中国造纸协会会刊 / The Journal of China Paper Association

中华纸业传媒　浆纸技术

中华纸业

CHINA PULP & PAPER INDUSTRY

第42卷
总第508期第12期
2021年6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

凯信重机 HICREDIT

夹网气垫干燥浆板机

技术参数：
净纸宽度 2400～6600mm
工作车速 50～250m/min
定　　量 600～1200g/m²

山东凯信重机有限公司
SHANDONG HICREDIT HEAVY MACHINERY CO.,LTD.
地址：山东省潍坊市高新区银通街6677号(261061)
电话：0536-2966966/13678669266/13516368270
传真：0536-2966999
网址：www.hicredit.net.cn　Email：hc@hicredit.net.cn

我公司是一家专注于制浆造纸精细化工产品的研发、生产和销售的省级高新技术企业，同时也是广东省造纸助剂工程技术研究中心。公司年产能达3万吨，年销售额过亿元。公司销售网络覆盖全国，服务于全国各大型造纸企业。

公司位于广东省清远市英德市东华镇华侨工业园，占地30多亩。我们通过了知识产权、ISO 9001、ISO 14001和OHSAS 18001质量环境和职业健康安全管理体系认证。是脂肪醇消泡剂行业标准的起草单位之一。

公司立志成为制浆造纸精细化工行业国内的领先企业。我们坚持把产品和应用的创新作为发展的根本，我们一直以来不断在产品研发，应用技术创新方面深耕。现阶段我们培养了一支强大的研发和产品应用服务团队；在产品上，我们开发了生活用纸、包装纸、印刷用纸和纸浆上全线的具有竞争优势的精细化工产品。

我们把满足市场和客户需求作为企业的原点，把优质服务作为企业进步的阶梯，全面提升产品品质和客户服务水平，与客户携手奋进，共创未来。

制浆造纸化学品服务商
提供专业的制浆造纸行业
精细化工产品、服务和解决方案

浆线化学品

1、漂白促进剂系列解决方案
2、还原漂白剂系列解决方案
3、树脂控制系列解决方案
4、胶粘物控制系列解决方案
常规产品：消泡剂、抑垢剂、清洗剂等

箱板纸、白板纸、印刷用纸化学品

1、胶粘物控制系列方案
2、微生物控制系列解决方案
3、泡沫控制系列解决方案
4、沉积物控制系列解决方案

常规产品：抑垢剂、防霉剂、纤维改性剂、干强剂、涂料抗水剂、涂布损纸控制剂等

生活用纸化学品

1、涂层控制系列解决方案
2、树脂控制系列解决方案
3、纸张手感系列解决方案
常规产品：网毯保洁清洗剂、杀菌剂、消泡剂、打浆酶、湿强剂等

我们所追求

我们秉承以“立足化学科技、创造健康生活”为使命；本着“以人为本”的用人理念；以技术创新为发展源泉、以产品质量为生存基础，以专业、完善、快捷的售后服务为市场保障体系；以“诚信、专业、创新、服务”为企业的经营理念。

立足化学科技　创造健康生活

根据客户价值需求，提供优秀的产品、服务和解决方案

广东良仕工业材料有限公司

电话：020-82039849　传真：020-82568782　E-mail：sales@langshigy.com　邮编：513059
网址：www.langshigy.com　地址：广东省清远英德市东华镇清远华侨工业园精细化工基地

广东良仕
Guangdong Liangshi

DTU 顶涂科技 DINGTUTECH

武汉顶涂科技有限公司

涂布机械产品专业制造商

为长江汇丰纸业提供的5600mm白板纸涂布机
现实际运行车速已达到700m/min

已陆续为浙江仙鹤纸业提供10台套
膜转移施胶机系列产品

近期连续承接

1、德州泰鼎4860—500白卡纸涂布机
2、江苏金田4860—650白板纸涂布机
3、浙江仙鹤4860—800食品卡纸涂布机

4500—600白板纸涂布机

4450—1000膜转移施胶机

4880—550膜转移施施胶机

5600—700膜转移施施胶机

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：027-86980218　邮箱：dtu_cg@163.com

中华纸业 CPPI China Pulp & Paper Industry
中国造纸协会会刊
The Journal of China Paper Association

第42卷第12期(总第508期)
2021年6月
下半月刊
June, 2021 Vol.42, No.12

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@cppi.cn paperchina@cppi.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 Zhong Hua Zhi Ye
出版单位 中华纸业杂志社
名誉社长 钱桂敬
社　　长 王泽风
总　　编 张洪成
副 社 长 史韶惠
采编部主任 李玉峰
新媒体部主任 李嘉伟
市场运营部主任 张玉环
市场运营部副主任 赵琬青
地址 山东省济南市历城区工业南路101号(250100)
电话 0531-88192261(总编室)
邮箱 zbs@cppi.cn(总编室)
网站 中华纸业网www.cppi.cn
微博 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@cppi.cn
新媒体部 电话:0531-88935343 邮箱:cppinet@cppi.cn
市场运营部 电话:0531-88522949 邮箱:adv@cppi.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 济南巨丰印刷有限公司

本期责任编辑 郝永涛
编辑 张洪成 李嘉伟 李玉峰 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 赵希森 王晨

版权所有,未经书面授权,不得转载使用。

国际标准连续出版物编号: ISSN 1007-9211 国内统一连续出版物号: CN 37-1281/TS 国外代号: SM5809 邮发代号: 24-136
广告发布登记编号: 鲁广发登字3700005058号 定价 国内: 15.00元/本 国外: 15.00美元/本

致力于为用户提供高效、可靠的化学品设备解决方案！

干粉/乳液助留剂/助滤剂开解系统

淀粉连蒸系统

广州好力机电设备工程有限公司专门从事造纸涂料、辅料及造纸化学品设备成套系统设计、开发及制造，产品包括：

助留剂、助滤剂制备系统 / 投加设备
造纸涂料、辅料制备系统 / 投加设备
白水 / 纸浆高效喷射稀释系统(EasyJet)
增强剂在线制备系统 / 投加设备
施胶剂在线乳化系统 / 在线分配投加
表胶淀粉连蒸系统 / 阳离子淀粉连蒸系统

造纸化学品制备系统 / 投加设备租赁

白水/纸浆二次稀释系统
节能高效，一年即可收回投资

www.vmany.com

广州好力机电设备工程有限公司

158 00000 860　　342719498@qq.com

中华纸业 CPP China Pulp & Paper Industry

目次 CONTENTS

1979年创刊　第42卷第12期(总第508期)　2021年6月　下半月刊
Start Publication:1979　Vol.42 No.12　June,2021　Second—semimonthly

特稿

1 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/聂勋载
6 构树制浆造纸产业化的构想与反思/聂勋载

技术进步

9 生物酶在制浆造纸过程中的应用及研究进展/陈嘉川 贾倩倩 李凤凤 等
17 造纸网毯高压水喷淋摆动控制系统的升级应用/李孟杰 魏国华 张树杰 等
26 造纸成形网磨损指标的探讨/王国东 张艳妮

研究开发

33 纸餐具中三类典型风险物质的检测与分析/许超 张智力 杨学军 等
37 宣纸及其他六种纸润墨性及耐久性探讨/章寒 贾婧怡 汪淑佳 等
42 烟用接装纸原纸中甲醛污染物的溯源及其控制/潘高峰 刘传海 李党国

生产实践

46 造纸废水处理中两类悬浮鼓风机的性能对比/王士玉 武剑峰
50 如何减少铝箔纸复合加工中纸粉障碍/刘慧枫
54 光学游离度在线检测仪在半化学浆浆线上的应用/姜春红 张世闻
57 从真空辊传动侧螺栓断裂现象对真空辊进行力学分析/李志强 孙馥明
60 热分散系统在OCC线应用中的控制要点和关键因素/张梁

纵横

62 疫情对造纸企业的影响及其面临的机遇探析/苗成

Feature

1 Discussion on the Raw Materials of China Paper Industry: Accelerating Comprehensive Utilization of the Bast Fiber
6 Conception and Reflection on the Industrialization of Pulp and Paper Process Using Broussonetia Papyrifera as Raw Material

Technology

9 Application and Research Progress of Biological Enzymes in Pulp and Paper Making Process
17 Upgradation Application of Fabric's High-Pressure Spray Swing Control System in Paper Machine
26 Discussion on the Wear Indexes of the Forming Fabric for Papermaking

R & D

33 Detection and Analysis of Three Typical Risk Substances in Paper Dishware
37 Discussion on the Ink Embellishment and Durability of Xuan Paper and Six Other Paper Grades
42 Pollution Source of Formaldehyde in Tipping Base Paper and Its Control

Production

46 Comparison between Magnetic Suspension Blower and Air Suspension Blower Applied in Wastewater Treatment in Paper Mills
50 How to Reduce Paper Dust Obstacles in Lamination Processing of Aluminum Foil Paper
54 Application of On-Line Optical Freeness Detector in Semi-Chemical Pulp Line
57 Mechanics Analysis on Suction Roll from the Bolt Fracture Phenomenon on Its Driving Side
60 Dispersion System Applications in OCC Lines

Survey

62 Analysis of the Impact of COVID-19 on Paper Manufacturers and the Opportunities
It Brings

节能才是硬道理 振兴透平

振欣透平 优质高价

专用于造纸行业，
800多台正常运行
连续运行11年，无维修记录
全新的加工设备，
保证产品质量，承接国内外透平机维修、维护业务

傻龙®

中国·振欣透平机械有限公司
（浙江安吉天子湖工业区生产基地）
杭州振兴工业泵制造有限公司

地址：浙江省杭州市萧山区建设四路4083号新街科创园C座1101室
销售热线：0571-82699701　技术总监：温建新13588268698
销售总经理：徐国伟13735895387　传真：0571-82699329
网址：www.zhenxingpump.com　邮箱：forpumpe@163.com

www.zhenxingpump.com

技术信息

● 专利技术 ●

靴式压榨机(66) 造纸用原木高效切片设备(69) 风力碎浆机(71) 用于纸管原纸生产的喷淋淀粉移动装置(73) 复合式压力筛(74)

● 研发创新 ●

PulPac与Dan-Web合作开发干法成型技术(25) Billerud-Korsnäs与Aisa合作生产纸基管(32) 福伊特OnQuality质量控制系统助力UPM德国Schongau纸厂提高产品质量与可靠性(45) 巴西纸企Klabin推出可持续树脂阻隔层的牛皮纸袋包装(49) HWK为Palm纸厂新生产线提供特殊功能辊，成为全球纸业最大的功能辊之一(53) 拓斯克开发烘干平衡系统，进一步提升扬克缸效率(76) 西班牙研究委员会为嗜极性木聚糖酶申请专利，该酶可减少造纸流程中化学品的使用，降低制浆造纸污染(77) ABB为智利Arauco旗下浆厂改造提供自动化技术支持，提高远程工作能力(77) Michelman提倡使用水性阻隔涂层技术，提高废纸回收效率(78) AFRY PaperLine数字化系统致力于提高制浆造纸行业工作效率(79) 为改善环境效益，德国纸企Progroup提升能效管理技术(80)

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

特稿/Feature

12 创光明前景 兴纸业版图——专访浙江景兴纸业股份有限公司总经理王志明先生/宋雯琪 李玉峰

专题/Special

16-48 当造纸行业遇上“黑科技”，数智时代是阵痛还是飞跃？——工业互联网与工业4.0技术在造纸行业的应用专题/宋雯琪

18 拥抱造纸行业智能化与数字化的未来——工业互联网与工业4.0技术在造纸行业的应用/宋雯琪 王效香

22 展望纸业智能化与数字化转型，工业巨头怎么说？/Jan Bottiglieri

40 领略“足不出户”的神奇魅力——探访维美德中国区大数据运行中心，看远程服务在制浆造纸业的应用/李嘉伟

特写/Interview

49-73 为制浆造纸装备自立自强赋能 征途漫漫，惟创新者进——山东造纸装备自主创新成果系列报道/中华纸业杂志社 山东省轻工机械协会

52 科技创新聚合力 蓄势待发谋突破——专访汶瑞机械(山东)有限公司总经理尹华/李嘉伟 赵琬青 刘德新 等

58 外废受限、国废紧张怎么办？凯信重机有良招——专访山东凯信重机有限公司副总经理于佩杰先生/宋雯琪 赵琬青 刘德新 等

管理/Management

74 有限空间作业，“七步”工作保安全/柴计旺 高恩虎 陈彬

环球/Global

环球扫描 俄罗斯最大纸浆和纸板厂将于2023年投产，等(77-80)

资讯/Information

投资建设 山鹰国际泰国巴真武里40万t湿浆项目顺利投产，等(81-85)

山东信和
SHANDONGXINHE

造纸机械制造的开拓者

技术创新领先的实践人

3600/1200m/min高速节能新月型卫生纸机

热烈祝贺

保定金博士签订

3700/1600高速新月纸机

抄宽：2000～5600mm

车速：750～1800min

细节=品质

品质=价值

www.sdxinhe.cn

各种钢制烘缸

各种板纸机
文化纸机
特种纸机

各种钢制烘缸

信和纸机，三个方面突出

国产纸机速度快（1560m/min），钢制烘缸直径大（Φ4572mm*4600mm），自制力强（关键大部件自制）

山东信和造纸工程股份有限公司

中国山东省聊城市高新技术开发区黄河路26号
电话：0635-2933333　13375606888
传真：0635-2936777　邮箱：lcxinhe@126.com

■ 本期广告（2021年第12期）

山东凯信重机有限公司 /封1
广东良仕工业材料有限公司 /封2
滨州东瑞机械有限公司 /封3
济宁华隆机械制造有限公司 /封4
广西绿晨环境工程有限公司/拉页1
武汉顶涂科技有限公司 /封2邻
广州好力机电设备工程有限公司 /目邻广1
振欣透平机械有限公司 /目邻广2
山东信和造纸工程股份有限公司 /目邻广3
廊坊开发区大明化工有限公司 /目邻广4
〉制浆及辅助设备
山东华屹重工有限公司 /彩广7
郑州运达造纸设备有限公司 /彩广10
〉造纸、纸加工设备及其配件
河南大指造纸装备集成工程有限公司/厚纸中插正面
〉专用器材及泵阀等
济南奥凯机械制造有限公司 /彩广8、9
滕州市昆仑旋转接头制造有限公司 /彩广11
尚宝罗江苏节能科技股份有限公司 /彩广12
江苏正伟造纸机械有限公司 /彩广14
安吉美伦纸业技术有限公司 /彩广15
丹东鸭绿江磨片有限公司 /彩广16
滕州市润升辊业有限公司 /彩广17
常州凯捷特水射流科技有限公司 /彩广18
济南赢创动力机械有限公司 /彩广19
江苏凯恩斯泵阀有限公司 /彩广20
山东硅元新型材料股份有限公司 /彩广21
滕州市德源高新辊业有限公司 /彩广22
山东晨钟机械股份有限公司 /彩广26
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
济宁金汉斯环保材料有限公司/单广2
温岭市南方粉体设备制造厂 /单广3
安徽砀山金兄弟实业科技有限公司 /单广4
潍坊华普化学股份有限公司 /单广5
上海申伦科技发展有限公司 /单广7
江门市南化实业有限公司 /单广8
〉环保节能设备及技术
山东环发科技开发有限公司 /厚纸中插背面
上海神农节能环保科技股份有限公司 /彩广6
山东华利环保工程有限公司 /彩广13
青岛润晟德新材料有限公司 /彩广25

■ 上期广告（2021年第11期）

滕州市德源高新辊业有限公司 /封1
江苏章鼓力魄锐动力科技有限公司 /封2
台州兴达隆润滑设备有限公司 /封3
山东福佳大正机械科技有限公司
吉林省福佳大正科技有限公司 /封4
郑州磊展科技造纸机械有限公司 /拉页1
浙江景兴纸业股份有限公司 /拉页2
雷勃电气（无锡）有限公司 /封2邻
维美德造纸机械技术（中国）有限公司 /目邻广1
东莞市友邦网毯有限公司 /目邻广2
山东海天造纸机械有限公司 /目邻广3
安德里茨（中国）有限公司 /目邻广4
溧阳市江南烘缸制造有限公司 /目邻广5
山东奥赛实业股份有限公司 /目邻广6
〉制浆及辅助设备
西尔伍德机械贸易有限公司 /彩广13
诸城市利丰机械有限公司 /彩广16
株洲新时代输送机械有限公司 /彩广19
〉造纸、纸加工设备及其配件
山东明源智能装备科技有限公司 /彩广14
沙市轻工机械有限公司 /彩广15
〉环保节能设备及技术
山东绿泉环保科技股份有限公司 /彩广8
湖南三匠人科技有限公司 /彩广9
〉专用器材及泵阀等
聊城广友变频技术有限公司西 /彩广10
西安兴晟造纸不锈钢网有限公司 /彩广11
河南晶鑫网业科技有限公司 /彩广12
济南美信造纸技术有限公司 /彩广18
瑞安市金邦喷林技术有限公司
浙江金砖机械科技有限公司 /彩广20、21
杭州潮龙泵业机械有限公司 /彩广22
〉造纸化学品
苏州派凯姆新能源科技有限公司 /彩广17

■ 招聘启事、会展消息及其他

中华纸业杂志社 /第12期彩广23
2021年中国国际造纸展览会及会议 /第12期彩广24

大明化工
DAMINGHUAGONG

廊坊开发区大明化工有限公司

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

更好的纸需要更好的化学品

公司主要生产：

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

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

公司：廊坊开发区大明化工有限公司
地址：廊坊开发区四海路35号
电话：0316-6085568
传真：0316-6080068
网址：www.dm-ch.com

工厂：天津大明环保技术开发有限公司
地址：天津京滨工业园晋元道8号
电话：022-22190555
传真：022-22190333
网址：www.dm-hb.com

上海神农
节能环保科技股份有限公司

021-58039245

www.senonsh.com

上海神农股份专业从事高盐废水治理、蒸发浓缩结晶技术装备研发与制造、项目节能改造，主要服务于环保、化工、制药、火电、造纸制浆、锂及三元材料、新型纤维、油气开采、海水淡化、发酵、食品、新材料等行业。注册实缴资金9950万人民币，自有工厂建筑面积5.5万㎡、厂区占地面积15.3万㎡。

神农已通过ISO9001:2008质量管理体系认证、ISO14001:2004环境管理体系认证、CE认证，具备A1、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，具有自营进出口贸易权，具有水污染治理工程专项工程设计资质甲级、环境污染治理工程总承包资质壹级，拥有20多项国家专利，是上海市高新技术企业。

公司提供蒸发浓缩结晶分离整体解决方案，核心产品为各种类型的管式蒸发器、板式蒸发器、板式降膜蒸发器、各种结晶器等设备及工艺成套，主要服务于制浆造纸、环保产业及化工、发酵、制药、新能源锂电池材料行业、火电厂脱硫废水、食品工业、化纤工业新型纤维素、维生素C等等行业领域。

在制浆黑液蒸发行业，神农的技术团队主要来自江苏华机、晨鸣纸业等，掌握制浆黑液蒸发方面的核心技术（包括安德里兹、HPD公司、美卓等公司在制浆黑液蒸发方面的设备及工艺技术）。

造纸制浆行业客户有（部分）：太阳纸业、博汇纸业、泉林纸业、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。

地址：上海市浦东新区临港海基六路218弄16号楼　联系人：龚建东13601673973/王传顺13918431143/王一峰13611918376
电话：021-58039245　网址：www.senonsh.com

山东华屹重工有限公司竭诚为您服务

走進華屹

HUAYI 华屹重工

融技术精华屹行业之林

Interpretation of Huayi

一流的技术/一流的产品/一流的服务

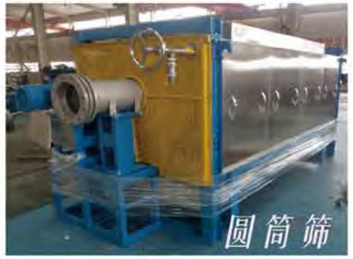
高浓碎浆系统

低浓碎浆系统

高浓除渣器

筛选系列

鼓式碎浆机



HUAYI 华屹重工
www.huayimachine.com

地址：山东省济宁市长沟工业园
邮编：272157
电话：0537-2234988
传真：0537-2284988
邮箱：hyzg2008@163.com

沈传涛 13953755596
王　利 13953702722
网址：www.huayimachine.com

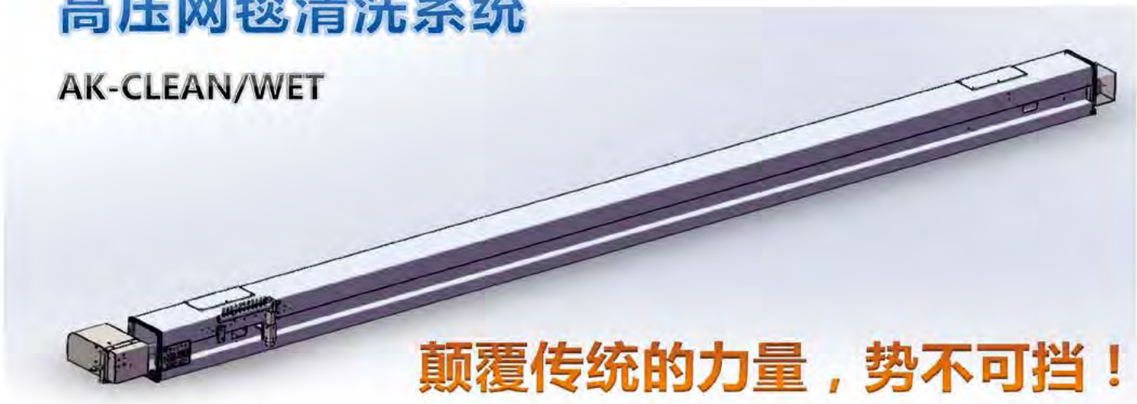
aokai

山东奥凯机电设备有限公司

扫描二维码关注公众号获取产品详情

高压网毯清洗系统

AK-CLEAN/WET



颠覆传统的力量，势不可挡！

节水 70%-90%，节电 80%-90%

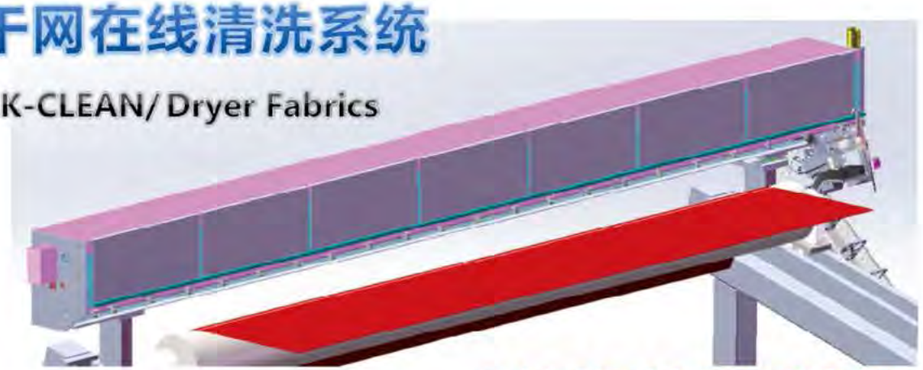
销量超过 1000 台

正在使用 AK-CLEAN/WET 的部分客户：

1	山东仁丰纸业	PM1	一拖七
2	山东仁丰特纸	PM2	一拖六
3	山东仁丰特纸	PM6	一拖五
4	山东仁丰特纸	PM7	一拖七
5	山东仁丰特纸	PM5	一拖二
6	山东仁丰特纸	PM3	一拖二
7	安徽林平纸业	4600	一拖九
8	安徽林平纸业	4800	一拖八
9	安徽林平纸业	5600	一拖十二
10	安徽林平纸业	5600	一拖十
11	安徽林平纸业	4200	一拖六
12	安徽林平纸业	3800	一拖六
13	安徽永顺纸业	5000	一拖五
14	安徽兆龙纸业	4600	一拖六
15	安徽司顺纸业	3400	一拖四
16	福建敦信纸业	4200	一拖六
17	福建利树纸业	4800	一拖八
18	福建盈盛纸业	4500	一拖五
19	福建盈盛纸业	4600	一拖五
20	广东汕头澄海区平安纸业	3600（1）	一拖五
21	广东汕头澄海区平安纸业	3600（2）	一拖五
22	广东蓓尔丽实业有限公司	2640（1）	一拖二
23	广东蓓尔丽实业有限公司	2640（2）	一拖二
24	广东蓓尔丽实业有限公司	2640（3）	一拖二
25	广东蓓尔丽实业有限公司	2640（4）	一拖二
26	广东蓓尔丽实业有限公司	2640（5）	一拖二
27	广东蓓尔丽实业有限公司	2640（6）	一拖二
28	广东优利德	2850	一拖四
29	广东金田纸业有限公司	5760	二拖九
30	广东金田纸业有限公司	3400	一拖九
31	广东金田纸业有限公司	2800	一拖九
32	佛山蓝天鹏纸业	5600	一拖六
33	东莞金田6号机	3400	一拖六
34	东莞金田7号机	3400	一拖六
35	广东汕头松炀纸业	5600	一拖九
36	河北保定金水湾纸业	3200	一拖五
37	河北保定金水湾纸业	4400	一拖五
38	河北保定三联纸业	3400	一拖八
39	河北保定三联纸业	3800	一拖八
40	河北保定泽裕纸业	3600	一拖五
41	河北保定泽裕纸业	5200	一拖五
42	河北保定新宇纸业	3550（1#）	一拖二
43	河北保定新宇纸业	3550（2#）	一拖二
44	河北保定新宇纸业	3550（3#）	一拖二
45	河北保定新宇纸业	3550（4#）	一拖二
46	河北青县恒伟纸业	4400	一拖四
47	河北保定满城红升	2800	一拖二
48	河北保定满城红升	3600	一拖二
49	河北保定永兴纸业	3500	一拖二
50	河北保定永兴纸业	2800	一拖二
51	河北邢台锦新纸业	4600	一拖二
52	河北保定长山纸质品	3600（左）	一拖四
53	河北保定长山纸质品	3600（右）	一拖四
54	河北秦皇岛丰满纸业	4200（左）	一拖四
55	河北秦皇岛丰满纸业	4200（右）	一拖四
56	河北秦皇岛昌黎纸业	4200右	一拖五
57	石家庄阿木森纸业	1880	一拖二
58	石家庄阿木森纸业	1880	一拖三
59	河南许昌晨鸣纸业	3750	一拖六
60	河南中泽纸业	4600	一拖六
61	河南恒丰纸业	4400	一拖五
62	河北兴昌纸业	3800	一拖五
63	湖北金凤凰纸业	PM 1#机	一拖七
64	湖北金凤凰纸业	PM 2#机	一拖五
65	湖北金凤凰纸业	PM 3#机	一拖五
66	湖北金凤凰纸业	PM 5#机	一拖五
67	湖北金凤凰纸业	PM 6#机	一拖五
68	湖北金凤凰纸业	PM 7#机	一拖五
69	湖北金凤凰纸业	PM 7#机	一拖五
70	湖北金凤凰纸业	PM 8#机	一拖五
71	湖北金凤凰纸业	PM 9#机	一拖五
72	湖北盛大纸业	4800	一拖六
73	湖北翔陵纸业	3800	一拖十一
74	湖北翔陵纸制品有限公司	4400	一拖六
75	江苏涟水永丰纸业	5600	一拖五
76	江苏永玖纸业	4800	一拖六
77	江苏徐州中兴纸业	4800	一拖六
78	徐州中兴纸业	5600	一拖三
79	徐州中兴毛毯	5600	一拖三
80	徐州大恒纸业	4800	一拖六
81	江苏普凯纸业	4800	一拖五
82	江苏普凯纸业	4800	一拖四
83	江苏灌云小依纸厂	4000	一拖五
84	江苏徐州尚品大成纸业	4400	一拖五
85	江苏徐州尚品大成纸业	3200	一拖五
86	江苏凤城纸业改造	4800	一拖五
87	江苏国盛	3200	一拖三
88	江苏国盛	3200	一拖三
89	江苏国盛	2000	一拖三
90	江苏国盛纸业	3200	一拖十三
91	江苏国盛纸业	3200	一拖十四
92	灌云利民纸业	5200	一拖五
93	灌云县小依造纸厂	3800	一拖五
94	淮安恒发纸业	3800	一拖十二
95	淮安恒发纸业	3200	一拖八
96	淮安恒发纸业	5000	一拖三
97	淮安恒发纸业	2640	一拖三
98	淮北市金华晟新材料	4400	一拖六
99	江苏盛宝仓纸业	4800	一拖九
100	江西赣州于都正亿纸业	5000	一拖六
101	兰州江安纸业	4200	一拖八
102	兰州静宁	4000	一拖五
103	兰州静宁	4200	一拖八
104	山东齐峰特材	2200	一拖一
105	山东齐峰特材	2640（13）	一拖四
106	山东齐峰特材	2640（16）	一拖四
107	山东贵和语嫣丹青	1450	一拖四
108	山东贵和语嫣丹青	1760	一拖四
109	山东贵和语嫣丹青	1880	一拖七
110	山东贵和纸业	2640	一拖五
111	山东贵和纸业	4400（3号机）	一拖六
112	山东贵和纸业	4400（1号机）	一拖五
113	山东贵和纸业	5600	一拖七
114	山东贵和纸业	1575	一拖十一
115	山东荣成海盛纸业	4500	一拖八
116	山东烟台大展纸业	3800	一拖六
117	山东烟台大展纸业	4800	一拖四
118	山东烟台大展纸业	2640	一拖四
119	山东烟台大展纸业	2850	一拖五
120	山东枣庄榴园纸业	1575	一拖七
121	山东枣庄榴园纸业	1760	一拖四
122	山东枣庄榴园纸业	2640	一拖八
123	山东枣庄榴园纸业	3200	一拖六
124	山东中冶银河纸业	4400（一期）	一拖六
125	山东中冶银河纸业	4400（二期）	一拖六
126	山东中冶银河纸业	21#机	一拖三
127	山东中冶银河纸业	22#机	一拖三
128	山东中冶银河纸业	23#机	一拖三
129	山东中冶银河纸业	24#机	一拖三
130	山东中冶银河纸业	25#机	一拖三
131	山东中冶银河纸业	26#机	一拖三
132	山东中冶银河纸业	27#机	一拖三
133	山东中冶银河纸业	28#机	一拖三
134	山东中冶银河纸业	29#机	一拖三
135	山东中冶银河纸业	30#机	一拖三
136	山东中冶银河纸业	31#机	一拖三
137	山东中冶银河纸业	32#机	一拖三
138	山东中冶银河纸业	33#机	一拖三
139	山东中冶银河纸业	35#机	一拖四
140	山东中冶银河纸业	36#机	一拖四
141	山东中冶银河纸业	2640	一拖三
142	山东齐峰集团	2640（16）	一拖四
143	山东齐峰集团	2640（22）	一拖四
144	山东齐峰集团	2640	一拖一
145	山东日照华泰	3450	一拖六
146	山东奥斯龙纸业	2600	一拖一
147	山东奥龙纸业	3200	一拖七
148	山东奥海纸业	2640	一拖七
149	山西华天基纸业	4800	一拖五
150	山西华天基纸业	5600	一拖八
151	山西平遥包装印刷造纸厂	4600	一拖五
152	山西平遥包装印刷造纸厂	5700	一拖八
153	新疆东盛祥纸业	4400	一拖四
154	新疆东盛祥纸业有限公司	5200	一拖九
155	新疆远大纸业	4200	一拖八
156	新疆远大纸业	3800	一拖九
157	新疆阿克苏泰源纸业	4200	一拖五
158	浙江荣晟纸业	5400（8号）	一拖五
159	浙江荣晟纸业	4600（6号）	一拖五
160	浙江荣晟纸业	4600	一拖七
161	浙江富阳富宇杰纸业	5000	一拖三
162	浙江杭州富阳丰收纸业	5600	一拖五
163	浙江杭州天鹏纸业	3800	一拖五
164	浙江金岭纸业	5000	一拖四
165	浙江嵊州恒丰纸业	4600	一拖五
166	浙江温州众发纸业	4800	一拖五
167	浙江宁海南湾阿盛纸业	3600	一拖四
168	浙江华丰纸业	1880	一拖二
169	嵊州恒丰纸业	4600	一拖四
170	嵊州天宁纸业	3800	一拖四
171	宁海馨源泰纸业	3800	一拖五
172	浙江荣晟纸业	5400（7号）	一拖五
173	吉林恒源纸业	4200	一拖四
174	西安东兴纸业	3800	一拖六
175	西安东兴纸业	3400	一拖四
176	西安东鹏纸业	4400	一拖五
177	俄罗斯	4600	一拖九
178	牡丹江恒丰	3600	一拖五
179	牡丹江恒丰	2400	一拖四
180	云南华宁裕发纸业	3600	一拖六
181	云南东盛纸业	4800	一拖四
182	云南东盛纸业	4800	一拖六
183	云南兄弟纸业	3200	一拖九
184	云南兄弟纸业	3600	一拖六
185	辽宁丹东洪阳纸业	4600	一拖五
186	吉林恒源纸业	4200	一拖六
187	广西番兰纸业	3600	一拖四
188	中国纸业泰格林纸	4000	一拖六

