

中华纸业传媒



浆纸技术



中华纸业

CHINA PULP & PAPER INDUSTRY

第44卷
总第550期 第6期

2023年3月·下半月刊

国际标准连续出版物号:ISSN 1007-9211 国内统一连续出版物号:CN 37-1281/T5 邮发代号:24-136



绿晨
LVCHEN

提供高附加值的废水 废气治理系统解决方案

专业 专注 专心

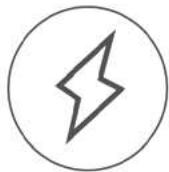
广西绿晨环境工程有限公司

地址: 南宁市高新区科园大道68号东盟慧谷3号楼2楼
电话: 0771-3219568/3213686 传真: 0771-3215689



乾丰 造纸机械

永不止尽的创新 / 严把产品的质量



ZWQ 纠偏系列分切机

ZWQ-B 纠偏系列分切机，该机主要应用于印刷后的水松纸、电解电容器纸等的分切。适用于包装印刷行业。



GZWQ 高速分切机

该机主要应用于烟纸、电解电容器纸、水松纸、糖果纸等薄页纸的分切，车速可达到1000M/min。

上海乾丰轻工机械厂

Shanghai Qianfeng Light Industrial Machinery Factory

地址：上海嘉定江桥丰华公路1580号

电话：021-59143443 手机：139 1692 9563

苏州市乾丰造纸机械制造有限公司

Suzhou Qianfeng Paper Machinery Manufacturing Co., Ltd.

地址：中国新加坡苏州工业园区平胜路45号

电话：0512-62723812 手机：187 6289 7066

涂布机械产品专业制造商

为长江汇丰纸业提供的5600mm白板纸涂布机
现实际运行车速已达到780m/min

已陆续为仙鹤股份提供15台套
膜转移施胶机系列产品



产品系列

板纸涂布机系列产品
膜转移施胶机系列产品
特种纸涂布机系列产品



4500-600白板纸涂布机



4450-1000膜转移施胶机



4880-550膜转移施胶机



5600-700膜转移施胶机



2820-500三防热敏纸涂布机



1760-600三防热敏纸涂布机



3300-300热升华转印纸涂布机



1880-300特种纸涂布机



湖北省武汉市阳逻开发区华中国际产业园



联系人: 赵先生13507262403 邵先生18627804735
传真: 027-86910018 邮箱: dtu_cg@163.com

主管单位 中国轻工业联合会
主办单位 中国造纸协会
山东省造纸工业研究设计院
协办单位 广东省造纸行业协会
广西林业产业行业协会
浙江省造纸行业协会
江苏省造纸行业协会
河南省造纸工业协会
河北省造纸协会
云南省造纸工业协会
湖北省造纸协会
福建省纸业协会
四川省造纸行业协会
江西省造纸印刷工业协会
山西省造纸行业协会
山东省造纸行业协会
山东造纸学会
山东省轻工机械协会

Published by
China Pulp & Paper Industry Publishing House
Add: No.101, Gongyenan Road,
Jinan 250100, Shandong, China
Tel: 0086 531 88522949 88935343
E-mail: cppli9@cppli.cn paperchina@cppli.cn
Web: www.cppi.cn

Distributed Abroad by
China Publication Corporation for Foreign Trade
P. O. Box782, Beijing 100011, China

The Representative of adv. for CPPI: RNP
Phone: +33 682251206
E-mail: rep.nicolas.pelletier@gmail.com
The territory: Europe

Price Per Copy: US \$15
ISSN 1007-9211 SM 5809

期刊名称 中华纸业 (Zhonghua Zhiye)
出版单位 中华纸业杂志社
名誉社长 钱桂敬
社长 刘承奎
总编 张洪成
副总编 李玉峰 李嘉伟
社长助理 张玉环 赵琬青
地址 山东省济南市历城区工业南路101号(250100)
邮箱 zbs@cppli.cn (总编室)
网站 中华纸业网www.cppi.cn
微博、博客 “中华纸业杂志社” <http://weibo.com/cppi>
微信公众号 中华纸业传媒 (cppinet) 浆纸技术 (pulp-paper)
采编部 电话:0531-88935343 邮箱:cbb@cppli.cn
新媒体部 电话:0531-88935343 邮箱:cppinet@cppli.cn
市场运营部 电话:0531-88522949 邮箱:adv@cppli.cn
QQ: 609352141(广告) 940438201(综合)
国外广告代理 法国RNP公司
邮箱: rep.nicolas.pelletier@gmail.com
国外合作媒体 印度Paper Mart杂志 邮箱: pj@papermart.in
国外总发行 中国出版对外贸易总公司
地址: 北京782信箱 邮编: 100011
印刷单位 济南继东彩艺印刷有限公司
本期责任编辑 郝永涛
编辑 张洪成 李玉峰 李嘉伟 宋雯琪 赵希森 常春
美术编辑 陈新泰
市场运营/广告/发行 张玉环 赵琬青

版权所有, 未经书面授权, 不得转载使用。

山东明源智能装备股份有限公司

Shandong Mingyuan Intelligent Equipment Co., Ltd.



中德合资 | 品质铸就



无冲击高频摇网器 (胸辊高频摇振)

国家发明专利号:

ZL201410079638.9

适用纸机: 长网、叠网

适用车速: 150—1000m/min

振动频率: 最高550rpm

振动幅度: 最大25mm



可控中高压光机

线压力	380N/mm
热辊温度	260°C
纸幅宽度	6.5m
操作车速	1500m/min



牡丹江恒丰2800/500



岳阳林纸3300/800



仙鹤股份3800/600



齐峰新材料4500/300



浙江兴舟5250/700

自2014年合资以来可控中高压光机销量突破70台/套

明源无冲击高频摇网器销量突破90台/套

衷心感谢新老客户长期以来信任与支持!

山东明源智能装备股份有限公司
Shandong Mingyuan Intelligent Co., Ltd
地址: 山东省枣庄市台儿庄经济开发区
联系人: 0086-13869458966
电话/传真: 0086-632-6715888
E-mail: mingyuan_jx@163.com
<http://www.mingyuansd.com/>

中德合资·普瑞米尔(常州)机械制造有限公司
Premier (Changzhou) Machinery Manufacturing Co., Ltd
地址: 江苏省常州市新北区井岗山路51号
联系人: 0086-13869459768
电话: 0086-519-85787688
传真: 0086-519-85782188
E-mail: info@premiermachinery.cn

造纸关键设备专业供应商, 为造纸企业提供完善的高性能产品和高品质服务。

研究开发/R & D

- 1 麦草机械浆的制备及其在箱纸板中的应用研究/陈满 沈军 侯贺伟
- 6 反渗透膜湿法无纺布基材的开发与应用探析/赵立新 楼钱 游军 等
- 12 无机盐包灰助剂对卷烟纸包灰性能的影响/许春平 苏海洋 刘远上 等
- 19 发动机空滤滤纸和滤清器反吹复原性能探析/于海涛 叶利培
- 25 低水平荧光纸的荧光亮度精密度的评价方法研究/朱金文 钱二兰
- 30 再造烟叶蒸发器冷凝水中致香物质的回收利用可行性分析/赵东辉 李新生 林晓利 等
- 37 外加糖源对造纸法再造烟叶感官质量的影响/胡梦岩 薛洪龙 沈进

生产实践/Production

- 42 燃气管罩扬克纸机的节能实例/李军 梁新强 郑鸿
- 48 纸厂风机叶轮动不平衡故障的诊断经验/李志文
- 52 优化调整表面施胶系统提质降耗的实践/张庆进 夏雯雯
- 56 高分子量两性聚丙烯酰胺的合成及其在纸张增强中的应用/张新东 轩少云
- 59 磁悬浮技术在长网文化纸机的应用/黎轶 赵旭辉 沙宏磊 等

纵横/Survey

- 62 GB/T 28004.2《纸尿裤 第2部分:成人纸尿裤》新旧标准比对浅析/高帅 常生 庞方丽 等
- 66 六盘山树种培育现状及策略研究/禹万清

R & D

- 1 Preparation of Wheat Straw Mechanical Pulp and Its Application in Containerboard Manufacturing
- 6 Development and Application of Non-Woven Fabric Substrate for Reverse Osmosis Membrane
- 12 Influence of Inorganic Salt Ash Modifier on the Ash Integration of Cigarette Paper
- 19 Analysis of the Performance of Engine Air Filter Paper and Filter Blowback Resilience
- 25 A Study on Methods for Evaluating the Precision of Fluorescence Brightness Results for Low Level Fluorescent Paper
- 30 Feasibility Analysis on the Reclamation of Aroma Substances from Evaporator Condensate During Reconstituted Tobacco Production
- 37 Effects of Exogenous Sugar on Sensory Quality of Paper-making Process Reconstituted Tobacco

Production

- 42 Sharing of Energy-Saving Cases of NG Hood Yankee Paper Machine
- 48 Experiences in the Dynamic Unbalance Diagnosis for the Fan Impeller in Paper Mills
- 52 Practice of Optimizing Surface Sizing System to Improve Quality and Reduce Consumption in the Paper Mill
- 56 Synthesis of High Molecular Weight Amphoteric Polyacrylamide and Its Application in Improving the Paper Property
- 59 Application of Electromagnetic Levitation Technology in the Fourdrinier Fine Paper Machine

Survey

- 62 Comparison and Analysis on New and Old Standards of GB/T 28004.2 Disposable Diapers—Part 2: Disposable Diapers for Adult
- 66 Study on the Present Situation and Strategies of Tree Species Cultivation in Liupan Mountain



潍坊德瑞生物科技有限公司



制浆关键在于——软化



本公司专业生产：化学浆生产线、化机浆生产线、机械浆生产线、生物浆生产线、秸秆纤维提取、生物质固态发酵生产线

地址：山东省诸城市枳沟镇乔庄工业园
网址：<http://zhengzhuguan.cn/>

电话：13906361625 0536-6212125
邮箱：13906361625@163.com

技术信息/Information

● 专利技术 ●

可再浆无氟无塑壳聚糖栲胶基水性纸张防油剂及其制备方法和应用 (69)

一种珠光浸渍胶膜装饰原纸的生产方法 (73)

一种纸浆过滤振动筛 (73)

造纸毛毯及其制备方法 (75)

一种热风穿透烘缸 (79)

■ 会议通知 ■

2023纤维资源绿色高效利用暨第三届制浆新技术研讨交流会将于7月初在太阳纸业召开 (24)

■ 会展消息 ■

“中国制浆造纸装备国家展团”海外参展计划 (29)

■ 新媒体 ■

“微”观“大”纸业——中华纸业传媒微信公众号 (55)



中华纸业传媒 (cppinet)



浆纸技术 (pulp-paper)



订阅《中华纸业》

上期要目 | THE PREVIOUS

关注/Focus

焦点 商务部发布:《电子商务物流绿色包装技术和管理规范》(征求意见稿),等 (1-3)

特稿/Feature

8 近600人参会! 2023中国纸业高质量发展大会在河北保定圆满落幕

15 回看2022年纸浆和造纸行业预测——全球2022年浆纸市场做了什么? /Fisher International

专题/Special

19-50 回顾+展望,全球生活用纸市场

20 2022年全球生活用纸的两大发展趋势——加快数字化和提高能源效率/Fisher International

22 生活用纸视野下生物多样性和碳储存的潜在影响 / Mörner,H. Berg-Rustas,C. Pastila,S.,等

26-30 生活用纸产业链2022年运行状态及2023年展望

31 疫情前后北美生活用纸发展趋势分析/Bruce Janda

36 墨西哥:人口红利助力生活用纸行业发展/Bruce Janda

40 出口日益多元化,意大利走更外向型的生活用纸之路/Bruce Janda

44 转型中的大洋洲:从疫情中恢复,致力于改善成本和环境效益/Steve Nicholson

46 疫情前后日本零售生活用纸的发展变化/Taro Yamato

47 优秀生活用纸企业代表——金红叶奏响中国造纸业绿色与创新的强音/金红叶

管理/Management

51 废纸造纸企业推动“双碳”管理的实践应用分析/刘强 韩陈晓 黄际太 等

市场/Market

60 2023年开年白卡纸行情走势不容乐观/赵泽慧

62 双胶纸市场行情现状及展望/张楠



山东信和

服务造纸

中意合作

服务一流

证券简称：山东信和 股票代码：831338



山东信和造纸工程股份有限公司

山东信和已为国内外客户制造百余台幅宽2800~5600mm、车速1000~1800米/分的新月型及其他卫生纸机，信和出品的擦手纸机、文化纸机、箱板纸机已经稳定运行在包括恒安集团、泰盛集团等国内外多家造纸厂。公司出口的产品畅销于欧洲、东南亚、西亚、中东、非洲和南美等国家和地区。信和纸机的经济性、节能性、可靠性和稳定性已经得到大量实际项目验证，性能和能耗表现优秀。

山东信和与欧洲造纸机械制造商合作，运用世界先进技术，对造纸领域节能、低碳、环保、高产、高质量等诸多方面进行改善，是目前国内拥有多项自主研发技术的钢质扬克烘缸生产基地。公司生产的钢质扬克烘缸尚属于国内自主研发生产，目前运行在百余台造纸机上的信和钢制烘缸，作为高效、节能、安全的纸页干燥解决方案，在实际生产中为客户带来优秀的使用体验。



www.sdxinhe.cn

山东信和造纸工程股份有限公司

地址：山东省聊城市高新区黄河路26号

电话：0635-2933333 13375606888

传真：0635-2936777

邮箱：lcxinhe@126.com

■ 本期广告 (2023年第6期)

广西绿晨环境工程有限公司 /封1; 彩广10
苏州市乾丰造纸机械制造有限公司 /封2
江苏正伟造纸机械有限公司 /封3
常州凯捷特水射流科技有限公司 /封4
武汉顶涂科技有限公司 /封2邻
山东明源智能装备科技有限公司 /目邻广1
潍坊德瑞生物科技有限公司 /目邻广2
山东信和造纸工程股份有限公司 /目邻广3
上海神农节能环保科技股份有限公司 /目邻广4
〉造纸、纸加工设备及其配件
淄博索雷工业设备维护技术有限公司 /厚纸中插正面
济南赢创动力机械有限公司 /彩广12
〉专用器材及泵阀等
廊坊开发区大明化工有限公司 /彩广6
尚宝罗江苏节能科技股份有限公司 /彩广7
北京恒捷科技有限公司 /彩广8
丹东鸭绿江磨片有限公司 /彩广9
株洲新时代输送机械有限公司 /彩广11
镇江恒星科技有限公司 /单广5
杭州品享科技有限公司 /单广6
江苏兴洲工矿设备有限公司 /单广6
〉造纸化学品
淄博津利精细化工厂 /单广1
潍坊华普化学股份有限公司 /单广2
温岭市南方粉体设备制造厂 /单广3

安徽砀山金兄弟实业科技有限公司 /单广4
上海申伦科技发展有限公司 /单广7
江门市南化实业有限公司 /单广8
〉环保节能设备及技术
山东环发科技开发有限公司 /厚纸中插背面

■ 上期广告 (2023年第5期)

山东汉通奥特机械有限公司 /封1; 彩广11
安德里茨(中国)有限公司 /封2
诸城市利丰机械有限公司 /封3
溧阳市江南烘缸制造有限公司 /封4
瑞安市登峰喷淋技术有限公司 /封2邻
滕州市润升辊业有限公司/目邻广1
山东浆来新材料有限公司 /目邻广2
河南晶鑫网业科技有限公司 /目邻广3
江苏金沃机械有限公司 /目邻广4
中国联合装备集团安阳机械有限公司/目邻广5
滕州市德源高新辊业有限公司 /目邻广6
〉制浆及辅助设备
济南成东机械制造有限公司/彩广9
山东汉通奥特机械有限公司/彩广11
济宁华隆机械制造有限公司/彩广10
〉造纸、纸加工设备及其配件
湖南三匠人科技有限公司/彩广8
〉专用器材及泵阀等
振欣透平机械有限公司 /彩广12



上海神农 节能环保科技股份有限公司



021-58039245



www.senonsh.com



上海神农节能环保科技股份有限公司总部位于中国上海自贸区临港新片区，是专业从事过程生产领域中的蒸发结晶和传热等技术及装备研发与制造、高盐废水治理、项目节能改造的企业，主要服务于造纸制浆（化机浆、化学浆、半化浆等各类浆种黑液蒸发）、纤维素纤维（粘胶、莱赛尔）、电池正极材料（锂、镍、钴、锰）及原材料、稀土、聚乳酸、长链二元酸材料、飞灰、PTA、石油炼化、环保、化工、发酵、食品、制药等行业。

公司已通过质量管理体系认证、CE认证，具备A2、ASME压力容器制造资质、A2压力容器设计资质、机电设备安装三级资质。拥有“专用于易燃易爆物料蒸发的安全型MVR蒸发器”等20多项国家专利，具有自营进出口贸易权，享有上海市名牌、上海市著名商标等荣誉，是上海市高新技术企业。

上海神农专业提供蒸发浓缩、结晶分离的整体解决方案，核心产品为各种类型管式蒸发器、板式蒸发器、板式降膜蒸发器（MVR、TVR、多效、废热蒸发）等各类型成套蒸发结晶系统。上海神农作为国内较早进入蒸发器领域的大型企业，设计制造并稳定运行的成套设备已超千套，并成功出口德国、美国、加拿大、日本、阿根廷、墨西哥、埃及、新加坡、马来西亚、菲律宾、泰国、中国台湾等20多个国家和地区，在大型蒸发器设计制造领域的市场占有率遥遥领先。

公司自有工厂建筑面积5.5万m²，厂区占地面积200余亩，单层高10米以上的重型车间3.6万m²，其中总装车间单层高达28米，最大起吊能力200吨，极大地提高了大型蒸发浓缩结晶设备国内设计加工制造的能力。上海神农是国内较早采用激光焊接技术生产换热板片的专业厂家，目前拥有六条国际一流的激光焊接换热板生产线（年产能50万m²以上），另有无尘洁净车间专门用于钛材等特材产品的制造。公司目前设计制造已产的最大规格多效蒸发结晶系统的蒸发量超过750t/h；设计制造的最大单台加热器的换热面积约20000m²；设计制造的最大单套MVR蒸发结晶系统蒸发量为396t/h；设计制造的最大蒸发站水蒸发量为2136t/h。

我公司造纸制浆行业主要客户：玖龙纸业、太阳纸业、山鹰纸业、博汇纸业、建晖纸业、泉林纸业、世纪阳光纸业、华泰集团、南华糖业、泰盛集团、赤天化纸业、APP加拿大纸业等，从工程设计到设备设计、安装、调试、验收、交付均由我司技术人员完成。



招聘 造纸化学品技术服务及销售人员，有工作经验者优先
简历请投：zhengyandm@163.com

更好的纸需要更好的化学品

公司主要生产：

消泡剂 | 杀菌剂 | 助留助滤剂 | 絮凝剂 | 清洗剂 | 干强剂
漂白促进剂 | 损纸分散剂 | 树脂控制剂 | 树脂包裹剂 | 抑垢剂

大明化工为您提供造纸专用的化学品，
同时提供完善的处理方案以及周到的售后服务。

工厂：天津大明环保技术开发有限公司	公司：廊坊开发区大明化工有限公司
地址：天津京滨工业园晋元道8号	地址：廊坊开发区四海路35号
电话：022-22190555	电话：0316-6085568
传真：022-22190333	传真：0316-6080068
网址： www.dm-hb.com	网址： www.dm-ch.com



尚宝罗江苏节能科技股份有限公司

咨询热线: 13901440177 证券代码: 834018

尚宝罗公司座落于扬州市的北大门素有“中国荷藕之乡”、“中国生态示范县”---宝应。这里环境优美,气候宜人,交通十分便利。

尚宝罗是专业从事泵类产品及给排水设备研发制造的企业,具有丰富的生产经验和良好的市场信誉。能够承接各类造纸、制糖、冶金、环保、电力、制药、印染、化工、市政工程泵类产品的配套生产和安装能力。公司拥有先进的大型加工设备60台套,在职技术人员120多人。

公司一贯坚持技术创新,致力于新产品开发和新技术、新工艺的发展应用,先后与江苏大学、清华大学等高校建立长期技术合作关系,已建立“江苏省制浆用泵工程技术中心”,“江苏省企业研究生工作站”,并拥有国内测试技术领先的水泵性能检测中心,为新产品的开发研制创造了良好的基础条件。

公司主要产品有:纸浆泵、化工泵、排污泵、多级高压泵、自控自吸泵、清水离心泵等系列泵类产品,成功应用于国内及东南亚多项重点工程项目中,深得用户一致好评!



纸浆泵节能证



SK型、SGZ型无堵塞无泄漏纸浆泵

万吨纸浆穿泵过 优选好泵尚宝罗



SVP型涡流式浆泵



SJ型低脉冲浆泵



SLP型螺旋式纸浆泵



SM型浆池推进器 (搅拌器)



地址: 江苏宝应城西工业园尚宝罗路1号
网址: www.sblpump.com
E-mail: sblpump@163.com



低浓除渣器



弧形筛

以专业而著称
因敬业而卓越

新品推荐



C型脱水机

自1998年成立以来，恒捷科技始终专注于纸浆进化和水净化设备的生产与研发，以除渣器和弧形筛为核心产品，不断开拓新技术新产品。

二十年来我们始终用专业的眼光，结合客户企业的生产实际为客户提供经济、合理、安全、可靠的设备选型和产品。

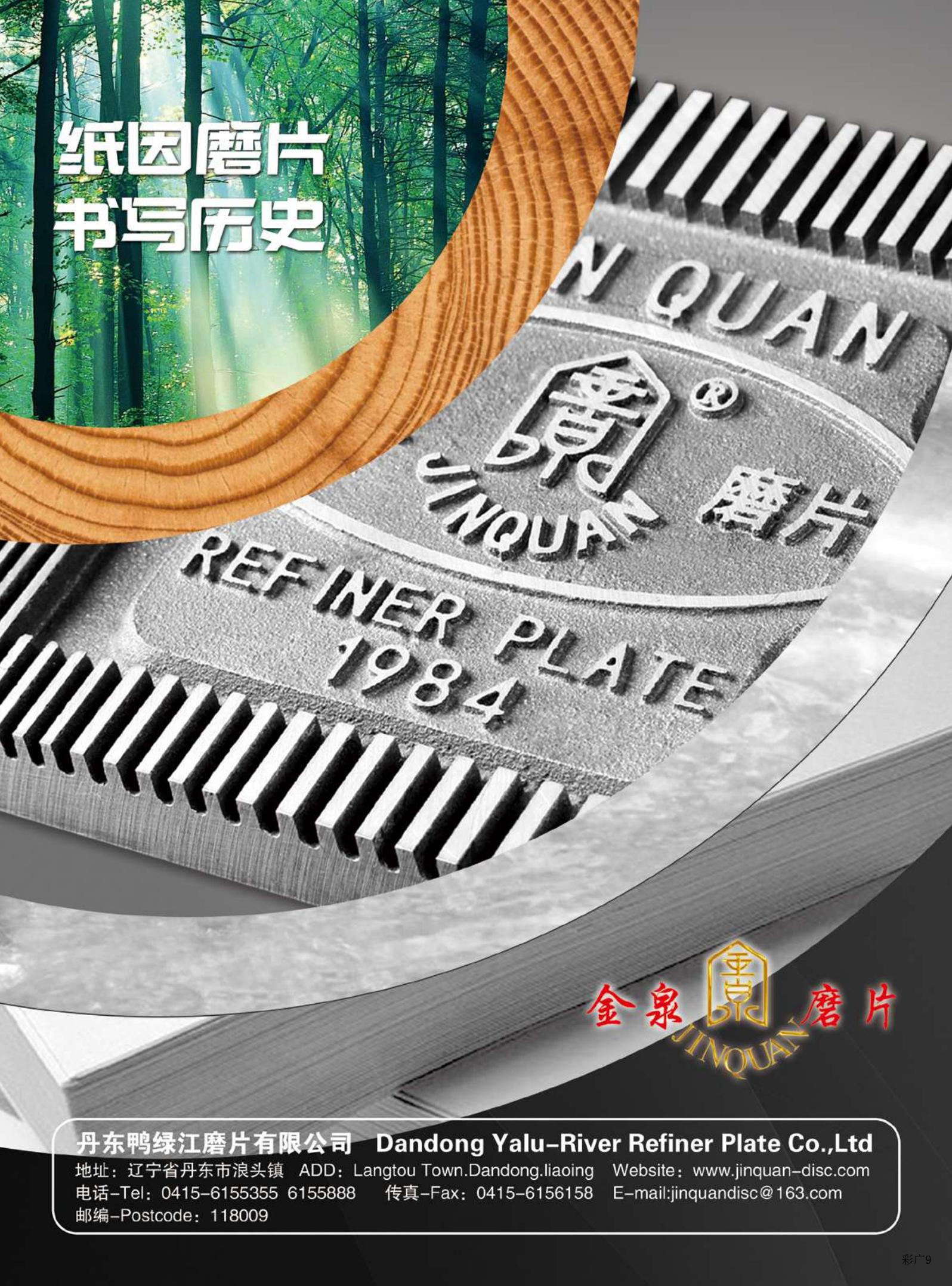


高浓除渣器



保温材料

纸因磨片
书写历史



金泉磨片
JINQUAN

丹东鸭绿江磨片有限公司 Dandong Yalu-River Refiner Plate Co.,Ltd

地址：辽宁省丹东市浪头镇 ADD: Langtou Town.Dandong.liaoning Website: www.jinquan-disc.com

电话-Tel: 0415-6155355 6155888 传真-Fax: 0415-6156158 E-mail:jinquandisc@163.com

邮编-Postcode: 118009



绿晨
LVCHEN

专业、专注、专心
专业化的提供高附加值的废水、废气治理系统解决方案。

UMIC厌氧反应器

UMIC厌氧反应器，工艺特点：

- ◆UMIC特有的防污泥钙化工艺可以很好地解决因废水钙离子浓度高污泥钙化的问题；
- ◆UMIC厌氧反应器处理程度高，COD降解彻底，后续节省好氧电耗，降低运行费用；
- ◆UMIC厌氧反应器特殊的多点旋流布水结构比第三代IC抗冲击负荷更强，COD去除效率更高，运行稳定，维护简单；
- ◆UMIC厌氧反应器内部构件为PP+316L不锈钢，耐腐蚀性能优越，产生的颗粒污泥价值高；
- ◆UMIC厌氧反应器特有的位能外循环器使厌氧系统的装机容量比普通的厌氧反应器装机容量低三分之一，运行费用低；
- ◆UMIC厌氧反应器底部特有的360°无死角排泥装置，排泥更顺畅。



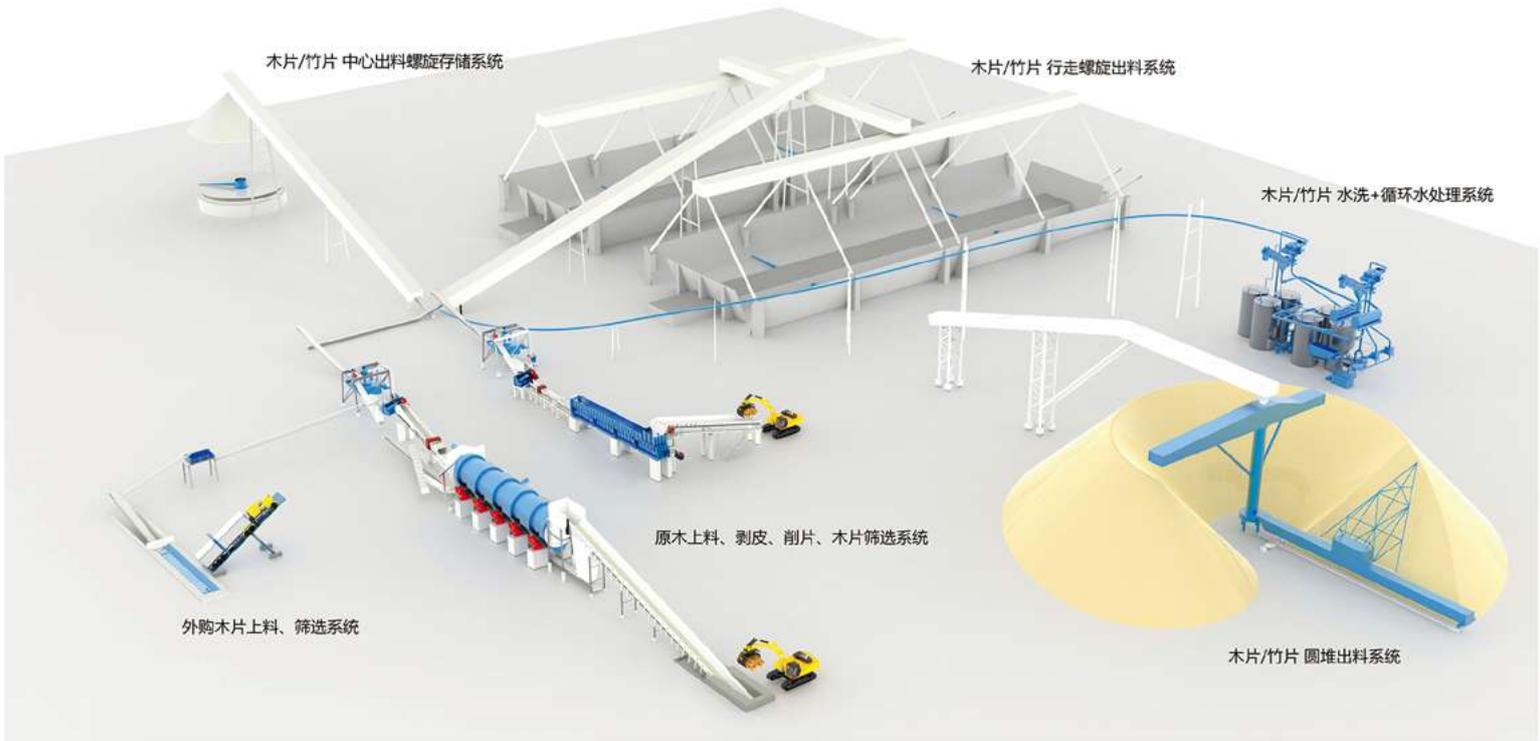
部分业绩(排名不分先后)

玖龙纸业、晨鸣纸业、山东太阳宏河纸业、太阳纸业控股老挝有限公司、浙江景兴纸业、河南江河纸业、枣庄华润纸业、东糖来宾纸业、广西贵糖集团、四川迅源纸业、新疆泰昌实业、云南鑫盛泰纸业、唐山冀深纸业、保定泽裕纸业。

广西绿晨环境工程有限公司

地址：南宁市高新区科园大道68号东盟慧谷3号楼2楼
电话：0771-3219568/3213686 传真：0771-3215689

www.lchj.net.cn



行走出料螺旋



中心出料螺旋



木片筛选再碎系统



盘筛（单台处理能力：3500m³/h）



木片水洗+循环水处理系统



预蒸仓底部出料装置

YCHB

赢创动力机械

做中国专业的制浆造纸行业 高端品牌轴承服务供应商!

济南赢创动力机械有限公司成立于2013年08月01日，坐落于美丽的“泉城”济南。公司拥有自营进出口权，主要经营制浆造纸机械设备轴承及配件、密封件等进出口业务。专业经营国外知名品牌产品：是德国舍弗勒集团FAG/INA轴承大中华区制浆造纸行业服务商、奥地利NKE轴承中国原材料行业经销商、中国洛阳LYC轴承有限公司授权商。公司制浆造纸轴承及服务产品现货率达95%，是目前中国制浆造纸行业高端专业轴承和服务优质供应商！



SCHAEFFLER



NKE
BEARINGS

直线导轨系统

带测量系统的转台轴承

磁悬浮轴承

关节轴承

带圆盘保持架的圆柱滚子轴承

外球面球轴承

带保持架的圆柱滚子轴承

支撑型和螺栓型滚轮

轴承座

主轴轴承

直接驱动电机

发动机轴承

外径达4,250毫米的轴向/径向圆柱滚子轴承
(如有特殊需求外径可做到12,000毫米)

最小的球轴承
内径1毫米



地址：山东省济南市槐荫区恒大财富中心2栋1307室

联系人：贾全欣 18853117999

邮箱：yingchuang668@163.com

值得依赖

信守承诺

真诚服务

Preparation of Wheat Straw Mechanical Pulp and Its Application in Containerboard Manufacturing

◎ Chen Man, Shen Jun, Hou Hwei (Lee & Man Paper Manufacturing Ltd., Nanjing, Jiangsu 210037, China)

麦草机械浆的制备及其在箱纸板中的应用研究

◎ 陈满 沈军 侯贺伟 (江苏理文造纸有限公司, 南京 210037)



陈满 先生

工程师, 研发经理; 主持和参与制浆造纸工艺和节能新技术的研发工作。

中图分类号: TS749⁺.2; TS743⁺.3; TS761.7

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)06-0001-05

摘要: 以麦草为原料, 在不加化学药品的前提下, 采用热水预处理制备麦草机械浆, 并与工业废纸浆共混配抄成纸, 以期满足箱纸板物理强度要求, 改善我国造纸原材料短缺的问题, 同时可以避免环境污染。研究表明: 选定磨浆前热

水预处理时间为120 min, 温度为120 °C, 液比为1:4, 磨浆过程为高浓三段磨浆, 磨浆浓度分别为20%、15%、15%, 盘磨间隙分别为0.25 mm、0.15 mm、0.15 mm时磨出的浆料纤维性质较好, 良浆得率较高。将以上麦草机械浆以5%~10%的比例与工业废纸浆进行共混配抄, 其纸张物理强度能够达到国家标准。

关键词: 麦草机械浆; 废纸浆; 箱纸板; 物理强度

Abstract: In this paper, wheat straw was used as raw material to produce containerboard. In this process, wheat straw mechanical pulp was prepared by hot water pretreatment without adding chemicals and blended with industrial waste pulp, so as to meet the physical strength requirements of containerboard. It will help alleviate the shortage of raw materials for papermaking in China, avoid environmental pollution and improve the economic benefits. Results showed that the pretreatment time of hot water is 120min, the temperature is 120°C, the liquid ratio is 1:4, the grinding process is high concentration three-stage grinding, the grinding concentration is 20% in the first stage, 15% in the second stage and 15% in the third stage, and the disc grinding gap is 0.25mm in the first stage, 0.15mm in the second stage and 0.15mm in the third stage. Under this condition, the fiber properties of the pulp are better and the yield of qualified pulp is higher. Thus, by blending wheat straw mechanical pulp with waste pulp at a ratio of 5%-10%, the physical strength of the paper can meet the production requirements.

Key words: wheat straw mechanical pulp; pulp from waste paper; containerboard; physical strength

近年来,我国纸和纸板的人均消费量逐年递增,造纸行业继续稳步发展^[1, 2]。但是我国森林覆盖率较低,木材资源严重匮乏^[3],近年来随着我国“禁废令”的大力实施,同时包装用纸的需求量不断增加,原料短缺的状况严重制约着我国造纸业的发展^[4]。因此,找到合适的造纸原料来进行替代,以维持造纸行业的平稳运行成了当务之急,而我国是传统的农业大国,麦草等非木材纤维资源丰富^[5],储量大,生长周期短,价格低,再生速度快^[6],直到近年还存在着大部分麦草无法作为有效生物质资源处置,被就地堆放腐烂或者直接焚烧,造成了非常严重的资源浪费和空气污染等环境问题^[7]。若能将麦草高质量地转化为造纸纤维原料同时考虑不产生额外的环境负担,将既可缓解我国造纸业原料短缺的现状又能够有效地解决环境污染问题^[8-9]。

然而,麦草作为最传统的造纸原料,一直存在着许多弊端,其杂细胞含量较高、灰分含量高,若以传统的化学法制浆,纸浆得率较低、抄纸滤水困难、蒸煮废液对环境污染较为严重,黑液碱回收困难^[10]。因此,探索出一种高得率、高强度、低污染的机械制浆方法将对解决国内造纸原料紧缺的现状有重大意义。

1 实验

1.1 材料

麦草取自江苏南京高淳区,切成3 cm长的草秆后风干备用;废纸浆:固废,取自江苏理文造纸有限公司国产废纸一级生产线成浆池,打浆度为 (30 ± 1) °SR。

1.2 麦草机械浆的制备

取100 g风干麦草原料,装入塑料密封袋中,添加清水至液比为1:15 (w/v),常温浸泡1 h。将浸泡后的原料处理为液比1:4 (w/v) 的状态,装入压力蒸汽灭菌锅中,设置蒸煮时间和温度后,进行蒸煮处理。将水热预处理后的麦草原料取出,调整浓度为20%,趁热进行磨浆操作,磨浆在KRK-2500II高浓盘磨上进行,采用三段磨浆。磨浆过程为高浓三段磨浆,磨浆浓度为第一段20%、第二段15%、第三段15%,盘磨间隙为第一段0.25 mm、第二段0.15 mm、第三段0.15 mm,磨浆结束后,将浆料的浆浓配置为3%,在60 °C水浴条件下,机械搅拌30 min进行消滑处理,然后使用纤维含量分析仪将磨出的浆料筛分成良浆和粗渣,筛分结束后,将良浆和粗渣样品装袋平衡水分,然后取样置于

105 °C烘箱中烘干,得出良浆和粗渣水分并测定出良浆和粗渣得率。

1.3 麦草机械浆打浆

废纸浆为江苏理文造纸有限公司箱纸板生产线原料,打浆度为31 °SR,不需要进行打浆操作;麦草机械浆为120 °C、120 min热处理条件下经过三段磨浆得到的原料,初始打浆度为21 °SR,使用PFI磨打浆机使打浆度为 (28 ± 2) °SR。

1.4 麦草机械浆与废纸浆配抄成纸

分别取一定量打浆度为 (28 ± 2) °SR的麦草机械浆和国产废纸浆,用麦草机械浆5%~25%取代废纸浆纤维,然后将掺混麦草浆的废纸浆置于纤维解离器中疏散,在白水循环条件下,在纸页成形器上抄造成定量为 100 ± 3 g/m²的手抄片,按照GB/T451.2-1989进行纸页定量的测定,干燥后装入密封袋平衡水分。

1.5 测试与表征

1.5.1 加拿大游离度测定

取3 g绝干良浆,在疏解机中对浆料进行疏解,使纤维解离开,倒入量筒中配置为1,000 ml,采用加拿大游离度仪测定浆料的加拿大游离度。

1.5.2 FQA测定

综纤维素制备:取两g绝干良浆,放入综纤维素测定仪的250 ml锥形瓶中,依次加入65 ml蒸馏水、0.5 ml冰醋酸、0.6 g亚氯酸钠,摇匀,盖上小锥形瓶,在75 °C水浴中加热1 h,重复3次,待浆料变白后,使用G2玻砂漏斗抽滤,测定水分。

浆料FQA测定:取40 mg绝干试样,置于离心管中,使试样充分离散开,将离心管中的试样导入FQA专用测量塑料烧杯,配置为1,000 ml,使用纤维特性自动分析仪FQA(Fiber Quality Analyzer)对纤维特性进行分析。

1.5.3 纸张物理性能测定

将得到的掺混麦草浆的废纸浆抄成的纸在恒湿 (50 ± 2) %R.H.、恒温 (23 ± 2) °C、实验室平衡4 h。按照相关规定标准测试纸张的耐破度(TAPPI T403 om-02)、撕裂度(GB/T 455.1-1989)、抗张强度(TAPPI T404 wd-03)和耐折度(GB/T 2679.5-1995)等物理性能,重复5~10次,取其平均值。

2 结果与讨论

2.1 麦草机械制浆过程中磨浆条件的研究

在麦草机械制浆过程中,影响浆料质量的因素有很多。比如水热预处理过程中的热处理温度、热处理时间、磨浆设备、磨浆条件等都会对机械浆的质量产生很大影响^[11]。当磨浆设备和磨齿齿型固定后,热处理时间、温度以及磨浆浓度、磨齿间隙和进料量等在磨浆过程中起到决定性作用^[12]。对于高浓磨浆而言,当浆料浓度大于10%时,浆料会失去流动性^[13],可以大幅度减少纤维的横向切断,同时增加纵向的细纤维化程度,提高纤维造纸质量。

采用高浓二段磨浆,固定进料量为200 g/min。首先通过探索,确定了磨浆浓度和磨齿间隙。当热处理的温度和时间确定,磨浆浓度10%~25%范围内时,随着浓度的提高,纸浆质量升高,成纸强度提高,粗渣减少,说明高浓磨浆可以减少纤维的横向切断,有利于纤维的解离和细纤维化。但是在实验过程中,随着磨浆浓度的进一步提高,设备容易堵塞,同时浆料易发生“焦糊”,特别在第二段磨浆过程中,当浓度过高时,由于纤维之间的摩擦较之草片之间的摩擦更严重,更容易发生设备的堵塞和浆料“焦糊”现象。综上所述,磨浆浓度以一段20%,二段15%为宜。

此外,探索了磨齿间隙对磨浆质量的影响^[14]。间隙越小,纤维越容易被切断,导致磨浆质量下降,成纸强度降低,因此,需要避免磨齿间隙过小;但间隙过大时,麦草解离程度降低,解离不充分,使第二段难以成浆,粗渣率大幅提高,因此,也需要尽量避免。综合考虑,麦草磨齿间隙以第一段0.25 mm,第二段0.15 mm为宜。

2.2 热处理对麦草机械制浆的影响

2.2.1 热处理温度、时间对磨浆得率的影响

由图1可知:通过提高水热预处理麦草原料的温度,延长热处理的时间,从而提高了纤维胞间层木质素的软化程度。因此在磨浆过程中,纤维胞间层与初生壁之间的纤维更容易分离^[15],从而更容易获得完整纤维,磨浆得率随着热处理温度、时间的增加而不断提高。

2.2.2 热处理温度、时间对良浆、粗渣得率的影响

由图2可知:在同一热处理时间下,良浆得率随着热处理温度的升高而不断升高,而粗渣得率不断下降;在同一热处理温度下,良浆得率随着热处理时间的增加而不断升高,而粗渣得率不断下降。

根据数据可知,120 °C、120 min热处理条件下,良浆得率最高,粗渣得率最少;由各温度梯度磨浆得率和

良浆得率可知,120 °C较100 °C和110 °C良浆得率提高较大,选用120 °C作为处理条件最优。由各时间梯度良浆得率可知,随着热处理时间的提高,良浆得率不断提高,120 min、120 °C热处理良浆得率大幅提高,因此,120 min、120 °C为最佳热处理条件。

2.2.3 热处理温度、时间对浆料游离度的影响

由图3可知,较低的预处理温度未能软化麦草原料纤维胞间层木质素,纤维则发生不规则分离,产生大量碎片;当热处理温度不断提高、时间不断延长时,麦草原料纤维胞间层木质素软化程度提高,磨浆时,在磨齿间摩擦力的作用下,麦草纤维更易离散开,更易形成完整纤维,故在相同热处理时间条件下,随着热处理温度的升高,游离度不断增加;在相同热处理温度条件下,随着热处理时间

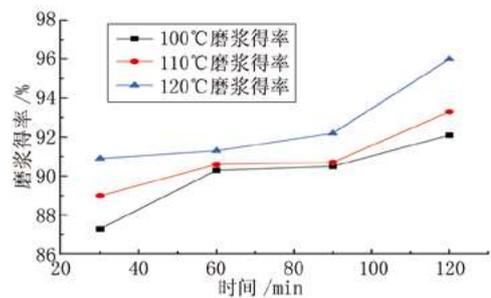


图1 不同热处理时间、温度条件下磨浆得率

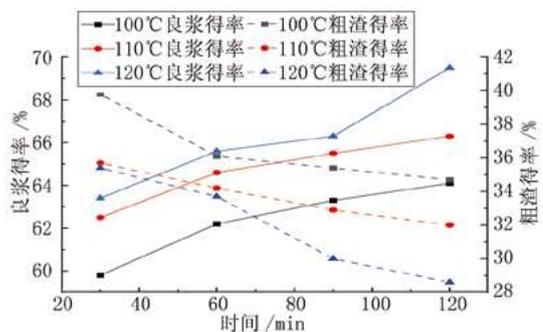


图2 不同热处理时间、温度条件下良浆和粗渣得率

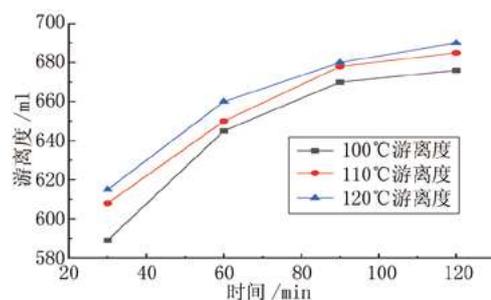


图3 不同热处理时间、温度条件下浆料游离度

的增加,游离度不断增加。由于制得的麦草机械浆游离度较高,在抄纸前需要进行一定的打浆处理^[16]。

2.2.4 热处理温度、时间对纤维特性的影响

由图4数据可知,当热处理时间固定时,浆料的尺寸形态随热处理温度的提高而发生明显变化,麦草机械浆纤维的数均长度有降低的趋势;浆料的纤维宽度有降低的趋势;浆料的纤维长宽比有增加的趋势;浆料的细小纤维含量有明显的增加趋势。

当热处理温度固定时,增加热处理的时间。对于数均长度而言,从30 min到60 min,数均长度有明显的降低趋势,60 min到120 min,数均长度有明显的增长趋势。因此,从30 min到120 min,在相同热处理温度条件下,数均长度先降低,后增加;对于纤维宽度而言,从30 min到60 min,纤维宽度有明显的降低趋势,60 min到120 min,纤维宽度有明显的增长趋势,因此,从30 min到120 min,在相同热处理温度条件下,纤维宽度先降低,后增加;对于纤维长宽比而言,纤维长宽比有明显的增加趋势;对于细小纤维含量而言,从30 min到60 min,细小纤维含量有明显的增加趋势,60 min到90 min,细小纤维含量有明显的减少趋势。因此,从30 min到90 min,在相同热处理温度条件下,细小纤维含量先增加,后减少。

随着水热预处理麦草原料时间和温度的增加,麦草

原料胞间层木素软化程度提高^[17],磨浆过程中,纤维易于离散和形成单根纤维,纤维更加柔软,在磨浆过程中,纤维被切断的可能性降低,纤维不易破碎。因此,纤维的长宽比有增加的趋势,细小纤维含量有减少的趋势,得到的浆料性质更好,更适于造纸。

综上所述,通过实验数据对比,120 °C、120 min为最佳水热处理条件。

2.3 配抄工艺对纸页强度的影响

采用麦草机械浆与国产废纸浆混合配抄的方法,研究了麦草机械浆的加入对纸张性能的影响,以及麦草机械浆代替部分废纸浆生产箱纸板的可能性。由表1可知,抄纸过程中随着麦草机械浆配比的增加,耐折度、紧度、抗张指数、撕裂指数和耐破指数等纸张强度性质均有不同程度的下降。采用120 °C、120 min热处理条件经过三段高浓磨浆得到的麦草机械浆同国产废纸浆相比,纤维性质较差,纤维硬挺,柔软程度较低,因此纤维之间的结合程度较废纸浆低,随着麦草机械浆配抄占比的提高,得到的纸张物理强度逐渐下降。参照箱纸板国家标准GB/T 13024-2016,当定量小于125 g/m²箱纸板成纸的耐破指数不小于1.85 kPa·m²/g,耐折度不小于6次,即可达到箱纸板合格产品国家标准要求。因此,10%及以下的麦草机械浆占比可以达到箱纸板的生产标准。由于限废令的影响,进口废纸资源逐渐减少,加之国内废纸质量较差,导致废纸价格不断升高,而麦草等非

