

中华纸业传媒



浆纸技术



中华纸业

CHINA PULP & PAPER INDUSTRY

第44卷
总第568期 第24期

2023年12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



鸿源智能高效曝气生化系统

节能30%-60% 荣获国家8项发明等专利

合作方式: ●合同能源管理方式 ●销售

技术服务

- 污水处理工程设计、总包
- 提供土建设计优化方案, 可节省10%-40% (拥有甲级设计资质)
- 为客户提供污水处理运营服务
- 污水臭气处理 工程设计、总包

鸿源环保系列核心设备

- 鸿源SIC厌氧反应器等
- 鸿源可提升式微孔曝气器
- 鸿源射流曝气器
- 鸿源旋流曝气器
- 鸿源芬顿反应器
- 鸿源高效混凝机械澄清器
- 鸿源高效活性沙过滤器
- 鸿源高效气浮
- 鸿源刮吸泥机



- 案例: 1、中冶纸业银河智能高效曝气生化系统建造
年节约电费: 392.39万元
节能率(改造后比改造前): 45.96%
- 2、中冶纸业银河SIC厌氧系统:
● $\phi \times H$: 13.5m \times 28m ●拥有多项专有技术

山东鸿源环保科技有限公司 ——造纸污水处理专业公司

地址: 山东省济南市高新区 联系人: 庞先生 电话: 18660395518 微信: 18660395518

瑞安市登峰喷淋技术有限公司

针形喷嘴 用途：网毯冲洗、水印辊、真空辊清洗



用途：干网清洗、干纸切割



双孔水针

裁纸边水针

微细雾化喷嘴

管道喷嘴

空气雾化喷嘴



扇形喷嘴 用途：网毯冲洗，加湿，剥离剂，施胶剂喷淋辊和纸张加湿



园林喷嘴



消泡喷嘴

蒸汽喷嘴

自清洗喷嘴

反冲洗喷嘴

淀粉喷嘴

除尘喷嘴

给油分配器



白水过滤器

水针过滤器

过滤器 流量：3m³/h~1500m³/h 压力：0.3MPa~4MPa 目数：10~500



传感器：气压：0.2MPa~0.5MPa 车速：50~2000m/min



电动张紧器



校正器执行机构



移动水针装置



720 带毛刷喷淋管



不锈钢除砂器 606, 700



地址：浙江省瑞安市上望街道东安村

电话：0577-65166077 (0)18958801181

传真：0577-65166099

http://www.chinadengfeng.com

E-mail: ruiandengfeng@yahoo.cn

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
现实运行车速已达到780m/min

已陆续为仙鹤股份提供19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》编辑部
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 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

万吨纸浆穿泵过 优选好泵尚宝罗



SK型、SGZ型无堵塞无泄漏纸浆泵



SVP型涡流式浆泵



SJ型低脉冲浆泵



SLP型螺旋式纸浆泵



SM型浆池推进器（搅拌器）



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

技术进步

1 燃料电池气体扩散层中碳纸材料研究进展/陈逸菲
赵思涵 赵浩轩 等

研究开发

10 生物机械法处理玉米秸秆制备纸浆、葡萄糖和木糖
/蒋晓静 许振利 孙建功 等

14 美纹纸浸渍工艺影响因素研究/史海真 杨柳青
邱旭峰 等

18 棕榈果壳的制浆性能初步探索及其部分替代国产废
纸浆的可行性研究/陈满 丁帅 袁建波 等

25 造纸湿部絮凝的检测分析及研究/邓立锋 周怡

29 GF-AAS测定生活用纸中铅的研究/彭小悦 刘怡廷
代泳波 等

生产实践

32 基于三菱PLC与丹佛斯变频器的通讯技术在造纸机
变频传动控制系统中的应用/祝建荣

41 造纸设备结垢的处理实践/邵校 汪桂红 张兴利
等

48 电解法双氧水生产系统在制浆漂白中的应用/杨勇

53 某包装纸厂涂布段改造应用/张东生

57 软辊性能变化对超级压光机运行的影响/陈赛 徐鹤
贾荣智

纵横

60 生活用纸标识的使用及其简析/高帅 马婧怡 庞
方丽 等

63 电网监控技术在智能电力系统中的应用与发展趋势/
盛安宁 李东晓

66 基于嵌入式技术的智能电网监控模式及关键环节分
析/张帅 侣庆栋

69 人工智能在110kV和35kV线路保护中的潜在应用价
值/龙建荣 韩国忠

Technology

1 Research Progress of Carbon Paper Materials in Gas
Diffusion Layers of Fuel Cells

R&D

10 Biomechanical Treatment of Corn Straw for the
Preparation of Pulp, Glucose and Xylose

14 Study on the Influencing Factors of Impregnation
Process of Crepe Paper

18 Pulping Performance of Betel Nut Shell and
Feasibility Study on its Partial Replacement of Domestic
Waste Paper

25 Detection Analysis and Research of Papermaking
Wet-End Flocculation

29 Determination of Lead Content in Household Paper by
GF-AAS Method

Production

32 The Application of Communication Technology Based
on Mitsubishi PLC and Danfoss Inverter in Control System
Frequency Conversion Driving System of Paper Machines

41 The Application Practice of Scale Treatment in Paper
Machines

48 Application of Electrolytic Hydrogen Peroxide Produc-
tion System in Pulp Bleaching

53 Upgrading Practice of the Coating Section in a Domestic
Packaging Paper Mill

57 The Influence of Soft Roll Performance Change on the
Operation of Super Calender

Survey

60 The Application and Analysis of Household Paper
Marking



山东奥赛实业股份

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



联系我们 总部 0531-83531203

南方区域 韩经理 18053108835 / 北方区域 王经理 18053108836

72 林业苗木春季病虫害防治措施/王宏弟

荟萃

75 当代室内空间设计中纸艺的创新应用/陈依依

78 纸品包装视觉传达设计创新思路/付启银

81 剪纸艺术与园林景观设计的融合研究/胡静 吕盼

84 纸材料在室内设计中的应用/李磊磊

87 纸艺在室内设计中的艺术表现与应用/李玉杰

90 文旅融合视野下江西非遗剪纸的创新传承路径研究
/万晴娟 罗坤明

93 纸质手工艺品的生态设计与可持续发展探析/成武军

96 中小学纸艺教学的应用与实践路径探究/侯钵玺

99 网络直播环境下的中国式出版现代化发展探析/贾琼

技术信息

● 专利技术 ●

一种高性能碳纸用原纸的树脂浸渍装置(102)

一种双面离型原纸及其制备方法(104)

一种造纸用纸浆过滤装置及其使用方法(107)

一种两性聚丙烯酰胺纸张增强剂及其制备方法(110)

■ 《中华纸业》征订及更改刊期说明(24)

著作权说明(28)



中华纸业传媒(cppinet)



浆纸技术(pulp-paper)



订阅《中华纸业》

上期要目 | THE PREVIOUS

关注/Focus

焦点 国家发展改革委等五部门:2025年国家产品碳标识
认证制度基本建立,等(1-3)

现场 2023中国国际造纸和装备博览会盛大开幕,等(4-9)

数据 11月木浆价格先涨后降,短期弱势运行,等(10)

特稿/Feature

12 2022全球纸业发展报告/宋雯琪

17 2022全球纸业75强:WestRock跃居榜首,兼并重组继
续升温/宋雯琪

22 全球森林资源分布及木片供应价格趋势简析/褚媛媛

市场/Market

26 亚洲箱板瓦楞纸市场分析和展望/陈春杰

30 亚洲文化纸市场概况及展望/刘雅萍

特写/Interview

34 以创新蓄势 铸发展新篇——写在走访济宁华隆机械
制造有限公司之后/李玉峰

39 让研发成为高增长的引擎——专访山东奥赛实业股
份有限公司总经理任宪征/李玉峰

专题/Special

44 时隔六年再聚福州,2023中国纸业高质量发展论坛顺利
召开/宋雯琪

50 维美德技术助力客户的可持续竞争力/李栋 章国祥

55 不忘初心耕青山 创新发展竞纸业/程欣

58 新型高效挤压脱水设备的特点与应用/施祥

纵横/Survey

61 5G技术在特高压变电站运维中的应用研究/刘键铭
吴传鑫 任宝森

64 基于220kV线路保护的 设备运维分析/高一帆

荟萃/Opinions

67 基于版面设计对图书内容的易读性增强研究/贾筱薇

70 互动性在书籍设计中的应用研究/刘文暄 占倩



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



箱板纸机



2850新月卫生纸机



纱管纸机



3200新月卫生纸机

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。



各种钢制烘缸

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24期)

山东鸿源环保科技有限公司 /封1; 彩广15
瑞安市登峰喷淋技术有限公司 /封2
山东汉通奥特机械有限公司 /封3
山东明源智能装备科技有限公司 /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
山东奥赛实业股份有限公司 /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

苏州市乾丰造纸机械制造有限公司 /彩广9
山东晨钟机械股份有限公司 /彩广12
江苏正伟造纸机械有限公司 /彩广14

〉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10

〉专用器材及泵阀等

江苏凯恩斯泵阀有限公司 /彩广6
安吉美伦纸业技术有限公司 /彩广8
滨州东瑞机械有限公司 /彩广13
瑞安市金邦喷淋技术有限公司
浙江金砖机械科技有限公司 /彩广14、15
杭州潮龙泵业机械有限公司 /彩广20
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

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7

江门市南化实业有限公司 /单广8

〉环保节能设备及技术

山东环发科技开发有限公司 /厚纸中插背面
山东绿泉环保科技股份有限公司 /彩广7

■ 上期广告 (2023年第23期)

广西绿晨环境工程有限公司 /封1
济宁华隆机械制造有限公司 /封2
诸城市利丰机械有限公司 /封3
山东圣普特节能环保科技有限公司 /封4
山东凯信重机有限公司 /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
湖北华海纤维科技股份有限公司 /目邻广6

〉专用器材及泵阀等

株洲新时代输送机械有限公司 /彩广8
法兰泰克重工股份有限公司 /彩广10
滕州市德源高新辊业有限公司 /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
东莞市友邦网毯有限公司 /彩广16
振欣透平机械有限公司 /彩广18

〉造纸化学品

廊坊开发区大明化工有限公司 /彩广9

■ 招聘启事、展会消息及其他

2024美国(迈阿密)生活用纸展 /23期彩广17
湖北华海纤维科技股份有限公司 /24期彩广11
中华纸业杂志社征订启事/单广6



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。

江苏凯恩斯泵阀有限公司

浆泵要耐磨，优选凯恩斯

江苏凯恩斯泵阀有限公司座落于美丽富饶的“鱼米之乡”扬州市宝应县城北工业区，是一家多年专业从事各种泵类产品的设计、制造生产型企业。

本公司具有丰富的生产经验和良好的市场信誉；具备承接各类泵产品的配套生产和安装能力。我公司生产的KS、KACP系列高效节能无堵塞无泄漏纸浆泵；KLP系列中浓浆泵；KHW系列混流泵；KAP、TWZB系列无堵塞纸浆泵；KJ系列低脉冲纸浆泵；DG、DY、DF系列多级离心泵；IS系列清水泵；ISR系列热水泵；KPY系列热水循环泵；S、SH系列单级双吸离心式清水泵；IH系列化工泵；ZW系列自吸排污泵；QW系列潜水排污泵；ISG系列立式管道泵、KMJ搅拌器等。广泛应用于造纸、化工、冶金、环保、电力、制药、印染、矿山、市政工程等行业。

本公司坚持质量打造品牌，以信誉赢得市场，严格执行质量管理体系，完善的售后服务为宗旨，积极热忱的工作态度和灵活方便的经营方式，与多家国内知名企业建立了长期稳定的合作关系，赢得了广大客户的信任。诚邀国内外客商和各界朋友莅临指导，愿与社会各界同仁携手合作，谋求共同发展，继续为新老客户提供优秀的产品和服务。



<http://www.kespump.com>
0514-88242210

公司地址：江苏省宝应县城北工业园 联系人：戚先生
电话：0514-88240518 13901440621
传真：0514-88242118 销售服务热线：0514-88242210
E-mail: yzkes@kespump.com



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：

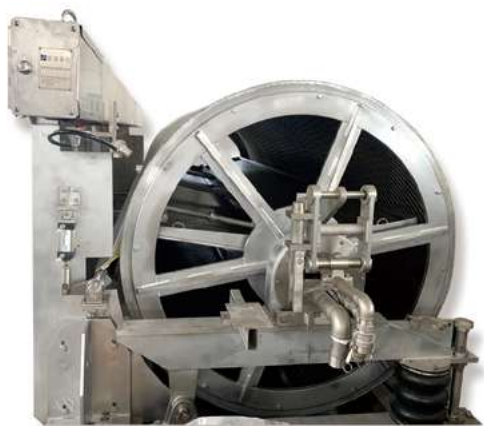
一、整饰设备(饰面辊)：生产能力：直径 $\Phi 300 \sim \Phi 2500\text{mm}$ ，目前饰面辊直径大。门幅 $1000\text{mm} \sim 8000\text{mm}$ ，结构先进(蜂窝式、立片式、绕丝式)同步于进口设备，整饰效果优良。

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 and 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



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

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



湖北华海纤维科技股份有限公司

湖北华海纤维科技股份有限公司位于三国故事的源头，襄阳市南漳县纸品工业园，公司成立于2000年7月，注册资本5736万元。占地面积216亩，现有职工390人，主要生产机制文化用纸和食品级白卡纸。

华海是国家高新技术企业、湖北省单项冠军示范企业、省级农业产业化和林业产业化重点龙头企业、省级专精特新企业、省级绿色工厂、襄阳市百强企业、上市金种子企业、南漳县利税大户。2023年我们将在南漳新增50万亩造纸林基地建设，打造农户+基地+公司的产业链，是推动把绿水青山变成金山银山的示范龙头企业。未来三年，华海公司将争创国家级专精特新企业，国家级林业产业化龙头、国家级绿色工厂。力争实现三年在北交所挂牌上市目标。

聘



诚聘英才， 欢迎加入我们

为促进企业健康发展，公司确立了科技兴企、人才兴企的发展战略，诚邀

造纸工艺工程师、机械工程师、纸张质量管理工程师、技术员。
有低速纸机或化机浆生产经验的技术管理人员、生产骨干（能够开发新品种、提升现有双胶纸和卡纸管理水平、技术水平的造纸人才）。

公司地址：湖北省南漳县城关镇城南路59号
联系电话：高部长13886286797 邮箱：464640127@qq.com

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。

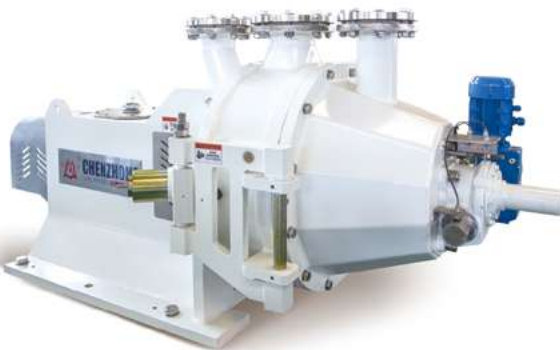


NDR双盘磨浆机

- 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



Research Progress of Carbon Paper Materials in Gas Diffusion Layers of Fuel Cells

Chen Yifei, Zhao Sihan, Zhao Haoxuan, Guo Daliang

(College of Environment and Resources, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou, Zhejiang 310023, China)

燃料电池气体扩散层中碳纸材料研究进展

陈逸菲 赵思涵 赵浩轩 郭大亮* (浙江科技学院环境与资源学院, 杭州 310023)



陈逸菲 女士

在读硕士研究生; 从事纸基功能材料方面的研究工作。

中图分类号: TS761.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)24-0001-09

摘要: 质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 是一种高效的无污染装置因而受到广泛关注。然而, PEMFC 仍存在成本高、稳定性差等问题, 制约了 PEMFC 的大规模商业应用。气体扩散层是 PEMFC 中的重要组成部分。针对 PEMFC 低成本、高性能先进材料的需求, 本文综述了气体扩散层基材碳纸、微孔层的改性制备、气液传输和水管理、孔结构的模拟与设计等方面的研究进展, 并指出了碳纸基气体扩散层未来的发展方向。

关键词: PEMFC; 碳纸改性; 气体扩散层; 微孔层; 水管理

Abstract: PEMFC (proton exchange membrane fuel cell) has attracted wide attention as an efficient and pollution-free device. However, there still exist some problems such as high cost and poor stability, which restrict its large-scale commercial application. Gas diffusion layer is an important part of the cell. In order to meet the demand of low cost and high performance advanced materials for PEMFC, the research progress of carbon paper base material, preparation of microporous layer, gas-liquid transfer and water management, simulation and design of pore structure are reviewed, and the future development direction of carbon paper base gas diffusion layer is pointed out.

Key words: PEMFC; carbon paper modification; gas diffusion layer; microporous layer; water management

基金项目: 浙江省“尖兵”研发攻关计划项目 (2022C01066); 浙江省自然科学基金项目 (LY20C160006)。

通讯作者: 郭大亮, 副教授, 从事生物质高值化利用与纸基功能材料方面的研究工作。E-mail: 08guodaliang@163.com。

由于化石燃料短缺和环境问题的严重性，人们一直在努力开发可再生能源。质子交换膜燃料电池（Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC）是一种无污染的电池装置，其结构如图1所示，可以将燃料氢气和氧气中的化学能直接转化为电能，因此备受研究人员的青睐^[1]。为了实现商业化的PEMFC技术大规模应用，首先需要提高燃料电池的耐久性，而提升耐久性主要是考虑提升气体扩散层的性质。气体扩散层（Gas Diffusion Layers, GDL）作为PEMFC的一个重要部件，位于催化剂层和双极板之间，是膜电极组件中水管理的核心组件，一般由气体基底层（Gas Diffusion Base Layer, GDBL）和微孔层（Microporous Layer, MPL）组成^[2]。GDL在电极中不仅起到支撑催化层、传递电流和热量的作用，还具备为电极反应提供气体通道，电子通道和排水通道等多种功能，对燃料电池的工作性能有着重要影响^[3]。

GDBL通常是由碳纸（Carbon fiber paper, CFP）、碳布或碳黑纸经过疏水处理后制备的，而MPL则是由炭黑粉末与疏水剂聚四氟乙烯（Polytetrafluoroethylene, PTFE）混合

制备而成的，再通过热压、喷涂、印刷等方式固定在基底层上，形成小气孔。

质子交换膜燃料电池在工作时会产生液态水，需要有合理的孔隙结构和表面结构来控制水和气体输送。通过对PEMFC进行水管理可以在电池内部保持良好的水平衡关系，达到大幅提升电池性能的目的。了解内部水浓度分布规律是进行水管理的前提，电池中水过多过少都会使电池性能下降。为了提高燃料电池的水管理能力，反应生成的水必须及时排出，以免发生“水淹电极”的现象，阻碍电化学反应发生，而最终导致电池性能下降^[5]。为了提升PEMFC的性能，必须减少欧姆损失和质量传输损失。因此，材料必须具备极高的电导率；而为了减少质量传输损失，材料在微观结构上必须拥有合适的孔径分布。PEMFC中的碳纸作为电极材料，不仅需要一定的孔隙度和导电性，还需要良好的稳定性和兼容性，确保整个燃料电池系统的高效和稳定运行。

因此，本文主要围绕碳纸基气体扩散层的制备及研究展开论述，旨在优化碳纸的制备工艺，提高其性能，为PEMFC的研究和应用提供技术支持。

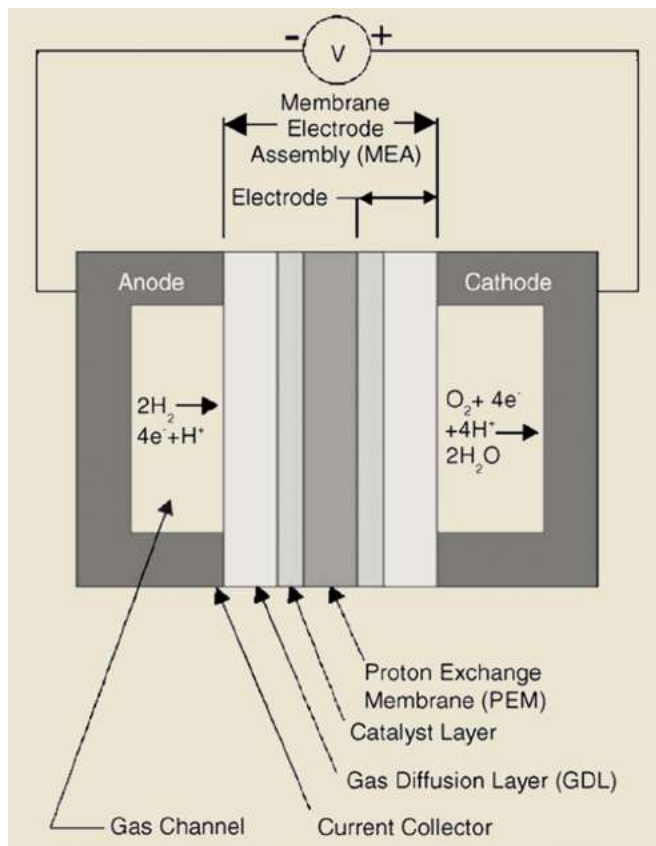


图1 质子交换膜燃料电池结构^[4]

1 碳纸制备研究进展

碳纸是由高拉伸强度的碳纤维组成，其基本制作过程如图2所示。首先，将经过预处理的碳纤维切碎后，需要将其与水、分散剂等添加物混合均匀，然后经过造纸工艺，最终得到碳纤维纸的前体。经过浸渍、成形、热压固化、碳化和石墨化后，可得到碳纸^[6-7]。改性酚醛树脂作为一种黏合剂广泛应用于浸渍过程中，成形固化过程中添加酚醛树脂，可得到一定平整度和强度的碳纤维纸^[8]。在碳化过程中，碳纸在高温中的导热性能和化学稳定性得到全面提升，有效地降低了碳纤维纸的密度，增加了孔隙率，降低了电阻率，石墨化过程进一步提高了碳纸的电导率^[9-10]。

在GDL中使用的碳纸的质量传输和电导率性能是影



图2 碳纸制备工艺

响PEMFC性能的关键参数之一。采用导电性能更好的质子交换膜可以提高质子的传输速率,缩短物质在质子交换膜中的扩散距离,有利于克服质量传输问题。

碳纸材料在制备过程中,存在氧化阶段,会导致其中的碳结构受到破坏,从而影响其导电性能。碳纸的导电性能可以通过添加导电填料(如导电炭黑、石墨粉等),也可以在碳纸表面化学沉积覆层,增加碳纸的导电性能。

1.1 碳纸添加炭黑改性

目前,碳纤维难以在纸浆中分散均匀,易导致碳纸厚度不匀,机械强度和导电性能差。除了碳化可以提高碳纸的导电性、机械强度和稳定性,在碳材料中添加其他物质也可以改善碳纸性能。Young-Jung Heo等人^[11]以沥青基碳纤维为原料制成碳纤维原纸,将酚醛树脂与不同量的炭黑(Ketjenblack, KB)(0, 2%, 4%, 6%, 8%和10wt)在丙酮中混合,得到的浸渍液,将碳纸原纸浸渍其中,经热压后,分别在600 °C、700 °C和800 °C的温度下进行碳化得到碳纸。结果表明:升高碳化温度,增加炭黑含量,可得到更高电阻率、疏水性更强的碳纸,制备的碳纸质量有所提高。高温会使碳纸拉伸强度变低,而炭黑的加入能显著提升碳纸的抗拉强度。当碳化温度为800 °C时,加入6 wt%的炭黑,可获得厚度为190 μm、孔隙率为86.7%、电阻率为 $7.795 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 的碳纸。因此,炭黑作为导电填料可以改善碳纸的导电性能、机械性能和孔隙特征。

1.2 碳纸添加石墨粉改性

碳纸制备过程中导电填料粒径会影响碳纸的结构性能及燃料电池的电化学性能。Chenyong Song等人^[12]将聚丙烯腈基碳纤维切成6 mm,采用湿法抄纸技术,在乙醇中加入酚醛树脂,占混合液的25 wt%,再加入不同粒度的石墨粉(0.5 μm、2 μm、10 μm、20 μm、30 μm),其占混合溶液含量的10%,获得混合液,使用超声波进行均匀分散,确保石墨粉渗透完全,并分别在100 °C、120 °C、140 °C、160 °C和180 °C温度下进行固化,在180 °C下热压,并在氮气气氛中碳化,并浸入PTFE(0、10 wt%、20 wt%)进行疏水处理。实验表明,随着石墨粒径的增大,碳纸厚度、透水率、平均孔径和孔隙率增大,亲水孔隙率和接触角减小。添加粒径为0.5 μm的石墨粉制备的碳纸运行的电池性能最佳,峰值功率密度达到 $524 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$,极限电流密度为 $1.84 \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。所以,减小石墨粉的晶粒尺寸可以提高电池在低温和高相对湿度条

件下的性能,但会降低电池在高温和低相对湿度条件下的性能。

1.3 熔盐歧化反应改性碳纸

GDL在整个燃料电池中起反应物转运、水传递、电子传导、热传导和机械支持的作用。但是,PEMFC的高电势和酸性环境不可避免地导致了GDL的降解。作为关键组分之一,如何解决GDL降解是当前一个迫切需要解决的问题。

为解决质子交换膜燃料电池GDL中碳腐蚀的问题,Wenjiao Zhang等人^[13]制备NaCl-KCl-Cr-CrF₃在坩埚中混合,将氧化铝放入井炉中,加热到800 °C。镍丝的一端固定碳纸,将其放入炉内,浸泡熔盐。反应一小时,冷却后取出,干燥,在多孔碳纸上原位制备了Cr₇C₃陶瓷涂层。经过测试,所得Cr₇C₃涂层致密,与碳纸黏附性好。基于耐腐蚀试验,覆有Cr₇C₃涂层的碳纸在长时间酸浸加速腐蚀试验和模拟阴极质子交换膜燃料电池环境中可以保持较高的化学稳定性。在1 M硫酸+2 mg/l氢氟酸、70 °C,在72 h的静电势极化试验中,电流密度较小,约为 $1.1 \times 10^{-5} \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$ 。电化学阻抗谱在1.4 VSCE测试300 h。结果表明覆有Cr₇C₃涂层的碳纸具有良好的化学稳定性。覆有Cr₇C₃涂层的碳纸电阻率比未处理的碳纸低30%,电导率为未处理碳纸的1.5倍。因此,覆有Cr₇C₃涂层的碳纸有望能提高GDL的耐久性。

1.4 碳纸化学沉积反应改性

李梦佳等人^[14]采用气相沉积法进行实验,利用氟化沥青在410 °C升华的特性,采用酒精灯加热,使氟化沥青升华成氟碳化合物,然后沉积到碳纸表面,通过气相沉积在碳纸上实现氟化沥青的负载。通过控制不同沉积时间(4、7、10、15 min),可以有效控制FMP负载量(2 wt%、6 wt%、10 wt%、14 wt%)。气相沉积的实验结果表明,当FMP负载量为10 wt%时,电阻率为 $5.9 \text{ m} \Omega \cdot \text{cm}$,接触角为118°,提高了碳纸的疏水性能。采用浸渍法进行对比实验,取0.6 g氟化沥青在50 °C下溶解于30 g三氟甲苯溶液,将碳纸浸渍于上述溶液(1、2、3、4 min),后置于120 °C下干燥得到疏水性碳纸。结果表明,随着FMP负载量的增加,碳纸的厚度增加,表观密度减小,电阻率增加,接触角增加。改性碳纸的综合性能最优异,电阻率为 $5.6 \text{ m} \Omega \cdot \text{cm}$,接触角为139°。从碳纸的厚度、电阻率、厚度、接触角等指标综合评判,浸渍法得到的改性碳纸性能优于气相沉积法疏水改性的碳纸,为氟化沥青在疏水改性方向提供一种新型的方案。

1.5 碳纸添加硼改性

Chen L等人^[15]将聚丙烯腈基碳纤维制备的碳纸原纸浸泡在含纳米硼的聚乙烯醇溶液中5 min,在100 °C下干燥30 min制备含硼碳纸,然后分别在石墨化炉中石墨化(1,800 °C, 2,100 °C, 2,400 °C, 2,700 °C)1 h。SEM和XRD分析表明,碳纸的石墨化温度从2,400 °C降低到2,100 °C。硼催化石墨化在2,100 °C时,掺杂硼的碳基体转变为取向良好的石墨。掺杂硼的CP可以在较低的温度下石墨化仍能表现出良好的导电性,而降低石墨化的温度可以降低碳纸制备成本。因此,在碳纸制备中掺杂硼,为低成本制备碳纸提供一种新的思路。

Lee Sora等人^[16]将聚丙烯腈基的碳纤维短切为6 mm,在硼酸和甲醇溶液中浸泡12 h,80 °C水热处理,后将纤维于1,000~2,700 °C下热处理。研究结果显示,尽管随着温度的升高,硼含量有所降低,但碳化硼含量却显著增加。随着温度的升高,硼相关官能团被汽化并解离,硼扩散到碳纤维中,2,700 °C时石墨化程度最大。掺杂硼的碳纸表现出高度发达的晶体结构,硼辅助催化石墨化同时提高了碳纸的导电率和热导率,分别为 $3,677.8 \pm 81.9 \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 和 $365.9 \pm 10.9 \text{ W} \cdot \text{mK}^{-1}$,比2,700 °C下仅热处理的碳纸高2.8倍和2.4倍。这表明硼辅助催化石墨化可以通过产生大量的取代硼原子来提高碳纸的导电率和热导率。

上述文献对碳纸进行改性方法的介绍,添加炭黑、石墨粉,使用熔盐歧化反应和化学沉积反应对碳纸进行改性,添加硼降低温度石墨化反应,都能提升碳纸的性质。

2 MPL制备研究进展

MPL表面具有多孔结构、疏水结构和平坦均匀的特点,可以明显降低催化剂层与大孔碳纸基板的接触阻力,改善GDL的水管理,从而提高PEMFC的性能。

若采用乙炔黑炭制备的MPL有较多的中孔,易于气体扩散,微孔数量较少,阻碍了液态水的去除。而使用导电炭黑Vulcan XC-72制备的MPL具有更多的微孔,但中孔和小孔数较少,严重削弱了反应物气体的扩散。Guangyi Lin等人^[17]使用乙醇与一定比例的乙炔黑炭和导电炭黑Vulcan XC-72混合的悬浮液,超声波机超声处理40 min,用磁力搅拌器搅拌40 min,重复4次。将PTFE加到烧杯中,用喷枪将溶液喷在碳纸上,形成MPL。结果表明,70 wt%乙

炔黑炭和30 wt%导电炭黑VulcanXC-72组成的MPL电池性能最好,60%湿度下极限功率密度可达 $1.544 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$,100%湿度下极限功率密度可达到 $1.778 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。因此,MPL拥有合理的孔径分布,在除水和供气之间保持适当的平衡,对于PEMFC的性能是非常必要的。

炭黑用于制备MPL存在一些限制,存在易受氧化和失活、稳定性差、电子转移速率低等缺陷。大量的研究致力于探索用其他碳材料替代炭黑。新材料需要满足以下特性:耐腐蚀,机械强度高,具有较高的导电性和导热性,制造成本低及对环境友好。碳纳米墙(Carbon Nanowalls,CNWs)是一种先进的纳米结构碳材料,具备着与石墨烯相当的电学、化学性能,并且CNWs具有的独特结构使其成为广大学者的研究对象。Adriana Elena Balan等人^[18]将碳纸暴露在膨胀弧等离子体下,注入氢和乙炔,在氩气气氛中冷却至室温,通过直接在碳纸上生长CNWs,克服了碳纸的机械稳定性和电接触的缺点,设计了新型MPL。将碳纤维和PTFE分散在异丙醇中,用超声波处理10 min,并均匀喷涂在碳纸上制成GDL层。结果发现,与炭黑和石墨烯相比,含有CNWs制备而成的燃料电池在低湿度和高湿度环境下表现出优异性能。接触角测量结果表明,CNWs层的MPL的疏水性能最强,可达 125° ,而炭黑和石墨烯为 97° 和 102° 。CNWs韧性强的特性,克服了碳纸边缘的机械稳定性和电极接触的缺点。CNWs的电池在最佳条件下80 °C和80%湿度下输出功率为 $295 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$,略高于 $288 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$ 值的石墨烯和 $276 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$ 值的炭黑。所以,CNWs是一种非常有前途的MPL材料,具有良好的电化学性质和化学稳定性,在未来的燃料电池设计和研发中将发挥重要的作用。

渠广凯^[19]使用碳纳米管(Carbon nanotube,CNT)和导电炭黑Vulcan XC-72合计7份加入烧杯,将烧杯中的溶液搅拌处理30 min,超声处理30 min,重复四遍,得到混合浆料。在碳纸上喷涂PTFE,使其形成致密的MPL,最后将样品放入管式炉中烘烤和烧结,制成GDL。实验结果表明,随CNT含量增加,疏水性能、孔隙率都逐渐增加,电阻率降低,当CNT含量为100%时,疏水性能达到最高值。CNT与导电炭黑Vulcan XC-72的比例为5:5时,在60%加湿下极限功率密度可达 $0.487 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$,比商业GDL极限功率密度增加了42.8%;100%加湿下,极限功率密度可达 $0.592 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$,比商用气体扩散层极限功率

密度增加了26.5%。这两种导电材料复合制备的MPL结合了两种材料的优点,具有更加合理的孔结构,增加导电性,提升疏水性能。

Jaebong Sim等人^[20]分别用两种尺寸的炭黑粒子为原料制作GDL,考虑炭黑的粒径尺寸,制备MPL加入的炭黑颗粒的量,以及MPL中裂纹的数量对MPL的影响。通过极化曲线、电化学阻抗谱、扫描电子显微镜、电化学比表面积、液态水、气体渗透性和毛细管压力进行测试,结果表明,MPL对催化剂层的电化学表面积和传质阻力有主要影响,随着MPL表面粗糙度增大,MPL中的裂纹数增加,MPL与催化剂层界面上的接触电阻增大,导致降低了GDL的排水能力。

上述文献中提到的MPL改性,是在制备MPL的材料炭黑中混合其它材料,或在炭黑中使用其他材料来取代炭黑,如碳纳米墙、碳纳米管等。在碳纸表面涂覆MPL层,改变MPL表面的裂纹数,能增加孔隙率、增强疏水性,从而增强GDL的排水性能。

3 GDL孔结构研究进展

Wangfan Yang等人^[21]进行了使用不同浓度的酚醛树脂溶液对碳纸进行浸渍的实验。首先将酚醛树脂溶解到酒精中,在超声条件下搅拌20 min,使树脂快速溶解。碳纸在不同浓度的树脂溶液中浸渍保持5 min,后将酚醛树脂溶液浸泡碳纸两侧5 s,通过重力消除过量的树脂溶液。碳纸经轧机热压20 s,调整疏水性,使树脂均匀分布。然后对MPL进行烧结,使GDL与MEA贴合。结果表明,固化率随温度升高而降低,其孔隙率、平均孔径和有效扩散率先降低,固化后再增大。树脂最佳固化温度取决于加热速率,在240 °C,30 min时固化效果最佳。电阻率在固化时显著增加,在碳化和石墨化后逐渐降低,而在石墨化后电阻率大大降低。此外,力学测量结果表明,碳纤维直径 $\phi 3$ mm和 $\phi 6$ mm碳纸制成的基底层的弹性都有提升。表明不同浓度的酚醛树脂对碳纸的各项性能均有一定的影响。

Sadiya Waseem等人^[22]在燃料电池组件中,使用多孔导电碳纤维基复合纸作为电极衬底。以聚丙烯腈基碳纤维为原料,使用不同比例的酚醛树脂(碳纤维:酚醛树脂分别等于50:50,55:45,60:40,65:35,70:30,75:25)对碳纸浸渍过夜,经热压碳化后,获得改性碳纸。结果表明:样品的

孔隙率随着树脂含量的降低而增加,从样品S1(62.6%)到S6(81.9%),孔隙率总体增加了近20%。燃料电池的极化曲线(有效电极面积为 4 cm^2)显示纤维/基质比为65:35的样品极限功率密度为 $916\text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。这与在相似条件下测试的市售硅质气体扩散层(SGL)的碳纸的结果接近,表明酚醛树脂在调节碳纸性能上起着重要的作用。

Liusheng Xiao等人^[23]通过孔隙尺度模拟得到的数值结果评价了GDL孔隙尺度的微观结构方法。采用XCT对GDL样本进行扫描,将其嵌入有限元模型,然后进行固体力学模拟,得到不同CRs下的压缩GDL模型。结果表明,随着压缩比增加到30%时,碳纤维位移明显增加,各向异性明显增加,碳纤维逐渐挤入GDL内相邻层的附近孔隙中。有效扩散系数和孔隙率分别降低了约15%和35%。电导率在穿过平面方向和沿平面内方向上分别增加了100%和20%。该模拟实验证明了对GDL进行适度的压缩可以改善微观结构,为PEMFC研究提供新思路。

Xuwei Fu等人^[24]利用短碳纤维(Carbon Fiber, CF)和碳纳米管(CNT)的沉降速率和过滤速率的差异,开发了一种简便的一步法制备具有三种功能层的GDL,如图3所示。将含有CNT、CF和PTFE的混合分散体倒入MCE(纤维素酯膜),通过快速过滤器,缓慢沉积过滤器,及慢速过滤器形成三层膜。这三层可以为GDL提供不同的功能,可以增加GDL与双极板的接触面积。结果表明,PTFE含量为10%时,三层膜清晰但结构松散,CNT含量增加时,第三层的密度逐渐增大而密集。当CNT低于20%时,GDL的孔隙率急速增加。通过简单地调整CF的含量,就可以有效地控制GDL的厚度。CF低于70%时,孔隙率随CF增加而降低。通过CNT、短CF和PTFE在最佳含量下的相互配合,GDL的性能比传统方法提高了19%。此研究结果可为简单、低成本制备GDL提供借鉴意义和思路。

Penghui Yang等人^[25]利用计算模型和数值方法,对六种不同孔隙度模型的极化曲线、电池中心表面的温度分布、阴极材料和电流分布规律进行了详细的分析。结

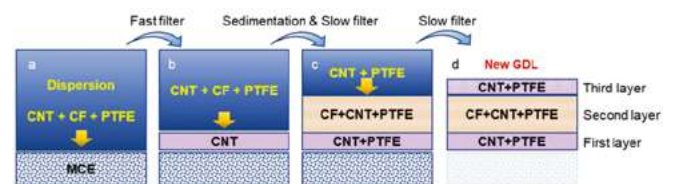


图3 一步法制备具有三种不同功能层的碳纸

果表明, GDL孔隙率对燃料电池极化曲线的影响随着电流密度的增加而增大, 在极限电流密度时达到最大。燃料电池的极限电流与GDL孔隙率成正比, 而GDL孔隙率的变化对其影响有限。GDL的孔隙率梯度的存在会增加电流密度, 改善电池正极材料分布均匀性。因此, 质子交换膜燃料电池的气体扩散层孔隙率梯度的存在对电池的性能有积极的影响。

对气体扩散层(GDL)进行压缩可以提升燃料电池的性能, 主要是通过改变GDL与MEA的接触压力, 可有效减少GDL的孔隙率, 减少气体在GDL中的路径长度, 从而降低气体传输电阻, 进而提升电池性能。Haksung Lee等人^[26]对于GDL进行研究, 根据压缩比(10%、20%、30%、40%和50%)对GDL的几何形状进行建模, 模拟了堆积过程中的压缩情况, 并根据GDL碳纤维含量、基质含量和孔隙度等的变化预测了等效性能。采用傅里叶级数法预测GDL的有效力学性能。结果表明, 50%压缩比的GDL比30%压缩比的GDL更具有密集的纤维分布和更高的应力分布, 有效物理性质随压缩比的增大而增大。压缩比大于或等于30%时急剧增加, 纤维体积分数对纵向弹性模量的影响较大, 但对剪切弹性模量的影响较小。因此, 可以对GDL进行适当的压缩, 并考虑压力的大小和微观GDL孔隙率的变化, 而实现最佳的压缩效果, 可提升燃料电池的性能。

程植源^[27]使用COMSOL Multiphysics软件构建PEMFC的模型, 以单一孔隙为0.4的GDL为基准, 设计小梯度双层、大梯度双层、四层梯度这三种不同GDL分布结构, 并对其极化曲线和水含量进行仿真分析。结果表明, 相比基准GDL, 具有梯度结构的GDL可以有效防止“水淹”现象, 并在一定程度上提升电池性能。在平均孔隙率相同时, 可以通过加大孔隙率梯度或增加孔隙率梯度分层数量来提高电池阴极侧的排水性能, 进而提升电池电流密度; 使用具有较大梯度分布与较多梯度分层的GDL可以有效提升燃料电池的水管理效率和电池性能。

李天涯^[28]制备了不同的PTFE和碳黑含量的混合溶液, 其中PTFE对碳黑的质量比分别为3:7、2:8和1:9, 在超声下搅拌浸渍、喷涂和辊压操作。结果表明, 在加湿湿度为60%的样品, PTFE对碳黑为2:8的样品极限电流密度最大, 与1:9的样品相比, 该样品具有更多的疏水孔, 有利于大电流密度下水的传输。在小电流密度下, 梯度化疏水性GDL已经表现出明显的优势。随着电流密度的增

加, 通过对比加湿湿度为100%时的极化曲线、功率密度和电化学阻抗谱, 可以得出梯度化疏水性GDL能够得到良好的电池性能。

上述文献主要是对孔的结构研究进行了介绍, 对GDL进行适当的压缩, 设计含有梯度孔的GDL可以有效提升GDL的排水性能, 从而提升燃料电池的性能。

4 GDL的水管理

气体扩散层(GDL)作为氢燃料电池中主要的传质载体, 输送燃料和排放水, 这是电化学反应的唯一副产品。水在孔隙中的分散过程会阻碍气体的扩散, 从而降低了催化部位的燃料气体的浓度, 导致电化学反应速率的降低。燃料电池在反应时会产生大量的水和热, 如果反应生成的水未及时排出, 会堵塞反应气体的传输通道, 影响电池的反应速率。因此, 对PEMFC进行合理的水管理是必要的。

Qinchuan Niu等人^[29]使用原碳布在超声中振荡20 min, 浸泡在30 wt%的过氧化氢溶液中, 放入烤箱中干燥1 h, 并在450 °C的空气中煅烧2 h, 洗涤, 得到干燥的碳布, 经20 wt%的PTFE乳液喷涂得到疏水性碳布。使用模型简单模拟了孔径中两相转移过程, 当孔壁为亲水时, 液相受到气相涡流速度场的影响, 中心处的颗粒向边缘推进, 形成中心薄、边缘厚的液相界面。随着壁面接触角的增加, 三相界面的曲率增加, 壁面附着力降低, 液相更容易被排出。当接触角为130 °时, 液相在半径为5 μm的孔中几乎没有位移。随着半径或入口压差的增大, 液相逐渐排出, 液相的排出率仅与壁面的润湿性有关。

Shihua Liu等人^[30]在传统制备疏水碳纸的方法上加入了超声分散技术, 将GDL置于PTFE中进行疏水处理, 同时进行超声分散, 研究超声分散对疏水碳纸聚四氟乙烯负载的影响。理论研究表明, 超声波分散增加了液体的运动, 从而提高了液体分子的扩散性能。实验结果表明, 与未经超声处理的碳纸的疏水性能相比, 超声法制备的疏水碳纸的疏水性能提高了13.24%。超声分散处理的碳纸中聚四氟乙烯含量与碳纸表面的疏水性没有明显关系, 超声可以使覆盖在碳纤维上的PTFE疏水层均匀光滑。超声波对疏水处理后的碳纸的透气性有影响, 但对碳纸表面电导率的影响并不明显, 对质子交换膜燃料电池具有更好的水管理性能。

Tongqing Qu等人^[31]使用三种不同表面处理方法对碳纸的形态和孔径进行了研究,并通过水滴接触角测试、扫描电子显微镜和红外光谱等多重手段对样品进行了表征和分析。研究表明,经PTFE和MPL包覆后得到的碳纸疏水性明显增强,MPL的裂缝可以提供水流通通道,允许持续除水,孔隙大小梯度对水的输运行为也有显著影响。与纯碳纸相比,经PTFE处理后的碳纸具有较强的疏水性,CFP的接触角明显改善。由碳颗粒组成的MPL可以限制水的通过,MPL-CFP的孔径急剧减小,但表面只有一个液滴,大孔隙为排水提供了一个通道,速度增加0.6倍。PTFE-CFP制得的孔径略小于其他两类碳纸。此外,CFP和PTFE-CFP的初始渗透水流量分别为 $4.65 \text{ mg} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $4.35 \text{ mg} \cdot \text{s}^{-1}$,说明PTFE处理后增强了疏水性,增加水流量。该研究结果可为PEMFC电极材料的设计和开发提供参考。

Xia Zhou等人^[32]研究了不同的表面润湿性分布方案对GDL微观结构中两相流动的影响。采用穿平面方向的表面润湿单次梯度和表面润湿性夹层处理,利用流体体积模型模拟了压缩GDL微观结构中两相流动。结果表明,两相流对表面润湿性的单梯度方向有影响,特别是相似压缩的GDL中。表面润湿性定向单梯度对水分布和除水时间影响较大,水管理的首选目标需要优化疏水能力更强的GDL。浓度较大的聚四氟乙烯浸泡有助于从GDL中除水,但也有可能会破坏水的分层效应。利用PTFE改进GDL疏水性,以进一步改善GDL内部的水管理,为GDL中可控输送的重要参考。

杨淼^[33]建立了PEMFC的数学模型,在尺寸较小的U型流道电池阴极催化层与气体扩散层中插入MPL,如图4所示,发现电池阴极液态水含量随MPL接触角、孔隙率、厚度的增大而增加,MPL的加入可以有效平衡电池膜内电极的温度。电池阴极液态水含量随催化剂接触角的增大而减小、随催化层厚度、聚合物体积分数的增大而增加。但当接触角大于 100° 时,电池性能不再随着催化层接触角的增大而改变。催化层厚度的增加对电池性能几乎没有影响。电池性能随催化层内部聚合物体积分数增大而增大,当体积分数大于0.7时,电池性能不再变化。因此,电池性能会随MPL接触角、孔隙率、厚度的增大而降低,MPL设计应适当亲水,加强电池性能。

Yulin Wang等人^[34]利用流体体积方法观察了具有不同润湿性GDL的PEMFC在气体流动通道中的液滴动态

行为,利用理论计算建立方程,通过对液滴上的力的分析,研究了液滴的变形、分离、破裂和多液滴的聚结。结果表明,液滴在高气流速度下倾向于从疏水GDL表面分离;而在亲水GDL表面表现出明显的变形甚至破裂。研究发现,具有中等气流速度的疏水GDL可以促进水从GFC中去除,并保持相对较小的扩散面积;然而,过高或过低的气流速度会导致液滴的破裂或缓慢排水,特别是在亲水的GDL表面。因此,PEMFC的设计和应同时考虑GDL表面的润湿性和气流速度。

从MPL到GDL的液体运输行为及其对水管理的影响尚不清楚。Xin Shi等人^[35]研究了MPL裂纹特性,通过建立了一个三维流体体积模型,采用随机取向的方法重建了GDL的纤维结构,分析MPL中裂纹的距离、裂纹数和GDL中液态水分布的影响。研究GDL中的水饱和度、液体通道形成和两相质量传递机制。结果表明,GDL纤维与MPL裂纹的重叠对水的去除途径的形成有很大的影响,降低GDL的整体孔隙率可以促进结构的稳定性。GDL的水饱和度随着MPL裂纹间距离的增加而增大。在裂缝面积恒定的情况下,GDL的水饱和度与裂纹数呈正相关。GDL的水饱和度随裂纹数和裂纹间距离的增加而增加,而与裂纹形状的相关性不大。因此,MPL上的裂纹情况会影响GDL水管理问题,而影响质子交换膜燃料电池的运行效率。

由于燃料电池在组装过程中的内部纤维结构和挤压,气体扩散层在不同方向上表现出不同的特性,使得传输系数呈各向异性,影响了电池的整体性能。为了预测性能力和理解系数各向异性的影响,需要找到一个更准确的模型进行探究。Rui Jiao YU等人^[36]建立了一个考虑肋下孔隙率和气体通道的扩散层孔隙度差异的三维非等温双

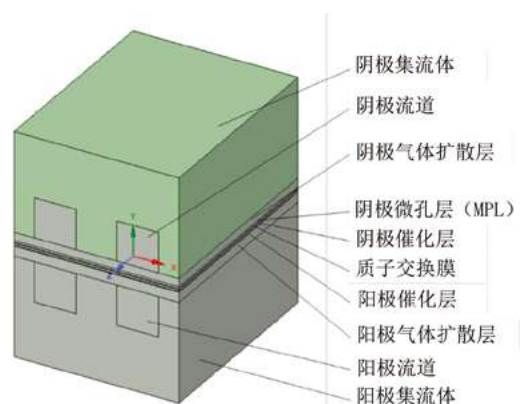


图4 U型流道电池物理模型结构示意图^[33]

相凝聚模型。通过数值模拟,研究了电导率、热导率、渗透率和扩散系数对电池整体性能的影响。结果表明,渗透率和扩散系数的差异随孔隙率的增大而减小,电流密度较低时,气体通道下的电子势较高,电流密度较低,而当电流密度相对较高时,电子势变化则相反。因此,在不同的电压下,各系数对电池的特性影响是不同的。


以上文献对影响PEMFC水管理的因素进行探讨,GDL具有适当的润湿性和疏水性都是PEMFC非常重要的设计和优化因素,是否使用了PTFE进行疏水处理,MPL裂纹数目等,都会显著影响电池性能。

5 结论与展望

碳纸是质子交换膜燃料电池中GDL的重要组成材料,对燃料电池有着重要的影响,需要进一步的研究和探索,来获得更优的性能。因此,质子交换膜燃料电池气体扩散层制备材料未来可以从三个方面进一步完善和发展:

(1) 在碳纸制备中添加复合导电材料,提升碳纸导电性、机械性能等关键指标,对MPL改性可以进一步提升GDL的性能。

(2) 对GDL进行孔结构改性,改变酚醛树脂浸渍的浓度,压缩GDL,优化梯度孔设计等可以改善孔隙结构特性,增大GDL排水能力。

(3) 解决水管理问题是未来GDL的研究方向,需要综合考虑对气体扩散层的改性制备,及开发新型处理疏水的技术。 

参考文献

[1] SUN X Y, WANG Z W. Understanding of the role of carbon fiber paper in proton exchange membrane fuel cells[J]. J. Electrochem. En. Conv. Stor, 2022,19(1):014501.

[2] 袁晓君,孙其忠,刘江涛,等.添加气相生长碳纤维对改善碳纸性能的研究[J].中国造纸,2023,42(1):33-37+98.

[3] AMANI B, ZANJ A. Analysis of the effects of the gas diffusion layer properties on the effectiveness of baffled flow channels in improving proton exchange membrane fuel cells performance[J]. International Communications in Heat and Mass Transfer, 2023,140:106558.

[4] LITSTER S, MCLEAN G. PEM fuel cell electrodes[J].

Journal of Power Sources, 2004,130(1-2):61-76.

[5] WASEEM S, MAHESHWARI P H, Maheshwari P, et al. Configuring the porosity and microstructure of carbon paper electrode using pore formers and its influence on the performance of PEMFC[J]. ENERGY & FUELS, 2020,34(12):16736-16745.

[6] 胡蓉蓉,李梦佳,华飞果,等.两亲改性碳纤维制备质子交换膜燃料电池用碳纸的研究[J].中国造纸,2020,39(3):15-21.

[7] 张旻昊,王阳,华飞果,等.增强纤维对用于燃料电池碳纸性能的影响研究[J].中国造纸,2020,39(07):15-20+68.

[8] LEE F C, ISMAIL M S, INGHAM D B, et al. Alternative architectures and materials for PEMFC gas diffusion layers: A review and outlook[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2022,166:112640.

[9] 李梦佳.碳纸的疏水改性及其性能研究[D].天津:天津工业大学,2021.

[10] WU X B, Yang P P, Gao P P, et al. Effect of graphitization degree of fuel cell gas diffusion layers on their heat management: Modeling and experiments[J]. Journal of Central South University, 2022,29(1):80-88.

[11] HEO Y J, PARK M, KANG W S, et al. Preparation and characterization of carbon black/pitch-based carbon fiber paper composites for gas diffusion layers[J]. Composites Part B, 2018,159:362-368.

[12] SONG C Y, LIU M R, DU L, et al. Effect of grain size of graphite powder in carbon paper on the performance of proton exchange membrane fuel cell[J]. Journal of Power Sources, 2022,548:232012.

[13] ZHANG W J, WANG Y L. Modification and durability of carbon paper gas diffusion layer in proton exchange membrane fuel cell[J]. Ceramics International, 2023,49(6):9371-9381.

[14] 李梦佳,马闻骏,华飞果,等.氟化中间相沥青改性碳纸的研究[J].中国造纸,2021,40(5):47-53.

[15] CHEN L, FANG T, SONG C, et al. Catalytic graphitization of boron on the fabrication of high-performance carbon papers for gas diffusion layers in PEMFCs[J]. Catalysis Communications, 2021,157:106332.

[16] LEE S, CHO S Y, CHUNG Y S, et al. High electrical

- and thermal conductivities of a PAN-based carbon fiber via boron-assisted catalytic graphitization[J]. Carbon, 2022,199:70-79.
- [17] LIN G Y, LIU S Y, QU G K, et al. Effect of pore size distribution in the gas diffusion layer adjusted by composite carbon black on fuel cell performance[J]. International Journal of Energy Research, 2020,45(5):7689-7702.
- [18] BALAN A E, BITA B I, VIZIREANU S, et al. Carbon-Nanowall microporous layers for proton exchange membrane fuel cell[J]. Membranes, 2022,12(11):1064.
- [19] 渠广凯. PEMFC气体扩散层制备工艺及性能优化研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2022.
- [20] SIM J, KANG M, OH H, et al. The effect of gas diffusion layer on electrochemical effective reaction area of catalyst layer and water discharge capability[J]. Renewable Energy, 2022,197:932-942.
- [21] YANG W F, ZHU L J, WANG S L, et al. Investigation of fabrication of gas diffusion substrate for proton exchange membrane fuel cells[J]. International Journal of Hydrogen Energy, 2022,47(83):35423-35436.
- [22] SADIYA W, PRIYANKA H M, SANKARAN A, et al. Effect of matrix content on the performance of carbon paper as an electrode for PEMFC[J]. International Journal of Energy Research, 2019,43(7):2897-2909.
- [23] XIAO L S, ZHU L J, CLOKLERC, et al. Experimental validation of pore-scale models for gas diffusion layers[J]. Journal of Power Sources, 2022,536:231515.
- [24] FU X W, WEN Q L, Han J L, et al. One-step to prepare high-performance gas diffusion layer (GDL) with three different functional layers for proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs)[J]. International Journal of Hydrogen Energy, 2022,47(61):25769-25779.
- [25] YANG P H, WANG Y Q, YANG Y C, et al. Effects of gas diffusion layer porosity distribution on proton exchange membrane fuel cell[J]. Energy Technology, 2021,9(7):2001012.
- [26] LEE H, Choi C W, Kang K W, et al. A study on the evaluation of effective properties of randomly distributed gas diffusion layer (GDL) tissues with different compression ratios[J]. APPLIED SCIENCES-BASEL, 2020,10(21):7404.
- [27] 程植源, 周荣良, 李嘉颀, 等. 气体扩散层孔隙率梯度对质子交换膜燃料电池水管理的影响[J]. 内燃机与动力装置, 2022, 39(3):41-47.
- [28] 李天涯. 质子交换膜燃料电池气体扩散层的制备和性能研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2021.
- [29] NIU Q C, LI M L, LAI L F. Effect of In-Pore wettability on mass transfer performance of fuel cell gas diffusion layer[J]. Energies, 2022,15(10):3474.
- [30] LIU S H, GUO Y G, KANG K J, et al. Theoretical and experimental study on the preparation of hydrophobic GDL materials by ultrasonic dispersion[J]. Renewable Energy, 2022,181:129-141.
- [31] QU T Q, HUANG X Y, Wang B. Effects of the surface structure on the water transport behavior in PEMFC carbon fiber papers[J]. ACS omega, 2022,7(7):5992-5997.
- [32] ZHOU X, WU L Z, NIU Z Q, et al. Effects of surface wettability on two-phase flow in the compressed gas diffusion layer microstructures[J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2020,151:119370.
- [33] 杨森. 质子交换膜燃料电池水热管理特性研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2022.
- [34] WANG Y L, LIU T, SUN H, et al. Droplet dynamic behaviors on gas diffusion layer surface of various wettabilities in a PEMFC gas flow channel[J]. International Journal of Green Energy, 2021,18(13):1369-1382.
- [35] SHI X, JIAO D K, BAO Z M, et al. Liquid transport in gas diffusion layer of proton exchange membrane fuel cells: Effects of micro-porous layer cracks[J]. International Journal of Hydrogen Energy, 2022,47(9):6247-6258.
- [36] YU R J, GUO H, YE F. Study on transmission coefficients anisotropy of gas diffusion layer in a proton exchange membrane fuel cell[J]. Electrochimica Acta., 2022,414:140163.

[收稿日期: 2023-05-29]

Biomechanical Treatment of Corn Straw for the Preparation of Pulp, Glucose and Xylose

◎ Jiang xiaojing¹, Xu Zhenli², Sun Jiangong², Gao Shuai¹, Liang Jun¹, Li Zhulin¹, Ni Shuzhen¹, Fu Yingjuan¹, Wang Zhaojiang^{1*} (1.State Key Laboratory of Bio-based Materials and Green Papermaking, Qilu University of Technology, Jinan, Shandong 250013, China; 2.Shandong Tianhe Paper Co., Ltd., Ningyang, Shandong 271400, China)

生物机械法处理玉米秸秆制备纸浆、葡萄糖和木糖

◎ 蒋晓静¹ 许振利² 孙建功² 高帅¹ 梁俊¹ 李朱霖¹ 倪书振¹ 傅英娟¹ 王兆江^{1*}

[1.齐鲁工业大学(山东省科学院),轻工学部、生物基材料与绿色造纸国家重点实验室,济南 250013;
2.山东天和纸业有限公司,山东宁阳 271400]



蒋晓静 女士

硕士研究生;主要研究农林生物质综合利用。

中图分类号: TS743*.12; TS743*.3; TS721*.4

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)24-0010-04

摘要: 开发了基于机械生物处理法的玉米秸秆利用技术,该技术将玉米秸秆加工为机械浆、葡萄糖和木糖。首先对风干的玉米秸秆进行单螺旋搓丝和筛分,实现皮瓢分离,所得皮、瓢的质量比为1:8;所得的玉米秸秆皮进行机械磨浆和0.18 mm缝筛精制,所得纸浆相对玉米秸秆的得率为75%。硫酸盐针叶木浆和玉米秸秆机械浆进行配抄,针叶浆加入量为20%时,纸浆撕裂指数为6.0 mN·m²/g、抗张指数为22.7 N·m/g。所得的玉米秸秆瓢加入纤维素酶和木聚糖酶进行酶解糖化,50℃、48 h的葡萄糖产量为37.5 kg/t玉米秸秆瓢,木糖产量为16.28 kg/t玉米秸秆瓢。

关键词: 玉米秸秆;皮瓢分离;机械浆;酶解;葡萄糖;木糖

Abstract: In this study, a technology for utilization of corn straw based on mechanical biological treatment was developed, which processed corn straw into mechanical pulp, glucose and xylose. The air-dried corn straw was first separated by single spiral rolling and sieving to achieve a skin-to-flesh ratio of 1:8. The corn straw skin was mechanically milled and refined by 0.18 mm slit sieve, resulting in a pulp yield of 75% relative to corn straw. The pulp tear index was 6.0 mN·m²/g and tensile index was 22.7 N·m/g when the pulp was copied with sulfate coniferous pulp and corn straw mechanical, which the sulfate coniferous pulp accounted for 20%. The corn straw flesh was enzymatically saccharified by adding cellulase and xylanase, and the glucose yield was 37.5 kg/t corn straw flesh and the xylose yield was 16.28 kg/ton corn straw flesh at 50°C and 48 h.

