

包装纸防油性的影响因素分析

陈赛艳¹, 彭笑²

(1. 华南理工大学, 广州 510640; 2. 湖南工业大学, 株洲 412007)

摘要: **目的** 研究纸张结构、防油剂及其添加方式对包装纸防油性的影响。**方法** 通过分析纸张的组成和结构, 论述纸张结构对防油性的影响及从纸张结构的角度提高纸张防油性的方法; 通过分析防油剂的种类、结构, 与纸张的结合方式, 论述防油剂的性质及应用趋势, 强调防油剂的安全性、环境友好性以及成本可控性, 分析防油剂的发展趋势; 通过分析防油剂的添加方式, 论述添加方式对纸张防油性能和成本的影响。**结论** 提高纸张打浆度不仅能降低纸张防油性, 也可降低纸张的生产成本; 生物降解性及环境友好型的防油剂的研发和应用是未来防油包装的发展趋势; 可以从纸张结构、防油剂成本及防油剂添加方式等方面来控制防油包装的成本。

关键词: 包装纸; 防油剂; 涂布

中图分类号: TS206.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)05-0044-06

Influencing Factors on the Oil Resistance of Packaging Paper

CHEN Sai-yan¹, PENG Xiao²

(1. South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

ABSTRACT: This work aimed to study the effect of paper structure, anti-oil agent and its adding method on the oil resistance of packaging paper. Through analyzing the composition and structure of paper, the effect of paper structure on oil-proof performance was discussed, as well as the method to improve the oil-proof performance of paper from the point of paper structure. Through analysis of the types, structures and bonding methods with paper of oil-proof agents, the characteristics and application trend of oil-proof agents were discussed. The food safety, environmental friendliness and cost controlling of oil proof agents were emphasized and the development trend of oil proof agents was analyzed. Through analysis of adding method of oil proof agent into paper, the effect of adding methods on the oil-proof performance and cost of paper was discussed. Improving the paper pulp could not only increase the oil-proof performance of paper, but also reduce the production cost of paper. Development and application of biodegradable and environment friendly oil proof agents is the trend of oil proof packaging in the future. At the same time, the cost of oil proof packaging could be controlled from the structure of paper, the cost of oil proof agent and the way of adding agent into paper.

KEY WORDS: packaging paper; oil proof agent; coating

防油包装要求包装材料既能保护产品、促进销售, 又可减少含油或油污物质的渗透。防油包装早期多采用高分子薄膜覆在纸张表面, 通称淋膜或覆塑。虽然高分子材料符合包装的防油要求, 但使用后的废弃塑料降解非常困难, 会对环境造成极大污染, 目前

它的使用已经受到限制。在食品防油包装方面, 除了包装材料的防油要求和食品的安全要求之外, 更有包装材料的绿色环保要求^[1-3]。取代难降解的包装材料有两大趋势: 易分解的高分子材料、可降解的纸质材料。纸质材料来源广泛, 易于降解回收, 且价格适中,

收稿日期: 2015-12-11

作者简介: 陈赛艳(1983—), 女, 湖南衡阳人, 华南理工大学博士生, 主要研究方向为制浆造纸清洁生产与污染控制。

能为广大消费者接受,适用于多种印刷技术。

对于纸质材料的防油处理有两个方向:在纸面涂上一层防油涂布助剂^[4-5],降低纸张表面能,防止油脂润湿,其特点是处理后的纸张既具有防油功能又易于生物降解和废纸利用;从纸张结构方面进行优化,降低油脂的渗入。这里主要从优化纸张结构和添加防油剂两方面来分析提高纸张防油性的方法。

1 纸张性质对防油性能的影响

相对塑料薄膜紧密的结构,纸张由内到外具有疏松多孔的结构。在纸张内部,纤维结构疏松,纤维本身和纤维之间间隙较多,油脂通过毛细管作用向纸张内部渗透。同时由于纤维表面含有大量极性羟基,导致表面能较高,亲油性强。故未经防油处理的纸张吸油性较强。