干网在线清洗系统

AK-CLEAN/ Dryer Fabrics



扫描二维码关注公众号获取产品详情

时刻保持干网清洁！

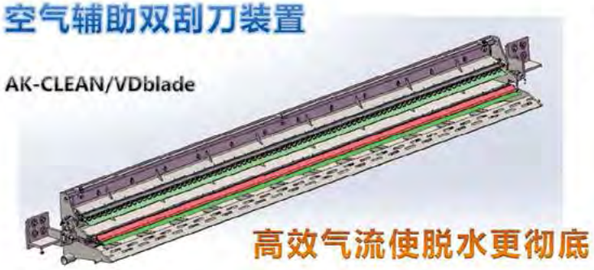
累计销量超过 200 台

正在使用 AK-CLEAN/Dryer Fabrics 的部分客户：

1	山东仁丰特种材料股份有限公司	PM1	一拖二
2	山东仁丰特种材料股份有限公司	PM3	一拖二
3	山东仁丰特种材料股份有限公司	PM5	一拖二
4	奥山新金龙纸业有限公司	4800	一拖三
5	安徽鑫光纸业股份有限公司	4600	一拖二
6	烟台市大展纸业有限公司	2640	一拖二
7	烟台市大展纸业有限公司	3400	一拖二
8	中冶纸业银河有限公司	4400一期	一拖二
9	中冶纸业银河有限公司	4400二期	一拖二
10	浙江荣晟环保纸业股份有限公司	PM6	一拖四
11	浙江荣晟环保纸业股份有限公司	PM8	一拖三
12	湖北宜昌翔陵纸制品有限公司	4100	一拖二
13	青县恒伟纸业有限公司	4400	一拖二
14	牡丹江恒丰纸业股份有限公司	2640	一拖二
15	牡丹江恒丰纸业股份有限公司	1880	一拖二
16	山西璟华纸业有限公司	3800	一拖二
17	湖北盛大纸业有限公司	5200	一拖四
18	湖北秦楚纸业有限公司	5200	一拖二
19	江苏普凯实业有限公司	4400	一拖二
20	江苏普凯实业有限公司	4400	一拖二
21	泰山石膏有限公司	2640	一拖四
22	涟水永丰纸业有限公司	5600	一拖三
23	涟水永诚纸业有限公司	5600	一拖一
24	稷山县群逸纸业有限公司	4400	一拖二
25	山东世纪阳光纸业集团有限公司	4500	一拖二
26	山东世纪阳光纸业集团有限公司	3400	一拖二
27	山西平遥包装印刷造纸有限公司	4600	一拖二
28	漳州市金泰纸业有限公司	4400	一拖三
29	青县恒伟纸业有限公司	4400	一拖二
30	重庆润民纸业有限公司	5200	一拖三
31	淮北同顺商贸有限公司	3400	一拖一
32	江西三禾纸业有限公司	4000	一拖二
33	马来西亚慕达纸业有限公司	2640	一拖二
34	保定市金水湾纸业有限公司	4400	一拖三
35	山东华金板纸有限公司	3400	一拖四
36	金华市金岭造纸有限公司	5000	一拖二
37	敦信纸业有限责任公司	3800	一拖一
38	山东海天造纸机械有限公司	4200	一拖三
39	山东海天造纸机械有限公司	2600	一拖一
40	嵊州市恒丰纸业有限公司	4600	一拖二
41	嵊州市恒丰纸业有限公司	4800	一拖一
42	寿光市鸿祥纸业有限公司	3800	一拖三
43	淮安恒发纸业有限公司	4800	一拖三
44	淮安恒洲纸业有限公司	4400	一拖三
45	漳州盈晟纸业有限公司	4800	一拖二
46	河南省龙源纸业股份有限公司	3800	一拖二
47	福建利树股份有限公司	4800	一拖三
48	佛山市南海蓝天鹏造纸有限公司	5600	一拖三
49	湖北长江汇丰纸业有限公司	5500	一拖三
50	保定市泽裕纸业有限公司	4600	一拖二
51	东莞市金田纸业有限公司	PM6	一拖二
52	东莞市金田纸业有限公司	PM2	一拖二
53	东莞市金田纸业有限公司	PM3	一拖二
54	河南秋月实业有限公司	4200	一拖三
55	白城福佳科技有限公司	2600	一拖一
56	晋江隆旺药生贸诚有限公司	3700	一拖二
57	湛江鹏宇纸业有限公司	4400	一拖二
58	辽宁兴东纸业有限公司	4800	一拖二
59	辽宁兴东纸业有限公司	5260	一拖三
60	汇胜集团股份有限公司	2200	一拖二
61	汇胜集团股份有限公司	2640	一拖二
62	汇胜集团股份有限公司	4400	一拖二
63	江苏双鼎纸业有限公司	4400	一拖二
64	湖北秦楚纸业有限公司	5200	一拖二
65	吉林省辽电纸业有限公司		一拖三
66	吉林市恒源纸业有限公司	4200	一拖四
67	漳州港兴制品有限公司	4600	一拖三
68	浙江千鑫纸张业有限公司	3600	一拖一
69	江苏富盛纸业有限公司	3600	一拖一
70	江苏双碟集团有限公司	3800	一拖一
71	沁阳市平安轻工机械有限公司	4000	一拖一
72	中山市永发纸业有限公司	PM2	一拖一
73	丹东市洪阳纸业有限公司	4400	一拖一
74	河南中峰集团纸业有限公司	4600	一拖三
75	河北宏嘉纸业	4400	一拖三
76	山东瑰峰纸业有限公司	4800	一拖二

空气辅助双刮刀装置

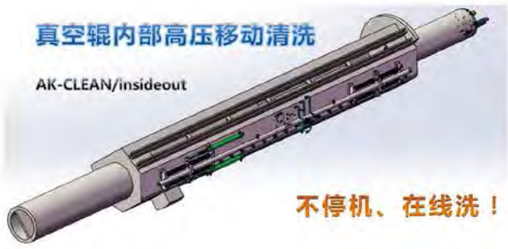
AK-CLEAN/VDblade



高效气流使脱水更彻底！

真空辊内部高压移动清洗

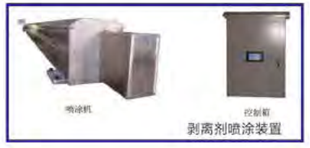
AK-CLEAN/insideout



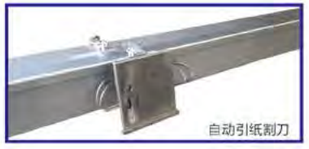
不停机、在线洗！

水针自动换卷系统

自动引纸水针



剥离剂喷涂装置



自动引纸剥刀

UNDA 运达有个中国 新
innovation

专业维修、改造转鼓碎浆机

最大直径可达 4500mm

业绩已覆盖河北、 福建、 湖北、 浙江等区域

郑州运达造纸设备有限公司

地址：新郑国际机场薛店工业园168号 传真：0371-62586686 邮箱：info@zzyunda.com 电话：0371-62581888/62586186

领英：Yunda Pulp Machinery Twitter：YUNDA PULP & PAPER MACHINE Yotube：yunda paper machinery

美锦科技

卓越的品质

是客户选择我们的理由

山东美锦机械科技有限公司

滕州市昆仑旋转接头制造有限公司

山东省滕州市经济开发区远大路888号

电话：0632-5666333 13062042029

传真：0632-5656555

邮箱：tzskunlun@163.com

网址：www.tzskunlun.com

尚宝罗江苏节能科技股份有限公司

尚宝罗 SHANGBAOLUO

证券代码：834018

尚宝罗江苏节能科技股份有限公司（以下简称尚宝罗泵业）创建于2004年，座落于扬州市北大门素有“江苏省泵阀管件产业制造基地”——宝应。2011年被授予国家高新技术企业，2012年被认定为江苏省著名商标。

尚宝罗泵业是专业从事泵类产品生产经营的企业，具备承接：造纸、制糖、钢铁、冶金、环保、电力、制药、印染、化工、市政工程等泵类产品生产配套。公司先后与江苏大学、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”，为新产品的开发研制创造良好的条件。

主导产品有：SK型耐磨耐腐纸浆泵、SJ系列低脉冲上浆泵；SBL系列节能型清水离心泵等。成功应用在国内重点工程项目中，性能指标均处于国内领先水平。

中国节能产品认证证书

中国质量认证中心

万吨纸浆穿泵过
优选好泵尚宝罗

咨询电话:+86-514-88209222
网 址: www.sblpump.cn
www.sblpump.com

公司地址:江苏宝应城西(二桥)工业集中区尚宝罗路1号 传 真:+86-514-88224929 邮 箱: sblpump@163.com
咨询电话:+86-514-88209222 网 址: www.sblpump.cn www.sblpump.com

山东华利环保工程有限公司

SHANDONG HUALI ENVIRONMENTAL PROTECTION ENGINEERING CO,.LTD.

特别推出

解决废纸进口禁令难题(Focusing on the waste paper import ban)

纸浆压榨烘干成型新技术——替代传统废纸原料处理工艺，降低投资成本。纸浆浓度由2%提高到85%后挤压成型，采用翻斗集装箱装运方便，快捷。

Providing the new technology of pulp pressing, drying and forming--- Upgrading the traditional waste paper processing technology and reducing investment costs. The fiber concentration can be increased from 2% to 85% after treatment. And it will be quick and convenient to transport by dump containers.

废纸 waste paper › 碎解 pulping › 初筛选 pre-screening › 初级脱水 first-stage dehydrating › 压榨 pressing › 烘干 drying › 成型 forming › 集装箱 packaging › 运输 transporting

主要产品：

◎纸浆压榨烘干成型成套设备
◎OCC处理线成套制浆设备
◎废纸脱墨线成套制浆设备
◎污泥及有机固废处理成套设备
◎有机、无机复混肥成套设备
◎成套设备工程设计、安装、调试
◎配件供应、修复及非标制作等

Main products & services:

- Fiber pressing, drying and forming line;
- OCC pulping line;
- Waste paper deinking pulping line;
- Sludge and organic solid waste treatment equipment;
- Compound fertilizer treatment equipment;
- Engineering design, installation and commissioning;
- Accessories supply, repairing and customization, etc.

工厂地址：山东省济宁市高新区第11工业园
办公地址：山东省济宁市海能国际C座
联系电话：19953303281
联系人电话：15963790825 17853706699
传　　真：0537-3160670
邮　　箱：15963790825@126.com
hl@sdhlep.com（国际贸易）

ZINGWELL 正伟机械®

真空压榨辊/真空伏辊/真空吸移辊/复合辊
真空托辊/真空网笼
压榨辊/卷纸辊/导辊等各种辊类产品

真空压榨辊
5600纸机，车速：1000m/min

真空伏辊
5600纸机，车速：1000m/min

真空吸移辊
5600纸机，车速：1000m/min

真空托辊
高速卫生纸机，车速：1300m/min

真空托辊
高速卫生纸机，车速：1600m/min

真空托辊
高速卫生纸机，车速：2000m/min

真空辊技术开拓先锋

国际先进技术深孔枪钻

车速1000m/min、1300m/min、1600m/min、2000m/min的高车速大规格真空辊产品逐渐投放市场并顺利开机运行，巩固了江苏正伟机械有限公司真空辊技术开拓先锋地位，真正实现了高速大型真空辊国产化的梦想，为“中国制造”增色添彩。

江苏正伟机械有限公司
Jiangsu Zingwell Machinerery Co.,Ltd

地址(Add)：盐城市建湖县建阳石油装备产业园润阳路88号
联系人：肖玮　电话(Tel)：13601420366　传真(Fax)：0515-86568633
网址(Web)：www.zwzzjx.com　E-mail：zwjx0077@163.com

MEILUN 安吉美伦纸业设备有限公司
ANJI MEILUN PAPERMAKING EQUIPMENT CO.,LTD.

安吉美伦纸业设备有限公司是原安吉水印辊厂。从1994 年开始吸取国外先进水印辊技术，然后结合国内客户的需求，为客户提供满意的服务。直至2002年拥有了自有厂区土地面积10000平方米，厂房建筑面积12000平方米。

目前有三大类产品：

一、水印辊，饰面辊（螺纹辊，蜂窝式，立片式，绕丝式等），各类规格的不锈钢网、铜网等。其中无孔螺旋式内龙骨结构与进口设备结构一致，国内领先采用这种结构，有清洗方便、不粘浆无死角、更好的整饰纸张等优点。

二、各种规格的摇振箱，适合各种纸机车速。

上述两大类产品都获得多项实用新型专利(ZL201220262598.8；ZL201220268476.X；ZL201220336256.6）和发明专利(ZL201210237010.8)。

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

I-Clean全幅智能高压湿部清洗装置

安吉美伦纸业设备有限公司自主研发生产的I-Clean 全幅智能高压湿部清洗装置用于造纸机的湿部（压榨毛布以及网部）通过特有的清洗技术大幅度提高节水率及节电率，以及使清洗物的使用寿命大大延长。特别感谢仙鹤股份有限公司、浙江夏王纸业有限公司、杭州华旺股份有限公司等的大力支持。

饰面(水印)辊系列产品

饰面辊专用不锈钢网

摇振箱系列产品

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：qmf@china-meilun.com

金泉 磨片
Golden Spring JINQUAN Refiner Plate

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

地址：辽宁省丹东市浪头镇 ADD：Langtou Town.Dandong.Liaoning Website：www.jinquang-disc.com
电话-Tel：0415-6155355 6155888 传真-Fax：0415-6156158 E-mail：jinquandise@163.com
邮编-Postcode：118009

Pusun Roller Industry **滕州市润升辊业有限公司**

Paper machine guard

润升辊业始于1996年，拥有辊子覆层研发、生产、制造的技术与经验。旗下拥有润升辊业江西有限公司、润升辊业江苏有限公司、润升辊业秦皇岛有限公司。可为您提供直径2000mm、长度12000mm、重量60T的辊子包覆聚氨酯、橡胶、复合材料等，同时可提供辊子维修及现场服务。润升辊业团队致力于为每一台纸机提供高效、优质、快捷的服务，时刻为造纸保驾护航。

复合聚氨酯覆层

应用：
盲孔压榨辊
真空压榨辊
真空托辊

复合材料覆层

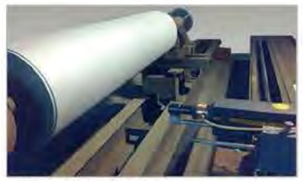
应用：
软压光辊
中心辊
高速导辊

高性能橡胶覆层

应用：
压榨辊
施胶辊
非功能辊

石墨密封条

应用：
真空压榨辊
真空托辊
真空吸移辊



超音速现场喷涂

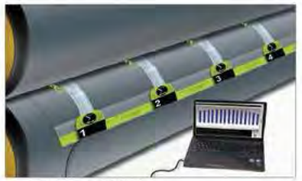
应用：
复卷机底辊
烘缸
热辊

辊子研磨

应用：
造纸功能辊
风电转子
重型精密机械

高端维修

应用：
靴压辊
可控中高辊
真空辊



现场品质服务

应用：
电子压区测试
热成像检测
辊轴动态测试

滕州市润升辊业有限公司

地址：山东·滕州市龙园大道南200米
电话：0632-5918799 13863270007 13963270007
传真：0632-5915884 网址：www.tzrsgy.1688.com

“像水针一样专注”

K-JET 水针系列产品

自动水针换卷系统
烘干部引纸水针系统
湿部引纸/定边水针系统
网压部高压扫描清洗系统
在线水针切边系统

凯捷特

20 年辛勤耕耘，匠心铸就一流品牌。

凯捷特专注于造纸机高压水针切割和清洗设备的研发、设计、制造和应用。解决纸机生产中引纸效率低、换卷成功率低、卷纸辊底废纸量大、网压部清洗水耗能耗高等问题，为纸机精益化生产提供一流品质和高效性能水针设备。

桃李不言，下自成蹊。

常州凯捷特水射流科技有限公司

地址：江苏省常州市新北区河海西路 271 号
网址：www.kjt-tech.com

Changzhou KJT Technology Co., Ltd.

电话：0519-85806380, 13861269026
电邮：sales@kjt-tech.com

Discussion on the Raw Materials of China Paper Industry: Accelerating Comprehensive Utilization of the Bast Fiber

⊙ Nie Xunzai

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

⊙ 聂勋载

中图分类号：TS721　　文献标志码：A
文章编号：1007—9211(2021)12—0001—05

聂勋载先生，1933年12月生于重庆（祖籍江津），1956年毕业于成都工学院制浆造纸工程专业，2005年退休，教龄49年，桃李满天下。曾任教天津大学、轻工业部干校（天津、北京）、轻工业部轻工业学院（北京、咸阳、西北）、湖北工业大学。历任助教、讲师、副教授（硕士生导师）、教授（硕士、博士生导师）。曾兼任华南理工大学、天津轻工业学院教授。享受国务院特殊津贴。

曾任中国造纸学会理事、碱法草浆专业委员会副主任（从1978年碱草委成立至结束连任副主任31年），陕西省与湖北省造纸学会副理事长、名誉理事长，美国制浆造纸技术协会会员，轻工业部制浆造纸专业教材委员会副主任，湖北省学位委员会学科评议组高校教师职务评议组成员，武汉市科技智囊团成员，甘肃省庆阳行政公署等地方技术顾问，农牧渔业部农垦造纸协会、华泰集团、汶瑞机械等单位技术顾问。

主要成绩：提出课题和组织完成研究的科研项目甚多，有24项获奖(其中12项获省部级科技奖)、申报专利7项、主持工程7项、主编专著或教材5本、参编4本、发表科研论文100多篇，代表性文章“碱法草浆发展战略及其对策”和“中国碱法非木材纤维制浆造纸可持续发展纲要”获中国科协优秀政策建议奖。对草浆助剂、草浆置换蒸煮、特种纸、胡麻制浆、光叶楮全树综合利用及速生韧皮纤维小径材资源化产业化等项目有较深入的研究。

1　实现第二个中国百年梦，造纸工业的任务和难题

第二个百年梦“建成世界一流的社会主义强国”的新征程已经起航开局，全国人民精神振奋，人人立足本职、奋勇拼博，保证按期完成中华民族伟大复兴的第二个百年梦。要实现第二个中国百年梦，造纸工业的“任务”是什么？最大的困难是什么？只有全行业取得共识，才能产生合力，集中攻关，保证按期完成历史重任。

建成富裕强国，造纸工业的主要标志之一是“人均用纸量”。现发达国家人均用纸量多在200～300 kg/人·年，现中国仅74 kg/人·年，差距极大，故建成富裕强国，中国造纸工业的最大困难是原料！解决造纸原料的任务十分艰巨、时间紧迫、困难较多、条件较差。应引起行业和同仁关注，全行业要齐心合力，千方百计，自力更生，共同来解决原料问题。第二个中国梦必须按期完成，造纸工业不能因原料有困难而掉队，成为延误历史重任的行业。

现在中国造纸工业原料已经出现供应紧张的局面，国产纸浆占65%（其中国产木浆13%、国产非木浆6%、国产废纸浆46%），原料的对外依存度较高。2021年停止国外废纸进口后，国内原料供应更加紧张。到2035～2049年，若中国人均用纸量达到200～300 kg，原料还依赖进口，中国必将付出十分沉重昂贵的代价，有专家甚至认为，世界上没有那个国家能提供如此巨额的原料。

如何解决中国造纸工业原料？是一个难题，为了完成第二个中国梦，笔者抛砖引玉，提出“探索解决中国造纸工业原料的出路”，供行业和企业参考。

2 回顾中国造纸工业的原料方针，吸取历史的经验与教训

造成中国造纸工业原料严重短缺的原因可能是：建国70年来，造纸工业缺乏稳定的原料方针，没有解决好原料方针存在的要害问题，放弃“自力更生”的传家宝，走进依赖进口原料的死胡同。

我国是贫林国家，如何发展造纸工业？建国后有场著名的“草木之争”定下“以草为主的原料方针”解决了新中国30年低水平的用纸需要，但没有解决“污染”这个要害问题。改革开放后改为“林纸结合的原料方针”。林纸结合是世界造纸工业解决原料的成功经验，但没有解决好国内外林地“所有制”不同所带来的矛盾，使企业不能获得廉价的、充足的原料(与国外比)，使广大造纸企业对中国租赁土地的林纸结合模式失去信心和兴趣，纷纷放弃“林纸结合”转向进口原料并逐步形成严重依赖进口原料的困难局面。

2.1 建国30年执行“以草为主的原料方针”，曾造成污染失控

我国是贫林国家，草类资源丰富，通过“草木之争”决定执行“以草为主的原料方针”。当时纸厂规模小、技术落后、不重视污染，造成污染失控。一个小厂污染一条河，一个行业污染了全中国，轻视污染必将受到否定和淘汰。

2.2 改革开放前20年推行“林纸结合的原料方针”，没有处理好林地所有制不同带来的矛盾

世界造纸工业解决原料的成功经验是“林纸结合”，但改革开放后中国推行林纸结合几十年，没能实现林纸结合曾提出的计划目标，更没能完全解决中国造纸工业的原料。据笔者调研（见《中华纸业》2013年第3期），没达到目标的原因可能是“中国林纸结合的林地所有制与国外不同所造成”。国外林纸结合的林地是老板私有，原料的生产成本较低；中国林纸结合的大部分林地是农民所有，土地的租赁费高（与国外比），另外农民与企业的干扰和纠纷较多，更加大了林纸结合原料的生产成本，企业不能获得充足价廉的原料，使广大造纸企业对中国林纸结合租赁土地的旧模式失去了信心和兴趣，纷纷转向进口原料。

2.3 改革开放后20年“依赖进口原料”，原料逐步紧张，形势严峻逼人

改革开放后期的20年，中国造纸工业的原料逐步依赖进口，自制原生浆比重太低（仅近20%），原料对外的依存度高。废纸是第一大原料，曾占总量65%，其中进口废纸量大于40%，进口量曾超过3000万t/年。2021年停止废纸进口，从长远看中国造纸工业原料的缺口会更大，依赖进口很难解决中国造纸工业原料的巨额需要。解决中国造纸工业原料问题，首先要依靠和精心利用我国辽阔的国土资源，自力更生、艰苦奋斗、创新探索，积极发展人工造纸林，同时利用好国际条件和国外资源。

3 探索解决中国造纸工业原料的出路

3.1 恢复利用草类纤维原料，尤其是农业废弃物

某些纸厂提出恢复使用草类原料，这是一条可行的出路。改革开放前中国造纸工业的原料是“以草为主”，曾低水平解决了中国造纸工业的原料供应问题，草类原料纤维较短，杂质较多，小厂的污染较难解决。改革开放后有的领导专家否定使用草作原料，使草浆比重下降到6%(2019年数据)，草类原料的污染可以解决，精细加工的草浆质量也不错，应当支持恢复使用。

建议由国家牵头规划一批大型的（有一定规模）、先进的（保证无污染）草浆厂的建设方案，通过招标由民营企业投资，国家对投资企业给予支持和适当的补助，将恢复使用草类原料落到实处。

但是，由于草类原料的总量有限，不可能依靠它完全解决中国造纸工业原料的巨额差距。

3.2 如何实现中国造纸工业的林纸结合

为了实现中国的林纸结合，需要解决“林地私有的中国林纸结合新模式”和“土地国有、林木企业自有的中国林纸结合新模式”。

3.2.1 建设“林地私有的中国林纸结合新模式”

在社会主义中国境内不可能土地私有，笔者曾建议广大造纸企业出国买地，实现林地私有，创建中国林纸结合出国新模式，将原料或纸浆运回国内，比进口原料或纸浆合算，更重要的是能主动掌控原料的定价权。有关情况简介如下：

(1) 据说东南亚的土地价格低廉，美国的林地也不贵，某造纸企业已经在东南亚和美国购买土地和林地（实现林地企业私有），完成了林纸结合，制成纸浆运回国内。这一成功经验值得广大中国造纸企业学习和仿效，应积极推广。

