

中华纸业传媒



浆纸技术



中华纸业

CHINA PULP & PAPER INDUSTRY

第44卷
总第560期 第 **16** 期

2023年8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/TS 邮发代号:24-136



(齐鲁股权代码:300492)

免费服务热线:400-1183-918

化机浆装备和工艺技术的引领者

植物纤维清洁制浆专利技术

(国家发明专利:ZL201510091919.0)

各种竹子、秸秆、枝桠材、木材清洁无污染制浆成套装备工艺技术及设计
通过挤压、溃散、撕裂及化学浸渍,化工助剂降低25%以上、电耗
降低30%以上,同时能够获得高品质的浆料。



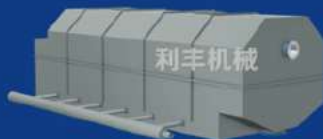
废水微浮选机



超级滤水机



多级压力筛/多级分级筛



LFT超效浮选脱墨机



高浓磨浆机



双螺杆多功能搓磨分筛机

山东省壮丰环境工程有限公司
山东省利丰机械有限公司



微信扫一扫

地址:山东省诸城市兴华东路7218号

电话:0536-6061832 传真:0536-6060832

E-mail:lfyjx@163.com 手机:13906460995

Http://www.lifengzaozhi.com Http://www.zhuangfenghuanbao.com

Http://www.lfzjx.com Http://www.qingjiezhijiang.com



乾丰机械
QIANFENG MACHINERY

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: cppi9@cpai.cn paperchina@cpai.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@cpai.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@cpai.cn
新媒体部 电话:0531-88935343 邮箱:cppinet@cpai.cn
市场运营部 电话:0531-88522949 邮箱:adv@cpai.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。



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)



特稿

1 制浆项目建设的若干思考/万里

技术进步

6 木质素基碳材料的制备与应用研究综述/易代仁杰
李鹏辉 王佳宇 等

研究开发

12 氧化石墨烯强化 Fe^0/Fe^{2+} 类Fenton体系处理中段废水机理研究/刘晓凤 陈睿 杨达 等

17 剑麻纤维打浆特性及其成纸性能研究/杨清 宋欢
杨宇 等

22 典型涂料抗水剂对涂布白卡纸性能的影响研究/董栓
陈光照 邹家豪 等

26 ICP-MS测试食品和烟用材料用纸中重金属含量方法的优化/贾春红 喻小桥 杜显生

30 水镁石基阻燃纸的应用研究/吴平飞 钟晨 李宇
剑 等

34 卷烟用纸中助燃剂含量测定结果的不确定度评定/张英
吉玉岱

生产实践

37 竹浆碱回收锅炉烟气污染物排放影响因素探析/陶文东
许明 史建波

40 ASA施胶在高化机浆配比文化纸生产中的应用/蒋华林
唐彪 吴飞

44 杨木PRC-APMP木片原料结构优化实践/田中粟
刘立峰 王秀玲 等

48 育苗纸在高速纸机上的生产实践/周景蓬 冯好伟
郭启程 等

52 在配网故障处理中应用配网自动化技术的分析/周童

55 10 kV线路故障处理中应用配网自动化技术/余朝彦

纵横

58 蓝色中性笔字迹耐久性及其耐用性实验分析/宁倩

62 林业苗木培育及其管理技术研究/张小燕

Feature

1 Thoughts on the Pulping Projects Implementation

Technology

6 Research Progress in Preparation and Application of Lignin Based Carbon Materials

R&D

12 Study on the Mechanism of Treatment of Mid-stage Pulping Wastewater by Graphene Oxide-Enhanced Fe^0/Fe^{2+} Fenton System

17 Study on the Beating Characteristics of Sisal Fiber and Its Paper Formation Properties

22 The Effect of Typical Water-Resistant Coating Agents on the Properties of Coated White Paperboard

26 Optimization of ICP-MS Method for Determination of Heavy Metals Content in Paper Used for Food and Cigarette Material

30 Research on the Application of Brucite-Based Flame Retardant Paper

34 Evaluation of Uncertainty in the Measurement Results of the Content of Combustion-Supporting Agent in Cigarette Paper

Production

37 Study on the Influencing Factors of Flue Gas Pollutant Emission from Bamboo Pulp Alkali Recovery Boiler

40 Application of ASA Coating in the Production of Culture Paper with High Chemical-Mechanical Pulp Ratio

44 Optimization of Raw Material Structure of Poplar PRC-APMP

48 Producing Practice of Germinating Paper by the High Speed Twin-wire Paper Machine

52 Analysis on the Application of Distribution Network Automation Technology in the Network Fault Handling

55 The Application of Distribution Network Automation Technology in 10kV Network Fault Handling

Survey

58 Experimental Studies on the Durability and Abrasion Resistance of Handwriting by Blue Gel Pen

62 Research on Forestry Seedling Cultivation and Management Technology

选择晨钟 选择成功

专业 专注 诚信 共赢

CHOOSE CHENZHONG CHOOSE SUCCESS
PROFESSIONAL FOCUS INTEGRITY WIN-WIN

公司制浆设备有十几大系列200余种产品，可承接年产10万吨未漂白商品浆、40万吨废纸浆、10万吨废纸脱墨浆、年产7万吨非木纤维原料浆整条制浆生产线项目工程。可提供单机日处理量2-70绝干吨污泥脱水深度干化系统设备及污水处理项目工程。

NDR双盘磨浆机

- 机体、机盖分别为整体焊接结构，强度高、刚性好；
- 主轴采用渐开线花键，滑动灵活，稳定可靠；
- 进、退刀装置采用标准化模块化设计，进退刀控制更精准；
- 多方位的监控：退刀限位、磨损限位、设备振动、轴承温度等等。
- 主轴轴承结构紧凑，维修维护方便；
- 转盘芯上带有浆压平衡浆孔，使两侧浆压自动平衡；
- 磨片齿型多样化，使用寿命进一步提高；

NDR系列双盘磨浆机主要技术参数

型号	NDR1	NDR2	NDR3	NDR4	NDR5
磨盘直径 (inch)	18-22	24-26	28-32	34-40	42-48
磨盘直径 (mm)	460-560	610-660	710-810	860-1010	1060-1220
额定流量 (LPM)	600-2000	1000-3000	1200-4500	1500-6000	2500-9000
生产能力 (t/d)	30-120	50-200	60-300	90-400	120-600
主轴转速 (RPM)	1200-1000	1000-750	750-600	600-500	530-420
电机功率 (kW)	90-250	160-500	355-630	450-1000	800-1700
进浆口规格	2-DN100	2-DN125	2-DN125	2-DN150	2-DN200
出浆口规格	DN125	DN150	DN175	DN200	DN250
主机重量 (Kg)	1500	2100	2700	4100	6300
主机外形 (mm)	1750*820*850	2100*930*950	2170*1120*1200	2450*1320*1400	2800*1680*1700



技术信息/Information

● 专利技术 ●

一种高强高透层间增韧合成纤维纸基材料及其制备方法和应用 (65)

一种热转印涂料及其制备方法、热转印纸及其制备方法 (68)

一种电子元器件载带原纸及其制备方法 (70)

一种铜版纸表面覆膜设备 (71)

一种本色废纸原料制浆工艺 (74)

■ 著作权说明 (75)

《中华纸业》2024年征订启事 (76)

上期要目 | THE PREVIOUS

关注/Focus

焦点 国家发展改革委就《产业结构调整指导目录(2023年本)》公开征求意见,等 (1-3)

特稿/Feature

10 行业大咖齐聚山东兖州,共话纤维资源利用与制浆新技术/宋雯琪

17 充分发挥校企媒平台优势,助力浆纸产业绿色低碳发展/刘玉

18 同心谋发展 携手开新局 共同谱写浆纸产业中国式现代化新篇章/李洪信

19 聚焦纤维原料资源的可持续性供应 柳钉行业整体高质量发展/曹振雷

20 造纸行业经济运行情况及趋势/赵伟

专题/Special

23 浆纸市场半年度盘点(续)

24 木浆半年度总结:上半年成交重心下移,下半年回升空间有限/常俊婷

28 白卡纸半年度总结:上半年震荡趋跌,下半年或筑底回升/孔祥芬

31 瓦楞纸半年度总结:上半年震荡下行,下半年谨慎乐观/李莉

35 箱板纸半年度总结:上半年成交重心下移,下半年或小幅上涨/徐玲

39 白板纸半年度总结:上半年市场价格一路下行,下半年或震荡上扬/潘静雯

42 废黄板纸半年度总结:上半年价格下跌为主,下半年或先扬后抑/刘健

45 生活用纸半年度总结:上半年整体下行,下半年先涨后跌/牛伟娜

特写/Interview

49 上市一周环龙控股重塑国际竞争力——专访环龙控股执行董事、四川环龙技术织物有限公司总经理谢宗国先生/李嘉伟

54 匠心铸就 用高质量辊轴为造纸保驾护航——专访润升辊业董事长薄启生先生/宋雯琪 张玉环 张洪成

58 打造节能环保新优势 争做泵类产品专家——专访尚宝罗公司董事长董洪广先生/宋雯琪 张玉环

环球扫描/Global

全球 受经济环境影响,2023年全球纸厂关停脚步继续,等 (70)

欧洲 欧洲造纸行业2022年废纸回收率70.5%,比上年略有下降,但仍高于全球平均水平,等 (70-72)

美洲 国际纸业公布2023年二季度财报:上半年净收入4.07亿美元,等 (73-75)

资讯/Information

投资建设 亚太森博(山东)浆纸3,500吨/日碱炉顺利投产,等 (77-80)

管理运营 齐鲁工业大学大学生社会实践基地、就业育人实践基地签约暨揭牌仪式在华泰集团举行,等 (80-84)



中华纸业传媒(cppinet)



浆纸技术(pulp-paper)



订阅《中华纸业》



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16期)

诸城市利丰机械有限公司 /封1; 彩广16
 苏州市乾丰造纸机械制造有限公司 /封2
 山东汉通奥特机械有限公司 /封3
 株洲新时代输送机械有限公司 /封4
 武汉顶涂科技有限公司 /封2邻
 尚宝罗江苏节能科技股份有限公司 /目邻广1
 山东晨钟机械股份有限公司 /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

〉制浆及辅助设备

江苏正伟造纸机械有限公司 /彩广13

〉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14

〉专用器材及泵阀等

山东明源智能装备科技有限公司 /彩广6
 安吉美伦纸业技术有限公司 /彩广8
 安德里茨(中国)有限公司 /彩广9
 滨州东瑞机械有限公司 /彩广11
 滕州市德源高新辊业有限公司 /彩广17
 杭州潮龙泵业机械有限公司 /彩广18
 杭州品享科技有限公司 /单广5
 江苏兴洲工矿设备有限公司 /单广5

〉造纸化学品

山东奥赛实业股份有限公司 /彩广10
 江门市南化实业有限公司 /彩广12
 万华化学集团股份有限公司 /彩广15
 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
 安徽碭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6

〉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
 山东绿泉环保科技股份有限公司 /彩广7

■ 上期广告 (2023年第15期)

滕州市德源高新辊业有限公司 /封1
 济宁华隆机械制造有限公司 /封2
 江苏凯恩斯泵阀有限公司 /封3
 江苏金沃机械有限公司 /封4
 广西绿晨环境工程有限公司 /拉页1
 东莞市友邦网毯有限公司 /封2邻
 西尔伍德机械贸易有限公司 /目邻广1

安德里茨(中国)有限公司 /目邻广2
 山东海天造纸机械有限公司 /目邻广3
 湖南三匠人科技有限公司 /目邻广4
 河南晶鑫网业科技有限公司 /目邻广5
 廊坊开发区大明化工有限公司 /目邻广6

〉制浆及辅助设备

潍坊德瑞生物科技有限公司 /彩广8
 山东杰锋机械制造有限公司 /彩广9

〉专用器材及泵阀等

法兰泰克重工股份有限公司 /彩广10
 溧阳市江南烘缸制造有限公司 /彩广11
 滕州市润升辊业有限公司 /彩广12
 丹东鸭绿江磨片有限公司 /彩广13
 济南奥凯机械制造有限公司 /彩广14、15
 振欣透平机械有限公司 /彩广16

■ 招聘启事、展会消息及其他

2023中国纸业高质量发展论坛
 暨第十三届中华纸业浆纸技术论坛 /拉页1
 Paptec /目邻

现在出售
www.paptec.com ID: 5419

二手镀铝纸转换 生产线

用于标签、礼品包装、光面纸, 箔片





包含的组件:

- 涂漆机
- 2 镀膜机
- 2 格贝尔复卷机
- 压花压延机
- 切纸机

PAPtec

When it comes to used machines

网站 www.paptec.com

邮箱: info@paptec.de

短信: +49 151 65188844

电话: +49 7541 592768

Friedrichshafen / 德国



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。

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



浙江兴丰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。



LV QUAN

绿泉环保：关注每一滴水！

山东绿泉环保科技股份有限公司（证券简称：绿泉环保；股票代码：872171）是一家以水处理、环保节能技术和装备为核心集研发设计、施工制造、环保设施运营、技术服务于一体的高科技企业。拥有国家环境工程甲级设计资质，环保工程专业承包壹级资质、市政公用工程总承包叁级资质和安全生产许可证，是国家商务部AAA级信用等级企业、中国环保产业协会理事单位、中国环境科学学会会员单位。目前，公司拥有十多项国家发明专利和实用新型专利。自成立以来，公司已经在处理中高浓度制浆造纸、医药化工、食品发酵等行业废水处理领域承揽了二百项环保工程。

山东省高新技术企业

ISO9001/14001/45001管理体系认证单位

四十年技术积淀 二十一年工程实践

高层次专业技术团队 教授级高工技术把关

为您提供先进、专业、节能、高效的造纸废水治理系统解决方案！

专业 专心 专注 匠心打造精品环保工程

高效厌氧生物处理技术

（发明专利：ZL201110248372.2）——2011年度国家重点环境保护实用技术

- COD去除率高达85%以上，造纸行业达70%以上
- 采用专有布水装置，保证了布水的均匀性和可靠性
- 反应器内部件全钢结构，坚固耐用，寿命长
- 可有效防止颗粒污泥钙化
- 占地面积小，工程投资少

制浆造纸中段废水低成本处理技术

根据水质和排放标准的不同，采取针对性措施，将我公司自主研发的高效厌氧装置分别与氧化沟、深层射流曝气、生物选择器生化处理技术等好氧处理单元组合，后辅以高级氧化深度处理，效果稳定，可靠达标，投资省，运行经济。

典型工程

山东世纪阳光纸业	山东华泰纸业	汇胜集团纸业	江苏利民纸业
山东森森纸业	秦皇岛金茂源纸业	内蒙古华章纸业	山东天和纸业
山东德派克纸业	东明勇越纸业	平原汇胜纸业	山东银河纸业 ...
山东天阳纸业	辽宁荣耀纸业	山东省寿光市鲁丽纸业	



汇胜集团1万m³/d污水处理工程



山东世纪阳光纸业2.5万m³/d污水处理工程

责任诚信 创新发展 合作共赢

山东绿泉环保科技股份有限公司

地址：济南市高新区舜华路2000号舜泰广场6#16F 邮编：250101
 电话：0531-83530711/ 83531398 传真：0531-83530922 手机：15864782866
 网址：www.lvquan.cn Email：sdlqhb@126.com

安吉美伦纸业设备有限公司位于浙江省湖州市安吉县，长三角核心区，交通便利。公司为早期的“安吉水印辊厂”，成立愈三十年，产品技术从吸收到创新，品种从单一到系列化，自行设计、制造。立足于市场，服务国内外广大客户。

目前有四大产品系列：

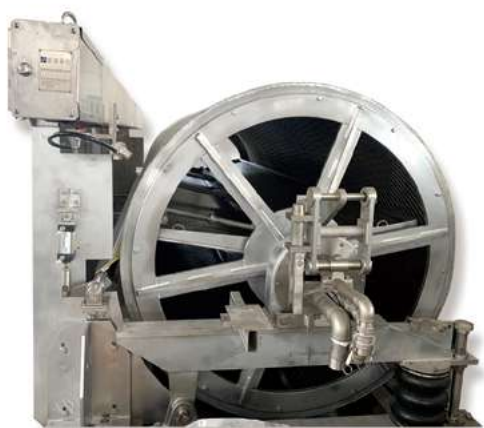
一、整饰设备(饰面辊)：生产能力：直径 $\Phi 300 \sim \Phi 2500\text{mm}$ ，目前饰面辊直径大。门幅 $1000\text{mm} \sim 8000\text{mm}$ ，结构先进(蜂窝式、立片式、绕丝式)同步于进口设备，整饰效果优良。

二、防伪设备(水印辊、螺纹辊)：制作精良，满足客户需求。

三、阻尼式双滑块摇振箱：适合车速 $\leq 400\text{m/min}$ 的各种纸机、操作方便、维保简单、性价比高。

细节决定品质 品质决定一切

- 提高成纸匀度，消除纤维絮聚
- 降低纵横向抗张强度比
- 节能减耗，减少维修



饰面辊智能外部清洗



I-Clean智能全幅高压湿部清洗系统

此设备应用于成形网部各压榨部，通过特有高压清洗技术大幅度减少能耗(水、电)，延长织物的使用寿命，自动化程度高。

特别感谢浙江仙鹤股份有限公司、浙江夏王纸业有限公司等客户的大力支持和感谢！



摇振箱系列产品



饰面辊专用不锈钢网



饰面(水印)辊系列产品



地址：浙江省安吉县递铺镇阳光工业园二区3号路6号
 邮编：313300
 电话：0572-5302977 / 5302966
 手机：18657203677 / 13905820632
 传真：0572-5302977
 E-mail：18657203677@163.com



安德里茨织物与辊子

IMPULSE™ 高性能靴套

技术精湛，性能出众

随着一体浇注技术的进步

Impulse靴套采用一体浇注技术，应用于运行要求高的现代化、高速、高线压的靴压位置，提供持久的解决方案。Impulse靴套采用业界先进的材料和制造技术，运用新工艺，优化纤维增强材料在靴套中的使用，以

获得优异的性能。Impulse靴套的特性包括卓越的结构稳定性和增强的耐磨性，它 also 具有很强的耐化学腐蚀性，以及抗油和防水，避免润胀，保证尺寸的稳定性。Impulse还具有卓越的抗冲击能力，以及令人难以置信的抗撕裂性和耐磨性，对靴套使用寿命

至关重要的靴压位置，Impulse靴套是理想选择。Impulse具有多种类型，包括平板靴套、沟纹靴套和盲孔靴套，可确保任何靴压的卓越的脱水性能。

ENGINEERED SUCCESS

ANDRITZ AG / Stattegger Strasse 18 / 8045 Graz / Austria / andritz.com/fabrics-and-rolls

ANDRITZ

用技术赋予产品新活力 用创新达到环保新高度

山东奥赛集系统研发、生产制造、技术服务和推广销售一体，解决制浆造纸和浆纸塑膜“环保和成本”之基本问题，提供专业解决方案。

所有产品均有自主知识产权专利

▶ 主营

传统造纸助剂：干强剂 湿强剂 表面施胶剂 分散剂 松香胶

GB9685 食品级产品：食品级干强剂 食品级湿强剂 食品级松香胶

▶ 特色

纸浆模塑 无氟防油剂 无氯防水剂



Thoughts on the Pulping Projects Implementation

◎ Wan Li (Xianhe Corporation, Quzhou, Zhejiang 324022, China)

制浆项目建设的若干思考

◎ 万里（仙鹤股份有限公司，浙江衢州 324022）



万里 先生

自2000年开始，一直从事制浆项目的工艺技术和项目建设管理，先后参与四川宜宾天竹竹浆溶解浆项目、重庆理文15万t竹木化学漂白浆项目、黄冈晨鸣50万t阔叶木漂白溶解浆项目、四川环龙新材料22万t碱法本色化学竹浆等制浆项目建设，具有丰富的制浆项目建设管理经验。

摘要：近几年来，随着国家禁止进口废纸政策的实施，加之禁塑限塑减塑的部分措施落地，国内利用多种植物纤维原料制浆项目的开发建设迎来了高潮。国内制浆项目设计和建设过程中也相应暴露出一些问题，有些项目实际运行状况与原设计建设的工艺路线差异很大，无法实现项目建设前既定的目标。结合自己的持续学习与工作实践经验，总结分析国内制浆项目建设过程中存在的问题，提出切实可行的建议，共同促进国内制浆行业更好地发展。

关键词：制浆；项目管理；以竹代塑；高效碱炉；国产替代

Abstract: In recent years, with the implementation of the ban on waste paper import by Chinese government, coupled with the measures to restrict plastics, there have been an increasing number of pulping projects using plant fiber as raw materials. However, the design and construction of pulping projects has revealed some problems, and the actual operating conditions of some projects are very different from the original design and construction of the process route, which can not realize the established goals. This paper summarizes and analyzes the problems existing in the construction of domestic pulping projects and puts forward feasible suggestions to promote the development of the pulping industry.

Key words: pulping; project management; bamboo as a substitute for plastic; high-efficiency recovery boiler; domestic alternative

中图分类号: TS74

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)16-0001-05

随着近几年国内制浆项目建设不断增多，国内制浆项目发展培养了不少制浆项目相关专业人才。但制浆项目涉及的专业和行业多：包含有原辅料储存处理的植物原料备料、化学反应的蒸煮和苛化、化工行业的二氧化氯及氧气等漂白剂制备、矿产行业的碳酸钙和石灰加工、污水行业的厌氧生物反应、能源行业的碱炉和发电等诸多行业。且制浆项目所有系统控制都实现DCS集中控制，自动化程度非常高，相关系统的操作技术要求较高，国内制浆项目真正具备全面统筹管理的优秀人才不足，尤其是新进入制浆的造纸企业。分析总结国内制浆项目管理过程中出现的经验，对国内企业新建制浆项目总体战略目标的顺利达成具有重要现实意义。

1 制定清晰明确的项目目标是制浆项目建设的基础

国内很多造纸企业建设制浆项目前缺乏深入的项目调研。回顾造纸行业近几十年的市场周期变化，有当前浆板价格较高利润可观的时期，也有过浆板价格远低于国内浆厂自产浆板成本价的时期，国内很多浆厂甚至出现过因进口浆板价格太低，制浆厂亏损严重被迫停产的不堪状况！从制浆造纸长期周期看，造纸企业投资建设制浆项目还是要面临较大风险的！

当然林浆纸一体化是造纸行业提升市场竞争力的发展方向，也是国家鼓励造纸企业进行产业延伸的战略发展方向。但在投资建设制浆项目前，造纸企业一定要结合企业自身的实际情况，发挥好企业优势，制定清晰明确的项目建设目标。如国内包装纸龙头企业玖龙纸业和理文纸业，因国外废纸禁止进口，国内箱纸板纸机需要大量的替代废纸原料，其建设制浆项目目标就是为了满足包装纸机自身造纸急需的原料缺口，所以新建制浆项目主要是利用国内资源相对较丰富的植物纤维原料生产化机浆和化学浆，以替代强度较好的进口美废。

太阳纸业在老挝和广西北海建设化学木浆制浆项目，其目标是为了充分发挥广西和老挝当地丰富木材的原料优势，既可满足太阳纸业国内纸机对高品质木浆板的需求，而且还兼顾溶解浆生产，可依据浆料市场行情及时调整经营。

企业投资建设制浆项目之前，必须考虑在市场进口浆板价低于国产自产浆价时，企业如何保证制浆厂做到

运营有效益。简言之，只有充分发挥好企业自身的优势，明确企业建设制浆项目的真正目的，才能使企业抓住新建制浆项目的根本。

2 对项目原料来源的准确定位是制浆项目建设的基础

为获得制浆项目审批，企业项目前期通过各种手段有意夸大当地及周边的原料储备，造成实际运行原料结构与项目建设设计有所差异，这是国内制浆项目审批造成的特点之一。

如湖南某浆厂设计是以国内马尾松为主的针叶木漂白浆厂，目前实际生产的主要是广西及进口桉木阔叶浆，因原来的设计没有充分考虑进口原料的码头运输，导致进口或外购水运木片中间倒运环节费用高，公司的经营效益难以保障。湖北某浆厂原设计是进口澳洲优质蓝桉木片生产漂白溶解浆，实际运行是以周边杂木和进口桉木片生产漂白阔叶化学浆，原设计系统运行调试中不断改造，调试试工期超过半年才基本正常，项目调试改造损失较大。

山东不少化机浆厂原设计是以当地杨木为主，目前实际生产以进口桉木、相思木为主，虽然化机浆主工艺设备变化不大，但是不同原料化机浆产生的废水厌氧处理差异大，导致污水厌氧系统运行后期的调整改造费用损失也相当大。

基于国内“青山绿水”的长期环保国策，国内木材原料很难满足广大制浆项目对木材原料的需求。建议国内以木材为主要原料的制浆项目不要忽略进口木片的路线设计，尤其是年产能超过20万t的中大型木浆厂，做好进口木片运输港口及配套木片输送设施的建设，优化进口木片原料的工艺路线，才能保证项目长期稳定的效益。

3 以竹材为原料的竹浆制浆项目，要坚持对当地的竹材品种和制浆工艺特点进行深入研究

2022年11月7日，国际竹藤组织成立二十五周年志庆暨第二届世界竹藤大会在北京举行，中国政府与国际竹藤组织在会上共同发起“以竹代塑”倡议。“以竹代塑”，可以增加绿色竹产品的使用比例，减少塑料污染。中国有竹林地面积701万公顷，竹类资源、面积、蓄积量

均居世界第一，是世界上竹资源最丰富的国家，同时也是竹产业规模最大的国家。

四川是全国最大的竹浆生产基地，2022年四川竹浆实际年产能约160万t，除了宜宾纸业有20万t食品卡纸，其他超过130万t竹浆基本都以生活纸生产为主，可见竹浆纸产品的单一性非常严重！其主因是国外对竹浆技术研究甚少，国内竹浆厂技术研发投入又不足，没有深入研究各地不同竹纤维性能特点。2014年四川环龙斑布竹本色浆生活纸开发成功，四川当地竹浆企业都扎堆跟风进入到生活用纸市场。

其实，四川竹子品种非常多，各地不同竹种有不同的特点，而最适宜做造纸竹浆的品种主要是慈黄竹类，其竹节少、竹片薄、竹纤维强度高。原四川雅安竹浆厂生产的漂白竹浆板曾是国内优质竹浆的代表，因为雅安当地的竹材品种是相对单一的慈竹，雅安浆厂生产的硫酸盐漂白竹浆板强度质量等综合指标性能好，曾得到全国广泛认同，在各种造纸产品中都有良好使用。

作为国内最早开发竹浆的四川省属企业，原四川长江包装股份有限公司技术团队也开发出不少适合竹浆的新产品，利用高强度硫酸盐本色竹浆，开发有高强度精制牛皮纸、精制伸性纸袋纸、中性纸、热压原纸等，市场

应用反馈良好。

其实生活用纸对浆料质量要求较低，竹浆决不仅仅是可以用于生活纸，通过合理的技术开发，竹浆造纸产品发展前景非常广阔，建议国内有竹浆项目的企业要结合当地主要竹品种特点，开发更高档的适合当地竹材特点的较高附加值竹纸品种，做好竹浆产品不仅能降低国内制浆对进口木片的过度依赖，也符合国家以竹代塑的长期环保要求。

4 强化对原料源头的分类质量管理是制浆项目浆料质量保障的前提

从项目建设的工艺路线而言，为了保证制浆浆料的最佳品质，所有植物原料从进料源头就必须做好分类质量管理。这种分类不仅要区分不同品种木片，而且对同样木片的不同来源地和生长周期差异较大的木片也要进行严格分类存放。特别是以当地原料资源为主的制浆厂，原料来源广泛，不仅有不同的杂木木片，加之竹片、板皮、边角料等各种原料，质量差异大。

原料源头分类质量管理是制浆浆料质量保障的基础。四川竹浆厂大多采用散料堆场，这种方式不利于原料分类质量管理，且原料的堆存分类转运管理费用较



高。随着国内料场专业装备水平升级,基于对原料的有效分类质量管理,建议新建制浆项目原料堆场结合当地场地状况选择成熟的圆堆或长堆全自动原料堆场。玖龙的项目使用新型木片自动堆取料机设备是成熟可靠的,可以借鉴。

原料如果没有进行有效分类质量管理,在同一蒸煮锅里会混合不同原料。即使是DDS置换蒸煮,蒸煮过程也会因不同原料滤液穿透性能不同会出现严重的偏流和不均匀,导致浆料蒸煮反应均匀性差,最终浆料质量稳定性无法保证!抓质量问题一定抓好源头分类质量管理,这是制浆质量最有效的控制管理方法。

5 经验丰富的设计单位可有效控制制浆项目投资

制浆项目设计涉及的专业多,设计难度相对较大。对于大型制浆项目,设计费用相对整个项目投资占比小,选择制浆项目设计经验丰富的设计单位及团队,通过有效优化项目设计,对控制项目总投资是最有力的保障!

项目整体的系统设计布置需统筹发挥好各专业设计团队作用,充分考虑上下工序流程和各种物料的流畅。清晰理解并做好系统物料平衡计算的设计人员需要非常丰富的项目设计经验。只有设计经验较丰富的设计单位,才能通过不断总结大型制浆项目设计建设经验,更好地保证项目整体设计的完整性。

设计要保证全厂布置紧凑合理,避免设计差错,优化厂房土建结构设计。通过优化设计不仅能有效控制项目建设投资,还可显著降低项目生产运行成本。制浆项目要委派经验丰富的专业技术人员密切跟进设计院的详细设计工作,保证设计原则统一,设计质量经济可靠!

6 完善管线细节设计是DDS间歇置换蒸煮可靠运行的前提

自2000年CPL制浆DDS置换蒸煮技术进入中国制浆市场,通过二十余年的改进发展,目前国内主流的间歇蒸煮是以CPL的DDS蒸煮技术为主。主要原因是基于DDS技术的节能效果明显,对原料的适应性强,蒸煮工艺的自控操作系统操作调整方便等。

实际运行中,DDS置换蒸煮较连蒸和其他间歇蒸煮辅助槽罐和管线多,对管线及管线配置的大量控制阀质

量及安装细节设计要求高,如果管线细节设计及安装不当,系统运行中的故障率就相对较高。例如为提高蒸煮效率,DDS蒸煮对放锅的时间控制比较短,高压电机启动放锅泵时负荷较高,放锅泵对放锅管道的瞬间冲击非常大,如果管道设计不合理,放锅管上卡伯仪等自控仪表故障率高,难以保障蒸煮系统的长期稳定运行。

7 漂白工艺路线的正确选择是浆料品质稳定的关键

因制浆项目环评审批对降低AOX排放考虑,国内很多制浆项目提出了轻ECF或TCF漂白的工艺路线,希望在漂白工段降低或取消二氧化氯的使用,达到减少AOX排放的目标。

湖北某70万t浆厂漂白工艺原是维美德的轻ECF短漂白工艺(D0-Z-P0),实际运行后发现高浓臭氧漂白运行费用高,质量稳定性较差,后改造再增加一段二氧化氯漂白,取消了臭氧漂白。广西某甘蔗渣制浆厂,漂白原设计是短流程的Q-P0-P0工艺,实际运行费用太高,改造并调整漂白为D0-EOP,运行成本和质量稳定性明显好转。

在采用二氧化氯漂白的制浆项目中,制浆漂白总体排放污水中AOX含量完全可达到排放要求。要保证制浆漂白品质稳定还是优选二氧化氯漂白,并尽量发挥好前面二段氧脱的预漂效果。实践证明,二氧化氯漂白工艺仍然是目前最经济可靠的制浆漂白技术路线。

8 高效碱炉的正常运行是制浆厂成本控制的关键

对于制浆厂运营管理而言,碱炉及碱回收运行管理得好,制浆系统的主要消耗成本会大幅降低,浆厂回收碱、自产蒸汽和自发电等综合成本低,浆厂的经营利润将显著提升。尤其是最近几年高温高压高效碱炉的投运,随着碱炉蒸汽压力等级从6.8 MPa逐步提升到8.4 MPa甚至10.5 MPa,碱炉发电的经济性大幅提升。依据安德里茨提供,碱炉蒸汽从480℃、8.4 MPa提高到515℃、10.5 MPa,2680 tDS/d碱炉发电量可增高11.4 MW,运行一年仅发电增加的经济效益就达5000万元。对于配置发电系统的大型制浆厂,建议还是优选压力9.8 MPa以上高温高效碱炉更有利提升浆厂总体经济效益。

随着国家环保要求的不断提高,碱炉脱硝是目前碱炉建设面临的较大难题。湖北某浆厂建设时没有考虑

脱硝设施, 调试运行时使用国产脱硝剂加入炉内脱硝, 运行中对碱炉内炉管造成了非常大的损伤, 后经不断调整脱硝剂加入口位置和入口管径, 因运行费用太高而几乎停用。中轻国际最新开发的尿素炉内耦合脱硝技术(CRDT), 基本原理是利用SNCR反应机理, 将燃烧技术与脱硝技术相结合的新技术。该技术目前在广东和四川制浆项目已经投入使用, 运行中对碱炉反应区的温度比较敏感, 合适的温度下脱硝效率最高可达90%。

总体而言, 目前碱炉脱硝技术仍然有一定技术风险, 国内制浆项目建议结合当地排放要求和不同碱炉情况, 可先预留布置, 待后续新技术成熟后再配套建设。

9 苛化白泥的处理是制约竹浆制浆厂产能的关键

竹浆制浆厂因竹原料含硅量大, 白泥中硅含量积蓄严重。目前四川竹浆项目白泥都没有采用木浆厂通用的石灰窑回收白泥技术, 主要还是采取板框为主的压榨方式, 将白泥干度提高到75%以上, 再送到下游厂家处理。部分白泥是提供给大型燃煤电厂用于湿法脱硫, 还有部分是给水泥厂掺烧制作水泥。两种方式都受驻地的下游厂家制约, 竹浆厂的白泥处置基本没有收益, 甚至需要支付相应白泥运输费用。

对于石灰石原料品质较好的项目, 如果项目纸产品或周边有纸厂需要轻质碳酸钙, 可参考山东太阳纸业2015年投产的6万t制浆碱回收白泥回用项目。白泥回用选用美国特矿(MTI)技术, 不仅可将白泥转化成更有效益的轻质碳酸钙供造纸填料使用, 还能吸收热电厂烟气中二氧化碳约2.5万t/a, 实现项目总体减碳固碳和碳达峰目标。

10 制浆废水有效减排是好氧为主的污水厂良好运行的关键

对于大多数化学制浆厂或化学浆纸一体化项目, 化学制浆排放的污水COD浓度通常不会超过2,500 mg/l, 大多在2,000 mg/l左右, 配套的污水处理厂不用上厌氧处理设施。常规化学浆纸一体化项目依靠传统的预酸化、好氧处理和芬顿深度处理可保证能够满足国家废水排放标准, 保证出水COD达到50 mg/l以下。

控制运行费用最有效的方式都是管理好源头, 所以管理好生产车间的跑冒滴漏是污水厂经济可靠运行的关

键。生产运行管理要做好车间废水减排, 避免生产频繁出现故障和异常黑液流失, 杜绝大量黑液和浆料进入废水系统。

对于独立的化机浆厂或没有上MVR的化机浆项目, 化机浆排放的废水COD浓度高达12,000~18,000 mg/l, 这种污水处理厂必须考虑厌氧处理设施, 而且需要考虑厌氧菌对不同原料品种的敏感性, 厌氧处理项目设计阶段务必明确化机浆的原料品种及产地!

11 制浆项目关键设备的国产化替代可有效控制项目总投资并规避国外的制裁风险

随着国内制浆项目建设的不断推进, 国内已经形成一大批的专业制浆设备制造企业, 这些企业在众多制浆关键设备上已经取得较大突破, 年产30万t以下漂白化学制浆线, 关键设备基本实现国产化。如备料系统的长堆圆锥堆关键输送设备、木片洗涤筛选设备、料仓出料设备; 化学浆除节筛选设备、真空和双辊压力洗浆设备、中浓泵及漂白混合设备; 碱回收多效结晶蒸发及MVR提浓设备、二氧化氯制备设备、苛化高效澄清器及高压高效碱炉等关键设备。这些国产化设备在国内外都有多年的使用经验, 运行质量可靠。

制浆设备国产替代不仅可有效控制项目总投资, 还可避免进口设备的制裁限制风险, 对国内制浆企业长远发展具有战略意义。

12 总结

制浆项目相对于造纸项目而言涉及的专业更多、流程更长、自动化程度更高, 投资大、建设期长, 项目建设统筹协调管理难度大。要成为优秀的制浆项目建设管理者, 需要统筹好各专业人才, 抓好关键工艺技术路线, 重视关键设备选型配置, 深刻理解项目设计理念。管理好制浆项目是对项目管理团队的极大挑战! 而新建制浆企业则需要结合自身的人才结构, 通过制浆项目建设运行为企业锻炼培养一批优秀的专业技术及项目管理团队! 项目管理者要善于激发项目管理团队的主动性, 落实现场施工安全质量职责, 激发项目团队合作创新精神, 严格项目工期及投资控制, 保证项目按既定目标安全如期投运, 尽早实现项目高效投产, 稳定运行。📧

[收稿日期: 2023-02-03]

Research Progress in Preparation and Application of Lignin Based Carbon Materials

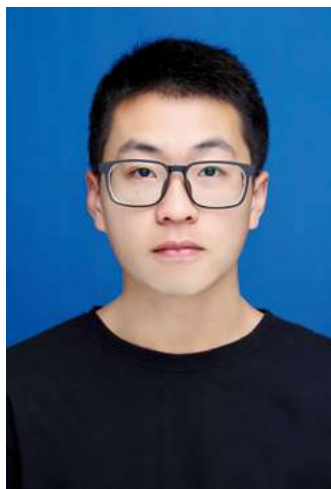
◎ Yi Dairenjie^{1a}, Li Penghui^{1a}, Wang Jiayu^{1a}, Lu Jiaying^{1a}, Long Guifang^{1b}, Li Yuanyuan^{1c}, Wu Wenjuan^{1a,2*}

(1.a.Jiangsu Co-Innovation Center of Efficient Processing and Utilization of Forest Resources; b.College of Chemical Engineering; c.College of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037, China; 2.Asia R&D Center of UPM China Co., Ltd., Changshu, Jiangsu 215006, China)

木质素基碳材料的制备与应用研究综述

◎ 易代仁杰^{1a} 李鹏辉^{1a} 王佳宇^{1a} 陆嘉莹^{1a} 龙桂芳^{1b} 李媛媛^{1c} 吴文娟^{1a,2*}

[1.南京林业大学 a.江苏省林业资源高效加工利用协同创新中心; b.化学工程学院; c.经济管理学院, 南京 210037; 2.芬欧汇川(中国)有限公司亚洲研究中心, 江苏常熟 215006]



易代仁杰 先生

本科在读; 研究方向: 天然高分子的改性与应用研究。

中图分类号: TS71¹; TB322

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)16-0006-06

摘要: 从制备、结构和应用总结了木质素材料的最新进展。现在只有少数分离的木质素被用作原料, 因此文章详细综述了三种木质素基碳材料的制备方式以及应用制备方向, 对其进行了总结, 以了解当前木质素基碳材料的近况发展。具体而言, 深入讨论了木质素不同制备方法的程序, 包括活化、纺丝和模板法, 以及稳定和碳化, 以期全面了解木质素基碳材料的形成。其中对于目前各种碳材料的制备方法以及优缺点进行了简单的总结。最后对于未来木质素材料的发展方向和利用进行了展望。

关键词: 木质素; 活性碳; 碳纤维; 多孔碳

Abstract: The preparation, structure and application of lignin materials were reviewed in this paper. At present, only a few separated lignins are used as raw materials. Therefore, the preparation methods and application directions of three kinds of lignin-based carbon materials are reviewed in detail in this paper, so as to understand the recent development of current lignin-based carbon materials. Specifically, the procedures of different lignin preparation methods, including activation, spinning and template, as well as stabilization and carbonization, are discussed in depth in order to gain a comprehensive understanding of the formation of lignin-based carbon materials. The preparation methods of various carbon materials and their advantages and disadvantages are briefly summarized. Finally, the future development direction and utilization of lignin materials were prospected.