纸张表面的孔隙率高低直接影响纸张防油性能。孔隙率高的纸张表面,油脂渗入容易,吸油性强。为了阻止油脂渗入,必须降低纸张表面孔隙率,提高纸张表面的紧致程度。降低孔隙率的方式有2种:在纸张表面添加施胶单体和胶黏剂;提高纸张内部打浆度。在纸张表面涂布施胶单体和胶黏剂可填充纸张表面的纤维间隙,防止油脂渗入,提高纸张表面阻隔性;同时纤维表面的极性羟基与添加剂中的成分反应后成功结合,在纸张表面留下疏水疏油的原子基团,降低纸张表面能,使纸张获得良好的防水防油性^[6]。防油剂在纤维表面的吸附属于物理吸附,作用力是范德华力,具有吸附速率快、无选择性、可逆等特点^[7]。根据表面物理化学的理论,在油脂润湿及渗入纸张表面的过程中,只有纤维素的表面张力高于油脂的表面张力时,油脂才容易湿润纸张表面及渗入纸张内部。故降低纸张表面张力、减少纸张表面孔隙率可以达到降低油脂渗透,提高纸张防油性的目的。为了提高防油纸的阻隔性能,通常对防油纸进行薄膜涂布,如用羧甲基纤维素(CMC)、淀粉和聚乙烯醇(PVOH)及含氟化合物或者藻酸钠进行施胶压榨。

在纸张成形过程中,提高打浆度可以减小纸张表面的孔隙率^[8],提高纸张的防渗透功能,使纸张具有防油性能。但打浆不是为了控制浆料打浆度,而是降低纸张的透气度,进而提高防油纸的阻隔性。防油纸的透气度通常受浆料打浆度和成纸表面涂布(如添加淀粉或CMC)的影响。浆料组成、打浆和压光处理分别以不同的方式影响成纸透气度。浆料组成和打浆处理同时影响成纸孔隙率和孔隙尺寸,而压光主要影响

防油纸的孔隙率。压光对防油纸的水蒸气传递速率和抗油性有积极作用。在防油纸达到一定透气度时,表面涂布更有利于降低能耗,而压光处理是另一种可用的替代方法^[9]。但是通过打浆提高纸张防油性不仅能耗大,且生产的纸张容易出现泡泡纱纸病^[10]。

2 防油涂布助剂对纸张防油性能的影响

油脂本身并不能溶解、润胀纸张纤维,仅凭借毛细管张力在纸张中的孔隙管道扩散来渗透纸张。为阻止油脂的渗透扩张,除了纸张的本身结构优化,降低孔隙率外,添加防油剂就成了提高纸张防油性的重要方式。常用的防油剂有以下几种。

2.1 含氟防油剂

含氟防油剂属于表面活性剂,结构见图1^[11],由亲水极性基团和疏水含氟基团构成。其中氟原子与其他元素形成的键能大、键长短,受氟原子空间屏障效应的保护,其他原子不易侵入,故含氟防油剂具有疏水疏油性好、耐热性高、化学稳定性好、表面自由能低等特性,可以通过表面施胶、浆内施胶等工艺处理纸张纤维从而使纸张具有良好的防油性能,在纸张防油包装方面应用较多^[12-13]。结构中的亲水基团赋予防油剂溶解性能,疏水基团赋予纸张极低的表面张力。在浆内施胶的过程中,亲水基团具有活性,与纤维上带极性的羟基吸附结合,将防油剂分子固定在纤维表面,疏水基团的排列形成一层低表面张力的疏水疏油薄膜,防止液体渗透,从而使纸张具有防油性^[14]。

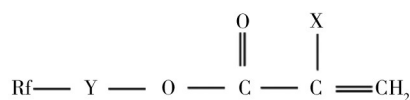


图1 含氟防油剂分子结构

Fig.1 The molecular structure of greaseproof agent containing fluorine

注:X可为氢原子、直链或有分支的烷基(1~21个碳原子)、卤素原子、氟碳烷基链、苯基、苯甲基等;Y可为脂肪族基团或芳烃族基团(1~10个碳原子)、含氨基或酯基或磺酰基的烷基基团;Rf是线性或非线性的氟碳烷基链(1~21个碳原子),可包含含氢硫基的有机聚硅氧烷。