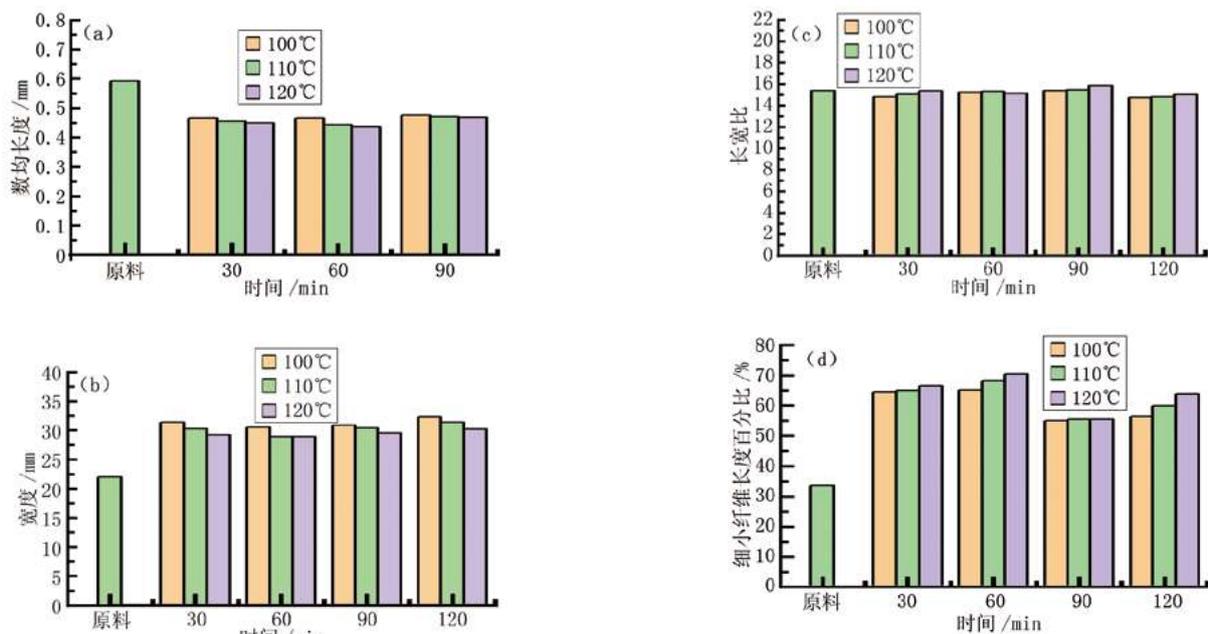


图4 不同热处理时间、温度条件下纤维数均长度、宽度、长宽比和细小纤维长度百分比

木材资源在我国资源丰富,储量充足,价格低廉,随着生产过程中麦草机械浆对废纸浆的部分取代,可以为企业带来一定的经济效益。

3 结论

(1) 采用高浓磨浆,在一定范围内,随着磨浆浓度的提高,原料磨浆时的切断程度明显降低,分丝帚化效果明显增强,超出一定范围,随着磨浆浓度的提高,易发生堵塞和焦糊状态,使浆料性质变差,影响成纸效果;通过缩小盘磨间隙,有利于增加浆料横向的细纤维化程度,使浆料质量提高,当盘磨间隙过小时,会增加浆料的横向切断,导致纤维变短,浆料质量下降。通过大量实验对比,可以不断优化磨浆浓度和盘磨间隙,使磨出的浆料质量更适合造纸。

(2) 采用常温浸泡1 h后,以液比1:4(w/v)对麦草原料进行水热预处理,随着热处理的时间和温度的增加,麦草纤维在磨浆过程中纤维更加柔软,得到的浆料长宽比有逐渐增加趋势,良浆得率不断增加,粗渣得率不断降低,磨浆质量不断提高。通过大量实验数据对比,优化后的热处理条件为:磨浆前热水预处理时间为120 min,温度为120 ℃。

(3) 优化后的磨浆过程为高浓三段磨浆,磨浆浓度为第一段20%、第二段15%、第三段15%,盘磨间隙为第一段0.25 mm、第二段0.15 mm、第三段0.15 mm,通过优化后的条件得到的浆料,良浆得率高,粗渣得率较低,纤维长宽比较高,细小纤维含量较少,浆料质量较好,更适合于造纸工业生产。

(4) 将优化后的热处理和磨浆工艺条件下磨出的麦草机械浆以5%~25%的比例与废纸浆(固废一级)进行共混配抄,麦草机械浆纤维之间的结合强度明显不如废纸浆纤维,成纸质量较差,因此随着麦草机械浆占比的不断提高,抄出

的纸片抗张指数、撕裂指数、耐破指数以及耐折度等强度指标不断下降。对比箱纸板国家标准GB/T 13024-2016,可知10%及以下之间的麦草机械浆占比得到的纸张强度可以满足箱纸板的标准要求,故麦草机械浆可以在满足箱纸板生产要求的情况下取代部分废纸浆,以缓解造纸原料短缺的困境,更好地提高生产效益。 [PDF]

参考文献

- [1] 丁光俊.麦草爆破浆绿色漂白研究[D].郑州大学,2007.
- [2] 《纸和造纸》编辑部.我国造纸工业2009年纸和纸板产量和进口情况[J].纸和造纸,2010(3):1.
- [3] 包玉华.非公有制林业法律管理制度研究[D].东北林业大学.
- [4] 吴小燕.固废进口禁令对国内废纸市场的影响分析[J].中华纸业,2018(21):4.
- [5] 詹怀宇,付时雨,李海龙.我国非木材纤维制浆的发展概况与技术进步(之一)竹子与麦草[J].中华纸业,2011,32(9):12-6.
- [6] 陈奇志.造纸原料结构调整的经济性分析[J].中国造纸学报,2004(z1):9.
- [7] 朱建春,李荣华,杨香云,等.近30年来中国农作物秸秆资源量的时空分布[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(4):7.
- [8] 王鸿文.合理利用非木纤维努力解决环境污染[J].江苏造纸,2002.
- [9] 劳嘉葆.麦草原料制浆造纸前景广阔[J].北方造纸,1993(3):6-9.
- [10] 丁宇娟,周景辉.非木材纤维原料的各种制浆方法[J].国际造纸,2009,28(2):8.
- [11] 吴解生.谈无污染麦草预处理机械浆[J].中华纸业,2008(22):3.
- [12] 李元禄.高得率制浆的研究(一)——KRK盘磨机特征与磨浆浓度和盘间间隙对纸浆质量的影响[J].天津造纸,1983(3):81-94.
- [13] 董和滨,张美云,王建.高浓磨浆对杨木APMP纤维形态及成纸性能的影响[J].纸和造纸,2010(10):4.
- [14] 宋乃建,沈文浩,杨治国.针叶木浆磨浆过程中浆料的流动、纤维受力及形变[J].中国造纸,2008,27(2):8.
- [15] 程凤珍,李友明.机械浆磨浆过程中纤维分离与分丝帚化研究进展[J].纸和造纸,2014,33(8):4.
- [16] 雷利荣,黄智文,李友明,等非木材纤维中浓打浆效果及机理分析[J].中国造纸,2010(1):4.
- [17] 周静,沈葵忠,房桂干,等.水热和碱醇联合预处理麦草结构解析及酶解性能研究[J].太阳能学报,2020,41(1):7.

[收稿日期:2022-10-25(修改稿)]

表1 不同配抄比例对成纸性能的影响

麦草机械浆占比/%	耐折度/次	抗张指数/ $N \cdot m \cdot g^{-1}$	撕裂指数/ $mN \cdot m^2 \cdot g^{-1}$	耐破指数/ $kPa \cdot m^2 \cdot g^{-1}$
0	18	31.54	0.47	2.02
5	15	30.91	0.45	1.97
10	13	30.86	0.44	1.88
15	12	28.16	0.41	1.80
20	9	27.87	0.40	1.71
25	7	27.36	0.37	1.54

Development and Application of Non-Woven Fabric Substrate for Reverse Osmosis Membrane

◎ Zhao Lixin, Lou Qian, You Jun, Wu Liqun
(Anhui Qinglan New Material Technology Co., Ltd., Anqing, Anhui 246000, China)

反渗透膜湿法无纺布基材的开发与应用探析

◎ 赵立新 楼钱 游军 吴立群
(安徽清澜新材料科技有限公司, 安徽安庆 246000)



赵立新 先生

工程师; 从事湿法无纺布与特种纸技术的技术应用工作, 致力于先进造纸设备、工艺、材料的引进及在国内的推广和应用。

中图分类号: TS758*.4; TS762.6
文献标志码: A
文章编号: 1007-9211(2023)06-0006-06

摘要: 介绍了反渗透膜及其湿法无纺布基材的发展以及其制备反渗透膜湿法无纺布基材的质量要求。同时对反渗透膜湿法无纺布基材进行显微镜分析, 以及对常用纤维原料和制造流程做出讲解, 对湿法无纺布基材制备反渗透膜湿法无纺布基材的关键技术做了相应的阐述与分析。最后对反渗透膜及其湿法无纺布的发展及其市场进行阐述及总结。

关键词: 反渗透膜; 湿法无纺布基材; 生产工艺与材料结构设计; 斜网造纸机; 热压机; 发展方向

Abstract: The development of reverse osmosis membrane and its wet non-woven substrate, as well as the quality requirements for its preparation are introduced in this paper. Moreover, the microscope analysis of the reverse osmosis membrane wet non-woven fabric substrate is carried out, and the common fiber raw materials and manufacturing process are explained. The key technologies for preparing the reverse osmosis membrane wet non-woven fabric substrate from the wet non-woven fabric substrate are described and analyzed accordingly. Finally, the development and market of reverse osmosis membrane and its wet non-woven fabric are described and summarized.

Key words: reverse osmosis membrane; wet non-woven fabric substrate; production process and material structure design; inclined wire paper machine; hot press, development direction

□ 科技攻关项目: 2021年浙江省重点研发计划“面向水资源高效利用的复合膜材料设计及产业化”的子课题“制膜用基材无纺布产业化关键技术开发”, 项目编号2021C01173。

我国四大发明之一的蔡伦造纸术是成为今天发展湿法无纺布基材和非织造造纸技术的理论基础。目前我国湿法无纺布基材及非织造工业以惊人的速度发展,被世人誉为中国非织造界中的“朝阳工业”。新型过滤材料行业,新能源汽车所需电池隔膜无纺布、碳纸及其空气过滤无纺布料,反渗透膜基材等均可应用湿法无纺布基材技术,是当前重点发展的新技术项目,正在兴起发展,成为新材料行业的热点。

我国自二十世纪的九十年代以来逐步开发引进一些世界发达国家领先技术水平的反渗透膜制造与加工生产技术,目前国产反渗透膜生产基本稳定进入膜产业化的健康持续发展期。国产反渗透膜品牌在技术质量性价比方面,与进口产品相比具有很大优势。尽管国内膜企业的科技研发工作整体水平与国外科技产品相比,都还有一些差距,但中国膜企业推出的一些创新技术产品接近或超过了当前国外科技研发水平。目前大部分反渗透膜材料已实现国产化,但是反渗透膜无纺布基材基本采用进口品牌,我国技术与研究暂未完全过关,而且为国外垄断,严重制约和影响我国制膜行业和净水反渗透行业终端产品的国际竞争力,国内企业处于开发研制推广应用阶段。因此反渗透膜湿法无纺布基材成为水处理膜行业必须具备的关键性基础材料。

1 反渗透膜湿法无纺布基材的特性

反渗透膜一般都为复合薄膜结构,也称聚酰胺复合膜,由上中下三层材料组成,分别是:

(1) 聚酯材料增强的无纺布织物(骨架支撑层),厚度在80~120 μm 。

(2) 聚砜材料增强的多孔疏松支撑与分离层,厚度约40 μm 左右。

(3) 聚酰胺材料超薄分离层(反渗透层),仅有0.2 μm 左右。

每层的厚度均需严格根据产品的实际功能要求而来进行设计和优化制造工艺。

膜的分离过程中主要是由超薄的脱盐膜层在上面起作用,但是无纺布对反渗透膜的制作也有很大影响。作为支撑层的聚酯无纺布,其力学性能决定反渗透膜的力学性能,其表面粗糙度决定了聚砜层与无纺布之间的

结合力,其平均孔径大小对水通量的大小也有重要影响,从而影响其使用效果,见图1。

反渗透膜湿法无纺布基材的设计生产必须满足下列性能要求:

(1) 保证水分子通道,通过顺畅所需最佳孔结构。

(2) 湿法无纺布基材纤维分布均匀,保证反渗透膜分离脱盐性能的均匀、稳定。

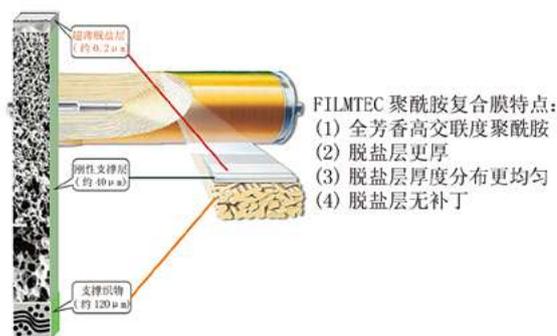
(3) 湿法无纺布基材在中酸碱的环境中尺寸稳定,防止性能降低。

(4) 湿法无纺布基材材料具有极适宜的抗张拉伸强度、挺度系数及表面平滑,透气性能,满足涂敷膜工艺操作及膜生产线连续生产的工艺要求。

(5) 湿法无纺布基材中杂质含量需严格控制,满足食品卫生方面的要求。

2 反渗透膜湿法无纺布基材的开发与研制

反渗透膜湿法无纺布基材生产是基于成熟的湿法



RO/NF膜用无纺布基材

图1 聚酰胺复合膜结构

无纺布制备工艺来完成。湿法无纺布制备工艺源于非织造造纸生产工艺,是在生产用清水中添加特定符合要求的纤维原料、助剂等,经过碎浆分散处理调制能够均匀分散的悬浮液,通过调成工艺达到符合工艺要求的浆料悬浮液,然后在满足低浓分散成形的斜网或圆网造纸抄造设备中脱水沉积而形成均匀的纤维网,再经机械加压或热熔黏结固网等后加工制成反渗透膜湿法无纺布基材材料。

通常直接成网的湿法无纺布结构疏松,纤维之间相互结合力不足,物理性能指标较低,因此常需要辅以物理加压或热熔等后加工来提高产品的性能指标。根据湿法无纺布成网特点结合纤维原料应用要求,目前常用固网黏结方式主要有:(1)在纤维悬浮液制备调制过程中加入特定纤维黏合原料(湿强剂、阳离子胶乳、聚电解质络合物等辅助),加热烘干后与纤维作用,使产品具有适当的黏合力。(2)对使用纤维原料进行改性处理,及采用湿法水刺加工,增加纤维之间的交织能力。(3)加入低熔点纤维或热黏结物质在主体纤维的混合悬浮液中,使其在加热烘干处理过程时发生软化黏合以及使用热风加热黏合、热压黏合的方式。(4)湿法无纺布生产处理过程中,通过液体黏合剂的浸渍施加(浸涂、泡沫或喷雾等方式施加)来实现纤维之间的黏合作用。

由于反渗透膜无纺布基材要求均匀度好,表面平滑,孔隙率高,孔径与强度指标可调整的特点,在生产制造过程中通过选择湿法无纺布低浓湿法成形后进行热轧黏合以获得高强度的湿法无纺布支撑体基材。通常的反渗透膜无纺布基材生产工艺流程如图2所示

2.1 反渗透膜湿法无纺布基材的显

微镜分析照片(日本进口反渗透膜用无纺布)

2.1.1 无纺布表面形貌分析

无纺布形貌:表层纤维变形,内部纤维基本不变,变形程度为涂敷面高于非涂敷面(见图3)。

2.1.2 湿法无纺布基材的主要性能参数有定量、厚度、抗拉强度、透气度,以及表1中所列其它参数

定量主要受湿法抄造成形部分控制,纤维密度大,则空隙相对就小。为了保证聚砜层渗透到无纺布的合理

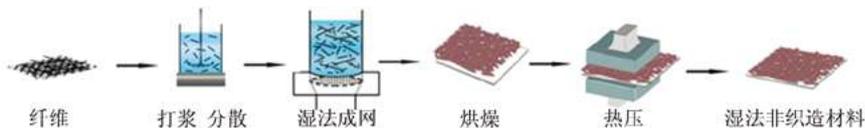


图2 反渗透膜无纺布基材生产流程

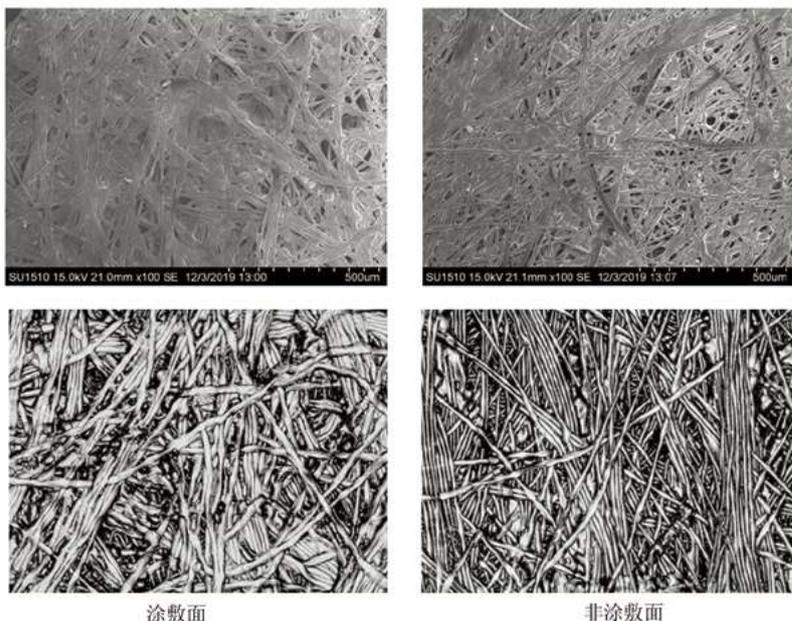


图3 无纺布的表面形貌

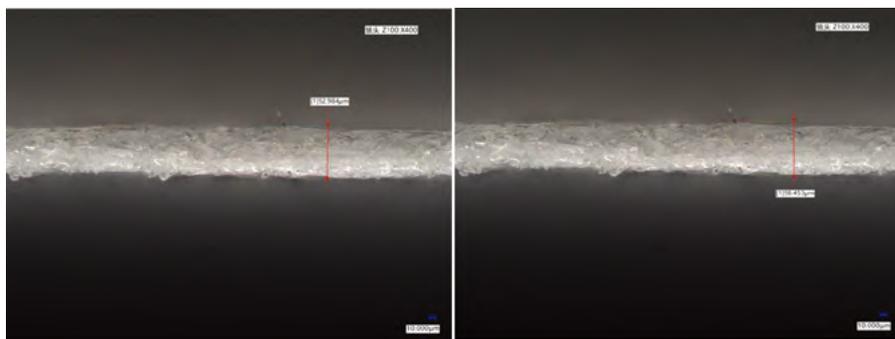


图4 反渗透膜无纺布厚度及厚度方向纤维形貌图(显微镜检测分析图)

位置,其定量、厚度是需要控制在一定范围内的。

厚度受湿法抄造与热压工艺控制,同时在纤维分布均匀的情况下,厚度越薄,则表面平滑度越高,透气度越小,聚矾层越难渗透(见图4)。

抗拉强度等主要是受纤维排布、黏合纤维以及热压增强效果等影响,目前国内的无纺布能够满足相关参数要求。在反渗透膜生产中,无纺布基材的透气度、平滑度是直接与聚矾层在无纺布中的渗透情况相关的。

2.2 生产工艺

反渗透膜湿法无纺布主要生产工艺是采用湿法无纺布抄造及热定型的技术路线。湿法无纺布基材生产工艺抄造时,所用化学纤维的性质稳定,各种纤维原料可以相互合理搭配,可以添加一些功能性材料来增加产品的性能指标,所需工艺制造的产品紧度高,匀度性更好,工艺生产成本低,制造设备已实现模块化,湿法无纺布制造工艺技术成熟等,这些技术优点更能有利于反渗透膜湿法无纺布基材在材料性能工艺上得到较显著的改进。要生产制造高品质反渗透膜湿法无纺布基材,必须着重从选择反渗透膜湿法无纺布基材的化纤原料配方和优化生产过程工艺设备两个方面入手,加强生产工艺管理研究与产品质量管理。

湿法无纺布基材及其制备的工艺:湿法无纺布基材及制备的反渗透膜湿法无纺布基材技术的生产关键技术一般包括:纤维原料的预分散、湿法成形,压榨干燥,卷取,热压定型工艺等(工艺流程如图2所示)。

2.2.1 关键技术——原纸生产技术

2.2.1.1 分散技术

在生产制备悬浮液过程时各种化学纤维能够均匀分散,实现在各类纤维基体之间均匀地进行交织是反渗透膜无纺布成形的关键。合成纤维的长度、直径大小及纤维的亲水性等影响着反渗透膜湿法无纺布基材材料的各项性能,通常纤维长度为3~6 mm,直径0.5~1.2 D之间。因合成纤维长度较长、对水的润湿性较差等,容易发生纤维的絮聚,需要通过人工或者加入纤维分散剂等物质来改善纤维分散性能。正确选择高效纤维分散剂材料能显著改善化学纤维产生的絮聚情况。同时抄造过程中采用较低的浓度来改善纤维的分散效果。目前国内常用有效的分散剂材料主要有聚氧化乙烯、羧甲基纤维

素钠、聚丙烯酰胺等,或者组合型分散剂。在浆料生产工艺过程中,合成纤维很容易和系统中的小气泡结合而引起浆料发生絮聚,所以我们有时需要适当地加入消泡剂。

2.2.1.2 湿法无纺布基材成形技术

反渗透膜湿法无纺布的湿法成形工艺常用斜网或圆网造纸机来实现抄造成形,其既使用单层纸页直接成形抄造,也可以选择采用多层的纸页材料进行多层复合成形。单层纸页抄造成形的湿法无纺布制造和工艺要求较为简单,无纺布基材紧度也比较高,同时对成品的匀度、孔径大小和孔径集中度要求则较高;多层复合湿式纸页层的复合成形利用了多层复合湿式纸页层间的叠加效应来弥补单层纸页在平均匀度、最大孔径大小和孔径分布等方面造成的性能不足,但无纺布各层之间结合强度等则尤需注意。

生产反渗透膜湿法无纺布基材采用的合成纤维长度较长(3~6 mm)因此,为了防止合成纤维在上网时产生的絮聚,需要保持较高的稀释度以帮助获得更加良好的分散性。反渗透膜湿法无纺布生产企业中,多数工厂都是直接采用斜网纸机或特种圆网造纸机。采用低浓斜网成形器技术,上网的纤维浓度可以做到0.01~0.04%,可使化学纤维具有相对足够狭长的悬浮空间,保持着其悬浮

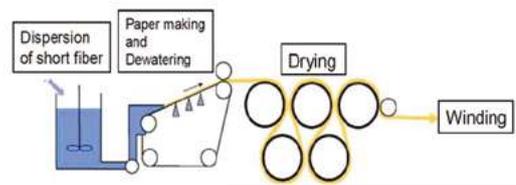


图5 PET原纸

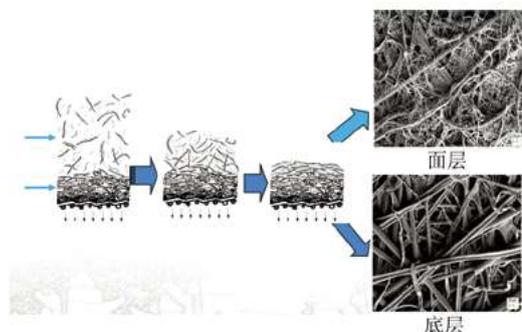


图6 材料的结构设计

稳定状态,而得到更多的应用。

2.2.1.3 加热干燥无纺布成型

湿法无纺布的加热干燥有两种形式:烘缸干燥与热风干燥两种形式。通常通过适当的加压,会显著提高黏合纤维与主体纤维之间的黏合强度,烘缸干燥具有一定的优势。湿法无纺布基材在干燥部操作时一定要能够控制保持住对其表面最佳烘缸干燥的温度、水分的蒸发时间和蒸汽压力,使黏合纤维能与主体纤维黏合而发挥起良好且持久的黏结作用。如果干燥远低于黏合纤维充分软化的低温状态环境下干燥,黏合纤维就不具显微黏结的能力。在达到黏合纤维充分软化的温度范围内进行适当加压烘干或高温烘干,湿法无纺布强度就即可逐渐达到其最大值;反之过高温时发生的干燥,造成纸页干燥不均,纸幅两边翘边严重。

在实际加工生产作业中,使用大烘缸托辊进行加压成型时,压力作用越大则黏合纤维就与产品主体纤维相接触的越均匀紧密,黏结的效果自然就能越好,要进一步使产品黏合纤维之间产生更好黏结的效果,在产品干燥阶段时则需要施加适当且均匀充分的机械加压。

2.2.1.4 热压成形处理

反渗透膜用湿法无纺布是将化学纤维作为主体的无纺布,通过该特殊热压生产工艺控制方法处理该无纺布来提高湿法无纺布的物理强度指标,同时可实现对反渗透膜用无纺布的厚度、平滑度、透气均匀度加以控制。也可调节无纺布的热熔程度,实现对反渗透膜渗透能力的控制。过高或低温会影响湿法无纺布的各项性能,高温会造成热熔后流动及扩散强烈,造成透气度降低,影响后续的产品质量。因此,必须同时根据各种黏合纤维产品的具体种类特征严格的控制其处理所用的最高温度、

压力等级和处理时间。在热压过程中必须注意热压温度、热压压力与车速的关系,以保障反渗透用无纺布产品质量的一致性。

热压过程分为硬压光和软压光整型,其中硬压光上下辊均为硬辊,通过调节硬压光上下热压辊的温度,提高纤维软化后与无纺布中间层部位的结合强度。软压光为硬辊与耐热橡胶棍,橡胶棍面在压力作用下产生变形,形成较宽的压区,无纺布受到热压的时间增加,且整幅厚薄区域的平滑度都得以增加。在热压处理过程中要注意硬压光和软压光两种工艺的合理搭配与设计,以满足反渗透膜用无纺布的工艺需求,提高无纺布的质量指标。

2.3 国产反渗透膜用无纺布的开发生产虽然起步相对较晚,但是近年来的技术进步借鉴国外的先进经验进行创新,采用湿法斜网造纸技术,消化吸收日本先进的热压技术,已经生产出的无纺布基材在各项性能接近进口产品指标。目前在透气度的集中度、产品洁净度方面略逊于进口产品,需在原材料、生产设备及环境洁净方面上进行改善。

3 反渗透膜湿法无纺布生产有待解决的问题及生产发展方向

(1) 原料质量的选择。从对我国目前化学纤维原料市场分析,其主要品种和符合标准要求的纤维原料可选性范围很小,特别主要是适合其湿法化纤生产特点要求的品种数量远远与产品需求不相匹配。在当前国内市场可用于湿法纤维生产制造的各种主体纤维及黏合纤维数量少,质量稳定性差,这些缺点都给反渗透膜湿法无纺布基材的生产带来很大困难。目前生产企业多使用进

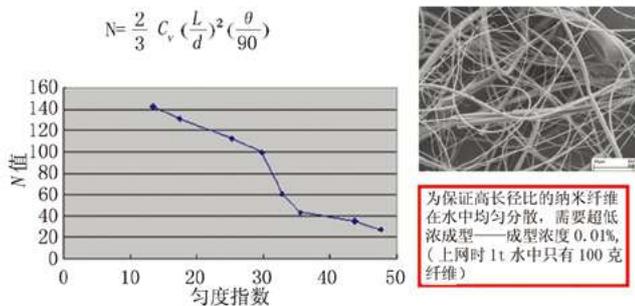


图7 成形技术——超低浓成形

表1 反渗透膜湿法无纺布基材国内外产品数据对比

项目	标准	国内产品数据	日本产品数据
定量/g·m ⁻²	77±6	78~82	76~79
厚度/μm	100±10	92~103	96~102
体积密度/g·cm ⁻³			
透气度/ccs	2.0±0.8	1.5~2.5	2.0~2.4
抗拉强度(纵向)/N·15mm ⁻¹	≥80	95	108
抗拉强度(横向)/N·15mm ⁻¹	≥40	59	65
平滑度/s		25/17	18/13

口纤维原料生产,生产成本低,竞争力小。需与国内厂家合作,共同开发符合要求的黏合纤维原料。同时根据相关研究表明,采用先进的超细聚酯纤维提高了湿法无纺布基材的表面平滑度,减小了孔径,提高了分离膜的加工性同时很好地调控了湿法无纺布基材的孔隙率和结构参数。

(2) 双(多)层抄造或复合成纸技术。采用两层或更多层的纤维配比,生产不同厚度的湿法无纺布产品;通过采用双层或多层流浆箱的方式上网,抄造的反渗透膜湿法无纺布基材,其技术特点是上层为超细纤维的致密层,主要是提高湿法无纺布基材的表面平滑度,减小孔径,另一层为力学支撑层,目的是提供较好的通量以及支撑强度。致密层和支撑层层间的细微区别则是由采用各种不同性质的纤维配比组合(如疏水性和亲水性纤维)及经过不同层次的细纤维化等处理工序来最终实现的。通过双层或多层复合流浆箱,每层流浆箱供给不同型号的复合纤维浆料。可用于一次快速生产出一种具有高精度梯变结构的多层复合型反渗透膜湿法无纺布基材。

(3) 采用先进的在线质量控制系统,提高产品的一致性目标。当前通过在线定量检测控制以及纸病检测监控系统来全面提高了反渗透膜制品的整体产品质量。通过下机后检测产品透气度来控制湿法无纺布基材的孔隙率分布和孔径大小。近年来,国外企业在研究在线透气度仪等关键技术方面应用发展很快,开发研制的实时在线自动控制系统可用于在线连续自动测定纸张透气度指标,就可以实现反渗透膜湿法无纺布基材透气度的快速即时检测,为满足产品的一致性要求提供改善。

(4) 要进一步提高反渗透膜支撑体基材的内在品质,在满足达到过滤精度要求的基础上,适应反渗透膜的脱盐与水通量的要求。同时与反渗透膜相关企业一起制定反渗透膜湿法无纺布统一的产品质量检测方法及行业标准,协同发展以减少由于测量方面的误差,满足反渗透膜及相关分离膜的产品质量。

4 当前反渗透膜应用及市场趋势分析

反渗透膜技术应用未来十年发展研究的三个重点方向:推广重点应用膜领域,实现海水淡化应用和实现苦

咸水淡化利用;优先处理城镇微颗粒污染排放水,保证城乡饮水环境安全问题;尽快实现高浓度工业废水排放和高浓度市政污水深度资源化处置。目前在全球市场各类反渗透膜组件产品结构中反渗透膜组件占全球膜市场规模的总体比重约为50%,主要集中于海水浓缩脱盐技术及工业超纯水系统的研究制造,而超滤系统与纳滤合占大约20%,主要广泛用于市政污水、废水再生处理设备及废水回处理用、给水处理净化装置以及工业海水淡化前预处理工程等领域。未来,随着反渗透膜产品用途的发展及过滤技术进一步多元化,反渗透膜及湿法无纺布应用技术领域将越来越丰富广泛。

5 结束语

我国膜产业已经进入快速发展阶段,研发新型膜材料是大势所趋,是我国膜制造企业走向世界的重要支撑。目前我们的反渗透膜用无纺布基材水平已接近进口无纺布水平,正在逐步实现量产与产业化。

国内相关企业紧紧抓住国家大力推进环保产业与水处理产业的机遇,以市场需求为导向,提高反渗透膜及其湿法无纺布基材产品质量,稳定提升国内外市场份额,不断开拓国际市场,为反渗透膜及湿法无纺布行业的发展贡献力量。 

参考文献

- [1] 吴立群,王安,等.碱性电池隔膜纸的研发及发展趋势[J].电池工业,2008,13(1).
- [2] 冉景慧,王习文,等.湿法无纺布制作碱锰电池隔膜的研究进展[J].天津造纸,2008(2).
- [3] 石磊,等.分离膜湿法非织造支撑体的结构设计与应用[J].纺织学报,2022,43(6).
- [4] 赵立新,等.短切合成纤维及其在纸基功能材料中的应用[J].中华纸业,2020(22).
- [5] 刘倩南.分离膜支撑体用湿法非织造材料的制备与性能研究[D].天津工业大学硕士论文(纺织工程),2021.
- [6] 郑帷.分离膜支撑体湿法分散与热压成型的模型建立与仿真[D].天津工业大学硕士论文(统计学),2021.

[收稿日期:2022-10-06]

Influence of Inorganic Salt Ash Modifier on the Ash Integration of Cigarette Paper

◎ Xu Chunping¹, Su Haiyang¹, Liu Yuanshang², Xue Fang¹, Zhou Pengfei¹, Jia Xuwei¹, Dai Yuxiang¹, Shi Fengcheng^{3*}
(1.College of Food and Biology Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henen 450002, China; 2.China Tobacco Hebei Industrial Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050000, China; 3.Harmful Components and Tar Reduction in Cigarette Key Laboratory of Sichuan Province, China Tobacco Sichuan Industrial Co., Ltd., Chengdu, Sichuan 610000, China)

无机盐包灰助剂对卷烟纸包灰性能的影响

◎ 许春平¹ 苏海洋¹ 刘远上² 薛芳³ 周鹏飞¹ 贾学伟¹ 代玉祥¹ 施丰成^{3*}
(1.郑州轻工业大学食品与生物工程学院, 郑州 450002; 2.河北中烟工业有限责任公司, 石家庄 050000;
3.四川中烟工业有限责任公司卷烟减害降焦四川省重点实验室, 成都 610000)



许春平 先生

教授, 博导; 主要从事生物化工和烟草工程研究。

中图分类号: TS727*.2; TS761*.2
文献标志码: A
文章编号: 1007-9211(2023)06-0012-07

摘要: 为了研究无机盐包灰助剂对卷烟纸包灰性能的研究, 通过卷烟纸添加不同浓度的磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸铝、乙酸钠等不同的无机盐包灰助剂, 采用单因素方差分析和简单相关分析法研究包灰助剂对包灰值、灰度值、锥高、锥顶角和碳化圈宽度的影响。结果表明: (1) 单因素方差分析结果表明, 与对照组相比, 添加无机盐包灰助剂后均能使包灰值和灰度值降低, 并且大部分无机盐包灰助剂降低了碳化圈宽度, 但对锥高、锥顶角无明显影响。(2) 其中添加0.5%磷酸氢二钠后包灰值最小, 添加2.0%磷酸氢二钠后灰度值最小, 添加2.0%乙酸钠后碳化圈宽度最窄。(3) 简单相关分析结果表明, 磷酸氢二钠的浓度对包灰指标影响最大, 其次是乙酸钠和三聚磷酸钠。(4) 综合以上结果, 添加0.5%磷酸氢二钠后, 卷烟包灰值、灰度值和碳化圈宽度均降低, 烟灰柱美观, 且对烟气指标影响较小, 对原有卷烟风味无明显改变。

关键词: 卷烟纸; 无机盐; 包灰助剂; 包灰性能; 相关分析

Abstract: In order to study the ash integration properties of cigarettes paper by inorganic salt modifier, different inorganic salt modifiers such as sodium phosphate, sodium tripolyphosphate, sodium dihydrogen phosphate, disodium hydrogen phosphate, potassium acetate, aluminum acetate and sodium acetate were added to the cigarette paper. The effects of ash modifier on the

□ 基金项目: 河南省重大公益科技专项(编号:201300110200); 卷烟减害降焦四川省重点实验室开放基金资助项目(编号: 2021510000340327)。
通讯作者: 施丰成(1973-), 男, 甘肃兰州人, 高工, 硕士; 主要从事烟草材料研究。E-mail: shifc@scctobacco.com。

ash integration value, gray value, cone height, cone apex angle and carbonation circle width were studied by one-way analysis of variance and simple correlation analysis. The results showed that: (1) The one-way analysis of variance showed that compared with the control group, the addition of inorganic salt ash modifiers could reduce the ash integration value and gray value, and most of the inorganic salt ash modifiers could reduce the carbonation circle width. But there was no obvious effect on the cone height and cone apex angle. (2) The ash integration value of cigarette paper is the smallest after adding 0.5% disodium hydrogen phosphate, and the gray value is the smallest after adding 2.0% disodium hydrogen phosphate. And the carbonation circle width was the narrowest after adding 2.0% sodium acetate. (3) The concentration of disodium hydrogen phosphate had the greatest influence on the ash integration index, followed by sodium acetate and sodium tripolyphosphate. (4) Based on the above results, after the addition of 0.5% disodium hydrogen phosphate, all of the ash integration value of the cigarette, gray value decreases and carbonation circle width were reduced. The cigarette ash column was attractive, and the effect of improving the performance of cigarette ash integration was the best. It has little effect on the smoke index and no obvious change on the original cigarette flavor.

Key words: cigarette paper; inorganic salt; ash modifier; ash integration; correlation analysis

随着卷烟技术的发展及消费者对卷烟外观质量的需求提高,消费者对卷烟纸燃烧后的包灰效果越来越关注^[1-2]。改善卷烟包灰性能,提升消费者对卷烟满意度,对提升卷烟产品的竞争优势具有重要意义。卷烟纸和烟叶配方是直接参与卷烟燃烧的两大主体,是影响卷烟包灰性能的主要因素^[3-4]。卷烟纸是卷烟的主要原料之一,对烟丝的包裹、卷烟外观、燃速、阴燃、卷烟感官品质、烟气化学成分等都起着非常重要的作用^[5-6]。邹中亮等^[7]利用直观分析和图像分析发现卷烟纸的定量,透气度不同,包灰效果有明显差异。王孝峰等^[8]发现抽吸与否对卷烟包灰性能有明显差异,且卷烟纸搭口处包灰性能优于其他部位,燃烧速率越大,灰度值越大,裂口率、缩灰率和碳线宽度就越小。沈靖轩等^[9]通过添加不同添加剂到卷烟纸发现磷系包灰助剂、黏灰助剂、金属离子助剂和成膜性助剂都对包灰性能有一定影响。其中K01改善效果最佳,起到一定提升包灰效果。李桂珍等^[10]发现,加入1.5%的烟灰调节剂时,烟柱裂口比例最小,且卷烟纸的其他物

理指标没有显著变化。楚文娟等^[11]采用多种统计学方法分析发现,裂口率受各卷烟纸参数影响最大,其次是碳线宽度;并建立了卷烟纸参数与包灰性能的回归方程,且吻合度较好。许艳冉等^[12]通过对烟丝和卷烟机参数研究发现:不同参数组合对5项指标均有明显影响,并确立了最优参数组合。郑丰等^[13]利用层次分析法对不同的有机酸钾助燃剂对包灰性能评价,酒石酸钾的影响最大,其次为醋酸钾,最后为柠檬酸钾。

行业内有不少针对卷烟纸包灰性能影响的研究,但集中于在烟丝参数和烟支卷制工艺参数等。卷烟纸通过燃烧直接影响包灰性能,向卷烟纸添加无机盐包灰助剂研究较少,且多数通过直观分析,没有数据理论支持,重复性低。因此,我们利用包灰箱进行拍照,经过对图像进行处理和分析确定评价包灰指标(包灰值,灰度值,碳化圈宽度,锥高,锥顶角),应用单因素方差分析确定包灰助剂是否对包灰性能有影响,研究无机盐包灰助剂含量对卷烟纸包灰性能的影响,从卷烟纸角度,给提升卷烟包灰性能提供新途径。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

空白卷烟,四川中烟工业有限责任公司提供。

磷酸盐:磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠;乙酸盐:乙酸钠、乙酸钾、乙酸铝。均为分析纯。

无水乙醇(天津市富宇精细化工有限公司)、正十七烷(上海麦克林生化科技有限公司)、异丙醇(天津市大茂化学试剂厂)均为色谱级。

卷烟包灰性能测试箱(自行设计并搭建)^[14];KBF240恒温恒湿箱(德国Binder公司);7890B气相色谱仪(美国Agilent仪器有限公司);RM20H吸烟机;佳能EOS850D数码相机[佳能(中国)有限公司]。软件:ImageJ和Adobe Photoshop CC2017图像分析软件;SPSS数据分析软件。

1.2 方法

1.2.1 实验方案

将15支卷烟通过三支三面的方法^[14]再分为5组,每组3支进行5次重复实验。对比所得数据,评价卷烟样品的包灰性能。

1.2.2 样品准备

实验室将包灰助剂配置质量分数为0、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%溶液,然后采用每支烟三个面添加共计15微升助剂,添加方法参考胡少东^[15]和左满兴^[16]的研究方法。

将添加完助剂的烟支在温度(22±1)℃、相对湿度(60±3)%的环境中平衡48 h。见图1在灰柱高度在距离接装纸0.5和1.0 cm处划线作标记。

1.2.3 灰柱图片采集

将包灰箱白炽灯打开,且包灰箱附近环境稳定,无明显风和震动,全程需环境稳定一致。依照实验方案^[14]点燃卷烟并人工抽吸第一口,放置箱内的架子上,待燃烧至第一处和第二处标记处拍照,全程相机位置不变,在AV(曝光模式)设置ISO(感光度)为400,对焦为500,F(光圈)为5.6,单点伺服模式对焦进行拍照。

1.2.4 静态包灰检测指标

选择包灰值、灰度值、碳化圈宽度、锥高、锥顶角5项指标。其中包灰值、灰度值、碳化圈宽度都为望小型指标,而锥高、锥顶角为望目指标^[14]。

(1)包灰值:表征卷烟包灰能力,烟支静燃后,计算卷烟纸灰上裂口面积占卷烟纸灰总面积的比值作为包灰值。包灰值越小,包灰能力越好。通过ImageJ软件^[17]进行图像分析,测得包灰值。

(2)灰度值:表征烟灰颜色,点燃卷烟,燃烧至划线处进行拍照,灰度值越小,烟灰颜色越白,消费者的视觉感受越好。通过Adobe PhotoshopCC2017软件^[18]进行图像分析,测得灰度值。

(3)碳化圈宽度:表征碳线的粗细。将烟支竖直静燃,燃烧至划线处进行拍照,计算碳线区面积与骨架长

度的比值作为卷烟纸阴燃处碳线宽度值,碳化圈宽度数值越小,碳线越细。通过ImageJ软件^[12]进行图像分析,测得碳圈宽度。

(4)锥高:表征燃烧锥的长短。燃烧至划线处将烟支熄灭,制作燃烧锥^[19],制作完成进行拍照,锥高为一个望目型指标,通过ImageJ软件进行图像分析,测得锥高。

(5)锥顶角:表征燃烧锥的角度,同锥高制作方法,锥顶角为一个望目型指标,通过ImageJ软件^[19]进行图像分析,测得锥顶角。

1.2.5 烟气指标的测定

利用吸烟机收集烟气,并在吸烟机上对待测烟气主要成分进行捕集。抽吸完成后,取出剑桥滤片,将剑桥滤片上富集的化学成分作处理,用气相色谱仪对烟气成分进行分析。

1.2.6 感官评吸

将处理后烟支,标准空气温湿度条件下[温度(22±1)℃、相对湿度(60±3)%]平衡48 h后,组织评吸专家采用对比排序法进行感官评吸。

1.2.7 数据处理与统计分析方法

采用Excel对所测数据进行平均值计算,并通过计算标准偏差说明实验重复性,采用SPSS 19.0软件进行单因素方差分析,Pearson简单相关分析。

2 结果与讨论

2.1 包灰助剂对卷烟纸包灰值的影响

根据包灰值单因素方差分析(表1)发现,包灰值越小,包灰能力越好。空白对照组包灰值为5.03%,添加不同浓度的磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸铝和乙酸钠条件下的包灰值分别介于1.85%~3.28%、2.54%~3.09%、3.93%~6.27%、1.94%~2.61%、3.19%~3.91%、2.35%~3.46%、2.34%~3.29%。单因素方差分析表明:与对照组相比,添加磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸铝、乙酸钠均能使包灰值降低,卷烟纸包灰性能极显著提升($P<0.01$);添加0.5%磷酸氢二钠后包灰值最小,改善卷烟包灰性能效果最好。其原因是随着无机盐含量增加,无机盐分解产生更多的碱性氧化物或盐,碱性氧化物或盐类容易与卷烟纸燃烧灰分样品中的其他氧化物或盐形成低熔点的凝胶。同时, Na^+ 、 K^+ 的离子势较低,能破坏灰分样品中的聚合物,从而



图1 距离接装纸0.5 cm和1.0 cm处划线

降低灰分样品的熔化温度,起助熔剂的作用^[20]。

2.2 包灰助剂对卷烟纸灰度值的影响

根据灰度值单因素方差分析(表2),灰度值越小,卷烟纸灰分颜色越白,卷烟纸包灰性能越好。空白对照组灰度值为98.48,添加不同浓度的磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸铝和乙酸钠条件下的包灰值分别介于92.66~95.56、91.31~96.31、93.44~105.50、87.22~91.04、94.63~99.27、91.1~95.14、89.20~98.52。单因素方差分析表明:与对照组相比,添加0.5%的磷酸氢二钠、乙酸钾;1.5%的三聚磷酸钠和2.0%磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钠均能使灰

度值降低,卷烟纸包灰性能极显著提升($P < 0.01$);添加1.0%的磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钠、乙酸钾和1.5%磷酸二氢钠、磷酸氢二钠均能使灰度值降低,卷烟纸包灰性能显著提升($P < 0.05$);添加1.5%的乙酸钠和2.0%磷酸二氢钠均能使灰度值提高,卷烟纸包灰性能极显著降低($P < 0.01$);添加1.5%磷酸二氢钠能使灰度值提高,卷烟纸包灰性能显著降低($P < 0.05$)。其余各包灰助剂的各浓度的灰度值与对照组无明显差异,对卷烟纸包灰性能无影响。磷酸氢二钠在2%浓度下灰度值最小,卷烟灰分颜色最白,改善卷烟包灰性能效果最好。

表1 包灰助剂包灰值单因素方差分析

	0		0.5%		1.0%		1.5%		2.0%	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
磷酸钠	5.03	0.99	2.97**	0.34	3.28**	0.38	3.08**	0.31	1.95**	0.19
三聚磷酸钠	5.03	0.99	2.54**	0.47	2.81**	0.5	2.66**	0.25	3.09**	0.14
磷酸二氢钠	5.03	0.99	3.93	1.18	4.57	0.83	5.95	1.06	6.27	1.78
磷酸氢二钠	5.03	0.99	1.94**	0.14	2.08**	0.29	2.61**	0.62	2.26**	0.10
乙酸钾	5.03	0.99	3.37**	0.42	3.22**	0.34	3.19**	0.75	3.91**	0.31
乙酸铝	5.03	0.99	3.46**	0.85	3.06**	0.3	2.39**	0.34	2.35**	0.5
乙酸钠	5.03	0.99	2.34**	0.22	3.10**	0.28	2.83**	0.35	3.29**	0.40