Key words: lignin; activated carbon; carbon fibre; porous carbon

□ 基金项目: 国家自然科学基金项目(31730106); 南京林业大学大学生创新训练计划项目(2022NFUSPITP0607)。

*通讯作者: 吴文娟(1979-), 女, 副教授; 研究方向: 天然高分子材料改性与应用等。wenjuanwu@njfu.edu.cn。

人们对环境污染和石油此类不可再生资源短缺的日益关注,促使了对生物基聚合物进行了大量深入的研究。在所有生物基聚合物中,木质素因其碳含量高、成本低和生物可再生等优点而备受关注。木质素是一种芳香族聚合物,普遍存在于大多数陆生植物中,与纤维素、半纤维素共同形成细胞壁主要结构。植物中木质素含量约占总干重的15%~30%,仅次于纤维素^[1-2]。据估计,自然界中产生的木质素每年可达 $5 \times 10^8 \sim 36 \times 10^8$ t,其中超过7,000万t木质素主要是来自于造纸工业副产品。工业木质素大部分用于燃烧发电,对环境造成污染。因此,提高木质素的附加值以扩大其应用范围是目前需要关注的挑战。

1 木质素简介

木质素是一种自然界含量丰富的天然聚合物,存在于纤维素纤维的细胞壁中,为植物提供针对氧化应激和微生物攻击的结构支持^[3]。木质素属于无定形杂聚物,反应活性有限^[4],不溶于水,可提供比多糖聚合物高出30%的能量密度。相比于木质素的高产量,其利用率较低,只有一小部分提取的木质素用于黏合剂的配方,分散剂,表面活性剂^[5],或用于橡胶和塑料中的抗氧化剂,或作为石油原料的替代品来生产各种化学品。因此,在各个领域

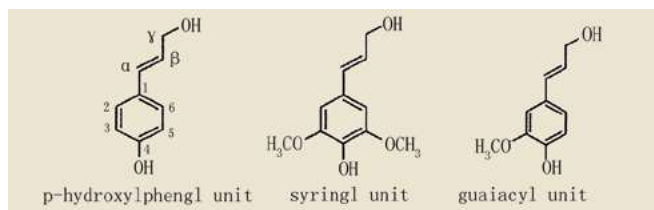


图1 木质素的三种结构

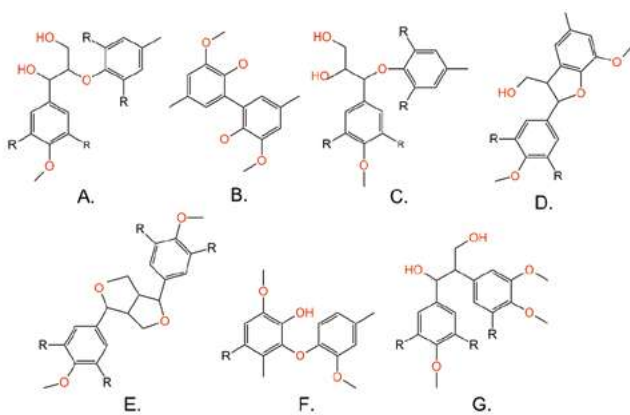


图2 木质素中苯丙烷单元之间的连接类型^[12]

有相当大的空间来更好地利用这种丰富的聚合物。

木质素结构中含有丰富的苯环、甲氧基、酚基、羟基、羰基和羧基等基团,这些基团决定了木质素既可以被改性加工为高相对分子质量化学制品,还可以被解聚成小分子,尤其是含有芳香基团的小分子,可部分替代石油资源,还可作为各种材料制备的原料替代品。木质素结构以芳香族聚合物的形式存在于天然植物中,主要组成结构为对羟基苯基(H)、愈创木酰基(G)和紫丁香基(S)苯丙烷单元以及芳基醚和碳碳键^[6]的化学键。此外,对香豆醇(MH),针叶醇(MG)和紫丁香醇(MS)组成了三种羟基肉桂醇^[7]。图1描绘了根据植物物种存在的三种结构单元的木质素。而连接各苯丙烷单元的的化学键约有三分之二是C-O键,其余是C-C键^[8]。C-C键和C-O键又可以详细分为7种方式,如图2所示,分别为 β -0-4(A)、5-5(B)、 α -0-4(C)、 β -5^[9](D)、 β - β ^[10](E)、4-0-5(F)和 β -1(G)^[11]。由于不同木质素的化学结构、分子量、S/G比和分子行为不同,木质素的加工能力和性能也有较大差异。

2 木质素基碳材料制备与应用

2.1 活性炭

由于木质素的高能量含量,它通常更多被燃烧用于热回收或作为替代燃料。近年来,研究人员一直致力于木质素的综合利用以及高附加值产品的技术开发研究,因为木质素高碳含量和类似于烟煤的结构,可将木质素用于生产活性炭的材料。

研究表明,活性炭可以从许多不同的碳质前体中获得,木质纤维素可作为低成本活性炭生产的可再生前体^[13]。木质素是造纸工业的重要副产品,从化学和环境角度出发,深度开发木质素基产品对纸浆厂具有潜在的环境效益和经济效益。通过木质素的物理和化学活化来制备和表征活性炭已经有报道^[14],前体的化学活化可在一步中产生比物理活化更大的产率,并且具有发达的微孔

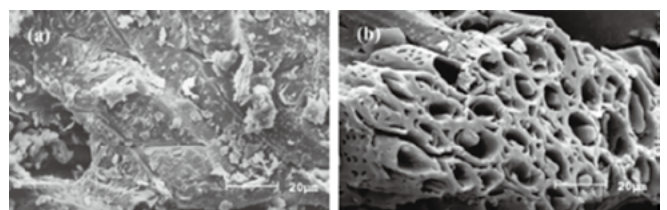


图3 原材料(a)和活性炭(b)的SEM图像(放大800倍)^[16]

隙度和介孔性^[15]。如Martins等人用澳洲坚果合成活性炭^[16]，图3为原料(a)和活性炭(b)的扫描电镜图像。

木质素可以被化学活化法和物理活化法活化。在物理活化过程中，木质素在973~1,073 K的温度下被炭化，并被蒸汽或CO₂活化。如CO₂对热解木质素起到物理活化作用。在化学活化过程中，木质素被活化化学物质浸渍，如KOH、NaOH、ZnCl₂、K₂CO₃或H₃PO₄^[17]。浸渍的木质素在773 K到1,073 K之间的惰性气氛中被干燥，有时是磨碎，炭化和活化。ZnCl₂对木质素是化学活化作用，在活化过程中，ZnCl₂还具有催化脱羟基及脱水的功能，对原料中氢和氧以水蒸气的形式逸出有利，并抑制焦油的生成，避免气孔堵塞，有利于碳材料多孔性结构的生成^[18]。但ZnCl₂因其带来的环境问题而被限制使用。还有研究表明，磷酸活化的木质素制成的活性炭最大比表面积超过1,300 m²/g，具有高达63%的中孔率^[19]，较高的中孔率使其在大分子有机污染物、重金属吸附和水处理方面具有广泛的潜在应用。硫酸盐木质素在制备有些碳材料尤其炭化和活化预处理时也存在一些问题。例如，用于医疗保健或化妆品行业的特定类型的活性炭应具有一定的纯度水平，严格控制灰分和金属含量，以便安全使用。

2.2 碳纤维

木素基碳纤维是日本Kayaku公司首次开发并在中试规模上商业化的，他们以木质素为原料，加入聚乙烯醇作为增塑剂，在碱溶液中对干纺纤维进行炭化^[20]。同样，Sudo等研究表明^[21]，木质素可以通过加氢裂化、酚化或氢解，然后在真空中进行热处理，转化为具有适当性能的熔融粘性材料，用于热纺丝。这些改性方法是通过消除木质素中的羟基和羟基甲基官能团来诱导流动，但没有进行详细的微观结构分析。

制备木质素基碳纤维的过程一般包括熔融纺丝，溶

液纺丝，静电纺丝或其他方法（如熔喷，离心纺丝，筒状纺丝，相转化挤出等）制备^[22-23]。

通过不同方法获得的木质素纤维在取向、细度、形貌和力学性能上是不同的。表1总结了不同木质素纤维制备方法的特点。我们主要关注使用熔融纺丝、溶液纺丝和静电纺丝方法形成木质素碳纤维。

熔融或溶液纺丝方法具有一定的工业基础，可以有效地用于制备微米级的木质素纤维。特别是，熔融纺丝因为所涉及的加工速度相对较高，并且在纺丝过程中不使用溶剂^[25]，所以在木质素纤维的生产成本和环境保护方面展现出无与伦比的优势。

熔融纺丝法广泛用于将热塑性聚合物加工成纤维。通常，聚合物被加热到粘稠状态并通过喷丝头转化为纤维形状，然后凝固以固定形状。通常，在喷丝头中挤出过程中会发生分子链的最小拉伸。为了进一步增加分子链的取向并消除由此产生的内应力，需要拉拔和热处理，这提高了熔纺纤维的机械性能和稳定性。

同样，使用静电纺丝法可以制备小直径和高比表面的木质素纤维。与传统纺织纤维相比，静电纺丝是一种相当简单的制造更薄纤维的工艺。静电纺丝利用电流体动力学的概念，在天然或合成聚合物中呈现随机、排列、空心和核壳结构，无论是原始形式还是负载发色团、纳米填料和许多其他活性剂，用于预期应用。但是该方法的主要缺点是炭化前空气稳定时间长，该缺点可以通过在静电纺丝装置的木质素溶液中加入少量（10%~30%重量）磷酸而克服。磷酸在这些纤维的炭化过程中也起到活化剂的作用，含磷配合物的存在也增加了碳材料的酸度，氧化和抗电氧化性，从而使制备过程加快了40~50倍^[26]。

各个研究团队对于木质素基碳材料也有各自的研究成果。Beck等^[27]首先由聚丙烯腈（PAN）、聚乙烯醇

表1 木质素纤维不同制备方法的特点^[24]

Preparation method of lignin fibers	Lignin structure changes after spinning	Characteristics of lignin-based carbon fiber		
		Fiber diameter	Tensile Strength	Tensile modulus
Melt spinning	β -5' and 5-4' bond formation Cross-linked structure formation	5~40 μ m	0.4~1.7 GPa	30~180 GPa
Solution spinning	No significant changes	5~10 μ m	1.0~1.4 GPa	70~100 GPa
Electrospinning	No significant changes	500~700 nm	<20 MPa(Mat)	4~4.5 GPa(Mat)
Melt-blown	Undetectable β -O-3 linkages Olefin bonding formation Carboxylic acid or ketone formation	5~20 μ m	3~10 MPa(Mat)	400~500 MPa(Mat)

(PVA)和木质素的前驱体通过稳定和碳化的热处理制备了两种类型的静电纺碳纳米纤维膜。表2^[28]为碳质吸附剂的比表面积和孔结构,这些说明了木质素基碳纳米纤维是高度多孔的,具有大量中等尺寸的孔,而PAN基纳米纤维主要是更光滑的固体,只有少量非常大的孔。Sevastyanova等人^[29]描述了将两种类型的改性蒙脱石有机粘土掺入有机溶剂木质素中,并报告了复合材料在不同夹杂水平下的挤出性能。他们得出结论,这些材料的添加提高了纤维纺丝效率,并且所得木质素纤维的强度几乎提高了一倍。Kadla^[30]继续使用从生物油中分离的热解木质素进行热解,该木质素在配混和纤维纺丝之前经过热处理以提高其分子量和玻璃化转变温度。最后Kadla得出结论,在高于1%重量的水平上观察到的强度下降归因于纤维直径的增加,粘土片沿纤维轴缺乏首选取向,以及产生的碳纤维中存在微空隙。然而,Kadla认为木质素的氧化热稳定性的直径依赖性较低,并且在较高水平的木质素中添加非扩散纳米材料可以降低木质素纤维的氧化热稳定性,因为它们为空气扩散提供了显著的屏障。

2.3 多孔碳

许多研究者尝试用木质素制备具有特殊功能的多孔碳材料^[31],使其广泛用于储能和催化^[32],如锂离子电池负极材料,钠离子电池负极材料,多孔碳电极^[33]、超级电容器电极材料^[34]等。多孔碳是从碳质前体制备的,例如甲烷、煤、沥青、油副产物、合成聚合物和天然生物质。由于可再生特性和低成本,生物质基多孔碳越来越受到可持续性和环境友好性的关注。

多孔碳可以由模板热解,盐模板法、KOH活化法等方法制备得到。

模板热解炭化前先用木质素前驱体交联或包覆模板,炭化过程中或炭化后将模板去除,得到多孔碳材料。碳材料的孔隙大小与模板的分子大小或颗粒大小密切

相关。控制碳材料的孔径需要使用不同分子或颗粒大小的模板,操作复杂,成本高。盐模板法以KCl^[35]、LiCl/ZnCl₂^[36]和NaCl^[37]为盐模板,从木质纤维素制备多孔碳材料。然而,木质纤维素的不溶性减弱了盐与前驱体之间的相互作用,需要活化剂(如KOH、K₂C₂O₄、尿素)来改善碳材料的孔隙度。因此,碳材料的孔隙大小,特别是中孔,很难控制。

而在活性炭的所有制备方法中,KOH活化法是制备高比表面积活性炭最有效和最常用的方法。但是KOH会对设备产生很强的腐蚀作用,不适合实际的大规模工业生产。为解决这一问题,有学者探索了以K₂CO₃^[38]、KCl^[39]等常见钾盐为活化剂的可行性,制备了各种高比表面积、孔隙结构发达的活性炭材料。

据文献报道,许多研究者对木质素基活性炭的制备及应用进行了研究,采用CO₂^[40]、K₂CO₃、H₃PO₄^[41]、KOH^[42]、NaOH^[43]等活化剂制备了不同孔隙结构的木质素基活性炭。Xi等^[38]以酶促木质素为原料,以K₂CO₃为活化剂,制备了高比表面积(2,300 m²/g)、大介孔结构的高石墨化木质素基多孔炭,与普通KOH活化相比,石墨化程度显著提高。Carrott等人^[39]通过调节硫酸盐木质素浸渍KCl的浓度,制备出平均孔径在0.53~0.77 nm范围内的超微孔材料。Carrott等人^[44]发现CO₂活化水解木质素可以制备出性能良好的多孔炭材料,其BET比表面积为1,400~1,600 m²/g,微孔宽度为1.2~1.4 nm,这对于此类碳材料来说是一个较高的值。胡淑玲等^[45]以碱木质素为原料,活化NaOH和KOH制备多孔炭,得到直径为10~25 nm,厚度为1~3 nm的木质素活性炭。Lora等^[46]研究了H₃PO₄制备木质素活性炭的工艺,以及对四环素(TC)和环丙沙星(CPX)的吸附性能。结果表明:木质素活性炭具有多孔结构,比表面积为931.53 m²/g,对TC和CPX的最大吸附量分别为475.48 mg/g和418.60 mg/g。

3 结语


从木质素的化学结构、加工条件和纤维性能之间的关系,综述了木质素碳材料的形成和应用。讨论了木质素材料的改性和形成,包括木质素基碳纤维、活性炭和多孔碳。静电纺丝H₃PO₄-木质素溶液以及在稀释空气中活化,可以持续生产具有超级电容器性能的自立多孔碳电极。在化石能源日益枯竭,环境污染较严重的现状下,氯化锌化

表2 BET比表面积、总孔体积和碳质吸附剂的平均孔径

Precursor	BET Specific Surface Area/ m ² ·g ⁻¹	Total Pore Volume/ cm ³ ·g ⁻¹	Average Pore Size/nm
Lignin/PVA	583	0.29	3.5
PAN Nanofibers	12	0.019	22.6
PAN Microfibers	1.7	<0.007	Not Determined
Commercial GAC	964	2.46	4.9

学活化从木质素中获得的活性炭可作为优秀的吸附剂,活性炭能够单独使用作为固定床反应器中的吸附剂。

自从木质素被发现是碳材料制造的有前途的原材料,对它的研究就未曾停止。

虽然已经取得了不少成果,但对此的研究也存在一些挑战。如对于木质素衍生的碳复合材料,应鼓励利用可再生材料,尽可能多地替代化石基前体;大多数材料仅在实验室规模上制备,大规模生产仍然很少有报道。因此,在今后的研究中应充分考虑制造周期、成本和技术。而在未来,开发低成本的木质素改性方法可能将是木质素作为前驱体商业化的关键。通过进行比较各种方式生产的木质素基碳材料若能找到大规模低成本生产的方式,就能更进一步利用这种材料,对木质素基碳材料的研究将取得更大的进展。 

参考文献

- [1] Ragauskas A J, Beckham G T, Biddy M J, et al. Lignin valorization: improving lignin processing in the biorefinery[J]. *Science*, 2014,344(6185):709.
- [2] Svnterikos E, Zuburtikudis I, Al-Marzouqi M. Electrospun lignin-derived carbon micro-and nanofibers: A review on precursors, properties, and applications[J]. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2020,8(37):13868-13893.
- [3] Shuai L, Amiri M T, Questell-Santiago Y M, et al. Formaldehyde stabilization facilitates lignin monomer production during biomass depolymerization[J]. *Science*, 2016,354(6310):329-333.
- [4] Moura J C M S, Bonine C A V, de Oliveira Fernandes Viana J, et al. Abiotic and biotic stresses and changes in the lignin content and composition in plants[J]. *Journal of Integrative Plant Biology*, 2010,52(4):360-376.
- [5] Alwadani N, Fatehi P. Synthetic and lignin-based surfactants: Challenges and opportunities[J]. *Carbon Resources Conversion*, 2018,1(2):126-138.
- [6] Frihart C R. *Wood adhesion and adhesives*[M]. CRC Press, New York, 2005.
- [7] Li R, Wang X, Lin Q, et al. Structural features of lignin fractionated from industrial furfural residue using alkaline cooking technology and its antioxidant performance[J]. *Frontiers in Energy Research*, 2020,8:83.
- [8] 王则祥,李航,谢文鑫,等.木质素基本结构、热解机理及特性研究进展[J].*新能源进展*,2020,8(1):6-14.
- [9] 李春,赵旭,王阿,等.木质素在化学品和燃料生产中的催化转化[J].*化学评论*,2015,115(21):11559-11624.
- [10] Baker D A, Gallego N C, Baker F S. On the characterization and spinning of an organic-purified lignin toward the manufacture of low-cost carbon fiber[J].*Journal of Applied Polymer Science*, 2012,124(1):227-234.
- [11] 江源,张佰庆,李桂江.木质素的结构与应用[J].*辽宁化工*,2022,51(5):655-661.
- [12] Pandey M P, Kim C S. Lignin depolymerization and conversion: A review of thermochemical methods[J].*Chemical Engineering & Technology*, 2011,34(1):29-41.
- [13] 侯昕彤,李再兴,姚宗路,等.深度共熔溶剂预处理木质纤维素研究进展[J].*科学通报*,2022,67(23):2736-2748.
- [14] Rodríguez-Mirasol J, Cordero T, Rodríguez J. Activated carbons from carbon dioxide partial gasification of eucalyptus kraft lignin[J]. *Energy & fuels*, 1993,7(1):133-138.
- [15] Rodríguez-Reinoso F, Molina-Sabio M. Activated carbons from lignocellulosic materials by chemical and/or physical activation: An overview[J]. *Carbon*, 1992,30(7):1111-1118.
- [16] Michael J Brown. *Durio - a Bibliographic Review*[M]. New Delhi:International Plant Genetic Resources Institute, 1997.
- [17] 张定邦,马唯一,王宇航,等.木质素基活性炭的制备及活化机理研究[J].*安徽化工*,2021,47(4):28-32.
- [18] 田龙.高中孔率木质素基活性炭的制备及表征[J].*太阳能学报*,2019,40(3):877-883.
- [19] 蒲瀛州,徐绍平,王克超,等.磷酸法木质素基活性炭活化过程研究[J].*大连理工大学学报*,2020,60(4):349-357.
- [20] Otani S, Fukuoka Y, Igarashi B, et al. Method for producing carbonized lignin fiber: U.S. Patent 3,461,082[P].1969-8-12.
- [21] Sudo K, Shimizu K, Nakashima N, et al. A new modification method of exploded lignin for the preparation of a carbon fiber precursor[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 1993,48(8):1485-1491.
- [22] Sudo K, Okoshi M, Shimizu K. Carbon-fiber from lignin-improvement of conversion process of lignin[C]. *Abstracts of Papers of the American Chemical Society*. 1155 16TH ST, NW, WASHINGTON, DC 20036: AMER CHEMICAL SOC,

- 1988,195:107-CELL.
- [23] 吴红,刘呈坤,阳智,等.木质素基碳纤维的制备及应用研究现状[J].高分子材料科学与工程,2020,36(2):176-183.
- [24] 胡州瑞,马明国.木质素基碳纤维的研究进展[J].天津造纸,2020,42(3):10-15.
- [25] 徐保明,张弘,唐强,等.木质素基碳纤维制备方法的研究进展[J].化工新型材料,2018,46(4):23-26.
- [26] Guosheng Jia, Mugaanire Tendo Innocent, Yan Yu, et al. Lignin-based carbon fibers: Insight into structural evolution from lignin pretreatment, fiber forming, to pre-oxidation and carbonization[J]. International journal of biological macromolecules, 2022,226:646-659.
- [27] Bergna D, Romar H, Lassi U. Physical activation of wooden chips and the effect of particle size, initial humidity, and acetic acid extraction on the properties of activated carbons[J]. Journal of Carbon Research, 2018,4(4):66.
- [28] Beck R J, Yong Zhao, Hao Fong, et al. Electrospun lignin carbon nanofiber membranes with large pores for highly efficient adsorptive water treatment applications[J]. Journal of Water Process Engineering, 2017,16:240-248.
- [29] Sevastyanova O, Qin W, Kadla J F. Effect of nanofillers as reinforcement agents for lignin composite fibers[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2010,117(5):2877-2881.
- [30] Qin W, Kadla J F. Effect of organoclay reinforcement on lignin-based carbon fibers[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2011,50(22):12548-12555.
- [31] Pińkowska H, Wolak P, Złocińska A. Hydrothermal decomposition of alkali lignin in sub- and supercritical water[J]. Chemical Engineering Journal, 2012,187:410-414.
- [32] Borghei M, Lehtonen J, Liu L, et al. Advanced biomass-derived electrocatalysts for the oxygen reduction reaction[J]. Advanced Materials, 2018,30(24):1703691.
- [33] Chatterjee S, Saito T. Lignin-derived advanced carbon materials[J]. ChemSusChem, 2015,8(23):3941-3958.
- [34] 王才威,杨东杰,邱学青,等.木质素多孔碳材料在电化学储能中的应用[J].化学进展,2022,34(2):285-300.
- [35] Rinaldi R, Jastrzebski R, Clough M T, et al. Paving the way for lignin valorisation: Recent advances in bioengineering, biorefining and catalysis[J]. Angewandte Chemie International Edition, 2016,55(29):8164-8215.
- [36] Xie A, Dai J, Chen Y, et al. NaCl-template assisted preparation of porous carbon nanosheets started from lignin for efficient removal of tetracycline[J]. Advanced Powder Technology, 2019,30(1):170-179.
- [37] Liu F, Wang Z, Zhang H, et al. Nitrogen, oxygen and sulfur co-doped hierarchical porous carbons toward high-performance supercapacitors by direct pyrolysis of kraft lignin[J]. Carbon, 2019,149:105-116.
- [38] Xi Y, Wang Y, Yang D, et al. K₂CO₃ activation enhancing the graphitization of porous lignin carbon derived from enzymatic hydrolysis lignin for high performance lithium-ion storage[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2019,785:706-714.
- [39] Carrott P J M, Carrott M M L R. Using alkali metals to control reactivity and porosity during physical activation of demineralised kraft lignin[J]. Carbon, 2009,47(4):1012-1017.
- [40] Carrott P J M, Carrott M M L R, Guerrero C I, et al. Reactivity and porosity development during pyrolysis and physical activation in CO₂ or steam of kraft and hydrolytic lignins[J]. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2008,82(2):264-271.
- [41] 王洋,刘守新.木质素对H₃PO₄法活性炭孔隙结构的影响[J].林产化学与工业,2011,31(3):33-38.
- [42] 曾茂株,余煜琪,胡玉彬,等.木质素多孔炭的制备及应用研究进展[J].化工进展,2021,40(8):4573-4586.
- [43] 蒋莉,马飞,梁国斌,等.木质素活性炭的制备及工艺优化[J].新型炭材料,2011,26(5):396-400.
- [44] Carrott P J M, Carrott M L R, Guerrero C I, et al. Reactivity and porosity development during pyrolysis and physical activation in CO₂ or steam of kraft and hydrolytic lignins[J]. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2008,82(2):264-271.
- [45] Hu S, Hsieh Y L. Lignin derived activated carbon particulates as an electric supercapacitor: Carbonization and activation on porous structures and microstructures[J]. RSC Advances, 2017,7(48):30459-30468.
- [46] Lora J H, Glasser W G. Recent industrial applications of lignin: A sustainable alternative to nonrenewable materials[J]. Journal of Polymers and the Environment, 2002,10(1):39-48.

[收稿日期: 2023-03-28]

Study on the Mechanism of Treatment of Mid-stage Pulping Wastewater by Graphene Oxide-Enhanced $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}$ Fenton System

◎ Liu Xiaofeng¹, Chen Rui², Yang Da³, Li Haoyang⁴, Ma Weiqing⁴, Li Xiaoming⁴, Li Yuan⁴, Liu Jiao⁴, Ma Mingyu⁴, Zhang Chenchen⁴, Li Ke^{4*}, Lan Huixia^{4,5*}

(1. Shandong Linglong Tire Co., Ltd., Yantai, Shandong 265406, China; 2. Qingdao Appraisal Center For Environment & Engineering, Qingdao, Shandong 266042, China; 3. Qingdao Municipal Bureau of Ecology and Environment Chengyang Branch, Qingdao, Shandong 266109, China; 4. College of Environment and Safety Engineering of Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266042, China; 5. Yunnan Provincial Key Laboratory of Rural Energy Engineering, Kunming, Yunnan 650500, China)

氧化石墨烯强化 $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}$ 类Fenton体系处理中段废水机理研究

◎ 刘晓凤¹ 陈睿² 杨达³ 李昊洋⁴ 马薇青⁴ 李晓明⁴ 李远⁴ 刘娇⁴ 马明宇⁴ 张晨晨⁴ 李克^{4*} 蓝惠霞^{4,5*}

(1. 山东玲珑轮胎股份有限公司, 山东烟台 265406; 2. 青岛市环境工程评估中心, 山东青岛 266042; 3. 青岛市生态环境局城阳分局, 山东青岛 266109; 4. 青岛科技大学环境与安全工程学院, 山东青岛 266042; 5. 云南省农村能源工程重点实验室, 昆明 650500)



刘晓凤 女士

工程师; 负责项目的环境影响评价及环保管理工作。

中图分类号: X793; TS734^{+.9}

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)16-0012-05

摘要: 通过 COD_{Cr} 降解动力学、羟基自由基和可溶性亚铁和总铁含量的变化以及循环伏安曲线研究了氧化石墨烯强化Fenton体系处理制浆中段废水的机理。结果表明: 在强化Fenton体系中, 一级反应速率常数 k 值(0.03949 min^{-1}), 体系初期的 $\cdot\text{OH}$ 含量及其利用效率和正负向电流对应的区域面积(1.15×10^{-5})均要明显高于传统Fenton体系, 并且该体系处理过程中可溶性总铁和亚铁含量可以始终维持在一个合适的水平, 更加有利于废水处理效果的提高。在此基础上, 综合分析了强化Fenton体系处理制浆中段废水的机理。

关键词: 制浆中段废水; 氧化石墨烯; 强化Fenton体系; $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}$

Abstract: In this paper, the mechanism of graphene oxide strengthened Fenton system for the treatment of mid-stage pulping wastewater was investigated by COD_{Cr} , degradation kinetics, changes of hydroxyl radicals and soluble ferrous and total iron content, and cyclic voltammetry curves. The results show that in the enhanced Fenton system, the first-order reaction rate constant k value (0.03949 min^{-1}), the $\cdot\text{OH}$ content and its utilization efficiency

□ **基金项目:** 云南省农村能源工程重点实验室开放课题(2022KF009); 青岛科技大学大学生创新创业训练计划项目。

***通讯作者:** 李克, 山东省青岛市市北区郑州路53号, 青岛科技大学环境与安全工程学院, 15628697068, CHN1k1990@Hotmail.com; 蓝惠霞, lanhuixia@163.com。

and the area corresponding to the positive and negative currents in the early stage of the system (1.15×10^{-5}) are significantly higher than those of the traditional Fenton system, and the soluble total iron and ferrous content in the treatment process of the system can always be maintained at a suitable level, which is more conducive to the improvement of wastewater treatment effect. On this basis, the mechanism of strengthening Fenton system for treating mid-stage pulping wastewater was comprehensively analyzed.

Key words: mid-stage pulping wastewater; graphene oxide; strengthen Fenton system; $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}$

Fenton技术可用于提高制浆中段废水等难生化废水的处理^[1-2], H_2O_2 在 Fe^{2+} 催化下分解产生 $\cdot\text{OH}$ ^[3-4], 降解废水中的污染物质。然而, 由于Fenton体系中的 Fe^{2+} 持续氧化为 Fe^{3+} , 仍存在不能连续稳定催化、需要大量催化剂等问题^[5-6], 废水处理效果并不理想。

近些年零价铁类Fenton逐渐受到众多学者的关注。 Fe^0 相比于二价铁盐一方面可以被 H_2O_2 氧化为 Fe^{3+} 产生 $\cdot\text{OH}$, 另一方面 Fe^{3+} 又可以与 Fe^0 发生归中还原反应生成 Fe^{2+} 继续参与反应^[7]。不同价态铁离子之间的转换, 很大程度上提高了 $\cdot\text{OH}$ 的生成速率, 使得废水的处理效果也得到很大提高, 同时减少了含铁污泥的生成量^[8]。Diana Rakhmawaty等人利用零价铁类Fenton处理纺织废水中的染料, 零价铁对COD值的降解率为92.11%, 明显高于 $\text{Fe}(\text{II})$ 对COD值的降解率47.36%^[9]。但是由于 Fe^0 溶解性较差, 零价铁类Fenton体系反应时间较长, 单独投加 Fe^0 作为 Fe^{2+} 的来源投资运行成本较高^[10]。因此可以考虑将零价铁和二价铁同时加入到Fenton体系中, 在 Fe^0 溶解氧化的同时二价铁盐可以首先氧化 H_2O_2 生成 $\cdot\text{OH}$, 既可以解决零价铁类Fenton体系反应时间长、投资成本高的问题, 又可以达到加速 $\cdot\text{OH}$ 的生成, 提高废水处理效果的目的。

此外, 氧化石墨烯(Graphene Oxide, GO), 具有较大的比表面积和层状结构, 对污染物具有良好的吸附性能, 同时, 其二维基面上的各类含氧官能团使其具有良好的亲水性且为连接各种高分子、有机分子或生物分子

提供了大量的活性位点^[11], 氧化石墨烯的这些特点使其及其复合材料在废水处理等方面得到广泛的应用^[12]。并且, 氧化石墨烯可促进体系中的电子传递过程^[13], 如果将其应用于Fenton氧化技术, 可以很好地促进电子及时转移到 Fe^{3+} 生成 Fe^{2+} , 加速催化剂的再生, 减少 Fe^{3+} 生成量, 提高 H_2O_2 利用率, 并加快有机物的氧化过程, 提高处理效率。

然而, 当前对于Fenton法的各种改进技术虽然较多, 但对于其更加深入的作用机制有待进一步的研究和揭示。本课题采用氧化石墨烯强化 $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}$ 类Fenton体系处理制浆中段废水, 研究新型强化Fenton体系处理制浆中段废水的机理, 为解决传统Fenton技术的不足, 提高废水处理效果, 降低经济成本提供更加深层次的理论和技术支撑。

1 实验部分

1.1 废水来源

废水来自于山东某造纸厂制浆中段废水, COD浓度为1300 mg/l左右。

1.2 分析方法

采用改良的Hummers法制备氧化石墨烯^[14]。pH采用上海雷磁PHS-3C型pH计测定。采用DRB200型COD快速消解仪(美国 HACH 公司生产)对水样进行消解, COD_{Cr} 浓度采用DR1010型COD测定仪(美国 HACH 公司生产)进行测定。采用甲基紫分光光度法测定羟基自由基含量^[15]。采用邻菲罗啉分光光度法测定亚铁和总铁含量^[16]。循环伏安曲线采用CHI760D电化学工作站三电极进行测定。

1.3 实验方法

取2个烧杯, 各加入600 ml原水, 传统Fenton体系加入12.26 g/l硫酸亚铁、6.66 g/l过氧化氢; 强化Fenton体系加入10.22 g/l硫酸亚铁、4.94 g/l铁粉。 H_2O_2 、 Fe^{2+} 、 Fe^0 和GO的质量比约为4.8:1:2.2:1.1。两个体系初始pH均调整为3, 处理周期为60 min, 每10 min取一次样, 测定 COD_{Cr} , 绘制降解动力学曲线, 并测定羟基自由基、亚铁和总铁含量以及循环伏安曲线。

2 结果与讨论

2.1 强化Fenton体系COD_{Cr}降解动力学

按一级反应动力学对各Fenton体系中制浆中段废水的降解反应进行了拟合,一级拟合反应方程式如下:

$$-d\text{COD}/dt=k\text{COD} \quad (1)$$

积分后可得:

$$\ln\text{COD}_t=-kt+\ln\text{COD}_0 \quad (2)$$

式中: COD—用COD_{Cr}浓度表示,单位mg/l;

COD_t—t时刻的出水COD_{Cr}浓度,单位mg/l;

COD₀—初始COD_{Cr}浓度,单位mg/l;

k—一级反应速率常数;

t—处理时间,单位min。

分别对传统和强化Fenton体系处理制浆中段废水进行动力学拟合,如图1所示。

传统和强化Fenton体系的相关系数 R^2 均大于0.9,故拟合直线线性关系良好,可以认为服从一级反应动力学。比较二者的一级反应速率常数k值可以发现,

强化Fenton体系(0.03949 min^{-1})>传统Fenton体系(0.00823 min^{-1}),即强化Fenton体系的一级反应速率常数明显高于传统Fenton体系。这表明强化Fenton试剂对制浆中段废水的处理速率得以很大提高。

2.2 强化Fenton体系中羟基自由基的变化

强化Fenton体系中羟基自由基随时间变化如图2所示。

由朗伯比尔定律可知吸光度 ΔA 与·OH浓度c成正比,可用 ΔA 的变化趋势来间接反映·OH浓度c的变化趋势。在传统Fenton体系中,吸光度 ΔA 在前40 min随处理时间逐渐增加,之后略有减小但基本保持稳定。强化Fenton体系中,吸光度 ΔA 随处理时间先迅速减小再增大,至50 min时开始稳定下来。在处理时间为10 min时,强化Fenton体系吸光度 ΔA 明显大于传统Fenton体系,表明该体系在处理初期具有较高的·OH浓度;处理时间为20 min时,吸光度 ΔA 迅速下降,可能是由于氧化石墨烯(GO)的投入促进了体系中的电子传递过程,体系中的污染物

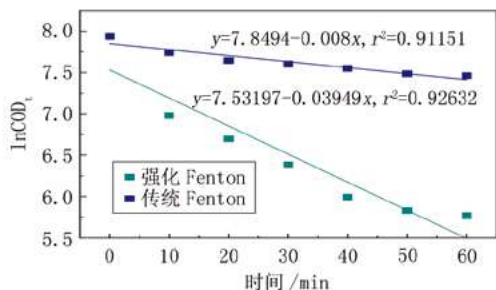


图1 一级动力学拟合直线

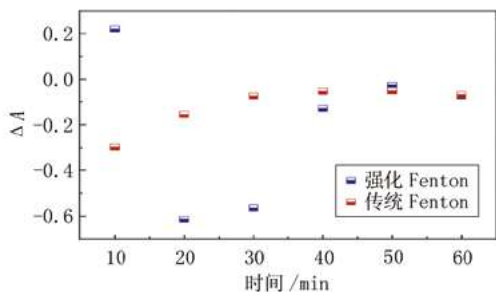


图2 吸光度随处理时间的变化

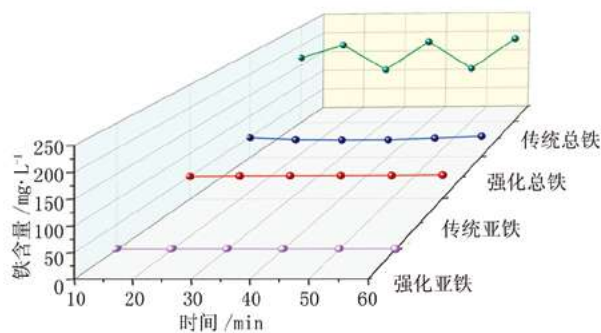


图3 总铁及亚铁随处理时间的变化

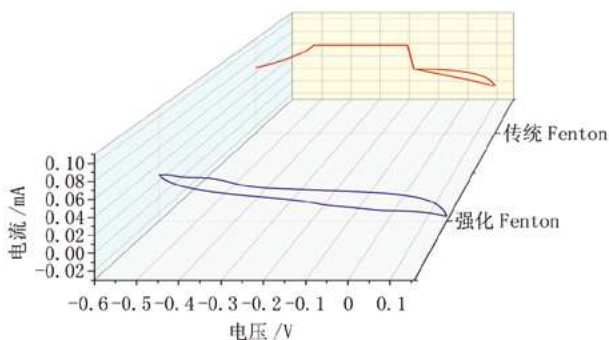


图4 各体系循环伏安曲线

迅速降解,大量消耗 $\cdot\text{OH}$;在此之后,随着污染物浓度降低, $\cdot\text{OH}$ 的消耗量减少,吸光度 ΔA 上升至与其传统Fenton体系相近水平。

2.3 强化Fenton体系中可溶性亚铁和总铁的变化

强化Fenton体系中可溶性亚铁和总铁的变化如图3所示。

实验结果表明,传统Fenton体系中总铁含量随处理时间增加在136~212 mg/l范围上下波动;亚铁含量变化幅度较小,在处理时间为10 min时为48.17 mg/l,然后缓慢减少,40 min时为41.01 mg/l,随后又慢慢增加,60 min时增加至48.17 mg/l。在强化Fenton体系中,总铁含量在50.54~50.99 mg/l范围上下波动,亚铁含量随处理时间逐渐降低,处理时间为10 min时为1.14 mg/l,处理时间为40 min时为0.86 mg/l,60 min时降为0.79 mg/l。 Fe^{3+} 的产生可能导致大量含铁污泥的形成^[17-18],由于强化Fenton体系中同时投入了溶解度较高的硫酸亚铁和溶解度较低的铁粉,使得该体系中总铁和亚铁含量均低于传统Fenton体系,因此可以有效减少含铁污泥的生成。并且体系中总铁含量上下波动幅度远小于传统Fenton体系,其原因是氧化石墨烯(GO)的加入促进了体系的电子传递过程,加快了体系中铁系物的循环转化。

2.4 强化Fenton体系循环伏安曲线的分析

循环伏安曲线可以反映体系的氧化还原能力,强化Fenton体系循环伏安曲线如图4所示。

循环伏安曲线图由反向和正向扫描组成,从而产生正、负曲线,分别对应氧化反应和还原反应,由图4可

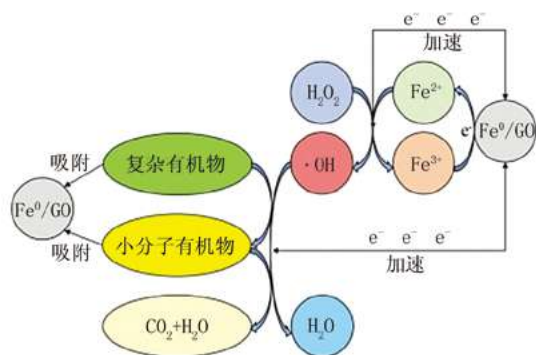


图5 强化Fenton体系处理制浆中段废水机理

得,传统Fenton体系和强化Fenton体系对应的正向电流分别为 6.49×10^{-5} 、 2.71×10^{-5} A,对应的负向电流分别为 4.01×10^{-5} 、 -2.33×10^{-5} A,差值分别为 2.48×10^{-5} 、 5.04×10^{-5} A,对应的区域面积分别为 1.80×10^{-6} 、 1.15×10^{-5} 。图中氧化还原峰的高低可以反映该体系的氧化还原能力,可以看出强化Fenton体系的氧化还原能力要明显高于传统Fenton体系。

Fe^0 作为一种导电材料,具有较好的导电能力,有利于体系中电子的传递和转移,且 Fe^0 在体系中可作还原剂。此外,氧化石墨烯可作电子受体且表面含有丰富的含氧官能团,这些含氧官能团使其具有极性和亲水性,可以很好地缩短体系中电子的转移距离,从而加快其传递和转移的速率,因此,氧化石墨烯(GO)以及 Fe^0 的投入,很好地提高了强化Fenton体系的电容与氧化还原能力,在 Fe^0 与GO共同作用下,强化Fenton体系的正向和负向电流差值和区域面积明显高于传统Fenton体系^[19]。

2.5 强化Fenton体系机理分析

在强化Fenton体系处理制浆中段废水的过程中,投入的 Fe^{2+} 和 H_2O_2 形成Fenton试剂, H_2O_2 在 Fe^{2+} 催化下分解产生 $\cdot\text{OH}$,与此同时, Fe^{2+} 被氧化产生的 Fe^{3+} 可在 Fe^0 表面与其发生归中反应,被还原为 Fe^{2+} ,从而继续参加反应,生成更多的 $\cdot\text{OH}$ 。 $\cdot\text{OH}$ 具有强氧化性,可与废水中的复杂有机物反应,将其转化为简单有机物甚至将其完全矿化,转化为 CO_2 和 H_2O ,同时GO对废水中的多种污染物的吸附作用也有助于处理效果的提升^[20]。另外, Fe^0 和GO可加快处理体系中各种反应的电子传递过程,提高反应效率。强化Fenton体系处理制浆中段废水的机理如图5示。

3 结论

氧化石墨烯强化 $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}$ 类Fenton体系处理制浆中段废水的 COD_{Cr} 降解动力学研究表明,一级反应速率常数 k 值(0.03949 min^{-1})明显高于传统Fenton体系(0.00823 min^{-1});羟基自由基和可溶性亚铁和总铁含量的变化以及循环伏安曲线的研究结果表明,强化Fenton体系初期的 $\cdot\text{OH}$ 含量及其利用效率和正负向电流对应的区域面积(1.15×10^{-5})明显高于传统Fenton体

系,且在该体系处理过程中可溶性总铁和亚铁可稳定在一个合适水平,表明 Fe^0 和氧化石墨烯的存在能够持续催化产生大量 $\cdot\text{OH}$ 自由基,并促进电子传递,从而改善废水的处理效果。[PDF]

参考文献

- [1] 符芙蓉,施英乔,丁来保,等.Fenton高级氧化法处理化机浆废水研究[J].中华纸业,2011,32(10):24-27.
- [2] Wang N, Zheng T, Zhang G S, et al. A review on Fenton-like processes for organic wastewater treatment[J]. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2016,4(1):762-787.
- [3] Walling C, Goosen A. Mechanism of the ferric ion catalyzed decomposition of hydrogen peroxide: Effect of organic substrates[J]. Journal of the American Chemical Society, 1973,95(9):2987-2991.
- [4] Wang N, Zheng T, Zhang G S, et al. A review on Fenton-like processes for organic wastewater treatment[J]. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2016,4(1):762-787.
- [5] Deng Y, Englehardt J D. Treatment of landfill leachate by the Fenton process[J]. Water Research, 2006,40(20):3683-3694.
- [6] 余广杰,薛罡,高品.零价铁类芬顿技术处理聚丙烯酸酯废水研究[J].水处理技术,2019,45(8):94-98.
- [7] 刘静,刘爱荣,张伟贤.纳米零价铁及其在环境介质中氧化后性质演变研究进展[J].环境化学,2014,33(4):576-583.
- [8] 李冬昱.零价铁异相芬顿法提高疫病动物废水处理尾水可生化性研究[D].华南理工大学,2016.
- [9] Eddy Diana Rakhmawaty, Nursyamsiah Dian, Permana Muhamad Diki, et al. Green production of zero-valent iron (ZVI) using tea-leaf extracts for fenton degradation of mixed rhodamine B and methyl orange dyes[J]. Materials, 2022,15(1).
- [10] Zhang J, Lu X, Shi C, et al. Unraveling the molecular interaction mechanism between graphene oxide and aromatic organic compounds with implications on wastewater treatment[J]. Chemical Engineering Journal, 2019,358:842-849.
- [11] 陈航,刘雪倩,孟毅,等.自组装法制备废纸基氧化石墨烯复合纸及其吸附含亚甲基蓝废水的研究[J].中华纸业,2019,40(22):21-25.
- [12] Ning P, Debin G, Ting H, et al. Removal of Th^{4+} ions from aqueous solutions by graphene oxide[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2013, 298(3):1999-2008.
- [13] 杨达. Fe^0/GO 介导的厌氧处理高浓度有机废水的调控规律及机理研究[D].青岛科技大学,2020.
- [14] Ji Chen, Bowen Yao, Chun Li, et al. An improved Hummers method for eco-friendly synthesis of graphene oxide[J]. Carbon, 2013,64:225-229.
- [15] 洪滢,史春薇.甲基紫分光光度法测定羟基自由基含量[J].当代化工,2012,41(3):317-318.
- [16] 国家环保局.水和废水监测分析方法(第四版)[M].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [17] Deng Y, Englehardt J D. Treatment of landfill leachate by the Fenton process[J]. Water Research, 2006,40(20):3683-3694.
- [18] Molina C B, Casas J A, Zazo J A, et al. A comparison of Al-Fe and Zr-Fe pillared clays for catalytic wet peroxide oxidation[J]. Chemical Engineering Journal, 2006,118(1-2):29-35.
- [19] Xiong D B, Li X F, Shan H, et al. Oxygen-containing Functional Groups Enhancing Electrochemical Performance of Porous Reduced Graphene Oxide Cathode in Lithium Ion Batteries[J]. Electrochimica Acta, 2015,174:762-769.
- [20] Sitko R, Turek E, Zawisza B, et al. Adsorption of divalent metal ions from aqueous solutions using graphene oxide[J]. Dalton Transactions, 2013,42(16):5682-5689.

[收稿日期:2023-02-27]

Study on the Beating Characteristics of Sisal Fiber and Its Paper Formation Properties

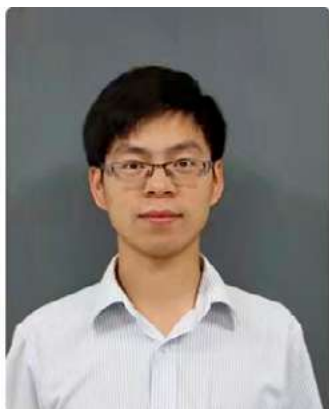
◎ Yang Qing¹, Song Huan², Yang Yu¹, Rong Zhi², Tang Ying², Yang Jun¹

(1.Zhuzhou Times New Material Technology Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412007, China; 2.Zhuzhou Times Fiber Pioneer Material Technology Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412000, China)

剑麻纤维打浆特性及其成纸性能研究

◎ 杨清¹ 宋欢² 杨宇¹ 荣智² 唐莹² 杨军¹

(1. 株洲时代新材料科技股份有限公司, 湖南株洲 412007; 2. 株洲时代华先材料科技有限公司, 湖南株洲 412000)



杨清 先生

硕士, 工程师; 工作性质: 纸基材料技术及应用研究; 代表性成果: 研发的纸基电容隔膜材料实现工程化应用, 近两年累积销售近1亿元, 多个产品替代进口实现国产化。

中图分类号: TS752; TS749*.4

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)16-0017-05

摘要: 采用剑麻纤维为原材料, 通过槽式打浆机制备出不同打浆程度的剑麻纤维浆料, 通过湿法抄纸制备了剑麻纤维纸, 研究了不同打浆程度剑麻纤维的纤维特性及成纸性能。研究结果表明: 剑麻纤维在机械力的作用下, 纤维结构的变化是以其表层发生分丝帚化及主体纤维切断为主; 随着打浆程度增加, 剑麻纤维平均长度和弯曲度均降低, 帚化度不断提升; 随着打浆程度增加, 剑麻纤维纸张的紧度、抗张强度以及电气强度均逐渐上升, 透气度和吸液高度均逐渐降低。

关键词: 剑麻纤维; 打浆; 纸张

Abstract: With the sisal fiber as raw material, the sisal fiber pulp with different beating degrees was prepared by the Wally beater, and the sisal fiber paper was prepared by wet forming, and the fiber characteristics and paper forming properties of sisal fiber with different beating degrees were studied. The results show that the fiber structure changes of sisal fiber under the action of mechanical force were mainly due to the fibrillated of the surface and the cutting of the main fiber, and with the increase of beating degree, the average length and the bending degree of sisal fiber decrease gradually, and the fibrillation increases. With the increase of the beating degree, the tightness, tensile strength, and electrical strength of the sisal fiber paper were gradually increased, and the air permeability and capillary rise of the paper were decreased.