含氟防油剂分为2种:全氟烷基助剂和非全氟烷基助剂。覆塑和淋膜防油方式引起淋膜材料存在无法降解的问题,含氟防油剂在生产过程中产生的全氟辛酸(PFOA)、全氟辛烷磺酸盐/酯(PFOS)都是有毒有

害物质^[15]。PFOA生物储蓄性强,不能从含氟防油剂中彻底清除,在环境中也存留持久^[16-17],此类食品包装防油剂可致血液污染^[18]。欧盟、美国等已经限定或停止PFOA和PFOS等产品的生产^[19],只有我国还在大量使用含氟类防油剂。

针对全氟烷基类防油剂的环境污染问题,有学者针对防油剂的分子结构进行了改良研究,开发出新的环保型防油助剂。以全氟聚醚、N—N二甲基丙二胺、磷酸、氢氧化钠等为原料制备的全氟聚醚型两性氟化合物作为防油助剂^[14],使用过程中不生成PFOA/S,对环境无污染,对生物体无害,受到人们的关注。李培枝^[20]等采用全氟烷基乙基辛醇单体、聚氨酯预聚体等制备出无溶剂阳离子全氟烷基聚氨酯—聚丙烯酸酯(FPUA)复合乳液防油剂,通过表面施胶成膜过程,赋予纸张纤维特殊形貌,达到较低的表面自由能,从而提高纸张的防水防油性能。全氟丙烯酸酯类防油剂既具有丙烯酸酯聚合物成膜性和亲水性好,对基材附着力强的特点,又具备含氟化合物表面活性高,热稳定性好,化学惰性强,抗水抗油性和低表面能等优点^[21-22]。王健^[23]等将含氟丙烯酸酯应用为防油剂,发现防油剂的质量分数为0.8%、防水剂为5.0%时,在助留单体的协同作用下,纸张防油等级可达11级。目前,含氟丙烯酸酯聚合物多用作皮革和纺织防水防油整理剂,在纸张方面的应用不多。

有学者^[17]以含氟无规两亲聚合物为稳定剂,以甲基丙烯酸六氟丁酯、苯乙烯、丙烯酸丁酯等为单体,通过无皂乳液聚合制备出含氟丙烯酸酯共聚物无皂乳液防水防油剂。发现含氟单体用量越高,纸张防水防油性能越好,但含氟单体用量过大时,不利于乳液的稳定。

含氟类防油剂价格昂贵,使用成本较高,如何降低防油纸的生产成本成为防油纸生产企业的重中之重。有报道^[24]指出,将防油剂与羧甲基纤维素(CMC)混合,采用膜转移施胶技术进行表面施胶涂布,可以有效降低防油剂的用量,节约成本。

2.2 无氟防油助剂

2.2.1 丙烯酸酯共聚物防油剂

无氟防油助剂中最常用的是丙烯酸酯共聚物防油剂^[11]。丙烯酸酯共聚物可以通过3种方式合成:本体聚合、溶液聚合和乳液聚合。其中乳液聚合的方法包括无规共聚法、分段乳液聚合法、一步乳液聚合法、无皂乳液聚合法等。通过分段乳液聚合法或称种子乳液聚合法聚合成的“核-壳”型复合乳液作为常用的

丙烯酸酯共聚物,能赋予薄膜良好的强度和致密性,对基材有较强的附着力,应用于纸张表面,使得纸张获得油水不相溶的表面,达到防油目的。

2.2.2 壳聚糖防油剂

壳聚糖类防油剂可生物降解、无毒、对环境无污染,与纤维素之间的相容性强^[25]。单独作为防油剂使用时,纸张的防油性与使用含氟防油剂相当,但壳聚糖粘度高、浓度大,不利于实际生产中涂布机的运转,且造价是含氟防油剂的3倍^[19]。与CMC和HPC联合使用与单独使用效果相当,而与海藻酸钠混合使用时,能达到氟类防油剂同等的效果,但壳聚糖和海藻酸钠价格高于含氟防油剂,且在处理过程中存在黏度过高,不利于实际生产的问题^[26]。

