

功能型纸基包装材料的应用现状和发展趋势



作者简介：薛亿娇女士，在读硕士研究生；研究方向：生物质化学与材料。

薛亿娇¹ 华飞果² 张红杰³ 童树华² 戴磊^{1,2,*}

(1. 陕西科技大学轻工科学与工程学院, 陕西西安, 710021;

2. 浙江金昌特种纸股份有限公司, 浙江龙游, 324404;

3. 中国制浆造纸研究院有限公司, 北京, 100102)

摘要：本文综述了功能型纸基包装材料的发展现状，主要介绍了防油包装纸、防潮包装纸、食品包装用纸及医疗包装用纸等产品的性能、技术优势及最新研究进展，进而分析了现存的问题和亟需改进的方面，最后对其未来发展趋势进行了展望。

关键词：功能型纸基材料；包装；多功能性；环保

中图分类号：TS7 文献标识码：A DOI: 10.11980/j.issn.0254-508X.2020.11.010

Development of Functional Paper-based Packaging Materials: A Review

XUE Yijiao¹ HUA Feigu² ZHANG Hongjie³ TONG Shuhua² DAI Lei^{1,2,*}

(1. College of Bioresources Chemical and Materials Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi Province,

710021; 2. Zhejiang Jinchang Specialty Paper Co., Ltd., Longyou, Zhejiang Province, 324404;

3. China National Pulp & Paper Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100102)

(*E-mail: dailei@sust.edu.cn)

Abstract: This paper summarized the recent development of functional paper-based packaging materials, including oil-proof paper, anti-moisture paper, food packaging paper, medical packaging paper, etc. The properties, technical advantages and latest research progress of these products were discussed. Furthermore, the existing issues and problems were analyzed. The outlook and perspective of paper-based packaging materials was also provided.

Key words: functional paper-based materials; packaging; versatility; environmental protection

随着世界加工制造业向中国转移，我国仍是世界上经济增长最快地区。在此背景下，各行业发展迅速。其中，我国包装工业基本达到国际先进水平，跻身世界包装大国行列。近5年，我国包装工业生产总值以年均20%的速度增长，全国（除港、澳、台地区）包装工业总产值已达15000亿元。纸基材料是最重要的包装材料之一，主要指以纸或纸板为基材制成的包装材料，具有原料可再生、成本低、便于回收利用、能生物降解以及易于印刷等优点。在食品包装领域和物流运输领域正逐渐取代塑料等，符合绿色包装发展的新趋势。随着快递行业近几年的迅猛发展，世界各地纸和纸板包装材料占各种包装材料的比例超过1/3，远远超过了塑料、金属和玻璃的比例，纸和纸板包装产值占全部包装材料总产值的36%，占总产量

的35.6%^[1-2]。2019年，在全球的食品和饮品行业包装中，纸和纸板所占市场份额最高，其中亚太地区是全球纸张和纸板包装市场收入的主要贡献者。预计到2026年，全球纸张和纸板包装市场将达到4130亿美元^[3]。我国的纸包装产品产量居世界之首，纸包装产品已基本满足了多于60000亿元国内社会消费品零售总额和6000亿美元出口商品的包装配套需求^[4]。目前，我国纸和纸板及其制品占整个包装材料市场的40%以上，而发达国家甚至达到50%以上^[5]。当前，随着低克重塑料的禁用以及生产商对循环利用的重视，

收稿日期：2020-08-24（修改稿）

基金项目：中国博士后科学基金（2019M662061）；浙江省博士后科研项目（zj2019135）。

*通信作者：戴磊，副教授；研究方向：生物质功能材料。

未来纸基包装材料市场仍然具有较大的发展潜力。

纸基材料作为现代包装材料的四大顶梁柱（纸、金属、塑料、玻璃）之一，其发展速度最快。与塑料制品相比，纸的伸缩性较小，不受热塑性作用的影响，具有较好的稳定性。且纸基材料易于裁切、折叠、黏合、钉接等，能够保证包装机械的良好运行。纸和纸板表面吸收和黏结油墨的能力较强，有利于在其表面进行印刷^[6]。纸和纸板具有优良的复合加工性能，可以与其他材料较好地复合加工，且易于折叠处理，可加工成具有各种性能的包装容器，可应用于强度要求高的某些特殊包装领域。此外，纸作为基材使得包装材料具有较弱的静电性，适宜作为大米、面粉等粮食类产品的包装材料，减小静电所产生的危害。纸基包装材料大致分为普通包装纸和功能型包装纸（如防油包装纸、防潮包装纸、食品包装用纸和医疗包装用纸等）。普通包装纸做一般包装用，纸质比较强韧，包括牛皮纸和鸡皮纸等；功能型包装纸用作特殊用途的包装，根据具体用途命名，其性质也各有区别，如用作牛奶、果汁饮品包装，需具有防渗透性能，水果包装纸薄而柔软，感光包装纸颜色黑而不透光，医疗包装用纸具有阻菌、抗菌的特殊性能等^[7-8]。鉴于纸基包装材料的重要性及价值，本文总结分析了功能型纸基包装材料的研究与应用发展现状，以及现存的问题和亟需改进的方面等，最后对其未来发展进行了展望。