Key words: corn straw; skin-flesh separation; mechanical pulp; enzymatic hydrolysis; glucose

□ 基金项目:国家自然科学基金项目(22208175);济南市基金项目(202228076)。

通讯作者:王兆江,博士,教授;主要从事生物质资源化精炼。E-mail:wzj@qlu.edu.cn。

纤维原料的短缺促使造纸行业研究者聚焦探索非木材纤维原料的应用^[1]。玉米是全球第一大粮食作物，其分布广、产量高。近十年来，我国玉米产量基本稳定在8亿t/a。玉米秸秆由秸秆皮、瓢和叶构成，其中玉米秸秆皮的占比约30%~35%、秸秆瓢占比15%~16%、叶占比49%~53%^[2]。玉米秸秆木质素的含量低于木材或者棉纤维^[3]，研究发现玉米秸秆中的木质素比木材少，可以使用更少的化学品、在更低的温度和更短的时间内脱木素^[4]。且玉米秸秆皮中含有的纤维长径比大^[5]，是理想的制浆造纸原料^[4,6]。梁俊等人^[7]利用生物化学机械法处理玉米秸秆制备出强于其他秸秆的纸浆纤维。

利用玉米秸秆制浆为提高其中纤维素的含量^[8]，通常利用化学方法、物理方法对原料进行预处理，增加原料细胞间的孔隙率，促进药液的进入^[9,10]，以便脱除原料细胞壁内的木质素。本研究采用生物机械混合工艺综合处理玉米秸秆皮瓢，有效促进玉米秸秆各组分分离，依据各组分不同性质展开高值化利用研究。如图1。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

玉米秸秆，取自于山东省济南市长清区某农场。硫酸盐针叶木浆，纤维长度1.5~3.0 mm，源于山东华泰纸业股份有限公司。木聚糖酶，购自上海阿拉丁生化科技股份有限公司，酶活为100,000 IU/g。纤维素酶，购自诺维

信(中国)生物医药有限公司，酶活为160 FPU/mL。

1.2 玉米秸秆机械搓丝和皮瓢分离

将2 kg风干玉米秸秆在JS10型单螺旋挤压撕裂机中反复机械撕裂，物料挤压比为1:5，至达到完全撕裂的状态，将撕裂后的秸秆烘干测量干度。撕裂后的玉米秸秆瓢呈碎末状态，外皮呈纤维状态。据文献资料显示，常用的皮瓢分离方法为筛分^[11]。利用40目的网筛进行筛分，通过网筛分离玉米秸秆皮和瓢。

1.3 玉米秸秆皮的机械磨浆和筛选

玉米秸秆外皮纤维在连续式高浓盘磨机进行两次机械磨浆，首次磨浆的盘磨间隙为0.5 mm，第二次磨浆的盘磨间隙为0.1 mm，浆料浓度为20%。磨浆后的物料经过0.18 mm的缝筛进行筛浆，得到筛后浆。

1.4 纸页成形与性能检测

硫酸盐针叶木浆室温下浸泡4 h，撕成25 mm×25 mm的小块用疏解机充分疏解。外皮处理后的纸浆纤维和硫酸盐针叶木浆按照不同配比混合，配抄条件如表1，混合后的浆料用PFI打浆机处理打浆度30 °SR。使用纤维疏解机充分混合、疏解分散，然后转移至RK-3A型快速凯塞成型器抄造成纸，抄片定量70 g/m²。按国家标准(GB/T 455-1-1989)对纸张抗张、撕裂、耐折等物理性能进行检测。

1.5 玉米秸秆瓢的酶解

玉米秸秆瓢酶解前在高浓盘磨机内进一步粉碎细化，磨浆间隙0.1 mm，磨浆浓度20%。粉碎细化后的秸秆

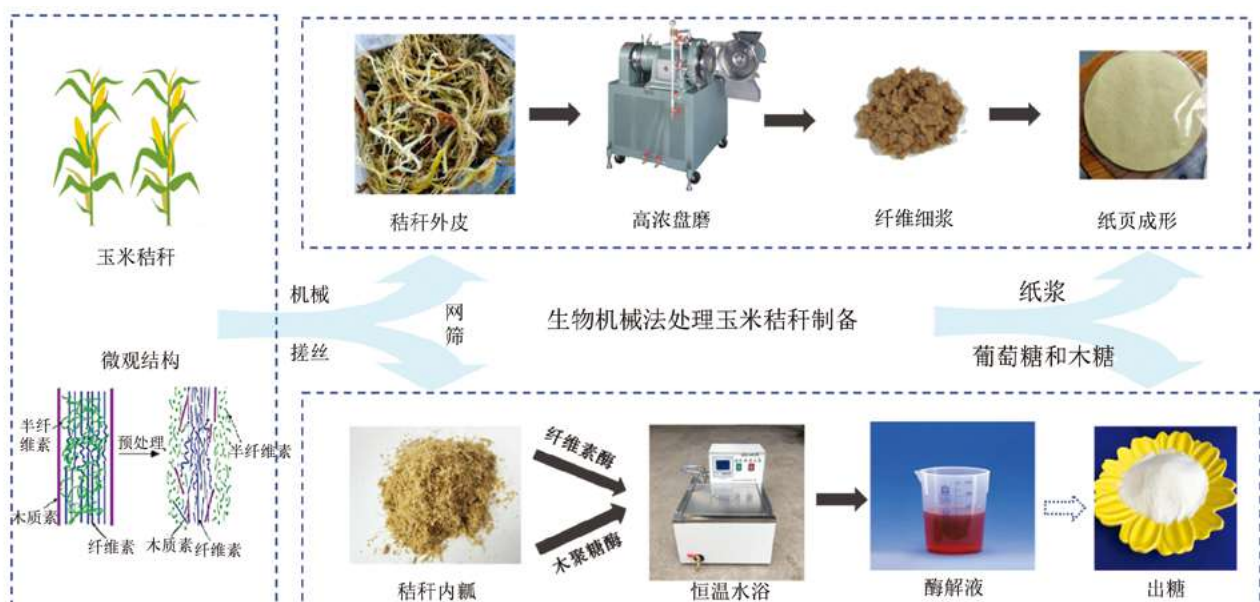


图1 生物机械法处理玉米秸秆制备纸浆和制糖流程

瓢进行酶解,酶解在聚乙烯密封袋中进行,密封袋置于水浴锅中。纤维素酶和木聚糖酶酶解髓瓢具体处理条件如表2所示。酶解温度50℃,酶解时间48h,挤出酶解液,测量酶解后葡萄糖、木糖、阿拉伯糖浓度,按照公式(1)计算出糖量。

$$Y=c \times V/w \quad (1)$$

式中,酶解液中糖的浓度 c (kg/L)、水解液体积 V (L)、玉米秸秆瓢的质量 w (t),糖的产量 Y (kg/t瓢)^[9]。

1.6 酶解液中糖浓度的测量

酶解后水解液中含有丰富的聚戊糖,糖类组分及含量的测定参考美国可再生能源实验室(NREL)的技术报告方法(NREL/TP-510-42623)进行。具体采用Dionex ICS-5000+离子色谱系统测定样品中的糖浓度,离子色谱配备CarboPacTMPA20柱(150mm×3mm)、ED40电化学检测器和AS50自动进样器。色谱柱温度为30℃,以超纯水和4%的50mmol/L NaOH为洗脱剂,流速为0.4mL/min^[12]。

2 结果与分析

2.1 玉米秸秆化学组成

玉米秸秆的化学组成成分分析如表3^[12]。从表中看出,玉米秸秆半纤维素含量为19.64%,可用于酶解生产聚戊糖;玉米秸秆的木质素含量为16.89%,低于木材,便于蒸

表1 玉米秸秆化机浆和硫酸盐针叶木浆成品配抄条件

纸页	玉米秸秆化机浆/%	硫酸盐针叶木浆/%
P70/0	100	0
P65/5	95	5
P60/10	90	10
P50/20	80	20

表2 纤维素酶和木聚糖酶酶解髓瓢处理条件

组别	样品	物料绝干/g	底物浓度/%	纤维素酶/FPU/g底物	木聚糖酶/IU/g底物
C1组	C1Y1	2	15	10	1,000
	C1Y2	2	15	10	2,000
	C1Y3	2	15	10	3,000
C2组	C2Y1	2	15	20	1,000
	C2Y2	2	15	20	2,000
	C2Y3	2	15	20	3,000
C3组	C3Y1	2	15	30	1,000
	C3Y2	2	15	30	2,000
	C3Y3	2	15	30	3,000

煮。纤维素含量47.53%,相当于棉花秸秆,但棉花秸秆的长纤维主要集中在秆皮部分,且秆皮与髓部不易分离^[13]。从化学组成分析,玉米秸秆是优良的制浆原料^[7]。

2.2 玉米秸秆机械浆的性能

由图2看出,随着硫酸盐针叶木浆加入量的增多,定量为70g/m²的纸张抗张指数、撕裂指数都不断增大。当硫酸盐针叶木浆量为0时,纸张P70/0的抗张指数为8.5Nm/g、撕裂指数为2.2mN·m²/g。加入20%的硫酸盐针叶木浆配抄,纸张P50/20的抗张指数为17.6Nm/g、撕裂指数为6.0mN·m²/g。

耐折度也随着针叶木浆加入量的增多而增大。当硫酸盐针叶木浆加入量为0时,纸张P70/0的耐折度为1,加入20%的硫酸盐针叶木浆配抄,纸张P50/20的耐折度为7。

2.3 玉米秸秆瓢的单糖产量

酶解后糖类的组分及含量在图3中看出,C1组中酶解出的葡萄糖量占原料12%~13%,木糖约5%,阿拉伯糖约2%;C2组中酶解出的葡萄糖含量占原料的12%~15%,木糖约5%,阿拉伯糖约2%;C3组中酶解出的葡萄糖含量占

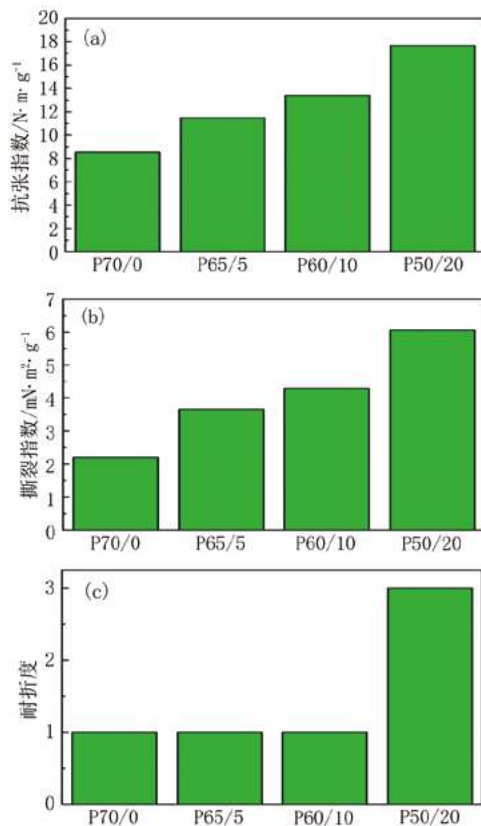


图2 纸页物理性能:(a)抗张指数;(b)撕裂指数;(c)耐折度

表3 玉米秸秆化学组成^[12]

水分 /%	灰分 /%	抽出物/%			半纤维 素/%	纤维素 /%	木素/%			
		冷水	热水	苯醇 1%NaOH			酸不溶木素	酸溶木素	总木素	
10.34	3.75	21.68	21.72	7.36	47.61	19.64	47.53	15.47	1.42	16.89

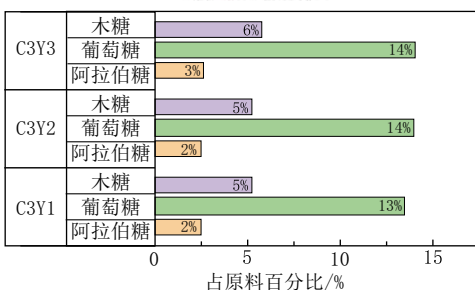
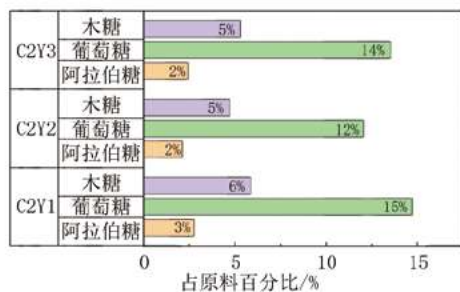
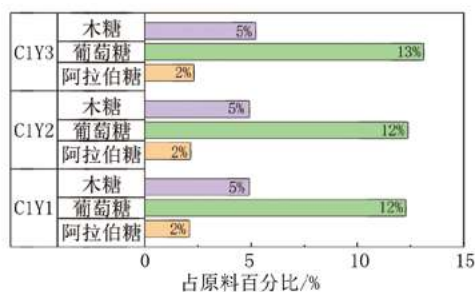


图3 酶解后糖类组分及含量

原料的13%~14%，木糖约5%，阿拉伯糖约2%。

由图3看出酶解后水解液的糖中，葡萄糖占比最高，达66.67%；木糖是占比第二高的糖，占比28.6%。

3 结论

生物机械法处理玉米秸秆技术综合利用了玉米秸秆的皮和髓瓢，提高了秸秆资源的利用率。外皮可以作为木材纤维替代品用于纸张抄造，结果表明，与20%的硫酸盐针叶木浆配抄纸张的撕裂指数可以达到 $6.0 \text{ mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$ 、抗张指数可以达到 17.6 Nm/g 。髓瓢可通过纤维素酶、木聚糖酶酶解法生产葡萄糖等糖类，每吨原料最多可以产出 37.5 kg 葡萄糖、 16.28 kg 木糖。符合生物质精炼的理念，为有效促进玉米秸秆全组分分离和全组分利用提供了理论基础。☞

参考文献

- [1] Abd El-Sayed E S, El-Sakhawy M, El-Sakhawy M a-M. Non-wood fibers as raw material for pulp and paper industry[J]. Nordic Pulp & Paper Research Journal, 2020,12:3161-3168.
- [2] 谭微,常江,边智琦,等.玉米秸秆造纸工艺的分析研究[J].哈尔滨商业大学学报(自然科学版),2015,31(04):458-459+464.
- [3] 寇梦天.玉米秸秆制浆及剩余物组分分离资源化再利用[D].吉林化工学院,2022.
- [4] Gavrilescu D, Chesca A M, Tofanica B M, et al. ENVIRONMENTALLY FRIENDLY CELLULOSIC FIBERS FROM CORN STALKS[J]. Environmental Engineering and Management Journal, 2018,177:1765-1771.
- [5] Ferdous T, Quaiyyum M A, Salam A, et al. Pulping of bagasse(Saccharum officinarum), kash(Saccharum spontaneum) and corn stalks(Zea mays)[J]. Current Research in Green and Sustainable Chemistry, 2020,03:100017.
- [6] 江晓雅,刘文,毛宗久,等.玉米秸秆全秆化学机械法制浆工艺初探[C].中国造纸学会第十九届学术年会,2020:35-42.
- [7] 梁俊,高帅,李朱霖,等.生物化学机械综合处理玉米秸秆制备高强纸浆纤维[J].造纸科学与技术,2022,41(01):18-23.
- [8] 黄强.纤维素在造纸原料中的应用研究[J].造纸装备及材料,2020,49(02):26.
- [9] 高帅,王翔宇,田国钰,等.杨木短时水热处理脱除半纤维素和木质素[J].造纸科学与技术,2022,41(02):19-23.
- [10] 李朱霖,李德民,傅英娟,等.杨木水热处理过程中半纤维素和木质素的溶出以及比表面积及孔隙结构的变化[J].齐鲁工业大学学报,2022,36(04):57-62.
- [11] 张红杰.玉米秸秆皮和瓢的综合利用[D].东北林业大学,2012.
- [12] 程合丽,詹怀宇,李兵云,等.玉米秆纤维形态和制浆漂白特性研究[J].造纸科学与技术,2008,27(06):76-79.
- [13] 滕铁生,段爱琴,李仕兰.棉秆生物氧化法环保制浆新技术的研发[J].中华纸业,2017,38(04):43-45.
- [14] Zhong X, Yuan R, Zhang B, et al. Full fractionation of cellulose, hemicellulose, and lignin in pith-leaf containing corn stover by one-step treatment using aqueous formic acid[J]. Industrial Crops and Products, 2021,172.

[收稿日期:2023-07-05(修改稿)]

Study on the Influencing Factors of Impregnation Process of Crepe Paper

◎ Shi Haizhen^{1,2}, Yang Liuqing³, Qiu Xufeng⁴, Wang Songpeng^{1,2}, Zhang Xiaolong⁵, Luo Huaying⁶, Li Hongkai^{1,2}, Shi He^{1,2}, Liu Wen^{1,2,7}, Ji Jianfeng³ (1.Quzhou Branch of China National Pulp and Paper Research Institute, Quzhou, Zhejiang 324000, China; 2.Paper Industry Productivity Promotion Center, Quzhou, Zhejiang 324400, China; 3.Zhejiang Hengchuan New Material Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang 324400, China; 4.Zhejiang Hengda New Materials Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang 324400, China; 5.Zhejiang Jingxin Special Paper Industry, Quzhou, Zhejiang 324022, China; 6.Xianhe Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang 324022, China; 7.China National Pulp and Paper Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100102, China)

美纹纸浸渍工艺影响因素研究

◎ 史海真^{1,2} 杨柳青³ 邱旭峰⁴ 王嵩鹏^{1,2} 张小龙⁵ 骆华英⁶ 李鸿凯^{1,2} 史贺^{1,2} 刘文^{1,2,7} 季剑锋³

(1.中国制浆造纸研究院衢州分院, 衢州 324000; 2.造纸工业生产生产力促进中心, 衢州 324400; 3.浙江恒川新材料股份有限公司, 衢州 324400; 4.浙江恒达新材料股份有限公司, 衢州 324400; 5.浙江晶鑫特种纸业有限公司, 衢州 324022; 6.仙鹤股份有限公司, 衢州 324022; 7.中国制浆造纸研究院有限公司, 北京 100102)



史海真 女士

硕士, 工程师; 主要从事特种纸的研究开发及技术改进。

中图分类号: TS758^{+.2}; TS762.7

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)24-0014-04

摘要: 探讨了浸渍时间、浸渍浓度、打浆度、浆料种类对美纹纸上胶量、抗张力、抗张指数的影响。结果表明, 随着浸渍时间的延长, 上胶量逐渐上升, 抗张力、抗张指数先上升后下降, 浸渍时间宜控制在10 s以内; 随浸渍浓度的提高, 上胶量快速增长, 而抗张指数逐渐下降, 在满足其他性能的前提下, 应尽量降低浸渍浓度; 随着打浆度的提升, 由针叶木浆及阔叶木浆制备的原纸上胶量均逐渐下降, 但受纤维形态的影响, 阔叶木浆原纸始终比针叶木浆原纸上胶量大; 控制上胶量时, 采用调节浸渍液浓度的方式比改变浆种、调节浸渍时间或调节打浆度更有效。

关键词: 美纹纸; 浸渍工艺; 上胶量; 抗张力; 抗张指数

Abstract: The effects of impregnation time, impregnation concentration, gradient concentration impregnation, beating degree and pulp type on the adhesive content, tensile strength and tensile index of crepe paper were discussed. The results showed that with the extension of impregnation time, the amount of glue increased gradually, the tensile strength and tensile index increased first and then decreased, and the impregnation time should be controlled within 10 seconds. With the increase of impregnation concentration, the amount of glue increases rapidly, while the tensile index decreases gradually, and the impregnation concentration should be reduced as much as possible under

□ 基金项目: 衢江区揭榜挂帅项目(编号: QJ2021037); 衢州市科技计划项目(编号: 2021Z01)。

the premise of meeting other properties. With the increase of beating degree, the amount of glue on base paper prepared from softwood pulp and hardwood pulp gradually decreased, but due to the influence of fiber morphology, hardwood pulp base paper was always larger than that of softwood pulp base paper. When controlling the amount of glue, it is more effective to adjust the concentration of the impregnating solution than to change the pulp, adjust the impregnation time or adjust the beating degree.

Key words: crepe paper ; impregnation process ; adhesive amount ; tensile strength ; tensile index

美纹纸因其表面有类似哈密瓜纹而得名,主要用于制作美纹胶带,广泛应用于电子加工、汽车喷漆、建筑装修等领域,起遮蔽和保护作用^[1],目前国内美纹纸产品尚处于中低端水平,高端产品与国外差距较大^[2]。美纹纸由美纹原纸浸渍而得,浸渍工艺是影响美纹纸性能的关键,有研究表明,采用进口美纹纸原纸进行浸渍加工,得到的美纹纸产品与国外同类产品相比,仍存在较大差距^[3]。因此本文对美纹纸的浸渍机理及浸渍的影响因素进行深入研究,重点探讨了浸渍浓度、浸渍时间、打浆度、浆料种类对浸渍效果的影响,以期改善国产产品水平,同时为生产实践提供数据支撑。

1 实验

1.1 实验原料

漂白针叶木浆、漂白阔叶木浆、美纹纸原纸、湿强剂、丁苯胶乳,均来源于浙江某特种纸厂。

1.2 实验设备

打浆机、抄纸器、施胶机、平板加热器、烘箱、抗张拉力测试仪、天平。

1.3 实验方法

1.3.1 浸渍时间对美纹纸性能的影响

使用丁苯胶乳为浸渍剂,控制丁苯胶乳浓度为20%,在施胶机上对美纹纸原纸进行浸渍,浸渍时间分别控制为10 s、20 s、30 s、40 s、50 s,然后挤出多余液体,将湿纸页在自然条件下风干一段时间后,转入平板干

燥器干燥,最后检测纸张性能。

1.3.2 浸渍浓度对美纹纸性能的影响

将丁苯胶乳配置成10%、20%、30%、40%、50%的浸渍液,浸渍时间为10 s,其余步骤同1.3.1。

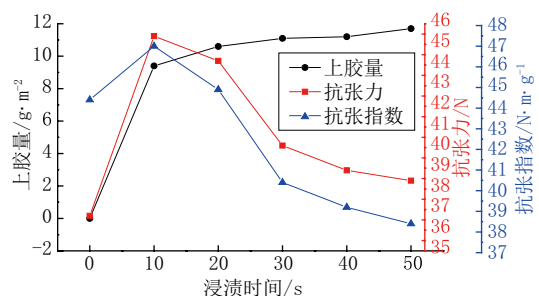
1.3.3 打浆度及浆料种类对美纹纸性能的影响

分别对针叶木浆和阔叶木浆进行打浆,然后取25 °SR、35 °SR、45 °SR、55 °SR的浆料,加入4%的湿强剂,搅拌均匀后抄纸,之后进行浸渍、挤压、干燥处理,最后检测纸张性能。

2 结果与讨论

2.1 浸渍时间对美纹纸性能的影响

从图1可以看出,浸渍时间从10 s上升至50 s时,上胶量从9.4 g/m²上升至11.7 g/m²,呈先急后缓趋势,这是因为浸渍过程分为两个阶段,第一阶段是浸渍初期,发生在开始的10 s内,大量胶乳迅速进入纤维与纤维交织而成的网络孔隙中,上胶量增长快速,只有少量进入纤维与纤维的结合处,当纸张孔隙被填满后,浸渍进入第二阶段,发生在10 s以后,此时胶乳主要向纤维与纤维之间的结合点处渗透,由于纤维之间存在氢键连接,渗透受阻,因此上胶量增长变缓。第一阶段由于纤维间氢键被破坏不多,增加的胶乳与胶乳的结合力、胶乳与纤维的结合力大于减少的氢键结合力,因此整体抗张力、抗张指数呈上升趋势,10 s时达到最大值,抗张力达到45.4 N,抗张指数达到47.0 N·m/g,相比原纸的37.4 N、44.4 N·m/g分别提升21.4%、5.8%,第二阶段纤维与纤维之间较多氢键结构被破坏,增加的胶乳与纤维的结合力小于减少的氢键结合力,因此抗张力、抗张指数呈下降



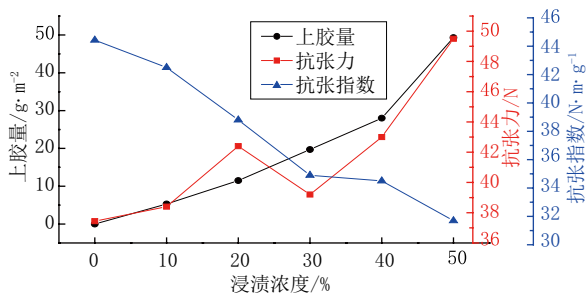
备注:浸渍浓度20%。

图1 浸渍时间对美纹纸性能的影响

趋势,在50 s时抗张力、抗张指数分别下降为38.4 N、38.4 N·m/g,相比最高值下降约15.4%、18.3%,下降幅度较大,因此并非浸渍时间越长浸渍效果越好。综合来看,浸渍第一阶段上胶量大、增长迅速,抗张力、抗张指数增加,浸渍第二阶段上胶量小、增长缓慢,抗张力、抗张指数开始减小,因此浸渍控制在第一阶段比较合适,本文第一阶段发生在10 s内,当浸渍时间为10 s时,上胶量已达到饱和上胶量的80%,且抗张力、抗张指数也最高,因此浸渍时间控制在10 s内比较合适。

2.2 浸渍浓度对美纹纸性能的影响

从图2可以看出,浸渍浓度从10%上升至50%的过程中,上胶量从5.3 g/m²上升至49.3 g/m²,变化幅度较大,这是因为在浸渍过程中,当浸渍胶乳浓度高时,停留在纸张孔隙中的胶乳含量就高,因此上胶量就大,同时也说明调节上胶量时,改变浓度比改变浸渍时间更有效。随着上胶量的提升,抗张力也逐渐提升从38.4 N上升至49.5 N,相比原纸上升约2.6%至32.2%,上升幅度明显,主要是因为浸渍后的纸张强度除了来源于纤维间氢键结合力,还来源于胶乳成膜的强度、胶乳与纤维结合的强度,虽然纤维与纤维之间的氢键破坏较多,但增加胶乳成膜的强度、胶乳与纤维结合的强度大于被破坏的氢键结合强度,因此合力呈增大趋势,而且上胶量越大,抗张力越大,其中浸渍浓度为20%时,在较小的上胶量下,抗张力上升幅度最大。抗张指数随着浸渍浓度的提升却逐渐下降,从42.5 N·m/g下降至31.7 N·m/g,相比原纸下降约4.3%至28.6%,抗张指数消除了定量的影响,这说明相同定量的原纸与浸渍纸,浸渍后的纸强度要低于原纸,主要是因为本研究浸渍时间较长,达到50 s,根据2.1提到的浸渍理论,浸渍处于第二阶段,胶乳导致纤维之间



备注:浸渍时间50 s。

图2 浸渍浓度对美纹纸性能的影响

较多的氢键结构被破坏,而氢键强度大于胶乳成膜强度及胶乳与纤维的结合强度,胶乳浓度越高,氢键被破坏越多,因此抗张指数越低。此外还可得出,浸渍浓度并非越高越好,在满足其他性能的前提下,应尽量降低上胶量,即尽量降低浸渍浓度。

2.3 打浆度及浆料种类对美纹纸浸渍效果的影响

从图3可以看出,打浆度从25 °SR上升至55 °SR时,针叶木浆原纸透气量从2.64 L/m²·s下降至1.46 L/m²·s,松厚度从1.41 cm³/g下降至1.34 cm³/g,上胶量从7.8 g/m²下降至7.26 g/m²,而阔叶木浆原纸透气量从8.53 L/m²·s下降至1.98 L/m²·s,松厚度由1.84 L/m²·s下降至1.39 L/m²·s,上胶量从11.23 g/m²下降至9.06 g/m²,整体来看,针叶木浆原纸透气量、松厚度均小于阔叶木浆原纸,针叶木浆原纸上胶量也小于阔叶木浆原纸,但仅用透气量高、松厚度来判定不同浆种之间的上胶量并不准确,如25 °SR针叶木浆制备的原纸其透气量为2.64 L/m²·s,松厚度为1.41 cm³/g,上胶量为7.8 g/m²,而55 °SR阔叶木浆制备的原纸透气量为1.99 L/m²·s、松厚度为1.39 L/m²·s,上胶量却达到9.06 g/m²,显然前者透气量、松厚度均高,但上胶量反而低,这说明,上胶量与纤维种类有很大关系,进一步与纤维形态及纤维交织而成的孔隙结构有很大关系,针叶木浆纤维较宽、较长,呈扁平的“飘带”状,打浆后纤维纵向横向交织均比较致密,孔大而少,而阔叶木浆纤维较细、相对较短,呈“棍”状,纤维交织而成的网络结构疏松,孔小而多^[4]。综上所述,阔叶木浆整体比针叶木浆上胶量大,不同打浆度下阔叶木浆上胶

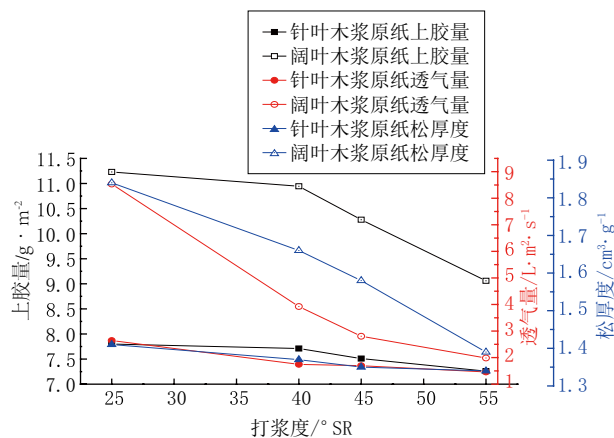
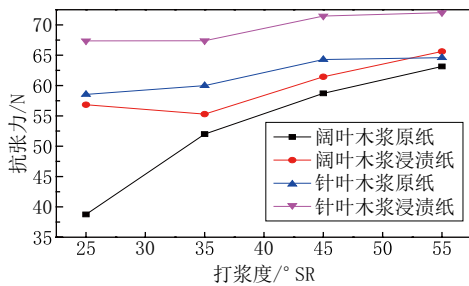


图3 打浆度对原纸性能的影响

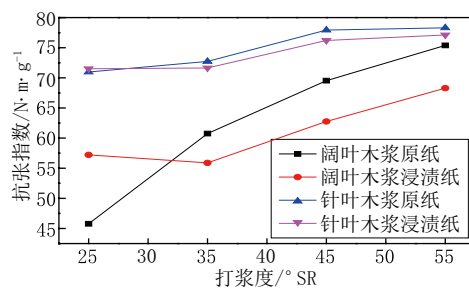
量变化比针叶木浆明显,因此阔叶木浆可通过打浆来微调上胶量,而针叶木浆通过打浆改善上胶量效果并不明显。

从图4可以看出,浸渍前,随着打浆度的提升,由针叶木浆、阔叶木浆制备的原纸抗张力均逐渐提升,这主要是因为纤维分丝帚化增多,氢键结合增多的缘故,其中针叶木浆原纸抗张力从58.5 N上升至64.6 N,阔叶木浆原纸抗张力从38.7 N上升至63.1 N,相同打浆度下针叶木浆制备的原纸抗张力大于阔叶木浆制备的原纸,这种差距在打浆初期较明显,随着打浆的进行,两者差距逐渐减小。浸渍后两种浆料制备的原纸均比浸渍前抗张力要大,其中针叶木浆浸渍纸抗张力从67.4 N上升至72.0 N,阔叶木浆浸渍纸抗张力从56.8 N上升至65.6 N,主要是因为增加的胶乳成膜的强度、胶乳与纤维结合的强度大于被破坏的氢键结合强度,同样相同打浆度下,针叶木浆浸渍纸比阔叶木浆浸渍纸抗张力要大,且差距基本保持稳定,值得一提的是,打浆初期,虽然阔叶木浆原纸抗张力较小,但由于其透气量高、松厚度大,因此上胶量也大,浸渍后其抗张力提升幅度较大,很快缩小了与针叶木浆浸渍纸的差距。



备注: 浸渍浓度20%, 浸渍时间10 s。

图4 打浆度对美纹纸抗张力的影响



备注: 浸渍浓度20%, 浸渍时间10 s。

图5 浸渍前后抗张指数变化

从图5可以看出,由两种浆料制备的原纸及浸渍纸其抗张指数均随打浆度的提升逐渐提升,其中针叶木浆原纸浸渍前抗张指数在71.0~78.3 N·m/g,浸渍后在71.5~77.1 N·m/g,而阔叶木浆原纸浸渍前抗张指数在45.8~75.4 N·m/g之间,浸渍后抗张指数在57.2~68.3 N·m/g,整体而言,两种浆料制备的浸渍纸抗张指数较浸渍前均有所降低,主要是因为相同定量下的原纸及浸渍纸,增加的胶乳成膜强度及纤维与胶乳的结合强度小于减少的氢键结合强度的缘故。

3 结论

(1) 浸渍过程分为两个阶段,第一阶段大量胶乳进入纤维与纤维交织而成的网络孔隙中,上胶量大、过程迅速,抗张力、抗张指数增加;第二阶段胶乳主要向纤维与纤维之间的结合点处渗透,上胶量小、过程缓慢,抗张力、抗张指数开始减小,综合来看,浸渍时间控制在10s以内比较合适。

(2) 浸渍浓度对最终上胶量有重要影响,浸渍浓度越高,上胶量越高,但会导致抗张指数下降,因此在满足其他指标的前提下,应尽量降低上胶量。

(3) 随着打浆度的提升,两种浆料制备的原纸透气量、松厚度、上胶量逐渐降低,受纤维形态的影响,阔叶木浆浸渍纸上胶量整体高于针叶木浆浸渍纸,但相同打浆度下,针叶木浆原纸及浸渍纸其抗张力、抗张指数均高于阔叶木浆。

(4) 控制上胶量时,采用调节浸渍液浓度的方式比改变浆种、调节浸渍时间或调节打浆度更有效。

参考文献

- [1] 王小平,陈港,唐爱民,等.美纹胶带的特性及其生产工艺[J].中国造纸,2004,23(4):61-62.
- [2] 李鸿凯,刘文,史贺,等.国内外美纹纸产品主要性能对比分析[J].造纸科学与技术,2016(3):6.
- [3] 陈慧文.谈谈胶带涂布用的美纹纸及选择[J].造纸科学与技术,2009(6).
- [4] 李鸿凯,刘文,路崇斌,等.打浆工艺对高档美纹纸剥离强度的影响[J].中华纸业,2017(14):4.

[收稿日期: 2023-05-15]

Pulping Performance of Betel Nut Shell and Feasibility Study on its Partial Replacement of Domestic Waste Paper

Chen Man¹, Ding Shuai², Yuan Jianbo², Shen Jun¹, Zhao Hui², Ren Hao^{2*}

(1.Jiangsu Lee & Man Paper Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215500, China; 2.College of Light Industry and Food Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037, China)

槟榔果壳的制浆性能初步探索 及其部分替代国产废纸浆的可行性研究

陈满¹ 丁帅² 袁建波² 沈军¹ 赵辉² 任浩^{2*}

(1.江苏理文造纸有限公司, 江苏苏州 215500; 2.南京林业大学轻工与食品学院, 南京 210037)



陈满 先生

工程师, 研发经理; 主持和参与制浆造纸工艺和节能新技术的研发工作。

中图分类号: TS724; TS743*.11
文献标志码: A
文章编号: 1007-9211(2023)24-0018-07

摘要: 面对禁废令实施后, 箱纸板行业日益缺少优质纤维原料的行业痛点问题, 以食品加工废弃物槟榔果壳作为原料, 系统性分析其作为纤维原料的应用潜力。当选择用烧碱法制浆(用碱量18%, Na_2O 计), 保温1.5 h时, 浆料得率都在40%以上, 细浆得率最高达87.9%。电子显微镜观察到槟榔果壳在煮浆后杂细胞变少, 纤维表面粗糙度增加; 当槟榔果壳浆质量占比10%时, 得到的包装纸强度最大: 耐破指数 $1.97 \text{ kPa}\cdot\text{m}^2/\text{g}$ 、抗张指数 $34.21 \text{ N}\cdot\text{m}/\text{g}$ 、撕裂指数 $6.5 \text{ mN}\cdot\text{m}^2/\text{g}$ 、耐折度12次, 且实验数据表明槟榔果壳浆占比在20%以内时, 配抄纸张物理性能均满足国家箱纸板标准。

关键词: 槟榔果壳; 箱纸板; 物理强度; 废纸浆

Abstract: In the face of the shortage of high-quality fiber materials after the implementation of the waste paper import ban, the paper systematically analyzed the application potential of food processing waste betel nut shell as raw material. When using caustic soda pulping (18% alkali content, Na_2O) and holding for 1.5h, the yield of pulp is above 40%, and the yield of fine pulp is up to 87.9%. It was observed by electron microscope that the impurity cells became less and the surface roughness of fiber increased after the pulping. When betel nut shell pulp accounted for 10%, the paper strength reached the maximum. When the

基金项目: 江苏理文造纸有限公司校企合作项目、江苏省科技副总项目(FZ20220561)。

*通讯作者: 任浩, 教授, 博士生导师; 研究方向: 木质纤维生物质转化与利用(E-mail: renhao@njfu.edu.cn)。

breaking index is 1.97 kPa·m²·g⁻¹, the tensile index is 34.21 N·m·g⁻¹, the tearing index is 6.5 mN·m²·g⁻¹, and the bending resistance is 12 times. The experimental data show that when the ratio of betel nut shell pulp is less than 20%, the physical properties of the laminated paper meet the national standard for containerboard.

Key words: betel nut shell; containerboard; physical strength; waste paper pulp

在造纸行业原料中, 国产纸浆约占65%, 其中国产木浆13%、国产非木浆6%、国产废纸浆46%^[1], 二次纤维在造纸业原料供应中占据很大比例, 原料的对外依存度较高。2021年停止对外进口废纸后, 我国造纸工业出现约3000万吨纤维原料的供应缺口问题, 国内纸浆供应更加紧张^[2]。与此同时, 我国于2020年1月发布“限塑令”^[3], 对塑料包装用品的使用做出全面规定, 规模化生产的纸质包装材料可以满足塑料包装材料的替代需求, 这对箱纸板^[4]、瓦楞纸和白色牛皮纸等纸质包装材料的产能提出更多的需求, 尤其是国内快递行业迅速发展, 带动了以箱板瓦楞纸为主的快递包装需求的迅猛增长。因此, 寻找新的植物纤维原料制浆成为解决上述问题的关键。

槟榔作为一种生长速度快的经济作物, 主要生长于亚洲的热带地区, 据联合国粮农组织FAO公布的数据显示: 2020年世界槟榔总产量为179.63万吨, 收获面积为122.61万公顷, 其中, 海南槟榔产量位居世界第二位。作为可再生的木质纤维原料, 废弃的槟榔果壳含有45%~55%的纤维素^[5-6], 对其作为制浆造纸原材料的可行性进行探索研究, 有利于食品加工副产物槟榔果壳的合理化资源利用, 并对环境保护、缓解我国制浆造纸原料短缺的问题具有重要意义。

本实验以槟榔果壳为原料, 通过烧碱法对其进行制浆、评价其制浆性能后, 将制得的浆料与国产废纸浆通过不同的比例配抄成纸, 将纸张物理性质与箱纸板国家标准GB/T 13024-2016进行对比, 探究能够达到国家箱纸板标准的槟榔果壳浆的合适使用比例及范围, 从而提高槟榔

果壳的利用价值。

1 实验

1.1 材料

槟榔果壳由江南大学食品学院提供, 切条3~4 cm, 风干备用。按照TAPPI标准系列方法对槟榔果壳原料进行了详细的化学解析: 苯醇抽提物(T204om-97), 热水抽提物(T207om-02), 1%NaOH抽出物(T212om-02), 综纤维素(T249cm-2000), Klason木质素(um250), 酸溶木质素(T222om-02), 灰分(T211om-02), 原料主要化学成分如表1所示。

废纸浆: 国产废纸, 江苏理文造纸有限公司提供, 打浆度为(30±1) °SR。

冰醋酸、过氧化氢、乙醇、氢氧化钠、硫酸均来自南京化学试剂有限公司。

1.2 槟榔果壳浆的制备

采用烧碱法对槟榔果壳制浆, 在油浴蒸煮器(YYG3-10*1.25)中完成蒸煮。装锅量60 g绝干原料, 用碱量18% (以Na₂O计); 液比1:6, 加入蒸煮药剂和水后空转1 h, 升温时间2 h, 最高升温168 °C, 记录升温曲线, 分别保温0.5 h、1 h、1.5 h, 干燥后分别称重得绝干粗浆质量。使用纤维含量分析仪将粗浆筛分得粗渣和细浆, 筛分结束后, 将良浆和粗渣样品装袋平衡水分, 然后取样置于105 °C烘箱中烘干, 利用公式(1)、(2)计算得出粗渣和良浆得率。

$$Y_1 = (m_2/m_1) \times 100\% \quad (1)$$

$$Y_2 = (m_4/m_3) \times 100\% \quad (2)$$

式中: Y_1 —粗渣得率; Y_2 —细浆得率; m_1 —绝干粗浆质量, g; m_2 —绝干粗渣质量, g; m_3 —绝干原料质量, g; m_4 —绝干细浆质量, g。

1.3 打浆

废纸浆为江苏理文造纸有限公司箱纸板生产线原料, 打浆度为31 °SR, 无需进行打浆操作; 将槟榔果壳浆料进行解离, 调节浆浓度至10%, 用PFI磨(2QST)进行打浆, 得到打浆度31 °SR的浆料, 用于后续与废纸浆进行不同质量占比的配抄。

1.4 纸页抄造

使用抄片机(RK-2A, 奥地利PTI)对槟榔果壳浆抄纸, 每种保温时间各抄三张, 平行实验去误差; 将打浆度为31 °SR的槟榔果壳浆分别以0%、5%、10%、15%、20%、25%

表1 槟榔果壳化学成分

综纤维素/%	木质素/%	灰分/%	1%NaOH抽出物/%	苯醇抽提物/%	热水抽提物/%
56.10	28.75	3.53	40.92	10.23	21.33

的质量占比与废纸浆混合抄纸,纸张定量 100 g/m^2 ,抄造过程中不使用助留助滤剂,压榨、烘干。抄造好的纸片在干燥室平衡水分 24 h ,用于后续纸张物理性能测定。

1.5 测试与表征

1.5.1 浆料打浆度的测定

取经过筛分后的细浆解离,解离后的浆料悬浮液试样用蒸馏水稀释至 0.3% ,使用加拿大游离度仪(P41510 E000,奥地利PTI)测定游离度,按照GB/T 3332-2004计算打浆度。

1.5.2 黑液残碱的测定

收集不同蒸煮条件下的黑液,按照TAPPI T625规定的方法测定黑液残碱量。

1.5.3 浆料卡伯值的测定

将不同保温时间的槟榔果壳细浆疏解后,按照GB/T 1546-2018规定的方法测定浆料的卡伯值。

1.5.4 浆料纤维质量分析(FQA)

取 40 mg 绝干原料加入蒸馏水配置成 40 mg/L 的纤维悬浮液,使用FQA(Morfi Compact,法国Techpap)检测细胞纤维形态。

1.5.5 浆料纤维形态观察

采用光学显微镜(SMZ-168,德国Motic)观察纤维的长度、宽度、细胞壁厚和细胞腔直径,取样计算,并记录结果。

1.5.6 纸张红外光谱分析

采用红外光谱仪(VERTEX 80V bruker)的ATR模式测定红外光谱图,分辨率 4 cm^{-1} ,波数范围 $4000\sim 500\text{ cm}^{-1}$ 。

1.5.7 纸张物理性能测定

按照国家规定检测标准:GB/T 455-2002、GB/T 454-2002、GB/T 453-2008和GB/T 457-2008分别测定纸张撕裂指数、耐破指数、抗张指数、耐折度等物理性能指标。

2 结果与讨论

2.1 不同保温时间制浆得率分析

利用1.2所述方法对各保温时间下细浆和粗渣得率进行测定,结果如图1所示。由图1可知,随着保温时间的延长,细浆得率由保温 0.5 h 的 44.7% 增至保温 1.5 h 的 87.9% ,相应地,粗渣得率则由 54.2% 下降到 11.0% 。在蒸煮过程中,随着蒸煮时间的延长,纤维素和半纤维素的水解程度逐渐加深,纤维素分子链断裂、分解^[7],同时在蒸煮过程中,木质素也逐渐溶解,加剧了纤维素分子链的裂解

^[8]。这些分子在高温、高压的条件下,容易分散成小颗粒,形成细浆。因此,随着蒸煮保温时间的延长,细浆得率随之升高。

2.2 不同保温时间制浆性能分析

不同保温时间槟榔果壳的制浆性能参数如表2所示。由表2可知,槟榔果壳在保温 0.5 h 、 1 h 、 1.5 h 的条件下得到的浆料打浆度分别为 $26.7\text{ }^\circ\text{SR}$ 、 $23.7\text{ }^\circ\text{SR}$ 、 $22.5\text{ }^\circ\text{SR}$;黑液中的残碱量由 0.5 h 的 5.84 g/L 下降到 1.5 h 的 4.04 g/L ,保温时间越长残碱量越小,说明有效碱的消耗量随着保温时间的延长逐渐增大;相应地,卡伯值也随着保温时间的增大而减小,由 0.5 h 的 26.8 下降到 1.5 h 的 15.1 。

打浆度与纤维的切断、润胀、分丝帚化和细纤维化程度有关^[9],打浆度变低说明浆料的黏度较低或者浆料中的纤维素含量不足,可能是由于蒸煮时间过长,纤维素分子链的断裂和分散程度逐渐趋于饱和导致的,浆料中的纤维素含量低会使得纤维之间交联结构不够紧密,对成纸性能产生负面影响^[10]。蒸煮时间越长,耗碱量越大,木质素溶出量越大,蒸煮液NaOH中的 OH^- 会促进木质素 α -醚键发生断裂;随着保温时间的延长,部分木质素的醚键和碳碳键发生断裂,木质素大分子碎片化为小分子,从原料中溶出^[11],这是卡伯值随着蒸煮时间的延长而降低的原因。

2.3 不同保温时间浆料纤维形态分析(FQA)

纤维的尺寸和质量会影响到浆料和纸产品的质量和用途。蒸煮保温时间对槟榔果壳浆的纤维质量影响如表3所示。由表3可知,保温 0.5 h 、 1 h 、 1.5 h 条件下的浆料纤

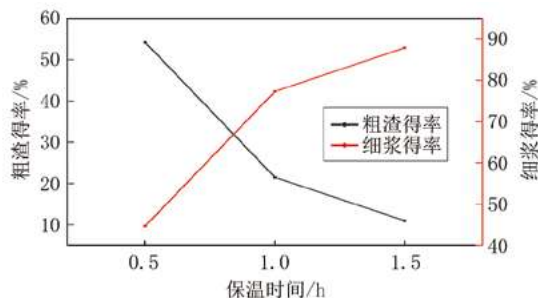


图1 保温时间对粗渣和细浆得率的影响

表2 不同保温时间槟榔果壳制浆性能比较

保温时间/h	游离度/mL	打浆度/ $^\circ\text{SR}$	残碱量/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	卡伯值
0.5	475	26.7	5.84	26.8
1	525	23.7	5.16	19.3
1.5	550	22.5	4.04	15.1

维数均长度分别为0.55 mm、0.50 mm、0.46 mm，纤维宽度分别为12.23 mm、12.11 mm、11.86 mm，随着保温时间的延长而减小，这是由于在烧碱法制浆的过程中，碱性溶液会分解纤维壁内的木质素和半纤维素等物质，使得细胞壁变薄^[12]，纤维直径变小。但是保温0.5 h、1 h、1.5 h条件下的浆料卷曲度逐渐降低，分别为5.6%、5.2%、4.7%，这是由于在蒸煮的过程中，纤维会吸水膨胀；纤维松软度增加，弹性下降，变得更加平展^[13]。随着保温时间的延长，浆料的细小纤维率从0.5 h下的52.0%上升到1.5 h下的60.6%，这是因为槟榔果壳中的半纤维素和木质素等非纤维素成分逐渐溶出，导致细小纤维（如微纤维、纤维丝等）的比例逐渐增加，故细小纤维率随之增大。

废纸浆的纤维数均长度为0.80 mm，大于不同保温时间下的槟榔果壳浆料纤维长度。纤维长度是影响纸张物理性能的重要指标之一，因为槟榔果壳纤维较短，所以用纯槟榔果壳浆抄造的纸张强度较低，因此考虑将较短的槟榔果壳浆与较长的废纸浆进行配抄，一方面缓解目前纤维原料不足的问题，另一方面改善纸张物理性能。废纸浆纤维较长，槟榔果壳浆纤维较短，槟榔果壳浆与废纸浆进行配抄成纸的过程中，较短的槟榔果壳纤维可以填补废纸浆纤维之间的空隙^[14]，有利于改善纸张的平滑度，同时废纸浆的长纤维可以作为骨架为纸张的强度提供保障^[15]。

槟榔果壳不同保温时间下的浆料纤维显微图像如图2所示。经过烧碱法制浆后的槟榔果壳纤维与未经蒸煮的原料纤维相比，纤维变得更加纤细柔软，由于纤维细胞壁溶出了木质素和半纤维素，表面变得粗糙，从而番红试剂染色更加明显。能够观察到，经过烧碱法处理后，有效地实现了槟榔果壳纤维组分分离，同时还保持了纤维的完整性。图2(a)中可以观察到槟榔果壳原料经过解离后产生很多杂质，这些杂质包括灰分、脂质和杂细胞。通过图2(b)、(c)、(d)可以观察到，经过不同时间的蒸煮之后，

表3 不同保温时间槟榔果壳浆料与废纸浆纤维质量对比

纤维指数	槟榔果壳	保温0.5 h	保温1 h	保温1.5 h	废纸浆
数均长度/mm	0.77	0.55	0.50	0.46	0.80
重均长度/mm	0.95	0.73	0.63	0.58	1.11
纤维宽度/ μm	12.59	12.23	12.11	11.86	13.91
长宽比	64.16	44.97	41.29	38.79	79.80
卷曲度/%	6.0	5.6	5.2	4.7	6.9
细小纤维率/%	-	52.0	56.3	60.6	68.8

各类杂质得到了很大程度的脱除，这是因为在高温高压的蒸煮过程中，一些无机盐类杂质会溶解到制浆黑液中，杂细胞在高温高压的条件下被破坏掉，使得杂细胞数量减少，脂质也会溶到黑液中。

2.4 纸张红外分析

槟榔果壳浆与废纸浆不同比例配抄的纸张红外光谱图如图3所示。所有纸张的红外光谱图都有两个主要的吸收区域，一是 $3,603\text{ cm}^{-1}$ 到 $2,764\text{ cm}^{-1}$ 之间的高波长区，另一个是 $1,713\text{ cm}^{-1}$ 到 400 cm^{-1} 的低波长区。其中，在 $3,340\text{ cm}^{-1}$ 和 $2,883\text{ cm}^{-1}$ 附近的特征吸收峰分别代表纤维素的-OH基团的氢键伸缩振动和-CH基团的伸缩振动吸收峰^[16-17]； $1,655\text{ cm}^{-1}$ 附近的特征吸收峰为木质素和半纤维素中的C=O结构伸缩振动峰，100%槟榔果壳浆所抄纸张在此处并未显示出特征吸收峰，可能是蒸煮过程中木质素和半纤维素的大量溶出导致的； $1,428\text{ cm}^{-1}$ 处的特征吸收峰为纤维素的结晶区， 893 cm^{-1} 处显示的特征吸收峰为纤维素的无定型区^[18]；100%槟榔果壳浆所抄纸张与其他纸张的红外光谱图对比，在 876 cm^{-1} 和 705 cm^{-1} 处表现出明显的差异，这两处特征峰代表着碳酸盐阴离子中的C=O振动吸收峰^[19]，这可能和废纸浆中含有的碳酸钙造纸添加剂有关；在 $1,161\text{ cm}^{-1}$ 和 $1,101\text{ cm}^{-1}$ 附近出现的特征峰是由于纤维素中D葡萄糖单元之间的 β -1,4-糖苷键连接的C-O-C拉伸振动引起的^[20]；不同槟榔果壳浆占比的纸张均

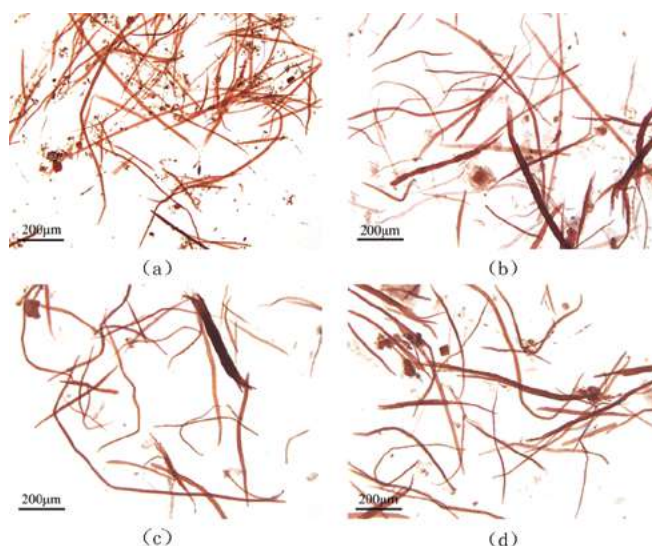


图2 不同保温时间槟榔果壳浆料的纤维形态显微图

在 $1,254\text{ cm}^{-1}$ 、 $1,508\text{ cm}^{-1}$ 、 $1,594\text{ cm}^{-1}$ 处发现了归属于木质素芳香骨架振动的特征吸收峰^[21]。不同占比槟榔果壳浆的红外光谱图通过对比,显示相应的纤维素和木质素官能团,表明槟榔果壳纤维主要由纤维素、半纤维素和木质素组成。

2.5 纸张物理性能分析

对纸张的物理性能进行检测,结果如图4所示。由图4可知,随着槟榔果壳浆添加量的增加,纸页的耐破指数和抗张指数等都呈现先升后降的趋势,在槟榔果壳浆占比10%时,纸张强度达到最大,其中耐破指数为 $1.97\text{ kPa}\cdot\text{m}^2/\text{g}$ 、抗张指数为 $34.21\text{ N}\cdot\text{m}/\text{g}$,撕裂指数和耐折度分别达到最大值 $6.5\text{ mN}\cdot\text{m}^2/\text{g}$ 、12次。

在槟榔果壳浆料质量占比10%时,纸张各方面强度达到最大,是由于槟榔果壳纤维较短,与废纸浆混合后,短纤维组分充分填充在相邻的废纸浆长纤维网络中起到填

充和连接作用,有利于纤维之间的相互交织,对纸页的物理强度起到提升作用。但随着槟榔果壳浆含量的增加,纸张中短纤维含量逐渐增多,杂细胞的含量也随之增多,阻碍了废纸浆纤维之间氢键的结合,从而降低了纸页的物理强度^[22]。纸张耐破指数大于 $1.85\text{ kPa}\cdot\text{m}^2/\text{g}$,耐折度大于6次时,即满足国家箱纸板标准,综合考虑槟榔果壳浆质量占比在20%及以下都可满足国家箱纸板制造标准,且当其占比为10%时纸张物理性能最佳。

3 结论

(1) 通过对槟榔果壳化学组成和纤维形态分析,其属于典型的禾本科植物,综纤维素、木质素含量分别为56.10%、28.75%,纤维的长宽比 >50 ,在化学组分和纤维形态上均具备作为制浆原料的基本条件。

(2) 本文试以槟榔果壳为原料在烧碱法制浆(用碱量18%, Na_2O 计)条件下制备化学浆,其得率在40%左右。优化反应条件后打浆度、残碱量和卡伯值分别可达 22.5°SR 、 4.04 g/L 和15.1;若进一步降低用碱量并结合机械打浆,可判断使用该原料可以制备较高得率的化机浆。

(3) 浆料纤维长度、宽度和卷曲度随着本文中制浆保温时间的延长而减小,保温1.5 h下的浆料纤维长度和宽度分别为 0.46 mm 、 $11.86\text{ }\mu\text{m}$,浆料纤维的卷曲度也由保温时间0.5 h的5.6%下降到1.5 h下的4.7%。表明随着蒸煮的进行,细胞壁复合结构被充分打开,纤维细胞更加舒展柔软,对比未处理原料的纤维形态,蒸煮后的槟榔果壳浆料中纤维细胞形态保存完整,纤维变得柔软且表面粗糙,在蒸煮过程中杂质以及杂细胞得到有效脱除。

(4) 槟榔果壳浆料可以用于和现有国产废纸浆配抄,将相同打浆度(31°SR)的槟榔果壳浆和国产废纸浆按不同比例进行配抄,发现当槟榔果壳浆质量占比为10%时的纸张物理性能最佳,分别为:耐破指数 $1.97\text{ kPa}\cdot\text{m}^2/\text{g}$ 、抗张指数 $34.21\text{ N}\cdot\text{m}/\text{g}$ 、撕裂指数 $6.5\text{ mN}\cdot\text{m}^2/\text{g}$ 、耐折度12次,且槟榔果壳浆配抄质量占比在20%以内时,纸张物理性能均满足国家箱纸板标准。☞

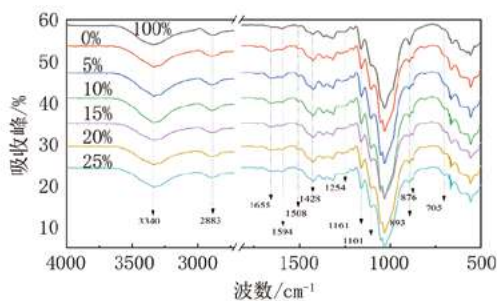


图3 不同槟榔果壳浆料占比的纸张红外光谱图

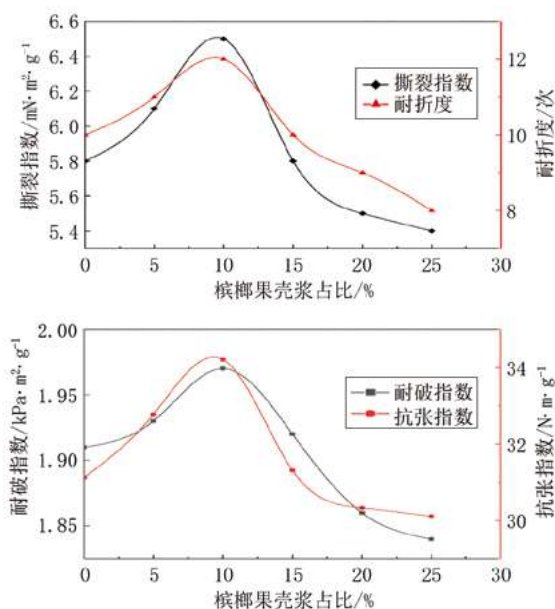


图4 不同槟榔果壳浆占比对纸张物理性能的影响

参考文献

[1] 聂勋载.再谈中国造纸工业原料问题,加速开发韧皮纤维的全树综合利用[J].中华纸业,2021,42(12):1-5.

NIE X Z. Discussion on the Raw Materials of China Paper

- Industry: Accelerating Comprehensive Utilization of the Bast Fiber[J]. *China Pulp & Paper Industry*, 2021, 42(12):1-5.
- [2] 房桂干,沈葵忠,李晓亮,et al.限塑和禁止固废进口政策下中国造纸工业纤维原料的供应策略[J].*中国造纸*,2021,40(7):1-7.
FANG G G, SHEN K Z, LI X L, et al. Supply Strategy of Fiber Sources for China's Paper Industry under Policies of Restriction Usage of Plastic and Banning Solid Wastes Importation [J]. *China Pulp & Paper*, 2021, 40(07): 1-7.
- [3] 周海晨.限塑令对纸包装行业需求前景的影响分析[J].*中华纸业*,2020,41(7):66-67.
Zhou H C. Analysis on Plastic Restriction Order's impact toward paper packaging demand [J]. *China Pulp & Paper Industry*, 2020, 41(07): 66-7+12.
- [4] 吕艳烁.瓦楞及箱纸板行业:供需矛盾明显供应链竞争加剧[J].*中华纸业*,2022,43(21):55-58. Lü Y S. Corrugated Paper and Containerboard: Supply and Demand Contradiction Lending to Intensified Competition in the Supply Chain [J]. *China Pulp & Paper Industry*, 2022, 43(21): 55-8.
- [5] Rajan A, Kurup J G, Abraham T E. Biosoftening of arecanut fiber for value added products[J]. *Biochemical Engineering Journal*, 2005,25(3):237-242.
- [6] Malik S, Rana V, Joshi G, et al. Valorization of Wheat Straw for the Paper Industry: Pre-extraction of Reducing Sugars and Its Effect on Pulping and Papermaking Properties[J]. *ACS Omega*, 2020,5(47):30704-30715.
- [7] 郭泰.竹柳化学组分分析及制浆性能的研究[D].City:齐鲁工业大学,2016. GUO T. The Analysis of Willow's Chemical Components and Pulping Properties [D]; Qilu University of Technology, 2016
- [8] Favaro J S C, Ventrone G, De Oliveira I R, et al. Temperature and effective alkali effect on brown pulp kraft cooking[J]. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 2021,36(2):227-233.
- [9] 高玲玲,周万鹏,童伟,et al.打浆度对宣纸原料纤维形态及成纸性能的影响[J].*中国造纸*,2019,38(2):23-28. GAO, L L, ZHOU W P, TONG W L W, et al. Effect of Different Beating Degree on Fiber Morphology and Paper Properties in Xuan Paper Production, *China Pulp & Paper*, 2019, 38(02): 23-8.
- [10] 赵建,李雪芝,曲音波,et al.麦草的酶法化学制浆(I)不同种类酶液处理对麦草化学制浆性能的影响[J].*中国造纸学报*,2002(2):3-8.
ZHAO J, LI X Z, QU Y B, et al. Enzymatic Chemical Pulping of Wheat Straw: (I)Effect of Enzymes Pretreatment on Conventional Chemical Pulping of Wheat Straw[J]. *Transactions of China Pulp and Paper*, 2002, (02): 3-8.
- [11] 许跃,陈雪峰,毛宗久,et al.慈竹制浆工艺研究[J].*中国造纸学报*,2022,37(S1):20-23. XU Y, CHEN X F, MAO Z J, et al. Study on the pulping technology of Phyllostachy bamboo[J]. *Transactions of China Pulp and Paper*, 2022, 37(S1): 20-23.
- [12] Dash S, Bhavanam A, Gera P. Parametric optimization of kraft pulping of wheat straw for extraction of lignin using response surface methodology[J]. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2023:1-18.
- [13] Chandra R P, Wu J, Saddler J N. The application of fiber quality analysis (FQA) and cellulose accessibility measurements to better elucidate the impact of fiber curls and kinks on the enzymatic hydrolysis of fibers[J]. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2019,7(9):8827-8833.
- [14] Adeoye M D, Lawal A T, Jimoh A O, et al. Fascinating physical-chemical properties and fiber morphology of selected waste plant leaves as potential pulp and paper making agents[J]. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2021,11:3061-3070.
- [15] 尹崇鑫,王敏,卞辉洋,et al.稻草低温 p-TsOH制浆性能研究[J].*中国造纸学报*,2023,37(1):73-78. YIN C X, WANG M, BIAN H Y, et al. Research on Low-temperature p-TsOH Pulping of Rice Straw [J]. *Transactions of China Pulp and Paper*, 2022, 37(01): 73-78.
- [16] Avolio R, Bonadies I, Capitani D, et al. A multitechnique approach to assess the effect of ball milling on cellulose[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2012,87(1):265-273.
- [17] Jonoobi M, Khazaeian A, Tahir P M, et al. Characteristics of cellulose nanofibers isolated from rubberwood and empty fruit bunches of oil palm using chemo-mechanical process[J]. *Cellulose*, 2011,18:1085-1095.
- [18] Jayamani E, Loong T G, Bakri M K B. Comparative

- study of Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) analysis of natural fibres treated with chemical, physical and biological methods[J]. Polymer Bulletin, 2020,77(4):1605-1629.
- [19] Stevulova N, Hospodarova V, Estokova A, et al. Characterization of manmade and recycled cellulosic fibers for their application in building materials[J]. J Renew Mater, 2019,7:1121-1145.
- [20] Marchessault R. Application of infra-red spectroscopy to cellulose and wood polysaccharides[J]. Pure and Applied Chemistry, 1962,5(1-2):107-130.
- [21] Chandra J, George N, Narayanankutty S K. Isolation and characterization of cellulose nanofibrils from arecanut husk fibre[J]. Carbohydrate Polymers, 2016,142:158-166.
- [22] Zhang Q, Han X, Pu J. Formaldehyde adsorption composite paper with nacre-inspired structure and high mechanical strength properties[J]. Applied Physics A, 2019,125:1-8.