2.2.3 淀粉类防油剂

有研究表明,淀粉经过适当改性后,可具备一定程度的纸张防水防油等方面的性能^[27]。有学者^[28]采用以阳离子淀粉等为主要原料制备防油剂,并采用造纸常见的施胶方法涂于纸张表面,使纸张获得防油性能。干燥过程中阳离子淀粉在纸张的表面可以形成一层薄膜,使得防油剂中具有防油效果的成分向纸张内部渗透,不仅能使纸张达到更好的防油效果,还能降低纸张的透气性,提高纸张的阻隔性能^[29]。有学者^[30]以氧化木薯淀粉为原料,采用乳液聚合法使甲基丙烯酸十二氟庚酯与氧化木薯淀粉发生接枝共聚反应,合成淀粉基纸张防油剂。在一定的配方下,纸张防油效果最佳达到8级。

改性淀粉防油剂的应用,一定程度上解决了长链含氟防油剂对食品的污染问题和短链含氟防油剂中防油效果差的问题。由美国的国民淀粉公司所研发生产并投放市场的Filmkote 370型淀粉^[31],是采用天然淀粉经过化学处理,引入防油基团使分子结构及理化性质发生变化而生成的,涂于纸张后,使防油产品真正实现不含PFOS和PFOA,从绿色环保的角度和针对出口市场来说,有其特有优势。

2.2.4 复合型防油剂

有学者以壳聚糖与淀粉制备了防油剂,发现用阳离子淀粉取代部分壳聚糖制备的复合防油剂完全可以达到单一壳聚糖防油剂的效果,从而降低生产成本^[32]。阳离子淀粉不能单独作为抗油剂,胡永辉^[33]等用阳离子淀粉和壳聚糖混合制备防油剂对基纸进行施胶,不仅提高了纸张的抗油脂性能,还使透气性能明显下降,增强了纸张的阻隔性。

2.2.5 生物聚合物型防油剂

天然可生物降解材料在防油包装方面的应用前

景广阔。有研究者将分离大豆蛋白应用于防油包装,防油效果与聚乙烯相当^[34];也有学者将分散乳清蛋白用于纸张的防油包装^[35];将玉米醇溶蛋白作为防油剂涂布在纸张表面,获得的防油纸可作为快餐食品的包装,其防油效果与聚乙烯层合纸相当^[36],玉米蛋白^[36-37]、卡拉胶^[38]均可用于纸张涂布,这些天然生物降解高分子材料均可用于纸张的防油包装,今后将取代塑料包装材料成为包装领域的主导力量。

我国在生物聚合物纸张防油剂方面的相关研究较少。壳聚糖防油剂的制备和研究得到了较多学者的关注,成为取代含氟防油助剂的热点之一。淀粉类防油助剂的研究、小麦蛋白防油助剂的研究均是未来生物防油助剂研究的趋势,其防油效果和功能有待进一步探讨。

3 助剂添加方式对防油性能的影响

在防油纸生产过程中,防油剂的添加工艺是影响防油纸抗油性能的重要因素。主要有传统添加方式和新型添加方式。

防油助剂的传统添加方式有3种,分别是外添加型、内添加型和涂料添加型。外添加型是将防油剂直接涂于纸张表面,进行表面施胶,使纸张具有延迟流体渗透的性能,达到抗油的目的;涂料添加型是将助剂添加在涂料中,与涂料一起施于纸张表面,借涂料中粘合剂的作用与纸张牢固结合,使纸张具有防油防水功能^[6];内添加型是进行内部施胶,将防油助剂加入纸浆中,再经过抄纸成形^[39]。内添加型的缺点是防油剂用量大,涂布不均匀,纸面抗油性不均匀,也不能在线控制防油等级。浸渍涂布型同样具有上述缺点。有人经过实验采用膜转移施胶技术^[40]进行防油剂施加,将带弱阳电荷的防油剂与阴离子型施胶剂在施胶涂料槽内迅速混合均匀后,在60℃左右的温度下,采用膜转移表面施胶法对原纸进行表面施胶,克服了浆内添加法和原纸浸渍法存在的不足。同时具有以下优点:达到相同防油等级的前提下防油剂消耗最低;避免了速度过快产生防油剂喷溅问题;涂布均匀、计量准确;胶液转移彻底;可提高涂布胶液浓度,从而节约后段蒸汽的消耗。