1 功能型纸基包装材料研究现状

1.1 防油包装纸

防油纸是半透明和水合的、具有抗油脂吸收或渗透的纸。防油纸的生产涉及纸浆的长时间打浆，破坏纤维素纤维以增强其吸水能力，并最终导致其表面糊化。这种水合现象导致形成带有间隙的纸幅，其性能取决于这些间隙的填充。纤维之间的连通孔越少，液体通过防油纸的通道就越难。目前，主要通过抄纸过程中采用浆内施胶或表面涂布/淋膜等方式赋予纸张防油功能，如将防油剂施涂在纸张表面，形成一层致密的高分子薄膜，赋予纸张良好的抗油性^[9-10]。常用淋膜材料有聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯及聚氯乙烯等^[11]。虽然淋膜处理可以使纸张具有优良的防油效果，但淋膜所用聚合物材料在自然界中几乎很难降解，并且在较高温度下会释放出有毒有害化学物质，这种方法环保性能差，使用过后难以回收处理。为了克服淋膜材料的缺陷，造纸行业研发利用碳-8有机氟作为防油剂。硅氟类防油剂能赋予纸基材料优异的防

油功能，但硅氟类防油剂物质对食品风味、人体健康和生态环境仍然具有负面影响^[12]。

近些年，非硅氟类化学助剂发展较为迅猛，其中丙烯酸酯共聚物是市场上较为成熟的非硅氟类防油助剂。此外，可生物降解的天然高分子（如乳清蛋白、玉米蛋白和卡拉胶等）也可涂布在纸张表面，实现一定的防油功能^[13]；但与硅氟类化合物相比，天然高分子在作用效果和成本上都仍有不足。随着环保要求的进一步提高以及人们对环保意识的增强，研发更优良的防油化学助剂显得尤为迫切。天津科技大学的武伟等人^[14]利用阳离子淀粉、氧化淀粉以及木薯淀粉复配一定量的聚乙烯醇和防油剂所制备的新型防油剂，进而制备防油纸，其防油等级能达到8级。此方法研制的防油包装纸既满足了无硅无氟的绿色化生产，在成本较低的条件下达到了良好的防油性能，为开发新型绿色环保包装材料提供了一定的技术支持。我国青岛榕信工贸有限公司和德国巴斯夫公司于2019年合作开发了水性高分子涂布食品防油纸，该食品防油纸具有良好的防水防油性能、优良的透气性、且不含PFOA（全氟辛酸）、PFOS（全氟辛基磺酸化合物）和矿物油等有害人体健康的物质，对环境污染负荷低，更安全环保，目前基本可以取代市场上的含氟类防油纸^[15]。

2019年青岛榕信工贸有限公司^[16]在“包装黑科技发布会”上推出水性防油包装纸，具有防水、防油、透气、耐温以及可热封等优良性能，是符合中国法规、美国法规以及德国BFR和欧盟法规的先进的可持续发展材料。其中的新型水性乳液优异的成膜性远远超过淋膜纸和涂蜡纸，该水性防油包装纸的高透气性有利于方便加热和保鲜食品、可热封性对于含汁和不含汁的食品包装均可用，可更好满足消费者的要求，提升消费体验，促进食品的销售。

1.2 防潮包装纸

防潮包装纸是防油纸的升级版，是指不能透过或难于透过水或水蒸气的包装纸，是针对储藏或运输过程中易受到外界的潮气作用发生变质、发霉、受潮等的物品包装。防潮包装主要通过高阻湿性的包装材料减缓或阻隔外界湿气进入包装内的速度，或用干燥剂吸收渗入包装内的水分，保持物品原有品质，延长储存期限。防潮包装纸的制备一般是在未漂白的硫酸盐化学浆中添加防潮助剂，也可以在纸或纸板表面涂布防潮化学助剂（如碳酰胺树脂、乳胶、聚酰胺树脂及沥青、石蜡等）^[17]。通过将防油纸超压光处理，使其进行极度的水合作用，形成具有高密度、高透明度、

光滑度和玻璃状表面的致密片材。该类纸在被水润湿之后并在一系列蒸汽加热的滚筒中压制,纤维间的氢键结合更紧密,几乎没有孔隙。常用防潮包装纸有防潮玻璃纸、石蜡纸、聚氯乙烯加工纸、沥青防水纸、聚乙烯加工纸、铝塑复合防潮纸、防潮瓦楞纸板等^[17-18]。

1.3 食品包装纸

纸和纸板由于其具有绿色环保的特点,是食品(如牛奶和奶基产品、饮料、糖果、烘焙食品等)中使用最早和最多的包装形式之一。纸基包装材料在食品、饮料行业中起着包装、保护和保鲜等至关重要的作用,为食品、饮品的包装提供了一种简单、经济的方法^[9]。食品包装用纸是指用于食品包装容器和构成食品包装的材料总称。目前,据相关统计,食品纸基包装材料在我国纸基包装行业市场中大约占有50%以上的市场份额^[13]。食品加工行业根据食品要求选择包装材料,要考虑诸如热封性、加工性能、可印刷性能、强度、阻隔性能(水、油和气阻隔)、成本效益、可持续性和法律要求等因素。根据食品安全与标准管理局(FSSAI)的规定,仅可使用纯净级包装材料直接接触食品。纸和纸板广泛应用于冰淇淋杯、微波炉爆米花袋、烘焙纸、牛奶纸盒、快餐盒(比如萨饼)、饮料杯等。近年来,食品包装纸的技术创新主要集中在包装材料的功能化及新型化学助剂的研发。通过在纸或纸板表面浸覆功能性化学助剂实现多层复合结构,使得纸基包装材料获得相应特性,如无菌、防潮、防油、透气等。随着环保压力与日俱增,全球市场也陆续研发创新出很多用于食品包装的新型用纸,以满足不同食品的包装需求。