Key words: sisal fiber; beating; paper

□ 基金项目: 湖南省科技创新计划项目 (2021RC4072)。

剑麻纤维具有纤维长、质地坚韧、拉力强、耐酸碱、耐腐蚀等特点,可制作纱条、绳索、抛光轮、地毯、絮垫、墙纸及工艺品等制品,广泛应用于渔业、运输、航海、工矿等行业^[1-3]。由于剑麻纤维具有大的长宽比^[4],在特种纸领域应用越来越广,可以通过配抄或单独抄造,制成茶袋纸、包装纸、钞票纸、新闻纸及绝缘纸等特种纸^[5-6]。

黄彩霞等人研究了剑麻纤维的打浆特性^[7]及湿法抄造过程的分散性^[8],其研究结果显示,剑麻纤维化学浆具有高撕裂度、高耐破度及良好的耐折度,适宜作为湿法抄造无纺布的原料,抄造过程添加适量分散剂可进一步改善抗张强度、撕裂度及耐破度。李文强等人^[9]研究了剑麻纤维打浆过程中的聚合度及纤维长度变化规律,其研究结果显示,剑麻纤维聚合度及纤维长度随打浆度的提高逐渐减小。

本文采用剑麻纤维为原料,通过槽式打浆机对剑麻纤维进行打浆,制得不同打浆度的剑麻纤维浆料,对不同打浆度的纤维浆料进行了抄纸,研究了不同打浆度剑麻纤维纸张性能的变化规律。

1 实验

1.1 原料

剑麻纤维:SAU-02(平均纤维长度1.70 mm,FS5纤维质量分析仪测试),SPMI公司,菲律宾。

1.2 仪器

槽式打浆机:S40130, Frank-PTI公司,德国;电子天平:YP5102,上海光正医疗仪器有限公司,中国;实验室纯水系统:SMART-N,上海康雷分析仪器有限公司,中国;冷冻干燥器:FD-1,上海继谱仪器制造有限公司,中国;扫描电子显微镜(SEM):EV018, Carl Zeiss公司,德国;标准纤维疏解器:S95568, Frank-PTI公司,德国;纤维质量分析仪:FS5, Valmet公司,芬兰;打浆度仪:SR95587, Frank-PTI公司,奥地利。

1.3 样品制备

1.3.1 不同打浆度剑麻纤维的制备

取360 g绝干剑麻纤维,用5 L去离子水预浸泡12 h,往槽式打浆机的打浆槽内加入18 L去离子水,将预浸后的纤维浆料在设备启动的情况下缓慢倒入打浆槽内,不加压力分散10 min,加压(铈)打浆,不同时间下取样得到打浆程度的纤维浆料。

1.3.2 纤维冷冻干燥样品的制备

配置0.01%浓度的剑麻纤维浆料,适量浆料倒入一次性塑料杯后用保鲜膜封口,保鲜膜上扎若干个孔洞以便于在冷冻干燥过程中水蒸气可以及时排出,最后将浆料杯放入冷冻干燥器中进行处理。预冻时间1 h,冷冻干燥时间24 h,最终制得不同打浆度的剑麻纤维冷冻干燥样品。

1.3.3 剑麻纤维纸张的抄造

称取一定质量的纤维浆料,在疏解机中疏解5000 r,将分散均匀的纤维浆料倒入纸页成形器内,浆料搅拌均匀后利用水腿抽吸作用脱水成形,然后使用吸水纸吸除湿纸张中部分水分,最后经真空加热干燥后从垫网上取下,得到不同打浆度的剑麻纤维纸,控制定量为 $(16.5 \pm 0.3) \text{ g/m}^2$ 。

1.4 纤维及成纸性能测试

1.4.1 打浆度测试

按照《GB/T 3332-浆料打浆度的测定法》(肖伯尔-瑞格勒法)测试纤维浆料的打浆度。

1.4.2 纤维质量长度及长度分布测试

1.4.3 纤维微观形貌分析

本实验通过扫描电子显微镜(SEM)观察不同打浆度的剑麻纤维冷冻干燥后的纤维形貌特征,将试样裁成 $10 \times 10 \text{ mm}$ 试样,使用导电胶将纸张试样粘在样品台,然后在真空环境下通过离子溅射对试样进行表面喷金处理,完成镀金后将样品台转移到电镜样品室的物料台上,将样品室抽成真空,电子束电压10 kV。

1.4.4 定量、厚度和紧度

按照GB/T 451-2002测试纸张的定量、厚度和紧度。

1.4.5 抗张性能

按照GB/T 12914-2018测试纸张的抗张强度。

1.4.6 透气性能

按照GB/T 458-2008测试纸张的透气度。

1.4.7 吸液性能

按照GB/T 461.1-2002测试纸张的吸液性能。

1.4.8 纸张微观形貌分析

扫描电子显微镜加速电压为20 kV,真空度为 $1 \sim 270 \text{ Pa}$,分辨率为3 nm。

1.4.9 击穿性能

按照GB/T3333-1999测试纸张的击穿电压。

2 结果与讨论

2.1 剑麻纤维的打浆特性研究

2.1.1 剑麻纤维的打浆度测试

图1表示的是不同打浆时间剑麻纤维打浆度的测试结果。从图中可以看出,剑麻纤维起始打浆度为13 °SR,随着打浆时间的增加,剑麻纤维的打浆度呈现逐步增加的趋势,打浆时间近4 h后,其打浆度达到80 °SR。剑麻纤维在槽式打浆机中受到机械剪切、挤压、搓揉等作用发生切断、分丝及帚化等过程,这个过程影响纤维形态及特性的主要因素包括打浆浓度、打浆压力、打浆时间和纤维分子链结构。随着打浆程度的增加,剑麻纤维因被切断及帚化作用加强,纤维浆料的滤水性能变差。

2.1.2 剑麻纤维的微观形貌

通过冷冻干燥的方式制得疏松而保持原有形态的冷冻纤维样品,易于观察纤维的形态特点,从而分析出不同纤维打浆过程的变化规律。

图2(a~f)是不同打浆度(30~80 °SR)剑麻纤维的SEM图。从图中可以看出,剑麻纤维在机械力作用下随着打浆度增加,纤维表面层逐步被破坏,形成分丝帚化。图2(a)显示的是32 °SR时剑麻纤维表面形成少量的分丝化纤维,打浆过程最开始破坏的剑麻纤维的表层结构。打浆度逐步提升,纤维表面的分丝微细纤维膜逐

渐增加,但纤维主体结构保持较为完整,如图2(d)。如图2(f)所示,当打浆度达到80 °SR时,剑麻纤维表层破坏程度加剧,形成的分丝化纤维进一步增加,但纤维主体结构仍较完整,结合剑麻纤维长度的测试数据可以推断,剑麻在纤维打浆过程纤维结构的变化是以其表层发生分丝帚化及主体纤维切断为主。

2.1.3 剑麻纤维的平均长度及长度分布测试

表1是不同打浆程度剑麻纤维的平均长度及长度分布测试结果。剑麻纤维随着打浆程度的增加,其平均纤维长度不断减小,未打浆时平均长度约为1.700 mm,当打浆度为80 °SR时,平均纤维长度降到1.020 mm。从上述表中还可以看出,根据其各个长度区间分布统计数据,打浆度为32 °SR时,长度小于0.2 mm的细小纤维量仅为6%,0.2~2.0 mm之间的纤维量占到将近76%,长度超过2.0 mm以上的过长纤维量约18%,随着打浆程度增加,纤维中的各长度纤维量在不断发生改变,当打浆度达到62 °SR时,长度小于0.2 mm的细小纤维量增加到7.4%,增加幅度较小,0.2~2.0 mm之间的纤维总量仍为76%左右,变化幅度较小,但长度超过2.0 mm以上的过长纤维降低到16.5%,当打浆度达到80 °SR时,长度小于0.2 mm的细小纤维量增加到近12%左右,而0.2~2.0 mm之间的纤维总量变为78%左

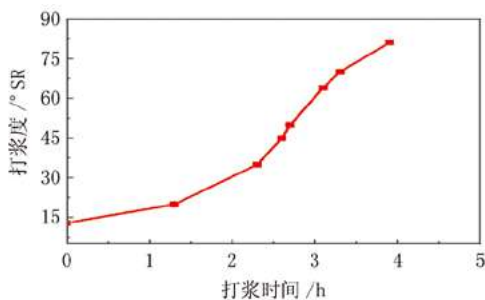


图1 不同打浆时间剑麻纤维打浆度的测试曲线

表1 不同打浆度剑麻纤维平均长度及长度分布

打浆度 / °SR	纤维平均长度 / mm	纤维长度占比 / %		
		0~0.2mm	0.2~2.0mm	2.0mm以上
32	1.287	6.0	75.7	18.3
42	1.262	6.5	75.5	18.0
50	1.256	6.8	76.2	17.0
62	1.183	7.4	76.1	16.5
70	1.160	8.0	78.3	13.7
80	1.020	11.6	78.2	10.2

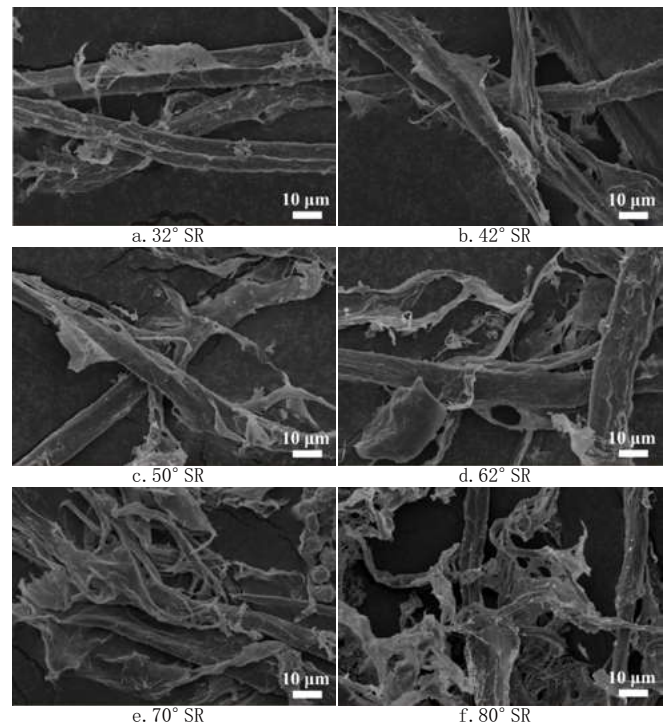


图2 不同打浆度剑麻纤维的SEM图

右,有略微增长,长度超过2.0 mm以上的过长纤维量减至10.2%。当打浆程度增加时,剑麻纤维的细小纤维量不断增加,过长纤维不断减少,但相比细小纤维和过长纤维,其在0.2~2.0mm区间的纤维总量变化程度相对较小。

2.2 剑麻纤维的成纸性能研究

2.2.1 纸张微观结构分析

图3(a~f)为不同打浆度剑麻纤维纸张的表面SEM照片。从图中看出,随着打浆度的增加,纤维由相对疏松的搭接逐渐变得更为紧密,成纸表面的致密性明显增大。

2.2.2 剑麻纤维纸张的紧度测试

如图4所示,剑麻纤维纸张的紧度皆逐渐上升。当打浆度从32°SR增加到80°SR时,剑麻纤维纸张的紧度从0.41 g/cm³上升到0.46 g/cm³,提升了12.2%。从剑麻纤维的平均长度及长度分布测试结果分析,在打浆过程中,纤维平均长度逐渐降低,细小纤维含量逐渐增加,纤维比表面积增大,纤维之间搭接点更多,导致纸张的致密程度逐渐增加。此外,在打浆过程中,大量的羟基结构被暴露,增加了氢键结合位点,纤维间结合力上升,也会导致纸张结构的密实化。

2.2.3 剑麻纤维纸张的吸液高度测试

纸张吸液高度可反映出纸张吸液性能的优劣^[7]。从图5可以看出,随着打浆度的提高,纸张的吸液高度不断

下降。当打浆度从32°SR提高到80°SR时,剑麻纤维纸张的吸液高度从36 mm/10 min降低至20 mm/10 min。纸张的吸液性能与纤维特性、纸张紧度和孔径结构等因素有关。一方面,随着打浆度逐渐提高,纤维分丝帚化度随之提高,细小纤维增加,同时纤维表面暴露出来的亲水羟基增多,纤维本身吸液量逐渐变大;但另一方面,由于纸张孔隙率和孔径的减小,纸张孔隙对液体介质的吸收量减少,而前者增加的量远小于后者减小的量,最终导致纸张的吸液量呈现逐渐减小的趋势^[7]。

2.2.4 剑麻纤维纸的透气度测试

如图6所示,随着打浆度的上升,剑麻纤维纸的透气度逐渐下降。打浆度从30°SR增加到80°SR时,剑麻纤维纸的透气度549.6 mm/s下降到16.5 mm/s,剑麻纤维纸张的透气度有较大幅度的降低。这主要是因为机械外力的作用下剑麻纤维的纤维表层遭受到破坏,在纤维的尖端和表面出现分丝帚化现象并产生了细小纤维,使得纤维之间的缠绕搭接更为紧密,同时细小纤维填充到骨架纤维之间造成纸张结构的致密度增加,纸张孔径和孔隙率都变小,使得气体分子透过纸张的难度增大,透气度减小。

2.2.5 剑麻纤维纸的抗张强度测试

图7为打浆度对剑麻纤维纸张抗张强度的影响。从

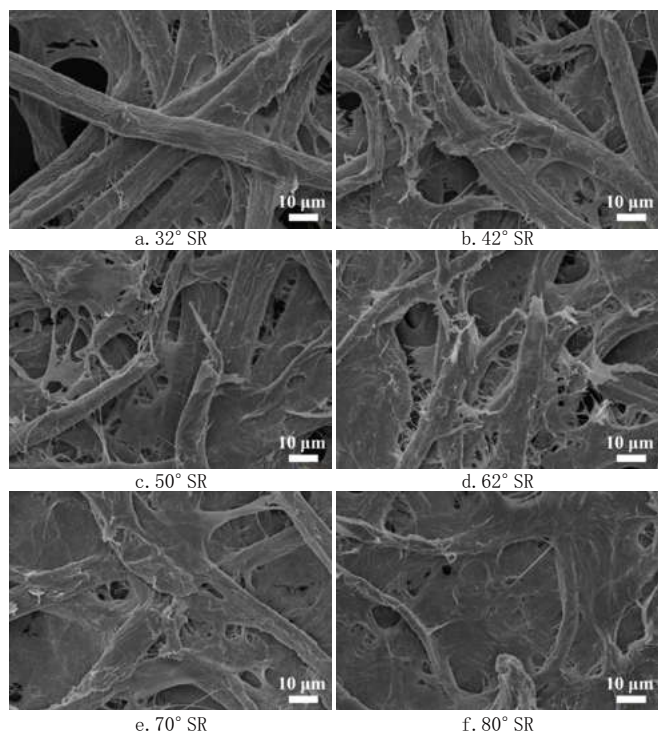


图3 不同打浆度剑麻纤维纸张SEM图

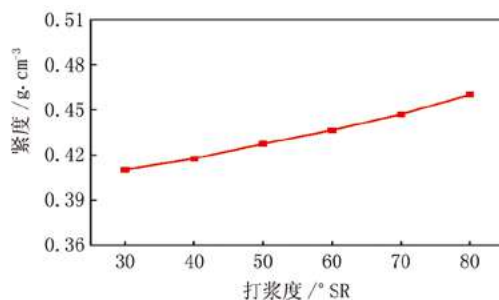


图4 不同打浆度剑麻纤维纸张紧度测试曲线

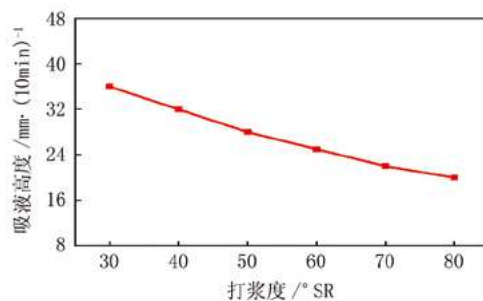


图5 不同打浆度剑麻纤维纸张吸液高度测试曲线

图中可以看出,随着打浆度的提高剑麻纤维纸张的抗张强度逐渐提高。剑麻纤维纸张的抗张强度从0.365 kN/m 提高到0.456 kN/m,增加的趋势趋于平缓。在打浆过程中,纤维的分丝帚化程度逐渐提高,纤维之间的缠绕搭接更为紧密,同时纤维表面羟基不断增加,产生了更多的氢键结合,纤维之间的结合力也不断增强,因此提高了纸张的抗张强度。

2.2.6 剑麻纤维纸的电气性能测试

如图8所示,当打浆度从30 °SR增加到80 °SR时,剑麻纤维纸张的电气强度不断提高,由6.15 kV/mm 提高到8.10 kV/mm。电容纸张的击穿理论是以纤维层和气孔层在纸中依次错列的模型为基础,在电场作用下,纸张中气孔层的空气产生电离,结果使气孔层首先被击穿,然后纤

维被击穿,完成纸张的击穿过程^[8]。随着打浆度的提高,纸张紧度不断提升,纤维排列更加致密,纸张孔隙率逐渐减小,即单位面积上气孔数量减少,且气孔的尺寸也减小,在同样电场强度下,由电子或离子受电场力加速的路程短,所获动能小,对纸张撞击的能量也小,所以破坏程度也就越小^[9],同时由于纸张匀度逐渐变好,薄弱点逐渐减少,纸张的整体电气强度也会提高,此外高打浆度纤维内部细纤维化,在干燥过程产生不可逆的氢键结合,结合点的增加也为高电场下被加速电子、离子提供了有力的屏蔽;故随着打浆度的提高,纸张材料的电气强度均增加。

3 结论

(1) 剑麻纤维在机械力的作用下,纤维结构的变化是以其表层发生分丝帚化及主体纤维切断为主,随着打浆程度增加,剑麻纤维平均长度逐步下降,帚化度不断提升,弯曲度降低。

(2) 随着打浆程度增加,剑麻纤维纸张的紧度、抗张强度以及电气强度均逐渐上升,透气度和吸液高度均逐渐降低。这主要和打浆过程中纤维形态与性质的变化和纤维间的结合力有关。□□

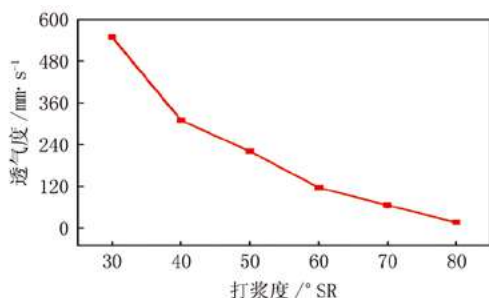


图6 不同打浆度剑麻纤维纸张透气度测试曲线

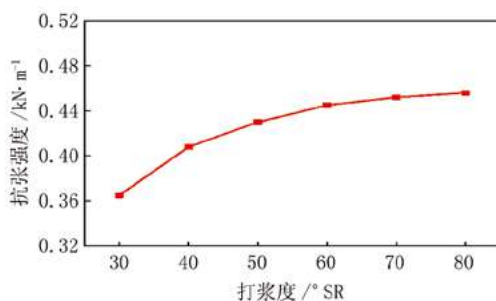


图7 打浆度对剑麻纤维纸张抗张强度的影响

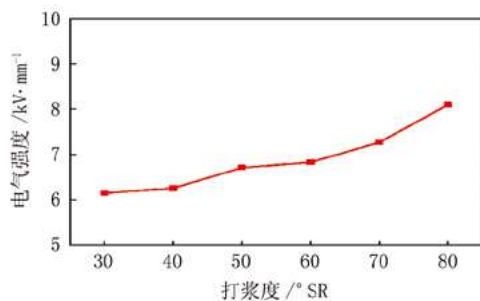


图8 打浆度对剑麻纤维纸张电气强度的影响

参考文献

- [1] 姜繁昌.剑麻纤维的性能研究[J].中国麻业,1994,25(4):172-177.
- [2] 高洪.剑麻的性能及应用[J].山东纺织科技,2010,3:44-45.
- [3] 唐黎标.剑麻纤维生产与应用[J].人造纤维,2017,47(4):28-30.
- [4] Robert W, Hurter P Eng. Sisal fibre: Market opportunities in the pulp & paper industry[J]. Alternative Applications for Sisal and Henequen, 2000,13:61-67.
- [5] 吴学锋,罗志祥,陈海艳.剑麻纤维生产与应用[J].中国纤检, 2010,2:59-61.
- [6] 黄彩霞,陈慧文,李倩钰,等.剑麻纤维湿法抄造的分散性研究[J].造纸科学与技术.2012,31(6):32-35.
- [7] 单洪琛,王宜,龙金,等.天丝纤维原纤化对纸页吸液性能和孔径的影响[J].造纸科学与技术,2017,36(1):12-16.
- [8] 李威灵.关于电容器纸的击穿电压[J].造纸技术通讯,1979(2): 22-26.
- [9] Arora P, Zhang Z. Battery separators[J]. Chemical reviews, 2004,104(10):4419-4462.

[收稿日期: 2023-02-26]

The Effect of Typical Water-Resistant Coating Agents on the Properties of Coated White Paperboard

◎ Dong Shuan, Chen Guangzhao, Zou Jiahao*, Wang Peipei, Ding Xin, Song Zhaoxuan
(International Paper & Sun Cartonboard Co., Ltd., Jining, Shandong 272100, China)

典型涂料抗水剂对涂布白卡纸性能的影响研究

◎ 董栓 陈光照 邹家豪* 王培培 丁欣 宋昭轩
(万国纸业太阳白卡纸有限公司, 山东济宁 272100)



董栓 先生

公司生产总监; 主要从事白卡纸技术的
研发与生产管理工作。

中图分类号: TS727*.3; TS762.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)16-0022-04

摘要: 涂布白卡纸对表层防水耐湿和印刷性能要求较高。本文对比探究了PAPU、碳酸锆盐和改性乙二醛类这三种典型涂料抗水剂对白卡纸用涂料黏度、涂布后纸张的湿拉毛与湿排斥等防水耐湿性能, 以及平滑度、表面强度、油墨吸收性等印刷性能的影响, 结果显示添加较高份数的PAPU综合性能相对最优。

关键词: 涂布白卡纸; 涂料抗水剂; 防水耐湿性能; 印刷性能

Abstract: Coated white paperboard has high requirements for surface waterproofing, moisture resistance and printing performance. In this paper, the effect of three typical water-resistant coating agents, namely, PAPU, zirconium carbonate and modified glyoxal, on the viscosity of coating paint for white paperboard, wet napping and wet repellency of coated paperboard, and the printing performance of smoothness, surface strength, and ink absorption performance were compared and explored. The results showed that the coated white paperboard performance of PAPU with a higher content of copies was relatively optimal.

Key words: coated white paperboard; water-resistant coating agent; waterproof and moisture resistant performance; printing performance

□ 基金项目: 山东省“泰山产业领军人才”项目(tscx202211068); 山东省济宁市“全球揭榜”产业创新项目(2022JBZP003)。
通讯作者: 邹家豪先生, 研发工程师; 主要从事白卡纸技术的研究开发。

涂布白卡纸是一种重要的纸张品种,是由“面-芯-底”三层结构原纸经单面或双面涂布以及压光整饰制成的高档包装材料^[1],表面光滑、质感细腻、色彩呈现度高,非常适合精美印刷,广泛应用于医药、化妆品、酒盒、烟包等高档产品包装^[2],市场需求量大。近五年,我国涂布纸板生产量持续增加,2022年达到1,510万t,较上年度增长4.5%^[3]。但是,随着印刷技术的发展,特别是水性油墨逐步替代传统油墨^[4-5],印刷行业对涂布白卡纸的性能要求也越来越高,除了要求纸张具有良好印刷性能外,对纸张表面的防水耐湿要求也有严格要求;虽然通过浆内或机内施胶、表面超级压光、采用纳米颜料等方式可以提高纸张的阻水性能^[6-8],但提升效果有限。在实际生产中,更为直接有效的方法是在涂料中加入抗水剂,不仅能使表面涂层获得良好的抗水性能^[9],还能提高涂布纸的抗湿摩擦和拉毛强度等性能。目前,造纸生产上使用较多的抗水剂有聚酰胺脲树脂(PAPU)^[10]、碳酸锆盐^[11]和改性乙二醛^[12]等,这几种抗水剂均不含游离甲醛,使用后纸张中也基本没有残留。本实验基于现有的涂料配方,对比研究了添加不同抗水剂对涂料及涂布白卡纸性能的影响。

1 实验

(1) 抗水剂原料检测

抗水剂固含量参照《GB1725-2007色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定》,采用烘箱干燥法,将试样在125℃烘干至恒重;颜色采用目测对比法;黏度参照《GB/T 21059-2007 塑料 液态或乳液态或分散体系聚合物/树脂 用旋转黏度计在规定剪切速率下黏度的测定》,采用黏度计在25℃下直接测定;pH值采用精密pH计直接测定。所得PAPU抗水剂,固含量49.7%,淡黄色透明液体,黏度(25℃)32.3 mPa·s, pH=7.4;碳酸锆盐抗水剂,固含量32.8%,无色透明液体,黏度(25℃)15.3 mPa·s, pH=7.7;改性乙二醛抗水剂,固含量48.2%,淡黄色透明液体,黏度(25℃)58.7 mPa·s, pH=7.6。

(2) 涂料检测

涂料黏度也参照《GB/T 21059-2007 塑料 液态或乳液态或分散体系聚合物/树脂 用旋转黏度计在规定剪切速率下黏度的测定》,采用黏度计在25℃下直接测定,转速60 r/min;涂料pH值使用pH计进行测试。

(3) 涂布白卡纸性能分析

防水耐湿性能:参照《QB/T 2896-2007 纸和纸板 湿拉毛和湿排斥的测定》测量纸板的湿拉毛、湿排斥;印刷性能:印刷表面强度参照《GB/T 22365-2008 纸和纸板印刷表面强度的测定》测量;油墨吸收性参照《GB 12911-1991 纸和纸板油墨吸收性的测定法》;粗糙度参照《GB/T 22363-2008 纸和纸板粗糙度的测定(空气泄漏法)本特生法和印刷表面法》测量;平滑度参照《GB/T 456-2002 纸和纸板平滑度的测定(别克法)》测量。

2 结果与讨论

2.1 抗水剂对涂料黏度和pH的影响

图1显示了三种类型的抗水剂对涂料黏度和pH的影响趋势。

从图1a不同添加份数的抗水剂对涂料的黏度变化来看,初始涂料黏度为1938 mPa·s,加入抗水剂后,黏度均呈上升趋势,且随着添加份数的增大而增加;在同一用量下,加入改性乙二醛抗水剂制备的涂料黏度要高于PAPU抗水剂,加入碳酸锆盐抗水剂的涂料黏度最低。这说明,相比较而言,碳酸锆盐抗水剂适合低黏度涂料的制备。

研究发现^[13],在pH8~9范围内,pH值增加,涂料高剪切黏度下降,流动性和稳定性变好,涂料组分在涂层中分布较均匀,涂层中颜料与颜料、颜料与原纸结合均

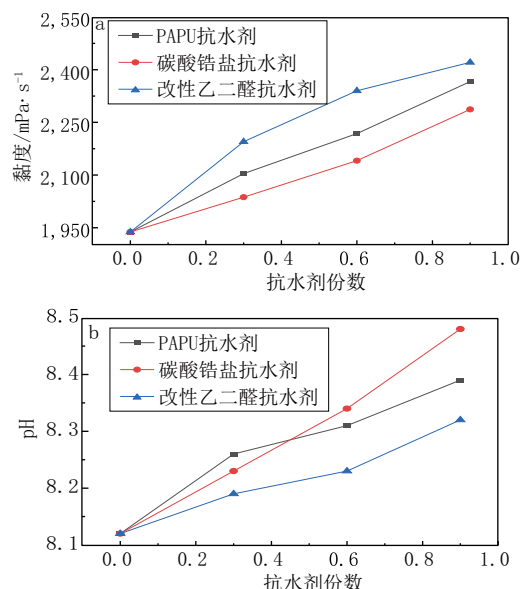


图1 不同抗水剂份数对涂料黏度和pH的影响

匀,可得到理想的平滑度、光泽度及均匀的涂层结构,并可改善表面强度和油墨吸收性。从图1b不同添加份数的抗水剂对涂料pH值影响来看,初始涂料pH值为8.12,加入抗水剂后,pH值均呈上升趋势,且随着添加份数的增大而增加;在同一用量下,加入改性乙二醛抗水剂和PAPU抗水剂的pH变化趋势基本一致且较为平缓,加入碳酸铅盐抗水剂的涂料pH则急剧上升,这可能是由于其自身pH值较涂料初始pH高,而其他两种则与涂料初始pH相似。

2.2 抗水剂对涂布白卡纸湿排斥和湿拉毛的影响

在印刷过程中,如果纸张表面防水耐湿太强,润版液或水性油墨中水来不及渗透至纸张内部时,会引起下一色叠印纸张图文部分无法着墨的湿排斥问题;如果纸张表面防水耐湿太弱,纸面受润版液的浸湿而导致表面强度下降,便会影响油墨向纸面的转移,继而造成湿拉毛现象^[14]。

从表1可以看出,添加抗水剂后涂布白卡纸的湿排斥值均增加,且随着添加的增大而逐渐上升。从湿拉毛的变化来看,添加抗水剂后涂布白卡纸的湿拉毛值都没有高于零,表面并没有湿拉毛现象,但相对而言,添加PAPU抗水剂的涂布纸,湿拉毛随加入份数增加而增加,而添加碳酸铅盐抗水剂和改性乙二醛抗水剂的涂布纸,湿拉毛呈先上升而后下降的趋势。综合来看,添加三种抗水剂的涂布白卡纸防水耐湿性能大小顺序为:改性乙二醛>碳酸铅盐>PAPU。

2.3 抗水剂对涂布白卡纸印刷性能的影响

(1) 表面粗糙度和平滑度

在印刷过程中,纸张表面的平滑度越高,密度上升的也就越快,达到饱和密度值越早;也就是说,在一定油墨量的情况下,平滑度高的纸张要比平滑度低的纸张,印刷实地密度大,并且先达到饱和状态^[15]。粗糙度也是反映纸面平整程度的指标,粗糙度越低,平滑度越高,纸面就越平整。

表1 不同抗水剂对涂布白卡纸防水耐湿性能的影响

抗水剂	湿排斥/%			湿拉毛/%		
	0.3	0.6	0.9	0.3	0.6	0.9
PAPU	5.72	6.10	6.24	-2.78	-1.69	-1.58
碳酸铅盐	6.33	7.09	7.26	-2.10	-0.84	-1.13
改性乙二醛	6.84	8.29	9.11	-3.35	-2.15	-2.76

从表2来看,同一抗水剂条件下涂布白卡纸的平滑度变化并不明显;但对比三种抗水剂,添加碳酸铅盐抗水剂的涂布白卡纸的平滑度与另外两种抗水剂有明显差异,其平滑度相对最低,仅有15 s,说明其达到印刷饱和和密度的时间相对较长。而从粗糙度变化来看,添加抗水剂后的涂布白卡纸粗糙度均呈下降趋势,在同一用量下添加碳酸铅盐抗水剂的涂布纸粗糙度最高,这与其平滑度最低是一致的。相比较而言,从表面粗糙度和平滑度这一指标来看,PAPU抗水剂和改性乙二醛抗水剂性能相当。

(2) 表面强度

在印刷过程中,由于油墨黏度高、印刷速度快、印刷时所施加的压力大,这些都要求纸张具有较高的表面强度。纸张表面强度越好,其表层的纤维、填料、颜料等越不容易被油墨黏结拔掉,也即抗掉毛、抗掉粉能力越强。由图2a可见,随着抗水剂用量的提升,纸张的印刷表面强度均呈现上升的趋势;在同一用量下,添加碳酸铅

表2 不同抗水剂对涂布白卡纸表面粗糙度和平滑度的影响

抗水剂	平滑度/s			粗糙度/ μm		
	0.3	0.6	0.9	0.3	0.6	0.9
PAPU	18	19	18	4.36	3.99	3.77
碳酸铅盐	15	15	14	4.42	4.13	3.89
改性乙二醛	18	17	17	4.36	4.06	3.77

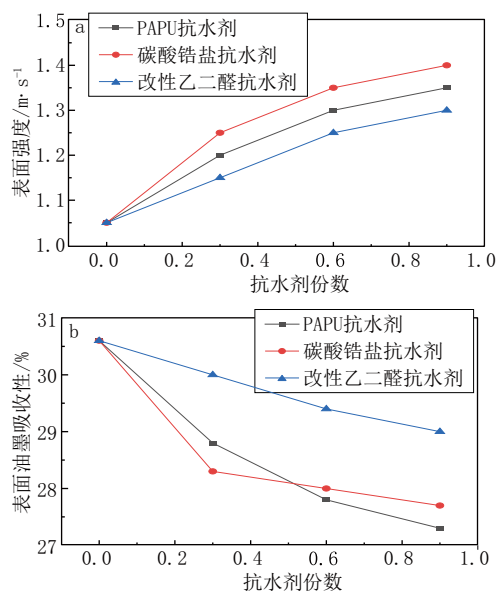


图2 不同抗水剂份数对涂布白卡纸表面强度和油墨吸收性的影响

盐抗水剂纸张表面强度明显高于PAPU和改性乙二醛。当不加抗水剂时,纸张印刷表面强度为1.05 m/s;当抗水剂用量提升至0.9份时,其印刷表面强度分别为1.40 m/s、1.34 m/s和1.29 m/s,上升幅度较大。因此,当添加份数0~0.9范围内,抗水剂对纸张印刷表面强度具有明显增强作用,且影响大小顺序为:碳酸铅盐>PAPU>改性乙二醛。

(3) 表面油墨吸收性

在印刷过程中,当完成油墨转印后,由于纸张表面具有吸收性,能够吸附油墨中的连结料,加快油墨干燥。对于吸墨性较强的纸张,连结料渗透快,油墨干燥迅速;反之吸墨性较弱的纸张,由于涂层封闭较好^[16],油墨印刷到纸面后的渗透量和渗透速度降低,油墨干燥速度缓慢。因此对于以高速度和高质量为特点的印刷加工来说,纸张的油墨吸收性具有极其重要的作用,纸张油墨吸收性过高或过低,均会影响纸张后期印刷质量。

由图2b可见,随着抗水剂用量的提升,表面油墨吸收性均呈现下降的趋势;且PAPU下降最为明显。在同一用量下,添加改性乙二醛抗水剂纸张油墨吸收性均高于碳酸铅盐和PAPU。当不加抗水剂时,纸张油墨吸收性为30.8%,随着抗水剂用量的提升,用量达0.9份时,添加PAPU、碳酸铅盐和改性乙二醛抗水剂纸张油墨吸收性分别为27.0%、27.6%和29.1%。综合来看,当抗水剂用量为0~0.9份范围内,加入PAPU抗水剂涂层的密封性略优于碳酸铅盐和改性乙二醛抗水剂,其油墨吸收性相对较低。

3 结论

3.1 三种抗水剂的加入都会增加涂料的黏度和pH值,提升涂布白卡纸的防水耐湿性能。在0~0.9份添加量内,抗水剂对纸张湿拉毛没有影响,但抗水剂用量越高,纸张湿排斥现象越严重,其中改性乙二醛湿排斥作用最强。

3.2 添加抗水剂对涂布白卡纸的印刷性能有显著影响,其中添加PAPU抗水剂和改性乙二醛抗水剂的纸张表面平整程度最好,粗糙度最低;添加碳酸铅盐抗水剂的纸张表面强度最高,其次是PAPU抗水剂;添加较高份数的PAPU抗水剂的纸张表面油墨吸收性相对较低。☞

- [1]李锋,邵校.几种典型的涂布白板纸外观纸病案例分析[J].中华纸业,2023,44(Z2):82-88.
- [2]朱永双,卜欧良.涂布纸印刷表面性能测试与胶印性能分析[J].印刷质量与标准化,2016,223(12):38-40.
- [3]中国造纸协会.中国造纸工业2022年度报告[J].中华纸业,2023,44(11):21-30.
- [4]崔庆斌.论水性油墨在绿色软包装印刷中发展解析[J].上海包装,2017,276(12):66-68.
- [5]沈志伟.水性油墨在凹版印刷中的实际应用[J].中国包装工业,2011,204(09):61-62.
- [6]Gigac J, Fiserova M. Effect of smoothing in calender and hot stamping machine on the properties of coated paperboards for printed electronics[J]. Wood Research, 2022,67(1):26-40.
- [7]Bakker S, Bosveld L, Metselaar GA, et al. Understanding and improving the oil and water barrier performance of a waterborne coating on paperboard[J]. ACS Applied Polymer Materials, 2022,4(8):6148-6155.
- [8]Thitsartarn W, Jinkarn T. Water resistance improvement of paperboard by coating formulations based on nanoscale pigments[J]. Journal of Coatings Technology and Research, 2020,17(6):1609-1617.
- [9]王治艳,郝晓敏,赵晓君.两种抗水剂对涂料及涂布纸性能的影响[J].中华纸业,2021,42(3):27-30.
- [10]邵学军,张革仓.新型抗水剂PAPU树脂的性能及其应用[J].中华纸业,2002,23(4):53-55.
- [11]修慧娟,韩卿,李金宝.碳酸铅盐对涂料及涂布纸性能的影响[J].纸和造纸,2009,28(5):40-42.
- [12]宋成剑,苏文强.乙二醛在造纸工业中的应用[J].造纸化学品,2009,21(6):19-23.
- [13]冯明仕,刘延春,郭义.pH值对涂料及涂布纸性能的影响[J].中国造纸,2007(2):71-72.
- [14]杨永刚,齐晓莹,赵佳凯.印刷条件对胶版纸和铜版纸湿拉毛、湿排斥性能的影响[J].北京印刷学院学报,2009,17(2):5-8.
- [15]李茜,张振虎,高艾京,等.纸张性能对印刷质量的影响研究[J].北京印刷学院学报,2018,26(09):83-86.
- [16]孙军,王玉珑,包秀萍.颜料涂布纸油墨吸收性能影响因素的讨论[J].上海造纸,2009,40(2):43-45.

Optimization of ICP-MS Method for Determination of Heavy Metals Content in Paper Used for Food and Cigarette Material

◎ Jia Chunhong, Yu Xiaoqiao, Du Xiansheng
(Mudanjiang Hengfeng Paper Co., Ltd., Mudanjiang, Heilongjiang 157013, China)

ICP-MS测试食品和烟用材料用纸中重金属含量方法的优化

◎ 贾春红 喻小桥 杜显生 (牡丹江恒丰纸业股份有限公司, 黑龙江牡丹江 157013)



贾春红 女士

工程师; 从事浆纸研发检测工作。

中图分类号: TS77; TS761.2; TS761.7
文献标志码: A
文章编号: 1007-9211(2023)16-0026-04

摘要: 纸张安全性能的关注度正在日益提高, 其中食品材料用纸和烟用材料用纸的重金属含量都有标准要求, 在实际生产过程中需要对其进行监控测试。电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)作为一种现代化分析检测手段, 在无机元素分析方面具有灵敏度高、检出限低、分析速度快、可以多元素同时测定等优势。本文主要阐述通过结合YC/T 316-2014和GB 31604.49-2016两种测试方法, 优化出一种可以利用ICP-MS技术同时测定食品材料用纸和烟用材料用纸中重金属元素含量的方法。

关键词: 食品材料用纸; 烟用材料用纸; ICP-MS; 重金属

Abstract: The attention of paper safety performance is rapidly increased nowadays, among which the heavy metals content of food material paper and cigarette material paper has standard requirements, and it needs to be monitored and tested in the actual production process. Inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS), as a modern method of analysis and detection, has the advantages of high sensitivity, low detection limit, fast analysis speed and simultaneous determination of multiple elements in the analysis of inorganic elements. In this paper, by combining YC/T 316-2014 and GB 31604.49-2016 two test methods, the ICP-MS technology can be used to simultaneously determine the content of heavy metal elements in food material paper and cigarette material paper.