4 结语

纸张的防油性除了受纸张性质的影响,更受涂布助剂性质和涂布方式的影响。纸张孔隙率低可提高

纸张的防油性能。防油助剂的性质和添加方式共同影响纸张的防油性能。目前许多研究者已经意识到我国还在使用的含氟防油助剂对环境和健康有较大危害,易降解的壳聚糖型防油剂、淀粉类防油剂和生物聚合型防油助剂成为防油剂研究和应用的趋势。同时含氟防油剂成本较高,研究出成本较低、环境友好型的防油剂具有现实而深远的意义,是一个具有实用性和挑战性的课题。

参考文献:

- [1] 黄秀玲,王永国,李明,等.有限厚纸塑复合包装材料中化学物迁移预测模型及实验验证[J].包装工程,2011,32(11):8—11.
HUANG Xiu-ling, WANG Yong-guo, LI Ming, et al. Migration Prediction Model of Chemical Substances from Limited Thickness Paper Plastic Packaging Material and Verification [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11): 8—11.
- [2] 秦蓓.塑料食品包装材料安全性研究现状[J].包装工程,2011,32(11):33—37.
QIN Bei. Progress of Plastic Food Packaging Safety Research [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11): 33—37.
- [3] 郭春海,薄海波,贾海涛,等.食品接触材料PVC中32种增塑剂在4种食品模拟物中的迁移规律研究[J].包装工程,2011,32(7):9—16.
GUO Chun-hai, BO Hai-bo, JIA Hai-tao, et al. Research for Migration Rule of 32 Kinds of Plasticizer in Food Contact PVC Film to Four Kinds of Food Stimulants [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(7): 9—16.
- [4] 霍涛.含有全氟聚醚链的丙烯酸酯聚合物的合成及其在棉织物上的应用[D].上海:东华大学,2013.
HUO Tao. Preparation of Perfluoro Polyether-containing Polyacrylates and Their Application on Cotton Fabrics [D]. Shanghai: Donghua University, 2013.
- [5] 赵科,孙培勤,孙绍晖,等.可降解餐具丙烯酸乳液涂料研究[J].包装工程,2002,23(2):15—17.
ZHAO Ke, SUN Pei-qin, SUN Shao-hui, et al. Study on the Coating for Single Use and Degradable Lunch Container [J]. Packaging Engineering, 2002, 23(2): 15—17.
- [6] MELGAREJO E G, MATA F R. Heat, Grease, and Cracking Resistant Release Paper and Process for Producing the Same [M]. Virginia: United States Patent Application Publication, 2010.
- [7] 朱红详,陈健,宋海农,等.防油剂在纤维表面的吸附动力学研究[J].中国造纸学报,2010,25(3):30—34.
ZHU Hong-xiang, CHEN Jian, SONG Hai-nong, et al. Kinetic Study of Adsorption of Oil-proof Agent on the Fiber Surface [J]. Transactions of China Pulp and Paper, 2010, 25(3): 30—34.