当食品包装用纸用来包装含水含油的物质时就必须具备一定的防潮防油性能。现有的防潮防油助剂配方已经不能满足人们日趋增长的需求,防潮防油助剂性能正朝着高效、低成本、多功能化的方向发展,仍然是食品包装领域的研究热点之一。印度尼西亚肯达里大学的Tamrin等人^[19]于2019年研发出可可豆壳纸用于纸基食品包装材料,这种可可豆壳纸是可折叠并且相对坚固稳定,且具有抗菌和抗氧化性能,成为纸基包装的潜在材料。该研究探索了巴西棕榈蜡的涂布工艺以改善可可豆壳纸表面的疏水性,研究发现涂布处理可以极大地增大纸张的水接触角,巴西棕榈蜡涂布纸的水接触角高达126.99°,而未涂布纸仅为40.50°,该涂布处理并不影响纸张的机械性能。斯道拉恩索公司于2019年发布了一款专用于餐饮行业包装的高强度、高质量的食品级未涂布牛卡纸,应用于面碗、中西式餐盒、纸杯等^[20];太阳纸业公司与浙江

庞度环保科技有限公司共同研发了无塑涂布食品包装用纸,此包装用纸采用无塑涂布一次成型工艺,替代传统单淋、双淋工艺,相比较于传统淋膜纸,实现了在纸机内利用传统刮刀涂布方式的在线涂布阻隔材料,可直接打杯,生产效率更高,更安全、经济和环保^[21]。已广泛应用于热饮杯、冷饮杯、冰淇淋、纸餐盒等。韩国近年研发出一种自粘食品包装用纸,此类包装用纸外层是牛皮纸,内层是特殊的发泡材料,对内装物具有较好的防腐性^[22]。自粘包装用纸在生产过程中不需要额外的绳子或袋子固定,大大节省了材料。此类自粘性会在食品袋第一次开启后失效,因此还具有防止被人拆封的作用^[23]。欧美市场开发推出的PLMEX食品专用包装纸,原料采用100%木浆,不含荧光剂和危害人体的化学助剂,可防水、防油,还具有耐高温(200~250℃)的优良性能,烘焙、烧烤、蒸煮、微波加热等都不会使其变形或褪色,使用后经清水清洗即可再反复使用50次左右,即使废弃后也可回收再生纸张,符合绿色持续发展的要求,同时有利于消费者的体验^[23]。

防腐保鲜是食品包装材料的一项重要要求。日本近来研究了一款专门用于保存新鲜水果和蔬菜的新型功能性水果包装,其采用带有50 mg 1-MCP涂层纸有效地延迟了存储期间水果的成熟速度^[24];日本高崎造纸公司也研发出利用苹果渣生产果渣纸,可使用后循环再利用,广泛应用于水果包装^[25];日本Nippon纸业公司研发生产的一种能长期抑制食品发霉变质、同时不影响食品风味的新型包装纸。该类包装纸是把单甘油脂和其中的化合物融合后,再溶于水和乙醇的水溶液,之后在纸上进行喷涂或浸润处理,最后加热干燥而成;该纸可包装各类食品来保持其新鲜度,避免使用防腐剂^[25]。为开拓巴西零售企业电商市场,Smurfit Kappa与拉丁美洲领先的鸡蛋供应商Granja Mantiqueira合作开发出适合鸡蛋运输的新型电商纸包装,此类电商包装不仅轻巧方便,易于运输,而且对食品还起到保质保鲜的作用,对于网上购物的消费者给予很好的购物体验。此类包装材料所用的纸或纸板可以充分回收利用,或生物降解,不会对生态环境造成污染,也是一类绿色环保包装材料^[26]。2019年全球领先的包装和纸业集团Mondi与加工商Fiorini进行技术研发合作,成功开发出一种完全可回收的纸制立式包装袋,此类包装袋采用了Mondi的Advantage Smooth White强力特种牛皮纸,此牛皮纸由100%原生纤维制成,具有较高的强度和良好的印刷性,满足最高的产品质量要求,同时还可完全再回收利用,可取代塑

料包装并用于食品包装行业^[27]。面食生产商已经开始使用这种纸包装,用于包装有机小麦意粉和一些面食产品等。

受2020年新冠肺炎疫情的影响,人们的饮食消费习惯也发生了很大变化,社交距离形成了独立、便捷的餐饮模式,由堂食转变到外卖,这不单单影响了快餐饮行业的发展,更是带动了食品包装行业的迅速发展。据相关数据预测,2020年外卖行业所需餐盒高达634.5亿个,食品级白卡纸的需求将达到350万t,需求增加近30%,若每个白卡纸盒以0.4元的单价来计算,仅外卖行业就将为造纸行业带来近250亿元的收入^[20]。近年来兴起的保温包装纸利用能量守恒转换,能够将光能换化为热能。此类纸包装放置在太阳光下,将太阳光的太阳能转化为热能,从而用来保持食品的一定热量。也可以对内包装的食品进行长时间保温,避免因温度改变而影响食品风味和口感。在北京、上海等生活和工作节奏快的城市中,这种新型保温包装纸极大满足了人们的需求,有效减少了白色污染^[28]。除此以外,英国Sainspurys与英格兰DS Smith包装公司联手研发了一种隔热保温冷藏瓦楞纸质包装容器,可以作为冷冻食品的低温储藏使用,保证消费者所购买的冷冻食品不会因为受外界温度影响而短时间融化,为消费者提供了极大方便^[28]。在目前全球都明令限塑的大环境下,以纸制品为主的绿色包装必然成为未来食品包装的主流,一次性外卖餐盒纸质包装容器已经迎来庞大的市场需求,纸盒、纸袋、吸管、食品包装用纸将开辟造纸行业的新篇章,成为制浆造纸工业新的增长点^[29]。