[收稿日期: 2023-05-25]

中华纸业 征订及更改刊期说明

自2024年1月起, 刊期由半月刊改为月刊

《中华纸业》杂志, 是中国造纸协会会刊, 是我国造纸行业唯一定位于产业经济的综合指导类权威性期刊。

经主管单位中国轻工业联合会和主办单位中国造纸协会、山东省造纸工业研究设计院同意, 山东省新闻出版局以“鲁新出函[2023]196号”文批复, 自2024年1月起, 《中华纸业》的刊期由半月刊改为月刊, 办刊宗旨、国内统一连续出版物号、国际标准刊号、邮发代号等其他登记项目不变。内容仍以深度、权威、专业作为特色, 突出导向、前瞻、创新、实用, 将传统纸质媒体稳健发展与新媒体快速发展作为中华纸业杂志社新时期融合发展的战略选择。

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(含普通邮寄费), 全年460元人民币(含快递邮寄费);

港澳台及国外: 30美元/期, 全年12期共计360美元(不含国际快递费, 根据不同地区国际运输收费标准另行加收)。

订阅方法:

● 银行汇款:

开户银行: 中国工商银行济南市高新支行

户名: 山东中华纸业传媒有限公司 帐号: 1602 0236 0920 0002 165

请将“订阅回执”(从中华纸业网<http://www.cppi.cn/uploads/soft/231207/1-23120FZ258.doc>下载)填写后连同汇款底单一起通过

QQ、微信等形式传回本社。

● 邮局汇款:

请注明订阅单位名称、地址、邮编、电话和收件人姓名。

联系方式: 电话: 0531-88522949, 88935343, 15725121168

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



Detection Analysis and Research of Papermaking Wet-End Flocculation

◎ Deng Lifeng, Zhou Yi (Mudanjiang Hengfeng Paper Joint Stock Co., Ltd., Mudanjiang, Heilongjiang 157013, China)

造纸湿部絮凝的检测分析及研究

◎ 邓立锋 周怡

(牡丹江恒丰纸业股份有限公司, 黑龙江牡丹江 157013)



邓立锋 先生

研发检测副主任工程师; 主要从事纸张的物理、化学检测分析及实验室管理工作。

中图分类号: TS77

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)24-0025-04

摘要: 主要对造纸湿部絮凝进行研究, 主要的研究方向在检测方法上。本文分别对造纸湿部絮凝中的各项检测技术进行了介绍, 对于其中存在的原理和过程进行了分析; 同时, 详细地描述了在检测过程中各个仪器的使用特性和效果, 最后对几个检测方法进行对比和优化建议。

关键词: 湿部; 絮凝; 絮体; 检测

Abstract: This paper mainly studies the flocculation of wet end in the papermaking process, and the main research direction is in the detection method. Therefore, this paper introduces the principle and process of various detection methods in the research of papermaking wet end flocculation, and describes in detail the use characteristics and effects of various instruments in the detection process, Finally, several detection methods are compared and optimized.

Key words: wet end; flocculation; flocs; measurement

在造纸技术中, 絮凝对纸浆的留着、成形和滤水方面都有很大的影响, 一般来说, 造纸过程中絮凝形成的助留体系不单能够促进纸浆的留着状态, 而且还能极大地保障纸浆中的水分能够彻底脱离。不过在纸张成形的过程之中, 如果造纸的悬浮液中出现了比较大的絮凝, 那么就会对纸张的均匀程度造成不小的影响。因此, 在纸张的制作工艺之中, 对于絮凝的精准控制对纸张的质量十分重要, 因此在造纸工业中的从业人员都希望能够实

现悬浮液中的最佳絮凝状态，这样才能够保持纸张的留着和匀度都能保持最佳状态。

在造纸机器中对絮凝的控制和优化统筹是根据对纸浆悬浮液的浓度以及留着状态和电荷的检测来完成的，虽然目前在造纸过程中，也应用了一部分湿部化学检测仪器，不过这些仪器对于絮凝的控制还不是十分直接。随着对絮凝优化的研究深入，研究人员都达成了一项共识，那就是只有应用能够直接控制絮凝的检测仪器，才能够达到控制絮凝的最佳效果。

1 FBRM (聚焦光束反射测量仪)

1.1 工作原理

目前对于絮凝的研究优化中的检测方法大部分还是光学检测，FBRM系统的主要特性就是能够在线观测颗粒系统中的颗粒粒径分布，具体的原理如图1所示。FBRM系统在探头中发射经过高度聚焦之后的激光束，之后激光束再通过仪器内部的透镜在探头的窗口位置进行聚焦处理。之后仪器内部的透镜通过高速的旋转，经过高速聚焦的激光束也跟随透镜以相同的角度和速度高速旋转，对探头位置的颗粒系统进行十分快速地扫描。当激光束第一次经过探头窗口位置的颗粒系统表面的时候，检测过程发生第一次反射，当激光束到颗粒系统的另外一端的时候，检测过程的第二次反射发射，此时经过反射的激光束就会以相同的路径返回，这样就会被仪器内部的反射接受部分接受，之后通过计算这两次反射直接的时间间隔，就可以计算出颗粒系统两端的距离，也就是颗粒弦长数值。FBRM系统平均每秒钟都可以测到百万量级的弦长数据集，因此在很短的时间一个很大的弦长数

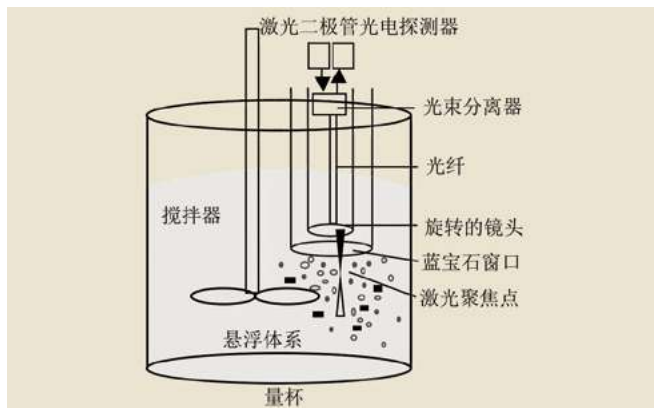


图1 FBRM系统示意

据量级就会经过科学的计算之后，得出十分准确的弦长平均值，简称为MCL。除了MCL之外，FBRM系统还可以计算出颗粒的中间弦长、颗粒系统中颗粒的总数等数据集合。

FBRM系统可以对纤维、填料以及细小纤维的絮凝状态进行检测，对于一些反射时间间隔较短，反射情况良好的纤维，这些纤维的平均弦长(MCL)都会与纤维直径的数值十分接近。一般来说，当造纸浆料系统中的颗粒进行絮凝的时候，MCL的数值就会增大，而且在此数值的增加数据间隔中的颗粒数量就会随着MCL的增加而急剧减少。

1.2 FBRM在造纸湿部絮凝研究中的应用

(1) 首先是在化学的处理方面其显现出一定的作用。其可以在化学处理方面实现相关的实验。具体的体现在了优化的控制与测量方面的应用。

(2) 其次是在关于白水絮凝在失稳过程中的研究工作，同时还是要注意DCS方面的工作准备。

(3) 在关于纸浆的悬浮方面也是注意流动变形的存在，同时可行性方面的原理进行相关的研究。

(4) 造纸过程中助留体系中絮凝原理和相关絮体性质的研究工作。

已经有很多研究学者通过FBRM系统进行相关的研究，通过细微的检测及多年研究发现，絮体的大小以及可扭转性乃至其他絮体的特性都与助留体系与助留化学试剂有很大的关联。其中，学者Yoon和Deng在研究中对于絮凝方面进行了总结性的研究，发现其相关的高级絮凝可以实现聚合方面的物架桥上的发展，不过在研究的过程中还有其他的发现，其中在不同的颗粒通过静电的吸引可以实现高度的絮凝。基于此本文以FBRM为基础，将会对实际案例进行过程解析，介绍相关仪器的使用流

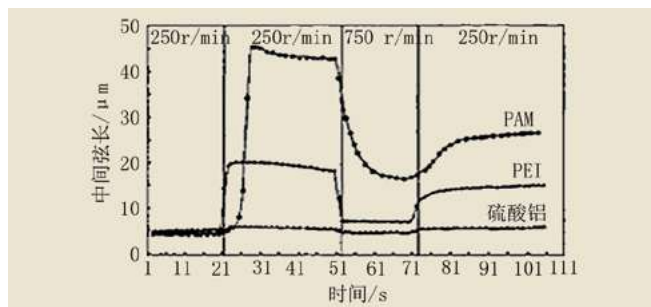


图2 不同絮凝剂的絮凝发展过程

程以及实验原理。

1.3 絮凝机理和絮体性质的FBRM研究

Blanco对相关的研究,其中对于1%碳酸钙悬浮液的絮凝过程,使用了CPAM、PEI和硫酸铝三种不同的絮凝剂进行实验。实验过程中,采用相同的条件,将FBRM探测器伸入样品容器中,并在250 r/min下搅拌一定时间后加入絮凝剂,随后将搅拌速度提高到750 r/min持续20 s,以观察解絮情况,希望通过实验来探究絮体形成与剪切力之间的关系。另外,为了研究不同絮凝剂的再絮凝能力,实验又降低了搅拌速率到250 r/min,并进行了一定时间的搅拌。

2 PDA (脉冲光散射分析仪)

2.1 工作原理

PDA(粒子动态分析器)利用光散射原理在线监测颗粒絮凝过程,其输出信号为标准偏差值,即絮凝指数FI(flocculation index)。当水中出现絮凝体时,絮体会对光产生散射作用,使得透射光强与散射光强比值增大,从而使得FI曲线上升,达到在线监测颗粒絮凝过程的目的。此外,在絮凝过程中,絮体会呈现动态成长过程,起初较小,最终逐渐长大或稳定在一平衡尺寸。在一定范围内,光的散射程度与颗粒物的尺寸有关,可以通过FI的变化来反映颗粒的絮凝状态:

$$\left| \frac{I}{I_0} \right| = \frac{16\pi^4}{r^2} \cdot \frac{R^6}{\lambda^4} \left| \frac{n^2-1}{n^2+2} \right|^2$$

公式中: λ —介质中光的波长; n —折射指数; R —水中颗粒尺寸; r —颗粒与光源之间的距离; I —散射光强度; I_0 —入射光强度。

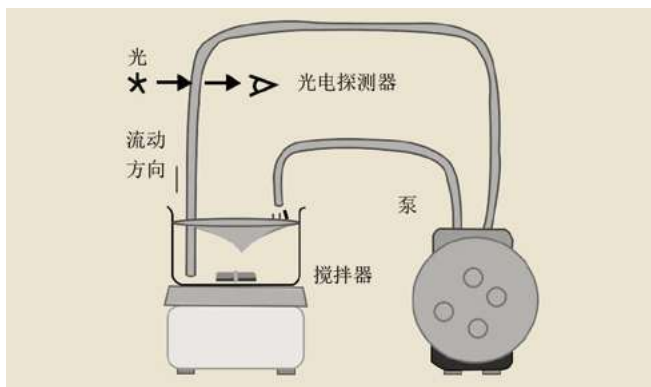


图3 通过PDA进行絮凝检测的系统

2.2 絮凝机理和絮体性质的PDA研究

PDA现在被用于纸张湿絮凝研究,以研究絮凝机制和絮凝物的特性。对于纤维悬浮液,研究人员对内径为1 mm或3 mm的透明管进行了改造,例如Hubbell的研究使用内径为6.35 mm、外径为9.50 mm的管子;而Burgess等人则将PDA测量管的内径增加到5 mm。Hubbe使用的实验装置如图3所示。磁力搅拌器用于搅拌400 ml的纤维素悬浮液,浸液管的一端位于距离底部约6 mm处。管子的另一端在悬浮液水平面以上。

Hubbe研究成果的说明。通过对图4和图5的表现进行分析,得出以下结论:首先,蠕动泵对纤维絮凝情况的影响较小。其次,图4显示,在经过剪切力作用后,CPAM形成的絮凝体得到完全逆转,即使在最高聚合物用量下也是如此。这与其他研究者的结果不同,原因是Hubbe使用的剪切条件比之前的研究更为强烈。而在图5中,FI值远小于图4中的结果,表明由PDADMAC引起的絮凝体密度增加程度远远小于由CPAM引起的絮凝体。这些差异可能是由于化学品及其浓度、pH值等实验参数的变化所引起的。另一个值得注意的区别是,应用高剪切力不会使由PDADMAC形成的絮凝体效果完全消失,而且具有一定可逆性。也就是说,在一定条件下,PDADMAC的絮凝效果可以通过剪切力逆转或减弱。

3 结论

与本文中其他检测方法相比,FBRM系统,也就是聚焦光束反射测量技术,在对纸浆悬浮液中絮凝情况的检测有着独特的优势,一方面聚焦光束反射测量技术可以对纸浆悬浮液中的絮凝情况进行实时检测,对絮凝情况的变化实时分析,而且聚焦光束反射测量技术还可以为研究者提供十分客观的检测数据,包括MCL和各种检测

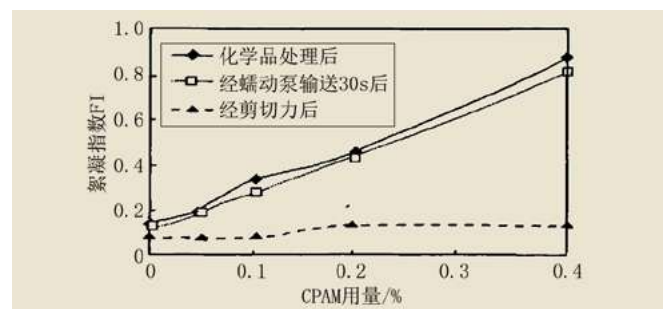


图4 CPAM用量对PDA输出结果的影响

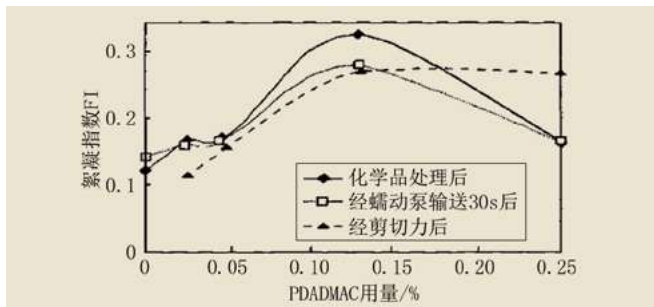


图5 PDADMAC用量对PDA输出结果的影响

参数。因此对造纸湿部絮凝的深入研究聚焦光束反射测量技术是十分有作用的,不仅可以详细了解在纸浆悬浮液中助留体系的絮凝形成过程,而且对絮体的各类特性也能够起到监测作用。

关于造纸湿部絮凝的基础理论之中,不论是国内还是国外的研究学者,对此都进行了详细的研究,但是由于研究的方法同质化严重,在以往的研究工作中,研究人员只是对絮凝剂加入到纸浆悬浮液后,悬浮液中产生的絮凝过程进行观察,还停留在表面的检测实验,对于微观的检测,也只是停留在对电荷参数的检测。而对絮凝的形成过程之中絮体的变化形态和其他的参数变化则是十分模糊。因此对于絮凝的检测,研究人员需要对检测的过程进行客观的参数数据采集,之后进行定量分析,这样才会得到准确的检测结果。目前随着造纸工艺絮凝

检测技术的提升,对絮凝检测的研究也更加深入,而对造纸工业来说,絮凝的检测以及助留体系的优化和控制还需要进一步深入研究。[9]

参考文献

- [1]李鹏.造纸法再造烟叶浆料的湿部化学特性[J].当代化工研究,2020(15):153-154.
- [2]闫宁.典型造纸湿部化学品质量参数的检测及过程评价方法的研究[D].华南理工大学,2020.
- [3]Martin A.Hubbe,王立军.造纸湿部化学小百科[J].中华纸业,2016,37(14):72-75.
- [4]邱振权.造纸湿部助剂应用技术的优化[D].华南理工大学,2015.
- [5]李师珍.β-CD基共聚物的合成及在废纸造纸湿部中的应用[D].浙江理工大学,2014.
- [6]徐斌斌.通过造纸湿部的控制来提高能源利用率[J].造纸化学品,2011,23(3):57-59.
- [7]吴海洋,刘萃莹,张健.浅谈造纸湿部化学[C].中国造纸学会第十四届学术年会论文集,2010:4.
- [8]赵颜凤.星形聚合物的合成及其在造纸湿部中的应用[D].山东轻工业学院,2010.
- [9]秋增昌,王海毅.造纸湿部的优化[J].中国造纸,2004(11):55-56.
- [10]唐泽燕,陈港,唐爱民,等.造纸湿部化学微粒子助留助滤技术的研究进展[J].造纸科学与技术,2004(4):23-27.

[收稿日期:2023-04-26(修改稿)]

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10月7日

Determination of Lead Content in Household Paper by GF-AAS Method

◎ Peng Xiaoyue^{1,2}, Liu Yiting^{1,2}, Dai Yongbo^{1,2}, Nie Yisong^{1,2}, Lu Wenyan³, Tan Zhiyong⁴

(1.Changde Institute of Product Quality Supervision Inspection, Changde, Hunan 415200, China; 2.National Household Paper Quality Inspection Center, Changde, Hunan 415200, China; 3.Changde Food Inspection Institute, Changde, Hunan 415200, China; 4.Tongren University, Tongren, Guizhou 554300, China)

GF-AAS测定生活用纸中铅的研究

◎ 彭小悦^{1,2} 刘怡廷^{1,2} 代泳波^{1,2} 聂弋松^{1,2} 卢文艳³ 谭智勇⁴

(1.常德市产商品质量监督检验所, 湖南常德 415200; 2.国家生活用纸产品质量监督检验所, 湖南常德 415200; 3.常德食品检验所, 湖南常德 415200; 4.铜仁学院, 贵州铜仁 554300)



彭小悦 女士

检验部、科信部部长, 高级工程师, 博士; 研究方向为产品质量检测、农药残留及安全性评价。

中图分类号: TS77; TS761.6

文献标志码: A

文章编号: 1007-9211(2023)24-0029-03

□ 基金项目: 湖南省市场监督管理局科研计划(2020KJJH56)。

摘要: 该研究以混合酸($V_{\text{硝酸}}:V_{\text{高氯酸}}=10:1$)消解样品, 采用湿法消解-GF-AAS测定生活用纸中铅的含量。结果表明: 在5.0~50.0 $\mu\text{g/L}$ 之间线性关系良好, 相关系数在0.9999以上; 方法精密度为2.21%, 方法平均加标回收率为90.42%~99.40%, 方法检测限0.45 $\mu\text{g/kg}$ 。该方法简单、灵敏, 适用于生活用纸中铅含量的检测。

关键词: 铅; 生活用纸; 湿法消解; 原子吸收分光光度计

Abstract: In this study, the sample was digested with a mixed acid of nitric acid and perchloric acid, and the content of lead in household paper was determined by GF-AAS with wet digestion. The results showed that there was a good linear relationship between 5.0~50.0 $\mu\text{g/L}$, and the correlation coefficient was above 0.9999. The precision of the method was 2.21%, the average recovery was 90.42%~99.40%, and the detection limit was 0.45 $\mu\text{g/kg}$. The method is simple, sensitive and suitable for the detection of lead content in household paper.

Key words: lead(Pb); household paper; wet digestion; AAS

生活用纸因其使用便捷、清洁、消毒等特点突出, 在护理清洁市场上广受消费者青睐^[1-4], 特别是湿巾和面巾纸。但其中含有的少量铅则是一种积蓄性毒性物质, 大多经由消化道摄入人体, 会严重影响人的免疫功能、智力和体质^[5-6]。目前铅检测中常用的前处理方法是干法和微波消解法^[7], 采用原子吸收分光光度计、ICP-MS等进行检

测^[8-11]。微波消解法虽然便捷但是成本较高,干法易受高温影响导致结果偏低。故本文通过优化消化液,采用湿法的前处理手段,以湿巾和面巾纸这类生活用纸为研究对象,建立便捷、高效的检测生活用纸中铅的检测方法,以期对生活用纸中铅的质量控制提供科学依据。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

AA-7000 GF-AAS(日本岛津);可调式电热板DC46-3088(天津拓至明);电子天平FA2004N(上海精科)。

硝酸(GR,纯度65%,默克);高氯酸(GR,纯度70%~72%,金山);硫酸(GR,纯度95%~98%,科隆);过氧化氢(AR,纯度30%,汇虹)。

标准物质:坛墨质检水中铅标准物质(1,000 mg/L),批号: B1912122。

样品:市售品牌样品。

1.2 实验方法

将试样剪碎至0.5 cm×0.5 cm大小,准确称取0.5 g,精确至0.1 mg,加入11 mL混合酸($V_{\text{硝酸}}:V_{\text{高氯酸}}=10:1$)到锥形瓶中,用蒸发皿盖住,浸泡一夜,加小漏斗在可调节式电热板上消解(170 °C消化1 h,然后调至200 °C)。若消化液为棕褐色说明消解不完全,需再加入少量混合酸,等白色烟散去后,呈带黄色或无色透明则代表消解完全,

冷却后稀释至25 mL容量瓶定容。空白实验同时进行。

1.3 标准溶液的配制

准确吸取1.00 mL的1000 mg/L标准溶液,用2%硝酸溶液定容至1 L容量瓶,配制成1.00 μg/mL中间液,再用2%硝酸溶液逐级稀释制备所需铅含量的标准溶液。

1.4 原子吸收分光光度计检测条件

载气:高纯氩气(纯度≥99.999%,压力0.3 MPa);波长283.3 nm;狭缝0.5 nm。

石墨炉升温程序:60 °C升温3 s,120 °C升温20 s,250 °C升温10 s,700 °C升温10 s,700 °C保持13 s,2,000 °C保持3 s,2500 °C保持2 s,灯电流10 mA;进样量10 μL。

1.5 数据处理

采用外标校准曲线法定量测定。以铅的浓度为横坐标,吸光度为纵坐标,作标准曲线线性回归方程。

样品中铅的含量按式(1)计算:

$$X=[(\rho-\rho_0)\times V]/(m\times 1000) \quad (1)$$

式中, X —试样中铅的含量,mg/kg; ρ —试样中铅的浓度,μg/L; ρ_0 —空白试样中铅的浓度,μg/L; V —试样消化液的定容容积,mL; m —试样称重质量,g;1000—换算系数。

2 结果与分析

2.1 消化液的选择

表1 标准曲线相关信息、仪器检出限、方法检出限

浓度范围/μg·L ⁻¹	线性方程	线性相关系数(r)	仪器检出限	方法检出限
5.0~50.0	$y=0.0059x+0.0014$	0.9999	0.009 μg·L ⁻¹	0.45 μg·kg ⁻¹

表2 20 μg/L标准溶液测量结果

项目	平行测量次数/n											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
铅的含量	19.9504	18.6394	20.3874	21.4557	20.6303	20.2661	20.1447	19.9493	19.9803	20.0033	20.0176	20.0004
平均值	20.1188											
RSD/%	2.21											

表3 加标回收率(n=5)

产品类别	加标量0.25 mg·kg ⁻¹		加标量0.5 mg·kg ⁻¹		加标量0.75 mg·kg ⁻¹		加标量1.5 mg·kg ⁻¹	
	平均回收率/%	RSD/%	平均回收率/%	RSD/%	平均回收率/%	RSD/%	平均回收率/%	RSD/%
面巾纸	93.54	1.75	93.38	1.45	97.84	0.65	99.40	0.37
湿巾	90.42	1.40	94.51	2.63	98.69	0.92	98.52	0.78

本实验分别选择12 mL硝酸、12 mL王水、12 mL混合酸(硝酸:过氧化氢=5:1)、11 mL混合酸(硝酸:高氯酸=10:1)、12 mL混合酸(硝酸:硫酸=1:1)作为消化液对样品进行消解。实验结果表明,混合酸(硝酸:高氯酸=10:1)的加标回收率达到了90%以上,故消化液选用混合酸($V_{\text{硝酸}}:V_{\text{高氯酸}}=10:1$)。

2.2 方法的线性

本实验中铅的含量在5.0~50.0 $\mu\text{g/L}$ 之间的标准溶液进行了3次重复实验,线性范围、线性关系及标准曲线方程见表1。

2.3 方法精密度

将20 $\mu\text{g/L}$ 的标液重复测定12次,结果见表2。

2.4 回收率

准确度实验以加标回收率来判定,空白试样未检出目标物。分别以0.25 mg/kg、0.5 mg/kg、0.75 mg/kg和1.5 mg/kg加标量进行回收实验,做了5次平行实验,其结果见表3。

2.5 方法检出限

根据GB/T 27404-2008的要求^[12],计算得出目标物质的仪器检出限,再以0.5 g样品,稀释至25 mL换算得到该方法的检出限,其结果见表1。

2.6 样品检测结果

市售12种品牌面巾纸和湿巾进行湿法和干法的检测,检测结果见表4,从表中可知湿法的检测结果高于干法的检测结果,也就说明湿法消解处理效果优于干法消解处理

效果,造成这样的原因可能与高温造成损失有关。

3 小结

本课题以混合酸(硝酸:高氯酸=10:1)消解样品,建立了湿法消解-石墨炉原子吸收测定生活用纸中铅含量的测定方法。经实验可知,该方法检测限在0.45 $\mu\text{g/kg}$ 。在5.0~50.0 $\mu\text{g/L}$ 之间线性关系好,相关系数在0.9999以上;方法精密度为2.21%,方法平均加标回收率在90%以上,符合相关国标要求。本实验具有操作方法便捷,准确度高、精密度好的特点,为生活用纸中铅的含量的检测提供了一种简便高效的方法。☞

参考文献

- [1]郑晓军,卿辉,许应成.湿巾产品质量状况及风险分析[J].标准科学,2020(7):124-128.
- [2]本刊讯.2018年中国生活用纸和卫生用品进出口情况[J].纸和造纸,2019,38(2):64.
- [3]彭小悦;代泳波;栗绍丰,等.GC-MS法测定湿巾中1,2-丙二醇和1,3-丙二醇的研究[J].纸和造纸,2020,39(4):31-34
- [4]彭小悦,代泳波,孙大能,等.GC-FID法测定湿巾中1,2-丙二醇和1,3-丙二醇的含量[J].中华纸业,2021,42(8):20-22.
- [5]王敏,蔡莉,汪仕韬,等.微波消解-石墨炉原子吸收光谱法测定纸质包装材料中铅含量[J].分子科学学报,2017,33(3):260-264.
- [6]张瑞.食品中铅含量检测方法初探[J].食品安全导刊,2015(8):69.
- [7]赵亮,崔海月,张莉,等.一种对食品中铅含量的测定方法,CN 202011641532.5[P].2021-05-18
- [8]杜华楠,余铁军,张蕾,等.纸制品中重金属离子检测前处理方法的建立[J].职业与健康,2022,38(6):747-751.
- [9]寇佳,李敏.微波消解-电感耦合等离子体质谱法同时测定食品用纸制品中铅、镉、砷、铬、锑、汞[J].中国卫生检验杂志,2022,32(3):288-290.
- [10]陈畅,杨轶捷,张蓓,等.纸质食品接触材料中常见重金属检测方法分析[J].食品安全导刊.2018(33):99.
- [11]GB 31604.34-2016 食品安全国家标准 食品接触材料及制品铅的测定和迁移量的测定[S].北京:国家卫生和计划生育委员会,2016.
- [12]GB/T 27404-2008 实验室质量控制规范 食品理化检测[S].北京:中华人民共和国质量监督检验检疫总局,2008.

表4 样品分析结果

样品编号	产品类别	试样中铅的含量(湿法)/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	试样中铅的含量(干法)/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
1	婴儿湿巾	0.0442	0.0060
2	婴儿湿巾	0.0633	N.D.
3	湿巾	0.2232	0.1163
4	婴儿湿巾	0.0181	0.0046
5	湿巾	0.1090	0.0309
6	湿巾	0.2334	0.0067
7	面巾纸	0.1407	0.0504
8	面巾纸	0.1034	0.0509
9	面巾纸	0.0818	0.0354
10	婴儿用面巾纸	N.D.	N.D.
11	婴儿用面巾纸	N.D.	N.D.
12	面巾纸	0.0978	0.0035

注: N.D. 为未检出。

[收稿日期: 2023-05-10(修改稿)]

The Application of Communication Technology Based on Mitsubishi PLC and Danfoss Inverter in Control System Frequency Conversion Driving System of Paper Machines

◎ Zhu Jianrong

(Shanghai Lingang Industrial Area Economic Development Co., Ltd., Shanghai 201306, China)

基于三菱PLC与丹佛斯变频器的通讯技术在造纸机变频传动控制系统中的应用

◎ 祝建荣

(上海临港产业区经济发展有限公司, 上海 201306)



祝建荣 先生

工程师; 研究方向: 电气自动化。

中图分类号: TS736

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)24-0032-09

摘要: 介绍了基于三菱PLC与丹佛斯变频器的通讯技术在造纸机变频传动控制系统中的应用。PLC的通讯模块与变频器通过RS485接口实现通讯, 组成控制网络。整个系统控制精度高、实时性好、使用效果好。

关键词: 造纸机; 变频器; PLC; RS485串行通讯

Abstract: This paper introduces the application of communication technology based on Mitsubishi PLC and the Danfoss inverter in the variable frequency drive control system of paper machine. PLC communication module communicates with frequency converter through RS485 interface, and to build the control network. The whole system has high control precision, good real-time performance and good application effect.

Key words: paper machine; frequency converter; PLC; RS485 serial communication

某台1880 mm/200 m/min纸机的电控系统选用丹佛斯变频器作为交流电机的传动装置,三菱PLC作为二级控制,现场由操作台作为操作控制。图1为PLC与变频器之间通讯网络控制框图。

1 变频器的选型和通讯控制信号及其通讯参数设置

1.1 变频器的选型

该纸机各传动点选用VLT5000变频器作为交流电动机的传动装置。交流电机同轴安装的光电编码器型号:LF-60BM-C15F,闭环控制。用5台控制柜安装变频器,在现场装有4个操作台,电源柜1台、PLC柜1台、主辅传动制动电阻柜1台。如表1所示。

1.2 变频器通讯控制信号

通讯方式采用变频器本身自带的RS485串行通讯接口。PLC对变频器主要的通讯控制信号:起动/停止、运行

/爬行、频率给定、频率反馈、电流反馈、故障状态。

(1)变频器的起动/停止和运行/爬行由PLC通过RS485通讯网络控制。

采用通讯方式时,在变频器上设置:参数502~508设置为[3];设置为端子输入与通信位的“或”控制方式。

(2)变频器的频率给定信号的控制来自两种途径:

→由PLC通过RS485通讯网络控制。

→通过模拟端口:使用端子53和55。

该项目共有10个传动点,其中有2组主辅传动,每组各有2个传动点,它们分别是:真空伏辊/驱网辊、真空压榨辊/主压辊。

所有10个传动点中,只有2个辅助传动点的频率给定信号来自模拟端口,其余来自通讯网络,PLC通过RS485通讯网络将频率给定信号送到各台变频器,但变频器的运行频率则可以在来自PLC的频率给定信号和来自模拟端口的频率给定信号之间选择,有关的参数为:

参数507设置为[3];频率给定来自PLC。

参数308设置为[1];频率给定来自模拟端口:使用端子53和55。

①主传动和单点分部传动变频器命令指令模式选择及频率设定方式选择:

参数507设置为[3];频率给定和

起动/停止及运行/爬行均来自PLC通讯控制。

②辅传动(真空伏辊,真空压榨辊)变频器命令指令模式选择及频率设定方式选择:

参数507设置为[3];通过PLC通讯控制变频器的起动/停止和运行/爬行。

参数308设置为[1];频率给定来自模拟端口(端子53和55)。

1.3 变频器通讯参数设置

为使变频器与PLC正常通讯,变频器的串行通讯参数需作适当的设置。

参数500设置为1~10;变频器通讯地址号。

参数501设置为[5];选择9600波特率。

参数502~508设置为[3];设置为端子输入与通信

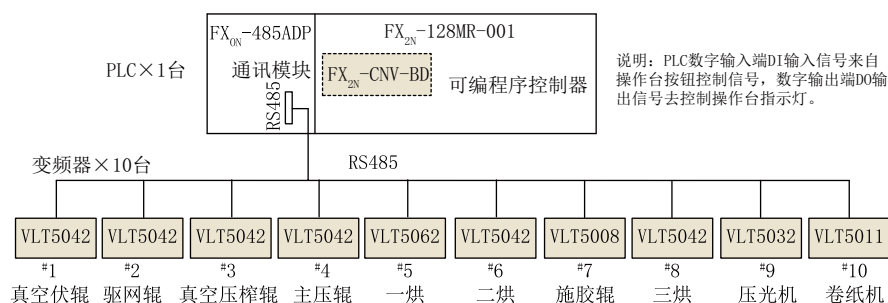


图1 PLC与变频器之间通讯网络控制框图

表1 纸机各传动点配置

序号	传动点名称	功率	变频器型号	控制柜	操作台	备注
1	真空伏辊	30 kW	VLT-5042	1 [#] 控制柜	1 [#] 操作台	辅传动
2	驱网辊	30 kW	VLT-5042	1 [#] 控制柜	1 [#] 操作台	主传动
3	真空压榨辊	30 kW	VLT-5042	2 [#] 控制柜	2 [#] 操作台	辅传动
4	主压辊	30 kW	VLT-5042	2 [#] 控制柜	2 [#] 操作台	主传动
5	一烘	45 kW	VLT-5062	3 [#] 控制柜	2 [#] 操作台	分部
6	二烘	30 kW	VLT-5042	3 [#] 控制柜	3 [#] 操作台	分部
7	施胶辊	5.5 kW	VLT-5008	4 [#] 控制柜	3 [#] 操作台	分部
8	三烘	30 kW	VLT-5042	4 [#] 控制柜	3 [#] 操作台	分部
9	压光机	22 kW	VLT-5032	5 [#] 控制柜	4 [#] 操作台	分部
10	卷纸机	7.5 kW	VLT-5011	5 [#] 控制柜	4 [#] 操作台	分部
电源柜、PLC柜、制动电阻柜						
11	电源柜					1台
12	PLC柜					1台
13	制动电阻柜					1台

位的“或”控制方式。

参数512设置为[1]；选择Danfoss通信方式。

图2为变频器本身自带的RS485串行接口与PLC通讯模块连接图。

1.4 网部、压榨部的负荷分配和制动电阻

真空伏辊/驱网辊、真空压榨辊/主压辊2组主辅传动都运行在速度闭环控制方式，辅传动的转矩是通过调整其速差来控制的。辅传动的转矩是通过调整其速差来控制的。辅传动频率模拟给定值由外附的负荷分配调节器板产生，它有二组信号组成：一组信号来自主传动频率模拟给定值；另一组信号由主/辅传动的电流值比较，电流差值送入PI调节器输入端，经过运算后附加在主传动频率模拟给定值上来调整速差，从而自动分配运行中主辅传动点间的负荷比例，保证网部、压榨部正常运行。图3为负荷分配调节器示意图。

图3中，A1、A2分别为来自主/辅传动电流的取样放大倍数，P1为主/辅传动电流差值输入的PI调节器，P2为主传动频率给定值的放大倍数，为固定值1。

负荷分配的主/辅传动电流比较值应选择电机电流。主/辅传动的变频器输出端子42选择电机电流模拟信号，即：参数319设置为[48]，输出端子42为电机电流信号（0~20 mA）。注意：在输出端42，39之间要并联一个500 Ω电阻，频率输出信号（0~10 V）。

主传动的变频器输出端子45选择频率模拟信号，即：参数321设置为[39]，输出端子45为频率信号（0~20 mA）。注意：在输出端45，39之间要并联一个500 Ω电阻，频率输出信号（0~10 V）。

辅传动的变频器输入端子53选择模拟给定电压输入，即：参数308设置为[1]，输入端子53为频率给定信号（0~10 V）。

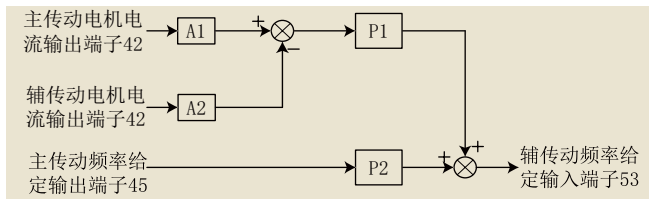


图3 负荷分配调节器示意图

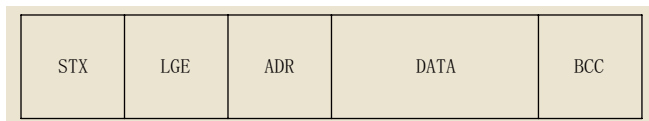


图4 VLT5000变频器的通讯信息

负荷分配的主/辅传动点在运行或起动/停止期间可能会出现较大的速度差，速度较慢的变频器直流端出现很高的电压，从而引起过压跳闸。为避免该情况的出现，在变频器直流侧加上了制动电阻。

2 PLC控制系统

2.1 PLC硬件配置

系统由FX2N系列PLC（型号：FX_{2N}-128MR-001）1台，通讯模块（型号：FX_{0N}-485ADP）1块，特殊适配器转换扩展板（型号：FX_{2N}-CNV-BD）1块等组成。

2.2 PLC与变频器通讯

FX2N系列PLC通过RS485串行通讯口控制10台变频器。变频器参数512设置为[1]，即选择Danfoss FC协议。其协议的通讯电码结构由一个起始字节（STX）开始，随后是表示电码长度（LGE）的字节和表示变频器地址的字节（ADR），接着数据字节（DATA），最后一个字节（BCC）为校验字节。图4为VLT5000变频器的通讯信息。

本系统PLC为主站，10台变频器为从站，主站与从站通过RS485通讯接口组成网络。变频器的通讯信息逐一介绍如下：

- (1) STX：起始字节为02 Hex。
- (2) LGE：电码长度为数据字节（DATA）数目和地址字节（ADR）再加上校验字节（BCC）的总和。
- (3) ADR：变频器的地址码，地址范围为1-31。
- (4) DATA：数据字节共分为6个字（WORD），当PLC向变频器发信息时，

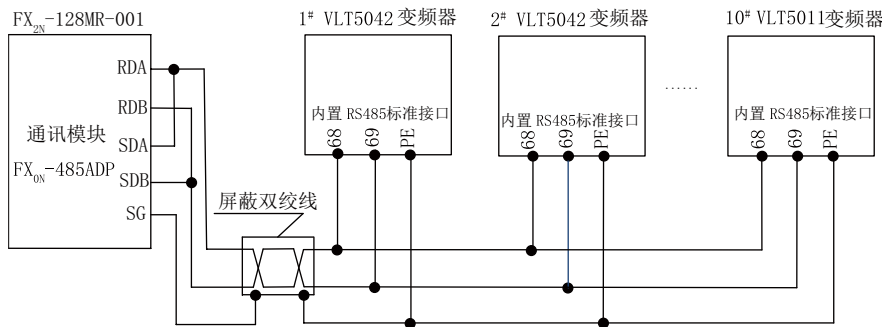


图2 变频器本身自带RS485串行接口与PLC通讯模块连接

第1个字(PKE)的高四位为命令方式,如读参数值,第0~10为参数号(将用户手册上的参数号转换为二进制);第2个字(IND)为参数索引号,对VLT5000,该字为0;第3、4字(PWEHIGH, PWELOW)为参数值,读参数时该2字均为0;第5个字为控制字,该字控制变频器的起动、停止、爬行;第6个字为通讯频率设置字。当变频器响应PLC命令时,第1个字(PKE)的高4位为变频器的响应方式;第2个字为IND;第3、4字(PWEHIGH, PWELOW)为参数数据;第5个字为变频器的运行状态字;第6个字为目前变频器的运行频率。

(5) 校验字节(BCC):从STX开始所有字节的异或值。

PLC的通讯程序每次执行时,总是按照上述变频器的FC协议的通讯电码结构,只需改变发送程序中的变频器参数地址,频率设定值、运行、爬行、停止状态字指令值、读电流参数号,同时读取变频器的运行电流值、运行状态、实际运行频率。PLC的控制程序即根据该原理,按照需要改变变频器参数的值,以达到控制目的。

根据FC协议的控制字定义,当PLC向变频器发信息时,控制字通讯命令如下:

(1) 数据字节第1个字(PKE)的高四位为0001命令方式,第0~10位为参数号520为读电流参数。

(2) 数据字节第5个字为变频器的运行状态字。指令值:043C=停止,047C=运行,057C=爬行。

(3) 数据字节第6个字为目前变频器的运行频率。频率设定值为4000H,对应运行频率50 Hz。

频率给定信号:

运行:BCD码→DI端口→PLC设定值→(×)(速度链比值)→各传动点设定值→各传动点频率值。

爬行:爬行状态指令值→各传动点频率值。图5为PLC给定信号控制流程。

2.3 应用程序的设计

PLC程序由主程序、速度链子程序、变频器停止状态子程序组成。10台变频器的频率给定信号微升/微降控制可以调用同一个速度链子程序,简化了程序结构,利用循环和变址在一个扫描周期便实现了多个寄存器的乘除运算,从而控制多台变频器的频率给定信号。

程序设计时,PLC与变频器采用主从应答方式,PLC始终处于主动状态,根据纸机电控系统的控制要求,PLC发出读/写的命令。在数据发送和接受之前,先确定好通

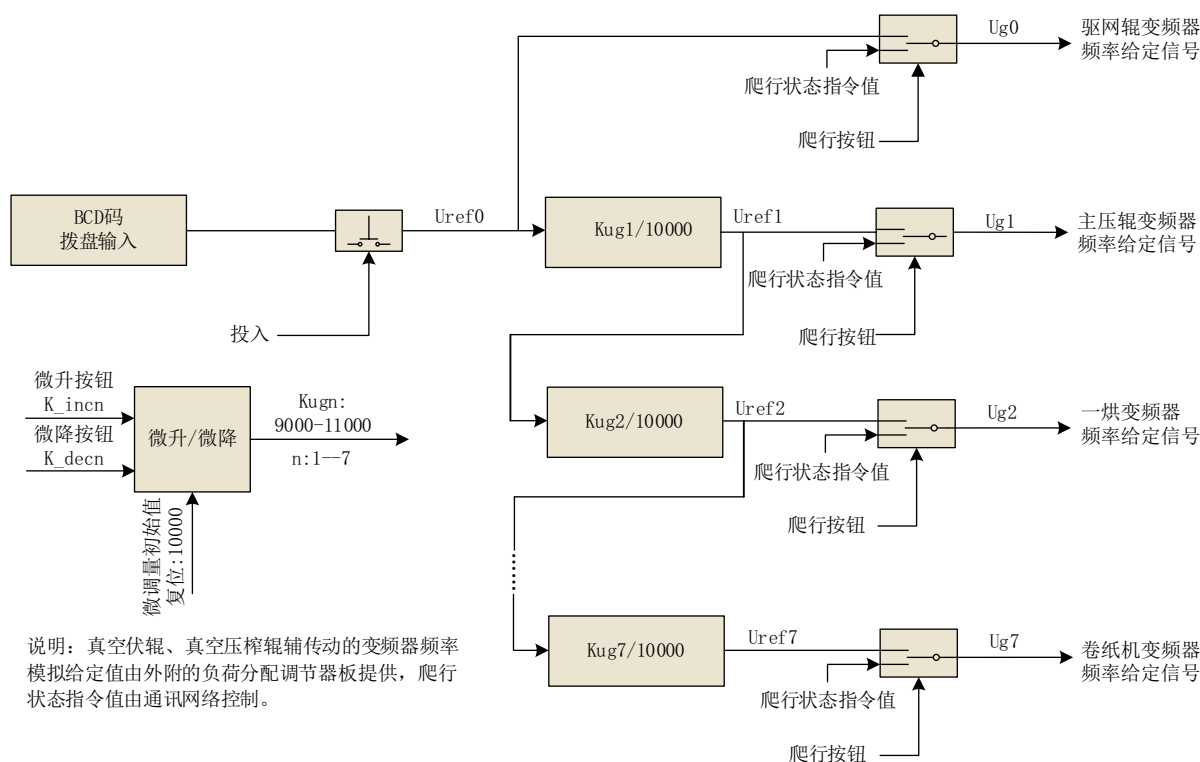


图5 PLC给定信号控制流程

讯处理模式M8161置ON和写入通讯格式字D8120设置值H0C87, M8161=ON时处理低8位数据。PLC程序中包括接受和发送通讯程序。在FX2N系列PLC中,专门有一条串行通讯RS指令。图6为定义发送和接受数据缓冲区的串行数据传送RS指令。

该指令定义自数据寄存器D100开始的16个字节为发送缓冲单元,自数据寄存器D120开始的16个字节为接受缓冲单元。若M8161=ON, RS指令只对原址S和终址D的低8位数据进行传送和接受,而忽略高8位的数据。这样发送和接受的每个数据寄存器只有低8位用于保存所需的数据,而高8位为零,不作处理。当PLC需要向变频器发送数据时,先将发送的低8位数据存放在PLC的D100~D115数据寄存器内,然后将数据发送标志继电器M8122置为ON,便自动向变频器发送数据。数据发送完毕后,接受回传的低8位数据并相继保存到PLC的D120~D215中,同时M8122自动复位。数据接受完毕后, M8123自动置ON,且不能自动复位。在M8123自动置ON期间,应先将回传数据传送到其他寄存器地址中,最后将M8123复位,为下一次数据接受作准备。

以PLC与第1台变频器通讯为例,发送数据的寄存器D100~D115存放和接受数据的寄存器D120~D135存放的定义说明:

(1) 发送数据的寄存器D100~D115存放的说明

D100存放起始字节为02Hex, D101存放由D4000传送的赋值为电码长度0EHex, D102存放由D4001传送的赋值为变频器的地址码1; D103存放由D4002传送的赋值12Hex, D104存放由D4003传送的赋值08Hex, D103、D104组成字的16位二进制数为: 0001, 0010, 0000, 1000, 高4位0001为读数据值命令方式, 其余二进制数0010, 0000, 1000转换十进制数520为读电流参数号; D105存放由D4004传送的赋值0, D106存放由D4005传送的赋值0; D107存放由D4006传送的赋值0, D108存放由D4007传送的赋值0; D109存放由D4008传送的赋值0, D110存放由D4009传送的赋值0; D111存放由D4010传送的数据, D112存放由D4011传送的数据, D111、D112组成字为控制字, 该字控制变频器的起动、爬行、停止; D113存放由D4012传送的数据, D114存放由D4013传送的数据, D113、D114组成字为控制字, 该字为目前变频器的运行频率; D115为校验位。

(2) 接受数据的寄存器D120~D135存放的说明

接受数据的寄存器D129为运行电流值的高8位数据、D130为运行电流值的低8位数据, 其数据传送到D501内保存; 接受数据的寄存器D131为运行状态值的高8位数据、D132为运行状态值的低8位数据, 运行状态值的高8位数据传送到8个辅助继电器M608~M615、运行状态值的低8位数据传送到8个辅助继电器M600~M607保存; 接受数据的寄存器D133为实际运行频率值的高8位数据、D134为实际运行频率值的低8位数据, 其数据传送到D511内保存。

PLC与 $2^{\#}$ ~ $10^{\#}$ 变频器通讯的发送数据的寄存器D100~D115存放和接受数据的寄存器D120~D135存放的原理是一样的, 只不过PLC对每台变频器通讯控制命令和参数值通过程序控制要求而改变相应数据寄存器内的数据, 从而达到控制目的, 不再赘述。表2为PLC通讯控制10台变频器的数据寄存器预置数据列表。

PLC一旦上电, 主程序首先执行初始化程序, 通过

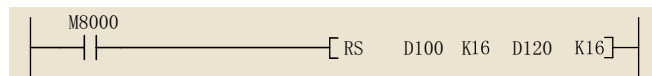


图6 定义发送和接受数据缓冲区的串行数据传送RS指令

表2 数据寄存器预置数据列表

元件	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
D4000	E	1	12	8	0	0	0	0	0	0
D4010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4020	E	2	12	8	0	0	0	0	0	0
D4030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4040	E	3	12	8	0	0	0	0	0	0
D4050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4060	E	4	12	8	0	0	0	0	0	0
D4070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4080	E	5	12	8	0	0	0	0	0	0
D4090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4100	E	6	12	8	0	0	0	0	0	0
D4110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4120	E	7	12	8	0	0	0	0	0	0
D4130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4140	E	8	12	8	0	0	0	0	0	0
D4150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4160	E	9	12	8	0	0	0	0	0	0
D4170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4180	E	10	12	8	0	0	0	0	0	0
D4190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

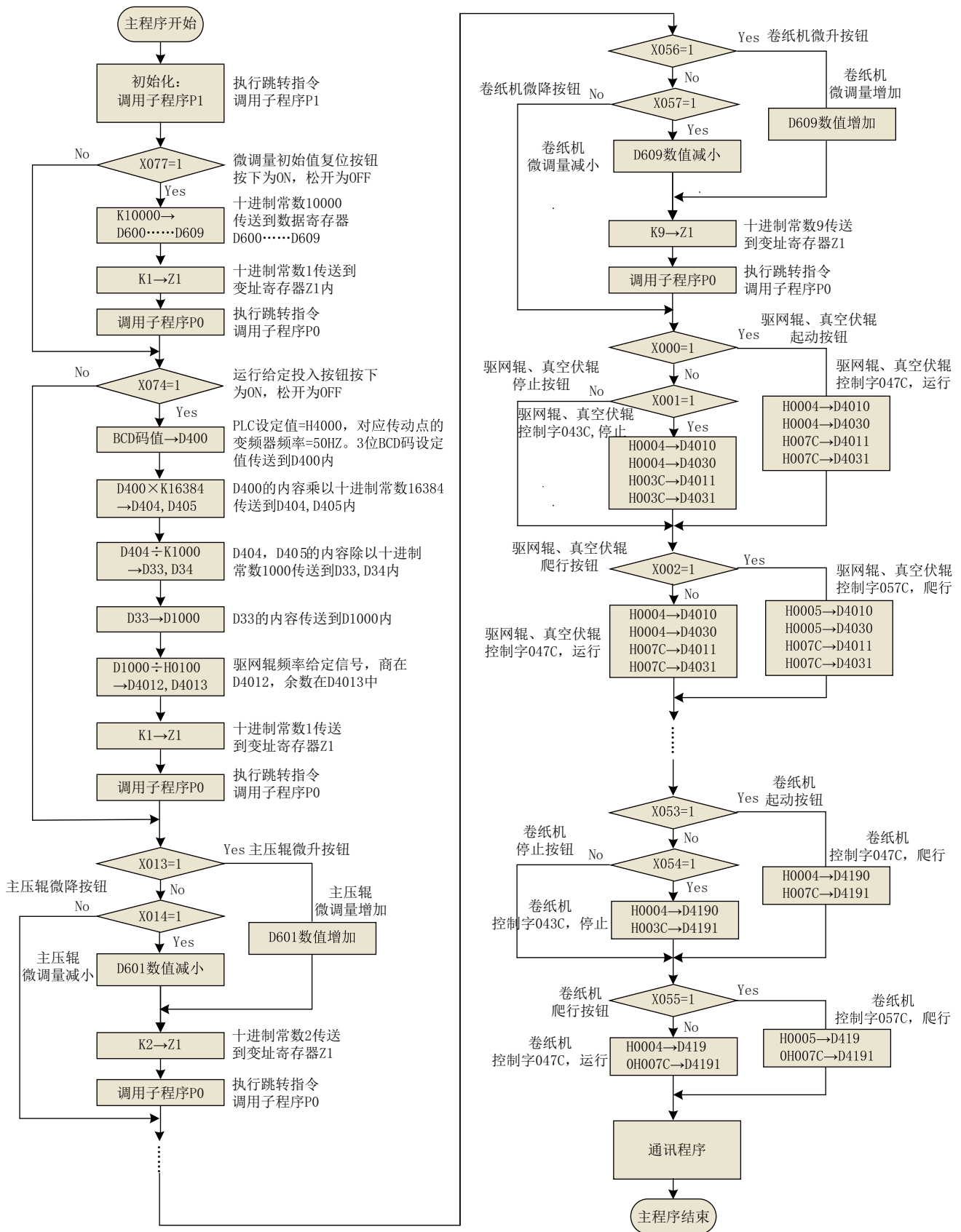


图7 PLC主程序流程

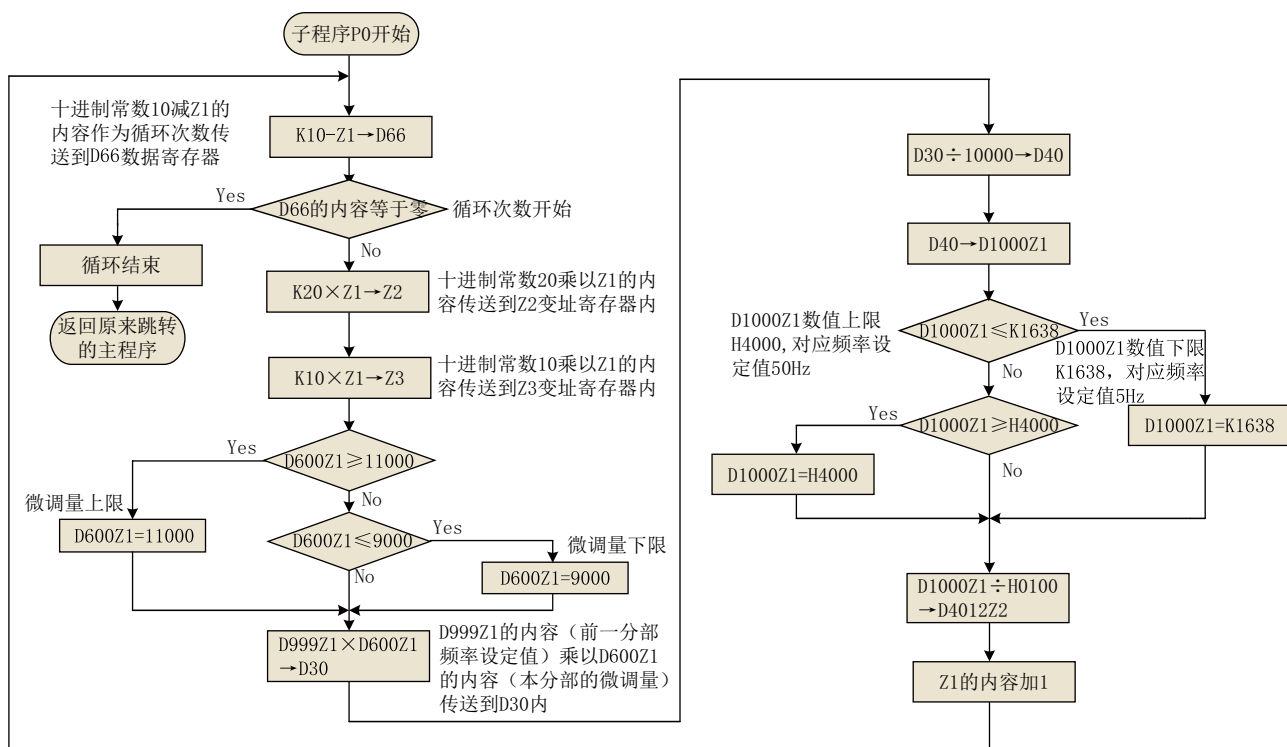


图8 PLC速度链子程序流程

初始化程序调用P1子程序,使得PLC数据寄存器D4010、D4030、D4050、D4070、D4090、D4110、D4130、D4150、D4170、D4190内赋值H0004, D4011、D4031、D4051、D4071、D4091、D4111、D4131、D4151、D4171、D4191内赋值H003C,这样PLC与变频器通讯时,确保PLC发送给每台变频器的控制字W#16#043C,使10台变频器全部处于停止状态。图7为PLC主程序流程。图8为PLC速度链子程序流程。图9为PLC控制变频器处于停止状态的初始化子程序流程。

2.4 主程序中通讯程序编制

LD M8002; 初始化脉冲常开触点,在PLC运行时的一个扫描周期接通

SET M8161; M8161是数据处理模式标志继电器, M8161=ON时处理低8位数据

MOV H0C87 D8120; D8120是通讯格式特殊寄存器, 设定值为H0C87

MOV H0002 D100; 通讯数据报文格式起始字符 STX=02H, 取自D100低8位数据

LD M8000; 运行监视器(PLC在运行中接通)

RS D100 K16 D120 K16; 发送数据存放D100~

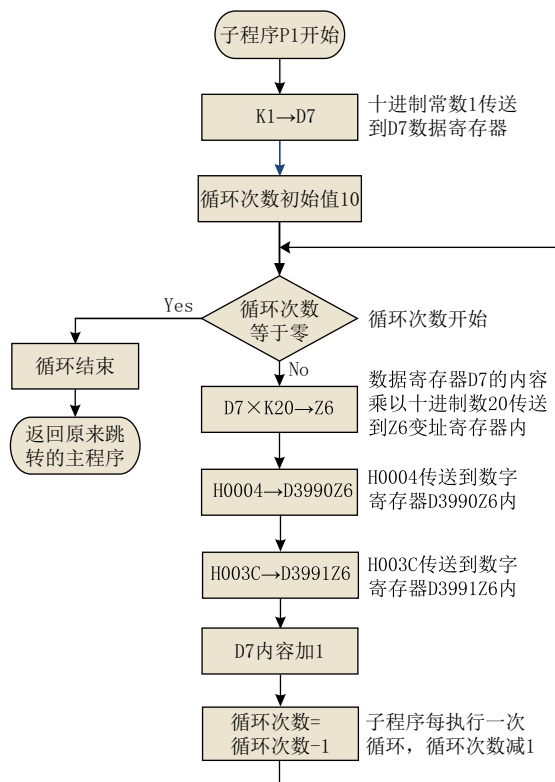


图9 PLC控制变频器处于停止状态的初始化子程序流程

D115, 接受数据存放D120~D125

LD M8002; 初始化脉冲常开触点, 在PLC运行时的一个扫描周期接通

MOV K1 Z4; 十进制数1赋值变址寄存器Z4

SET S20; 状态继电器S20置ON

STL S20; S20触点接通, 步进梯形图开始

LD M8000; 运行监视器(PLC在运行中接通)

MUL K20 Z4 Z5; 十进制数20乘以变址寄存器Z4的值, 结果送入变址寄存器Z5内

BMOV D3980Z5 D101 K14; D3980Z5开头的14个数据寄存器的数据向以D101开头的14个数据寄存器成批传送

CCD D100 D116 K15; 发送数据的寄存器D100~D114的低8位数据求解其求和校验码和列偶校验码, 并将求和校验码存到D116, 将列偶校验码存到D117

MOV D117 D115; D117的列偶校验码传送到D115(低8位数据)

RST M8123; 数据接受标志继电器M8123=OFF(复位)

SET M8122; 数据发送标志继电器M8122=ON, 数据开始发送, 数据发送完毕, M8122自动复位

SET S21; 状态继电器S21置ON, S20自动关闭

STL S21; S21触点接通

LDI M8122; 通讯数据发出开始时, M8122置ON

OUT T200 K6; 时间继电器T200延时时间=10 ms×6=60 ms

LD M8123; 通讯数据接受完毕后, M8123自动置ON

ANI T200

SET S22; 状态继电器S22置ON, S21自动关闭, 数据接受正常状态

LD T200; 当M8122始终为ON, 说明通讯数据发送不出去, T200延时60 ms时, T200常开触点闭合, S30导通, S21自行关断

OUT S30

STL S22; 状态继电器S22触点接通

LD M8000

CCD D120 D136 K15; 接受数据的寄存器D120~D134的低8位数据求解其求和校验码和列偶校验码, 并将求和校验码数据值存到D136, 将列偶校验码数据值存

到D137

AND=D135 D137; D135接受到的列偶校验码等于D137程序转换的列偶校验码

AND<>D116 D136; PLC发送下去的D116的求和校验码数据不等于PLC接受到D136的求和校验码数据

OUT M99; D135的列偶校验码的数据等于D137的列偶校验码的数据, 且D116的值不等于D136的数据值, 继电器M99动作, 否则, 继电器M99不动作

LD M99

MOV D131 K2M588Z5; D131接受变频器运行状态值的高8位数据传送到K2M588Z5

MOV D132 K2M580Z5; D132接受变频器运行状态值的低8位数据传送到K2M580Z5

MOV D133 D10; D133接受变频器实际运行频率值的高8位数据传送到D10

MUL D10 H0100 D10; D10内容乘以H0100后的乘积存于D10

ADD D10 D134 D510Z4; D10的数据与D134接受变频器实际运行频率值的低8位数据相加传送到D510Z4

MOV D129 D20; D129接受变频器运行电流值的高8位数据传送到D20

MUL D20 H0100 D20; D20内容乘以H0100后的乘积存于D20

ADD D20 D130 D500Z4; D20的数据加以D130接受变频器运行电流值的低8位数据传送到D500Z4

RST C1; 计数器C1值置零

OUT S18; 状态继电器S18置ON, 状态继电器S22自动关闭

LDI M99; 继电器M99不动作

OUT S30; 状态继电器S30导通, 状态继电器S22自动关闭, 通讯数据重发

STL S30; 状态继电器S30动作

LD M8000

RST C0

OUT C1 K3; 计数器C1置数3(重复发送次数3)

LDI C1

OUT S20; 计数器C1<3(重复发送次数), 状态继电器S20导通, 状态继电器S30自行关断

LD C1

RST C1; 当计数器C1设定值3(重复发送次数)时, 计数器C1置零

SET S31; 状态继电器S31导通, 状态继电器S30导通自行关断

STL S31; 状态继电器S31导通, 说明重发次数为3次失效

LD M8000

RST C1; 计数器C1值置零

LD M8000

SET S18

STL S18; 状态继电器S18触点接通

LD M8000

INC Z4; 变址寄存器Z4内容加1

AND=Z4 K11; 变址寄存器Z4内容等于11

MOV K1 Z4; 变址寄存器Z4内容置1

LD M8000

OUT S20; 状态继电器S20置ON, S18自动关断

RET; 步进梯形图结束

3.5 读取变频器的实际运行频率、运行电流值、运行状

态

在系统运行中, PLC不断读取各台变频器的实际运行频率、运行电流值、运行状态, 作为上位机的监控信号。

4 结语

基于三菱PLC与丹佛斯变频器的通讯技术在造纸机变频传动控制系统中得到了较好地应用。PLC的通讯模块与变频器通过RS485接口实现通讯, 组成控制网络。整个系统控制精度高, 实时性好, 使用效果好。适用于通讯数据量不大、成本要求较低的中小型造纸机变频传动控制系统。

参考文献

- [1]陈祥光, 孙玉梅, 吴磊, 等. 自动控制原理及应用[M]. 3版. 北京: 清华大学出版社, 2018.
- [2]孟彦京. 造纸机变频传动的原理与设计[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2002.
- [3]FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC编程手册.