(2) 据江西九江某企业负责人介绍：“非洲（某国）土地辽阔，土质肥沃（黑土地），气候温和，雨量充沛，很适合大量种树，只需向地方政府纳税，土地价很低，几乎不要钱”。由该负责人投资，希望联合去开发，将造纸原料运回国内出售。

笔者支持该负责人的设想，因该负责人不懂造纸，因此建议该负责人先在国内建示范林场和示范备料（制浆）车间，待掌握林纸生产技术后，整体搬迁或全套复制去非洲建厂。后因国内示范项目受阻，此事中断。

国内的纸厂（尤其是有林的纸厂），与国内的投资方联合去非洲完成林纸结合项目，不必在国内完成示范工程，纸厂负责技术保证（提供技术、设备和人员），将加工原料或纸浆运回国内自用和出售。

3.2.2 建“土地国有、林木企业自有的中国林纸结合新模式”

为避开农民、企业又能获得林地，笔者曾建议中国林纸结合与国家水土保持工程相结合，创建“中国林纸结合双结合新模式”。建议政府将需要水土保持的国有土地（见《中华纸业》2019年第13期）低价甚至无偿给造

探索建立中国林纸结合新模式

纸企业投资种树，林木由企业自管自用，使企业获得低价的充足原料。国家节省了水土保持工程的投资，又完成了水土保持的任务，地方政府获得税收，又实现地方国土的绿化美化。双结合林纸结合可以说是一箭多雕，使企业、国家、地方政府都受益。

为了探索中国林纸结合双结合新模式，建议造纸协会关注研究，打通申报程序；请广大纸厂关注，若当地有国家水土保持工程，建议纸厂向造纸协会申报，协会向国家高层申报，争取在国内尽快试点，示范工程成功后，在全国推广。这将是解决中国造纸工业原料的一条重要出路。

3.3 积极恢复使用国外废纸

进口废纸曾是中国造纸工业的主要原料，高峰时进口量达3000多万t。我国禁止废纸进口后，国外废纸价格大跌，而我国大量废纸加工设备闲置，建议将闲置的废纸加工设备整体搬迁到我国的周边地区（如俄罗斯东部沿海地区、朝鲜、韩国、东南亚各国、印度及周边的小岛国家和地区），甚至搬迁到进口废纸运输方便的“一带一路”各国，由纸厂自建或与当地联合建进口废纸加工厂，将废纸浆或纸箱用纸运回国内自用或出售。这是解决我国造纸工业原料短缺的又一条重要出路。

开发杂交构树，加速韧皮纤维的全树综合利用

3.4 充分利用现有资源，加速开发韧皮纤维的全树综合利用

推荐两个树种：杂交构树和桑枝。这两种韧皮纤维植物是同科同属，品质和性能相近。

3.4.1 开发利用超短期人工杂交构树

（1）将国家扶贫办精准扶贫项目——人工杂交构树“林饲”产业化结合项目创新改造成超短期人工杂交构树“林纸饲”产业化结合项目。

国家扶贫办现有“林饲产业化结合林场”一百多个，分布在全国各地，如安徽有12家、贵州有13家等。广大纸厂可以就近找“林饲产业化结合林场”，双方组建团队，将“林饲产业化结合林场”改造成“林纸饲产业化结合林场”。欢迎参加到“林纸饲产业化结合联盟”中来，解决和缓解原料供应问题。

（2）为什么要将“林饲”结合创新改造成“林纸饲”结合

构树“林饲结合”是用树苗生产饲料；林场的规模小、产量低，饲料的质量差，林场的经济效益不好（可惜了树苗）。构树“林纸饲结合”，让树苗长大成树，可以显著提高林场的生物质产量，改用树叶生产饲料，饲料的蛋白质含量倍增，可显著提高饲料质量；树杆和枝桠材造纸，获得树皮、杆芯木和皮杆混合料三种优质造纸原料，实现了构树的全树利用和全杆造纸，使林场的产量大增，经济效益显著增加。

（3）构树种植有两种方式：（A）细杆料：800株/亩，生长4个月后开伐、1年内用完，全杆使用。（B）粗杆料：666株/亩，1年开伐、3年内用完，粗杆剥皮，制成造纸原料（共三种）：树皮、杆芯木、枝桠材和细枝不剥皮全杆用。

（4）构树的成浆得率：树皮浆80%~85%，全杆浆60%~70%，杆芯木白浆50%~60%。

（5）构树全身是宝：皮纤维细长、洁白、柔韧，强度大，是生产特种纸、高级纸和纺织产品的好原料；杆芯木是生产生活用纸、文化印刷用纸的好原料；全杆料是生产高强纸和纸板的好原料；树叶含有丰富的粗蛋白和氨基酸及微量元素，可以入药，制保健食品、酒、饮

料，更是饲料的顶级原料。

(6) 构树全树利用的年生物质产量高达4.2~5.3吨/亩，远大于其它众多造纸用材，经济效益好，“每亩地年产两吨浆！(含饲料产品)”，值得纸厂关注和使用。

3.4.2 关注野生构树开发造纸原料

野生构树生命力很强，耐干涝，在含盐0.4%以下的贫瘠荒地均能快速繁殖，旺盛生长，在我国是常见植物，多生长在山地坡地较多的地方。野生构树全国的核心产区：陕南的安康、商洛地区，鄂西的十堰、神农架、恩施地区和川东、湘西的大片山区。若纸厂附近有充足的资源，欢迎参加到“野生构树造纸产业化项目”中来，解决纸厂原料和缓解中国造纸工业原料供应问题。野生构树的基本品质与人工构树相似，不重述。

3.4.3 综合利用桑枝开发造纸原料

我国桑枝资源不少，造纸原料方面开发利用不多，仅四川西昌桑枝基地有桑枝100万亩，正在开发利用。江、浙、皖、赣、蜀、湘、鄂，都是桑枝的重要产区。桑枝是优质造纸原料，品质和性能与构树相似(见《中华纸业》2019年第13期等)。

请纸厂关注，若附近有桑枝基地，可主动联系，加入到“林纸蚕产业化结合项目”中来，联合开发桑枝造纸原料。

3.5 构树全树综合利用的思考、总结和建议

3.5.1 树种

(1) 古代和近代：只用野生构树。

(2) 现在：用超短期人工杂交构树。

(3) 即将：为行业培育专用的超短期人工杂交构树，如造纸专用杂交构树、饲料专用杂交构树等，使树杆或树叶的产量更高，品质更符合行业的需要。

3.5.2 原料和产品

(1) 古代和近代：只用野生构树皮，生产纸浆用于造纸。

(2) 现在：超短期人工杂交构树，实现林、纸、饲产业化结合的全树综合利用。

(3) 即将：超短期人工杂交构树，实现林、纸、饲、酒、饮料、纺织、药等产业化结合、物尽其用的全树综合利用。

总之，构树全身是宝，本项目的树种将不断优化、产品内容和用途不断扩大、产值和利润不断提高。

3.5.3 机械化程度

(1) 古代和近代：古代全盘手工操作，近代部分手工、少部分用机械。

(2) 现在：少部分用手工，大部分用机械，尽快实现种植、采叶、叶杆分离机械化。

(3) 即将：从育苗、种植、培育、砍伐、备料、制浆、造纸，全盘机械化生产，甚至采用高效智能的机械化生产。

3.5.4 原料收割方式

废除定期统一收割原料的传统做法，改为轮收制，根据纸厂生产的需要，一年四季有计划、均衡收割原料，实现原料不储存、不堆放、不保管、防霉变、易剥皮、好加工等要求。在林区完成粗备料，解决枝桠材、小径材装车难的问题。

3.5.5 正确选用制浆工艺

本项目主要采用化机法制浆。世界化机浆因原料不同所用的设备分为两大类：棉麻皮特长纤维原料的主要设备是SLG(双螺杆)，短纤维原料的主要设备是M(高浓盘磨)。构树各部分材质差别很大，必须选择合适的制浆工艺：树皮是特长韧皮纤维，选用SLG设备的APSP制浆工艺；杆芯木是短纤维，选用M设备的APMP制浆工艺；全杆料有特长韧皮纤维，又有短纤维，首选方案是SLG设备的APSP制浆工艺，也可选用改良化机法(一级粗磨用SLG设备，二级精磨用M设备)，改良化机法与APMP相比可以节省投资和电耗，与APSP相比成浆质量更细腻、强度稍低。全杆料不宜采用化学法和半化学法制浆，而单一树皮或杆芯木原料可以采用化学法和半化学法制浆。

3.5.6 制浆设备型号与产能的选择(表1)

总之，当代造纸同仁要统一思想，明确第二个百年中国梦造纸工业的历史重任，齐心合力、迎难而上，为实现中华民族的伟大复兴奋力拼博。

表1 制浆设备型号与产能的选择

设备型号	S180	S240	S300	S360
树皮浆(APSP)/万t	0.5	1	2~2.5	4~5
杆芯浆(APMP或改良法)/万t	1	2	4~5	8~10
全杆浆(APSP或改良法)/万t	约0.8	约1.6	约4	约8

[收稿日期：2021-05-12(修改稿)]

Conception and Reflection on the Industrialization of Pulp and Paper Process Using Broussonetia Papyrifera as Raw Material

⊙ Nie Xunzai

构树制浆造纸产业化的构想与反思

⊙ 聂勋载

中图分类号：TS721　　文献标志码：A　　文章编号：1007—9211(2021)12—0006—03

1　构树制浆造纸追求产业化简况

笔者从1990年开始研究野生构树皮制浆，随后与山东林校合作研发超短期人工光叶楮（一种杂交构树）用于造纸工业，2000年召开了光叶楮培育和造纸研究鉴定会，2006年召开光叶楮化机浆研究鉴定会，获得科技进步三等奖。获奖10多年了，光叶楮一直未能投产使用，原因是转产组织不起来。因小径材（光叶楮）造纸是新生事物，人们缺乏认识，行业尚未认同，更没有形成光叶楮原料市场。主要困难是缺乏光叶楮原料及合作纸厂，配套设备也有点问题，转产工作总是不能真正实现。这个好项目长期处于无奈又不愿放弃的状态。

2018年得知，国家扶贫办推广人工构树林饲产业化结合项目，给解决构树原料带来了希望，与构树林饲产业化结合联盟理事长刘尚文教授合作，找了河南、山东各一家构树饲料林场和某纸厂，还找了三家机械厂和一家设计公司，本以为解决了转产配套的难题，经两年的努力还是没有投产。反思失败的原因是：组织不紧密和不能按小径材的特点和科研成果的要求办事。该纸厂对皮浆没有兴趣（树皮用途广、产值高，但该厂不愿投资开发，令人不解），该厂对小径全杆料有兴趣，但只愿用厂现有的半化学法，不愿改成科研成果要求的化机法（因需要一大笔设备投资，还要浪费原有设备）；河南林场没有动作，可能是不愿升级改造；山东林场的树长大了，合作纸厂不用，林场附近的纸厂也不用，宝贵的构树原料找不到出路，被迫毁林。

小径材构树与大原木造纸有许多不同的特点和要求，通过本文与对本项目有兴趣的企业和同仁进行交流，并介绍小径材构树造纸（实现产业化）的特点、要求和构想。

2　为什么要求“构树林饲结合”创新升级改造成

“构树林纸饲结合”？

“构树林饲结合”用树苗生产饲料，林场的规模很小、产量很低，饲料质量差、经济效益不高（如湖北随州林饲结合林场，原规模很大，现已萎缩，准备改行）。而“林纸饲产业化结合”让苗长大成树，能显著提高林场的生物质产量，改用树叶生产饲料（饲料的蛋白质含量倍增）显著提高饲料质量，用树杆和枝桠材造纸，实现了构树的全树利用和全杆造纸，使林场的产量大增，林场的经济效益显著增加。全树综合利用的产品甚多，产值更高，经济效益更好，并为缓解中国造纸工业原料的严重短缺找到一条出路。

构树用于造纸工业，皮浆的得率可达80%～85%，是生产特种纸、高级纸的优质原料；全杆浆的得率可达65%～70%，是生产高强纸和纸板的好原料；杆芯木浆的得率可达55%～60%，是生产生活用纸和文化印刷用纸的好原料（研究数据见《中华纸业》2020年8月第15期第61页）。笔者研究光叶楮时只用粗杆造纸（枝桠材、细杆和叶全不用，一年生光叶楮实测亩产粗杆原料2吨多），曾提出“年亩产1吨纸浆”的目标（已高于众多造纸用材）。现全树利用，估算年亩产原料约5吨，提出“年亩产2吨纸浆”的目标，值得造纸企业关注。

3 组建团队

把“构树林饲结合”创新升级改造成“构树林纸饲结合”，要求饲料林场与纸厂组建团队，抱团取暖，建立紧密的责任关系。绝不能把林纸饲结合理解成：纸厂买原料、林场卖原料的一般松散的市场关系（现在没有原料市场）。组建团队林场的工作量增加并不多，关键是明确双方合作的方式与内容及承担的责任。“没有团队”，林场不敢让树苗长大（山东因没团队，树长大了没人要，造成毁林），纸厂不敢投资建生产线；成立了团队（双方紧密协作，建立相互依承的市场关系，签定包种包收合同），林场放心种树，为纸厂提供原料，纸厂落实了资源，放心投资建设生产线。

团队由纸厂挂帅，双方共同商定林场的发展规划和原料的产销计划。根据资源纸厂配套建生产线，由纸厂提出具体的用料计划，林场执行（双方不是上下级关系，是平等的买卖原料的协作关系，是服务与被服务的关系），但在工作上是相互依承的、由纸厂领导林场的关系（如何种树仍由林场决定，纸厂不介入）。若纸厂组织领导不力或林场不合作将无法工作，双方要签约，若一方任意退团，要承担法律赔偿责任。要求双方相互信任、相互支持、长期合作、共同发展（建团队是目前开发小径材构树的特殊需要，今后国内形成了构树原料市场，很有可能不必建团队）。

4 必须作好准备工作

本项目的技术和主设备成熟（有科研成果为据），配套的辅助设备尚须通过试用修改完善，要求参加本项目的纸厂，不要急于贪大求快，必须作好准备工作。先建小型的示范工程或作好准备工作，委托与笔者合作的设备厂，先完成三种原料的备料试生产（允许设备厂修改完善设备），将备料合格的原料送到另一设备厂，完成三种合格纸浆的试生产。待备料示范成功后，才允许扩大生产规模，实现产业化、规模化生产。

5 小径材构树制浆造纸的特点与要求及实现产业化

制浆优质原料——构树

的构想

5.1 在林区建造纸备料厂

构树小径枝桠材不同于大原木，难装运、树叶易腐、杆难堆放，鲜杆易剥皮、干杆剥皮难。要求在林区备料，将枝桠材打断撕碎，粗杆剥皮，树皮打捆，树叶干燥磨碎，还要保证备料的质量和能即时将原料运到纸厂。林场提出，林场不懂造纸，不了解设备和造纸备料的质量要求；与纸厂联合在林区建造纸备料厂，备料厂由双方共建共管（林场负责备料厂的行政、人事、财务、生活管理等，纸厂负责技术管理，保证备料的质量和生产调度按期送到纸厂），双方联合投资（林场投入场地、厂房、水、电、人员、生活设施及辅助设备，纸厂投入备料主设备），按股分红（平分），产权自有，备料厂独立核算，并承担原料的运费（解决运费难分担的问题），林场按市场价将原料卖给备料厂，备料厂按加工原料市场价卖给纸厂（若无市场价，参考有关原料的市场价处理）。这是目前小径材构树的特殊需要，不同于大原木。

5.2 原料的收割改为轮收制

根据纸厂生产需要，一年四季有计划地、均衡地收割原料，在林区加工，可以解决原料装运和堆放的难题，实现原料不储存、不堆放、不保管、防霉变、易剥皮、不在纸厂建大型原料场（这是小径材构树的特殊需要，不同于大原木）。

5.3 树苗改种构树的方式暂定两种

（1）细杆料：800株/亩，生长期：4个月开伐，1年内伐完（要求杆木质化，纤维成熟，杆径大于2cm）；树叶嫩枝生产饲料；杆（含枝桠材）不剥皮全杆用（生产皮杆混合料纸浆）。

（2）粗杆料（都是小径材，只比细杆料粗）：666株/亩，生长期：1年开伐，2年内伐完；树叶嫩枝生产饲料；>3cm的粗杆剥皮（制成树皮与杆芯木），枝桠材和<3cm细枝，不剥皮全杆用。备料厂共生产三种造纸原料（通过实践，要求林场不断优化完善构树种植的方案，这不同于大原木）。

5.4 实现全盘机械化生产

从育苗、种植、培育、砍伐、备料到制浆造纸，现已大部分机械化，要求尽快实现全盘机械化生产。

5.5 正确选用制浆工艺和设备

构树各部分的材质差别很大，有特长纤维、短纤维、混合纤维，要求严格按科究成果的工艺要求办事。本项目用化机法，化机法的设备按原料不同分成两类：特长纤维用SLG双螺杆，短纤维用M高浓盘磨。树皮“特长纤维”必须用SLG设备的APSP制浆工艺，杆芯木“短纤维”用M设备的APMP制浆工艺（也可用改良化机法工艺）。全杆料有皮又有杆芯，首选方案用SLG设备的APSP制浆工艺（也可用改良化机法工艺，一级粗磨用SLG设备，二级精磨用M设备；改良法用于全杆料，与APSP相比，成浆质量更细，强度稍差）。

全杆料不能用化学法和半化学法制浆，树皮和杆芯木可以用化学法和半化学法制浆。

5.6 本项目的发展前景

构树“林饲”产业化结合是初级利用，“林纸饲”产业化结合是构树高级的全树综合利用，将会实现构树（林、纸、饲、纺织、酒、茶、饮料、药、药原料、保健品、氨基酸、木碳、胶合板等）产业化结合，是构树物尽其用的高级全树综合利用。现各种科研样品不断出现：酒样品680元/瓶，有构树叶的清香和茅台的风味，53°酒，不上头；纺织样品，透气如绸，作内衣衬衫特好，几十万元/吨；药原料的粉末样品200万元/吨。

本项目要求不断地优化树种（已有造纸专用构树，以长杆为主），产品内容和用途正在不断扩大，产值和利润不断提升，发展前景甚好。

5.7 对本项目产业化的希望和建议

建议：本项目的第一步是作好准备，组建团队，实现启动工程（开局很重要）；第二步实现规模化生产（尽力扩大林地，根据资源作出生产规划，达到最高产量）；第三步物尽其用的全树综合利用，实现其他产业的生产（如纺织、药原料、酒、高级饲料）；第四步争取承担林纸结合双结合新模式的试点和推广。（参看《中华纸业》2019年7月第13期第55页，条件是：能否取得行业和国家的支持，关键是：本项目前三步能否作出突出的成绩）

5.8 结论

本项目发展前景广阔，欢迎对本项目有兴趣的纸厂参加到“林纸饲”产业化结合队伍中来，按四步构想走，为实现第二个中国百年梦、为解决中国造纸工业原料严重短缺、为2030年造纸行业碳达峰共同努力作出贡献。

[收稿日期：2021—05—31]

Application and Research Progress of Biological Enzymes in Pulp and Paper Making Process

⊙ Chen Jiachuan[1], Jia Qianqian[1], Li Fengfeng[1], Xue Yu[1], Wang Dongxing[3], Hu Changqing[3], Yang Guihua[1,*]
(1.State Key Lab of Bio-based Materials and Green Papermaking /Key Lab of Pulp & Paper Science and Technology of Education Ministry of China, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences), Jinan 250353, Shandong, China; 2.Shandong Century Paper Group Co., Ltd., Changle 262400, Shandong, China; 3.Shandong Chenming Paper Group Co., Ltd., Shouguang 262700, Shandong, China)

生物酶在制浆造纸过程中的应用及研究进展

⊙ 陈嘉川[1] 贾倩倩[1] 李凤凤[1] 薛玉[1] 王东兴[2] 胡长青[3] 杨桂花[1,*]
（1.齐鲁工业大学（山东省科学院）生物基材料与绿色造纸国家重点实验室/制浆造纸科学与技术教育部重点实验室，山东济南 250353；2.山东世纪阳光纸业集团有限公司，山东昌乐 262400；3.山东晨鸣纸业集团股份有限公司，山东寿光 262700）

陈嘉川 先生
教授，博士生导师；研究方向：生物基材料与绿色造纸。

中图分类号：TS743+.14；TS727
文献标志码：A
文章编号：1007-9211(2021)12-0009-08

摘 要：基于生物酶的专一性、高效性和环境友好性，生物技术在制浆造纸工业已有一些成熟应用，并取得了良好的经济和环境生态效益。本文介绍了纤维素酶、半纤维素酶、木素降解酶、果胶酶等生物酶在生物制浆、生物漂白、酶促磨浆/打浆、酶法脱墨、纤维酶法改性、生物法树脂障碍控制、生物法处理制浆废水等制浆造纸各单元中的应用和研究进展。

关键词：生物酶；生物制浆；酶法脱墨；生物漂白

Abstract: Based on the specificity, high efficiency and environmental friendliness of biological enzymes, biotechnology has been applied in pulp and paper industry and achieved good economic and environmental ecological benefits. The application and research progress of cellulase, hemicellulase, lignin degrading enzyme, pectinase and others in various units of pulping and papermaking, such as biological pulping, biological bleaching, enzymatic refining/beating, enzymatic deinking, cellulase modification, biological resin barrier control and biological treatment of pulping wastewater, were introduced in this paper.

Key words: biological enzyme; bio-pulping; enzymatic deinking; bio-bleaching

□ **基金项目**：国家自然科学基金（31770628，31901273）；山东省科教产融合创新试点工程（2020KJC-ZD14）。
*通讯作者：杨桂花女士，教授，博士生导师，研究方向：制浆造纸与生物质炼制绿色化学技术。

近年来，随着我国进口固废禁令的实施，造纸工业面临着纤维原料短缺、能源供应紧张、环保日趋严格等问题，严重制约着我国造纸业的发展。生物技术的不断发展与进步，使得其在制浆造纸领域逐渐显示出其优越性，并有一些成熟应用，取得了良好的经济和环境生态效益[1-2]，已成为推动我国制浆造纸工业绿色可持续发展的动力之一。生物技术中各种生物酶的应用，在制浆造纸工业不同单元中发挥着至关重要的作用，充分体现了其高效、环保的特点。如在生物制浆中减少蒸煮化学品的用量、生物漂白中减少漂剂的用量、树脂障碍控制中减轻树脂类沉积问题、酶法脱墨中废纸性能的改善、制浆造纸废液中有机物的降解等。酶是一类重要的生物催化剂，可高度特异性识别其底物；还具有高效性，即催化效率远远高于无机催化剂约10^5～10^{13}倍。其次，酶的作用条件较温和，不需设立单独的作用环境，在常温常压下即可进行。不同类型酶制剂在制浆造纸中的应用，可以降低能耗，改善纸浆性能，减轻环境污染。本文介绍了制浆造纸过程中纤维素酶、半纤维素酶、木素降解酶、果胶酶、淀粉酶、脂肪酶等生物酶制剂单独或联合参与单元处理的研究进展和应用，包括生物制浆、生物漂白、酶促磨浆/打浆、酶法脱墨、纤维酶法改性、生物法树脂障碍控制、生物法处理制浆废水等。

1 制浆造纸过程常用生物酶

1.1 纤维素酶

纤维素酶是一组可以特定催化纤维素及其衍生物降解为寡糖或单糖的复杂酶系。目前，纤维素酶已在造纸工业中有广泛应用，可促进纤维分丝帚化，有效改善纸浆纤维滤水性能和纤维成纸性能。在废纸脱墨中也有应用，可以减少化学药品消耗来减轻环境污染负荷。

1.2 半纤维素酶

半纤维素酶是指一类可以选择性分解由不同种类单糖构成的半纤维素酶的总称。其中木聚糖酶是专一降解半纤维素中木聚糖为低聚木糖和木糖的复合酶系[3-5]，已在部分工段实现了工业化应用，主要应用于以下几方面[6-8]：(1) 用于漂白工序，提高浆料可漂性，节省漂剂用量，减轻环境污染负荷；(2) 用于废纸脱墨，提高油墨脱除率，减少化学药品用量；(3) 用于纸浆纤维性能改善，降低细小纤维含量，提高纤维的滤水性、打浆性及流动性，改善纸浆脆性[9]。

1.3 木素降解酶

基于植物纤维原料中木素的苯丙烷单元间醚键和碳碳键连接的结构顽抗性，其降解十分缓慢。在自然界中，白腐菌可分泌一类氧化酶降解木素，孢子/菌丝吸附木材后，菌丝分泌木素降解酶进攻木材纤维细胞壁，从而降解木素[10-12]。木素降解酶主要包括以下三种：木素过氧化物酶，可单独氧化降解非酚型结构木素；锰过氧化物酶，只能氧化酚型结构木素；漆酶，可氧化酚型结构木素。将其应用于纸浆漂白，可显著降低化学药品用量，节约成本。此外，白腐菌对有机异生物质有很强的分解能力，故应用于废水处理，可有效减少造纸废液污染物，破坏发色基团组织和结构，降低废水颜色。

1.4 果胶酶

果胶酶是指专一降解果胶质为半乳糖醛酸的多酶复合体。将其应用于制浆工段，可有效降解韧皮植物纤维原料中的果胶质，形成易于分散的纤维束或单纤维，提高制浆得率。此外，在蒸煮过程中，果胶酶可以破坏植物纤维的初生壁和胞间层，有助于化学药液的渗透，提高化学药液与木素的反应速率，减少化学药品用量，缩短蒸煮时间，尽可能多地避免纤维素与半纤维素的降解。

1.5 淀粉酶

淀粉酶是催化淀粉、糖原等碳水化合物聚合体水解为葡萄糖、麦芽糖的酶类总称。其中α-淀粉酶作用于淀粉分子内部，因其具有提取过程简单、生产成本低、酶解效率高等优势成为目前造纸工业常用的施胶用酶制剂。α-淀粉酶可通过断裂原淀粉的分子链来降低淀粉的黏度，使淀粉在较高浓度下仍能保持较低黏度，以满足纸页表面涂布施胶的要求。不仅经济实惠，还可以明显改善纸张的施胶度和纸张强度。

1.6 脂肪酶

脂肪酶是可以作用于甘油三酯的酯键，将甘油三酯分解为甘油和脂肪酸的酶类总称。在微生物中分布广泛、种类繁多，便于工业化生产。催化水解机制是脂肪酶的活性位点与底物特异性结合，促进了脂肪酶的构象改变，有利于催化反应向着高效有序的方向进行。将其应用于废纸脱墨过程，脱墨效果（纸张白度及物理性能、残余油墨量、废水COD等）接近甚至优于化学脱墨

效果，且显著降低了后续废水处理成本。

2 生物酶在制浆造纸过程中的应用

2.1 生物制浆

制浆造纸工业中的制浆过程是运用机械设备或化学方法破坏植物纤维细胞壁，降解去除细胞壁中的木质素和部分半纤维素，使纤维原料降解并解离或分离为纸浆。而生物制浆是在传统制浆工艺前预先利用微生物或酶制剂对植物纤维原料进行处理，主要分为生物机械法制浆和生物化学法制浆。生物机械法制浆可以节约磨浆工段的电能消耗，减轻环境污染，提高纸浆得率，有效控制原木中的可溶性物质，改善纸浆强度性能[13]。生物化学法制浆可促进木片蒸解成浆，减少蒸煮段化学品及后续漂白段化学品的用量，进而降低漂白废水的污染负荷。还有研究表明，采用同源交换技术，将地衣芽孢杆菌中的两个纤维素酶基因敲除，可有效防止生物制浆过程中纤维素的降解损失[14]。目前工业上已应用的主要是复合酶制剂。酶分子首先在纤维表面发生反应，进而浸入纹孔、胞间层和次生壁的非晶区反应，结果导致纤维细胞壁的潜态层离，有利于制浆。生物制浆过程酶催化作用示意图见图1。

国内非木材生物化机浆已取得重要进展，山东世纪阳光纸业公司牵头与齐鲁工业大学等10余家单位合作，建成20万t/年麦草生物化机浆示范生产线（已获批国家重点研发计划项目），纸浆送造纸车间生产包装纸，也可用于制备各种模塑材料。纸浆制备示意图见图2。