1.4 医疗包装纸

医疗包装纸主要用于医疗器械用品的防菌包装,提供微生物屏障系统,是医院医疗器械及物品在使用过程中,为保护无菌物品、临床器械以及方便储存,根据不同情况而采用的包装容器、包装材料、器械保护及辅助进行操作的包装材料,主要分为医疗透析纸和医用皱纹纸等^[30]。医疗透析纸是最终灭菌医疗器械包装的关键组件;医用皱纹纸主要是替代棉布,直接作为包装材料或用于硬质容器的内包装材料^[31]。医疗包装纸是由双层医用单面涂胶平板医用包装原纸胶合而成的专用包装材料,直接在高温蒸汽或环氧乙烷下进行消毒处理,环氧乙烷和蒸汽可以透过透析纸,深入到密封包装内杀死内部的细菌、孢子,同时又可以保证内包装物不被细菌和尘埃等微生物侵入,从而有效隔绝细菌等微生物,保持医疗器械处于无菌状态^[32]。具有高卫生标准、高透气度、高表面强度、高

阻菌性、高耐破度、高撕裂度、抗水、抗油、耐高温等特点。其次还要严格控制荧光物质含量、pH值、氯离子含量等,必须是低灰分或没有灰分,即在生产过程中不加或少加填料,不添加荧光增白剂等有害物质,纸张必须是中性,内部施胶时可采用AKD中性施胶,同时严格控制Cl⁻、SO₄²⁻的含量;为了开启时无纸屑,达到理想的剥离效果,还要求纸张具有良好的表面强度。除此之外,还必须具备一定特殊的应用性能,比如优良的微生物屏障性能,即使在高温高强度高污染环境中还依然能保持高度抵抗细菌、孢子以及其他微生物入侵的能力。与其他常用灭菌包装材料(如医用包装塑料袋、医用包装无纺布等)相比,医疗包装纸具有使用方便、成本较低、卫生安全、无毒无味、可降解、灭菌有效期长及良好的印刷性等优点^[33-34]。近几年来,随着国内医疗的发展进步和人们对身体健康的日益重视,对医疗包装纸的品质要求也不断提高。医疗包装纸向高强度、高透气度、高安全性、阻菌性等趋势发展,对吸水性、强度、孔径、透气性等物理指标要求越来越高。所以要求医疗包装纸在现实生产过程中要更加注重原料以及化学品的安全合理使用,降低对人体和环境的危害。

我国有许多生产医疗包装纸的企业,其中生产医疗包装纸规模比较大的企业有浙江华丰纸业有限公司、浙江恒丰纸业有限公司、浙江凯丰新材料股份有限公司、浙江恒川新材料有限公司等。国内厂商主要还是在中低市场竞争,但近年来发展迅速,部分企业逐渐开发出性能接近国外产品标准的阻菌医疗包装纸,市场份额逐步提高。国内很多高校和相关科研单位在抗菌包装纸的领域也做了很多研究,开发了一系列新型抗菌剂,如无机纳米抗菌剂、聚乳酸纤维、壳聚糖纤维、植物精油等^[35-36]。我国是人口大国,再加上2020年新冠肺炎疫情的爆发,对医疗包装纸的需求量更是翻倍,尤其是医用口罩的需求仍然巨大。据相关机构发布数据显示,2019年我国口罩总产量超过50亿只,产值102.35亿元,就医用口罩而言,产值约为54.91亿元,在整个口罩行业占比远大于50%,相比于2015年增长69%^[31]。而医疗透析纸组成的无菌屏障系统用于医用口罩的包装,可在灭菌后防止微生物入侵,而且是一次性灭菌医用口罩所必须的配套原材料,为隔离病菌起了重要作用,因此特种纸厂当下必须大力生产医疗透析纸来满足疫情防控的需要。

拉斯大学拉兹格勒分校生物系Razgrad Branch等人^[37]于2019年用莴苣杂草精油(DWEO)与经过处理的纸基包装材料研发出具有优良抗菌活性的抗菌包装

纸。DWEQ的生产能力较大,主要制造商是美国、法国、匈牙利和东欧国家,其为浅黄色至黄色的透明液体,具有特殊的气味,可溶于甘油酯和矿物油以及乳白色的丙二醇,但不溶于甘油。决定该油气味的因素是:芹烯、柠檬烯、蒎烯和香芹酮。蒎烯精油的主要成分为: α -香芹烯(17.0%~66.5%)、柠檬烯(5.7%~45.0%)、香芹酮(4.3%~55.0%)、蒎烯(2.8%~37.5%)和二氢香芹酮(16.0%)。先前的研究表明,DWEQ对多种类型的微生物具有抗菌作用。Razgrad Branch等人分析了3种包装纸样品(漂白、未漂白和再生)经DWEQ处理后的抗菌活性。在5天实验时间内,用蒎烯精油处理过的漂白纸对霉菌和酵母的功效从100%降至47%,对革兰氏阳性测试微生物的抵抗力从100%降至69%,对革兰氏阴性微生物的抵抗力从76%降至12%;与DWEQ配合使用的未漂白纸对革兰氏阳性菌的减少效果优于其他测试微生物;而DWEQ处理过的再生纸表现出良好的灭菌活性,如今已逐步应用于医疗等包装。