- [8] TROCHLIL T R. Single Ply Paper Product, Method for Manufacturing and Article[M]. Virginia: United States Patent Application Publication, 2006.
- [9] 刘俊. 防油纸生产中能耗与成纸阻隔性能的关系[J]. 国际造纸, 2012, 31(3): 17—22.
- LIU Jun. The Relationship between Energy Requirement and Barrier Properties in the Production of Greaseproof Paper[J]. World Pulp and Paper, 2012, 31(3): 17—22.
- [10] 李斯, 韩卿, 陈建斌. 防油纸施胶剂配方的优化[J]. 纸和造纸, 2014, 33(10): 3—5.
- LI Si, HAN Qing, CHEN Jian-bin. Formulations Optimization of the Surface Sizing Agent of Greaseproof Paper[J]. Paper and Paper Making, 2014, 33(10): 3—5.
- [11] 何志鹏. 具有防油功能纸张涂层组分及性能优化[D]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- HE Zhi-peng. The Study of Grease-Proof Paper Coating's Component and Property[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2013.
- [12] 杨左军, 王成云, 顾浩飞, 等. 纸质食品包装材料中五氯酚的测定[J]. 中国造纸, 2010, 29(5): 43.
- YANG Zuo-jun, WANG Cheng-yun, GU Hao-fei, et al. Determination of Pentachlorophenol in Paper Packaging Materials for Foodstuffs[J]. China Pulp & Paper, 2010, 29(5): 43.
- [13] 刘勇, 徐宏辉, 杨友华. 氟硅烷易清洁涂层的性能研究[J]. 有机硅材料, 2008(3): 22.
- LIU Yong, XU Hong-hui, YANG You-hua. Properties and Application of Easy-to-clean Fluoroalkylsilane Coating[J]. Silicone Material, 2008(3): 22.
- [14] 葛建楼, 姜祖林, 杨瑞丰, 等. 纸张用含氟防油剂的制备及应用[J]. 中国造纸, 2015, 34(4): 22—25.
- GE Jian-lou, JIANG Zu-lin, YANG Rui-feng, et al. Preparation and Application of Fluorine Containing Oil-proof Agent Used for Paper[J]. China Pulp & Paper, 2015, 34(4): 22—25.
- [15] 蒋国忠. 氟碳防水防油剂的研究进展及发展趋势[J]. 合成技术及应用, 2008, 23(4): 37—40.
- JIANG Guo-zhong. Research and Development on Fluoride-Carbon Finishing Agent[J]. Synthetic Technology and Application, 2008, 23(4): 37—40.
- [16] 朱红祥, 王双飞, 杨崎峰. 纸张防油剂研究进展[J]. 纸和造纸, 2003(4): 31—33.
- ZHU Hong-xiang, WANG Shuang-fei, YANG Qi-feng. Development of Research on Greaseproof Agents[J]. Paper and Paper Making, 2003(4): 31—33.
- [17] 李刚辉, 阿尔吐克, 何战友, 等. 含氟无皂乳液纸张防油剂的制备及应用[J]. 中华纸业, 2010, 31(12): 21—24.
- LI Gang-hui, AERTUKE, HE Zhan-you, et al. Preparation and Application of Fluorinated Acrylate Copolymer Emulsifier-Free Emulsion as paper Oil-proof Agent[J]. China Pulp & Paper Industry, 2010, 31(12): 21—24.
- [18] 朱伟青. 加拿大科学家发现食品包装中防油剂可致血液污染[J]. 上海化工, 2010(12): 48.
- ZHU Wei-qing. Canadian Scientists Found Oil Repellent of Food Packaging Cause Blood Pollution[J]. Shanghai Chemical Industry, 2010(12): 48.
- [19] HAM-PICHAVANT F, SEB G, PARDON P, et al. Fat Resistance Properties of Chitosan-based Paper Packaging for Food Applications[J]. Carbohydrate Polymers, 2005, 61(3): 259—265.
- [20] 李培枝, 杨晓武, 罗巧丽, 等. 全氟水性聚氨酯—聚丙烯酸酯纸张防油剂的制备及性能研究[J]. 功能材料, 2013, 44(17): 2477—2480.
- LI Pei-zhi, YANG Xiao-wu, LUO Qiao-li, et al. Study on the Preparation and Performance of Perfluoroalkyl Water Borne Polyurethane-polyacrylate Paper Oil-resistant Agent[J]. Journal of Functional Materials, 2013, 44(17): 2477—2480.
- [21] SCHMIDT D L, BRADY R F, LAM K, et al. Contact Angle Hysteresis Adhesion and Marine Bio-fouling[J]. Langmuir, 2004, 20(7): 2830—2836.
- [22] 路国红, 陈正国, 程时远, 等. 全氟丙烯酸酯类聚合物合成及应用[J]. 胶体与聚合物, 2000, 18(2): 31—34.
- LU Guo-hong, CHEN Zheng-guo, CHENG Shi-yuan, et al. Synthesis and Application of Perfluoroalkyl Acrylate Polymer[J]. Chinese Journal of Colloid & polymer, 2000, 18(2): 31—34.
- [23] 王健, 杨瑞丰, 刘彦军. 含氟丙烯酸酯纸张防油剂的制备及应用[J]. 中国造纸, 2008, 27(4): 32—34.
- WANG Jian, YANG Rui-feng, LIU Yan-jun. Preparation and Application of the Fluoroacrylate Copolymer as the Oil-Proof Agent for Paper[J]. China Pulp & Paper, 2008, 27(4): 32—34.
- [24] 李俊巧, 张杨, 王慧霞, 等. 羧甲基纤维素在防油纸表面施胶中的应用[J]. 纸和造纸, 2015, 34(3): 4—6.
- LI Jun-qiao, ZHANG Yang, WANG Hui-xia, et al. Application of Carboxymethyl Cellulose on Greaseproof Paper Surface Sizing[J]. Paper and Paper Making, 2015, 34(3): 4—6.
- [25] 陈金文, 黄六莲, 陈礼辉, 等. 壳聚糖用于纸张染色[J]. 纸和造纸, 2012, 31(5): 51—55.
- CHEN Jin-wen, HUANG Liu-lian, CHEN Li-hui, et al. Application of Chitosan on Paper Dyeing[J]. Paper and Paper Making, 2012, 31(5): 51—55.
- [26] 殷国栋, 朱红祥, 白云霞, 等. 木薯淀粉接枝含氟单体合成纸张施胶剂的研究[J]. 中国造纸, 2010(2): 10—13.
- YIN Guo-dong, ZHU Hong-xiang, BAI Yun-xia, et al. Synthesis of Sizing Agent with Cassava Starch and Fluorinated Acrylate Monomer[J]. China Pulp & Paper, 2010(2): 10—13.
- [27] 曹邦威. 制浆造纸工业的环境治理[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008.
- CAO Bang-wei. Environmental Treatment of Pulp and Paper Industry[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2008.

