根据纸浆模塑产品使用场景的需要，将稻麦草发泡技术与纸浆模塑生产技术相结合，可以制作出结构疏松的纸浆模塑制品，可用于加热榻榻米、水稻育秧板和草坪育苗移植板材等材料。

2.3 采用湿法挤压复合法制作双层双色纸浆模塑制品

双层双色纸浆模塑制品可以采用内外层二次成型干燥后再复合的结构，而采用分别成型再挤压复合法

制作双层双色纸模制品工艺，则大大简化了生产工艺过程，制品内外层牢牢地结合成为一体，提高了双层双色纸浆模塑制品的强度和耐用性。

2.4 管状纸浆模塑制品开发与应用

采用一种创新的纸浆模塑生产工艺可以制造在铸造作业中使用的纸质浇道管，代替传统的陶瓷浇道管。纸质浇道管具有特殊的耐高温、抗压等性能，原料采用不需脱墨的废纸，加入一定量的无机黏结剂、有机黏结剂、增强剂等助剂，通过特制的模具成型，再经过干燥、整形等工序制成纸质浇道管。纸质浇道管的模塑生产不仅实现了废纸资源再利用，而且在使用过程其对生产的铸件无影响，是典型的环保可再利用产品，使用后的废弃物能自然降解。

也有连续生产的纸浆模塑制管机，可利用特定模具生产连续状的纸浆模塑管状制品，在纸浆模塑管状制品成型脱水的同时进行转移，湿纸管还在移动的同时利用专用的烘干设备进行烘干，然后按要求规格进行切断和捆包，形成纸浆模塑管状制品，产品在食品、工业产品、农用器具等方面用途广泛。

2.5 内部缓冲和纸盒襟片结构一体化纸模设计

传统纸浆模塑工业包装制品一般是用来作为缓冲衬垫材料使用的，某些新款的纸浆模塑制品将内部缓冲衬垫和纸盒襟片结构设计成一体，在某些应用场合可以代替折叠纸盒纸箱，这种设计将内部缓冲衬垫和



瓶装产品包装



外部包装盒设计成一体，减少了外包纸箱纸盒的使用，可大幅降低包装成本。

2.6 纸浆模塑制品精美印刷技术逐步应用

通常的纸浆模塑制品表面比较粗糙，难于获得较好的印刷效果，在表面印刷过程中，其印刷适性与通常的平面纸质承印材料有明显的不同，而且纸浆模塑制品结构繁杂，凸凹不平，印刷幅面较小，采用传统的印刷工艺往往难以满足要求。因此，常采用比较灵活的印刷方式，如移印、丝网印刷、喷墨印刷、凸版胶印、UV 打印等方式，能够对纸浆模塑制品的凹凸表面进行多色精美印刷。

当前在纸模行业推广的 UV 打印是一种高科技免制版的全彩色数码印刷技术，它可以在各种材质表面进行彩色照片级印刷。无需印前制版，一次完成多色印刷，色彩靓丽，印墨耐磨损，防紫外线，操作简单，方便小批量印刷，印刷速度快，印品完全符合工业印刷标准。目前已有厂家开发出适合纸浆模塑制品快速印刷的高速 UV 彩印机，应用于各种纸浆模塑制品的表面印刷。

3 纸浆模塑创新技术的发展趋势展望

3.1 智能化无人化生产线逐步开发和应用

瑞典 PalPac 公司视频资料显示，采用先进的直压工艺，利用卷筒纸或浆板作原料，经过分散纤维和纤维

维成型、纸幅预压、喷淋及复合纸幅、成品挤压和定型等过程，基本实现智能化无人化操作。

随着智能化、无人化在包装制品生产过程中的逐步应用，如在纸箱行业、包装印刷行业的应用，国产智能化、无人化纸浆模塑生产线也在逐步开发和应用。

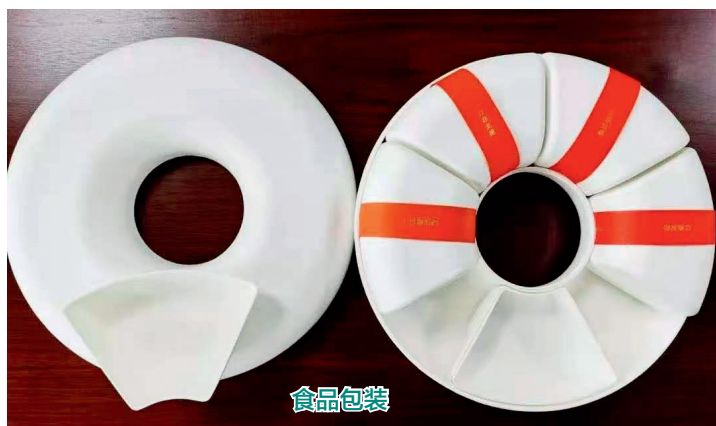
3.2 高精纸浆模塑制品逐步推广应用

随着纸浆模塑包装在高端电子产品、礼品、奢侈品等领域的应用，对产品外观和尺寸的要求也在朝着高精方向发展，即高端纸浆模塑制品，其特点主要表现为如下五点。

(1) 表面光洁度显著提高，接近或达到注塑产品的表现水平。

(2) 通过在供浆环节安装电脑自动调浆系统，增





加多道除杂器降低浆料杂质等方式，减少产品脏污点。增加分光光谱仪动态监测产品色差，可以将色差控制在 $\Delta E \leq 1$ 以内。

(3) 传统纸浆模塑的拔模角度为 $3^\circ \sim 5^\circ$ ，高端纸浆模塑的拔模角度现在可达到 2° 以下，技术上可以达到 0° 。在工艺上多采用多次模压工艺，一些厂家开发出相应的模具，可采用一次模压成型工艺，大大减少了成本，提高了效益。