注:①*表示 $P < 0.05$,水平差异显著;**表示 $P < 0.01$,水平差异极显著。下同。

表2 包灰助剂灰度值单因素方差分析

	0		0.5%		1.0%		1.5%		2.0%	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
磷酸钠	98.48	4.78	94.82	1.98	92.66*	4.03	94.34	3.43	95.56	4.02
三聚磷酸钠	98.48	4.78	96.31	5.35	92.73*	2.70	91.31**	3.98	94.01	2.59
磷酸二氢钠	98.48	4.78	98.60	4.52	93.44*	3.34	103.78*	2.12	105.50**	6.03
磷酸氢二钠	98.48	4.78	91.04**	4.99	92.57*	2.44	92.53*	4.61	87.22**	2.42
乙酸钾	98.48	4.78	94.63**	3.26	95.19*	0.97	97.8	3.85	99.27	2.61
乙酸铝	98.48	4.78	95.14	3.68	93.8	4.18	91.1	2.56	92.11	2.77
乙酸钠	98.48	4.78	89.20	2.14	93.41*	0.94	98.52**	2.90	95.22**	2.50

表3 包灰助剂碳化圈宽度单因素方差分析

	0		0.5%		1.0%		1.5%		2.0%	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
磷酸钠	19.16	0.90	17.53*	1.96	19.62	0.78	19.17	1.95	21.29**	1.01
三聚磷酸钠	19.16	0.90	19.62	1.63	18.82	1.76	17.46*	0.58	19.95	0.83
磷酸二氢钠	19.16	0.90	20.27**	0.37	19.25	0.83	19.09	0.73	19.23	0.32
磷酸氢二钠	19.16	0.90	19.03*	0.72	18.75	0.76	17.65**	1.28	18.59	0.31
乙酸钾	19.16	0.90	17.18**	1.07	16.05**	0.66	17.21**	0.18	18.17*	0.76
乙酸铝	19.16	0.90	20.49	2.08	19.02	1.24	18.62	1.31	19.71	2.04
乙酸钠	19.16	0.90	18.40	2.28	16.58*	1.85	16.20**	2.08	15.38**	1.98

2.3 包灰助剂对卷烟纸碳化圈宽度的影响

根据碳化圈宽度单因素方差分析(表3),碳化圈宽度越窄,卷烟纸包灰性能越好。空白对照组碳化圈宽度为19.16%,添加不同浓度的磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸铝和乙酸钠条件下的碳化圈宽度分别介于17.53%~21.29%、17.46%~19.62%、19.09%~20.27%、17.65%~19.03%、16.05%~18.17%、18.62%~20.49%、15.38%~18.40%。单因素方差分析表明:与对照组相比,添加0.5%的乙酸钾;1.0%的乙酸钾;1.5%的磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸钠和2.0%的磷酸钠均能使碳化圈宽度变窄,卷烟纸包灰性能极显著提升($P<0.01$);添加0.5%的磷酸钠、磷酸氢二钠;1.0%的乙酸钠;1.5%的三聚磷酸钠和2.0%乙酸钾均能使碳化圈宽度变窄,卷烟纸包灰性能显著提升($P<0.05$);添加0.5%的磷酸二氢钠和2.0%磷酸钠均能使碳化圈宽度变宽,卷烟纸包灰性能极显著降低($P<0.01$)。其余各包灰助剂的各浓度的碳化圈宽度与对照组无明显差异,对卷烟纸包灰性能无影响。乙酸钠在2%浓度下碳化圈宽度最窄,可以改善卷烟包灰性能。

2.4 包灰助剂对卷烟纸锥高的影响

根据锥高单因素方差分析(表4),空白对照组锥高

为10.38 mm,添加不同浓度的磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸铝和乙酸钠条件下的锥高分别介于10.02~10.39 mm、9.68~10.26 mm、8.81~10.36 mm、10.48~10.83 mm、9.65~11.39 mm、10.28~11.01 mm、9.82~10.84 mm。单因素方差分析表明:与对照组相比,添加1.0%的磷酸二氢钠使锥高极显著降低($P<0.01$);添加1.5%的磷酸二氢钠使锥高显著降低($P<0.05$);而2.0%的乙酸钾使锥高显著提高($P<0.05$),其余各包灰助剂的各浓度的锥高与对照组无明显差异。许艳冉^[14]等研究表明燃烧速度过快、锥高过高或过低时不仅会导致包灰、灰度值升高,所以锥高适中,卷烟包灰性能好。其结果和本实验结果一致,添加磷酸二氢钠后锥高与对照组呈极显著降低,且包灰值和灰度值均明显提高,导致卷烟包灰性能降低。

2.5 包灰助剂对卷烟纸锥顶角的影响

根据锥顶角单因素方差分析(表5),空白对照组锥顶角为42.63°,添加不同浓度的磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸铝和乙酸钠条件下的锥顶角分别介于40.16°~42.37°、40.24°~42.68°、39.69°~45.18°、39.90°~40.07°、37.10°~44.30°、39.44°~42.66°、39.44°~42.66°。单因素方

表4 包灰助剂锥高单因素方差分析

	0%		0.5%		1.0%		1.5%		2.0%	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
磷酸钠	10.38	0.98	10.02	0.33	10.35	1.11	10.39	1.06	10.50	1.04
三聚磷酸钠	10.38	0.98	9.68	0.65	10.19	0.79	10.26	1.01	9.70	0.39
磷酸二氢钠	10.38	0.98	10.36	0.68	8.99**	0.50	9.27*	0.64	8.81	0.52
磷酸氢二钠	10.38	0.98	10.72	0.87	10.62	0.93	10.83	0.97	10.48	1.23
乙酸钾	10.38	0.98	10.38	0.65	9.65	0.71	10.60	0.50	11.39*	0.76
乙酸铝	10.38	0.98	10.28	0.09	11.01	0.73	10.83	0.67	10.60	0.59
乙酸钠	10.38	0.98	9.82	1.19	10.29	0.72	10.84	0.60	10.53	0.66

表5 包灰助剂锥顶角单因素方差分析

	0%		0.5%		1.0%		1.5%		2.0%	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
磷酸钠	42.63	2.58	40.73	1.92	40.30	2.31	40.16	2.16	42.37	3.42
三聚磷酸钠	42.63	2.58	42.68	3.87	40.72	0.48	40.24	2.92	40.61	5.93
磷酸二氢钠	42.63	2.58	39.69*	1.74	44.65	2.91	45.18	2.90	44.49	2.41
磷酸氢二钠	42.63	2.58	40.77	2.86	40.07	3.24	39.90	2.95	41.22	5.00
乙酸钾	42.63	2.58	41.00	1.62	44.30	2.87	40.53	1.25	37.10**	3.38
乙酸铝	42.63	2.58	42.66	2.04	40.12	2.87	39.44	2.67	40.41	1.36
乙酸钠	42.63	2.58	42.66	2.04	40.12*	2.87	39.44	2.67	40.41	1.36

差分析表明:与对照组相比,添加2.0%的乙酸钾使锥顶角极显著降低($P<0.01$);添加0.5%的磷酸二氢钠和1.0%的乙酸钠使锥高显著降低($P<0.05$);其余各包灰助剂剂各浓度的锥顶角与对照组无明显差异。

2.6 包灰助剂的浓度与包灰指标间简单相关分析

包灰助剂的浓度与包灰指标间简单相关分析结果见表6。结合相关系数和P值可知,除磷酸二氢钠之外,其他包灰助剂的浓度都与包灰值呈极显著负相关($P<0.01$),浓度越大,包灰值越小,卷烟纸包灰性能越好。三聚磷酸钠、磷酸氢二钠和乙酸钠的浓度都与灰度值呈极显著负相关,浓度越大,灰度值越小,卷烟纸颜色越白,说明卷烟纸包灰性能越好。磷酸二氢钠的不同浓度都与包灰值和灰度值都呈显著正相关性($P<0.05$),浓度越大,包灰值和灰度值越大,卷烟包灰性能越差,与2.1和2.2单因素

表6 包灰助剂的浓度与各指标相关性

样品	统计量	包灰指标				
		包灰值	灰度值	碳化圈宽度	锥高	锥顶角
磷酸钠	相关系数	-0.800**	-0.313	0.424*	0.063	-0.149
	P值	0	0.092	0.02	0.742	0.432
三聚磷酸钠	相关系数	-0.612**	-0.486**	-0.072	-0.186	-0.289
	P值	0	0.007	0.704	0.325	0.122
磷酸二氢钠	相关系数	0.395*	0.428*	-0.094	-0.644**	0.390*
	P值	0.031	0.018	0.622	0	0.033
磷酸氢二钠	相关系数	-0.656**	-0.629**	-0.402*	0.082	-0.23
	P值	0	0	0.028	0.668	0.222
乙酸钾	相关系数	-0.541**	-0.074	-0.386*	0.304	-0.489**
	P值	0.002	0.697	0.035	0.102	0.006
乙酸铝	相关系数	-0.496**	0.071	-0.027	0.212	-0.445*
	P值	0.005	0.708	0.887	0.26	0.014
乙酸钠	相关系数	-0.807**	-0.585**	-0.676**	0.168	-0.445*
	P值	0	0.001	0	0.374	0.014

表7 指标间的相关性分析结果

指标	统计量	包灰值	灰度值	碳化圈宽度	锥高	锥顶角
包灰值	相关系数	1	0.623**	0.185*	-0.394**	0.375**
	P值		0	0.023	0	0
灰度值	相关系数	0.623**	1	0.255**	-0.240**	0.259**
	P值	0		0.002	0.003	0.001
碳化圈宽度	相关系数	0.185*	0.255**	1	0.031	0.059
	P值	0.023	0.002		0.706	0.475
锥高	相关系数	-0.394**	-0.240**	0.031	1	-0.686**
	P值	0	0.003	0.706		0
锥顶角	相关系数	0.375**	0.259**	0.059	-0.686**	1
	P值	0	0.001	0.475	0	

方差分析结论一致。乙酸钠的浓度与碳化圈宽度呈极显著负相关,磷酸氢二钠和乙酸钾的浓度与碳化圈宽度呈显著负相关,磷酸钠的浓度与碳化圈宽度呈显著正相关,浓度越大,碳化圈宽度越小,卷烟纸包灰性能越好。磷酸二氢钠的浓度与锥高呈极显著负相关;乙酸钾的浓度与锥顶角呈极显著负相关,乙酸铝和乙酸钠的浓度与锥顶角呈显著负相关,磷酸二氢钠的浓度与锥顶角呈显著正相关。简单相关分析结果表明,磷酸氢二钠的浓度对包灰指标影响最大,其次是乙酸钠和三聚磷酸钠。

2.7 卷烟燃烧包灰测试指标之间简单相关性分析

由不同包灰助剂添加到卷烟纸上测定的包灰指标间Pearson相关性结果见表7,可知多指标间呈较强相关性。包灰值与灰度值、锥顶角呈极显著正相关,与碳化圈宽度呈显著正相关,与锥高呈极负相关;灰度值与碳化圈宽度、锥顶角呈极显著正相关,与锥高呈极显著负相关;锥高与锥顶角呈极显著负相关。

2.8 烟气指标分析结果

由表8可知:相比于空白卷烟样品,添加0.5%的磷酸氢二钠的卷烟样品总粒相物量增加了0.62 mg、焦油量增加了0.38 mg、水分增加0.31 mg、烟碱含量下降0.05 mg。幅度也都不大,烟气指标能受控,皆在烟气指标控制范围内。说明该添加剂的使用对烟气成分没有不良影响,可以将此种添加剂用于卷烟上。

2.9 感官评吸结果

感官评吸结果见表9,添加0.5%的磷酸氢二钠后卷烟香气量稍差,燃烧性变好,烟灰变白,总体来说该种添加剂的使用不影响卷烟风味、口感等,对卷烟的感官质量以及抽吸体验无明显不良影响。

3 结论

(1) 综合包灰值、灰度值、碳化圈宽度、锥高和锥顶角5个指标,进行单因素方差分析,结果表明:与对照组相

表8 卷烟烟气指标结果

组别	水分/ mg	CO/ mg	总粒相 物/mg	抽吸 口数	烟碱含 量/mg	焦油含 量/mg
空白	1.17	7.71	11.49	6.36	0.81	9.49
最优	1.48	7.98	12.11	6.17	0.76	9.87

表9 感官质量评价表

组别	评吸结果
空白	香气量, 香气质一般, 余味还行, 燃烧性稍差, 烟灰略灰
最优	香气量稍差, 余味还行, 刺激性杂气降低, 燃烧性变好, 烟灰变白

比, 添加不同浓度的磷酸钠、三聚磷酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、乙酸钾、乙酸铝、乙酸钠后均能使包灰值和灰度值降低, 并且大部分无机盐包灰助剂降低了碳化圈宽度, 但对锥高、锥顶角无明显影响, 使得卷烟纸包灰性能有所提升; 其中添加0.5%磷酸氢二钠后包灰值最小, 添加2.0%磷酸氢二钠后灰度值最小, 卷烟灰分颜色最白, 添加2.0%乙酸钠后碳化圈宽度最窄, 极大地改善卷烟包灰性能。

(2) 对包灰助剂的浓度与包灰指标进行简单相关分析, 结果表明: 大部分无机盐包灰助剂的浓度与包灰值、灰度值和碳化圈宽度呈负相关, 其中磷酸氢二钠的浓度对包灰指标影响最大, 其次是乙酸钠和三聚磷酸钠。

(3) 对于不同的无机盐包灰助剂, 其包灰综合性能主要看包灰值, 其次灰度值, 再者是碳化圈宽度, 最后是锥高和锥顶角^[14]。其中添加0.5%磷酸氢二钠后包灰值最小, 与对照组相比降低了61.4%, 灰度值降低了7.6%, 碳化圈宽度降低了0.6%, 锥高锥顶角无明显影响。且对烟气指标影响较小, 对原有卷烟风味无明显改变, 因此添加0.5%磷酸氢二钠为改善卷烟包灰性能最优选择。✉

参考文献

[1] 周顺, 王孝峰, 何庆, 等. 烟草及烟草制品燃烧及热解检测分析技术研究进展[J]. 中国烟草学报, 2017, 23(2): 130-142.

[2] 郑晗, 詹建波, 王浩, 等. 卷烟包灰性能的研究现状分析[J]. 新型工业化, 2018, 8(11): 93-97.

[3] Baliga V L, Miser D E, Sharma R K, et al. Physical characterization of the cigarette coal: Part I. Smolderburn [J]. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2003, 68-69: 443-465.

[4] Baliga V L, Thurston M E, Miser D E, et al. Physical

characterization of the cigarette coal: Part II. Puffburn [J]. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2004, 72(1): 83-96.

[5] SHENJ, LIJS, QIANXR, et al. A review on engineering of cellulosic cigarette paper to reduce carbon monoxide delivery of cigarettes [J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 101(1): 769.

[6] 张莹, 詹建波, 余振华, 等. 烟用无铝内衬纸的制备技术与发展前景 [J]. 中国造纸, 2015, 35(11): 58.

[7] 邹中亮, 侯鑫. 卷烟纸定量、透气度对卷烟包灰及燃烧速度的影响 [J]. 黑龙江造纸, 2013, 41(2): 35-37.

[8] 王孝峰, 张劲, 李延岩, 等. 卷烟燃烧速率与其包灰性能关系分析 [J]. 烟草科技, 2021, 54(10): 70-76.

[9] 沈靖轩, 孙军, 肖维毅, 等. 助剂对卷烟纸包灰效果的影响 [J]. 中华纸业, 2012, 33(14): 23-26.

[10] 李桂珍, 王平军. 卷烟纸添加剂对卷烟包灰性能影响的研究 [J]. 造纸化学品, 2011, 23(4): 17-21.

[11] 楚文娟, 崔建华, 王建民, 等. 基于卷烟纸参数的卷烟静态包灰综合评价方法 [J]. 烟草科技, 2021, 54(11): 69-76.

[12] 许艳冉, 刘舒畅, 穆林, 等. 烟丝和卷烟机参数对卷烟包灰性能的影响 [J]. 烟草科技, 2020, 53(12): 67-74.

[13] 郑丰, 肖翠翠, 王小平, 等. 卷烟纸特性对卷烟静态包灰性能的影响 [J]. 烟草科技, 2020, 53(3): 82-88.

[14] 许艳冉, 王建民, 惠建权, 等. 卷烟包灰及燃烧性能间的关系 [J]. 云南化工, 2020, 47(3): 45-49.

[15] 胡少东, 鲁平等. 涂布型雪茄风味卷烟纸的应用效果研究 [J]. 中国造纸, 2021, 40(10): 30-36.

[16] 左满兴, 刘哲, 等. 摩擦释香微胶囊在卷烟纸上的研究与应用 [J]. 中国造纸, 2021, 40(5): 63-68.

[17] 冯亚婕, 王建民, 梁森, 等. 基于ImageJ的卷烟包灰值定量测定方法优化 [J]. 食品与机械, 2018, 34(3): 216-219.

[18] 穆林, 惠建权, 冯亚婕, 等. 卷烟烟灰灰度值测定方法的建立及应用 [J]. 烟草科技, 2018, 51(7): 67-72.

[19] 穆林, 惠建权, 陶世春, 等. 卷烟燃烧锥形态参数测定及与燃烧速度间的关系 [J]. 中国烟草学报, 2019, 25(1).

[20] 王建民. 几种钾盐的降焦效果分析研究 [J]. 郑州轻工业学院学报 (自然科学版), 2001, 16(4): 62-64.

[收稿日期: 2022-11-02 (修改稿)]

Analysis of the Performance of Engine Air Filter Paper and Filter Blowback Resilience

◎ Yu Haitao, Ye Lipai

(Shijiazhuang Chentai Filter Paper Co. Ltd., Shijiazhuang, Hebei 052200, China)

发动机空滤滤纸和滤清器反吹复原性能探析

◎ 于海涛 叶利培

(石家庄辰泰滤纸有限公司, 石家庄 052200)



于海涛 先生

工艺经理; 主要从事特种纸产品开发及其生产工艺研究。

中图分类号: TS761.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)06-0019-06

摘要: 介绍了发动机空滤滤纸反吹复原性能。探讨了纳米纤维滤纸与普通滤纸及纳米纤维滤纸所制成的滤清器与普通滤清器的反吹复原性能的差异。结果表明: 与非纳米滤纸相比, 纳米滤纸由于优异的表面过滤性能, 其反吹复原性能具有显著的优势; 纳米滤筒在试验台容尘后反吹测试中, 其阻力恢复程度优于非纳米滤材; 纳米滤筒具有较好的复原性, 在跑车实验中, 能够完成更多里程数。

关键词: 纳米滤材; 过滤器; 反吹复原性

Abstract: The blowback resilience of engine air filter paper was introduced. The difference in blowback resilience performance of filters made of nano-fiber filter paper and ordinary filter paper was discussed. The results showed that compared with ordinary filter paper, nano-filter paper has significant advantages in back blowing resilience thanks to its excellent surface filtration performance. The resistance recovery degree of nano-filter cartridge is better than that of ordinary one in the back-blowing test. The nano-filter has good resilience and can complete more mileage in the sports car experiment.

Key words: nano-filter material; filter ; blowback resilience

在诸多条件下,例如恶劣工况、灰尘浓度相对较高、滤饼形成时间较快、过滤器使用时间要求相对较长等情况下,如何保持过滤过程的可实现,有效延长过滤器的使用寿命,是反吹复原性能研究的意义所在。

目前国内国际上涉及到反吹复原性能测试的标准主要有六个,分别是:VDI 3926: Testing of cleanable filter media, standard test for the evaluation of cleanable filter media; ISO 11057-2011: Air quality - Test method for filtration characterization of cleanable filter media; GB/T 6719-2009: 袋式除尘器技术要求—滤料动态过滤性能检测; GB/T 38019-2019: 工业用过滤布粉尘测试性能测试方法; JIS Z 8909-1, 2005: Test method of filter media for dust collection; ASTM D 6830-02, 2002: Standard test method for characterizing the pressure drop and filtration performance of cleanable filter media。这些标准的测试流程和测试条件有相同的地方,也有不同的地方。

这些测试流程通常包括3到5个阶段。

首先,测量滤材重量,之后将滤材安装到测量设备夹具上,开始第一阶段即初始阶段的测试,滤料安装到夹具上之后就开始连续发灰,同时连续性测试滤材压差,待压差达到1,000 Pa时对滤材进行脉冲反吹,反吹的同时,发灰动作并未停止,脉冲反吹后测试并记录残余压差。发灰至1,000 Pa、脉冲反吹、记录残余压差,这个动作持续进行30次。然后小心地取下滤材进行称重,清扫测试设备中的灰尘并称重,验证发灰浓度。ASTM D6830不需要进行第一阶段的测试,而是直接进行第二

阶段测试。

重新将滤材安装到夹具上,开始第二阶段即老化阶段的测试。老化阶段的全过程也是连续发灰,脉冲反吹时,发灰并未停止。第二阶段是按照时间间隔来反吹,每5 s或者20 s反吹1次,并记录反吹后的残余压差。这个阶段VDI 3926规定每5 s反吹一次,总计反吹10,000次,GB/T6719、ASTM D 6830与VDI 3926的要求相同。ISO 11057则规定每20 s反吹一次总计反吹2,500次。而GB/T 38019则规定可根据实际情况自行选择按照何种条件测试。该阶段不需要取下滤材称重即不需要验证发灰浓度。

几个标准的第三阶段即稳定阶段的测试流程是相同的,该阶段与第一阶段的测试流程类似,即发灰至1,000 Pa、脉冲反吹、记录残余压差这个过程,但是该阶段只需要重复10次,并且不需要测试灰尘浓度,但是需要对滤材称重并清理测试仪器内灰尘。

第四阶段即老化后阶段,该阶段与第一阶段的测试过程和反吹次数完全一致,且几个标准对该阶段的规定也是一样的,与第一阶段不同的是该阶段要求测试时间大于2 h,若30次反吹过程未达到2 h,需要增加反吹次数或者宣告测试失败。

第五阶段即选择性测试阶段是ISO 11057独有的测试阶段,这个阶段的设定也许是为了与第四阶段对比,如果压差继续增大,反吹间隔是会明显延长,还是与1,000 Pa时相差不大。如表1所示。

反吹复原性的测试条件,每个标准见表2,存在少许差异。4个标准中VDI 3926, ISO 11057, GB/T 6719的面风速均为2 m/min,而GB/T 38019则为4.33 m/min。灰尘浓度,则四个标准均为5 g/m³。测试用灰尘德标和国际标

表1 反吹复原性能测试流程

测试阶段	测试条件	灰尘浓度测试
第一阶段: 初始阶段	滤料安装于夹具上,开始测试。当压力损失达到1,000 Pa时进行脉冲清灰,循环测试30次。(ASTM D 6830不需该阶段)	需要
第二阶段: 老化阶段	10,000次间隔5 s的脉冲清灰循环。(ISO 11057: 2500次间隔20 s的脉冲清灰循环; GB/T 38019-2019两种条件皆可)	不需要
第三阶段: 稳定阶段	压差达到1,000 Pa时进行脉冲清灰,循环测试10次。	不需要
第四阶段: 老化后阶段	脉冲达到1,000 Pa时进行脉冲清灰,循环测试30次且至少测试2 h	需要
第五阶段: 选择性测试(ISO 11057)	脉冲达到1,800 Pa时进行脉冲清灰,测试2 h。	不需要

表2 反吹复原性能测试条件

参数	VDI 3926	ISO 11057	GB/T 6719	GB/T 38019
面风速/ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$	2	2	2	4.33
灰尘浓度/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	5	5	5	5
测试用灰尘	Pural NF	Pural NF	氧化铝	氧化铝
清灰阻力/Pa	1,000	1,000(第五阶段为1800)	1,000	1,000
反吹压力/MPa	0.5	0.5	0.5	0.5
脉冲反吹时间/ms	60	60	50	50

准规定为Pural NF, 而国标则为氧化铝粉尘。清灰阻力除了国际标准ISO 11057在第五阶段为1,800 Pa外, 其余均为1,000 Pa。四个标准的脉冲反吹压力均为0.5 MPa, 脉冲反吹时间, 德标和国际标准规定为60 ms, 而国标则为50 ms。

由于所使用灰尘决定了测试结果, 我们专门对测

表3 国标GB/T 6719和GB/T 38019所使用粉尘
(测试用氧化铝粉尘粒径分布)

粒径/ μm	<4	<25	<100
百分比/%	50	90	99

试灰尘进行了详细调查。表3是两个国标对灰尘的描述。其所用的粉尘完全一致。德标和国际标准所用灰尘的规定是一致的, 但是对粒径的描述又有所区别。国际标准对粒径的描述是平均直径为 $\phi 4.5 \mu\text{m}$, 小于 $1.2 \mu\text{m}$ 颗粒物所占比例为10%, 小于 $15 \mu\text{m}$ 或者 $20 \mu\text{m}$ 的颗粒物占比为90%。而VDI 3926描述的颗粒物平均直径则为 $\phi 4 \mu\text{m}$, 粒径小于 $1 \mu\text{m}$ 的颗粒占比为10%, 粒径小于



图1 TOPAS AF131滤料综合测试台



滤清器测试台



总成测试发灰中



总成测试结束后灰尘状态



发灰结束后滤芯灰尘分布状态



发灰结束后滤芯总重 10,193.07g



对滤芯进行反吹



反吹后滤芯重量

图2 滤清器反吹复原性测试现场

$\phi 25 \mu\text{m}$ 的颗粒物占比为90%。后经调查发现,实际上这四种测试用粉尘是一样的,基本是同一种灰尘,粒径描述的不同是由于灰尘生产批次差异及测试方法的不同引起的。

1 实验

1.1 原料与仪器

纳米滤纸和非纳米滤纸,石家庄辰泰滤纸有限公司; ISO A2灰尘, PTI公司; DEHS, 阿尔法试剂; 天平, 梅托勒; 透气度测试仪, 宁波纺织仪器有限公司; 最大孔径测试仪, 新乡天翼检测设备有限公司; AFC131滤料综合测试台, 德国TOPAS公司; 滤清器总成实验台, 沈阳紫微恒检测设备有限公司; 简易阻力测试台, 自制。

1.2 测试方法

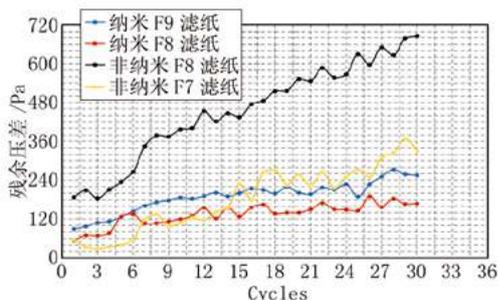
选用纳米与非纳米滤纸以及纳米与非纳米滤清器, 对比测试其反吹复原性。

定量测试: 按照GB/T 451.3-2002方法测试。

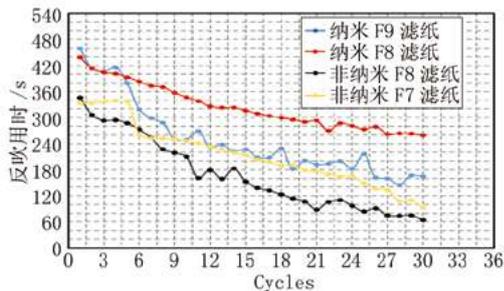
透气度测试: 按照GB/T 5453-1997方法测试。

电镜测试: 对滤材表面进行喷金后测试。

滤料反吹复原性依据VDI 3926-2006, 使用TOPAS滤料综合性能测试台进行测试。



(a) 残余压差



(b) 反吹用时

图3 VDI 3926第一阶段测试结果

滤芯反吹复原性测试过程如图3~图6所示: 首先对滤筒进行称重, 然后按照ISO 5011测试流程对滤芯进行阻力测试与发灰容尘实验, 达到终止压差后取下滤芯, 观察灰尘分布情况, 称量滤芯重量, 然后使用压缩空气对滤芯进行反吹, 反吹后称重, 并且重新安装到实验台上, 再次测试滤芯阻力。

跑车滤芯测试: 安装到对应卡车上跟踪测试其实际使用情况。

2 结果与讨论

2.1 滤料反吹复原测试结果与讨论

图3是第一阶段的测试结果。黑色和黄色是非纳米滤材, 红色和蓝色是纳米滤材。从残余压差在30个测试循环中的发展趋势来看, 纳米滤材第一阶段残余压力上升较慢, 非纳米滤纸在第一阶段的残余压差上升较快。第一阶段结束时, 纳米F9滤材的阻力为260 Pa, 纳米F8的阻力为185 Pa。非纳米F8滤材的残余压力由187 Pa迅速升高至685 Pa, F7滤材升高至375 Pa。脉冲反吹的时间间隔则是纳米滤材的时间间隔较长且降低缓慢, 而非纳米滤材的脉冲反吹时间间隔较短且降低更快。

图4是反吹复原性第二阶段的测试结果, 第二阶段纳米滤材与非纳米滤材的区别更加明显。纳米滤材不管是F8效率还是F9效率的滤材, 在10,000次脉冲反吹的过程中, 残余压差上升缓慢, 测试结束时残余压差仅400 Pa左右。而非纳米滤材残余压差则上升非常快。本次实验中的非纳米F7滤纸勉强进行了10,000次脉冲反吹, 该阶段结束时残余压差接近1,000 Pa, 基本到了终止压差, 而非纳米F8滤材, 脉冲反吹2,700次, 残余压差即达到了1,000 Pa, 整个实验在第二阶段即结束, 未能进行

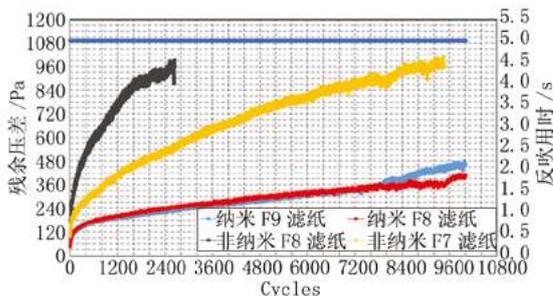


图4 VDI 3926第二阶段测试

第三和第四阶段的测试。

图5是第三阶段,即稳定阶段的测试结果。第三阶段纳米滤纸与非纳米滤纸的残余压差有了明显的区别,反吹间隔时间也有明显的区别。纳米F9第三阶段结束时残余压差为400 Pa;纳米F8滤材残余压差约为300 Pa;非纳米F8滤材未能进行第三阶段测试;非纳米F7滤材第三阶段残余压差高达850 Pa。

图6是第四阶段的测试结果,其与第三阶段的测试结果类似。纳米滤材的残余压差较低,且反吹间隔时间长。从整个反吹复原性测试过程与结果来看,纳米滤材

的反吹复原性能明显优于非纳米滤材。这与纳米滤材优异的表面过滤原理也是相互印证的。同时也能反馈出辰泰纳米滤纸的纳米纤维与基材的黏结强度较好,在一万多次的脉冲反吹过程中未出现纳米纤维脱落的现象,也正是纳米纤维能够良好的黏结于基材上,所以纳米纤维滤材才表现出了良好的表面过滤性能和反吹复原性能。

2.2 滤芯反吹复原性测试结果

表4是对3个滤芯进行实验室容尘反吹复原的测试结果。从表中的结果来看,纳米滤筒容尘反吹后的阻力与新滤筒的阻力相比,几乎保持不变。而非纳米滤筒的阻力则明显增加。阻力增加分别为10 Pa、50 Pa和410 Pa。

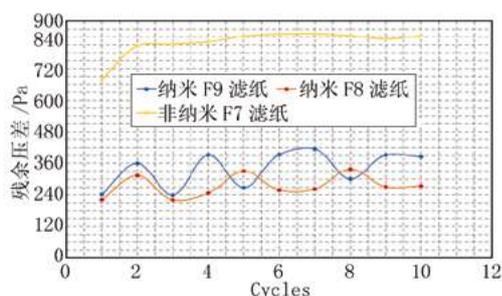
2.3 滤芯实际使用的反吹复原效果

表4 滤清器反吹复原测试结果

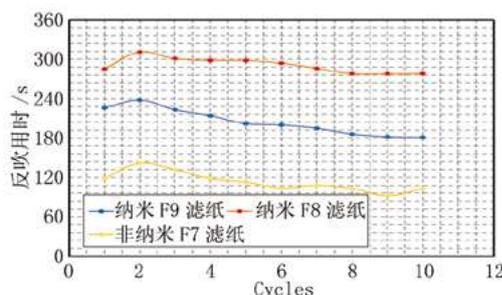
序号	1	2	3
滤清器型号	3,050	2,841	2,841
滤纸型号	CT9610N	CT9130N	CT7121
滤纸类型	纳米滤纸	纳米滤纸	非纳米滤纸
测试流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	2,625	1,680	1,680
初始阻力/kPa	2.25	1.09	1.15
容尘量/g	6,349.1	3,676.14	3,270.83
终止阻力/kPa	6.2	6.2	6.2
反吹后阻力/kPa	2.26	1.14	1.56
阻力增加量/Pa	10	50	410

表5 滤清器跑车实验结果

滤清器型号	滤纸类型	初始阻力 /kPa	跑车结束后 阻力 kPa	阻力增 量/Pa	跑车里 程/km
1	2,841 纳米滤纸	0.92	1.19	270	34,700
2	2,841 纳米滤纸	0.91	1.26	350	58,491
3	2,841 纳米滤纸	0.95	1.15	200	57,847
4	2,841 非纳米滤纸	1.03	1.70	670	25,370
5	2,841 非纳米滤纸	0.99	1.42	430	10,401

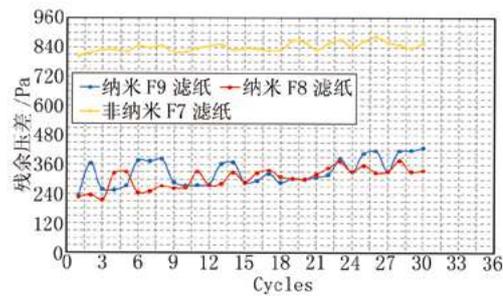


(a) 残余压差

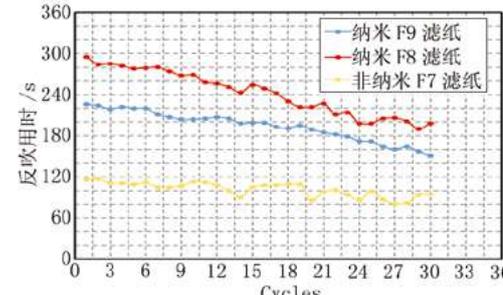


(b) 反吹用时

图5 VDI3926 第三阶段测试结果



(a) 残余压差



(b) 反吹用时

图6 VDI3926 第四阶段测试结果

表5是将滤芯安装在卡车上进行的跑车实验。从实验结果来看,跑车结束后阻力增量只有非纳米滤筒的一半不到,而且纳米滤筒跑车的里程明显比非纳米滤筒更长。造成这种状况的原因,一方面是纳米滤筒阻力增长较慢,另一方面是纳米滤筒良好的表面过滤和反吹复原性能,使卡车司机在对滤筒进行简单保养后其阻力降低,可以继续使用。

3 结论

3.1 与非纳米滤材相比,纳米滤材由于优异的表面过滤性能,其反吹复原性能具有显著的优势。

3.2 纳米滤筒在试验台容尘后反吹测试中,其阻力恢复程度优于非纳米滤材。

3.3 纳米滤筒具有较好的复原性,在跑车实验中,能够

完成更多里程数。 

参考文献

- [1]VDI/DIN 3926-2004: Testing of cleanable filter media, standard test for the evaluation of cleanable filter media[S].
- [2] ISO11057-2011: Air quality - Test method for filtration characterization of cleanable filter media[S].
- [3] GB/T 6719-2009 袋式除尘器技术要求—滤料动态过滤性能检测[S].
- [4] GB/T 38019-2019工业用过滤布 粉尘测试性能测试方法[S].
- [5] JIS Z8909-1, 2005: Test method of filter media for dust collection[S].
- [6] ASTM D6830-02, 2002: Standard test method for characterizing the pressure drop and filtration performance of cleanable filter media[S].

[收稿日期: 2022-09-14]

2023纤维资源绿色高效利用暨第三届制浆新技术研讨交流会 将于7月初在太阳纸业召开

主办单位:

生物基材料与绿色造纸国家重点实验室 山东太阳纸业股份有限公司 中华纸业杂志社

时间地点:

2023年7月, 圣德国际酒店(山东兖州)

会议形式:

专家报告、现场答疑、案例分析、互动讨论、参观考察

主要内容:

- 中国造纸工业技术发展方向与行业前景展望
- 实现“碳达峰碳中和”目标的可行技术措施及低碳零碳纸产品开发

- “以纸代塑”背景下纸浆模塑行业发展的创新技术及未来发展方向
- 工业互联网与智能控制在原料开发和制浆生产线上的应用经验分享
- 生物质精炼技术的最新研发成果及国际成功应用案例
- 制浆生产线的节能节水降耗方法与优化提升及系统解决方案
- 提高原生纤维浆综合效益的工艺改进与设备创新
- 提升废纸纤维原料利用价值的技术措施
- 高效节能的制浆造纸设备及附属器材的开发应用
- 新型绿色制浆化学品的研究开发与应用方案
- 制浆废水、废气等环保处理的先进技术与废弃物综合利用新方法
-

会议合作联系人:

赵琬青(15725121168微信同号), 张玉环(13964195135微信同号), 电话: 0531-88522949, 邮箱: adv@cppi.cn

会议最新进展, 请关注中华纸业网(www.cppi.cn)、中华纸业传媒微信公众号(cppinet)、浆纸技术微信公众号(pulp-paper)

A Study on Methods for Evaluating the Precision of Fluorescence Brightness Results for Low Level Fluorescent Paper

◎ Zhu Jinwen, Qian Erlan (Qujing Fupai Color Printing Co. Ltd., Qujing, Yunnan 655000, China)

低水平荧光纸的荧光亮度精密度的评价方法研究

◎ 朱金文 钱二兰 (曲靖福牌彩印有限公司, 云南曲靖 655000)



朱金文 先生

助理工程师, 公司检测中心技术负责人;
主要从事烟用纸张的质量检测与研究工
作。

中图分类号: TS77; TS727.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)06-0025-05

摘 要: 为了有效评价低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果的精密度, 给同行企业提供参考数据或参考方法, 本研究基于GB/T 7974-2013中等水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度要求的前提下, 对多个低水平荧光纸张及印刷成品进行平衡均匀水平实验^[1]并对实验的检测结果进行统计分析以求建立一种低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的评价方法。结果表明: 受各样本测试水平差异影响D65荧光亮度数据结果的变异系数散乱无章、无规律可循, 表明变异系数法不适用于低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的评价; 但无论是单样本标准偏差还是单组合并样本标准偏差或总体合并样本标准偏差数值均 $\leq 0.02\%$, 且呈正态分布状, 表明标准偏差法适用于低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的评价, 约定低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果的重复性标准偏差 $\leq 0.02\%$ 是可行的。

关键词: 低水平荧光纸张; D65荧光亮度; 平衡均匀水平实验; 精密度; 变异系数法; 标准偏差法

Abstract: In order to effectively evaluate the precision of fluorescence brightness test results of low level fluorescent paper D65 and provide reference for peer enterprises, this study is based on the premise of the precision requirements of fluorescence brightness test results of medium-level fluorescent paper D65 of GB/T 7974-2013. Several low level fluorescent paper and printing products were tested for balanced and uniform level, and the test results were statistically analyzed in order to establish a precision evaluation method for the fluorescence brightness detection of low-level fluorescent paper D65. The results show that the coefficient of variation of D65 fluorescence luminance data results affected by the differences in test levels of each sample is scattered and rule-free, indicating that the coefficient of variation method is not suitable for evaluating the precision of D65 fluorescence

brightness results of low-level fluorescent paper. However, both the standard deviation of a single sample, the standard deviation of a single group of pooled samples or the standard deviation of the overall pooled samples are less than or equal to 0.02%, and the value is normally distributed, indicating that the standard deviation method is suitable for the evaluation of the precision of fluorescence brightness detection results of low level fluorescent paper D65. It is feasible to agree that the repeatability standard deviation of D65 fluorescence brightness test results of low level fluorescent paper should be less than 0.02%.

Key words: low level fluorescent paper; D65 fluorescence brightness; balanced uniform level test; precision; coefficient of variation method; standard deviation method

传统观念认为纸张越白越好,但是随着科学技术的发展,人们对荧光增白剂的危害也有了足够的认识,限制使用荧光增白剂便成为广大消费者共同的呼吁^[2-4]。因此,国内外的诸多行业、诸多领域均制定了标准法规对荧光物质的使用给予禁止或限制^[5]。《卷烟纸》(GB/T 12655-2007)曾有过烟用纸张D65荧光亮度 $\leq 0.6\%$ 的要求^[6],目前云南中烟工业有限责任公司对烟用纸张D65荧光亮度的要求为 $\leq 1.0\%$ (依据GB/T 7974进行检测)^[7],所以精准检测、有效评价D65荧光亮度便成为标准法规得以有效执行的关键性支撑^[8]。然而现行标准方法GB/T 7974-2013仅对中等水平荧光样品的D65荧光亮度检测结果精密度提出了要求^[9],对于低水平荧光的纸张未做相关规定。故本次研究采用平衡均匀水平实验的方法对多个低水平荧光纸张及印刷成品进行检测并对实验的检测结果进行统计分析,建立一种低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的评价方法,以期为同行企业提供参考数据或参考方法。

1 材料与方 法

1.1 材料及仪器(表1、表2)

1.2 实验方法

1.2.1 制取D65荧光亮度检测试样

按照GB/T 7974-2013中 7.2条款规定的要求及尺寸制取D65荧光亮度检测试样,并将纸张样本分别编号为 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 、 Z_5 、 Z_6 ,印刷成品样本分别编号为 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 、 Y_6 。

1.2.2 重复性条件下检测

按照GB/T 7974-2013中9.2.1条款规定校准仪器并将1.2.1中制取所得的12个D65荧光亮度检测试样样本在重复性条件下检测20次^[10],精确至0.01%^[11]。

1.2.3 实验数据统计分析

1.2.3.1 将1.2.2中检测所得的D65荧光亮度数据结果进行列表统计并计算每个样本数据结果的标准偏差、平均值、变异系数、最大值、最小值。

1.2.3.2 利用1.2.3.1中D65荧光亮度数据结果分析得到的标准偏差、平均值、最大值、最小值通过格鲁布斯(Grubbs)法对每一个样本的原始检测数据进行离群检验^[11],如某个样本数据的最大值为可疑值时计算公式详见公式1,如最小值为可疑值时计算公式详见公式2, $T_{0.05,20}=2.56$ 。

$$T_{\max} = \frac{X_{\max} - \bar{X}}{S} \quad (1)$$

$$T_{\min} = \frac{\bar{X} - X_{\min}}{S} \quad (2)$$

1.2.3.3 变异系数法评价精密度探索

对1.2.3.1中D65荧光亮度数据结果分析得到的变异系数进行对比分析,表征变异系数法评价低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的适用性与可行性。

1.2.3.4 标准偏差法评价精密度探索

对1.2.3.1中D65荧光亮度数据结果分析得到的标准偏差进行对比分析,表征标准偏差(合并样本标准偏差)法评价低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的适用性与可行性,合并样本标准偏差计算公式详见公式3^[12]。

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_1^m S_i^2}{m}} \quad (3)$$

式中: S_p 表示合并样本标准偏差, m 表示样本个数,

表1 实验材料

名称	规格	提供/制造商
低水平荧光纸张	-	曲靖福牌彩印有限公司
低水平荧光印刷成品	-	曲靖福牌彩印有限公司

表2 实验仪器

名称	规格	制造商
白度仪(带工作、校对、荧光白板及黑筒)	ZB-B	杭州纸邦自动化技术有限公司
裁纸刀	300×250 mm	得力集团有限公司

s_j 表示某个样本的标准偏差。

2 结果与讨论

2.1 各样本数据结果统计

对1.2.2中检测所得的D65荧光亮度数据结果进行列表统计,纸张样本数据结果如表3所示,印刷成品样本数据结果如表4所示。

2.2 各样本数据结果分析

对表3和表4的D65荧光亮度数据结果进行分析计算,得到纸张样本数据结果分析如表5所示,印刷成品样本数据结果分析如表6所示。

2.3 各样本数据结果离群检验

利用表5和表6的D65荧光亮度数据结果标准偏差、

表5 纸张样本D65荧光亮度数据结果分析

样本序号	标准偏差/%	平均值/%	变异系数/%	最大值/%	最小值/%
Z_1	0.01	0.13	9.13	0.15	0.10
Z_2	0.02	0.06	30.10	0.10	0.04
Z_3	0.02	0.11	17.04	0.15	0.08
Z_4	0.01	0.19	4.05	0.20	0.17
Z_5	0.02	0.09	17.73	0.13	0.07
Z_6	0.01	0.06	23.72	0.10	0.04

平均值、最大值、最小值采用1.3.2中的方法对每一个样本的原始检测数据进行离群检验,得到纸张样本数据检验结果如表7所示,印刷成品样本数据检验结果如表8所示。由表中数据可知不论是纸张样本还是印刷成品样本,通过格鲁布斯(Grubbs)法检验后 T_{\max} 、 T_{\min} 均小于 $T_{0.05,20}$ 的临界值2.56,说明对应样本的数据中没有数据离群现象。

2.4 变异系数法评价精密度探讨

对表5和表6的D65荧光亮度数据结果变异系数值按组进行汇总如表9所示,对表9中的数据绘制D65荧光亮度数据结果变异系数散点图如图1所示。由表9和图1可知受各样本测试水平差异影响D65荧光亮度数据结果的变异系数散乱无章、无规律可循,表明变异系数法不适用于低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的评价。

2.5 标准偏差法评价精密度探讨

对2.2中表5和表6的D65荧光亮度数据结果标准偏差值按组进行汇总并计算合并样本标准偏差如表10所示,用表10中的数据绘制标准偏差的概率图如图2所示。由表10和图2可知无论是单样本标准偏差还是单组合并样本标准偏差或总体合并样本标准偏差数值均 $\leq 0.02\%$,且分布遵循正态分布,表明使用标准偏差法评价低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的适用性,约定低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果的重复性标准偏差

表3 纸张样本D65荧光亮度数据结果统计

样本序号	D65荧光亮度检测结果/%									
Z_1	0.13	0.14	0.12	0.13	0.13	0.10	0.12	0.11	0.14	0.12
	0.14	0.12	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13
Z_2	0.04	0.10	0.06	0.10	0.05	0.05	0.06	0.04	0.05	0.08
	0.05	0.08	0.06	0.05	0.04	0.06	0.06	0.04	0.06	0.06
Z_3	0.08	0.14	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.13	0.13	0.11
	0.12	0.10	0.14	0.11	0.10	0.15	0.10	0.09	0.11	0.08
Z_4	0.18	0.20	0.18	0.19	0.18	0.18	0.19	0.19	0.18	0.18
	0.20	0.19	0.17	0.19	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19
Z_5	0.08	0.13	0.10	0.09	0.08	0.08	0.11	0.10	0.09	0.12
	0.11	0.08	0.08	0.08	0.11	0.08	0.08	0.07	0.11	0.10
Z_6	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.04	0.05	0.06	0.04	0.06
	0.06	0.04	0.07	0.07	0.06	0.10	0.05	0.07	0.07	0.05

表4 印刷成品样本D65荧光亮度数据结果统计

样本序号	D65荧光亮度检测结果/%									
Y_1	0.12	0.12	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.15	0.09	0.08
	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.11	0.09	0.13	0.12
Y_2	0.14	0.11	0.15	0.13	0.13	0.12	0.14	0.12	0.12	0.14
	0.11	0.13	0.13	0.14	0.11	0.12	0.12	0.13	0.12	0.15
Y_3	0.13	0.17	0.15	0.18	0.15	0.17	0.16	0.15	0.17	0.16
	0.18	0.15	0.17	0.17	0.15	0.14	0.16	0.14	0.16	0.12
Y_4	0.24	0.25	0.24	0.25	0.22	0.24	0.25	0.24	0.24	0.23
	0.23	0.27	0.27	0.22	0.25	0.24	0.25	0.28	0.25	0.24
Y_5	0.08	0.11	0.13	0.13	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.13
	0.14	0.09	0.11	0.11	0.10	0.10	0.13	0.12	0.09	0.10
Y_6	0.16	0.16	0.18	0.17	0.15	0.17	0.14	0.17	0.18	0.17
	0.14	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.18

≤0.02%是可行的。

3 结论

通过本次多样本的平衡均匀水平实验研究,得出如下结论:受各样本测试水平差异影响D65荧光亮度数据结果的变异系数散乱无章、无规律可循,表明变异系

表6 印刷成品样本D65荧光亮度数据结果分析

样本序号	标准偏差/%	平均值/%	变异系数/%	最大值/%	最小值/%
Y ₁	0.02	0.12	15.34	0.15	0.08
Y ₂	0.01	0.13	9.69	0.15	0.11
Y ₃	0.02	0.16	10.21	0.18	0.12
Y ₄	0.02	0.25	6.28	0.28	0.22
Y ₅	0.02	0.11	14.38	0.14	0.08
Y ₆	0.01	0.17	6.95	0.18	0.14

表7 纸张样本D65荧光亮度数据离群检验结果统计

样本序号	T _{max}	T _{min}
Z ₁	2.14	2.23
Z ₂	2.26	1.09
Z ₃	1.99	1.68
Z ₄	1.86	2.12
Z ₅	2.16	1.44
Z ₆	2.53	1.52

表8 印刷成品样本D65荧光亮度数据离群检验结果统计

样本序号	T _{max}	T _{min}
Y ₁	1.80	2.08
Y ₂	1.77	1.45
Y ₃	1.47	2.28
Y ₄	2.27	1.62
Y ₅	1.66	2.03
Y ₆	1.31	2.18

表9 D65荧光亮度数据结果变异系数统计

样本序号	纸张样本组/%	印刷成品样本组/%
1	9.13	15.34
2	30.10	9.69
3	17.04	10.21
4	4.05	6.28
5	17.73	14.38
6	23.72	6.95

表10 D65荧光亮度数据结果标准偏差统计计算

样本组	单样本标准偏差/%						单组合并样本	总体合并样本
							标准偏差/%	标准偏差/%
纸张样本组	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
印刷成品样本组	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02

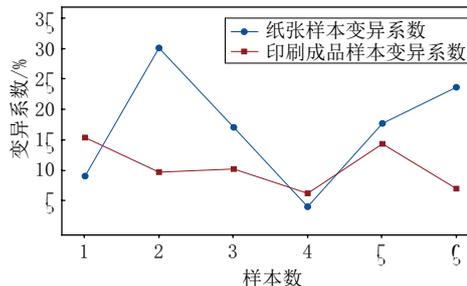


图1 D65荧光亮度数据结果变异系数散点

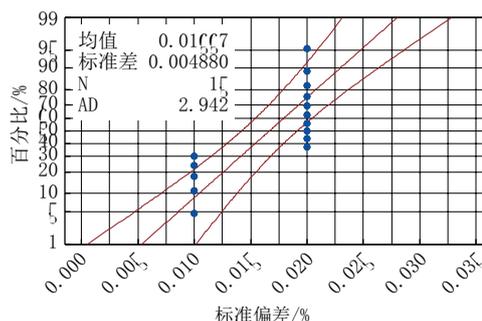


图2 标准偏差的概率(正态-95%置信区间)

数法不适用于低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的评价;但无论是单样本标准偏差还是单组合并样本标准偏差或总体合并样本标准偏差数值均≤0.02%,且呈正态分布,表明标准偏差法适用于低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果精密度的评价,约定低水平荧光纸张D65荧光亮度检测结果的重复性标准偏差≤0.02%是可行的。☑

参考文献

- [1] GB/T 6379.2, 测量方法与结果的准确度(正确度与精密密度) 第2部分: 确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法[S]. 2004.
- [2] 倪冰选,等.纤维制品中荧光增白剂检测技术研究进展[J].印染,2017,43(20):6.
- [3] 甄炜彬,李培芬.浅析白纸的荧光亮度对底灰检测结果的影响[J].办公自动化,2018.