[收稿日期: 2023-06-21]



“微”观“大”纸业!



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

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

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

官方微博

搜索新浪微博账号:
“中华纸业杂志社”

官方微信

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



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

The Application Practice of Scale Treatment in Paper Machines

◎ Shao Xiao¹, Wang Guihong², Zhang Xingli¹, Li Qian¹, Li Feng¹

(1.Universal Pulp and Paper (Shandong) Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong 277014, China; 2.Anhui Xiongkui Construction Engineering Co., Ltd., Kunshan, Jiangsu 215300, China)

造纸设备结垢的处理实践

◎ 邵校¹ 汪桂红² 张兴利¹ 李前¹ 李锋¹

[1.远通纸业(山东)有限公司, 山东枣庄 277014; 2.安徽雄奎建设工程有限公司昆山分公司, 江苏昆山 215300]



邵校 先生

工程师, 生产经理; 主要从事造纸生产管理技术方面的研究。

中图分类号: TS734

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)24-0041-07

摘要: 主要介绍了在纸张抄造过程中各系统设备结垢的现象, 造成设备结垢的主要原因是水硬度高, 设备长期运行产生的高温加快结垢的速度。本文以三叠网箱纸板机为例, 介绍了生产过程中可能造成各种设备结垢的原因及相应的解决措施, 以为同类纸机出现类似设备结垢的问题提供参考。

关键词: 抑垢剂; 水硬度; 结垢; 原因分析; 解决措施

Abstract: This paper mainly introduces the phenomenon of equipment scaling in the process of paper manufacturing. The main reasons for the equipment scaling are high water hardness and high temperature resulting from long-term operation of the equipment. In this paper, the paper introduces the reasons that may cause the equipment fouling in the production process and the corresponding solutions, in order to provide reference for the analysis of similar equipment fouling in the same type of paper machine.

Key words: scale inhibitor; water hardness; scale formation; reason analysis; solution

设备结垢在造纸生产过程中是比较常见的现象, 其主要原因是水的硬度偏高, 随水温不断升高结垢情况逐步加重, 导致设备使用周期短和运行异常的情况。在抄造中可以分为: 清水、白水、冷却循环水、喷淋水、密封水、污水等。清水根据水源取用点又分为地表水和地下水, 地理位置不同地区水质硬度存在较大差异, 水的硬度直接影响结垢的程度。我国地理环境的影响造就了北方水质硬度较南方偏高, 地下水硬度较地表水硬度偏高。当水质硬度达到350 mg/L时, 水温>45℃时, 随着温度升高结垢的速度会快速增加。本文以山东某厂三叠网造纸机为

例,对造纸生产过程中因设备结垢引起各工段设备运行异常的现象进行分析,并给出了相应的解决措施。

1 水质硬度分析

水的硬度主要由溶解于水中的钙与镁的碳酸盐、重碳酸盐、硫酸盐以及氯化物等杂质形成。此类物质含量多少,即表示水中的硬度多少,以mg/L表示。主要分为两种,一种是碳酸盐硬度:主要是由钙镁的酸式碳酸盐所形成,在水煮沸时,钙镁的酸式碳酸盐就分解形成沉淀,因此这种硬度能大部分被消除,称为暂时硬度。另一种是非碳酸盐硬度:又称为永久硬度,主要是钙与镁的硫酸盐、氯化物以及硝酸盐等。不能用煮沸的方法去除。

碳酸盐和非碳酸盐硬度的总和称为总硬度。硬度过高的水不适合于造纸生产使用,硬度过高不仅会造成管道结垢堵塞,还存在设备损坏的风险。因此需要对水进行硬度测定,对不同工段的水源进行选择。

2 水硬度EDTA络合滴定法测定

2.1 仪器及试剂仪器

50 mL酸式滴定管一支、容量瓶(250 mL)一只、分析天平、锥形瓶、移液管(25 mL)一支、比色管、量筒一支。

2.2 应用试剂

配置试剂氨-氯化氨缓冲溶液:称取20 g氯化氨溶于500 mL蒸馏水中,加入150 mL浓氨水($\rho=0.90\text{ g/mL}$)以及5.0 g乙二胺四乙酸二钠盐,用蒸馏水稀释至1000 mL,混合均匀,取50.00 mL测定其硬度。根据测定结果向其余950 mL缓冲溶液中加入所需EDTA标准滴定溶液,以抵消其硬度。

2.3 测定方法

吸取水样体积250 mL置于锥形瓶中,加入5 mL氨-氯化氨缓冲溶液和2滴0.5%质量分数的铬黑T指示剂,用0.02 mol/L($1/2\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$)标准滴定溶液滴定至溶液由酒红色变为纯蓝色,如图1所示。

$$\text{总硬度}c=(c_1V_1\times 1000)/V$$

式中, c_1 —EDTA标准滴定溶液的实际浓度, mol/L;
 V_1 —滴定时水样所消耗EDTA标准滴定溶液的体积, mL;
 V —水样体积, mL。

$$c=(c_1V_1\times 1000)/V$$

2.4 测定结果与讨论

利用络合滴定法对造纸过程中不同部位的水硬度进行检测,得出相应的数据,如表1所示。对比造纸用水一般标准得出

相应的结论有:

(1)地表水硬度较标准低符合使用标准,但温度偏高在使用过程中无法达到冷却效果。(2)地下水硬度高于使用标准,在使用过程中易造成设备结垢。温度较低适合作为热交换器冷却水和密封水使用。(3)真



图1 滴定溶液由酒红色变为纯蓝色

表1 纸机各部位水质检测分析表

名称	硬度/ mg·L ⁻¹	温度/ ℃	pH	硫酸盐/ mg·L ⁻¹	硝酸盐/ mg·L ⁻¹	氯化物/ mg·L ⁻¹	电导率/ S·m ⁻¹	浊度 NTU	气味
造纸用水一般标准	≤350	≤50	6.5~8.5	≤250	≤10	≤250	-	≤10	无
地表水	359	31	7.55	58	2	89	428	8	无
地下水	495	22	7.32	78.1	2	68.8	389	2	无
密封水	307	25	7.35	83	3	79	492	10	无
真空泵循环水	743	50	7.56	107	10	200	2879	-	刺激性
流送系统白水	587	48	6.89	108	9	120	1721	-	刺激性
冷凝水	15	87	7.01	-	1	16	5	1	无
热交换器冷却水	352	27	7.41	89	2	92	475	10	无
热交换器回水	421	46	7.52	89	2	92	780	12	无

空泵循环水硬度偏高，温度偏高，结垢速度加快。(4) 流送系统白水硬度偏高，易于加快流送系统设备结垢同时影响化学品在纤维上的留着。(5) 热交换器回水较热交换器冷却水温度升高19℃，回水温度达到46℃时硬度升高169 mg/l。高硬度的水在湿部产生沉淀、结垢、喷淋管道现象，从而引起成形网和毛毯的洗涤效果下降。

3 化学抑制设备结垢原理分析

参照造纸企业一般用水标准，对本地区水质分析造纸设备在使用中产生结垢的主要原因是水硬度 ≥ 350 mg/L时易产生结垢现象。当水温度 >45 ℃结垢速度加快，为应对此问题需采用降低水质硬度或者降低温度的方式来减缓设备结垢的情况。首先考虑使用化学抑制的方式减缓各系统水质结垢现象，对抑制结垢的化学品分析选型。

3.1 除垢剂的原理和作用

除垢剂的工作原理：氧化还原、络合、崩解、剥解。除垢剂主要是清除已生成的“垢”，一般为酸性物质，也有碱性除垢剂，溶解碳酸钙、硫酸钙、碳酸镁、硅酸钙及氧化铁等各种水垢，将生成的水垢转化为可溶解的物质，除垢完毕后须排出。

3.2 阻垢剂的原理和作用

阻垢剂的工作原理：螯合增溶、凝聚与分散、静电斥力、晶体畸变。阻垢剂的主要作用是阻止“结垢”的产生，一般为复合型络合物，分散水中的难溶性无机盐，阻止和干扰难溶性无机盐在金属表面的沉淀、结垢，将水中的钙、镁等离子络合起来，与碳酸根离子隔离，并维持金属设备有良好的传热效果，抗锈能力强，屏蔽能力强，从而实现阻垢的目的。

3.3 除垢剂和阻垢剂优缺点对比

根据除垢剂和阻垢剂的工作原理判断，除垢剂适用于清除工业锅炉、采暖系统、循环水系统、冷却塔、冷凝



图2 部分设备结垢呈现的状态

器、蒸发器、制冷机等金属和非金属设备运行中管道和容器内壁产生的碳酸盐垢、铁锈垢、沉积物的去除。阻垢剂适用于阻止中央空调、采暖系统、循环水系统、冷却塔、冷凝器、蒸发器、制冷机等金属和非金属设备运行中管道和容器内壁无机垢、有机物、油脂、悬浮物、胶体、粘泥、细菌、生物黏膜等污染物的生成。除垢剂的主要目的是除去已形成的水垢，阻垢剂的主要目的是防止水垢的形成，两者各有利弊。

3.4 抑垢剂的原理和作用

抑垢剂主要的工作原理：螯合增溶、凝聚与分散、氧化还原、络合、崩解、剥解。是一种兼顾除垢和阻垢两种功能的抑垢产品。主要作用是抑制水中的钙镁离子形成结垢，可以对已经生成的水垢转化为可溶解的物质通过系统排出。

4 各系统设备结垢的原因及解决措施

由下面对输送系统、真空系统、热交换冷却系统、喷淋系统等部分设备结垢的现象及原因进行分析，针对性采取相应的解决措施。如图2所示为各系统部分设备结垢呈现的状态。

4.1 输送系统

输送系统在纸张抄造中起输送、筛选、净化浆料的作用，设备结垢会引起系统的波动，主要现象有：（1）成浆泵叶轮结垢导致浆料通过量不稳定，出现定量波动现象；（2）冲浆泵叶轮结垢引起流浆箱压力不稳定，严重时出现喷浆的现象；（3）流浆箱唇板结垢出现挂浆现象；（4）输送系统上浆管道内壁结垢，出现挂浆或纤维束聚集现象，引起纸病和纸机断头。见图3流浆箱结垢照片。

输送系统设备结垢的解决措施有：（1）成浆泵进口添加硫酸铝，用于调节输送系统pH值6.5~7.5，减缓输送系统因pH值升高引起的设备结垢情况；（2）30天为一个周期拆检和清理输送系统设备，提前预防设备因结垢造成的生产异常；（3）每15天使用浓度10%氨基磺酸溶液，通过流浆箱唇板下方安装的喷淋水管清洗除垢一次；

（4）输送系统定期检修清洗，清洗操作步骤有：a. 清洗周期10~15天/次，每次系统串洗时长1.5~2 h；b. 串洗时网部运行速度110 m/min，开启网部低真空风机，关闭高真空吸水箱。目的是保持成形网运行状态下不跑偏的同时产生的泡沫不被真空吸走；c. 停止三层白水循环泵。

打开三层冲浆白水槽排污阀排水，控制白水槽液位45%~50%；d. 关闭面层、芯层、底层二段压力筛排污阀，控制流送系统内部短循环；e. 在冲浆白水槽内添加烧碱每层用量2~3 t，碱性清洗剂AP1762和碱性清洗剂AP1784各80~100 kg，调整到白水系统pH≥12；f. 关闭流浆箱内压缩空气阀门，保持流浆箱箱体内部白水处于充满状态。通过提高冲浆泵转速和压低流浆箱唇口开度，调节流浆箱压头≥45 kPa，达到高速冲洗的效果；g. 串洗过程中每15~20 min调整一次流浆箱回流阀，使箱体内液位和压力瞬间波动，通过产生喘流增加管道壁清洗效果；h. 系统清洗结束，开启网部高压水3 MPa清洗10~15 min，待网面清洁后检测网面pH值7~8。如图4流送系统串洗照片。

4.2 真空系统

真空系统在纸张抄造过程中通过真空抽吸的作用达到浆料脱水的目的，主要采用的水环式真空泵。真空系统设备结垢的主要现象有：（1）水环真空泵体结垢，导致电流升高能耗增加；（2）真空箱面板结垢，成形网磨损加重使用寿命缩短，如图5真空箱面板结垢照片；（3）真空伏辊结垢辊面孔眼堵塞抽吸量下降，出网部湿纸页的干度下降，增加烘干部蒸汽消耗；（4）真空压榨辊面孔眼结垢堵塞，脱水量下降纸页在压榨部压溃，纸机断头次数增加；（5）吸移辊辊面孔眼结垢堵塞，纸页无法正常吸附出现掉边现象，影响纸机正常运行，如图6吸移辊处纸页带边照片和图7吸移辊掉边纸页照片；（6）真空系统管道结垢管道内有效面积缩小，引起抽吸量与真空不匹配现象，影响纸机车速提升。

真空系统设备结垢的解决措施有：

（1）真空



图3 流浆箱结垢



图4 流送系统串洗

泵系统使用柠檬酸串洗,清洗操作步骤:a.排空真空泵循环水系统内白水,加入清水保持最低量循环,控制密封消音池液30%~35%,循环白水槽液位50%。保持低水量能满足系统循环即可;b.在冷却塔处加约1000 kg无水柠檬酸,配置成5%~8%溶液进入循环白水槽,开启真空泵冷却水系统充分混合。pH值控制在2.0~3.0范围内。在循环白水槽内加入含表面活性剂的清洗剂AP1817约200 kg,提高清洗效果;c.开启所有真空泵,关闭真空泵进口阀门,保持循环冷却水系

统处于封闭式循环,如图8所示真空泵循环冷却水系统示意图;d.清洗间隔30 min检测一次系统内pH值,pH>3时补充无水柠檬酸调节。清洗6~8h之后,拆检真空泵体人孔检查结垢变化情况来判断串洗效果;e.冷却循环水系统串洗结束,排空所有清洗用水,加入清水串洗系统2次。检测pH在6.5~7.5,恢复系统正常使用。(2)真空箱面板结垢主要通过流送系统的定期串洗,使用10%氨基磺酸溶液清洗;(3)真空伏辊、压榨真空辊、吸移辊辊面孔眼结垢堵塞采取的解决措施:a.保持辊体内润滑水通畅,喷嘴由Φ1 mm改为Φ1.5 mm的扇形喷嘴增加覆盖面



图5 真空箱面板结垢



图6 吸移辊纸页带边



图7 吸移辊掉边纸页

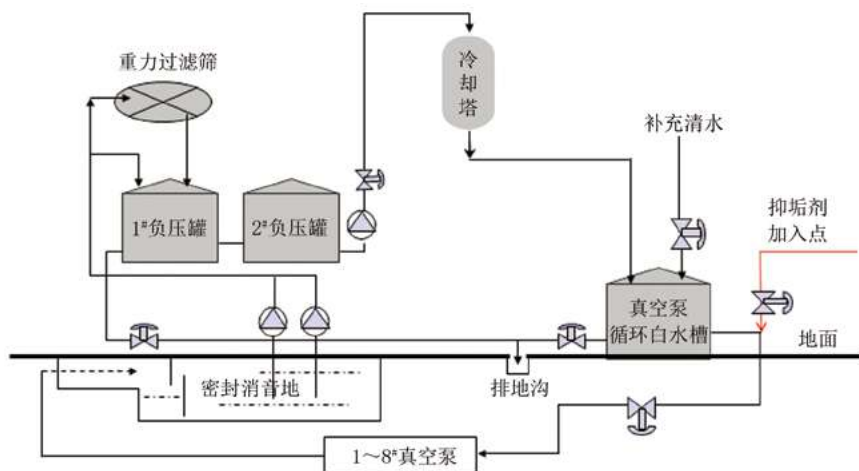
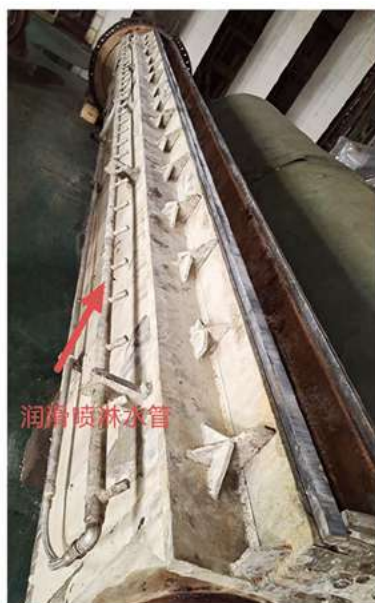


图8 真空泵循环冷却水系统示意图



(a) 真空辊润滑喷淋水管



(b) 真空辊润滑喷淋水管排污照片

图9 改造后真空辊喷淋管



(a) 吸移辊辊面孔眼结垢堵塞照片

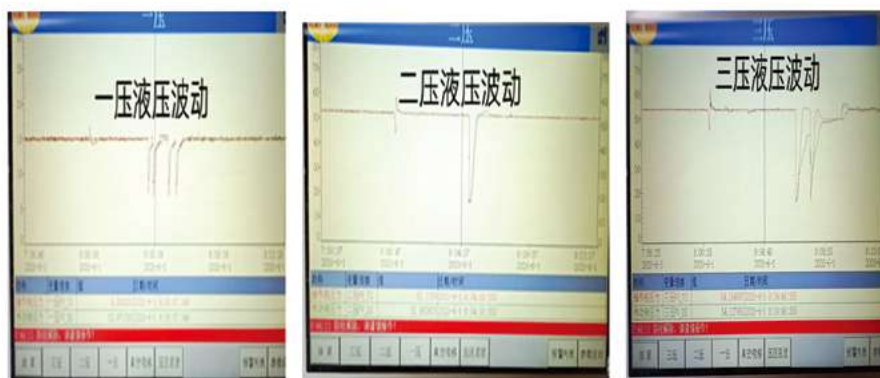
(b) 吸移辊氨基磺酸清洗时照片

(c) 吸移辊辊面孔眼清洗后照片

图10 吸移辊辊面孔眼堵塞清洗前后



图11 抑垢剂成套泵站



(a) 一压压力波动照片

(b) 二压压力波动照片

(c) 三压压力波动照片

图12 压榨液压系统压力波动

积减少喷嘴堵塞的机率；b. 润滑喷淋水管采用中间进水两侧回水的方法，操作侧和传动侧的回收接到操作侧辊面并安装排污阀门，方便操作检查，很大程度上减少喷嘴的堵塞现象，如图9所示改造后的真空辊喷淋管；c. 润滑水源加装150目过滤网过滤泥沙等杂质，水压100~200 kPa，水量3~5 m³/h可有效地减少密封条磨损；e. 辊面加装刮刀用于辊面压区甩水，清洁辊面的同时达到清洁的效果；f. 停机检修检查辊面堵塞情况，辊面孔眼堵塞>30%下机更换备品。下机辊体用氨基磺酸溶液浸泡和用高压水枪清洗疏通辊面，如图10所示吸移辊辊面孔眼堵塞清洗前后的照片。

(3) 真空伏辊、真空压榨辊、吸移辊等真空类辊子，在润滑水管添加抑垢剂来减缓辊体、密封条、辊面的结垢现象。每支管道添加量4~7 ml/min，制作成套泵站方便操作。如图11抑垢剂成套泵站。

4.3 热交换冷却系统

热交换冷却系统设备结垢的主要现象有：(1) 烘干

部润滑油冷却系统热交换器结垢，冷却效果下降造成润滑油温度升高，当油温>60℃时，油脂黏度下降烘缸轴承出现渗油现象；(2) 压榨液压油冷却系统热交换器结垢，冷却效果下降造成液压油温度升高，当油温>50℃时液压系统出现压力波动现象，如图12所示压榨液压系统压力波动照片；(3) 压光机润滑油冷却系统和液压油冷却系统热交换器结垢堵塞；(4) 卷纸机液压油冷却系统热交换器结垢堵塞现象；(5) 袋通风汽-水热交换器结垢现象，排风孔板结垢堵塞造成通过量下降，如图13所示。

热交换系统设备结垢的解决措施有：(1) 热交换使用的冷却水选用温度较



图13 袋通风汽-水热交换器孔板结垢



图14 各部位喷嘴异常

低、硬度低水源；(2) 保证润滑油回油温度经过冷却器之后，油温控制在40~60℃；液压油回油温度经过冷却器之后，油温控制在40~45℃；(3) 热交换器冷却用水添加抑垢剂10 mg/l；(4) 每2个月使用10%的氨基磺酸溶液串洗冷却器管道2 h；(5) 每15天使用高压水枪清洗一次袋通风孔板，防止结垢情况加重。

4.4 喷淋系统

喷淋系统管道、喷嘴结垢影响的设备异常现象主要有：(1) 网部高压水管道、喷嘴结垢引起的喷嘴散花或堵塞，造成成形网洗涤效果差；(2) 网部保洁剂管道，喷嘴结垢堵塞，成形网面形成的钝化膜不均匀；(3) 胸辊喷淋水以及流浆箱消泡水结垢堵塞，造成流浆箱唇板挂浆现象；(4) 压榨部高低压水喷淋管结垢，喷嘴堵塞，造成毛毯洗涤不均匀；(5) 真空类辊体内部润滑水喷嘴堵塞，加快辊面孔眼的堵塞。如图14各部位喷嘴异常照片。

喷淋系统管道、喷嘴结垢采用的解决措施有：(1) 高压水泵出口安装自动清洗过滤器，压力<3 MPa自动清洗排污；(2) 每8 h用管道疏通器清理喷淋水管道内悬浮物、沉积物；(3) 在胸辊喷淋管、流浆箱消泡水、真空类辊体润滑水管道上开口加抑垢剂；(4) 喷淋水大部分采用热交换系统冷却水，回水温度偏高并含有部分杂质。在进入热水池前经过150目重力过滤网过滤一次，达到过滤杂质和降温的目的。

5 结束语

本文主要对一台三叠网箱纸板机的设备结垢现象描述，对水质进行检测。实践经验表明水硬度达到350 mg/l时，水温>45℃设备结垢的速度加快。针对这一现象

在不同工段，采用了对应的解决方法达到缓解设备结垢的效果。流送系统采用了调节pH值中性，定期清洗剂串洗系统的方法维持设备正常运行。真空系统采用了柠檬酸洗、真空辊润滑水管改造、添加抑垢剂的方法，降低了真空设备结垢的几率延长了使用周期。热交换冷却系统采用了定期清洗，热水降温、化学抑制的方法，有效地缓解设备结垢，稳定了润滑油、液压油系统。喷淋系统采用了水质过滤，化学抑制、物理降温的方式延长了喷嘴和高压水管道的结垢时间，保证了毛布、成形网的正常洗涤，为纸机正常生产提供了保障。

参考文献

- [1] 邵校, 张兴利, 操海松. 在造纸过程中清洁生产的规范与执行[J]. 中华纸业, 2020, 41(18): 51-55.
- [2] 邵校, 彭返霞. 造纸过程中染料应用的经验总结[J]. 天津造纸, 2020, 42(2): 23-27.
- [3] 邵校, 张兴利, 操海松. 吸移辊异常问题的原因分析和解决措施[J]. 中华纸业, 2020, 41(20): 59-61.
- [4] 吴俊, 魏松波, 颜家保, 孙立卢. 阻垢剂协同效应及阻垢复配方案的研究[J]. 燃料与化工, 2012, 43(2): 40-42.
- [5] 王晓云, 姚拉拉, 刘瑛, 等. 几种阻垢剂对硫酸钙垢的抑制作用[J]. 工业水处理, 2012, 32(10): 72-74.
- [6] 余晓赞, 王宇翔. 空气预冷系统设备结垢原因及处理[J]. 深冷技术, 2012(3): 13-16.
- [7] 张小霓, 吴文龙, 王绪文. 反渗透浓水和循环水碳酸盐的结垢问题[J]. 膜科学与技术, 2011, 31(5).

[收稿日期: 2023-07-12 (修改稿)]

Application of Electrolytic Hydrogen Peroxide Production System in Pulp Bleaching

◎ Yang Yong (Yunnan Yunjing Forestry and Pulp Co., Ltd., Pu'er, Yunnan 666400, China)

电解法双氧水生产系统在制浆漂白中的应用

◎ 杨勇 (云南云景林纸股份有限公司, 云南普洱 666400)



杨勇 先生

公司研发中心副总监, 工程师; 主要从事制浆造纸、热力、化工、化学药品生产制造项目的前期研究研发。

中图分类号: TS745

文献标志码: B

文章编号: 1007-9211(2023)24-0048-05

摘要: 双氧水是纸浆漂白工艺中常用的漂剂, 但其化学性质不稳定, 使用和储存都具有一定风险。橙氧科技的双氧水电解生产系统提供了一种绿色、方便, 可持续的双氧水使用方案。整套系统采用电化学原理, 仅需供应水、电、氧气即可生产低浓度的碱性双氧水, 能直接应用于ECF漂白工艺。该设备在云景林纸1[#]制浆生产线漂白段成功完成中试生产, 其中双氧水的直接生产成本仅1053元/t (浓度50%), 与外购双氧水价格相比非常具有优势。

关键词: ECF漂白; 双氧水; 生产实验; 电解系统; 制浆

Abstract: Hydrogen peroxide is a common bleaching agent in pulp bleaching process, but its chemical properties are unstable, and its use and storage have certain risks. Hydrogen peroxide electrolytic generation system of Cheng Yang Tech providing a safe, green and sustainable industry case. This hydrogen peroxide electrolysis system applies electrochemical principle and can convert water, oxygen and electricity into low-concentration alkaline hydrogen peroxide, which can be directly applied to ECF bleaching process. The equipment successfully pilot production in the bleaching section of No.1 pulping line in Yunnan Yunjing Forestry and Pulp Co., where the direct production cost of hydrogen peroxide is only 1053 yuan/ton (concentration 50%), which is very advantageous compared with the price of outsourced hydrogen peroxide.

Key words: ECF bleaching process; hydrogen peroxide; trial production; electrolysis system; pulping

双氧水在碱性介质中能够生成活性物质 HOO^- ，使纸浆中的发色基脱色，进而改善纸浆白度^[1]，常用于单段漂白、中间段脱木素或终段漂白等工艺，是一种重要的无氯漂白^[2]。但其同时也是极不稳定的强氧化剂，若储存及使用等环节缺乏合理性，极易造成爆炸火灾事故^[3]。为降低双氧水的使用风险及成本，橙氧科技研发了新型双氧水电解生产系统。该系统采用电化学原理，将原料水、氧气、电转化为双氧水，可直供低浓度碱性双氧水给纸浆漂白工艺单元，减少了高浓度双氧水稀释与混合的工艺流程，从而降低双氧水在储存和混合过程中的安全隐患。整套系统可进行连续生产，能够有效避免传统双氧水因疫情、恶劣天气、节假日、供应商检修等带来的断供风险。不仅如此，电解生产的方式将该系统的运营成本与电力成本高度关联，若企业的电力成本较低，则可大幅节省双氧水的制造成本。目前，该套系统已成功在云南云景林纸股份有限公司（以下简称“云景林纸”）开展了小型试验及生产线漂白试验工作。

1 云景林纸生产工艺

云南云景林纸股份有限公司（简称：云景林纸），公司位于云南省普洱市景谷县林纸路300号，于1999年建成投产。云景林纸是国家“八五”、云南“八五、九五”重点工程，是云南首次利用亚行贷款，以当地森林资源开发及木材永续利用、振兴边疆少数民族地方经济为目的兴建的国内首批林浆纸一体化企业。

其制浆工艺流程如下：备料车间送来的合格木片，经卡米尔连续蒸煮器蒸煮、喷放、除节、一级三段筛选处理、氧脱木素、ECF漂白（ $\text{D}_0-\text{EOP}-\text{D}_1$ ）工序处理后，生产出符合工艺要求的漂白硫酸盐木浆供抄浆车间生产浆板用。ECF漂白工序又叫做无元素氯漂白，是国际上普遍认可的清洁生产技术，广泛应用于国内许多纸浆厂的制浆工序中^[4]。第一段 D_0 工序采用高温二氧化氯漂；第二段EOP工序用双氧水强化的碱抽提；第三段 D_1 段采用二氧化氯进行补充漂白^[5]。在碱性条件下， H_2O_2 游离出过氧根离子（ HOO^- ）以维持漂白反应的进行，在EOP工段中常通过 NaOH 来调节pH，使pH保持在10.5左右^[6]。而橙氧科技的新型双氧水电解生产系统产生的低浓度的碱性双氧水可直投EOP工序中进行漂白，在不改变漂白效果的同时，还能有效避免使用和储存高浓度双氧水的风险。

2 橙氧科技双氧水电解生产系统

2.1 反应原理

电堆通电后，在碱性条件下阴极的氧气与水被还原成双氧水， Na^+ 离子从阳极经离子交换膜迁移到阴极形成氢氧化钠，阴极反应决定了氢氧化钠与双氧水将以固定配比生成，其理论质量分数比为 $\text{NaOH}:\text{H}_2\text{O}_2=2.35$ ；在阳极上 NaOH 被氧化成 O_2 和 H_2O ，阳极消耗的 OH^- 会在阴极产生等量的 OH^- ，所以整个反应体系并不消耗 NaOH ， NaOH 仅作为双氧水的溶液载体从阴极出口产出，形成可以用于制浆漂白工艺的漂白剂——碱性双氧水。具体电化学反应过程如图1。

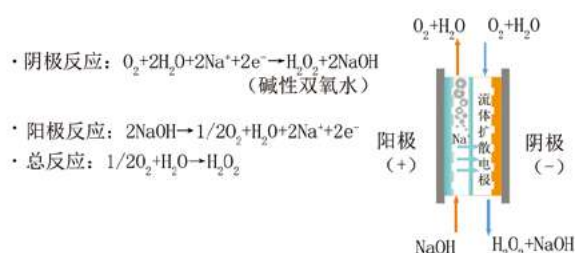


图1 电化学反应原理

2.2 工艺流程

整套系统包含三大循环：阴极循环、阳极循环以及氧气循环。阴极循环中的阴极溶液（含 H_2O_2 、 NaOH 、 H_2O ）由循环泵进入电堆阴极，同 O_2 一起参与电化学反应产生碱性双氧水，作为原料的纯水会连续补加到阴极循环中，以保证双氧水浓度的稳定平衡；阳极循环中的阳极溶液（含 NaOH 和 H_2O ）由循环泵进入电堆阳极， NaOH 在阳极上发生电化学反应被氧化成 O_2 和 H_2O 。随着液碱不断地补入阳极，阳极罐液位上升将排出多余的 NaOH 溶液，可以

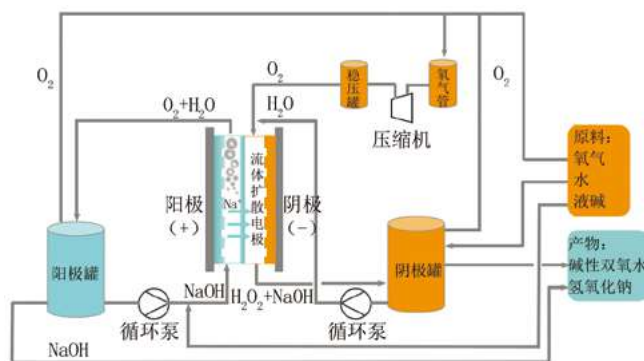


图2 工艺流程

入漂白工艺中继续使用；氧气循环工艺中阳极侧产生的氧气最终将与阴极侧过量的氧气和原料新鲜氧气一起进入氧气缓冲罐，随后被增压到稳压罐中，再参与阴极侧的电化学反应。整个电化学反应过程无高温、无高压，无污染物排放，可以实现双氧水绿色、低碳的现场生产。工艺流程见图2，单套系统的运行参数如表1。

2.3 核心技术

橙氧科技独创的高效催化剂可以实现氧气到双氧水之间的高效可逆转化，降低碱性双氧水单位电耗，电流效率可达95%以上。为保障气液两相电化学反应顺利进行，还设计了导电疏水/亲水复合电极材料，使其能够驱动气、液两相反应物在微观表面的自动分配。电堆采用特殊的流场结构，极大地提高了电堆运行效率，实现了现场生产双氧水设备小型化与低能耗的目标。整套系统采用模块化设计理念，多台电堆形成一个模组，多个模组组成一套设备，这种方式使双氧水产量更加灵活可调，由于模组和设备都可以实现独立运行，大大提高了整套装置的可靠性。通过PLC远程模块控制可以实现远程开停车和设备运行状态监控，搭配完备的安全停机连锁使设备维护人员快速诊断设备故障，以最短时间恢复设备运行。

3 实验室小试

表1 单套系统运行参数

参数	数值
双氧水日产量/(t(折百)·d ⁻¹)	1.3
碱性双氧水 双氧水浓度(可调)/%质量分数	0.5~4
氢氧化钠浓度(可调)/%质量分数	1.2~10
NaOH:H ₂ O ₂ 质量比	2.4
氧气消耗量(假设99.9%纯度)/t·d ⁻¹	0.8
氧气消耗量(假设93%纯度)/t·d ⁻¹	1.2
软化水消耗量(稀释双氧水)/t·d ⁻¹	40
冷却水消耗量/t·d ⁻¹ (25℃)	168
32%液碱需求量(不消耗)/t·d ⁻¹	10~12
副产液碱浓度(可调)/% 质量分数	8~17
产量(可调)/t·d ⁻¹	2.6~4.6
系统运行温度/℃	40~50
系统额定功率/kW	160
系统尺寸(长×宽×高)/m	13×2.2×2.6
系统重量/t	12
安装要求	室内安装

3.1 实验目的

(1) 拟用电解生产的碱性双氧水替代原工艺50%浓度双氧水对纸浆进行漂白，确认该方法在技术上是是否可行。

(2) 探究用氢氧化钠和双氧水配制而成的碱性双氧水溶液与电解生产的碱性双氧水溶液对纸浆的漂白效果是否有差别。

3.2 实验材料

实验用纸浆500 g(绝干重)，纸浆浓度15%。

双氧水(浓度50%)；氢氧化钠溶液(浓度32%)；碱性双氧水溶液(摩尔碱比为2/质量碱比为2.35)，浓度分别为双氧水1.15 mol/l(质量分数3.55%)，氢氧化钠2.3 mol/l(质量分数8.36%)，该溶液由橙氧科技双氧水电解生产系统生产。

3.3 实验方案

原工艺路线配比为吨浆用双氧水6 kg(100%过氧化氢计)、吨浆用氢氧化钠10 kg(100%浓度计)，此次小试实验将按照该配比进行实验方案的设计。

(1) 电解生产碱性双氧水处理纸浆

以500 g纸浆(绝干重)做小试，据吨浆的用量配比得到处理500 g纸浆需要3 g(0.088 mol)双氧水(100%过氧化氢计)、5 g(0.125 mol)氢氧化钠(氢氧化钠100%浓度计)。以氢氧化钠在体系的物质的量为基准来计算投入碱性双氧水的体积，得出要向500 g纸浆中添加54.35 ml碱性双氧水，此时碱性双氧水中的过氧化氢为0.0625 mol，仍需补充0.0255 mol过氧化氢才能够满足配方中对双氧水含量的需求，即要再往体系中补充1.734 g双氧水(浓度50%)。

(2) 自行配制的碱性双氧水处理纸浆

以500 ml摩尔碱比为2(质量碱比2.35)的电解生产的碱性双氧水为标准，配制相同浓度的碱性双氧水需要39.91 g过氧化氢(浓度50%)，143.75 g氢氧化钠(浓度32%)以及367.195 g水。

将配制好的碱性双氧水按实验方案(1)中的方法处理纸浆，并观察结果。

3.4 实验结果分析

经实验室小试，碱性双氧水处理的纸浆白度能够满足技术需求。而电解产出的碱性双氧水溶液纯度高，金属杂质少，比液碱和双氧水混合配制出的碱性双氧水溶

液具有更高的稳定性。

4 生产线中试

此次中试实验在云景林纸1[#]制浆生产线漂白段进行,碱性双氧水生产主要由橙氧科技公司负责(集装箱式生产),云景林纸公司生产管理中心和纸浆厂配合,根据设备产能情况及双氧水需求量,先由橙氧科技双氧水电解生产系统生产3天,储够1天生产用量,再进行连续生产实验。

4.1 中试运行数据

碱性双氧水于12月24日9:53通电生产,12月26日22:00停止生产,共生产23 m³、共1524 kg双氧水(折50%),浓度33.15 g/l(3.07%),碱含量76 g/l,密度为1078 g/l。

碱性双氧水自12月27日8:48开始在1[#]制浆生产线漂白段加入,该段工艺在450 t/d的产量下以2.5 kg/t浆的比例加入碱性双氧水,14:10据白度变化,将用量由2.5 kg/t浆降低到2 kg/t浆,直至12月28日0:30用完后停加。全程历时15.7 h,共加入19.48 m³(流量计数据)碱性双氧水。加入期间共生产纸浆297.7 t。按此折算,碱性双氧水用量为2.16 kg/t浆。

运行过程中的白度趋势如图3,8:48碱性双氧水按2.5 kg/t浆加入后,10:00 E0段白度从76.9%ISO下降到72.4%ISO,下降了4.2%ISO;14:00 E0段白度恢复到75.9%ISO,此时碱性双氧水从2.5 kg/t浆降低到2 kg/t浆,在2 kg/t浆用量下,E0段出浆白度稳定在73.2%~76%ISO之间。

从以上趋势、数据可以看出,在450 t/d生产情况下,同样的DC段出浆白度、同样的双氧水用量下,碱性双

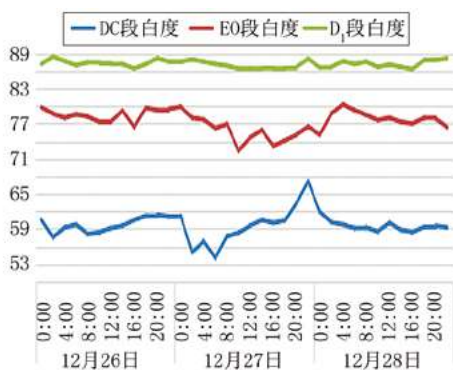


图3 白度趋势图

氧水的可漂性较50%的双氧降低3%~4%ISO。推测可能与碱性双氧水的加入位置有关。

4.2 化学品用量

E0段消耗:氢氧化钠仅作为碱性双氧水的载体,本装置不消耗氢氧化钠。

D₁段二氧化氯用量如图4。

可以看到加入碱性双氧水后,由于E0段白度下降,D₁段二氧化氯用量最大增加到1.8 l/s,待白度稳定后逐步下调,最终二氧化氯流量稳定在1.4 l/s,比加入前增加0.1 l/s,折算成吨浆为0.167 kg/t浆。

4.3 中试结果评估

由以上调试数据可得,在1[#]漂白工段以桉木漂白浆450 t/d的产量下,碱性双氧水用量2 kg/t浆即可满足白度要求(虽然E0段白度下降3~4度,D₁段二氧化氯用量增加0.167 kg/t浆,分析主要是加入位置与50%双氧水加入位置不同,部分碱性双氧水遇酸性浆出现分解所致),碱性双氧水替代50%浓度的双氧水漂白是可行的。在工艺上仍有待改进的细节,可在后续更进一步的大规模中

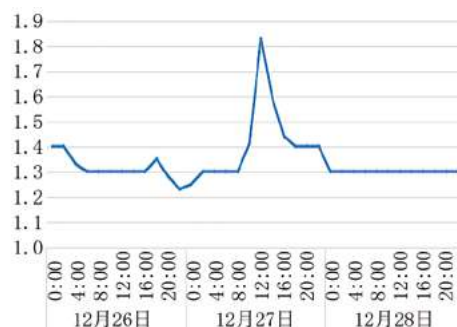


图4 D₁段二氧化氯流量

表2 中试结果存在的问题

序号	存在问题	分析及措施
1	同等产量、工艺下E0出浆白度降低3%~4%ISO。	原因:加入点不合理,在螺旋加入,先与酸洗浆接触,导致部分双氧水分解。 措施:改到立管底部加入,先加碱中和后再加入双氧水。
2	加入碱性双氧水温度低,E0段蒸汽用量增加。	原因:碱性双氧水为常温,且用量越大,对温度的影响越大。 措施:增加换热器(滤液换热),碱性双氧水加入前将温度提高到60℃。
3	排地沟的碱未经回用	回用到E0系统,替代氢氧化钠,降低碱和有效计量,影响生产双氧水生产成本。

试中完善。

5 电解产双氧水系统经济性分析

此次中试共生产碱性双氧水1524 kg(浓度50%),消耗电2966.4 kWh(包含主体电解系统、制氧系统、制水系统)、水122 m³,直接生产费用1605.2元,折碱性双氧水成本为1053元/t(浓度50%)。本次试生产的电解系统为全新、洁净的系统,通常设备长时间运行后,由于电极结垢导致电解效率下降,电耗会增加20%,按实际耗电量的1.2倍计算,则碱性双氧水成本为1248元/t(浓度50%),比外购双氧水价格低一半左右。

据橙氧科技提供理论成本(折百),吨双氧水耗电3000 kWh,液氧0.55 t,水172 m³(其中循环冷却水130 m³,可回用),直接生产成本2043元/d,转换成50%浓度后为1021.5元/t,比本次试生产低227元/t。

6 总结

云景林纸的中试生产实验结果表明橙氧科技双氧水电解生产系统产出的碱性双氧水纯度高,性质稳定,是可以直接应用于ECF漂白工艺中的。整套生产系统所耗

的原料仅仅只有氧气、水和电,试运行双氧水的直接生产成本仅为1053元/t(浓度50%),与外购双氧水价格相比非常具有优势。此次试生产过程在工艺上还有一些问题,如碱性双氧水的投加位置不合理导致部分双氧水分解,双氧水的投加温度较低等,这些问题可在后续的大规模连续生产实验中加以完善。

参考文献

- [1] 崔丛丛,王东,韩卿.漂白技术的科研与实践[J].西南造纸,2001(3):20-21.
- [2] 庄明.H₂O₂漂白流程对硫酸盐木浆质量的影响[J].中华纸业,2008(16):82-82.
- [3] 郝龙琼,雷芳.不同浓度的过氧化氢(双氧水)火灾危险性类别判定[J].石油石化物资采购,2021(12):104-105.
- [4] 桑彦杰.ECF漂白技术在麦草制浆中的应用[J].湖北造纸,2013(4):13-16.
- [5] 李尚武,周利霞,宋圆圆.废纸脱墨浆H₂O₂+漂白处理剂单段漂白替代H₂O₂+FAS二段漂白的实践[J].中华纸业,2019,40(20):54-56.
- [6] 李文龙.浅谈纸浆的TCF及ECF漂白[J].湖南造纸,2012,10(31):69-72.

[收稿日期:2023-07-12]

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院设计院三楼)

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



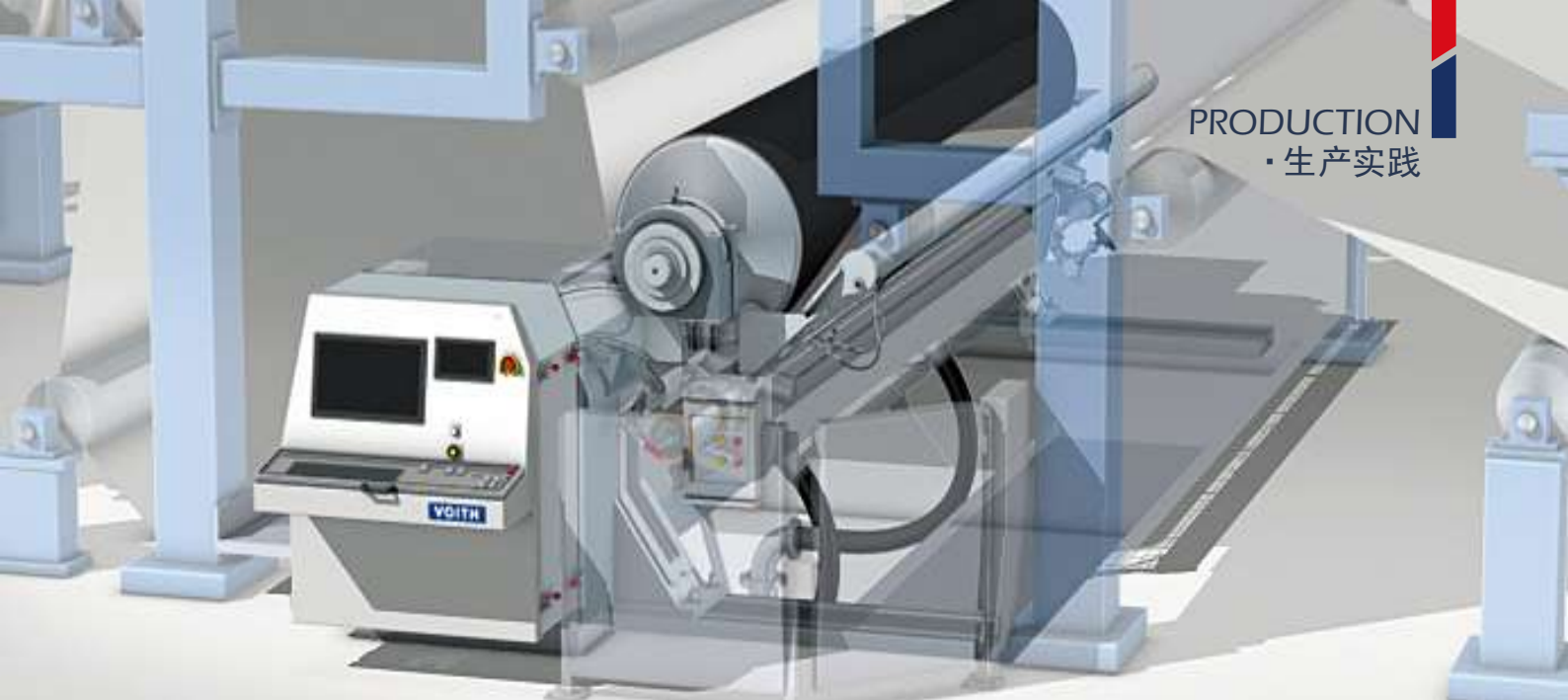
ZB-B
白度测定仪



肖伯尔式
打浆测定仪



ZH-3
厚度测定仪



Upgrading Practice of the Coating Section in a Domestic Packaging Paper Mill

◎ Zhang Dongsheng (Voith China, Kunshan, Jiangsu 215300, China)

某包装纸厂涂布段改造应用

◎ 张东生 [福伊特造纸(中国)有限公司, 江苏昆山 215300]



张东生 先生

工程师; 主要从事纸机改造优化机械设计工作。

中图分类号: TS735⁺.1; TS758⁺.1; TS761.7
文献标志码: B
文章编号: 1007-9211(2023)24-0053-04

摘要: 国内某包装纸厂现有帘式涂布机运行过程中能耗高、成本大,且纸张背面的平滑度以及张力上不去。针对这种情况,推荐了福伊特DynaCoat涂布机进行升级改造,DynaCoat AT型涂布机通过装有一个JetFlow自由喷射式上料腔,能以无接触方式进行柔和涂布,同时加装了Infrared-Dryer红外线干燥和HCB-turn热风干燥器,提高涂布质量。

关键词: 纸机; 涂布; DynaCoat

Abstract: The existing curtain coating machine in a domestic packaging paper mill consumes high energy and costs during operation, and the smoothness and tension of the back side of the paper cannot be improved. In response to this situation, we upgraded it with Voith DynaCoat coater. The DynaCoat AT coater is equipped with a JetFlow free-jet feeding chamber, which can perform gentle coating in a non-contact manner. And the qDry Pro infrared drying and HCB-turn hot air dryer were installed to improve the coating quality.

Key words: paper machine; coating; DynaCoat

DynaCoat是一种专业用于纸张涂布的设备。DynaCoat采用先进的技术和创新设计,旨在实现高效、均匀的涂布过程,以提高纸张的质量和性能。通过DynaBlade刮刀系统能非常精确地控制涂布量,还可选装DynaBlade C和ModuleCoat涂布量控制器。DynaCoat涂布机采用了碳纤维材料,以满足所有应用环境的要求。另外能确保刮刀梁的平直度,以使涂布的横幅曲线达到最佳状态,能防止机械变形和热变形,且无需使用额外的补偿系统。

1 工程设计参数

改造后纸机车速、纸种、定量:

纸种:灰底白卡纸;原料:OCC;定量:130~280 g/m²;
参考定量:140 g/m²;卷取部纸宽:6,750 mm;设计车速:
1,200 m/min;纸机方向:左手机。

DynaCoat刮刀涂布机设计参数:

涂布面:背面;涂料:淀粉;定量:1.0~1.5 g/m²;固
含量:12%。

2 现场检查及结果分析

2.1 基础板校核

这台纸机已经运行十多年,每块基础板上的承载不一样,所以每块基础板的沉降值也不一样,现场的基础板沉降很可能影响DynaCoat的安装校平,所以我们对现场局部的基础板安装面进行了沉降测绘,测绘数据见表1。

通过把棱镜放置在基础板FS操作侧和DS传动侧不同的对应位置,用全站仪记录这些位置的高度差,由表1可得出,这台纸机经过十多年的运行,传动侧基础板最大下沉为0.9 mm,得出结论现有基础板可以继续为改造后

表1 基础板沉降数据

测量位置	FS操作侧/ m	DS传动侧/ m	偏差/ mm	结论
1	-1.2424	-1.2432	0.8	传动侧
2	-1.2431	-1.2434	0.3	基础最
3	-1.2241	-1.2250	0.9	大下沉
4	-1.2244	-1.2245	0.1	0.9 mm
5	-1.2423	-1.2431	0.8	
6	-1.2430	-1.2435	0.5	
7	-1.2424	-1.2430	0.6	
8	-1.2244	-1.2245	0.1	

的设备提供支撑,不需要新供基础板来调平,沉降的偏差将通过新供的设备本体来调节,这样既降低了改造成本,也给设备现场安装降低了工作量。

2.2 主体机架

为了降低本次改造成本,现场检查主体机架锈蚀情况良好,我们建议主体机架回用安装,主体机架是否能够回用需要满足支撑新的涂布机等设备运行的强度要求。通过对现场主体机架建模(图1)进行受力分析,见Analysis有限元振动分析(图2)和震动分析(图3)。得出结论为现场的主体机架满足新的DynaCoat运行要求,可以回用在本次改造设计中。

2.3 传动电机校核

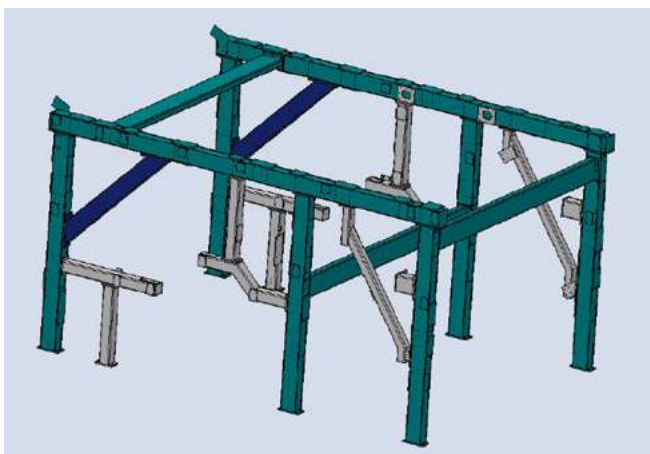
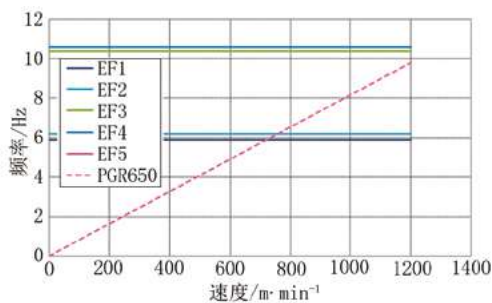


图1 主体机架模型



natural frequencies Hz	EF 1	5.9	
	EF 2	6.2	
	EF 3	10.4	
	EF 4	10.6	
	EF 5		
	Speed m/min	min	max
		0	1200
	rotating frequencies Hz	min	max
roll	diameter mm		
PGR	650	0	9.79

图2 主体机架强度分析

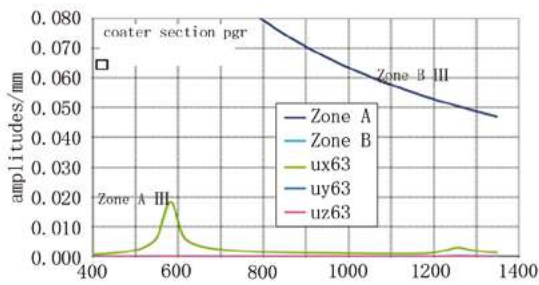


图3 主体机架震动分析

通过现场检查背辊传动电机上的铭牌功率较小,不能满足DynaCoat涂布辊的功率需求,需要根据新的功率需求配置电机和万向轴来配套运行DynaCoat涂布辊。

2.4 涂布机地坑

现场的地坑不能满足DynaCoat涂布机维护所需要的空间,且涂布梁摆动到维护位置时会受到现有地坑中的横梁干涉。DynaCoat涂布机需要一个较深的地坑来满足维护空间,需要根据新的维护空间要求重新设计和改造地坑。

3 整体涂布机WebRun布局(图4)

3.1 纸幅张力传感器

张力传感器在涂布段经常安装在导纸辊包角比较大的导纸辊上,并且此位置导纸辊的轴承通常为Carb轴承,我们根据DynaCoat涂布机纸幅运行布局定义了张力传感器位置。为了能更好地检测设备改造后的纸张张力,需要把对应位置上导纸辊的圆锥滚子轴承更换成Carb轴承。Carb轴承能把纸张张力传导到张力传感器上。

3.2 断纸信号检测和断纸刀

根据DynaCoat涂布机纸幅运行需要,断纸信号检测传感器布置在进涂布机前、出涂布机后以及进入下一组烘干前,共布置三组断纸信号检测传感器。本次改造采用了反射式传感器OGT500,它能够有效快速地捕捉到断纸信号。断纸刀布置在纸幅进入DynaCoat涂布机前,在断纸传感器检测到有断纸信号时,把信号传递给断纸刀,通过气缸把刀片快速下压,在纸幅进入DynaCoat涂布机前进行断纸,避免碎纸在DynaCoat涂布机中堆积破坏DynaCoat涂布机。断纸刀是通过一个连杆把很多刀片等距排列固定在一起用于切断纸幅的一种装置,连杆安装在传动侧的一个小型气缸上,断纸刀整体横跨在纸幅上,在断纸信号检测传感器检测到有断纸信号时,给气缸供气加压,使得刀片可以快速切断纸幅,供给气缸的气

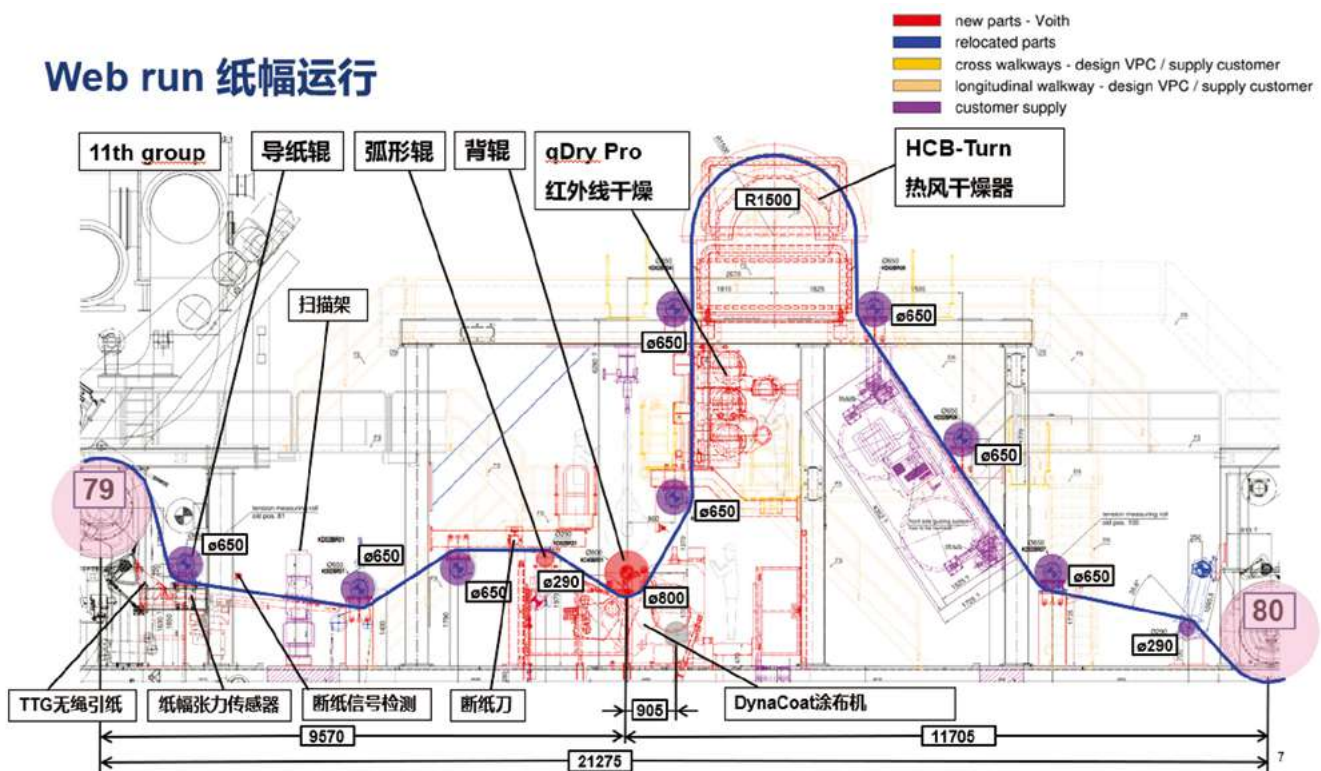


图4 WebRun整体布局

源通常在0.4~0.6 MPa。

3.3 弧形辊

为了纸张表面有更好、更均匀的涂布，纸幅应在进入涂布机前把纸幅舒展开来，所以弧形辊应该布置在DynaCoat涂布机前，根据弧形辊的安装要求，保证纸幅在弧形辊上的包角在30~35°之间，且纸幅在弧形辊前后自由的长度保持在1:1，弧形辊的配置也是为了提高整幅纸张表面涂布质量。整套弧形辊包含单独的电机和皮带，电机通过皮带把动力传递到弧形辊上，为了设备维护人员的安全，皮带轮和皮带均需要防护罩保护。

3.4 DynaCoat涂布机

DynaCoat涂布机布置在79#烘缸和80#烘缸之间，距离79#烘缸9,570 mm处，让纸幅进入涂布机保持包角在60°左右，纸幅出涂布机包角保持在30°左右，之所以需要保持这两个包角是由于DynaCoat涂布机机械结构所决定的。纸幅进入涂布机后，通过JetFlow F喷射涂布系统把胶料均匀地喷在纸面上，胶料回收系统把多余的胶料收集起来传送到上料系统再次利用。DynaCoat涂布机由背辊、刮刀涂布梁、浆料回收系统和上料系统组成。

3.5 Infrared-Dryer红外线干燥器

在纸幅出涂布机后，为了把胶料快速地黏合到纸张表面，需要对纸幅进行快速干燥，防止胶料迁移，这个时候红外线干燥Infrared-Dryer是最佳选择。Infrared-Dryer主要是通过辐射将热能传递到纸幅的非接触式干燥系统，确保纸幅高效均匀加热，由此保证高涂布质量。Infrared-Dryer的空气循环系统用于排除蒸发出的水分和燃烧的废气，该系统可以和HCB-turn热风干燥器有效结合起来，使得热量可以二次使用在HCB-turn热风干燥器上，保证热量回收利用，大大降低能源损耗。

3.6 HCB-turn热风干燥器


HCB-turn热风干燥器可以同时进行转向和干燥，因而对于空间非常有限的改造来说非常适合配置。该干燥器是由热风干燥和非接触式纸幅转向部件组合而成，既可用蒸汽，也可用燃气对HCB-turn热风干燥器加热至400℃左右。HCB-turn热风干燥器适用于最大750 N/m的纸幅张力，通过喷嘴之间热风的回吸，可避免端部周围环境的热负荷影响以及相关的能量损失。CB2气嘴在

相对较小的间距下能使纸幅运行保持平稳，与使用缝式喷嘴的常规空气干燥器对比，在相同能耗下，可以显著地提高热量和材料传导率。

3.7 扫描架

现场纸机上有一台ABB扫描架设备，通过现场检查，扫描头的性能和外观良好，扫描梁直线度±2 mm以内，符合设备再次回用的要求，只需要更换绝缘垫片就可以回用在这次涂布机改造上。改造后扫描架布置在涂布机之前，用于检测纸病和定量，这台扫描架的扫描头可以±30°旋转，极大地提高了整体WebRun布局的自由度。扫描架接入到纸机QCS系统中，在线持续检测纸幅，保证出纸质量。

4 总结

这次背涂段的纸机优化和改造，在现场认真仔细校核了现有设备，大量回用了现场能够被回用的设备，如基础板、主体机架、扫描架、热风箱等，不仅降低了客户总体改造成本，同时也给现场安装调试节省了时间。在本次改造中几个关键部件我们使用了新的设备，如TTG无绳引纸、DynaCoat涂布机、Infrared-Dryer红外线干燥器、HCB-turn热风干燥器。TTG无绳引纸保证了纸幅从烘缸部到涂布段引纸顺畅，DynaCoat涂布机让纸张表面有更高的涂布质量，Infrared-Dryer红外线干燥器保证了胶料快速黏附到纸张表面，HCB-turn热风干燥器则保证了纸张稳定的干燥率和纸幅转向，为纸幅进入下一组涂布段调整好方向。这次改造让纸机背涂段的纸张涂布质量、光泽度、固含量、张力均达到国内一流水平，浆料回收、热风回收大大降低客户运行成本。在整体设计中采用了人体工程学设计，考虑到后期维护方便和安全。 

参考文献

- [1]徐虹霞.一种施胶/涂布器及其施胶/涂布方法[J].中华纸业, 2014(24).
- [2]韩艳春.造纸工业涂布设备的应用及发展[J].黑龙江造纸, 2007(35).
- [3]福伊特.DynaCoat-BDI-R01 data,2018.
- [4]福伊特.Product & service,2009.