(4) 高端纸浆模塑制品的直线度公差可以达到 $\leq 0.5 \text{ mm}$ ，表面粗糙度 $\leq 3 \mu\text{m}$ ，边缘 R 角极端可以达到 $R0.2$ 。

(5) 盒型纸模产品厚度由 $0.7 \text{ mm} \sim 0.8 \text{ mm}$ 增加至 1.5 mm 以上，其强度可以与工业纸板相媲美，极大的扩大了盒型纸浆模塑产品的应用范围，能够部分代替纸盒包装化妆品、礼品等中小型纸盒。

3.3 功能性纸浆模塑制品的研究

(1) 具有保鲜功能的纸浆模塑制品，在浆料中添加抑菌、杀菌剂，可以延长内包装果蔬的保鲜期，可以使柑橘保鲜 3 个月，荔枝保鲜 30 天。

(2) 可食用的纸浆模塑制品是利用果蔬为基材，添加适当的增塑剂、增稠剂、抗水剂等，保留果蔬原有天然色泽制成浆料，利用纸浆模塑生产工艺制成内包装制品，这种包装制品，既保证包装功能，又可以食用，减少污染，一举多得。

(3) 高精纸浆模塑制品的生产技术也为进一步研发纸浆模塑制成的机械产品配件提供了可能，如利用

纸浆模塑可以制作机械行业的离合器和制动用的摩擦片、润滑油过滤器、缓冲配件等。

(4) 利用高精纸浆模塑制品的生产技术还可以制作房屋装饰材料，工艺品、文创产品等。

3.4 纸浆模塑复合材料的研究

纸浆模塑复合材料的研发也是业内人士关注的热点，随着纸浆模塑制品市场对产品功能和质量的要求不断复杂化，单纯通过改进生产工艺和添加助剂的方法已经不足以满足市场需求。而通过添加其他材料来改变纸模产品的原料配方和产品性能，例如将纳米材料或高强度的纤维材料添加到原料当中，从而生产出具有特殊性能的纸浆模塑包装材料，也是未来纸浆模塑的一个重要研究方向。

3.5 利用计算机技术测试分析产品的性能和参数

利用计算机技术精确测定纸浆模塑产品的性能和参数以实现工艺参数设计的量化计算，是提高纸浆模塑产品质量和生产能力的关键，而计算机技术则是利用这些参数进行具体的产品与工艺设计的基础。依据量化的参数并利用专业软件建模，通过对纸浆模塑产品进行模拟分析、计算产品工艺与使用性能和各项参数之间的关系，可以高效地完成纸浆模塑制品及其生产工艺的优化设计。

3.6 直压式生产工艺与设备的研发

传统的纸浆模塑湿法成型工艺是把纸浆纤维分散

到水中，再用成形网模过滤形成湿纸模坯；而直压式生产工艺则是将原料浆板在开松机中进行离解疏松，在输送过程中喷涂乳胶树脂，在成形网上形成疏松的纤维网后，再通过热压模切设备加工成纸模制品。

直压式生产工艺采用连续模压成型的方式生产纸浆模塑制品，它是纸浆模塑生产方法的一个重大变革，纸浆模塑直压式生产工艺与传统湿法成型方法相比，大大减少了传统工艺中纸浆板再湿和碎解、成型、干燥过程中的大量能源消耗。

纸浆模塑直压式生产工艺高效、节能、环保，已受到业内人士的广泛关注，一些厂家已致力于研发纸浆模塑直压式生产工艺与设备。

4 结语

随着我国国民经济健康快速发展，与世界各国的经济往来也日益频繁和紧密，并且随着“限塑令”的强力实施，纸浆模塑这一新兴的绿色环保产业必将显

示出强大的生命力和广阔的市场前景，经过业内人士的不懈努力和不断创新，纸浆模塑的新工艺、新设备和高精新产品也将不断地开发和研制出来，未来几年，我国纸浆模塑行业将迎来一个快速发展时期。



相关文献链接

- [1] 阮金刚. 纸浆模塑制品的研究趋势与发展现状展望[J]. 商讯, 2019 (6): 132
- [2] 国家发展改革委. 生态环境部关于进一步加强塑料污染治理的意见. 发改环资〔2020〕80号
- [3] 黄俊彦, 朱婷婷. 纸浆模塑生产实用技术[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2008.
- [4] 张贺傢, 王赞, 张新昌. 双层纸浆模塑制品成型工艺影响因素的研究[J]. 包装工程, 2015.36 (1): 80.
- [5] 马斌悍, 王利民, 邵亮峰, 等. 铸造用纸质浇道管整型模具设计研究[J]. 铸造技术, 2019 (12): 1312.
- [6] 黄俊彦, 刘志忱. 纸模包装制品表面装潢设计方法与印刷方式[J]. 包装世界, 2002 (1): 34.
- [7] 中国印刷编辑部. uv打印工艺产品显个性之风[J]. 中国印刷, 2015 (10): 5. 