2.2 生物漂白

生物漂白是一种利用微生物或木聚糖酶和木素降解酶等酶制剂处理纸浆，使其有利于脱木素，以改善纸浆色泽、提高纸浆白度、改善纸浆可漂性的方法[15]。生物漂白通常是一种辅助漂白手段，其优势在于：降低化学药品用量，降低纸浆生产成本；改善纸张性能，提高纸张白度，保护纤维尽可能不受损伤；减少废水固形物排放，缓解环境负荷，以期实现清洁生产，增加企业经济效益[16-18]。

在蒸煮过程中，部分木聚糖常吸附、沉积在纤维表面[19]。而木聚糖酶可以在降解木聚糖的同时破坏木素-碳水化合物复合体结构，使纤维细胞壁结构更松散、孔隙更大，有利于后续漂白过程中漂白药剂的渗透及木素的降解。生物漂白过程酶作用示意图见图3。

这样后续漂白时在很大程度上降低了漂白药剂的用量，减轻了环境污染负荷[20-21]。在过氧化氢漂白檀皮前用木聚糖酶进行预处理，白度可达82.7% ISO，可减少纤维在漂白中的强度损伤，提高抗黄变能力[22]。

不同于木聚糖酶漂白，木素降解酶是直接氧化和

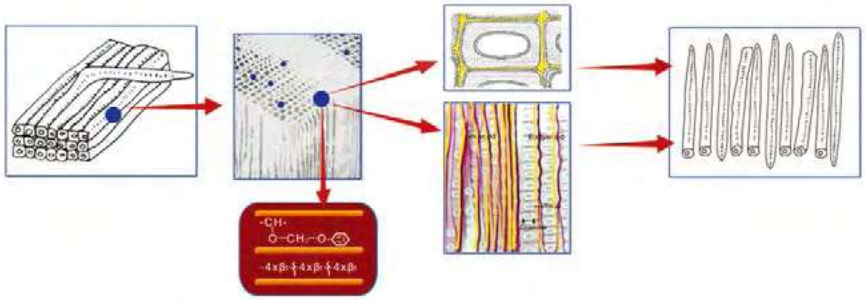


图1 生物制浆过程酶催化作用示意图

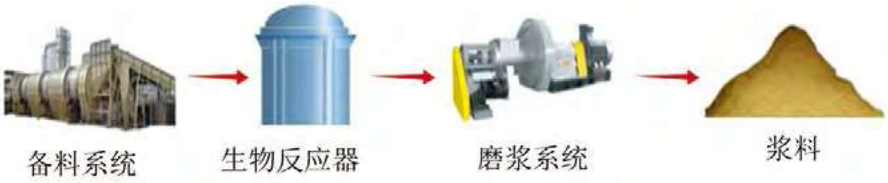


图2 非木材生物化机浆制备工艺简图

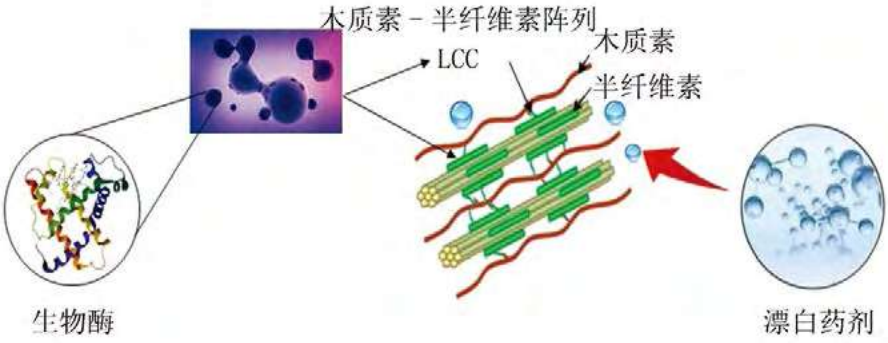


图3 生物漂白过程酶作用机制示意图

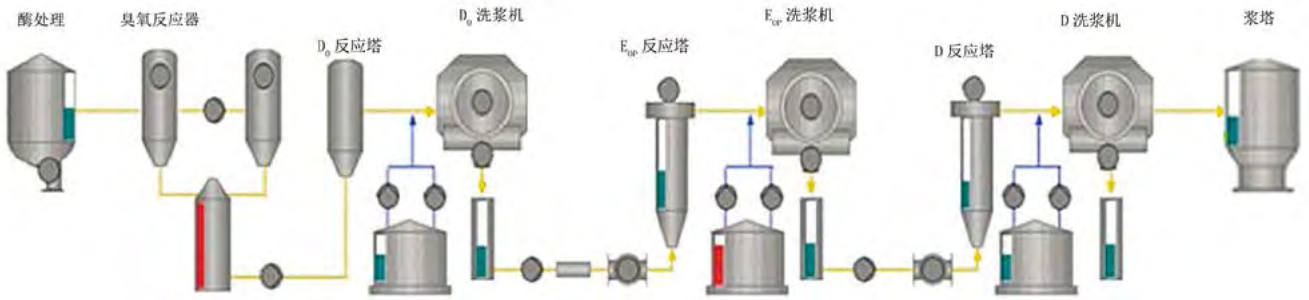


图4　X/Z/D−E_{OP}−D漂白流程简图

降解纸浆中的木素而达到漂白效果。如漆酶（LAC）可催化氧化各种芳烃类化合物（尤其是酚类），利用活性中心T1−Cu特有的氧化还原能力，去除酚类化合物羟基中的电子，生成苯氧自由基中间体，促使各种非酶促的次级反应发生（如聚合、羟化等）[23−24]。同时，T1−Cu将单个电子传递给铜离子中心，结合氧分子还原成H_2O，而LAC中4个Cu在完成反应后被氧化成Cu^{2+}。另外，T1−Cu能在传递的电子介体作用下氧化木素中非酚型的结构单元[25]。锰过氧化物酶漂白需要在添加剂存在的情况下才能实现助漂性能，而且其助漂效果良好，但由于其价格较高而难以实现商业化生产。

生物漂白可以与臭氧漂白、二氧化氯漂白技术有效集成，例如将木聚糖酶漂白（X）、臭氧漂白（Z）、二氧化氯漂白（D）组成顺序漂白（X/Z/D），酶处理在贮浆池进行，随后进行臭氧漂白和二氧化氯漂白，中间不洗涤。新的Z−ECF漂序，即X/Z/D−E_{OP}−D新型漂白程序（经氧脱木素后）在晨鸣纸业集团100万t/年木浆生产线实施。简要流程见图4。

2.3　酶促磨浆/打浆

酶促磨浆/打浆是指在磨浆/打浆前利用生物酶对纤维的有限降解和软化作用，使纤维表面松弛、活化，实现纤维细胞壁的潜态层离。后续在机械作用下，促进纤维压溃、润胀及细纤维化，从而降低打浆/磨浆能耗。可避免纤维的过度损伤，改善纸浆纤维的潜态性能、滤水性能和配抄性能，纤维平均长度的提高也有利于纸张抗张指数、撕裂指数等的提升。农业秸秆通过复合酶制剂的作用，消除表面的果胶及角质化外层，有利于后续的机械磨浆处理。

在打浆过程中纤维素酶的主要作用是促进P层和S_1层脱落，使细胞壁产生分层、压溃、细纤维化[26]。用纤维素酶处理杨木APMP浆，打浆能耗最大可降低19%，纤维吸水润胀程度增加，保水值增加12.6%，耐破指数也有一定的提高[27]。酶促打浆示意图见图5。

2.4　生物湿部调控

制浆过程中的废弃物会以溶解与胶体物质（DCS）的状态滞留在浆料体系中，对造纸湿部化学造成了极大的危害[28−29]。果胶酶预处理生物预处理化学热磨机械浆（BCTMP），可有效降解DCS，仅1 U/g的酶用量便可使阳离子需求量下降26.45%；结合化学控制剂后效果更佳，阳离子需求量下降了47.91%[30]。果胶酶处理杨木BCTMP浆，利用果胶酶降解DCS中产生阴离子垃圾的果胶酸，降低了浆料的阳电荷需求量，从而纸浆的湿部化学环境得到了改善，提高了纸浆的滤水和助留性能[31]。用木聚糖酶对杨木APMP浆进行预处理，可加速

图5　酶促打浆示意图

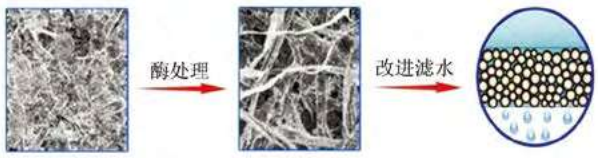


图6　生物湿部调控助滤示意图

细小纤维的降解，改善浆料的滤水性能，打浆度可下降4.5 °SR，而长纤维含量的增加，使得纸浆裂断长、耐破指数等有所改善[32]。可见，生物酶在湿部调控工段发挥着至关重要的作用。生物湿部调控助滤示意图见图6。

2.5 酶法脱墨

不同的脱墨方式对纤维形态和结构有明显的影响[33]。其中生物脱墨技术中较为常用的是酶法脱墨。酶法脱墨是利用一种或多种酶处理印刷废纸，结合浮选或洗涤工艺脱除油墨的方法，即生物酶的脱墨作用是机械作用与酶水解作用的综合性结果，并发生解聚、水化膨胀和断裂等一系列物理化学变化，使油墨分离，再经洗涤或浮选法脱除[34]。相较于化学法脱墨，酶法脱墨不仅可以提高油墨脱出率，增加脱墨浆的白度和得率；还可以增加纤维表面羟基，增强纤维间结合作用[35-36]。由于生物酶对二次纤维具有改性作用，故可减少脱墨废水中的BOD和COD，可以在降低废水处理成本的同时最大程度地降低对环境的影响。

酶法脱墨主要有两种作用途径：一种是酶直接攻击油墨使其降解，如脂肪酶[37]；另一种是酶催化降解纤维表面或附近的连接键使油墨脱离，再结合洗涤、浮选法除去油墨粒子，如纤维素酶等[38-40]。

纤维素酶处理废纸脱墨浆胶黏物前，应对浆进行预处理，使其处于较好的分散状态，以此提高酶处理效果[41]。吴淑芳等人用内切纤维素酶Ⅰ(EG Ⅰ)处理混合办公废纸浆，发现其油墨脱出率可提高41.0%[42]。纤维素酶用量仅1 IU/g时，便能达到与化学脱墨法相当的脱墨效果[43]，将其与脂肪酶以3∶1复配使用，脱墨效果更佳[44]。此外，利用果胶酶处理废纸原料，可有效分解纤维胞间层中的果胶质，除去纤维表面的部分抽出物，减弱油墨与纤维之间的结合力，进而提高脱墨浆的可漂性。研究表明，以纤维素酶为主，再辅以半纤维素酶、漆酶或脂肪酶，通过复配的形式进行废纸脱墨，可以降低能耗，且脱墨效果及纸张性能远超单一酶的作用。朱凯等人[45]将纤维素酶、蛋白酶和木聚糖酶复配用于脱墨，可直接用洗涤法去除油墨粒子，可明显降低脱墨成本。将碱性脂肪酶ARL和半纤维素酶S7复配[46]，通过优化浆料浓度、酶添加量、浮选时间及碎浆时间等工艺条件，获得了脱墨效果更好的复合酶ARL/S7。对废纸进行脱墨再制浆后，所得废纸脱墨浆可以作为一种富含纤维素的生物质原料，经生物转化制备生物基燃料和化学品[47]。

2.6 纤维酶法改性

纤维酶法改性是指利用纤维素酶、木聚糖酶等对纤维的有限降解、修饰和接枝作用，使纤维结构变得疏松，从而加速水分子的扩散，使其快速、充分润胀，可有效改善纸浆纤维的滤水性能和抄造性能。尤其是非木材草浆的半纤维素含量高、杂细胞多、纤维短小，这是导致纸浆滤水性差、强度低、脆性大、抄纸时黏网、黏辊、易断头等问题的根本原因。木聚糖酶可使草浆纤维受到酶的作用而得到纯化、净化，有效改善纸浆的脆性，如图7。

王兆荣等人[48]在探究纤维素酶对漂白针叶木浆的改性中发现，适量的纤维素酶用量，可以降低打浆能耗，纸张的抗张指数有一定的提升，但撕裂指数略有下降。Rustamov等人[49]研究表明木聚糖酶预处理可提高纤维的内外比表面积，增强纤维之间的结合力，从而增强纤维自身的物理性能指标。

高浓磨浆过程中出现的潜态对纸浆的成纸性能有一定的影响，在高得率浆消潜过程中加入酶制剂可有效改善纸浆的物理性能，见图8。

曲琳等人[50]发现碱性聚木糖酶可使纤维在碱性条件下易于吸水润胀，从而纤维的扭结指数、弯曲指数和扭结数等有所降低，有利于纤维潜态的消除。用木聚糖酶对阔叶木溶解浆预处理[51]，发现扭结指数有所下降，纤维的平均长度略有增加，纤维变得更加疏松柔软，有利于溶解浆的后续利用。此外，还有研究表明漆酶可催

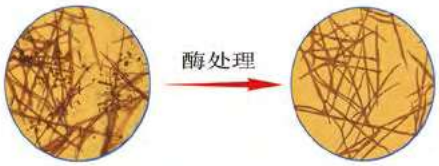


图7 生物酶纯化、净化示意图

图8 酶促消潜示意图

化木质素形成苯氧自由基以增加纤维表面的羧基含量，从而改善纸浆的润胀性能[52]。纸浆纤维的酶法改性技术具有良好的发展及应用前景，但其作用机理还需进一步深入研究。

2.7 生物法树脂障碍控制

在制浆造纸过程中，纸浆中的树脂常聚集/沉积在造纸设备表面引起树脂障碍，而传统的助留剂无法有效防止树脂快速沉积，直接或间接地导致了产品品质及产量的下降。在控制甚至消除树脂障碍问题中，生物控制法因绿色、高效成为近年来研究热门所在。生物法树脂障碍控制是利用生物酶专一性降解树脂为甘油和脂肪酸来缓解树脂障碍，达到控制树脂沉积的目的。其中，脂肪酶处理与制浆造纸生产工艺兼容性较好，可在有效降解树脂成分的同时保证纸页的质量和设备的正常运行，是控制纸浆树脂障碍的一种理想的方法[53]。但酶活性受温度和pH影响较大，偏离其适宜pH和温度范围将极大降低甚至丧失活性，因此需筛选出耐高温耐碱的菌种来提高对纸厂的环境适应性。将脂肪酶与表面活性剂共同作用于纸浆，可以利用表面活性剂的亲水基团吸附憎水的树脂，抑制树脂的黏附、聚集和沉积。如脂肪醇聚氧乙烯醚结合脂肪酶处理纸浆，其降解效果可达脂肪酶单独作用的3倍[54]。此外，两种及两种以上的酶协同作用可减缓单一酶种的局限性。例如，脂肪酶与漆酶复配，可有效除去脂肪酶的水解产物。

2.8 生物酶用于废水处理过程

制浆造纸废水主要来源于漂白工段和洗涤用水，废水中含有大量的有机酸、苯酚类化合物、木素及其衍生物等成分较为复杂的物质，因而导致其色度高、可生化性差。常规方法处理后，多数难降解有机物未得到有效降解，废水中污染物成分复杂且色度高，有的还具有生物毒性，难以达标排放。生物法处理造纸废水主要是利用微生物的新陈代谢作用降解废水中有机污染物，使其转化为稳定且无害的物质。该法是造纸废水二级处理的主要方法之一，可有效除臭、脱色，去除SS、BOD、COD等物质。根据微生物的种类可分为好氧生物法、厌氧生物法和酶处理法等。

活性污泥法是好氧生物法的一种典型处理方法，可有效去除废水中的低分子量有机化合物，但对色度物质和化学需氧量物质的去除效果不明显。Chandra指出[55]活性污泥中微生物种群如柠檬酸杆菌、假单胞菌可有效去除废水中BOD、COD、硫化物和酚类物质。厌氧生物法能耗较低，产生的剩余污泥量少，还可将沼气回收再利用，将其与好氧生物法联合使用效果更佳。

生物酶因其作用条件温和，作用效率高，技术适应性强等优点在制浆废水中得以广泛应用，其中部分造纸中段有机氯化物含量较高的废水通常用生物酶法处理[56]。生物酶法处理是首先酶与底物反应形成游离基，游离基化学聚合后产生高分子化合物沉淀，继而通过物理沉降的方式将其去除。Srinivasan等人[57]的研究表明白腐菌及其分泌的木素降解酶可有效减少造纸废液污染物和毒性，破坏发色基团组织和结构。目前，已有漆酶、酚氧化酶及过氧化物酶等多种生物酶在废水处理工段得到了应用。Sondhi等[58]的研究表明，将生物酶如漆酶直接用于处理制浆造纸废水，可有效降解废水中残余木素，淡化废水颜色，降低废水中BOD、COD、苯酚含量、木素等含量。将漆酶用于处理桉木预水解液，利用漆酶氧化苯酚末端基团，预水解液中木素脱除率相较于未处理预水解液提高了12.8%[59]。

3 结语

制浆造纸生物技术是制浆造纸行业技术的一次革新，将对行业提高生产效率、降低生产消耗、改善产品质量和污染控制产生积极影响。生物酶在制浆造纸中的应用，不仅大大提高了纸浆的白度、韧性、耐破率等性能，同时，还有效改善了传统造纸工艺中的污染、漂白等难题，全面提升生产效率，节约能源，推动了绿色制浆造纸工业的发展。但目前还存在些许欠缺，首先酶作为一种生物制剂，环境适应性和稳定性较差，这在一定程度上影响了生物制浆及酶法脱墨的效果；部分酶如漆酶生产成本仍较高，酶的固定化技术还尚不成熟，也在一定程度上限制了生物酶在造纸工业上的推广；酶处理时间较长，不能满足连续生产的要求；酶对纤维的改性作用规律还需要更加深入的研究；用于生物漂白的木聚糖酶，需要有很强的耐碱耐高温性。其次，在制浆造纸工业的应用上，单一酶作用效果不佳，多种酶混合使用则会降低部分酶的反应活性，故可深入推进复配酶的研发，最大限度地发挥酶的作用效果。

为此，应加强及深入研究分子进化与基因重组技

术，进一步提高酶的稳定性，开发适应性强、耐受性高的生物酶制剂，更高程度地提高生产效率；结合细胞工程技术，研究培养高产菌株，以期获得高性价比的酶制剂；通过物理化学技术（如微胶囊包装、固定化或修饰酶）及优化反应介质，进而改善传统固定化技术回收利用率低的问题；结合改性后纤维的宏观表征和超微结构来揭示酶对纸浆的作用规律；还可充分利用蛋白质工程，从基因修饰或基因合成方面对酶分子进行改造，从而获取耐碱耐热性能优良的木聚糖酶，使其在生物漂白中发挥更大作用；同时推进高效复配酶及酶复配技术的研发与应用。生物与造纸领域科研工作者们的协同攻关是推动生物技术在制浆造纸专业应用的重要环节，期待生物酶在绿色制浆造纸领域具有更高效、广泛的工业化应用。

参考文献

[1]杨桂花,陈克复,陈嘉川,等.木聚糖酶处理改善速生杨化学机械浆性能的研究[J].林产化学与工业,2009,29(2):105-109.

[2] 吉兴香,陈嘉川,杨桂花.内切葡聚糖酶在漂白硫酸盐浆酶法改性中的作用[J]. 中华纸业,2011,32(10):85-88.

[3] 周晨妍,邬敏辰.木聚糖酶的酶学特性与分子生物学[J].生物技术,2005,15(3):89-92.

[4] 汤勇,蔡俊.β-木糖苷酶的研究进展[J].中国酿造,2018,37(10):19-24.

[5] Polizeli M L T M, Rizzatti A C S, Monti R, et al. Xylanases from fungi: properties and industrial applications[J]. Applied Microbiology & Biotechnology, 2005,67(5):577-591.

[6] Medeiros R G, Rogério Hanada, Filho E X F. Production of xylan-degrading enzymes from Amazon forest fungal species[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2003,52(2):97-100.

[7] 孔凡功,邵学军,杨桂花,等.木聚糖酶/纤维素酶对速生杨木P-RC APMP浆的修饰研究[J].造纸科学与技术,2013(4):67-71.

[8] Thompson G, Swain J, Kay M, et al. The treatment of pulp and paper mill effluent: a review[J]. Bioresource Technology, 2001, 77(3):275-286.

[9] 陈嘉川,杨桂花.庞志强.制浆造纸生物新技术[M].科学出版社,2019.

[10] Saritha M, Arora Anju, Lata. Biological pretreatment of lignocellulosic substrates for enhanced delignification and enzymatic digestibility[J]. Indian Journal of Microbiology, 2012, 52(2):122-130.

[11] Setliff E C, Marton R, Granzow S G, et al. Biomechanical pulping with white-rot fungi[J]. Tappi Journal, 1990,73(8):141-147.

[12] Akhtar M, Michael C, Gary C. Biomechanical pulping of loblolly pine wih different strains of the white-rot fungus Ceriporiopsis subvermispora[J]. Biomechan Pulp, 1992,2:105-109.

[13] 陈惠忠,高培基.产木聚糖酶菌株的选育及其液体发酵条件[J].微生物学报,1990,30(5):351-357.

[14] 洪枫,陈牧,勇强.里氏木霉制备木聚糖酶的产酶历程[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),1998(1):31.

[15] 林鹿,詹怀宇.制浆漂白生物技术与原理[M].中国轻工业出版社,2012.

[16] 陈阳雷,吉兴香,许凤.纸浆木聚糖酶生物助漂技术进展[J].中国造纸,2017,36(12):74-78.

[17] 申正会.纸浆绿色漂白技术[J].造纸化学品,2015(3):53-55.

[18] 李峰,王松林,宋晓明.生物酶在纸浆漂白过程中的应用[J].云南化工,2018,45(8):173-175.

[19] 张世进,李军,齐云洹.木聚糖酶用于碱法草浆生产的研究[J].纸和造纸,2004(2):64-66.

[20] 杨桂花,王治艳,陈嘉川,等.新型AU系列木聚糖酶预处理对杨木硫酸盐浆漂白性能的影响[J].林产化学与工业,2009,29(S1):133-137.

[21] Ji X, Chen J, Wang Q, et al. Boosting oxygen delignification of poplar kraft pulp by xylanase pretreatment[J]. Bioresources, 2015,10(2).

[22] 王阳,盛杰,刘旭,等.木聚糖酶预处理在檀皮纤维漂白中的应用[J].造纸科学与技术,2019,38(1):59-63.

[23] 王燕.四种木质素模型物与漆酶相互作用机理研究[D].浙江农林大学,2019.

[24] Barrios-Estrada C, Rostro-Alanis M D J, Munoz-Gutierrez B D, et al. Emergent contaminants: Endocrine disruptors and their laccase-assisted degradation - A review[J]. Science of the Total Environment, 2018,612(jan.15):1516-1531.

[25] 张利萍,高慧,关莹,等.杨木KP浆漆酶介体的辅助漂白性质[J]. 东北林业大学学报,2010,38(10):72-74.

[26] 刘晶,李晨曦.纤维素酶在造纸过程中的应用[J].中国造纸,2018,37(2):48-53.

[27] 申莉红,杨桂花,陈嘉川.纤维素酶预处理对杨木APMP浆配抄性能的影响[J].林产化学与工业,2014,34(6):105-110.

[28] 周志伟,苗庆显,黄六莲,等.造纸过程中的溶解与胶体物质及其化

学控制研究进展[J].造纸科学与技术,2014(5):39-44.

[29] Ingvild A, Johnsen, Marianne Lenes. Stabilization of colloidal wood resinby dissolved material from TMP and DIP[J]. Nordic Pulp and Paper Res.J, 2004,19(1):22.

[30] 杨莎,胡惠仁,刘俊.果胶酶结合化学助剂控制BCTMP浆中DCS的效果[J].纸和造纸,2010, 029(008): 47-50.

[31] 吉兴香,董毅,杨桂花,等.果胶酶处理BCTMP对湿部化学的影响[J].中华纸业,2013(14):42-45.

[32] 吴芹,陈嘉川,杨桂花,等.木聚糖酶对混合杨木APMP浆滤水性能的影响[J].中国造纸,2010,29(6):14-18.

[33] 孟庆林,万金泉,马邕文,等.不同脱墨方式对纤维形态及超分子结构的影响[J].高分子材料科学与工程,2013(6):100-104.

[34] 任静,孙广卫,李海明,等.中性脱墨剂和酶法脱墨国内研究进展[J].中国造纸,2012(12):65-68.

[35] Tsatsis D E, Papachristos D K, Valta K A, et al. Enzymatic deinking for recycling of office waste paper[J]. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2017,5(2):1744-1753.

[36] 张素风,陈鹏,郑冬颖.木聚糖酶用于旧书刊纸脱墨的研究[J].中国造纸,2005(10):16-19.

[37] Liu M, Yang S, Long L, et al. The enzymatic deinking of waste papers by engineered bifunctional chimeric neutral Lipase - Endoglucanase[J]. Bioresources, 2017,12(3):6812-6831.

[38] 吴明,冯启明,马海茼,等.漆酶在制浆造纸中的应用研究进展[J].中国造纸学报,2019,34(2):66-71.

[39] Ibarra D, M Concepción Monte, Blanco A, et al. Enzymatic deinking of secondary fibers: cellulases/hemicellulases versus laccase-mediator system[J]. J Ind Microbiol Biotechnol, 2012,39(1):1-9.

[40] 温志英,安郁琴,王双飞.静电复印纸废纸酶辅膨化脱墨工艺研究[J].中国造纸,2009(9):32-36.

[41] 万金泉,王艳,马邕文.脱墨纸浆中胶黏物生物酶法处理[J].纸和造纸,2008(5):74-76.

[42] 吴淑芳,丁少军,李忠正.内切纤维素酶I在混合办公废纸酶法脱墨中的作用[J].林产化学与工业,2005(2):90-93.

[43] 尤纪雪,陈牧,吴淑芳.酶脱墨与化学脱墨的效果比较[J].中华纸业,2001(10):25-27.

[44] 刘鹏辉,刘实越,李佳亭,等.生物酶作为办公废纸脱墨剂的研究[J].内蒙古科技大学学报,2020,39(1):82-85.

[45] 朱凯,汪洋,王传槐.高活性生物复合酶废纸脱墨的研究[J].中华纸业,2006,27(11):29-32.

[46] 张建光.脂肪酶和木聚糖酶在废纸脱墨中的应用研究[D].华南理工大学,2014.

[47] 杨淑娟,游艳芝,卜令习,等.废纸脱墨浆预处理及其酶解性能研究[J].生物质化学工程,2016,50(4):37-41.

[48] 王兆荣,李新平,董璐,等.纤维素酶对漂白针叶木浆的改性[J].中国造纸,2011,30(11):74-76.

[49] Rustamov M K, Gafurova D A, Karimov M M, et al. Application of ion-exchange materials with high specific surface area for solving environmental problems[J]. Russian Journal of General Chemistry, 2014,84(13):2545-2551.

[50] 曲琳,陈嘉川,杨桂花,等.聚木糖酶改善杨木APMP浆消潜效果的研究[J].中国造纸,2013,32(5):7-10.

[51] 宋丽彦,杨桂花,刘姗姗,等.木聚糖酶处理改进阔叶木溶解浆性能的研究[J].中华纸业,2016,37(10):24-28.

[52] Chandra R P, Ragauskas A J. Evaluating laccase-facilitated coupling of phenolic acids to high-yield kraft pulps[J]. Enzyme & Microbial Technology, 2002,30(7):855-861.

[53] 孟婷婷,马乐凡,李洪兵.生物酶控制纸浆树脂障碍的研究进展[J].生物工程学报,2019,35(2):226-235.

[54] 徐丽丽,林鹿,陈鹏,等.脂肪酶结合表面活性剂控制树脂障碍[J].中国造纸学报,2007(1):28-31.

[55] Chandra R. Microbial decolourisation of pulp and paper mill effluent in presence of nitrogen and phosphorus by activated sludge process[J]. Journal of Environmental Biology, 2001, 22(1):23-27.

[56] 车树刚,马娜娜,傅英旬,等.生物酶法处理二元酸废水[J].环境科技,2019(4):36-40.

[57] Srinivasan S V, Murthy D V S, Swaminathan T. Biological decolourisation of pulp mill effluent using white rot fungus Trametes versicolor[J]. Indian Journal of Environmental Health, 2012,54(3):365-370.

[58] Sondhi S, Kumar D, Angural S, et al. Enzymatic approach for bioremediation of effluent from pulp and paper industry by thermo alkali stable laccase from Bacillus tequilensis SN4[J]. Journal of Commercial Biotechnology, 2017,23(4):12-21.