Key words: food material paper; cigarette material paper; ICP-MS; heavy metals

重金属是指密度大于 4.5 g/cm^3 的金属,其代表元素铅、镉、铬、汞以及类金属元素砷等对生物毒性比较显著。许多标准都对纸张中重金属含量的限值做出了要求,其中GB 4806.8-2022《食品安全国家标准 食品接触用纸和纸板材料及制品》中要求铅 $\leq 3.0\text{ mg/kg}$ 、砷 $\leq 1.0\text{ mg/kg}$;烟草行业标准YC 171-2009《烟用接装纸》中要求铅 $\leq 5.0\text{ mg/kg}$ 、砷 $\leq 1.0\text{ mg/kg}$ 、汞 $\leq 1.0\text{ mg/kg}$ 、镉 $\leq 1.0\text{ mg/kg}$ 、铬 $\leq 15.0\text{ mg/kg}$ 、镍 $\leq 10.0\text{ mg/kg}$ 。以上两个标准中分别引用了GB 31604.49-2016中第一部分《砷、镉、铬、铅的测定 电感耦合等离子体质谱法》和YC/T 316-2014《烟用材料中铬、镍、砷、硒、镉、汞和铅残留量的测定 电感耦合等离子体质谱法》两种测试方法,这两个标准方法在测试流程上基本一致,样品前处理和标准曲线线性范围上存在差异,对其进行实验研究,整合优化为一种可以进行日常检测的通用方法。

1 ICP-MS的基本结构及工作原理

1.1 基本结构

ICP-MS主要是由样品引入系统(即进样系统)、等离子体、接口、离子透镜、四级杆以及检测器等组成。其中样品引入系统包含蠕动泵和雾化器,可以将样品溶液雾化;接口部位是指装有采样锥和截取锥的位置,可以连接大气压下的离子化部位和高真空下的质量选择部位。

1.2 工作原理

(1) 使用雾化器将样品溶液泵入进口系统,形成微小的样品气溶胶。(2) 样品气溶胶的一部分通过在氩气流中的等离子体(ICP),样品中的元素在等离子体中被离子化。(3) 将样品离子从等离子体提取至含有四级杆质量过滤器的真空系统中。通过离子光学系统将不同质荷比(m/z)的离子输送到质量分析器中。(4) 质量分析器选择特定质荷比的离子,然后通过电子倍增器对特定质荷比的离子计数。(5) 将特定元素的离子得到

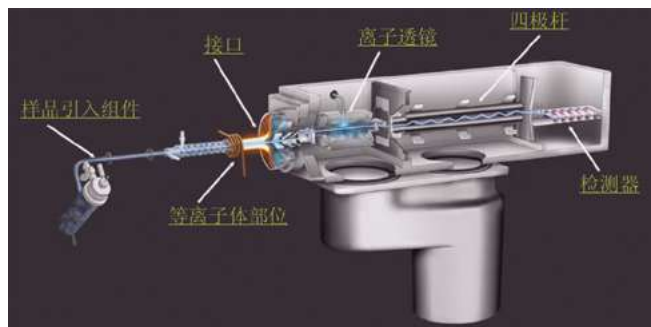


图1 ICP-MS的基本组成

的CPS值与校正曲线进行比较,计算出样品(用于定量分析)中该元素的浓度。

2 实验部分

2.1 主要仪器及试剂

Agilent 7800型电感耦合等离子体质谱仪(Agilent公司);CEM MARS微波消解仪(美国CEM公司);ME型号电子天平,感量:0.1 mg(梅特勒-托利多仪器公司);控温电加热器。

硝酸 HNO_3 : 65%;双氧水 H_2O_2 : 30%(质量分数);氢氟酸 HF : 40%(质量分数);调谐溶液(Li、Mg、Y、Ce、Ti、Co): $1\ \mu\text{g/L}$, 2% HNO_3 基质;混合内标溶液(6Li、Sc、Ge、Rh、In、Tb、Lu、Bi): 100 mg/L , 10% HNO_3 基质;砷、铅、镉、铬、镍单元素标准溶液: 1000 mg/L 。

2.2 实验部分

2.2.1 方案的确定

选择具有代表性的食品用纸和烟用纸张各10个样品进行方法验证,由于许多食品用纸的砷、铅含量都低于检出限不利于进行数据分析,本次实验选取的食品用纸为砷、铅含量大于方法检出限的样品。验证过程制定三种实验方案:方案一按照GB 31604.49中第一部分测试食品用纸;方案二按照YC/T 316测试烟用纸张;方案三为本次待优化验证的方法,同时测试食品

表1 样品的微波消解程序对比

消解条件	方案一	方案二	方案三
样品量/g	0.5	0.2	0.3
消解的酸体系	5~8 mL HNO_3	6 mL HNO_3 +1 mL H_2O_2	6 mL HNO_3 +1 mL H_2O_2
阶段升温程序	室温放置1 h 室温~120 °C (保持5 min) 120~150 °C (保持10 min) 150~190 °C (保持20 min)	(按需要+2 mL HCl +1 mL HF) 室温~100 °C (保持5 min) 100~130 °C (保持5 min) 130~160 °C (保持5 min) 160~190 °C (保持20 min)	室温~120 °C (保持5 min) 120~150 °C (保持10 min) 150~190 °C (保持20 min)

用纸和烟用纸张。

2.2.2 样品的消解

现将样品的三种微波消解程序进行对比见表1。

2.2.3 赶酸及定容

方案一要求将冷却后的消解罐放在控温电加热器上, 140℃温度条件下加热30 min; 方案二中只要求消解酸体系中使用氢氟酸的样品130℃温度条件下加热(120~180) min, 使消解液蒸发至约0.5 mL, 其他样品不需要赶酸; 方案三选择将所有样品均在140℃温度条件下加热60 min, 这样能够蒸发出更多的酸液, 减少酸度对仪器的伤害以及对测试结果的影响。

GB 31604.49测试食品用纸和YC/T 316测试烟用纸张定容方式一致, 均需要将上述赶酸后的溶液用水定容至50 mL塑料容量瓶中。

2.2.4 仪器测试条件

2.2.5 标准曲线的优化

将砷、铅、镉、铬、镍单元素标准溶液(1000 mg/L)按表3中浓度范围逐级稀释, 绘制成三种不同浓度的标准曲线。

2.3 实验结果

2.3.1 消解效果

将食品材料用纸进行编号SP1-SP10, 按照方案一和方案三消解; 烟用材料用纸进行编号YC1-YC10, 按照方案二和方案三消解, 观察消解后的溶液是否澄清透明, 具体见表4、表5。

对表中消解浑浊的样品进一步分析发现: YC4和YC7

均为烟用接装纸原纸, 纸中含有少量不容易消解的填料(钛白粉和滑石粉)。说明方案三在消解烟用材料纸张时存在缺陷, 对其进行优化实验, 将消解的酸体系改为加入6 mL HNO₃+1 mL H₂O₂+0.5 mL HF, 其他条件不变, 消解液变澄清。通过实验证明测试烟用接装纸及其原纸时, 方案三需要补加0.5 mL HF。

2.3.2 方案一与方案三测试结果比较

将两种方案最终消解澄清的样品SP1-SP10用电感耦合等离子体质谱仪进行测试, GB 4806.8-2022《食品安全国家标准食品接触用纸和纸板材料及制品》中只对砷、铅两种元素含量有要求, 测试结果的比较分析见图2、图3。

表4 食品材料用纸的消解效果

方案选择	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8	SP9	SP10
方案一	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清
方案三	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清

表5 烟用材料用纸的消解效果

方案选择	YC1	YC2	YC3	YC4	YC5	YC6	YC7	YC8	YC9	YC10
方案二	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清
方案三	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清	澄清

表2 ICP-MS测试条件

工作参数	设定值
RF功率/W	1550
等离子体气体/L·min ⁻¹	15.0
雾化气/L·min ⁻¹	1.0
工作模式	常规(碰撞反应池)
雾化室温度/℃	2
氦气流速/mL·min ⁻¹	4.3

表3 标准曲线浓度范围选择

方案选择	标准曲线浓度/ μg·L ⁻¹
方案一	As:0、0.2、1.0、5.0、10.0、20.0 Pb:0、0.5、2.0、10.0、20.0、50.0
方案二	As、Pb、Cd、Cr、Ni: 0、0.5、1.0、2.0、5.0、10.0、20.0、40.0、60.0
方案三	As、Pb、Cd、Cr、Ni: 0、0.5、1.0、5.0、10.0、20.0、40.0

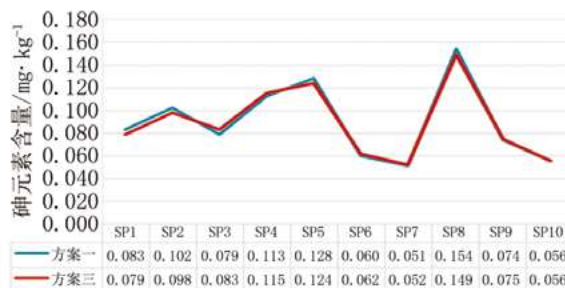


图2 食品材料用纸砷元素的测试结果

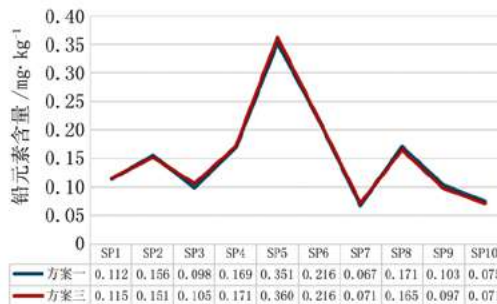


图3 食品材料用纸铅元素的测试结果

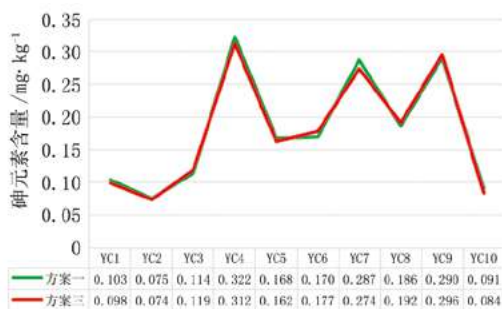


图4 烟用材料用纸砷元素的测试结果

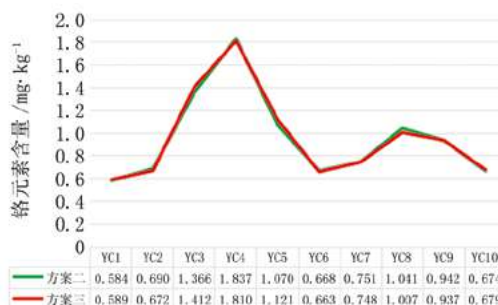


图6 烟用材料用纸铬元素的测试结果

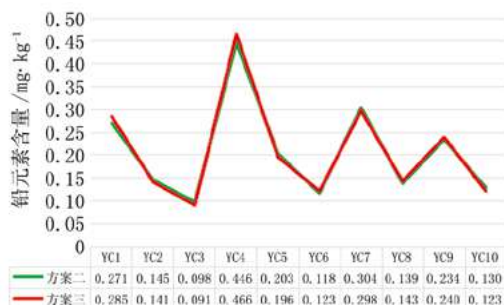


图5 烟用材料用纸铅元素的测试结果

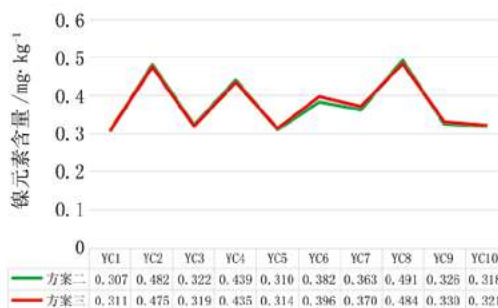


图7 烟用材料用纸镍元素的测试结果

由图中数据可以看出方案一与方案三的测试结果基本一致, GB 31604.49对精密度的要求:在重复性条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不得超过算数平均值的10%。把方案一与方案三当做两次独立测定结果时, 10组样品的绝对差值与算数平均值的比均小于7%, 测试结果满足GB 31604.49中对精密度的要求, 证明方案三在测试砷、铅元素时可以替代GB 31604.49。

2.3.3 方案二与方案三的测试结果比较

将两种方案最终消解澄清的样品YC1-YC10用电感耦合等离子体质谱仪进行测试, 烟用材料纸张中镉元素含量普遍处于较低水平, 10个样品中有7个样品镉元素含量均低于方法定量检出限, 所以本次实验不对其进行分析; 其他四种元素的实验结果比较见图4~图7。

图中数据可以看出方案二与方案三的测试结果描点重合度较高。标准YC/T 316-2014中对测试结果的精密度要求: 当平均值大于等于1.00 mg/kg时, 2次测定值之间相对平均偏差应小于10%; 当平均值小于1.00 mg/kg时, 2次测定值的极差应小于0.10 mg/kg。同样将方案二与方案三当做两次独立测定结果时, 测试结果均能满足上述精密度要求, 说明方案三在测试烟用材料用纸时可替代YC/T 316-2014。

3 结论

经实验论证使用方案三的样品预处理和测试条件, 能够同时满足食品材料用纸和烟用材料用纸的测试需求, 测试结果与标准方法相比无明显差异。

由于纸张安全性能的社会关注度越来越高, 无论客户还是造纸企业对纸中重金属含量的要求都越来越严格, 随之而来的检测工作大幅度增加。当实验室日常检测同时遇到食品材料用纸和烟用材料用纸时, 如果用GB 31604.49和YC/T 316-2014两个标准方法来测试, 需要分两次消解样品、配制不同标准曲线, 检测繁琐又耗时; 用优化后的方法可以同时测定, 可以节省一半的时间和能源, 提高检测的效率。☑

参考文献

- [1] YC 171-2009 烟用接装纸[S].
- [2] YC 170-2009 烟用接装纸原纸[S].
- [3] YC/T 316-2014 烟用材料中铬、镍、砷、硒、镉、汞和铅残留量的测定 电感耦合等离子体质谱法[S].
- [4] 魏瑞丽. ICP-MS技术在重金属元素检测中的应用[J]. 绿色科技, 2019, 16: 189-190.

[收稿日期: 2023-02-26]

Research on the Application of Brucite-Based Flame Retardant Paper

◎ Wu Pingfei, Zhong Chen, Li Yujian, Xie Haoyu, Zou Xiaogang
(Jiangxi Guangyuan Chemical Co., Ltd., Jian, Jiangxi 331500, China)

水镁石基阻燃纸的应用研究

◎ 吴平飞 钟晨 李宇剑 解昊宇 邹小刚
(江西广源化工有限责任公司, 江西吉安 331500)



吴平飞 先生

硕士, 工程师, 公司造纸课题组组长, 研发中心党支部委员; 主要从事非金属矿物粉体在造纸行业中的应用研究。荣获中国非金属矿工业协会技术二等奖, 省级新产品3项。

摘要: 水镁石为天然无机阻燃剂, 为研究在造纸中的应用情况, 选用水镁石矿物研磨加工成两种不同细度的粉体, 粗细度粉体在纸张抄造过程中作为填料制备阻燃原纸, 另一细度粉体与磷氮系阻燃剂配制成水分散阻燃液, 阻燃原纸采用浸渍法制备成阻燃纸, 测试阻燃纸的阻燃性能和物理性能, 为阻燃纸选用阻燃剂提供参考。

关键词: 水镁石; 浸渍法; 阻燃剂; 阻燃纸

Abstract: Brucite is a natural inorganic flame retardant. In order to study the application of brucite in papermaking, two kinds of powder with different fineness were processed by grinding brucite. In the process of paper manufacturing, the coarse powder is used as filler to prepare flame retardant base paper, and the other fine powder is prepared into water dispersion flame retardant liquid with phosphorus and nitrogen type flame retardant. Flame retardant base paper was prepared by impregnation with flame retardant liquid. Testing the flame retardant and physical properties of flame retardant paper can provide reference for selecting flame retardant for flame retardant paper.

Key words: brucite; dipping method; fire retardant; flame retardant paper

中图分类号: TS761.2; TS727*.5

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)16-0030-04

水镁石是自然界中富含镁的一种矿物,其主要成分为氢氧化镁,在工业生产中具有重要作用,因氢氧化镁是一种无毒的环保型无机阻燃剂,因此,水镁石矿可通过研磨加工成超细化的粉体填料,作为阻燃剂添加在塑料、橡胶、涂料等制品中,用以提高制品的阻燃性,特别是近几年环保要求的提高,对阻燃剂的选用有更多的限制,无卤、高效、经济的环保型阻燃剂是未来的发展方向。

阻燃纸的现状:纸制品是一种很好的装饰装修材料,但大多数纸张也是一种易燃物品,在一些有阻燃要求的公共场所则会大大限制纸制品的应用。因此,提高纸张的阻燃性具有重要意义,作为特种纸中的一种,阻燃纸近几年也备受青睐。阻燃纸的制备有多种方法,一类是利用难燃或者不燃纤维为原料抄造阻燃纸;另一类是在纸张内部纸张表面添加阻燃剂制得阻燃纸^[1],其中后者是生产阻燃纸的主要工艺。阻燃剂的选择就成了阻燃纸生产的重要因素,阻燃剂的种类繁多,目前阻燃纸用阻燃剂以卤系、磷氮系阻燃剂为主^[2-4]。

周辉等研究了以化学合成的氢氧化镁为阻燃剂在阻燃纸的应用^[5-6],陈夫山、安显慧等研究了镁铝水滑石作为阻燃剂在阻燃纸中的应用^[7-12],而以水镁石矿物加工成粉体作为无机阻燃剂添加在阻燃纸张中却少有研究。而相比卤系阻燃剂和铈系阻燃剂,水镁石价格低且无毒。更值得关注的是,在大部分火灾现场,对生命构成威胁的首先是燃烧过程产生的烟雾,如阻燃剂可抑制烟雾的产生,则在火灾现场中可争取更多的逃生时间,基于水镁石无机阻燃剂在燃烧过程中具有抑制烟雾的作用^[13-15],选用无机阻燃剂水镁石粉体与磷氮系阻燃剂复配,研究其在阻燃纸的应用。

1 实验

1.1 材料与设备

主要原材料:水镁石、碳酸钙:江西广源化工有限责任公司;三聚氰胺(MEL)、聚磷酸铵(APP)、季戊四醇(PER):兴业化工;苯丙乳液:巴德富;助留剂CPAM(聚丙烯酰胺,分子量1500万):苏州晟宇工贸有限公司;漂白针叶木浆和漂白阔叶木浆取自广东高明鸿源纸业。

主要设备:抄片器、打浆机、打浆度仪、解离器:东莞市英特耐森精密仪器有限公司;砂磨机(JX5-N60L):佳信科技;高速分散机(GFJ-0.4):上海现代环境工程

技术股份有限公司;氧指数仪(JF-3)、水平垂直燃烧仪:常州德杜精密仪器有限公司;烟密度测试仪(JCY-3):江苏正瑞泰邦;热重(梅特勒TGA/DSC3):瑞士梅特勒-托利多;激光粒度仪(3000E):英国马尔文仪器有限公司;白度仪、平滑度仪、耐折度仪、抗张强度仪:杭州品享科技有限公司。

1.2 方法

水镁石粉体的制备:氢氧化镁含量(以氧化镁计)≥60%的高纯水镁石精矿,经清洗、晾晒后,采用湿法全陶瓷球磨设备,在研磨助剂的作用下将一部分原矿研磨成约325目的粉料,用于原纸抄造过程中加填;另一部分原矿进一步加工研磨成6000目超细化的粉体,用于浸渍阻燃液的调制。

阻燃原纸的抄造:本实验采用漂白的阔叶木浆和针叶浆,浆板浸泡24 h后,按阔叶浆:针叶浆=10:7比例,在瓦利打浆机中打浆至打浆度约为35 °SR的浆料,将填料、助留剂CPAM添加在浆料中,并加水稀释至3%的浓度,用纤维解离器解离10,000 r后,于抄纸机上抄造成原纸,纸张定量在150 g/m²。

浸渍阻燃液的配制:将超细化6000目的水镁石粉体在分散剂的作用下预分散成分散液后,先后加入苯丙乳液、APP、PER、MEL,按质量比为mAPP:mPER:mMEL=4:2:3的比例,APP、PER、MEL三种的总量、乳液、水镁石以不同比例搭配,与水调配成不同的阻燃液备用。

阻燃纸的制备及性能测试:将部分原纸用可调距切刀切成13 mm×70 mm的长条形样条和100 mm×100 mm

表1 不同组分抄造的纸张样品

配方编号	填料	浸渍液(30%)		
		水镁石(细)	APP/PER/MEL	苯丙乳液
①	-	-	-	-
②	碳酸钙	-	-	-
③	水镁石	-	-	-
④	水镁石	-	2	1
⑤	水镁石	0.2	1.8	1
⑥	水镁石	0.4	1.6	1
⑦	水镁石	0.6	1.4	1
⑧	水镁石	0.8	1.2	1
⑨	水镁石	1	1	1
⑩	水镁石	2	-	1

*“-”表示未添加。

正方形样条于阻燃液中浸渍1 min后,在烘箱中100 ℃烘干30 min。

1.3 纸张阻燃性能的测试

垂直燃烧参照GB/T 5455-2014,烟密度参照GB/T 8323-2008,氧指数参照GB/T 5454-1997,热重。

1.4 纸张物理性能的测试

纸张的白度、不透明度、抗张强度、耐折度分别按照国家标准GB/T 7974-2013、GB/T 1543-2005、GB/T 12914-2008、GB/T 457-2008进行检测。

2 结果与讨论

2.1 不同阻燃处理试样的阻燃性能分析

纸张经不同阻燃处理后,通过阻燃设备分别对其进行氧指数、烟密度、垂直燃烧性能测试,结果见表2。以各纸张氧指数分析,添加碳酸钙和水镁石填料均可提高原纸的氧指数,说明填料的加入可提高纸张的阻燃性,但氧指数提高不够明显,因为所用填料均为无机非金属矿物粉体,本身不燃,相比阻燃剂需要达到一定的添加量才可表现明显的阻燃效果,但过多添加填料又会导致纸张性能下降。从④~⑩号纸样经不同阻燃液浸渍处理后的纸张样品相比未浸渍的氧指数提高明显,这是不同阻燃液发挥的主要作用,其中④号样品氧指数最高,因浸渍的阻燃液成分为有机类阻燃剂,阻燃效果比无机阻燃剂高。随着阻燃液中水镁石配比的增加,纸张氧指数有轻微下降,但经烟密度仪测试,纸张燃烧过程中的最大烟密度指标随水镁石配比的增加反而有降低趋势,因为水镁石主要成分为氢氧化镁,而氢氧化镁本身是一种无机环保型阻燃剂,在受热分解时生成水和氧化镁,水

可吸收纸张燃烧的热量,可降低材料在火焰中的表面温度,而氧化镁又是良好的耐火材料,能提高材料的抗火性能,同时释放出的水蒸气也可作为一种抑烟剂。以垂直燃烧结果分析,表面浸渍阻燃液纸样比未浸渍纸样的续燃时间明显缩短,④号和⑤号纸样的续燃时间比其它阻燃液处理的纸样短,因④号和⑤号用阻燃液中有有机阻燃剂含量高,有机阻燃剂相比无机阻燃剂更高效,纸张离开火焰灼烧后,明火燃烧时间更短,但从碳化长度结果分析,⑥号和⑦号纸样碳化长度更短,且⑩号比⑨号纸样碳化长度短,说明水镁石和有机阻燃剂复配有利于缩短纸张燃烧时的碳化长度。纸张碳化与阻燃剂种类有关,虽然有机阻燃剂在纸张燃烧时抑制纸张明火的效果比无机好,但在明火燃烧周围,无机阻燃剂的存在更容易抑制纤维和阻燃剂自身的碳化。

2.2 不同阻燃处理试样纸张的热稳定性分析

热重可有效表征纸张燃烧过程中的放热特性,如图1所示,从DTG看最大分解速率,加有碳酸钙的②号样在约350 ℃的最大分解速率高于其他样品,最大分解速率约为0.11%/℃。以水镁石为填料的试样最大分解速率均低于空白组的最大分解速率(0.08%/℃),这表明以水镁石为填料及浸有浸渍阻燃液的纸张试样具有更好的热稳定性。但④号样浸渍的阻燃液中只有磷氮系阻燃剂(APP、PER、MEL三种阻燃剂),相比于阻燃剂中复配了水镁石阻燃剂的试样,其纸浆纤维DTG曲线最大分解速率的温度降低了,这表明水镁石基阻燃剂的耐温性更好。对比⑨号和⑩号样品,浸渍了以水镁石(细):APP/PER/MEL:苯丙乳胶=1:1:1调配的浸渍阻燃液的纸张⑨号样最大分解速率低于以水镁石为阻燃剂的⑩号样最大分解速率。表明水镁石基复配阻燃剂的阻燃性优于单一的水镁石阻燃剂,这是结合了有机阻燃剂的阻燃高效

表2 不同纸张样品阻燃测试结果

样品编号	续燃时间/s	碳化长度/mm	氧指数/%	烟密度(最大烟密度)
①	14	—	19	84.5
②	16	—	20	80.6
③	17	—	22	74.6
④	3	33	30	72.3
⑤	3	33	29	72.7
⑥	4	32	29	67.5
⑦	4	32	28	65.7
⑧	4	34	27	61.4
⑨	4	46	27	56.8
⑩	4	39	25	52.4

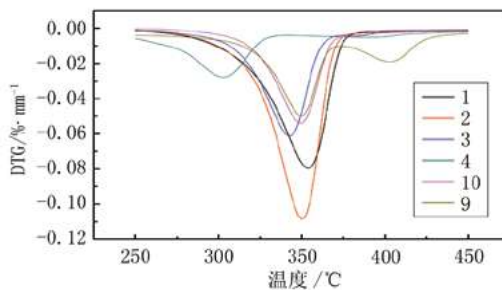


图1 不同纸张的DTG曲线

性,与有机阻燃剂形成协效阻燃,且⑨号样出现明显的双峰值,其中高峰与其他纸样一样为纸浆纤维热解峰,低峰为水镁石中主要成分氢氧化镁受热分解过程中出现的峰值。作为阻燃剂的氢氧化镁,分解产生水蒸气同时材料表面热分解成炭阻止材料燃烧的,而纯氢氧化镁的理论分解温度约在380℃,但水镁石的主要成分除氢氧化镁外,还伴生有其他种类矿物,在受热过程中用于其他伴生矿存在的原因,提高了水镁石受热分解温度。

2.3 不同纸张试样物化性能分析

对空白样和浸渍阻燃液后烘干处理的纸张进行白度、耐折度、不透明度和抗张强度测试,结果如表3。以白度和不透明度指标分析,填料的添加有利于提高纸张的白度和不透明度,并且浸渍含有水镁石成分的阻燃液的纸张不透明度和白度随水镁石含量的增加而增加。因为水镁石粉料的白度本身比纤维的白度高,经超细化加工后的白色粉末与有机阻燃剂调配成阻燃液,纸张经浸渍、烘干后纸张表面形成一层致密的薄膜。超细化的粉料可进一步填充纸张表面的微细孔洞,使纸张的不透明度提高。但经液体浸渍和烘干处理后,纸张纤维的强度受损,因此纸张的耐折度和抗张强度相比空白样有所下降。

3 结论

水镁石作为一种环保型无机阻燃剂,以填料形式添加在纸张中,相比常用的碳酸钙填料,可提高纸张阻燃性。而水镁石进一步加工成超细化的粉体,与有机阻燃剂复配成复合阻燃液,经浸渍阻燃液处理过的纸张,相比单一的有机阻燃剂,可降低纸张燃烧过程中的最大烟密度,可缩短纸张碳化长度。同时,浸渍有水镁石与有机

阻燃剂复配阻燃液的纸张初始分解温度提高,增强了纸张的热稳定性,但浸渍处理后纸张的力学性能受到一定程度的影响。综合各方面性能考虑,在阻燃纸生产过程中阻燃剂的选用可适当考虑搭配水镁石无机阻燃剂,相比价格昂贵的有机阻燃剂,不仅可提高纸张的部分阻燃指标,还可降低阻燃纸生产成本。☞

参考文献

- [1] 李婷,杜少辉,郭润兰,等.纸张阻燃化学品的阻燃机理及应用技术研究进展[J].中国造纸,2021,40(5):95-101.
- [2] 吴舒拉.阻燃剂的应用与发展[J].中华纸业,2008(5):60-62.
- [3] 赵强.阻燃剂在造纸工业中的应用[J].中华纸业,2006(6):58-61.
- [4] 李星玮,陈瑞林.纸用阻燃剂的应用现状与发展前景[J].精细与专用化学品,1998(3):4-6.
- [5] 周辉,刘忠,魏亚静.以氢氧化镁为阻燃剂制备阻燃纸的研究[J].中国造纸,2009,28(1):13-16.
- [6] 唐鑫,惠岚峰,刘忠,等.新型硅酸钙填料对涂布阻燃纸性能影响的研究[J].中华纸业,2014,35(2):24-27.
- [7] 王松林,陈夫山.镁铝类水滑石的合成及其在纸张阻燃中的应用[J].中国造纸,2008(10):18-21.
- [8] 安显慧,钱学仁,龙玉峰.基于镁铝水滑石原位合成制备阻燃纸[J].中国造纸,2007(8):1-5.
- [9] 刘淑鹏.纤维水镁石与硅灰石在造纸工业中的应用试验研究[D].武汉:武汉理工大学,2007
- [10] 赵秀峰,刘开平.纤维水镁石阻燃瓦楞原纸的研制[J].湖北造纸,2007(3):11-13
- [11] 陈晓宇,钱学仁.以碱式硫酸镁晶须为填料制备阻燃纸的研究[C].全国特种纸技术交流会暨特种纸委员会第五届年会论文集,中国丹东,2010:1-13.
- [12] 陈晓宇.几种无机晶须用作新型造纸填料的特性研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2011.
- [13] 汪关才,卢忠远,胡小平.水镁石/ATH/APP复合阻燃剂对UPR的阻燃、抑烟性能的影响[J].中国塑料,2006(11):86-90.
- [14] 王雪松,叶俊伟,庞洪昌,等.水镁石基有机无机复合阻燃剂的制备及应用[J].功能材料,2010,41(12):2124-2127.
- [15] 薛建英,高艺璇,胡志勇,等.聚磷酸铵/氢氧化镁复配填充聚氨基酯硬泡的阻燃性能[J].科学技术与工程,2020,20(30):12507-12511.

表3 不同纸张样品物理性能测试结果

样品编号	耐折度/次	不透明度/%	抗张强度N/mm
①	121	81.5	3.5
②	75	87.2	3.2
③	72	87.1	3.2
④	57	91.3	2.7
⑤	53	91.6	2.7
⑥	56	91.9	3.2
⑦	52	92.2	3.2
⑧	45	92.5	2.8
⑨	43	92.8	2.8
⑩	39	94	2.2

[收稿日期:2023-03-05]

Evaluation of Uncertainty in the Measurement Results of the Content of Combustion-Supporting Agent in Cigarette Paper

◎ Zhang Ying, Ji Yudai

(Heilongjiang HXXC Testing Technology Co., Ltd., Mudanjiang, Heilongjiang 157013, China)

卷烟用纸中助燃剂含量测定结果的不确定度评定

◎ 张英 吉玉岱

(黑龙江恒祥信测检测技术有限公司, 黑龙江牡丹江 157013)



张英 女士

助理工程师; 工作性质: 纸浆纤维物理
化学指标的检测与分析。

摘要: 根据氧化还原原理, 采用手工滴定法对卷烟用纸中助燃剂含量进行测定。通过建立数学模型及查找卷烟用纸助燃剂含量的测量不确定度主要来源, 按照相关标准得出卷烟纸助燃剂加入量的扩展不确定度报告。

关键词: 卷烟用纸; 助燃剂含量; 测量不确定度

Abstract: Based on the oxidation-reduction principle, the content of combustion-supporting agent in cigarette paper was tested by manual titration. Through establishing a mathematical model and finding the main sources of measurement uncertainty of the content of combustion-supporting agent in cigarette paper, the expanded uncertainty report of the amount of combustion-supporting agent added in cigarette paper was obtained according to relevant standards.

Key words: cigarette paper, combustion promoter content, measurement uncertainty

中图分类号: TS761.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)16-0034-03

卷烟纸对卷烟整体性能具有重要影响,主要原因在于卷烟用纸在吸烟的过程中会发生燃烧,燃烧后的产物是烟气中有害物成分的主要来源。造纸行业通过添加助燃剂的方式来影响卷烟纸的燃烧性能。因此准确测试卷烟用纸助燃剂的含量可有效控制和优化造纸生产工艺。本文评定了氧化还原滴定法手工滴定卷烟纸中助燃剂含量的测量不确定度。

目前测量不确定度评定被公认为是评价检测结果正解与否的有效方法和工具,已被世界上的大多数检测机构和实验室采纳。与此同时,对不确定度进行评定的整个过程也能够帮助我们查找检测结果不确定度的主要来源,有效分析出卷烟用纸助燃剂含量检测过程我们需要重点关注的环节,通过对其加以控制来提升测试水平。本文依据JJF1059-2012技术规范对卷烟用纸助燃剂含量的不确定度进行了评定与分析。

1 卷烟纸助燃剂含量测定

1.1 仪器、材料与试剂

卷烟纸样品;实验室用水分测定仪;实验室用水为超纯水,浓硫酸,高锰酸钾标准滴定溶液,茶色酸式滴定管。

1.2 试剂配制

称取约700~800 ml的超纯水,将70.54 ml的浓硫酸加入到水中,等溶液恢复到室温后,补水至1000 ml。

1.3 试样提取

将具有代表性的横幅纸样切成碎片,称取绝干试样(准至0.001g),放入实验室用烧杯中。加入蒸馏水,煮沸(在煮沸期间搅拌1~2次),制成纸料溶液,过滤后取澄清液。

1.4 滴定

缓慢向回收后的溶液中加入一定体积、一定浓度的硫酸溶液,煮沸。立即用高锰酸钾标准溶液滴定煮沸后的溶液,滴定时以固定的速度滴入,并不断搅拌溶液,直至烧杯中溶液的颜色呈现持续的紫玫瑰色即终点。

1.5 数学模型

按照卷烟用纸助燃剂含量的检测依据和步骤建立以下数学模型:

纸中助燃剂含量 R (%),按公式计算得出:

$$R=V/Km$$

式中: R —样品助燃剂含量,%; V —滴定体积,ml; K —换算系数; m —试样质量,g。

由于该公式只是通过检测原理计算得出的,并没有考虑各种随机因素对测定结果造成的影响。在对测试结果不确定度进行评定的过程中必须考虑各种随机影响所产生的不确定度分量。用系数 f_{rep} 表示各种随机影响引入的不确定度分量。助燃剂含量不确定度评定的测量模型最终表示形式为:

$$R=(V/Km)\times f_{rep}$$

2 结果与分析

2.1 卷烟纸中助燃剂含量不确定度的主要产生原因

按照助燃剂测量的测定方法,测定的主要过程包括助燃剂的提取(样品处理,称量,提取),试样滴定。通过数学模型和测定过程可以看出影响氧化还原滴定法测定卷烟用纸助燃剂含量结果的不确定度主要来源是:重复性实验、样品称量、滴定过程、标准溶液纯度等分量。详见表1。

2.2 测量不确定度的计算与评定

2.2.1 A类不确定度评定

取均匀的纸样作平行测定(本次实验按10次取样),每次测试结果的标准偏差按照公式(1)计算:

$$u(s)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (s_i - \bar{s})^2}{n-1}} \quad (1)$$

表1 测量不确定的原因及分类

序号	测量不确定度原因	测量不确定度评定分类
1	测试重复性	A类
2	试样称量	B类
3	滴定过程	B类
4	标准溶液	B类

表2 测量重复性不确定度

项目	平行测量次数/n									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
助燃剂含量 \bar{x}	1.08	1.15	1.13	1.10	1.17	1.23	1.13	1.19	1.16	1.21
标准偏差 $u(X)$						0.0472				
重复性的相对不确定度 $u_{rel}(f_{rep})$						0.030				

卷烟纸中助燃剂含量重复性系数的不确定度用测试结果平均值的相对标准偏差来表述,如公式(2)所示:

$$u_{rel}(m) = \frac{\sqrt{2 \times u(m)^2}}{m} = 0.0004 \quad (2)$$

相关测试数据及结果见表2。

此分量已经合并研究了各种随机因素,包括测试人员的操作重复性、对滴定终点判定的影响、卷烟纸样品本身等因素的影响。

2.2.2 B类标准不确定度评定

(1) 滴定过程中使用仪器的不确定度(见表3)

(2) 试样制备过程中的不确定度

取样:测试过程要求准确称取混匀试样,可以认为样品代表性充分,由此引入的不确定度可忽略不计。

测试样品质量 m 产生的不确定度:使用天平的校准证书标注校准结果的允差为 $\pm 0.5 \text{ mg}$,假定符合均匀分布,包含因子为 $k=\sqrt{3}$,标准不确定度 $u(m)=0.5/\sqrt{3}=0.29 \text{ mg}$ 。样品质量 1000.0 mg ,由于测量过程中需要使用两次称量(样品盘+样品),相对标准不确定度:

$$u_{rel}(m) = \frac{\sqrt{2 \times u(m)^2}}{m} = 0.0004$$

表3 茶色酸式滴定管不确定度

实验仪器	25ml酸式滴定管
20℃时的允许误差	$\pm 0.04 \text{ ml}$
K值(符合三角分布)	$\sqrt{6}$
体积的标准不确定度	$0.04/\sqrt{6}=0.016 \text{ ml}$
水的膨胀系数/ $^{\circ}\text{C}^{-1}$	2.1×10^{-4}
实验室的温度变化/ $^{\circ}\text{C}$	± 5
K值(符号均匀分布)	$\sqrt{3}$
与校正时温度不同产生的标准不确定度	$25 \times 2.1 \times 10^{-4} \times 5/\sqrt{3}=0.015 \text{ ml}$
相对标准不确定度	0.0009

表4 相对标准不确定分量

不确定度分量	不确定度原因	评定分级	u_{rel}
$u_{rel}(f_{rep})$	测试重复性	A类	0.030
$u_{rel}(m)$	试样制备	B类	0.0004
$u_{rel}(C)$	标准溶液	B类	0.0010
$u_{rel}(V)$	滴定过程	B类	0.0009

(3) 标准物质的不确定度

标准滴定溶液证书给出相对扩展不确定度为0.2%, $k=\sqrt{2}$,相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(C) = 0.2\%/\sqrt{2} = 0.0010$$

2.3 相对合成标准不确定度

将前期的各个分量列于表4中。

$$u(R)_{rel} = \sqrt{u_{rel}(m)^2 + u_{rel}(V)^2 + u_{rel}(C) + u_{rel}(f_{rep})^2} = 0.030$$

2.4 扩展不确定度的评定和表述

卷烟用纸的助燃剂加入量 X ,它的标准不确定度为: $u(R)=u(R)_{rel} \times R$,将 $k=2$ 作为包含因子,则95%置信水准下,卷烟用纸助燃剂含量的扩展不确定度表示为 $U(R)=2 \times u(R)$ 。

按照实验结果的算术平均值得出所测纸张样品的助燃剂含量: $R=1.12\%$,因此计算其扩展不确定度的最终结果为: $U(R)=2 \times u(R)_{rel} \times R=2 \times 0.03 \times 1.12\%=0.07\%$

2.5 测量不确定度评定报告

助燃剂含量 $R=(1.12 \pm 0.07)\%$,其扩展不确定度表示 $U(R)=0.07\%$,包含因子为 $k=2$ 。

3 结论

严格按照JJF1059程序的规定并且结合卷烟纸中助燃剂含量的测试方法,据此合成得出标准不确定度。通过分析探讨可知,由操作人员自身造成的测量重复性所引起的不确定度分项比重最高。此项误差主要与检测人员自身操作水平和纸张自身变异性高低有关。因此,提高检测人员的专业技术水平,尽可能地减少人员检测的误差,可以更好地提升实验室卷烟用纸助燃剂含量的测定准确度。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家计量技术规范, JJF1059-2012 测量不确定度评定与表示[S].国家质量技术监督局.
- [2] 吉玉岱.高锰酸钾在造纸检测中的应用[J].黑龙江造纸, 2022(4).
- [3] 刘禹,李党国.卷烟纸中淀粉含量测量结果的不确定评定[J].造纸化学品, 2022(1):34.
- [4] TSZY132181021020967705, 2018-12-31.

[收稿日期: 2023-02-12 (修改稿)]



竹浆碱回收锅炉烟气污染物排放影响因素探析

陶文东¹ 许明¹ 史建波²

(1.云南云景林纸股份有限公司, 云南景谷 666400; 2.武汉武锅能源工程有限公司, 武汉 430070)



陶文东 先生

工程师; 负责化工厂机械设备管理工作, 取得实用新型专利6项。

摘要: 根据四台竹浆碱回收锅炉的实际运行情况, 分析碱回收锅炉污染物排放的影响因素。

关键词: 竹浆; 碱回收锅炉; 硫酸盐法制浆; 烧碱法制浆; 烟气污染物

Abstract: Based on the actual operation of four bamboo pulp alkali recovery boilers, the influencing factors of pollutant emissions from alkali recovery boilers are analyzed.

Key words: bamboo pulp; alkali recovery boiler; kraft pulping; alkaline pulping; gas pollutant

中图分类号: TS734⁺.8; TS749⁺.3

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)16-0037-03

据中国造纸协会资料显示,我国2021年竹浆产量242万t,稳居非木浆产量世界第一位^[1]。中国竹材资源丰富,是制浆领域除木材和废纸外的一种重要制浆原料。竹材制浆已成为国内制浆企业大力开发的领域。竹材制浆过程中产生大量黑液,处理不好会造成严重的环境污染。资源化利用竹浆黑液是竹材制浆领域的一个重要环节。目前以竹浆黑液为燃料的碱回收锅炉已成为竹材制浆厂不可缺少的重要装备。碱回收锅炉能够同时达到消除污染、产生蒸汽、回收化学药品三个目的。但是,既然它是一种锅炉,那就必然存在烟气排放,而烟气中的污染物是目前环保领域重点治理的对象。研究影响碱回收锅炉烟气污染物排放的各种因素有利于进行大气污染的源头治理。

1 典型案例

笔者通过调研竹材制浆厂,收集了多台竹浆碱回收炉技术资料,归纳于表1。

从表1中可以发现,各厂的污染物排放虽然有所不同,但是D厂的污染物排放与其他几家区别较大。D厂烟气中SO₂含量明显低于其他三厂,而NO_x含量明显高于其他三厂。经与D厂技术人员沟通,由于该碱炉的NO_x排放高于当地环保部门要求的100 mg/Nm³,目前解决NO_x排放问题是该厂生产运行十分重要的课题。

2 原因分析

碱回收锅炉炉膛温度水平直接影响SO₂和NO_x的生成量,炉膛温度越高,SO₂生成量越低,NO_x生成量越高;炉膛温度越低,NO_x生成量越低,SO₂生成量越高^[2]。因此碱回收锅炉目前运行中尽量降低主燃烧区域的氧含量,使得主燃烧区域炉膛温度降低,另使得主燃烧区域缺氧,

以降低碱回收锅炉的NO_x原始排放,但同时碱回收锅炉SO₂排放上升。

因碱回收炉碱灰成分主要是Na₂SO₄、Na₂CO₃及NaCl和KCl等易于引起催化剂中毒的碱金属及硫酸盐,所以在碱回收锅炉应用电厂通用的烟气脱硝技术在催化剂方面目前还没有实现技术突破^[3]。而脱硫技术在碱回收锅炉烟气治理中能正常使用。有鉴于此,碱回收锅炉运行中尽量降低NO_x原始排放,尽量避免使用外配套式烟气脱硝技术。

上述四台碱回收锅炉运行情况均遵循降低主燃烧区域氧含量,控制炉膛温度,减少原始NO_x排放的运行策略。但是D厂的污染物排放与其他三厂仍有较大区别。排除运行等干扰因素后,发现最大不同是D厂采用制浆工艺为烧碱法,而其他三家的制浆工艺为硫酸盐法。

碱法制浆产量约占我国化学浆产量的75%,是我国制浆工业发展的主要方式之一,碱法制浆按所用药剂不同,可主要分为烧碱法和硫酸盐法。烧碱法制浆是以氢氧化钠为蒸煮药剂,适于处理非木材纤维及阔叶木。但不适于处理针叶木。硫酸盐法是在烧碱法的基础上发展起来的,采用氢氧化钠与硫化钠作为蒸煮剂,适于处理针叶木、阔叶木、竹类和各种草类原料,也可用于废材、枝桠材、木屑及树脂含量很高的木材制浆。我国目前新建的大中型制浆厂大多采用硫酸盐法制浆。

从上述两种制浆工艺采用的化学药剂基本可以解释D厂SO₂排放接近于零的原因,D厂碱炉的燃料黑液为烧碱法制浆黑液,没有外来S加入到黑液中,而原料中的S绝大部分被碱金属捕捉,故该碱炉烟气中的SO₂排放量很低。该碱炉NO_x比其他碱炉高的原因又是什么呢?笔者认为仍然需要从两种制浆工艺的差异入手分析。

表1 四台竹浆碱回收炉的运行技术参数

厂名	A	B	C	D
固形物处理量/tDS·d ⁻¹	785	881.3	1132.7	880
蒸汽压力/MPa	6.8	6.8	6.8	6.8
蒸汽温度/°C	480	480	450	480
制浆工艺	硫酸盐法	硫酸盐法	硫酸盐法	烧碱法
黑液温度/°C	120	130	128~130	120
黑液浓度/%	67	68	65	65
烟气O ₂ 含量/%	7	1.684/1.8	2~3	4.7
烟气SO ₂ 含量/mg·Nm ⁻³	18.4	73	150	0.4
烟气NO _x 含量/mg·Nm ⁻³	70	11.1	40~80	182.5

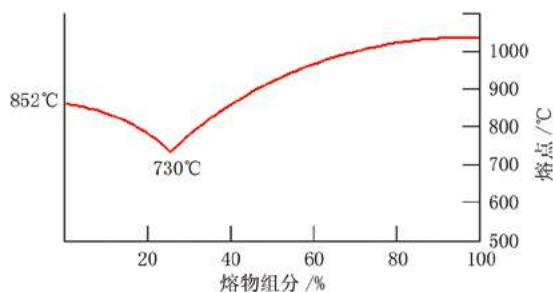
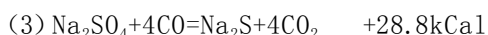
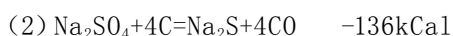
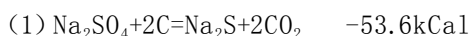


图1 Na₂S—Na₂CO₃共熔图

硫酸盐法制浆黑液燃烧后的熔融物中主要成分为 Na_2CO_3 、 Na_2S 。烧碱法黑液燃烧后的熔融物中主要成分为 Na_2CO_3 ，图1为 Na_2S — Na_2CO_3 共熔图，当熔融物中全部为 Na_2CO_3 时熔点为 $852\text{ }^\circ\text{C}$ ，当全部为 Na_2S 时熔点为 $1040\text{ }^\circ\text{C}$ ，当熔物组分为 $25.7\% \text{ Na}_2\text{S}+74.3\% \text{ Na}_2\text{CO}_3$ 时熔点最低为 $730\text{ }^\circ\text{C}$ ^[4]。硫酸盐法制浆黑液燃烧过程中在炉底垫层上存在下列反应：



一般认为，以反应(2)为主反应^[4]。该式为还原反应、吸热反应，反应吸热按热力计算，约占锅炉总热损失的15%。但是烧碱法制浆黑液燃烧时没有吸热反应，所以烧碱法制浆黑液碱回收锅炉炉膛温度水平高于硫酸盐法制浆黑液碱回收锅炉。另外，由于烧碱法制浆黑液燃烧后的主要无机物为 Na_2CO_3 ，而硫酸盐法制浆黑液燃烧后的主要无机物为 Na_2CO_3 、 Na_2S 。从图1中可以发现，硫酸盐法制浆黑液燃烧后形成的熔融物熔点低于烧碱法制浆黑液燃烧后形成的熔融物。为了维持烧碱法制浆黑液碱

回收锅炉垫层的正常流动，避免出现大面积死垫层和熔融物堵塞一次风口等问题，故运行时同等容量的碱回收锅炉，烧碱法制浆黑液碱回收锅炉的一次风量比硫酸盐法的碱回收锅炉高，使其能够燃烧更多垫层上的残碳，维持更高的垫层温度，保证垫层的流动性，保证合理的垫层高度。烧碱法制浆黑液碱回收锅炉垫层上不存在吸热反应，同时又有更高的垫层燃烧烈度，两项叠加后，烧碱法制浆黑液碱回收锅炉垫层温度水平更高。燃料型和热力型 NO_x 难以有效控制，故造成烧碱法制浆黑液碱回收锅炉 NO_x 原始排放高于硫酸盐法制浆黑液碱炉。

D厂为解决 NO_x 排放问题采用炉内脱硝方案(SNCR)，但SNCR能达到的 NO_x 降低率 $30\% \sim 50\%$ 。而且随着烟气中 NO_x 含量进一步降低，SNCR的 NO_x 降低率趋于下限 30% 左右，故很难保证D厂碱炉满足环保部门要求的 $100\text{ mg}/\text{Nm}^3$ 的排放标准。

3 结语

针对烧碱法制浆黑液碱回收锅炉烟气污染物排放的实际情况，笔者建议今后类似碱回收锅炉系统设计思路如下：

(1) 加大一次风压，同时减少一次风量，既保证垫层的正常运行，又能适当降低垫层温度。

(2) 设置四次风，加大四次风量，降低主燃烧区域氧含量。

(3) 在除尘器后增设SCR系统。将烟气中粉尘含量降低到 $10\text{ mg}/\text{Nm}^3$ 以下后，再进入SCR系统进行脱硝，能够保证催化剂长时间连续运行，并将烟气中 NO_x 含量控制在 $100\text{ mg}/\text{Nm}^3$ 以内。

参考文献

- [1] 中国造纸协会. 中国造纸工业2021年度报告[J]. 中华纸业, 2022, 43(9): 8-18.
- [2] 史建波. 两台竹浆碱回收锅炉 NO_x 、 SO_2 排放的探讨[J]. 中华纸业, 2020, 41(10): 36.
- [3] 靳福明. 碱回收炉烟气排放及控制措施可行性技术分析[J]. 中国造纸, 2018, 37(3): 67.
- [4] 造纸工业碱回收编写组. 造纸工业碱回收[M]. 北京: 轻工业出版社, 1981-05.