- [28] JUMAA M, MULLER B W. Physicochemical Properties of Chitosan-lipid Emulsions and Their Stability during the Autoclaving Process[J]. International Journal of Pharmaceutics, 1999(2):175—184.
- [29] 彭慧,刘崇崇,龙柱. 防油剂阳离子淀粉对食品包装纸性能影响研究[J]. 江苏造纸,2014(2):31—34.
PENG Hui, LIU Chong-chong, LONG Zhu. Study on Influence of Oil Proof Agent of Cationic Starch on the Properties of Food Packaging Paper[J]. Jiangsu Zaozhi, 2014(2):31—34.
- [30] 张宏伟,赖秋杰. 含氟丙烯酸酯氧化淀粉共聚物的合成及抗油性能研究[J]. 造纸科学与技术,2014,33(6):66—69.
ZHANG Hong-wei, LAI Qiu-jie. Synthesis of Fluorine Containing Modified Starch Co-polymers and the Influence on Greaseproof Properties of Paper[J]. Paper Science & Technology, 2014,33(6):66—69.
- [31] 余军生,卢诗强,杨丽. 等. 改性防油淀粉在防油功能纸张上的应用[J]. 造纸科学与技术,2012,31(6):76—149.
YU Jun-sheng, LU Shi-qiang, YANG Li, et al. The Application of Modified Oil-proof Starch in Paper with Grease Resistance Function[J]. Paper Science & Technology, 2012,31(6):76—149.
- [32] 彭慧,龙柱. 壳聚糖类纸张防油剂的制备及应用[J]. 包装工程,2013,34(1):12—17.
PENG Hui, LONG Zhu. Preparation and Application of Chitosan Type Paper Oil-proof Agent[J]. Packaging Engineering, 2013,34(1):12—17.
- [33] 胡永辉. 壳聚糖/阳离子淀粉防油剂对抗油脂包装纸结构及性能的作用[J]. 纸和造纸,2014,33(1):45—49.
HU Yong-hui. Effect of Chitosan/Cationic Starch Oil Repellent on the Structure and Performance of Grease Resistance Packaging Paper[J]. Paper and Paper Making, 2014, 33(1):45—49.
- [34] HYUN J P, SI H K, SEUNG T. et al. Grease Resistance and Mechanical Properties of Isolated Soy Protein-Coated Paper[J]. JAOCS, 2000,77(3):269—273.
- [35] HAN J H, KROCHTA J M. Physical Properties and Oil Absorption of Whey-protein-coated Paper[J]. Journal of Food Science, 2001,66(2):294—299.
- [36] TREZZA T A, VERGANO P J. Grease Resistance of Corn Zein Coated Paper[J]. Journal of Food Science, 1994, 59(4):912—915.
- [37] PARRIS N, VERGANO P J, DICKEY L C, et al. Enzymatic Hydrolysis of Zein-wax-coated Paper[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 1998,46(10):4056—4059.
- [38] RHIM J W, LEE J H, HONG S I. Water Resistance and Mechanical Properties of Biopolymer (Alginate and Soy Protein) Coated Paperboards[J]. Lebensmittel Technology, 2006, 39(7):806—813.
- [39] 李径萍,魏继发. 使用氟表面活性剂提高防油纸的防油性[J]. 纸和造纸,2006,25(1):47.
LI Jing-ping, WEI Ji-fa. Improving Oil Preventing Performance of Oil-Proof Paper with Fluorine Surfactant[J]. Paper and Paper Making, 2006,25(1):47.
- [40] 张子华,杜灿奎,蒋保平. 膜转移施胶机的结构[J]. 中华纸业,2010,31(10):81—82.
ZHANG Zi-hua, DU Can-kui, JIANG Bao-ping. The Structure of Membrane Transfer Sizing Machines[J]. China Pulp & Paper Industry, 2010,31(10):81—82.