[59] 董吉冉,吉兴香,和铭,等.漆酶协同活性炭处理脱除桉木预水解液中木素的研究[J].中国造纸,2018,37(9):9-16.

[收稿日期:2021—05—08]

Upgradation Application of Fabric's High-Pressure Spray Swing Control System in Paper Machine

⊙ Li Mengjie, Wei Guohua, Zhang Shujie, Wu Jicai, Li Junying
(Shandong Huatai Paper Industry Co., Ltd., Dongying 257300, Shandong, China)

造纸网毯高压水喷淋摆动控制系统的升级应用

⊙ 李孟杰　魏国华　张树杰　武继才　李俊营
（山东华泰纸业股份有限公司，山东东营 257300）

李孟杰 先生
电仪工程师；主要从事仪表自动化的维护和研究。

中图分类号：TS736；TS737^{+}.6
文献标志码：A
文章编号：1007—9211(2021)12—0017—09

摘　要：高速纸机的织物高压喷淋清洗起着重要的作用。在现有的微控制器功能不能满足要求且备件已经停产的情况下，提出了一种全新的方案。通过硬件搭建、组态编程，在保留原有的部分硬件的基础上，去掉控制器，将控制程序写入PLC系统中集中控制。通过优化设计，实现了高压喷淋摆动控制的稳定运行。既避免了备件缺少造成的困难，又实现了满足工艺的控制要求。广泛适用于高速纸机织物清洗及其它行业摆动控制的升级改造，具有普遍的指导意义。

关键词：高速纸机；高压水喷淋摆动控制系统；升级优化

Abstract: High-pressure fabric spray cleaning plays an important role in the operation of high-speed paper machines. In the case that the existing microcontroller function can not meet the requirements and the spare parts have been discontinued, a completely new solution is proposed. Through hardware construction, configuration programming, on the basis of retaining the original part of the hardware, the controller is removed, and the control program is written into the PLC system for centralized control. Through the optimized design, the stable operation of the high-pressure spray swing control is realized. It not only avoids the difficulties caused by the lack of spare parts, but also realizes the control requirements of the process. It can be widely used in the upgrading and modification of high-speed paper machine fabric cleaning and has universal guiding significance.

Key words: high-speed paper machine; high-pressure water spray swing control system; optimization

纸机普遍使用网毯织物作为纸浆脱水、纸页成形的主要手段。纸浆从流浆箱喷出，均匀地喷射到网子上面，通过两个网子的挤压，含有细小纤维的白水被过滤掉，在网子上面形成一层薄薄的纸页。再通过真空吸移，进入压榨部。以适当的压力对毛布上的纸页进行挤压，进一步脱除其中水分。由于纸浆中含有大量的化学品和细小纤维，在滤水时，会有很多的化学品或者一些混合杂质黏附在织物上面，从而严重影响织物的滤水性能，会导致纸页脱水困难、纸病形成，严重影响正常生产。

山东华泰纸业股份有限公司PM10车间2003年建成投产，是当时亚洲第一条同一平台新概念的现代化纸机，车速1800 m/min，由德国福伊特公司设计制造。配备的脱水系统包含网部和压榨部，其中网部织物有两床网子，压榨部织物有三床毛布，均配有单独的高压喷淋摆动控制系统。这个系统采用了现场微控制器为核心的方式，通过现场的位移传感器的反馈信号来控制液压阀的方式实现。基本的控制运算程序都由微控制器来完成，并与纸机的PLC控制系统进行信号的传输。经过十几年的使用，在运行中暴露出了控制复杂、故障率高、操作监视困难等许多不足。微型控制器的方式已经不适应高速纸机的要求，特别是摆动控制器已经完全停产，备件无法采购，也无法找到相应的替代产品。

针对这一情况，设计一种全新的方案。特别是随着大型PLC控制系统的功能越来越强大，已经完全能够将分散的控制功能集中到PLC中实现。PM10的纸机控制系统是采用了5个西门子S7-400控制器的大型多控制器系统结构，通过西门子以太网进行控制器之间的通讯，通过PROFIBUS通讯对现场上百个I/O站点和现场设备近3000点进行通讯和控制。在造纸行业，纸机的这种大型PLC控制系统通称为：MCS（machine control system）。这一方案合理地利用MCS的控制器功能，完全淘汰掉微摆动控制器，将其控制功能通过编程，写入现有的纸机MCS控制系统中，更换相应的硬件，优化原有的不足和漏洞。

1 改造前的系统结构及存在问题

1.1 硬件及系统组成

1.1.1 总体框图（图1）

1.1.2 摆动控制器简介（图2）

(1) MP100：位置控制板，储存参数、控制输出、接收输入。

(2) SK100：信号转换器，将±10 V电压信号转换成4~20 mA电流信号。

(3) 底板：用于提供外部输入输出端口，包括位移传感器信号、MCS过来的电流信号、输出的电流信号等。

(4) 德国ESTRON品牌，带有本地和远程切换旋钮，可实现本地手动控制和远程信号控制两种功能。

1.1.3 位移传感器

(1) 型号：BTL5-P1-0300-B-KA01，品牌：德国

图1 改造前的控制系统结构

图2 控制器

图3 位移传感器

巴鲁夫，如图3。

(2) 技术参数：电压：24 VDC，输出：±10 V电压脉冲信号，测量范围：0～300 mm，如表1。

(3) 原理：位移传感器安装在液压控制的油缸里面，油缸活塞动作带动套在位移传感器上的磁环动作，传感器控制单元将相应的变化转换成电信号并传输出来，从而实现了位置的测量。

1.1.4 液压阀

(1) 型号：0811 404 631，品牌：德国BOSCH。

(2) 技术参数：电压：24 VDC，接收信号：4～20 mA。

(3) 特点及控制原理：在输入电流信号12 mA的情况下，阀芯保持不动，输入电流大于12 mA，向正向移动；小于12 mA，向反向移动。电流值与12 mA偏差越大，阀芯动作速度越快。如图4、表2。

图4 液压阀

表1 位移传感器线缆信号对应表

线号	信号类型	颜色
1	Int+	YE
2	start/stop+	GY
3	Int−	PK
SH	SH	SH
5	start/stop−	GN
6	GND	BU
7	24 V+	BN
8	N.C.	WH

表2 液压阀线缆信号对应表

线号	信号类型	颜色
A	24 V+	WH
B	0 V	BN
C	1SH	PK
D	4～20 mA	GN
E	GND	YE
F	SPARE	GY
PE	SH	SH

1.1.5 控制原理过程

(1) 摆动控制器通过硬线连接与MCS进行通讯。

(2) MCS将车速信号转换为电流4～20 mA信号通过西门子AO模板送到控制器。为保证安全，电流信号使用了菲尼克斯的MCR信号隔离器进行隔离。如图5、图6。

(3) 控制器根据接收到的电流信号值，通过计算，输出相应的电流信号到现场的液压阀，液压阀随即按照电流值相应的速度进行动作，带动现场油缸运动，从而实现了喷淋管的往返摆动。

(4) 油缸内连在活塞上的磁环在传感器上动作，位

图5 信号隔离器

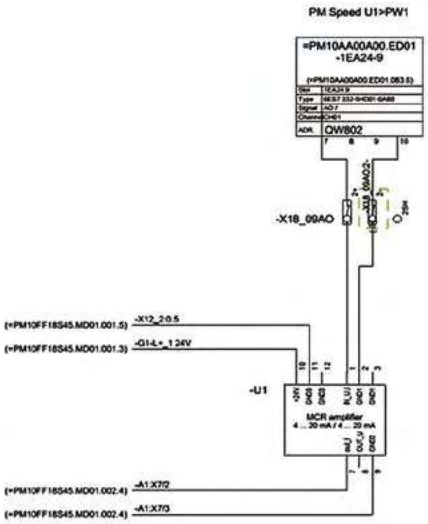


图6 隔离器原理

移传感器将位置信号传到控制器上。控制器根据反馈的位置信号和参数设定，控制比例阀的电流输出，从而实现换向功能。

(5) 系统硬件接线如图7。

(6) 操作员站画面具有自动、手动、关闭三项功能，喷淋水阀随着摆动自动开启，也可手动。在自动状态下，车速大于1000 m/min，喷淋摆动会自动开启；车速低于1000 m/min，会自动停止。手动状态下，需要操作人员进行开启或者关闭的操作，与车速无关。关闭状态下，无论怎样喷淋摆动都不会工作。当出现摆动停止、位移传感器故障等，控制器会有报警，在现场控制器的面板上循环出现报警的故障代码，并将错误信号传输到MCS系统，在操作员站上以报警信息的形式显示出来。故障解除后，可在操作员站进行复位，也可到现场控制器上进行复位操作。复位后，摆动控制系统会自动开始摆动程序。直到正常停止或者再次出现故障停止。如图8。

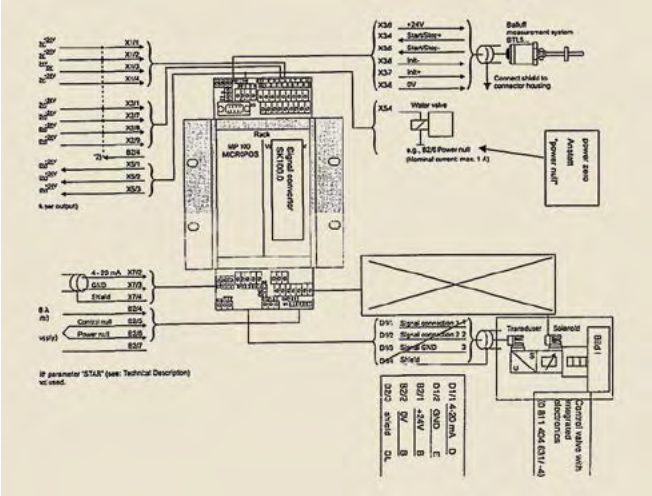


图7　系统硬件接线

图8　操作员站显示画面

图9　传感器

1.2　运行中存在的问题

(1) 缺少液压阀的零点校准功能，只能是默认的12 mA。在较长的使用时间后，由于密封老化、机械变化等原因，液压阀的零点或多或少地会出现漂移的情况。如果停机后控制器仍然输出12 mA的停止电流信号，此时，液压阀因为零点变化，不会停止不动，会慢慢地进行正向或者反向的移动，直到超出量程，机械结构卡住为止。这样会出现再开机时需要人为地进行回位操作，既不安全也增加了劳动量。

(2) 位移传感器信号直接进入现场控制器，微机画面没有实际位置显示，操作人员无法及时掌握现场的摆动情况及实际位置变化情况。

(3) 控制器为德国ESTRON品牌，价值昂贵，调试参数操作复杂，特别是固件版本芯片更需要重新刷新，具有很高的技术壁垒。更换备件成本巨大，且备件早已停产，无法购买或者用其它型号替代。

2　升级优化的方案

2.1　总体要求和目标

(1) 淘汰原有的控制器，将逻辑控制写入MCS进行集中控制。

(2) 优化操作画面，增加摆动速度和位置显示。

(3) 增加液压阀零点调整功能。

(4) 画面更新，满足新的工艺和操作。

2.2　实施方案

2.2.1　位移传感器的更换

更换摆动油缸中的位移传感器，原有的位移传感器不能输出4~20 mA信号，增加信号转换器和相应模拟量输入模板难度大、成本高。综合成本考虑将位移传感器更换为传输距离更远、信号更稳定的标准4~20 mA信号的类型。型号：BTL7-E500-M0300-B-KA10，还是德国巴鲁夫品牌，其长度、性能、安装方式与原型号完全一致，完全能够安装在现有的油缸里。如图9。工作电压：10~30 VDC，量程0~300 mm。信号与

接线对应如表3。

2.2.2 I/O信号的重新定义和线路更改

(1)为节约成本，不再增加单独的I/O模块，将位移传感器的电流信号接入现有的空余AI模板通道。并更改相应的信号类型设定（西门子的模拟量输入模板可适应四种模拟量信号，需要更改相应的跳线设置）。

原来的车速电流信号通道陈旧，改为控制液压阀的电流信号。输出电流计算逻辑放到MCS程序中实现。如表4。

2.2.3 升级后的控制结构

升级后的系统简化掉了中间的摆动控制器，MCS根据纸机传动过来的实际车速信号，通过计算直接通过I/O输出相应的电流信号到液压阀，液压阀根据电流大小进行动作和换向。现场位置反馈信号接入MCS I/O柜，并在微机画面上显示出来。程序根据位置反馈输出电流控制液压阀换向。喷淋水阀与摆动连锁，摆动停止或者故障时自动关闭。如图10。

2.3 程序的编辑和优化

2.3.1 车速与阀速度控制计算

传动将车速信号传输到MCS，程序根据工艺要求，按照公式进行计算，最终得出相应的摆动速度，通过AO通道输出相应电流到液压阀。如图11。

计算公式：摆动速度=车速×车速×常系数÷摆动系数÷毛布长度

2.3.2 液压阀的零点校正程序

在默认程序输出电流12 mA的情况下，液压阀应该保持静止不动。但是因为现场使用后或者每个阀的出厂区别，会导致零点或多或少的有所区别。为了能够精确地控制阀动作，在程序中增加了零点校正的功能。增加OFFSET程序块，输入到阀控制块中参与计算。如图12。

在进行零点校正时，将摆动液压泵开启，手动输出12 mA电流，观察位移传感器的反馈信号，如果反馈数值不动，说明零点正确，无需进行偏差补偿；如果数值增加，说明阀向正向移动。在OFFSET值中输入正常数，如果反馈数值减小，在OFFSET值中输入负常数，直至反馈信号数值保持不动。这项功能大大增加了控制

表3 信号接线对应表

线号	信号类型	颜色
1	4~20 mA	YE
2	0 V	GY
3	Int−	PK
4	LA	RD
5	Int+	GN
6	GND	BU
7	24V+	BN
8	LB	WH

图10 改造后的控制

表4 硬件回路接线表

位置	通道	定义	接线
一压上毛布	QW706	液压阀电流信号	MCR 7−X48 PW 7, MCR 9−X48 PW 8 B2/4−X18 PW 5, B2/5−X18 PW 6
	IW938	位移传感器反馈电流信号	X48_2_B−2− 2+, X48 7−蓝,5−棕, 4−灰, 3−黄, 6−蓝
一压下毛布	QW704	液压阀电流信号	MCR 7−X48 PW 3,MCR 9−X48 PW 4 B2/4−X18 PW 1,B2/5−X18 PW 2
	IW936	位移传感器反馈电流信号	X48_1_B−2− 2+, X48 7−蓝,5−棕, 4−灰, 3−黄, 6−蓝
二压上毛布	QW710	液压阀电流信号	MCR 7−X48 PW 11,MCR 9−X48 PW 12 B2/4−X18 PW 9,B2/5−X18 PW 10
	IW940	位移传感器反馈电流信号	X48_3_B−2− 2+, X48 7−蓝,5−棕, 4−灰, 3−黄, 6−蓝

的精度，给维护人员很大的便利。在更换新的液压阀或者油缸后，零点的校正变得简单、易操作。

2.3.3 位移传感器设定程序

更换新型号的位移传感器将4～20 mA信号输入到MCS AI模板。量程对应0～300 mm。程序调用反馈数值并送到液压阀逻辑程序参与计算和控制。为确保实际安全，留有缓冲和余量，最小和最大值设定为30～270。即：小于30向正向移动，大于270向反向移动。位置超出0～300的范围设定报警，摆动控制停止，喷淋水阀关闭。如图13、图14。

2.3.4 增加画面的显示程序

为了操作人员更为直观地通过操作员站观察到摆动的速度和实际现场的摆动位置，增加了显示程序。增加WINCC显示程序块：WINCC DISPLAY。将摆动速度信号和位置反馈信号做入MESSAGE管脚。重新对程序进行编译，编译完成后将程序下装到MCS的CPU控制器中。如图15。

2.3.5 液压阀控制程序块创建

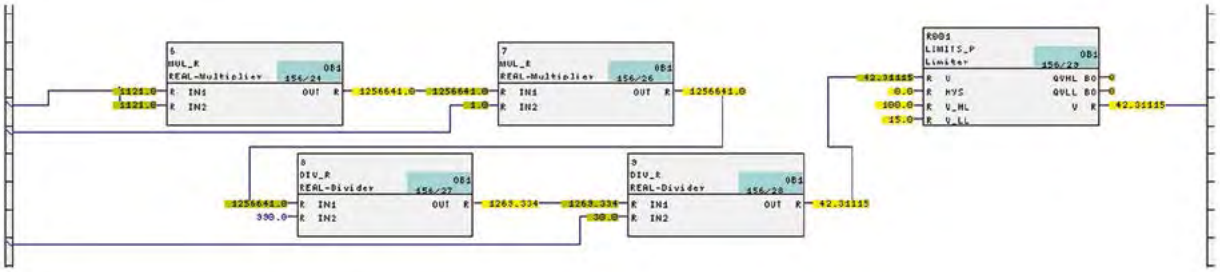


图11 车速与摆动速度计算程序

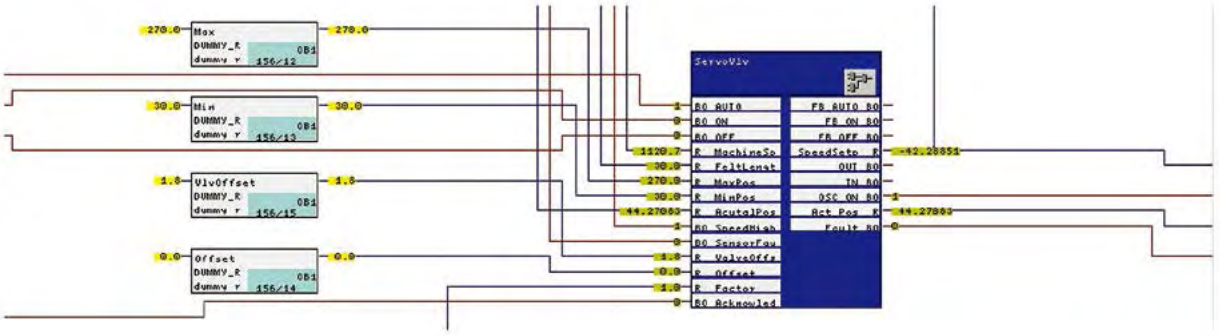


图12 零点校正程序

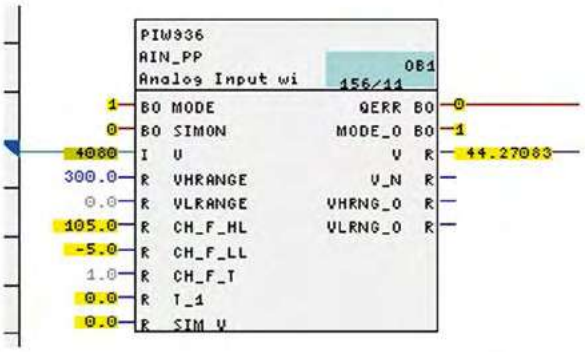


图13 位移传感器程序设定

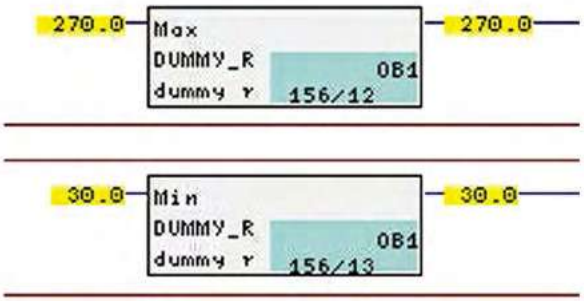


图14 位移传感器量程设定

为了方便快捷地对液压阀进行控制，创建了新的液压阀控制逻辑块，将零点校正输入、车速输入、速度计算、电流输出、位置输入、报警输出等程序打包全部放入新的阀逻辑块中集中控制。液压阀逻辑块和展开后的内部程序如图16、图17。

3 操作员站画面的优化

(1) 在工程师站中，打开西门子WINCC画面编辑软件simatic wincc explor，找到修改的画面。如图18、图19。

(2) 在相应的位置创建数值显示窗口，并将变量连接到PCS7程序中的相应管脚。然后对画面进行编译并保存到WINCC服务器中，刷新操作员站画面。实际数值最终在画面中显示正常。如图20、图21。

4 调试优化与故障排除

4.1 出现的故障

(1) 程序修改完成后下装到PLC中，开启液压泵

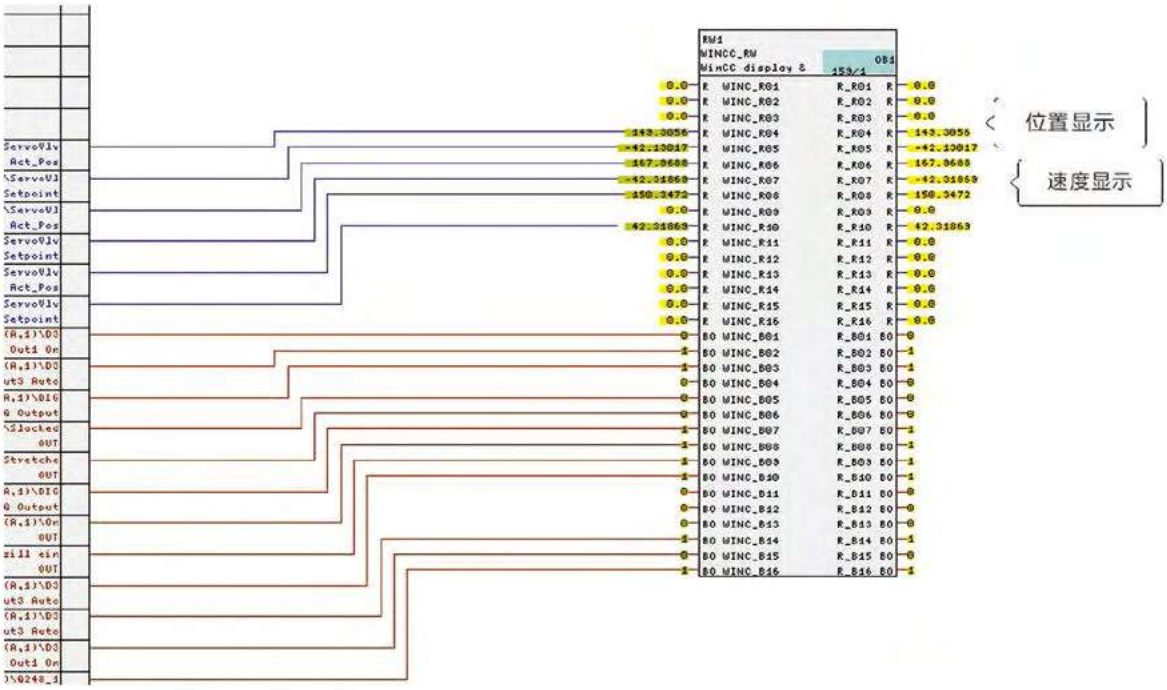


图15 画面显示程序

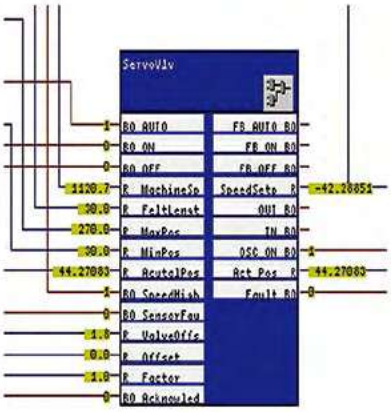


图16 液压阀逻辑块

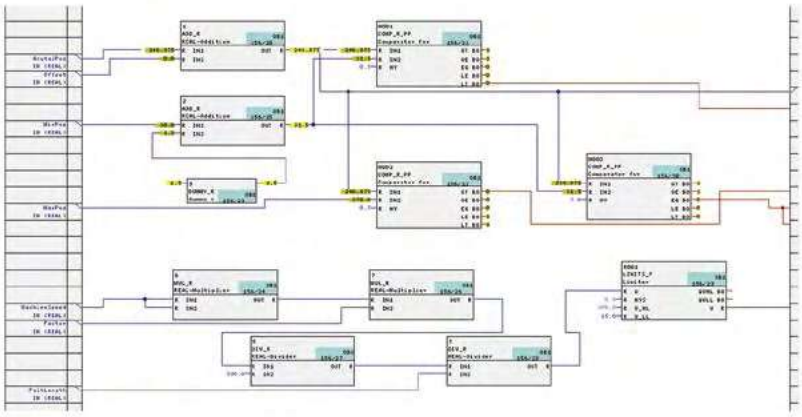


图17 液压阀内部程序

后，进行测试，发现三个摆动阀在相同电流的情况下，一压上毛布和二压上毛布摆动方向相同，一压下毛布摆动方向相反。

(2) 现场位置超出范围后，从操作员站操作无法动作。报警消除仍然无法开启。

(3) 在同样输出12 m A的情况下，现场每个阀的状态不一致，会出现缓慢的移动。长时间停机会一直移动直到机械卡住。

4.2 分析的原因

(1) 出现方向与控制相反的情况，一是现场油路接反，二是控制逻辑算法错误。

(2) 现场超出范围后，位移传感器会报警，此时程序会报警锁定输出。需要人为干预到正常位置范围才能正常开启。

(3) 在零位电流的情况下，阀门动作是因为零点出现漂移。原因一方面是长时间使用后阀和油缸的密封损坏，出现渗油，另一方面每一个阀出厂时的零点也会有所偏差。

4.3 解决的措施

(1) 在排除现场油路情况下，检查逻辑并重新修改后问题解决。

(2) 在程序中增加手动输出功能，确保能够手动输出，同时将控制范围修改，增大摆动余量。试验运行正常。

(3) 开启移动泵，逐个对液压阀进行零点校正，确保完成不动，输入正确的偏差补偿，问题解决，同时对

图18 操作员站画面的优化

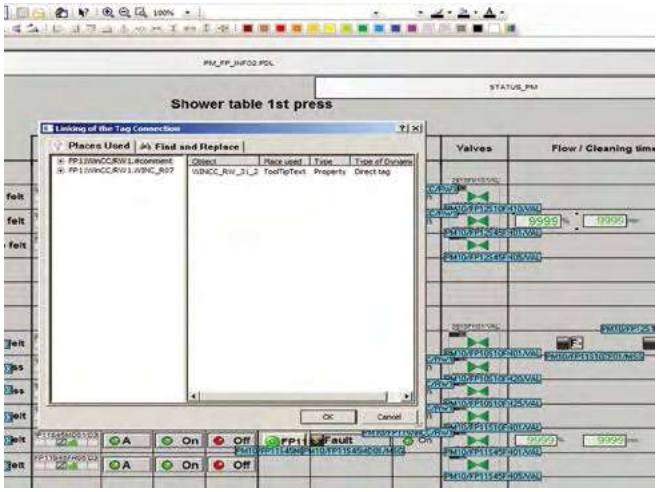


图20 操作员站画面编译

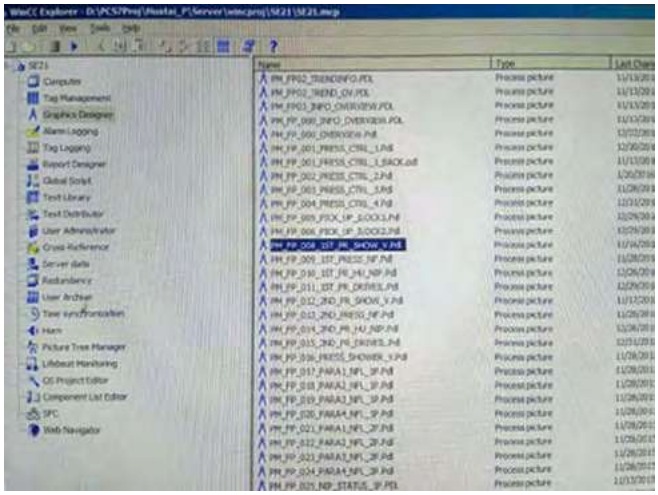


图19 操作员站画面的修改

图21 最终画面显示

于偏差过大的进行液压检查，更换密封较差的油缸。

通过以上措施，顺利解决了调试运行中存在的问题，摆动控制运行稳定，喷淋清洗效果良好。

5 结束语

通过以上的方案实施，最终实现了网毯织物高压喷淋摆动的正常运行。特别是配置了现场微控制器的此类问题，不管是专用的还是集成在液压阀中的，都可以采用摒弃微控制器，集中到PLC系统中进行控制的方式来进行升级改造。

随着技术的进步，特别是PLC技术的发展，缤纷繁杂的微控制器被淘汰，改为大型PLC集中控制是大势所趋。这让维护人员从各种品牌、型号的控制器复杂调试、维护的繁重工作中解放出来。此方案提出了一种经济、实用的改造方法，既能满足生产工艺的要求，又大大节约了改造的成本和实施周期，对高速纸机的高压水喷淋摆动控制系统升级改造和其它行业摆动控制的案例均具有普遍的指导意义。

参考文献

[1] 毕玉成.浅析高压喷淋摆动器在高速纸机中的应用[J].仪器仪表用户,2013(5).