1.5 其他包装用纸

作为复合软包装材料的一种,纸基复合包装材料由纸基层、功能层和热封层等组成,纸基层主要起美观、印刷、部分阻隔保护商品等作用;其类型分为贴膜型、衬袋型、嵌入型、液体型等^[6]。基于纸板的液体食品包装的纸基复合包装最早可追溯到1915年,俄亥俄州的约翰·沃默(John Wormer)申请了“纸瓶”专利,他将其称为Pure-Pak。后来,在以纸板为基础的液体包装方面取得了各种进展。利乐(Tetra Pak)是纸板包装材料最有前途的品牌,利乐在2017年全球销售了1800亿个包装,并每年增加10亿个包装,这表明基于纸板的液体包装逐渐非常盛行^[38]。在欧洲、美国、日本等国际市场上,纸基复合包装材料主要用于酒类、瓷器、鲜蛋、水果、玻璃仪器和精制工艺品等产品的内包装,在储存和运输等环节中起到对产品的保护作用 and 保鲜作用^[39]。此外,纸基复合材料还广泛使用在不同型腔的模具所成型的纸质托盘、微波加热器皿、内衬件等,具有更好的防震性、抗潮性,且成本更低,卫生性能更好^[38]。

在研发纸基复合包装材料中所要突破的主要技术难题就是解决防渗透问题。近几年,日本成功研制了一种由PE/纸/PE/Al/PET/PE六层结构复合而成的盒装食油的复合纸盒,由于其复合层含有铝箔,相比较于塑料瓶和玻璃瓶,这种复合纸盒包装材料安全、轻巧、方便且易于精美印刷,提高了商品的附加值^[40]。在欧洲已经研制成功一种超强复合纸,这种纸是用玄

武岩在2000℃高温中拉成纤维、浸渍树脂并渗入白土粉后制成薄膜;因为是以岩石为主料,因此长期贮存不会变脆、发霉、虫蛀,而且可以染印色彩,用途较广;其特点是洁白如雪、薄如蝉翼、柔似锦缎、且反复折叠后仍完好如初,又称软玻璃,且价格低廉^[40]。近些年来,国内纸基复合包装材料也同样发展迅速;同时纸塑铝复合包装材料在我国也已经得到较广泛的应用。食品、医药、化妆品、卷烟等商品均逐渐采用纸铝塑复合包装材料进行包装。我国纸基复合技术的创新性也在逐渐提高,随着人们对产品安全认知和环保理念的提高,纸基复合包装材料的重要意义和价值逐渐被人们所认识。我国目前也逐步开始投入大量人力、资金致力于纸基复合包装材料的研发。

2 功能型纸基包装材料发展趋势

随着当前人们生活水平的不断提高以及相应环保意识的强化,功能型纸基包装材料正逐渐成为一种广为认可的绿色环保材料,同时也对纸基包装材料提出了新的要求,在此背景下,功能型纸基包装材料的发展趋势呈现出材料复合多元化、优质轻量化、化学助剂环保安全化及食品包装专用纸功能多样化等。传统单一的纸包装材料远远不能满足目前软包装材料的多元化发展要求,比如牛奶、饼干、瓜子、槟榔、糖果等食品或饮品的包装材料,都需要具有特定功能的纸基复合材料来进行包装^[41]。而随着互联网的发展,快递运输行业也随之迅速发展,全球的快递包裹包装用纸也越来越庞大。为了尽可能降低运输过程中费用,充分利用自然资源,生产低定量的、轻量化的包装用纸、瓦楞原纸和箱纸板是不可阻挡的发展趋势^[41]。在由纸浆或再生材料制备纸和纸板的过程中,添加了各种类型的添加剂,以使最终产品具有更好的性能。制浆、漂白和其他处理(上浆、转化和压延)等各种过程都会或多或少的使用多种化学添加剂,来自纸和纸板的一些主要添加剂迁移是矿物油、染料(有机、无机和合成)、邻苯二甲酸酯、己二酸酯和多氟化合物,聚氟化表面活性剂(PFS)最广泛用于赋予纸和纸板耐油和耐水性。纸和纸板的回收并不能消除这些添加剂,这些添加剂可能与食品原料相互作用,从而对人类健康产生不利影响^[41]。因此,为了保证纸或纸板的无毒、无味以及安全性,无论是造纸过程中的化学助剂还是复合或印刷过程中的黏接剂都必须符合安全环保的要求,对人的身体没有危害。水性黏接剂突破了印刷工艺过程,逐步应用到复合纸黏接工艺。目前我国应用于食品的黑板品种传统单一,没有针对

不同食品而专门生产的功能性包装纸板,多数食品包装采用的都是灰底白纸板,完全不能满足不同食品需要不同包装的需求。如用普通包装纸包装含油食品后,渗油现象非常明显,因此,针对不同食品研制生产不同的功能型专用纸板非常有必要,如防渗油的糕点包装纸盒纸板、防光防潮的食盐包装纸罐纸板、包装蒸煮加工半成品的纸盒纸板,包装牛奶和果汁的纸罐纸板等^[41]。

3 展 望

综上所述,纸基包装必定是未来包装行业发展的主旋律,如果没有纸包装的发展,超级市场和便利食品的繁荣就不可能实现。在纸基包装使用的全生命周期中,必须保证循环包装、安全包装、低碳包装的原则^[42]。随着科技研发的深入,垃圾分类处理的实施,纸基包装最终可实现完全生物可降解、可回收,更加绿色环保。现如今,生态环保问题日益严峻,人们的环保节约意识也逐渐提高,大力开发多功能型纸基包装材料不仅是保护环境、节约资源的迫切需要,也是增强我国包装行业发展后劲,提高竞争力的重要手段,功能型纸基包装材料将成为包装行业不可逆转的潮流。适应新时代对绿色包装的新要求,必须深化绿色包装3R1D原则(包装减量化Reduce、包装易于重复利用Reuse、包装易于回收再生Recycle和包装废弃物可以降解腐化Degradable)^[38],适应电子商务发展需求,研发生态化、多元化、低定量、高强度、轻量化、易降解的高档新型绿色功能型纸基包装材料,大力建设完整的回收再利用系统。