[收稿日期: 2023-03-10]



Application of ASA Coating in the Production of Culture Paper with High Chemical-Mechanical Pulp Ratio

◎ Jiang Hualin, Tang Biao, Wu Fei
(Yueyang Forest & Paper Co., Ltd., Yueyang, Hunan 414002, China)

ASA施胶在高化机浆配比文化纸生产中的应用

◎ 蒋华林 唐彪 吴飞 (岳阳林纸股份有限公司, 湖南岳阳 414002)



蒋华林 先生

总经理助理, 工程师; 长期从事制浆造纸工作, 先后在制浆、造纸生产线多个岗位进行生产操作、工艺技术研究, 重点在化学品使用、清洁生产、生产管理等 方面进行了生产实践与经验积累。

中图分类号: TS753.9; TS727*.5; TS761.1
文献标志码: B
文章编号: 1007-9211(2023)16-0040-04

摘要: 简要介绍了ASA的反应过程, 探讨了影响ASA施胶的影响因素, 尤其是在高化学机械浆配比文化纸生产中的应用。对温度、pH值等关键因素在生产实践中进行了优化, 包括用量比较及对ASA水解物的处理进行了研究。

关键词: 中性施胶; ASA; 反应过程; 高化学机械浆配比

Abstract: The reaction process of ASA is briefly introduced, and the influencing factors of ASA coating application are discussed, especially in culture paper manufacturing with high chemical-mechanical pulp ratio. In addition, the factors such as temperature and pH value were optimized in production practice, including the comparison of dosage and the treatment of ASA hydrolysate.

Key words: neutral coating; ASA; reaction process; high CMP ratio

目前, 从工艺方式上, 施胶可分为浆内施胶和表面施胶两种工艺。浆内施胶根据系统的pH值不同, 可分为酸性施胶和中碱性施胶, 目前主流的是中碱性施胶。

1 中碱性施胶的特点

中碱性施胶系统为中性偏碱性条件, 故可采用廉价的碳酸钙作为填料, 另外使用阳离子聚合物作助留剂, 可以降低纸机的网下白水浓度, 也可以提高白水回用率, 进一步降低纸机清水用量, 这对高化学机械浆配比文化纸生产更为重要, 更具成本优势。与酸性施胶相比, 中碱性施胶具有众

多优势,具体如表1中所述。

目前,最广泛应用的两种中性施胶剂分别是烷基烯酮二聚体(AKD)和烯基琥珀酸酐(ASA)。纯净的ASA呈油状,不溶于水,且本身也不带电荷,使用之前需要用阳离子乳化剂将ASA乳化形成水包油乳液,此时ASA水包油乳液就带有阳电荷,这样能够增加乳液稳定性以及改善ASA在纤维上的留着。ASA施胶作用很快,纸页达到完全干燥状态,即可获得最好的施胶效果,而且ASA施胶效果持久,较AKD施胶而言,不易发生后期施胶褪色即“假施胶”的现象,这是ASA的优势。

从节约资源的角度考虑,文化纸的生产中会配用一定比例的化学机械浆,一般在5%~60%之间。化学机械浆属于高得率浆,其浆种特性突出,可以给纸张赋予较好的松厚度、不透明度,色相纯正,但另一方面,因其木素含量高,且含有一定量的PCD,同时,在磨浆的过程中其产生很多的细小组分等等,这些对于ASA施胶都是一个挑战,尤其是在浆料配比中,若高得率浆超过30%以上时,ASA施胶与AKD施胶的综合比较一直以来是纸机生产人员与技术人员所研究的课题之一。本文就是从生产实践中对ASA施胶在高机械浆配比文化纸高速纸机生产中进行了研究,为探寻适宜的ASA施胶条件提供参考。

2 文化纸生产

2.1 浆料配比

NBKP:LBKP:APMP=30%:30%:40%,生产胶版印刷纸,用于“三科”教材(语文、历史、道德与法治)内文用纸。

2.2 纸机配置

纸机车速1300 m/min,顶、底网叠网成形器,双靴压,带施胶压榨,一道软压光。

2.3 纸张吸水性检测

表1 中性施胶与酸性施胶性能比较

特性	中性施胶	酸性施胶
填料使用	可使用碳酸钙	不可使用碳酸钙
纸页强度	较好	较差
纸页耐久性	较好	较差
对纸机及设备腐蚀	较轻	较重
废水处理	废水量少较易处理	废水量多较难处理
能源消耗	较低	较高
施胶效率	高	低
纸机运行效率	较高	较低
系统细菌及微生物	易生长	难生长

Cobb值法,按GB/T 461.3-2005检测。

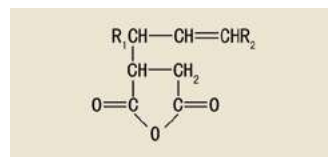


图1 ASA结构简式

3 ASA施胶反应过程

ASA施胶机理到目前为止还没有定论,研究焦点是ASA是否是通过反应来获得施胶效果,即是否与纤维素反应形成酯键。

有学者研究表明ASA施胶过程中没有酯键形成,依据是ASA与纤维素反应,需要很高的反应温度。在此温度下会损伤纤维素,对纸页质量产生不利影响。王代启^[1]等人用FTIR技术分析了施胶过程中ASA的化学变化,结果表明纸页中并没有形成酯键,起施胶作用的主要是ASA的衍生物。

ASA使用需要用阳离子淀粉或其他的乳化剂做乳化,ASA乳化后才能作用和吸附于纤维以达到施胶的目的。最经济实用的是采取阳离子淀粉作为乳化剂使用,本次生产实践中使用就是阳离子淀粉,下面介绍以阳离子淀粉作乳化剂的相关参数、特点和原理。

乳化,简单地理解就是“强迫”两种性质相反的液体混合在一起,形成一个稳定的悬浮液,原理如图3。

通常在实际生产应用里,ASA乳化需要专门的设备设施在线乳化,与纸机生产运行同步控制与操作。如图4。

4 影响ASA施胶的因素

4.1 温度和pH值

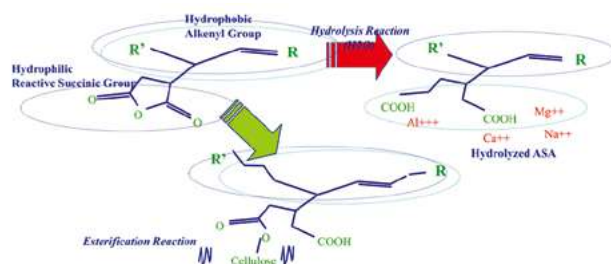


图2 ASA与纤维素的反应

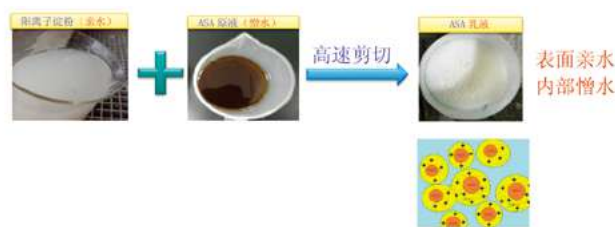


图3 阳离子淀粉用作ASA乳化的原理

为减少ASA水解,不仅要控制好ASA的乳化温度,还要控制好上浆系统温度。通过生产实践验证,上网浆料温度,即系统温度基本保持在40~50℃,在此温度范围内,ASA水解程度较小,用量可控制在合理范围,施胶效果可保证。

图5是温度对ASA乳液水解的影响,由图中可以看出,起始pH值为3.5时,温度为25℃,经过6h后,未水解的ASA有88%左右;当温度为55℃时,约2.3h后已完全水解,因此,在实际生产中上网浆料温度要控制好,一般不能超过55℃,尤其是夏天,整个生产白水循环过程中要控制好相应的温度,若温度超高,要从来浆温度、系统清水加入等方面着手进行调整。

上网浆料pH值升高可以增加纤维的润胀,这样可使浆料纤维暴露出更多的羟基参与反应,也可促进ASA熟化,但同时也会使ASA水解速度加快,从而影响到ASA的用量与施胶效果。

图6是pH对ASA乳液水解的影响,由图中可以看出,温度为25℃时,当pH值为3.5时,4h后ASA乳液水解率不到10%;当pH值为8.0时,不到1h ASA乳液已水解完全。在生产实践中,要重点关注填料、浆料及清水的pH控制,必要时可加入柠檬酸调节纸机系统的pH值。

4.2 浆料配比

化学机械浆中木素含量较高,导致浆料阴离子垃圾过多,在实际生产中多以AKD施胶为主。实践证明,以漂白化学浆为主配抄的胶版印刷纸,综合浆料PCD会较低,虽然高得

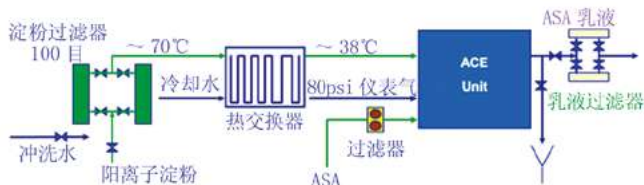


图4 阳离子淀粉与ASA在线乳化流程

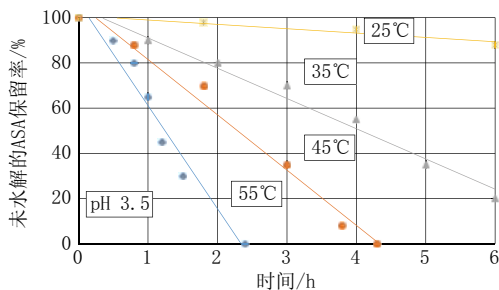


图5 温度对ASA乳液水解的影响（起始pH值为3.5）

率浆配比高,采用ASA施胶仍能够获得较好的施胶效果,但以化学机械浆为主的轻型纸(高得率浆配比超过60%),浆料PCD相对较高,不适合采用ASA施胶,建议采用AKD施胶。

图7是高得率浆料对比对ASA消耗量的影响,在实践中证明,一般的文化用纸高得率用浆配比达到50%左右,ASA施胶的成本优势与AKD施胶相当,超过50%时,ASA使用量大幅上升,成本就不具备优势了。同时,系统里水解物大量增加,对系统运行增加难度。

4.3 干燥温度

图8是干燥温度对ASA施胶的影响。由图中可以看出,当采用-50℃冷冻干燥时,ASA施胶已没有施胶效果。为提高施胶效率,保证较好的施胶效果,故在使用ASA施胶时要尽量与纸机干燥部烘缸曲线配合起来,在合适的温度下干燥纸页。ASA乳液与纸页中的纤维将获得较高的施胶效率和较好的施胶效果。在实际运行中,我们可以通过调整纸机干燥部烘缸曲线来获得适宜的温度,在干燥部前干燥烘缸主蒸汽段及后干燥烘缸温度可达到90~105℃,有助于ASA施胶效果的提升。

4.4 ASA水解物的沉积

ASA在实际应用过程中最难以控制的是其易水解的问题,水解后对纸机运行及生产成本产生较大的影响。纸机生产系统中钙、镁等金属离子可与ASA水解物形成憎水性

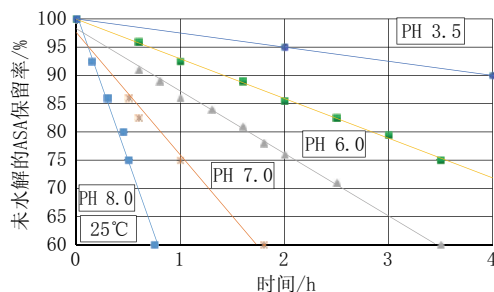


图6 pH值对ASA乳液水解的影响（25℃）

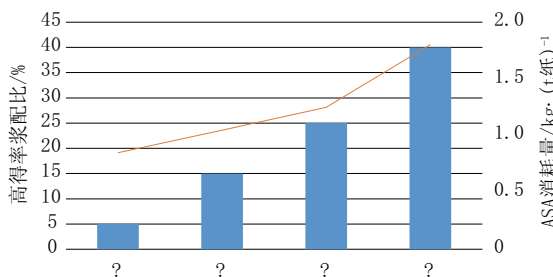


图7 高得率浆对比对ASA消耗量的影响

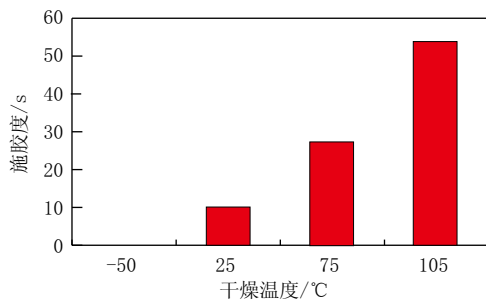


图8 干燥温度对ASA施胶的影响

表2 纸机参数

项目	纸机参数
纸种	胶版印刷纸
车速/ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$	1300
幅宽/m	6.7
产量/ $\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$	800~1000
吸水值 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	28±5
施胶剂用量/ $\text{kg}\cdot\text{t}_{\text{纸}}^{-1}$	ASA 1.3~1.5

盐,从而粘附在管壁、流浆箱、成形网及毛布上,呈蓝色或乳白色,尤其在传送带上黏附严重,造成纸洞、断纸等问题,如图9所示,严重影响纸机的运行效率。实践表明,在实际生产过程中在浆内添加1~3 kg/t纸PAC,可以有效降低系统里的PCD(阴离子垃圾),从而显著提高ASA留着率。PAC在中碱性条件下仍能保持较高的正电性,对减少ASA水解作用更大。同时,针对ASA易水解特点,应尽可能缩短乳化后ASA的存放时间。一般是采取在线乳化,在线加入,加入点选择在二次冲浆泵,即上浆泵前。同时,提升在线高压清洗水压力,可加强网子、毛布、传送带清洗,较好地清除相应的水解物。管壁、槽壁等处只有在定期停机进行串洗或人工清理。

5 ASA应用案例

纸机参数(表2),纸机湿部工艺流程及ASA添加点,如图10所示。



图9 ASA水解物在不同部位的沉积状况

6 结论

(1) ASA作为一种中性施胶剂,可在中性施胶系统中使用。使用前需要现场乳化,使用过程中受系统pH值和温度,浆料配比及干燥温度等因素影响。

(2) 在高化学机械浆配比文化纸生产中,如超过40%以上的配比,可适当加入PAC控制与降低系统PCD的含量,有助于ASA消耗量的控制。超过50%的配比,选择AKD施胶工艺会更经济。

(3) 对于ASA在使用过程的水解物问题,可以通过提升在线清洗水压力,及时清除传送带上的水解物,确保纸机运行及成纸质量正常。

参考文献

- [1] 王代启,胡开堂.ASA的施胶机理—ASA在施胶过程中的化学行为[J].中国造纸,2006(1):2-16.

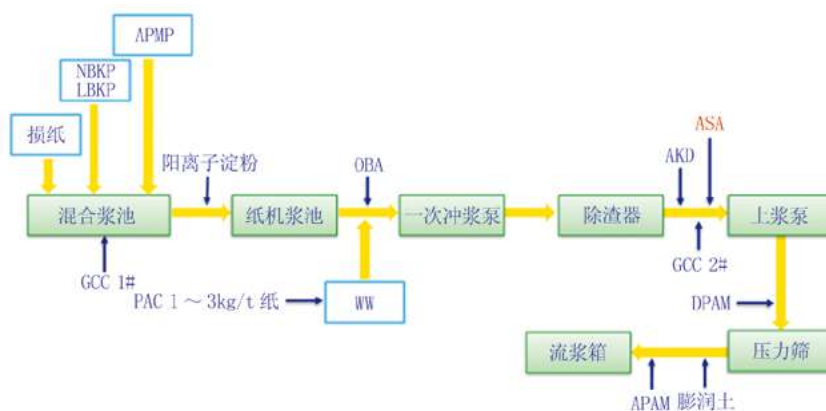


图10 湿部工艺流程与ASA添加点

[收稿日期: 2023-02-03]

Optimization of Raw Material Structure of Poplar PRC-APMP

◎ Tian Zhongsu^{1,3}, Liu Lifeng^{1,2,3}, Wang Xiuling³, Du Xiaobin^{1,3}, Xiao Yiming³, Zhang Yuefeng³

(1.National-Recognized Enterprise Technology Center, MCC Paper Yinhe Co., Ltd., Linqing, Shandong 252600, China; 2.Liaocheng Key Laboratory of New Clean Pulping Technology, Linqing, Shandong 252600, China; 3.MCC Paper Yinhe Co., Ltd., Linqing, Shandong 252600, China)

杨木PRC-APMP木片原料结构优化实践

◎ 田中粟^{1,3} 刘立峰^{1,2,3} 王秀玲³ 杜孝斌^{1,3} 肖以明³ 张月峰³

(1.中冶纸业银河有限公司国家企业技术中心, 山东临清 252600; 2.聊城市禾本类清洁制浆新工艺重点实验室, 山东临清 252600; 3.中冶纸业银河有限公司, 山东临清 252600)



田中粟 先生

硕士, 工程师; 主要从事制浆造纸技术研究及新产品开发工作。

中图分类号: TS721⁺.1; TS749⁺.1

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)16-0044-04

摘要: 考察了采用松木和法桐制备PRC-APMP的可行性, 并与杨木APMP进行对比。在相同打浆度下, 松木APMP强度性能最优, 法桐APMP和杨木APMP强度性能相当; 松木APMP难以漂白, 当双氧水总用量100 kg/吨浆时, 浆料白度也仅达到44.3%。中试生产采用松木和法桐部分代替杨木制备PRC-APMP, 结果表明: 当松木添加比例8%、法桐添加比例15%时, 综合生产成本降低44.4元/吨浆, 成浆指标满足文化纸使用要求, 并在一定程度上缓解了杨木片原料紧缺的压力。

关键词: 松木; 法桐; PRC-APMP; 生产实践

Abstract: The feasibility of adding pine and platanus orientalis to prepare PRC-APMP was investigated and compared with poplar APMP. At the same beating degree, the strength of pine wood was the best, and the strength index of platanus orientalis wood was similar to that of poplar wood. Pine APMP was difficult to bleach, and when the total dosage of H₂O₂ was 100kg/t pulp, the whiteness of the pulp only reached 44.3%. In the pilot-scale production, the PRC-APMP was prepared with pine and paulownia wood partly replacing poplar. The results showed that the comprehensive production cost of PRC-APMP was reduced by 44.4 yuan/ton pulp when the proportion of pine and paulownia were 8% and 15% respectively. The pulping index can meet the demand of cultural paper and relieve the shortage of poplar chips to some extent.

Key words: pine; platanus orientalis; PRC-APMP; production practice

杨木PRC-APMP由于具有松厚度高、不透明度高及成本低等优点,越来越广泛地应用于各类纸张。随着杨木PRC-APMP的需求与日俱增,使得杨木片原料供不应求,导致木片价格不断上涨,制浆成本也随之大幅上升^[1]。采用单一杨木片制备漂白化机浆越来越难以实现,探索制浆木片原料多样化已成为企业降低成本的重要措施^[2]。为了缓解杨木片原料供应紧张的压力,公司进行了采用松木和法桐部分替代杨木制备漂白化机浆的尝试。本文通过实验室小试,对采用松木、法桐制备PRC-APMP的可行性进行了论证,并成功应用于实际生产。

1 实验

1.1 原料

杨木片:取自杨木浆料场,杂质含量2%(主要为树皮、红芯木片);松木片:某供应商提供,杂质含量3%;法桐木片:某供应商提供,杂质含量3%。

1.2 化学药品

氢氧化钠、过氧化氢、硅酸钠、螯合剂,均为工业级化学品,取自公司杨木浆生产车间。

1.3 仪器及设备

单螺旋挤压机;XSP双盘磨;DRHH-4水浴锅;PFI磨浆机;FAQ纤维分析仪;凯塞法自动抄片器;ACM白度色度仪;HM厚度测定仪;DCP抗张试验机;AT-SL-1纸张撕裂度仪。

1.4 实验步骤

(1)原料筛选:对照杨木浆备料工段木片筛筛出的杂质尺寸,筛出原料中尺寸较小的杂质。

(2)热水浸渍:取1 kg绝干原料置于蒸煮锅中,采用95 °C热水浸泡20 min^[3]。

(3)螺旋挤压:采用螺旋挤压机对浸泡后的原料进行1次挤压,并检测原料原始白度。

(4)化学浸渍:将挤压后的原料置于蒸煮锅中^[4],加入化学药品(3%氢氧化钠,质量百分比,下同),2%双

氧水,0.6%硅酸钠,0.1%螯合剂),液比3:1,90 °C浸渍30 min。

(5)双盘磨磨浆:采用双盘磨对化学浸渍后的浆料进行两次磨浆,磨浆间隙分别为0.4 mm、0.2 mm,得粗浆。

(6)浆料漂白:对双盘磨磨后的粗浆进行洗涤疏解,挤浆至干度27%左右,取一定量绝干浆进行漂白,加入化学品(3%氢氧化钠、1.6%硅酸钠、0.2%螯合剂、双氧水),立即置于90 °C水浴锅中保温80 min,每10 min揉搓一次^[5-6]。

(7)白度检测:漂白完成后洗涤浆料,检测浆料白度;若白度指标不达标则需要根据浆料白度增加漂白剂用量。

(8)PFI磨磨浆:采用PFI磨对漂后浆进行精磨处理,得漂白化机浆。

(9)纸张抄造:采用凯塞法自动抄片器进行抄片,定量60 g/m²,干燥后放置恒温恒湿室平衡24 h,进行指标检测。

1.5 检测方法

1.5.1 纤维分析

纸浆的纤维形态分析按国家标准GB/T 10336-2002方法进行测定。

1.5.2 浆料性能分析

抗张指数、撕裂指数、松厚度和不透明度的检测方法分别依照GB/T 455-2002、GB/T 12914-2018、GB/T451.3-2002、GB/T 1543-2005的方法测定。

2 结果与分析

2.1 不同原料粗浆纤维形态分析

表1 不同原料粗浆纤维分析

浆料	打浆度/ °SR	纤维重均长度/ mm	纤维宽度/ μm	细小纤维含量/ (以重量计%)	纤维束/(个 /5000根纤维)
100%杨木粗浆	16	0.903	31.5	8.84	68
100%松木粗浆	13	2.061	36.5	4.58	204
100%法桐粗浆	17	0.823	29.8	9.14	55

由表1可以看出,不同木片经过相同条件的化学浸渍和挤压磨浆后,法桐粗浆与杨木粗浆的纤维形态比较相近。松木粗浆打浆度较低,纤维较长,纤维束含量较高。为获得相同打浆度的浆料,松木需要延长磨浆时间。

2.2 不同原料APMP可漂性对比

从表2可以看出,松木原始白度比法桐和杨木的原始白度低很多。采用相同用量的化学品进行浸渍和漂白处理时,法桐APMP白度与杨木APMP白度相近,而松木APMP白度很低。即使松木APMP漂白段双氧水用量增加40 kg/t浆,浆料白度仍比杨木APMP低很多。由此可知,采用单一松木片制备PRC-APMP时,浆料漂白存在较大难度,因此进一步考察杨木APMP添加部分松木的可行性。

2.3 杨木APMP添加不同比例松木漂白实验

表2 不同原料APMP成浆白度及双氧水用量对比

原料	螺旋挤压	浸渍段		漂白段	
	原始白度/ %	H ₂ O ₂ 用量/ kg·t浆 ⁻¹	浆料白 度/%	H ₂ O ₂ 用量/ kg·t浆 ⁻¹	浆料白 度/%
100%杨木	30.5	20	40.9	40	73.6
100%法桐	28.9	20	38.6	40	72.1
100%松木	18.2	20	23.5	40	33.6
				60	39.1
				80	44.3

注:浸渍段、漂白段化学品用量为相对绝干原料用量,下同。

表3 杨木APMP添加不同比例松木漂白浆白度及双氧水用量

原料 配比	浸渍段		漂白段	
	H ₂ O ₂ 用量/ kg·t浆 ⁻¹	浆料白 度/%	H ₂ O ₂ 用量/ kg·t浆 ⁻¹	浆料白 度/%
5%松木+95%杨木	20	41.0	40	71.2
			45	73.8
			50	75.0
10%松木+90%杨木	20	39.4	40	67.8
			50	72.6
			60	74.8
15%松木+85%杨木	20	36.9	40	63.3
			60	67.6
			80	72.8

注:漂白段改变双氧水用量,其他化学品用量不变。

由表3可知,当松木添加比例5%时,对杨木浆的白度影响不大;当松木添加比例10%时,双氧水用量较100%杨木浆高20 kg/t浆;当松木添加比例15%时,双氧水用量较100%杨木浆高40 kg/t浆。综合来看,由于松木原浆白度较低且不易漂白,松木添加比例不宜超过10%,否则会影响成浆白度或造成双氧水用量严重超耗。

2.4 漂白化机浆纤维形态分析

漂白浆采用PFI磨进行磨浆处理,磨后浆纤维形态检测结果见表4。在相同打浆度下,松木浆纤维长度较长,纤维宽度较宽,但磨浆时间较长,实际生产中会导致电耗增加。法桐漂白浆与杨木漂白浆的纤维形态比较相近。

2.5 不同原料APMP强度性能比较

不同原料制备的漂白化机浆的各项指标检测结果见表5。在相同打浆度45 °SR下,松木浆的抗张指数和撕裂指数明显优于杨木浆和法桐浆,松厚度稍低;法桐浆的各指标与杨木浆相近;不同原料APMP的不透明度和得

表4 漂白化机浆纤维形态检测

原料	纤维重 均长度 /mm	纤维 宽度/ μm	细小纤维 含量/(以 重量计%)	纤维束 个/5000 根纤维	磨浆 时间 /s
100%杨木	0.642	31.0	19.1	3	180
100%法桐	0.665	30.1	18.5	2	180
100%松木	1.402	36.7	9.9	9	285
5%松木+95%杨木	0.684	32.3	18.2	3	190
10%松木+90%杨木	0.708	31.2	17.5	4	200
15%松木+85%杨木	0.735	32.9	16.4	4	200

注:实验浆料打浆度均为45 °SR;下同。

表5 不同原料APMP强度指标检测

原料	抗张指数/ N·m·g ⁻¹	撕裂指数/ mN·m ² ·g ⁻¹	松厚度/ cm ³ ·g ⁻¹	不透明 度/%	得率 /%
100%杨木	28.2	2.23	2.34	84.2	91.0
100%松木	32.8	3.89	2.11	83.1	90.4
100%法桐	28.7	2.37	2.39	83.5	90.7
5%松木+95%杨木	28.4	2.28	2.51	83.6	90.4
10%松木+90%杨木	28.9	2.41	2.39	83.9	90.4
15%松木+85%杨木	30.9	2.65	2.30	83.6	90.8

表6 中试生产成浆指标检测

编号	方案			成浆指标					
	杨木/ %	松木/ %	法桐/ %	打浆度/ °SR	白度/ %	抗张指数/ N·m·g ⁻¹	撕裂指数/ mN·m ² ·g ⁻¹	松厚度/ cm ³ ·g ⁻¹	不透明 度/%
0	100	-	-	51	73.3	28.8	2.51	2.55	85.0
1-1	97	-	3	52	73.6	28.3	2.47	2.59	84.5
1-2	94	-	6	51	72.4	29.2	2.48	2.51	85.4
1-3	90	-	10	51	72.8	29.1	2.64	2.51	84.9
2-1	97	3	-	51	73.1	28.9	2.61	2.49	85.0
2-2	95	5	-	52	72.9	28.6	2.45	2.50	85.2
2-3	92	8	-	51	73.5	28.9	2.48	2.53	85.1
3-1	85	5	10	52	72.9	28.8	2.58	2.49	84.7
3-2	77	8	15	51	73.0	27.9	2.43	2.48	84.4

表7 成本分析

单耗	单价/ 元	0 [#] 方案		3-2 [#] 方案		成本节 (-) 超(+)/元
		吨浆 用量	成本/ 元	吨浆 用量	成本/ 元	
杨木片/t	1360	1.18	1604.8	0.91	1237.6	-367.2
松木片/t	1265	0	0	0.083	105.0	105.0
法桐片/t	1056	0	0	0.187	197.5	197.5
双氧水/kg	3.03	53.0	160.6	58.2	176.3	15.7
液碱/kg	2.13	56.1	119.5	56.0	119.3	-0.2
电耗/kWh	0.66	1031.8	681	1039	685.7	4.8
合计			2405.2		2350.9	-44.4

注:实际生产得率:绝干浆对绝干原料85%。

率相差不大。

3 实际生产应用

根据实验结论,在公司杨木浆生产二车间进行中试生产,考察车间生产运行过程中化学品、能源消耗和成浆质量变化情况。

3.1 中试成浆指标检测

在杨木浆车间备料段开始添加松木和法桐原料,逐步调整添加比例,每一种方案持续72 h,具体原料比例调整方案及成浆指标见表6。根据前期小试结果,为保障成浆指标的稳定性,在中试过程中及时调整了双氧水和液碱的用量及磨浆参数。由表6中的成浆指标数据可知,成浆白度和强度性能基本稳定,可以满足生产需求。为最大限度缓解杨木片原料紧缺的现状,后续持续生产选择

3-2号生产方案。


3.2 成本分析

实际生产中,当松木添加比例8%、法桐添加比例15%时,相较于100%杨木时木片原料成本降低64.7元/t浆,双氧水消耗和电耗较原来分别增加5.2 kg/t浆和7.2 kWh/t浆,综合成本可节约44.4元。

4 结论

(1)在相同双氧水用量下,法桐APMP白度与杨木APMP白度相近。松木原浆白度较低且不易漂白,实际生产中松木添加比例不宜超过10%。

(2)在相同打浆度下,松木APMP强度性能最优,法桐浆和杨木浆强度指标相近。

(3)当采用8%松木和15%法桐替代杨木时,综合制浆成本较100%杨木降低44.4元,且成浆指标较好,纸机使用正常。 

参考文献

- [1]黄晓丽,岳金权,刘长恩,等.杨木挤压法漂白化机浆与漂白化机浆化学组成的研究[J].纸和造纸,2008(5):21-23.
- [2]邵根波.降低杨木化机浆磨浆能耗的制浆技术探究[J].中华纸业,2020,41(22):52-54.
- [3]黄晓丽.杨木挤压法漂白化机浆制浆过程研究[D].东北林业大学,2010.
- [4]樊宏海.化学浸渍对杨木化机浆质量的影响[J].纸和造纸,2020,39(4):1-4.
- [5]岳金权,李伟,黄晓丽,等.挤压法生产杨木漂白化机浆[J].中国造纸,2009,28(1):53-57.
- [6]李伟,岳金权,刘长恩,等.杨木挤压法漂白化机浆成浆特性研究[J].中华纸业,2008(20):38-41.

[收稿日期:2023-02-21]

Producing Practice of Germinating Paper by the High Speed Twin-wire Paper Machine

◎ Zhou Jingpeng^{1,2}, Feng Haowei^{1,2}, Guo Qicheng¹, Zhang Fengshan^{1,2}, Ma Xiaoqing¹, Sun Yueping³, Liu Yanshao^{1,2*}
(1.Shandong Huatai Group Corp. Ltd., Dongying, Shandong 257335, China; 2.Provincial Key Laboratory of Papermaking Waste Comprehensive Utilization, Dongying, Shandong 257335, China; 3.Rizhao Huatai Paper Co., Ltd., Rizhao, Shandong 276500, China)

育苗纸在高速纸机上的生产实践

◎ 周景蓬^{1,2} 冯好伟^{1,2} 郭启程¹ 张凤山^{1,2} 马小清¹ 孙曰平³ 刘燕韶^{1,2*}

(1.山东华泰纸业股份有限公司, 山东东营 257335; 2.山东省造纸废弃物综合利用重点实验室, 山东东营 257335; 3.日照华泰纸业有限公司, 山东日照 276500)



周景蓬 先生

工艺技术科长, 高级工程师; 主要从事二次纤维综合利用、造纸废弃物资源化利用、制浆造纸清洁生产等技术研究。

中图分类号: TS727⁺.1; TS743⁺.15; TQ35

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)16-0048-04

摘要: 我国育苗纸通常以圆网或长网等小型纸机生产。本文首次采用大型夹网纸机生产育苗纸, 从实验室小试与实际生产等方面探讨了高速夹网纸机生产育苗纸过程中的质量指标、工艺条件及生产控制要点。结果表明: 降低纸机上网浆料浓度、优化干燥曲线及压光机压力, 使育苗纸匀度、强度及紧度等达到工艺质量要求; 产品质量指标达到了企业标准的要求, 满足了育苗的使用要求。

关键词: 育苗纸; 夹网纸机; 合成纤维; 热固型树脂湿强剂

Abstract: The germinating paper was generally produced by small size paper machines such as cylinder or fourdrinier machines in China. In this paper, the germinating paper was firstly produced by a sizeable twin-wire paper machine, and the quality of paper, conditions and controlling issues were discussed from the laboratory research and the actual production. The results showed that the formation, strength and tightness of germinating paper would be adjusted by reducing the concentration of pulp flowing onto the wire, optimizing the drying curves and the pressing pressure. The quality of produced paper was up to the enterprise standard, which could satisfy the need to grow seedlings.

Key words: germinating paper; twin-wire paper machine; synthetic fiber; thermo-setting resin strength agents

□ 基金项目: 泰山产业领军人才工程专项经费资助。

育苗纸容器是一种新型育苗容器,适用于种植业中的容器育苗生产。育苗纸比无纺布等育苗器透气透水性更好,更利于形成毛细根系,可完全降解,对环境友好,不形成污染。自20世纪60年代日本首创育苗纸容器技术以来,我国对育苗纸容器材料及其制作机械等进行了一系列的研究,产生了一批育苗纸生产企业。当前育苗纸通常以圆网或长网等小型纸机生产。本文首次采用大型高速夹网纸机生产育苗纸,从实验室小试与车间生产等方面探讨了高速纸机生产育苗纸过程中的工艺条件、质量指标及生产控制要点。

1 实验

1.1 实验室小试

1.1.1 合成纤维预处理

分别称取一定量的合成纤维A和合成纤维B于玻璃烧杯中配成一定浓度的悬浮液,在一定转速的搅拌下缓慢加热水浴锅升至设定温度,然后保温15 min;观察合成纤维分散情况,并取不同预处理温度下合成纤维进行配抄实验。

1.1.2 浆料混合及抄片工艺

分别称取适量预处理后的合成纤维A、合成纤维B与一定量的植物纤维浆料混配;混合浆料疏解5,000 r后加入一定量的助剂,在快速凯塞纸页成型器(ASM-32N2F型,中国制浆造纸研究院)上抄片。手抄片经压榨后烘干,压榨条件为0.8 MPa,时间2 min;干燥条件为温度100℃,时间5 min。

1.1.3 纸张物理性能检测

对纸样进行恒温恒湿处理后,按国家标准测定纸页的紧度(GB/T 451.3)、抗张强度(GB/T 12914)、撕裂度(GB/T 455)和透气度(GB/T 458)等物理性能。

1.2 生产实验

在华泰现有高速夹网纸机生产线(PM11)及配套废纸浆生产线进行试生产,通过优化废纸浆质量、合成纤维混合疏解及添加适量湿强剂等化学品等工序,配制适用于高速纸机抄造的浆料。实验对稀释水流量、网部真空度、靴压压力、烘缸温度曲线等参数进行优化调整,生产出了合格育苗纸。工艺流程简图如图1所示。

2 结果与讨论

2.1 实验室分析

2.1.1 不同预处理条件下合成纤维形态

由表1可以看出,随着温度的升高合成纤维逐渐润胀变粗直至溶解。40℃时合成纤维A和合成纤维B都不溶解。升温至60℃时,合成纤维A充分润胀,略有溶解,自然冷却至室温有微量白色絮聚物;合成纤维B略有润胀。继续升温至80℃时,合成纤维A几乎全部溶解;合成纤维B开始溶解,自然冷却至室温有黄色絮聚物。由此可见合成纤维A和合成纤维B形态转变的温度分别为60℃和80℃。

2.1.2 合成纤维预处理温度对纸张强度的影响

由图2可以看出,随着温度的升高纸张的抗张指数、撕裂指数都呈先升高后降低趋势,预处理温度为60℃时撕裂指数最大,70℃时抗张指数最大。随着预处理温度

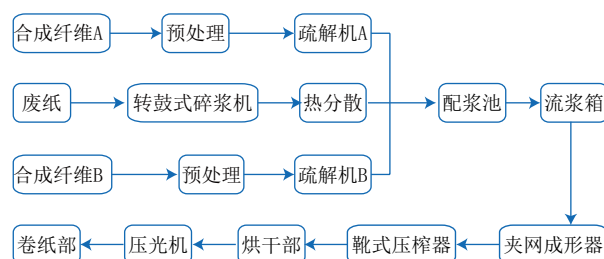


图1 育苗纸生产工艺流程图

表1 不同预处理条件下合成纤维特性

组别	温度/ ℃	时间/ min	纤维状态	
			合成纤维A	合成纤维B
1 [#]	40	15	纤维形态不变	纤维形态不变
2 [#]	50	15	略有润胀	形态基本不变
3 [#]	60	15	充分润胀,略有溶解	略有润胀
4 [#]	70	15	部分溶解	充分润胀
5 [#]	80	15	基本全部溶解	略有溶解

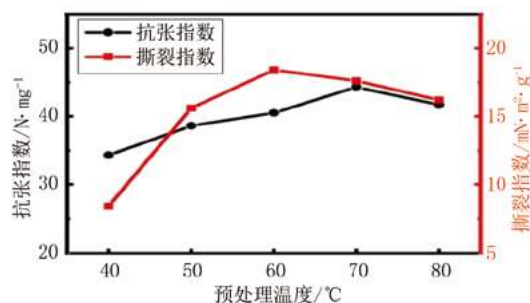


图2 预处理温度对纸张强度影响

的升高合成纤维充分润胀至表面发黏状态,可提高纤维间结合强度,而溶解过多会造成撕裂强度降低,较合理的预处理温度为60℃。

2.1.3 合成纤维配比对纸张性能的影响

一般育苗纸强度需维持至少30 d,以满足移栽要求。通常需要合成纤维与植物纤维配抄才能满足强度要求。由表2可以看出,随着合成纤维用量的提高,成纸的抗张指数、撕裂指数、透气度都呈增大趋势。合成纤维黏结作用有利于提高抗张指数,合成纤维比植物纤维长不仅可以提高撕裂指数,还可以充当骨架对纸页有开微孔作用,能提高纸页的透气度。合成纤维用量过高一方面生产成本较高,另外因剩余强度反而太大不利于农作物根系生长。综合考虑,较合适的浆料配比为:植物纤维:合成纤维A:合成纤维B=80:7:13。

2.1.4 湿强剂用量对纸张湿强度的影响

为保证农作物移栽过程育苗纸不破裂,需要有较高的湿强度。添加合成纤维可明显改善成纸的干强度和剩余强度,但对提高湿强度效果不明显。湿强剂通过与纤维形成不被水解的化学键来提高成纸湿强度。由图3可以看出,随着湿强剂用量的提高,成纸湿强度和湿强保留率逐渐升高,湿强剂用量为40 kg/t时,湿强度增加幅度变小。综合考虑湿强度及成本,较合适的湿强剂用量为40 kg/t。

2.2 生产试验分析

2.2.1 育苗纸质量指标

综合考虑农作物的生长要求及潮湿、高温的育苗环境等因素,育苗纸不仅要有较高的干强度、湿强度,还要有较高的剩余强度及适宜的透气度,以满足苗株的移栽及生长要求。根据客户的质量要求,结合实际生产情况,制定了质量控制标准。主要质量指标和生产情况见表3。

2.2.2 生产控制要点

2.2.2.1 浆料配比对育苗纸生产实践的影响

如图1所示,实际生产的浆料配比为:植物纤维:合成纤维A:合成纤维B=80:7:13。植物纤维经热分散处理后,其中一部分与合成纤维混合疏解,然后再进入配浆池与另外一部分植物纤维混合均匀。为保证育苗纸质量,生产过程中适当提高热分散功率来提高废纸浆强度;为保证合成纤维分散效果,对两种合成纤维分别进行预处理,预处理过程中加入适量分散剂,预处理后不经磨浆直接与植物纤维混合疏解。

2.2.2.2 湿强剂对育苗纸生产实践的影响

为满足育苗纸湿强度要求,生产中采用公司自产的永久热固型树脂湿强剂,在成浆池添加用量为40 kg/t。生产实践表明该湿强剂可以有效地控制纸张的湿强度,并且不会影响育苗纸的透气性。根据纸页匀度及网部脱水情况,适当降低助留剂用量。

2.2.2.3 网部和压榨部操作对育苗纸生产实践的影响

实际生产过程中上网浆料浓度由1.00%~1.05%降低到0.95%~0.98%,并减缓夹网区前期脱水来改善网部纤维分布效果,从而提高育苗纸匀度。加入合成纤维后增强了网部脱水,为避免湿纸页压溃,将靴压线压力由1,000 kN/m降低到850 kN/m,通过使用宽压区靴板保证压榨部湿纸页干度。

表2 合成纤维配比对成纸性能影响

组别	植物纤维/%	合成纤维A/%	合成纤维B/%	抗张指数/ $N \cdot m \cdot g^{-1}$	撕裂指数/ $mN \cdot m^2 \cdot g^{-1}$	透气度/ $ml \cdot min^{-1}$
1 [#]	100	0	0	36.7	6.1	445
2 [#]	90	3	7	36.9	12.8	501
3 [#]	80	7	13	41.4	16.0	659
4 [#]	70	10	20	44.2	19.2	676