[2] 喻永康，奚敏赟.基于PLC和PROFACE触摸屏技术的高压喷淋清洗机控制系统设计[J].自动化与仪器仪表,2014(4).

[3] 徐鹿眉,于洋,马立君.基于PLC的焊枪摆动控制系统设计[J].黑龙江科技信息,2004-02-15.7.

[收稿日期:2020-10-20(修改稿)]

PulPac与Dan-Web合作开发干法成型技术

本刊讯（PulPac 消息）成立于2018年、位于瑞典哥德堡的新兴企业PulPac，近几年一直致力于干法塑膜纤维（Dry Molded Fiber）的创新研发，拥有2,000多平方米的通用和应用程序研发技术中心、工业生产陈列室和中试生产线，希望通过研发和推进干法成型纤维技术的全球性商用，推动纤维材料替代一次性塑料的全球化进程。

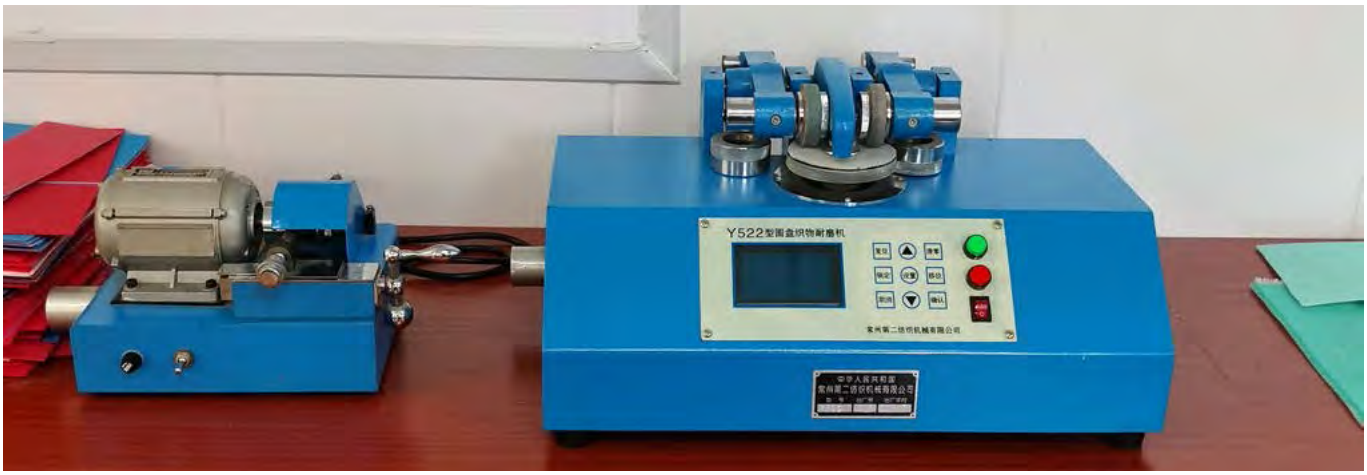
干法成型纤维是一种突破性的制造技术，使用可再生纸浆和纤维素资源生产可循环、低成本、高性能的纤维包装和一次性产品，以可持续且具有成本竞争力的替代品代替一次性塑料，使二氧化碳排放量降低80%~90%。

2021年5月，PulPac与丹麦干法造纸技术公司Dan-Web展开合作，致力于开发用于干法塑膜纤维标准化生产线的干法成型技术。Dan-Web成立于1976年，是干法气流成网、干法纤维造纸等技术的供应商。此次合作将结合PulPac的干法塑膜纤维理念与Dan-Web的干法气流成网技术（airlaid technology），从而生产出可代替一次性塑料的包装或食品级可再生纤维产品。

目前，PulPac干法塑模项目已经获得了瑞典战略创新计划“BioInnovation”的支持，支持其干法塑模产品隔膜的开发与中试，寻找全新的隔离材料，为干法塑模制成的纤维制品开发更加环保的疏水和疏油屏障。

Discussion on the Wear Indexes of the Forming Fabric for Papermaking

⊙ Wang Guodong, Zhang Yanni (Anhui Taipingyang Special Fabric Co., Ltd., Taihe 236600, Anhui, China)



造纸成形网磨损指标的探讨

⊙ 王国东　张艳妮（安徽太平洋特种网业有限公司，安徽太和 236600）

王国东 先生

工程师；从事产业用纺织品的研发和生产，具有丰富的造纸网产品设计和生产经验，负责产品设计和过程质量控制。

摘　要：使用寿命是纸厂重点关注的，耐磨性能是成形网制造商设计的重点，如何协调、统一双方的关注点，进而评价成形网的使用价值，本文论述造纸成形网的各种磨损指标，期待能找到合理、客观的评价指标来判断成形网的使用价值。

关键词：成形网；寿命；厚度；磨损率

Abstract: The durability of the fabric is the key concern of the paper mill, so the wear rate can be the focus of forming fabric design. In order to coordinate and unify the concerns of both parties and evaluate the use value of the forming fabric, this paper discusses various wear indicators of the fabric, so as to find a reasonable and objective evaluation index to judge the application value of the forming fabric.

Key words: forming fabric; durability; thickness; wear rate

中图分类号：TS737^{+}.5
文献标志码：A
文章编号：1007—9211(2021)12—0026—07

伴随国内造纸行业的发展，各种型号的纸机，向高速、宽幅急速发展；国内环保的压力，导致纸张中加填量的增加，化学助剂和精微颗粒的调整；为提速而进行的设备部件的改造等。所有的问题提出，都是直指成形网的使用价值，成形网制造商还没有形成统一的评价成形网价值的指标和标准，国家标准中也未涉及于此，可是这是纸厂和成形网生产商之间需要直接对话的迫切问题。

纸厂因为各方面因素的考虑，对成形网进行成本分析。有些纸厂采用吨纸消耗来评价成形网；但是绝大多数谈的时候都是使用寿命，甚至营销合同中注明使用寿命达多少天才能付款。单方面的评价指标，既不能有效评价成形网的价值又大大打击成形网制造商的积极性。

本文从成形网生产的指标控制和客户的实际使用两方面进行综合分析、考虑，探讨其磨损指标的建立及应用。如果能建立双方共同认可的磨损指标，进而设计、生产国标的磨损测试仪进行客观评价，则对造纸用网的生产和使用大有益处。

以下仅就正常设计生产的成形网，在正常状态下的磨损探讨。

1 设计生产中的磨损指标

1.1 厚度磨损

1.1.1 厚度磨损率公式

一般表示为$h=(H-H_0)/H\times100\%$ (1)

式中：h—网耐磨损厚度率，%，网耗磨损率；

H—新网（初始网）厚度值，mm；

H_0—一定测试条件下，网磨损后的厚度值，mm。

1.1.2 干态测试方法和条件

磨损厚度值测试：是切取直径约1 cm的圆形网样后固定在磨损仪上，在一定负载（如250 g×2或750 g×2）情况下，在磨损仪上用一定粗糙度的砂纸（一般标砂纸号），进行连续计数磨损，直到底层纬线磨损到底层经线时，记录转数和磨损掉的网厚度后，计算经纬转化高差或厚度磨损率。

例如，取2B602016实验网样，负载750 g×2、500号砂纸，测试前测量成形网厚度为0.861 mm，进行磨损测试，当1370r时开始磨损经线，此时网厚0.754 mm，则经纬高差为0.107 mm，经纬转化表示为78 μm/kn（每千转磨耗网78 μm厚度）。对薄网我们也可以用μm/hn（每百转磨耗网多少微米厚度）。当磨损网厚度达0.498 mm时，失去价值，此即为临界厚度值。

这种方法能进行定性和定量判断。但是检测过程复杂，耗费时间，在负载不同情况下，磨损转数和磨耗厚度都会发生变化，测量仪器的准确读数也是关注点。

1.1.3 干态测试结果计算

根据产品的功能，成形网生产商根据实验测试结果，一般进行两种数据的计算：一是经纬高差厚度值，另一个是到失去理论价值的临界厚度值。

1.1.4 测量结果的影响因素

从生产工艺上成形网耐磨性能受成形网单丝材质、尺寸、配比、编织、定型和插接的直接影响。从成品的分析看，受经纬密度、经纬交织、网面平整度、纬线平直度等直接影响。

1.1.5 经验结论及其应用

根据以上的测试，仅进行成形网底层纬线的磨损测试和计算。伴随国内纸机的高速、宽幅的发展，成形器各不相同。成形网生产商认识到，底层经线和纬线的磨损很多时候出现纬线未到磨损失去价值而经线已经达到了，同时高速成形网的面层磨损也很严重。因此生产商已经引入了底层经线的磨损厚度测试，而对部分产品进行面层磨损厚度测试。

1.2 单丝磨损率

根据已有的经验看，可以计算耐磨纬线或经线的磨损率来评估成形网的磨损及寿命潜能。相同的成形网底层磨损情况不一样。

单丝磨损率=(磨损厚度/单丝直径)×100% (2)

如2.5层成形网56系列、底层经线0.18 mm、底层纬线0.35 mm的样品进行测试，厚度磨损掉0.32 mm时网失去价值，耐磨纬线的磨损率为91.4%。如果测试经纬高差为0.228 mm，则经线的磨损率为51.1%。

因为测试的专业和时间很长，特别是在负载不同情况下，结果大不相同。成形网生产商根据经验总结出一定的经验数据进行评估：

如常见成形网磨损底层，根据产品技术参数中的底层经纬线直径，采用经线磨损率51%或纬线磨损率90%左右进行评估。如果成形网正常磨损后出现任何一项先达到，则意味着成形网失去使用价值。这种经验数

据不能说明每一条成形网的实际价值，但是对越来越高速的纸机却具有很大的实用价值。因为很多纸厂车间在到一定的周期后会直接卸掉成形网，即使成形网仍然具有实用价值。使用螺旋百分尺测量网的磨损厚度后计算底层纬线磨损率后可直接判断是否能持续使用及预估使用寿命。

1.3 重量磨损率

定力载荷、测试条件下，网基本失去使用价值时重量损失量变化率。

表示为$w=[(W-W_0)/W]\times100\%$ (3)

式中：w—网耐磨损重量百分率，%；

W—单位面积内的成形网初始重量，g；

W_0—一定测试条件下网磨损到失去使用价值时重量，g。

或表示为$w=[(W-W_0)/S]\times100\%$ (4)

式中：w—网耐磨损重量百分率，%；

W—单位面积内的成形网初始重量，g；

W_0—一定测试条件下网磨损到失去使用价值时重量，g；

S—测试成形网试样的面积，cm^2或m^2。

1.4 体积磨损

定力载荷、测试条件下，网基本失去使用价值时单丝体积损失量变化率。这种方法考虑到线材变化和网容水情况变化。可分理论推导公式和实际测试后计算公式。

理论计算公式是产品设计时的理论依据，一般根据经验和理论，认为经线或纬线磨损到一定程度来进行计算。

实际测试计算为$v=S\times[(H-H_0)/10]-V_1$ (5)

式中：v—成形网磨损体积，mL；

H—新网（初始网）厚度值，mm；

H_0—一定测试条件下，网磨损后的厚度值，mm；

S—测试成形网试样的面积，cm^2；

V_1—磨耗厚度中容水量，mL。

根据需要可以推导不同单位面积内的成形网磨损体积，单位可以为升、毫升及加仑等。

这个指标是考虑成形网使用状态是在湿态、全淹没情况下的指标。所以测试的厚度值与一般提供的干燥状态下的厚度值有所不同。

一般记录了测试天数的话，对纸厂有一定的参考价值。同时模拟成形网在纸机上的磨损状况，可以完全考虑为平面完全磨损。这样就可以采用立体坐标系统进行分析，对网横向、纵向和厚度向的观察、评价。从而全面、准确掌握使用和寿命情况，可实现一定程度的自动化和非主观化评价。

体积的变化也有根据经验值采用一定的系数通过磨耗重量来进行计算。这种系数随单丝的材质不同或混合使用而用不同的加权常数。通常对一种单一材质的体积磨损计算公式表示为$v=(W-W_0)/\rho$ (6)

式中：v—成形网磨损体积，ml；

W—单位平面厘米内新网（初始网）的质量，g；

W_0—单位平面厘米内磨损后样品的质量，g；

ρ—单丝的实际密度，g/cm^3。

1.5 定载磨损圈数

定载磨损圈数测定是在一定负载、成形网模拟工作状态下进行连续运转，到使用价值后记录的连续运转圈数。

因为成形网在纸机上的使用寿命会很长，而生产线的产品更新和变化很快，需要以快速的测试方法获得有价值的数据。因此测试条件就需要比纸机的更严格，提前获取数据进行产品的质量判断和比较。因此，这种测试的条件必须注明。一般不注明，则在实验室条件下测试为干态下成形网的磨损数据。

关于磨损圈数与纸厂的使用价值相关度大，相关的论述详见2.2。

2 纸厂可用磨损指标

2.1 有效磨损圈数

有效磨损圈数是指成形网在实验室状态或是纸机模拟状态下，一定负载重量下测试成形网当其失去使用价值时的总圈数。有效磨损圈数也包括成形网在经纬高差下的磨损圈数，经纬高差都是通过实验室磨损仪测量数据来获得。

一般测量的数据都需要标明实际的测量状态，不同状态下的数据是具有不同比较值的，如果有国家或行业标准明确了测试条件的，可以省略。否则都需要标明检测条件或状态。

表1谈到的有关圈数都是在室温条件、磨损仪或磨损面干燥状态下测量的。接触成形网磨损面粗糙度和

负载（或拖动力）另外提供。

从表1的参数计算可以看到，同样实验室条件下测量获得的成形网的磨损寿命圈数是一样的，但是在不同的纸机使用条件和状态下，从客户方面的结果看寿命却差别巨大。

客户对成形网寿命的要求很高，甚至在合同中注明使用寿命达不到2月/条的不予付款等。这些条件对供应商和客户来说都显得有失公平：客户不能正确认识产品的质量和使用寿命，供应商则认为条件苛刻、客户存在骗网使用的可能性。实际上这里缺乏一个相对客观的测量数据值作为参比。国家对纺织品产业有相应的测量标准（耐破度），但是因为造纸成形网的特殊使用条件或状态，现有的纺织品磨损测试已经不能完全照搬使用。然而行业的不少企业仍然沿用纺织品的磨损测试标准。因测试条件不同或测试条件不注明，导致测试指标价值不大，通常也不提供给客户。

作为供应商应根据客观测试数据，参照在不同使用状态下的寿命来考虑统一测试条件和测量仪器，从而形成客观有效的测量标准。同时在国家或行业标准中采用这种客观的质量评价指标，同时给出不同使用状况下的估计寿命，这样一旦出现纠纷，因有客观的第三方数据可进行评价或仲裁，对供应商和客户都是客观的，合理的。

2.2 实际运行圈数

造纸企业经常使用运行天数来表示成形网的寿命，比较不同供应商提供网的使用效果。这个指标的使用主要是满足成本方面的需求，可以很容易地计算获得网的使用成本。但是它不能有效地表达成形部各种有用的信息，同时也不能比较不同设备和不同位置的效果。

不过这个指标可以通过公式换算成实际运行圈数，进行同一种产品在不同设备或部位上的效果比较。同时也可根据成形部部件的调整来比较效果，以便确定调整是正面还是负面效应。具体公式如下：

$$R_s=1440DV/L \tag{7}$$

其中，R_s—表示成形网在设备上实际运行的圈数，单位为转或圈，一般不标；

1440—常数，根据1 d=24 h，1 h=60min，设备开机运行效率为100%计算得到的定值；

D—成形网使用中的实际天数，天，一般纸厂上机都有记录，根据上下机天数减去停机天数得到；需要注意的是停机后开机处理不当，成形网的寿命会剧烈变化，其负面效果远远大于实际的运行天数；

V—纸机车速，也称成形网运行的速度，m/min；

L—成形网长度，根据纸机的配置测量后确定，不同的供应商可能提供的实际长度不同，不同张力下网的长度也不同，一般直接采用客户的规格长度或条件相同时采用相同的成形网静态下的有效长度。

成形网的实验室测试网体的运行圈数是在特定负载或张力下的数据，对客户的使用也有一定的张力使用值。不同张力情况导致网的负载不同，其使用寿命也明显受影响，此处的公式未涉及这方面的讨论和计算。

表1 不同车速成形网的有效寿命计算

有效磨损圈数	网长度/m	纸机车速/(m/min)	开机总有效率/%	有效寿命/天	有效寿命/月	备注
100×10^4	21	500	80	36.5	1.2	1.车速调整，其它的磨损因素相近；2.开机效率和负载考虑不变情况。
100×10^4	21	900	80	20.3	0.7	
100×10^4	35	500	80	60.8	2.0	
100×10^4	35	900	80	33.8	1.1	
100×10^4	75	500	80	130.2	4.3	
100×10^4	75	900	80	72.3	2.4	

2.3 成形网厚度的测量

成形网在纸机上运行出现磨损后，磨损非整体相同，受设备条件、浆料等影响。从使用后成形网的厚度分析，我们也可以明显看到，不同部位网的厚度是不一样的。成形网供应商提供的临界厚度是在整体磨损相同的情况下获得，如何协调和使用这一指标？不同的纸厂车间有不同的评估方法，而行业内尚没有这方面的有效评价指标。

相关测量结果见图1～图6。

2.4 磨损厚度的判断

成形网使用过程已经磨损后的测量计算，一般为正常挂浆的网面，非边部剧烈磨损区域。

表示为$\%W=[(H-H_0)/(H-H')]\times100\%$ (8)

式中：$\%W$—成形网厚度磨损百分率，%，网耗磨损率；

H—新网（初始网）厚度值，mm；

H_0—现在测量成形网厚度值，mm；

H'—成形网磨损临界厚度值，mm。

纸厂最直观的判断成形网的磨损采用此指标，根据客户的临界磨耗厚度可以直接用于判断成形网的现有磨损即预计寿命（需要结合磨损速率公式或曲线）。

根据计算结果，如果已经磨损到成形网的95%时就需要特别注意了。需要注意的是采用临界厚度的数据时应结合底层纬线磨损率，因为成形网生产商对临界厚度可能不进行规范的测量，最简单有效的方法就是直接采用底层纬线或经线的磨损率计算成形网厚度值作临界厚度值，同时使用40倍或80倍的放大镜观察机械面磨损情况来确定成形网的继续使用价值。

2.5 临界厚度值的注意事项

成形网供应商提供给客户的成形网临界厚度，一般情况下是以底层纬线来计算的。实际上成形网因为织造、定型和插接的工艺参数的不同，同种型号产品的经纬高差和挺度是有差异的，这就导致可能同型号的产品经纬线的屈曲高度是不同的。根据提供的产品底纬直径的不同，可以计算出底层经线和纬线的临界厚度，从而有效判断成形网是否到使用寿命。

一般成形网临界值仅提供底层的，也有供应商提供面层和底层的；对面层的临界值，一般情况下也是以纬线厚度为准，实际上成形网面层很多情况下是经线接近或稍微高出纬线，以经线临界值是合理的。从实际和经验看，为了统一和比较的方便，都采用同样的临界指标值更具有实用价值，具体的差异则是成形网制造商自己考虑和分析的问题。

对单长网纸机、叠网纸机和卫生纸机，一般仅看底层纬线的临界厚度值；对夹网纸机和高速新月形卫生纸机，底层经纬线直径之间的差异不是巨大，需要综合看底层经纬线的临界厚度值，同时也参考面层的临界值。

3 磨损指数的建立及其价值

建立可视化的磨损指数，可实现量化、直观化评

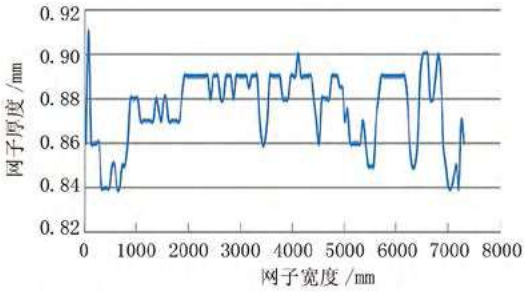


图1 叠网纸机成形部面网通长网样厚度分析测量曲线

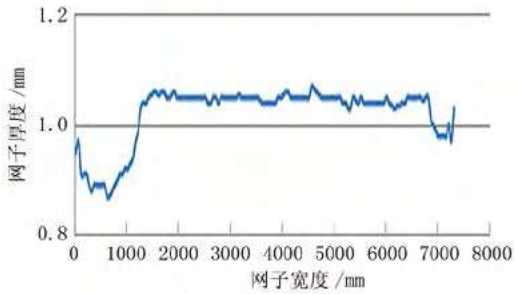


图3 叠网纸机成形部芯网通长网样厚度分析测量曲线

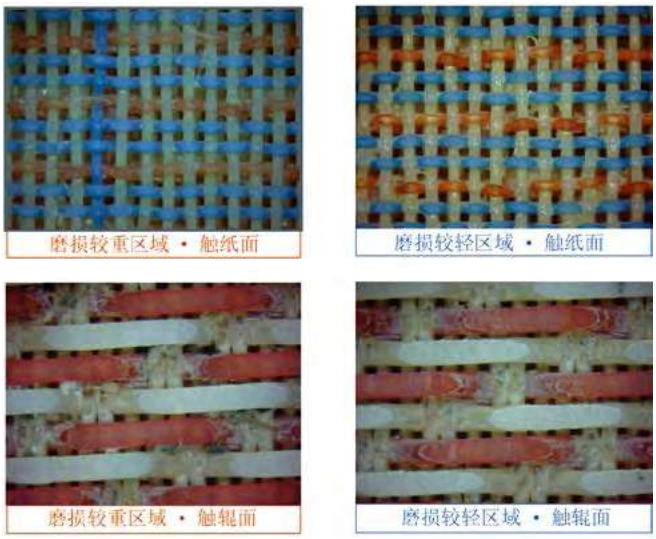


图2 叠网纸机成形部面网通长网样放大镜下磨损状况

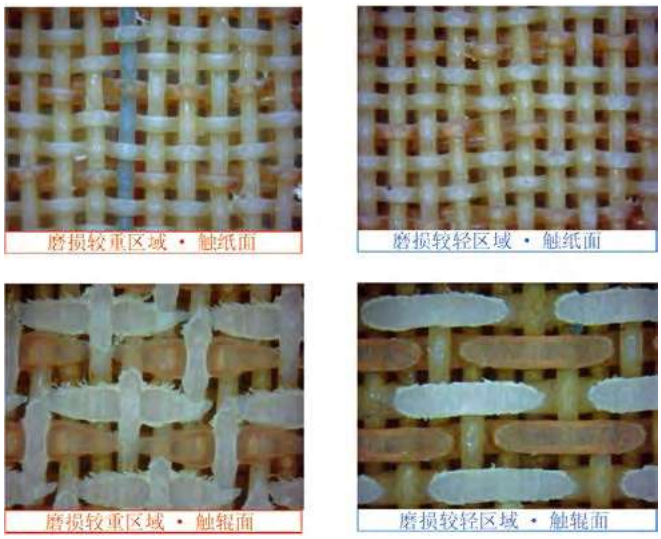


图4 叠网纸机成形部芯网通长网样放大镜下磨损状况

价成形网的寿命，可实现不同供应商产品的同图直接比较，同时可对纸厂需要更换部件或提速的设计提供数据基础。

3.1 磨损指数的建立

磨损指数根据成形网在纸机上连续运转不同天数测量的厚度值来计算或确定。成形网在使用过程中磨损不是直线式的。一般初期磨损快，到后期磨损慢。

根据美国阿斯顿·强生公司建立的成形网磨损指数公式，认为成形网的厚度磨损率与使用天数成对应的指数关系，因此可建立磨损指数，同时计算磨损指数公式和做磨损指数图。

表示为$\%W=k\times t^n$ (9)

式中：$\%W$—成形网厚度磨损百分率，%，网耗磨损率；

k—成形网磨损指数常数；

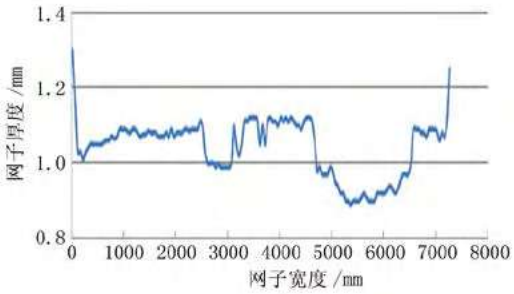
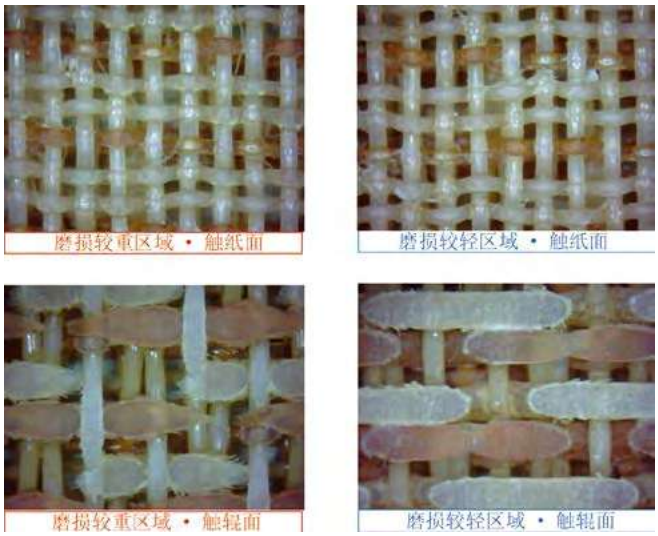


图5 叠网纸机成形部底网通长网样厚度分析测量曲线



注：以上面网、芯网和底网图取自使用后返厂的客户样品检测报告。

图6 叠网纸机成形部底网通长网样放大镜下磨损状况

t—成形网在纸机上运行的天数或圈数；

n——一般为0.4~0.5之间，与纸机设备配置和设计相关。

3.2 以天计算的磨损指数

根据公式（9）代入参数计算出磨损曲线，进而可以做出厚度磨损曲线图。也可以根据实际的厚度离散点做出成形网厚度磨损指数图。如表2、图7。

3.3 磨损寿命圈数

根据纸机的车速、网长度等，结合测量获得的成形网厚度，可以计算成形网在纸机上的磨损寿命圈数。详见2.2实际运行圈数。

成形网供应商的测试磨损圈数对纸厂的实际价值不大，因为很多情况下使用的测试条件和参数取舍千差

表2 某成形网运行磨损厚度测试数据

成形网初始参数		新网原始厚度为0.89mm，临界厚度为0.69mm。	
测试参数 计算参数		使用天数后对应的厚度%W和磨损常数k和n	
测量厚度/mm	使用天数/天	厚度磨损率/%	磨损体积率/%
0.890	0	0	0
0.810	15	40	12
0.786	30	52	23
0.756	43	67	41
0.752	59	69	43
0.742	70	74	51
0.730	85	80	64
0.712	98	89	75
0.696	115	97	93
0.690	130	100	100
备注	其中的磨损体积并非全部实测值，根据放大镜观察及干态磨损网重量损耗进行的部分计算，目的是为了揭示磨损体积损失与厚度损失的一定关系。		

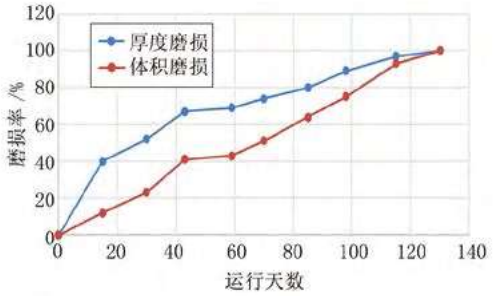


图7 成形网实际厚度和体积磨损率

万别。一般都是根据纸厂实际的测量参数来进行计算磨损寿命圈数，同时也为同种产品供不同的客户使用进行效果评价。如果纸厂能以相同的基础条件建立并计算出相应的公式或曲线，可以作为不同成形网供应商产品的质量评价标准，也有利于成形网生产商进行不同产品质量的横向比较。

4 结语

造纸成形网的使用寿命是纸厂和生产商共同关注的焦点，也是双方合作的基础。但迄今为止还没有建立统一的测试标准和指标。成形网生产商采用国家纺织品标准进行的磨损实验，不能与纸厂的使用价值有效结合起来。

我们从成形网在纸机上正常完全磨损状况，对最简单的厚度测量与网磨损进行探讨，发现可以建立一定的指标、公式和图表，实现成形网磨损的数字化、可视化比较和评估。

对成形网薄弱点接口的评价，因为实际生产中很难测量，故不再赘述。当然成形网生产商可以采用干态下的厚度负载测试来比较和评价接口与网体之间的磨损寿命，以供成形网的设计、生产及为纸厂提供有益的参考数据。

参考文献

[1]王国东,张艳妮.成形网的概览[J].华东纸业,2016(5):37-42.