新冠肺炎的疫情使全球纸包装行业面临种种挑战和机遇,造纸行业的大公司通过并购和加大建设新产能以获得更大的市场份额。消费者的卫生和安全意识也在逐步提高,无疑会增加对安全食品的包装需求和要求。其次,自我隔离可能会加速网购在这个紧急时期的增长,因此,对波纹包装纸材料、瓦楞包装纸材料的需求可能在短期内迅速增长,会带来快递行业、乃至纸包装行业的飞速发展^[43]。同时,随着消费者环保意识的提高,环保型包装材料能够较好地满足市场需求。纸包装企业应借此机遇,加大对纸包装的研发和生产投入,进一步提高纸包装的功能性和实用性,使其能够更多地替代塑料、玻璃、金属等。因此,随着工业的发展和消费的需求,未来的功能型纸基包装材料必然向着标准化、系列化、多功能、多基材、高性能、多用途等方面发展。

参 考 文 献

- [1] Zhang Shaohua. Green packaging -- the best way to coordinate the development of packaging industry and environmental protection[J]. China Packaging, 2001(1):22.
张绍华. 绿色包装——包装工业和环境保护协调发展的最佳途径[J]. 中国包装, 2001(0):22.
- [2] Zhibin He, Amit Chowdhury, Li Tong, et al. Cellulose Paper-based Strapping Products for Green/Sustainable Packaging Needs [J]. Paper and Biomaterials, 2019, 4(3):54.
- [3] Yue Yuan. Plastic bags will be restricted in Vancouver [J]. Green packaging, 2019(12):33.
岳 远. 温哥华将实施限塑令[J]. 绿色包装, 2019(12):33.
- [4] Chen Xirong. Development trend and Innovation of Paper packaging technology in China[J]. Shanghai Packaging, 2017(6):20.
陈希荣. 我国纸包装技术发展趋势与创新[J]. 上海包装, 2017(6):20.
- [5] Dai Tiejun, Gao Xinxin. Sustainable development of packaging industry and circular economy[J]. Ecological economy, 2014, 30(2):150.
戴铁军, 高新昕. 包装工业可持续发展与循环经济[J]. 生态经济, 2014, 30(2):150.
- [6] Jiang Nannan. Application status and development trend of paper-based composite packaging materials [J]. Plastic Packaging, 2011, 21(5):21.
姜楠楠. 纸基复合包装材料的应用现状及发展趋势[J]. 塑料包装, 2011, 21(5):21.
- [7] Wu Anbo. Development and application of paper - based functional materials[J]. China Pulp and Paper Industry, 2019, 40(13):180.
吴安波. 纸基功能材料的开发与应用[J]. 中华纸业, 2019, 40(13):180.
- [8] Gerson Roberto Luqueta, Everton Diniz dos Santos, Rodrigo Sávio Pessoa, et al. Evaluation of disposable device packaging materials under ozone sterilization [J]. Research on Biomedical Engineering, 2017, 33(1):58.
- [9] Xu Hongxia. Water-resistant and oil-proof paper grinding device [J]. China Pulp and Paper Industry, 2019, 40(16):69.
徐红霞. 抗水性防油纸的研磨装置[J]. 中华纸业, 2019, 40(16):69.
- [10] Jing Yi, Li Zhongzheng, Meng Jiajia, et al. Effects of different starch surface sizing agents on the properties of coated paper [C]// Proceedings of the 13th Annual Conference of The Chinese Paper Association (Part ii). 2008.
景 宜, 李忠正, 孟佳佳, 等. 不同淀粉表面施胶剂对涂布纸性能的影响[C]// 中国造纸学会. 中国造纸学会第十三届学术年会论文集(下). 2008.
- [11] Wang Hongjun. A study on the application of C₆ organic fluorine anti-grease agent in the production of grease-proofing paper [J]. China Pulp and Paper Industry, 2019, 40(14):20.
王红军. 碳-6有机氟防油剂在防油纸生产中的应用研究[J]. 中华纸业, 2019, 40(14):20.
- [12] Dong Kaihui, Wang Xiwen. Study on preparation and properties of silicon-free and fluorine-free greaseproof paper for food [J]. China Pulp and Paper Industry, 2020, 41(2):30.
董凯辉, 王习文. 无硅无氟型食品防油纸的制备及其性能研究[J]. 中华纸业, 2020, 41(2):30.