[收稿日期:2023-10-13]

The Influence of Soft Roll Performance Change on the Operation of Super Calender

◎ Chen Sai, Xu He, Jia Rongzhi (Shandong Sun Paper Co., Ltd., Jining, Shandong 272100, China)

软辊性能变化对超级压光机运行的影响

◎ 陈赛 徐鹤 贾荣智 (山东太阳纸业股份有限公司, 山东兖州 272100)



陈赛 先生

机械电气工程师、钳工高级技师, 山东太阳纸业20[#]、38[#]设备主管; 研究方向: 设备维护、状态检测与故障诊断。

中图分类号: TS734⁺.7; TS755 文献标志码: B
文章编号: 1007-9211(2023)24-0057-03

摘要: 软辊在日常使用和现场长期存放过程中会出现多种问题, 主要包括辊体变形、轮廓变形超差、轴承故障和结构松动、胶层厚度过小等问题, 以上因素都会导致软辊工作性能的变化。辊子的各种性能变化又会影响到超级压光机工作状态的变化。

关键词: 压光机; 振动; 胶层; 共振

Abstract: There are many problems in the daily use and long-term storage of soft rolls, including roll body deformation, contour deformation, bearing failure and structural loosening, and small thickness of rubber layer. The above factors will lead to the change of the working performance of the soft roll, thus affecting the working state of the super calender.

Key words: calender; vibration; glue layer; resonance

纸张压光是一个机械作用的过程。当具有一定塑性的纸幅在两组以上相邻压区之间行进时, 纸幅受到压力与摩擦力, 改变纸幅表面性能(一般指提高平滑度和紧密度)与光泽度。压光工艺通过控制压光机压力、纸幅水分、运行车速、热辊温度、胶辊或可控中高辊的变形量, 可产生平滑紧密的纸面以适用于印刷书写。

1 软辊辊面功能及结构组成

1.1 软辊辊面功能

软辊辊面在压力的作用下变形, 使压区形成面接触, 同等压力下面接触比线接触的压区面积大, 作用到纸面上的压强变小, 使纸幅表面受到温和处理, 不至于造成纸页纤维压溃, 纸幅整饰作用均匀, 松厚度损失小。

由于软辊辊面材料的回弹性, 使得辊面可以适应纸幅横幅不好、匀度和定量的变化, 因此可以比常规的硬辊压光机具有更均匀的平滑度和紧度。这样可以使纸幅较薄的地方充分地 and 热辊接触, 又可以确保纸幅较厚位置厚度影响较小。这样厚薄区域纸面都可以增加平滑和光泽, 消除了色斑和条痕的产生, 后续的印刷性能也可以大大改善。

1.2 包胶层结构

超级压光机(简称超压)软辊辊面包胶层根据生产厂家不同、包胶工艺不同一般分为两种。第一种结构形式为三层: 基层、中间层、面层组成, 面层也称为功能层。第二种结构形式为两层: 基层、面层组成。

基层(底胶)和面层(功能层胶), 材料、弹性、硬度不同, 真正起到压光作用的为面层胶层(功能层)。不同

的生产厂家,对功能层厚度控制要求不同。对于包胶软辊来说,功能层的厚度决定了辊子使用寿命。功能层厚度越大,相应地辊子周期性研磨次数增加,使用寿命延长。

2 软辊性能变化对超压整体运行状态的影响

2.1 辊体变形

软辊辊体变形包括辊体弯曲和辊面胶层变形、开裂、脱胶等,多为存放和使用不当造成的。

辊子在长期存放过程中,由于辊体宽度大、质量重,在重力的作用下会出现挠性变形下垂。辊子长期在一个角度位置存放会导致辊子的弯曲变形达到一定程度后不能恢复。长期的存放也会导致软辊辊面胶层的老化、龟裂、变形。这样的辊子在上机运行过程中会因为辊体的变形出现晃动,导致超压光机的异常振动。

因此辊子的运输与储存过程中,均应对辊面覆盖层进行有效的保护。在运输过程中,建议使用木质或者钢质包装箱存放,所有辊子均应在轴颈处加以支持。在整个运输过程中,辊子温度应高于+5℃。在冬天,辊体和轴头都应有保温设施,以防止温度骤然变化,导致辊体及覆面胶层热膨胀不均匀,产生变形和覆面层的开裂。温度变化允许极限为0.5~1.0℃/h。

辊子应储存在干燥的环境,温度在+15~35℃之间。应使用支撑座将辊子撑起,支撑座的最小宽大为300mm。若长期存放,则应定期转动辊子,以减少辊面的下垂变形和腐蚀。注意对辊子轴承的润滑添加一定量的润滑油。应保证每隔两周转动一次,一次转动1.25圈(45°)。定期的旋转除了可以预防辊体重力作用下的变形外,旋转还可以对轴承内部滚动体和滚道进行润滑、防锈。

2.2 胶层内部开裂、脱胶对超压运行状态的影响

在生产运行过程中纸机断纸,大量纸团或者坚硬的异物进入压区内造成软辊辊面硌伤,受伤位置变形、胶层开裂造成压光机振动。

在使用过程中辊子突然出现异常的振动,纸幅横幅变化,有可能是辊子包胶层和金属辊壳之间由于黏结剂黏合失效产生脱离造成辊子运行不平稳,压光机出现较为严重的冲击振动。辊面覆面层裂纹由浅层逐渐加深扩大或胶层黏合剂失效,覆面层和金属辊壳脱胶面积持续

增大会导致包覆层开裂甩出,造成严重的人员和设备损失事故。

2.3 软辊辊面轮廓超差对超压运行状态的影响

压光机在运行过程中除了对纸面施加一定的温度、线压力对纸张厚度、横幅进行作用外,还会通过设置软辊和热辊之间不同的速差对纸幅进行摩擦、滑动提升表面光泽度。在摩擦力的作用下软辊辊面包覆材料也会出现磨损。压光辊包覆层的磨损往往是不均匀的,从而影响包覆层的形状(主要在横向上),并且还影响着包覆层的圆度,导致辊面出现明暗相间的横纹,也称为“斑马纹”。随着使用时间的增加,这些横纹的深度会增大,甚至用手触摸会有明显的凹凸感(如图1所示)。当包覆层的形状超出公差要求,就会影响纸张质量和压光机的运行性能。当有横纹的软辊和硬辊之间压区闭合工作时就会发现非常明显的振动。甚至在纸页表面上也会出现明显的暗纹,影响纸幅表面外观品质,造成产品不合格。

使用振动监测技术对超压异常振动信号进行采集、分析后,可以在频谱上看到非常明显的辊面异常振动频率信号(图2所示)。这种振动强度较大,对辊组冲击较大,超压运行过程中出现较大的蜂鸣声。对于辊面轮廓的控制至关重要,辊面出现较为严重的斑马纹后要及时进行更换。对下机的辊面轮廓进行研磨时也要控制辊面轮廓公差,避免研磨辊面轮廓超差导致高车速低线压力条件下的异常振动出现。

2.4 轴承故障及结构性松动导致的约束能力降低对超



图1 辊面出现明显横纹

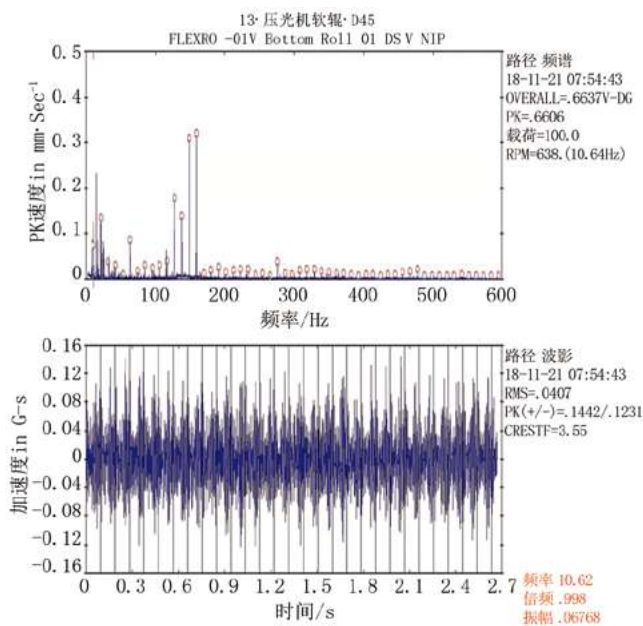


图2 压光机软辊辊面振动频谱

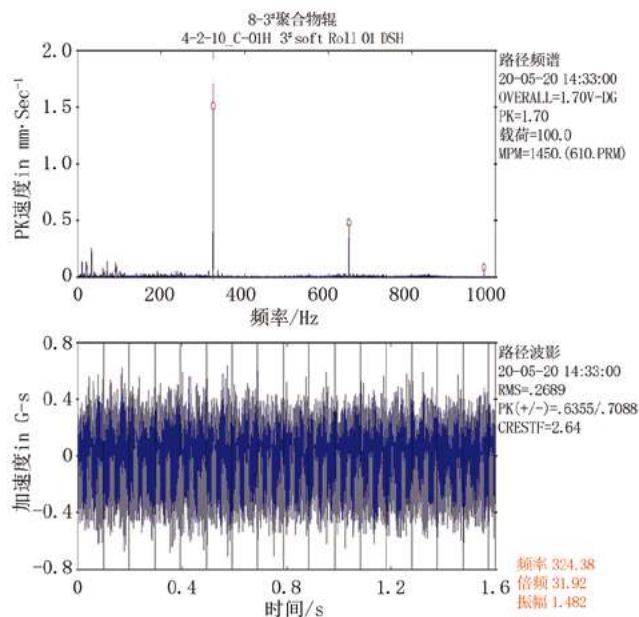


图3 超压辊组共振信号频谱

压运行的影响

维美德OptiLoad十辊超级压光机压区动作时是靠机架和加载臂之间的销轴来固定,并进行升降运动。压光机在长期运行过程中会出现销轴和配合铜套之间的磨损,导致配合间隙变大。当配合间隙增大到允许数值后会导致辊子上下、水平空间位置的变化,使得辊子中心位置不在压区垂直线上,导致辊子工作位置不稳定。

轴承运行间隙的增大和辊子安装位置销轴间隙的变大,导致的工作位置不稳定都属于设备的结构性松动。当设备结构性松动出现后对辊子的运行约束能力大幅降低。随着线压力降低到一定程度后,较小的激振力都会造成辊组运行过程中出现较大的振动。

2.5 辊面胶层厚度降低对超压运行的影响

辊子包胶层随着使用时间的增加,会经历多次周期性下机研磨修正辊面形状。为了保证辊面形状和老化胶层的去除,每经历一次研磨,辊面胶层就会被车削去一定的厚度。覆面层的功能胶层的厚度逐渐减小,当减小到一定程度后就要进行重新包胶恢复软辊的功能。在使用过程中随着功能胶层厚度的减小,辊子直径减小,辊子的曲面半径减小。在同等压力作用下功能层受压后变形量减小,压区宽度减小。同时功能层厚度减少,相应的胶层吸振、缓冲能力减小。

太阳纸业一台维美德OptiLoad十辊超级压光机,在运行多年以后超压辊组中使用的软辊辊子直径普遍降低,胶层厚度普遍较小时,同等工况条件下(同等车速、同等线压力、同一纸种、同一定量)的压区受到纸幅变化冲击后工作稳定性差,容易造成压区辊子的振动激发辊组共振,如图3所示。当辊组振动值达到一定数值时会将压区内的纸幅振断,严重影响生产运行。

3 结论

以上各项软辊性能的劣化改变都会影响超压的正常运行,影响生产的产品质量。保证优良的软辊辊面轮廓公差、一定厚度的功能层,使得软辊性能保持在一定良好状态是超压可以正常运行的基本条件之一。同时合理地搭配不同直径的软辊,可以最大化地实现对软辊面层的利用,减少包胶费用。

软辊压光机是一个集液压控制、自动化控制、电气传动控制、精密机械加工为一体的高度精密、复杂的生产系统。对于生产过程中出现的异常振动需要结合生产工艺、自动化控制、机械振动分析等多项技术进行分析研究。在实际运行过程中可能会存在其它影响压光机运行的异常因素,还要使用更为先进的技术进行跟踪分析。☑

[收稿日期: 2023-10-15]

The Application and Analysis of Household Paper Marking

◎ Gao Shuai, Ma Jingyi, Pang Fangli, Ge Xiaohua, Ma Jinyou
(Tianfang Standard Testing & Certification Co., Ltd., Tianjin 300308, China)

生活用纸标识的使用及其简析

◎ 高帅 马婧怡 庞方丽 葛晓华 马金友
(天纺标检测认证股份有限公司, 天津 300308)



高帅 先生

工程师, 公司特种项目负责人; 从事纸制品、箱包、皮革、防护用品检测研究。

中图分类号: TS77
文献标志码: C
文章编号: 1007-9211(2023)24-0060-03

摘要: 浅要介绍了生活用纸相关产品标准对于标识的要求, 并解读了与相关标准相对应的内容, 最后列举了相应的示例帮助理解以达到对于生产企业起到规范标识的作用, 并达到保护消费者权益的目的。

关键词: 生活用纸; 标识; 标准

Abstract: This paper briefly introduces the labeling requirements of household paper related product standards, interprets the requirements of relevant standards for the corresponding content, and finally gives corresponding examples to help understand, so as to achieve the role of standardized labeling for manufacturers and achieve the purpose of protecting the rights and interests of consumers.

Key words: household paper; signs; standards

我国的众多纸品类中, 依据以往分类大致分为文化用纸、包装用纸、技术用纸和卫生用纸等。伴随着社会的经济发展、科技进步, 人民群众的生活水平也有了很大程度的提高, 先后出现了“家庭用纸”和“生活用纸”^[1]。

生活用纸是人们日常生活中必备的消费品, 无论经济情况如何, 其消费量始终稳定。随着经济发展和科技进步, 生活用纸的消费水平逐渐成为衡量国家现代化水平和文明程度的标志之一^[2]。然而, 随之而来的是市场上

生活用纸产品种类繁多,品质良莠不齐,消费者在选择和购买时面临着一定的困扰。因此,确保生活用纸产品标识的准确性和合规性,对于保护消费者权益、规范市场

秩序具有重要意义。

1 标识的项目要求

表1 各产品标准对标识的要求

标准号	要求
GB/T20808-2022 纸巾纸	1、执行标准编号;2、产品主要原料(主要原料名称);3、产品类型(普通型可不标注);4、产品等级(仅普通型);5、产品规格;6、净含量;7、产品合格标志;8、产品名称;9、生产企业的信息包括名称以及地址和联系方式;10、生产企业的卫生许可证号(限于国内生产的产品);11、原产国或地区的名称(限于进口的产品);12、生产日期加上保质期一组或者生产批号加上限期使用日期一组;13、其他卫生用品的贮存条件(必要时)。
GB/T20810-2018 卫生纸	1、产品名称;2、执行标准编号;3、主要原料;4、生产日期加上保质期一组或者生产批号加上限期使用日期一组;5、产品规格;6、产品数量;7、产品的质量等级以及产品的合格标志;8、生产单位或责任单位的信息包括名称和地址以及联系方式;9、卫生纸应标注“厕用”;10、上述内容以外需要体现的标注事项。
GB/T24455-2022 擦手纸	1、主要原料名称;2、产品质量等级;3、产品规格;4、产品合格标志;5、产品名称;6、净含量;7、生产企业的信息包括名称以及地址和联系方式;8、国内生产的产品需要提供生产企业的卫生许可证号;9、进口产品原产国或地区名称;10、生产日期加上保质期一组或者生产批号加上限期使用日期一组;11、其他卫生用品的贮存条件(必要时);12、执行的产品标准编号。
GB/T26391-2022 马桶垫纸	1、产品名称;2、执行的产品标准编号;3、主要原料名称;4、产品的规格;5、内装物的数量;6、生产日期加上保质期一组或者生产批号加上限期使用日期一组;7、国内生产的产品需要合格检验标志;8、生产企业或责任单位的信息包括名称以及详细地址和相应的联系方式;9、淋膜型和一次性马桶套应标注相关说明。
GB/T26174-2010 厨房纸巾	1、产品名称;2、商标;3、产品执行的标准编号;4、生产日期加上保质期一组或者生产批号加上限期使用日期一组;5、产品的规格;6、产品数量;7、国内生产的产品需要提供产品的合格检验标志;8、产品企业信息(名称、详细地址)。
GB/T26174 厨 房纸巾(报批 稿)	1、产品名称;2、执行标准编号;3、主要原料名称;4、产品质量等级;5、生产日期加上保质期一组或者生产批号加上限期使用日期一组;6、产品规格;7、净含量;8、国内生产的产品需要提供产品的合格检验标志;9、产品生产企业需要体现的信息包括企业的名称地址和联系方式)。

表2 GB 15979和GB 38598的要求

标准号	项目	内容要求
GB 15979	产品包装上标明执行的卫生标准号	GB 15979或GB 15979-2022
	生产日期和保质期或生产批号和限定使用日期	生产日期:20220516 保质期:3年 生产批号:XXXXXX 限用日期:20250515
GB 38598	产品名称	名称顺序: 商标名或品牌名+型号(消毒器械)+通用名(可省略)+属性名。
	净含量	内容必须体现“净含量”三个字,数量以数字加上单位的形式列出。
	生产企业信息	国产生产的产品所标注的生产企业信息必须与其企业所持有的卫生许可证上面的信息相同,委托生产的产品,应同时标注委托方以及被委托方双方的信息包括企业的名称和注册地址以及联系电话等相关的信息。
	卫生许可证号	标注的生产企业相应的卫生许可证号,应以(省、自治区等地域名称)加上卫消证字样(相应年份)第XXXX号形式列出,并真实反映出产品的实际生产方的信息。
	进口产品原产国	应如实体现真实的产品原产国或地区(包括中国香港、中国澳门、中国台湾)的相关信息。
	生产日期及保质期	生产日期以及限期使用日期必须体现年、月、日的信息,生产企业可以自行制定相应的生产批号,保质期一般不超过3年。
	贮存条件	根据产品的相关性能选择相应的环境等条件。
字体高度	汉字、少数民族文字、数字和字母其字体高度应大于1.8 mm。	

表3 不合格标识示例

示例	不合格原因	正确标注方式
纸巾产品 产品名称: XX纸面巾	不符合GB 38598中品牌名应为XX牌或商标名, 商标的使用应符合国家有关规定的要求。	产品名称: XX牌纸面巾
纸巾产品 产品名称: XX牌生活用纸 产品名称: XX牌保湿印花纸	属性名不明确。	产品名称: XX牌纸面巾 产品名称: XX牌保湿纸巾
卫生纸产品 产品名称: XX妇婴用纸	属性名不明确, 不符合GB/T 20810中规定的产品名称含卫生纸字样。	产品名称: XX妇婴用卫生纸
纸巾产品 数量: 100抽	不符合GB 38598中“净含量的标注应体现‘净含量’三个字的中文、数字和法定计量单位”的要求。	净含量: 100 抽
生产卫生许可证号: 京卫消证字(2018)第XXXX号	引导语、生产企业卫生许可证号表示不规范。	生产企业卫生许可证号: (京)卫消证字(2018)第XXXX号
纸巾产品 生产日期: 20220516 有效期: 3年	应标注生产日期加上保质期为一组或者生产批号加上限期使用日期为一组。	生产日期: 20220516 保质期: 3年

很多生活用纸产品的标识问题此前存在很多的疑问, 因为一部分产品既要符合产品标准中的标识要求, 又要符合强标GB 38598(消毒产品标签说明书通用要求)的相关规定。由于GB 38598标准的归口单位为国家卫健委, 所以掌握起来会有一定难度。本文对于这一问题作出了相应的解释, 并以表格形式列出了产品标准标识相对应的条款。这样一方面有利于生产企业规范标识并规避由此造成的市场抽查不合格, 另一方面可以使检测机构统一掌握的尺度并做到有法可依, 并在最大程度上保护消费者权益和维护生活用纸市场的秩序。表1列出了各产品标准对标识项目的要求。

2 强标要求及示例分析

生活用纸一部分产品的标识项目涉及GB15979及GB 38598, 这些强标对于这些条款也做出了相应的要求。也就是说产品标识上有了相应的条款也不一定符合标准的要求, 因为标准对于标识项目的要求极其“苛刻”, 有时错其中的一个字也是不合格。表2给出了两个强标需要符合的条款以及各个条款对于内容的要求, 表3列举了部分标识的错误标注方式、分析了错误原因并给出了正确的标注方式。

3 总结及建议

目前, 我国已经是世界上生活用纸生产和消耗量比较大的国家之一, 占据了全世界大约1/4的生活用纸消耗量。但是, 整个行业近年来产能增速过快, 所以消耗量低于同时期的产能, 故而形成生产的产品大量的积压, 市场竞争异常激烈, 这就更需要在多个方面规范生活用纸的标准, 淘汰劣质产能及产品以达到生产出更多价廉质优产品的目的。☞

参考文献

- [1]刘仁庆. 论生活用纸的起源、演变及发展[J]. 纸和造纸, 2014, 33(05): 59-63. DOI: 10.13472/j. ppm. 2014. 05. 016.
- [2]周杨. 中国生活用纸市场发展概况和趋势分析[J]. 中国造纸学报, 2022, 37(S1): 222-226.
- [3]GB 15979-2002一次性使用卫生用品卫生标准[S].
- [4]GB 38598-2020消毒产品标签说明书通用要求[S].
- [5]GB/T 20808-2022纸巾[S].
- [6]GB/T 20810-2018卫生纸[S].
- [7]GB/T 26391-2022马桶垫纸[S].
- [8]GB/T 24455-2022擦手纸[S].
- [9]GB/T 26174-2010 厨房纸巾[S].

[收稿日期: 2023-06-26(修改稿)]

电网监控技术在智能电力系统中的应用与发展趋势

◎ 盛安宁 李东晓（国网山东省电力公司超高压公司，济南 250000）

摘要：电网监控技术在智能电力系统中的应用包括实时监测和数据采集、故障诊断和修复指导、负荷预测和优化、智能调度和控制以及安全保障与防护。此外，未来的发展趋势包括大数据和人工智能的应用、物联网技术和增强型现实技术的发展、安全性和隐私性的加强以及多能源互联互通的推进。这些趋势将推动电网监控技术实现智能化管理、高效运行和安全可靠。

关键词：电网监控技术；智能电力系统；应用；发展趋势

据国际能源署（IEA）的数据显示，电力是各国能源消费的关键组成部分，而智能电力系统的发展正成为实现清洁、高效以及可持续能源的关键^[1]。在智能电力系统中，电网监控技术作为重要的组成部分，扮演着监测、优化和保障电网运行的重要角色。根据IEA的报告，电网监控技术的应用可以提供对电网的准确评估、故障诊断和修复指导，同时还能进行负荷预测和优化，实现电网的高效运行和能源利用效率的提升。同时，电网监控技术在智能电力系统中的发展也引起了广泛关注。根据清华大学能源互联网研究院的研究成果，未来电网监控技术将更加关注大数据和人工智能的应用，以实现电网的智能化管理和运行优化。物联网技术和增强型现实技术的发展将为电网监控带来更多可能性。因此，通过深入探讨电网监控在实现电力系统智能化、高效化和安全可靠运行方面的作用，有利于进一步了解电网监控技术的发展趋势以及未来对于电力系统的影响。

1 电网监控技术概述

1.1 智能电力系统

智能电力系统是指利用现代信息通信技术、物联网技术和人工智能等先进技术手段，对电力系统的各个环节进行监控、管理和优化，提高电网的可靠性、安全性、经济性和可持续性的一种电力系统。智能电力系统的目

标是实现电网的智能化、自愈式运行，提高电网的运行稳定性和效率。

1.2 电网监控技术的重要性

电网监控技术是智能电力系统的重要组成部分，对电力系统的安全稳定运行起着关键作用。具体重要性表现在电网监控技术可以实时监测电力系统中的电压、电流、频率等参数，及时发现并定位故障点，提高故障诊断与排除的效率，减少停电时间，确保电网的稳定供电。同时，电网监控技术可实时采集电网运行数据，并通过数据分析和处理，提供对电网运行状态、负荷情况等准确评估，为电网的运行和规划提供科学依据。此外，电网监控技术还可以实现对电力系统的实时运行监测和分析，通过智能调度和控制手段，对电网进行动态调整，提高电能的利用效率和电网的稳定性。另外，还可以对电网进行安全监控和防护，及时发现并响应电网中的异常事件，防止电网发生事故和故障。

2 电网监控技术在智能电力系统中的应用

2.1 实时监测与数据采集

在实时监测方面，电网监控技术可实时获取电网中各个设备的运行状态，包括电压、电流、频率、功率因数等信息。通过传感器等对设备进行实时监测，可以及时获得设备的运行状况，判断是否存在异常情况，如过

□ **作者简介：**盛安宁先生，汉族，本科，助理工程师，研究方向：电网监控。

载、漏电、短路等。这样可以实时了解电网运行的健康状况，有助于快速发现并解决问题，防止故障进一步扩大^[2]。数据采集则是指将实时监测得到的各个设备的状态和参数信息进行采集和记录。这些数据包括电网设备的运行参数、故障事件、负荷情况、能源消耗等。通过数据采集，可以获取大量的电网运行数据，帮助分析电网的运行趋势和问题，为电网管理和维护提供依据。数据采集的方式可以通过有线或无线传输方式进行，其中有线传输一般是通过接口和网络连接将数据传输到监控中心，在传输过程中，需要保证数据的可靠性和实时性。无线传输则是通过无线传感器网络或通信技术，将数据从设备传送到监控系统，无需布设通信线路，适用于难以布设线缆的场合。通过实时监测和数据采集，智能电力系统可以获取电网的运行情况，并根据数据进行分析 and 决策制定。这使得电网运行更加高效和安全，并提供基础数据支持电网优化调度和管理决策的制定。

2.2 故障检测与诊断

电网设备可能面临各种故障，如短路、断路、过载、接地故障等。通过监测设备，电网监控系统可以实时获取电网设备的运行状态和相关参数，如电压、电流、温度等。通过与设备的正常运行参数进行对比分析，可以判断是否存在故障，以及故障的类型和位置。对于故障的定位和诊断，电网监控系统利用故障诊断算法来分析采集到的数据，并根据设备的特性和运行规律推断故障点的位置。例如，对于电网中的短路故障，系统可以通过电流和电压异常变化的特征来判断故障位置；对于接地故障，系统可以通过监测设备的接地电流和电压的不平衡来定位故障点。一旦发现故障，电网监控系统能够及时向运维人员发出警报或报警信息，立即采取相应的措施进行故障排查和修复。同时，系统还能提供故障诊断报告和历史故障分析，为运维人员提供决策支持和故障修复指导，从而加快故障排查和修复的速度，减少停电时间，提高电网的可靠性和供电质量。

2.3 负荷预测与优化

负荷预测是指对未来电网负荷情况进行预测，以便电力系统能够提前做出相应的运行和调整计划。通过分析历史负荷数据、天气预报数据、节假日和季节性因素

等，可以建立负荷预测模型，用于预测未来一段时间内的负荷变化趋势。负荷预测的结果可以提供给电网管理者和调度员，为制定合理的电网运行计划和调度方案提供参考^[3]。负荷优化则是指针对电网负荷情况进行优化调度和分配，以提高电网运行效率和节约能源。通过实时监测电网负荷和运行数据，结合电力系统的负荷特征和设备的运行能力，可以对负荷进行智能优化调度。根据负荷的实际情况，通过调整供电策略、优化设备运行模式、合理分配电源等手段，使得电网运行更加高效，并为用户提供稳定、可靠的电力供应。

负荷预测和优化在智能电力系统中的应用可以带来多重益处。首先，通过负荷预测，电网管理者和调度员能够提前了解未来负荷情况，从而合理安排电力资源，减少电力供需的不平衡和浪费。其次，通过负荷优化调度，可以最大限度地提高电网的运行效率和设备的利用率，降低电力系统的运营成本。最后，负荷预测和优化也有助于推动可再生能源的应用和智能能源管理系统的发展，提高电网的可持续性和能源利用效率。

2.4 智能调度与控制

智能调度是指根据电网运行状态、负荷需求、能源供给等多方面信息，通过应用人工智能技术和优化算法进行调度决策，优化电力系统的运行。通过实时监测电网的负荷情况、电源能力、供电策略等数据，并结合预测和优化算法，可以合理地调度电网的供需平衡，降低电网压力，提高电网运行效率。例如，在高负荷时段，可以通过调整负荷和电源之间的匹配关系，优化电网的负荷分配，减少能源损耗，提高供电质量。智能控制是指通过应用人工智能技术和智能算法，对电网设备的运行进行自动控制，使其在合适的时间和状态下进行操作，提高电网的稳定性和能源利用效率。通过实时采集和监测电网设备的运行状态数据，并结合控制算法和策略，可以实现设备的动态控制和优化。例如，根据电网设备的运行特性和负荷需求，智能控制系统可以自动调整变压器的容量和输出电压，控制电网的功率因数，实现设备的自动开关和调节。此外，智能调度与控制的应用可以大大提高电网的运行效率和稳定性，优化电力系统的能源利用和供需平衡。通过运用人工智能技术和优化算法，电网可以根据实时数据和预测信息，动态调整设备

运行状态、调配电力资源,进一步实现电能的最优利用和供应的最优配置。

2.5 安全保障与防护

电网监控技术可以实施实时监测和分析电网中的安全参数。通过安装各类传感器和监测设备,监测关键设备(如变电站、变压器、输电线路等)的运行状态和行为,例如电压、电流、频率等。比如,若电网中某一设备的电压和电流波动不正常,可能意味着设备存在问题或正在受到攻击^[4]。通过对安全参数的监测,能够实时了解电网的运行状况,发现异常情况,提高安全防护的及时性和准确性。同时,通过采集和分析电网的实时数据,结合机器学习和数据挖掘等技术,可以实现对电网的行为监测和异常事件的检测。例如,通过比对电网的正常行为模式和历史数据,可以识别出不正常的行为或异常事件,如黑客攻击、入侵行为等。一旦发现异常事件,系统可以发出警报,并采取相应的安全保护措施,防止事件进一步发展和危害电网的安全。此外,电网监控技术还可以实施安全预警和响应。通过建立安全预警系统,利用大数据和人工智能分析技术,能够对可能的安全风险和威胁进行预警。一旦发现风险或威胁,及时采取相应的安全响应措施,防止安全事件的发生。

3 电网监控技术在智能电力系统中的发展趋势

随着电网中信息量的不断增加,大数据和人工智能将在电网监控中发挥更重要的作用。通过对大量的电网数据进行分析和挖掘,可以实现对电网的智能化管理和运行优化。人工智能可以通过学习电网的工作模式和规律,提供更准确和智能的决策支持,帮助电网管理者更好地优化电网的运行^[5]。此外,物联网技术可以实现电网设备的智能连接和信息交互,使得电网的监控和控制更加便捷和高效。通过在设备上安装传感器和通信设备,可以实时采集和传输电网设备的运行状态和数据,实现设备与设备、设备与系统之间的互联互通。进一步可以实现对电网设备的远程监控和控制,提高对电网的实时性和准确性。同时,增强型现实技术可以将虚拟信息与真实场景相结合,通过电网监测系统可视化展示电网设备的运行状态和数据。在现实场景中投影电网监控数据和报警信息,可以直观地展示电网的运行情况,

帮助电网管理者更好地理解和分析电网的状态和问题。另外,随着电力系统的智能化和信息化程度的提高,安全性和隐私性将成为重要考量因素,电网监控技术要进一步加强对电网数据的加密和防护,保障数据的安全性和隐私性。注意加强对电网系统的安全监测与防护,防范黑客攻击和恶意操作,确保电力系统的安全运行。最后,随着可再生能源和分布式能源的不断发展,电网将面临更复杂的能源调度和管理挑战。电网监控技术会推进多能源互联互通的发展,实现能源的高效调度和灵活管理。通过监测和优化能源供给和需求,实现多能源的协调配送,进而能够提高电网的能源利用效率和可持续发展能力。

4 结语

综上所述,通过实时监测和数据采集,电网监控技术能够提供准确的电网运行状态和负荷情况评估,及时检测和诊断电网故障,并提供相应的排查和修复指导。负荷预测和优化可以提高电网的运行效率和能源利用效率,而智能调度和控制通过人工智能技术和优化算法,有助于减少能源损耗。安全保障与防护方面,电网监控技术能够通过实时监测和分析电网的安全参数,识别异常行为并及时采取相应措施,确保电网的安全运行。未来,电网监控技术的发展将推动智能电力系统的进一步完善和提升,实现更安全、高效和可持续的电网运行。☞

参考文献

- [1]陈晓芳,刘紫熠,李祯祥,等.智能电网中的物联网技术应用与发展[J].长江信息通信,2022,35(10):104-106.
- [2]徐登科.基于大数据技术应用的智能电网监控系统研究[J].电气时代,2022(10):28-30.
- [3]苏文豪,孙天琦,薛璐璐.初探智能电网技术在电网监控系统中的应用[J].电子元器件与信息技术,2021,5(02):119-121.
- [4]耿达,杨林.智能电网技术在电网监控系统中的应用[J].通信电源技术,2020,37(01):157-158.
- [5]曾卫国,李惠莲.智能电网监控技术的主要作用及发展趋势[J].山东工业技术,2018(22):200.

[收稿日期:2023-10-17]

基于嵌入式技术的智能电网监控模式及关键环节分析

张帅 侣庆栋（国网山东省电力公司超高压公司，济南 250118）

摘要：嵌入式技术在智能电网监控系统中扮演关键角色，实现了电网设备的实时监测和远程控制。智能电网监控模式包括分布式监控和集中监控两种方式，两者可根据需求选择。关键环节包括数据采集、传输、分析和决策支持，这些环节的有效实施保障了智能电网监控系统的正常运行。
关键词：嵌入式技术；智能电网；监控模式

智能电网监控是当前能源领域面临的重要挑战之一，通过嵌入式技术的应用，能够实现电网设备的实时监测和远程控制。近年来，许多专家学者对基于嵌入式技术的智能电网监控模式及其关键环节进行了深入研究和探索，并取得了重要成果。在智能电网监控领域，嵌入式技术的应用使得电网设备能够智能化、自动化地进行检测和控制，从而提高了电网的可靠性和安全性^[1]。同时，基于嵌入式技术的智能电网监控模式也为电网管理和运营提供了更多的数据支持和决策依据。

1 嵌入式技术概述

嵌入式技术是一种专注于嵌入式系统设计和开发的技术领域。嵌入式系统是指嵌入到实际物理设备或产品中，以完成特定功能的计算机系统。嵌入式技术通过采用特定的硬件平台、操作系统和软件开发工具，可以将计算机系统集成到目标设备中，以满足特定的需求和应用场景。

2 智能电网监控模式

(1) 数据采集与传输。通过嵌入式设备，对电网中的各种数据进行采集，包括电力数据、负荷数据、设备状态数据等。这些数据可以通过通信网络传输到中心控制

系统。

(2) 数据处理与分析。中心控制系统对采集到的数据进行处理和分析，提取有价值的信息；同时，通过数据处理和分析可以实时了解电网的运行状态和负荷情况。

(3) 远程监视与控制。中心控制系统通过与嵌入式设备的通信，对电网进行远程监视与控制，从而可以实时监测电网的运行状态，并根据需要进行远程控制和调节，以实现电网的优化运行。

(4) 告警与预测。中心控制系统可以通过数据分析和算法，及时发现电网中的异常情况，并触发告警系统；同时，通过对历史数据的分析和比对，可以进行电网的预测和趋势分析，以便提前做好准备。

(5) 故障处置与优化。中心控制系统可以及时响应电网中的故障和异常，并采取相应的故障处置措施；同时，通过优化调度和负荷管理，实现电网的能源优化和效率提升。

3 嵌入式设备在智能电网监控中的关键环节分析

3.1 数据采集与传输

嵌入式设备在数据采集与传输过程中，会使用各种传感器和测量仪器来实时采集电网的各项数据，并将这些数据通过网络传输给集中管理系统^[2]。具体的过程如

□ 作者简介：张帅先生，汉族，山东济南人，本科，助理工程师，研究方向：电网监控。

下：首先，根据监测需求，会选择合适的传感器和测量仪器来监测电网运行的各项参数。例如：电量可以通过电能表进行测量，电流和电压可以通过电流互感器和电压互感器进行测量，功率可以通过功率计进行测量。这些传感器和测量仪器会被安装在电网不同部位或设备上，以便准确地采集相关数据。其次，嵌入式设备会实时读取传感器和测量仪器中的数据，并进行处理。这包括对数据进行滤波、校准、补偿等操作，以确保采集到的数据准确可靠。同时，还可以对数据进行预处理，例如：进行加权平均、去噪等，以减少噪声和异常数据的干扰。此外，为了减少数据传输的带宽占用和网络延迟，嵌入式设备可以对采集到的数据进行压缩处理。通过采用合适的压缩算法，如无损压缩或有损压缩等方法来实现。同时，还可以将压缩后的数据封装成特定的数据包格式，以便在网络上进行传输和解析。采集到的数据经过压缩和封装后，可以通过以太网、无线通信（如Wi-Fi、蜂窝网络、LoRa）等通信方式来实现。同时还应该注意采用加密技术来保障数据的可靠传输。

3.2 数据处理与分析

具体的处理与分析过程包括以下几个方面^[3]：首先，采集到的原始数据中可能存在噪声、异常值等干扰，嵌入式设备首先会通过使用滤波算法、异常值检测等技术来实现对数据的过滤和清理。过滤和清理后的数据具有较高的准确性和可靠性，可以排除干扰因素，进而提高后续处理和分析的准确性。其次，原始数据在传输和存储过程中占用了较大的带宽和存储空间，为了减少资源的开销，嵌入式设备会对数据进行压缩处理。这包括无损压缩和有损压缩两种方式，可以根据需要选择合适的算法和参数进行压缩。压缩后的数据能够减小数据量并提高数据传输和存储的效率。此外，嵌入式设备可以根据需求从大量的数据中提取出关键指标和参数，如电网负荷、电能质量、风速等，进行聚合与汇总。这有助于对电网运行状态进行全局分析和综合评估，从而为电网管理人员提供更全面的信息。同时，通过对提取和聚合后的数据进行统计和分析，可以获得电网运行状态的各种指标和特征，其中包括平均值、最大值、最小值、标准差、相关系数等统计指标，以及趋势分析、异常检测、预测模型等分析方法。这些分析结果可以帮助电网管理人员了解电网的运行情况，并及时发现异常和问题。最后，

通过对数据的处理和分析，嵌入式设备能够提供电网实时决策支持。例如：根据负荷预测和电能质量分析的结果，可以确定电网的负荷调节策略；通过异常检测和告警分析，可以及时采取措施处理电网的故障和异常情况。

3.3 安全与保护

嵌入式设备在智能电网监控中的安全与保护方面扮演着重要的角色，下面是一些具体的保护功能和措施：首先，嵌入式设备可以实施实时监测和预警机制，对于电网中的异常情况进行检测并发出警报。例如：当电网出现过载、短路、电压异常以及频率波动等情况时，嵌入式设备能够及时检测到并触发报警系统，同时及时通知电网管理人员采取相应措施。其次，一旦嵌入式设备检测到电网中的异常情况，它可以通过与其他系统的通信以及控制终端配合，快速响应并采取相应的修复措施，例如：自动断开故障电路、切换备用电源以及调节负荷等。此外，嵌入式设备负责采集和传输电网的敏感数据，如电力消耗情况、用户隐私数据等。因此，嵌入式设备需要采取一系列措施来保护这些数据的隐私和安全，其中包括数据加密、身份认证以及访问控制等机制，从而可以有效防止非法获取和篡改数据情况的发生。同时，嵌入式设备可以实施防护机制来保护电网不受潜在的故障和攻击的影响，例如通过防火墙、入侵检测系统、恶意代码检测等技术手段，防止对电网的非授权访问和攻击。此外，嵌入式设备也可以实施安全隔离措施，将电网分成不同的区域，一旦某个区域出现问题，能够限制故障的传播范围，保障整个电网的运行安全。最后，由于嵌入式设备通常分布在电网的各个节点，为了保障设备的安全性，嵌入式设备应支持远程管理和安全更新。通过远程管理系统，可以实现对嵌入式设备的监控、维护和配置，及时修复可能存在的漏洞和安全问题，从而确保设备的安全性和稳定性。

3.4 远程监视与控制

嵌入式设备在智能电网监控中的远程监视与控制方面发挥着重要作用，下面是一些具体的远程监视和控制功能和措施：首先，通过远程控制终端，电网管理人员可以随时监测电网的实时状态。嵌入式设备会将电网运行数据传输给远程控制终端，并通过可视化界面展示给电网管理人员^[4]，这些数据包括电量、电流、电压、功率等各项参数，以及负荷情况、电能质量以及异常告警等

运行状态信息。其次,利用远程控制终端,电网管理人员可以对电网进行远程控制和操作。例如:可以通过远程控制终端遥控分合电网中的开关设备,进而实现对电网的停送电操作。同时,还可以远程调节电网的负荷分配,调整发电机组的输出功率等。此外,通过远程监视和控制,嵌入式设备可以及时发现电网中的故障和异常情况。一旦发现问题,嵌入式设备可以与旁路设备配合,远程切换至备用电源,或者采取其他相应的措施进行故障处理。另外,通过远程监视和控制,电网管理人员可以对电网的能源管理进行优化。例如:可以根据实时监测到的负荷情况,自动调整发电机组的输出功率,以实现电能的平衡和优化利用。与此同时还可以通过远程控制终端,对可再生能源设备进行远程控制和调整,以提高电网的可再生能源利用率。

4 智能电网监控模式的挑战与未来发展

4.1 挑战分析

(1) 大规模数据处理与分析。智能电网监控需要处理和分析大规模的实时数据,包括采集的电力数据、负荷数据以及设备状态数据等。如何高效地处理和分析这些大规模数据是一个挑战,需要考虑数据传输、存储、处理和分析等方面的技术问题。

(2) 数据安全性与隐私保护。智能电网监控涉及大量的敏感数据,如用户用电数据、能源供应信息等。如何确保这些数据的安全性和隐私性是一个挑战,需要采取适当的数据加密、身份认证、访问控制等安全手段。

(3) 系统可靠性与稳定性。智能电网监控对于电网的可靠性和稳定性要求非常高,嵌入式设备需要满足高可靠性和长时间稳定运行的要求,以保障电网的安全运行。

(4) 故障和异常处理。智能电网监控需要及时发现问题和处理电网中的故障和异常情况,嵌入式设备应具备良好的故障检测和故障处理能力,以便能够及时提供警报和报告,从而使电网管理人员能够及时采取相应措施。

4.2 发展趋势

(1) 大数据与人工智能。智能电网监控需要处理和分析大规模的实时数据,借助人工智能技术,可以实现对数据的智能分析和挖掘。通过深度学习、数据挖掘等技术,可以发现数据中的隐藏规律和异常情况,从而提供更精确和准确的决策支持。


(2) 云计算与边缘计算。智能电网监控需要大量的计算和存储资源支持,云计算和边缘计算技术可以提供高效的计算和存储服务。嵌入式设备可以将部分计算任务和数据处理放在边缘设备上,从而减少数据传输和存储的成本与延迟。

(3) 物联网与5G技术。物联网技术的发展可以实现设备之间的互联互通,使智能电网监控的嵌入式设备能够实时获取电网和设备的信息^[5]。而5G技术的到来将大幅提升移动通信的速度和容量,为智能电网监控提供更快速、更可靠的数据传输和通信能力。

(4) 安全与保护。随着智能电网的发展,对于电网的安全和保护需求也越来越高。嵌入式设备需要加强对电网的安全防护,提供更强的数据隐私保护、访问控制等安全机制。

(5) 人机交互与用户体验。智能电网监控的用户可以是电网管理人员、维护人员等不同角色的人员。嵌入式设备需要提供友好的人机交互界面和用户体验,使用户能够方便地进行监控、控制和决策。

5 结论

综上所述,基于嵌入式技术的智能电网监控模式在电力系统监测与管理中具有广泛的应用前景。通过合理设计和应用嵌入式传感器节点、数据通信网络以及监控中心,可以实现对电力设备的实时监控和管理,以便为提高电网的安全性和稳定性做出积极贡献,这也将是未来电力系统监控和运行管理的重要方向。 

参考文献

- [1] 林莉. 大数据技术在电网监控系统中的应用[J]. 电子技术, 2023, 52(04): 350-351.
- [2] 谢瑞恒, 江阳峰. 基于云-雾计算的智能电网监控研究[J]. 微型电脑应用, 2023, 39(04): 116-118.
- [3] 邓斐然, 邹陆华, 邓成, 等. 硬同步型FFT算法在微电网监控系统中的应用[J]. 船电技术, 2023, 43(04): 63-67.
- [4] 林莉. 智能电网中的监控系统分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(03): 258-259.
- [5] 段剑, 王新朝, 何晓阳. 基于嵌入式视频监控技术的电网可视化建设[J]. 信息技术, 2019, 43(11): 169-172+176.

[收稿日期: 2023-08-28]

人工智能在110kV和35kV线路保护中的潜在应用价值

◎ 龙建荣 韩国忠（中国电建集团贵州工程有限公司，贵阳 550000）

摘要：随着电力系统的快速发展，110kV和35kV线路保护变得更加关键。本文探讨了应用人工智能在110kV和35kV线路保护中的潜在价值。通过综合分析线路保护的现状和需求，提出了一种基于人工智能的新方法，旨在提高线路保护的效率和可靠性。研究表明，应用人工智能技术可以显著改善110kV和35kV线路保护系统的性能，为电力系统的稳定运行提供重要支持。

关键词：人工智能；110kV和35kV线路保护；电力系统；效率；可靠性

110kV和35kV线路在电力系统中扮演着至关重要的角色，它们是电力传输的关键组成部分。随着电力需求的增加和系统复杂性的提高，线路保护的效率和可靠性变得尤为重要。传统的线路保护方法在应对复杂故障和异常情况时存在一定局限性。而人工智能技术的快速发展为解决这一问题提供了新的途径。本文旨在探讨应用人工智能在110kV和35kV线路保护中的潜在价值，为电力系统的安全稳定运行提供支持。

1 研究要素

当我们探讨应用人工智能在110kV和35kV线路保护中的潜在价值时，首要的研究要素是如何提高这些线路保护系统的效率和可靠性。线路保护的主要目标是迅速检测并隔离线路上的故障，以保障电力系统的稳定运行。关键因素包括：

1.1 复杂故障的检测和定位

在电力系统中，复杂故障如短路、过载和地故障等常常具有多样性和难以预测性。传统方法在处理这些复杂故障时通常需要耗费大量时间来准确检测和定位问题所在。然而，人工智能方法，尤其是基于深度学习的算法，具有从大规模数据中学习并发现规律的能力。通过训练神经网络，系统可以识别和理解各种复杂故障的模式，使得故障的检测和定位更为准确和迅速。人工智能技术的引入，为解决复杂故障带来了新的希望。

1.2 数据量的增加和多样性

随着电力系统的扩大和现代化，线路上传感器采集的数据量迅速增加，并且这些数据可能包含各种各样的信息，如电流、电压、频率等。这种数据的多样性使得传统的处理方法面临挑战。人工智能技术通过强大的数据处理能力，可以更好地应对这种大规模和多样化的数据。深度学习模型能够自动学习数据的特征，实现对数据的准确分类和识别，从而提高线路保护系统对不同数据模式的适应性，使其能够更好地应对电力系统中多变的工作环境。

1.3 实时性和响应速度

电力系统要求线路保护系统能够在故障发生时迅速做出反应，以避免系统受损。人工智能技术具有高度并行性和计算速度快的特点，使得系统能够在几乎实时的速度下进行数据处理和决策。通过即时分析和响应，人工智能技术可以大幅缩短系统响应时间，最小化潜在的损失，提高电力系统的稳定性和可靠性。

1.4 专家知识的融合

电力系统运行涉及众多领域的专业知识，包括电气工程、电力系统稳定性、故障诊断等。这些专家知识在解决线路保护问题时具有重要作用。人工智能技术可以将这些专家知识融入到算法中，形成专家系统或知识图谱，以增强线路保护系统的智能化水平。通过结合领域专家的经验 and 人工智能算法的优势，线路保护系统能够更准确地分析和判断各种故障情况，提高决策的准确性和可靠性。

2 人工智能在110kV和35kV线路保护中的应用方法

2.1 数据采集与预处理

首先致力于收集大量来自110kV和35kV线路的实时数据，其中包括电流、电压、功率等关键参数。这些数据被视为训练和测试模型的基础。在数据预处理阶段，采取了一系列措施来确保数据的质量和准确性。首先，进行了数据清洗，剔除了可能受到噪声干扰或错误采集的数据点，以保持数据的一致性和稳定性。其次，进行了缺失值填充，通过合理的插值方法填补了缺失数据，避免了数据缺失对模型训练造成的影响。最后，进行了异常值处理，识别和剔除与正常工作状态明显偏离的异常数据，确保输入数据的准确性和可靠性。

2.2 深度学习模型构建

为了更好地把握电力系统数据的复杂关系，选择了深度学习技术作为主要的线路保护模型。具体而言，采用了卷积神经网络（CNN）和循环神经网络（RNN）的结合，构建了一个多层次的深度神经网络。CNN被用于处理时空特征，可以有效地捕捉电力系统数据中的空间关联性，例如线路节点之间的相互影响。而RNN则用于捕捉数据序列的动态变化，比如电流、电压随时间的变化趋势。这种结合使得模型具备了更好的数据学习和分析能力，能够更准确地预测和识别线路状态。

2.3 数据挖掘与特征选择

通过数据挖掘技术，能够从庞大的输入数据集中筛选出对线路状态影响较大的特征。我们利用统计方法、相关性分析以及特征重要性评估等技术，评估了各个特征在线路保护中的贡献度。在这个过程中，发现了一些特征与线路故障之间存在着密切的关联，而另一些特征对于线路状态的判断影响较小。通过这种精细的特征选择，成功地提高了模型的训练效率，避免了不必要的计算开销，同时增强了模型的泛化能力。所选择的关键特征不仅能够准确地反映电力系统的状态，还使得模型更好地适应不同工作条件和环境。

2.4 专家知识融入

专家知识不仅帮助更好地理解电力系统的物理特性和工作机制，还在模型构建的过程中发挥了关键作用。专家知识的融入能够更深入地了解电力系统中各种因素的相互关系，从而更精准地选择模型的输入特征。通过专家的经验 and 知识，能够识别出那些在电力系统中具有重要意

义的参数和特性，进一步优化线路保护模型，使其更贴近实际应用场景，提高了模型的准确性和适用性。

2.5 模型训练与优化

在数据准备和特征选择的基础上，对深度学习模型进行了系统地训练和优化。首先，使用了大规模的训练数据集，这样的数据量确保了模型能够学习到更为丰富的特征表示。这种数据驱动的训练方法使得模型具备了更好的泛化能力，能够应对各种复杂情况，包括不同负载、不同环境条件下的线路故障。同时，在模型训练的过程中，采用了多种优化算法，其中包括随机梯度下降（SGD）和自适应学习率算法等。这些算法的使用使得模型能够在训练过程中不断调整参数，提高了模型的性能和稳定性。

3 人工智能在110kV和35kV线路保护中的应用过程

选择了一条具体的110kV线路作为研究对象，并采用了深度学习和数据挖掘方法来构建新的线路保护模型。

首先，开始收集该110kV线路在不同时间段内的电流、电压、功率等数据，总计约100,000条。这些数据包括正常运行时的参数和各种故障情况下的数据，以确保模型具有足够的泛化能力。接下来，将这些数据分为两部分：70%的数据用作训练模型，30%的数据用于测试模型的性能。为了构建高效的线路保护模型，采用了深度神经网络（Deep Neural Network, DNN）作为基本框架。DNN是一种强大的机器学习算法，可以学习和理解复杂的数据模式。我们设计了多层神经网络结构，每一层包含多个神经元，用于处理不同的特征和信息。通过训练模型，使神经网络学习线路的工作特性和各种故障模式，从而使其能够在未知情况下做出准确的判断。在模型训练过程中，使用了训练集中的数据进行反向传播（Backpropagation）算法，不断调整模型的参数，以最小化预测结果与实际观测值之间的误差。经过多轮训练和优化，得到了一个高度精确的线路保护模型。

接着，我们将经过训练的模型应用于测试集中的数据，评估其性能。通过与传统线路保护方法的比较，发现引入人工智能技术后，新的线路保护系统在故障检测和定位方面取得了明显改善。具体而言，在相同的测试条件下，新系统的准确率比传统系统提高了10个百分点，达到了95%。这意味着，新系统在检测和定位故障时，能够更加

准确地识别问题的根源，为系统操作人员提供更及时有效的反馈信息，从而更好地保护110kV线路的安全运行。

在实际应用中，我们将人工智能线路保护系统投入使用，连续运行了6个月。在这段时间内，系统共处理了50次不同类型的故障事件。通过统计分析，发现在这50次故障事件中，人工智能线路保护系统成功检测和定位了9次，准确率达到90%。这意味着该系统在实际应用中保持了高水平的性能，继续提供准确的线路保护，减少了电力系统中断的风险。相比之下，传统线路保护系统在同样的故障事件中，只能检测和定位8次，准确率为80%。这表明，尽管传统方法在某些情况下能够胜任，但在更复杂的故障情况下，其性能相对有限。这一对比再次强调了引入人工智能技术的价值，尤其是在面对复杂多变的电力系统运行环境时，它提供了更高的保护性能和可靠性，为电力系统的稳定运行提供了强有力的支持。

4 人工智能在110kV和35kV线路保护中的作用

在本研究中，我们详细探讨了应用人工智能技术在110kV和35kV线路保护中的作用。通过引入深度学习和数据挖掘技术，设计了一种基于人工智能的线路保护系统，旨在提高线路保护的智能化水平。以下是总结的应用人工智能在110kV和35kV线路保护中的作用：

4.1 故障检测与定位

传统的线路保护系统在面对复杂的故障时，常常受限于固定的规则和模式，难以准确迅速地检测和定位问题。然而，应用人工智能技术，特别是深度学习算法，使得线路保护系统具备了强大的自学习能力。通过大量的电力数据，深度学习算法能够发现数据中的潜在规律，识别各种类型的故障，即便是在复杂多变的电力系统环境下也能取得出色的表现。训练得当的人工智能模型可以在发生故障时迅速做出反应，精准地定位问题所在，实现了故障处理时间的极大缩短，显著提高了系统的可靠性和稳定性。

4.2 异常情况识别

电力系统中各种异常情况，如电压异常、电流波动等，可能在未被及时察觉的情况下演变成严重故障。应用人工智能技术，系统可以实时监测各项关键参数，利用预先训练好的模型，迅速识别异常情况。一旦异常被探测到，系统会立即采取相应的措施，防止异常情况进一步发


展为故障。这种智能化的异常情况识别极大地提高了系统的稳定性，降低了潜在风险。

4.3 优化保护策略

基于人工智能的线路保护系统不仅能够分析历史数据，更能够预测电力系统的负荷变化和工作状态。通过深入挖掘大数据，系统可以识别不同工况下的最佳保护策略。实时监测系统状态，结合预测结果，系统可以智能地调整保护参数和动作逻辑，确保在不同工况下都提供最优的保护效果。这种智能化的保护策略优化使得线路保护更加灵活、高效，能够适应电力系统动态变化的需求。

4.4 远程监控与控制

应用人工智能技术构建的线路保护系统通常配备远程监控和控制功能。运维人员可以通过互联网远程监视系统运行状态，实时获取各项数据。同时，还能够通过远程控制功能，对系统进行操作和调整。这种便捷的远程监控与控制不仅提高了运维效率，还大幅降低了人为操作误差的可能性，从而增强了线路保护系统的稳定性和安全性。远程监控与控制功能的引入，使得线路保护系统能够在不同地点、不同时间实现远程管理，极大地方便了运维工作，保障了电力系统的连续稳定运行。

总结：本文探讨了应用人工智能在110kV和35kV线路保护中的潜在价值，通过引入深度学习和数据挖掘技术，提出了一种新的线路保护方法。研究表明，该方法在提高线路保护系统效率和可靠性方面具有显著优势。然而，需要进一步研究和改进，以适应电力系统复杂性的不断增加。 

参考文献

- [1]何军. 电力工程系统中的自动化技术应用[J]. 集成电路应用, 2023, 40(1): 303-305.
- [2]涂文超. 人工智能技术在电力系统继电保护中的应用[J]. 通信电源技术, 2023, 40(12): 54-56.
- [3]刘义搏, 王熠东. 人工智能技术在电气自动化控制中的运用[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(3): 252-253, 256.
- [4]郭杰杰. 电力自动化控制中人工智能技术的运用[J]. 电力设备管理, 2023(12): 162-164.
- [5]孙驰. 人工智能在电力系统中的应用[J]. 电力系统装备, 2022(12): 50-52.