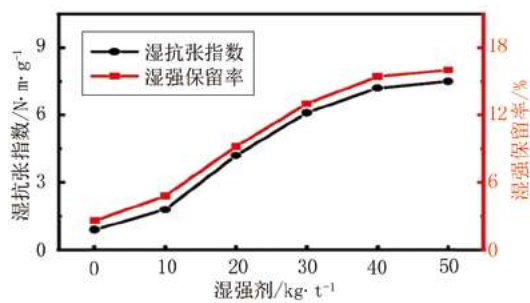


图3 湿强剂用量对纸张湿强度的影响

表3 育苗纸质量标准与生产对比

指标名称	技术要求	生产数据
定量/ $g \cdot m^{-2}$	60±11	59.6~60.4
横幅定量差/%	≤3.0	1.8~2.4
紧度/ $g \cdot cm^{-3}$	≥0.6	0.63~0.67
湿强度/ $N \cdot m \cdot g^{-1}$	≥7.0	7.8~9.5
抗张指数/ $N \cdot m \cdot g^{-1}$	≥45.0	49.5~55.7
撕裂指数/ $mN \cdot m^2 \cdot g^{-1}$	≥12.0	16.6~17.7
透气度/ $ml \cdot min^{-1}$	≥600	651~679
水分/%	5.5~7.0	5.8~6.4

2.2.2.4 干燥部和压光部操作对育苗纸生产实践的影响

干燥部控制关键优化烘缸温度曲线,使合成纤维与植物纤维充分结合以提高成纸强度。同时为避免黏烘缸及干网,适量添加烘缸剥离剂,同时加强干网清洗。在压光机温度110℃的情况下,将压光机线压力由55 kN/m提高到70 kN/m来满足育苗纸紧度的要求。

3 结论

高速夹网纸机生产育苗纸生产条件:浆料配比按80%废纸浆:7%合成纤维A:13%合成纤维B。合成纤维预处理温度为60℃,时间15 min;合成纤维预处理后与植物纤维混合疏解。选用永久热固型树脂湿强剂,用量为40 kg/t纸。适当降低上网浆料浓度、优化干燥部烘干曲线及压光机压力,使育苗纸匀度、强度及紧度等符合要求。

采用本工艺生产的育苗纸定量59.6~60.4 g/m²,紧度0.63~0.67 g/cm³,湿强度在7.8 N·m/g以上,撕裂指

数在16.6 mN·m²/g以上,透气度在650 ml/min以上。质量指标达到了企业标准要求,基本可以满足育苗的使用要求。☞

参考文献

- [1]杨金玲.玉米育苗纸筒[J].黑龙江造纸,2009,37(2):31-32+34.
 - [2]王桂玲,李琼.蔬菜育苗纸的开发实验[J].中华纸业,2000(4):57.
 - [3]宋学军.试验回收废甜菜育苗纸筒原纸[J].纸和造纸,1999(6):31-32.
 - [4]韩继友,盛杰,杨仁党.高湿强度育苗纸的制备实验[J].中华纸业,2022,43(8):40-42.
 - [5]华志刚,王军.高效、多功能农业育苗纸的研制[J].天津造纸,1993(1):20-23.
 - [6]杨广富.育苗原纸的生产试验[J].北方造纸(中华纸业),1994(4):24-25.
 - [7]宋学军.配用节渣浆抄造甜菜育苗纸筒原纸[J].西南造纸,1999(6):18-19.
- [收稿日期:2023-05-23]

山东鲁纸技术开发有限公司

我公司从事检测仪器的生产、销售、维修及仪器校验工作,同时作为:杭州纸邦、四川长江、杭州轻通、长春小型、长春永兴、温州等仪器生产厂驻山东办事处及维修点。我公司对用户的承诺是:以诚为本,一诺千金。如果仪器在使用一年内有质量问题免费更换。

山东鲁纸技术开发有限公司

原山东造纸工业技术开发公司

欢迎来电垂询或来人面谈,联系人:宋在国 孙兆义
地址:济南市工业南路101号(山东省造纸工业研究设计院三楼)

电话:0531-88933241 13708920216

传真:0531-88933990

单位名称:山东鲁纸技术开发有限公司

帐号:3700 1618 8160 5015 0032

开户行:中国建设银行济南东环支行



SJJ-08
甩干机



ZBK-100
表面吸收重量测定仪



DLD-100
定量取样器



ZB-B
白度测定仪



肖伯尔式
打浆测定仪



ZH-3
厚度测定仪

在配网故障处理中应用配网自动化技术的分析

◎ 周童（贵州电网有限责任公司毕节供电局）

摘要：与传统配电系统相比，智能配电系统具有能够实现电力系统故障自动处置的优点。此外，智能配电网的故障自动化处理技术还可以提升供电线路的稳定性，提高配电网的设备利用率，同时对降低供电线路损耗率有较大作用。本文主要对智能配电网故障处理自动化技术展开分析，比较了常规配电网故障处理技术的缺陷，并详细介绍在配网故障处理中应用配网自动化技术的方案，以期为相关产业提供参考。

关键词：配网自动化；配网故障处理；自愈技术；故障自动定位

中图分类号：TS7 文献标志码：B 文章编号：1007-9211(2023)16-0052-03

在整个电力系统中，配电网是不可或缺的一部分。随着智能配电网技术的兴起，人们对供电企业供电质量和输电线路的稳定性需求也在不断提高，而智能配电网故障自动化处理技术的诞生正满足这一发展需求。通过对其进行综合控制，可以有效提升电网运行的安全和可靠度，从而改善电网的供电情况。

1 智能配电网故障处理自动化技术及其特点

在智能配电网自修复技术中，重要的是对故障进行自动修复，即故障处理自动化技术，这也是目前国际上最先进的智能电网技术。其不仅符合绿色、安全、环保、经济等原则，而且与现代电网的发展相适应。智能电网故障自动化处理技术可以迅速查出电网故障的原因，迅速修复故障、恢复供电，最大程度避免了大面积停电和长时间停电情况，使电网运行更加安全稳定。

当前，随着信息技术的飞速发展，故障处理自动化技术被大量应用，极大促进了配电网智能化的进程。智能配电网集各种新型配网技术之优势于一体，能够使配网整体效能得到大幅提升。其特点如下：

1.1 提高电力供应的可靠性和供应品质

智能配电网的故障处理自动化技术能够自动检测出电网的安全隐患，并将故障区域的电网与其他路段相分离，使

故障不会失控扩大，进而有效切断故障蔓延。故障处理自动化技术还可以迅速判断出故障发生的部位，并及时将其分离出来，使其迅速恢复供电，从而降低了故障对用户造成的冲击，这对于提高供电品质有着非常重要的作用^[1]。

1.2 加强自动化和信息化程度

智能电网的故障处理自动化技术可以对电网的运行状况进行监控，还可以自动发现智能电网中出现的问题，并在最短时间内对这些问题展开自动化解决，从而使得智能电网可以在最短时间内重新回到正常的运转状态。由于采用自动控制技术，减少了人为干预，使得整个过程更加有效。故障处理自动化技术能够将智能电网的实际运行状况报告到控制中心，这样就能在最短时间内对智能电网的实际运行状况进行全面了解，进而对系统的调度和控制做出更加科学、合理的安排。

1.3 增强主动性和互动性

智能电网的故障处理自动化技术能够在任何时间自动对电网进行监控，对其数据进行实时采集和分析，对其部分部件可能出现的故障进行预先提醒，以便对其进行快速处理。该自动控制系统能实现人机交互式作业，并能针对不同监测状况，给出不同处理方法，并能使相应状况得到最佳处理。另外，具有相应权利的操作者可以对该体系的工作状况进行积极介入^[2]。配电网自动化技术控制范

围如图1。

2 智能配电网相关故障处理技术

2.1 分布式智能控制技术

配电系统中,由于配电技术的变化,在运行过程中主站和端机的互动会生成海量信息。在这样的环境下,只有主站才能做出正确的判断和决定,会浪费很多时间,而且不能迅速排除故障。基于此,从广域和区域保护视角出发,提出一种基于分布式故障自愈性的控制模式。这种方式通常无需对配电网中的自动主、子站点进行控制,仅通过在配电网中使用智能终端间的通讯方式,即可完成转供和及时隔离。其基本思想是:在馈线发生永久故障情况下,通过馈线上的配电端与相邻配电端通讯,交换和比较故障探测信息,根据所收集到的电流和电压等电能进行故障判定和定位。在顺利完成故障定位工作之后,再通过配电终端和变电站出口断路器的保护作用展开合作,着重于将故障点边界位置为断路器或者负荷开关进行识别,从而减少上游非故障范围用户就故障问题须启动停电模式的概率,然后通过远程遥控进行故障隔离,并充分利用自动重合闸为下游非故障停电范围恢复正常供电。

2.2 网络防护技术

在目前情况下,普通配电网的短路延迟时间由短路电流决定。在某些发达城市或区域,随着电力消耗的加大,短路电流也会相应加大,从而使短路延迟时间延长。然而,在当前配电网中,由于其故障恢复效率和安全无法同时兼顾,当有关城市中的配电网发生故障之后,就必须快速启动网络保护技术来保证其安全运行,进而为其及时恢复供电创造良好的条件^[3]。通常防护体系在启用安全防护技术之

后,必须对该技术所发布的所有命令进行无条件合作。各地区电网的保护都必须在整个电网中形成后进行统一调度,这样,电网保护机制的功能和效应才能得到充分体现。

2.3 故障点自动定位技术

当前,在智能配电网主站控制系统内部通信交换机的软件系统,能够针对不同信息进行自动评估与传输,提高了故障区域定位与查询工作的时效。实时通讯对于自定位系统的实施具有非常重要的作用,也是判断该系统是否运行良好的一个重要指标。其工作原理是以数字识别技术为核心,所有采集器和指示器都具有自己独特四字节的确切地址,为主站计算机及时分析出故障地址奠定了坚实基础。当前,仅以该指标的过电流条件为基础进行判断。这样,当变电所的出线端出现短路时,就可以根据主站有关设定来确定故障位置。利用计算机系统的自动化判断功能,对整个电网系统进行拓扑分析,能够在最短时间内获得精确的故障定位,从而选择科学的故障处理技术及有关方法^[4]。本文介绍了一种用于配电网中的故障自动定位技术,如图2所示。

2.4 智能配电网自修复控制技术

对智能电网进行自修复,可以加速配电系统的智能化,提高供电服务的效率和可靠性。利用速度模拟技术能够实现全过程的自动化控制和全过程辅助,并为企业提供相应的管理决策。第一,可以重新配置网络;第二,可以对电压和无功进行控制;第三,可以精确确定出系统的失效范围,并迅速对其进行分离,之后进行电力供应;第四,当网络拓扑发生改变时,对其进行调整及维护。在目前阶段,智能配电网的建设,关键是设备、运行和网络三个方面。在设备层面上,必须使用多功能智能化开关、配电终端设备和AMI技术来进行监测^[5]。在对配电网进行操作分析时,其技术方案的选取是关键。在智能配电网自修复控制技术中,自动控制系统是电力系统的关键,而配网技术的选取则要特别注意。在网络化背景下,DRE的分布是保证电力系统智能运行的前提条件。

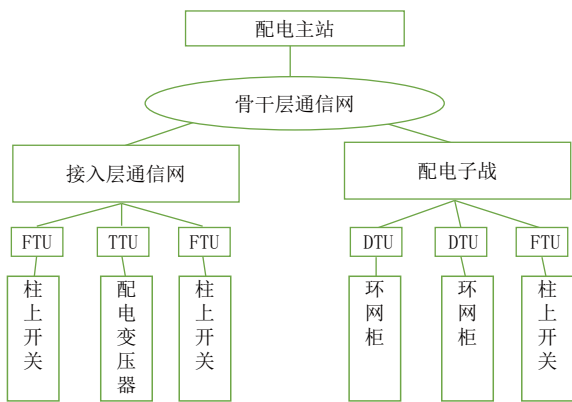


图1 配电网自动化技术控制范围

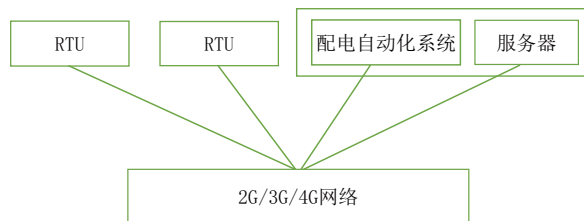


图2 配网故障自动定位技术示意图

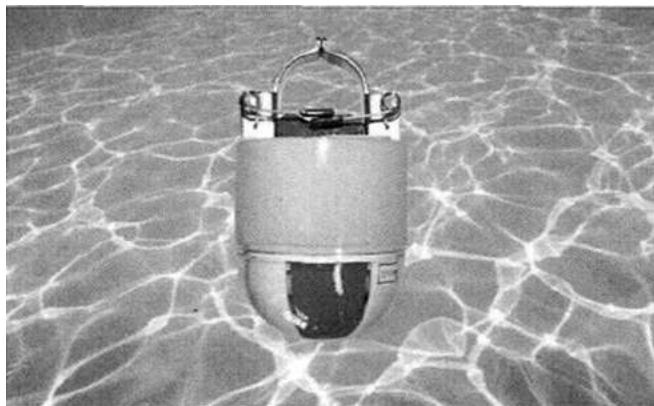


图3 高架电线故障指示器



图4 地下光缆故障指示器

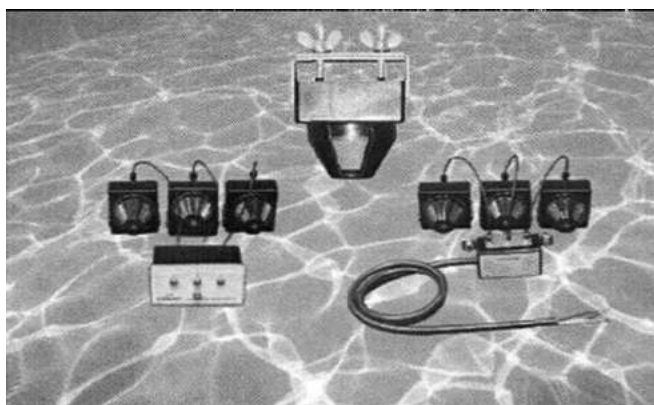


图5 母列故障指示器

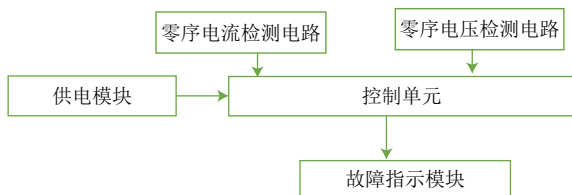


图6 故障指示器工作原理

3 配网故障处理中配网自动化技术的应用

作用：主要通过对短路故障电流路径进行故障显示，并指出故障分支和故障发生点。

应用范围：(1) 用于高架电线，如图3所示。

(2) 地下光缆，如图4所示。

(3) 开关箱母列，如图5所示。

工作原理：如图6所示，当系统发生短路故障时，从变电所到发生故障的位置，有很大的配短路电流。当1、2、3、4、5探测到失效电流特征时，就会发出自动信号^[6]。

4 结语

将智能配电网的故障自动处理技术应用到检修电力系统中，充分反映出电力系统的现代发展思想，其将极大冲击改变传统的检修技术。原本完全依赖于现场维修人员现场解决问题的设备，通常情况下要对其进行发现和确认，并使用分检或电缆识别等方法，一般需要1小时到2小时时间。然而，如今已经不需要维修电工参与，因为智能配电网故障自动化处理技术能够安全运行，可以对电力系统进行自动修复，从而将其重新还原。在此基础上，通过对配电网中信息与自动化技术的研究，进一步提升配电网中的智能自愈性，能够构建功能更加完善的配电网，为整个社会提供更加安全、稳定的新能源。 [9]

参考文献

- [1]张敏.配网自动化技术在10kV线路故障处理中的应用探讨[J].信息周刊,2019(48):1.
- [2]邢君瑶,盛笑宁.智能配电网的故障处理自动化技术探讨[J].城市建设理论研究:电子版,2015(20).
- [3]周昌涛.配网自动化技术在10kV线路故障处理策略研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(11):3.
- [4]赵承楠,郭瑞,曾宪振,等.配电网馈线自动化模式研究及其在菏泽电网中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术:00169-00171[2023-07-04].
- [5]王宝花,李广雨,李慧莲.配网自动化在隔离配网故障及处理应用分析[J].建筑工程技术与设计,2016(30).
- [6]林啟秋.配网自动化技术在10kV线路故障处理中的应用[J].数码设计(上),2019.

[收稿日期: 2023-07-25(修改稿)]

10 kV线路故障处理中应用配网自动化技术

◎ 余朝彦（贵州电网有限责任公司毕节供电局）

摘要：10 kV配电网是电网系统中十分关键的组成部分，本文着重对10 kV线路故障处理中配网自动化技术的具体应用进行论述，以期为我国10 kV线路故障处理中配网自动化技术的推广与扩大应用提供参考。

关键词：配电线路；故障处理；配网自动化技术

中图分类号：TS7 文献标志码：B 文章编号：1007-9211(2023)16-0055-03

国家对电力一直追求更品质的发展，努力降低配电网中每个环节的故障率，并不断消除原来的缺陷，以达到电路稳定持续供电的目的。10 kV线路自身故障问题并不大，但其在配电网中的使用十分普遍，一旦发生故障，就会产生较大影响。近年来，一些企业曾花费不少精力和资源来修复10 kV线路，但收效甚微。因此，在10 kV输电电路上，必须继续加大对其故障处理方面的研究力度。

1 配网自动化技术

在整个电力网络中，配电网是最终节点，其把电力网络中的电能经过输送线路输送给每个电力用户。配网自动化技术通常应用于10 kV的中压系统，其主要安装在电网的主变低压侧和低压母线上，再将电能传输给用户。配网自动化技术的应用可以对整个线路展开系统设备监控，并与地方气候环境和地理态势相联系，对电力系统进行系统管理^[1]。

配网自动化技术要达到对特定范围之内全部配电设备进行全面监视，通常会被分成三个层次来进行设定，第一个层次是主站，其次是子站，最后是测控终端设备。在通常情况下，要想让整个系统能够得到更好的管理和操作，就必须把测控终端设备接收到的信号数据直接传送到主站，这样可以降低对中间设备的占用。主站是整

个配网自动化的中心，其可以对所有配电网的信息和实时数据进行识别并显示，可以接收到来自各个终端设备的实时运行状况，并在对这些状况进行分析的基础上，全面展示配电网的各项信息数据，从而达到整个电网系统的有效稳定运行。配电网中的自动端分成两类，一类是供电线路，另一类是配电线路。通常均以配电变电所的方式进行资料收集，以完成三遥、自动故障监测、自动恢复三项功能。配网自动化系统架构如图1所示。

2 10 kV配电线路常见的主要故障

在10 kV配电系统中，常见的故障主要有三种：直线与低压主干线故障；低压单户故障；中压线路故障。而在这些故障中，以低压单户故障、直线与低压主干线故障

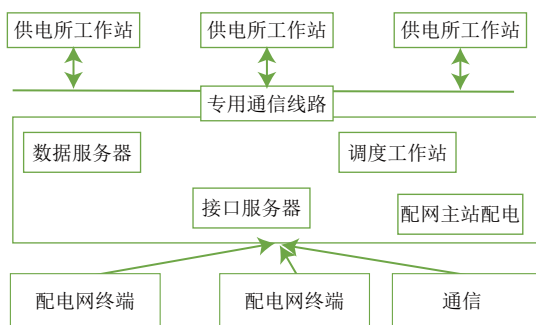


图1 配网自动化系统架构图

较为普遍。经研究，中压线设备故障的主要原因是线路架空，柱上开关和电缆太小，大部分是因为在安装施工过程中，没有对质量进行控制。当然，这其中也存在特定区域自然条件和装备陈旧等原因^[2]。解决特定的问题，通常要耗费很长时间。除此之外，在对线路故障进行处理过程中，还牵扯到对故障信息的获取、物流以及人员配备等诸多因素，如果工作人员的技术水平不够，那么就很难对故障进行准确定位；如果不能提供足够的维护材料，还会影响到管道修复。其本质与现有技术缺乏自动化程度有关。因此，在10 kV输电线路的故障处置中，加强自动化技术的运用显得尤为必要。故障诊断方法分类如图2所示。

在配电系统中，最具危害性的就是短路故障，其不仅会对电力系统的设备产生破坏，还会威胁到人们的生产和生活。电网中超过70%的短路事故出现在架空段，因此必须强化对其进行监控。配电线路短路，也就是在相导线与相导线之间或者相导线与接地线之间，没有经过负荷阻抗，从而产生较大电流^[3]。各种短路示意图及其代表符号如表1。

3 运用自动化技术对线路中的故障进行处理

配网自动化技术是基于某一区域内的配电网络等设备，与自动化系统相结合，通过多种方式进行通信，对配电网的监测和控制，并进行信息共享，从而实现对故障的迅速判断。从对几种常用故障的分析中，可以发现对故障进行处理时，如何分离并迅速确定几种故障之间的间隔，是一项十分关键的工作，也是一项耗费时间的工作。为此，必须加大对故障的控制力度，提高对故障的控制效率。配网自动化系统结构配置如图3所示。

3.1 应用自动化技术进行快速定位

在电网运行过程中，一旦出现运行故障，必须在准确定位的基础上，采取适当的技术措施，才能有效解决问题。然而，从现在的情况来看，在供电线路发生故障时，通常情况下都是通过紧急维修人员沿着线路排查的方式来对其进行故障定位。然而，因为线路和地形的复杂情况，不仅无法保证

检修安全性，还须耗费大量的时间和精力，甚至导致工作效率低下。在电力系统中，须将故障位置与自动定位技术相结合，以达到迅速准确确定故障位置的目的^[4]。

可在各种输电线路上，安装故障指示器，当安装要求很严格时，也可以在箱框边缘或环形网络的开关处设置。故障指示器是一种能够探测失效电流的设备，其不仅能对线路中的短路故障进行检测，还能对相间短路及单相接地等故障进行检测，可以将设备安装在用户进线及分支点等处。该装置能在出现故障时，根据当前情况，判断出现故障的部位，并以倒转和闪光灯的形式出现。此外，故障指示器还能对故障点的电流进行收集，并将其数据以有线或无线的形式传送到监控平台或调度中心，以便让急修工作人员迅速判断出故障的产生地点和故障种类，进而协助急修工作人员迅速对其进行处置。采用该方式对10 kV线路中出现的故障进行处置，能够极大缩短检修所需时间，并且能够按照故障的位置，将检修人员安排到最近的地点，确保故障的迅速处置。配电网光缆分层成环示意图如图4所示。

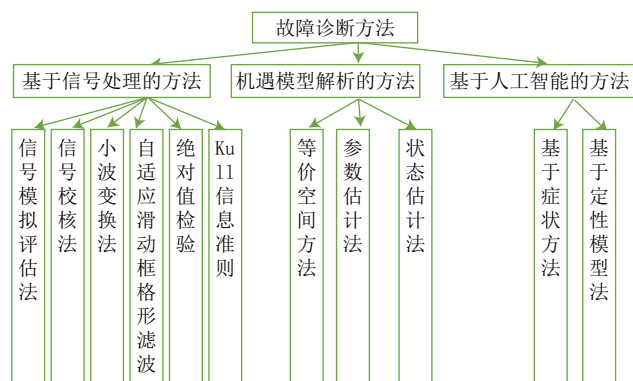


图2 故障诊断方法分类

表1 各种短路示意图及其代表符号

短路种类	示意图	代表符号	性质
三相短路		$K^{(3)}$	三相同时在一点短接，属于对称短路
两相短路		$K^{(2)}$	两相同时在一点短接，属于不对称短路
单相接地短路		$K^{(1)}$	在中性点接地系统中，一相与地短接，属于不对称电路
两相接地短路		$K^{(1,1)}$	在中性点直接接地系统中，两相在不同地点与地短接，属于不对称短路

3.2 应用馈线自动检修线路故障

对于10 kV供电线路而言,常规断路器仅限于对负载和短路两种情况进行隔离,且均无法实现对故障的自动隔离。尽管这种传统断路器和负载开关具有简单、经济、隔离故障成功率高等优势,但其也存在很多缺点:第一,无论是在主干线上,还是在分支线上,故障开关均会出现跳闸情况,且没有故障的线路也会出现停电;第二,在供电过程中,因为要进行多个断口、闭口动作,不但给电力系统带来了很大影响,还可能造成未发生过故障的线路断电;第三,每当电路发生故障时,都要对电路进行检查,并进行开闸、合闸等动作^[5]。而现在,通过馈线的自动控制,既能保持常规开关的功能,又能避免常规开关的缺陷。其中包含如下内容。

(1) 智能化塔式负载交换机。在常规组合开关中采用自动控制装置,可将负载电流和零序电流切断,并具备有压时延迟合闸和无压时延迟合闸的能力。因此,可以实现对失效范围的自动隔离。一般情况下,该类型断路器安装在馈线中的主干、支路上。

器安装在馈线中的主干、支路上。

(2) 智能化塔式开关。该断路器根据实践情况,把保护装置与自动控制装置结合在一起,通过截断短路电流和零序电流来实现对重合闸的保护。该类型智能化塔式开关通常安装于馈线主干、支干上。

(3) 馈线自动控制智能化控制器。将此控制器和断路器、负载开关、重合闸等联系起来,设定好相关控制参数,再用多种方法来进行通讯,再与零序继电器、速断继电器相结合,能够完成各种不同的继电器保护^[6]。

在选用控制器时,可针对具体的电网要求,选用适当的自动设备,对电网进行监控;采取将故障分段隔离的方式,使变电站与设备之间的保护措施能够进行有效配合,以减少在线路运行中发生事故的几率。这样可降低负载开关开启和关闭的次数,并迅速发现故障。

4 结语

10 kV配电网是一个十分关键的组成部分,伴随电网规模的持续扩大,其安全、稳定的运行对于企业正常生产具有十分重大的影响。配电网自动控制技术的应用,可以提高电力系统的运行速度,降低电力系统的运行成本,提高电力系统的运行效率。在正常工作中,还可以利用控制系统对全线路的工作状况进行实时监测,确保配电网线路有效、稳定工作。随着自动化、智能化技术的进步,供电线路将会变得更加稳定、可靠。

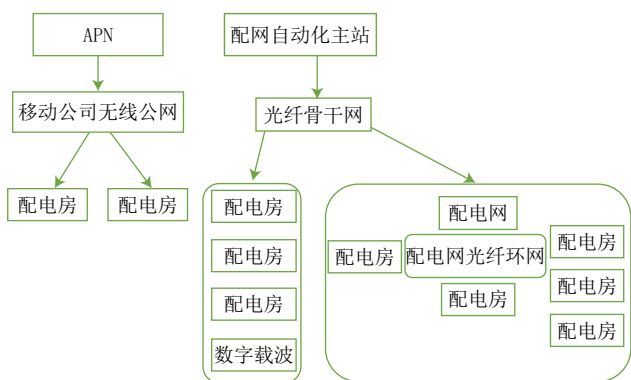


图3 配网自动化系统结构配置

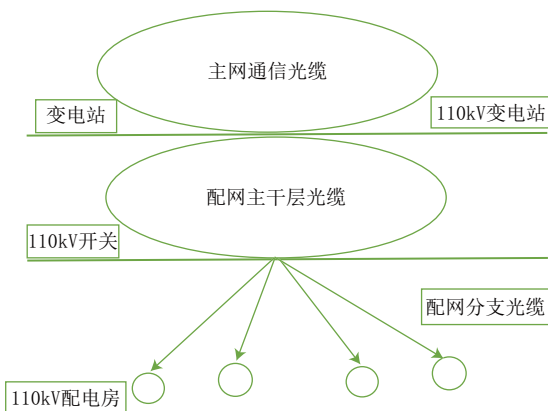


图4 配电网光缆分层成环示意图

参考文献

- [1]周昌涛.配网自动化技术在10kV线路故障处理策略研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(11):3.
- [2]孙震,郭华芹.配网自动化技术在10kV线路故障处理中的应用[J].工程技术(全文版)[2023-07-05].
- [3]孙其然.配网自动化技术在10kV线路故障处理中的应用[J].学生电脑,2021(7):0153-0154.
- [4]张敏.配网自动化技术在10kV线路故障处理中的应用探讨[J].信息周刊,2019(48):1.
- [5]肖可,周鹏程,吴文.探究配网自动化技术在10kV线路故障处理中的运用[J].2020.DOI:10.12229/j.issn.1672-5719.2020.36.080.
- [6]呼亮亮.配网自动化技术在10kV线路故障处理中的应用[J].电力系统装备,2019(13):2.

[收稿日期:2023-07-25(修改稿)]

Experimental Studies on the Durability and Abrasion Resistance of Handwriting by Blue Gel Pen

◎ Ning Qian

(The Institute of Scientific and Technical Research on Archives, National Archives Administration of China, Beijing 100050, China)

蓝色中性笔字迹耐久性及其耐用性实验分析

◎ 宁倩（国家档案局档案科学技术研究所，北京 100050）



宁倩 女士

硕士，馆员；研究方向为档案保护技术。

中图分类号：TS7

文献标志码：A

文章编号：1007-9211(2023)16-0058-04

摘要：以市场上主流国内外品牌的蓝色中性笔作为实验对象，通过干热老化、紫外光照、耐水、耐酸、耐碱实验及耐磨、转印实验，研究分析了这些蓝色中性笔字迹的耐久性及其耐用性。结果表明，蓝色样品属于耐久字迹的数量较少，仅占样品总数的7.7%，耐磨性能较好，耐转印性能优。

关键词：蓝色中性笔；耐久性；耐用性

Abstract: Using the blue gel pens of mainstream domestic and foreign brands in the market as the experimental object, through dry heat aging, ultraviolet light, water resistance, acid resistance, alkali resistance, abrasion resistance and transfer test, we studied and analyzed the permanence and durability of these blue gel handwriting. The results show that few blue sample is durable, accounting for only 7.7% of the total number of samples. Additionally, most of them are wearable, and all is difficult to transfer.

Key words: blue gel pen; durability; abrasion resistance

中性笔兼具油性笔和水性笔的特点,同时又具有书写流畅、字迹清晰、色泽感好等优点,逐渐受到大众群体的青睐。随着制笔技术的发展和国内外市场需求的增长,中性笔在书写笔类产品中已经占有重要地位,成为我们日常生活和工作中常用的书写工具^[1]。中性笔书写字迹材料将成为档案部门接收的主要书写字迹档案。经过初步市场调研,日常使用的中性笔颜色除黑色外,还有蓝色。因此选用市场上国内外主流品牌的蓝色中性笔作为本次实验的研究对象,旨在为使用者提供客观的蓝色中性笔字迹耐久性和耐磨性实验分析,帮助档案部门归档蓝色中性笔书写字迹材料和使用者选用合适的日常书写

表1 字迹老化实验结果

序号	样品名称	干热	紫外光	水浸	耐酸	耐碱	扩散程度
1	A-1	2.12	4.63	2.23	2.67	4.12	轻微
2	A-2	86.69	66.24	5.11	6.31	2.61	严重
3	B-1	2.04	2.92	3.25	2.85	5.75	扩散
4	C-1	4.06	4.52	1.21	3.07	2.71	无
5	D-1	1.79	3.75	1.62	2.29	2.89	轻微
6	D-2	2.66	4.93	2.57	3.93	4.38	轻微
7	D-3	2.63	3.23	0.79	0.75	1.64	扩散
8	E-1	6.93	8.64	2.28	2.11	3.71	无
9	F-1	1.36	3.00	2.36	1.43	3.62	轻微
10	F-2	3.42	3.92	0.60	0.43	0.44	无
11	F-3	2.21	6.15	8.58	7.66	15.65	严重
12	F-4	6.64	4.04	3.10	4.81	4.86	轻微
13	G-1	4.03	5.17	1.88	3.56	2.76	无
14	H-1	4.51	41.91	11.99	11.71	13.73	扩散
15	I-1	49.80	22.02	3.05	2.81	6.05	扩散
16	I-2	1.78	19.16	2.57	4.16	3.06	轻微
17	J-1	5.27	3.94	4.56	3.62	6.39	轻微
18	K-1	4.64	15.45	6.63	7.14	2.93	扩散
19	L-1	2.01	3.45	1.66	1.62	2.07	无
20	M-1	4.98	7.46	5.30	3.40	4.60	扩散
21	N-1	5.47	7.15	2.92	2.72	5.20	轻微
22	O-1	3.53	7.49	1.92	1.52	2.51	轻微
23	O-2	2.77	2.99	1.45	0.56	1.77	无
24	O-3	3.11	2.76	0.57	0.77	1.48	无
25	P-1	1.32	2.92	0.65	0.65	0.78	轻微
26	P-2	4.16	5.71	0.49	0.75	0.82	无

注:扩散程度分为无扩散、轻微扩散、扩散、严重扩散四类,对应表中无、轻微、扩散、严重。

中性笔提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 中性笔

本次实验选择样品共计26个,为不显示品牌,样品编号如表1所示,字母表示品牌,数字表示型号。

1.2 试剂及设备

DGF20022 A型电热鼓风干燥箱,7000A台式分光测色仪,紫外灯箱(功率30 W,灯距12 cm),Sutherland 2000油墨摩擦仪,A4打印纸70 g/m²,0.01 mol/L盐酸溶液、0.01 mol/L氢氧化钠溶液。

1.3 实验方法

1.3.1 耐久性实验

按照标准DA/T 16-1995档案字迹材料耐久性测试法的实验方法^[2],分别进行干热老化、紫外光照、水浸、耐酸、耐碱实验。

1.3.2 耐用性实验

1.3.2.1 字迹转印

将字迹样品和空白样品分别裁剪成长7 cm、宽2 cm的长方形,按照空白样品-字迹样品-空白样品的顺序叠放整齐,放置在两块惰性材料制成的平板之间(本实验采用载玻片作为平板)。对平板施加7 kPa的压力,在温度为(50±1)℃、相对湿度为(60±2)%的环境中保存,保存时间为6d。然后取出字迹样品,在室温(20~25℃)下,冷却避光保存24 h后待测。

1.3.2.2 耐磨实验

将样品固定在摩擦台上,选择907 g砝码,将摩擦纸固定在砝码上。摩擦纸为70 g/m²的A4打印纸。设置摩擦次数为40次,摩擦速度为43次/min,行程60 mm。摩擦完成后,停机取下样品,避光保存24 h后待测。

1.4 实验步骤

(1)按照1.3.1的方法制作试样。

(2)在试样没有字迹的一面编号,并根据测色仪器使用方法做出定位标记,保证试样测试区完全覆盖仪器测试孔径。

(3)用测色仪器测出试样初始Lab值(L_1, a_1, b_1)

并记录,每个测试项目测定10个试样。

(4) 按照1.3.1~1.3.2的方法进行实验。

(5) 根据测试初始 $L a b$ 值时的定位,用测色仪器测出每个样品实验后的 $L a b$ 值(L_2 、 a_2 、 b_2)并记录。

(6) 根据检测数据分析蓝色中性笔字迹样品的耐老化性能和耐用性结果。

$L a b$ 值应采用反射测定,测试前按GB/T 3979-2008的规定及所用测色仪器使用说明书校准仪器。测试环境的温度为20~25℃。

1.5 评价标准^[2]

按照色差公式,计算试样加速老化前后的色差值 ΔE ,对照表1判断字迹的耐老化性能。

(1) 结果计算

按亨特色差公式计算每一试样加速老化前后的色差值 ΔE ,然后分别计算每个测试项目色差值 ΔE 的算术平均值。

(2) 字迹耐久性认定

将每个测试项目的平均色差值 ΔE 与表2中对应数据进行比较分析。

所有实验条件下的试样色差值同时耐久,则认定该试样为耐久字迹材料。

所有实验条件下的试样色差值只要有一个项目结果比较耐久而其他项目耐久,则认定该试样为比较耐久字迹材料。

任一实验条件下的试样色差值不耐久,则认定该试

样为不耐久字迹材料。

试样加速老化处理后,字迹出现明显扩散或颜色发生较明显变化情况,无论数据如何,均为不耐久字迹试样。

2 结果与讨论

2.1 字迹耐久性

蓝色样品老化实验检测结果见表3,蓝色样品共有18个样品在实验中出现扩散现象,占蓝色样品总数的69%,扩散现象主要发生在水浸实验、耐酸实验和耐碱实验。其中,轻微扩散的样品共10个,出现扩散的样品有6个,严重扩散样品有2个。在不影响字迹识别的前提下,我们将出现扩散和严重扩散的样品列入不耐久字迹。

蓝色样品字迹耐老化性测试结果显示,样品干热老化处理后,11个蓝色样品字迹的色差在 $\Delta E \leq 3.0$ 的范围内,且未出现明显的字迹扩散和颜色变化现象,这些样品的耐干热性能优良,占样品总数的42%。有10个样品的色差处于 $3.0 < \Delta E \leq 6.0$ 区间,且试样经过干热老化处理后,未出现明显的字迹扩散和颜色变化现象,属于耐干热性能较好的字迹。F-4、E-1、I-1、A-2四个样品的色差值均大于6,属于耐干热性能差的字迹。

样品紫外光照处理前后,有6个蓝色样品字迹的色差 ΔE 低于3.4NBS,23%的蓝色样品字样耐紫外光照性能优良。15个样品字迹的色差处于 $3.4 < \Delta E \leq 9.7$ 区间,耐紫外光照性能较好。共有5个样品的 ΔE 大于9.7,分别是K-1、I-1、I-2、H-1、A-2,属于耐紫外光性能差的字迹。

样品经过水浸实验后,有17个蓝色样品字迹的色差 ΔE 低于3NBS,占样品总数的65%。有5个样品的色差处于 $3.0 < \Delta E \leq 6.0$ 区间,属于耐水性能较好字迹。K-1、F-3、H-1三个样品的色差高于6.0,为耐水性能差的字迹。推测因为蓝色墨水的着色剂分为染料和颜料两种,染料型墨水是易溶于水的,可能某些蓝色中性笔墨水中掺有染料,导致其在水或水溶液中扩散^[3]。

样品经过耐酸实验后,有15个蓝色样品字迹的色差 ΔE 低于3NBS,占样品总数的58%。有6个样品的色差处于 $3.0 < \Delta E \leq 6.0$ 区间,属于耐酸性能较好字迹。有4个样品

表2 耐老化性能评价等级

实验条件	耐久	比较耐久	不耐久
干热	$\Delta E \leq 3.0$	$3.0 < \Delta E \leq 6.0$	$\Delta E > 6.0$
紫外光照	$\Delta E \leq 3.4$	$3.4 < \Delta E \leq 9.7$	$\Delta E > 9.7$
水浸	$\Delta E \leq 3.0$	$3.0 < \Delta E \leq 6.0$	$\Delta E > 6.0$
耐酸	$\Delta E \leq 3.0$	$3.0 < \Delta E \leq 6.0$	$\Delta E > 6.0$
耐碱	$\Delta E \leq 3.0$	$3.0 < \Delta E \leq 8.1$	$\Delta E > 8.1$

表3 蓝色样品的字迹耐久性

	耐久字迹	比较耐久字迹	不耐久字迹
样品数量	2	11	13

的色差大于6,分别是A-2、K-1、F-3、H-1,属于耐酸性能差字迹。

样品经过耐碱实验后,有13个蓝色样品字迹的色差 ΔE 低于3NBS,占样品总数的50%。有10个蓝色样品字迹的色差处于 $3.0 < \Delta E \leq 8.1$ 区间。H-1、F-3两个样品的 ΔE 均大于8.1,属于耐碱性能差字迹。

综合以上分析结果,蓝色样品属于耐久字迹的数量为2个,仅占样品总数的7.7%。有些样品虽然在实验前后色差较小,但是发生扩散现象,如D-3、B-1。A-2、F-3为可擦写中性笔^[4],耐干热和耐紫外光照性能差,水浸、耐酸、耐碱实验后字迹扩散严重。

2.2 字迹耐用性

如表4所示,蓝色样品字迹经过字迹转印实验后,字迹的色差变化基本都在3NBS以下,仅A-2、K-1属于 $3.0 < \Delta E \leq 6.0$ 范围,总体来看,蓝色样品字迹的耐字迹转印的性能比较好。

经过耐磨实验后,大部分样品的色差在3NBS以下,F-3、F-4、K-1、D-1、D-2属于 $3.0 < \Delta E \leq 6.0$ 范围,而F-3的色差值高达16.23,属于耐磨性能差的字迹。并且从耐久性的实验结果来看,该样品也属于不耐久性字迹。

色差值在 $3.0 < \Delta E \leq 6.0$ 范围的样品,从实验的样品观察来看,这些样品的字迹周围都出现较明显的摩擦晕

表4 蓝色样品的耐磨和字迹转印情况

序号	样品名称	字迹转印	耐磨	序号	样品名称	字迹转印	耐磨
1	A-1	1.32	2.68	14	H-1	0.56	1.47
2	A-2	3.89	1.94	15	I-1	2.60	1.72
3	B-1	1.20	1.85	16	I-2	1.48	1.99
4	C-1	0.32	1.94	17	J-1	0.91	2.27
5	D-1	0.78	3.76	18	K-1	5.01	3.68
6	D-2	2.63	4.79	19	L-1	0.82	1.56
7	D-3	0.20	0.50	20	M-1	0.86	1.68
8	E-1	1.61	1.99	21	N-1	0.65	1.44
9	F-1	0.49	0.61	22	O-1	1.04	2.89
10	F-2	0.27	3.09	23	O-2	0.72	1.21
11	F-3	2.98	16.23	24	O-3	0.76	0.84
12	F-4	1.00	3.34	25	P-1	0.28	1.64
13	G-1	1.07	1.89	26	P-2	1.10	1.24

染,推测可能是因为这些样品的中性笔墨水因成分的原因未与纸张纤维结合紧密,导致其颜料粒子易在外力的作用下脱落,随砧码移动到字迹样品的周围,从而在空白纸样上形成明显的着色痕迹。

3 结论与建议

通过实验分析,我们发现,与黑色的中性笔的检测结果^[5]相比,蓝色中性笔的字迹耐久性明显没有黑色好,不同品牌的字迹耐久不同,同品牌不同型号的耐久性也不尽相同,虽耐磨性能和耐转印性能较好,但属于耐久性字迹的样品仅占样品总量的7.7%。

因此,为档案部门使用蓝色中性笔提供以下建议:

(1) 为了能够延长档案的使用寿命,保证档案能长久保存,建议不能采用蓝色中性笔来书写档案,黑色中性笔可以作为一般档案的书写。如特殊需要蓝色中性笔的书写归档,建议进行字迹耐久性测试及耐磨、耐转印性能测试。

(2) 对于已存在的蓝色中性笔书写纸质档案,须优化档案存藏环境,创造符合字迹要求的保护条件。避免紫外光的长时间照射,严格控制存储环境的温湿度。

(3) 如需对纸质档案进行去酸或其他修复处理,需注意蓝色中性笔字迹的耐水、耐酸、耐碱性,选择针对性的方法进行操作。对已经退色的蓝色中性笔字迹,及时地采取补救措施,确保档案的安全。☞

参考文献

- [1]张新毅.中性墨水配方设计及性能评价[D].太原理工大学,2019.
- [2]李和平.新档案保护技术实用手册[M].北京:中国文史出版社,2013:39-44.
- [3]张西广.颜料型蓝色中性墨水制备技术研究[D].太原理工大学,2017.
- [4]温建辉.可擦性中性笔综述[J].中国制笔,2016(1):17-22.
- [5]史金.黑色中性笔书写字迹耐久性实验分析[J].档案学通讯,2020,252(2):104-108.