- [13] Zhang Meiyun, Song Shunxi, Yang Bin. Research on the science and technology development of paper-based functional materials [R]//China Paper Industry Association. Report on development of Science and Technology of Pulping and Papermaking 2016-2017. 2018.
张美云, 宋顺喜, 杨斌. 纸基功能材料科学技术发展研究 [R]. 中国造纸学会. 2016-2017 制浆造纸科学技术学科发展报告. 2018.
- [14] Wu Wei, Liu Zehua. Effect of starch on water resistance and oil resistance of oil-proof paper [J]. Tianjin Pulp and Paper, 2017(1):17.
武伟, 刘泽华. 淀粉对防油纸的抗水抗油性性能的影响 [J]. 天津造纸, 2017(1):17.
- [15] Wu Anguo. Waterborne coated food greaseproof paper developed successfully [J]. Paper and Papermaking, 2019(3):45.
伍安国. 水性涂布食品防油纸开发成功 [J]. 纸和造纸, 2019(3):45.
- [16] Qingdao Rongxin introduced two new types of wrapping paper [J]. Green Packaging, 2019(5):36.
青岛榕信推出两款新型包装纸 [J]. 绿色包装, 2019(5):36.
- [17] Wang Min. Development and application of green moisture-proof wrapping paper [J]. Jiangsu Pulp and Paper, 2013(2):42.
王敏. 绿色防潮包装纸的开发应用 [J]. 江苏造纸, 2013(2):42.
- [18] Liu Guoxin. Development and application of green moisture-proof wrapping paper [J]. China Packaging, 2006(2):36.
刘国信. 绿色防潮包装纸的开发应用 [J]. 中国包装, 2006(2):36.
- [19] Tamrin, Rejeki S, Faradilla RF, et al. Utilization of Cocoa Bean Shell as a Cocoa Shell as a Paper-Based Food Packaging and a Method to Improve Surface Hydrophobicity [C]// 5th International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources, 2020.
- [20] Food paper may become a new highland in paper industry [J]. China Packaging, 2020, 40(3):31.
食品用纸或将成为造纸行业新高地 [J]. 中国包装, 2020, 40(3):31.
- [21] Song Weihua. Sun Paper has successfully developed "plastic-coated food packaging paper" [J]. China Pulp and Paper Industry, 2019, 40(18):15.
宋伟华. 太阳纸业成功研发出“无塑涂布食品包装用纸” [J]. 中华纸业, 2019, 40(18):15.
- [22] Wei Fengjun, Li Yage. An overview of development and innovation of functional food paper packaging [J]. Printing Today, 2019 (10):60.
魏风军, 李雅歌. 功能型食品纸包装发展概览与创新例析 [J]. 今日印刷, 2019(10):60.
- [23] Kong Fanzhen. Newly developed food wrapping paper [J]. Shanghai Packaging, 2007(6):42.
孔凡真. 新开发的食品包装纸 [J]. 上海包装, 2007(6):42.
- [24] Ariyanto, Chiba M, Oguma K, et al. Release behavior of 1-methylcyclopropene coated paper-based shellac solution in response to stepwise humidity changes to develop novel functional packaging for fruit [J]. Packaging Technology and Science, 2019, 32 (10):523.
- [25] Wei Fengjun, Ren Xinyuan. Overview of new paper packaging materials based on food applications [J]. Printing Today, 2019(6):55.
魏风军, 任芯缘. 基于食品应用的新型纸包装材料概览 [J]. 今日印刷, 2019(6):55.
- [26] Smurfit Kappa innovative paper packaging technology to design new e-commerce packaging for Brazilian retail companies [J]. China Pulp and Paper Industry, 2019, 40(14):84.
Smurfit Kappa 创新纸包装技术, 为巴西零售企业设计新型电商包装 [J]. 中华纸业, 2019, 40(14):84.
- [27] British paper company Mondi and Fiorini cooperate to develop renewable vertical paper packaging [J]. China Pulp and Paper Industry, 2019, 40(22):73.
英国纸企 Mondi 和 Fiorini 合作开发可再生立式纸包装 [J]. 中华纸业, 2019, 40(22):73.
- [28] Wei Fengjun. Innovating the first productivity-the application of new paper packaging technology in the food industry [J]. Printing Today, 2019(7):57.
魏风军. 创新第一生产力——新型纸包装技术在食品行业的应用 [J]. 今日印刷, 2019(7):57.
- [29] Chen Jinghua. Analysis of edible packaging materials and their applications [J]. Printing Technology, 2003(20):27.
陈景华. 浅析可食性包装材料及其应用 [J]. 印刷技术, 2003 (20):27.
- [30] Wei Jingrong, Zou Ying, Xiang Guochun. Experimental analysis of antibacterial effect of domestic medical paper-plastic packaging materials [J]. Journal of the Third Military Medical University, 2004 (24):2275.
魏静蓉, 邹英, 向国春. 国产医用纸塑包装材料阻菌效果试验分析 [J]. 第三军医大学学报, 2004(24):2275.
- [31] Medical packaging paper in the specialty paper industry [J]. China Packaging, 2020, 40(3):15.
特种纸行业之医疗包装纸 [J]. 中国包装, 2020, 40(3):15.
- [32] Song Wanli, Zhang Hongying, Wang Huasheng. Research on the antibacterial effect of medical wrapping paper [J]. Chinese Journal of Nosocomial Infection, 2003(2):40
宋婉丽, 张红鹰, 王华生. 医用包装纸阻菌效果研究 [J]. 中华医院感染学杂志, 2003(2):40.
- [33] Zheng Mengqiao. Current status and development trend of China's medical packaging dialysis paper industry [J]. Zhejiang Pulp and Paper, 2018(2):41.
郑梦樵. 中国医用包装透析纸行业现状与发展趋势 [J]. 浙江造纸, 2018(2):41.
- [34] Ji Jianfeng, Liu Wen, Hu Jiangtao, et al. Research on the air permeability of medical dialysis paper [J]. China Pulp and Paper Industry, 2015, 34(9):51.
季剑锋, 刘文, 胡江涛, 等. 医用透析纸透气性能的研究 [J]. 中国造纸, 2015, 34(9):51.
- [35] Guo Huiping. Preparation of chitosan quaternary ammonium salt and its application in antibacterial paper [D]. Xi'an: Shaanxi University of Science and Technology. 2008
郭惠萍. 壳聚糖季铵盐的制备及其在抗菌纸中应用的研究 [D]. 西安: 陕西科技大学. 2008.
- [36] Wang Zhengqun, Yang Yanzhu, Zhao Youyuan, et al. Application of paper-plastic packaging bags in the sterilization of medical devices [J]. Journal of Guiyang Medical College, 2009, 34(3):336.
王正群, 杨燕珠, 赵有媛, 等. 纸塑包装袋在医疗器械灭菌处理