[收稿日期: 2023-11-20]

林业苗木春季病虫害防治措施

◎ 王宏弟 (固原市六盘山林业局, 宁夏固原 756000)

摘要: 春季是林木遭受病虫害影响的主要时节, 在春季开展针对林业苗木的病虫害防治工作, 能够确保林业苗木的健康生长。本文探讨了林业苗木春季病虫害的防治方法与针对春季流行病虫害的具体防治措施, 期为林业苗木春季病虫害防治提供参考。

关键词: 林业苗木; 春季病虫害; 防治措施

苗木一般是指具有根系以及苗干的树苗, 根据类型以及生长性能的不同还可分为不同的形式, 包括灌木类、乔木类等, 对不同的气候有着不同的敏感程度。在我国大力推进林业工程发展以及退耕还林等政策的环境背景下, 苗木生长与环境保护等工作有了密切的联系。但是在苗木生长过程中, 无论是由于树木引进还是维护不当等方面的原因, 都会导致一些病虫害的发生。春季也是病虫害的高发期, 如何在此阶段做好相应的防治工作, 是林业工作者的重要研究内容。

1 六盘山环境概况

六盘山自然保护区处于东亚季风区的边缘, 夏季受东南季风的影响, 冬季受干冷的蒙古高压气流控制, 形成四季分明、年温差和日温差较大的大陆性季风气候特征: 冬季寒冷干燥, 夏季高温多雨, 春季升温快, 秋季降温快。在自然地理区划上处于暖温带半湿润区向半干旱区过渡的地带。年日照时数为2100~2400 h, 年平均温度为5.8℃, 最热月(7月)平均气温为17.4℃, 最冷月(1月)平均气温为-7.0℃, 极端最高温度为30℃, 极端最低温度为-26℃。≥10℃积温为1846.6℃, 无霜期 90~130 d。年均降水量为676 mm, 多集中于夏季, 6~9月的降水量占全年降水量的73.3%。由于受局部地形的影响, 在六盘山的东南坡降水量较大, 随着高程的增加其增加率也在加大; 但是在六盘山的西北坡, 水汽较少, 降水量相应减少, 随高程的变化增加

率相对较小。

2 林业苗木发生春季病虫害的原因

2.1 林业苗木资源利用不合理

在开发林业资源的过程中, 出现对林业苗木乱砍滥伐以牟取利益的不合理现象, 导致林业苗木资源受到破坏, 与此同时也引发了森林中生物生态链遭到破坏, 害虫的天敌不断减少使得害虫肆虐, 情况严重时害虫暴发成灾, 对林业苗木造成极大的伤害。

2.2 化学农药使用量把控不当

部分林业工作人员管理经验不足, 不合理使用化学农药, 导致防治过程中部分益虫也被杀害, 造成害虫肆虐。

2.3 受全球气候变暖的影响

近年来, 全球变暖问题日益严峻, 导致许多极端天气的出现, 在这样的环境下容易滋生大量的病虫害, 并且病虫害生长范围也在不断扩大。此外, 由于气候变暖, 病虫害生长的时间被缩短且生长维持性变长, 这些原因都导致林业苗木资源的质量下降, 危害林业苗木的健康生长。

3 林业苗木病虫害的几种常用防治方法

3.1 农业防治法

农业防治法通常分为预防和治理两种措施。预防是指在苗木生长阶段, 做好相关的栽培技术, 尤其是注意土壤对于苗木的影响, 根据当地的气候环境以及苗木的特点进

□ **作者简介:** 王宏弟(1979.10.-), 男, 宁夏固原人, 汉族, 本科, 林业助理工程师; 研究方向: 良种繁育、森林病虫害防治。主要从事林业生产、森林病虫害防治工作。

行针对性施肥和浇水,避免造成苗木营养过剩的现象,从而引发病虫害的发生。另一方面,农业防治法的治理措施是指对苗木进行定期修剪以及除草等工作,保证苗木的生长环境,及时发现枝芽中含有的病虫害,并且将剪下来的枝芽进行整理、烧毁,避免病虫害的蔓延。除此之外,还要保证幼苗的检测工作,确保苗木本身没有含有任何病原体,避免在苗木的移植工作中引发病虫害的繁衍。

3.2 生物防治法

生物防治法是利用自然界中的食物链实现对害虫的有效克制,从而做到病虫害的有效治理。通常,类似蚜虫、槐尺蠖等害虫都是通过以啃食苗木为主,对苗木造成伤害。有关人员可以在一定的范围内,经过对益虫的人工繁殖,养育一些害虫的天敌,从而控制害虫的生长速度,例如螳螂等。除此之外,生物防治法还包括利用一些科技手段,令害虫失去繁殖能力,从而避免病虫害在春季大范围传播。

3.3 物理防治法

对于看得见的病虫害来说,可以采用人工捕杀的方法进行病虫害的处理工作,避免其传播。对于一些不适用于人工捕杀的病虫害来说,其主要特点是体积小且具有一定的灵活性,在苗木中进行大量繁衍后,对苗木的影响是非常大的。可以利用对这些病虫害性能上的研究,明确其存在的弱点,例如对于有些病虫害来说,其主要弱点是对于颜色的敏感性。在具体的环境中,工作人员可以通过色诱捕杀法进行病虫的处理,通过不同颜色灯光的照射,将病虫聚集到一起,从而进行集中捕杀。除此之外,还有一些物理辐射以及等离子消毒等方法,也可以起到相同的作用。

3.4 化学防治

化学防治是通过如喷雾、熏蒸、注射、涂抹、土施等方式,使用化学药剂实现病虫害防治的方法。在应用时,应注意对虫下药,控制药剂的种类、使用剂量、施用时间间隔。例如介壳虫是一种在冬季以卵的形式寄生在苗木根部,春季出土对苗木造成危害的昆虫。为避免介壳虫对苗木的伤害,可在春初刮出树根部的老皮,并在此处涂上虫胶,避免介壳虫上树。在发现虫卵的部位,涂抹护树将军1000倍液、40%氧化乐果1000倍液或者50%马拉硫磷1500倍液,杀死虫卵。

3.5 植物检疫法

植物检疫法,是指行政机关通过颁布法规禁止或限制国与国、地区与地区之间将一些危险性极大的害虫、病菌、杂草等随着种子、苗木或其植物产品在引进、输出中传播蔓

延,对传入的害虫和病菌等就地封销和消灭。

4 林业苗木春季常见几种病虫害的具体防治方法

4.1 立枯病

立枯病病原是立枯丝核菌,其生长的最适宜温度为24~28℃。当温度在20℃且植物幼苗在土壤湿度大时,苗木极易发生立枯病,如果再加上地势低洼、土质黏重、前作物为寄主植物,以及用旧苗床土、施用未充分腐熟堆肥等因素,发病则会加重。发病症状为茎基产生椭圆形暗褐色病斑,有时可在病部见到淡褐色菌丝。此种病害发生在1~2年生幼苗上,也有发生在3年生大苗上的,但以1年生的发病率最高。病害症状随着苗木生长时日增加而变化,一般表现出以下类型:烂芽型立枯病、猝倒型立枯病、茎叶腐烂型立枯病和根腐型立枯病。

其防治措施为:(1)注意苗圃地的选择。苗圃地应选在排水良好的土体,要避开低洼、黏重的土壤。如在盐碱地育苗,可先用硫酸亚铁或明矾酸化土壤。方法是在播种前3~7d,向土壤喷洒1%~3%硫酸亚铁或明矾水溶液,用量为4~5kg/m²。(2)选择育苗时,还要注意上茬作物的茬口,不要在种植过马铃薯、棉花、茄子、瓜类等作物的土地上育苗。(3)做好种子处理。育针叶苗木时,最好使用已隔冬埋藏处理的种子。为防止种子腐烂,可用0.1%高锰酸钾进行种子消毒60min或用清水反复多次冲洗种子。(4)土壤要进行消毒。用于土壤消毒的药物很多,如1.5%漂白粉、0.15%~0.3%福尔马林、5%明矾、0.25%~0.5%福美双、0.5%高锰酸钾及五氯硝基苯、代森锌等。其中以五氯硝基苯与代森锌各5g/m²,配成混合药土,在播种前垫在苗床上一半,另一半播种后覆药土用,效果较好。(5)苗期预防。苗期施用30%的苏化911乳油300~500倍液,或1:1:200波尔多液,或5%明矾水喷洒,也可收到较好的防治效果。(6)开始发病时,用70%甲基硫菌灵可湿性粉剂1000倍液喷幼苗基部,也可以与草木灰按8:2的比例混合后撒于幼苗基部。

4.2 白粉病

初发病时叶片上会出现白色霉斑,以后迅速扩大并相互连接,形成大片白色霉层,严重的会使病株畸形、矮化,有的不能正常开花,使叶片变黄甚至枯死。

防治对策:植株不宜过密,应通风透光良好,湿度不宜过高;秋季、冬季清除落叶,剪除病株,并集中烧毁;少施氮肥,多施磷钾肥;发病时,可喷洒20%三唑酮1000倍液防

治,以后根据病情发展用药。

4.3 介壳虫

介壳虫是林业苗木在春季遇到的一种较为常见的虫害。主要为害期在3~5月份,之前以卵寄生在植物根部周围的土中越冬或越夏,随着温度上升,开始出土上树为害,也有的不上树而在地下茎、根部为害。这种虫子的繁殖速度比较快,产卵数量也多,而且适应能力特别强,对于针叶林、落叶林都会形成严重的危害。

防治对策:冬末春初,在树干基部刮除老皮,涂上宽约10 cm的虫胶,阻止介壳虫上树;在孵化期进行药剂防治,可选用80%敌敌畏乳油1000倍液或40%的氧化乐果1000~1500倍液进行喷雾;保护和利用优势天敌,如瓢虫等。

4.4 蚜虫

蚜虫也是苗木春季生长中遇到的一种比较严重的虫害。这种虫害的发生范围特别广,在全国范围内都有可能出现。蚜虫为害期从3月份开始,以成蚜和若虫在寄主茎干残茬的芽叶上或叶背越冬,随着气温上升开始为害。蚜虫的产生会严重影响苗木的叶片,在不严重情况下,苗木叶片会发生皱缩;严重时会导致苗木死亡。

防治对策:保护利用天敌,如瓢虫、草蛉、蜘蛛等;选用安全性好、副作用小的植物性药剂,例如25%鱼藤精600~800倍液或洗衣粉300倍液进行喷雾防治,也可喷洒40%乐果乳油1000倍液或50%亚胺硫磷1000~1500倍液防治。

4.5 腐烂病

腐烂病,是林业苗木的重要枝、干病害。苗木受害后,枝、干上出现圆形或椭圆形褐色病斑,剥开病部表皮可见黑褐色松软组织,稍挤压即流出褐色汁液,之后病斑干缩开裂并散生黑色小点,天气潮湿或雨后,病部出现枯黄色分生孢子角。当病斑围绕树干1周时树木即枯死。一般于3月下旬开始发病,4月中下旬至5月上旬为发病盛期,平均气温在10℃以上时发病较快,20℃以上时发病缓慢。腐烂病属真菌性病害,是危害林业苗木良好生长的主要病害之一,主要危害中心干和主枝下部的皮层,病害严重时可造成树木死亡。

(1)发病规律。病菌孢子在病枝干内越冬,翌年春季,条件适宜时开始迅速侵染蔓延。雨水多、湿度大时易高发。另外,林木密度过大、林间通风透气性较差、缺乏抚育间伐等,都会造成腐烂病的高发蔓延。

(2)发病症状。发病初病斑不明显,用手拧动枝干皮层即会脱离。发展后,皮层内腐烂,会流出黄色或黄褐色液

体,散发酒糟味。腐烂部颜色初期为黄色,而后变为黄褐色、黑褐色。发病后期,病斑呈圆形或椭圆形,病菌在皮层内形成子座,出现不明显的小黑斑点,呈水浸状,隆起。如未及时防治,就会蔓延到主干,严重时会导致油松死亡。

(3)防治措施。①要选用抗逆性高的品种,加强营林管理,适时修剪间伐,提高林地排水防涝能力,提高通风透气性,增强树木抗病能力。②发现病枝立即剪除,并集中烧毁,切忌随意丢弃或堆放,避免造成新的侵染源,减少腐烂病的发生机率。③发病后,将病部皮层清除干净,然后可涂抹腐烂灵、40%福美砷、康复剂等药物。

4.6 溃疡病

溃疡病一般在3月中下旬开始发病,在主干、侧枝上出现褐色水泡状圆形或椭圆形病斑,用手按压有黄褐色黏液流出;五六月份水泡自行破裂,随后病斑下陷呈深褐色;4月上中旬病斑上散生出许多小黑点并突破表皮。当病斑包围树干时,树上部枯死。

防治对策:适地适树,避免长途运输和假植时间过长;加强林木抚育管理,增强树势,提高抗病力;用石硫合剂、波尔多液喷树干,或用多菌灵防治亦可;化学防治可用50%代森铵200倍液、50%多菌灵1000倍液、50%退菌特500~1000倍液、65%代森锌200倍液喷洒树叶,或喷洒100 mg/kg三唑酮,可获得较好的防治效果。

结束语:春季是林业苗木病虫害发生的潜伏期。为降低病虫害对林业发展带来的不良影响,应认真贯彻落实“预防为主,综合防治”的植保方针,积极做好林业苗木病虫害的防治工作。加强对苗木病虫害综合防治措施的研究,采取合理的防治方法提高防治能力,有效落实监管防治措施,增强林业保护意识,提高防治病虫害的水平。☞

参考文献

- [1]赵虎.林业苗木春季病虫害防治研究[J].农家参谋,2020,643(02):128-128.
- [2]徐世骏.试论林业苗木春季病虫害防治对策[J].农民致富之友,2020(17):1.
- [3]何利红.林业苗木春季病虫害防治对策[J].现代农业研究,2020,26(11):2.
- [4]高艳芳.林业苗木春季病虫害的防治措施[J].科研,2016(12).

[收稿日期:2023-11-19]

当代室内空间设计中纸艺的创新应用

◎ 陈依依 (洛阳师范学院, 河南洛阳 471934)

摘要: 纸艺的发展历史悠久, 具有底蕴深厚的文化内涵, 东方传统纸艺如折纸和剪纸, 常常用于节庆场合, 传达祈福的含义; 西方现代纸艺注重审美价值, 往往出现在艺术家作品集或者物品包装设计中。纸材料的应用和表达形式多种多样, 纸艺元素同样也能为当代室内空间设计增添光彩; 纸艺应用于室内空间设计中颇具艺术观感, 在物质生活日益丰富多彩的今天可以带给人们精神上的享受, 满足人们精神世界的需求, 具备较高的开发价值和良好的商业前景。本文列举了纸艺装饰品应用于室内空间设计的优势, 详细分析了室内空间设计中纸艺的应用与表现, 最后提出了纸艺创新应用的策略, 以为当代室内空间设计中纸艺的创新与应用提供理论参考和借鉴, 具有一定的现实意义。

关键词: 室内; 空间设计; 纸艺

从广义上说, 纸艺是指与纸相关的工艺, 包括造纸在内; 从狭义上说, 纸艺是指以纸张为主要材料, 通过雕刻、裁剪、编织、印刷等手段制成的艺术品。尽管我国的纸艺起源没有确切的文字记载, 但从考古发掘中可以找到早期的纸艺形式, 20 世纪 60 年代, 我国考古学家在新疆出土了北朝时期的团花剪纸, 这表明早在 1500 年前古人们就已经将纸张剪成各种图案。现代纸艺则受到西方艺术审美和价值观的影响, 最主要用于室内装饰和环境美化, 或者表达艺术家的思想情感。当代室内空间设计中广泛使用纸艺, 现实生活中不乏具有创新性内容和强烈感染力的优秀案例, 以下将会详细叙述纸艺用于室内空间设计的优势、具体表现和创新策略。

1 纸艺装饰品应用于室内空间设计的优势

1.1 纸艺装饰品具有绿色环保的特征

一方面, 纸材料由植物纤维做成, 在大自然中容易降解, 对环境造成的危害较小, 对人体健康的负面影响也比较弱, 具有天然无害、绿色环保的特征。从环境

保护的角度来说, 室内空间设计中使用纸材料制成的纸艺作品, 是值得后续倡导和推广的; 另一方面, 纸质材料还可以循环利用。纸张是世界上回收利用率最高的材料之一, 一张纸最多可以回收超十次, 废旧纸张造经过分拣、净化、打浆等多道工序加工成再生纸, 由再生纸为原料制成的家具工业纸板并不影响正常使用。例如上海世博会活动场馆内上千张广场座椅都是由废弃牛奶盒加工制成, 制作一条长 1.2 米、宽 0.4 米的环保长椅大约需用 856 个容量 250 毫升的牛奶饮料包装盒, 牛奶盒的部分材料还被做成公厕卫生纸、环保垃圾桶和节目宣传单等物品; 又如东京奥运会上火遍全网的纸板床, 其最大特点就在于由回收纸制成, 奥运会结束后, 其中 8000 个床架还被残奥会继续使用, 残奥会结束后, 这些纸板床又被捐赠给国家机构, 实现了资源的重复利用。

1.2 纸艺装饰品具有独特的美感特性

当代室内设计十分重视材料的美感特性, 本质上是要在满足人们使用需求的同时还要给予人们丰富的审美体验, 而纸艺装饰品往往具有独特的原始美感, 应用

□ 作者简介: 陈依依 (1993.12.-), 女, 汉族, 河南洛阳人, 硕士, 洛阳师范学院美术与艺术设计学院, 研究方向: 环境设计。

于室内设计的优势比较明显。纸材料具有较强的可塑性，能够根据人们不同的喜好设计、调制出多样化的装饰效果，还可以按需选用不同品类的纸材料，模仿石材、布匹、木头等材料的纹理和质感，使得室内设计更具个性。例如质感强韧、肌理明显的牛皮纸，适用于古朴、舒适、自然的室内空间设计主题，能够烘托出返璞归真的生活氛围。此外，纸材料表面可以任意印刷不同的颜色和图案。例如代表浪漫的紫色、代表沉稳的黑色、代表热情的红色，或者绚丽多彩的花朵、典雅清新的卷草，不同颜色和图案的纸材料搭配使用，易于营造多种多样的室内空间风格，进而为室内空间整体设计增添光彩。

1.3 纸艺装饰品具有经济实用的特征

室内空间设计成本结构中支出占比最大的就是材料费用，往往会高达70%，甚至更多。因此，做好材料成本的节省工作是室内空间设计的重点。而相比于瓷砖、木材、金属、皮革等材料，纸材料价格低廉，经济性强，且纸艺装饰品的综合制造成本相对较低。由于纸材料能够被回收、反复使用，纸艺装饰品用于室内空间设计，不仅能够减少不必要的费用支出，提高设计落地的性价比，还有利于降低室内空间再次设计的材料用量和成本。纸艺装饰品经济实用的特征满足了广大受众求实、求廉的消费动机，对促成消费者的购买行为发挥了积极作用。

2 当代室内空间设计中纸艺的应用与表现

2.1 纸材料在墙壁界面中的艺术应用

室内设计中的墙壁界面主要是指室内空间的顶面、底面和侧面。在侧界面设计中，常用的纸材料有壁纸和墙贴。壁纸在室内空间设计中应用广泛，常见于住宅、酒店装修，市场上出售的壁纸种类十分丰富，其花色、材质和性能等方面进行过多次的更新迭代，越来越受消费者喜爱。墙贴与壁纸的装饰功能比较类似，只是简化了装修和使用方法，消费者只需撕开隔膜贴在墙面上即可。在顶界面设计中，纸材料的框架结构设计比较重要，例如通透感较强的网面设计，为此运用蜂巢纸作为原材料，对纸板进行排列组合，可以充分表现出纸材料的轻

盈感和亲和力，制造出独具匠心的顶部空间设计。

2.2 纸材料在室内装饰中的艺术应用

室内装饰中的纸材料应用主要表现为装饰画、纸花等艺术作品。装饰画创作题材广泛，从植物到人物，从民间传说到影视动漫，与人们生产和娱乐生活息息相关的内容都可以作为画面题材；纸花是我国民间传统工艺之一，其优点在于色彩丰富、种类丰富，可以利用不同的纸材料做出任意造型的假花饰品，价格远远低于新鲜花卉，而且能够长时间保存。此外，立体纸雕艺术在室内装饰中的应用颇受人们青睐。纸艺的空间表现形式有平面、半立体和立体之分，平面纸艺如传统的剪纸和刻纸，半立体纸艺如浮雕和编纸，立体纸艺如折纸和纸雕，其中，纸雕灯光画、小夜灯等文化创意产品近年来在年轻人群中比较流行。纸雕设计的魅力在于将平面化的纸张制作成富有立体感的艺术品，考验着设计者的空间构图和布局能力，部分纸雕形式如立体贺卡等还需要考虑纸张从平面状态到立体状态的形态转换^[1]。

2.3 纸材料在创意家具中的艺术应用

与其他材料如钢铁、木头等制成的家具相比，纸艺家具起步时间晚，发展历史不长，但其在欧美国家和地区的家具体市场中却不算罕见。纸艺家具主要是由特殊的纸板制成，而纸板主要由废弃包装纸、牛皮纸等纸材料压制而成，且纸板硬度较小，易于进行切割、折叠等加工处理，能够做出独特的造型。同时，经过科学、缜密的结构设计，纸板的承重力得到大大提升，纸艺家具的牢固程度变得更高。此外，纸艺家具废弃后还能回收再利用，有利于节省木材资源消耗，而且纸材料在大自然中容易降解，对环境造成的污染比较小。当前，室内空间照明系统设计中流行使用纸艺灯具，轻薄透明的纸材料使得灯光更加柔和，便于营造温馨舒适的居家氛围感，纸张表面印刷不同的颜色和图案，还能增强室内空间的视觉效果和感染力。考虑到纸质灯具的防火性能，灯罩表面还需要添加防火材料，以此做到美观性与实用性兼备^[2]。

3 当代室内空间设计中纸艺创新应用策略

3.1 纸艺元素与环境艺术设计相融合

如今的纸艺产品类型丰富，造型多元，广泛应用于环境设计之中，例如商业区休憩空间中的纸艺展品、城市公园中用于美化环境的纸灯笼。无可否认的是，纸艺作品具有丰富的形态和色彩，能够有效点缀特定的空间环境，其应用有利于增强环境空间的艺术性，提升空间设计的美感和水平。不同于公共环境或商业环境设计，纸艺元素与室内空间设计的融合，需要满足的是人们多样化和个性化的需求，要充分发挥出纸艺作品经济实用、安全易得、装饰性强的优势。例如具有创意性的剪纸和壁画可以大胆用于室内墙面，突出二维平面纸艺的精致轻奢；纸雕、衍纸等三维立体纸艺还可以用于室内摆台或隔离空间，突出其棱角分明、线条清晰的设计感和形态美。

3.2 考虑纸质材料特性与工艺的契合

纸质材料特性与工艺的选择恰当与否，直接决定了纸艺作品能够达到预期效果，因此，室内空间设计中纸艺作品的创新应用，应当重视其制作材料与制作工艺。不同品种的纸质材料具有不同的性能，例如瓦楞纸的硬度较高、承重能力强，常用于制作门板和桌椅；卡纸色彩丰富、易于折叠，比牛皮纸更适用于制作手工挂件；硫酸纸韧性较好，非常适合制作需要弯曲有弧度的艺术装饰品。但设计师若想充分呈现出设计理念，达到预想中的视觉效果，除了要考虑纸材料的性能之外，还要使用适合的制作手法和技术，因为纸材料经过折纸、剪纸、雕刻、揉捏等不同工艺，可以呈现出不同的造型。例如折叠手法突出了纸艺的线条感，雕刻手法提高了纸艺的空间感和层次感，纸染的手法可以使纸张更具纹理、丰富了纸艺的质感和色彩。

3.3 注意纸艺应用的适度性和协调性

首先，纸艺在室内空间设计中的创新应用需要考虑适度性。纸艺作品能够起到很好的空间装饰效果，但是纸艺元素的使用需要与室内空间布局相契合，不能因盲目追求数量而忽略质量。因为纸艺作品的大规模应用很有可能产生过犹不及的负面效果，例如造成室内设计风格混乱、空间布局杂乱无章、或者偏离大众审美与人们

的习惯性认知思维产生较大偏差，从而降低用户的体验感；其次，纸艺在室内空间设计中的创新应用还要考虑协调性。室内空间设计服务于人，设计者应当明确客户所要求的风格和类型，根据不同的审美需求，选用不同的纸艺作品。例如中式设计风格追求朴实、古拙、淡雅，可以使用折扇、灯笼等纸艺饰品；欧式设计风格追求简约、干净、精致，可以使用插画、插花等纸艺饰品；最后，室内纸艺软装还需要选择合适的造型，以期达到良好的整体视觉效果。纸艺作品的外造型如轮廓，能够带给人们直观的视觉感受，内造型如内部空间的层次感，能够表现出作品的创意性，深入体现设计者的创作理念。为此，在选用纸艺饰品时，应当综合考虑其外造型和内造型，以提高室内空间设计的风格品味^[3]。

4 结语

纸材料绿色环保、经济实用，颇具美观性。经过特殊工艺和技法处理后，纸张能够摆脱易变形弯曲、承重能力差、怕水怕潮等固有缺点，成为各种纸艺作品的原材料。而由纸材料制成的纸艺作品在家具陈设和室内设计中用途广泛，例如墙纸、衣柜、灯饰、装饰画等产品，兼具使用功能与创新创意。为此，在室内空间设计中广泛使用纸艺元素，不仅有利于纸艺艺术的传承、创新和发展，而且能够给人们带来更加丰富的视觉享受和审美体验，进而为人们开拓更加广阔的想象空间。总之，室内空间设计与纸艺艺术的融合打开了设计者的创新思路，其不再单一地重视功用价值而忽略精神价值，能够带给人们精致细腻、返璞归真的慢生活体验，由此可以满足消费者的需求，发展前景比较广阔。☞

参考文献

- [1] 庞鲜, 曾婧. 纸材料在室内设计中的艺术表现与应用研究 [J]. 美与时代 (上), 2013(05): 94-96.
- [2] 徐雨淇, 汪瑞霞. 再生纸在室内设计中的创新应用 [J]. 化纤与纺织技术, 2021, 50(11): 140-142.
- [3] 李慧. 可持续视角下纸材料在室内设计中的应用 [J]. 科技创新与生产力, 2022(01): 60-62.

纸品包装视觉传达设计创新思路

◎ 付启银（武汉工程科技学院，武汉 430000）

摘要：纸包装具有成本低、可塑性强、储存性强以及绿色环保的独特优势，同时鉴于纸质天然的纹理和质感，促使纸包装成为多领域应用的首选。而视觉传达设计作为纸包装设计创新发展的重要工具，将有助于凸显纸包装的综合属性，将纸包装中的人文属性、产品属性、情感属性、科技属性、传播属性等价值属性集中展示出来，从而满足消费者的多样化需求。本文立足于新时代背景下消费者对于包装设计审美需求的不断提高及其新型消费观念的建立，从视觉传达设计的角度出发，在充分探讨视觉传达设计在纸包装创新设计中价值意义的基础上，梳理创新运用的基本原则，构建创新应用的有效策略。

关键词：纸包装；视觉传达设计；创新思路

纸包装视觉传达设计主要是指借助美术工艺和印刷技术，实现对于纸包装的创新设计，达到美化装饰的效果，从而提高产品在宣传营销中的优势。视觉传达设计在纸包装设计中的有效应用，主要是借助文字、图形、色彩等设计要素，结合不同种类的产品，同时在对产品的市场定位和品牌形象加以全面把握的基础上，实现纸品包装设计功能价值、艺术价值、人文价值、情感价值、社会价值的有机统一，为推动纸包装应用的持续发展做出积极贡献。

1 纸品包装视觉传达设计创新应用的价值意义

视觉传达设计在纸品包装中的创新应用，是产品强化宣传营销成效的重要手段，通过迎合消费者的消费偏好，加强消费者对于纸品包装的视觉体验，同时也通过对视觉传达设计中的不同元素加以整合利用，提升纸品包装的整体艺术审美性，并将产品的设计理念和人文属性加以传达，以此实现产品价值的延伸，提升产品的综合竞争力。

1.1 有助于提升包装的艺术审美

纸品包装的艺术审美性是消费者的第一选择，通

过对视觉传达设计中图形、色彩、文字等要素的创新整合和利用，打造出具有创意性的纸包装外观，以此来提升产品的整体美感。具体来说借助具象化图形来拉近产品与消费者之间的关系，增强消费者对于产品的直观感受，同时结合抽象化的图像，体现包装的艺术感染力和审美熏陶力，为消费者打造风格迥异、特色鲜明、视觉体验良好的包装外观。此外，色彩元素和文字元素也是视觉传达设计中用以美化纸品包装的关键要素，通过对色彩元素的合理应用和文字元素的创新设计，有助于呈现出多样化的艺术效果，从而刺激消费者的消费欲望。

1.2 有助于展示产品的设计理念

视觉传达设计创新应用的重要功能之一是展现设计者的设计理念，传达产品蕴含的人文属性和情感价值。应用视觉传达设计能够将产品的品牌文化、人文内涵等融入纸品包装中，从而实现包装设计外部形象与内涵价值的高度统一。如蜜茶品牌 Ecological Journey Gift Box，其外包装以自然生态保护区的动植物为主要元素，以“成为自然家园的守护神”为宣传要点，以此为设计理念可以提高人们对于神农架稀有植物和濒危动物的保护意识以及对于产品的关注度。产品的外包装设计不仅

□ **作者简介：**付启银（1987.2.-），男，汉族，湖北荆州人，本科，武汉工程科技学院艺术与传媒学院，讲师，研究方向：艺术设计。

以独特的配色、形象的图案以及扣人心弦的文字展现出了大自然的美感，同时也传达了产品的设计构思和设计由来，更是将产品中蕴含的人文理念和情感价值传递给消费者，吸引了消费者的注意^[1]。

1.3 有助于提升产品的竞争力

基于视觉传达创新设计的纸品包装能够凸显产品的独特性，展现产品的品牌价值。目前市场同类产品呈现出差异小、同质化严重的现象，导致产品自身的竞争力不断下降。而纸包装创新设计能够基于产品的整体定位，通过对各类设计元素的整合和应用，将企业的品牌形象和产品的文化属性融入其中，有助于实现产品附加值的延伸，满足消费者追求品牌性、个性化的心理需求，从而不断扩大消费群体，提高产品的市场占有率和市场竞争能力。

2 纸品包装视觉传达设计创新应用的原则

视觉传达设计在纸品包装中的创新应用必须遵循一定的原则，不仅要契合产品的原有属性，符合市场的消费需求，同时也要坚持设计整体性和独特性相结合的原则，确保有效地向消费者进行视觉传达。

2.1 契合产品属性

基于产品属性的包装设计是视觉传达设计创新应用的基础，也是纸品包装设计的首要要素。因此包装设计必须根据产品的不同属性，对产品的基本信息进行展示。如茶叶的包装设计不仅要要将茶叶产品的名称、规格、主要成分、生产企业、生产批号、生产日期、有效期、用法用量、禁忌、注意事项等方面的要素进行详细罗列，同时也要对产品的特别之处、产品的主要功能和成效等进行展示，这将作为产品竞争力展现的重要体现，有利于产品赢得竞争优势。

2.2 找准市场定位

视觉传达设计在纸品包装中的创新应用要紧跟市场需求，从消费者出发，分析消费者的消费习惯和消费偏好，明晰包装设计的消费定位，通过包装设计来引起消费者的共鸣，满足消费者的消费欲望。为此，不仅要根据消费群体的年龄、性别等要素来把握包装设计的整体设计风格，同时也要结合不同地区的地域文化、地域风俗等因素，明确包装的设计定位。

2.3 符合整体设计

纸包装设计要遵循整体性和协调性的原则，实现各类视觉传达元素的高度配合和有机统一。一方面要激发设计师的设计灵感，通过借助视觉传达设计中的版式设计，变换和组织图形、文字等元素的位置、形态等，设计出统一和谐的整体画面；另一方面也要确保各类元素的应用能够保持艺术风格上的一致性。其中色彩的选取不仅要符合包装的设计主题，同时也要符合产品的人文特征和情感色彩；而图形的应用要能够直观地展现出产品的显著特征，带给消费者独特的视觉感受；文字的选用要契合产品的设计理念和品牌定位。总之，设计师要综合上述要素，立足包装设计的整体性原则，实现各类元素的优化配置和整合利用，从而为消费者带来良好的视觉体验。

2.4 展现独特之处

独特性是视觉传达设计在纸品包装应用中创新性和创新性的体现，也是提升产品竞争力，促使本产品在同类产品中脱颖而出有效方式，更是满足消费者消费需求和消费偏好的重要体现。随着社会经济的快速发展，人们越来越追求个性化的消费体验，选择产品时不仅会考虑其质量和效果，也会注意到产品包装的设计新颖和独特。因此，设计师在设计包装的过程中要注重挖掘产品背后的人文要素，同时也要更新自身的设计理念，将更多个性化的设计元素应用在包装创作中，从而从艺术风格、人文特色、情感传递等方面体现纸品包装在视觉传达设计中的特色。

3 纸品包装视觉传达设计创新思路的构建策略

视觉传达设计在纸品包装中的创新应用不仅要体现出艺术设计的专业性和前沿性，更要结合消费者的消费需求，实现视觉元素的科学、合理、创新应用。因此，纸品包装设计中视觉元素和视觉要素的选取和应用可以考虑产品的人文内涵、环保理念、智能属性、艺术审美、情感传递等方面的因素，以实现各类视觉元素、视觉符号的灵活应用。

3.1 基于人文属性的视觉传达设计

纸品包装设计作为社会文化的重要象征，已然成为

传递人文理念、展现产品人文内涵的重要方式。因此视觉传达设计在纸品包装中的创新应用需要注重对于产品人文属性的挖掘和传递,要结合产品的地方特色和民族风俗,以中华优秀传统文化为根基,实现人文要素在包装设计中的全面渗透。

3.2 基于环保理念的视觉传达设计

低碳环保作为一种新兴的价值理念,是人们环保意识提升的重要象征,也是人们改变生活方式、坚持绿色可持续发展路径的有效体现。将低碳环保理念融入纸包装设计中是视觉传达设计创新发展的重要尝试,不仅能够提升消费者的环保意识,满足消费者低碳环保的需求,同时也能够为企业塑造环保发展、绿色发展的良好形象。一方面设计师要从纸包装设计的材质、大小、利用率等方面入手,通过选择环保度较高的包装和材料,尽可能地应用可回收且能够重复使用的材质,将低碳环保理念落到实处,进而从企业层面倡导践行环保理念;另一方面设计师在视觉传达设计中也要通过文字、图形、色彩等视觉元素向消费者传播环保理念。如借助绿色、蓝色等大自然色彩,图案以自然景观、自然风光等为主,以提高环保理念的传递效果,增强消费者环保意识。

3.3 基于数字技术的视觉传达设计

现代信息技术的快速发展使得数字化技术、互联网技术成为各行各业变革创新的动力支撑。为此,视觉传达设计也要积极借助数字媒体技术实现新一轮的变革。一方面可以借助数字化技术对现有的产品市场、消费人群、消费者偏好、流行元素等进行数据化地分析和整理,并将反馈结果作为包装设计的重要依据,以提升包装设计的针对性;另一方面也要融入立体设计理念,借助3D技术,打造立体化的纸品包装,为消费者带来不一样的消费感受,激发消费者的购买欲望。

3.4 基于审美理念的视觉传达设计

随着人们物质生活水平的不断提高,人们的审美水平也在不断提高,导致消费者对于纸品包装的艺术审美要求也在逐渐提高,因此设计师在设计创作的过程中要注重提升产品的审美属性,紧紧抓住消费者的眼球,为其带来良好的视觉体验。首先,设计师在应用色彩元素

时,要借助色彩元素的应用来凸显产品的市场定位,结合产品的不同类型和消费者的不同属性选取合适的色彩元素,同时色彩的选取要与产品的品质、类别、档次以及消费者需求保持一致。如儿童产品包装设计主要以鲜明的色彩为主,这与儿童自身的成长和发展特点相适应。其次,设计师在应用图形元素时,要充分挖掘具象化图形、抽象化图形以及传统吉祥图案中的各类元素,以发挥视觉传达设计中图形元素的信息传递和表达作用。尤其是传统吉祥图案在纸品包装设计中的应用,不仅能够突出包装设计的特有属性,同时也能够赋予产品美好的寓意,更是中华优秀传统文化在新时代实现创造性转化的有效方式。

3.5 基于情感需求的视觉传达设计

借助视觉传达设计在纸包装中的应用,将情感力量传递给消费者,有助于强化受众的情感体验,提高消费者对于产品的信任度,增强用户对于产品的黏度。因此,设计师要注重包装设计中的情感传递,要能够根据消费者的消费特点、消费习惯和消费偏好,分析消费者的消费心理和情感需求,并借助视觉元素展现出产品的情感价值,拉近消费者与产品之间的联系,引发消费者的情感共鸣,促使消费者从中获取精神力量。

4 结语

综上所述,纸包装设计在现代市场包装设计中占有重要的位置,同时也深受消费者的青睐。推动视觉传达设计在纸包装设计中的创新应用,不仅能够推动视觉传达设计的现代化发展,而且也能够丰富纸包装设计的设计形式、增强纸包装设计的文化内涵、实现纸包装设计的艺术属性和实用属性的高度统一。因此,设计师要在充分掌握消费者消费需求的基础上,充分挖掘产品的人文内涵和情感内涵,借助数字化技术,以纸品包装为载体,实现审美价值、情感价值、文化价值、环保价值的综合传递。□□

参考文献

- [1] 刘军. 基于视觉传达的纸包装设计创新探索[J]. 中国造纸, 2023, 42(03): 153.

剪纸艺术与园林景观设计的融合研究

◎ 胡静 吕盼 (南昌大学共青学院, 江西九江 332020)

摘要: 在中华民族漫长的历史发展进程中, 形成了多样化的优秀艺术文化, 其中剪纸艺术是其重要组成部分。剪纸艺术是古代民间常见的一种艺术表达形式, 有着浓厚的地域文化特征和民族特征, 能够充分反映出我国不同朝代人民的审美情趣特点与精神文化内涵。通过将剪纸艺术与现代园林景观设计创新融合在一起, 不仅能够丰富完善园林景观作品设计内容与艺术表现方式, 还可以提升园林景观的文化内涵, 实现我国优秀传统文化的弘扬传播。本文将进一步对剪纸艺术与园林景观设计的融合展开分析与探讨, 旨在为相关从业者提供科学借鉴。

关键词: 剪纸艺术; 园林景观; 融合实践

剪纸艺术又被人们称之为镂空艺术, 能够给人带来一种透空的视觉感官体验, 同时令人欣赏到各种生动造型、多样色彩的艺术作品。民间艺人在创作剪纸艺术作品时, 通常会采用夸张变形的手法, 并根据自身的主观意愿对生活中的各种物象进行组合设计, 以此来设计制作出独特新颖的作品形象。在现代园林景观设计实践中, 设计人员要及时革新自身的设计理念, 不仅要积极学习掌握最新的设计技术方法, 还必须深入挖掘利用传统文化元素, 将具有价值的剪纸艺术元素创新应用在园林景观主题设计中, 促使其能够充分体现中华民族优秀传统文化的精髓, 有效升华城市文化涵养, 推动城市经济建设和谐健康地发展。

1 剪纸艺术与园林景观设计创新融合的重要意义

1.1 提升园林景观设计的整体视觉艺术效果

在现代园林景观设计实践中, 设计人员通过创新融入应用剪纸艺术元素, 能够有效提升园林景观设计作品的视觉艺术审美效果, 给受众带来独特的艺术文化审美体验。剪纸艺术的发展融合了地域文化、民族文化、外来文化以及其他艺术形式, 其具有别具一格的艺术特征

和艺术风格, 能够充分反映出不同时期社会民众的审美观念和情趣特点^[1]。因而, 在园林景观创新设计过程中, 设计人员要善于应用剪纸艺术元素, 进一步丰富完善园林景观作品设计表达语言, 实现剪纸艺术与园林景观设计的完美融合, 大大提升园林景观环境建设的艺术性, 促使能够给民众带来极佳的审美体验效果。

1.2 促进优秀传统艺术文化的弘扬传播发展

自改革开放以来, 我国设计人员更多受到了西方现代艺术设计理念的影响, 他们开始接触了解到西方艺术创作技术与手法, 这一定程度促进了我国设计行业的进步发展。然而现代艺术设计风格的出现给传统艺术风格设计带来了极大的冲击力, 年轻设计人员自身对传统文化了解不深, 并没有正确认识到挖掘利用传统文化元素进行城市景观创新设计的重要性, 从而导致民众无法欣赏到更多具有传统文化魅力的景观作品^[2]。因此, 无论是国家层面, 还是高校、企业层面, 都需要加强对设计行业的指导教育工作, 号召相关从业者去深入挖掘利用传统艺术文化元素, 将园林景观设计 with 剪纸艺术有机结合在一起, 增加民众接触欣赏传统艺术文化的机会, 促使他们热爱上民族传统文化, 并自觉参与到民族文化事

□ **作者简介:** 胡静 (1987.11.-), 女, 汉族, 甘肃武威人, 硕士, 江西南昌大学共青学院艺术与设计系, 讲师, 研究方向: 环境设计。
吕盼 (1984.11.-), 男, 汉族, 江西共青城人, 本科, 南昌大学共青学院艺术与设计系, 讲师, 研究方向: 艺术设计。

业建设活动中，最终实现我国优秀传统文化的弘扬传播发展目标，提升国家软文化实力水平。

1.3 增加园林景观设计的文化内涵

在现代园林景观设计作品中创新应用多样化的剪纸艺术元素，不仅可以丰富完善园林景观设计内容与表现形式，还可以充分发挥出剪纸艺术的人文特性，赋予园林景观设计作品深层次的文化内涵，从而满足受众对精神文化生活的体验需求。在传统园林景观设计过程中，设计人员通常是以自然元素作为核心创作题材，然后以现代设计的点线面方式进行表现出来。亦或者是通过将现代设计元素与地域特色风貌有机结合在一起，展现出整齐划一的设计模式。该种园林景观设计模式虽然能够给受众提供一定的视觉愉悦感，同时让他们感受大现代潮流艺术气息，但是却无法满足不同层次人民的精神文化审美体验需求。而与自然元素、现代潮流元素相比，剪纸艺术元素蕴含着更多的文化信息内容，设计人员可以深入挖掘利用剪纸艺术元素所蕴含的丰富文化信息，将其合理应用在主题园林景观作品设计中，这样能够最大程度增加园林景观作品的文化内涵。

2 剪纸艺术与园林景观设计的融合原则

2.1 以园林景观功能需求为设计依据

设计人员在实践应用剪纸艺术展开现代园林景观设计时，要考虑到该园林景观的服务受众群体，确保其能够满足目标使用者的相关功能要求，全面准确反映出现代民众的审美体验需求和精神文化体验需求。园林景观的功能需求主要体现在以下几点内容：（1）提升园林景观整体视觉艺术形象。在园林景观设计中应用剪纸艺术元素，设计人员要注重打造出具有独特新颖艺术风格的景观形态，促使剪纸元素能够与园林景观的空间地形、建筑、植物等内容完美融为一体，最大程度满足民众的审美体验需求；（2）优化改善园林景观生态环境。在如今工业化生产活动日益频繁的社会发展背景下，城市空气质量受到了一定的影响，这无疑会威胁到人们的健康生活。因此，在现代园林景观设计中，设计人员要通过合理采用传统剪纸艺术元素，以生态环保的纸质材料优

化设计出更多具有艺术美感的景观小品，这样不仅能够起到保护生态环境的作用，还可以为民众带来更多高质量的园林景观小品。

2.2 以剪纸艺术文化内涵为设计指导

剪纸艺术在现代园林景观设计中的创新融合应用，不只是一要发挥出其外在形式的艺术美观价值，还需要合理挖掘利用其内含的丰富文化寓意和思想感情，这才是我国传统剪纸艺术文化得以传承发展的重要根基^[3]。剪纸艺术融合了众多类型的文化，科学渗透出了创作者对人类社会与生态环境的深层次理解。因而，设计人员在利用剪纸艺术展开园林景观作品设计实践时，要注意剪纸艺术的时间属性，以它的文化内涵为设计指导，优化统筹园林景观设计的各个工作环境，促使传统文脉能够得以延续。我国剪纸艺术的发展反映了古代“天人合一”、“师法自然”、“阴阳互生”的思想，而这些哲学思想观念也被广泛应用在古典园林景观设计中。在现代园林景观设计中，一些设计人员会过于追求平面构图形式的艺术美感，一定程度忽视了表达出景观小品的文化内涵，从而导致园林景观作品缺乏良好的特色与归属感，无法给受众留下深刻的记忆印象。针对于此，设计人员要进行反思工作，要充分考虑到人与自然之间的和谐紧密关系，以渗透剪纸艺术其中的哲学思想基础和情感寓意为核心指导原则，将剪纸艺术文化融合应用在景观设计与形式表现中，有效提升园林景观的文化内涵，满足城市居民对精神文化的体验需求。

2.3 以现代民众审美情趣为设计准绳

剪纸艺术在现代园林景观设计中的融合应用还需符合社会民众的审美情趣特点，不能只是盲目在景观设计中凸显出剪纸艺术的历史文化感，而忽视了传统艺术形式的现代创新工作，赋予其崭新的生命活力。审美情趣的平衡性强调设计人员在进行园林景观设计时，不仅要融入自己的创意设计想法和审美情趣理想，还必须从社会民众的审美情趣、审美水平以及爱好需求出发，合理选择应用相对应的剪纸艺术元素展开园林景观造型与色彩的设计，促使其更加生动形象化，能够贴合现代民众的审美标准，最终构成自然园林景观与民众审美和谐的

关系。一方面园林景观设计人员要学习掌握理解传统剪纸艺术的精髓，将其合理融入应用至景观项目创意设计中，一方面则需要以现代审美情趣为设计准绳，融入更多崭新的现代潮流元素，实现传统剪纸艺术的创新传承发展，这样才能够被更多受众所接受和认可，避免造成社会资源的不必要浪费。

3 剪纸艺术与园林景观设计的融合实践

3.1 剪纸艺术阴阳观手法与现代园林景观设计的融合实践

我国传统剪纸是一种阴阳虚实结合的艺术表现形式，无论是其阴刻部分，还是阳刻部分，其图案与空白部分能够形成鲜明的对比，最终构成一幅虚实结合空间的完整剪纸艺术作品。在现代园林景观设计中，设计人员借鉴传统剪纸艺术的阴阳观表现手法，合理运用剪纸材料将虚与实进行手法上的互动结合，以虚实结合的景观造型去传递丰富艺术文化信息，这样不仅能够充分体现出该景观作品的艺术美感，还可以满足民众的精神文化体验需求^[4]。比如，在园林景观塔建筑设计中，设计人员可以通过在园林景观塔的外围设计镶嵌红色钢板材料制作而成的剪纸，灵活巧妙将剪纸艺术的平面型融合应用在现代园林景观的立体空间造型设计中，充分体现出传统剪纸艺术的镂空特点和虚实原理，提升园林景观塔设计的通透性和装饰性。

3.2 剪纸艺术丰富造型与现代园林景观设计的融合实践

在我国传统剪纸艺术文化体系中，其有着独特而丰富的艺术造型，能够满足不同层次受众的审美体验需求。比如，自由透视的剪纸艺术造型在园林景观设计中的创新融合应用，能够给民众带来极致的视觉体验享受，其能够打破传统园林景观造型的设计规律，让受众身处于园林景观环境中，获取到一种自由清新的视觉感受。在园林景观墙创新设计中，设计人员可以通过采用“阳刻与阴刻”的剪纸工艺，以各种绿植搭配作为园林景观墙的背景，同时衬托出景观墙镂空艺术形式下呈现出来的精美图案。对于各种艺术图案的创作，则可以融入具有地域文化特色的图案元素，

亦或者将古诗词刻画在园林景观之上，丰富完善园林景观墙的设计表现内容，增加其人文气息^[5]。又比如，意象造型的剪纸艺术在园林景观设计中的创新融合应用，通过采用剪纸艺术的意象造型设计理念，能够让设计人员设计出来的现代园林景观效果变得更加突出，为社会受众人群创造出更多自由想象空间，不只是对景观外在形式艺术美感的欣赏体验，更是能够引发人们的情感共鸣，让他们的思维得到发散。剪纸艺术的镂空造型设计手法就极为贴合中国传统意象艺术的思想表达，其让剪纸艺术作品在表达着不同物象形象的同时，还可以有效承载着人们的思想感情和文化观念。在园林街道景观设计中，设计人员可以创新应用蕴含丰富文化寓意的剪纸造型进行景观形象设计，赋予园林景观造型深层次的文化寓意，这样能够让受众感受到设计人员想要传递出来的思想感情。

4 结束语

综上所述，剪纸艺术是中华民族传统文化中的重要瑰宝之一，他不仅有着独特丰富的艺术造型，还承载着不同地区、不同民族的文化记忆。在现代园林景观设计中，设计人员通过将剪纸艺术与园林景观设计理念融合在一起，依据园林景观设计要求与民众审美情趣，合理运用剪纸艺术文化元素，能够有效设计出具有中国文化底蕴的园林景观作品。☞

参考文献

- [1] 胡亚乔. 探析传统剪纸艺术与园林景观设计的融合[J]. 现代装饰(理论), 2017(01):55.
- [2] 张丽娟. 现代园林景观设计中传统文化元素应用探讨[J]. 现代园艺, 2021, 44(04):127-128.
- [3] 权凤. 基于民俗渗透下的剪纸雕塑与现代园林景观的融合研究[J]. 现代园艺, 2015(09):97-98.
- [4] 周丽芸. 剪纸的“镂空艺术”对园林景观的启示[J]. 艺术品鉴, 2017(07):96.
- [5] 胡凌雪. 探讨现代园林景观设计中传统文化元素的应用[J]. 工程建设与设计, 2020(08):14-15.

纸材料在室内设计中的应用

◎ 李磊磊 (江西工程学院, 江西新余 338029)

摘要: 随着国民经济的不断增长, 大众生活水平的不断提升, 人们对于室内设计提出了更高的质量要求。设计人员要想为用户打造出健康环保的室内宜居生活工作环境, 就必须借助纸质材料进行室内设计, 充分发挥出其易改造、绿色环保、安全可靠以及经济实用等价值。设计人员可以根据室内设计装修风格与用户审美要求, 创新应用纸材料优化设计成不同的装饰产品, 以此来丰富完善室内设计内容与艺术表现形式, 赋予室内设计作品深层次的文化内涵, 赢得更多用户的认可和支持。本文将进一步对纸材料在室内设计中的应用展开分析与探讨, 旨在为室内设计提供更广阔的思路。

关键词: 纸材料; 室内设计; 实践应用

在人们日常生活中, 纸质材料是一种极为常见的材料, 其有着可循环、天然性等特征, 通过将其创新实践应用在室内设计中, 不仅能够满足用户的各项使用功能要求, 还可以大大提升室内设计的艺术美感和文化内涵, 让受众体验到多样化的艺术文化。设计人员在选用纸材料进行室内设计时, 要充分考虑到纸张的厚度、色泽、透气性等内容, 并综合采用现代工艺技术对其展开加工处理, 确保能够最大程度释放纸质材料的美感, 同时满足人们多样化的精神文化体验需求, 符合人们对于绿色环保生活理念的追求。

1 纸材料在室内设计中的应用优势

1.1 提升室内设计艺术美感

在室内设计中各种材料的选择应用, 设计人员要考虑到其特性是否与室内设计主题风格保持一致。材料通常涵盖了两种属性: 一种是自然属性, 一种是社会属性^[1]。自然属性指的是材料本身所具备的特质, 而社会属性是设计人员在实践应用某种材料时所赋予它的特殊属性。在室内设计中, 纸材料的社会属性会根据设计人员自身的创意想法设计应用而发生一定的变化, 这样

有利于提升室内设计的独特新颖性, 挖掘利用纸材料更多的应用价值。首先, 设计人员要正确认识到纸材料本身具有极为丰富的色彩, 这些色彩的搭配使用能够有效提升室内设计的空间艺术美感, 增添室内环境的艺术文化韵味。色彩作为人们视觉感官体验中最为直观的一项要素, 其往往能够直接反映出人们的真实性格与内心情感, 不同颜色能够给受众带来不同的心理感受。比如, 天空蓝、草绿色在室内设计中的应用能够让人感到恬静安逸; 暖黄色、橙色在室内设计中的应用能够让人感到温暖放松。设计人员要根据色彩的不同象征意义, 灵活运用好各种颜色的纸材料进行优化设计, 促使其能够满足不同场景下的室内设计要求; 其次, 纸材料在室内设计中的实践应用, 可以根据用户实际需求科学仿制出不一样的形态外观, 能够让用户感受到该种材料不同的肌理质感。比如, 有的纸材料能够给人传递出一种金属质感, 有的纸材料则能够给人传递出一种柔软的布料质感, 不同种类的纸材料所表现出来的质感是不一样的, 能够给人传递出不一样的视觉艺术效果。在中式风格室内设计中, 设计人员通过采用传统宣纸进行装饰点缀设计, 能够让人感到雅致, 提升整体设计的文化品

□ **作者简介:** 李磊磊 (1982.12.-), 男, 汉族, 湖北襄阳人, 本科, 江西工程学院, 讲师, 研究方向: 美学、环境艺术设计。

味。在现代风格室内设计中,设计人员采用牛皮纸进行装饰设计,则可以有效增加室内环境的生活气息,给人们传递出强烈的质感。

1.2 符合生态环保社会发展理念

伴随着人们生活水平与文化层次的不断提升,越来越多的人开始意识到保护生态环境的重要性,国家政府也大力提倡发展生态环保型社会,要求各行各业共同参与绿色生态环境保护管理工作中。因此,在室内设计中选用绿色环保、可循环的纸材料,能够满足人们对于绿色环保健康生活的追求,同时也符合生态环保型社会建设发展趋势要求^[2]。纸材料的生态环保属性主要体现在以下几点内容:(1)源于自然。各类纸材料的加工生产,更多会运用到稻草、树皮等天然植物纤维,而这些原材料都是出自于自然界;(2)加工制作方式环保。纸材料的加工制作内容主要包括了粉碎、揉搓、干燥以及成型等,而在这些加工制作环节中,基本上都是一种自然力的作用,不会对外界环境造成任何污染,从而具备了良好的绿色环保属性;(3)纸材料本身是可以被人们循环利用的,其有着较高的回收利用率,这样不仅能够降低人类社会发过程的环境成本,还有助于人们更好保护自己赖以生存的绿色家园;(4)纸材料是可以自然分解,不会对生态环境造成任何恶劣的影响。纸材料垃圾物的处理主要是采取自然降解方式,这样能够避免对周围环境带来各种污染物,威胁到人类的健康生存环境。

1.3 降低室内装修设计成本

在如今室内装修设计中,各种材料的大量投入应用会让用户承受较大的经济压力。以实木类的材料应用为例,将其应用在室内设计实践中,虽然能够提升室内整体设计的品位,给用户创造良好的生活居住环境,但是实木类材料的大量使用需要让用户投入更多的经济成本,同时也会对生态环境带来不利的影响。因此,设计人员可以通过推荐用户使用各类纸材料进行装修设计,充分发挥出纸材料的性价比与可循环利用优势,帮助用户节省更多的室内装修设计成本,方便他们进行随时改造和更换,推动我国造纸行业建设稳定持续发展。

2 纸材料在室内设计中的应用实践

2.1 纸材料在室内灯饰设计中的应用

在室内设计中,灯具装饰品是必不可少的设计内容,其能够营造出理想中的环境氛围,给人带来不一样的视觉与心理感受。室内灯饰设计的种类主要包括了吊灯、台灯、壁灯以及地灯等,在这些不同种类灯饰设计中,纸材料的实践应用主要是以灯罩形式出现。设计人员可以通过发挥出纸材料的良好透光性、延展性作用,创新利用现代工艺手法将其设计成具有镂空效果的纸质灯罩造型,这样一来就能够实现室内灯光与纸材料工艺品的融合,凸显出室内灯饰的空间立体感,给受众带来别具一格的光影效果。纸材料具有极佳的可塑性,设计人员可以根据室内设计主题风格与用户审美需求,将自己的创意思法融入到纸材料形态优化改变中,将柔软的纸材料做出褶皱与编织的双重肌理,等到其完全成型之后,就可以作为灯具的装饰品套用在外,纸质材料制作加工而成的灯罩装饰,其凹凸的纹理在视感和触感上能够给予用户焕然一新的体验。除此之外,设计人员还可以让纸材料在空间中得到充分舒展,基于几何构型设计作用下,创新融入应用现代仿生元素,以夸张艺术手法进行仿生造型的变形设计,这样能够有效提升室内灯饰设计的生动趣味性,满足用户对个性化室内设计的相关需求。

2.2 纸材料在室内界面设计中的应用

在室内界面设计实践中,设计人员可以通过采用健康环保的纸材料作为墙纸进行室内空间装饰设计,这样能够向用户展现出良好的视觉效果和装饰艺术美感,满足他们对于不同生活艺术环境的体验需求。室内界面的纯纸类壁纸设计应用,主要是以自然界中的植物纤维作为壁纸加工原料,在经过现代工艺印花处理后会制成各式各样的墙纸图案。值得注意的是,植物纤维加工制作而成的墙纸会较为容易从环境中吸收水分,设计人员需要根据室内空间环境的潮湿程度,合理选用市面上是否具有防潮性能的墙纸。室内装饰设计还可以采用更优性能的复合材料,这样能够增大室内空间环境,给用户带来更加优质的居住生活体验。以杜邦纸为例,其作为一种由现代工艺技术加工制作而成的新型复合材料,结合

了纸张、薄膜和织布的材料特性于一身，有着绿色环保可回收利用、防水透气、强韧质量轻、耐穿刺、耐撕扯以及纹理触感独特等应用优势，被广泛应用在各个行业领域中。通过将这种新型纸材料创新应用在室内界面设计上，能够有效发挥出防水透气的作用，从而提升用户的居住舒适体验感。

2.3 纸材料在室内陈设设计中的应用

在室内陈设设计实践中，设计人员可以通过利用纸材料设计出不同具有鲜明特色的陈设品，以此来提升室内空间环境的整体品位，满足不同层次用户的审美体验与精神文化生活体验需求。以纸质装饰画为例，设计人员通过利用纸质材料加工制作室内装饰绘画作品，能够发挥出点缀美化空间环境的效果，同时还可以让居住者的身心得到放松。让用户进入到悬挂有精品纸质装饰画空间环境中，映入眼帘的就是立面墙体的装饰，其能够给用户带来强烈的视觉冲击，并且还可以引发观赏者的情感共鸣。设计人员需要根据室内空间设计风格与环境情况，合理采用相同风格的纸质装饰画，促使其能够与室内环境完美融为一体，这样不仅能够塑造出生动有趣的空间形象，还可以起到渲染情感氛围的作用。在现代室内设计中，纸材料已经成为了一种极为重要的展陈创作素材，越来越多的设计人员尝试运用纸材料制作成各类充满创意的展示品。以纸艺装置在室内空间的设计应用为例，设计人员会综合采用拼接、重构等艺术处理手法，将不同肌理触感、不同色彩的纸材料搭配组合在一起，最终形成独特的纸艺装置展品，其能够更好传递出创作者的主观思想情感与艺术创作理念，促进与观赏者之间的良性互动。纸艺装置在空间设计中的创新应用，得益于纸质材料的可塑性，其不局限于特定的材料和制作工艺。有的纸艺装置可以通过采取悬挂的制作方式，设计人员可以利用绳子将不同分布串接在一起，以此来塑造出良好的空间立体感；有的纸艺装置则是可以通过采取铁丝材料进行辅助固定形态，有效支撑起外层柔软的纸面造型。

2.4 纸材料在室内家具设计中的应用

在室内家具设计实践中，设计人员同样能够采用纸

材料作为家具设计的重要材料。基于力学原理与层叠和穿插等工艺应用下，设计人员可以对纸板、纸浆等基础材料展开深加工制作，促使纸质材料具备更好的强度和硬度，能够有力支撑起家具的安全正常使用。室内设计中所运用到的纸质家具通常是采用蜂窝纸、瓦楞纸以及纸浆等加工设计而成的，与传统木材、金属等材料相比较，纸材料具有更好的可变性，设计人员可以根据自身的主观意愿和创意设计想法，将纸质材料加工设计成不同独特造型的家具作品，促使其能够给用户带来不一样的视觉体验和使用效果。以“十八纸”品牌为例，其专注于设计和生产风琴式环保纸家具，是全国首家也是唯一一家专业的风琴式纸家具设计品牌。设计人员通过采用特制的牛皮纸黏合成蜂巢结构，创新设计制作出可折叠的风琴式家具，随着用户操作使用方式的变化，该家具用品能够展现出不一样的有机纹理和造型形态，这种能够产生变化的家具用品设计摆放在室内空间环境中，能够增添日常生活趣味。

3 结束语

综上所述，在如今大众审美观念发生了巨大变化的背景下，人们对于室内设计提出了更高的要求。设计人员要想给市场用户打造出高质量的室内设计作品，同时满足用户对室内空间环境的实用与艺术审美体验需求，就必须创新应用纸材料展开室内优化设计，依托纸材料的审美特性和材质特性，有效提升室内空间设计的展品设施视觉艺术效果和实用效果。设计人员在利用纸材料展开室内设计时，还需注意结合室内设计主题风格与用户审美心理需求特点，合理融入应用纸材料，创造出丰富的艺术形态，让室内空间装饰能够与用户之间产生良好的互动感。

参考文献

- [1] 张博文. 纸材料在室内设计中的艺术表现与应用[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(05): 104-106.
- [2] 芦静. 纸材料在室内设计中的创新应用[J]. 中国造纸, 2023, 42(03): 151-152.

纸艺在室内设计中的艺术表现与应用

◎ 李玉杰（郑州升达经贸管理学院，郑州 451191）

摘要：在我们生活的世界里，艺术和设计总是紧密相连，相互影响，共同塑造我们的生活环境。纸艺，作为一种古老且新颖的艺术形式，正逐渐在室内设计中崭露头角，为人们的生活空间增添了别样的艺术气息。本文将重点分析纸艺在室内设计中的艺术表现与应用，以期为当前的室内设计提供更多的新思路。

关键词：纸艺；室内设计；艺术表现

纸作为一种非常普遍的材料，几乎每个人都能接触到。然而，纸又有其特殊性，它可以被剪、刻、折、撕、拼贴，产生出丰富的视觉效果，艺术家们更可以通过不同的表现形式，表达不同的情感和主题。且由于纸艺的表现形式非常多样，包括剪纸、撕纸、拼贴、纸浮雕等，能创造出丰富的视觉效果，其更是在室内装饰中越来越受到青睐。

1 纸艺在室内设计中的发展

随着时代的发展，纸艺在室内设计应用中也在不断地与其他的艺术形式进行跨界融合，如将纸艺与数字技术相结合，利用计算机软件进行创作；或者将纸艺与3D打印相结合，创造出具有特殊视觉效果的纸艺作品。^[1]且随着人们审美观念的变化，艺术家们不再局限于传统的表现形式和手法，而是尝试用更加新颖、独特的方式进行创作，展现个体的独特风格和思考。首先，纸艺的简约之美是其一大特点。因此许多设计师通过简单的线条和色彩，创造出简洁明快的艺术效果，使室内空间显得更加通透和宽敞。其次，由于纸艺也可以模仿自然元素，如树叶、花朵、动物等，一些设计师将这些元素融入到设计中，使室内空间显得更加生动和自然。再次，纸艺可塑性极强，设计师通过剪、刻、粘等手法，创造

出各种抽象的图案和造型。这些抽象的元素可以使室内空间显得更加神秘和富有想象力。最后，纸艺不仅可以用于单个物体的设计，还可以用于整个空间的氛围营造。因此设计师借助这一特点利用纸艺窗帘、纸艺屏风等元素，将室内空间划分为不同的区域，营造出不同的氛围和风格。

2 纸艺在室内设计中的艺术表现

2.1 室内设计中的纸艺具有的美感

纸张的颜色多种多样，或白或黄或褐，每一款都有其独特的魅力。白色的纸张纯洁无暇；黄色的纸张则带着一份岁月的痕迹；褐色的纸张则带有一丝古朴的气息。而纸张的纹理更是丰富多彩，有的如丝如绸，细腻光滑，有的如砂如石，粗犷豪放。这些纹理使得纸张有了生命，有了情感，使得纸艺作品更加生动活泼。一张好的纸，不仅颜色质地优良，更要有足够的韧性，才能经得起艺术家们的裁剪和塑造，使作品有更多的可能性和变化性，使纸艺作品更加丰富多彩。

再者，纸的轻盈也是其美感来源之一。相比于室内设计中的其他一些材料，纸的重量要轻很多，这使得纸艺室内装饰品更加容易移动和展示。只需要一个小小的支架或者一个轻巧的展示架，就可以轻松展示出来，非

□ 作者简介：李玉杰（1991.2.-），女，汉族，河南鹤壁人，硕士，郑州升达经贸管理学院艺术学院，讲师，研究方向：设计学。

常适合在各种场合进行展示和交流。这种轻盈感，使得纸艺作品更加容易被人接受和喜爱。

相比于其他一些材料，纸的形状和大小可以很容易地被改变和塑造。艺术家们可以利用这一点，通过剪、刻、折、叠等各种手法，创造出各种形状和大小纸室内装饰品，这些作品不仅具有很高的审美价值，同时也具有很高的实用价值。^[2]例如，一些精美的纸折小船、纸制花瓶等作品，不仅可以作为艺术品来欣赏，同时也可以作为生活中的小物件来使用。这种实用性，使得纸艺作品更加贴近人们的生活，更加具有生命力和感染力。

2.2 室内设计中纸艺具有的绿色环保特点

在纸艺创作中，纸所具有的绿色环保特点使其在艺术领域中独树一帜。首先，纸是一种可再生资源，其制作过程主要是木材的加工提炼，与矿产资源等不可再生资源形成鲜明对比。这使得纸艺在环保方面具有无可比拟的优势。相较于其他一些传统工艺材料，纸的生产过程相对环保，对环境的影响较小。^[3]在纸的生产过程中，虽然会有一些废水、废气和废渣的产生，但这些都可以通过合理的工业管理和环保措施得到有效控制。且纸制品在使用完毕后，经过一段时间的自然降解，可以回归自然，这对环境来说是一种积极的贡献。这一点对于那些希望减少垃圾堆积、促进可持续发展的艺术家来说，无疑是一种理想的创作材料。例如在室内设计中设计师会用回收的旧报纸和废弃的包装纸创作装饰画、果壳盒等。

2.3 室内设计中纸艺具有的经济性

以纸为创作媒介的艺术形式，以其独特的魅力和广泛的适用性，正逐渐成为室内设计中一种新兴的艺术形式。纸的价格相对便宜，使得纸艺具有极高的普及性。无论是高档纸还是低档纸，其价格都相对亲民。这就意味着，无论是专业艺术家还是普通民众，都可以尝试用纸进行创作，例如按照一些视频号的讲解在家自己折一些艺术装饰品。这种普及性使得纸艺能够迅速在全社会范围内传播，为更多人提供艺术表达的机会。

再者，纸的轻便性和可塑性，使得纸艺作品易于保存和运输。与其他一些昂贵材料相比，纸的重量轻，体积小，方便存储和携带。这使得纸艺作品在运输、售卖

方面价格更加经济实惠。最后，从商业角度来看，纸艺的低成本和广泛适用性，使其具有巨大的商业价值。无论是作为礼品还是装饰品，纸艺作品都能满足人们的需求。更重要的是，随着互联网技术的发展，纸艺还可以通过电子商务平台进行销售，为艺术家和消费者之间搭建起一座桥梁。这种商业模式为艺术家提供了更多的创作机会和收入来源，同时也为消费者提供了更多的选择和便利。

3 纸艺在室内设计中的应用

3.1 纸艺在墙面装饰中的应用

3.1.1 纸墙贴

纸墙是现阶段极受欢迎的墙面装饰方式。选择一些色彩鲜艳、图案有趣的纸墙贴，可以瞬间提升房间的氛围。且贴纸简单易贴，不需要专业技巧，适合所有人。撕下时也不会留下难看的痕迹，是环保装修的好选择。

3.1.2 纸浮雕

纸浮雕是一种将纸艺与立体装饰相结合的墙面装饰方式。艺术家们通过剪、折、撕、卷等手法，将纸变成各种形态的浮雕，再粘贴在墙面上。这种装饰方式既具有艺术性，又具有实用性，能增加墙面的层次感和立体感。

3.1.3 纸浆墙

将纸浆与水泥混合，制成纸浆墙也是一种新型的墙面装饰方式。这种墙面的特点是纹理自然、质感丰富，给人一种回归自然的感觉。同时，由于纸浆的特性，这种墙面还具有一定的吸音、防尘的作用，非常适合需要安静或需要清洁的场所。^[4]

3.2 纸艺在装饰画中的应用

3.2.1 剪纸画

剪纸画是利用纸张的剪切和组合而成的装饰画。这种画制作简单，效果直观，可以表达出强烈的民族风格和地域特色。在家中的客厅、餐厅等场所悬挂一幅剪纸画，不仅能美化环境，还能增加文化氛围。

3.2.2 折叠画

通过折叠手法制成的装饰画具有独特的立体感。艺术家们利用纸张的折叠和粘贴，创造出各种形态的图

案,如动物、植物、风景等。这种画不仅具有观赏价值,还具有一定的教育意义,适合挂在儿童房或书房。

3.2.3 拼贴画

拼贴画则是将各种纸张碎片进行组合而成的装饰画。这种画形式多样,色彩丰富,给人一种自由、活泼的感觉。在家中任何一处空间都可以悬挂一幅拼贴画,为房间增添一份生动和活力。

3.3 纸艺在室内家具及装饰中的应用

艺术在室内家具中的应用具有很大的潜力和优势。它不仅可以改变室内环境,为空间增添美感,还可以为人们带来良好的体验。利用纸的特性,设计师可以创造出形态各异的家具,如折叠椅、沙发、床等。这些家具不仅具有美观的外观,而且可以折叠收纳,节省空间。此外,纸家具的触感和舒适度也非常出色,为使用者提供良好的体验。除了家具,纸艺还可以用于室内装饰。

以咖啡馆室内设计为例,设计师可以设计一款独特的纸艺咖啡桌,采用咖啡色的纸张,上面印有咖啡豆的图案,给人一种温馨舒适的感觉。此外,还可以在咖啡厅的墙壁上贴上各种形状和颜色的纸艺贴纸,如心形、星星等,为空间增添一份浪漫和温馨感。同时,设计师还可以设计一款纸艺服务呼叫器,采用多种颜色的纸张制作出各种形状和图案,为空间增添一份梦幻和神秘感。这些创新的设计不仅将咖啡厅打造成一个独特的环境,而且可以吸引更多的顾客前来体验。各种美丽、独特和有趣的纸艺室内家具和装饰品不仅可以为人们的生活带来更多的色彩和乐趣,还可以为设计师带来更多的灵感和创意。

3.4 纸艺在室内灯具中的应用

纸艺以其轻盈、易塑性和环保性,已经成为了现代室内设计中的一种流行元素。尤其在室内灯具设计中,纸艺更是发挥了其独特的魅力,纸灯具能为室内设计带去全新的视觉和感觉体验。^[5]同时,纸灯具也能为设计师提供更多的创作空间和灵感来源。在灯具造型设计上,纸艺以其轻盈的特性,可以轻松塑造出各种形态的灯具。从简约的几何形状到复杂的自然形态,纸灯具都能轻松应对。同时,纸的色彩和纹理也可以根据需要进行调整,

为室内环境增添丰富的视觉效果。且纸作为一种可再生资源,其使用在很大程度上符合环保理念。相较于其他材料,纸灯具的制造过程更为简单,对环境的影响也较小。在光线调节方面,纸灯具可以通过改变纸的透明度或厚度,来调节光线。这种灵活性使得纸灯具在室内设计中具有很高的适应性。

例如在现代简约风格的室内设计中,设计师可以选用由多层纸张叠加而成的纸艺吊灯,色彩淡雅,透光性适中。当灯光透过纸张时,柔和的光线弥漫整个空间,营造出一种温馨、舒适的感觉。

4 结束语

综上所述,纸艺以其独特的魅力和广泛的适用性,正在逐渐成为室内装饰中不可或缺的一部分,为人们的生活空间增添丰富的视觉效果。无论是作为家具还是装饰,都能为室内设计环境增添一份艺术的气息。同时,纸艺的环保、经济、易制作的特性也使其在室内装饰中具有独特的优势。未来,随着人们对环保和可持续发展的重视,纸艺在室内设计中的应用前景将更加广阔。人们对环境和艺术的追求不断提高,必将使纸艺在室内装饰中发挥更大的作用。通过巧妙地运用纸这种常见材料,设计师也将创造出各种具有艺术性和实用性的室内环境。设计师们也会借助未来更多新技术,结合纸艺创造出更多独特、富有创意的作品,为室内设计行业注入新的活力。□□

参考文献

- [1] 张宏明,刘贺明,马世梁,等.纸艺室内装饰品在室内软装设计中的应用研究[J].造纸装备及材料,2022,51(01):115-117.
- [2] 苗新悦.宣纸在现代室内设计中的应用与思考[J].美术教育研究,2023(08):89-91.
- [3] 刘淑艳.纸材料在室内设计中的艺术表现与应用研究[J].造纸装备及材料,2021,50(07):15-16.
- [4] 张有成.纸材料在室内设计中的艺术表现与应用研究[J].大观,2023(05):63-65.
- [5] 文雯.纸质材料在室内设计中的运用探究[J].鞋类工艺与设计,2023,3(15):125-127.