- [4] 罗代璋.浅谈烟卡白度与荧光物质的检测[J].印刷质量与标准化,2014(5):4.
- [5] 李海燕,杨兵,马慧宇,等.基于包装纸荧光亮度的真假卷烟鉴别[J].安徽农业科学,2021,49(18):180-183+194.
- [6] GB/T 12655 卷烟纸[S].2007.
- [7] Q/YNZY. J04. 116. 0, 烟用材料安全, 卫生要求 第1部分: 卷烟条与盒包装纸、框架纸(印刷或转移)、封签纸安全卫生要求[S].2016.
- [8] CNAS-GL006化学分析中不确定度的评估指南[J].CNAS

- 化学,2019.
- [9] GB/T 7974,纸,纸板和纸浆 蓝光漫反射因数D65亮度的测定(漫射/垂直法,室外日光条件)[S].2013.
- [10] GB/T 6379.1,测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第1部分;总则与定义[S].2004.
- [11] 武汉大学.分析化学[M].北京:高等教育出版社,2005:67-68.
- [12] JJF 1059.1测量不确定度评定与表示[S].2012.

[收稿日期: 2022-11-20(修改稿)]

“中国制浆造纸装备国家展团”海外参展计划

2023年,“中国制浆造纸装备国家展团”计划分别于8月和12月组织国内优秀的造纸装备及相关企业赴泰国和印度参加“2023年东盟(泰国)纸业展”和“第十六届印度国际纸业展”,集中展示中国企业风采。感兴趣的企业快来联系我们吧!

1. 泰国纸展参展报名进行中

展会基本信息:

2023年东盟(泰国)纸业展(Asean Paper Bangkok 2023)

展会时间: 2023年8月30日-9月1日

地点: 泰国曼谷 诗丽吉王后国家会议中心(QSNCC)

主办单位: Informa Markets

展会简介:

展会始于1992年,每两年举办一届,于2006年开始正式移师到专业纸厂之都——泰国曼谷举办,成功吸引全球众多专业观众参与其中。

展会于2018年增加了生活用纸产品及装备展区,近期又全新升级为东盟(泰国)纸业展,增设了瓦楞纸及装备以及废纸回收领域,涵盖了东盟地区制浆造纸产业每个环节,为制浆造纸生产商创造了与全球顶尖纸业机械、设备、服务供应商会晤洽谈的最佳平台。

2023年,展会地点更换到全新扩建升级的曼谷诗丽吉王后国家会议中心(QSNCC),是泰国第一个为大型会议建造的世界级展览和会议中心,位于曼谷商业区,搭乘轻轨和地铁可抵达机场,物流交通便利,方便会议洽谈。

2. 印度新德里纸展参展报名进行中

展会基本信息:

“第十六届印度国际纸业展”(Paperex 2023)

展会时间:2023年12月6日-9日

展会地点:印度新德里Greater Noida展览中心

主办单位:Hyve展览集团

展会背景:

印度国际纸业展(Paperex)是国际知名的展览及会议,专注于纸浆、造纸及所有相关产业。多年来,Paperex一直是服务于印度及亚太造纸行业的最佳综合商务平台。展会已成功举办了15届,参展企业和观众数量每年稳步增长,充分反映了印度纸业市场的巨大潜力。展会分为WORLD OF PAPER(印度国际纸品包装及印刷设备展)、TISSUEEX(印度国际生活用纸展)及CORRUGEX(印度瓦楞展)三个主题。

2019年展会共有来自28个国家和地区的603家展商参展,其中中国展商超60家。2019年展会设有4个展馆,展出面积超40,000平方米,到场专业观众来自18个国家和地区,共29,628名。

3. 参展报名

今年的展会将更具有针对性、更专业、更权威。“中国展区”现还有少许展位可售,如您对东南亚市场感兴趣,请联系我们:

中华纸业杂志社

赵琬青(15725121168,微信同号)

宋雯琪(15628845796,微信同号)

固话: 0531-88522949

Feasibility Analysis on the Reclamation of Aroma Substances from Evaporator Condensate During Reconstituted Tobacco Production

◎ Zhao Donghui, Li Xinsheng, Lin Xiaoli, Ge Jinyuan, Chen Li
(Technology Center of Taicang Haiyan Reconstituted Tobacco Co., Ltd., Shanghai Tobacco Group, Suzhou, Jiangsu 215433, China)

再造烟叶蒸发器冷凝水中致香物质的回收利用可行性分析

◎ 赵东辉 李新生 林晓利 葛金元 陈黎
(上海烟草集团太仓海烟烟草薄片有限公司技术中心, 江苏苏州 215433)



赵东辉 先生

工程师, 硕士; 主要从事再造烟叶基础化学研究。

中图分类号: X793; TS761.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)06-0030-07

摘要: 为考察造纸法再造烟叶生产过程中蒸发器冷凝水中致香物质的回收利用可行性, 分别采用溶剂萃取法和反渗透膜浓缩法对其进行了富集, 并选用后者富集得到的浓液分别开展了浓缩液和辊压法薄片应用可行性研究。结果表明: (1) 虽然蒸发器冷凝水中的主要致香物质含量均较低, 但由于其水量较大, 故对其进行富集回用仍然具有一定意义。(2) 溶剂萃取法可以富集蒸发器冷凝水中至少9种致香物质, 但是该方法耗费溶剂, 且操作复杂, 难以大规模应用; 而反渗透膜浓缩法可满足工业化应用要求, 其主要致香物质的回收率在31%~58%之间。(3) 在造纸法再造烟叶浓缩液和辊压法薄片生产过程中添加一定比例的蒸发器冷凝水反渗透膜浓液后, 二者的主要低沸点致香物质含量均随添加比例的增加而增加, 说明蒸发器冷凝水中的致香物质经过富集具有一定直接利用可行性。以上研究可为造纸法再造烟叶生产过程中蒸发器冷凝水中致香物质的回收利用提供参考依据。

关键词: 造纸法再造烟叶; 蒸发器冷凝水; 反渗透膜; 回收利用

□ 基金项目: 中国烟草总公司科技重大专项“加热卷烟专用辊压法再造烟叶关键工艺研究及生产装备研制”(110202001016 (XX-12))。
通信作者: 李新生先生, 高级工程师, 硕士; 主要从事制浆造纸工艺研究。E-mail: lixs@sh.tobacco.com.cn。

Abstract: In order to investigate the feasibility of the reclamation of aroma substances from the evaporator condensate during reconstituted tobacco production, the evaporator condensate was enriched by solvent extraction and reverse osmosis membrane concentration method, respectively. Meanwhile, the liquid obtained by the latter method was selected to carry out the feasibility study on the application of concentrated liquid and rolled tobacco sheet. The results showed that: (1) Although the content of the main aroma substances in the evaporator condensate was relatively low, it was still meaningful to enrich and reuse it due to its large amount of water. (2) The solvent extraction could concentrate at least 9 kinds of flavor substances in evaporator condensate. Nevertheless, it was difficult to apply in large scale owing to consuming solvents and its complex operation; the reverse osmosis membrane concentration method could meet the requirements of industrial application, and the recovery rate of the main substances ranged from 31% to 58%. (3) After adding a certain proportion of concentrated liquid handled by reverse osmosis membrane from evaporator condensate water both in the production of concentrated liquid based on reconstituted tobacco production and in rolled tobacco sheet production, the content of the main low boiling point flavoring substances in both increased with the increase of the proportion. Obviously, this indicated that the concentration of the aroma substances in the evaporator condensate was feasible for direct utilization. In conclusion, the research provided a reference for the reclamation of the flavor substances from the evaporator condensate during reconstituted tobacco production by papermaking process.

Key words: paper-making process reconstituted tobacco; evaporator condensate; reverse osmosis membrane; reclamation

在造纸法再造烟叶生产过程中, 浓缩工序对后续的加工处理以及成品的稳定起着关键作用^[1-5]。目前, 再造烟叶行业上普遍使用的浓缩设备为双效真空浓缩器。该设备承担着将烟草萃取液浓度从7%~10%浓缩到30%~40%的任务。浓缩过程中, 一般一效浓缩温度为80℃, 二效浓缩温度为55℃。为达到目标浓度, 需进行长时间的加热, 这就不可避免地造成部分挥发性致香物质的损失。李华雨等^[6]人的研究表明, 烟草萃取液浓缩过程中平均有30%左右的挥发性致香成分会发生损失, 而约32%的

挥发性致香物质转移到了浓缩蒸发冷凝水中。叶建斌^[7]等人也研究得出, 浓缩后再造烟叶中部分重要致香物质含量出现了一定减少, 如糠醛、苯乙醛、大马士酮和二氢猕猴桃内酯等, 而这些物质多数属于易挥发性致香成分。同时, 黄晶^[8]统计得出了福建金闽薄片厂在造纸法再造烟叶生产过程的浓缩环节月需萃取液量1,075 t, 对应蒸发器冷凝水量约有752 t。虽然浓缩段蒸发器冷凝水中的致香物质含量不高, 但由于其水量较大, 若直接排放到污水系统, 毫无疑问仍将造成大量挥发性致香物质的浪费。故本文拟采用现代分离富集技术对再造烟叶生产过程中蒸发器冷凝水中的致香物质进行回收, 并对其应用可行性进行研究, 旨在合理利用这些挥发性致香物质, 变废为宝。

1 材料与方 法

1.1 材料和仪器

(1) 样品。造纸法再造烟叶浓缩蒸发器冷凝水(原液)、浓缩液、基片和烟粉, 以上材料均由上海烟草集团太仓海烟烟草薄片有限公司提供。

(2) 试剂。氢氧化钠(AR, 国药集团化学试剂有限公司); 三聚磷酸钠(AR, 天津市科密欧化学试剂有限公司); 乙二胺四乙酸二钠(AR, 天津市东方化工厂); 山梨酸钾(AR, 天津市科密欧化学试剂有限公司); 石油醚(AR, 国药集团化学试剂有限公司); 甲基叔丁基醚(GR, 国药集团化学试剂有限公司); 乙酸苯乙酯(AR, 内标, 美国Sigma-Aldrich公司); 氦气(纯度99.999%, 上海BOC气体工业有限公司)。

(3) 仪器。VC111鼓风干燥箱(德国MMM公司); 反渗透膜设备一台(截留分子量50~100), 膜元件型号SG2540, 膜面积1.72 m²; RE-5203型旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂); XP205电子天平(感量0.0001 g, 瑞士Mettler Toledo公司); TDL-5-A型台式高速离心机(上海安亭科学仪器厂); KQ3200DV型数控超声波清洗仪(昆山市超声仪器有限公司); 7890-5975型气质联用仪(美国安捷伦公司)。

1.2 方 法

1.2.1 石油醚富集实验步骤

取2000 mL蒸发器冷凝水,分5次分别用500 mL石油醚进行超声辅助萃取,而后用分液漏斗进行分离,合并收集有机相,并于40 °C水浴中进行旋转蒸发浓缩,最终得到约1.2 mL石油醚富集液。

1.2.2 反渗透膜实验步骤

实验前,需先将蒸发器冷凝水料液倒入原料釜中,然后先开低压泵,后开高压泵,并调节过膜压力为1.6 MPa左右,设备频率为38 Hz;实验过程中,控制釜内料液温度在40 °C以下,必要时需开启装置冷凝系统以降低料液温度,并按时记录过程瞬时膜通量和进出膜压力等参数;实验结束后,分别记录膜浓缩所得浓液和清液的体积,并及时对膜设备进行清洗。膜清洗过程中,应用清水先冲洗膜系统2次,直至循环水出水无明显颜色;随后加入1%的三聚磷酸钠和1%的EDTA二钠的混合液30 L左右,调节水温至30~35 °C,并用氢氧化钠溶液调节混合溶液pH为10左右,开启实验装置对使用过的膜进行试剂清洗,清洗时间为30~40 min;试剂清洗结束,用清水冲洗膜设备管路,直至出水pH呈中性。

1.2.3 试样制备过程

(1) 浓缩液添加实验样品制备

称取50 g浓缩液若干份,按不同质量比依次添加不同比例的蒸发器冷凝水反渗透浓液,用玻璃棒搅拌均匀,即可用于检测。其中,空白样品为未经处理过的同牌号产品浓缩液。

(2) 再造烟叶样品制备

将上述浓缩液涂布在造纸法再造烟叶基片上,涂布率为38%,经干燥、回潮、切丝后,制得再造烟叶样品。

(3) 辊压法实验样品制备

如表1所示,取一定质量的辊压法薄片生产用烟粉和蒸发器冷凝水反渗透浓液以一定比例掺配、混匀,于95 °C烘箱中干燥4 min,然后置于40 °C烘箱中干燥至恒重,并将烘干后烟粉黏结物用研钵捣碎,最后对其粉末进行致香物质含量测定。其中,空白实验由同等比例的水和烟粉混合而成,其他条件与实验样品一致。

1.2.4 致香物质含量测定

致香物质的含量参考文献^[9]采用半定量法(乙酸苯乙酯为内标)进行测定,单位为 $\mu\text{g/g}$ 。

2 结果与讨论

2.1 蒸发器冷凝水致香物质含量

虽然文献资料^[6]表明,烟草萃取液在浓缩过程中有约32%的挥发性致香物质进入了蒸发器冷凝水中,但大部分烟草致香物质仍旧保留在浓缩液中^[10],而蒸发器冷凝水质量占比较大(约70%)^[8]。这就导致蒸发器冷凝水中致香物质含量并不高。表2列出了蒸发器冷凝水中主要的4种致香物质含量,通过与相应烟草浓缩液进行对比可知,其含量确实较低。故需要利用现代分离技术对其进行富集后再进行利用可行性研究。而由于蒸发器冷凝水中的新植二烯含量波动较大,会给致香物质含量富集研究带来一定干扰,故后续研究过程中仅以二氢猕猴桃内酯和2种巨豆三烯酮为例进行研究。另外,经调研可知,公司目前日产蒸发器冷凝水量在100~116 t之间,虽然其致香物质含量不高,但由于水量较大,通过富集后仍旧可以收获一定量的致香物质,这也是本课题的意义所

表1 不同添加比例实验样品信息

组号	类型	添加比例	烘干前状态
1	4 g烟粉+2 g水	50%水	少部分润湿
	4 g烟粉+2 g浓液	50%浓液	少部分润湿
2	4 g烟粉+3 g水	75%水	大部分润湿
	4 g烟粉+3 g浓液	75%浓液	大部分润湿
3	4 g烟粉+4 g水	100%水	完全润湿
	4 g烟粉+4 g浓液	100%浓液	完全润湿
4	4 g烟粉+5 g水	125%水	完全润湿,搅拌有黏性
	4 g烟粉+5 g浓液	125%浓液	完全润湿,搅拌有黏性
5	4 g烟粉+6 g水	150%水	完全润湿,搅拌黏性较大
	4 g烟粉+6 g浓液	150%浓液	完全润湿,搅拌黏性较大

表2 蒸发器冷凝水中致香物质含量(单位 $\mu\text{g/g}$)

类型	1	2	3	4	5	6	7	8	9
二氢猕猴桃内酯	0.26	0.25	0.28	0.29	0.29	0.23	0.33	0.36	0.88
巨豆三烯酮2	0.15	0.08	0.06	0.08	0.11	0.07	0.12	0.11	0.48
巨豆三烯酮4	0.11	0.05	0.05	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07	0.34
新植二烯	1.32	4.98	2.91	5.42	0.61	5.09	3.23	2.07	11.99

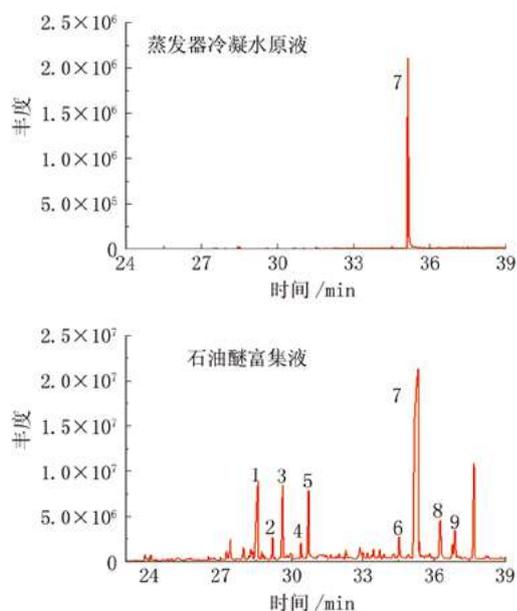
注:(1)序号1~8为同牌号产品的蒸发器冷凝水。由于其大多数致香物质均未检出,故以常见的4种致香物质为例;(2)序号9为同牌号产品的浓缩液,仅列出参加对比的4种致香物质。

在。

2.2 蒸发器冷凝水中致香物质石油醚富集技术

本文首先选择了溶剂萃取法利用石油醚作为萃取剂对蒸发器冷凝水中的致香物质进行了超声辅助萃取。图1的谱图直观地展示了蒸发器冷凝水原液和石油醚富集液中的致香物质含量情况。可以看出：富集前料液中致香物质含量最高的是新植二烯，其他致香物质含量均较低或未检出；而石油醚富集液中可检出至少9种致香物质。由此可见，蒸发器冷凝水本身含有种类丰富的致香物质，且通过溶剂萃取法是可以对蒸发器冷凝水中致香物质进行富集的。但从1.2.1节可知，直接进行溶剂萃取，需消耗大量溶剂，类似于“溶剂置换”；并且，为了获得最终的富集液，后续需要对大量的有机溶液进行浓缩处理，不仅操作流程繁琐，还会因为大量引入有机溶剂，不符合绿色生产的要求，限制其在工业上的应用。因此，如何有针对性地处理大量的致香物质含量较低的蒸发器冷凝水，以获得较高含量的致香物质富集液是当下需要解决的问题。

2.3 蒸发器冷凝水中致香物质反渗透膜富集技术



注：1—二氢猕猴桃内酯；2—巨豆三烯酮1；3—巨豆三烯酮2；4—巨豆三烯酮3；5—巨豆三烯酮4；6—螺岩兰草酮；7—新植二烯；8—3-羟基索拉韦惕酮；9—棕榈酸甲酯。

图1 蒸发器冷凝水富集前后GC/MS图

考虑到蒸发器冷凝水中致香物质富集的要点是在低温下脱除料液中的水，最大限度地保留其中的致香物质。而从文献资料^[11-15]了解到膜分离过程是一个高效、节能、环保的分离过程，与传统的分离技术如蒸馏、吸附、吸收、萃取分离等相比，具有以下优势：一是可实现精密分离；二是属于纯物理过程，不发生任何化学变化，无需外加任何物质，如助滤剂、化学试剂等；三是其运行温度低，对热敏性物质的处理具有独特的优势；四是不发生相的变化，能耗较低；五是制作材质和工作现场符合环保要求。综上所述，本文拟选用合适孔径的膜分离设备开展实验，旨在对蒸发器冷凝水中的致香物质进行富集。由文献^[16]可知，大多数致香物质的分子量在180~300之间，故本文选择了截留分子量为50~100的反渗透膜设备。下面将对其实验过程进行详述。

2.3.1 物料衡算

表3对蒸发器冷凝水膜浓缩前后进行了物料衡算，

表3 物料衡算

类型	体积/ L	浓缩 倍数	清液 得率/ %	平均膜通量/ (165 min)/ $L \cdot (m^2 \cdot h)^{-1}$	料液 损失 率/%
蒸发器冷凝水(原液)量	225.20	-	-	-	-
浓液量	5.65	39.9	-	-	-
清液量	218.60	-	97.1	46.22	-
料液损失量	0.95	-	-	-	0.42

表4 膜浓缩过程参数变化

时间/ min	温度 /°C	膜通量/ $L \cdot (m^2 \cdot h)^{-1}$	进膜压力/ MPa	频率/ Hz
0	23.9	55.81	1.60	38
15	24.5	54.77	1.61	38
30	24.6	49.53	1.62	38
45	24.8	48.84	1.62	38
60	25.7	47.44	1.63	38
75	28.1	50.23	1.64	38
90	30.8	49.53	1.64	38
105	31.9	49.53	1.64	38
120	32.5	47.44	1.65	38
135	33.2	42.56	1.65	38
150	34.8	39.77	1.65	38
165	37.1	36.28	1.65	38

可以看出:在受到蒸发器冷凝水(原液)量(仅225.20 L)局限的前提下,本次实验的浓缩倍数可达到39.9倍,清液得率较高,料液损失率较低。在实际应用过程中,若采取更多的蒸发器冷凝水进行膜浓缩,在设备体积不变的前提下,浓缩倍数将会进一步提高。另外,165 min内反渗透膜的平均膜通量达到了46.22 L/(m²·h),说明该反渗透膜的富集效率较高,具有一定的工业化应用可行性。

2.3.2 膜浓缩过程系列参数变化

如表4和图2所示,本文研究了165 min膜浓缩实验的系列参数变化情况。在确保设备频率38 Hz不变的前提下,膜通量先逐渐下降,而后略有增加,最后呈快速回落的趋势。这与文献^[12]所述烟草萃取液的反渗透过程有所不同。这是因为本实验所用原料蒸发器冷凝水的水质条件远远优于烟草萃取液,基本不含细小纤维和胶黏物等杂质。虽然反渗透膜的孔径远小于40 nm 碳化硅膜,但是其膜通量初期并没有出现快速下降情况。这说明此时膜的堵塞并不严重。中期膜通量略有增加应与补充了新鲜料液有关。后期随着大量清液被滤

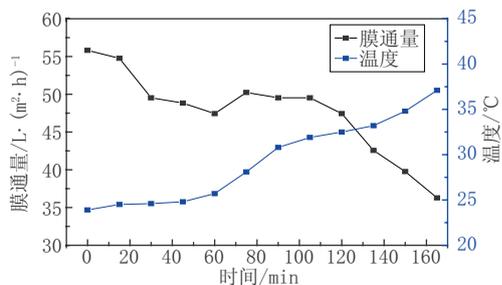


图2 膜通量和温度随时间变化趋势

表5 膜设备清洗过程数据

类型	清洗时间/ min	清洗剂	膜通量/ L·(m ² ·h) ⁻¹
第一次实验	20	清水(15~18℃)	63.15
	30	试剂(30~35℃)	
第二次实验	20	清水(15~18℃)	64.04
	30	试剂(30~35℃)	
第三次实验	20	清水(15~18℃)	63.49
	30	试剂(30~35℃)	

注:该膜通量是指膜清洗完毕,利用18℃清水在1.13 MPa进膜压力、设备频率为38 Hz条件下测试所得的瞬时膜通量。

出,截留物浓度逐渐增加,膜表面形成的滤饼层越来越厚,最终导致膜通量呈快速下降趋势;同时可以看出,料液温度随过膜时间的延长逐渐增加。这与膜浓缩过程为错流过滤,料液不断循环通过细小膜孔时摩擦生热有关。起始阶段,料液升温缓慢是由于原料釜内料液量大,且为新鲜料液,而后随着料液不断地循环,温度逐渐升高。中间阶段(90~130 min)升幅变小,与膜通量增加的原因一致,与加入了新鲜料液有关。最后阶段,随着原料釜内浓液越来越少,摩擦升温速率明显加快。

2.3.3 膜的清洗

由表4中进膜压力逐渐增大且膜通量整体呈下降趋势可知,膜浓缩过程存在一定程度的膜污染问题。为研究该反渗透膜污染后的可再生能力,分别开展了3次实验对膜设备进行了清洗,具体数据见表5。由表5可知,3次膜浓缩实验后,经过20 min清水洗+30 min试剂洗的模式,该反渗透膜第二次和第三次实验的瞬时膜通量均略高于第一次实验,且三者总体差别不大。这说明该反渗透膜的可再生能力较强,处理完蒸发器冷凝水后,经过简单清洗,其通量能够完全恢复。

2.3.4 致香物质含量分析

由表6可知,经过反渗透膜设备进行富集,所得清

表6 致香物质含量

化合物	浓液含量/ μg·g ⁻¹	原液含量/ μg·g ⁻¹	浓液含量/ 原液含量
二氢猕猴桃内酯	2.14	0.17	12.6
巨豆三烯酮2	0.59	0.040	14.8
巨豆三烯酮4	0.18	0.0079	22.8

注:清液中未检出致香物质。

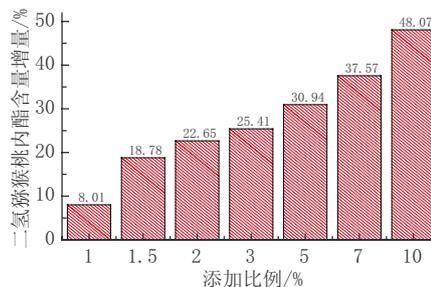


图3 不同添加比例二氢猕猴桃内酯含量增量变化

液中未检出致香物质。浓液中的3种致香物质分别是原液的12.6~22.8倍。

由此可见,反渗透膜浓缩的确可以将蒸发器冷凝水中的致香物质进行富集。但由于原液本身致香物质含量均较低,且膜设备本身存在一定死体积,导致在料液不多的情况下富集倍数有限,从而使得浓液中致香物质含量也不高。此外,虽然此次浓缩倍数达到39.9,但是浓液和原液致香物质含量的比值却与实际浓缩倍数相差甚远,这说明整个膜浓缩过程存在较大的致香物质损失。下面以3种致香物质的回收率进行验证。

以浓缩39.9倍时致香物质回收率的计算为例(如表7所示),不难发现,3种致香物质的回收率均不高,处于31%~58%这一区间内,且呈现原液中致香物质含量低的致香物质回收率较高的规律,这与浓缩16.1倍时的规律一致。此外,提高浓缩倍数将有助于提高致香物质的回收率。这说明即使反渗透膜设备浓缩过程本身会带来一定香味成分的损失,但当料液足够多时,就可以通过增加浓缩倍数,来减少致香物质损失。由此可见,利用反渗透膜设备富集蒸发器冷凝水中的致香物质是可行的。

2.4 蒸发器冷凝水的反渗透浓液的直接利用

2.4.1 浓液在浓缩液中的直接利用

显而易见,将反渗透膜所得蒸发器冷凝水浓液直接以里料形式添加到造纸法再造烟叶浓缩液中是一种比较理想的应用方式。由表6和表2中浓缩液与浓液的二氢猕猴桃内酯和2种巨豆三烯酮含量对比可知,浓液中仅二氢猕猴桃内酯含量远高于浓缩液,巨豆三烯酮2略高于浓缩液,巨豆三烯酮4含量低于浓缩液。因此,本节仅以二氢猕猴桃内酯为代表物进行浓缩液添加实验中致香物质含量变化情况的研究。由图3可知,不同添加比例的浓液均使得二氢猕猴桃内酯含量高于相应的空白样品,且增量随添加比例不同处于区间8.01%~48.07%范围内。这表明蒸发器冷凝水的反渗透浓液在浓缩液中具

表7 致香物质回收率

类型	浓液含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	原液含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	浓液致香物质总含量/ μg	原液致香物质总含量/ μg	浓缩39.9倍时致香物质回收率/%	浓缩16.1倍时致香物质回收率/%
二氢猕猴桃内酯	2.14	0.17	12,091.0	38,284.0	31.58	25.47
巨豆三烯酮2	0.59	0.040	3333.5	9008.0	37.01	29.81
巨豆三烯酮4	0.18	0.0079	1017.0	1779.1	57.16	32.92

注:浓液质量=5.65×1000mL×1.0g/mL=5650 g;原液质量=225.2×1000mL×1.0g/mL=225,200 g。

表8 不同添加比例实验样品中香味物质含量增量

类型	1组增量/ %	2组增量/ %	3组增量/ %	4组增量/ %	5组增量/ %
二氢猕猴桃内酯	33.63	46.78	62.12	90.19	114.78
巨豆三烯酮2	13.72	19.61	43.39	47.23	59.15
巨豆三烯酮4	15.93	18.92	23.83	35.37	45.05

注:从第1组到第5组,添加浓液的比例依次为:50%、75%、100%、125%和150%。

有直接利用意义。接下来,可以通过增大料液量,提高反渗透膜浓缩倍数来增加浓液中其他致香物质含量,进而达到增加多种致香物质含量或小比例添加实现较大增幅的目的。

2.4.2 浓液在辊压法薄片中的直接利用

目前,新型烟草制品中的加热不燃烧烟草制品日渐受到追捧,发展势头较为迅猛^[17-18]。辊压法薄片因为其结构特点,被应用在多款加热不燃烧烟草制品中。但在抽吸过程中,加热不燃烧烟草制品的加热模式为炭加热或电加热,烟丝受热温度明显低于常规卷烟^[19-21],故其对易挥发的致香物质依赖程度较高。而蒸发器冷凝水中的致香物质多数是在真空加热浓缩过程中挥发出来的低沸点物质,完全满足加热不燃烧烟草制品的这一需求。因此,本文特开展模拟实验以验证蒸发器冷凝水反渗透浓液在辊压法薄片中的应用可行性,旨在为该再造烟叶的增香调气提供一种新的思路。因本实验室不具备辊压法薄片制备条件,故仅进行了简化模拟实验,具体步骤见1.2.3节辊压法实验样品制备。

实验选取了蒸发器冷凝水中主要的3种致香物质进行了分析。由表8可知,3种致香物质含量均随着添加比例的增加而增加,增幅较大的是二氢猕猴桃内酯。当浓液将烟粉完全润湿后(第3组样品),其增量达到了62%以

上。这说明将蒸发器冷凝水的反渗透浓液以一定比例直接添加在辊压法薄片生产过程中,确实有助于提高其低沸点致香物质的含量。

3 结论

(1) 造纸法再造烟叶蒸发器冷凝水中的确含有一定量致香物质,虽然其含量较低,但由于水量较大,故对其进行富集回用具有一定意义。

(2) 通过溶剂萃取法可以富集蒸发器冷凝水中至少9种致香物质,但是该方法耗费溶剂,且流程复杂,难以实现工业化应用;而反渗透膜浓缩法无论从工业化实现角度考虑,还是从富集前后致香物质变化情况出发,均具有应用可行性。故优选后者作为蒸发器冷凝水中致香物质的富集方法。

(3) 本文从两个方面开展了蒸发器冷凝水的应用可行性研究。结果表明:在造纸法再造烟叶浓缩液和辊压法薄片生产过程中添加一定比例的蒸发器冷凝水反渗透膜浓液后,二者的主要低沸点致香物质含量均随添加比例的增加而增加。这说明了再造烟叶生产过程中的蒸发器冷凝水中的致香物质经过富集具有一定回收利用可行性。☞

参考文献

- [1] 常纪恒,牛聪阳,张彩云,等.造纸法烟草薄片萃取技术初探[J].烟草科技,2002(1):14-17.
- [2] 姚元军,何文,王凤兰,等.不同减害材料对烟草薄片的减害效果研究[J].氨基酸和生物资源,2012,34(1):45-47.
- [3] 陈祖刚,蔡冰,王建新,等.国内外造纸法薄片工艺与品质比较[J].烟草科技,2002(2):4-10.
- [4] 赵东辉,李新生,卢岚.造纸法再造烟叶工艺过程中铅、镉含量的测定[J].烟草科技,2016,49(7):70-76.
- [5] 汪华文.造纸法薄片在卷烟中的应用效果分析[J].烟草科技,2000(8):15-16.
- [6] 李华雨,薛建中,王毅博,等.再造烟叶生产浓缩过程中挥发性香味成分的变化[J].烟草科技,2018,51(12):52-64.
- [7] 叶建斌,吕丽文,王璐,等.造纸法再造烟叶工艺流程中中性香味物质的变化[J].河南农业大学学报,2019,53(3):415-425.
- [8] 黄晶.浓缩蒸发冷凝水用于浓缩器清洗的研究[J].安徽农业科学,2012,40(25):12674-12675.
- [9] 葛畅,赵明月,胡有持,等.细支与常规卷烟主流烟气常规指标及中性致香成分对比分析[J].烟草科技,2017,50(4):43-50.
- [10] 李华雨,常岭,王相凡,等.再造烟叶生产中浓缩温度对提取液中中性香味成分的影响[J].烟草科技,2016,49(7):60-69.
- [11] 王娜,司辉,喻世涛,等.桂花提取物膜分离产品的成分分析及其在卷烟中的应用[J].香料香精化妆品,2011(5):22-26.
- [12] 许春平,曲利利,杜欢哲,等.云烟精油陶瓷膜分离组分的关键香气成分与感官属性的相关性分析[J].轻工学报,2021,36(3):45-53.
- [13] 李泓,梁晴晴,张玉忠.膜分离技术处理造纸废水的研究进展[J].山东化工,2020,49(2):69-70.
- [14] 黄伊彤.探析膜分离技术在环境工程中的应用及发展[J].环境与发展,2019(4):112-113.
- [15] 龚之宝,孙伟振,李朋洲,等.无机膜分离技术及其研究进展[J].应用化工,2019,48(8):1985-1989.
- [16] 赵东辉,李新生,张登,等.碳化硅膜在再造烟叶萃取液净化中的应用[J].中国烟草学报,2019,25(5):118-123.
- [17] 刘亚丽,王金棒,郑新章,等.加热不燃烧烟草制品发展现状及展望[J].中国烟草学报,2018,24(4):91-106.
- [18] 周昆,杨继,杨柳,等.加热不燃烧卷烟气溶胶研究进展[J].中国烟草学报,2017,23(5):121-129.
- [19] MOTTER N, THARIN M, CLUSE C, et al. Validation of selected analytical methods using accuracy profiles to assess the impact of a tobacco heating system on indoor air quality[J]. Talanta, 2016,158:165-178.
- [20] WERLEY M S, FREELIN S A, WRENN S E, et al. Smoke chemistry, in vitro and in vivo toxicology evaluations of the electrically heated cigarette smoking system series K[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2008,52(2):122-139.
- [21] SMITH M R, CLARK B, LUDICKE F, et al. Evaluation of the tobacco heating system 2.2. part 1: Description of the system and the scientific assessment program[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2016,81(2):S17-S26.

[收稿日期: 2023-02-01]

Effects of Exogenous Sugar on Sensory Quality of Paper-making Process Reconstituted Tobacco

◎ Hu Mengyan, Xue Honglong, Shen Jin

(Taicang Haiyan Reconstituted Tobacco Co. Ltd., Shanghai Tobacco Group, Taicang, Jiangsu 215433, China)

外加糖源对造纸法再造烟叶感官质量的影响

◎ 胡梦岩 薛洪龙 沈进

(上海烟草集团太仓海烟烟草薄片有限公司, 江苏太仓 215433)



胡梦岩 女士

硕士, 工程师; 主要从事再造烟叶工艺研究。

中图分类号: TS727*.1; TS7461.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)06-0037-05

摘要: 为了提升再造烟叶感官质量, 通过研究外源糖添加位点、添加比例及添加种类对感官质量的影响, 确定了再造烟叶外源糖添加工艺, 并对该工艺的改善效果进行重复性验证。结果表明: (1) 外源糖添加工艺为: 添加位点为浓缩前加糖, 添加种类为果糖, 添加比例需根据原料的化学成分调整至糖碱比为10左右;

(2) 经重复验证, 应用外源糖添加工艺后, 薄片的刺激性、整体舒适性均有明显改善, 香气质量略有提升, 烟气浓度及余味无明显差异, 且各感官特征的 R 值均 $\geq 86\%$, 评吸结果可信度较高。

关键词: 外源糖; 再造烟叶; 糖碱比; 感官质量

Abstract: In order to improve the sensory quality of reconstituted tobacco, a craft for exogenous sugar addition of reconstituted tobacco was determined via investigating the effects of exogenous sugar addition sites, addition proportions and addition types on sensory quality. The improvement of the craft was verified with repeatability test. The results showed that: (1) Exogenous sugar should be added before concentration, and the addition component is fructose. The addition ratio should be adjusted according to the chemical composition of the raw materials to a sugar-nicotine ratio of about 10. (2) Through the repeated verification, the irritation and overall comfort of the reconstituted tobacco have been improved significantly, the aroma quality has been slightly improved, the smoke concentration and aftertaste had no significant difference, and the R values of all indicators were all above 86%, so the high reliability of the assessment results was embodied.