- 中的应用[J]. 贵阳医学院学报, 2009, 34(3): 336.
- [37] Kostova I, Lasheva V, Georgieva D, et al. Antimicrobial active packaging based on dill weed essential oil [J]. Journal of Food Engineering, 2019, 31(10): 347.
- [38] Dai Hongmin, Dai Peiyan. A new trend in green packaging development[J]. Journal of Packaging, 2016, 26(1): 88.
戴宏民, 戴佩燕. 绿色包装发展的新趋势[J]. 包装学报, 2016, 26(1): 88.
- [39] Cheng Peifang, Wang Qiuli. Research and development trend of paper packaging materials[J]. China Packaging, 2006(5): 16.
成培芳, 王秋利. 纸包装材料的研究及发展趋势[J]. 中国包装, 2006(5): 16.
- [40] Wang Yun. New Progress in paper matrix composite packaging and composite plastic packaging technology abroad [J]. Packaging World, 2005(1): 67.
- 汪云. 国外在纸基复合包装、复合塑料包装技术的新进展[J]. 包装世界, 2005(1): 67.
- [41] Meigui Xue, Xincheng Chai, Xiaodong Li, et al. Migration of organic contaminants into dry powdered food in paper packaging materials and the influencing factors [J]. Journal of Food Engineering, 2019: 262.
- [42] Zhang Yaoquan. Development status and trend of paper packaging industry in China in 2018[J]. Printing Technology, 2019(6): 39.
张耀权. 2018年中国纸包装行业发展现状及趋势[J]. 印刷技术, 2019(6): 39.
- [43] Liu K, Wang H, Liu H, et al. COVID-19: Challenges and Perspectives for the Pulp and Paper Industry Worldwide [J]. Bioresources, 2020, 15(3): 4638. CPP

(责任编辑:常青)

· 消息 ·

《中国造纸》2021年征订启事

《中国造纸》为专业技术性刊物, 国内外公开发刊, 由中国造纸学会和中国制浆造纸研究院有限公司主办, 主要报道我国造纸工业在原材料、制浆、造纸、废液综合利用及污染防治、机械设备、分析检验、工艺和质量控制自动化以及制浆造纸专业基础理论等方面的新成就和重要科技成果。

《中国造纸》除及时报道各研究机构、高等院校在科研理论方面取得的突出成果外, 还注重报道各制浆造纸厂引进或自行研究探索的新工艺、新技术。《中国造纸》将理论与实践有机结合, 更好地满足了科研工作者以及制浆造纸工厂技术人员的需要。《中国造纸》是我国造纸界权威性技术期刊, 连续入选“中文核心期刊”“中国科技论文统计源期刊”“中国科学引文数据库来源期刊”

“中国科学文献评价数据来源期刊”, 并已被Scopus、CA、EBSCO、JST等国外著名的期刊索引收录; 入选“中国科协精品科技期刊工程第四期项目”。

《中国造纸》(刊号CN 11-1967/TS, ISSN 0254-508X) 为月

刊, 每月25日出版, 大16开, 国内定价: 纸质版25元/期, 电子版25元/期, 纸质版+电子版40元/期; 国外及港澳台地区定价: 40美元/册, 电子版40美元/期, 纸质版+电子版70美元/期。

《中国造纸》国内总发行: 北京市报刊发行局, 邮发代号: 2-194; 国外总发行: 中国出版对外贸易总公司, 发行代号: DK11070。

《中国造纸》全国各地邮局均可订阅, 如错过邮局订阅, 可直接与中国造纸杂志社发行部联系补订。

编辑部地址: 北京朝阳区启阳路4号中轻大厦607室

邮政编码: 100102

电话: 010-64778173 (发行部)

010-64778158 ~ 61 (编辑部)

传真: 010-64778174

E-mail: cpp2108@vip. 163. com

http://zgzz. cnjournals

《中国造纸学报》2021年征订启事

《中国造纸学报》是由中国造纸学会主办、中国制浆造纸研究院有限公司承办的造纸专业学术性期刊, 创刊于1986年。主要刊登造纸专业研究论文、学术报告及综合性学术评述, 反映我国造纸工业在原材料、制浆、造纸、废液综合利用及污染防治、机械设备、分析检验、工艺和质量控制自动化以及制浆造纸专业基础理论等方面的新进展和新成果, 是我国造纸工业理论性强、水平高的学术性期刊。它为我国造纸工业提供了一个极好的学术交流平台, 对国内造纸工业的技术进步做出了较大贡献。本刊的固定栏目有: 研究论文与综述等。

《中国造纸学报》连续多年入选“中文核心期刊”“中国科技论文统计源期刊”“中国科学引文数据库来源期刊”“中国科学文献评价数据来源期刊”, 入选“中国科协精品科技期刊工程第四期(2015-2017)项目”, 并被Scopus、CA、JST等

国外著名的期刊索引收录。《中国造纸学报》为国内外公开发刊刊物。

《中国造纸学报》为季刊, 出版日期为3月25日、6月25日、9月25日、12月25日; 刊号: ISSN 1000-6842、CN 11-2075/TS, 自办发行。

《中国造纸学报》为大16开本。国内定价: 纸质版30元/册, 电子版30元/册, 纸质版+电子版50元/册; 国外及港澳台地区定价: 纸质版30美元/册, 电子版30美元/册, 纸质版+电子版50美元/册。

编辑部地址: 北京市朝阳区启阳路4号中轻大厦607室

邮政编码: 100102

电话: (010)64778173(发行部)64778162/8163(编辑部)

传真: (010)64778174

E-mail: tepp@vip. 163. com