文旅融合视野下江西非遗剪纸的创新传承路径研究

◎ 万晴娟¹ 罗坤明^{2,3}

(1. 豫章师范学院, 南昌 330103; 2. 江西旅游商贸职业学院, 南昌 330100; 3. 澳门城市大学, 中国澳门 999078)

摘要:江西瑞昌剪纸在中国剪纸艺术领域独树一帜,在艺术风格上兼具北方剪纸的粗犷与南方剪纸的花巧,具有粗中有细、刚柔并济的个性特征,被国务院列为国家级非物质文化遗产。文章论述了文旅融合视角下江西非遗剪纸传承的文化价值和美学价值,以及文旅融合与非遗剪纸之间相互促进的关系,通过分析江西非遗剪纸传承过程中现存的问题,提出了针对性的优化路径,以期江西非遗剪纸助力文旅融合发展的实践提供一定的指导和借鉴。

关键词: 文旅融合; 江西非遗; 剪纸艺术

在文旅融合的大背景下,全国各地催生出了不少非物质文化遗产开发与改造的成功案例,也积累了不少非遗旅游景点的运营经验,但从整体上看,非遗与旅游有机融合的过程中仍然存在许多问题。以江西瑞昌非遗剪纸为例,存在剪纸艺术传承断代、创新活力不足、宣传推广力度小、影响力不强等问题,在种种因素的影响下,非遗剪纸艺术不能适应时代发展潮流,也未能充分发挥传统文化中蕴含的巨大经济效益和社会效益。如何实现非遗剪纸艺术的创造性转化和创新性发展,如何充分利用传统文化赋能作用推动当地旅游产业繁荣昌盛,成为亟需解答的现实难题。

1 文旅融合视角下江西非遗剪纸的传承价值

1.1 江西非遗剪纸传承的意义和价值

1.1.1 文化价值

江西非遗剪纸作为民俗文化的物质载体,不仅展示

出江西民众的独特风采,还体现了我国优秀传统文化的精神内涵和深厚底蕴。江西地处南北交界,千年来经历着南北文化的碰撞与交融,缔造了独特的人文环境。受到当地民俗文化的浸润和影响,江西瑞昌剪纸在题材选择和情感表达上往往倾向于年节、婚丧与寿庆习俗。例如在江西瑞昌的民间乡俗中有“无户不剪纸,无女不绣花”的说法,刺绣、剪纸等女子的女红作品是说媒的重要物件,这些作品含蓄地表达了女子对未来丈夫的要求,男方家人也会通过作品的细致程度来判断女子是否心灵手巧。在过去的瑞昌,逢年过节都要以剪纸和绣花作为重要的装饰物,旧时女子举行婚礼所用的头饰、服饰以及床被等中的刺绣皆由新娘手工绣制。而刺绣所需的样底就是剪纸。

1.1.2 美学价值

江西非遗剪纸具有独特的美学价值。从纹样图案上说,江西非遗剪纸的传统性和地域性较强。剪纸艺人强调作品的主题明确,作品的内容与名称相互对应,也就

□ **基金项目:** 本文系2022年江西省高校人文社科研究一般项目“乡村振兴战略下江西非遗传统工艺传承发展策略研究”(项目编号:YS22205)阶段成果。

作者简介: 万晴娟(1979.6.-),女,汉族,江西南昌人,硕士,豫章师范学院美术与设计学院,讲师,研究方向:环境艺术设计。

罗坤明(1985.10.-),男,汉族,江西吉安人,博士研究生在读,江西旅游商贸职业学院艺术传媒与计算机学院,澳门城市大学人文社会科学学院,讲师,研究方向:艺术设计、文化创意产业。

是说，剪纸作品名称中每一个具有实质意义的词都能在作品中找到相应的图案，很少有人会破坏这种约定俗成的规矩。这些手艺人生活中常见的花鸟鱼虫等动植物赋予了特定的寓意和属性，例如龙与喜鹊代表男性、花与金蝉代表女性、白鹤代表老人、石榴代表小孩。从色彩运用上来说，江西非遗剪纸用色单一，一般情况下使用红色与黑色纸张较多，但是根据节庆、婚丧、寿庆等场合的不同，色纸颜色的选择也不尽相同，并且延伸出衬色、套色、染色等不同的剪纸方法。从剪纸手法上来说，江西非遗剪纸融合了南北方特色，或豪放、或精致，剪纸艺人会按照不同的需求使用不同的剪纸手法。

1.2 文旅融合与江西非遗剪纸传承的关系

1.2.1 江西非遗剪纸艺术助力当地文旅产业发展

其一，江西非遗剪纸丰富了当地旅游产业的文化内涵。传统的观光式旅游已经越来越难以满足人们日益多元化的出游需求，而拥有千年历史底蕴的非物质文化遗产能够为当今旅游产业注入新的动力和深厚的文化内涵。例如江西省瑞昌市夏畈县从青铜和剪纸两大传统文化元素中找到了文旅融合的联结点，被列入“全国非遗与旅游融合发展优选项目名录”。其二，江西非遗剪纸融入旅游产业能够促进当地旅游经济的发展。

1.2.2 文旅融合促进江西非遗剪纸的传承与发展

首先，文旅融合有利于促进非遗剪纸艺术的保护与传承。非物质文化遗产保护是一项长期性的工作，需要大量的财力、人力和物力支持，文化旅游产业与非遗剪纸相融合为非遗剪纸的保护工作带来了新的机遇和思路，也为非遗剪纸艺术的传承和发展带来了有利的环境和新的平台。其次，文旅融合有利于提高非遗剪纸的影响力。旅游产业在客观上促进了文化的交流与传播，非遗剪纸能够依托旅游产业带来的客流量走向大众，越来越多的游客从在江西的旅行中了解到非遗剪纸，间接地提升了江西非遗剪纸的影响力。最后，文旅融合有利于促进非遗剪纸艺术的创造性转化和创新性发展。非遗剪纸与旅游产业的融合发展能够促进剪纸文化和艺术资源得到进一步挖掘，在一定程度上促进传统文化的活化与发展。例如景区打造当地独具特色的剪纸文化园，将剪纸艺术融入地标建筑设计中；又如开发剪纸文创产品，提高剪纸作品的实用性和收藏价值^[1]。

2 文旅融合视野下江西非遗剪纸的传承现状

2.1 非遗剪纸传承存在断代问题

当前，江西非遗剪纸的继承人大多为女性，且高龄化现象严重，老一辈的剪纸艺人相继离世，新一代剪纸艺人的培养状况堪忧，非遗剪纸的断代现象加剧。出现这种现象的原因如下：一是非遗剪纸技术的传承方式比较单一。传统的师徒学艺、家族相传是非遗剪纸传承的重要方式，而且有着“传女不传男”的思想束缚和性别限制。二是教育观念的转变。在现代家庭教育中，父母更加重视子女对科学文化知识和专业知识的学习，对于艺术创作则不太重视，尤其是传统的剪纸艺术。年轻人也没有大量的时间和精力静下心来学习这门古老的技艺，非遗剪纸艺术年轻一代的继承人越来越少见。三是现代生活方式的冲击。近现代工业文明对手工业的冲击是显而易见的，先进的现代科技改变了人们生产生活的方方面面，凭借传统的剪纸技术不能满足现代人生活的物质需求，现实的困境让许多从事剪纸行业的老手艺人选择了放弃，他们中的大多数人更倾向于外出打工，只有少部分人能够为了满足自身精神需求而继续坚持对这份传统职业的热爱^[2]。

2.2 非遗剪纸传承的创新活力不足

江西非遗剪纸艺人大多数是中老年人，其思想观念和设计理念具有明显的传统守旧的特征，使得剪纸作品在图案、样式、材料等方面缺乏创新，在寓意和情感表达上缺乏时代内涵，往往以古老的传说为背景故事，新瓶装旧酒，没有新意。此外，非遗剪纸作品的实用性不强，既不是生活和娱乐的必需品，也不具备较高的市场价值和收藏价值，加之人们的思想观念、生活方式等发生了显著的变化，剪纸作为民俗礼仪中常见的装饰物，其装饰和象征功能也在慢慢减弱，非遗剪纸离人们的日常生活越来越远。非遗剪纸并没有创新性地与时代潮流和人们的生活紧密联系起来，无法吸引年轻人的眼球，不能满足现代多元化、个性化的市场需求。

2.3 非遗剪纸传承缺乏宣传推广

互联网时代，信息技术的飞速发展打破了消息传播的时空限制，但非遗剪纸在网络和新媒体上的宣传力度并不大，宣传效果也不佳。当前，尽管传统的剪纸艺术

已经为大众所熟知，但真正了解剪纸起源、发展、流派等详细知识的人并不多。随着批量生产的流水线剪纸产品进入千家万户，人们在婚庆、节庆等重要场合很少再选择民间手工剪纸作品作为装饰，江西非遗剪纸的影响力大大下降，其知名度在其他省市或地区并不高。如今的非遗剪纸已经成为了一种小众的民间艺术形式，非重大节庆日的消费市场日渐萎靡，这与其宣传工作不到位有较大的关联。

3 文旅融合视野下江西非遗剪纸的创新传承路径

3.1 剪纸艺术与高等教育相结合，加强非遗传承与保护

高校作为高等人才和教育资源的集散地，在文化传承上具有绝对的优势，将非遗剪纸艺术引入高等院校教育体系，一方面能使高校艺术教育学科体系得到丰富和完善，另一方面能使得我国的优秀传统文化在新的时代得到传承和发展。目前我国高校对非遗剪纸的教育传承正处于实践探索阶段，针对实践过程中已经出现或可能出现的问题有如下建议：一是要明确高校通过学科教育传承非遗剪纸的角色定位，不同类型的高校，如重点院校、高职院校、地区民族院校等，应当根据实际的人才培养方向，结合自身的育人优势和地域特点，进行非遗传承的功能定位。二是要创新教学形式，以课堂授课为主，辅之以多样化的论坛、社团等活动，发挥互联网线上教学平台的优势，为学生拓展课外学习的渠道。三是要重视对校内在职非遗专业教师的培训，制定培训计划和激励政策，鼓励他们积极参与相关的非遗剪纸传承人交流培训会，不断提升自身的专业素养^[3]。

3.2 开发旅游文创产品，实现非遗剪纸艺术创造性转化

开发具有江西剪纸特色和地方文化内涵的文创产品是实现非遗剪纸创造性转化、创新性发展的可行途径。对非遗剪纸文创产品进行设计与制作不仅要重视其文化内涵，还要注意功能、结构、材料等方方面面的选择。例如可以从流行文化中汲取精神文化符号，采用非遗剪纸中的镂空雕刻工艺创作生活中具有较强实用性的台灯、文具等现代文化创意产品，或者是伴手礼、红包、糖果盒等现代节庆礼仪场合中人们经常使用的物品，将剪纸所蕴含的祝福、吉庆、缅怀等传统寓意延续到现代婚丧嫁娶等场景之中，又或者是提炼剪纸的文化元素和

文化精神以新形式运用到现代家居产品当中^[4]。

3.3 打造优质剪纸品牌，利用新媒体手段进行宣传推广

江西具有独特的地理位置和人文环境，作为非遗剪纸的传承地也形成了独特的文化艺术环境。将这些内涵丰富的文化元素提取出来并进行整合，放大其美好寓意和文化价值，打造独具特色的非遗剪纸品牌，有利于加深人们对于江西非遗剪纸宣传的印象，提高非遗宣传和文化输出的效率，推动当地文化的对外交流与传播。新媒体时代，江西非遗剪纸的宣传工作应当创新手段和方式，例如与电商直播相互联动，打造良好的江西非遗剪纸文化形象，全面推广非遗剪纸相关的文化品牌和文创产品；又如在高效便捷、传播力强的微博、微信、短视频平台建设和运营账号，精准定位用户喜好，以受众喜闻乐见的形式呈现非遗剪纸的文化内涵^[5]。

4 结语

以江西瑞昌剪纸为代表的非遗剪纸艺术是具有千年历史底蕴的民间文化瑰宝，既是民间智慧和创造力的结晶，也是人们美好愿景的具象表达。对非遗剪纸艺术的传承与保护任重道远，在文旅融合背景下，对非遗剪纸相关的旅游景点和项目进行开发具有重要的现实意义。一方面，非遗剪纸艺术能够助力当地旅游产业和经济的发展，另一方面，文旅融合有利于促进非遗剪纸的创造性转化和创新性发展。总而言之，江西非遗剪纸与旅游产业的有机融合和创新发展在未来前景广阔，既是值得业界关注的热点，也是值得学界讨论的话题。

参考文献

- [1] 姚文冰. 文旅融合背景下瑞昌剪纸艺术活化路径研究[D]. 江西: 江西财经大学, 2023.
- [2] 梁毅贤, 杨靖婵, 张远恒, 等. 新时代非遗文化佛山剪纸的传承与发展策略初探[J]. 大众文艺, 2022(21): 34-37.
- [3] 王燕红. 非遗传承与学科建设: 民间剪纸在高校教育中的传承发展研究[J]. 新美域, 2023(06): 47-49.
- [4] 罗坤明, 肖代柏, 郭青媛. 基于层次分析法的竹编家具创新设计研究[J]. 家具与室内装饰, 2023, 30(06): 43-49.
- [5] 闫川. 非遗视域下广灵剪纸艺术的传承创新研究[J]. 绿色包装, 2023(08): 167-171.

纸质手工工艺品的生态设计与可持续发展探析

◎ 成武军（郑州升达经贸管理学院，郑州 451191）

摘要：随着可持续发展的理念逐渐深入人心，越来越多的人开始关注环境保护与文化遗产，并将这些价值观融入到日常生活中。纸质手工艺品作为一种拥有悠久历史和独特魅力的传统艺术形式，正在经历着转型和挑战。为了确保其可持续发展，生态设计成为一种重要的思考方式和行动方向。因此，本文针对纸质手工艺品的生态设计与可持续发展展开研究，以期对相关人士提供参考。

关键词：纸质手工艺品；生态设计；可持续发展

生态设计是一种综合考虑环境、社会和经济因素的设计方法，旨在减少资源消耗、减少污染和延长产品的寿命周期。研究纸质手工艺品的生态设计和可持续发展，探索如何在尊重传统文化和艺术价值的同时实现环境友好和经济可持续性，具有重要的学术和实践意义。因此，本文对纸质手工艺品的生态设计和可持续发展进行研究，以期为保护环境、保护传统文化、促进社会经济发展提供实质性的建议。

1 纸质手工艺品与生态设计理念

1.1 纸质手工艺品

纸质手工艺品是指以纸质材料为主要原料制作的手工艺品。纸质手工艺品因其独特的材料特性和精美的制作工艺而备受人们喜爱。纸质手工艺品的制作过程需要经过设计、切割、折叠、粘贴、上色等多道工序，常见的纸质手工艺品有纸雕、剪纸、折纸、纸绘、纸面挂饰等。剪纸艺术如图1所示。纸质手工艺品不仅是一种视觉和触觉的艺术形式，它还承载着深厚的文化和历史意义。在不同的文化中，纸质手工艺品被用于庆典活动、宗教仪式、日常生活装饰甚至是艺术表达。由于材料的易得性和灵活性，纸质手工艺成为了许多艺术家和手工艺人

创造性表达的媒介。

1.2 生态设计理念

纸质手工艺品的生态设计理念是一种旨在提高环境可持续性的创新方法，它强调使用环保材料、节能制作工艺，以及促进循环利用的设计思维。这一理念深植于对环境保护的日益关注，旨在减少手工艺品生产和



图1 亳州剪纸

（图片来源：安徽非遗网—亳州剪纸·王炳华）

□ **作者简介：**成武军（1987.7.-），男，汉族，河南安阳人，硕士，郑州升达经贸管理学院艺术学院，助教，研究方向：美术教育、艺术创作。

使用过程中对自然资源的消耗和对环境的负面影响。生态设计在纸质手工艺品制作中体现为对原材料的精心选择，优先使用可持续来源的纸张，如再生纸、有机纸或通过可持续森林管理认证的纸张。这些材料的生产过程更加环保，减少了对森林资源的过度开采。生态设计还包括使用无毒或低毒的颜料和黏合剂，减少化学物质的使用，从而降低对环境和人体健康的潜在危害。除了原材料的选择外，生态设计理念还涉及到制作工艺和产品的整体生命周期。在制作过程中，设计师和工匠被鼓励采用节能方法和低碳技术，如使用太阳能或风能来满足能源需求，减少生产过程中的碳足迹。同时，生态设计强调产品的耐用性和可回收性。耐用性确保手工艺品有更长的使用寿命，减少浪费；可回收性则意味着产品在使用寿命结束后可以被再次利用，不会成为无法处理的废物。在产品的设计阶段，考虑如何在方便地拆卸和分类，以便于回收和再利用，是生态设计的重要部分。生态设计还鼓励创新和多功能性的设计，使单一产品能满足多种用途，从而减少资源的过度消耗。

2 纸质手工艺品的生态设计方法

2.1 材料选择与生态友好

纸质手工艺品在设计 and 制作过程中，合理选择材料对于减少环境负担、实现可持续发展至关重要。在材料选择过程中，应优先考虑环保材料，例如可回收纸张、再生纸等。这些材料的制作对环境的影响较小，能够最大程度地减少资源消耗和排放^[1]。可回收纸张是一种常见的生态友好材料。通过回收利用废纸，可以减少对森林资源的需求，降低水和能源的消耗。除了材料的选择，生态设计还需要考虑材料的耐久性和可维护性。选择耐久性强的材料可以延长产品的使用寿命，减少资源浪费和废弃物产生。同时，设计师还应该尽量考虑材料的可维护性，例如使用易清洁的表面涂层，减少清洁过程中对水资源和化学品的消耗。总之，在纸质手工艺品的制作中，设计师应该坚持生态设计的原则，使产品符合环保和可持续发展的要求。

2.2 制作过程的环保考量

在手工艺品的制作过程中，采用环保的工艺和方法对于减少能源消耗、废弃物产生以及环境污染具有重要意义。通过优化工艺流程和改良制作方法，可以降低对环境的影响，实现低碳、低排放的制作过程。在手工艺品的制作过程中，应尽量采用低能耗的工艺和设备。例如，使用高效节能的机器和设备，并且优化工艺流程，尽量减少不必要的能源消耗。此外，对于需要加热或烘干的工序，选择使用可再生能源，如太阳能或生物质能源等，以减少对传统能源的依赖^[2]。另外，环境友好的化学品和染料的选择也是制作过程环保考量的重要方面。在手工艺品的制作中，应尽量避免使用有害化学品和有毒染料，以减少对工作者和环境的危害。可以选择使用环境友好的水性染料和颜料，并且对于化学品的使用要严格控制，减少对水资源和土壤的污染。

3 持续改进与评估

3.1 环境影响评估

环境影响评估是通过对纸质手工艺品制造过程中产生的环境影响进行评估，帮助企业发现和分析潜在的环境问题，并采取相应的措施进行改进和预防。环境影响评估可分为前期评估和后期评估两个阶段。前期评估主要是在设计和规划阶段对纸质手工艺品制造过程及相关环节进行评估。通过分析生产过程中的材料选择、能源利用、废水排放、废弃物处理等，识别相关的环境影响因素。同时，还需要对环境保护法规和标准进行了解，确保在生产过程中遵守相关的法律法规。后期评估是在纸质手工艺品制造过程中进行环境影响监测和评估，评估企业在环保方面的实际表现。通过监测废水、废气、废物处理情况等指标，了解企业的环境绩效和环境管理水平。环境影响评估的结果将为企业提供有关生态设计的改进措施和建议。通过对影响因素的识别和分析，企业可以针对性地采取措施，减少环境污染和资源浪费。例如，通过改进工艺和技术，减少废气排放和水的消耗；优化生产布局，减少能源的

使用；增加废弃物的回收利用等。同时，企业还需要建立环境管理档案，定期对环境绩效进行评估，确保环保措施的有效实施和长期可持续发展。总之，环境影响评估是纸质手工艺品生态设计过程中的一项重要措施，有助于企业优化资源利用，减少环境污染，提高产品的可持续性，同时也符合社会和消费者对环境保护的要求。

3.2 效能分析与资源利用率评估

效能分析与资源利用率评估可以帮助纸质手工艺品制造企业识别和优化生产过程中的资源利用效率，以减少资源浪费和环境影响。效能分析是通过评估生产过程中的能源消耗、物料利用率、生产效率等指标，来识别潜在的资源浪费和能源浪费问题。通过分析生产过程中的瓶颈和低效率环节，企业可以制定措施来改进能源利用效率和资源利用效率。例如，在纸浆制备过程中，控制纸浆中的杂质含量、优化精炼过程、提高输送效率等，可以减少能源消耗和原材料的浪费。资源利用率是指企业在生产过程中有效利用原材料和能源的程度。通过评估资源利用率，企业可以确定资源利用的瓶颈和改进的潜力。

例如，采用先进的生产设备和工艺技术，可以提高纸张制造过程中的纸浆转化率和纸张产量。通过废料的回收利用，将废料转化为再生纸浆或其他产品，可以最大限度地减少原材料的浪费。为了提高效能和资源利用率，企业可以采取一系列的措施。首先，进行生产过程的优化和流程再设计，消除瓶颈和提高生产效率。其次，技术创新和装备改进可以帮助企业实现资源的最大化利用。通过引入自动化技术、提高设备的能效和降低能源消耗，可以提高资源利用率和生产效能。总之，效能分析与资源利用率评估将有助于企业实现可持续发展，提高经济效益，并满足社会对环保产品的需求。

3.3 成本效益分析与市场反馈

成本效益分析与市场反馈可以帮助企业评估生态设计和可持续发展措施的经济效益和市场反应，从而确定改进和调整的方向。成本效益分析是评估生态

设计和可持续发展措施所产生的成本与效益之间的关系。企业需要考虑生态设计所带来的成本增加，例如选择环保原材料的成本、环保工艺的投资成本等。与此同时，企业还需要评估这些措施所带来的效益，如资源利用效率的提高、污染排放的减少等。通过成本效益分析，企业可以判断生态设计措施的经济可行性，并决定是否需要进行进一步改进和优化。市场反馈是评估生态设计和可持续发展措施的市场接受度和市场竞争力的重要指标。企业需要了解消费者对环保产品的偏好和需求，以及市场上的竞争情况。通过市场调研和消费者反馈，企业可以了解自身产品在市场中的表现，并根据市场需求做出调整和改进。市场反馈也可以帮助企业定位和宣传自身的环保形象和价值主张，从而增加消费者对产品的认知和认同。为了进行成本效益分析和获得市场反馈，企业可以通过数据收集和分析，对企业生产成本、资源利用效率等进行评估和对比。同时，可以通过市场调研、消费者问卷调查等方式获取消费者对环保产品的态度和需求，了解竞争对手的产品特点和市场份额。这些评估和调整将有助于企业在可持续发展的道路上不断前进，并获得经济和环境双重效益。

4 结论

随着全球资源的稀缺和环境污染问题的日益严重，人们对可持续发展的关注度不断提高。纸质手工艺品作为一种传统的文化形式，其制作过程涉及到资源的消耗和环境的影响。因此，对纸质手工艺品的生态设计与可持续发展进行探索和研究具有重要意义。本文对纸质手工艺品的生态设计与可持续发展的研究，希望可以为促进纸质手工艺行业的可持续发展提供借鉴。☞

参考文献

- [1] 乔川壬. 环保纸质材料在纸质工艺品中的应用研究[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(09): 92-94.
- [2] 程菲, 韩雪松. 探析江西瑞昌剪纸艺术的生态保护和开发[J]. 湖北函授大学学报, 2017, 30(11): 188-189.

中小学纸艺教学的应用与实践路径探究

◎ 侯鉢玺（辽宁师范大学教育学部，辽宁大连 116029）

摘要：为锻炼学生动手实践能力、培育学生创新思维、强化学生想象能力、提高学生审美素养，教师理应优化中小学纸艺教学，转变自身教育观、改变教育模式、构建高效课程。文章分析了中小学纸艺教学的开展意义，通过借助互联网技术拓展教育资源，向学生提供丰富的内容、创新的课程模式，为学生做出简单的动作示范，提升学生对纸艺创作技巧的掌握程度等路径，推动学生全面发展。

关键词：中小学教学；纸艺教学；应用实践；路径分析

纸艺是优秀的传统艺术，是文化的传承，可作为中小学学生的重要教学内容。教师在纸艺教学中应强化对知识理念的讲解，完善知识框架，结合理论内容创建实践环节，以趣味的方式营造课堂环境，充分调动学生兴趣，全方位提升学生综合能力。

1 中小学纸艺教学的开展意义

1.1 有利于锻炼学生实践能力

现阶段，学校教育普遍更关注学生的智力发展，忽视学生动手实践能力，一味向学生灌输知识，未给学生提供实践与应用的机会，导致学生出现高分低能的现象，再加上多数学生在溺爱的环境中成长，几乎很少亲自动手劳动，不会动手、懒于动手等心理逐渐滋生。这种成长模式下的学生，遇事容易手忙脚乱、没有章程，需要耗费很长时间与精力适应社会的变化与生活模式的转变，对学生成长成才造成一定阻碍。实践是检验真理的唯一标准，是学生探索世界、了解世界的重要渠道，可以让学生在做中学的教育模式中激发对新鲜事物的认知兴趣，培养学生动手能力，提升学生自信，促进学生全面发展同时，有助于学生健康成长。^[1]而纸艺教学可以训练学生动手实践能力、思维发散能力、语言表达能力

及肢体协调能力等，可全面提高学生综合能力，让学生逐渐成长为果敢、行动力强的新时代人才。

1.2 有利于培养学生创新思维

创新是艺术的生命力，是艺术的精神内涵之一，是艺术的源泉。中小学时期的学生普遍处于思维活跃、想法天马行空的认知阶段，学生的观念是独特的，是具备个性化的，教师应根据新课改要求，不以“师云亦云”的观念教导学生，否则很容易让学生形成刻板印象与固态思维，不利于学生的成长成才。鉴于此，中小学教育事业中开发纸艺教学课程，引导学生掌握基础理论性知识时，可以保护学生的奇思妙想，让学生在创新型的课堂环境深度思考，在创新中挖掘美、感知美，从而尝试创造美与表现美。纸质手工作为一项充满趣味性的活动，能够调动学生参与教学的主动性，使学生在剪贴、折画等过程中产生快乐，提升对知识的探究兴趣，强化创作激情，满足自身求知欲。

1.3 有利于强化学生环保意识

随着信息技术的不断发展，越来越多的新兴产品出现在公众的日常生活中，为人们的生活带来便利性的同时，也给自然环境带来了许多生活垃圾，如果并未以科学有效的方式处理生活垃圾，久而久之，会产生极为严

□ 作者简介：侯鉢玺（1995.11-），男，汉族，辽宁省大连市人，辽宁师范大学教育学部 2021 级在读硕士研究生，研究方向：中国教育史。

重的环境污染问题，甚至影响人们的日常生活。中小學生作为未来社会发展的主力军，理应承担保护环境、让自然长青的责任。教师通过纸艺教学可培育学生自主节约资源的思维习惯与行为意识，指导学生二次利用生活垃圾，尝试通过创新思维与动手实践将生活垃圾变为艺术品，用于装饰生活，为生活增添色彩，调动学生对美好生活的渴望，产生自主“变废为宝”的意识形态，为构建美丽家园贡献自己的力量，从而强化自身的环保意识，投身环保事业。

2 中小学纸艺教学面临的问题

2.1 教学内容单一

很多教师在进行教学时，往往只选择几种常见的纸艺制作技巧进行教授，如基础的折纸、剪纸等。这导致学生在纸艺学习中的视野受限，无法接触到更广泛、更深入的纸艺技巧和知识。其次，纸艺教学内容的单一性也表现在缺乏与其他学科的整合，纸艺作为一种艺术形式，与数学、科学、历史等学科有着密切的联系。然而，在实际教学中，很少有教师能够将纸艺与其他学科进行有效地整合，从而限制了纸艺教学的广度和深度。

2.2 教学方法陈旧

中小学纸艺教学中，教学方法陈旧是亟待解决的问题之一。传统的教学方法以教师为中心，侧重技能的机械传授，忽视了对学生创新思维的培养和实践能力的锻炼。学生往往只是被动地接受知识，缺乏主动探索和实践的机会，导致纸艺作品缺乏创意和想象力。陈旧的教学方法限制了学生在纸艺领域的探索和发展，阻碍了他们对纸艺技能的深入理解和掌握。

2.3 教学资源不足

在中小学纸艺教学中，教学资源不足的问题也非常突出。一些学校由于资金有限，难以购买充足的纸艺教学材料和工具，如各种纸张、剪刀、胶水、彩笔等。这使得学生在学习过程中常常面临材料不足的情况，影响了他们的创作和实践。而且开展纸艺教学需要专门的教室和设备，但部分学校并没有为纸艺课程配备专门的教室，或者教室设备不齐全，难以满足教学需求。

2.4 教学实践欠缺

纸艺作为一门实践性很强的课程，需要学生通过亲手操作、实践探索来掌握技能和培养创新思维。然而，当前纸艺教学中往往存在重理论、轻实践的现象。一方面，一些教师过于注重纸艺知识的传授，而忽视了给学生提供充足的实践机会，导致他们难以真正掌握纸艺制作的技巧和方法。另一方面，部分学校对纸艺课程的安排不合理，缺乏连续性和系统性。纸艺教学需要循序渐进，由易到难，但一些学校在课程安排上没有考虑到这一点，导致学生难以逐步提升自己的纸艺技能和创作水平。

3 中小学纸艺教学的开展路径

3.1 增加实践机会，强化创新理念

纸艺教学既能强化学生的动手实践能力，还能加强学生思维逻辑，使学生在头脑中形成空间构架，提升学生文化素养与鉴赏能力。而多数教师与家长认为不应将时间与精力投放于纸艺教学中，应全力提升学生文化科目的能力，但实际上，这种观念对学生全面发展造成一定阻碍。所以，教师理应摒弃传统的片面思想，将理论与实践进行有机统一，为学生提供多元化的实践机会，以丰富多样的纸质材料、趣味性语言构建良好的创作环境，帮助学生掌握制作纸质艺术品的技巧与方式，带领学生创作更多优秀作品，以强化学生实践能力，让学生保持勤于动手的良好习惯，从而提高学生综合素养，让学生成为符合时代发展需求的复合型人才。在实践环节中，教师还能引导学生以自己喜欢的方式来设计自己心目中的形象，以个性化模式表现自身想法，教师积极与沟通，思考学生创作初衷与缘由，以肯定与表扬的态度面对一些学生奇妙的、荒诞的、有趣的思维，尽可能对作品提出建议或进行补充，从平等角度与学生探讨建议的可行性，不断完善纸质作品，强化学生的创造思维。

3.2 拓展教育资源，创新教育模式

现阶段中小学纸艺教学的可用资源相对较少，为确保教育的高效化、知识结构的完善化，教师应借助互联网技术，搜索与纸艺教学有关的信息素材，以丰富教学内容，深化学生对知识的认知。如多名纸艺爱好者在一

师一优课、纸艺网等平台都上传了自己的作品，或对他人的作品提出针对性建议，由此网站上整合了海量的纸艺内容，包括教学课件、图片视频等，教师综合性分析书本知识后，应筛选与之相符的素材，做好课前准备工作，将之巧妙地呈现给学生，提高学生认知深度与广度。教师还能观看网站上所上传的纸艺教学视频，逐步学习制作技巧，拓展纸艺教学的开展思路与制作艺术品的灵感思维。教师向学生提供可视化课件，可以让学生在图文并茂、视图合一的氛围下，集中注意力，并较为直观性学习纸质艺术作品的创作过程与基本流程，从而调动学生的主观能动性。教师可根据内容从微课、翻转课堂、探究式教学等多样化模式中筛选与学生相贴近的方式，尽可能保持学生认知兴趣、维持学生创新意识。教师可借助 UVE、PPT 等技术进行视频录制，使用 CS 软件剪辑视频，将更为完善、更为科学的制作纸质作品的过程与技巧呈现出来，加大指导学生力度，帮助学生学会独立完成纸艺创作，让教学变得有声有色。^[2]

3.3 结合社会生活，完善课程教育

中小学生在成长发育的重要阶段，教师必须根据学生学情与学习习惯，制定教学计划，指导学生学习和掌握制作纸质艺术品的技能，在发挥学生创造性思维的同时，培育学生艺术修养。首先教师应借助生活元素开展纸艺教学，围绕内容筛选与之对应的生活事物，让学生掌握知识，提高认知的过程中进一步了解生活与纸艺教学内容之间的关联性，使学生明确创作纸质艺术品的灵感多数来自生活，形成在生活中挖掘创作灵感的意识，养成观察生活、探索生活的行为习惯，从而不断提升学生创造能力，构建高效化课程。^[3]接着，为强化学生的理解，更好地帮助学生迁移内化知识体系，教师就能指导学生利用自己掌握的理论知识制作生活中的事物，引导学生互相沟通，分享创作灵感，完成创作，通过这种独特新颖的方式吸引学生，以生活调动学生能动性，可以提高学生学习热情，主动思考生活中的可用素材或日常纸制品的制作原理，推动学生深化感知纸艺的魅力，让学生学会学以致用，加强学生审美与鉴赏能力，使学生成为全面发展的高端人才。

3.4 简单示范引导，拓展学生思维

教师帮助学生掌握纸质艺术品的制作技巧是教育实践的关键之处。课程教育中，一些教师忙于开展所谓的创新教学，忽视了切身为学生示范基础知识与技巧应用；一些教师急于将纸艺作品的创作技巧全部传授给学生，未给学生留下充足的时间用以实践锻炼，导致教育效率长时间低下，难以提升。为避免这种现象频繁出现，教师理应在纸质教学中围绕课本知识重构创作计划，细分步骤进行示范，要求学生认真观察制作技巧与细节，等全体学生均掌握制作过程后，指导学生尝试亲自实践，在体验环节中总结创作技巧，并感知创作魅力与乐趣，从而自主参与纸艺教学，提升审美素养。撕纸在整个纸艺教学中是相对简单且易操作的动作，教师引导中小学生在用自己的双手与纸质材料进行沟通，通过撕纸强化作品的艺术感。由于中小学生的差异化极大，思维特点也各不相同，所以，一个相同的纸形会引发出多种答案，教师遵循求异思维对学生观念进行表扬，不局限学生思维拓展，可让学生从本质了解纸质艺术的魅力。

4 结语

综上所述，在中小学开展纸艺教学对培养和提高受教育者多方面能力，如实践能力、创新能力、审美能力等具有积极意义，基于此，学校和教师要在顺应新课改需求的基础上，从教育理念、教育资源、教育模式等方面进行优化与调整，同时，结合生活化工具与素材开展实践教学，以提高纸艺教学的实效性和针对性，从而促进学生德育体美劳的全面发展，培养复合型人才。📧

参考文献

- [1] 陈曼曼. 小学美术纸艺教学对学生动手能力的培养[J]. 美术教育研究, 2021(02):120-121.
- [2] 汤美霞. 小学美术纸艺教学实践与尝试[J]. 新课程研究, 2019(07):24-25.
- [3] 龚飞凤. 小学美术课程纸艺教学中的动手能力培养研究[D]. 湖南科技大学, 2016.

网络直播环境下的中国式出版现代化发展探析

◎ 贾琼（二十一世纪出版社集团，南昌 330000）

摘要：随着网络技术迭代的不断加快，直播带货逐渐成为各行业营销的新风口。越来越多的出版社结合自身优势，以市场化的眼光和前瞻性的思维培育自播团队，积极探索融合发展和产业升级。笔者以所在单位二十一世纪出版社集团自播团队建设实际情况为例，通过梳理网络直播环境对传统出版的影响，以探索出版社在高质量发展中践行中国式出版现代化新路径。

关键词：直播瓶颈；中国式出版现代化；良性机制

1 因时而变，随事而制——迎接网络直播环境带给出版的机遇和挑战

随着互联网技术的更新迭代升级速度不断加快，行业间的交集随之不断扩大并呈现出深度融合的态势，其中以跨界直播最具有代表性。

直播最早始于2014年，秀场直播方式让人们看到了“互联网+生活”的无限可能。随着秀场直播的体系日渐完善，类似于知识付费的“打赏”模式为直播带来了可观的经济效益，也为直播带货打下了良好的群众基础。2020年，直播带货爆发，人人皆可直播，万物皆可被直播，且疫情影响在客观上对直播带货起到了一定的推动作用，由于很多书店无法开张营业，直播带货作为一种“自救”途径，吸引出版社纷纷进驻直播平台。

1.1 “触手可及”的网络平台，打通出版终端“最后一公里”

据第51次中国互联网络发展状况统计报告，2022年，我国数字经济持续保持较快发展，全国网上零售额137853亿元，比上年增长4.0%。^[1]2023年4月23日，在第二届全民阅读大会上，中国新闻出版研究院发布了第二十次全国国民阅读调查结果。2022年我国成年国民的综合阅读率为81.8%，人均每天手机接触时长为105.23

分钟，其中，有2.8%的成年国民倾向于“视频讲书”这种新的阅读方式。^[2]从某种意义上说，“触手可及”的网络平台从很大程度上改变了人们的阅读方式，为直播视频讲书提供了良好的平台，打通了出版终端的“最后一公里”，给予了出版机构新的发展机遇。

1.2 直播常态化和流量化，促使出版机构在线“营业”

以往，出版机构宣发方式基本集中于举办线下新书发布会、现场讲座、网媒报道或官博、官微推介等，可触达半径有限，很可能形成“信息茧房”；网络直播以其时空优势，拓宽了交流空间，并以丰富的场景效果更直接地向用户传播内容，通过实时互动获得更多反馈。

据互联网及抖音相关数据，抖音用户人数增长迅速且人均使用时长提高，且图书销量增长明显：截至2022年第三季度，抖音用户达8.09亿左右，抖音日活用户量级超7亿，巨大的网民规模也为出版业直播提供了蓝海，抖音平台图书销售订单量已突破2.5亿单，直播、短视频分别带动图书GMV同比增长44%、41%。以二十一世纪出版社集团为例，仅2022年抖音自营直播销售码洋超过1700万元，直播推广触达超3000万人次，同比增长数倍。直播为出版机构赢得了可观的流量收益，为了加强品牌化运营，出版机构在线“营业”热度空前高涨。

1.3 泛娱乐化的直播带货，稀释图书产品的文化价值

如何在直播中更好地体现图书的商品属性？图书是凝聚作者智慧与编辑心血的精神产品，主播（编辑）需抓取其亮点，提炼其卖点，在直播中需树立图书在受众心中的差异化品牌形象，进行有效的价值引导。而在图书直播间中，往往不乏听到这样的话术：“3、2、1——上链接！”“倒数十秒就下架了，以后想买都买不到了啊！”这些商业话术掩盖了图书产品的真正卖点——其文化价值和精神价值。上文中提及直播最早是由秀场直播演化而来，属于一种娱乐行为。在娱乐文化大行其道的直播背景下，内容较为严肃的出版直播不免有些“曲高和寡”，主播们商业化、娱乐化的图书讲解风格往往在一定程度上稀释了图书蕴含的文化价值。

2 工欲善其事，必先利其器——建立出版直播良性的循环机制

出版实践表明，高质量的内容资源依然是出版业维持长足发展的基础因素，即“内容为王”。内容资源的呈现方式随着传播媒介的变化而变化，但其内涵并没有发生实质性的变化，这也正是著名作家和优秀作品始终在社会传播领域中具有较强的号召力的主要原因，这些也是出版社得以安身立命的根本。在直播浪潮席卷下，出版机构应结合自身优势，建立出版直播良性的循环机制。

2.1 善用平台资源，破译“流量密码”

巨大的平台流量带来了极高的商业价值，如何破译“流量密码”——利用平台资源引流为线上营销赋能，成为出版机构直播营销亟待解决的难点。2020年上半年，二十一世纪出版社集团在抖音平台上开通了官方账号“二十一世纪出版社童书”（现更名为“二十一世纪出版社集团官方旗舰店”）。在开设账号之初，这个仅有4人运营的直播团队前期侧重于练播和“养粉”，然后根据平台算法机制不断调整直播的场次、时长、图书组合、图书折扣、互动形式等，逐渐摸索出一条具有较强市场竞争力的差异化和专业化的营销路线，最终实现了有效的“圈粉”。在2023年4·23读书日期间，二十一世纪出版社集团官方旗舰店直播时长超过12小时，销售额同比增长了223%。

2.2 发挥内容优势，推出“种草产品”

由于出版社长期对接渠道商、书店等发行渠道，缺乏直接面对终端读者的营销经验，以致在直播带货中往往无法充分发力。而用户看直播的目的性很强，即购买物美价廉的商品。^[3]出版社可以根据抖音平台的整体用户画像，有针对性地为用户推出“种草产品”。在图书直播品类中，童书类产品占比超过五成，可谓占据了图书直播的半壁江山。作为童书出版的领跑者，二十一世纪出版社集团以其专业领域内的影响力，在读者群体中有着童书KOL（关键意见领袖）“人设”。其出版的《不一样的卡梅拉》系列、《大中华寻宝记》系列等图书通过与社群大V、阅读推广达人合作开展读书种草活动，收效良好。

2.3 消除头部主播掣肘，建立良性发展机制

目前，“网红”主播带书是流量最高、变现能力最强的一种模式，而与“网红”主播合作却成为许多出版社掣肘的“痛点”。网络直播售书的折扣低至二九折、三九折，出版社不仅要以高昂的“坑位费”或“坑位费+佣金”的模式获得大咖主播的合作机会，而且进入选品的图书需为全网最低价。图书类佣金一般是交易额的15%~30%，有的甚至达到40%。过度依赖头部主播不但没有给出版社带来客观的经济效益，反而要负担“码洋风暴”的沉没成本。为此，越来越多的出版机构培养自播团队，自播的优势在于编辑营销人员了解出版、发行全过程，对出版物有独到的选题眼光与图书见解，能够为用户提供图书内容以外的增值服务。

3 创意造言，皆不相师——突破“应景而作”的直播瓶颈

面对激烈的直播竞争，出版社想要处于优势地位，应不断地创新直播的内容和形式，给予用户全新的体验以及便捷的服务，使其对直播保持新鲜感，这样才能形成良好的口碑，增强受众黏性，扩大受众群体。

3.1 解构传播逻辑，创造想象空间

图书直播首先需要在有限的注意力里挖掘无限的想象空间。如在二十一世纪出版社集团抖音平台上，主播是这样介绍一本书的：“这是一本青蛙版的‘西游记’。”“五只青蛙居然有一百条腿？！”前者以耳熟能详的名著进行导入，开启读者的想象；后者在设置悬念中巧妙地引出所介绍的书名《五只青蛙一百条腿》，继续扩大

读者的想象空间,最后再通过该书对于幼儿学习数字具有较强的指导意义,兼顾了图书的文化价值和实用价值,其较高的性价比更易于用户接受。

图书既是传播和积累文化的重要媒介,又是促进知识与信息“新陈代谢”的催化剂。在直播模板化的今天,“内容为王”依旧是时代刚需,持续高质量内容输出依旧是最高效的流量密码。二十一世纪出版社集团会不定期盘活库存图书,由编辑结合图书内容与当下热点,加入新的解读,并通过增加图书音频、视频或新媒体课程等增值服务,增加产品的稀缺性,尽可能地提高图书的性价比。

3.2 丰富读者体验,实现价值共创

毛姆说,阅读是一座随身携带的避难所。出版社直播可以通过与读者进行高质量的互动建立深度连接,形成有价值的联系,帮助读者把时间、精力和精神等采购成本降到最低限度,使其获得更多实际利益。如编辑刘发达在讲述《三宝的天空》时,编辑说道:“你会怎么形容一朵花的美?你会怎么形容一缕风的温柔?你又会怎么形容一碗粥的香甜?你又会怎么形容阳光照耀大地时的慷慨……”文学作品中的美学与情感通过虚拟的想象流动,实现了编辑与读者的价值共创。

4 不期修古,不法常可——打造中国式现代化出版传播新业态

如上所述,互联网传播格局日新月异,给传统出版带来前所未有的挑战。出版机构应以自我革新的精神与时俱进,从而做出相应的准备。文化是一个国家、一个民族的灵魂,新时代新征程理应以中国式现代化领航社会主义文化强国建设,出版现代化就是中国式现代化的有机组成部分。^[4]

4.1 加强原创出版,注入“源头活水”

“问渠哪得清如许?为有源头活水来。”书籍即“源头活水”,使人常读常新。《出版业“十四五”时期发展规划》中专门提出启动实施原创精品出版工程。近年来,各级政府部门持续加大原创出版的扶持力度,图书市场销售原创图书品种比重不断上升,销量表现突出。网络新媒体为原创出版物带来全新机遇,数字出版、“互联网+”和“IP”化运营,原创出版衍生空间随之扩大。二十一

世纪出版社集团在原创精品出版上打造优秀IP资源,如获中华优秀出版物奖的《大中华寻宝记》系列图书同名动画片登陆央视,获“五个一工程奖”的《一百个孩子的中国梦》打造的系列微电影正陆续推出。

4.2 深化融合发展,共振时代脉搏

自2021年起,国家新闻出版署每年启动出版融合发展工程。得益于宏观层面政策的支持,出版网络阵地进一步巩固壮大。传统出版业拥有丰富的内容资源,在深耕主业的同时,与其被互联网极速更新迭代的技术潮裹挟而随波逐流,不如乘势而上,主动拓展出版行业边界,多维度、多层次尝试跨界融合,以全新的读者观和消费观占领新的消费空间和精神高地。在探索与互联网新媒体深度融合和产业升级上,二十一世纪出版社集团与斗半匠文化公司进行战略合作,是传统出版与电商市场的优势互补,也是出版文化企业与网络科技公司的“双向奔赴”。由双方打造的《爆笑小古文》成为抖音现象级“爆款”,销售册数达100万册。

5 结语

综上所述,出版单位只有从自身出发、从实际出发,充分而主动地探索媒体深度融合,建立出版生态的良性循环,才能让网络直播营销模式走向可持续发展之路。此外,出版工作是社会主义意识形态领域的重要阵地,在直播中,出版单位需紧守意识形态阵地,推广先进文化,积极践行文化使命,以期更好地为中国式出版现代化的繁荣做出贡献。

参考文献

- [1] 中国互联网络信息中心. 第51次中国互联网络发展状况统计报告[R]. 北京:中国互联网络信息中心,2023.
- [2] 书香中国. 第20次全国国民阅读调查:35.5%的成年国民有听书习惯[EB/OL]. 2023[2023-04-23]. <https://ie.bjd.com.cn/5b165687a010550e5ddc0e6a/contentApp/5b16573ae4b02a9fe2d558f9/AP6444a182e4b05339adcc9676?isshare=1>.
- [3] 张聪聪. 当出版遇上直播带货 未来值得拭目以待[EB/OL]. 2020[2020-07-09]. 人民网-人民日报海外版.
- [4] 周蔚华. 中国式出版现代化的时代内涵、本质特征与动力机制[J]. 编辑之友, 2023(1):21-28.

一种高性能碳纸用原纸的树脂浸渍装置

申请公布号: CN 114855506 A

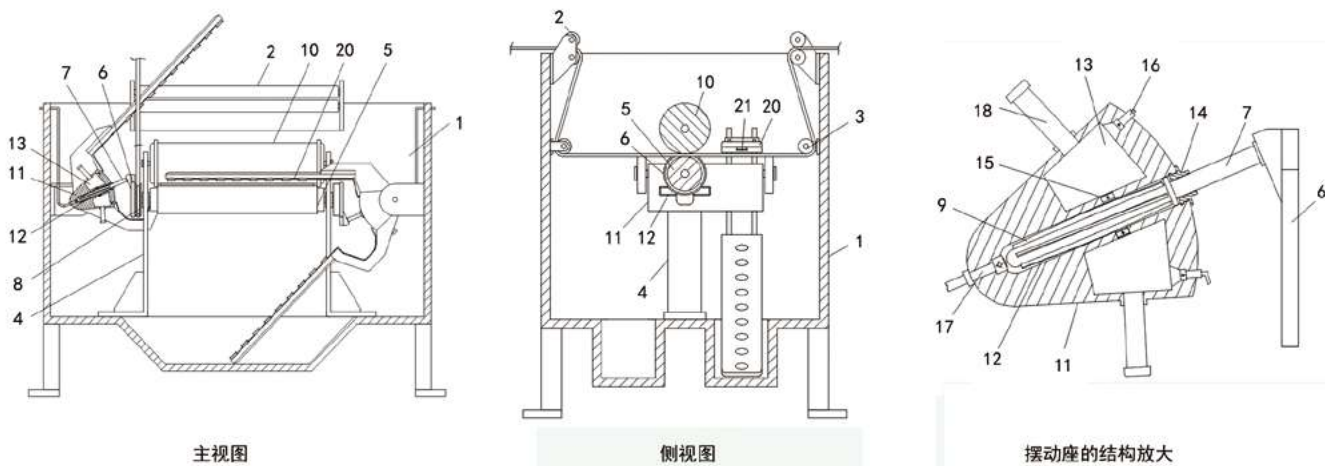
发明人: 郭大亮 沙力争 王虹 孙其忠 李静
许银超 苑田忠 童欣 常紫阳

申请人: 浙江科技学院

碳纸(碳布)又称为碳纤维纸(布),是燃料电池实验的专用材料,即气体扩散层,气体扩散层为燃料电池的心脏——膜电极组(MEA)中一项不可或缺的材料,它扮演着MEA与双极板之间的沟通桥梁角色。为了满足PEMFC对于碳纸高机械强度的要求,碳纸原纸还需要通过树脂浸渍来进一步提高强度,然后通过热压成型赋予碳纸原纸良好的树脂界面结合性、表面平整性及孔隙结构特性。

树脂浸渍热压是有效提高碳纸强度与表面平整性,并平衡透气性与强度性能的关键技术。为了满足PEMFC对于碳纸高机械强度的要求,碳纸原纸还需要通过树脂浸渍来进一步提高强度,然后通过热压成型赋予碳纸原纸良好的树脂界面结合性、表面平整性及孔隙结构特性。研究表明,酚醛树脂转

化的树脂碳对环境污染小,易于渗透到纤维,并且碳化后有着较高的碳含量和良好的碳化结构,故酚醛树脂被认为是碳纸原纸浸渍热压成型的良好助剂。当浸渍酚醛树脂用量15%时,燃料电池在0.5V和1.2 N·m转矩下的电流密度可达202 A/m²。但是,纯酚醛树脂存在脆性大、韧性差的问题,限制碳纸力学和电学性能进一步提升。另外,酚醛树脂在热压过程中短切碳纤维间膜状扩张会导致气孔大小和分布不均,以及气孔率低的缺陷;研究显示,氢气和氧气的传递与液态水的传导贯穿于燃料电池工作中,透气均匀性及水传递性能对燃料电池性能和催化剂性能存在较大影响。透气率与碳纸孔隙率和压缩率有关,通常碳纸孔隙率在60%~80%之间。因此,如何平衡碳纸原纸酚醛树脂浸渍热压过程碳纸的强度、表面平整性、孔隙率和透气度关系是这一处理过程的技术难点。根据国内外最新研究资料,采用纳米碳纤维改性酚醛树脂方法,可以改善酚醛树脂韧性、耐热性等性能,实现碳纸强度性能、导电性能和孔隙率的协同提升,例如酚醛树脂浸渍过程添加碳纳米管,碳纸导电率可以从66 S/cm提高到175 S/cm。另外,项目团队前期研究发现,酚醛树脂涂布浸渍过程存在黏辊问题,影响碳纸树脂浸渍过



1—浸渍箱 2—导向辊 3—拉平辊 4—支座 5—主驱辊 6—转盘 7—斜插杆 8—带轮 9—激流凸条 10—副驱辊 11—摆动座 12—扁平槽 13—存储腔 14—滑套 15—连接管 16—引出管 17—进气管 18—加料管 19—密封软罩 20—压液板 21—喷头

图1 浸渍箱内部结构

程表面平整性及批量生产工艺；同时，研究显示，热压成型温度、时间对碳纸孔隙结构和强度性能也具有重要影响作用。合适的热压工艺，有助于提升碳纤维与酚醛树脂的界面结合，改善碳纸表面平整性，有效降低碳纸表面接触电阻。

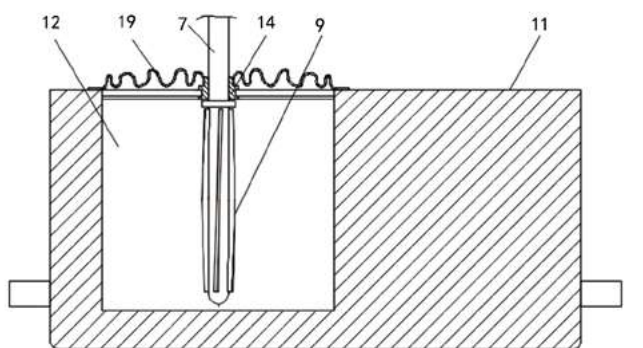
现有的树脂浸渍技术中，多是将碳纸原纸直接浸入树脂溶液中，并使其不断输送，而碳纸原纸的单方向输送，仅是单向穿过树脂溶液，树脂溶液较为粘稠，缺乏向碳纸原纸内部进行渗透的压力，从而导致浸渍效果较差，浸渍时间较长。

提供一种高性能碳纸用原纸的树脂浸渍装置。

如图1至图3所示，该种高性能碳纸用原纸的树脂浸渍装置的浸渍箱内存储树脂，浸渍箱中设置有引导组件，该引导组件将碳纸原纸引导至浸渍箱中，并支撑碳纸原纸水平输送，浸渍箱中设置有主驱辊和副驱辊，浸渍箱的内部固定安装有支座，主驱辊与副驱辊均转动安装于拉平辊的内侧，碳纸原纸浸入浸渍箱中树脂后穿过拉平辊与副驱辊之间的间隙，驱动主驱辊转动，即可带动碳纸原纸进行运动输送，并配合外部的收卷设备对碳纸原纸进行收卷，浸渍箱对应主驱辊两端的内壁上均转动安装有摆动座，摆动座的内部设置有水平扁平槽，主驱辊的外端通过转轴固定连接有转盘，转盘的边缘处固定连接有与水平轴向倾斜设置的斜插杆，斜插杆活动插接于扁平槽的内部，摆动座的顶部和底部均

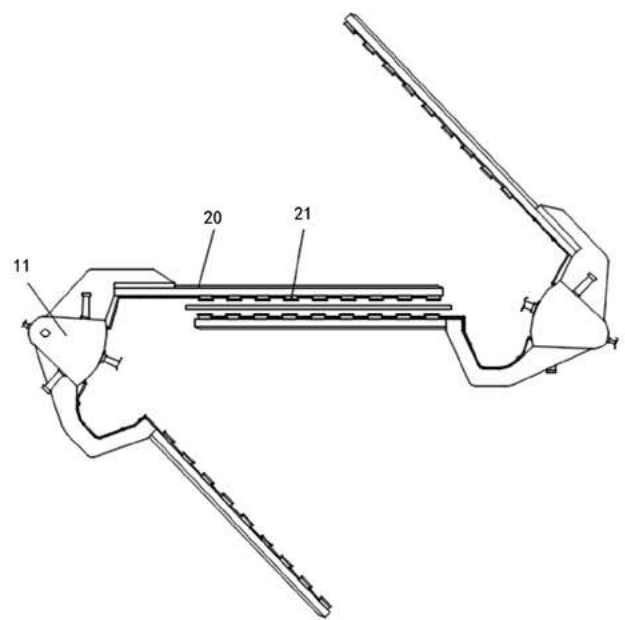
通过连接架固定连接有压液板，且两组压液板分别位于碳纸原纸的上方和下方，两个摆动座上的压液板相互错位设置，避免产生碰撞和干涉，主驱辊通过转动带动碳纸原纸在浸渍箱中输送，进行树脂的不断浸渍，同时，也会带动转盘转动，使斜插杆沿周向运动，而扁平槽可以支撑和适应斜插杆水方向的运动，因此斜插杆周转，会带动摆动座上下摆动，进而带动两组压液板在碳纸原纸的上方和下方摆动，进而推进树脂溶液在浸渍箱中不断波动，而碳纸原纸的单方向输送，仅是单向穿过树脂溶液，而树脂溶液较为黏稠，缺乏向碳纸原纸内部进行渗透的压力，而两组压液板的不断摆动，会压动树脂溶液在碳纸原纸上产生一个沿碳纸原纸表面垂直的流动驱动，进而使树脂溶液可以加充分快速地渗入碳纸原纸的内部，进而极大地提高碳纸的生产质量，并加快碳纸加工的生产效率。

引导组件包括两组导向辊和两组拉平辊，两组导向辊分别安装在浸渍箱两端的顶部，用于将碳纸原纸引入和引出，两组拉平辊分别安装在浸渍箱两端的内壁，两组拉平辊将碳纸原纸拉平，碳纸原纸