[收稿日期:2023-06-27]

Research on Forestry Seedling Cultivation and Management Technology

◎ Zhang Xiaoyan

(Hualong Nature Reserve Station, Qilian Mountains National Nature Reserve Management Center, Wuwei, Gansu 733200, China)

林业苗木培育及其管理技术研究

◎ 张小燕 (甘肃祁连山国家级自然保护区管护中心华隆自然保护站, 甘肃天祝 733200)

摘要: 围绕乌龙头——一种在小陇山林区广泛种植的植物进行了详尽探讨。首先介绍了乌龙头的种类及其独特的营养价值; 随后, 探讨了乌龙头的苗木培育技术, 包括种子萌发和幼苗生长特性; 然后, 研究了乌龙头的栽培技术, 涵盖了栽植地和时间选择、栽植方法、中耕除草、水肥管理、摘心矮化、病虫害防治以及采摘技术; 最后, 对乌龙头在小陇山林区的种植前景和潜在价值进行了展望。

关键词: 乌龙头; 小陇山林区; 种植; 栽培

中图分类号: TS7

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)16-0062-03

1 小陇山林区乌龙头植物概述及其价值

1.1 小陇山林区乌龙头种类与生长环境

乌龙头在小陇山林区有广泛的分布, 这得益于小陇山林区独特的地理气候条件以及乌龙头的特殊生长习性。小陇山林区位于甘肃省, 海拔范围在700-3300m之间, 年均气温7-12℃, 年均降水量460-800mm, 无霜期140-218d。这种气候温和、雨量充沛、夏季不太热、冬季不会太严寒的环境条件, 为乌龙头提供了理想的生长环境。

乌龙头是一种多年生草本植物, 喜欢生长在温暖、湿润、阳光充足的环境中。小陇山林区的气候条件刚好满足了乌龙头的生长需求^[1]。春季的适度湿润和阳光, 为乌龙头种子的萌发提供了良好的条件; 夏季的温度和雨量适中, 有利于乌龙头的生长发育; 无霜期的长度保证了乌龙头的生长期。乌龙头的品种繁多, 小陇山林区的乌龙头种类丰富、形态各异。有些品种的叶子较大, 适合作为观叶植物; 有些品种的花色鲜艳, 适合用于园艺种植; 还有些品

种含有丰富的营养成分, 适合用于食用和药用。

1.2 乌龙头的营养、药用及食用价值

乌龙头是一种营养价值丰富且药用价值显著的植物, 其叶片和花朵富含多种维生素、矿物质、膳食纤维及植物性蛋白质等成分, 尤其是维生素C和E的抗氧化作用以及膳食纤维的助消化功能特别明显^[2]。药用上, 其含有的黄酮类化合物、皂苷、多酚等活性物质具有抗炎、抗氧化、抗菌、降血压等生物活性, 被广泛用于治疗多种疾病。乌龙头的叶片和花朵可食用, 叶片口感鲜嫩, 花朵色彩鲜艳, 既可用于制作美食, 也可用于泡茶。同时, 乌龙头的观赏价值也十分显著, 其绿色鲜艳的叶片和丰富的花朵色彩使其在园艺领域广泛使用。在小陇山林区, 乌龙头不仅被视为重要的经济作物, 也是一种健康食品, 并且其美观的外观和独特的香气使其常用于园艺装饰和花卉展览。

2 乌龙头的栽培步骤

□ 作者简介: 张小燕, 女, 藏族, 林业工程师, 副站长; 2010年6月毕业于西北师范大学, 会计学专业。

2.1 种子的采集与发芽过程

为了确保乌龙头种子的顺利萌发,处理过程包括了以下几个步骤:

(1) 选择和采集:在乌龙头的果实完全成熟时采集种子,这通常会在晚秋或早冬的时候。选择健康的、未受病虫害影响的乌龙头植株进行采集。

(2) 清洗和干燥:将采集的种子在清水中清洗,去除果实和杂质,然后在阴凉通风的地方自然干燥。

(3) 冷层积:乌龙头种子需要经过冷层积处理才能打破休眠,提高萌发率。将干燥后的种子放入湿砂或湿蛭石中,放入4℃的冰箱中保存约1-3个月。

(4) 播种:在春季的温度条件下进行播种,播种深度通常为种子直径的2-3倍,保持土壤湿润但不能积水。

乌龙头种子的萌发对环境条件有较高的要求。一般来说,最佳的萌发温度是20-25℃,在这个温度范围内,种子的萌发率和速度都会比较高。如果温度过低(低于15℃)或者过高(超过30℃),都会影响种子的萌发^[3]。

此外,种子的萌发还需要适量的湿度。在播种后,要保持土壤的湿润,但不能过度浇水造成积水,以防止种子烂掉或发霉。一般来说,土壤的湿度保持在60%-70%是比较合适的。

2.2 幼苗成长的维护与管理

对于已萌发的健壮乌龙头种子,其播种过程可以在准备好的基质容器中进行。基质由成熟的鸡粪、牛粪和细土以1:1:1的体积比例混合而成。为了预防潜在的病虫害,基质需经过50%多菌灵处理进行消毒。将消毒好的干基质与每平方米用10g多菌灵混合均匀,然后将其中的三分之一作为垫土撒在花盆上,再将选取的种子均匀撒播在其上。随后,利用剩余的三分之二药基质作为覆土。播种后,要在基质土壤表面适量洒水,以保持土壤的湿润状态。注意要防止土壤过干,以免引起药害。此后,将花盆放置在智能温室中,温室应设定在25℃的温度和75%的相对湿度下,以此适宜的环境条件来培育乌龙头幼苗。维持这样的环境,将有利于乌龙头幼苗的健康成长。

3 乌龙头的种植策略

3.1 优化种植地点与时间

对于乌龙头的种植,地点和时间的选择都是至关重

要的。乌龙头对土壤有一定的要求,适宜在疏松、排水良好的土壤中种植,如沙壤土和壤土。土壤的酸碱度也会影响乌龙头的生长,理想的土壤pH值应该在6.5-7.5之间。另外,选择具有良好排水系统的地方种植乌龙头可以防止积水。除了土壤条件外,乌龙头的种植地点也应避开强风、直射阳光。尽管乌龙头需要充足的阳光,但过强的直射阳光可能会引发叶面的烧伤。因此,选择既有充足阳光又有适当阴凉的地方种植是比较理想的。

种植时间的选择通常是在春季和秋季,这两个季节的气候条件对乌龙头的生长较为有利。春季的3-4月或秋季的9-10月是最佳的种植时间。需要注意的是,种植前应预测当地的气候条件,避免极端天气对新种植的乌龙头造成影响^[4]。

3.2 种植操作与管理

选择幼苗时,一般选用1-2年的健康幼苗进行种植,这样的幼苗生命力旺盛,适应性强。在种植过程中,首先进行深耕,深耕可以到达30-40cm的土壤深度,这样有利于改善土壤结构,增加土壤的通气性,同时也有利于乌龙头的根系生长。深耕后的土壤,可以更好地保持水分和养分,有利于乌龙头的生长发育。

接下来是定植,定植密度一般设定为株行距45-60cm,即每个乌龙头之间的间距应为45-60cm,这样的距离既可以保证乌龙头之间有充分的生长空间,又不会过于分散,利于采收和管理。种植幼苗时,需要注意的是幼苗的根部应完全埋入土壤中,上覆土厚度约为3-5cm,这样可以保证幼苗稳定地立在土壤中,同时也可以保护幼苗的根部,防止干燥和冻害。

3.3 高效的中耕除草方法

制在乌龙头的栽培过程中,中耕除草是一个不可忽视的环节,它对乌龙头的生长和发育有直接的影响。通常来说,除草的频率因季节和草的生长状况而异,但通常需要在每年的春、夏、秋三个季节进行。

在春季3-4月的时候,由于气温逐渐升高、雨水较多,野草开始迅速生长,这个时期需要对田间进行第一次除草。随后在夏季5-7月,由于气温高、光照充足,野草生长最为旺盛,这个时期需要进行至少两次的除草。秋季9-10月,随着温度的降低,草的生长速度会有所减慢,但仍需要进行一次除草,以防止草籽落入土壤,影响明年春季的

生长。除草的同时,也要进行中耕,将田间的土壤翻松,有利于乌龙头根系的呼吸和生长,同时可以提高土壤的保水性。值得注意的是,除草时尽量不要伤及乌龙头的根部,避免影响其正常生长。在进行中耕除草时,如果遇到连根拔起的乌龙头幼苗,应立即重新种植,以减少损失。

3.4 专业的水肥管理技巧

乌龙头在生长过程中对水分和肥料的需求也是非常大的。水肥管理合理,不仅可以促进植株生长,增加产量,而且还可以提高乌龙头的质量。乌龙头对于水分的需求在不同生长阶段会有所不同。在种植初期和花期,需适量保持土壤湿润,每周一次浇水即可。但在果实成熟期,需要增加浇水次数,每周两到三次,以满足乌龙头对水分的需求。

肥料的施用则要根据乌龙头的生长需求和土壤的肥力情况来决定。通常在种植前,应先施用一次基肥,如有机肥或复合肥,每亩施用量在2000-3000kg。种植后,在乌龙头生长旺盛期(通常在夏季6-8月)和花果期(9-10月)应施用追肥,如氮磷钾复合肥,每亩施用量在800-1000kg。追肥时应避免直接接触植株,以防肥害。在施肥的同时,也要做好灌溉工作,以免肥料堆积在地面,影响土壤的肥力。通常情况下,施肥后立即灌溉,能够帮助肥料迅速溶解并被土壤吸收,提高肥料的利用率。

3.5 植株形态管理:摘心与矮化

乌龙头在生长过程中,当植株高度达到50-60cm时,就需要进行第一次摘心。此时摘去顶端生长点,可以刺激植株的侧枝生长,增加乌龙头的分枝数量,有利于乌龙头的结果。之后在生长过程中,每当乌龙头的主枝和侧枝再次长出20-30cm时,就需要再次进行摘心,以保持植株的矮化和分枝的增加。经过反复的摘心矮化,乌龙头的植株高度可以控制在50-100cm之间,形成结构紧凑、分枝丰富的乌龙头树形。这样的树形不仅有利于乌龙头的管理和采收,而且也能提高乌龙头的产量和质量。在整个过程中,摘心时要尽可能选择气候稳定、无风雨的天气进行,以减少对乌龙头的伤害,同时也要避免对乌龙头的新芽和叶片造成伤害^[5]。

3.6 病虫害的预防与治疗

在乌龙头的栽培过程中,病虫害的发生会严重影响其生长和产量,因此,及时有效的病虫害防治是必不可少的。乌龙头具有一定的抗病虫能力,但在条件适合的情

况下,还是可能出现一些常见的病虫害,如叶斑病、白粉病、蚜虫等。

预防:在种植前,选择病虫害发生较少的地块,种植病虫害抗性强的乌龙头品种。在种植过程中,合理施肥,提高植株的抗病能力。同时,定期对田间进行疏通和清理,消除病虫害的藏身之处。

检查:在生长期,定期对乌龙头进行检查,及时发现病虫害的迹象。一旦发现病虫害,应立即采取防治措施。

防治:一般情况下,应在每年的春季(3-4月)和秋季(9-10月)进行定期的病虫害防治。此时,应选择天气晴朗、无风的时候,对田间乌龙头进行喷药处理。可以选择使用广谱杀菌剂,如多菌灵,每亩施用量约为300-500g。同时,可以使用杀虫剂,如氧化二氮,每亩施用量约为500-700g。喷药时,应均匀覆盖整个植株,尤其是叶面,以增加防治效果。

4 结论

本研究系统性地揭示了乌龙头在小陇山林区的栽培技术,为优化乌龙头的种植效益以及提高产品质量供给了科学依据。研究包含了从乌龙头的种类、营养价值出发,深度分析其种子萌发、幼苗生长以及种植、管理等各个环节的关键技术,旨在为乌龙头的高效、稳定、高质量生产供给技术指导。经过实证研究,揭示了乌龙头种子处理、播种、培养、种植以及病虫害防治等环节的科学规律和方法。☞

参考文献

- [1]梁涛,金燕.林业培育及病虫害防治管理对策分析[J].农业科技与发展,2022,1(3):29-31.
- [2]冯恺.林业工程苗木培育及移植造林技术探讨[J].现代农业科技,2022,13.
- [3]向华.新时期林业苗木培育与移植造林技术[J].花卉,2023(6):103-105.
- [4]刘春博.城市园林花卉苗木培育与栽培管理创新性研究[J].种子科技,2021,000.005:58-59.
- [5]李明.高寒地区林业苗木培育及其管理技术[J].花卉,2020,16:2.

[收稿日期:2023-07-01(修改稿)]

一种高强高透层间增韧合成纤维纸基材料及其制备方法和应用

申请公布号: CN 114892443 A

发明人: 龙金 胡健 张雪姣 李尧 李西

申请人: 华南理工大学

层间增韧通常以颗粒、薄膜、纳米材料等形式插入复合材料层合板的铺层间,在层间形成具有某种韧化结构,进而增加裂纹扩展过程中的能量耗散,达到提高复合材料层间断裂韧性的目的,是一种切实可行改善复合材料层合板抗冲击性能的方法。

增韧方法主要有预浸料作为原料成型复合材料和液态成型复合材料:(1)预浸料作为原料成型复合材料,只需要保证树脂基体渗透到单层增强纤维缝隙中,即可得到质量合格的复合材料制件,因此,可以通过添加热塑性增韧材料对树脂基体进行改性,即使树脂基体的黏度较高也不会影响复合材料的成型质量;(2)液态成型复合材料需要树脂基体完全渗透整个增强纤维预制体,这就要求树脂基体的黏度非常低:在工艺窗口期,其树脂基体黏度低于0.5 Pas。这就导致,采用热塑性树脂对树脂基体进行增韧改性的方案不适用于液态成型复合材料。因此,层间增韧技术成为液态成型复合材料提高层间韧性的必由之路。

国外研究发现,在传统层压板铺层过程中,将少量短纤维引入复合材料层间,从而使层与层之间形成一种随机杂乱分布的短纤维韧化结构。在裂纹扩展时,短纤维的桥联可以产生明显的增韧效果。这种层间短纤维的增韧方法不仅有效,而且操作简单、对复合材料其他性能影响比较小。采用湿法成型工艺是将短切合成纤维制备成薄层材料最有效的一种途径。湿法成型是一种把分散在液体的纤维通过滤网过滤而制成纸基材料的工艺,由这种工艺制备的合成纤维纸基材料称之为湿法无纺布,湿法无纺布中纤维杂乱排列,几乎各向同性,可实现纤维

三维随机均匀分布,同时可实现任意种类和比例的纤维搭配。由于这种材料纤维分布的特性和具有良好的透过性,在能提高液态成型复合材料层间韧性的同时,无纺布对液态成型工艺的影响很小,不会阻碍树脂基体在预定型体内的流动与渗透,保持其较好的工艺性能。

然而造纸所用的合成纤维具有憎水性,极易漂浮在液层上部,形成絮团;同时,合成纤维悬浮液中存在大量泡沫,泡沫存在时间长,不易消除,这使得合成纤维分散性能极差,导致成型的纸页匀度较差且存在针孔和纤维絮结现象,难以保证抄造的纸厚度均一。所以选取合适的分散剂及消泡剂体系,获得均匀分散的纤维悬浮液是难点。合成纤维本身无黏结力,选取何种增强纤维和增强技术,提高纤维纸的强度保证其均匀成型是重点。

提供一种高强高透层间增韧合成纤维纸基材料的制备方法。

技术方案及制备步骤:

(1)纤维疏解:将基体合成纤维和增强纤维加入水中,然后加入分散剂进行疏解,疏解后得到混合疏解纤维(纤度为0.5~5 dtex);增强纤维为双组分尼龙纤维、双组分聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维(双组分PET纤维)或ES纤维中的一种或几种的组合;分散剂为非离子类分散剂、阴离子型分散剂或水溶性高分子分散剂中的一种或几种的组合。

(2)纸基材料成型:向混合疏解纤维中加入消泡剂,除泡后,滤水成纸,干燥(温度为70~150℃)至重量不再变化、热压(温度为90~150℃、压力为0.5~1 MPa、时间为1~5 s)后即得到高强度高透层间增韧合成纤维纸基材料;消泡剂为高级醇消泡剂、有机硅类消泡剂或聚醚类消泡剂中的一种或几种的组合。如表1。

通过选择合适的分散剂、消泡剂以及增强纤维,使制备得到的纸基材料透气均匀,同时还能够在较少的定量条件下具有更优异的力学性能,纸基材料的抗张强度在175 N/m以上,可高达263 N/m,断裂伸长率>7%,可高达8.7%。

选用的分散剂,能够使纤维表面形成双分子层结构,外层分散剂极性端与水有较强亲和力,增加

了纤维被水润湿的程度,里层能够很好地和纤维搭接,能够很好地富集在基体合成纤维和增强纤维的表面,降低纤维表面的表面张力,使纤维在水中分散均匀,并且能够形成稳定的悬浮液;使用分散剂虽然提升了纤维在水中的分散性,但是纤维表面张力的降低,容易导致在抄造过程中泡沫的生成速率慢,这样生成的泡沫就会更加稳定的存在于纤维浆料中。经过大量试验筛选出合适的消泡剂,可以与分散剂共同作用并降低形成的泡沫的膜表面的强度,使泡沫生成后能够很快破裂。因此,特定的分散剂和消泡剂之间的协同作用,一方面通过降低泡沫的生成速率减少生成泡沫的数量,另一方面通过降低泡沫的膜表面强度使泡沫快速破裂消除,进一步使纤维分散均匀,使制备得到的纸基材料分布均匀且无针孔产生。

通过加入增强纤维与基体合成纤维进行共混,增强纤维与基体合成纤维具有很好的相容性,能够均匀分散在基体合成纤维中,进一步提高纸基材料的力学性能。

基体合成纤维包括但不限于尼龙纤维、聚对苯二甲酸乙二醇酯、芳纶纤维、碳纤维或芳纶浆粕中的一种或几种的组合。

非离子类分散剂为聚氧乙烯醚甲基硅烷、油酸聚氧乙烯脂、聚乙二醇对异辛基苯基醚或聚环氧乙烷中的一种或几种的组合。

阴离子型分散剂为脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠、十二烷基硫酸钠、土耳其红油、纤维素硫酸钠、烷基二苯醚磺酸钠或烷基酚聚氧乙烯醚磷酸脂盐中的一种或几种的组合。

水溶性高分子分散剂为聚氧化乙烯和/或聚丙

表1 制备方法

			实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5
纤维组分	单组分尼龙纤维	纤维长度/mm	6	6		12	15
		纤维量/g	0.400	0.6		1.05	1.35
	双组分尼龙纤维	纤维长度/mm	9			9	
		纤维量/g	0.400			0.45	
	双组分PET纤维	纤维长度/mm		9			
		纤维量/g		0.6			
	单组分PET纤维	纤维长度/mm			9		
		纤维量/g			0.72		
	ES纤维	纤维长度/mm			6		8
		纤维量/g			0.48		0.15
分散剂	聚氧乙烯醚甲基硅烷/g	0.004					
	聚丙烯酰胺/g		0.0096				
	聚氧化乙烯/g			0.0072			
	十二烷基硫酸钠/g				0.007		
	聚乙二醇对异辛基苯基醚/g						0.007
消泡剂	脂肪醇聚氧乙烯醚/g	0.024					
	烷基苯酚聚氧乙烯醚/g		0.0372				
	聚二甲基硅氧烷/g			0.042			
	仲辛醇/g				0.03		
	正丁醇/g						0.045
干燥	温度/℃	140	110	140	140	140	
热压	温度/℃	140	110	140	140	140	
	压力/MPa	0.5	0.5	1	0.5	0.5	
	时间/s	2	2	2	2	2	

备注: 对比例的制备方法与实施例1的不同之处在于: 对比例1将分散剂替换为六偏磷酸钠; 对比例2将消泡剂替换为柴油; 对比例3将增强纤维替换为PVA纤维; 对比例4未添加分散剂; 对比例5未添加消泡剂; 对比例6将增强纤维替换为基体合成纤维, 即未添加增强纤维。

烯酰胺。

为了进一步提高纤维在水中的分散性,分散剂优选为聚氧乙烯醚甲基硅烷、聚乙二醇对异辛基苯基醚、十二烷基硫酸钠、烷基二苯醚磺酸钠、聚氧化乙烯或聚丙烯酰胺中的一种或几种的组合。

分散剂的添加量为混合疏解纤维重量的0.2~1%,优选为0.5%。分散剂的添加量太少,纤维的分散性较差;分散剂的添加量太多,会在一定程度上增加纤维浆料中泡沫的产生量,因此合适的分散剂添加量可以同时保证较好的纤维分散度和较少的泡沫产生。

高级醇消泡剂是指碳原子数为12~22的醇类消泡剂,为仲辛醇和/或正丁醇。

有机硅类消泡剂为聚二甲基硅氧烷及其衍生物中的一种或几种组合。

聚醚类消泡剂为脂肪醇聚氧乙烯醚、烷基苯酚聚氧乙烯醚、聚氧乙烯脂肪酸酯或聚氧乙烯脂肪胺中的一种或几种组合。

为了进一步快速消除泡沫,消泡剂优选为脂肪醇聚氧乙烯醚、烷基苯酚聚氧乙烯醚、聚二甲基硅氧烷、仲辛醇或正丁醇中的一种或几种组合。

消泡剂的添加量为混合疏解纤维重量的0.1~5%,优选为3%。与分散剂类似,消泡剂的添加量太少,泡沫存在的时间较长;而消泡剂的添加量过大,同样容易增加泡沫的产生量。合适的消泡剂的添加量可以显著快速消除泡沫。

增强纤维中提及的“双组分尼龙纤维、双组分聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维”中的双组具体指的是皮芯型结构的纤维,其中芯组分完全被另外一种组分(皮层)包绕,两种组分的截面形状和面积也各不相同,一般皮层熔融温度比芯层熔融温度低,皮层起黏结作用。

为了进一步提高纸基材料的力学性能,增强纤维优选为双组分尼龙纤维和/或双组分PET纤维,采购自日本帝人株式会社。双组分尼龙纤维的芯组分尼龙的熔点为410~500℃,皮组分尼龙的熔点为130~150℃。双组分PET纤维的芯组分PET的熔点为250~280℃,皮组分PET的熔点为100~120℃。

混合疏解纤维中,基体合成纤维与增强纤维的

重量比为1~19:1,优选为2:1,长度为1~15 mm。

高强高透层间增韧合成纤维纸基材料的定量为8~15 g/m²,透气度为1700~3500 L/m²·s(@200Pa)。

ES纤维,采购自日本可乐丽株式会社;PVA纤维,采购自日本东丽集团,所用试剂和材料均为市购。

对比例的制备方法与实施例1的不同之处在于:对比例1将分散剂替换为六偏磷酸钠;对比例2将消泡剂替换为柴油;对比例3将增强纤维替换为PVA纤维;对比例4未添加分散剂;对比例5未添加消泡剂;对比例6将增强纤维替换为基体合成纤维,即未添加增强纤维。

性能测试:定量:按照GB/T 451.2-2002的方法进行测定;厚度:按照GB/T 451.3-2002的方法进行测定;透气度:按照GB/T 458-2008的方法进行测定;抗张强度:按照GB/T 12914-2018纸和纸板抗张强度的测定恒速拉伸法进行测定,拉伸速度为20 mm/min;断裂伸长率:按照GB/T 12914-2018纸和纸板抗张强度的测定恒速拉伸法进行测定,拉伸速度为20 mm/min。测试结果见表2。

从表2中可以看出:通过选择合适的分散剂、消泡剂以及增强纤维,使制备得到的纸基材料具有适宜的透气度(1700~3500 L/m²·s,@200Pa),且透气均匀。透气均匀说明纸基材料均匀性良好,纸张的力学性能更优。根据实施例4、5和对比例1~5的定量和透气度测试结果,可以看出,在同样定量条

表2 性能测试结果

	定量/ g·m ⁻²	厚度/ μm	透气度/ mm·s ⁻¹	抗张强度 /N·m ⁻¹	断裂伸长率 /%
实施例1	8	25	3321	175	7.2
实施例2	12	36	2800	195	7.5
实施例3	12	35	2463	223	8.1
实施例4	15	40	2030	246	8.3
实施例5	15	43	1780	263	8.7
对比例1	14.9	39	3533	104	6.1
对比例2	14.7	37	3624	98	6.9
对比例3	14.1	33	3909	78	5.0
对比例4	14.9	37	4200	89	6.3
对比例5	14.8	38	4500	69	5.9
对比例6	13.5	29	5600	23	6.0

件下(14~15 g/m²),对比例1~5的透气度远高于实施例4和实施例5,这表示对比例1~5中纸基材料的均匀性差,导致纸基材料的力学性能劣化。

制得的纸基材料还能够在较少的定量(8~15 g/m²)条件下具有更优异的力学性能,其中纸基材料的抗张强度在175 N/m以上,可高达263 N/m,断裂伸长率>7%,可高达8.7%。

对比例1~6的结果表明,需要在特定的分散剂、消泡剂和增强纤维的共同作用下,才能够制备得到高强高透层间增韧合成纤维纸基材料,使其能够更好地应用于液态成型技术领域中去。当分散剂使用六偏磷酸钠(无机盐类分散剂)、消泡剂使用柴油(油脂类消泡剂)或增强纤维使用PVA纤维时,或对比例4~6中,缺少分散剂、消泡剂或增强纤维时,均无法实现纸基材料的均匀透气、高力学性能。

一种热转印涂料及其制备方法、热转印纸及其制备方法

申请公布号: CN 114892442 A

发明人: 陶卫峰 李俊 王红亮

申请人: 金东纸业(江苏)股份有限公司

热转印机属于印刷设备的一种,随着热转印技术的创新和完善,在不久的将来热转印机将会在印刷行业占据一席之地。由于热转印的应用范围甚为广泛,它适用于塑胶、金属、陶瓷、木材等制品,而且还能在不同的形状上进行烫印,如平面、曲面、异面、圆柱面、圆锥面等。但是,现有的产能、技术仍有很大的不足与缺陷,如涂料固含较低,只能用气刀涂布机或是帘式涂布机、棒式涂布机进行低速生产;国内目前能生产热转印纸的宽幅大都在1600~2600 mm,3800 mm及以上非常少,主要是3800 mm以上大都是新闻纸机、文化纸机,其特点是车速达到1500~2000 m/min,对涂料的固含、黏度等性质要求较高,现有的热转印的涂料配方还无法在大型高车速涂布机上运行。

现有的热转印纸的配方体系仍然是以高分子

有机物为主,利用高分子有机物在吸水时的润胀来达到快速干燥油墨的目的及后续转印的问题(如聚阴离子羧甲基纤维素、聚阴离子海藻酸钠、变性淀粉、CMS-Na、聚乙烯醇等),涂料固含普遍在10%~20%,由于有机涂层的保水性较好在干燥时较难干燥,因此目前主要的生产厂家车速均较低。

提供一种热转印涂料及其制备方法、热转印纸及其制备方法,以提高热转印涂料的固含量及干燥性能,使得该配方的热转印涂料适合在高车速涂布机上运行生产,提高转印率。

热转印涂料包括以下按重量份计的原料:轻质碳酸钙,60~90份;改性功能性粉体,5~30份;羧甲基纤维素,10~30份;改性疏水性淀粉,10~30份;聚乙烯醇,0~5份;分散剂,0~0.5份;润滑剂,0~5份。

热转印涂料的pH值范围为7~9,固含量范围为40%~60%,黏度范围为1200~3000 cps。

改性功能性粉体包括在盐酸与高分子化合物协同作用下对四氯化钛进行二次水解所得到的在耐酸性非金属矿石表面上包覆纳米二氧化钛层的一种复合性材料。由于四氯化钛水解过程中盐酸抑制了纳米颗粒的生长,使得所形成的二氧化钛纳米颗粒的尺寸集中在10 nm的范围内。改性功能性粉体由于其表面有纳米二氧化钛层,在进行打印时油墨层的清晰度能得到保障,继而可以保证后续的转印效果的清晰。

在一实施例中,羧甲基纤维素的取代度范围为0.7~1.0,固含量范围为15%~30%,黏度范围为500~1500 cps。取代基在无水葡萄糖单元上的分布要均匀。

改性疏水性淀粉是采用玉米淀粉为原料、经特殊变性工艺加工而成的。热转印涂料中所需的改性疏水性淀粉是一种高品质、多用途的变性淀粉,采用玉米淀粉为原料,经特殊变性工艺加工而成。其在高温高压下结构稳定,不易糊化,易于制成乳膏体或是稳定的悬浮液。在涂料配方中应用可有效控制涂层在喷墨打印时的干燥速度。该改性疏水性淀粉无需高温蒸煮,直接用冷水调配所需浆料体的固含量后就可直接使用,相对于其他淀粉,更加方便

应用,且浆料固含更高,有利于制备高固含热转印涂料。

分散剂包括聚丙烯酸钠。热转印涂料的分散剂能够将涂料中需要分散开的粒子进行表面的分散,使其具有更加好的稳定性。

润滑剂包括硬脂酸钙。热转印涂料的润滑剂能够降低界面张力,使湿涂层表面的平滑性和流动性得到改善,易于在纸上流平铺展,改善涂料的涂布适应性。

热转印涂料的制备方法包括以下步骤:

步骤S11:准备以下按重量份计的原料:轻质碳酸钙,60~90份;改性功能性粉体,5~30份;羧甲基纤维素,10~30份;改性疏水性淀粉,10~30份;聚乙烯醇,0~5份;分散剂,0~0.5份;润滑剂,0~5份。

步骤S12:将所有原料按原料配比混合并在预设搅拌速度下搅拌均匀,获得涂料。

预设搅拌速度为3000 r/min。

例如,使用10~30份的羧甲基纤维素,60~90份的轻质碳酸钙,5~30份的改性功能性粉体,10~30份的改性疏水性淀粉,0~0.5份的分散剂,分散剂优选聚丙烯酸钠型分散剂,少量消泡剂,0~5份的聚乙烯醇,0~5份硬脂酸钙型润滑剂,然后在3000 r/min的搅拌条件下混合成均匀乳液,调节pH值在7~9之间,所得到的热转印涂料的涂料固含量在40%~60%,黏度在1200~3000 cps。

制备热转印涂料所需的羧甲基纤维素,要求取代度在0.7~1.0。取代基在无水葡萄糖单元上的分布要均匀,在使用时,先将羧甲基纤维素在60℃的热水中进行高速分散30 min,静置2 h后再进行使用,以使羧甲基纤维素能更好地润胀溶解;羧甲基纤维素的溶解分散固含量在15%~30%,黏度500~1500 cps。

制备热转印涂料所需的聚乙烯醇包括羧基改性聚乙烯醇。聚乙烯醇在应用前需先溶解成30%固含的水溶液,具体地,将聚乙烯醇粉体与水按3:7的比例混合,搅拌10 min后升温至90℃保持50 min,再降温到60℃保存使用。聚乙烯醇优选高固含、低黏度的羧基改性聚乙烯醇,其对颜料有良

好的分散性能,且含有羧基与羟基双重反应基团,具有很好的防水与耐磨性能,并与阴离子有很好的配伍。

区别于现有技术,本申请的热转印纸的涂层所使用的热转印涂料利用特殊的改性功能性粉体及轻质碳酸钙为主体,可以大大提高热转印涂料的固含量及干燥性能,使得该配方的热转印涂料适合在高车速涂布机上运行生产;并且利用聚乙烯醇、羧甲基纤维素、改性疏水性淀粉等做为黏接剂以保证强度,确保热升华油墨在高温下能顺利地转移到需要印刷的制品上,提高转印率。

热转印纸的制备方法包括以下步骤:

步骤S21:准备涂布原纸和热转印涂料。其中热转印涂料为上述任意一种热转印涂料。

步骤S22:使用热转印涂料对涂布原纸进行涂布,获取热转印纸。

通过涂布机在涂布原纸的正面使用热转印涂料进行刮刀涂布,在涂布原纸的背面进行表面施胶淀粉施胶,干燥后即形成热转印纸。

本申请所提供的热转印涂料,能适合在大型高车速刮刀涂布机上涂布,所制备的热转印纸的品质优于现有的热转印纸。由于实现了大型宽幅高速涂布机的生产,使得热转印纸的发展加速及产能提升,也将加快其取代传统印花的速度与数量,大大减少传统印花所带来的污染。

涂布机的幅宽为2800 mm以上,车速为1200~2000 m/min。

实施例1:准备以下按重量计的原料:轻质碳酸钙90份;特殊改性功能性粉体10份;羧甲基纤维素12份;改性疏水性淀粉10份;改性聚乙烯醇1份(聚乙烯醇事先蒸煮成30%固含的水溶液备用);硬脂酸钙2份;适量分散剂。将上述原料进行涂料配制,得到热转印涂料固含量为53%~55%,黏度控制在2000~2500 cps,涂料的保水性为60~80 g/m²,高剪切黏度为50~60 cps。

然后进行涂布:涂布机幅宽9700 mm,车速1250 m/min,在68 g/m²的涂布原纸上进行刮刀涂布,正面以热转印涂料涂布,涂布量为8~10 g/m²,背面进行表面施胶淀粉施胶,施胶量1.0~1.5 g/

表1 热转印纸的检测结果

检测项目	对照组	实施例1	实施例2
涂料固含量/%		50	47
黏度/cps		1660	1810
保水性/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$		75	70
高剪切黏度/cps		48.6	51.3
转印前纸上色密度K0	1.12	1.18	1.18
转印后纸上残留色密度K1	0.45	0.41	0.42
转印后布上色密度K2	1.40	1.46	1.45
转移率/%	75.67	78.07	77.54

注: 转移率计算公式 = $K2 / (K1 + K2) \times 100\%$ 。

m^2 ; 干燥后成纸即是80 g/m^2 热转印纸。

实施例2: 准备以下按重量计的原料: 轻质碳酸钙85份; 特殊改性功能性粉体15份; 羧甲基纤维素15份; 改性疏水性淀粉20份; 硬酯酸钙2份; 适量分散剂。将上述原料进行涂料配制, 得到热转印涂料固含量为50%~52%, 黏度控制在2000~2500 cps, 涂料的保水性为60~80 g/m^2 , 高剪切黏度为50~60 cps。

然后进行涂布: 涂布机幅宽9700 mm, 车速1200 m/min, 在60 g/m^2 的涂布原纸上进行刮刀涂布, 正面以热转印涂料涂布, 涂布量为7~9 g/m^2 , 背面进行表面施胶淀粉施胶, 施胶量0.8~1.2 g/m^2 ; 干燥后成纸即是70 g/m^2 热转印纸。

对照组: 市面上购买的普通热转印纸。

针对实施例1和2及对照组所得到的热转印纸, 对转移率等项目进行检测, 检测结果如表1所示。

一种电子元器件载带原纸及其制备方法

申请公布号: CN 114892436 A

发明人: 布宁 董栓 李建 胡信洋 贺保忠 丁明璽

申请人: 万国纸业太阳白卡纸有限公司; 山东国际纸业太阳纸板有限公司; 山东万国太阳食品包装材料有限公司; 广西太阳纸业纸板有限公司

随着电器的小型化发展, 对电子元器件的微型化要求越来越高。现有的载带根据载带的材料来分

通常有塑料载带和原纸载带。其中塑料载带尺寸精度难以保证, 在打孔时倒角难以消除, 而且塑料不具有缓冲, 易对电子元件产生机械损伤。因此, 用纸质电子载带作为微型片式电子元件的封装载体是电子元器件微型化发展的必然趋势。

提供一种电子元器件载带原纸及其制备方法, 通过电子元器件载带原纸的设计以解决现有的载带原纸的强度不如塑料, 厚度较厚, 易吸水性、平滑性差, 抗拉性差, 使得原纸无法作为微型片式电子元件的封装载体的技术问题。

该种电子元器件载带纸制备方法步骤:

S1: 将化学针叶木浆、化学阔叶木浆、机械针叶木浆和机械阔叶木浆分别进行打浆, 获得游离度为340~420 csf的化学针叶木浆、游离度为340~420 csf的化学阔叶木浆、游离度为340~420 csf的机械针叶木浆和游离度为300~400 csf的机械阔叶木浆。

S2: 将化学针叶木浆和化学阔叶木浆按照重量比为(10~40):(60~90)混合, 获得面层浆料; 将化学针叶木浆、化学阔叶木浆、机械针叶木浆和机械阔叶浆按照重量比为(0~10):(5~30):(5~30):(30~70)混合, 获得芯层浆料, 将化学针叶木浆和化学阔叶木浆按照重量比为(10~40):(60~90)混合, 获得底层浆料。

S3: 分别在面层浆料、芯层浆料和底层浆料中添加浆内施胶剂后, 制备面层、芯层和底层, 在底层表面或背面喷淋防油层, 面层的表面和底层背面进行抗拉表面施胶剂处理, 面层、芯层和底层压制于一体, 烘干后获得抗油抗拉原纸。

其中, 表面施胶工艺中采用抗拉表面施胶剂, 抗拉表面施胶剂包括淀粉4~15份(取10份), 聚乙烯醇0.5~5.5份(取5份), 醋酸乙烯0.5~5.5份(取5份), 丙烯酸乳液1~11份(取10份), 润滑剂0~2份(取1份), 抗水剂0~3份(取2.5份), 杀菌剂0~1份(取1份), 热塑型树脂0~2份(取2份), 干强剂0~2.5份(取2份), 湿强剂0~2.5份(取2份), 泼水剂0~3.5份(取3份), 羧甲基纤维素0~3.5份(取3份)和流变剂0~1.5份(取1份)。

抗淀粉为玉米氧化淀粉和木薯氧化淀粉, 其

质量比为3:2; 润滑剂为硬脂酸钙和聚乙烯蜡, 质量比为1:1; 抗水剂为乙二醛、聚酰胺聚脲高分子低聚物、碳酸锶钾, 质量比为1:3:1; 干强剂为聚丙烯酰胺、壳聚糖、瓜尔胶、改性淀粉, 质量比为2:4:1:1; 拔水剂为丙烯酸类聚合物。

防油剂为C6型全氟防油剂或无氟防油剂。

本发明提供的电子元器件载带纸, 强度高、不易吸水、平滑性好, 在面层的表面和底层背面进行抗拉表面施胶剂处理后, 抗拉性能提高, 在撕拉后, 表面无毛屑, 可以作为微型片式电子元件的封装载体。

通过抗拉表面施胶剂的处理后, 获得的载带原纸, 性能稳定, 剥离力性能更好, 波动范围小, 使纸张在使用过程中, 与热熔胶带黏合后撕开的拉力适中且均匀, 不存在时大时小的情况。

实施例一: 电子元器件载带纸(样品1)的制备过程:

(1) 将化学针叶木浆、化学阔叶木浆、机械针叶木浆和机械阔叶木浆分别进行打浆, 获得游离度为420 csf的化学针叶木浆、游离度为420 csf的化学阔叶木浆、游离度为420 csf的机械针叶木浆和游离度为400 csf的机械阔叶木浆; (2) 将化学针叶木浆和化学阔叶木浆按照重量比为40:90混合, 获得面层浆料; 将化学针叶木浆、化学阔叶木浆、机械针叶木浆和机械阔叶浆按照重量比为10:30:30:70混合, 获得芯层浆料, 将化学针叶木浆和化学阔叶木浆按照重量比为40:90混合, 获得底层浆料; (3) 分别在面层浆料、芯层浆料和底层浆料中添加浆内施胶剂后, 制备面层、芯层和底层, 在底层两侧喷淋防油层, 面层的表面和底层背面进行抗拉表面施胶剂处理, 面层、芯层和底层压制于一体, 烘干后获得抗油抗拉原纸。

其中, 表面施胶工艺中采用抗拉表面施胶剂, 抗拉表面施胶剂包括淀粉4份, 聚乙烯醇0.5份, 醋酸乙烯4份, 丙烯酸乳液5份, 润滑剂1份, 抗水剂1.5份, 杀菌剂1份, 热塑型树脂1份, 干强剂2.5份, 湿强剂2.5份, 拨水剂3.5份, 羧甲基纤维素3.5份和流变剂1.5份。

面层、芯层和底层中添加的浆内施胶剂均为

60 kg/t浆。

实施例二: 电子元器件载带纸(样品2)的制备过程, 不同于实施例一之处:

抗拉表面施胶剂包括淀粉10份, 聚乙烯醇5份, 醋酸乙烯5份, 丙烯酸乳液10份, 润滑剂1份, 抗水剂2.5份, 杀菌剂1份, 热塑型树脂2份, 干强剂2份, 湿强剂2份, 拨水剂3份, 羧甲基纤维素3份和流变剂1份。

实施例三: 电子元器件载带纸(样品3)的制备过程, 不同于实施例一之处:

抗拉表面施胶剂包括淀粉12份, 聚乙烯醇3份, 醋酸乙烯5.5份, 丙烯酸乳液11份, 润滑剂2份, 抗水剂3份, 杀菌剂1份, 热塑型树脂2份, 干强剂2.5份, 湿强剂2份, 拨水剂3份, 羧甲基纤维素3份和流变剂1份。

面层、芯层和底层中添加的浆内施胶剂均为0.5~60 kg/t浆。制备面层、芯层和底层后, 底层的两侧喷淋防油层。制备的样品1、2、3的原纸水分5.5%~7.5%, 内结合强度 $\geq 350 \text{ J/m}^2$ 、耐折度平均值 ≥ 600 次, 表面吸水性 $\leq 30 \text{ g/m}^2$, 表面强度 $\geq 3 \text{ m/s}$, 防油等级为KIT ≥ 9 级; 胶带热熔黏合后撕开的拉力达到20~70 g, 无表面毛屑, 符合电子元器件载带纸使用标准。

一种铜版纸表面覆膜设备

申请公布号: CN 114892441 A

发明人: 孙世伟 武龙建

申请人: 孙世伟

现有的覆膜装置在覆膜过程中, 不能够在短时间内对纸面上的糊状聚氯乙烯树脂液进行涂抹, 因此在铜版纸随收卷轮移动的过程中, 其表面极易凹凸不平, 影响质量, 同时通过直接浸在覆膜池中对其进行覆膜容易造成两面覆膜情况不一致的状况发生, 影响铜版纸的质量, 并且该种结构不能够对铜版纸进行干燥, 需要利用其他机械对其进行干燥后再进行收卷, 较为麻烦, 影响生产进度。

提供一种铜版纸表面覆膜设备, 通过设置覆膜机

构,能够对喷涂后的铜版纸进行滚动按压,使其表面的糊状聚氯乙烯树脂液均匀分布,避免其表面出现凹凸不平的状况,提高铜版纸生产质量,同时能够对涂抹均匀后的铜版纸进行风干,因此能够直接对经过覆膜机构后的铜版纸进行收卷,提高生产效率。

如图1、图2所示,该种铜版纸表面覆膜设备包括覆膜池、万向轮、放卷轮、收卷轮以及覆膜机构,覆膜池的下端外表面设置有若干组万向轮,且覆膜池的左右两侧外表面均开设有转动孔,两组转动孔的内部分别转动连接有放卷轮与收卷轮,且覆膜池的内部靠近中间的位置设置有覆膜机构,放卷轮、覆膜机构以及收卷轮之间设置有铜版纸。

通过设置覆膜机构,能够对喷涂后的铜版纸进行滚动按压,使其表面的糊状聚氯乙烯树脂液均匀分布,避免其表面出现凹凸不平的状况,提高铜版纸生产质量,同时能够对涂抹均匀后的铜版纸进行风干,因此能够直接对经过覆膜机构后的铜版纸进行收卷,提高生产效率。

覆膜机构包括覆膜框、喷涂组件、辊压组件以及干燥组件,覆膜框固定连接于覆膜池的中间位置,且覆膜框的前后两端外表面与覆膜池的内表面固定连接,覆膜框的一侧外表面中间位置开设有导向孔,且铜版纸的一端位于放卷轮表面,另一端贯穿导向孔并延伸至收卷轮表面,覆膜框内部从左至右依次设置有喷涂组件、辊压组件以及干燥组件,喷涂组件包括连接管一、连接管二、储料腔、喷涂头以及泵体一,覆膜框的内部靠近左侧位于导向孔上下两侧的位置均开设有储料腔,两组储料腔相通,位于导向孔下方的一组储料腔内表面的底端设置有泵体一,且泵体一的输出端固定连接于连接管一,连接管一贯穿于两组储料腔之间,且储料腔内表面与靠近导向孔的一侧嵌入式固定连接有若干组喷涂头,喷涂头的远离导向孔的一侧固定连接于连接管二,且连接管二远离喷涂头的一端与连接管一固定连接并相通。

在生产过程中,铜版纸的一端依次贯穿放卷轮、覆膜机构以及收卷轮,并向收卷轮方向移动,在该过程中泵体一开始工作,不断的将储料腔内部的涂料依次通过连接管一、连接管二以及喷涂头喷向铜版纸的表面,从而对铜版纸表面进行覆膜。

辊压组件包括导向辊、空腔、光滑层、储液腔以及加热组件,覆膜框内部位于导向孔上下两侧的位置均开设有空腔,且空腔位于储料腔的右侧,两组空腔的内表面的顶端靠近左侧的位置均通过转轴转动连接有导向辊,导向辊贯穿至导向孔的内部,且导向辊的外表面设置有光滑层,两组导向辊的外表面均与铜版纸的外表面紧密贴合,两组腔体内表面的一端位于导向辊左侧的位置均固定连接于刮板,且刮板的一端与导向辊外表面的光滑层紧密贴合,刮板靠近导向辊的一端外表面呈弧形。