Key words: exogenous sugar; reconstituted tobacco; sugar-nicotine ratio; sensory quality

□ 基金项目: 上海烟草集团有限公司科技项目《无梗薄片产品开发》(K2021-1-030P)。

造纸法再造烟叶,在提升烟草废弃物的利用率、降低卷烟生产成本的同时,可降低烟草有害成分释放量,达到减害降焦的目的,是卷烟降焦的有效手段之一^[1-4],但再造烟叶存在刺激性大、烟气不协调、整体舒适性差等感官质量问题。目前,国内烟草企业积极开展造纸法再造烟叶的感官质量的改善和提升工作,取得一定的成效,但是现有的研究主要集中在原辅料改进^[5-10]、生产工艺改进^[11-13]等方面,在再造烟叶化学成分改进方面相关报道较少。

在烟叶化学成分与感官质量相关性研究方面,部分研究学者分析了化学成分指标与感官质量的关系。如卫青^[14]等提出总糖含量、还原糖含量及糖碱比等在一定程度上可反应再造烟叶原料的感官质量;沈晗^[15]等认为,总糖、还原糖含量与感官质量呈显著或极显著的正相关关系,可协同调控总糖含量以提升感官质量;王春利等^[16]提出烟叶糖含量对烟叶感官影响的大小顺序为果糖>葡萄糖>麦芽糖>蔗糖;赵高坤^[17]及方百盈^[18]等人认为果糖含量越高,感官质量越好。

高档中部烟叶的糖碱比一般在9~11,而再造烟叶受限于原料配方,其糖碱比较低。因此,本文借鉴烟叶化学成分与感官质量相关性研究,从再造烟叶外源糖添加工艺入手,通过研究糖的加入位点、加入种类、加入比例等对再造烟叶感官质量的影响,为提高再造烟叶感官质量的可用性研究途径提供一定的参考。

1 材料与方 法

1.1 材料、试剂与仪器

原料:选取一组制备再造烟叶后糖碱比较低的短梗、烟片末原料配方。

仪器:浆杯(1000 ml、5000 ml),电热恒温水浴锅(上海博讯,HHS-12-6),旋转蒸发浓缩器(上海亚荣,RE-5203),密度计(梅特勒-托利多,DM40),涂布机,磁力搅拌器,烘箱(德国3M,LSIS-B2V/VC 111),恒温恒湿箱(德国3M,CLC-B2V-M),切丝机,电子天平(梅特勒-托利多,MS6002S),连续流动分析仪。

主要试剂:果糖、葡萄糖、蔗糖都为食品级,调制液及其他添加剂(太仓海烟烟草薄片公司提供)。

1.2 实验方法

(1) 萃取液的制备:称取一定质量的短梗投料于浆杯内,按料液比1:3,于65~70℃的恒温水浴锅内,保温

并搅拌30 min后挤干,使固液分离;固相部分经解纤机解纤,并将解纤后短梗与烟片末原料按绝干比例4:6掺配均匀后投料于浆杯内,按料液比1:5,置于60~65℃的恒温水浴锅内,保温并搅拌,30 min后挤干,使固液分离,液相即为萃取液。

(2) 浓缩液的制备:将萃取液置于旋转蒸发浓缩器的蒸馏瓶内(期间按实验方案加入糖类物质),以温度55~60℃、真空度0.06~0.08 MPa的条件进行浓缩,至浓缩液密度为1.185 g/cm³。

(3) 涂布液的制备:在浓缩液内,按涂布液配方加入一定比例的调制液及其他添加剂,并按实验方案,加入糖类物质,搅拌5 min后备用。

(4) 涂布:涂布前,将片基在烘箱内烘至绝干,并称取绝干片基质量为 m_1 ,使用涂布机,采用浸涂方式,将制备的涂布液均匀涂到片基上,使得涂布率 T 在(36±0.5)%的范围内,并于105℃的烘箱内烘至绝干,称取绝干薄片质量为 m_2 。涂布率 $T=(m_2-m_1)/m_1\times 100\%$ 。

(5) 卷制:将涂布后的薄片,置于恒温恒湿箱内(湿度62%、温度22℃)内平衡48 h,裁切成4 cm×4 cm的小片,使用切丝机切丝,用打烟器制作成卷烟小样。

(6) 感官质量评价方法:由公司实验样品评价小组

表1 感官质量相关描述释义

标识	释义
↑	相对空白样,略有改善
↑↑	相对空白样,明显改善
--	相对空白样,无变化
↓	相对空白样,略有变差
↓↓	相对空白样,明显变差
评吸员认可度 (以下简称 R)	R :对某感官指标的描述评价,认可人员占评吸总人员的百分比。 当 R 值>0.7时,认为评吸人员评吸结果保持一致,评价结果有效,可信度较高。

表2 样品信息

样品编号	添加位点	添加方法
0 [#]	空白样	未加糖
1 [#]	浓缩前	将一定质量的萃取液,按浓缩比计算浓缩液质量,按推算出的浓缩液质量,加入5%葡萄糖。
2 [#]	浓缩后	制备浓缩液后,按浓缩液质量,加入5%葡萄糖。

(≥7人)采用对比评吸法(盲评),对样品的刺激性、整体舒适性、烟气浓度、香气质量及余味进行评吸及描述。本论文中,对比空白样,感官质量相关描述释义如表1。

(7)常规化学成分检测:总植物碱按《烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动(硫氰酸钾)法》(YC/T 468)^[19]进行测试;水溶性糖按《烟草及烟草制品水溶性糖的测定连续流动法》(YC/T 159)^[20]进行测试。

2 结果与分析

2.1 外源糖添加位点对感官质量的影响

实验时,按浓缩液的5%比例,在浓缩前、后两个添加位点加葡萄糖,并分别制备卷烟样品。样品信息见表2。

添加位点对糖碱比及感官质量的影响见图1和表3。

表3 外源糖添加位点对感官质量的影响

评吸指标	刺激性	整体舒适性	烟气浓度	香气质量	余味
1#	↑↑	↑↑	-	-	↑
2#	↑	↑	-	-	-
R/%	100	86	100	57	57

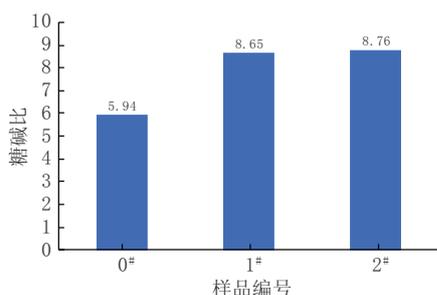


图1 外源糖添加位点对再造烟叶糖碱比的影响

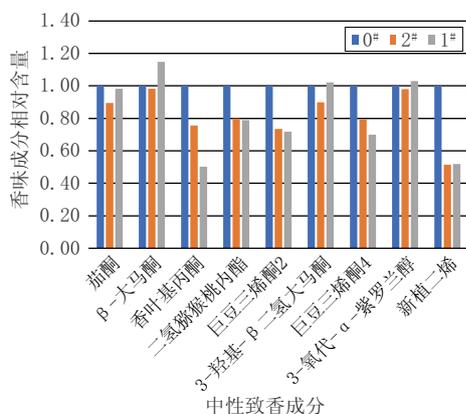


图2 外源糖添加位点对中性致香成分的影响

对比空白未加糖的样品,加糖后,糖碱比升高,感官特征中薄片的刺激性均有所改善,整体舒适性均提升,烟气浓度未见明显变化,且刺激性、整体舒适性及烟气浓度的R值较高,均在86%以上,表明此指标评吸结果可信度较高,而香气质量及余味R值较低,表明加糖后对香气质量及余味未见明显影响。

从表3中还可以看出,添加位点对薄片的糖碱比无明显影响,但对再造烟叶的感官质量影响有一定差异,在浓缩前加糖时,再造烟叶的刺激性、整体舒适性、余味均较浓缩后加糖略优,其原因在浓缩前加糖时,β-大马酮的含量较浓缩后加糖增加17%(见图2),β-大马酮是烟草甜味的增效剂,可用以增加烟草的甜味,使烟气细腻柔和,掩盖杂气,提升整体舒适性。因此,从感官质量提升角度考虑,确定添加位点为浓缩前加糖。

2.2 外源糖添加比例对感官质量的影响

表4 样品信息

样品编号	添加比例/%	添加方法
0#	空白样	未加糖
1#	3	浓缩前加葡萄糖3%
2#	5	浓缩前加葡萄糖5%
3#	8	浓缩前加葡萄糖8%
4#	12	浓缩前加葡萄糖12%

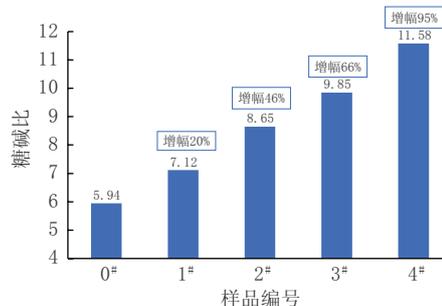


图3 外源糖添加比例对糖碱比的影响

表5 外源糖添加比例对感官质量的影响

评吸指标	刺激性	整体舒适性	烟气浓度	香气质量	余味
1#	-	↑	-	-	↓
2#	↑	↑↑	-	-	-
3#	↑↑	↑↑	-	-	↑
4#	↑	↑	-	↓	↑
R/%	86	86	100	100	71

样品信息见表4。添加比例对糖碱比的影响见图3。随着加糖比例的增加,糖碱比增加,加糖比例每增加3%,糖碱比增加20%~30%,当加糖比例为12%时,糖碱比达到11.58。

外源糖添加比例对感官质量的影响见表5,随着糖碱比的增加,再造烟叶的感官质量有所提升,当添加比例为8%时,即糖碱比接近10时,感官质量达到最佳,再造烟叶的刺激性、整体舒适性均有明显改善,余味略有提升,烟气浓度及香气质量未见明显改善;当糖碱比继续增加至11.78时,再造烟叶的刺激性增加,整体舒适性下降。且各指标的 R 值均较高,均在70%以上,表明此评吸结果可信度较高。因此,从感官质量提升角度考虑,外源糖添加比例需根据原料的化学成分调整,调整糖碱比至10左右。

2.3 外源糖种类对感官质量的影响

有文献表明^[21-22],烟叶中单糖(果糖和葡萄糖,是还原糖的主体成分)含量占总糖的95%左右,其中果糖和葡萄糖占比相差不大,蔗糖和麦芽糖含量相对较低。因此本文主要考察了果糖、葡萄糖及占比较低的蔗糖对再造烟叶感官质量的影响,样品信息见表6。

外源糖种类对糖碱比的影响见图4,在相同的添加

表6 样品信息

样品编号	外源糖种类	添加方法
0 [#]	空白样(葡萄糖)	浓缩前加8%葡萄糖
1 [#]	果糖	浓缩前加8%果糖
2 [#]	蔗糖	浓缩前加8%蔗糖

表7 外源糖种类对感官质量的影响

评吸指标	刺激性	整体舒适性	烟气浓度	香气质量	余味
1 [#]	↑↑	↑	-	↑	-
2 [#]	↓	-	-	-	↓
$R/\%$	86	71	100	86	57

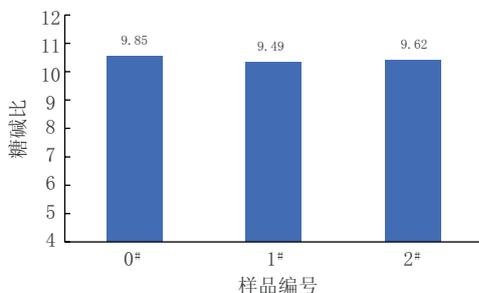


图4 外源糖种类对糖碱比的影响

比例8%下,外源糖的种类对糖碱比影响不大,均接近糖碱比10。

外源糖种类对感官质量的影响见表7,对比加葡萄糖,加入同等比例的果糖后,感官特征中的刺激性、整体舒适性及香气质量较加入葡萄糖样品均有提升;而加入蔗糖后,余味特性略变差,其刺激性较加入葡萄糖的样品略有增加;外糖种类对烟气浓度影响不大。即在感官质量方面果糖>葡萄糖>蔗糖,且刺激性、整体舒适性、烟气浓度及香气质量的 R 值较高,均在70%以上,表明此评吸结果可信度较高。因此,从感官质量提升角度考虑,确定外源糖种类为果糖。

综合2.1-2.3部分,确定了再造烟叶感官质量改善方法,即外源糖添加工艺:外源糖添加位点为浓缩前加糖,外源糖种类为果糖,外源糖添加比例需根据原料的化学成分调整,加糖至糖碱比为10左右。

2.4 外源糖添加工艺的重复性验证

为验证外源糖添加工艺对再造烟叶感官质量改善效果,随机盲选一组短梗、烟片末原料,安排不同的样品制备人员,按添加工艺制备样品,并由评吸小组人员进行再次盲评验证,样品信息如表8所示。

表8 样品信息

样品编号	调糖工艺
1 [#]	空白样
2 [#]	浓缩前加果糖,加糖至糖碱比为10左右

表9 外源糖添加工艺重复性验证(感官质量评价结果)

评吸指标	刺激性	整体舒适性	烟气浓度	香气质量	余味
2 [#]	↑↑	↑↑	-	↑	-
$R/\%$	86	100	100	86	100

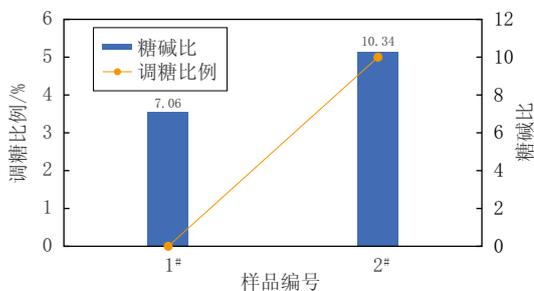


图5 外源糖添加工艺重复性验证(糖碱比结果)

外源糖添加工艺重复性验证时,糖碱比检测结果见图5,在此原料配方下,未调糖时,薄片的糖碱比为7.06,加入5%的果糖后,糖碱比调至为10左右。感官质量对比评价结果见表9,对比空白未加糖的样品,添加外源糖后,感官特征中薄片的刺激性、整体舒适性均有明显改善,香气质量略有提升,烟气浓度及余味无明显差异,且各感官特征的 R 值均 $\geq 86\%$,评吸结果可信度较高。

3 结论

在外源糖添加位点方面,浓缩前加糖样品的刺激性及整体舒适性较浓缩后加糖样品有明显提升;在外源糖添加比例方面,根据原料的化学成分调整,加糖至糖碱比为10左右时,感官质量较优,刺激性、整体舒适性及余味均有明显改善;在外源糖种类方面,感官质量提升效果果糖 $>$ 葡萄糖 $>$ 蔗糖。

以不同原料配方、不同制备人员,按外源糖添加工艺制备样品,验证外源糖添加工艺对再造烟叶感官质量改善效果,结果表明,加入外源糖后,感官特征中薄片的刺激性、整体舒适性均有明显改善,香气质量略有提升,烟气浓度及余味无明显差异,且各感官特征的 R 值均 $\geq 86\%$,评吸结果可信度较高。 

参考文献

- [1] 唐兴平,陈学榕,戴达松,等.烟草废弃物造纸法制烟草薄片[J].福建农林大学学报(自然科学版),2007(2):205-207+112.
- [2] 孙先玉,孙博,李冬玲,等.造纸法再造烟叶加工技术研究进展[J].生物质化学工程,2011,45(6):49-56.
- [3] 殷艳飞,王浩雅,向海英,等.造纸法再造烟叶对卷烟CO释放量影响的研究进展[J].中国造纸学报,2013,28(2):56-61.
- [4] 苏丹丹,张相辉,王小升,等.降低造纸法再造烟叶烟气中焦油释放量的研究[J].西南农业学报,2019,32(9):2197-2202. DOI:10.16213/j.cnki.scjas.2019.9.035.
- [5] 罗会东.探究外加纸浆纤维特性对再造烟叶纸基感官评吸质量的影响[J].中国设备工程,2021(10):139-140.
- [6] 曾健,饶国华,徐峻,等.外加纸浆纤维特性对再造烟叶纸基感官评吸质量的影响[J].造纸科学与技术,2015,34(4):42-46. DOI:10.19696/j.issn1671-4571.2015.04.010.
- [7] 王艳青,祖萌萌,常岭,等.低浓度有机溶剂提取技术对造纸法再造烟叶品质的影响研究[J].轻工科技,2021,37(5):26-29.
- [8] 王茜茜,刘恩芬,陈正春,等.应用生物酶提高造纸法再造烟叶品质的研究[J].纸和造纸,2020,39(6):15-20. DOI:10.13472/j.ppm.2020.06.005.
- [9] 周顺,宁敏,徐迎波,等.多聚磷酸铵对造纸法再造烟叶热解燃烧特性和感官质量的影响[J].烟草科技,2013(3):61-66.
- [10] 陶文生,李志和,史近文,等.巨豆三烯酮对造纸法再造烟叶感官质量的影响[J].湖北农业科学,2014,53(2):355-358+361. DOI:10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2014.02.010.
- [11] 彭琛,王晓园,李宙文,等.贮存条件对造纸法再造烟叶感官质量的影响[J].湖北农业科学,2018,57(3):57-63. DOI:10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2018.03.014.
- [12] 李力群,邱昌桂,段洁,等.真空回潮对造纸法再造烟叶理化性质及感官质量的影响[J].江西农业学报,2014,26(4):72-75. DOI:10.19386/j.cnki.jxnyxb.2014.04.020.
- [13] 白晓莉,邹泉,董伟,等.工艺加工对再造烟叶致香成分、有害成分和感官质量的影响[J].烟草科技,2009(10):12-16+20.
- [14] 卫青,施建在,郑彬,等.造纸法再造烟叶原料化学成分与感官质量间关系的研究[J].中国农学通报,2012,28(12):264-268.
- [15] 沈晗,杨凯,任伟,等.影响上部烟叶感官质量的主要化学成分分析[J].中国烟草学报,2019,25(6):18-26. DOI:10.16472/j.chinatobacco.2019.195.
- [16] 王春利,朱文辉,文杰,等.烟叶糖含量与其感官舒适度的典型相关分析[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2013,28(6):6-8.
- [17] 赵高坤,崔国民,王亚辉,等.烤烟调制过程中果糖含量变化规律初探[C].中国烟草学会学术年会优秀论文集,2017:3839-3841.
- [18] 方百盈,冯大炎.Maillard反应与烟用香料の開発[J].安徽师大学报(自然科学版),1997(3):51-54.
- [19] YC/T 468-2021,烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动(硫氰酸钾)法[S].
- [20] YC/T 159-2019,烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法[S].
- [21] 张佳佳,过伟民,翟振,等.不同香型区烤烟水溶性糖组分含量差异及与感官质量的关系[J].中国烟草科学,2021,42(4): 67-72. DOI:10.13496/j.issn.1007-5119.2021.04.010.
- [22] 姜振玲.我国烤烟主产区烟叶单双糖组成分析[D].中国农业科学院,2015.

[收稿日期: 2022-10-26]

Sharing of Energy-Saving Cases of NG Hood Yankee Paper Machine

◎ Li Jun¹, Liang Xinqiang², Zheng Hong¹

(1. Ben Zhen Energy Technology (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai 200125, China; 2. Vinda Paper (China) Co., Ltd., Jiangmen, Guangdong 529142, China)

燃气气罩扬克纸机的节能实例

◎ 李军¹ 梁新强² 郑鸿¹

[1. 本真能源科技(上海)有限公司, 上海 200125; 2. 维达纸业(中国)有限公司, 广东江门 529142]



李军 先生

硕士, 总工程师; 曾在国外期刊发表两篇SCI论文, 拥有15年以上的节能改造经验。

中图分类号: TS734⁺.3; TS734⁺.8
文献标志码: B
文章编号: 1007-9211(2023)06-0042-06

摘要: 纸机的烘干部能耗占比较高, 本文通过燃气气罩的风平衡优化和余热回收技术, 降低气罩的排风量, 利用冷凝水的废热来预热新风, 并利用排气的废热来提高纸机的系统水温, 将吨纸天然气消耗量降低了21.9 m³, 每年节约燃气费用300多万元, 可减少二氧化碳排放2135.2 t。

关键词: 造纸机; 节能; 余热回收

Abstract: The energy consumption of the dryer of paper machine is relatively high. In this paper, through the air balance optimization and waste heat recovery technology of the gas hood, the exhaust air volume of the hood is reduced, the waste heat of condensate water is used to preheat the fresh air, and the waste heat of exhaust gas is used to improve the process water temperature of the paper machine, thus reducing the natural gas consumption per ton of paper by 21.9 cubic meters, saving more than 3 million yuan of gas costs annually, and reducing carbon dioxide emissions by 2135.2 tons.

Key words: paper machine; energy saving; waste heat recovery

1 引言

随着人们生活水平的不断提高,对生活用纸的需求也越来越大。国外发达国家的人均年消费量约25 kg,我国目前的人均年消费量约7 kg^[1],中国市场还有很大的增长空间。目前我国有接近300条卫生纸机生产线,市场较大。

生活用纸的生产工艺可以大概分为网部成形、压榨、气罩烘干和卷纸四部分(图1)。纤维浓度为0.2%的纸浆均匀喷洒到成形网之后,形成一定厚度的纤维层,然后通过压榨辊来挤压水分,从压榨部出来的纤维含量为39%~45%,进入到烘干部,通过烘缸和气罩的双重加热,把水分蒸发掉,变成干度为93%左右的成品卫生纸^[2]。

气罩烘干部是由下面的烘缸和上面的气罩组成,烘缸是一个承压的加热筒体。里面通过蒸汽加热,纸在烘缸的外表面被加热,水分蒸发。气罩可以简单理解为不锈钢的罩子,把纸页蒸发出来的水分通过空气带走排出车间。为了不让气罩内部的空气达到饱和,同时为了提高干燥速度,气罩通常使用蒸汽或者天然气来加热,气罩的空气温度可以加热到160~360℃,取决于生产的纸张品种和车速。

烘缸直径越大,烘干能力越强。为了强化烘缸的加热能力,市场上陆续推出了带有沟槽的钢制烘缸,烘干能力比传统的铸铁烘缸高出30%以上。但是,烘缸的大小受限于金属材料和制作工艺,无法做的很大。烘缸的干燥出力一般在70~90 kg/(h·m²),而纸机的综合干燥能力一般在150~240 kg/(h·m²)^[3]。当烘缸的干燥能力无法匹配纸机的车速时,需要提高气罩的干燥能力。气罩的干燥能力取决于气罩的包角、喷嘴的流速和气罩的温度。气罩的包角在纸机设计的时候已经确定,后期运行时无法改变;喷嘴的风速可以通过调节循环风机的转速来实现;气罩的温度可以通过调整蒸汽或者天然气的消耗量来改变。随着纸机车速的不断提高,车速超过1,700 m/min的高速纸机通常采用燃气气罩。

采用燃气气罩的扬克纸机的气罩温度一般在300~400℃之间,气罩的排风经过气-气换热器之后的最终排风温度依然在150℃以上。而普通的蒸汽气罩的排风温度一般在70~100℃,这就导致了燃气气罩的能耗比蒸汽气罩要高很多。目前市场上的燃气气罩的扬克纸机的

吨纸综合能耗在180~220 Nm³天然气(天然气和蒸汽按照80:1的比例来折算)。

在整个生活用纸的生产过程中,烘干部的能耗占了整个纸机能耗的40%左右,所以纸机烘干部的节能对整个成本的降低至关重要^{[4]104}。烘缸部分的节能措施主要包括蒸汽热泵、冷凝水回用,这些技术已经非常成熟。气罩部分目前都已经安装了气-气换热器,利用排风的废热来预热新风和燃烧器的助燃风,个别用户还在排风管路上安装了余热锅炉,利用废热来产生新鲜蒸汽。无论采取以上哪种措施,燃燃气罩最终的排风温度依然在150℃以上,还有较大的热量没有充分利用,尤其是其中的潜热。

本文将针对某一知名企业的一台燃气气罩扬克纸机进行节能改造的分析计算,以提供一种节能改造的思路。

2 运行工况

这台纸机是国外某品牌的进口纸机,幅宽5,600 mm,设计车速2000 m/min,烘缸纸包角308°,气罩包角248°。生产14 g/m²产品时的起皱率20%,出卷干度95%。气罩采用天然气加热,整个气罩的排风温度为145℃,改造前吨纸的综合单耗折算成天然气为246 m³/t左右(包含了损纸、管损等损失,天然气和蒸汽按照80:1的比例来折算)。

纸机的白水温度35℃,高压喷淋水采用清水,温度为25℃,中压和低压喷淋水是回用水,温度在33℃。

烘缸使用0.6 MPa的饱和蒸汽,闪蒸罐出口的冷凝水温度159℃,从闪蒸罐直接输送到开放式的冷凝水箱,然后再输送到热电厂。由于采用的热电厂的蒸汽,所以只需要冷凝水输送回电厂即可,冷凝水的热量可以就地利用。

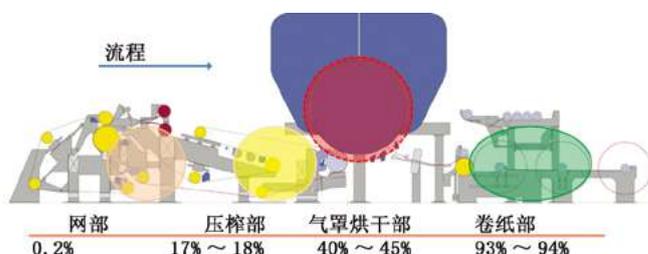


图1 抄纸工艺流程

用。

目前排气安装了气-气换热器，用于回收排气的废热。换热器只用来加热气罩燃烧器的新风及气罩干部的新风。整个换热器的效率偏低。

使用专业的Testo比托管风速测试仪测量气罩各个点的风速，并利用vaisla HMP77湿度仪测量废气的温度和绝对湿度，从而计算出各个点位的空气流量等参数，具体参数如图2、表1。

改造前气罩的风系统采用干部和湿部同时排风、同时补风的方式，各个点的新风量和排风量可以使用风阀来调整。最终的排风绝对湿度只有177 g/kg，明显偏低，通常情况下，燃气气罩的排风湿度在400~600 g/kg比较合理。

3 节能方案

首先，根据能量守恒的原理，要降低纸机的能耗，

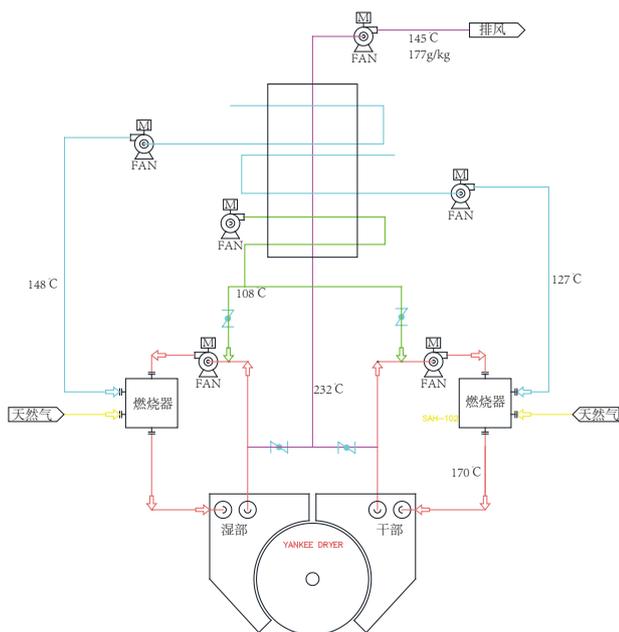


图2 参数测量结果

表1 TM21的空气参数

序号	温度/ °C	湿度/ g·kg ⁻¹	流速/ m·s ⁻¹	直径/ mm	流量
最终排风	145	177	6.88	1,500	43,746
干部助燃风	127	11.2	5.78	800	10,454
湿部助燃风	148	4.7	6.97	800	12,606
干部新风	108	14	1.38	600	1,404
湿部新风	108	14	5.93	600	6,033

就要尽可能地把排放到大气中的热量回收后重新应用到造纸系统里，所以余热回收是节能的主要途径。目前已经广泛应用的余热回收方式是使用气气换热器，利用排气的热量来预热新风。除此之外，还有一项重要的节能方式还没有被广泛采用，那就是系统水温的提升，可以利用废气的热量来加热纸机的喷淋水，从而提高系统水温，降低能耗。

其次，燃气气罩的风系统比较复杂，有干部循环风、湿部循环风、干部助燃风、湿部助燃风、干部新风、湿部新风、干部排风、湿部排风等多个风系统，每个风系统上都有相应的风阀来调节风量。由于涉及到这么多的风阀和风机，大多数客户现场的风系统并没有运行在最佳的状态下。所以，对气罩的风系统进行合理的优化调整也是节能的重要途径之一。

最后，根据现场的实际情况，把尽可能多的废热源按照温度的高低采取梯度换热的方式，综合利用起来。本项目中，现场除了气罩排风145 °C的废热之外，还有159 °C的高温冷凝水可以利用。

所以，本方案计划从以下方面来入手改造。

(1) 对纸机的新风和排风系统进行改造，将干部的排风作为湿部的新风，系统的新风补充到干部，以此来提高最终排风的湿度，降低总的排风量和新风量，从而降低能耗。

(2) 增加冷凝水加热器，充分利用冷凝水的热量来提高新风的温度，从而降低新风的热量消耗。

(3) 利用排风的热量来加热系统的高压、中压和低压喷淋水，从而提高整条生产线的温度。

改造后的系统如图3。

3.1 气罩风系统计算(表2)

3.2 节能量计算

3.2.1 风平衡优化的节能量

不同温度下的空气所对应的饱和湿度是不同的(图4)，温度越高，饱和湿度越高。蒸汽气罩的排气温度在80~110 °C，排气的绝对湿度在250 g/kg比较合理。燃气气罩的排气温度在140 °C以上，纸机厂家建议的排气湿度在400~600 g/kg比较合适。

目前纸机的排气湿度只有177 g/kg，纸机采用的干部和湿部同时补风、同时排风的方式，这就导致了排风的湿度偏低。本项目改造之后，在干部的排风和湿部的

进风管路上安装了联通风管，从干部排出的湿度相对较低的排风作为湿部的新风，然后气罩的所有排风都从湿部排出，整个系统的新风全部补充到干部。这样改造之后，干燥的新鲜空气先进入干部，吸收干部的水分之后湿度增加，然后再进入湿部，继续吸收湿部的水分，湿度继续增加，最后通过排风机抽走。经过以上流程之后，排风的湿度大幅增加，所需要的新风量就会减少，从而实现节能。

$$Q_m = M/D \times 1000$$

Q_m —排气的绝干空气流量, kg/h;

M —纸机烘干部蒸发的水分量, kg/h;

D —排气的绝对湿度, g/kg。

当产量保持不变时,排气的湿度越高,所需要的排气量就越小,对应的能耗就越低。

按照以上公式,纸机的瞬时产量约6.9 t/h,需要蒸发的水分含量为9.93 t/h。按照实测的排气含水量为177 g/kg来计算,改造前需要的干空气质量流量为:

$$9.93 \times 1000 \div 177 \times 1000 = 49,650 \text{ kg/h}$$

即:改造之前需要49,650 kg/h的干空气来把水分带走。

改造后的排气湿度控制在450~600 g/kg左右。按照450 g/kg来计算,需要的总的排气干空气质量为:

$$9.93 \times 1000 \div 450 \times 1000 = 22,066 \text{ kg/h}$$

改造前和改造后相比,气罩排风的绝干空气质量流量减少的幅度为:

$$49,650 - 22,066 = 27,584 \text{ kg/h}$$

气罩的排风温度为145℃,这些干空气是从常温被加热到145℃,吸收的蒸汽和天然气的热量,这些干空气吸收的热量为:

$$H = \Delta Q_m \times C_p \times \Delta t$$

H —加热量, kJ/h;

ΔQ_m —减少的绝干空气量, kg/h;

C_p —空气的比热, kJ/(kg·k);

Δt —温差,℃。

$$27,584 \times 1.01 \times (145 - 30) = 3,203,881 \text{ kJ/h}$$

按照天然气热值35,000 kJ/Nm³来计算,这些热量

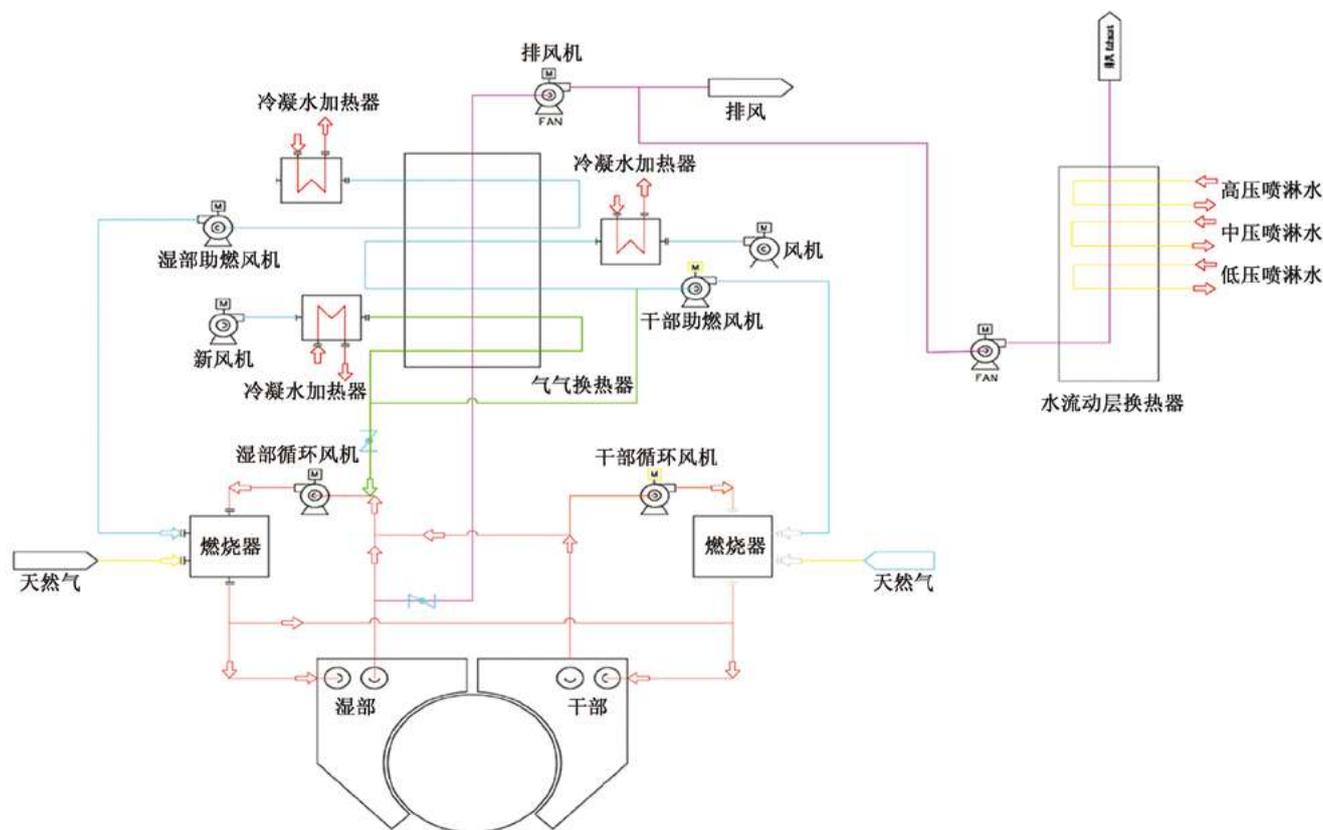


图3 改造后的系统

相当于燃气的流量为:

$$3,203,881 \div 35,000 = 91.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

按照目前产量6.9 t/h计算,相当于每吨纸可以节约的燃气量为:

$$91.5 \div 6.9 = 13.2 \text{ m}^3/\text{t}$$

3.2.2 提高新风温度的节能量(图5)

从气罩湿部出来的排气温度约240℃,属于高品位热源,烘缸的冷凝水出闪蒸罐的温度为159℃。改造之前仅有一台气-气换热器,240℃的排风直接加热新鲜空气到107~148℃,换热器的热效率不高。改造之后先利用冷凝水来预热新风,把新风温度从室温20℃提高到70℃,再经过气-气换热器加热到163℃。改造之后的绝干空气流量为22,066 kg/h,这些空气约80%是从换热器补充进去的,20%从气罩与烘缸的缝隙处泄露进去的,这80%的新风量温度提高15℃可以节约的热量:

$$22,066 \times 80\% \times 1.01 \times 15 = 267,440 \text{ kJ/h}$$

按照天然气热值35,000 kJ/Nm³来计算,这些热量相当于燃气的流量为:

$$267,440 \div 35,000 = 7.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

按照目前产量6.9 t/h计算,相当于每吨纸可以节约的燃气量为:

$$7.6 \div 6.9 = 1.1 \text{ m}^3/\text{t}$$

3.2.3 加热水系统的节能量

造纸工艺当中,脱水占据了大部分的能耗。从上浆开始,网部、压榨、烘干的功能之一就是为了脱水。水的黏度随温度上升而下降,黏度越小,脱水越容易。在20℃时水的黏度约为1 mPa·s,升至60℃时其黏度下降至0.5 mPa·s。温度每提高10℃,出压榨后的干度大约提高1%,可以节约烘干部的能耗4%~5%^[4]。因此,提高湿纸页的温度可以减少纸页中水的黏度,减少脱水时的阻力,提高出压榨的干度。

另外,当系统的水温提高之后,上烘缸的纸页温度也会提高(纸的温度等于白水温度),纸页上烘缸的温度越高,烘缸消耗的热量就越低。

粗略计算,大气压下1 kg水完全蒸发热量计算:

蒸汽总焓值: 2,675 kJ/kg

蒸发焓值: 2257 kJ/kg

100℃水焓值: 418 kJ/kg

每10℃水焓值变化: 41.8 kJ/kg

烘缸蒸汽供给压力: 0.6 MPa

0.6 MPa蒸汽蒸发焓: 2075 kJ/kg

kg

假设烘缸传热效率: 90%

节约蒸汽量百分比:

$$41.8 \div 2075 \div 90\% = 2.2\%$$

即: 系统的浆温每提高10℃,纸机烘干能耗可以降低2.2%左右。

本项目在排风的气气换热器之后又增加了“水流动层”气-水换热器,用排风的废热来加热纸机的高压、中压和低压喷淋水,加热之后的温水汇集到网下白水池之后再经过多盘过滤之后循环使用,慢慢的可以提高整个系统的白水温度。经过加热之后,整个系统的白水温度提高5℃。按照上面的介绍,系统水温提高5℃,出压榨的干度提高0.5%,烘干节能3.1%(压榨干

表2 气罩风系统计算结果

参数	数值	备注
产品参数 车速 $V/\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	1800	客户提供
卷曲率/%	20	客户提供
定量 $/\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$	14.3	客户提供
幅宽/mm	5600	客户提供
基本参数 干纸产量 $P/\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	6919	客户提供
进压榨部的干度 $X_1/\%$	39	客户提供
出烘缸的干度 $X_2/\%$	95	客户提供
蒸发的水蒸气量 烘干部蒸发的水分重量 $M_{s1}/\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	9,934.85	计算值
排风参数 出气罩温度/℃	230.00	预设值
排风温度(一级预热之后) $T_{p1}/\text{℃}$	143	预设值
排风绝对湿度 $D_p/\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	450	预设值
排风的焓值 $H_{p1}/\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	1,388.28	查表
排风的干质量流量 $M_{p1g}/\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	22,548	计算值
排风的湿质量流量 $M_{p1s}/\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	32,483	计算值
排风的体积流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	46,405	
排风总热量/kW	8,695	计算值
新风参数 新风温度 $T_{x1}/\text{℃}$	30.00	预设值
新风绝对湿度 $D_x/\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	9.40	预设值
新风的焓值 $H_{x1}/\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	54.33	查表
新风的密度 $/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	1.20	查表
新风的质量流量 $M_{x1}/\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	20,293.61	计算值
新风预热后的温度/℃	130.00	预设值
新风的总加热量/kW	569	计算值

度提高引起的节能为2%，水温提高引起的节能为1.1%)。按照客户改造前能耗246 m³/t为基准，水温提高带来的节能效果为：

$$246 \times 3.1\% = 7.6 \text{ m}^3/\text{t}$$

将以上三部分进行累加，每吨纸可以节约的燃气量为：

$$13.2 + 1.1 + 7.6 = 21.9 \text{ m}^3/\text{t}$$

综合起来计算，纸机吨纸可以做到节约21.9 m³/t的天然气的耗量。

3.3 换热器的选型

(1) 新风预热器

气罩的新风量按照6,000 kg/h来计算，把新风从室温20℃预热到70℃，换热器的加热功率为：

$$6000 \times 1.01 \times (70 - 20) \div 3600 = 84 \text{ kW}$$

(2) 干部助燃风预热器

干部助燃风的理论计算为8,000 kg/h，温度从20℃预热到70℃，加热器的功率为：

$$8000 \times 1.01 \times (70 - 20) \div 3600 = 112 \text{ kW}$$

(3) 湿部助燃风预热器

湿部助燃风的理论计算为8,000 kg/h，温度从20℃预热到70℃，加热器的功率为：

$$8,000 \times 1.01 \times (70 - 20) \div 3600 = 112 \text{ kW}$$

4 投资回报

这台纸机每年的产量约5万t，每吨纸节约21.9 m³的天然气的消耗，按照天然气价格3元/m³来计算，每年节约的燃气费用为：

$$5 \times 21.9 \times 3 = 328 \text{ 万元}$$

即：每年至少节约328万元的燃气费用，投资回收期在一年以内，这是投资回报非常好的节能改造项目。

5 减少的碳排放量

不同的天然气热值对应的碳排放量略有差异^[5]，按照天然气热值35,000 kJ/Nm³来计算，1立方米天然气的碳排放量约为1.95 kg。目前每年节约109.5万m³的天然气的，对应减少的碳排放量为：

109.5 × 10,000 × 1.95 ÷ 1000 = 2,135.2 t，即每年至少可以减少2,135.2 t的二氧化碳排放量。

6 结束语

在碳中和碳达峰的大趋势下，造纸行业作为国家重点关注的高能耗行业，节能减排势在必行。节能改造不仅可以减少能源消耗和碳排放，还可以切实降低企业的生产成本，一举两得。作为纸机气罩的节能改造措施，本文阐述的技术路线可以降低纸机的燃气消耗，整个项目的投资回收期在一年以内，是非常好的节能改造项目，值得造纸企业借鉴和参考。

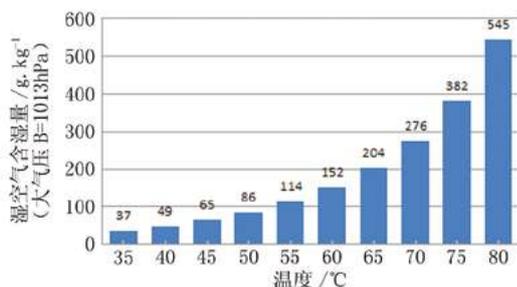


图4 风平衡优化的节能量

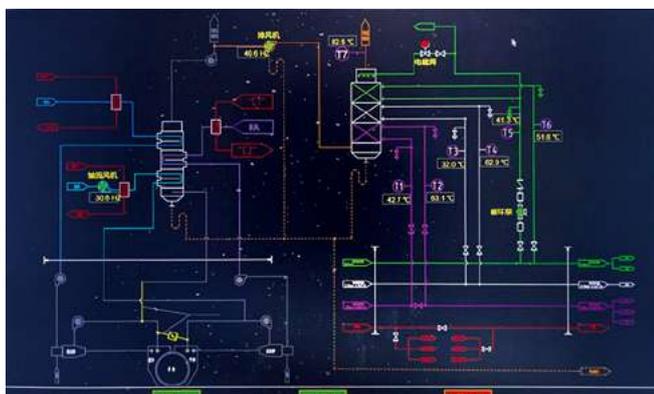


图5 节约燃气量示意图

参考文献

- [1] 2022年中国卫生纸市场分析报告[Z].观研报告网.
- [2] 陈克复,张辉.制浆造纸机械与设备[M].44.
- [3] 赵仁平,何鹏德.卫生纸干燥耗能分析及节能方法探讨[J].中华纸业,2018(22):6.
- [4] 刘洪斌,王松林.造纸节能减排技术[M].
- [5] 张福元,高军,王京安.作为燃料天然气碳排放量计算方法探讨[C].2016中国油气计量技术论坛,2016:206-213.

[收稿日期: 2022-12-22]

Experiences in the Dynamic Unbalance Diagnosis for the Fan Impeller in Paper Mills

Li Zhiwen (Yueyang Forestry and Paper Co. Ltd., Yueyang, Hunan 414002, China)

纸厂风机叶轮动不平衡故障的诊断经验

李志文 (岳阳林纸股份有限公司, 湖南岳阳 414002)



李志文 先生

高级工程师; 负责公司设备状态监测及故障诊断工作。

中图分类号: TS737.1

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)06-0048-04

摘要: 风机是造纸厂的通用设备, 运行过程中经常出现的异常状态大部分是由叶轮的动不平衡故障所引起的, 因此, 研究与诊断风机叶轮动不平衡故障具有较强的实际意义。本文分析了风机叶轮动不平衡的故障机理、诊断方法及现场实例解决方案。

关键词: 纸厂; 风机; 转频; 动不平衡; 离心力; 振动值

Abstract: The fan is a common equipment in paper mills. The abnormal state that often occurs during operation is mostly caused by the dynamic imbalance of the impeller. Therefore, it is of great practical significance to study and diagnose the dynamic imbalance fault of the fan impeller. This paper analyzes the fault mechanism, diagnosis method and field example solution of fan impeller dynamic imbalance.

Key words: paper mill; fan; rotation frequency; dynamic unbalance; centrifugal force; vibration amplitude

1 纸厂风机简介

风机是将旋转的机械能转换为气体的压力能或动能, 并将气体输送出去的机械。造纸厂在生产纸张的过程中, 各个工段都会用到风机。如为网部真空箱提供真空的真空风机, 为直流电机降温的冷却风机, 自备电厂锅炉的送风机等。

虽然纸厂的风机种类多, 但结构形式基本一致, 均为离心式风机。如图1所示。

图1所示为皮带传动的离心式风机，通过皮带轮给风机减速，此时风机转速低于电机。还有通过轴承座直连的风机，此时风机转速与电机一致。纸厂的风机主要以这两种形式为主，虽然传动形式不一样，但工作原理是一致的。

风机在运行过程出现的各类故障均会导致风机运行状态异常，如轴承故障、联轴器不对中、螺栓松动、叶轮动不平衡等。其中叶轮动不平衡故障对风机运行状态的影响最为明显，通过科学地诊断分析，能有效提高对风机叶轮动不平衡故障判断的准确率。

2 风机叶轮动不平衡故障机理

风机运行过程中出现的异常状态，大部分是由叶轮的动不平衡故障所引起。因此，对于风机叶轮动不平衡故障的研究与诊断具有很强的实际意义。

2.1 叶轮动不平衡的种类

根据叶轮动不平衡产生的原因，可将叶轮动不平衡故障分为三类，分别为原始动不平衡、渐发性动不平衡和突发性动不平衡。

原始动不平衡：由于叶轮制造误差、装配误差、制造工艺导致的材质不均匀，或厂家未按技术要求达到动平衡精度校订等，所导致的叶轮动不平衡故障。通常原始动不平衡在风机开机过程中就会表现出振动异常。

渐发性动不平衡：风机在运行过程中由于叶轮表面积灰、积浆，或不均匀磨损所导致的动不平衡问题。对于渐发性动不平衡，风机的振动随运行时间呈逐渐上升的趋势。

突发性动不平衡：风机在运行过程中因平衡块掉落、叶片折断，或异物进入等原因所导致的动不平衡问题。此时，风机会表现为振动水平的突然增大，对风机运行造成严重影响。不过振动增大后会稳定在某一水平保持稳定，不再继续上升。但由于风机振动大而导致的二次故障，如螺栓断裂、轴承故障等会再次导致风机振动的上升。

2.2 叶轮动不平衡的故障机理

图2为风机叶轮旋转示意图，黄色圆盘表示叶轮。

如图2所示，叶轮在旋转过程中，由于制作、安装等方面的原因，叶轮的质心与旋转中心不重合，会有偏差。

质心与旋转中心的距离为偏心距。这样叶轮在旋转过程就会产生离心力，造成叶轮的异常振动。

根据离心力的计算公式： $F = me\omega^2$

F —离心力； m —偏心质量； e —偏心距； ω —叶轮转速。

风机叶轮在出厂时，厂家会根据风机技术要求对叶轮进行动平衡校验，通过调整偏心质量、偏心距以控制风机振动水平在正常范围内。

但风机在运行过程中会因为各种因素的影响，使偏心质量、偏心距发生变化。如前所述的积灰、积浆、磨损等，从而引起风机异常振动。严重的话，会导致风机故障停机，影响生产。

3 风机叶轮动不平衡故障诊断方法

通过对动不平衡机理的分析，叶轮旋转过程中产生的离心力会绕叶轮的旋转中心 360° 旋转。但在实际监测过程中，设备维护人员只能固定在某一个方向来测量风机的振动。假设风机叶轮在某时刻处于图3所示位置。

此时在轴承座垂直方向测量风机振动，通过力的分解，将离心力(F)在垂直方向上进行投影，可得垂直方向受力为： $F_{\text{垂直}} = F \sin \phi$ ， ϕ 表示风机叶轮的旋转角度，即 $\phi = \omega t$ (t 为时间)。所以此时在垂直方向测得风机的受

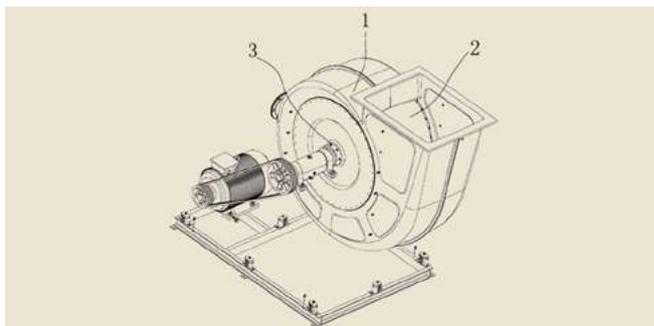


图1 离心式风机结构

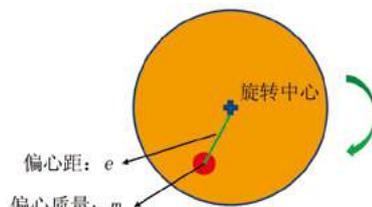


图2 旋转圆盘动不平衡示例

力为:

$$F_{\text{垂直}} = F \sin \omega t$$

该式表达的物理意义为:当风机受叶轮离心力作用时,其受力在垂直方向表现为是以叶轮转速为主的简谐波(正弦波),其振动频率固定为叶轮转频。当然如果在水平方向上测量,其结果亦然。

因此,当风机叶轮出现动不平衡故障时,其特征频谱应表现为风机转频振动能量突出,并伴有少量谐波。如图4所示。

但风机转频为风机特征频谱,即当风机运行时就会产生风机转频的振动能量。因此,要准确判断风机是否出现动不平衡故障,还需结合对振动值的监测。

在平时对风机运行状态进行监测时,应建立风机的振动趋势。如风机正常运行时,振动值在8 mm/s以下,则可将风机的报警值设定为12 mm/s,即超出正常值的50%。50%为参考值,具体可根据风机现场工况确定。如果风机运行过程中,风机转频振动能量突出,且振动值也超过了设定的报警值,则大概率风机叶轮出现动不平衡故障。应对叶轮进行检查、清洗,或根据现场情况制定检修计划。

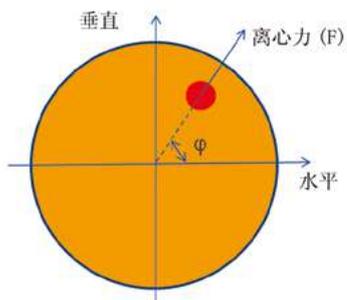


图3 风机叶轮离心力分解

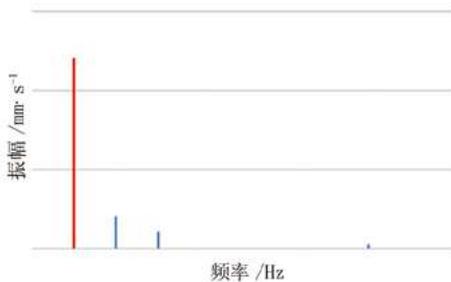


图4 叶轮动不平衡特征频谱

4 叶轮动不平衡故障现场实例分析

实例一:锅炉送风机叶轮动不平衡故障

笔者所在工厂自备电厂1#锅炉因生产安排,停炉一个月,一个月后1#锅炉开机。开机后,设备维护人员发现锅炉送风机振动明显异常,现场可感觉到送风机振动强烈。送风机结构示意图见图5。

停炉前,送风机运行一切正常,且停炉期间未对送风机进行任何检修操作或变动。因此对于送风机突然出现的异常振动,现场人员暂无法确定故障原因。

针对锅炉送风机出现的异常状况,笔者现场测量风机振动,其振动值最大为10.7 mm/s,超出正常值约一倍,振动水平明显超标。同时,频谱图中风机转频能量突出,如图6所示。

从频谱图分析,风机转频能量(图中红线所示)异常突出,其振幅超过10 mm/s,也就是说风机的振动能量绝大部分都集中在转频上。再结合对风机振动趋势的分析,初步判断风机叶轮出现动不平衡问题。