7—斜插杆 9—激流凸条 11—摆动座 12—扁平槽 14—滑套
19—密封软罩

图2 摆动座的剖视



11—摆动座 20—压液板 21—喷头

图3 两组压液板的另一种工作状态

经其中一组导向辊引入浸渍箱中后，向下穿过一组拉平辊，再横向穿过另一组拉平辊后，向上穿过另一组导向辊，即可完成对碳纸原纸的导向牵引，使两个拉平辊之间的碳纸原纸，可以水平地穿过主驱辊和副驱辊。

主驱辊的其中一端固定连接带有带轮，浸渍箱的外部设置有驱动电机，该驱动电机通过皮带与带轮传动连接，并驱动主驱辊进行转动，从而实现主驱辊的转动驱动。

摆动座的内部设置有存储腔，存储腔中存储用以对树脂进行改性材料，压液板的内侧固定连接带有喷头，存储腔通过引出管与各喷头连接，存储腔中的改性材料通过喷头向喷出，并融入至树脂溶液中。

扁平槽的外部端口处设置有滑套，滑套沿扁平槽的端口处滑动，斜插杆贯穿滑套，并与滑套转动连接，进而可以利用滑套对斜插杆进行进一步支撑，并利用滑套抵消斜插杆因周转而产生自转对扁平槽端口的损耗。

摆动座上固定安装有进气管，进气管与浸渍箱的外部连接，存储腔与扁平槽之间设置有连接管，进气管的内部、连接管的内部以及引出管的内部均设置有单向阀，滑套与斜插杆之间设置有密封圈，滑套与扁平槽的端壁之间设置有对扁平槽进行密封的密封件，三组单向阀仅允许气体向喷头处流动，进而在实际运动时，斜插杆在扁平槽中不断摆动，在激流凸条的两侧形成对扁平槽的挤压区，从而在斜插杆摆动的同时，也会将部分气体挤入至存储腔中，而由单向阀作用，存储腔中的气体增多，也会向喷头处输送，从而将存储腔中粉末状的材料吹出，同时，利用进气管的连接使得外部气体可以补偿至扁平槽中，以此实现循环，实现向树脂溶液中添加改性材料的功能，而由于材料跟随气体进入树脂材料，而气体会增加溶液的竖直运动，从而提高材料的融入速度，并跟随着压液板的不断摆动，对竖直溶液进行充分搅拌，进一步地加快材料的融合速率。

密封件为密封软罩，密封软罩分别与摆动座的外壁以及滑套的外壁固定连接，进而使密封软罩与

扁平槽之间形成封闭空间，以支撑斜插杆对空气的挤压。

斜插杆的外壁固定连接有多组激流凸条，且激流凸条沿斜插杆的外壁螺旋倾斜设置，在转盘带动斜插杆周转时，斜插杆在扁平槽的内部也产生自转，进而随着斜插杆在转盘中的运动，当激流凸条经过连接管处时，会将气体挤入至连接管中，从而加强对气体的流动驱动，进一步地提高喷头的喷气效果。

存储腔中安装有加料管，加料管延伸至摆动座的外部，加料管用于向存储腔中添加材料，加料管可以连接其他的材料提供设备，例如利用泵体将材料送入，或者使扁平槽与更大的材料存储设备连接，利用材料自重向存储腔中补充，也可以在加料管设置密封盖，一次向存储腔中装满后封闭加料管，等待用完后再次添加，从而完成材料的补充。

一种双面离型原纸及其制备方法

申请公布号：CN 114855495 A

发明人：李加华 董超 朱宏伟 史梦华 吴飞
姜云 李佳

申请人：岳阳林纸股份有限公司

双面胶带是以纸、布、塑料薄膜为基材，再把弹性体型压敏胶或树脂型压敏胶均匀涂布在基材上制成的卷状胶黏带，一般是由基材、胶黏剂、离型纸三部分组成。双面胶带具有耐高温、耐溶剂，抗老化，黏性好等特性。广泛用于文具、办公、电子、汽车边饰固定、皮革、铭板、鞋业、制纸、手工艺品黏贴定位等方面。

离型纸是制作双面胶带必需的一种隔离材料，主要用于贴覆在胶带的表面用来保护胶带表面的胶黏剂层，既能防止预浸料黏连，又能保护预浸料不受污染。现有胶带用离型纸一般是在离型原纸的表面淋膜一层淋膜层（采用的材料主要是聚乙烯），然后在淋膜层的表面涂布一层离型剂层（采

用的材料主要是硅油)得到离型纸。

目前行业中,大多采用普通离型原纸加工形成离型纸,普通离型原纸因透气性不良,易在复合加工过程中而起泡,而导致复合不牢产生脱层现象,同时也存在平整性差,涂布不均匀、防渗透力差等不足。

因此,提供一种离型原纸,满足市场需求。

技术方案:该种双面离型原纸由以下组分制成:漂白硫酸盐木浆,其中包括质量百分比为65%~70%漂白硫酸盐阔叶木浆及质量百分比为30%~35%的漂白硫酸盐针叶木浆;每吨绝干浆料添加填料120~150 kg、干强剂5~10 kg、AKD型施胶剂12~16 kg、阳离子淀粉8~12 kg、聚丙烯酰胺0.7~0.9 kg、改性皂土2.0~3.0 kg、有机微粒0.2~0.3 kg。

填料具体为碱回收白泥精制碳酸钙、重质碳酸钙、轻质碳酸钙中的任意一种或多种。干强剂具体为两性聚丙烯酰胺类纸用干强剂。改性皂土具体为改性膨润土。有机微粒具体为有机阴离子微粒。

制备方法及步骤:将漂白硫酸盐阔叶木浆、漂白硫酸盐针叶木浆分别打浆;将打浆后的漂白硫酸盐阔叶木浆、漂白硫酸盐针叶木浆配比,组成原料浆;向原料浆中加入填料、干强剂、AKD型施胶剂,混匀,然后除渣除气;向除渣除气后的原料浆中加入阳离子淀粉、聚丙烯酰胺,混匀,然后筛选;向筛选后的原料浆中加入改性皂土、有机微粒,混匀,得到上机浆;将上机浆上网抄造,然后脱水成形、压榨、前干燥、表面施胶、后干燥、压光,即得双面离型原纸。

将漂白硫酸盐阔叶木浆打浆至浓度3.0%~4.0%,打浆度为42~46°SR,纤维湿重为3.0~6.5 g;将漂白硫酸盐针叶木浆打浆至浓度为3.5%~4.5%,打浆度为40~44°SR,纤维湿重为16.0~25.0 g。

上机浆的浓度为0.6%~1.0%,打浆度为35~50°SR,纤维湿重为4.0~8.0 g,上网pH值为7.5~8.2。

将上机浆压榨三次,第一次压榨的线压力为55 kN/m,第二次压榨的线压力为85 kN/m,第三次压榨的线压力115 kN/m;压光的线压力为40~60 kN/m。制得的双面离型原纸定量为70~80 g/m²,分层力≥1.8 N/25m,内结合力600~620 J/m²。

从浆料配比、打浆工艺、上网抄造的条件等方面进行改进,使得双面离型原纸的内在特性和外观质量标准更高,所制备的双面离型原纸具有较好的抗张强度和结合强度,原纸淋膜、涂硅加工过程中不易断头、起泡,用其加工生产出的双面胶带不脱层,满足使用要求。

其中,双面离型原纸的主要技术指标:纵向裂断长≥4500 m,横向裂断长≥2000 m,内结合强度≥450 J/m²,分层力≥1.4 N/25m,透气度≤250 ml/min,吸水性25.0±5.0 g/m²。

内结合强度、分层力等是关键指标。采用100%化学商品浆,以漂白硫酸盐阔叶木浆(LBKP)为主,占浆料质量的65%~70%;掺配部分漂白硫酸盐针叶木浆(NBKP),占浆料质量的30%~35%。其中,针叶木浆单根纤维强度高,纤维结合力大,可使纸张具有较高的强度;而阔叶木浆可改善纸页匀度,改善淋膜复合适应性,通过长短纤维混配,提高双面离型原纸的性能。

此外,还加入填料、干强剂、AKD型施胶剂、阳离子淀粉、聚丙烯酰胺、改性皂土、有机微粒复配,其中,添加填料能提高纸张平滑度和降低生产成本;添加干强剂、阳离子淀粉可以提高纸张强度;添加AKD型施胶剂的作用为提高纸张抗水性;添加聚丙烯酰胺、有机微粒能提高浆料留着率;添加改性皂土能提高浆料滤水性能。

制备过程中,填料、干强剂、AKD依次添加。填料加入前需要过滤,干强剂加入前需要过滤、稀释,AKD加入前需要过滤。阳离子淀粉、聚丙烯酰胺也依次添加。阳离子淀粉、聚丙烯酰胺加入前需要过滤、稀释。改性皂土、有机微粒也是依次添加。改性皂土、有机微粒加入前需要过滤、稀释。

加入阳离子淀粉、聚丙烯酰胺混匀后,进行筛

选主要是除去粗大杂质,采用的是压力筛,筛缝为0.25 mm。

前干燥具体是:湿纸页从压榨部出来后进入前干燥进行干燥,控制出前干燥水分在6.0%~7.0%;后干燥:纸页通过表面施胶后进入后干燥进行干燥,控制出后干燥水分在5.0%~7.0%。表面施胶:原淀粉通过蒸煮糊化后得到胶料,在胶料里按每吨纸添加2.0~3.0 kg的AKD型施胶剂,再通过计量棒涂在纸张表面,表面施胶量 $3.6\pm 0.4\text{ g/m}^2$ 。其可以改善纸张表面性能,提高纸张表面强度。表面施胶采用的膜转移施胶压榨,可以在线两面同时施胶。

实施例1:双面离型原纸由以下组分制成:漂白硫酸盐木浆,其中包括质量百分比为65%漂白硫酸盐阔叶木浆及质量百分比为35%的漂白硫酸盐针叶木浆;填料(碱回收白泥精制碳酸钙:重质碳酸钙=60:40)每吨绝干浆料添加140 kg;干强剂(两性聚丙烯酰胺类纸用干强剂)每吨绝干浆料添加8 kg;AKD型施胶剂每吨绝干浆料添加14 kg;阳离子淀粉每吨绝干浆料添加12 kg;聚丙烯酰胺每吨绝干浆料添加0.7 kg;改性皂土(改性膨润土)每吨绝干浆料添加2.5 kg;有机微粒(有机阴离子微粒)每吨绝干浆料添加有机微粒0.2 kg。

制备方法及步骤:将漂白硫酸盐阔叶木浆打浆至浓度为3.6%,打浆度为44°SR,湿重为3.8 g;将漂白硫酸盐针叶木浆打浆至浓度为4.2%,打浆度为42°SR,湿重为19.0 g;将打浆后的漂白硫酸盐阔叶木浆、漂白硫酸盐针叶木浆按照65:35配比,组成原料浆;向原料浆中加入填料、干强剂、AKD型施胶剂,混匀,然后除渣除气;向除渣除气后的原料浆中加入阳离子淀粉、聚丙烯酰胺,混匀,然后筛选;向筛选后的原料浆中加入改性皂土、有机微粒,混匀,得到上机浆,上机浆的浓度为0.8%,打浆度为46°SR,纤维湿重为5.6 g,上网pH值为7.8;将上机浆上网抄造,然后脱水成形、压榨、前干燥、表面施胶、后干燥、压光,即得双面离型原纸;其中,压榨进行三次,第一次压榨的线压力为55 kN/m,第二次压榨的线压力85 kN/m,第三次压榨的线压力

115 kN/m;压光的线压力为60 kN/m。

所制得的双面离型原纸,生产定量为70 g/m²,内结合力为618 J/m²,分层力为1.86 N/25m,纵向裂断长6.92 km,横向裂断长2.71 km,横向伸缩率为2.7%,水分6.0%,吸水性值25.7 g/m²,平滑度43 s。

双面离型原纸在加工时需要在原纸的两面淋上一层PE膜,要确保PE膜覆盖在原纸表面平整,黏接牢靠,同时又不分层、不起泡、不脱层,需要控制好内结合强度与分层力两个指标。一般为保证在使用时能够顺利剥离,要求分层力平均大于1.4 N/25mm,如果分层强度低,纤维内部容易揭开造成使用麻烦。为防止离型原纸在使用过程中被黏胶剂等撕裂分层,因此需要较高的内结合强度。假若因为离型原纸内结合强度差,出现原纸分层,会导致胶带复卷或使用因纸张分层而无法正常使用,故要求内结强度大于450 J/m²。

制备的双面离型原纸,内结合力为618 J/m²,分层力为1.86 N/25m,性能优异,可以充分满足双面离型原纸的需求。

实施例2:双面离型原纸由以下组分制成:漂白硫酸盐木浆,其中包括质量百分比为70%漂白硫酸盐阔叶木浆及质量百分比为30%的漂白硫酸盐针叶木浆;填料(碱回收白泥精制碳酸钙:重质碳酸钙=65:35)每吨绝干浆料添加135 kg;干强剂(两性聚丙烯酰胺类纸用干强剂)每吨绝干浆料添加9 kg;AKD型施胶剂每吨绝干浆料添加13 kg;阳离子淀粉每吨绝干浆料添加12 kg;聚丙烯酰胺每吨绝干浆料添加0.8 kg;改性皂土(改性膨润土)每吨绝干浆料添加2.5 kg;有机微粒(有机阴离子微粒)每吨绝干浆料添加有机微粒0.2 kg。

制备方法及步骤:将漂白硫酸盐阔叶木浆打浆至浓度为3.8%,打浆度为46°SR,湿重为3.6 g;将漂白硫酸盐针叶木浆打浆至浓度为4.3%,打浆度为41°SR,湿重为19.3 g;将打浆后的漂白硫酸盐阔叶木浆、漂白硫酸盐针叶木浆按照70:30配比,组成原料浆;向原料浆中加入填料、干强剂、AKD型施胶剂,混匀,然后除渣除气;向除渣除气后的原

料浆中加入阳离子淀粉、聚丙烯酰胺，混匀，然后筛选；向筛选后的原料浆中加入改性皂土、有机微粒，混匀，得到上机浆，上机浆的浓度为0.76%，打浆度为45°SR，纤维湿重为5.2g，上网pH值为7.5；将上机浆上网抄造，然后脱水、压榨、前干燥、表面施胶、后干燥、压光，即得双面离型原纸；其中，压榨进行三次，第一次压榨的线压力为55kN/m，第二次压榨的线压力85kN/m，第三次压榨的线压力115kN/m；压光的线压力为60kN/m。

所制得的双面离型原纸，生产定量为70g/m²，内结合力为610J/m²，分层力为1.81N/25m，纵向裂断长6.30km，横向裂断长2.52km，横向伸缩率为2.7%，水分5.6%，吸水性值24.9g/m²，平滑度46s。

一种造纸用纸浆过滤装置及其使用方法

申请公布号：CN 114837010 A

发明人：肖乾楚

申请人：城步苗族自治县银河纸业有限责任公司

传统纸浆过滤都是利用一个简单的过滤网进行过滤除杂，过滤一定时间后，需要对滤网上的滤渣进行及时清除，不然会直接影响过滤的效率和效果，该方式不仅浪费时间和人力，降低工作效率，而且不能实现浆渣的自动收集，使用麻烦，在流水线的使用上受到一定的局限性，导致实用性低，因此，提出一种造纸用纸浆过滤装置及其使用方法。

如图1~图3，该种造纸用纸浆过滤装置底板的顶部固定连接有用接料筒，接料筒的一侧底部设有出料管，出料管上安装有控制阀，底板的顶部一侧固定连接有用竖板，竖板的一侧顶部固定连接有用横板，横板的一侧固定连接有用位于接料筒正上方的储料筒，储料筒的一侧底部设有输料管，输料管上安装有点电磁阀，接料筒的顶部密封转动连接有过滤盘，过滤盘的顶部边缘呈环形等距开设有3个椭圆

槽口，3个椭圆槽口的底部内壁均设有滤孔，3个椭圆槽口的内部均设有用于刮除滤后浆渣的刮除机构，刮除机构上还对称设有两组用于敲击过滤盘实现振动过滤的敲击机构，底板的顶部远离竖板的一侧设有用于对刮落的浆渣进行收集的收集机构，且收集机构上设有与敲击机构配合使用的传动机构，横板的底部设有用于驱动过滤盘转动的驱动机构，竖板远离接料筒的一侧设有控制面板。

还可作如下改进：刮除机构包括贯穿转动连接在椭圆槽口7底部内壁靠近边缘一侧的转杆，转杆的外壁固定套设有弧形刮板，弧形刮板与椭圆槽口的开口相适配，转杆的底端固定套设有第一齿轮，接料筒的外壁固定连接有用与第一齿轮活动啮合的弧形齿条，当过滤盘转动时可以带动弧形刮板旋转，通过第一齿轮与弧形齿条的啮合，能够带动弧形刮板转动并对过滤盘上的浆渣进行刮除。

弧形刮板的底部设有防水橡胶垫，且防水橡胶垫的底部与椭圆槽口的底部内壁挤压接触，通过防水橡胶垫与椭圆槽口的底部内壁挤压接触，不仅能够对里面过滤的纸浆起到阻隔的效果，同时在弧形刮板转动时，还能对浆渣进行有效地刮除。

刮除机构上还对称设有两组用于敲击过滤盘实现振动过滤的敲击机构，敲击机构包括贯穿转动连接在弧形刮板一侧的转轴，转轴位于弧形刮板内侧的一端固定套设有敲击块，敲击块的底端与椭圆槽口的底部内壁相接触，转轴的外壁套设有扭簧，且扭簧的两端分别与弧形刮板的一侧和敲击块的一侧固定连接，通过转轴的转动以及配合扭簧的弹力复位能够带动敲击块来回转动，实现对过滤盘的敲击，进而达到振动过滤的效果。

底板的顶部远离竖板的一侧设有用于对刮落的浆渣进行收集的收集机构，收集机构包括对称固定连接在底板顶部的两个支撑杆，两个支撑杆的另一端固定连接有用同一个弧形槽板，弧形槽板位于过滤盘的一侧下方，底板的顶部一侧放置有用位于弧形槽板一侧下方的滤渣筒，弧形刮板刮落的浆渣能够落入弧形槽板内，便于对浆渣的收集。

收集机构上设有与敲击机构配合使用的传动机构,传动机构包括固定连接在弧形槽板远离滤渣筒一侧的弧形条板,弧形条板的顶部等距固定连接有多个弧形端面齿条,转轴位于弧形刮板外侧的一端固定套设有第二齿轮,且第二齿轮分别与多个弧形端面齿条活动啮合,在过滤盘带动弧形刮板旋转时,通过第二齿轮与弧形端面齿条的啮合,能够带动转轴进行转动。

过滤盘上设有用于对收集机构上的浆渣进行集中清理的清理机构,清理机构包括固定连接在过

滤盘顶部一侧的U型连接杆,U型连接杆的另一端固定连接有与弧形槽板对应适配的毛刷,过滤盘的底部一侧固定连接有固定杆,固定杆的底端固定连接有位于毛刷正下方的接漏盒,且接漏盒位于弧形槽板的下方,过滤盘转动能够带动毛刷旋转并将弧形槽板内堆积的浆渣推落至滤渣筒内进行集中收集,而接漏盒能够顺利通过弧形槽板的下方并跟随毛刷一起移动,能够在毛刷离开弧形槽板后对毛刷上的液体和浆渣进行接漏,防止掉落在底板上,减少后期清理的麻烦。

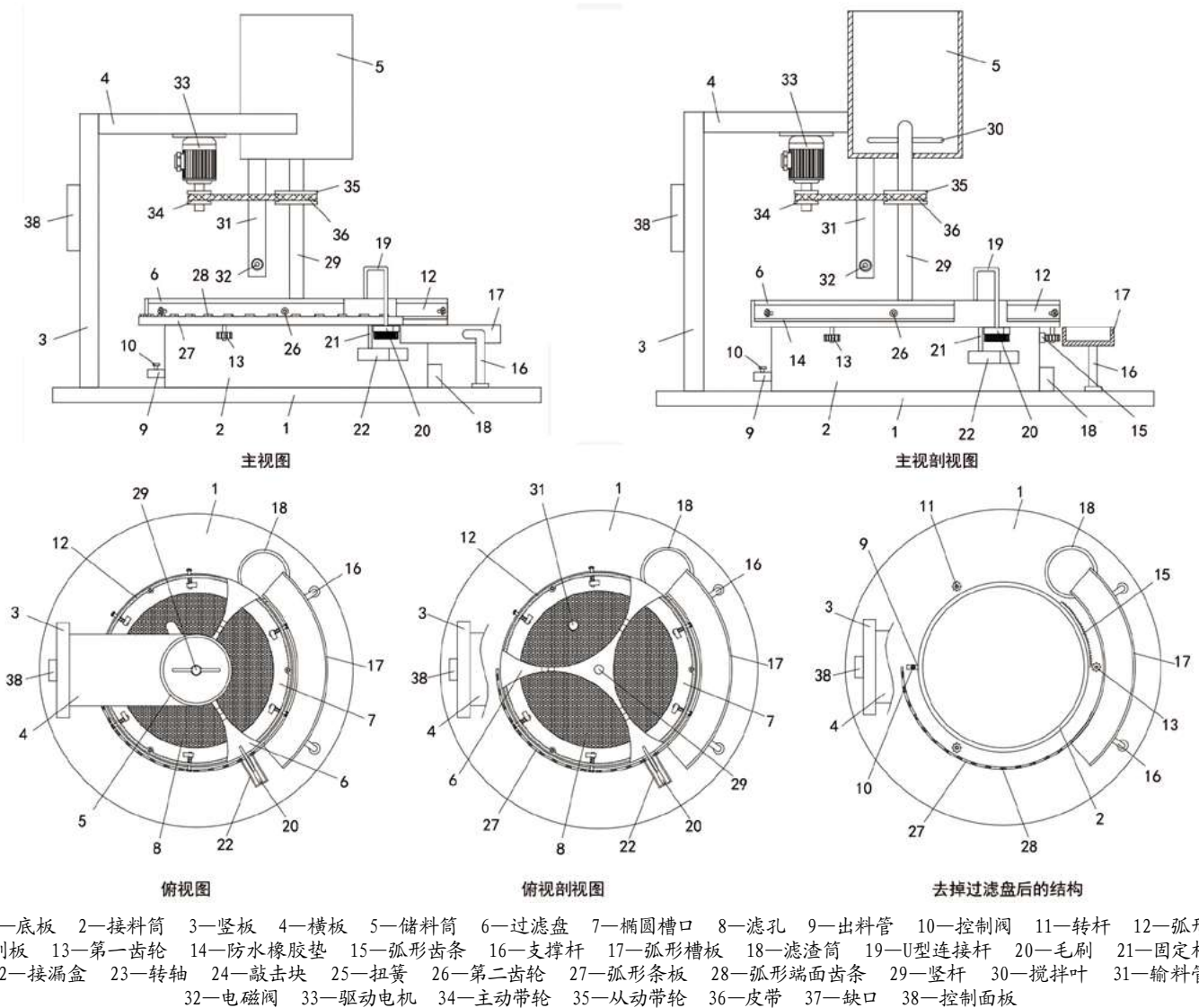


图1 造纸用纸浆过滤装置的整体结构

横板的底部设有用于驱动过滤盘转动的驱动机构，驱动机构包括固定连接在横板底部的驱动电机，驱动电机的输出轴上固定套设有主动带轮，过滤盘的顶部圆心处固定连接有竖杆，竖杆的外壁固定套设有从动带轮，从动带轮和主动带轮上传动套设有同一个皮带，启动驱动电机能够通过皮带带动竖杆转动，进而带动过滤盘进行转动，实现振动和自动除渣的过滤效果。

竖杆的顶端密封转动贯穿储料筒的底部并延伸至储料筒的内部，竖杆位于储料筒内部的一侧对称固定连接有两个搅拌叶，在竖杆转动的同时能够通过搅拌叶对储料筒内部的纸浆进行搅拌，防止在输送过程中产生沉淀。

过滤盘的顶部设有3个缺口，3个缺口的旋转路径与输料管的底端相对应，在输料管输送纸浆进入椭圆槽口内时，过滤盘转动能够使纸浆通过缺口，避免纸浆落在过滤盘的顶部，在过滤盘旋转的离心力作用下被甩出过滤盘，以此可以保证工作环境的干净。

该种造纸用纸浆过滤装置的使用方法步骤：(1) 将待过滤的纸浆先输入储料筒内进行储存，通过控制面板打开电磁阀，使储料筒内的纸浆通过输料管输入至椭圆槽口内，过滤后的纸浆顺着滤孔流入接料筒内进行收集，过滤后的浆渣则留在椭圆槽口内；(2) 通过控制面板启动驱动电机，可以通过皮带带动竖杆转动，竖杆带动搅拌叶进行旋转，以此实现对储料筒内的纸浆搅拌的功能，防止在输送过程中发生沉淀；(3) 在竖杆转动的同时能够带动过滤盘进行逆时针转动，同时带动弧形刮板旋转，在第二齿轮与弧形端面齿条啮合时，能够带动转轴转动，并带动敲击块旋转使扭簧扭转，当第二齿轮与弧形端面齿条脱离啮合时，能够在扭簧的弹力作用下带动敲击块反向旋转并对过滤盘进行敲击，以此

实现振动的效果，使得过滤盘上堆积在一起的浆渣进行振动过滤，提高过滤的效果和速度；(4) 在过滤盘继续带动弧形刮板逆时针转动时，通过第一齿轮与弧形齿条的啮合运动，能够带动转杆转动，同时带动弧形刮板转动，进而通过防水橡胶垫将椭圆槽口内的浆渣进行刮除，在转杆转动一周时，能够实现两次刮除，可以根据实际需求情况设计弧形齿条的长度来控制转杆转动的周数；(5) 被弧形刮板刮落的浆渣直接落入弧形槽板，而过滤盘在转动时还能带动毛刷和接漏盒同步旋转，利用毛刷能够将弧形槽板内堆积的浆渣推落至滤渣筒内进行集中收集，而接漏盒能够对毛刷上的浆液和浆渣进行接漏，防止其掉落在底板上。

有益效果：(1) 通过启动驱动电机能够带动竖

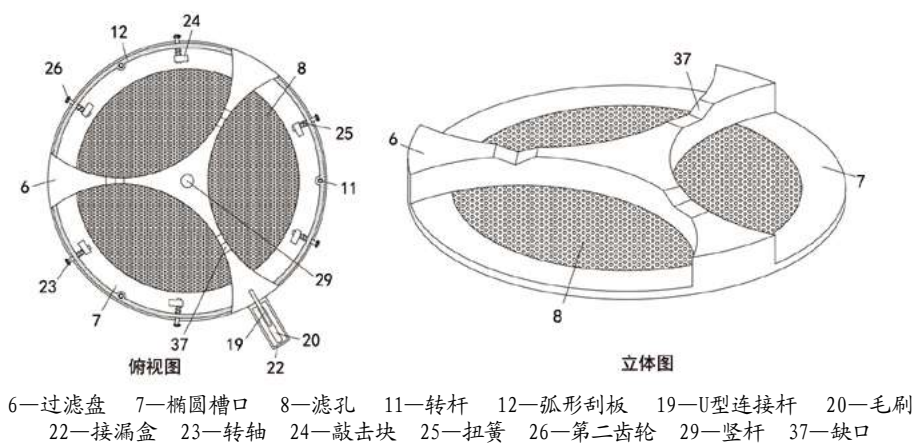
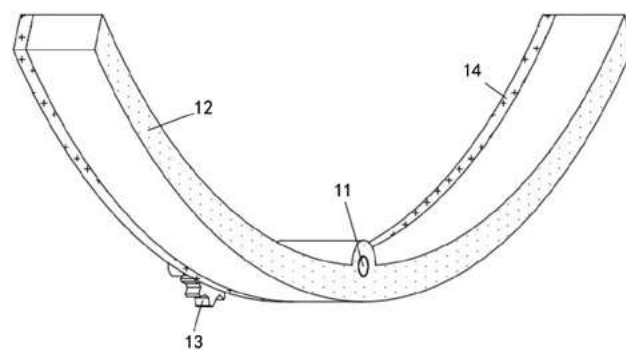


图2 过滤盘整体结构



11—转杆 12—弧形刮板 13—第一齿轮 14—防水橡胶垫

图3 弧形刮板立体结构

杆进行转动,进而带动搅拌叶旋转实现对储料筒内部的纸浆进行搅拌的功能,能够有效防止输送过程中发生沉淀;(2)在竖杆转动的同时还能带动过滤盘进行转动,并且在过滤盘转动的过程中,能够通过敲击块实现对过滤盘的敲击,进而达到振动过滤的效果,有效提高过滤的效果;(3)在过滤盘转动的过程中,还能带动弧形刮板进行转动,实现对浆渣自动刮除的效果,并且刮落的浆渣能够直接落在弧形槽板内进行收集;(4)在过滤盘转动的过程中,还能带动毛刷和接漏盒进行同步旋转,并且通过毛刷能够将弧形槽板内的浆渣推落至滤渣筒内进行集中收集,而接漏盒能够对毛刷上附着的浆液和浆渣进行接漏,防止其滴落在底板上,进而能够保证工作环境的干净,减少后期的清理工作;(5)通过缺口的设计,能够避免流入的纸浆遗留在过滤盘的顶部,防止过滤盘在转动过程中产生的离心力将纸浆甩出。

通过启动驱动电机不仅能够对储料筒内的纸浆进行搅拌,防止沉淀,还能带动过滤盘转动,并且在过滤盘转动的过程中,能够实现振动过滤的效果,同时还能对过滤后的浆渣进行自动刮除和集中收集,操作简单,自动化程度高,大大提高了工作效率和过滤效果。

一种两性聚丙烯酰胺纸张增强剂及其制备方法

申请公布号: CN 114835858 A

发明人: 荣敏杰 胡聪聪 许永升 于庆华 荣帅帅

申请人: 山东诺尔生物科技有限公司

在造纸过程中,为了提高纸张的质量和强度,通常需要添加纸张增强剂。目前,聚丙烯酰胺类增强剂是应用较为广泛且性能优良的造纸用增强剂。相比于阴离子型或阳离子型聚丙烯酰胺,两性聚丙烯酰胺因其独特的分子结构,弥补了阴/阳离子型聚丙烯酰胺各自的不足,可通过调节阴/阳离子电荷的电离平衡,进而保证纸机系统维持良好的运行

性能;另外,两性聚丙烯酰胺比单一电荷的聚丙烯酰胺具有更强的抗离子干扰能力和更好的增强效果。

然而,传统的两性聚丙烯酰胺类产品多为线形结构,其主要是通过分子结构中的胺基和羟基等极性基团与纸张纤维素分子间形成氢键来提高纸张强度,但在应用过程中这种相互作用力易流失,从而不能有效对纸张的强度进行增强。

提供一种两性聚丙烯酰胺纸张增强剂及其制备方法,所得到的两性聚丙烯酰胺纸张增强剂的纸张增强效果优异,其在应用过程中会与纸张中纤维素分子形成紧密的网状结构,增强效果稳定。

制备方法及其步骤:(1)将丙烯酰胺和(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5-三基三甲醇加入水中搅拌混合,调节pH至6.9~7.1,加入络合剂和引发剂引发反应,得到预聚体;(2)将预聚体、丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳离子水溶性单体、阴离子水溶性单体、表面活性剂和刚性单体依次加入水中搅拌混合,调节混合溶液的pH至3.0~4.0,加入链转移剂、偶氮类引发剂、络合剂和氧化还原引发剂引发反应,得到两性聚丙烯酰胺纸张增强剂。

若pH高于上述范围,则会导致反应无法发生;若pH低于上述范围,则不易控制反应过程;只有在上述范围内才能保证反应可控,且反应时间适宜。

两性聚丙烯酰胺增强剂是目前较为常用的造纸增强剂,现有技术中的两性聚丙烯酰胺增强剂多为线性结构,其主要通过分子结构中的胺基和羟基等极性基团与纤维素分子间形成氢键进而对纸张进行增强,虽然这种结构的增强剂也能够一定程度上起到纸张增强的作用,但在实际应用过程中,其增强效果相对较差,并且增强作用不稳定,研究发现,一方面是由于线性结构的增强剂中的胺基和羟

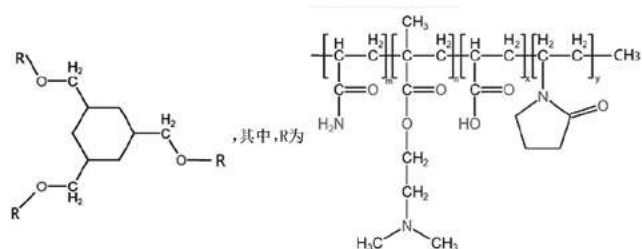


图1 三臂星形的两性聚丙烯酰胺的结构式

基等极性基团较少,其与纤维素分子间形成的氢键数量较少,因此纸张的增强效果较差;另一方面线性结构的增强剂的分子结构多为链状结构,在造纸过程中易受到外力而发生形变,导致增强剂与纤维素分子间的相互作用力减弱或失效,进而使纸张的增强效果变差。为解决上述问题,以(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5爪基三甲醇为核,与丙烯酰胺单体接枝共聚,再与水溶性单体和刚性单体进行自由基聚合,制备得到三臂星形的两性聚丙烯酰胺,黏均分子量为500到600万,结构式如图1所示。

一方面该结构的聚丙烯酰胺的爪形分子链以及分子链的侧基上含有大量的胺基、羟基和羧基等极性基团,这些极性基团提供了大量的物理交联点,使其与纤维分子间形成紧密的网状结构,限制纤维与纤维间的活动,从而显著提高纸张的强度;另一方面该结构的聚丙烯酰胺三臂为三维立体的爪形结构,与其他形状相比,这种结构的稳定性更强,并且其核中心位置还含有刚性基团,刚性基团的存在进一步增强了三臂结构的稳定性,从而使得聚丙烯酰胺在纸张增强过程中,增强剂与纤维素分子间的结合力更加稳定,在外力作用下不易发生扭曲,因此纸张的增强效果优异。

丙烯酰胺、(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5爪基三甲醇和水的质量比为1:(1~2):(7~8)。实验证实,若(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5爪基三甲醇的添加量过低,则纸张增强剂中的极性基团数量较少,导致最终制备的纸张增强剂的增强效果较差;若(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5爪基三甲醇的添加量过高,则会导致纸张增强剂结构中的分子链长度变短,单位分子结构中的极性基团数量变少,与纤维素分子间形成的氢键变少,最终也会使得增强剂的增强效果变差;只有在上述质量比范围内时,才能够保证最终的增强效果最佳。

丙烯酰胺、络合剂和引发剂的质量比为1:(0.02~0.04):(0.03~0.05)。实验证实,当丙烯酰胺、络合剂和引发剂的质量比在上述范围内时,不仅能够防止反应过程中因引发剂的含量过多引起的爆聚现象,也能够提高反应速率,降低生产成本。

络合剂为乙二胺四乙酸二钠、二乙基三胺五乙酸三钠、乙二胺四亚甲基磷酸钠或柠檬酸钠中的至少一种。引发剂为硝酸钾。非离子水溶性单体为甲基丙烯酰胺、N-异丙基丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺或N-羟甲基丙烯酰胺中的至少一种;阳离子水溶性单体为甲基丙烯酸二甲氨基乙酯、甲基丙烯酰氧乙基三甲基氯化铵、甲基丙烯酰氧乙基二甲基苄基氯化铵或二甲基二烯丙基氯化铵中的至少一种;阴离子水溶性单体为丙烯酸、丙酸钠、衣康酸、磺酸、氯酸或2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸中的至少一种;表面活性剂为十二烷基二苯醚二磺酸钠、十四烷基二苯醚二磺酸钠或十六烷基二苯醚二磺酸钠中的至少一种。阴离子单体、阳离子单体和水溶性单体等分子中含有双键和阴/阳离子基团,不仅能够与“核”[(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5爪基三甲醇]上延伸出来的基团进行聚合,其中的阴/阳离子基团也能够与纤维素分子间的基团结合形成氢键,从而增加纸张的强度。

刚性单体为N-乙烯基吡咯烷酮或对苯乙炔磺酸钠中的至少一种。将刚性单体与阴/阳离子水溶性单体和非离子水溶性单体聚合在“核”[(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5爪基三甲醇]上延伸出来的基团上,不仅能够延长聚合物的“爪”,使其能够与更多的纤维素分子间进行结合,而且刚性单体的引入,也能够进一步提高纸张的增强效果。

链转移剂为甲酸钠、2,4-二苯基-4-甲基-1-戊烯或十二烷基硫醇中的至少一种;偶氮类引发剂为偶氮二异丁腈、偶氮二异丁基脒盐酸盐或偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐中的至少一种。

氧化还原引发剂包括氧化剂和还原剂;氧化剂为过氧化氢、过氧化二叔丁基、叔丁基过氧化氢,过硫酸钾或过硫酸铵中的至少一种;还原剂为无水亚硫酸钠、亚硫酸氢钠或硫代硫酸钠中的至少一种。氧化还原引发剂中氧化剂和还原剂的比例可以为1:(0.8~1.2)。

预聚体、丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳离子水溶性单体、阴离子水溶性单体、表面活性剂、刚性单体和水的质量比为1:(0.5~0.7):(0.1~0.3):(0.1~0.3):(0.1~0.3):(0.003~0.005):

(0.1~0.3):(5~8)。

若丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳/阴离子水溶性单体和刚性单体的添加量过低时,则会使得纸张增强剂中爪形分子链侧基上的极性基团数量过少,即增强剂与纤维素分子间的结合点较少,从而使纸张的增强效果较差;若丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳/阴离子水溶性单体和刚性单体的添加量过高时,则会导致纸张增强剂中爪形分子链的长度过长,易引起聚合物分子的扭曲,从而也会使得纸张增强剂的增强性能变差;只有将比例控制合适,才能够保证纸张增强剂与纤维素分子间形成更多的氢键,同时能够保证增强剂增强效果的稳定性。

预聚体、链转移剂、偶氮类引发剂、络合剂和氧化还原引发剂的质量比为1:(0.0001~0.0003):(0.0001~0.0005):(0.0005~0.0008):(0.00001~0.00005)。调节pH所用试剂为丙烯酸、磺酸或碳酸氢钠中的至少一种;采用上述试剂进行调节pH,能够避免反应中引入其他的杂质。

引发反应之前,还包括通氮排氧的步骤;通氮排氧的时间为25~35 min。因氧气作为阻聚剂,会影响聚丙烯酰胺的共聚反应,因此需要通入氮气,去除氧气,进而确保聚合反应正常进行。

反应的温度均为50~60℃;若反应的温度过高,则会使得反应过程不易控制且会发生溢出甚至烫伤等危险;当在较低温度下引发该反应时,则会减少自由基碰撞机会,使得反应过程缓慢。其中,步骤(1)中的反应时间为1.5~2.5 h;滴加引发剂硝酸铈铵时,需要缓慢滴加,防止反应过快,引起反应不均匀,滴加的时间可以为10~20 min。步骤(2)中的反应时间为3~5 h。同时,搅拌混合时的转速可以为250~300 r/min。

实施例1:(1)在装有搅拌器、温度计和通氮管的反应釜中添加去离子水,将丙烯酰胺和(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5-三爪基三甲醇加入去离子水中搅拌混合(转速为255 r/min),之后用碳酸氢钠溶液将混合溶液的pH调节至7.0,通入氮气30 min后,加入络合剂(乙二胺四乙酸二钠),并滴加引发剂(硝酸铈铵)引发反应,在55℃下反应2 h后得到预聚体;其中,丙烯酰胺、(1s,3s,5s)-

环己烷-1,3,5-三爪基三甲醇和去离子水的质量比为1:2:7;丙烯酰胺、络合剂和引发剂的质量比为1:0.03:0.04。

(2)在装有搅拌器、温度计和通氮管的反应釜中添加去离子水,将预聚体、丙烯酰胺、非离子水溶性单体(甲基丙烯酰胺)、阳离子水溶性单体(甲基丙烯酸二甲氨基乙酯)、阴离子水溶性单体(丙烯酸)、表面活性剂(十四烷基二苯醚二磺酸钠)和刚性单体(N-乙烯基吡咯烷酮)依次加入去离子水中搅拌混合至完全溶解(转速为255 r/min),用丙烯酸溶液将混合溶液的pH调节至3.5,通入氮气30 min后,加入链转移剂(甲酸钠)、偶氮类引发剂(偶氮二异丁腈)、络合剂(乙二胺四乙酸二钠)和氧化还原引发剂(过氧化氢、无水亚硫酸钠)引发反应,在55℃下反应3 h后得到两性聚丙烯酰胺纸张增强剂;其中,预聚体、丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳离子水溶性单体、阴离子水溶性单体、表面活性剂、刚性单体和去离子水质量比为1:0.6:0.2:0.1:0.1:0.004:0.2:7;预聚体、链转移剂、偶氮类引发剂、络合剂和氧化还原引发剂的质量比为1:0.0002:0.0003:0.0006:0.00002。

实施例2:与实施例1不同之处在于:混合溶液的pH调节至6.9,通入氮气28 min后,在50℃下反应2.5 h;非离子水溶性单体(N,N-二甲基丙烯酰胺)、阳离子水溶性单体(甲基丙烯酰氧乙基三甲基氯化铵)、阴离子水溶性单体(衣康酸)、表面活性剂(十六烷基二苯醚二磺酸钠)和刚性单体(对苯乙烯磺酸钠),链转移剂(2,4-二苯基-4-甲基-1-戊烯)、偶氮类引发剂(偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐)、络合剂(乙二胺四亚甲基磷酸钠)和氧化还原引发剂(过硫酸钾、亚硫酸氢钠),在50℃下反应4 h。

实施例3:与实施例1不同之处在于:混合溶液的pH调节至7.1,通入氮气35 min后,络合剂(柠檬酸钠),在60℃下反应1.5 h;非离子水溶性单体(N-羟甲基丙烯酰胺)、阳离子水溶性单体(二甲基二烯丙基氯化铵)、阴离子水溶性单体(2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸),用磺酸溶液将混合溶液的pH调节至4.0,通入氮气35 min后,链转移剂(十二烷基硫醇)、偶氮类引发剂(偶氮二异丁基

脒盐酸盐)、络合剂(柠檬酸钠)和氧化还原引发剂(叔丁基过氧化氢、亚硫酸氢钠),在55℃下反应5h;其中,预聚体、丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳离子水溶性单体、阴离子水溶性单体、表面活性剂、刚性单体和去离子水质量比为1:0.6:0.2:0.2:0.2:0.004:0.2:7。

实施例4:与实施例1不同之处在于:丙烯酰胺、(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5-三爪基三甲醇和去离子水的质量比为1:0.5:7。

实施例5:与实施例1不同之处在于:丙烯酰胺、(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5-三爪基三甲醇和去离子水的质量比为1:2.5:7。

实施例6:与实施例1不同之处在于:预聚体、丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳离子水溶性单体、阴离子水溶性单体、表面活性剂、刚性单体和去离子水质量比为1:0.4:0.5:0.5:0.5:0.004:0.5:7。

实施例7:与实施例1不同之处在于:预聚体、丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳离子水溶性单体、阴离子水溶性单体、表面活性剂、刚性单体和去离子水质量比为1:0.8:0.5:0.4:0.4:0.004:0.5:7。

对比例1:与实施例1不同之处在于:不添加(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5-三爪基三甲醇,制备得到的两性聚丙烯酰胺纸张增强剂为线性结构。

对比例2:与实施例1不同之处在于:将(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5-三爪基三甲醇替换为1,3,5-苯三甲醇。

对比例3:与实施例1不同之处在于:将(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5-三爪基三甲醇替换为季戊四醇。

对比例4:与实施例1不同之处在于:不添加刚性单体。

对比例5:与实施例1不同之处在于:不添加阴离子水溶性单体。

将实施例和对比例制备得到的两性聚丙烯酰胺纸张增强剂进行表观黏度测试,并对纸张的性能进行测试,观察增强剂的增强效果,测试结果如表1所示。

纸张增强剂表观黏度测试:25℃条件下使用布氏黏度计测试。

纸张物理性能按照国家标准方法进行检测和计算,其中,抗张指数测定方法参照GB/T 12914-2008,耐折度测定方法参照GB/T 457-2008,撕裂指数测定方法参照GB/T 455-2002。

由表1可知,通过实施例1至3和对比例中的数据可以发现,本发明中制备得到的两性聚丙烯酰胺纸张增强剂添加至纸张中,纸张的干抗张强度、耐折度和撕裂指数均明显升高,说明本发明制备得到的纸张增强剂具有优异的纸张增强效果,并且在使用过程中增强剂的增强效果稳定。

有益效果:

两性聚丙烯酰胺纸张增强剂是以(1s,3s,5s)-环己烷-1,3,5-三爪基三甲醇为“核”,丙烯酰胺、非离子水溶性单体、阳离子水溶性单体、阴离子水溶性单体和刚性单体为“臂”通过自由基聚合制备得到的聚合物。制备得到的两性聚丙烯酰胺增强剂为三维立体结构,在单位立体空间内拥有数量更多的氨基、羟基和羧基等极性基团,从而使其与纸张纤维素分子间形成更多氢键,进而能够显著提高纸张的强度;并且其核的中心带有刚性基团,该刚性基团能够维持其三维立体结构的稳定,在应用过程中增强剂与纤维素分子间的相互作用力不会受外力的影响而断裂或变形,能提高增强剂纸张增强效果的稳定性。

(以上专利技术信息,由徐红霞提供)

表1 两性聚丙烯酰胺纸张增强剂的性能测试结果

实施例	表观黏度 /mPa·s	耐折度 /次	纸张干抗张指数 /N·m·g ⁻¹	撕裂指数 /N·m ² ·g ⁻¹
实施例1	4765	132	102.3	13.2
实施例2	4932	128	101.2	12.8
实施例3	4855	130	98.4	12.3
实施例4	4700	89	87.3	8.9
实施例5	4958	110	82.1	9.5
实施例6	5200	78	92.2	7.8
实施例7	5825	85	88.6	8.2
对比例1	5534	56	84.3	8.3
对比例2	5754	78	78.6	5.8
对比例3	5924	59	83.2	9.6
对比例4	6312	108	90.7	9.8
对比例5	5413	101	94.2	6.5



安全第一 预防为主



消除事故隐患 筑牢安全防线

生命至上



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



... 更多用户

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小时服务在线答疑
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

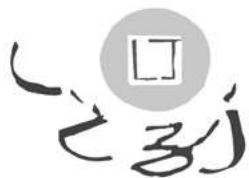
——烘缸端面、蒸汽管阀保温



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.hfkjsd.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)	光净如初
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

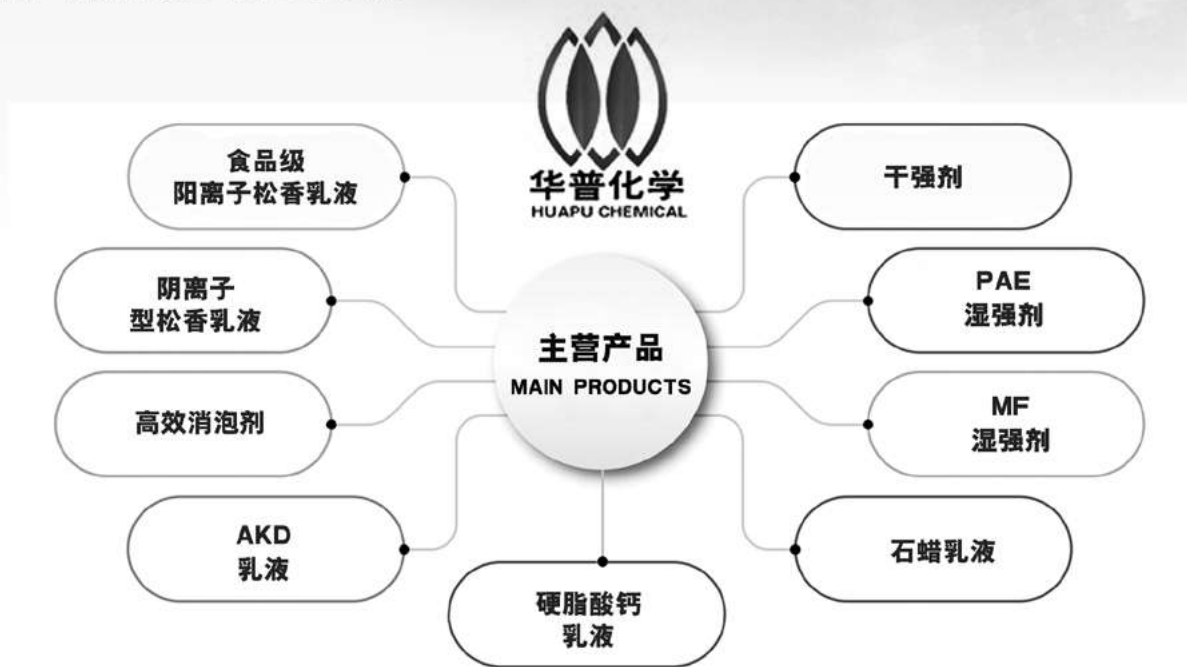
http: //www. jinlichem. com E-mail: zbjinlijiaxiang@126. cm

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

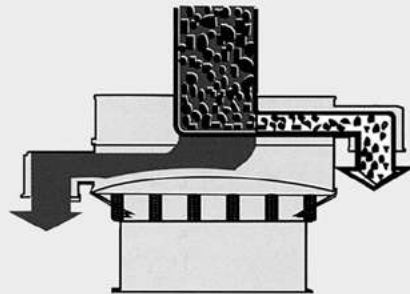
振动筛分机是引进国内外先进技术，结合我国实际情况新开发的新型筛分过滤设备。适用于固液、浆液、粘液物料自动分离及碳酸钙的过滤。

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

因为专业 所以更好

安徽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>

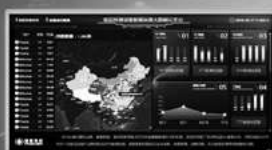


品享科技，纸浆纸张品质管理专家

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



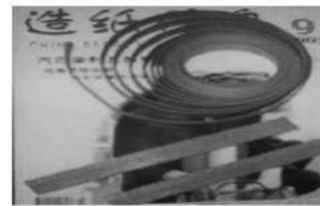
实验室仪器校准及规划
TESTER CALIBRATION AND LABORATORY PLANNING



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



中华纸业
中国造纸协会会刊

2024广告预定全面启动啦

《中华纸业》—国内外造纸行业颇具影响力的综合期刊！

新媒体专业“粉丝”10万+
创刊44年 连续出版566期



微信公众平台



在线阅读

造纸行业的参考消息，掌握纸厂，高校，机械企业的前沿资讯。
纸质广告，公众号，网站、视频展示等各形式广告投放，提升企业宣传力度和行业曝光度

2024全新改版《中华纸业》

优质广告位资源有限，杂志新媒体广告制作，广告投放全新价格，预定从速。



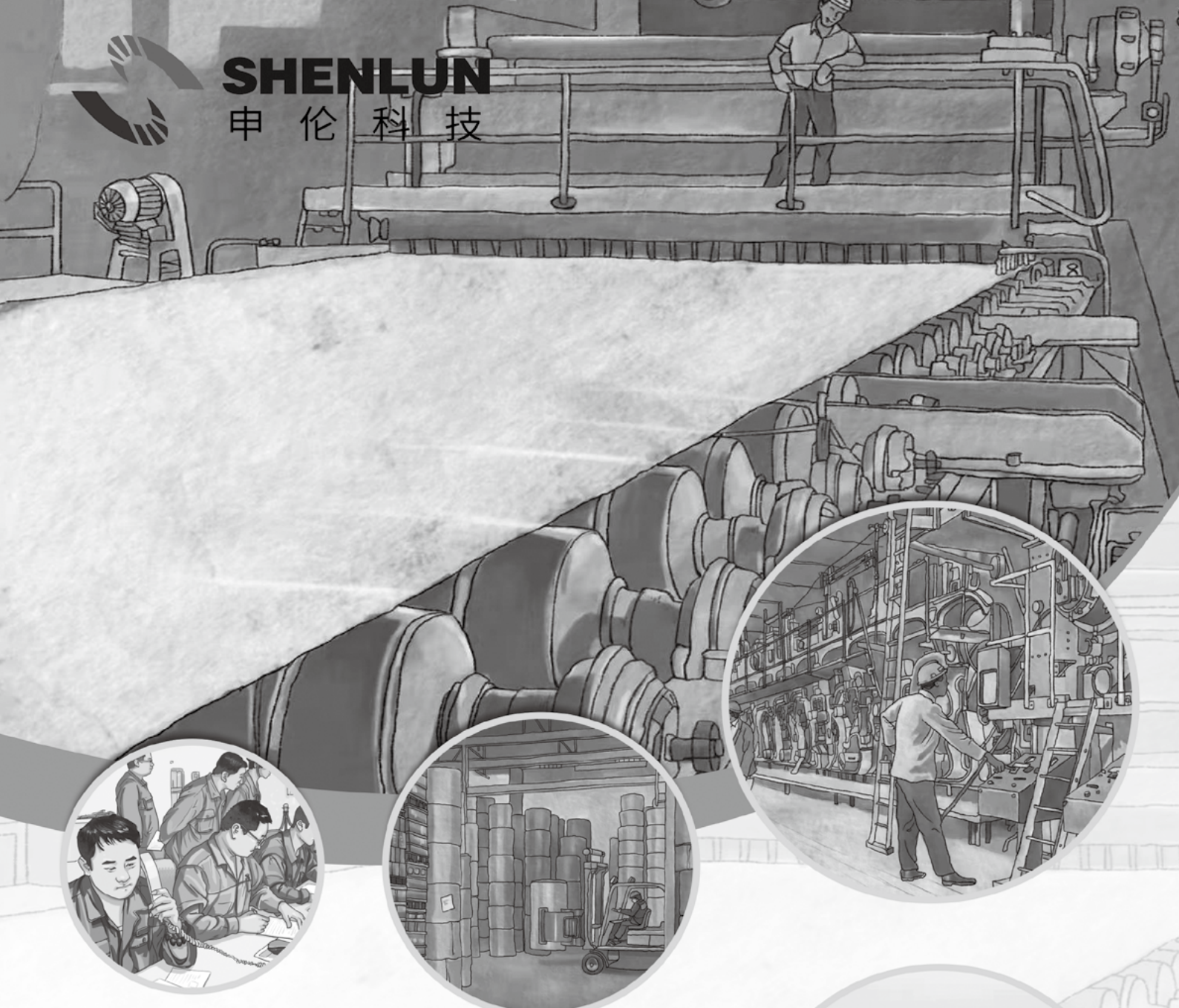
广告预定热线

张玉环 13964195135 (微信同号)
赵菁青 15725121168 (微信同号)



SHENLUN

申伦科技



纸张染料的研究、生产、应用与服务

Development, Production and Application & Service for Paper Dyes

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



上海申伦科技发展有限公司
上海智匠工业自动化设备有限公司

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

**实实在在的效果， 实实在在的品质，
只为给您带来实实在在的效益！**

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：+86-750-6228298

业务负责人：李先生 18676976330

地址：广东省江门市新会区古井镇临港工业区

传真：+86-750-6709678

邮箱：jmzghg@163.com

网址：<http://www.jmzghg.com>

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



GBRICS®
GFSS®

国内首创数控移动、红宝石、合金喷嘴、水针



公司研制开发万种不同型号的喷嘴、零部件、整套装置，以适应工业界的各种需要，是中国喷嘴品种很齐全的研发生产基地。由造纸兼喷淋行家金文平工程师研制开发。2008年通过ISO9001:2008质量管理体系认证。

校正网（传感器）



报警器



校正器（调偏座）



电动张紧器



提升装置



自旋过滤器



多筒组合式过滤器



过滤器



旋振筛





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。

鸿源智能高效曝气生化系统(IEABS)-高效节能

(荣获国家8项专利)

公司成立于2018年，是国家重点环保企业之一，注册资本1000万。公司主要为客户进行工艺方案设计、工程设计、EPC、技术服务和运营服务，鸿源系列核心设备研发、生产、销售；公司目前拥有环境总包三级施工资质。拥有10余项专利（其中有1项发明专利）。

拥有200余个造纸污水处理项目业绩。是国内造纸行业污水处理的龙头企业。

是全国造纸行业污水排放新标准制定的推动者。公司下设：运营事业部、设备事业部、工程事业部、设计院。

鸿源智能高效曝气生化系统 (IEABS)



专利



- 工程事业部：工程总包施工、调试、服务等
- 设备事业部：水处理系列核心设备的研发、制造、销售
- 运营事业部：污水处理项目的第三方托管运营、技术服务
- 净水科技公司：水处理药剂的研发、生产、销售
- 设计院：工程咨询、设计



悬挂链、可提升微孔曝气



实时传输



磁悬浮

鸿源环保系列核心设备

- 1、鸿源(SW-BZGJ)悬挂链式曝气设备
- 2、鸿源可提升式微孔曝气器
- 3、鸿源固定管式微孔曝气器
- 4、鸿源射流曝气器
- 5、鸿源表面曝气机
- 6、鸿源潜水曝气机
- 7、鸿源旋流式曝气机
- 8、鸿源SIC厌氧反应器
- 9、鸿源(SW-FENTON)芬顿反应器
- 10、鸿源(SW_CJH)高效混凝机械澄清器
- 11、鸿源(SW-LH)高效活性沙过滤器
- 12、鸿源(SW-QFQ)高效浅层气浮
- 13、鸿源智能高效曝气生化系统
- 14、鸿源膜处理设备
- 15、鸿源系列刮吸泥机

工程案例

中冶银河纸业有限公司，现有一级好氧处理系统由三座氧化沟组成，串联运行，其中两座氧化沟每座沟内安装有两台倒伞型曝气机，一座氧化沟安装了一台倒伞曝气机，一级好氧处理系统共安装六台额定功率160kW的倒伞曝气机，总功率960kW，运行功率752kW。

现有二级好氧处理系统有两座并联的氧化沟组成，每座氧化沟内安装四台倒伞型曝气机，共计八台倒伞曝气机，曝气机单台功率132kW，总功率1056kW，运行功率900kW。

综上，现有14台曝气机实际运行功率为1652kw，年耗电量约1348万度（按340天计算）。

年节约电费：665.0592x 0.59元/度= 392.39万元

节能率(改造后比改造前)：(1652.00-892.8)

+1652.00x100%=45.96%



山东鸿源环保科技有限公司

联系人：庞先生 电话：13705311170 18660395518 微信：18660395518



山印会展



山东纸展

第19届山东(国际)制浆造纸技术及装备展览会

Shandong(International)Technique and Equipment Exhibition of Pulp & Paper Industry

暨第8届山东(国际)生活用纸及卫生用品展览会

Shandong(International)Tissue Paper & Sanitary Paper Products Exhibition

2024年3月26-28日 济南黄河国际会展中心

主管单位：山东出版集团

主办单位：山东省造纸行业协会

协办单位：

山东造纸学会

山东晨鸣纸业集团股份有限公司

山东博汇纸业股份有限公司

山东世纪阳光纸业集团有限公司

山东恒联投资集团有限公司

中冶纸业银河有限公司

山东仁丰特种材料股份有限公司

山东江河纸业有限责任公司

山东天和纸业有限公司

山东万豪纸业集团有限公司

山东信和造纸工程股份有限公司

山东晨钟机械股份有限公司

山东天瑞重工有限公司

滕州力华米泰克斯胶辊有限公司

山东省印刷物资有限公司

山东太阳纸业股份有限公司

华泰集团有限公司

亚太森博(山东)浆纸有限公司

齐峰新材料股份有限公司

东顺(山东)浆纸集团有限公司

德州泰鼎新材料科技有限公司

山东金蔡伦集团

淄博永丰环保科技有限公司

汇胜集团股份有限公司

山东丰源中科造纸有限公司

山东冠军纸业业有限公司

山东杰锋机械制造有限公司

山东海天造纸机械有限公司

欧佩德(山东)造纸机械有限公司

支持媒体：

《中华纸业》《轻工机械》《纸和造纸》《财富纸业》《造纸化学品》

中国纸业网 中国造纸信息网 泵阀交易网 好展会网 中纸在线

合作媒体：

《中国造纸》《国际造纸》《造纸信息》《造纸装备及材料》

纸业网 中国生活用纸网 遛展网 母婴视界 纸品世界

●山东国际造纸展组委会

电话：0531-88576736 13256712705

E-mail: sdgjzz@163.com

邀请函
Invitation



山东纸展官方微信公众号



第31届生活用纸国际科技展览会

The 31st China International Disposable Paper Expo



2024年5月13-14日

南京国际博览会议中心 (江苏省南京市建邺区江东中路300号)

展览会

2024年5月15-17日

南京国际博览中心 (江苏省南京市建邺区江东中路300号)

900家参展商 80000米² 40000海内外专业观众
全球品牌生活用纸、卫生用品行业盛会

欢迎参加

观众微信预登记正式启动

微信扫描二维码，快速完成预登记!

点击



填写信息，即可完成预登记，简单便捷!



5月12日前预登记免费获得

- 2024年《生活用纸》杂志(电子版)
- 第31届生活用纸国际科技展览会会刊(电子版)

展前预登记 省100元门票费，免费参观

主办单位
Organized by



协办单位
Co-organized by



展会赞助单位
Sponsored by



展会指示设计单位
Exhibition Sign Designed by



特别支持单位
Specialty Supported by



地址: 北京市朝阳区望京启阳路4号中轻大厦6楼

邮编: 100102

电话: 010-64778188

邮箱: cidpex@cnppri.com

官方网站: www.cnhpia.org

官方出版物: 生活用纸



请扫码查看
2024展位图



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。



中国优秀造纸装备制造商

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

山东明源智能装备股份有限公司

Shandong Mingyuan Intelligent Equipment Co., Ltd.



中德合资 | 品质铸就



无冲击高频摇网器 (胸辊高频摇振)

国家发明专利号:

ZL201410079638.9

适用纸机: 长网、叠网

适用车速: 150—1000m/min

振动频率: 最高550rpm

振动幅度: 最大25mm



可控中高压光机

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



牡丹江恒丰2800/500



岳阳林纸3300/800



仙鹤股份3800/600



齐峰新材料4500/300



浙江兴舟5250/700

自2014年合资以来可控中高压光机销量突破70台/套

明源无冲击高频摇网器销量突破90台/套

衷心感谢新老客户长期以来信任与支持!

山东明源智能装备股份有限公司
Shandong Mingyuan Intelligent Equipment 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。

ISSN 1007-9211