(上接第23页)

- of Inorganic Agents on Six Bacteria Associated with Oral Infections by Two Susceptibility Tests[J]. International Journal of Antimicrobial Agents, 2006,27(6):513—517.
- [15] 彭利辉,李文,邓靖. 碱式次氯酸镁抑菌性及PVA抗菌膜的制备[J]. 化工新型材料,2014,42(9):83—88.
PENG Li-hui, LI Wen, DENG Jing. Antibacterial Activity of Basic Magnesium Hypochlorite and It's Application in PVA Membrane[J]. New Chemical Material, 2014,42(9):83—88.
- [16] 陈建文,陈瑛,周成桂. 新型无机抗菌剂碱式次氯酸镁[J]. 无机盐工业,2002,34(3):32—33.
CHEN Jian-wen, CHEN Ying, ZHOU Cheng-gui. New Inorganic Bactericide and Antimicrobial Basic Magnesium Hypochlorite[J]. Inorganic Chemical Industry, 2002,34(3):32—33.
- [17] FANG M, CHAI F, CHEN J H, et al. Antibacterial Functionalization of an Experimental Self-etching Primer by Inorganic Agents: Microbiological and Biocompatibility Evaluations[J]. Biomolecular Engineering, 2007,24(5):483—488.
- [18] 李宏建,刘志,王宏. 苹果果实组织结构与果实失重率和硬度变化的关系[J]. 果树学报,2013(5):42—44.
LI Hong-jian, LIU Zhi, WANG Hong. The Relations between Apple Fruit Organization Structure and Fruit Weight Loss Rate and the Hardness Change[J]. Journal of Fruit Science, 2013(5):42—44.
- [19] 郑京平. 水果、蔬菜中维生素C含量的测定——紫外分光光度快速测定方法探讨[J]. 光谱实验室, 2006, 23(4):731—735.
ZHENG Jing-ping. Determination of the Vitamin C in Fruits and Vegetables: Discussion on UV Spectrophotometry[J]. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory, 2006, 23(4):731—735.