为进一步验证对风机叶轮动不平衡故障的判断,在工艺人员的协作下,将送风机转速由现场的1,340 r/

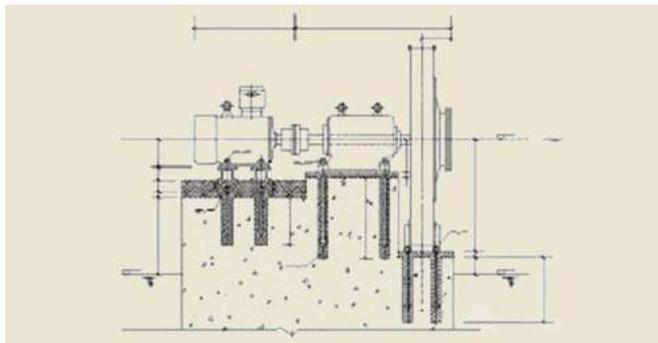


图5 送风机结构

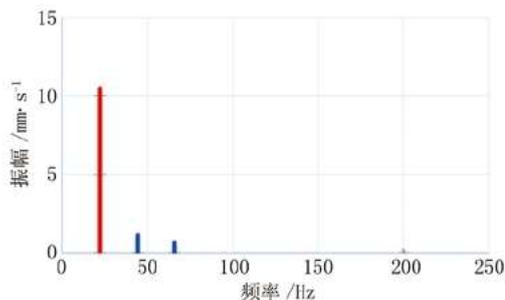


图6 送风机振动频谱图

min降至980 r/min,此时风机振动值从10.7 mm/s降为2.2 mm/s,下降非常明显。根据离心力计算公式 $F=me\omega^2$ 可知,离心力是与转速的平方成正比关系,因此当叶轮出现动不平衡故障时,其振动值对转速的变化非常敏感。

根据上述分析,最终判断送风机出现动不平衡故障,导致振动异常增大。建议车间尽量压低送风机转速,以控制振动水平。同时,利用停机时机检查叶轮,确认叶轮具体运行状况。

之后,现场人员在送风机停机时,检查发现叶轮背风面积灰严重,造成叶轮动不平衡。积灰的原因是锅炉停炉期间,在现场清扫中灰尘通过管道沉积在叶轮上,造成开机时送风机振动异常。

实例二:纸机干燥部真空风机动不平衡故障

笔者所在工厂某高速纸机设计车速1,500 m/min,生产产品为涂布纸,年产能20万t/a。在一次月度例行计划停机检修后开机,开机后不久巡检人员发现干燥部真空风机突然出现异常剧烈振动,现场风机轴承座甚至出现了肉眼可见的异常跳动现象,严重影响到风机的稳定运行。该风机为纸机关键设备,如果因故障停机,整个纸机也将停机。

该风机结构形式与图1所示风机相同,为皮带传动。在停机检修前,风机运行平稳,现场无任何异常现象。而且停机检修期间也未对风机进行任何检修工作。

为迅速判断风机故障原因,现场测量风机振动,其振动值达到42 mm/s,已远远超出正常许可范围。数据分析表明,频谱图中风机转频能量异常突出,如图7所示。

从频谱图中分析,风机转频的振幅达到37 mm/s,占其总振动能量的88%,是造成风机剧烈振动的主要原因。

从设备故障诊断理论上分析,当风机运行过程中出现故障,如轴承故障、传动皮带故障等,都会造成设备振动水

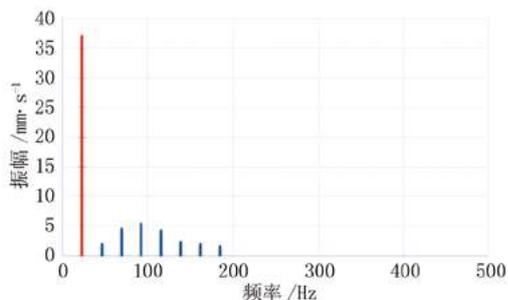


图7 真空风机振动频谱图

平的上升,但不同的故障类型所造成振动水平上升的幅度各不相同。

该真空风机正常运行时,振动值在10 mm/s以下,现振动值已达到42 mm/s,超出正常水平4倍多。对于风机而言,造成如此剧烈振动的原因通常有三种:共振、螺栓松动,以及叶轮动不平衡。

该风机为定频电机,转速恒定,如果是共振,在此前的运行过程就会表现出来,因此可以排除。对于螺栓松动,现场全面检查未发现螺栓有松动,可以排除。

结合对风机振动数据的详细分析,最终判断风机出现了严重的动不平衡问题,导致风机振动剧烈上升。

根据诊断结论,预计风机检修需8 h。但考虑纸机刚完成计划检修,如果再长时间停机将严重影响产量。最后,经综合评估决定暂不检修,监护运行。同时做好一切抢修前的准备工作,以应对随时可能发生的紧急检修情况。

监护期间,及时发现并处理地脚螺栓断裂故障4次。通过采取相应举措,该风机最终坚持到下次计划停机检修。

检修现场发现,风机导流板有一块掉落,卡在风机叶轮上,所以造成叶轮的严重动不平衡。如图8所示。

检修后,风机运行正常,振动水平恢复至许可范围内。



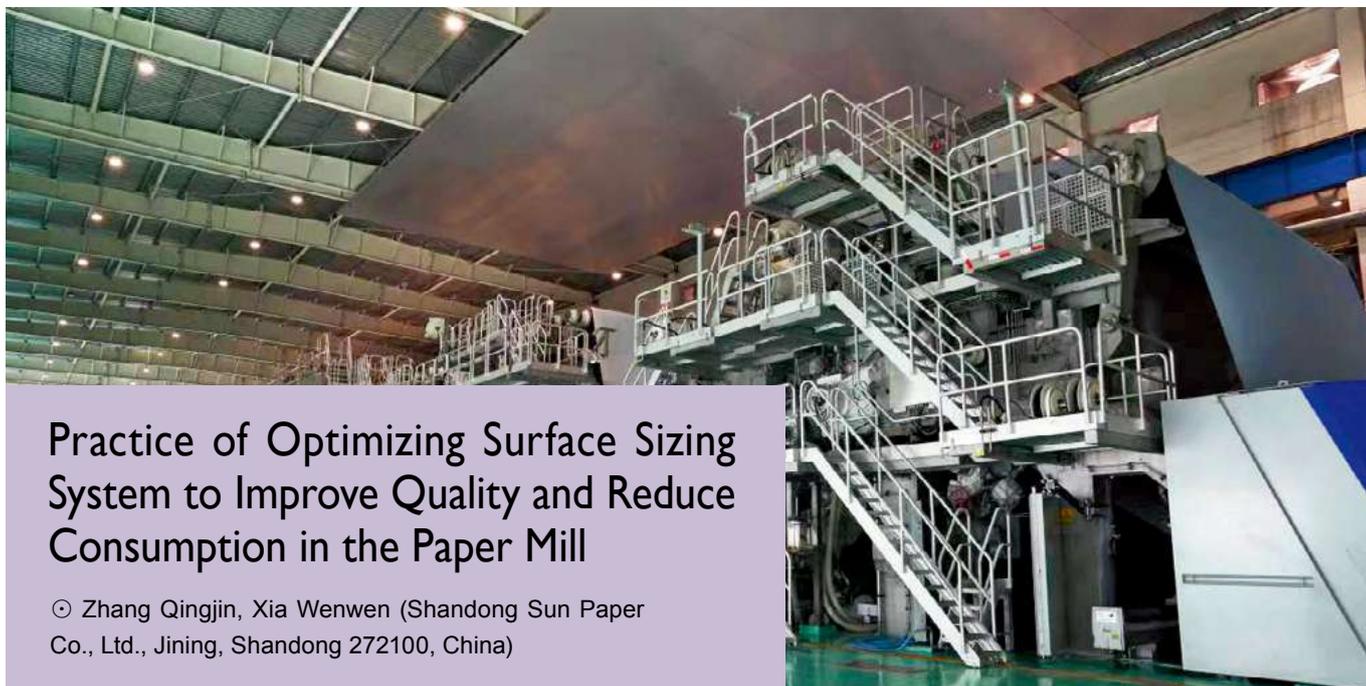
图8 风机导流板掉落

5 结束语

现场要准确判断风机是否出现动不平衡故障,其重点在于分析风机转频能量的上升是否是由动不平衡问题所引起。

因为风机转频是风机的特征频率,即使风机处于正常运行状态,也会存在有转频的振动能量。因此要准确判断风机动不平衡故障,需平时定期对风机运行状态进行监测,掌握风机正常运行时的振动区间。当风机运行异常时,可以通过数据的分析与对比,准确、有效地判断风机是否出现了动不平衡故障。

[收稿日期:2022-10-23]



Practice of Optimizing Surface Sizing System to Improve Quality and Reduce Consumption in the Paper Mill

© Zhang Qingjin, Xia Wenwen (Shandong Sun Paper Co., Ltd., Jining, Shandong 272100, China)

优化调整表面施胶系统提质降耗的实践

◎ 张庆进 夏雯雯（山东太阳纸业股份有限公司，山东兖州 272100）



张庆进 先生

助理工程师；主要从事生产车间胶版印刷纸的工艺质量技术研究及管理工作。

中图分类号：TS727*.5；TS753.9
文献标志码：B
文章编号：1007-9211(2023)06-0052-04

摘要：介绍了国内某大型造纸企业通过对表面施胶系统的优化探索，在提高产品质量的同时，降低了纤维成本，提高了计量棒的使用寿命，最终降低企业的生产成本。

关键词：表面施胶；表面强度；施胶机；施胶淀粉；生产成本

Abstract: This paper introduces how to optimize the surface sizing system in a large paper-making enterprise, while improving product quality, reducing fiber cost, increasing the service life of metering rods, and finally reducing the production cost of the enterprise.

Key words: surface sizing; surface strength; sizing machine; sizing starch; production cost

在很多造纸企业中，表面施胶已经成为标配，常用于改善印刷书写纸表面强度和印刷适性。施胶剂多选用淀粉^[1]。本文主要介绍了国内某大型造纸企业提高纸张表面施胶量的实践，通过对施胶机和施胶淀粉的优化，既提高了表面施胶量又减少了纸面的施胶条痕，保证产品质量。提高表面施胶量后纸张的表面强度是否有提高？针对此问题，在实验室内进行了模拟上机实验并对实验结果进行评估。

1 实验

1.1 材料及检测仪器

车间内正常生产时未和计量棒接触时的未施胶纸（针叶浆比例40%，阔叶浆比例50%，化机浆比例10%，原纸灰分25%）；集团自产的玉米酶转化淀粉（固含20%，黏度13 mPa·s，pH值6.98），蒸煮好的木薯淀粉（固含20%，黏度13 mPa·s，pH值6.98）。电动涂布机RK Print Coat Instruments Ltd公司的K303，表面强度检测仪器IGT为荷兰AIC2-5，超级压光机HT-500。

1.2 实验过程

两组淀粉在生产现场蒸煮后均放在70℃恒温水浴锅内进行保温；然后在原纸上进行施胶涂布，施胶后采取自然晾干的方式，并经过压光机进行压光处理，然后测试实验样品的表面强度。结果见表1。

实验数据说明：提高施胶量后纸张表面强度有大幅提高，而木薯淀粉的表面强度要高于玉米淀粉的，但是木薯淀粉的价格较玉米淀粉的要高；常用的IGT印刷表面强度测试一般能够正确反映纸张抵抗掉粉的能力^[1]。

2 施胶机生产现状

生产过程中一直存在提高施胶量后，施胶机容易串胶引起生产异常，施胶棒寿命严重缩短等问题。特别是近期，针叶浆和阔叶浆价格居高不下，生产车间成本

表1 施胶量与表面强度(表面强度： $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

施胶量/ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$	0	0.5	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
玉米淀粉	0.60	0.68	0.69	0.91	1.15	1.46	1.76	1.94	2.24
木薯淀粉	0.60	0.69	0.72	0.94	1.21	1.53	1.81	2.06	2.46

压力较大，提高表面施胶量不但有助于提高纸张印刷性能还能降低成本；但提高施胶量后生产又面临着以下问题。

(1) 计量棒使用后期，糊棒后导致纸面出现施胶条痕，影响产品质量。

(2) 计量棒糊棒后，为提高施胶量，只能降低棒压，但为确保施胶均匀性，计量棒棒压不能无限降低，到一定程度后，计量棒报废。

(3) 为提高施胶量，采用提高淀粉固含量的办法，更加剧了糊棒现象，导致恶性循环。

3 施胶机设备调整

3.1 计量棒距施胶辊之间的距离

根据图1所示施胶机的工作特点，在静止状态下，计量棒在施胶机梁上夹紧，但不加压，加压气胎卸载。计量棒距施胶辊之间的距离（图1中A值），无法用塞尺来测量。通过放大镜观察计量棒和施胶辊接触后，在施胶辊上留下印痕，见图2。

经过现场测试发现上下两辊计量棒和辊子之间都没有间隙，甚至是计量棒已经嵌进施胶辊辊面，辊子表

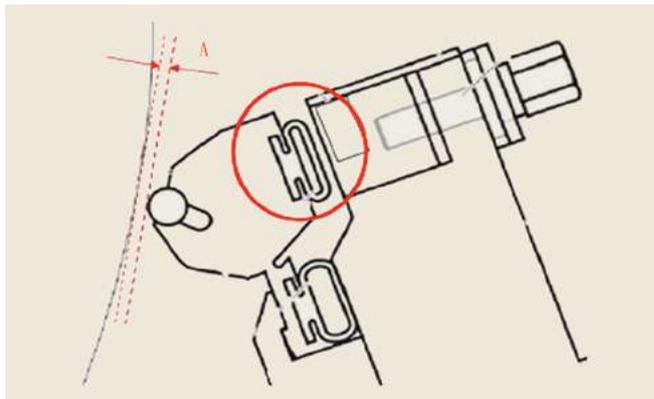


图1 计量棒距施胶辊之间的距离



图2 计量棒和施胶辊接触后，在施胶辊上留下的印痕

面已经被计量棒压出了印记,如图2所示。这还是在气胎没有加压的情况下,如果气胎再加压,总体压力会更大,这个印记会更深。这样的情况无论是对于计量棒还是对于施胶辊来说都是不利的,会加重彼此的磨损,降低使用寿命。

3.2 计量棒距施胶辊的间隙调节

图1中A值通过调整间隙手轮调大,调整幅度为:在气胎不加压的情况下,计量棒与施胶辊之间没有缝隙,即不加压时A值为零。理论上推断,计量棒和施胶辊的磨损应该减轻了。但是在实际的生产运行中又出现了新的问题,那就是纸面容易出现漏胶的情况。为了防止出现漏胶的情况发生,只能将上料泵的泵频开大,淀粉上料泵流量从1580 l/min提高到1980 l/min。

3.3 漏胶问题的处理

经过对施胶机构造的研究(图3),由于将A值调大后,B值(挡料板和施胶辊间隙)也会随之变大,从而导致淀粉回流增加。因腔体内的压力降低,从而出现涂布不匀,甚至漏胶等问题。为此,将施胶机挡料板更换为大一号的挡料板,由28 mm的更换成30.5 mm挡料板,漏胶问题得以解决。上料泵的流量也从1980 l/min降低到1580 l/min,恢复到正常水平。

4 施胶淀粉的调整

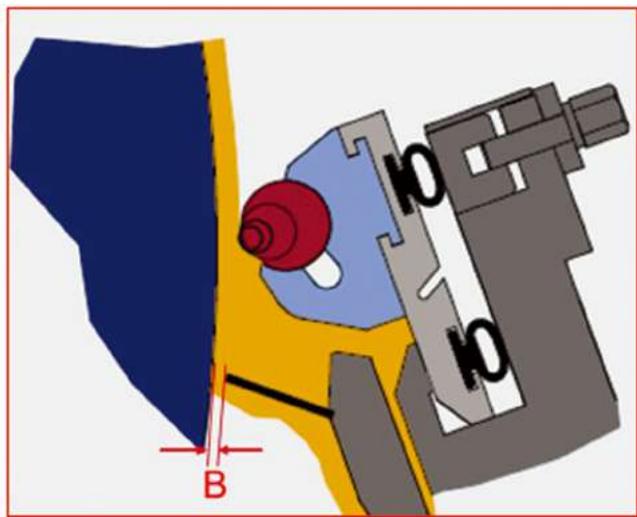


图3 挡料板与施胶辊间隙

提高施胶淀粉的施胶量,从淀粉层面来讲一是通过提高上料淀粉的黏度,从而增加淀粉的挂胶量;二是通过提高上料淀粉的固含量。即以高浓低黏的方式提高施胶量。

在蒸煮过程中淀粉需要不断地添加稀释水进行稀释,所以提高固含量可以通过减少在线稀释水的方法实现,并做了对比平行实验(表2)。

经过对三种表面胶的平行对比实验,结果如下:选用方案一的时候生产过程中的表现是施胶机容易上道子,导致施胶不匀,计量棒粘胶严重,导致施胶机串胶较厉害,影响纸张的施胶均匀性,导致纸张的强度和抗水性能波动增大^[4],计量棒棒压降低较快,计量棒使用寿命严重缩短。分析原因为黏度提高后,原淀粉糊化不均匀,导致糊棒更严重,虽然可以提高施胶量但严重影响了计量棒的使用寿命。

使用方案二的时候,施胶机串胶现象消失,纸张无漏胶的现象,计量棒的使用寿命从之前的3天提高到现在的7天,施胶量从之前的0.9 g/m²,提高到现在的1.6 g/m²。

两种淀粉蒸煮方案的不同点在于:方案二增加了 α -淀粉酶的使用量,从而制作了高浓度、低黏度的淀粉胶液^[5]。

在生产过程中特别要防止淀粉的老化,原淀粉糊化后容易产生老化现象,老化后的特征是黏度增加,成为不透明或油状,在热糊液中形成不可溶的一层膜,沉淀

表2 淀粉蒸煮方案

	正常生产数据	方案一	方案二
淀粉黏度/mPa·s	15~20	30~40	7~9
固含量/%	10~12	8~9	12~16

表3 实际生产中的施胶量与表面强度

编号	施胶量/ g·m ⁻²	表面强度/ m·s ⁻¹
1	0.9	1.10
2	1.1	1.40
3	1.3	1.50
4	1.6	2.10

或形成不可溶的微粒等。表面施胶用的淀粉在储存罐和上料罐上均用蒸汽加热方式进行保温,防止淀粉老化。

5 结语

经过上机的实际验证,分别取不同施胶量下的纸样测试表面强度,结果如表3。

提高施胶量后,纸张的表面强度提高了,掉粉现象较之前明显减少了。

备件消耗费用:目前车间用的计量棒为BTG公司提供的,费用为6,000元/根,按900 t/d产量计算,计量棒寿命从3天提高至7天后,折合的费用节降为2.54元/t纸。

纤维成本节降:以70 g/m²双胶纸为例,每提高1 g/m²施胶量,节约纤维约14 kg,表面施胶淀粉的成本为1,540元/t(38%固含),针叶浆7,200元/t,阔叶浆

6,300元/t,自制浆4,000元/t,总计成本节降约为39元/t纸。☞

参考文献

- [1] 李洒,臧永华,许英,等.铜版纸和涂布白卡纸平版胶印印刷质量的影响因素[J].中国造纸,2011,30(6):64-68.
- [2] 齐云涸,张杨,丁雪峰.酶转化淀粉在无碳复写纸原纸中的应用[J].中国造纸,2017,36(4):71-74.
- [3] 杜伟尼.表面施胶淀粉的酶改性[J].造纸化学品,2009,21(6):53.
- [4] 陈宝华.施胶用酶转化淀粉连续蒸煮的应用[J].中华纸业,2013,34(16):68.
- [5] 冯桂平,田中粟,李翠. α -淀粉酶在轻型纸表面施胶中的应用[J].中华纸业,2012,33(4):76-77.

[收稿日期:2022-10-19]



“微”观“大”纸业!

中华纸业杂志社创办并独立运营微信公众号“中华纸业传媒(cppinet)”、“浆纸技术(pulp-paper)”以及新浪微博(<http://weibo.com/cppi>),均已通过官方认证,欢迎您关注加入。

◎“中华纸业传媒”微信公众号报道内容侧重企业资讯、市场行情、项目建设等。该平台已经成为国内制浆造纸行业最具有影响力的新媒体平台之一,关注人数超过50000人,日均图文阅读人次近5000次,是您获取最新行业资讯的最佳选择。

◎“浆纸技术”微信公众号专注于制浆造纸行业技术的交流互动和信息共享,促进行业学术交流、技术推广和创新发展,是企业进行产品推广、打造公司品牌的首选合作伙伴。



官方微博
搜索新浪微博账号:
“中华纸业杂志社”

官方微信
通讯录—公众号—订阅号
查找账号:
“中华纸业传媒”、“浆纸技术”
搜索微信号: cppinet、pulp-paper





中华纸业杂志社新媒体部 电话: 0531-88935343, E-mail: cppinet@cppi.cn, QQ: 85741812, 3541521618

Synthesis of High Molecular Weight Amphoteric Polyacrylamide and Its Application in Improving the Paper Property

⊙ Zhang Xindong, Xuan Shaoyun (Suzhou Pchem New Energy Technology Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215011, China)

高分子量两性聚丙烯酰胺的合成及其在纸张增强中的应用

⊙ 张新东 轩少云 (苏州派凯姆新能源科技有限公司, 江苏苏州 215011)



张新东 先生

工程师, 总经理; 负责企业全面工作, 研究方向为造纸化学品的研发、生产和应用。获得7项专利授权, 领导组建了省级造纸用精细化学品工程技术企业研究中心, 在《中华纸业》、《造纸化学品》等刊物发表论文数篇, 苏州市专利奖二等奖获得者。

中图分类号: TS727⁺.2

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)06-0056-03

摘要: 以丙烯酰胺 (Am) 为主要单体, 甲基丙烯酰氧乙基二甲基苄基氯化铵 (DML) 为阳离子单体, 衣康酸 (IA) 为阴离子单体, 异丙基丙烯酰胺 (NIPAm) 为结构单体, 采用苯乙烯磺酸钠为链转移剂, 选用过硫酸钾为引发剂, 通过全新的聚合工艺, 合成了高分子量、低黏度的两性聚丙烯酰胺。通过 FT-IR、GPC 等分析手段, 达到聚合物的预期设定结构, 质均分子量 (M_w) 达到 450 万。用国内某废纸浆进行抄片试验, 纸张的耐破强度得到大幅提升。

关键词: 两性聚丙烯酰胺; 高分子量; 耐破强度; 废纸浆

Abstract: In this paper, acrylamide (AM) was used as the main monomer, methacryloyloxyethyl dimethyl benzyl ammonium chloride (DML) as the cationic monomer, itaconic acid (IA) as the anionic monomer, isopropylacrylamide (NIPAM) as structural monomer, sodium styrene sulfonate as chain transfer agent and potassium persulfate as initiator, a high molecular weight, low viscosity amphoteric polyacrylamide was synthesized. By means of FT-IR, GPC and other analytical methods, the structure of the polymer was in accordance with the expected setting, and the molecular weight of the polymer was 4.5 million. Using recovered paper pulp as raw material, the bursting strength of the paper was greatly increased.

Keywords: amphoteric acrylamide; high molecular weight; breaking strength; recovered paper pulp

随着人们对环境问题的重视,清洁无污染生产成为生产企业追求的目标,要实现这一目标,坚持资源的可回收利用是一条比较理想的途径。在造纸工业生产中,废纸的回收利用早已不是新鲜话题,但是二次纤维留着率低、成纸强度差等缺陷,给造纸行业带来极大的挑战。为了克服这一难题,相关领域的人员进行了不懈的努力和辛苦的研究,用于纸张增强的化学品也是层出不穷。在这一类产品中,丙烯酰胺类聚合物由于其兼具助留、助滤和增强等多方面的特殊性能,成为研究人员关注和研发的重点。

近年来,随着造纸技术的快速发展,抄纸湿部系统由酸性向中碱性转变,纸机的车速不断提升,造纸白水封闭循环使用,国内废纸原料回收利用占比日益增大等一系列因素的影响,在抄纸生产中出现了滤水慢、细小纤维留着率低、成纸强度差等诸多问题。目前,普通的聚丙烯酰胺类增强剂已经无法很好地解决上述问题,因此开发一种新型的造纸增强剂成为造纸行业的迫切需要^[1-3]。

为此,笔者在大量纸厂生产调研的基础上,经过不断探索,研究发现要解决好因抄纸条件改变而引起的传统聚丙烯酰胺不能够适应变化的缺点,必须要克服传统增强剂存在的两个方面的问题:一是传统增强剂在中碱性条件下容易水解,聚阳离子离解度降低,对纤维的吸附附着性下降,对纸张的增强效果降低;二是聚丙烯酰胺类增强剂对纸张增强机理是酰胺键与纤维上的羟基形成氢键,传统聚丙烯酰胺类增强剂分子量偏低,分子链上与纸张能形成氢键的结合点较少,从而增强效果不足。鉴于以上分析得出:要在传统聚丙烯酰胺类聚合物的基础上进一步提高增强效果,就要着手解决上述两方面的问题,一是提高丙烯酰胺类聚合物的阳离子电荷密度,并采用抗水解的可聚合的阳离子单体;二是提高聚丙烯酰胺类聚合物的分子量,增加分子链上与纸张能形成氢键的结合点。

在此基础上,本实验以丙烯酰胺(Am)、甲基丙烯酰氧乙基二甲基苄基氯化铵(DML)、衣康酸(IA)、异丙基丙烯酰胺(NIPAm)、对苯乙烯磺酸钠为原料,过硫酸钾为引发剂,成功制备了高分子量两性聚丙烯酰胺,通过FT-IR、GPC等分析表征,用合成的聚合物进行抄片,结果显示合成的聚合物能大幅度提高瓦楞原纸的耐破强度。

1 实验部分

1.1 高分子两性聚丙烯酰胺的合成

1.1.1 原料

丙烯酰胺,江苏富淼科技有限公司;甲基丙烯酰氧乙基二甲基苄基氯化铵(75%水溶液),实验室自制;异丙基丙烯酰胺,上海祁安化工有限公司;衣康酸,浙江国光生化股份有限公司;对苯乙烯磺酸钠,郑州尚隆化工产品有限公司;过硫酸钾,吴江市三源精细化工有限公司。

1.1.2 合成

在配置有温度计、回流冷凝管、电动搅拌器和吹氮设备的四口烧瓶中,加入部分丙烯酰胺、甲基丙烯酰氧乙基二甲基苄基氯化铵、异丙基丙烯酰胺、对苯乙烯磺酸钠,水浴升温,当温度达到80℃时,加入适量的引发剂过硫酸钾,并控制聚合反应温度在92~95℃,过20 min后,滴加另外一部分单体:丙烯酰胺、衣康酸、对苯乙烯磺酸钠、水溶解的过硫酸钾,保证15 min滴加完成。滴加完成后隔一段时间取样测试黏度,当黏度达到3,000~15,000 cps时(25℃, Brookfield黏度计),加入亚硫酸钠、稀释水终止反应,得到固含量20%的高分子量两性聚丙烯酰胺。

1.2 应用实验

1.2.1 实验原料

浆料:取自浙江某厂的废旧箱纸板芯层浆;质量分数为30%的硫酸铝;高分子两性聚丙烯酰胺;抄片用水:取自浙江某厂的网下白水,电导率为7 S/cm。

1.2.2 抄片方法

预先配制好一定浓度的浆料,纸片定量为110 g/m²,将浆料通过搅拌分散,依次加入一定量的硫酸铝、高分子两性聚丙烯酰胺,搅拌30 s,转移至方形成形器内,待水滤干,放入105℃的压榨烘缸,将干燥的纸片放入恒温平衡24 h,待测试。

1.2.3 分析测试

德国BRUKER公司的VECTOR 22傅里叶变换红外光谱测定仪;高分子两性聚丙烯酰胺的分子量采用GPC(凝胶色谱渗透分析仪);纸片物理性能测试采用纸张耐破度测试仪。

2 结果与分析

2.1 FT-IR结构表征

从图1看出:在 $1,050\text{ cm}^{-1}$ 处为甲基丙烯酰氧乙基二甲基苄基氯化铵 $\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ 的特征吸收峰, $3,150\text{ cm}^{-1}$ 处为丙烯酰胺上的 $-\text{NH}_2$ 的特征吸收峰, $1,400\text{ cm}^{-1}$ 处为苯环上 $\text{C}=\text{C}$ 不饱和键的伸缩振动吸收峰, $1,200\text{ cm}^{-1}$ 处为 SO_3^{2-}

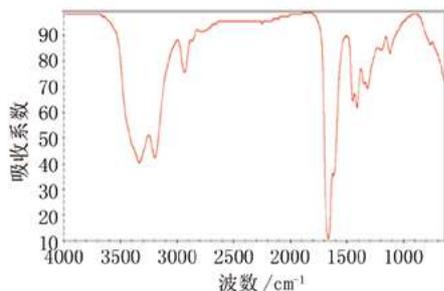


图1 高分子量两性聚丙烯酰胺的FT-IR结构分析

表1 GPC样品分子量测试

样品编号	Mn/万	Mw/万	PDI
1	100	350	3.5
2	102	420	4.1
3	90	450	5.0

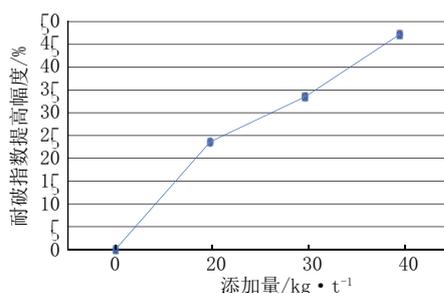


图2 自制样品添加量与耐破指数增幅的关系

表2 高分子量两性丙烯酰胺对纸张的耐破增强效果

样品用量/ $\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$	定量/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	耐破度/ kPa	耐破指数/ $\text{kPa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$	平均耐破指数/ $\text{kPa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$
0	113	240	2.12	2.12
20	118.2	312	2.64	2.62
	119.4	310	2.60	
30	120.3	337	2.80	2.83
	119.7	341	2.85	
40	120.3	378	3.14	3.12
	121.8	378	3.1	

的特征吸收峰。通过以上分析得出,合成的高分子量聚合物符合预期结构。

2.2 GPC测量数据

从表1检测结果可以得到:合成的两性聚丙烯酰胺分子量高,分子量分布狭窄。

2.3 在纸张增强中的应用评估

从表2、图2看出,废纸浆中加入自制高分子量两性聚丙烯酰胺后,耐破指数得到大幅度提高。对比无添加样品,在 20 kg/t 、 30 kg/t 和 40 kg/t 用量下,随着用量的增加,耐破指数不断提高,增强幅度分别达到了23.6%、33.5%和47.2%,该自制样品对纸张的耐破增强效果显著。在较低用量下,就可以达到纸张实际生产中的耐破强度需求。

分析其增强效果,可以得出如下结论:采用在高pH值条件下不易降解的甲基丙烯酰氧乙基二甲基苄基氯化铵作为阳离子聚合单体,可以适应在中碱性抄纸条件下保持较高的离解度,聚合物可以很好地定着在纸张纤维上。两性聚丙烯酰胺分子量高,可以提供更多的与纤维上的羟基形成氢键的结合点,这就是自制的两性聚丙烯酰胺能够发挥优异增强性能的原因。

3 结论

(1)自制的高分子量两性聚丙烯酰胺,通过FT-IR分析,达到了预期的结构;进一步通过凝胶色谱分析仪GPC分析,产物分子量大、分子量分布狭窄。

(2)自制的高分子量两性聚丙烯酰胺对废纸浆的耐破强度提升显著,完全能够满足目前造纸厂的生产要求,在白水封闭循环和高电导率的系统条件下,依然能够取得良好的应用效果。

参考文献

- [1] 李想,万金全,杨艳.新型两性再生纸增强剂的合成及增强机理[J].造纸科学与技术,2014,33(3):37-38.
- [2] 李相,王贵珠,高丽华.一种适用于白板纸抄造的聚丙烯酰胺干增强剂[J].造纸化学品,2016,28(4):15-19.
- [3] 铃木洋,茨木英夫.新型高支化PAm增强剂[J].中华纸业,2014,35(2):6-9.

[收稿日期:2022-12-09(修改稿)]

Application of Electromagnetic Levitation Technology in the Fourdrinier Fine Paper Machine

◎ Li Yi¹, Zhao Xuhui², Sha Honglei², Chen Weijie¹, Ji Zhenhua¹ (1.MCC Paper Yinhe Co., Ltd., Linqing 252600, Shandong, China; 2.Esurging (Tianjin) Technology Co., Ltd., Tianjin 300450, China)

磁悬浮技术在长网文化纸机的应用

◎ 黎轶¹ 赵旭辉² 沙宏磊² 陈卫杰¹ 冀振华¹

(1.中冶纸业银河有限公司, 山东临清 252600; 2.亿昇(天津)科技有限公司, 天津 300450)



黎轶 先生

工程师; 主要从事制浆造纸管理工作。

中图分类号: TS734⁺.4

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)06-0059-03

摘要: 磁悬浮技术(Electromagnetic levitation, Electromagnetic suspension)简称EML技术或EMS技术,是采用磁力的作用克服物体的重力使物体悬浮的一种新兴技术。磁悬浮轴承是将磁悬浮技术应用最广泛的一种形式,本文介绍了基于磁悬浮技术的磁悬浮透平真空泵应用于长网文化纸机的使用效果。

关键词: 磁悬浮轴承; 永磁电机; 长网文化纸机; 真空泵

Abstract: Electromagnetic levitation technology (EML) is an emerging technology that uses magnetic force to overcome the gravity of the object to suspend the object. Magnetic bearing is the most widely used form of EML technology. This paper introduces the effect of EML turbine vacuum pump in fourdrinier fine paper machine.

Key words: magnetic bearing; permanent-magnet machine; fourdrinier fine paper machine; vacuum pump

在造纸行业中,纸机湿部的脱水动力一般使用的真空设备是水环式,但是水环真空泵耗能较高、效率偏低,透平真空泵在近年替代水环式真空泵已经得到广泛的应用,而基于磁悬浮技术的磁悬浮透平真空泵的多变效率高达84%,整机效率77%以上,节能效果显著,是透平真空泵的最新技术,并且兼具余热回收和节水特点,可以显著降低生产能耗,节能减排。

1 磁悬浮轴承技术

磁悬浮轴承技术是利用磁力使电机中的转子能够悬浮于定子中心,从而让转子不需要机械支撑的一种电磁装置技术。英国数学家Earnshaw从理论上证明了单纯依靠永磁不能实现静态下的全悬浮,因而采用主动控制方法的主动磁悬浮轴承(Active magnetic bearing)是工业领域应用的主要悬浮形式^[1]。

磁悬浮轴承又称电磁轴承,电磁轴承在垂直方向上受力的作用。具有铁磁性的转子在上下两个方向上的电磁铁吸引力的作用下,其两个方向的合力恰好和重力相等,能够相互平衡,让转子处于悬浮状态。当有一个外界的干扰力能够使转子偏离正常悬浮的中心位置时,检测转子的相对于平衡点的位移可以使用非接触式的高灵敏度传感器,传感器产生的电信号经信号的调理和A/D的采样转换之后可以作为输入量送到控制器系统中;磁悬浮控制器中的高速运算处理单元可以根据系统中的控制逻辑算法在经过运算产生需要的实时控制信号;控制信号在通过D/A输出单元并且经过功率放大器模块实时调整在电磁线圈中的控制电流,使电磁铁上能够产生抵消外界干扰、并保持转子稳定的不接触的电磁力,将转子从

已经偏离的位置重新拉回中心的平衡位置,达到能够稳定地使电机转子悬浮并正常旋转的目的。结构如图1。

1.1 磁悬浮透平真空泵原理

磁悬浮透平真空泵(以下简称真空泵)是一种采用磁悬浮轴承技术的新兴透平设备。真空泵的主要结构是在电机转子的延伸端直接安装真空泵叶轮,电机内集成有主动式磁性轴承,控制系统内包含磁悬浮轴承控制器使转子垂直地悬浮。省却了增速器和联轴器等连接设备,就能够实现高速电机的直接驱动,然后由高频变频器来调节电机转速的单级高速透平真空泵。该类真空泵在设计时的理念为一体式设计,其永磁高速电机、磁悬浮轴承控制系统、电机冷却系统、气体控制及保护系统等均采用一体设计和集成。结构如图2。

高效节能磁悬浮透平真空泵通过在电机的主轴两端作用磁场使转子悬浮,从而实现无摩擦、无润滑、高转速。转速大幅度提升的同时,可以省去传统的齿轮箱及传动连接,实现叶轮与电机直连,实现高效率、高精度、全程可控等特点。

磁悬浮轴承技术从根本上解决了传统轴承易损坏、转速低等问题,有效改善了透平真空泵的产品性能,实现精确控制、无摩擦、高效率、免维护等特点;高速永磁电机在转子上镶嵌永磁体,在电机的定子绕组中通入常规的三相电流来形成旋转磁场进而带动转子进行旋转,再通过变频器来控制转速。相比使用电励磁的同步电机和异步电机的最大优点在于:转子没有导条,不需要采用硅钢片,因此具有极为简单和结实的转子结构,高速性能优异,同时永磁电机转子损耗非常小,具有高效率优势。

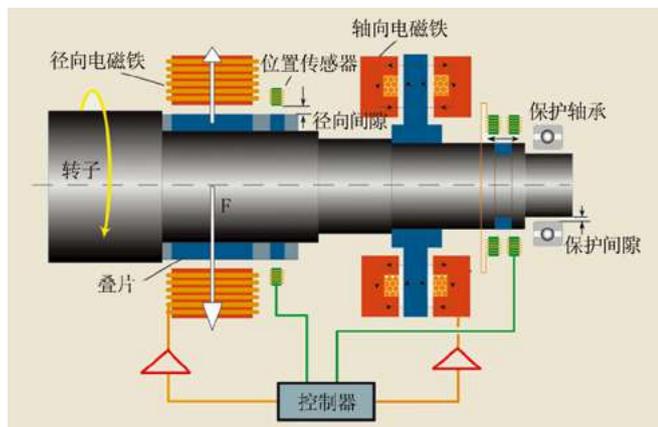


图1 磁悬浮轴承结构

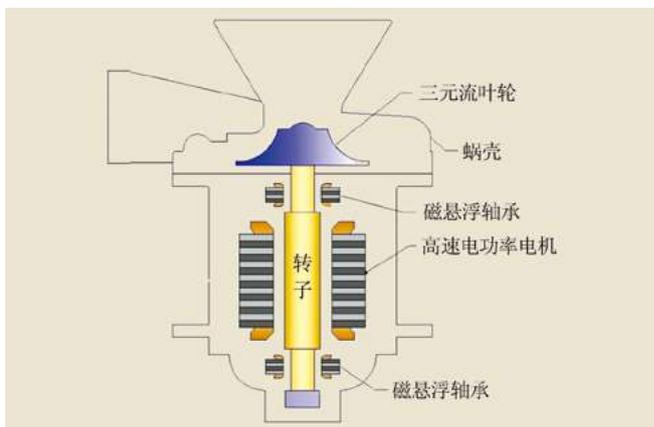


图2 磁悬浮透平真空泵结构

应用三元流技术设计的透平真空泵是利用高速旋转的三元流叶轮将气体进行加速,然后在真空泵蜗壳内再进行减速、改变气体流向,使叶轮动能转换成气体压力能,叶轮在旋转时产生离心力,使空气能够从叶轮中甩出,从出风口排出。叶轮中的空气被连续地排出后,产生真空负压,抽吸真空工艺点的气体,达到真空的状态。相比传统水环真空泵节能30%~70%,相比多级透平真空泵节能20%以上,相比单级高速透平真空泵节能10%~15%。

2 应用案例

中冶纸业银河有限公司前身为临清银河纸业有限责任公司,系国有大型制浆造纸企业,拥有5280 mm、4400 mm、3600 mm、3300 mm、2640 mm等不同型号纸机多台,年产机制纸能力80万t。

为响应国家的节能减排号召和双碳政策,提高纸机运行性能,山东中冶银河5280纸机对纸机真空系统进行改造。此次改造使用的是3台亿昇磁悬浮透平真空

泵,含2台EV400和1台EV600型号磁悬浮透平真空泵,替换掉原来运行的7台水环真空泵系统。5280 mm纸机为长网文化纸机,生产厂家为维美德(中国)有限公司,设计车速1,400 m/min,纸张定量50~140 g/m²;改造前压榨部及网部真空系统运行7台水环真空泵,配套电机功率为2,095 kW(表1),实际运行功率1,929 kW。

改造后利用磁悬浮透平真空泵替代现运行的7台水环真空泵,在满足现有生产脱水能力工况下实现节电及方便操作维护改造目的。利用磁悬浮透平真空泵替换后,对应真空工艺点如表2。

此项目于2022年10月完成,原7台水环泵装机功率2,095 kW,实际运行功率1,929 kW,在相同的运行工况下,改造后三台透平机实际总运行功率993 kW左右,实际节能率达到48.5%。

3 结论

透平真空泵相比传统水环真空泵已经有了显著的节能效果,并且省去了水环真空泵对水的消耗。但是碍于传统轴承技术,其机械损耗以及润滑系统的维护保养仍然比较繁琐。磁悬浮透平真空泵采用磁悬浮轴承技术,彻底消除摩擦,无需润滑,高速高效,相比传统水环真空泵节电率可达40%~70%。一方面可以降低我国造纸行业运行成本,带动产业发展;另一方面,可以有效推动我国节能环保事业发展,以上文估算的造纸真空部分年耗能1,360万t标煤、以节能率50%为计算基准,如果在全国范围进行替代,我国造纸行业每年可节省能耗680万t标煤。

磁悬浮透平真空泵属于最新形式的透平真空泵,由于采用先进的变频调速、磁悬浮轴承等技术,取消了传统透平真空泵的齿轮增速组件及润滑系统,满足造纸厂对真空系统节能、环保、稳定、调节范围广泛、低噪声、低振动及安装维护方便等要求,是透平真空泵行业的发展趋势。☑

参考文献

[1] 蒋启龙.电磁轴承及其应用研究综述[J].重庆大学学报,2004,27(7).

表1 水环真空泵系统额定功率

序号	额定功率/ kW
1 [#] 真空泵	400
4 [#] 真空泵	280
5 [#] 真空泵	280
6 [#] 真空泵	250
7 [#] 真空泵	355
8 [#] 真空泵	280
9 [#] 真空泵	250
合计	2095

表2 替换为磁悬浮透平真空泵后各真空点位的真空度

真空部位	现场真空度/ kPa	透平真空泵 序号
伏辊2 [#] 真空室	-60	EV600-D
吸移辊1 [#] 真空室	-65	
毛布真空辊	-60	
吸移辊2 [#] 真空室	-45~-55	EV400
2 [#] 转移真空辊	-35~-45	
1 [#] 转移真空辊	-45	
吸移毛布吸水箱	-25~-60	EV400
一压下毛布	-15~-45	
二压上毛布	-15~-45	

[收稿日期:2023-01-31(修改稿)]

Comparison and Analysis on New and Old Standards of *GB/T 28004.2 Disposable Diapers—Part 2: Disposable Diapers for Adult*

◎ Gao Shuai, Chang Sheng, Pang Fangli, Ge Xiaohua, Guo Ailian
(Tianfang Standard Testing & Certification Co., Ltd., Tianjin 300308, China)

GB/T 28004.2《纸尿裤 第2部分：成人纸尿裤》 新旧标准比对浅析

◎ 高帅 常生 庞方丽 葛晓华 郭爱莲
(天纺标检测认证股份有限公司, 天津 300308)



高帅 先生

工程师; 从事纸制品、箱包、皮革、防护用品检测研究。

中图分类号: TS77
文献标志码: A
文章编号: 1007-9211(2023)06-0062-04

摘要: 简要分析了GB/T 28004.2-2021《纸尿裤 第2部分：成人纸尿裤》标准的主要修订内容, 通过与原有标准的内容对比, 对于将要实施的标准进行了讲解, 并总结了相应的建议, 以达到更好地认知与使用。

关键词: 成人纸尿裤; 质量; 标准; 差异

Abstract: This paper briefly analyzes the main revision content of *GB/T 28004.2-2021 Disposable diapers—Part 2: Disposable Diapers for Adult*. By comparing the content with the original standard, it explains the standard to be implemented, and summarizes the corresponding suggestions, so as to make it achieve better recognition.