[2]王国东.三层成形网的设计[J].中华纸业,2010(6):73-75.

[3]王国东.三层成形网设计的新思路[J].造纸科学与技术,2010(2):72-74.

[4]美国阿尔巴尼国际公司著,王佩君等译.造纸机网毯织物[M].北京:轻工业出版社,1987.

[收稿日期:2021—03—01]

BillerudKorsnäs与Aisa合作生产纸基管

本刊讯 5月17日，BillerudKorsnäs与Aisa合作，通过使用BillerudKorsnäs FibreForm®和Aisa的包装生产机器，为纸管包装开辟了新的可能性。

Aisa机械公司总部位于瑞士Vouvry，是提供创新的层压板和无缝塑料管包装的设备供应商。

根据BillerudKorsnäs的说法，与Aisa合作可以在Aisa的机器中用纤维形式代替塑料，而且无需再重建。

Aisa机械公司市场与销售总监Joachim Sander解释说："通过使用纤维形式，Aisa现在能够替换功能性肩部组件中高达70%的塑料，再加上由85%以上纸张制成的管套，这种混合型肩部有助于构成一个纸张成分超过80%的包装。"

BillerudKorsnäs FibreForm是一种低碳材料，可在挤压时保持管子的形状，没有任何痕迹，与其他纤维材料制成的管子相比，它具有独特性。纤维形态的压纹深度是普通纸的10倍，从而产生独特的3D效果和令人难忘的触觉体验。

由纤维形态制成的管可用于不同的领域，例如牙膏和化妆品。纤维可生物降解，与塑料相比，其生产中所需的能源更少。

BillerudKorsnäs是一家领先的初级纤维包装材料生产商，客户遍布100多个国家，在瑞典、芬兰和英国拥有8个生产部门。

Detection and Analysis of Three Typical Risk Substances in Paper Dishware

⊙ Xu Chao, Zhang Zhili, Yang Xuejun, Wang Weishan*
(Shandong Institute for Product Quality Inspection, National Supervision and Inspection Center for Packaging Product Quality (Jinan); Shandong Provincial Key Laboratory of Safety Test Technology for Material Chemistry; National Supervision and Inspection Center for Sports Products Quality (Shandong), Jinan 250102, Shandong, China)

纸餐具中三类典型风险物质的检测与分析

⊙ 许超　张智力　杨学军　王微山*
[山东省产品质量检验研究院；国家包装产品质量监督检验中心（济南）；山东省材料化学安全检测技术重点实验室；国家体育用品质量监督检验中心（山东），济南 250102]

许超 先生
高级工程师，副主任；主要研究方向：食品包装材料、体育产品和可降解塑料的检测及安全评价、标准制修订。

中图分类号：TS77；TS761.6
文献标志码：A
文章编号：1007—9211(2021)12—0033—04

摘　要：食品用纸包装材料的安全性和环保性很重要。本文对食品包装用纸餐具中铅、铝、镉、汞、增塑剂和荧光增白剂，分别采用电感耦合等离子体质谱仪、气相色谱—质谱联用仪和紫外分析仪，对市场上的纸餐具中三类典型风险物质进行检测分析，并结合原材料、生产工艺和储存等环节要求，对其产品质量状况进行分析研究，提出了提高产品质量的措施。开展食品包装用纸餐具中三类物质的风险监测，重视采标力度和技术转化程度，推进标准的制修订，严控企业生产原料和生产工艺水平，实现产品的全过程把控，保障产品质量，真正维护消费者和企业的权益。

关键词：纸餐具；典型风险物质；检测与分析

Abstract: The safety and environmental properties of food paper packaging materials are very important. In this paper, lead, aluminum, cadmium, mercury, plasticizer and fluorescent whitening agent in food packaging paper and tableware are studied by using inductively coupled plasma mass spectrometry, gas chromatography - mass spectrometry and ultraviolet analyzer respectively. Three types of typical risk substances in the paper tableware were tested and analyzed. Combined with the requirements of raw materials, production technology and storage, the product quality status was analyzed and researched, and measures to improve product quality were proposed. This paper carries out the risk monitoring of the three types of substances in food packaging paper tableware, pays attention to the degree of standard adoption and technology transformation, promotes the formulation and revision of standards, tries to strictly control the production raw materials and production technology levels of enterprises and realize the entire process of product control, so as to guarantee product quality and truly safeguard the rights and interests of consumers and enterprises.

Key words: paper dishware; typical risk substance; detection and analysis

□ *通讯作者：王微山，研究员，研究方向：包装材料安全分析与研究、塑胶跑道材料安全分析研究。

纸餐具属于生产许可证管理的食品接触用纸容器产品单元，是一种量大面广、并对消费者身体健康有重要影响的产品。由于纸餐具产品的生产技术门槛不高，企业的生产水平良莠不齐。食品纸包材质量事件时有发生，2011年的爆米花桶、方便面桶中检出荧光增白剂，2018年的快餐纸包装产品中检出全氟辛酸（PFOA）和全氟辛烷磺酸（PFOS）。纸餐具按加工原料可分为淋膜纸餐具、纸板餐具和纸浆模塑餐具，纸塑结合的包装材料因具优异的使用安全性能等，在全球的食品包装领域备受青睐[1]，例如纸餐盒的纸塑复合材料采用聚乙烯或聚丙烯为食品接触层或热封层，纸为印刷层[2]，兼顾塑料和纸的优点。如果用回收纸和回收的塑料作为生产原料，会带来风险物质超标隐患。塑料和纸的生产工艺中会添加各种功能助剂，如荧光增白剂、湿强剂、防油剂和消泡剂等，如在纸张生产中常用的荧光增白剂是物理增白助剂[3-4]；印刷工艺会使用黏合剂和油墨；这些助剂会产生游离单体、降解产物和重金属等超标问题。在高温和油性模拟液中，会加快有害物质迁移到食品中的速率，有污染食品的风险。

“网红”产品——纸餐具被消费者广泛使用，销量逐年增加，价格高低不等，质量千差万别，为更好掌握纸餐具质量状况，作者对纸餐具中三类典型风险物质进行检测分析，并结合原材料、生产工艺和储存等环节要求，对其检测情况和项目检出原因进行分析，并提出合理有效的整改措施和建议。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

气相色谱-质谱联用仪，型号8890-5977B，美国Agilent公司；超声波萃取仪，型号KQ-500DE，昆山市超声仪器有限公司；电感耦合等离子体质谱联用仪，型号7500CX，美国Agilent公司；紫外分析仪，型号ZW-7，济南三泉中石实验仪器有限公司；电子分析天平，型号ME204，METTLER TOLEDO。

18种邻苯二甲酸酯类（增塑剂）混标：德国Dr.Ehrenstorfer公司；铅、铝、镉、汞标液：国家有色金属及电子材料分析测试中心；正己烷，农残级，美国默克公司；微孔滤膜：0.22 μm，天津津腾实验设备有限公司。

1.2 样品准备

从批发市场购买实验用典型样品，纸餐具10批次，并对样品进行编号1#～10#，按照标准要求对样品进行实验前处理。铅、镉按照GB 31604.49-2016[5]，铝、汞参照GB 5009.268-2016[6]，邻苯二甲酸酯按照GB 31604.30-2016[7]，荧光性物质按照GB 31604.47-2016[8]进行实验。

2 结果与讨论

纸餐具中铅和荧光增白剂为标准内项目，铝、镉、汞、增塑剂为标准外项目，分别采用电感耦合等离子体质谱仪、气相色谱-质谱联用仪和紫外分析仪对市场上不同纸餐具进行检测分析，检验结果见表1。

表1 纸餐具中铅、铝、镉、汞、邻苯二甲酸酯和荧光性物质的测定结果统计

编号 项目	铅/ mg·kg^{-1}	铝/ mg·kg^{-1}	镉/ mg·kg^{-1}	汞/ mg·kg^{-1}	邻苯二甲酸酯/ mg·kg^{-1}	荧光性物质，检测值 254/365nm
1#	0.23	1.60×10^3	0.012	未检出	未检出	阴性
2#	0.25	1.58×10^3	0.0093	未检出	未检出	阴性
3#	0.34	2.81×10^3	0.032	0.00408	未检出	阴性
4#	0.53	2.59×10^3	0.014	未检出	DBP:4.22 DEHP:6.58	阴性
5#	0.46	3.04×10^3	0.025	0.0471	未检出	阳性
6#	0.55	3.61×10^3	0.017	未检出	未检出	阴性
7#	1.94	4.20×10^3	0.0075	未检出	未检出	阴性
8#	0.58	2.67×10^3	0.026	未检出	未检出	阴性
9#	0.42	2.71×10^3	0.034	未检出	DBP:1.83 DIBP: 5.17 DEHP:22.44	阳性
10#	0.67	2.85×10^3	0.013	未检出	未检出	阴性

注：DBP—邻苯二甲酸二丁酯；DIBP—邻苯二甲酸二异丁酯；DEHP—邻苯二甲酸二（2-乙基）己酯。

检验结果表明：纸餐具中铅、铝、镉、汞、增塑剂和荧光增白剂都有检出。铅和荧光性物质为标准GB 4806.8-2016[9]规定项目，铅的限量为3.0 mg/kg，10批次样品均合格，5#和9#的荧光性物质项目不合格。铝元素参考GB 2760-2014[10]中规定的残留量≤100 mg/kg(干样品，以Al计)。此次检测结果显示，10批次产品中铝

含量检出值均超过100 mg/kg。通过检测发现，样品4#、样品9#均检出邻苯二甲酸酯，经过迁移实验（4%乙酸，60 ℃，10 d；10%乙醇，60 ℃，10 d；95乙醇，60℃，10d）发现，食品模拟液中DBP和DEHP均未超出GB 9685-2016[11]中要求，样品9#还检出DIBP，其残留量为5.17 mg/kg，迁移量未检出，其他样品中邻苯二甲酸酯（增塑剂）均符合标准规定；镉和汞检出值较低且标准中未对限量进行规定。在对10批次样品进行有害物质筛查时发现，样品4#检出抗氧化剂。

2.1 重金属检出原因分析

铅、镉易溶解于有机酸，因此在酸性土壤中易被植物吸收，因此造纸原料中可能会含有铅、镉，此外造纸设备、造纸用水等也可能会使纸餐具带入铅、镉。汞可能来自原纸植物纤维、颜料、染料或来自印制油墨中的重金属污染。铅、镉、汞的摄入，会不同程度影响人的健康。

纸餐具中铝含量较高，主要原因可能是产品在生产过程中为了增加抗水性，添加了硫酸铝。铝（Al）元素不是人体所需，对人体健康有很大危害，已经被世卫组织确定为食品污染源之一。由此可见纸餐具中铝项目是一个值得长期监管的项目。《BfR XXXVI_2. Paper and Paperboard for Baking Purposes.pdf（截至2019年6月1日）》规定铝元素的迁移量不得超过1 mg/kg，镉元素的迁移量不得超过5 μg/L。目前，我国标准还未对纸餐具中铅、镉、铝、汞的迁移限量进行规定。

2.2 邻苯二甲酸酯检出原因分析（图1、图2）

本次10批次纸餐具有2批次检出邻苯二甲酸酯。说明企业的原辅料、生产工艺和运输储存可能存在问题。虽然邻苯二甲酸酯迁移量符合要求，但是随着使用条件的不同，也存在迁移量超标的风险。

食品包材中增塑剂主要来源于生产用原辅料（包括基材、黏合剂和油墨等），其中黏合剂和油墨中增塑剂随着接触温度的升高（油性条件），迁移到食品的速率会增加，可能危害人体健康[12]，邻苯二甲酸酯类是使用最普遍的增塑剂。如果塑料与增塑剂结合度不高，会随着时间慢慢地析出，其中80%增塑剂为邻苯二甲酸酯类。对于包材的生产企业，有效控制原辅材料入库检验，如让供应商提供该批次原辅料的合格检验报告，提高加工水平，监控储存和运输环节，能保证产品质量，降低塑化剂检出风险。

2.3 荧光性物质检出原因分析

市售的10批次纸餐具中有2批次检出荧光性物质。企业使用的原料或人为添加所致产品不合格可能性较大。日常检测圆形复合罐、纸餐具（有淋膜层、印刷层）时，中间层为纸时，检出邻苯二甲酸酯、荧光物质的可能性较大，因有的企业使用工业级纸作为中间层。

近年来，有关荧光增白剂滥用的报道时有发生，有的企业为了降低成本使用了含有荧光增白剂的非食品级纸、废纸或回收纸，或为了掩盖纸张缺陷和增加白度，在包装纸生产中添加荧光增白剂。且易于自动化生产和控制，被认为是生产纸张最能产生经济效益的助剂。不合格产品有可能对消费者的身体健康造成伤害。荧光增白剂约有15大类（不包括其有荧光性质的相关衍生产物），按其化学结构分为吡唑啉类、萘二甲酰亚胺类、三嗪氨基二苯乙烯类、香豆素类和苯丙恶唑类等。具有环状的共轭化学结构的荧光增白剂主要是基于二苯乙烯的衍生物，如三嗪氨基二苯乙烯类，包括二磺酸、四磺酸和六磺酸[13]，多用于纸制品的生产加工。

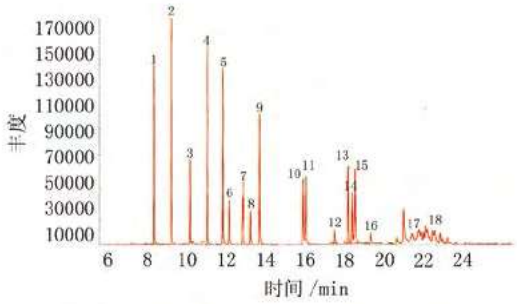


图1 18种邻苯二甲酸酯混标物质的气相色谱质谱

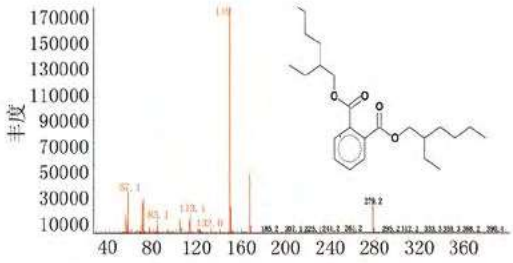


图2 DEHP标准物质质谱

长期接触荧光增白剂，会对人的健康产生影响，诱发潜在的致癌因素[14-15]。荧光增白剂弥补蓝光缺损形成的泛黄，从而达到增强白度和亮度的目的[16]。荧光增白剂应用领域广泛，主要在造纸、纺织品和洗涤剂等行业，不同品种的荧光增白剂理化性质不同，使用条件和应用对象也不同[17]。

2.4 其他典型热点问题

近几年，国家风险监测对纸制品中全氟辛酸（PFOA）和全氟辛烷磺酸（PFOS）、丙烯酰胺、矿物油等项目进行监测，这些项目大多为产品标准外项目，时常有检出。2020年国家风险监测对纸餐具中重金属、3-氯-1,2-丙二醇等物质进行监测。

2.5 提高产品质量的措施和建议

（1）企业层面：纸餐具中铝含量较高的原因除与生产用原辅料有关外，还与企业储存和运输等有关。企业应按照GB 31603-2015和《细则》的要求，严把原辅料质量关、重视生产工艺的把控和终产品检验的要求。

（2）政府层面：持续性加强生产企业对于原辅材料的管控；加大对三无产品的打击力度，维护企业的利益，保护消费者的人身健康；建议逐渐加大流通领域的监管力度，开展生产企业过程检查工作，特别关键控制点和原材料的检查；积极开展产品的绿色评价工作。

（3）消费者层面：关注政府发布消费提醒，引导消费者增强产品质量意识，积极正当维护自身权益。消费者可以去大型（或正规）商超购买合格产品，购买时应注意产品的标签是否清晰、标注的内容是否齐全。

3 结论

（1）检测发现，10批次纸餐具中有2批次分别检出增塑剂和荧光性物质含量超标，且铝含量较高，其他元素含量相对较低。

（2）研究发现，原材料的选择和中间层材质对纸制品质量有重要影响。

（3）建议监督管理部门开展纸制品中增塑剂、光引发剂和抗氧化剂等的风险监测，及时发现风险源，制修订相关标准，同时进行源头控制和重视技术创新，监控生产工艺全过程，避免质量事故的发生，保护企业和消费者的权益。

参考文献

[1] 乔广慧.复合包装材料的基材、结构及性能分析[J].黑龙江造纸,2012(1):27-29.

[2] 陈华峰,林宏琳.市售纸质食品包装材料中荧光增白剂分布调查[J].现代预防医学,2017,44(11):1950-1954.

[3] 肖锦平,竹百均,许夕峰,等.荧光增白剂在造纸工业中的应用及市场展望[J].上海染料,2007,35(2) :19.

[4] 李响丽,段海波,李超,等.荧光分光光度法测定餐巾纸中荧光增白剂特定迁移量[J].中国造纸学报,2018,33(1):45-49.

[5] GB31604.49-2016,食品安全国家标准 食品接触材料及制品 砷、镉、铬、铅的测定和砷、镉、铬、镍、铅、锑、锌迁移量的测定[S].2016.

[6] GB5009.268-2016,食品安全国家标准 食品中多元素的测定[S].2017-06-23.

[7] GB31604.30-2016,食品安全国家标准 食品接触材料及制品 邻苯二甲酸酯的测定和迁移量的测定[S].2017-04-19.

[8] GB31604.47-2016,食品安全国家标准 食品接触材料及制品 纸、纸板及纸制品中荧光增白剂的测定[S].2017-04-19.

[9] GB4806.8-2016,食品安全国家标准食品接触用纸和纸板材料及制品[S].2017-04-19.

[10] GB2760-2014,食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S].2015-05-24.

[11] GB9685-2016,食品安全国家标准 食品接触材料及制品用添加剂使用标准[S].2017-10-19.

[12] 高松,王志伟,胡长鹰,等.纸包装油墨中增塑剂向奶粉的迁移[J].食品科学,2014,35(1):18-22.

[13] 何华丽,樊继彩,王小芳,等.杭州市售纸质食品包装材料中荧光增白剂含量的调查研究[J].中国卫生检验杂志,2020,30(5):618-620.

[14]李健,孙庆贺,何兴波.食品用纸包装中荧光增白剂的危害和来源浅析[J].中国包装工业,2013(2):5-6.

[15] 姚誉阳,朱鹏飞,刘文卫.HPLC法测定纸质食品包装材料中11种荧光增白剂含量的不确定度[J].江苏预防医学,2019,30(2):219-221.

[16] 魏峰,吴松,于唏,等.高效液相色谱法测定一次性卫生用纺织品中荧光增白剂[J].色谱,2015,33(2):158-163.

[17] 孟怀山,李雪莉,张盼盼,等.高效液相色谱-荧光法测定一次性纸杯和餐盒中3种荧光增白剂的含量[J].色谱,2015,33(2):158-163.

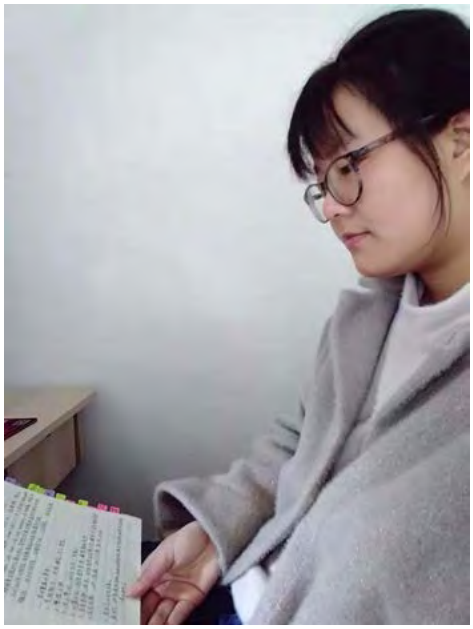
[收稿日期：2021-02-05]

Discussion on the Ink Embellishment and Durability of Xuan Paper and Six Other Paper Grades

⊙ Zhang Han, Jia Jingyi, Wang Shujia, Liu Huijun
(College of Life Sciences, Anhui Normal University, Wuhu 241000, Anhui, China)

宣纸及其他六种纸润墨性及耐久性探讨

⊙ 章寒　贾婧怡　汪淑佳　刘慧君
（安徽师范大学生命科学学院，安徽芜湖 241000）



章寒 女士
园艺专业本科生在读。

中图分类号：TS761.1；TS756
文献标志码：A
文章编号：1007-9211(2021)12-0037-05

摘　要：为了更好地鉴别及保存宣纸，本实验对宣纸（红星牌特净宣）、两种书画纸及其他四种手工纸进行了润墨性、pH、铜价、纤维形态及超微结构检测。结果如下：七种纸张润墨性有一定差异，根据测试标准，宣纸润墨性最好；其次是两种书画纸；七种纸张纤维形态、pH和铜价也有差异；超微结构中，宣纸和两种书画纸以及毛边纸皱纹更明显，润墨性更好。相关性分析表明纸张润墨性和纤维特征及超微结构有更大相关性，纸张耐久性和pH值及铜价相关性高，其中宣纸、两种书画纸、滤纸及毛边纸耐久性更好。综合看来，宣纸和两种书画纸具更佳润墨性，宣纸、两种书画纸、毛边纸以及滤纸强度更高。
关键词：宣纸；润墨性；耐久性

Abstract: In this experiment, Xuan paper (one special clean Xuan paper of Hong Xing brand) and two kinds of painting paper(strong water absorption and weak water absorption painting paper) along with other five handmade paper (A4 paper, sketch paper, untrimmed paper, filter paper) were selected as samples to analyze ink embellishment, pH value, copper price, morphology properties and ultrastructure of fibers. The results showed: there were certain differences in ink embellishment among the seven paper grades. According to test criteria, Xuan paper showed the best, and secondly were two kinds of painting paper. The fibrous form, pH value and copper price also showed differences. In ultrastructure, we can saw apparent wrinkle in Xuan paper and two painting paper along with untrimmed paper which presented better ink embellishment. The correlation analysis indicated that ink embellishment was related more to fiber properties and ultrastructure and durability of paper was related more to pH value and copper rice. Furthermore, the Xuan paper, two painting paper grades, untrimmed paper and filter paper showed better durability. In general, Xuan paper and two painting paper grades presented good ink embellishment while besides them filter paper and untrimmed paper had stronger intensity.
Key words: Xuan paper; ink embellishment; durability

宣纸是中国文房四宝之一，在中国书画及其他优秀文化保存与流传上发挥着不可或缺的作用。宣纸五性是宣纸的重要特点，其中尤以润墨性最为重要，是鉴别宣纸优劣的最重要标准。润墨性是指用水、墨作书画作品时，墨迹扩散的周边匀称性，着墨的渗透力和吸附力的强弱，墨色的浓淡、层次清晰和立体感的丰富程度，既能以水导墨，又能以水抗墨，墨韵万变，水墨淋漓的风格效果[1]。中国手工纸有多种，其中用于书画的有宣纸和书画纸，两者之间最大的区别是原料中是否含有青檀皮。优秀的生宣着墨后，墨色渗透晕圈清晰，扩散层次分明，基本为圆形[1]。反之墨色呆板无层次，墨汁深浅不一无过渡，椭圆形或狭长形。影响润墨性最主要的原因就是原材料纤维的特征区别。青檀纤维胞腔大，胞壁薄，内表面积大而有利于吸附墨汁；同时纤维细胞壁分布相对平行的皱纹，可以引导墨沿着纵轴扩散而表现层次感。该皱纹还可以吸附碳酸钙，既可提高润墨性又可防止纤维素降解，对纸张润墨性和耐久性都非常有利[1]。

纸质文献的保存和保护是图书馆、档案馆和博物馆等纸质文献收藏单位的一项重要的工作[2]。宣纸有纸寿千年的美誉，其耐久性相比于书画纸更强。研究表明，宣纸耐久性与pH值呈碱性及青檀皮优异性能有关。刘仁庆[3]通过老化比较宣纸和新闻纸的寿命，得出宣纸寿命可达到1000年以上。因此探究宣纸和其他手工纸耐久性差异可以给延长宣纸寿命提供一定指导。

综上，本文探究了两种书画纸和宣纸润墨性和耐久性差异的影响机理，同时以其他手工纸A4纸、毛边纸、素描纸、滤纸作对比，并从酸度值、纸浆铜价、纤维形态等方面作出解释，以期为宣纸鉴别、储存及完善宣纸标准提供参考。

1 实验方法

1.1 实验仪器

pH酸度计；SEM；数字显微镜（VHX-5000）。

1.2 实验试剂

墨水；赫氏染色剂（氯化锌、碘化钾、碘）；萨氏试剂（酒石酸钾钠、1N氢氧化钠、10%硫酸铜、无水硫酸钠、碘化钾、1N碘酸）；4N硫酸；0.01N硫代硫酸钠标准液；0.5%淀粉指示剂。萨氏试剂配制参照中华人民共和国国家标准纸浆铜价的测定[4]，赫氏染色剂配制参照李诺[5]介绍的方法。

1.3 实验材料

红星特净宣纸、吸水性强的书画纸、吸水性弱的书画纸、素描纸、毛边纸、A4纸、滤纸，其中前面三种纸张均产自安徽泾县，同时使用后面四种材料作为对照。

1.4 实验步骤

纸张润墨性测试参照；纸浆pH测法参照GB/T 1545.2-1999《纸、纸板和纸浆水抽提液pH值的测定方法》；纸浆铜价参照国标法；纸张纤维形态显微观察参照赵代胜等介绍方法[6]；纤维超微结构用电镜观察。

2 结果与讨论

2.1 润墨性比较

接触同一墨滴后，不同纸张由于其成分、制作差异导致接触后扩散作用不一样；同一纸张在不同水墨比下渗透程度也不一样，因为水能导墨，墨能引水。宣纸润墨性可以由两方面表示：一是墨色层次分明，周边划开，由图1可以看出，红星特净宣纸墨迹正圆形，周围层次分明，立体感强；吸水性强的书画纸墨迹近圆形，周围不规则锯齿状，稍有层次；吸水性弱的书画纸墨迹大体上似圆形，周围锯齿不明显，层次感不强；A4纸墨迹小圆形，无层次，呆板；素描纸墨迹小圆形，色调单薄，单调无层次；毛边纸墨迹椭圆形，周围稍有“毛刺”，层次稍显；滤纸墨迹近圆形，边缘有若干“小毛刺”，稍有层次。

墨迹扩散横纵比[横向（CD）/纵向（MD）]越接近1表明润墨性越好。表1是7种纸张墨迹扩散横向和纵向的数据。7种纸张墨迹扩散横向直径和径向直径具有显著差异，均为两种书画纸的扩散直径最大；素描纸最小；说明两种书画纸对墨汁的扩散性能最好，素描纸对墨汁的扩散性最差。CD/MD比值无显著性差异，但相比较而言红星特净宣纸CD/MD更接近于1，润墨性稍好。

由图2和表2可以得知，红星特净宣在各水墨比下散开都很均匀，其润墨性都较好；吸水性强的书画纸和吸水性弱的书画纸润墨性差异不显著，相比较其他纸张其墨扩散规整度更好；A4纸在墨水比1∶6或1∶7时润墨性均佳，而图中A4纸扩散极其不均匀，深浅分明而无过渡；素描纸图中都近圆形，但纵看其CD/MD值都不接近1且无显著性差异，其润墨性不佳；毛边纸渗透吸水与着墨能力好，但图中多都表现椭圆形，在1∶7比接近圆形，润墨