经过喷涂后的铜版纸向辊压组件方向持续移动,因此带动导向辊向右侧转动,同时导向辊对铜版纸表面的涂料进行按压抚平,提高铜版纸表面的平整度,在导向辊与铜版纸接触的过程中,导向辊表面容易附着一定量的糊状涂料,容易在其随着铜版纸转动的过程中影响铜版纸表面的平整度,因此通过设置刮板的外表面与导向管辊外表面光滑层紧密贴合,能够有效地对导向辊表面附着的糊状涂料进行刮除,从而保证铜版纸的生产质量。

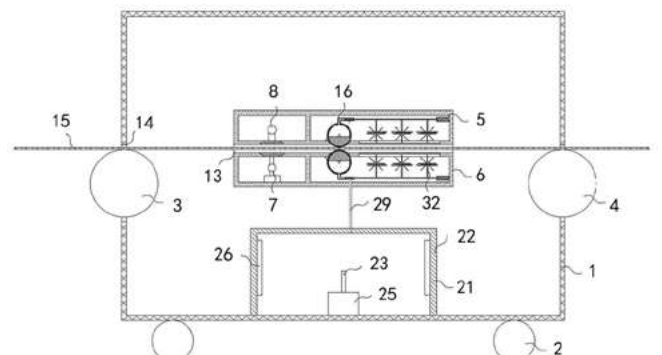
加热组件包括加热框、进液管、出液管一、出液管二以及泵体二,导向辊内部的一侧开设有储液腔,且储液腔横截面大于导向辊横截面的一半,覆膜池的内表面位于覆膜框底端的位置固定连接于加热框,且加热框的内壁固定连接于若干组加热管,加热框的内部设置有泵体二,且泵体二的输出端固定连接于进液管,进液管远离泵体的一端呈U型,且进液管呈U型的一端分别贯穿两组导向辊对应的一组转动轴并延伸至导向辊的内部与导向辊转动连接,两组导向辊外表面靠近中部的的位置均开设有转动槽,且转动槽的内部转动连接有转动环,转动环的一侧外表面固定连接于出液管一,且出液管一的一侧固定连接于出液管二,出液管二远离出液管一的一端贯穿至加热框的内部并与加热框固定连接,储液腔内表面与出液管一对应的位置开设有出液孔,转动环的外表面也设置有光滑层并与导向辊外表面的光滑层在同一面上,且转动环的内表面与导向辊的连接处设置有密封层。

通过设置加热组件,能够向辊筒的内部导入具有一定温度的水流,且水流的温度通过导向辊穿导入铜版纸表面,从而使实现对铜版纸覆膜之后的初步预

热,并且能够保证空腔内部空气的温度,能够保证覆膜的均匀度,同时在该过程中能够保证水流处于流动状态,反复进入加热框的内部进行加热,从而能够保证导向辊内部温度的稳定,在加热框内部加热后的水流在泵体二的作用下流经进液管进入储液腔的内部,在导向辊转动的过程中,导向辊与转动环相对转动,当出液孔与储液管一相对应时,储液腔内部的水流在水压作用下依次进入出液管一、出液管二并在此进入加热框的内部进行加热。

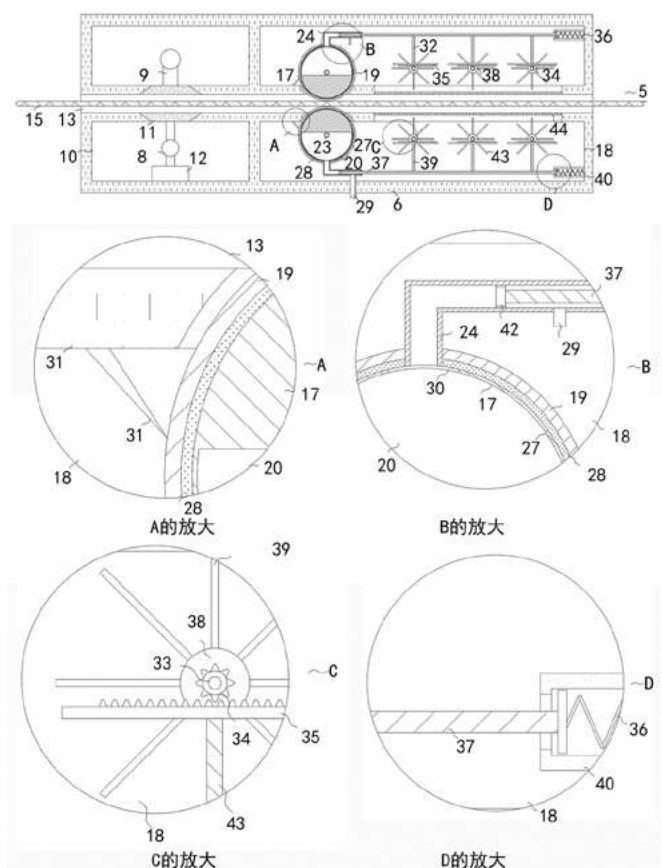
干燥组件包括转动杆、转动叶片、固定环、齿条、弹簧、活动板以及限位筒,出液管一远离导向管的一端开设有通孔,且通孔的内部活动连接有活塞,活塞的一侧固定连接在活动板,且活动板远离活塞的一端贯穿至限位筒的内部,限位筒固定连接于空腔内表面,且限位筒的内部设置有弹簧,弹簧的一端与限位筒内表面固定连接,另一端与活动板固定连接,且活动板的横截面呈T型,两组空腔的内部靠近导向孔的一侧均转动连接有若干组转动杆,转动杆的外表面固定连接有若干组固定环,且固定环的外表面固定连接有若干组转动叶片,活动板的外表面与转动杆对应的位置固定连接有固定杆,且固定杆的一端与齿条固定连接,转动杆外表面与齿条对应的位置固定连接有齿轮,且齿轮与齿条相啮合,自然状态下,活塞位于出液管二的左侧,导向孔的内表面与干燥组件对应的位置嵌入式固定连接有镂空网。

同时通过设置干燥组件与加热组件相互配合,能够在导向辊转动的过程中使转动杆带动其表面的固定环以及转动叶片转动,从而实现对覆膜后的铜版纸进行干燥,自然状态下,活塞位于出液管二的左侧,当导向辊表面开设的出液孔与出液管一相对应时,泵体二持续工作,因此储液腔内部的水流在其水压作用下向出液管一的内部流动并推动活塞向出液管二的方向移动,从而使活塞推动活动板挤压弹簧,当活塞位于出液管二的右侧时,水流通过出液管二的内部进入加热框的内部,此时出液孔与出液管一相错开,出液管一内部的水压降低,活动板在弹簧的作用下向出液管一内部推动活塞,使活塞复位,如此反复,因此在该过程中,活动板带动固定杆以及齿条沿出液管一的方向反复移动,由齿条与齿轮相互啮合,因此在齿条反复移



1—覆膜池 2—万向轮 3—放卷轮 4—收卷轮 5—覆膜机构
6—覆膜框 7—喷涂组件 8—连接管一 13—导向孔 14—转动孔
15—铜版纸 16—辊压组件 21—加热组件 22—加热框 23—进液管
25—泵体二 26—加热管 29—出液管二 32—干燥组件

图1 铜版纸表面覆膜设备的结构



5—覆膜机构 6—覆膜框 8—连接管一 9—连接管二 10—储料腔
11—喷涂头 12—泵体一 13—导向孔 14—转动孔 15—铜版纸
17—导向辊 18—空腔 19—光滑层 20—储液腔 23—进液管
24—出液管一 27—转动槽 28—转动环 29—出液管二
30—出液孔 31—刮板 32—干燥组件 33—转动杆 34—齿条
35—齿条 36—弹簧 37—活动板 38—固定环 39—转动叶片
40—限位筒 41—通孔 42—活塞 43—固定杆 44—镂空网

图2 覆膜机构的结构

动过程中, 齿轮带动转动杆以及其表面的转动叶片反复转动, 对铜版纸进行干燥。

一种本色废纸原料制浆工艺

申请公布号: CN 114892434 A

发明人: 袁野 杨康 蔡立兵

申请人: 安徽省宁国市兆丰纸业有限公司

本色纸以本色浆为主要原料, 本色浆属于全无氯浆, 不含荧光增白剂, 不含人类一级致癌物二恶英, 保持植物纤维100%的天然本色, 是新一代对环境无污染, 对人体无危害, 原浆、原色的健康环保型纸, 本色纸生产过程中, 为了保护环境, 需要对本色废纸进行重新使用。

目前本色废纸原料在制备过程中需要在打浆设备中对废纸与水、打浆酶进行混合成浆, 但是目前水和打浆酶是一次性全部加入打浆设备中, 导致废纸与水 and 打浆酶的均匀混合效率较慢, 同时在废纸搅拌过程中, 会有部分废纸黏附在打浆设备内壁, 从而导致废纸的制浆均匀度下降。

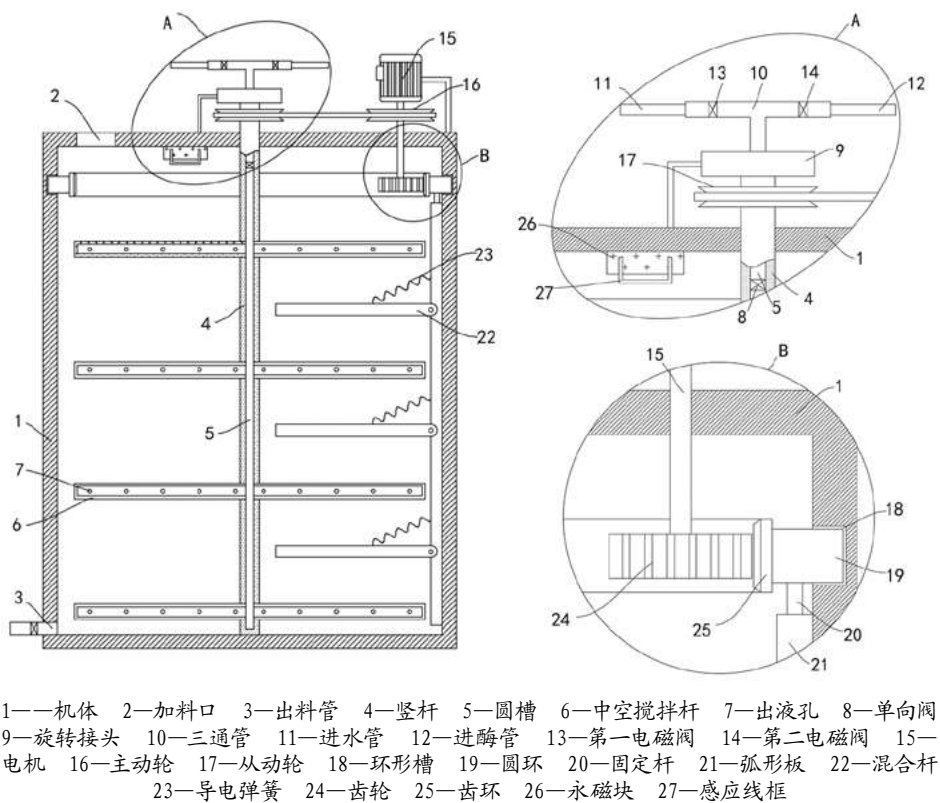
提出一种本色废纸原料制浆工艺。

如图1所示, 该种本色废纸原料制浆工艺的步骤: (1) 碎解除杂, 将本色废纸原料放在粉碎设备中碎解后通过筛选设备进行筛分去杂质处理; (2) 打浆分解, 将废纸和水按照重量比为100:1混合, 然后加入废纸打浆设备中进行打浆; (3) 加入质量浓度为10~15 ppm的打浆酶, 并控制打浆温度为50~60℃, pH为8~9; (4) 浓缩分散, 将打浆制备的纸水混合物添加至温度在80~90℃的浓缩设备中浓缩5~8 min, 从而得到本色废纸浆料。

打浆设备的机体内壁转动连接有竖杆, 竖杆上端开设有圆槽, 圆槽内壁固定连接有多个中空搅拌杆, 中空搅拌杆内壁开设有多个出液孔, 机体上端通过支架固定连接有旋转接头, 竖杆上端贯穿机体顶部并与旋转接头下端固定连接, 旋转接头上端安装有三通管, 三通管两端分别固定连接进水管和进酶管, 三通管靠近进水管和进酶管的内壁分别安装有第一电磁阀和第二电磁阀, 第一电磁阀和第二电磁阀与外界电源耦合连接, 机体上设有驱动竖杆转动的驱动机构, 机体内壁开设有环形槽, 环形槽内设有对加快制浆效率的混合机构。

在对机体内添加水时, 第一电磁阀通电打开, 第二电磁阀断电关闭; 在对机体内添加打浆酶时, 第一电磁阀断电关闭, 第二电磁阀通电打开, 可以通过工作人员手动操作。

驱动机构包括通过支架固定连接在机体上端的电机, 电机活动轴侧壁固定连接主动轮, 竖杆位于机体上方的侧壁固定连接有从动轮, 主动轮和从动轮之间连接有同步带。



1—机体 2—加料口 3—出料管 4—竖杆 5—圆槽 6—中空搅拌杆 7—出液孔 8—单向阀 9—旋转接头 10—三通管 11—进水管 12—进酶管 13—第一电磁阀 14—第二电磁阀 15—电机 16—主动轮 17—从动轮 18—环形槽 19—圆环 20—固定杆 21—弧形板 22—混合杆 23—导电弹簧 24—齿轮 25—齿环 26—永磁块 27—感应线框

图1 本色废纸原料制浆工艺的结构

混合机构包括滑动连接在环形槽内壁的圆环，圆环下端通过固定杆固定连接有弧形板，弧形板侧壁与机体内壁贴合，弧形板远离机体内壁的侧壁转动连接有多个混合杆，混合杆上端通过导电弹簧与弧形板侧壁弹性连接，导电弹簧上设有橡胶套。

电机活动端贯穿机体顶部并固定连接有齿轮，圆环内圈侧壁固定连接有齿环，齿轮侧壁与齿环侧壁啮合连接。机体上设有供电机构，供电机构包括安装在机体顶部的永磁块，永磁块上插设有感应线框，感应线框与导电弹簧耦合连接，位于最上方的其中一个中空搅拌杆采用永磁材料制成。

机体顶部开设有加料口，机体内壁下方固定连接有出料管，出料管内安装有阀门。

圆槽内安装有仅允许液体从外界进入机体内的单向阀，避免机体内的液体流出。

将筛分后的废纸通过加料口加入机体内，随后对第一电磁阀通电打开，对第二电磁阀断电关闭，进而通过进水管和旋转接头向圆槽内加水，随后水通过多个中空搅拌杆和多个出液孔流出，使得水与废纸均匀地混合，随后驱动电机转动，进而主动轮通过同步带带动从动轮转动，进而竖杆带动多个中空搅拌杆转动，对废纸与水均匀混合搅拌，在机体内的水加入一定量后，此时对第一电磁阀断电关闭，对第二电磁阀通电打开，进而通过进酶管和旋转接头向圆槽内加打浆酶，随后打浆酶会均匀进入机体内，从而加快废纸的制浆效率；电机转动过程中，齿轮会带动齿环转动，进而齿环会带动圆环转动，进而圆环通过固定杆带动

弧形板转动，一方面弧形板转动可以将机体内壁黏附的废纸刮落，避免废纸在机体内壁残留，从而影响制浆质量，另一方面弧形板转动可以带动多个混合杆转动，再次加快对废纸的搅拌；在多个中空搅拌杆转动过程中，采用磁性材料制成的中空搅拌杆会不断掠过永磁块，进而感应线框间歇性切割中空搅拌杆与永磁块之间的磁感线，使得感应线框上间歇性产生感应电流，进而可以对导电弹簧上间歇性通电，进而导电弹簧会周期性收缩和伸长，使得混合杆会上下不断竖向转动，进而混合杆既可以横向转动，又可以竖向转动，从而加快废纸的制浆效率，在废纸制浆完成后，通过出料管将纸浆排出即可。

有益效果：(1) 通过设置旋转接头、圆槽和驱动机构，水和打浆酶可以均匀地加入机体中，使得在多个中空搅拌杆转动过程中，可以使得废纸与水与打浆酶均匀混合搅拌，从而加快废纸的制浆效率。(2) 通过设置混合机构，弧形板转动不仅可以将机体内壁黏附的废纸刮落，避免废纸在机体内壁残留，从而影响制浆质量，还可以带动多个混合杆转动，再次加快对废纸的搅拌。(3) 通过设置供电机构，感应线框间歇性切割中空搅拌杆与永磁块之间的磁感线，使得感应线框上间歇性产生感应电流，进而可以对导电弹簧上间歇性通电，进而导电弹簧会周期性收缩和伸长，使得混合杆会上下不断竖向转动，进而混合杆既可以横向转动，又可以竖向转动，从而加快废纸的制浆效率，同时无需外界供电机构，节能环保。

(以上专利技术信息，由徐红霞提供)

著作权说明

在信息时代，为加快知识传播速度、扩大受众群体、提高本刊和作者的知名度和影响力，本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社、万方数据股份有限公司、重庆维普资讯有限公司、华艺数位股份有限公司、博看网等分别在中国知网及其系列数据库、万方数据—数字化期刊群及其中国核心期刊(遴选)数据库、维普网及其中文科技期刊数据库、Airiti Library华艺线上图书馆等产品中，以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文或重点内容。本社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。

特此说明。

中华纸业杂志社
2023年8月6日



中华纸业传媒



浆纸技术

中华纸业 2024年征订启事

2024年1月起，改为月刊

中国造纸协会会刊《中华纸业》，是我国造纸行业唯一定位于产业综合指导类的权威性期刊，是中国学术期刊综合评价数据库、中国期刊全文数据库、中国科学文献计量评价数据库、中国核心期刊（遴选）数据库、中文科技期刊数据库、美国《化学文摘》等统计源期刊。每月推出深度专题报道。

办刊宗旨：研讨发展战略、促进科学管理、推动技术进步、服务产业经济

主要内容：国家产业政策、行业发展规划、市场分析预测、企业发展战略、行业技术进步、企业技术创新、企业生产实践、国外前沿技术、纸业新闻资讯、技术动态信息

内容特色：导向性、创新性、前瞻性、先进性、实用性、时效性

读者对象：造纸企业决策层和经营管理者、企业工程技术人员、行业协（学）会组织、政府有关部门及产业经济研究人员、科研设计及大专院校有关工作人员

订阅须知：全年定价：内地30元/期，全年12期，共计订费360元人民币，如需快递邮寄，另加快递费10元/期，全年480元/年；

港澳台及国外30美元/期，全年12期，共计360美元（含挂号邮寄费）。

订阅者可到当地邮局办理（邮发代号：24-136），也可直接汇款至杂志社订阅。订阅方法如下：

● 邮局汇款：山东省济南市历城区工业南路101号 中华纸业杂志社 收（邮编：250100）

● 银行汇款：户名：山东中华纸业传媒有限公司

开户银行：中国工商银行济南市高新支行 帐号：1602 0236 0920 0002 165

● 邮局汇款时请注明订阅单位名称、地址、邮编、电话和收件人姓名；

银行汇款时请将“订阅回执”填写后连同汇款底单一起通过传真、QQ、微信等形式传回本社。

联系方式：电话：0531-88522949 88192236

E-mail: 270304364@qq.com QQ: 270304364 联系人：赵琬青



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

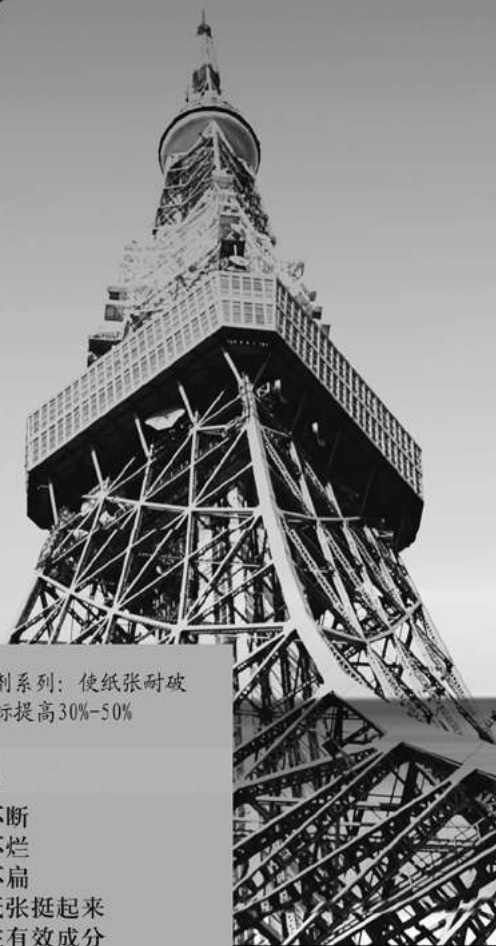
地址: 济南市高新区汉峪金谷A3-1-1602室 电话: 0531-88588896/88588996
传真: 0531-88199756 邮址: sdhf166@126.com 网址: www.hfkjtd.com



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

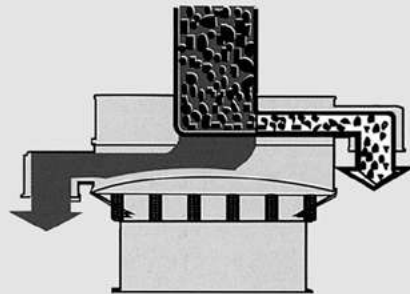
振动筛分机是引进国内外先进技术，结合我国实际情况新开发的新型筛分过滤设备。适用于固液、浆液、粘液物料自动分离及碳酸钙的过滤。

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

广东珠玑纸业
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
海盐嘉湖纸业
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。

主导产品

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

因为专业 所以更好

安徽金兄弟科技股份有限公司

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>

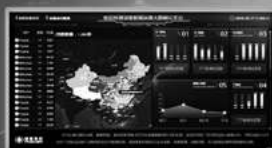


品享科技，纸浆纸张品质管理专家

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



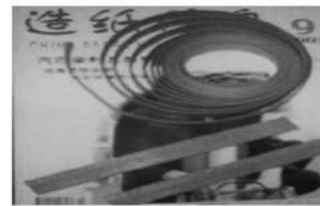
实验室仪器校准及规划
TESTER CALIBRATION AND LABORATORY PLANNING



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创业园许庄许南

电话：0523-86112333/86112111 手机：15152991688 15605263338

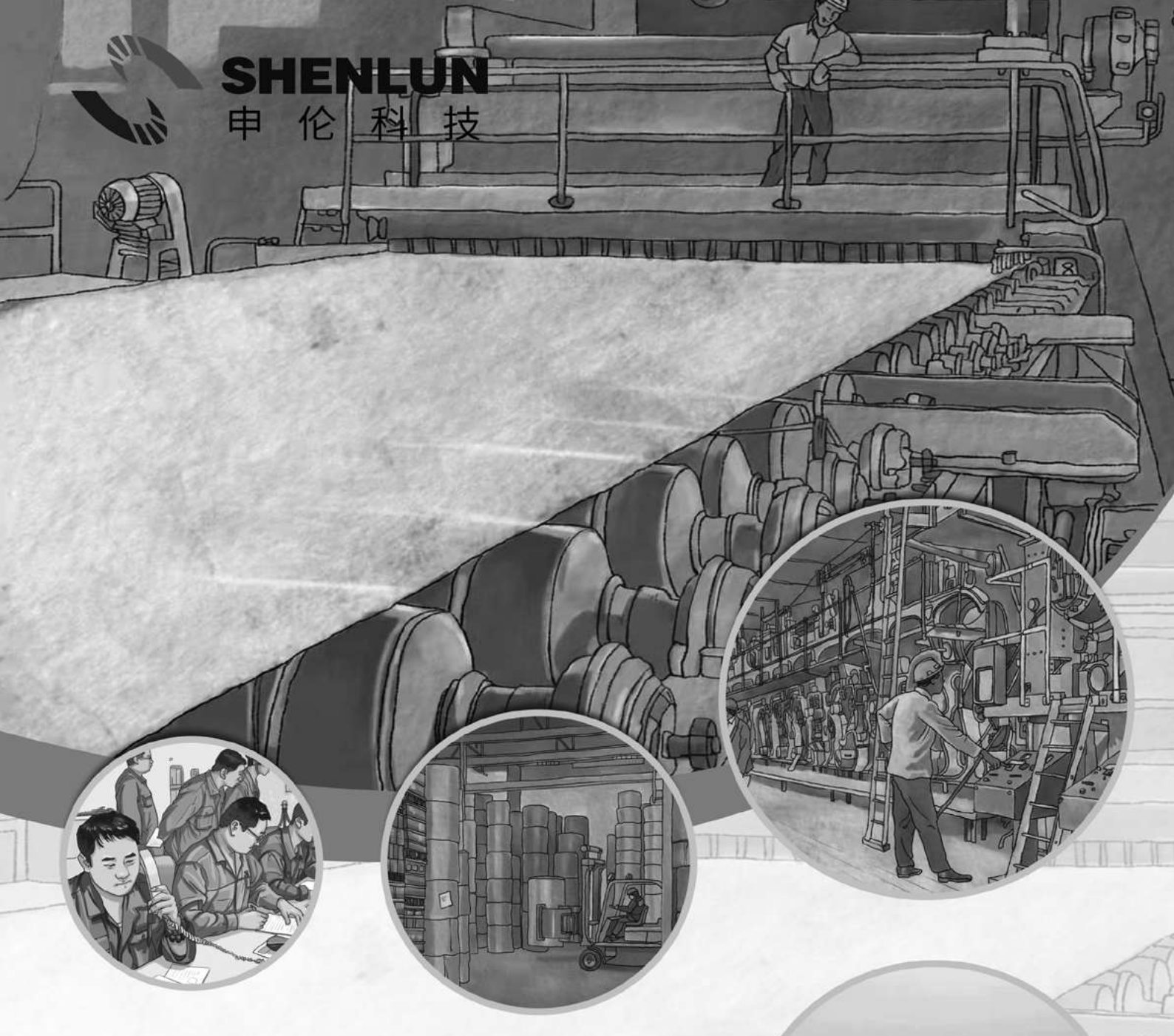
网址 <http://www.jsxzok.com>

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

雄鹰展翅 节能先锋

新技术、高质量、优服务
New technique High quality Excellent service

专注于浆料搅拌和输送的技术专家
The technical experts focus on pulp mixing and conveying

东瑞始终以其高效节能的性能，持久耐用的质量和优质的服务享誉业界
国家高新技术企业，获得多项国家专利、国家星火计划和优秀民营科技企业
东瑞愿与您携手共创辉煌

Dongrui got well reputation in industry stand-by its energy-efficient performance, durable quality and perfect service
Dongrui won several national patents, 'National Spark Program' and 'Outstanding Private Technology Enterprises'
Dongrui is willing to work with you to create brilliant

主营产品：纸浆泵、搅拌机、中浓度磨浆机（150-200t/d）、搓丝机等



DSW系列低脉冲泵（稀浆泵）
DSW Series Low Pulse Pump (Dilute Pump)



DSA系列无堵塞粗浆泵
DSA Series Non-Clog Thick Pulp Pump



DTJ系列全调安全
节能浆池（塔）搅拌机
DTJ Series Adjustment Safety Mixer



DWFP系列低脉冲泵
DWFP Series Low Pulse Pump



DS系列纸浆泵
DS Series Pulp Pump



DZM中浓度磨浆机
DZM medium concentration refiner



**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！**

造纸化学品（部分）

湿强解离剂	树脂控制剂	干 / 湿增强剂	杀菌剂	挺硬剂
湿强促进剂	胶粘物控制剂	苯丙表胶（阳）	清洗剂	膨松剂
助留助滤剂	高效除胶剂	沉积物控制剂	保洁剂	柔软剂

水处理化学品（部分）

絮凝剂	除臭剂	杀菌剂	COD 降解剂
分散剂	除垢剂	抑垢剂	氨氮去除剂



江门市南化实业有限公司

电话：+86-750-6709678

传真：+86-750-6709678

业务负责人：李

地址：广东省江门市



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



ZINGWELL 数控深孔枪钻机床 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。

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

支撑型和螺拴型滚轮

轴承座

主轴轴承

直接驱动电机

发动机轴承

滚针轴承

调心滚子轴承

圆锥滚子轴承

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

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!



YCHB
赢创动力机械

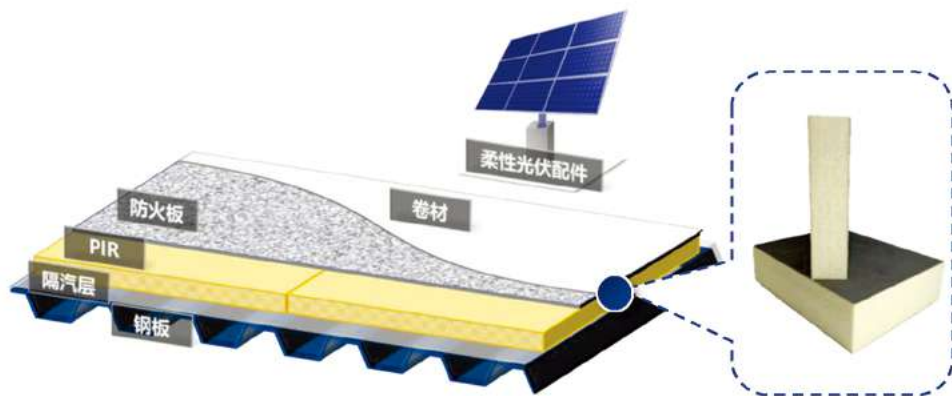
济南赢创动力机械有限公司

地址：山东省济南市槐荫区恒大财富中心2栋1307室
联系人：贾先生 18853117999 邮箱：yingchuang668@163.com



单层防水卷材屋面体系

高效节能保温材料PIR (Polyiso)



□ 高效保温

- PIR节能效果是岩棉的2倍，XPS的1.5倍。

□ 防潮防水

- 闭孔结构，高湿环境不影响材料性能，使用寿命可达50年。

□ 防火安全

- 热固性B1级防火，系统可达A级。

PIR保温材料是唯一获得FM认证和UL认证，可直接应用于金属屋面板的泡沫保温产品

项目案例

- **金光集团APP项目** 年产78万吨高档生活用纸项目，一期投资总额120亿元，是国内目前单次投资最大的卫生纸机项目，并以年生产能力78万吨成为全世界产能最大的单一生活用纸基地。
- 由于造纸车间的湿区属于高温高湿环境。冬季水蒸气易在屋面形成冷凝水，加速螺钉氧化腐蚀。同时该项目紧邻沿海夏季台风多，风荷载较大，经过业主大量调研和严格筛选后，确定采用PIR单层屋面结构。



铺设PIR保温板



铺设防火板



铺设TPO防水卷材



最终效果

了解更多，请联系18953558787（微信同号）宫经理



化机浆装备和工艺技术的引领者

植物纤维清洁制浆专利技术

国家发明专利: ZL201510091919.0



多级压力筛/多级分级筛



废水微浮选机



LFT超效浮选脱墨机



超级滤水机



双螺杆多功能搓磨分丝机



高浓磨浆机



中浓磨浆机

各种竹子、秸秆、枝桠材、木材清洁制浆成套装备工艺技术及设计
通过挤压、溃散、撕裂及化学浸渍, 化工助剂降低25%以上、电耗
降低30%以上, 同时能够获得高品质的浆料。

山东省壮丰环境工程有限公司
山东省利丰机械有限公司



微信扫一扫

地址: 山东省诸城市兴华东路7218号
电话: 0536-6061832 传真: 0536-6060832
E-mail: lfsyjx@163.com 手机: 13906460995
[Http://www.lifengzaozhi.com](http://www.lifengzaozhi.com) [Http://www.zhuangfenghuanbao.com](http://www.zhuangfenghuanbao.com)
[Http://www.lfzjx.com](http://www.lfzjx.com) [Http://www.qingjiezhijiang.com](http://www.qingjiezhijiang.com)



山东德源美斯特胶辊有限公司

Met-Filmsize I 膜转移施胶辊包覆层

Met-Filmsize I 是一款性能优越的通用型膜转移施胶覆层材料，已成功上机稳定运行。

Met-Filmsize I 覆层的特性：

1、Filmsize独特的配方体系和硫化工艺，使覆层性能有别于传统橡胶，具有超强的耐溶剂性、耐老化性。耐磨性强，硬度适中、一致，且具有优良的回弹性，保证施胶区的稳定。

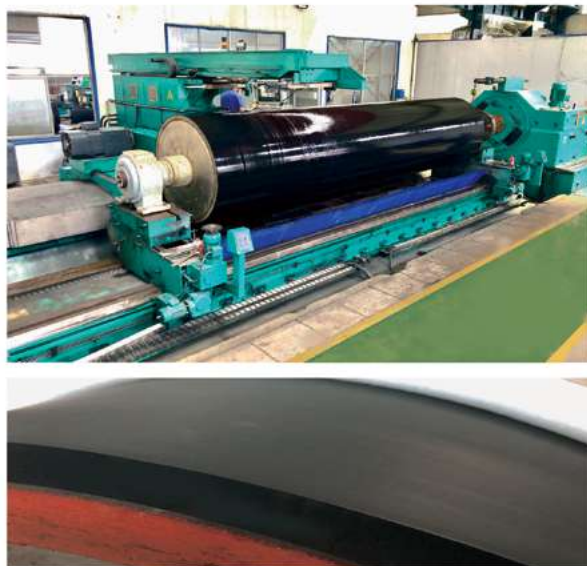
2、Filmsize覆层具有优异的吸湿性，配合优良的压缩回弹性能来保证施胶量的一致性。

3、除此之外Filmsize具有优异的剥离性，保证良好的膜分裂效果，避免雾溅和纸业施胶不均等问题。

应用：

文化纸和低克重包装纸的膜转移施胶辊。

已在太阳纸业3520文化纸机稳定运行，车速900m/min。



为造纸 更节能

高性能聚氨酯 高端橡胶 复合材料软压光

山东德源美斯特胶辊有限公司，致力于造纸胶辊的覆层材料包覆。秉承“为造纸更节能”的行业理念，为高速、大型纸机研发了**高性能聚氨酯体系、高端合成橡胶与高分子树脂并用体系、纤维增强复合材料体系**，已广泛应用于国内外文化用纸、包装用纸、卫生用纸及各类特殊用纸生产线，加工能力Φ2500mm*12000mm。



企业公众号

山东德源美斯特胶辊有限公司
地址：山东省滕州市经济开发区恒源路299号
电话：0632-5155518
传真：0632-5155519

邮箱：cn-deyuan2008@163.com

江西德源胶辊有限公司
地址：江西省宜春市上高县五里岭工业园
电话：0795-2577599
传真：0795-2577699

网址：<http://www.cn-deyuan.com>



杭州潮龙泵业机械有限公司

泵流不息，勇攀高峰

热烈庆祝超强耐磨不锈钢DT材质成功应用于废纸制浆

乔迁之禧

鸿基更创，骏业日新，
恭贺杭州潮龙泵业乔迁新厂！



公司简介 Company Introduction

杭州潮龙泵业机械有限公司，近年来不断研制先进技术，研发的超强耐磨不锈钢DT材质已大量应用于废纸制浆工程。我公司与浙江工业大学工业泵研究院、中国计量大学智能流体装备研究中心签订了技术合作协议，共同成立研发中心，并已通过省市高新技术企业认定、ISO9001质量体系认证。

公司主要产品为SX型全开式纸浆泵、AST型高效节能型纸浆泵、HX型超耐磨纸浆泵、TMXJ型高效搅拌机、CAP型无堵塞涡流泵、SJX型低脉冲上浆泵、TWBX型通道式无堵塞纸浆泵、AX型离心式纸浆泵、CAX型化工流程泵等20多种型号，上百种规格的泵类产品。

我们与玖龙纸业、理文造纸、金光APP集团、世纪阳光、泉林纸业、博汇纸业等150多家国内外大型造纸企业建立了长期的供应关系，产品出口到泰国、越南、菲律宾、马来西亚、孟加拉、缅甸等国家。

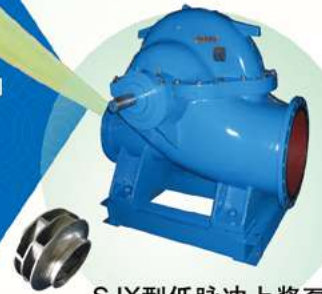
我们现可为50万吨造纸项目提供全套泵类设备，并提供S3、S8、ACP、HW、SF、CP、SP、FP、KZ、BKZ、HCK、CA·P、TWZB、SJ等型号泵的全套备件。



SX型全开离心式纸浆泵



AST型高效节能型纸浆泵



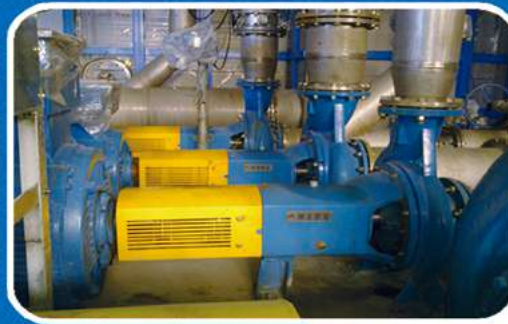
SJX型低脉冲上浆泵



TMXJ型高效搅拌机



成品仓库



使用现场

杭州潮龙泵业机械有限公司 Hangzhou Chaolong Pump Co., Ltd.

新地址：浙江省杭州市萧山区临浦高新开发区（芒东村）

联系人：曹潮立 13805750062 电话：0571-82680222 82681118(总机)

传真：0571-82688007 邮箱：chaolong@chaolongpump.com

网址：www.chaolongpump.com www.stockpump.cn

本公司因企业发展需要，现诚聘以下精英

- 1、全国各区销售经理，有纸厂工作经验，机械、造纸等相关专业优先。
- 2、开机及售后工程师，熟悉泵类产品。
- 3、外贸销售经理，具有造纸设备的外贸从业经验。



“2023中国纸业高质量发展论坛暨第十三届中华纸业浆纸技术论坛”将于11月在福州召开

会议时间：2023年11月15日-16日（15日报到） 会议地点：福州名城酒店

主办单位：中国造纸协会 承办单位：中华纸业杂志社

主要内容

- 中国造纸工业产销形势分析与前景展望
- 造纸企业降本减碳、增加效益的新举措
- 制浆造纸生产线的优化提升及系统解决方案
- 提升废纸纤维及原生纤维综合效益的技术手段
- 高得率制浆全过程碳减排及工程化运行案例
- 特种纸与功能纸等高附加值产品的开发
- 现代化造纸企业的创新成果及应用案例
- 高效节能的制浆造纸设备及附属器材的开发应用
- 新型绿色造纸化学品的研究开发与应用方案
- 降盐、近零排放等环境保护和综合利用可行技术路线
- 工业互联网与智能控制助力纸业创新发展
- 全球森林资源与木片资源的分布、供应及变化趋势

.....

会议主题及主要内容 >>>

聚焦降本增效新举措，培育创新发展新动能

论坛特点

- 论坛特点
- 专业性：紧扣主题，演讲报告经专家严格审查
- 权威性：国内外知名专家学者领衔主讲
- 先进性：演讲代表世界先进水平或国内领先水平
- 实用性：演讲技术已经或能够运用到实际生产
- 多样性：专家报告、现场答疑、案例分析、互动讨论

同期同地召开

2023中国国际造纸和装备博览会暨全国纸张订货交易会（福州海峡国际会展中心）、2023中国纸浆市场形势研讨会等。

会议招商合作联系人：

赵婉青女士，0531-88522949, 15725121168(微信同号) adv@cppi.cn, 940438201 (QQ)

张玉环女士，0531-88553538, 13964195135(微信同号) 609352141 (QQ)

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）





中国优秀造纸装备制造制造商

汉通奥特以自身的技术革新不断推出新产品，帮助纸厂实现高产、节能，清洁、环保的生产目标。

热烈祝贺山东汉通 15万吨废纸浆生产线在印尼顺利开机!

原料：美废、欧废、日废OCC。设计产量500T/D(绝干浆)。成浆含水率≤55%。灰分≤13%。



转鼓式水力碎浆机



单效纤维分离机



双锥高浓除砂器



螺旋压榨脱水机



排渣分离机

汉通奥特——

专注造纸制浆装备领域28年，拥有30余项独家专利技术，以节能、低碳为目标，深耕每一个设计细节，产品畅销全国并出口美、欧、亚、非等37个国家，广受新老客户喜爱和信任！

主导领域

- 1、年产20万吨废纸制浆成套设备。
 - 2、年产10万吨化机浆、生物浆成套设备。
 - 3、纸浆模塑备浆成套设备（工包、餐包）。
- 可承接设计、安装、调试、培训等交钥匙工程！



青岛蓝海挂牌上市



技术研发团队



ZDP42-48"高浓磨浆机



国家高新技术企业

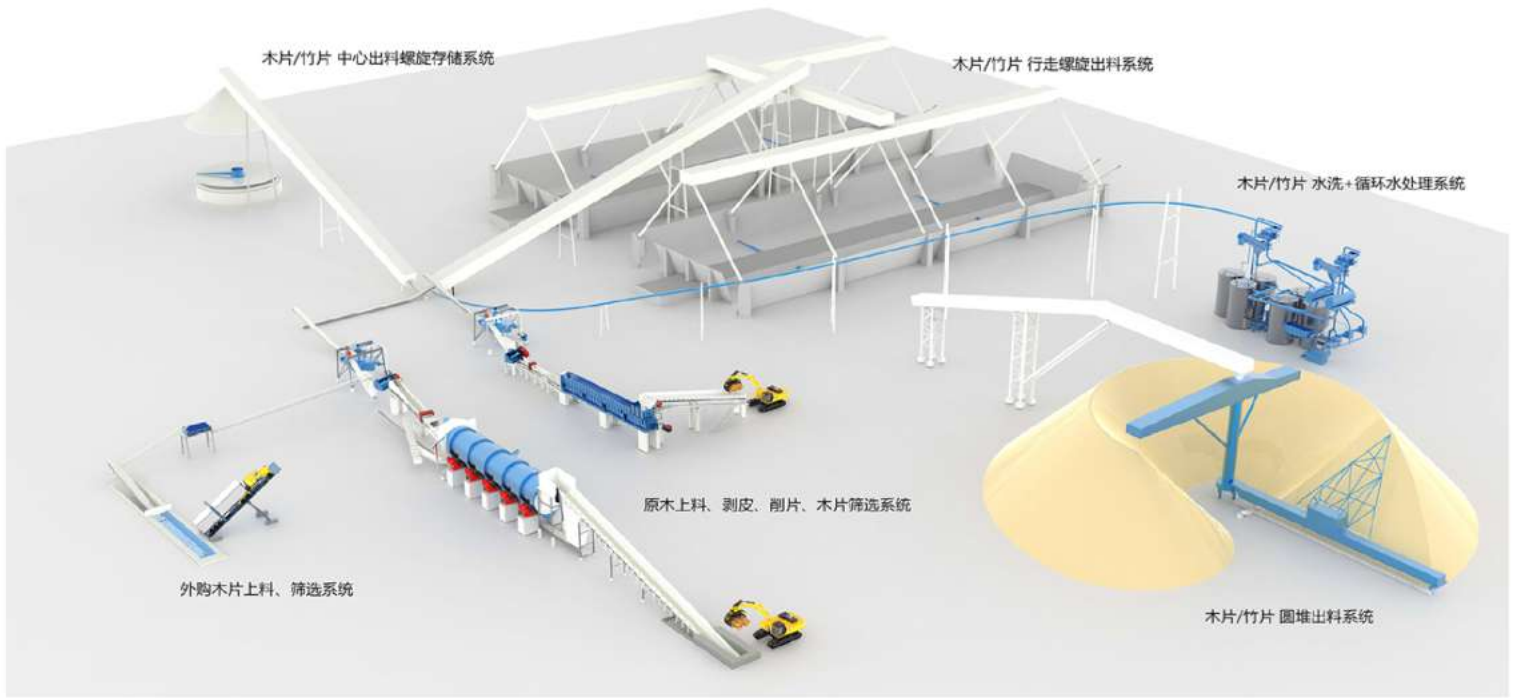


山东汉通奥特机械有限公司 SHANDONG HANTONG AOTE MACHINERY CO., LTD

·地址：山东省诸城市龙都街道西十里
 ·电话：0536-6218640
 ·传真：0536-6589968
 ·邮箱：aote7910@163.com
 ·网址：www.chinahantong.cn(中文)
 ·www.hantongpaper.com(English)



扫一扫，关注汉通奥特公众号



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

地址: 湖南省 株洲市 新马工业园 新马西路 199号

电话: 0731-22038308

E-mail: shusong@nte.com.cn

www.nte.com.cn