Key words: disposable diapers for adult; quality; standards; difference

纸尿裤等产品已经从最初只为婴幼儿人群使用发展到成人的纸尿裤、纸尿垫。2011版国家标准适用人群较为宽泛且不够严谨详细,所以全国纸标委对2011版纸尿裤标准进行了修改,形成了婴儿和成人使用产品的2个标准。成人纸尿裤标准2022年4月1日起正式实施,本文对其进行简要解读。

1 名称及范围

标准名称由婴幼儿纸尿裤^[1]变为成人纸尿裤,适用范围为由外包覆材料、内置吸收层、防漏底膜等制成一次性使用的成人纸尿裤、纸尿片和纸尿垫(护理垫)^[2]。

2 规范性引用文件

由于新增加了部分要求及测试项目,因此根据重新设定的考核指标修改了相应的引用标准。一方面新标准增加了对无尘纸和吸水衬纸原材料的要求并更新了对高吸收性树脂的要求,增加了相应的测试标准;2021版标准增加了对于纸尿裤规格与尺寸和甲醛含量的考核,分析实验室用水要求和非织造布吸收性测试标准的引用;由于试验耗材及原材料要求的变化,新标准不再引用GB/T 1914《化学分析滤纸》和GB/T 22905《纸尿裤高吸收性树脂》两个标准^[5]。

3 术语

术语中去掉了“滑渗量”,新增了“吸收速度”和“面层附着物”以及“杂质”。

4 产品分类

与2011版标准相比,2021版标准增加了按使用者对于产品的依赖性的分类,分为轻度失禁、中度和重度失禁者使用纸尿裤;按产品使用方式分类,分为裤型和腰贴型产品,增加了加大号;需要注意的是,因为轻度失禁用成人纸尿裤比较特殊,所以可以自定规格。

5 技术要求和试验方法

2021版标准分为轻度、中度和重度失禁用产品,其中轻度失禁用产品删

除了渗透性能、全长偏差和全宽偏差,增加了面层附着物、杂质、吸收倍率、甲醛含量和可迁移性荧光性物质;中度和重度失禁用产品增加了饱和吸收量等要求,需要注意的是,无论哪种类型的成人纸尿裤,只要执行GB/T 28004.2-2021则必须符合该标准的技术指标。

5.1 删除了“全长偏差”和“全宽偏差”考核指标

随着生产企业加工水平以及机器精密度的提高,纸尿裤产品生产的一致性和重现性已经得到了极大的提高,再控制纸尿裤的偏差已经没有太大的必要。

5.2 中度和重度失禁产品“渗透性能”要求

产品的渗透性能是对穿戴者在使用过程中产品材料对于体液吸收效果的反映,如果产品使用的材料性能不佳,大量体液接触身体容易感觉不适并产生大量细菌,对皮肤造成损害。渗透性能中滑渗量测试过程中由于出液口方向以及样品摆放平整度等问题很容易造成侧漏的现象,回渗量和渗漏量在测试过程中由于测试溶液达到样品表面的位置、测试溶液的扩散方向与范围的不同以及最后加压块摆放的位置都会对试验结果产生很大的影响。测试结果受人为因素影响极大,不能很全面准确地反映产品的真实性能。新的检测方法操作简便、准确度高、重现性好、更接近于产品的实际使用状态且受人为操作影响小。另外修改试验的取液量,与2011版成人纸尿裤150 ml,纸尿片100 ml相比,2021版纸尿裤中度产品为100 ml,重度产品为150 ml;纸尿片中度产品为70 ml,重度产品为100 ml。新标准对于轻度失禁用成人纸尿裤、纸尿片产品未做渗透性能要求。新旧标准对于“渗透性能”考核指标要求对比详见表1。

5.3 增加了“面层附着物”考核指标

产品制造水平不统一容易造成高吸收性树脂、面层

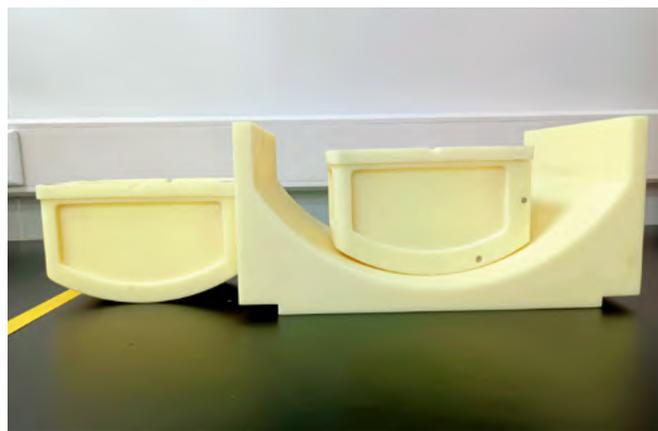
表1 新旧标准“渗透性能”对比

项目	2011版标准		2021版标准			轻度失禁用产品
	成人纸尿裤、纸尿片	纸尿垫(护理垫)	成人纸尿裤	成人纸尿裤	成人纸尿裤(护理垫)	
吸收速度						无
第一吸收速度/s	-	-	≤50	≤50		渗
第二吸收速度/s	-	-	≤100	≤100		出
滑渗量/mL	≤30	无渗	-	-		,
回渗量/g	≤20.0	出,无	中度≤30.0	中度≤30.0		无
		渗漏	重度≤40.0	重度≤40.0		渗
渗漏量/g	≤0.5		≤1.0	-		漏

不符合要求,导致产品中渗出高吸收性树脂,其中残留的丙烯酸对人体会产生很大的伤害,产品与人体直接接触的部位皮肤造成灼伤、甚至烧伤。因此,21版标准对于该指标的要求为轻度失禁用产品“≤5颗/片”,中度和重度失禁用产品“≤10颗/片”,对产品面层材料进行严格要求可以很大程度上有效地督促生产企业生产出合格的产品。

5.4 增加了“杂质”考核指标

成人纸尿裤是回收原料使用的重灾区,不法商家回收纸尿裤,再经粉碎处理回收其中的SAP和绒毛浆,给纸尿裤使用者的身体健康带来严重的危害。因为纸尿裤粉碎后,部分有颜色的残留底膜、腰贴等很可能残留在SAP和绒毛浆中。我国也明令禁止卫生用品使用废弃的原材料,所以21版标



成人夹具



表2 安全指标要求

名称	要求
“甲醛”限量/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	≤75
“可迁移性荧光物质”限量	无

表3 新旧标准“原材料”要求对比

原材料	11版标准	21版标准
绒毛浆	应符合GB/T 21331的规定	应符合GB/T 21331的规定
高吸收性树脂	应符合GB/T 22905的规定	应符合GB/T 22875的规定
回收原料	不应使用	—
无尘纸	—	应符合GB/T 24292的规定
吸水衬纸	—	应符合QB/T 4508的规定
可降解材料	—	应符合GB/T 39951的规定

准增加了对于杂质的考核指标,21版标准规定 $3.0\text{ mm}^2\sim 5.0\text{ mm}^2$ 的范围内杂质“≤2个/片”, $>5\text{ mm}^2$ 的范围内不应该存在杂质。这样也很大程度上制止了生产企业在生产过程中使用废弃原料的可能性,给使用者的安全提供了保证。

5.5 轻度失禁产品增加了“吸收倍率”考核指标

由于轻度失禁患者依赖纸尿裤的程度相对较低,但是对于产品的吸收能力也有一定的要求。因此21版标准根据产品的应用情况对于产品的吸液能力提出了要求。

5.6 中度和重度失禁产品增加了“饱和吸收量”考核指标

由于中度和重度失禁患者依赖纸尿裤的程度很高,并且对其性能的要求也很高,中度和重度失禁人群存在长期卧床而又很有可能对其使用纸尿裤等产品不能及时更换的情况。因此21版标准根据产品的实际使用情况对于产品的极限吸液能力增加了考核要求。

5.7 “交货水分”

因为不同地区不同季节湿度相差很大,所以只在部分检验产品提出要求。

5.8 增加了“甲醛含量”和“可迁移性荧光性物质”的考核指标

甲醛对身体的损害主要表现为过敏、刺激、致敏等,打开纸尿裤包装时会有呛鼻子、刺眼睛的身体感受,而导致这种情况出现是由于产品中含甲醛、苯及挥发性有机物等。有害物质主要是由劣质胶黏剂产生的,面层与衬纸、衬纸与防渗膜均用胶黏合,有的还会使用尿显胶。作为私密处一次性护理用品,如果使用劣质胶黏剂,

会对纸尿裤使用者的身体带来伤害。

荧光增白剂含有苯、萘等基团，若纸尿裤中含有荧光增白剂，在使用过程中荧光增白剂直接接触到人体皮肤上且不易清除，很容易被人体消化系统黏膜组织吸收且不易被分解，存在致癌风险^[3]。在纸尿裤的生产过程中，出于以下两个原因，生产企业可能存在使用荧光增白剂的可能性：一是为提高纸尿裤的感官亮度，满足消费者的消费心理，因纸尿裤的亮度与荧光增白剂存在一定相关性；二是部分中小企业出于成本考量，违规使用二次原料生产纸尿裤产品，而回收原料存在杂质和白度低等情况。因此，从降低产品使用风险、保护使用者的健康角度出发，有必要对可迁移荧光性物质进行限制。因此21版新标准对于甲醛含量和可迁移性荧光性物质安全指标进行了规定，详见表2。

5.9 修改了“原材料”要求

21版标准在杂质和可迁移性荧光性物质中考核控制使用回收材料。表3给出了对比分析。

5.10 “适用体重和适用腰围最大值”的规定

具体要求在表4中体现。

6 检验规则

增加了出厂检验、型式检验以及检验项目，并进行了具体的规定。相较于11版标准更加具体，很大程度上对于产品质量提供了更大的保证。新旧标准“检验规则”要求对比详见表5。

7 包装及标志等要求

要求名称中含成人纸尿裤、纸尿裤等标识；要求注明适用人群，如轻度失禁、中度失禁、重度失禁等；另外成人纸尿裤等产品的保质期小于等于36个月等相关要求。

8 总结及建议

(1) 21版标准《纸尿裤 第2部分：成人纸尿裤》于

表4 适用体重和适用腰围最大值

规格	适用臀围/ cm	适用腰围最大值/ cm
S-小号	不超过90	不小于90
M-中号	在80至105之间	不小于105
L-大号	在95至120之间	不小于120
XL-加大号	不小于110	不小于135

注：其他特殊规格的成人纸尿裤的适用臀围和适用腰围最大值可在满足使用的情况下自行规定^[4]。

表5 新旧标准“检验规则”要求对比

项目	11版标准	21版标准
检验批的规定	每批≤0.5万件	≤2万件
出厂检验	—	产品出厂前应按本标准的要求进行检验，符合后方可出厂
型式检验	—	至少两年进行一次；另外出现原料、工艺发生巨大变化或产品第一次生产或停止生产半年或生产场所改变时或进行监督抽查的时候
抽样方法	随机3件9包；其中2包微生物检验，4包复检；3包其他检验	出厂检验/型式检验：随机3件6包；4包检验2包复检
判定规则	全部技术要求均需合格	出厂检验/型式检验：全部技术要求均需要合格（出厂无需甲醛含量和可迁移性荧光物质的检验）
质量保证	具有合格标识且合格产品	产品检验合格并附质量合格标识方可出厂

2022年开始使用，需要标识21版标准。

(2) 面层附着物和杂质以及吸收倍率和饱和吸收量及其安全指标，要求企业使用更好品质的原料且生产更加安全的产品。

(3) 两个标准存在很多的区别，2021年底的产品标识应符合GB 38598-2020《消毒产品标签说明书通用要求》的规定，生产单位要注意并避免由此产生的损失^[5]。 

参考文献

- [1] GB/T 28004-2011婴幼儿纸尿裤[S].
- [2] GB/T 28004.2-2021成人纸尿裤[S].
- [3] 徐国春.2014~2018年福建省生产领域纸巾纸荧光物质质量分析[J].中华纸业,2020,41(4):57-60.
- [4] GB/T 33280-2016纸尿裤规格与尺寸[S].
- [5] 常生,吴波伟,单学蕾,曾双德,郭爱莲.GB/T 28004.1《纸尿裤 第1部分：婴儿纸尿裤》新旧标准比对比解析[J].中华纸业,2022,43(10):14-18.

[收稿日期：2022-11-02(修改稿)]

Study on the Present Situation and Strategies of Tree Species Cultivation in Liupan Mountain

六盘山树种培育现状及策略研究

中图分类号: TS7

文献标志码: C

文章编号: 1007-9211(2023)06-0066-03

禹万清 (宁夏回族自治区固原市六盘山林业局龙潭国有林场)

摘要: 随着社会的进步和发展, 公众越来越重视生态环境的建设和发展, 而在生态保护的过程中其中最为重要的一部分就是林业, 而要想推动林业的发展, 那么就需要保证我国造林绿化的顺利开展, 把苗木培育放在首位。因此, 针对树种培育工作应该给予足够的重视。基于此, 本文以六盘山为例, 对其树种培育问题进行分析探讨。在阐述六盘山树种培育现状的基础上分析其树种培育工作存在的不足并给出相应解决对策, 致力于通过本文的研究能够较好地推动林业的发展, 从而更好地推动生态环境建设。

关键词: 林业; 树种培育; 对策; 生态建设

为了减少自然灾害, 特别是洪水造成的破坏, 我们必须做好林业工作。而林业的发展离不开树种培育, 只有具备良好的树种培育技术才能够进行植树造林, 从而推动林业的发展。但目前来说, 我国树种培育方面仍存在着一些问题, 因此, 为了更好地了解具体地区树种培育现状以及存在的问题, 本文以固原市六盘山为例, 在阐述六盘山树种培育现状的基础上分析其存在的不足并给出相应解决对策, 希望通过本文的研究能够提升相关部门对树种培育工作的重要性, 从而培育更加优质的树种, 较好地达成植树造林、推动生态环境发展的目的。

1 六盘山树种培育现状

1.1 种子生产良种化、基地化、规模化

要想使培育出的树苗是优质的, 那么首先要确保选取的种子是优质的。六盘山林区的技术人员自20世纪60年代以来就开展了种子育种和引进工作, 并且这一工作取得了较好的成效。20世纪70年代, 在二龙河林场建立了落叶松无性系种子园, 目前这一种子园已经成为西北地区唯一的种子园。西峡林

场建立了3000亩落叶松采种基地、1000亩华山松采种基地、1600亩红桦树采种基地、400亩日本落叶松采种基地。通过对种子基地的精心管理和保护, 种子改良和种子收集基地的树木茁壮成长, 结出累累硕果。培育出的落叶松、华山松和桦树种子已经较好地满足了这一地区对树种育苗的需求, 还能够将剩余的树苗出售给别的周边地区, 不仅仅推动当地林业以及生态环境的发展建设, 更较好地提升了地区的经济发展。六盘山地区培育出的华山松种子在2001年被鉴定是优质树种, 随后这一种子也被自治区批准为宁夏唯一的优良针叶树种子。

1.2 国有苗圃发展势头强劲

六盘山林业局是宁夏唯一的针叶树和容器苗基地。主要种植落叶松、青海云杉、油松和华山松等针叶树及其容器苗, 以及遗传品质优良的珍稀阔叶树和开花灌木。拥有近千亩国有苗圃和1个自动化工厂苗圃。每年可生产常规造林苗木1500多万株, 开花灌木150多万株, 绿化苗木120多万株。生产的这些常规树种不仅仅能够较好地满足当地林业发展所需要的树种需求, 还能够剩余1200多万株树种, 所以可以将这些剩余的树种出售到其他周边的地区中, 较好地推动了当地的经济的发展, 并且已经发展成为当地一个行业趋势。在2007年春季造林过程中, 国家林业局的质检组对六盘山地区培育出的树种进行质量抽查, 抽查的结果为100%的合格率, 所以被评选为“特色苗木基地”和“苗木质量值得信赖单位”。

1.3 非公有制苗木产销两旺

六盘山地区不仅仅对国有苗圃改革给予了足够的重视, 还大力发展苗木产业, 利用这一产业较好地使农民的收入得到了增加, 也推动了苗木发展热。目前地区职工个人苗圃达5000亩, 其中具有定植绿化苗木为2500万株, 容器苗1500万株, 这一苗圃的发展也较好地提升了职工的收入, 目前每年苗木的收入达到了人均2万元左右。

1.4 种苗行业管理不断趋于完善

不仅仅重视种苗硬件建设, 地区还加强软件的建设, 建

立森林种苗管理站,在管理站中对一些人员进行苗种检验以及苗种培育的培训工作,从而提升其苗种培育的技术能力。目前这一管理站中,其苗种检验人员共有3名、专职检疫检验员共有8名,还有兼职检疫检验员16名。形成了局、田、基地三级种苗管理网络。除此之外,地区还制定了《六盘山育苗技术规程》,在这一技术规程的指导下,地区的苗种检验工作不断规范科学。

2 六盘山树种培育存在的问题分析

2.1 所选择的育种品种过于单一

在树种培育选择方面,针对树种的选择所考虑的因素不够全面,更多地考虑树干形状和生长速度等因素,而针对材料和阻力等其他方面考虑的不足。这就导致选取的一些树种很难满足种植的需求,种植地的生长条件与树种所需的条件不符合等问题。而且由于造林目的不同导致对树种培育的选择以及要求等方面存在着不同,所以在选择树种的过程中需要将这一内容考虑进去。

2.2 树种培育工作不到位

在树种选择过程中,对其检测不够科学合理或者直接忽略检测环节就会导致所选择的优良品种与当地的生长条件不相符合等问题。林木树种培育工作相对于农业种植方面来说,其区别不大。所以在对林业改革发展过程中,最为重要的一个环节就是选择种子。树木育种方法在林业建设中的应用可以从根本上改善传统林业的现状,并且对于林木产品的数量和质量具有重要作用,进一步推动森林经济、生态和社会效益的发展。

2.3 树种培育基础力量薄弱

目前六盘山的树种培育还存在着产能不足、供需不平衡以及优质的树种使用率较低等问题,其相对于发达地区来说,差距较大。除此之外,在树种培育基础设施建设方面,其仍存在着不小的差距。由于地区的基础设施不够高端化,一些技术设备较为老旧,加上树种培育管理机构不够健全,这就从整体上来看,地区的树种培育力量不强。这一情况的存在导致六盘山林业很难进一步的发展。除此之外,地区的苗种培育技术方面创新性不强,对于现有的市场需求很难给予满足。

2.4 树种培育技术欠佳

六盘山的树种培育技术仍需提升,这主要体现在以下几个方面:首先,在树种培育育苗的目标方面,目标较为单一,并且一些新的优质的树种需要较长的时间进行驯化。其次,培育的树种抗病害抗旱涝的能力差,这就导致培育出的树种专用性及适用性不足。最后,还存在着一些树种培育的技

术与树种本身的生产不够符合,极大地降低了树种培育的效果,也不利于树种培育后期可持续发展。

2.5 缺乏完善的培育体系

目前六盘山地区的树种培育体系和技术研究体系仍需进一步健全。六盘山开展树种培育工作的主要部门为当地的科研机构或者高校研究项目,其发展的动力不足。并且在树苗种源选择方面主要是母树林采种以及良种利用这两种方法,其并不具备科学的选择标准,从而对良好种源的选择也无法达成一致。除此之外,针对树种培育的遗传改良技术不够完善,创新性不足,地区现有的林木发展体系对目前林业发展中所需要的树种培育已经很难满足,所以必须根据地区林业发展的实际情况进行调整完善。

3 六盘山树种培育对策

3.1 积极调整育苗结构,培育适生树种

在林木种苗培育中,要想使培育出的树种质量优良,那么调整树苗的结构是非常必要的,这样才能够培育优良品种。在进行树苗结构调整的过程中,针对地区的生长环境、气候条件等方面科学的开展树苗结构的调整以及苗木培育工作。在选择品种的过程中,其考虑的要全面,并不仅仅是与当地生长环境相符合,还需要将实际市场需求和当地情况考虑进去,这样才能够保证选择的苗木品种更为科学合理。在进行培育的过程中,最为给予重视的就是乡土树种的培育,因为乡土树种具有很强的适应能力,并且相关工作人员对其更为熟悉,所以这类的幼苗相对来说市场发展前景更好并且成活率也更高。此外,应注意选择新品种和优秀外来物种,这些品种一般由工作人员选择,更具双向性,更适合该地区的需要。地区需要引进的应该是没有的优质良种,只有引进这些品质好、独特的品种才能够较好地丰富当地区域树种的多样性。但也需要注意的是,在引进过程中考虑树种的生长规律是否与地区生长环境、实际情况等相符合一致,只有保证与生长环境相符合才能够较好地提升树种的成活率,推动树种培育工作的效率。

3.2 加强苗圃科技培训,提高育苗水平

只有加强苗圃的科技培训,才能更好地提升六盘山的幼苗的培育水平。林木种苗培育工作人员需要创新树种培育的方法和手段。苗圃应该做好树种培育工作人员的培训,通过技能培训较好地优化苗圃现有的内部资源和提升技术人员的能力素质,提升树种培育的技术水平。除此之外,还应该根据地区的实际情况来引进一些先进的树种培育技术。例如,可以引进一些国外先进的容器育苗新技术,并且还应该能够根据地区实际情况来对育苗营养栽培技术和ABT生根粉栽培

技术进行推广,利用这一先进的技术较好地提升当地树种培育的水平。除此之外,在进行树种培育的过程中,还要分析好幼苗生长的状况,根据幼苗的实际情况来科学的选择培育技术,切实提高地区苗木的整体水平。

3.3 加强踩中基地建设,提高种子利用率

要想较好地推动林木树种具备良好的发展环境,那么可以通过加强台阶基地建设这种方式来使树种的利用率得到较好的提升。而加强基地建设的方法主要有两种:第一种为构建科学合理的基地建设方案。这一方案能够较好地满足现有的基地建设的实际需求,并且在对该方案进行规划设计的过程中,还需要做好市场调查工作,合理分析市场需求,及时获取市场信息,开展基地建设规划。第二种是严格按照相关法律法规进行基地建设。目前,六盘山地区苗木市场发展的一些规章制度不够完善,这对于基地建设十分不利。所以需要政府根据地区实际情况来不断完善制度更为规范化的规章制度,从而使苗木基地建设秩序更加规范化发展,也能够保证基地建设开展的较为顺利,从而使林木种苗利用率得到较好的提升,培育出优良的林木种苗。

3.4 加大建设投资力度,实行种植补贴制度

为了培育良好的森林种子和幼苗,不仅需要引进新技术,还需要足够的资金支持。林木种苗培育企业的种植补贴主要通过政府平台实现。国家有关部门也更加重视优良林木种苗的培育,制定了一些支持的政策,比如实行种植补贴制度。这一制度就为培育优良树木和幼苗提供了较好的支持,那么还需要加强建设资金的投入,从而使育苗工作能够最大限度实现自动化和集约化,也推动树种培育工作向活率高、质量好、产量高方面发展。

3.5 实施树种培育遗传改良,夯实林木产业基础

好的树木和幼苗不仅要具有成活率高、质量好、产量高的特点,还要适应当地环境的发展。因此,有必要通过改善树种栽培的遗传特性来优化树木和幼苗。这就需要林业部门和相关优秀苗木培育专家根据苗木在当地的需求,合理选择品种进行优化匹配。在这两种树木遗传改良的实施中,原生苗具有许多优势。它们长期生活在当地,成活率高,容易被当地百姓接受,更容易在六盘山周边扎根。因此,林业部门应全面测量和选择合适的树种进行培育,提高压实树木产业基地的传承性,促进我国优秀苗木的培育。

3.6 做好良种繁育基地经营管理工作

在苗木管理方面应做好修剪和整形工作,并且也需要重视病虫害的防治工作。树苗病虫害极大地影响了树种的产量和发展质量,要想保证母树林能够正常生产,那么针对病虫害

防治工作必须给予足够的重视。目前来看,六盘山地区的良好种繁育基地针对土壤的管理以及规划并没有科学的方案,导致管理不善,这一情况的存在也造成了土壤自身的水和肥料很难满足树种生长的需求,需要额外的供应,也需要在植物生长状态后分析施肥的量、时间和类型,然后对其开展科学的施肥工作,保证树苗能够正常的生长。比如,正常情况下的树种施肥工作大概为每年进行两次,第一次的施肥时间在5月、6月,第二次的施肥时间为9月、10月,施肥的主要目的是能够为花芽分化提供营养需求,从而推动树苗的生长。

4 结论

总之,通过本文的研究能够看出,树种培育工作对于推动林业发展是必要的,其是林业发展的基础和前提。因此,要想较好地保证培育出的树种优质,那么需要不断地调整苗木繁育结构,加强苗木工作人员的技术培训工作并且还需要加强建设的投入,建设基地,实施树种遗传改良,从头利用这些手段来较好地推动林业健康发展,实现保护生态环境。☞

参考文献

- [1]张清国.现有林补植珍稀树种培育大径材技术[J].农家科技:中旬刊,2021,000(006):153-153,155.
- [2]卓嘎.乡土树种培育基地营建技术与经营措施研究[J].农民致富之友,2021(18):1.
- [3]陈怡.乡土树种培育在绿化工程中的运用策略[J].现代园艺,2021,44(12):2.
- [4]左慧.彩叶树种苗木培育与标准化栽培技术推广研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2021(1):2.
- [5]杜宾,赵千苗.太原市绿化树种共生菌菌根的培育与应用[J].现代园艺,2021,44(10):2.
- [6]孙海红,刘建华,曹宇,等.辽西北沙地适生阔叶树种选择与培育技术[J].中国科技成果,2021(7):1.
- [7]刘廷军,梁建军.庆阳优良乡土树种马杜梨培育技术[J].农业科技与信息,2021(14):3.
- [8]耿强,刘宏,曾武军,等.乡土树种苗期培育生长观测[J].农业与技术,2021,41(15):4.
- [9]赵德旺.我国城市森林培育与建设树种选择要点分析[J].农民致富之友,2022(19):3.
- [10]常娟霞.人工培育珍稀树种的技术措施探究[J].南方农业,2021,15(32):3.

[收稿日期:2023-03-01]

专利技术

可再浆无氟无塑壳聚糖栲胶基水性
纸张防油剂及其制备方法和应用

申请公布号: CN 114957739 A

发明人: 曹云峰 谈继淮 朱清浩 刘祝兰 张彤彤 李丹丹

申请人: 南京林业大学

食品包装市场巨大,其中纸制品由于其来源可再生、可生物降解、易于回收、价格低廉等优点,成为包装行业中占比最大份额的包装材料,约占食品包装行业销售总量的40%。然而,纸张是以植物纤维为主要原料制备而成的具有三维网状结构的材料,其多孔结构和较高的表面积能使得油脂轻易地透过纸张,从而导致纸张力学性能下降,影响纸质包装的应用。另外,纸张的多孔结构使其缺乏对水蒸气和氧气的阻隔能力,不利于内部产品长时间储存。因此,纸张防油和阻气性能的提高是纸包装行业发展的关键。目前,食品包装行业通常采用在纸张表面覆膜(聚乙烯、聚丙烯、聚酰胺等)或施涂低表面能的含氟类化学品(如氟丙烯酸酯、氟烷基聚合物等)来提高纸张的防油和阻气性能。然而,石油基塑料薄膜不可再生、不能生物降解且不利于纸张的回收利用,最终多以填埋处理,这不但浪费了大量可回用的纤维资源,而且给环境带来了危害;含氟类化学品在制备和使用过程中会产生对人体和环境有危害的全氟辛酸(PFOA)。因此,开发一种绿色环保可再浆的防油涂料成为纸包装工业发展的迫切课题。

壳聚糖是由天然多糖甲壳素脱乙酰基的产物,在自然界中储量极大,广泛存在于虾蟹的外壳,是一种可再生、可生物降解的材料。壳聚糖结构中存在大量的-NH₂和-OH,能与纸张表面羟基形成氢键,且在酸性条件下氨基被质子化带正电,能与带负电的纸张纤维通过静电吸附作用,在纸张表面固化成

膜。CN 106702812 A公开了一种涂布型纸张防油剂及其制备方法,CN 110685185 A公开了一种环境友好型纸张防油剂的制备方法,将壳聚糖涂布于纸张后能够提高纸张的防油、气体阻隔、抗菌和机械性能。然而,壳聚糖较高的价格和涂布量使其难以在纸张防油剂领域大规模应用。

提供一种完全可再浆无氟无塑壳聚糖栲胶基水性纸张防油剂(结构式如图1)的制备方法及其在纸张表面涂层中的应用。

原料及试剂来源:杨梅栲胶粗品,工业级,广西武鸣栲胶厂提供;环氧丙烷、环氧乙烷、四丁基溴化铵、四丁基氯化铵、苄基三乙基氯化铵、磷酸、氢氧化钠、氢氧化钾、DMF由扬州晨化新材料股份有限公司提供;环氧氯丙烷为工业级,安徽新远科技有限公司提供;乙酸、盐酸、丙酮均为分析纯,由南京化学试剂股份有限公司提供;壳聚糖(脱乙酰度≥95%),上海麦克林科技有限公司提供。

实施例1:将杨梅栲胶粗品40 g、氢氧化钾13.0 g、二甲基甲酰胺(DMF)180 g加入到高压反应釜中,氮气置换高压反应釜内空气3次,打开搅拌机,缓慢升温至110℃,然后在反应温度为130℃下,连续滴入环氧丙烷到200 g,控制反应压力低于0.8 MPa,反应时间5 h,保温至反应压力不再下降为止。降温至60℃以下,泄压出料,以质量浓度为

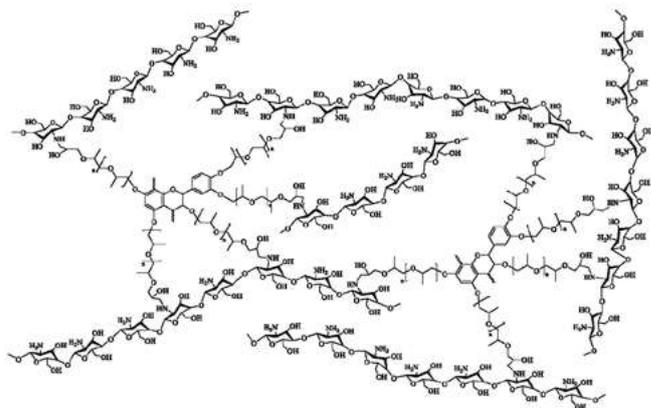


图1 可再浆无氟无塑壳聚糖栲胶基水性纸张防油剂的结构式

40%的磷酸中和反应液,加入活性白土和精制剂硅酸镁吸附、过滤,减压蒸馏回收DMF溶剂,得到栲胶基聚醚多元醇,外观为黏稠状红棕色液体,羟值为422.3 mgKOH/g,产率61.2%。对栲胶粗品和栲胶基聚醚多元醇进行红外光谱和核磁氢谱表征,由图2可以看出,栲胶基聚醚多元醇在3413~3381 cm⁻¹处羟基的吸收峰在减弱,在1118~1059 cm⁻¹C-O-C的吸收峰增强,并且在2970~2867 cm⁻¹处出现了CH₂的吸收峰,而在原料栲胶粗品中并未出现;由图3可以看出,栲胶基聚醚多元醇在1.02 ppm出现了甲基的信号,而在栲胶粗品的¹H NMR谱图中没有出现该吸收峰。通过核磁和红外的表征证明了栲胶基聚醚多元醇的成功制备。

将制得的栲胶基聚醚多元醇、环氧氯丙烷、苄基三甲基氯化铵加入到装有带机械搅拌器、回流冷凝器、温度计和恒压漏斗的四口烧瓶中,恒压漏斗中加入质量分数为35%的氢氧化钠溶液,*n*(栲胶基聚醚多元醇):*n*(ECH):*n*(NaOH)=1:8:1.1,苄基三甲基氯化铵用量为反应物总质量的0.1%,40℃条件下反应2 h,由恒压漏斗中滴入氢氧化钠溶液,继续在40℃下反应2 h,反应结束后抽滤,水洗中和,

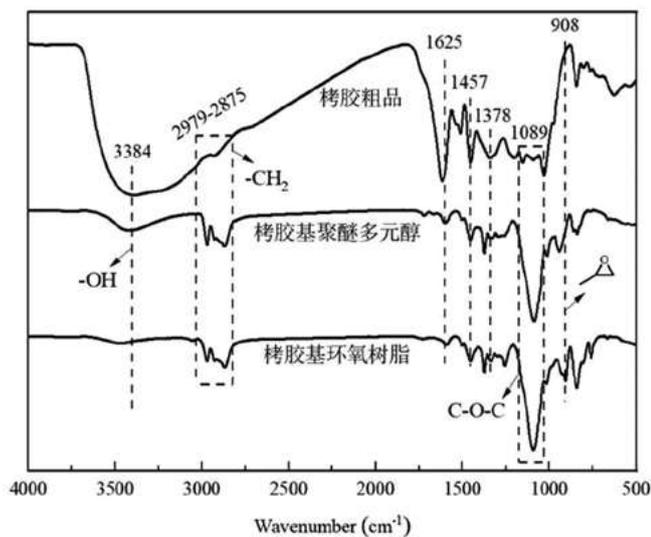


图2 栲胶粗品、栲胶基聚醚多元醇和栲胶基环氧树脂的红外光谱

然后减压蒸馏除去环氧氯丙烷和水,制得栲胶基环氧树脂,测得环氧值为0.27 eq/100 g。对栲胶基环氧树脂进行红外和核磁的表征。如图2所示,栲胶基环氧树脂在3413~3381 cm⁻¹处羟基的吸收峰几乎消失,在910 cm⁻¹附近出现了环氧基团的特征吸收峰;如图4所示, δ (ppm)=2.64、2.82、3.19附近的峰为环氧基团相连亚甲基和次甲基上的氢。通过核磁和红外的表征,证明了栲胶基环氧树脂的成功制备。

综合红外光谱和核磁数据分析,可知其主要组

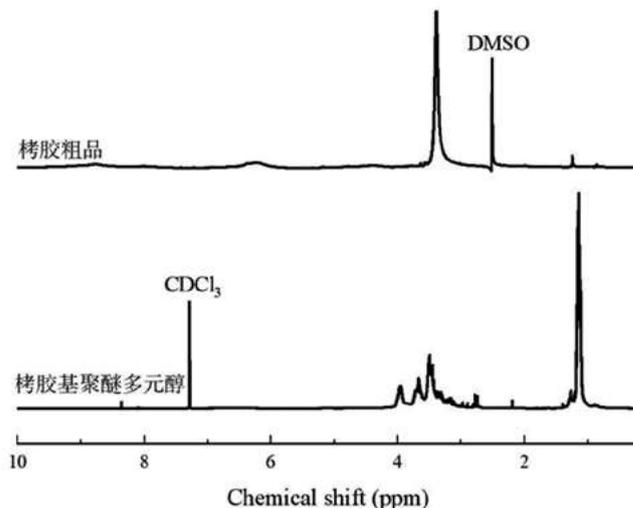


图3 栲胶粗品和栲胶基聚醚多元醇的核磁氢谱

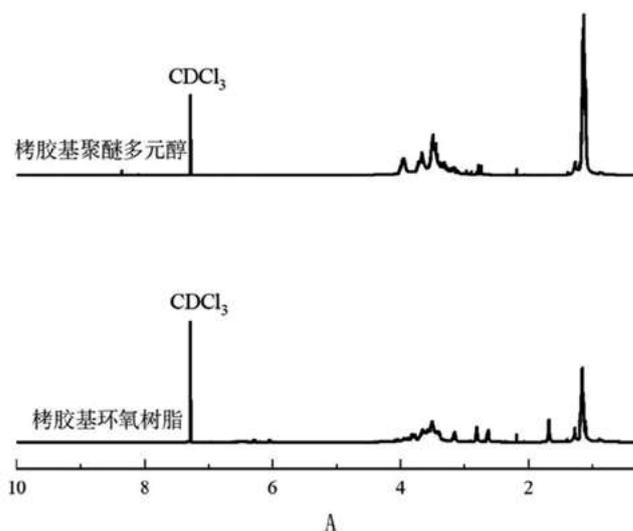


图4 栲胶基聚醚多元醇和栲胶基环氧树脂的核磁氢谱

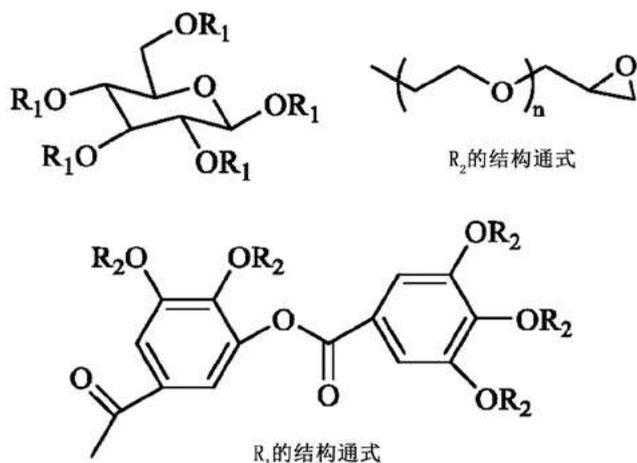
分结构式如图5所示。其中 $n=1, 2, \dots, 5$ 。

实施例2不同于实施例1之处：杨梅栲胶粗品50 g、氢氧化钾3.6 g、二甲基甲酰胺200 g，磷

表1 实施例3~6和对比例1涂料成分

	环氧栲胶 树脂/g	壳聚糖 /g	环氧基团与氨基 的摩尔比
实施例3	0.24	1	1:8
实施例4	0.47	1	1:4
实施例5	0.95	1	1:2
实施例6	1.90	1	1:1
对比例1	0	1	-

酸质量浓度为30%，栲胶基聚醚多元醇羟值为



450.5 mgKOH/g，产率60.5%。 n （栲胶基聚醚多元醇）： n (ECH)： n (NaOH)=1:7:1.1，栲胶基环氧树脂的环氧值为0.31 eq/100 g。

实施例3：将0.245 ml乙酸加入蒸馏水中至总体积49 ml，制得1%(v:v)乙酸溶液。将1 g壳聚糖、49 ml 0.5%(v:v)乙酸溶液加入带有机械搅拌的密闭烧瓶中，开启搅拌器直至壳聚糖全部溶解，制得2wt%壳聚糖溶液。按照环氧基团与氨基基团的摩尔比为1:8，将0.24 g实施例2所得栲胶基环氧树脂加入2wt%壳聚糖溶液中，密闭条件下常温搅拌

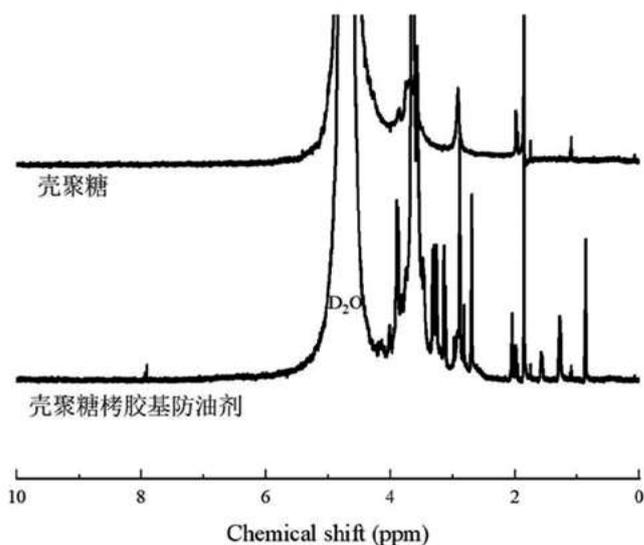


表2 壳聚糖栲胶基防油剂涂布纸张性能指标

性能指标	原纸	对比例1	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6
Kit rating	0	6.4	8.6	9.6	10.8	12
WVTR/g·m ⁻² ·d ⁻¹	1252.9	1158.7	673.5	529.2	411.6	298.6
OP/cm·(m ² ·d·0.1MPa) ⁻¹	597.1	476	307.1	273.9	221.5	136.2
抗张强度/kN·m ⁻¹	6.46	6.91	7.46	7.58	7.62	7.95
UV老化后抗张强度下降/%	32.2	20.4	3.1	1.1	1.0	0.4
裂断长/km	5.49	5.81	5.89	6.07	6.63	6.76
UV老化后裂断长下降/%	10.3	4.3	1.9	1.7	0.7	0.5
耐破度/kPa	199	253	276	280	284	312
UV老化后耐破度下降/%	23.1	9.9	2.5	1.1	1.0	1.2
断裂伸长率/%	1.65	1.71	2.39	2.56	2.62	2.75
UV老化后断裂伸长率下降/%	18.8	18.1	3.1	2.5	2	1.1

10 min至两者混合均匀,随后缓慢升温至60 ℃,反应时间为3h,制得壳聚糖栲胶基防油剂。测定了壳聚糖和壳聚糖栲胶基防油剂的¹H NMR。由图6可知, δ (ppm)=4.16、2.70附近的峰为仲氨基相连的次甲基和亚甲基上的氢, δ (ppm)=7.9处出现的峰为仲胺基上的氢,证明了壳聚糖与栲胶基环氧树脂成功发生交联反应。

实施例4~6与实施例3相同,实施例3~6与对比比例1的涂料成分如表1所示。

对比例1:不添加环氧栲胶树脂,以2wt%浓度的壳聚糖溶液作为对比样,探究环氧栲胶树脂的添加对纸样性能的影响。将0.245 ml乙酸加入蒸馏水中至总体积49 ml,制得1%(v:v)乙酸溶液。将1 g壳聚糖、49 ml 0.5%(v:v)乙酸溶液加入带有机械搅拌的密闭烧瓶中,开启搅拌器直至壳聚糖全部溶解,制得2wt%壳聚糖溶液。

实施例7:将实施例3~6所得壳聚糖基防油剂和对比例1所得2wt%壳聚糖溶液涂布于纸张表面,检测纸张的物理性能。使用棒式涂布机,将乳液涂布于120 g/m²瓦楞原纸表面,瓦楞原纸一端固定在涂布机上,取适量涂料均匀涂抹于瓦楞原纸的一端,开动涂布机,在涂布棒缓慢向前移动时,涂料被均匀地涂抹在瓦楞纸的表面,控制每组的涂布量几乎相同(3~4 g/m²),将涂布后的纸张在室温下干燥24 h,随后放置在25 ℃、50%RH的恒温恒湿条件下平衡24 h,以备进行物理性能的测试。参照纸和纸板耐脂度的测定GB/T 22805.2-2008,对纸张的防油性进行测试;参照塑料薄膜和片材透气性实验方法GB/T 1037-1988,对纸张的水蒸气透过率(WVTR)进行测试;参照塑料薄膜和薄片氧气透过性试验GB/T 19789-2005,对纸样的氧气透过量(OP)进行测试;参照纸和纸板抗张强度的测定GB/T 453-2002,对纸张抗张强度、裂断长和伸长率进行测试;参照纸耐破度的测定法GB/T 454-2020,对纸张的耐破度进行测试;参照机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候老化试验方法GB/

T 14522-2008,使用UVA-340荧光紫外灯在25 ℃,50%RH下对纸样进行紫外老化24 h,对老化后样品测试力学性能与未老化纸样对比,以表征涂层的紫外线屏蔽能力。壳聚糖基防油剂涂布纸的物理性能数据如表2所示。

从表2可以看出,与原纸相比,壳聚糖栲胶基防油剂涂布纸张表面后防油性能、气体阻隔性能显著增强,Kit值从0/12增至12/12,水蒸气传输速率下降了76.1%,氧气传输速率下降了63.0%。这是由于高度交联的壳聚糖和栲胶基环氧树脂在纸张表面形成了致密的薄膜,堵塞了纤维之间的孔隙,有效地阻止了油脂、水蒸气和氧气向纸张内部渗透。此外,栲胶基环氧树脂结构中的刚性苯环和柔性烷基链有效地提高了纸张的力学性能,与原纸相比,实施例6的抗张强度、裂断长、耐破度和断裂伸长率分别增加了23.1%、23.1%、56.8%和66.7%。栲胶基环氧树脂结构中的苯环能吸收紫外线,涂层具备良好的紫外线屏蔽能力,与原纸相比,壳聚糖栲胶基防油剂涂布纸在紫外老化后力学性能损失很小。

实施例8:将实施例6所得壳聚糖基防油剂涂布

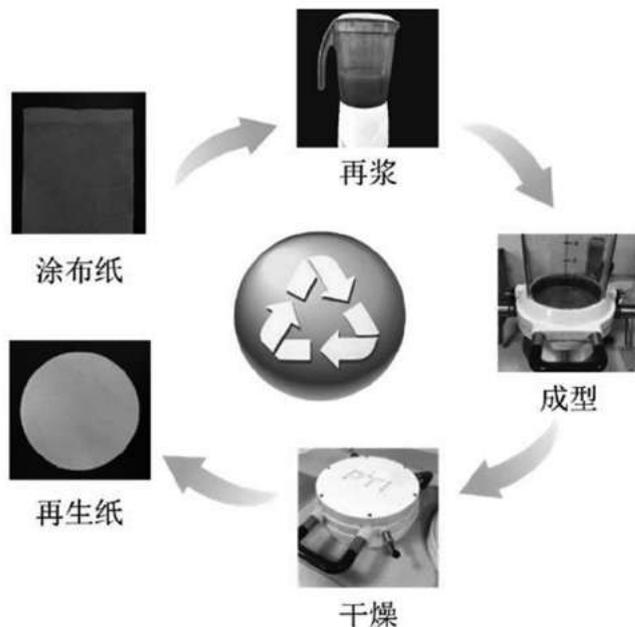


图7 涂布纸再浆性能测试

瓦楞原纸后所得到的涂布纸用于纸张的再浆性能检测。将涂布纸剪成小片,在50~80℃的热水中浸泡1 h,使用纤维解离机将纸张解离成单根纤维,用蒸馏水洗涤浆料数次,随后使用抄片机抄纸,步骤如图7所示。再生纸张表面均匀无杂质,涂层具备100%可再浆性能。

有益效果:以水作为溶剂,利用栲胶基环氧树脂与壳聚糖交联制备高性能纸张涂料,实现了树皮在高端纸张涂料领域的高附加值利用,具有绿色可持续、工艺简单、性能优异、价格低廉等特点。高度交联的栲胶基环氧树脂和壳聚糖在纸张表面形成致密的薄膜,堵塞纤维之间的孔洞,阻塞油脂、水蒸气和氧气向纸张内部渗透;栲胶基环氧树脂结构中的刚性苯环和柔性烷基链有效地提升了纸张的强度和柔性,且大量的苯环赋予涂层良好的紫外线屏蔽能力,有效地保护纸张免于紫外线老化。可生物降解涂层具有100%可再浆性能,涂布纸具备良好的可回收性。大量添加的廉价栲胶基环氧树脂有助于降低涂料的成本,涂料具有很好的实用性。

一种珠光浸渍胶膜装饰原纸的生产方法

申请公布号: CN 114960293 A

发明人: 王敏良 王瑾 罗申 周鑫 肖小文 姜庆

申请人: 浙江夏王纸业有限公司

珠光装饰目前已广泛地应用于塑料、橡胶、陶瓷与搪瓷、化妆品、洗护用品、纺织品、皮革、造纸、印刷、涂料、材料末涂料等领域。其中,以珠光浸渍胶膜装饰纸的应用最为广泛。珠光浸渍胶膜纸能够使得被装饰物的表面获得更鲜艳明亮的色彩效果,还可以获得各种特殊的表面装饰效果,如闪烁星光、虹彩光泽、绸缎面光泽、金属光泽效果等。现有的珠光浸渍胶膜装饰纸的制作方法一般

为:装饰用的印刷纸、素色纸或其他纸质装饰材料进行浸渍生产前,在纸基层上印刷上珠光材料,然后浸渍、烘干后得到的珠光浸渍胶膜纸。但是,制作时,珠光材料不能使用太多,也不能使用大颗粒珠光材料,否则,纸基层的透气性会变差,浸渍时纸基层上若有油墨易发花,导致制作出来的珠光浸渍胶膜纸内的珠光闪烁效果差、珠光材料排列平行度差,珠光效果不明显、光泽度差。

基于此,设计了一种珠光浸渍胶膜装饰原纸的生产方法。

该种珠光浸渍胶膜装饰原纸的生产方法包括以下步骤:(1)碎浆:将针叶纤维和阔叶纤维(重量配比为1:1.5)分别置于碎浆机内部进行碎浆操作,分别漂白后按照一定比例进行混合得到混合浆液;(2)混液:将混合浆液内部加入高岭土、颜料的原料和水制得浆料;(3)磨浆:将浆料置入磨浆机内部进行磨浆操作,使得到的浆液的打浆度20°SR,期间置入NaOH溶液调节浆液的pH值在5.0~6.0,随后加入钛白粉,继续磨浆操作,得到成品浆液;(4)配料:加入湿强剂(聚酰胺环氧氯丙烷树脂)、助留剂(聚丙烯酰胺)、明矾和多羟基聚醚消泡剂得到新浆液;(5)抄纸。

在实际应用中,确保纸张优异的匀度和强度,采用较低的打浆度,获得良好的透气性指标,保证原纸吸收性能的稳定性,确保大颗粒珠光粉装饰后原纸依旧有很好的透气性,满足后期浸胶工艺;通过调整浆料pH,使pH值处于5.0~6.0,获得较佳的原纸吸液性,提升钛白粉的留着率以及成纸性能,通过调节浆料打浆度、漂白针叶浆和漂白阔叶浆的比例调节,改善纸张的透气性能,优化调整原纸生产工艺,提升原纸透气性能,完成珠光浸渍胶膜装饰物饰面原纸的研发。

一种纸浆过滤振动筛

申请公布号: CN 114960255 A

发明人: 王伟 胡海涛 张鹏 李圣俊 魏辉
吕张义

申请人: 驻马店市白云纸业公司

提供一种纸浆过滤振动筛,其网孔板横截面为S形的曲面结构,与平面相比,相同体积下,过滤面积更大,过滤效率更高,而且过滤箱内部还设有除杂机构,能够在过滤的同时将杂质排出,避免杂质对过滤产生影响,同时也提高了安全性和便利性,无需再人工清理。

如图1所示,该种纸浆过滤振动筛的过滤箱底部固定连接用于过滤纸浆的网孔板,过滤箱的侧壁上固定安装连接轴,连接轴延伸至过滤箱的外部,连接轴其中一端固定连接用于固定振动电机的安装座,安装座上固定安装用于振动过滤箱的振动电机,连接轴的另一端固定连接用于平衡配重的配重块;过滤箱的侧壁上还固定连接称重轴,称重轴共设有两根,两根称重轴分别安装在连接轴的两侧,连接轴延伸至过滤箱外部,连接轴的两端均固定安装承重块,承重块底部固定安装弹簧;网孔板的横截面为S形,过滤箱内部安装用于清除杂质的除杂机构。通过采用上述技术方案,过滤箱结构更加稳定,过滤效果更好。

通过设置连接轴,将过滤箱的两个侧板连接,避免过滤箱的侧板单独受力,防止在振动过程中过滤箱的侧板发生变形,从而提高了过滤箱的使用寿命;连接轴的另一端固定安装平衡块,平衡块用于配重,使过滤箱两侧板保持平衡,防止过滤箱两端重量差异过大,影响使用寿命;称重轴的作用与连接轴相同,用于增强过滤箱整体的稳定性。

弹簧的底部与外部的机架固定连接,弹簧起到缓冲的作用,由于振动电机会使过滤箱产生振动,弹簧能够避免过滤箱直接与外部的机架接触。

网孔板由之前的平板改进为S形的曲面板,与平面相比,相同体积下,过滤面积更大,过滤效率更高,提高了生产效率。

除杂机构包括转动连接在过滤箱侧壁上的主动轴和从动轴,过滤箱的外侧壁与主动轴对应的位置固定安装驱动电机,驱动电机的输出轴与主动轴固定连接,主动轴与从动轴之间绕设有传动带及用于调整传动带位置的导向轴,导向轴与过滤箱侧壁转动连接,过滤箱的内侧壁上还转动连接用于对传动带导向的导向轮,传动带的外表面均布有排杂齿。通过采用上述技术方案,能够将绝大多数杂质排出过滤箱。

在主动轴与从动轴之间设置了导向轴和导向

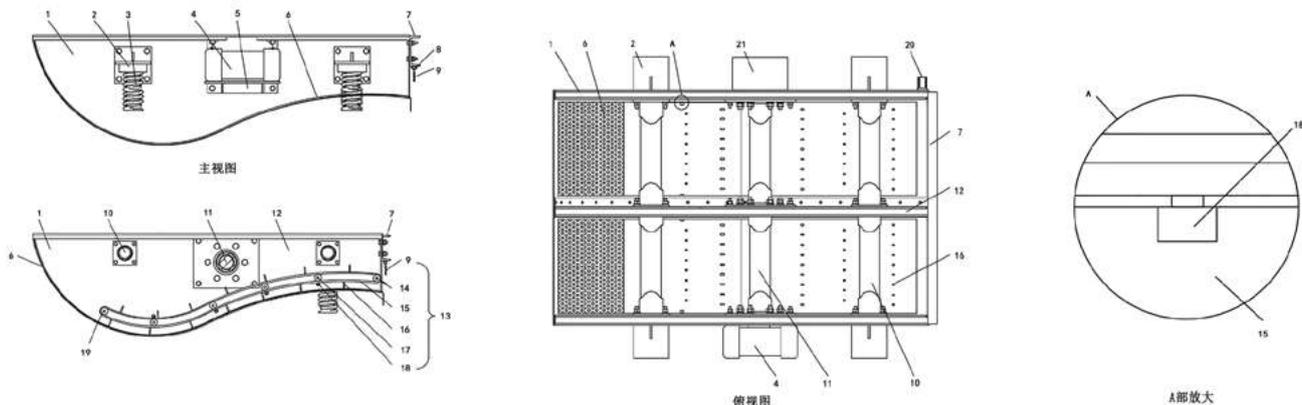


图1 纸浆过滤振动筛的结构

1—过滤箱 2—承重块 3—弹簧 4—振动电机 5—安装座 6—网孔板 7—槽钢 8—滑槽 9—毛刷 10—承重轴 11—连接轴 12—隔板 13—除杂机构 14—主动轴 15—传动带 16—排杂齿 17—导向轴 18—导向轮 19—从动轴 20—驱动电机 21—平衡块

轮,用于调整传动带的位置,使传动带上的排杂齿始终能与网孔板贴合,确保能够将杂质排出过滤箱。

当驱动电机启动后,主动轴带动传动带,使传动带沿逆时针旋转,对于一些密度大于水的杂质,杂质会落在传动带上,传动带在转动过程中,会将杂质输送至过滤箱底部的网孔板上,传动带带动排杂齿转动,排杂齿推动杂质上移,杂质逐渐脱离水面,运行一段时间后,杂质上的水分排出,之后被推出过滤箱;对于一些密度小于水的杂质,该杂质会漂浮在液面上,当纸浆过滤完毕后,纸浆连同液体全部排出,杂质落在传送带上,传动带会将杂质输送至过滤箱底部的网孔板上,传动带带动排杂齿转动,排杂齿推动杂质上移,杂质逐渐脱离水面,运行一段时间后,杂质上的水分排出,之后被推出过滤箱。

排杂齿为橡胶齿,呈排状分布,每排等距设有若干个排杂齿,相邻两排的排杂齿交错分布。通过采用上述技术方案,能够有效地提高排杂效果;橡胶齿具有一定的弹性,因此能够使排杂齿始终与网孔板贴合,确保能够将沉积在网孔板上的杂质排出,排杂齿交错分布的结构也更有利于杂质的排出。

传动带上开设有通孔,能够使纸浆直接穿过传动带,快速到达过滤箱地面进行过滤,不影响正常的过滤。过滤箱中间位置固定安装隔板,隔板上开设与传动带配合的通槽,隔板的两侧还分别转动连接与传动带配合的导向轮。通过采用上述技术方案,能够对传动带起到更好的支撑作用,由于传动带宽度相对较长,中间位置缺少支撑,会造成传动带中间位置下垂,导致中间位置的排杂齿磨损更严重,影响其使用寿命。

过滤箱的尾部通过螺栓固定连接槽钢,可以加固过滤箱后侧的连接,提高过滤箱的使用寿命。

槽钢底部安装用于清理排杂齿的毛刷,避免一些杂质黏连在排杂齿上重新进入过滤箱,通过设

置毛刷,当排杂齿经过毛刷时,毛刷可以将杂质刷掉,防止排杂齿黏连杂质。

槽钢底部固定安装滑槽,毛刷与滑槽滑动连接,方便取下毛刷清理,提高了便利性。

本发明结构稳定,不容易发生形变,故障率低,使用寿命长,且无需人工定期清理杂质,提高了便利性和安全性,有利于推广使用。

造纸毛毯及其制备方法

申请公布号:CN 114960264 A

发明人:陆剑峰 陈平 姜华 陆进锋 康红梅

申请人:江苏金呢工程织物股份有限公司

造纸毛毯具有两个重要的性能参数,一个是平整度,另一个是透气性,平整度与透气性会影响造纸毛毯在使用过程中抄造纸页的质量与效率。

现有造纸毛毯主要是将化学短纤维网复合在基网上制成,在前期使用过程中,造纸毛毯的平整度难以达到标准。另外,造纸毛毯的透气性会随着使用逐渐降低,为了保证造纸毛毯的使用寿命,通常会选择透气性稍大的造纸毛毯,但这样会使造纸毛毯在前期使用时存在透气性过大,导致纸页水分难以脱离等问题。即现有的造纸毛毯的起始性能较差,抄造纸页时需要更多的时间才能使纸页达到理想的状态,影响效率。

提供一种具有良好起始性能的造纸毛毯及其制备方法。

参阅图1,该种造纸毛毯包括层叠设置的涂层、表层纤维层以及复合纤维层。涂层铺设在表层纤维层上,表层纤维层铺设在复合纤维层上,即复合纤维层、表层纤维层以及涂层沿垂直方向依次层叠设置。其中,表层纤维层的纤维材料之间具有缝隙,涂层填充至少部分缝隙以在涂层背离表层纤维层的一侧形成平面。在利用造纸毛毯进行造纸过程

中,造纸毛毯在造纸机压榨部的作用下帮助纸页脱水,并可对纸面进行修饰以及帮助纸页传递。造纸毛毯与纸面直接接触。

通过设置涂层以填补表层纤维层的纤维材料之间的缝隙,即涂层在造纸过程中与纸面直接接触,以提高造纸毛毯与纸面接触的面的平整度。同时,基于造纸毛毯使用初期缝隙较大而使得透气性过大的技术问题,通过设置涂层可以降低造纸毛毯使用初期的透气性。

涂层形成有气孔,气孔均匀分布在涂层,气孔可以贯穿涂层。由于涂层十分纤薄,且针刺痕迹的深度极小,因此气孔在涂层表面形成的凹陷可以忽略不计。同时,通过在涂层上设置气孔,可以满足造纸毛毯的透气需求。表层纤维层的纤维材料的缝隙一般相对较大,进而使得造纸毛毯的透气性过大不利于初期使用。通过设置涂层填充至少部分上述缝隙以减小造纸毛毯初期使用的透气性。为避免涂层在

涂覆过程中可能存在涂覆不均或者其他现象而使得造纸毛毯透气性能过小或者不均而不满足使用需求,通过在涂层上设置气孔以满足造纸毛毯初期使用需求。

涂层与表层纤维层在垂直涂层表面的方向上可以部分重合。例如,涂层可以仅填充于表层纤维层的材料缝隙中,或者,涂层填充于表层纤维层的部分材料缝隙中。又如,涂层可以涂覆于表层纤维层背离复合纤维层的一侧,即在造纸毛毯的层叠方向上,涂层完全覆盖于表层纤维层背离复合纤维层的一侧表面。当涂层位于表层纤维层的材料缝隙中时,涂层可以完全填充于该缝隙,或者涂层可以填充缝隙的部分空间,以减小造纸毛毯的表层透气性。

其中,涂层通过喷涂的方式铺设在表层纤维层上,涂层的材料为高分子发泡材料,高分子发泡材料为聚亚氨酯、聚氨酯、聚亚氨酯和聚氨酯的混合物等。通过将高分子发泡材料喷涂到表层纤维层上以形成涂层,这一过程中高分子发泡材料会部分渗透到表层纤维层中,并填充了至少部分表层纤维层的纤维材料之间的空隙,从而使涂层与表层纤维层在垂直涂层表面的方向上部分重合。

造纸毛毯在喷涂涂层前需要对表层纤维层和复合纤维层进行针刺处理,其中针刺的深度一般大于表层纤维层的厚度,进而表层纤维层和复合纤维层之间的纤维缠绕在一起,使表层纤维层与复合纤维层之间紧密连接,同时,针刺会使表层纤维层的表面上会形成微小的凹陷,涂层的设置可以填充与遮盖这些微小的凹陷,使带涂层造纸毛毯具有更好的平整度。

基于实际生产需求,造纸毛毯在前期使用阶段的透气性通常会大于实际需求的透气性,目的是为了以防随着造纸毛毯的使用时间变长透气性降低,导致毛毯跳动、真空系统负荷过大等问题,但这会导致前期使用时造纸毛毯的透气性较大,影响纸页脱水。涂层的设置可以使造纸毛毯在前期使用时的

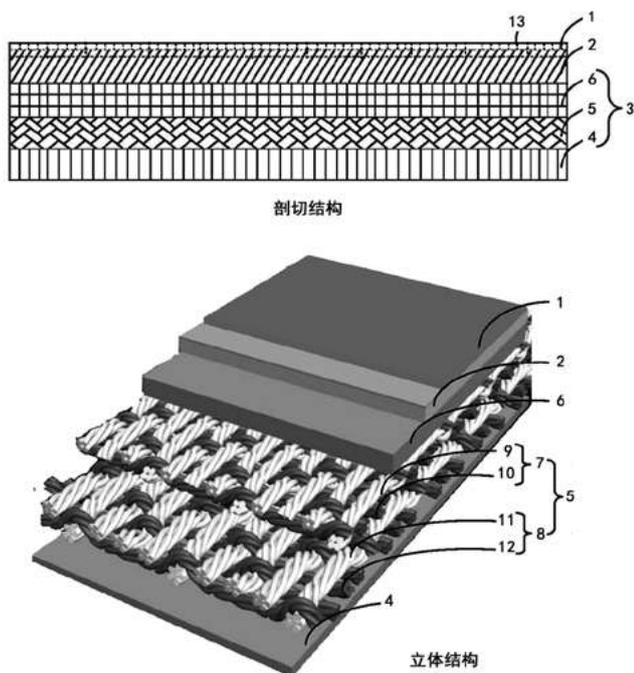


图1 造纸毛毯的结构

1—涂层 2—表层纤维层 3—复合纤维层 4—底层纤维层 5—基布层 6—内层纤维层 7—第一基网 8—第二基网 9—第一经线 10—第一纬线 11—第二经线 12—第二纬线 13—气孔

透气性降低,在涂层上进行针刺以形成气孔,气孔贯穿涂层,可以在涂层形成一些微小通孔,使造纸毛毯的透气性达到理想的状态,满足纸页脱水的需求,进而保证了抄造纸页的效率。其中,气孔可以均匀分布于涂层上。当然,气孔还可以呈其他不均匀分布形态。

造纸毛毯在抄造过程中会经过高压水水洗、与辊筒摩擦以及吸水箱抽吸等流程,这些流程在一定程度上会使涂层被冲洗去除。此时带涂层造纸毛毯的部分涂层被去除,使其透气性增大;与此同时,造纸毛毯在使用过程中由于加热定型以及造纸纤维残留等问题又会使其透气性降低,两种影响造纸毛毯透气性的因素会相互抵消,使造纸毛毯中后期仍具有良好的透气性以满足抄造纸页的需求。即涂层的设置使造纸毛毯具有一个良好的起始性能,同时也不影响中后期的使用。

复合纤维层和表层纤维层的材料包含锦纶纤维。表层纤维层采用3.3~15Dtex的锦纶纤维制成,例如采用细度为3.3Dtex、6.5Dtex、8Dtex、12.3Dtex或15Dtex等的锦纶纤维制成。

表层纤维层选用细度较小的纤维可以使得表层纤维层表面更加平整,进而使用高分子发泡材料喷涂形成的涂层的表面也相对平整,有利于纸页的抄造。

复合纤维层可以包括依次堆叠的底层纤维层、基布层和内层纤维层。其中,底层纤维层采用40~60Dtex的锦纶纤维制成,例如采用细度为40Dtex、50Dtex或60Dtex等的锦纶纤维制成。

底层纤维层不与纸面接触,细度较大的纤维保证了造纸毛毯的机械强度,使造纸毛毯具有较长的使用寿命。

基布层由至少一个基网制成,基布层可以由单层、双层或多层基网层叠设置形成,具体根据需要进行定制,在此不做限定。基布层可由双层基网层叠形成,即基布层可以包括层叠设置的第一基网和第二基网。

第一基网由第一经线和第一纬线编织而成,第二基网由第二经线和第二纬线编织而成。第一经线、第一纬线、第二经线以及第二纬线可以由至少一股股丝加捻而成,每股股丝由至少一根单丝加捻而成。其中单丝的材料可以包括锦纶纤维。

第一基网和第二基网的编织结构可以是1/5、1/3或2/3破斜纹结构。例如,第一基网和第二基网的编织结构均为1/3破斜纹结构;第一基网的编织结构为1/5破斜纹结构,第二基网的编织结构为1/3破斜纹结构;或者第一基网的编织结构为1/3破斜纹结构,第二基网的编织结构为2/3破斜纹结构等。

具有破斜纹结构的第一基网和第二基网在保证强度的同时具有一定的柔软度,且两者间具有一定空隙,使基布层具有优越的空间结构,进而使造纸毛毯具有良好的压缩回弹性能,不易出现压实、板结等现象。

内层纤维层采用30~60Dtex的锦纶纤维制成,例如采用细度为30Dtex、45Dtex、50Dtex或60Dtex等的锦纶纤维制成。

表层纤维层、内层纤维层、底层纤维层均可以采用多个毛层铺叠制成,通过植绒针刺的方式在各毛层间形成纤维与纤维之间的连接,增加了各纤维层之间的抱合力,提升了造纸毛毯的稳定性。

实施例1:带涂层造纸毛毯制备方法的流程包括:(1)提供一造纸毛毯半成品。其中,造纸毛毯半成品可以包括表层纤维层和复合纤维层。(2)在造纸毛毯半成品的表层纤维层上喷涂涂层液,制得带涂层的造纸毛毯半成品。其中,涂层液为高分子发泡浆液,高分子发泡浆液中高分子发泡材料的质量份数为25~35份,例如高分子发泡材料的质量份数为25份、28份、30份、32份、33.6份或35份等。

(3)对涂层进行空刺处理,制得初级造纸毛毯。其中,空刺的深度可以与涂层的厚度相同,通过空刺在涂层上形成气孔,气孔贯穿涂层。通过对涂层进行空刺的步骤可以使涂层形成许多细微的通孔,使

制得的造纸毛毯的透气性达到理想的状态,即使造纸毛毯具有较好的初始性能,保证了抄造纸页的效率。

实施例2:带涂层造纸毛毯制备方法的流程包括:

(1)将纤维加捻成经线和纬线,再将经线和纬线通过重型环织机织造成基网,将至少一个基网制成基布层。其中,将纤维加捻成单丝,将至少一条单丝加捻成股丝并制成经线和纬线。再将经线和纬线通过重型环织机织造成基网。第一基网由第一经线和第一纬线编织而成。第二基网由第二经线和第二纬线编织而成。

将制得的第一基网和第二基网堆叠设置并通过热定型处理,得到基布层,热定型处理的温度为120~150℃,例如热定型处理的温度为120℃、130℃、140℃或150℃等。

第一基网和第二基网之间存在一定空隙,使制得的基布层具有良好的回弹性和滤水性。另外,热定型处理可以消除拉伸过程中产生的内应力,使基布层的形状结构稳定,抱合力增强,避免在后续使用中出现形态或尺寸的改变。

(2)将纤维用梳理机梳理成网,再由预刺机针刺成一定宽度、长度、定量的毛网,将至少一个毛网进行针刺处理制得底层纤维层、内层纤维层以及表层纤维层。

其中,当毛网的层数多于一层时,将毛网堆叠设置,并且每增加一层毛网可以进行一次针刺处理。不同纤维层使用的纤维细度不同。

(3)将底层纤维层、基布层以及内层纤维层依次堆叠,并经过植绒针刺处理获得复合纤维层,再将复合纤维层和表层纤维层堆叠,进行植绒针刺处理并清洗烘干得到造纸毛毯半成品。

其中,植绒针刺可以采用单面针刺或双面针刺的方式进行,具体根据各纤维层的厚度与所选用纤维的细度来决定。植绒针刺处理后还可以进行空刺处理,以进一步增加初级毛毯的抱合力。

多层纤维层的设置可以提高初级毛毯的吸水性能,植绒针刺处理将纤维与纤维之间产生连接,使各个纤维层之间产生抱合力,提高了初级毛毯的稳定性。空刺处理是为了增加纤维与纤维之间的连接,增加抱合力,使初级毛毯更加稳定。

清洗的具体方法为将初级毛毯在碱性溶液中浸泡不小于4 h,再用清水冲洗干净,碱性溶液可以为5%氢氧化钠溶液。在冲洗干净后使用吸水箱尽可能吸除初级毛毯上的水分并通过加热烘干的方式去除初级毛毯上的剩余水分。

步骤(2)和步骤(3)可以进行结合,将制得的毛网逐层铺设并针刺处理,而不是先制得底层纤维层、内层纤维层以及表层纤维层后再进行堆叠和针刺处理。即以基布层为基础每铺设一层毛网进行至少一次针刺处理,其中制备毛网所使用的纤维的细度根据需求进行调整,以形成和底层纤维层、内层纤维层以及表层纤维层相似的结构。

(4)在造纸毛毯半成品的表层纤维层上喷涂涂层液,制得带涂层的造纸毛毯半成品。

高分子发泡浆液在造纸毛毯半成品表面形成一个涂层,并在垂直涂层表面的方向上可以部分重合。

(5)对涂层进行空刺处理,制成初级造纸毛毯。

(6)将初级造纸毛毯加热定型制得造纸毛毯。

通过油热辊筒对造纸毛毯进行加热定型。通过加热定型的方式可以使造纸毛毯中的部分纤维软化,纤维与纤维之间连接更加紧密,增加了各纤维层之间的抱合力,使造纸毛毯具有更好的稳定性。采用油热辊筒进行加热,使毛毯受热均匀,同时也使造纸毛毯表面更加平整。

有益效果:通过设置涂层以填补表层纤维层的纤维材料之间的缝隙,即通过设置涂层填补造纸毛毯在制备过程中产生的微小凹陷,可以提高造纸毛毯的平整度,同时也使造纸毛毯的透气性适当降

低, 保证抄造纸页的效率。换言之, 通过设置涂层使造纸毛毯具有满足抄造纸页需求的起始性能, 解决了造纸毛毯在前期使用时因表面不平整、透气性过大影响抄造纸页效率的问题。通过在涂层上设置气孔, 以满足造纸毛毯的透气需求。同时随着使用过程中高压水冲洗、压辊磨蹭、吸水强抽吸等步骤, 造纸毛毯涂层会随着使用被去除, 不影响造纸毛毯中后期的使用效果。

一种热风穿透烘缸

申请公布号: CN 114960259 A

发明人: 关彬

申请人: 广东宝拓科技股份有限公司

在纸品的生产过程中, 烘缸的烘干效率影响着纸机的生产效率, 但是, 目前的烘缸的干燥效率较低, 无法满足生产需要, 容易造成纸页出现干燥不均匀、平整度不足、硬度不足, 纸页不够蓬松和厚实等质量问题。同时, 烘缸结构过于复杂, 装置过多, 烘缸所消耗的能源过多, 烘缸自身强度和稳定性不足, 也使得企业生产成本大大增加。

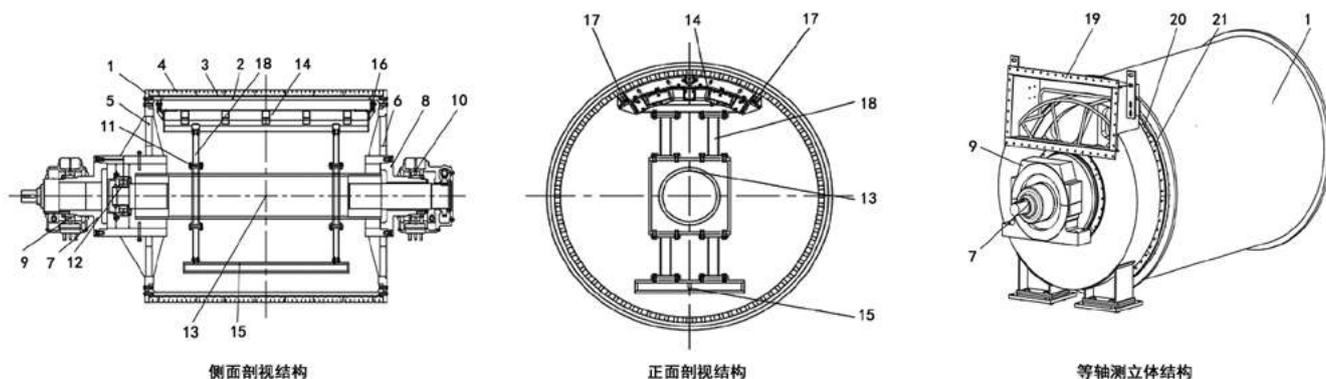
有鉴于此, 提供了一种热风穿透烘缸, 用于解

决上述技术问题。

如图1所示, 该种热风穿透烘缸包括: 缸体、传动侧轴承座及轴承、操作侧轴承座及轴承和密封腔室。传动侧轴承座设置在缸体的一侧, 操作侧轴承座及轴承设置在缸体的另一侧, 密封腔室设置在缸体的容置空间中。

缸体包括壳体、网支撑板、面层不锈钢网、第一端盖、第二端盖、第一轴头和第二轴头, 壳体为圆柱形中空结构, 网支撑板设置在壳体的外部, 面层不锈钢网设置在网支撑板的外部, 第一端盖和第二端盖分别设置在缸体的两端, 第一轴头和第二轴头分别设置在缸体的两端; 缸体的最外侧设置有面层不锈钢网使得缸体不易生锈, 提高了缸体的耐腐蚀性、耐高温性和强度, 保证了加工纸张的质量, 改善了纸张性能。纸页在缸体外表面通过时, 由外部机构送入的热风依次经过纸页、面层不锈钢网、网支撑板、壳体进入密封腔室, 然后经过第一端盖和排风罩排出缸体, 从而形成了热风的排出。

传动侧轴承座及轴承设置在缸体的一侧, 传动侧轴承座及轴承与第一轴头转动连接, 热风穿透烘缸还包括操作侧轴承座及轴承, 操作侧轴承座及轴承设置在缸体相对于传动侧轴承座及轴承的另外一侧, 操作侧轴承座及轴承与第二轴头转动连接,



1—缸体 2—壳体 3—网支撑板 4—面层不锈钢网 5—第一端盖 6—第二端盖 7—第一轴头 8—第二轴头 9—传动侧轴承座及轴承
10—操作侧轴承座及轴承 11—密封腔室 12—传动侧轴承 13—中间支撑轴 14—支撑架 15—配重块 16—侧密封板 17—轴向密封板
18—连接块 19—排气罩 20—密封板 21—压板

图1 热风穿透烘缸的结构

第一轴头的中心线与第二轴头的中心线重合,第一轴头与传动侧轴承座及轴承转动连接,第一轴头上设置有键槽,第一轴头通过平键与外部动力结构连接,使得缸体通过外部动力结构做旋转运动。

密封腔室设置在缸体形成的容置空间内,密封腔室包括传动侧轴承、中间支撑轴、支撑架、连接块、配重块、侧密封板和轴向密封板,传动侧轴承设置在密封腔室的一侧,中间支撑轴与传动侧轴承转动连接,连接块设置在中间支撑轴的外部,支撑架设置在连接块上,配重块设置在连接块上,侧密封板设置在支撑架的两侧,侧密封板的轴线与中间支撑轴的轴线相垂直,轴向密封板设置在支撑架的两侧,轴向密封板的轴线与中间支撑轴的轴线相平行。壳体、侧密封板和轴向密封板形成密闭空间,防止气体内外流通,提高了热传导效率。

第一端盖和第二端盖为圆板状结构,壳体为圆柱形中空结构,大大提高了缸体与纸张的接触面积,增大了烘缸干燥的范围。第一端盖和第二端盖均设置有圆形通孔,均与壳体焊接固定,形成了一体式的结构,大大提高了缸体的强度、刚度和稳定性,避免了螺栓连接所出现的密封性、加工误差、螺栓失效等各种问题。第一端盖和第二端盖与壳体也可以通过螺栓、螺钉等方式进行连接固定。热风穿透烘缸采用了钢材质,综合机械性能比较高,使得热风穿透烘缸整体重量比铸铁结构轻,降低了外部驱动设备的驱动功率,实现节能要求,且钢质材料致密性高,提升了缸体表面粗糙度,使得缸体表面与纸页接触时的摩擦力大大减少,使纸页品质质量更高更稳定。

第一端盖和第二端盖外部设置有挡环,挡环设置在壳体的两侧。挡环分别与第一端盖和第二端盖螺栓连接,且挡环的内表面分别与第一端盖和第二端盖的外表面相贴合,提高了缸体的密封性,进一步增强了缸体的强度和稳定性,防止缸盖因受力而发生形变。

第一端盖和第二端盖与壳体所形成的的焊缝表

面圆滑过渡,使得热风穿透烘缸部件的安装更加稳定高效方便。

第一端盖和第二端盖均设置有人孔,人孔设置有人孔盖。可以保证使用者自由进入烘缸内进行维修,人孔盖保证了缸体的气密性。

在缸体的传动侧设置有排风罩,排风罩与第一端盖螺栓连接,排风罩上设置有密封板,密封板上设置有压板。排风罩与外部处理热风装置相连,形成了热风处理系统,排风罩能使热风更加高效快速地排出缸体外,节约了能源的消耗。

连接块与中心轴固定连接,配重块与连接块螺栓连接,支撑架与连接块螺栓连接。配重块重量与支撑架、侧密封板和轴向密封板形成的重量相匹配,保证了密封腔室在做旋转运动时的平稳性。

有益效果:缸体通过外部动力结构做旋转运动,密封腔室一端通过传动侧轴承安装在缸体端盖上,密封腔室另一端固定在操作侧轴承座及轴承上,密封腔室相对壳体保持静止。纸页在缸体外表面通过时,由外部机构送入的热风依次经过纸页、面层不锈钢网、网支撑板、壳体进入密封腔室,然后经过第一端盖和排风罩排出缸体,从而形成了热风的排出。

热风穿透烘缸结构较为简单,不需要设置蒸汽系统、水处理设备、水通道装置和水回收装置等。热风穿透烘缸采用热风循环干燥方式可令加工更加快速、有效,节约了能源,降低了生产成本,提高了生产效率。由于采用了热风循环干燥方式,可有效地使驱动机构保证平稳运作,从而增强了缸体的疲劳强度,同时降低了轴头因疲劳而出现断裂的几率。缸体的最外侧设置有面层不锈钢板,使得缸体不易生锈,提高了缸体的耐腐蚀性、耐高温性和强度,保证了加工纸张的质量,改善了纸张性能,使得纸张更加厚实和松软。

(以上专利技术信息,由徐红霞提供)



耐磨
WEAR RESISTING

抗冲击
IMPACT RESISTANCE

耐腐蚀
CORROSION RESISTANCE

耐高温
HIGH TEMPERATURE RESISTANCE

高粘性
HIGH ADHESION

可加工特性
MACHINABILITY CHARACTERISTICS



索雷工业

百度一下



构建可靠性快速维修通道, 助力造纸行业绿色低碳转型

福伊特纸机

烘缸传动侧轴承位磨损在线修复



VOITH多盘浓缩机

密封位磨损在线修复



7800部导辊

腐蚀保护快速治理



压榨辊

轴磨损现场修复



浆液泵

泵壳冲刷现场治理



精筛

冲刷磨损快速治理



精 | 一对一专属定制修复 **快** | 快速响应, 快速修复 **好** | 修复质量可靠/稳定 **省** | 修复省时, 维护省心

让维修变的
更简单 更高效 更可靠

淄博索雷工业设备维护技术有限公司
服务热线: 0533-3173331/400-999-4331
www.zbsolid.com



24小时服务在线客服
一对一专属修复定制



关注索雷公众号
解密碳纳米聚合物更多应用 中插1



山东环发科技开发有限公司
SHANDONG HUANFA SCIENCE & TECHNOLOGY CO.,LTD.

绿色发展 技术引领

治污 减排 降耗看环发!

山东环发科技开发有限公司
为您提供污水处理全面解决方案



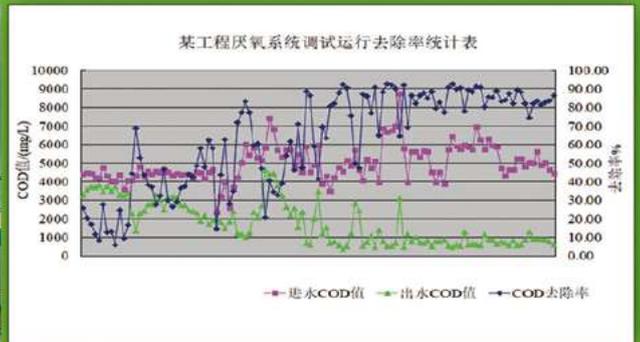
生物脱盐
高效率

回用减排
低成本

绿色造纸
效果好



一体化厌氧系统案例图



◎ 一体化厌氧系统

◎ PACA深度处理系统

◎ 浆纸废水生物脱盐及循环回用技术

◎ 高效旋切曝气器

◎ 制浆造纸用水封闭循环技术

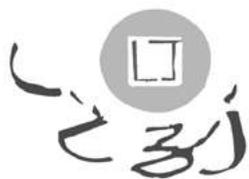
◎ 新型保温材料

——烘缸端面、蒸汽管阀保温



服务热线 联系人: 寇清芬: 137 9317 3926
郑龙琦: 152 6914 5050

地址: 济南市高新区汉峪金谷A3-1-1602室 电话: 0531-88588896/88588996
传真: 0531-88199756 邮址: sdhf166@126.com 网址: www.hfkjtd.com



中国钞票纸厂造纸化学品供应商——

淄博津利精细化工厂

造纸助剂专业生产厂



高度

源于专业

★板纸、瓦楞纸等包装纸专用特效增强剂系列：使纸张耐破强度、耐折强度、环压强度、挺度等指标提高30%-50%

增强助留系列

干强剂	撕不断
湿强剂 (PAE、MF)	泡不烂
环压增强剂	压不扁
挺硬剂	让纸张挺起来
助留剂	留住有效成分

施胶防水系列

AKD中性施胶剂 (系列)	与酸性造纸说再见
表面施胶剂 (系列)	纸面更精彩
防水防潮剂 (系列)	滴水不漏
蜡乳液 (系列)	提高防水、光滑性能

其它系列

脱墨剂 (系列)	油墨去无踪
烘缸剥离剂 (系列)	光洁如初
解胶剂 (系列)	损纸更容易
杀菌剂系列	杀灭细菌微生物

本厂常年寻求技术合作，招聘技术及营销人员
有意者请致电13964319276 贾先生

地址：淄博市周村区南郊镇 联系人：贾先生 13964319276

电话：0533-6061262 传真：0533-6062320

http: //www. jinlichem. com E-mail: zbjinlijiaxiang@126. cm

潍坊华普化学股份有限公司

Weifang Huapu Chemical Co., Ltd

潍坊华普化学股份有限公司创建于2001年，位于山东半岛中部潍坊安丘市，是一家专业生产造纸化学品的高新技术企业。

公司坚持走产学研发展道路，拥有自主研发能力的研发中心，并在青岛市新建研发实验室，配备先进实验设施及分析设备，积极引进高新技术人才，不断提高研发能力，持续进行产品的开发、优化与升级。



公司诚招产品区域总代理



地址：山东省安丘市新材料产业园（西外环与安阳路交接口西）

电话：于经理 15621671086（山东公司）

于经理 13805367518（四川公司）

网址：www.huapuchem.cn

温岭市南方粉体设备制造厂

造纸过滤设备振动筛、旋振筛

科技兴企业，开创新业绩

NFSB 南方设备

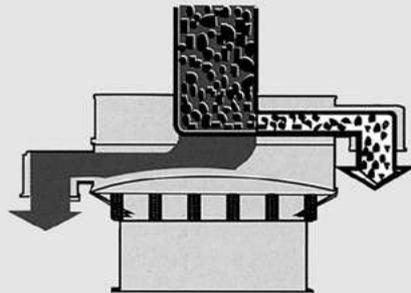
振动筛分机是引进国内外先进技术，结合我国实际情况新开发的新型筛分过滤设备。适用于固液、浆液、粘液物料自动分离及碳酸钙的过滤。

造纸中涂布机的涂料和表面施胶机上的施胶剂经该设备过滤后，可生产出高品质的纸张。近几年造纸企业新的和改造后的生产线都已配上了该设备。烟草薄片机配上振动筛分机过滤胶液，也取得了良好的效果，实践证明该机是过滤杂质提高产品质量必不可少的设备。

型号：ZS- ϕ 500、 ϕ 600、 ϕ 800、 ϕ 1000、 ϕ 1200、 ϕ 1500(mm)



ZS型振动筛分机



杂质过滤结构图



筛网目数可任意装换

使用单位

广东理文造纸
东莞玖龙纸业
东莞振兴造纸
东莞中联纸业
东莞永安造纸
东莞双洲纸业
东莞兆丰造纸
佛山金盛纸业
揭阳信达纸业
汕头嘉利华纸业
虎门南栅造纸
汕头乐华造纸
普宁流沙润造纸
江门振隆造纸
中山兴业造纸

广东珠江纸业
广东新新纸业
惠东宏盛纸业
开封嘉宜纸业
海南金红叶纸业
广西劲达纸业
贵港红旗纸业
宁夏美利纸业
神伦(唐山)纸业
东莞(漳州)纸业
泉州香江纸业
泉州贵格纸业
南安纸业
南安三龙纸业
邵武中竹纸业
武陟广源纸业
莆田福利纸品
利津世通纸业

安徽利达纸业
安徽跃华纸业
安庆万邦高森
安庆华邦纸业
合肥金钟纸业
万邦高森纸业
天长荣生工贸
宣城万里纸业
贾汪新星纸业
无锡江南纸业
江阴天河纸业
盐城华泰纸业
扬州江胜包装
海门永源纸业
丹阳天工纸业
丹阳长丰造纸
金坛文凯纸业
太平洋纸业

郑州弘达纸业
许昌宏伟实业
永丰永兴纸业
永丰永祥纸业
弋阳顺达纸业
上饶奇鹏纸业
西安万隆造纸
西安西郊造纸
保定江城纸业
泊头龙达纸业
顺平惠兴纸业
佳木斯东方纸业
库尔勒天山纸业
三环泰和纸业
通海三义造纸
康瑞德恒纸业
江海明珠纸业
宁阳天和纸业

上海南滨造纸
山东百川纸业
聊城东昌纸业
临沂震元纸业
菏泽宏泰纸业
杭州利群纸业
杭州徐王纸业
杭州正宏纸业
宁波招宝纸业
萧山蔡伦纸业
绍兴昌盛纸业
浙江金正纸业
浙江长兴纸业
义乌华川纸业
通海三义纸业
嘉善宇善纸业
昌龙箱板纸业
龙游亿达纸业

临安王氏造纸
武义要巨纸业
武义良信纸品
台州洋河纸业
黄岩苏尔迪纸业
温州金桥纸业
苍南群发纸业
苍南华新纸业
永嘉光明造纸
永嘉鑫鑫纸业
永嘉七屿纸业
永嘉神奇纸业
新徐王纸业
富阳神龙纸业
富阳金辉纸业
富阳华利纸业
富阳华星纸业
富阳天亿纸业

富阳荣胜纸业
富阳泰骏造纸
富阳祥力纸业
富阳徐王纸业
富阳广泰纸业
富阳乾新纸业
富阳泰隆纸业
富阳春胜纸业
富阳春森造纸
富阳鼎盛纸业
富阳江南造纸
富阳茂元纸业
富阳虹远纸品
富阳络村造纸
富阳天隆纸业
富阳利峰纸业
富阳佳明造纸
富阳乾隆纸业



厂址：浙江省温岭市肖家桥工业区
电话：(0576) 86580583 86581283
<http://www.nf-sb.com>

邮编：317502
传真：(0576) 86580283
E-mail: nf-sb@nf-sb.com

经营厂长：颜邦初
手机：13905863509
13958653209

专业生产造纸化学品



砀山位于安徽省最北端，地处苏、鲁、豫、皖四省交界处。陇海线、310国道、济祁高速、郑徐高铁贯穿全境，黄河故道横卧其间，交通便利发达。砀山以盛产酥梨驰名中外，素有“梨都”之称，80万亩连片梨园、面积之大堪称世界之最。金兄弟化工便位于这座美丽的城市。金兄弟公司设备精良、齐全，技术力量雄厚，检测手段完备，建立了科学严谨的质量保证体系，采取灵活多变的方式与国内外著名院所开展合作，不断推陈出新，精益求精。

金兄弟公司创办于2003年，现有职工105人，专业技术人员11人，科研人员5人，拥有一支较强的技术研发队伍，并引进德国尖端技术和部分主要原料，运用先进的科学检测手段，全力为造纸业精心打造更多高品质造纸助剂新产品，部分产品品质已达到国际领先水平。公司产品年产量达2万余吨，产品畅销苏、鲁、豫、皖等国内二十多个省、市及远销越南、伊朗、缅甸、日本、马来西亚等国家和地区。

公司秉承：“诚信经营，合作共赢”的经营理念，以优质的产品和完善的售后服务在造纸业获得良好的信誉。

主营产品

- ◆表面施胶剂
- ◆阳离子淀粉
- ◆AKD复合施胶剂
- ◆絮凝剂和净水剂
- ◆污泥回填剂
- ◆助留助滤剂
- ◆多元助留增强剂
- ◆毛毯网笼清洗剂
- ◆干强剂
- ◆湿强剂
- ◆分散剂
- ◆消泡剂

因为专业 所以更好

安徽砀山金兄弟实业科技有限公司

技术引进或技术转让、招聘市场、销售及工程师请联系：13905676096

地址：安徽砀山西城科技园(235300) 电话：0557-8181111 传真：0557-8186688

全国免费服务热线：800-868-9288（固话拨打） 邮箱：dsjxd2013@163.com 欢迎登陆 <http://www.dsjxd.cn>



恒星科技
STAR SCIENCE & TECHNOLOGY



13605285088

张春祥 (总经理、高级工程师、硕士)

通过ISO9001: 2008国际质量管理体系认证

镇江恒星科技成立于1996年

(全新推出新材料新工艺)

烘缸缸内高温修补剂堵漏新技术

——烘缸堵漏专用高温修补剂 (专利申请号: 202111061368.5) ——

推荐

烘缸堵漏



- 拥有三十年丰富实践经验的烘缸堵漏技术团队
- 采用带温带压对端盖钻孔堵漏技术——直观快速
- 采用带温带压螺栓孔注胶堵漏技术——不伤缸体
- 采用专用高温修补剂缸内整圈堵漏——冷缸操作

烘缸喷涂



- 组织经验丰富技术人员采用优质高效施工设备
- 采用新一代高铬合金不锈钢材料进行烘缸喷涂
- 采用碳化钨、特氟龙等材料组合进行烘缸喷涂
- 全新设计制作精巧施工设备对多缸机在线喷涂

烘缸特服



- 组合专业技术团队对烘缸进行特殊的技术服务
- 采用碳纳米聚合物材料对轴承位磨损在线修复
- 采用碳纳米聚合物材料对齿轮箱渗漏在线修复
- 采用反牙丝锥、焊管、钻孔攻丝工艺取断螺丝

本公司可对造纸企业自备电厂提供蒸汽管网带压堵漏、带压开孔、带压封堵等技术服务
本公司在全国造纸企业聚集地设有固定和流动服务网点, 可就近为客户服务

了解详细技术资料请扫二维码



镇江恒星科技有限公司

ZHENJIANG STAR SCIENCE TECHNOLOGY CO., LTD.

地址: 江苏省镇江市黄山西路26号领诚广场A座办公楼1027室

服务热线: 13605285088 (微信同号) 邮箱: china@hx-kj.com

电话: 0511-85033178 传真: 0511-85027947 网址: www.hx-kj.com

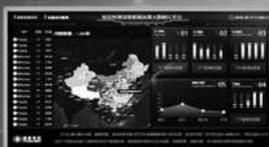


品享科技，纸浆纸张品质管理专家

为全球5000多家科研院所、造纸、生活用纸、纸包装及纸制品生产企业和终端检测中心提供专业的检测设备及品质管理解决方案



智能检测实验室解决方案
SMART NETWORKING FOR LABORATORY SOLUTIONS



智能检测信息化云展示平台
CLOUD SYSTEM FOR INTELLIGENT TESTING



F系列造纸智能检测仪器
NEW RELEASE OF F-SERIES TESTING INSTRUMENTS



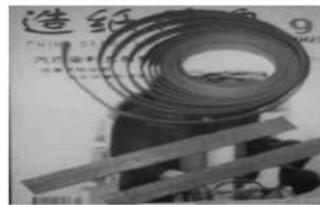
实验室仪器校准及规划
TESTER CALIBRATION AND LABORATORY PLANNING



销售热线: 136 7581 3873 ; 139 5816 1794

[Http://www.pnshar.com](http://www.pnshar.com)

高品质 世界共享
HIGH QUALITY WINS WORLD



让用户满意，是兴洲人最大的追求！

- ※ 专业生产造纸系列产品：引纸绳、柔性吊带、纸卷吊梁、断纸带（隔纸带）、打浆绳。
- ※ 引纸绳：用高强度尼龙丝和进口制造设备精制而成的引纸绳，使用周期长，可完全替代进口引纸绳，欢迎使用。
- ※ 柔性吊带 ※可旋转纸卷吊梁：适用于造纸车间的连轴纸卷吊装、纸卷堆放，具有安全系数高、运用灵活等特点，能使您的吊装要求得到最大限度的满足。



握住兴洲手，永远是朋友

江苏兴洲工矿设备有限公司

地址：江苏省泰州市高港科技园许庄许南
电话：0523-86112333/86112111 手机：15152991688 15605263338

网址 <http://www.jsxzok.com>
E-mail: jsxzlidq@163.com



SHENLUN

申伦科技

纸张染料的研究、生产、应用与服务

Development, Production and Application & Service for Paper Dyes

- 液体纸张染料 Liquid Paper Dyestuff
- 粒状纸张染料 Granular Dustless Dyestuff
- 水合物型造纸湿部用荧光增白剂
Hydrates of the salts of a specific 4, 4' -di-triazinylamino-2, 2' -di-sulfostilbene compound for paper wet end application
- 乳液合成型造纸水性涂料增白乳液 Dispersion of FAW for paper coating
- 有机染料与颜料分散色浆
Pigment and Dyestuff Dispersion for Special Paper Coating
- 无色染料 (热、压敏隐色体染料) Colorless Dyestuff (Leuco Dyes for Therms-sensitive & Pressure-sensitive Paper)
- 染料应用过程自动计量与添加设备 Metering system and Addition Equipment for Paper Dyes

上海申伦科技发展有限公司
上海智匠工业自动化设备有限公司

电话/TEL: 021-65360566 021-691670
传真/FAX: 021-65605707 021-69891669
邮箱/E-mail: paplion2000@163.com
网址/Web: www.sh-shenlun.com.cn

实实在在的效果，实实在在的品质，
只为给您带来实实在在的效益！

废纸制浆核心技术

胶粘物障碍—除胶剂

根据DCS来源及其成分分析，我司会推荐合适的化学控制方案，从源头控制，避免造成对毛布、网毯、烘缸、流程等环节的胶粘物障碍，提高纸机整体运行性能。适用于书本纸、不干胶纸、淋膜纸等含大量胶粘物的废纸。

高强纸碎浆—解离剂

根据不同废纸和其添加的化学品（包括干湿强剂、抗水剂、施胶剂等）选用不同型号的解离剂，我们会根据实验结果推荐合适的应用方案。

招 聘

技术服务人员多名（生活用纸方向），要求有新月型卫生纸机实操经验2年以上，工作地点全国，需适应出差。待遇面谈。



江门市南化实业有限公司

电话：+86-750-6228298

业务负责人：李先生 18676976330

地址：广东省江门市新会区古井镇临港工业区

传真：+86-750-6709678

邮箱：jmzghg@163.com

网址：<http://www.jmzghg.com>



真空压榨辊/真空伏辊/真空吸移辊/复合辊
真空托辊/真空网笼
压榨辊/卷纸辊/导辊等各种辊类产品



真空压榨辊

5600纸机, 车速: 1000m/min



真空伏辊

5600纸机, 车速: 1000m/min



真空吸移辊

5600纸机, 车速: 1000m/min



真空托辊

高速卫生纸机, 车速: 1300m/min



真空托辊

高速卫生纸机, 车速: 1600m/min



真空托辊

高速卫生纸机, 车速: 2000m/min

真空辊技术开拓先锋



国际先进技术深孔枪钻

车速1000m/min、1300m/min、1600m/min、2000m/min的高车速大规格真空辊产品逐渐投放市场并顺利开机运行, 巩固了江苏正伟机械有限公司真空辊技术开拓先锋地位, 真正实现了高速大型真空辊国产化的梦想, 为“中国制造”增色添彩。



“像水针一样专注”

K-JET&K-CLEANER 水针系列产品

- 自动水针换卷系统
- 烘干部引纸水针系统
- 湿部引纸/定边水针系统
- 网压部高压扫描清洗系统
- 在线水针切边系统



20年潜心钻研，匠心铸就一流品牌。

凯捷特专注于造纸机高压水针切割和清洗设备的研发、设计、制造和应用。解决纸机生产中引纸效率低，换卷成功率低，卷纸辊底废纸量大，网压部清洗水耗能耗高等问题，为纸机精益化生产提供一流品质和高效性能水针设备。

桃李不言，下自成蹊。



常州凯捷特水射流科技有限公司 Changzhou KJT Technology Co.,Ltd.

地址：江苏省常州市新北区汉江路 402 号
网址：www.kjt-tech.com

电话：0519-85806380, 13861269026
电邮：sales@kjt-tech.com

ISSN 1007-9211