性好；滤纸和素描纸相同，在各墨水比下润墨性均不佳。

2.2 pH比较

纸浆耐久性是指长时间内纸张能保存重要物理机械性能，特别是强度和颜色性能能力[7]。在实际中，影响纸张耐久性的因素很多，如成纸过程中所用纸浆的种类，胶料、涂料的种类，以及成纸存储或使用时的温度、湿度、氧气含量、光照条件等[7]，但pH影响最重要。当pH过低时，纸张中的酸性物质促进纸张纤维素、半纤维素降解，从而导致纤维断裂，最终使纸张发黄变脆，保存期大大降低；pH过高也会促进纤维素氧化分解而降低耐久性。由图3可知，素描纸pH最低为6.17，毛边纸pH最高为9.17；红星特净宣纸为7.64，呈中性偏碱性，其余各纸均呈酸性，吸水性强的书画纸6.76，吸水性弱的书画纸6.26，A4纸6.69，滤纸6.26。

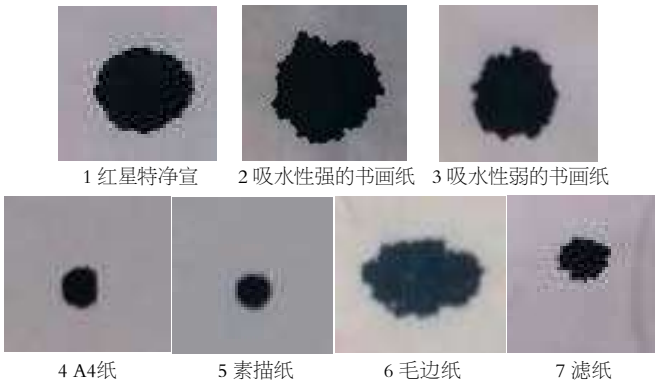


图1 7种纸张润墨性

表1 7种纸张润墨性分析

纸张类型	墨痕横径/(CD/cm)	墨痕纵径/(MD/cm)	CD/MD
红星特净宣纸	0.89+0.04^{b}	0.78+0.06^{ab}	1.15+0.13^{a}
吸水性强的书画纸	1.24+0.64^{a}	0.84+0.17^{a}	1.52+0.27^{a}
吸水性弱的书画纸	1.04+0.47^{ab}	0.84+0.17^{a}	1.24+0.59^{a}
A4纸	0.55+0.14^{c}	0.36+0.02^{c}	1.55+0.49^{a}
素描纸	0.29+0.05^{c}	0.24+0.05^{c}	1.22+0.17^{a}
毛边纸	0.95+0.26^{ab}	0.69+0.16^{ab}	1.38+0.16^{a}
滤纸	0.83+0.05^{b}	0.64+0.25^{b}	1.30+0.01^{a}

2.3 纤维特征比较

宣纸与其他书画纸和手工纸最大的区别就是原材料的青檀皮纤维。纤维分析中我们探究了长度、宽度、长宽比和长度分布比例，分别见表3、图4。从图4可以看出宣纸

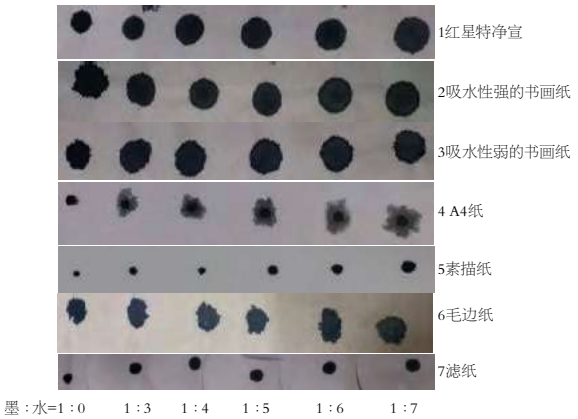


图2 7种纸张不同浓度墨水墨迹比较

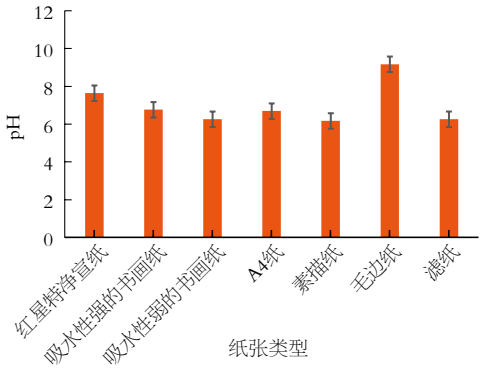


图3 纸张pH值

表2 7种纸张不同水墨比下润墨性分析

纸张种类	原墨(2 mL)	墨：水=1：3	墨：水=1：4	墨：水=1：5	墨：水=1：6	墨：水=1：7
红星特净宣纸	0.78+0.06^{bc}	0.82+0.05^{c}	1.14+0.05^{d}	0.96+0.04^{c}	0.92+0.08^{b}	1.01+0.03^{c}
吸水性强的书画纸	0.84+0.17^{c}	1.07+0.1^{d}	1.10+0.07^{d}	1.12+0.08^{d}	1.18+0.07^{d}	1.17+0.05^{d}
吸水性弱的书画纸	0.84+0.17^{c}	1.06+0.05^{d}	1.00+0.06^{b}	1.05+0.05^{d}	1.06+0.04^{b}	1.04+0.06^{c}
A4纸	0.36+0.02^{a}	0.69+0.04^{b}	0.74+0.04^{b}	0.77+0.09^{b}	0.86+0.16^{b}	0.89+0.16^{b}
素描纸	0.24+0.05^{a}	0.31+0.05^{a}	0.25+0.03^{a}	0.31+0.01^{a}	0.32+0.05^{a}	0.38+0.04^{a}
毛边纸	0.69+0.16^{bc}	0.74+0.18^{bc}	0.81+0.09^{b}	0.85+0.05^{b}	0.90+0.11^{b}	1.08+0.12^{cd}
滤纸	0.64+0.25^{b}	0.64+0.04^{b}	0.81+0.04^{b}	0.81+0.04^{b}	0.80+0.08^{b}	0.84+0.02^{b}

和吸水性强书画纸、滤纸、毛边纸纤维长度远大于其他纸张，增强纸张强度。有研究表明，随着纤维长度越长，纤维交织次数越多，抄造而成的宣纸强度就会越高，进而影响纸张耐久性[8-9]。纤维长度分布在100～500μm、500～1000μm、1000～1500μm范围内A4纸占比最大为99%，最低是毛边纸占比66%，其余纸张依次为：红星特净宣纸81%，吸水性强的书画纸80%，吸水性弱的书画纸90%，素描纸93%，滤纸72%。长宽比的比较中发现，宣纸、书画纸明显强于其他纸张，表明其更强的耐久性。在短纤维平均宽度越小所占比例越大说明青檀纤维越多，润墨性越佳。纤维平均长度分布越均匀，所占比例越高的纸润墨性更好。长宽比大的纤维，成纸时单位面积中纤维之间相互交织的次数多，纤维分布细密，成纸强度高，纸张耐久性好。由此可见，除了毛边纸和滤纸外，其他纸张纤维分布均较为规整均匀，润墨性也较好。虽然A4纸、素描纸分布更均匀，但是其宽度平均值较大，降低了润墨匀整度。

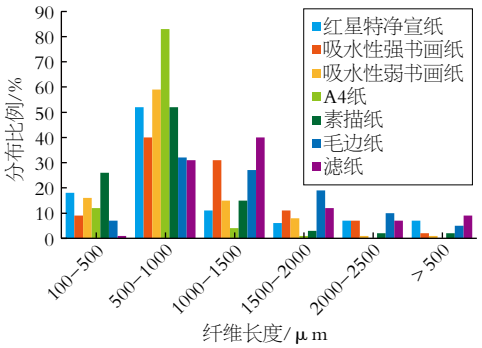


图4　纤维长度分布

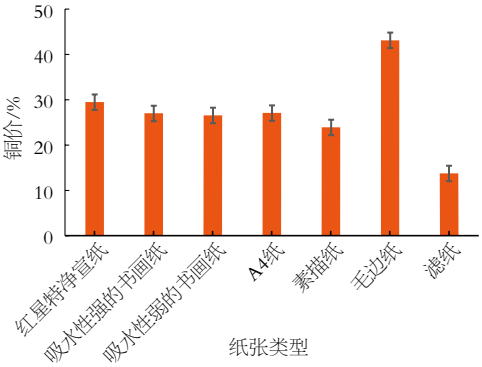


图5　纸张铜价

2.4　铜价比较

纸浆铜价可以衡量纸张纤维中纤维素降解程度。当纸张造纸蒸煮漂白中纤维素受到破坏而暴露更多醛基，故铜价用来鉴别纤维变质程度并影响耐久性，也可以理解为纸浆杂质多少。由图5可知，滤纸铜价最小，而素描纸和滤纸差异不显著；毛边纸铜价最大；另外四种纸张无显著性差异。

2.5　纤维细胞壁超微结构比较

普通光学显微镜只能粗略观察纤维表观特征，而通过SEM可以研究纤维细胞壁表面超微结构。宣纸原材料

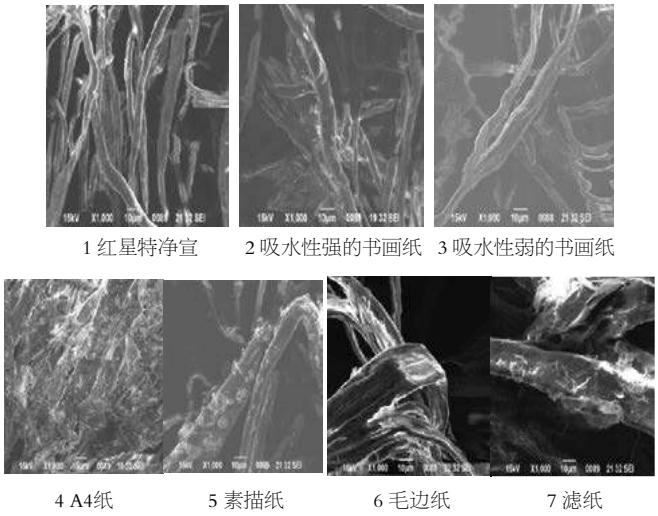


图6　7种纸张SEM

表3　7种纸张长度、宽度和长宽比

种类纸张	纤维长度/μm			纤维宽度/μm			纤维长宽比		
	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值
红星特净宣纸	144	1034+753[b]	4853	2	8+4[a]	21	13	144+88[d]	455
吸水性强的书画纸	277	1099+544[b]	2733	1	8+6[a]	35	24	170+100[e]	713
吸水性弱的书画纸	217	837+432[a]	2585	2	8+4[a]	28	18	131+79[d]	486
A4纸	286	701+210[a]	1696	7	16+6[b]	32	16	50+21[a]	132
素描纸	228	815+514[a]	3212	4	14+6[b]	47	19	59+35[ab]	316
毛边纸	262	1279+637[c]	3679	5	14+11[b]	105	17	104+59[c]	339
滤纸	482	1409+921[c]	7668	7	21+8[c]	58	25	73+43[b]	275

表4　各指标相关性分析

指标	墨痕均一度	横纵比	pH值	铜价	纤维长度	纤维宽度	纤维长度分布比例	电镜纸样皱纹
墨痕均一度	1							
横纵比	0.286	1						
pH值	−0.090	0.234	1					
铜价	−0.107	0.143	0.937**	1				
纤维长度	0.214	0	0.360	0.107	1			
纤维宽度	−0.571	−0.214	0.468	0.464	0.429	1		
纤维长度分布比例	−0.286	−0.036	−0.523	−0.321	−0.964**	−0.464	1	
电镜纸样皱纹	0.321	0.357	−0.739	−0.714	−0.536	−0.821**	0.643	1

之一青檀皮纤维经过干燥后可以观察到表面呈相对平行状皱纹，这可能是细胞壁收缩的结果[10]。这些皱纹可以吸附造纸中渗入的小微粒如$CaCO_3$从而吸附墨汁；另一方面皱纹深浅不一，有利于墨分层次。从图6的纸张SEM图片可得，红星特净纤维成排皱缩明显，润墨性好；吸水性强的书画纸纤维皱缩较少；吸水性弱的书画纸纤维也有较多褶皱，但缺乏规律性；A4纸纤维除了平行状皱纹外还有许多绒毛状结构，该结构降低润墨性；素描纸皱缩较浅，绒毛状结构少于A4纸；毛边纸皱纹平行排列明显，润墨性好；滤纸纤维几乎没有皱纹，润墨性最差。

2.6　相关性分析

本实验探讨了7种纸张润墨性差异及相关因素分析，其中润墨性的指标是墨痕均一度和CD/MD值，前者是描述性特征；电镜观察纸样皱纹程度也是描述性特征。将描述性特征分级，再与其他特征一起进行比较。通过Spearman相关性分析，结果如表4。由表可知，衡量润墨性指标之一的墨迹均一度与纤维宽度，纤维分布比例，电镜纸样皱纹具有较大相关性，结果满足$p \leqslant 0.05$；指标之二墨痕CD/MD值与pH值、纤维宽度，电镜纸样皱纹相关性大。耐久性主要探究了pH值和铜价，结果表明两者呈正相关（置信区间0.01范围内），也验证了前人研究所表述的三者之间有密切联系。

3　结论

本研究表明纸张润墨性与纤维特征及超微结构有显著相关性，其中宣纸、两种书画纸和毛边纸润墨性更好，且宣纸在各墨水比例下均表现优良润墨性；纸张耐久性与pH值及铜价相关性高，其中宣纸、两种书画纸、滤纸及毛边纸耐久性更好，而与耐久性关系最紧密的pH值结果表明，宣纸处于中性偏碱性是极佳的，过酸或过碱都会导致纤维素降解而降低耐久性。这为宣纸及其他纸张抄造工艺提供探索思路，即尽量采用中性抄纸工艺，并使用碳酸钙等物质作为填料[11−12]，使得纸张具有较高的碱保留量[13]。

参考文献

[1]周裴灿,王建江,胡晓东,谭琼潇,等.书画用纸润墨性影响因素的研究[J].华东纸业, 2016,47(5):8-12.

[2] 田周玲,龙堃,易晓辉,等.保存环境对纸张性能的影响研究[J].中华纸业, 2016,37(14):31.

[3] 刘仁庆.关于宣纸四大特性的解释[J].纸和造纸, 2008(s1) : 76.

[4] 第一轻工业部造纸工业科学研究所:七项纸浆与纸的化学分析方法国家标准草案及编制说明,1965年(未发表).

[5] 李诺.书画纸纤维分析及润墨性能研究[D].西安:陕西科技大学,2014.

[6] 赵代胜,刘晓兵.宣纸纤维板特征与真伪研究[J].中华纸业,2014,35(8):30-33.

[7] 张效林.纸张pH值对印刷过程的影响[D].西安理工大学,2009.

[8] 王鑫.纤维形态特性对纸张结构和性能的影响[J].黑龙江造纸,2014,42(3) : 18.

[9] 石峰,何春霞, 朱碧华, 等.4种植物壳纤维成分及理化性能对比研究[J].南京农业大学学报, 2017,40(2) : 359.

[10]刘仁庆,胡玉熹.宣纸润墨性之研究.北京轻工业学院, 中国科学院植物研究所, 1984.

[11]邝仕均.关于新闻纸加填[J].中国造纸,2003,22(11):48.

[12]杨桂花,章正林,陈嘉川.字典纸常见纸病及解决措施[J].造纸科学与技术,2005(1):42.

[13]韩建春.中性字典纸的研制[J].北方造纸,1995(2):37.

[收稿日期:2021−01−12]

Pollution Source of Formaldehyde in Tipping Base Paper and Its Control

⊙ Pan Gaofeng[1], Liu Chuanhai[1], Li Dangguo[2]
(1.Mudanjiang Hengfeng Paper Co., Ltd., Mudanjiang 157013, Heilongjiang, China; 2.Heilongjiang HXXC Testing Technology Co., Ltd., Mudanjiang 157013, Heilongjiang, China)

烟用接装纸原纸中甲醛污染物的溯源及其控制

⊙ 潘高峰[1] 刘传海[1] 李党国[2]
（1.牡丹江恒丰纸业股份有限公司，黑龙江牡丹江 157013；2.黑龙江恒祥信测检测技术有限公司，黑龙江牡丹江 157013）

潘高峰 先生

硕士，高级工程师，公司总经理助理；主要从事技术管理工作，负责产品开发和新技术、新助剂领域的推广及应用。

中图分类号：TS77；TS761.2
文献标志码：A
文章编号：1007-9211(2021)12-0042-04

摘 要：采用水溶液振荡提取-高效液相色谱法作为甲醛的检测方法，测试烟用接装纸原纸生产过程所使用的原料、填料、化学助剂等和制成品包装材料中的甲醛含量并进行溯源，找出烟用内接装纸原纸产品中甲醛污染的来源并进行控制，使烟用接装纸原纸产品中甲醛含量满足客户的限量要求。

关键词：烟用接装纸原纸；甲醛；水溶液震荡提取；高效液相色谱法

Abstract: Aqueous solution shaking extraction and high performance liquid chromatography is used as a formaldehyde detection method to test the raw materials, fillers and chemical additives used in the production of cigarette tipping base paper. It could help to calculate the formaldehyde content in the finished product packaging materials, trace the source of formaldehyde pollution in the base paper and control them so as to make the formaldehyde content meet the standard requirements of customers.

Key words: tipping base paper for cigarette; formaldehyde; aqueous solution shaking extraction; high performance liquid chromatography

甲醛，俗称蚁醛，化学式HCHO，分子量30.03。无色具刺激性气味气体。环境中的甲醛严重威胁人体健康，具有较高的毒性，对人的神经、肺、肝脏等均可产生损害[1-2]。世界卫生组织国际癌症研究机构(IARC)于2004年6月在其153号出版物中公告，将甲醛由2类致癌物质上升为1类致癌物质。长期接触甲醛的人，可能引发鼻口、喉咙、血液等人体部位和组织的严重疾病。目前，随着国家烟草总局的绿色烟草概念的提出，烟支制品和卷烟用材料的安全性指标限量要求越来越严格，各烟草公司对于卷烟材料——包括烟用接装纸原纸的甲醛含量提出了限量要求。

本研究对我公司烟用接装纸原纸的生产工艺流程不同阶段的产品，采用水溶液振荡提取-高效液相色谱法作为甲醛含量的测试方法，并分析烟用接装纸原纸生产中所使用的纤维原料、矿物填料、化学助剂(增强剂、湿强剂、助留剂、杀菌剂等)和制成品包装物中的甲醛并进行溯源分析，找出烟用接装纸原纸产品中甲醛污染源并采取控制措施，使烟用接装纸原纸中甲醛含量满足限量要求。

1 检测方法与材料

1.1 仪器设备与试剂材料

1.1.1 仪器

U3000高效液相色谱仪（DAD检测器）（美国赛默飞世尔科技有限公司）；HZD-82恒温振荡器（常州国华）；ME204电子天平（精度：0.1 mg，瑞士梅特勒）。

1.1.2 试剂

甲醛-2,4-二硝基苯腙（甲醛-DNPH）：纯度≥99.9%；2,4-二硝基苯肼（纯度≥97%）”（百灵威科技有限公司）；磷酸（色谱纯，德国默克，85%）；乙腈（色谱纯，上海安谱）；超纯水（电阻率≥18.2 MΩ·cm）。

1.1.3 溶液配制

混合溶剂：乙腈和水按体积比1∶1混合；衍生化试剂：准确称取0.01 g 2,4-二硝基苯肼用100 mL棕色容量瓶定容，精确至0.1 mg，加入5 mL磷酸后用混合溶剂定容。

1.2 方法

1.2.1 样品处理

准确称取1 g试样，精确至0.1 mg，置于100 mL具塞锥形瓶中，准确加入50 mL水后置于50 ℃恒温水浴中振荡提取2.5 h。冷却后用移液器移取1.0 mL上层清液于10 mL棕色容量瓶，再加入4 mL 2,4-二硝基苯肼溶液后用混合溶剂定容，摇匀后进行衍生化。30 min后用0.22 μm微孔滤膜过滤，上机检测。同时按此方法做试剂空白实验。

1.2.2 样品测试

1.2.2.1 仪器测定条件

色谱柱：C18反相色谱柱（规格：3 μm，2.1 mm×150 mm）；柱温：35 ℃；流速：0.5 mL/min；进样量：20 mL；检测波长：358 nm；流动相：A为水，B为乙腈。

1.2.2.2 洗脱参数：梯度洗脱程序见表1。

2 结果与讨论

2.1 烟用接装纸原纸限量标准

目前，我国烟草行业现行烟草行业标准YC 170—2009《烟用接装纸原纸》中未规定“甲醛”的限量值，但大部分卷烟材料生产企业为已设定了烟用接装纸原纸甲醛的产品限量标准（<5.0 mg/kg）并要求为其提供烟用接装纸原纸的生产企业满足设定的限量标准。

2.2 烟用接装纸原纸中甲醛污染来源的实验及分析

通过对公司生产的烟用接装纸原纸进行甲醛含量检测，大部分产品中甲醛含量均小于3.0 mg/kg。但也

表1 梯度洗脱程序

时间/min	流动相A/%	流动相B/%
0.00	60	40
8.00	20	80
8.10	60	40
10.00	60	40

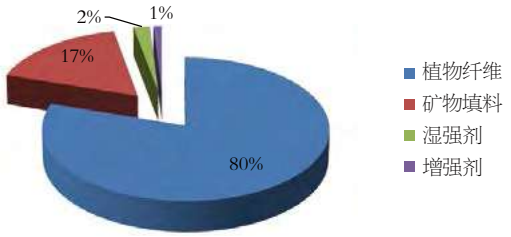


图1 烟用接装纸原纸成分构成

有极少数产品的甲醛含量大于3.0 mg/kg，超出我公司内控标准。对此进行甲醛来源溯源实验分析：烟用接装纸原纸生产作业场所空气中的甲醛满足标准要求，因此其应来源于产品生产所用的商品浆浆板、矿物填料、化学助剂及产品制成品的包装材料。

2.2.1 *原材料对于甲醛迁移污染的实验及分析*

图1为烟用接装纸原纸的成分构成情况，其中：植物纤维占80%，矿物填料占17%，湿强剂约占2%，增强剂约占1%，其它化学助剂（如助留剂、杀菌剂等）使用量极少，其甲醛污染风险可以忽略不计。

2.2.1.1 纤维原料的甲醛含量及对产品的污染风险分析

对公司烟用接装纸原纸生产中使用的植物纤维甲醛含量的检测并进行风险分析，结果如表2。

小结：对表2分析可知，植物纤维原料对于原纸产品中甲醛含量的污染风险为0，非产品中甲醛的来源途径。

2.2.1.2 填料及化学助剂的甲醛含量及对产品产品的污染风险分析

对原纸产品所添加的矿物填料和化学助剂甲醛含量检测分析，结果详见表3。

小结：从表3数据可知，矿物填料和增强剂不对产品构成甲醛污染的风险；湿强剂含一定量甲醛对于产品存在污染可能但污染风险极低（<0.01），非产品中甲醛污染风险的主要来源。

2.2.2 *接触材料对于甲醛迁移污染的试验及分析*

产品的生产工艺过程，如下：

原料（商品浆板）→磨浆（盘磨打浆）→调成（加入辅料）→上网（加入化学助剂）→压榨（脱水）→干燥（烘缸干燥）→卷取→分切→包装（与包装材料接触）

工艺员对产品生产制造过程中的甲醛含量取样分析，结果见表4。

小结：对表4分析可知，整个生产过程中直到成纸阶段，产品中甲醛含量均为未检出，包装打件之后产品中的甲醛升至4.2 mg/kg。可见产品中甲醛污染的主要来源途径为包装打件阶段。

2.2.3 *烟用接装纸原纸中甲醛迁移污染的主要来源*

烟用接装纸原纸中的甲醛迁移主要来源于制成品使用的包装材料。包装材料中的纸芯含有大量的胶黏剂，若纸芯生产厂家使用的胶黏剂不是环保产品，就会含有大量甲醛，这

表2 不同商品浆纤维甲醛含量及对产品污染风险 单位：$mg \cdot kg^{-1}$

商品浆板牌号	BKJ	YWJ	QZJ	WZJ	SBJ	GPJ	BJGJ	JYJ	MGHJ	SZJ
甲醛	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
产品污染风险	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：ND表示未检出。

表3 填料、化学助剂甲醛含量及对产品污染风险 单位：$mg \cdot kg^{-1}$

辅料助剂	填料TSG	填料HSF	填料TBF	填料H800	增强剂	湿强剂
甲醛	ND	ND	ND	ND	ND	1.61
产品污染风险	0	0	0	0	0	<0.01

注：ND表示未检出。

表4 烟用接装纸原纸生产流程不同阶段甲醛含量 单位：$mg \cdot kg^{-1}$

生产过程	原料	磨浆后	调成后	压榨后	干燥后	成纸	打件包装后
甲醛	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	4.2

表5 不同包装材料包装后产品的甲醛含量

供应商	甲	乙	丙
包装材料中甲醛含量/$mg \cdot kg^{-1}$	2.6	32.5	69.2
包装前产品甲醛含量/$mg \cdot kg^{-1}$	未检出	未检出	未检出
包装3d后产品甲醛含量/$mg \cdot kg^{-1}$	未检出	2.9	4.2
包装15d后产品甲醛含量/$mg \cdot kg^{-1}$	1.8	5.2	7.8
包装30d后产品甲醛含量/$mg \cdot kg^{-1}$	2.0	8.3	13.2

表6 工艺优化前后原纸甲醛含量对比

抽测产品批次	1	2	3	平均
包装物优选前产品甲醛含量/$mg \cdot kg^{-1}$	5.3	7.9	6.8	6.7
包装物优选后产品甲醛含量/$mg \cdot kg^{-1}$	1.8	1.6	2.1	1.8

些甲醛会在产品包装存放过程中挥发迁移并残留在纸中，造成烟用接装纸原纸甲醛超出限量标准。

2.2.4 烟用接装纸原纸中甲醛含量的控制

使用不同供应商提供的包装材料进行包装，并对包装材料和包装前后产品中的甲醛含量进行检测，见表5。

结论：从检测分析结果可见包装材料是烟用接装纸原纸产品中甲醛的主要污染源，产品包装后包装材料中的甲醛会随存放时间逐渐挥发迁移至烟用接装纸原纸中，造成产品甲醛污染超出限量值。通过优选使用低甲醛环保材质的包装材料可以大幅降低产品中的甲醛迁移污染风险，实现对产品中甲醛污染的控制，从而满足客户限量标准要求。

控制措施：进行包装材料优选改进，并对改进前后产品甲醛进行比对检测结果如表5所示。

小结：自从对产品包装材料优选控制，选用低甲醛的环保材质包装材料后，公司烟用接装纸原纸产品中甲醛抽测再未出现过超标情况，也未发生过甲醛超出客户限量值的质量反馈。说明从源头上解决了烟用接装纸原纸甲醛的污染风险。

3 结论

使用高效液相色谱仪对烟用接装纸原纸产品制造生产过程所使用的植物纤维、矿物填料、化学助剂等和产品制成品的包装材料中的甲醛含量进行检测分析，并依据分析结果溯源分析出了产品甲醛污染来源，并对此采取控制措施，解决了烟用接装纸原纸产品的甲醛污染质量问题，满足了客户的限量标准要求。溯源分析结果可以得出烟用接装纸原纸中甲醛主要污染源头是制成品包装用的包装物，因此产品设计人员为了消除烟用接装纸原纸的甲醛污染，除了要对原料、填料、化学助剂进行优选控制外，还须在工艺设计时将包装材料可能对产品造成甲醛等挥发性有机物污染风险考虑在内，将其也作为产品设计的一部分，从而在源头上控制污染风险。

参考文献

[1]刘世杰.劳动卫生与职业病学[M]. 上海科学技术出版社,1988:109.

[2]顾学萁.病毒学[M]. 上海科学技术出版社,1982:128-129.

[收稿日期：2021—02—25]

福伊特OnQuality质量控制系统助力UPM德国Schongau纸厂提高产品质量与可靠性

本刊讯（Voith 消息）最近，UPM位于德国Schongau纸厂的6号纸机安装了福伊特OnQuality质量控制系统（QCS）扫描仪和传感器等，新系统将稳定和优化产品质量以及整个生产过程，提高工厂的生产力并降低运营和维护成本。

OnQuality质量控制系统将进一步控制和优化重要的质量参数，包括纸张定量、水分、颜色和灰分含量等。智能传感器结构紧凑、坚固耐用且采用最先进的技术，将提供全面的系统诊断功能，易于系统维护和扩展。此外，还安装了特制的扫描仪，与智能传感器搭配使用，将是传感器的有力补充。扫描仪移动速度快，信号处理灵活，可为系统控制提供高分辨率的图像，从而控制纵向和横向的所有相关质量参数。

福伊特OnQuality质量控制系统

福伊特OnQuality质量控制系统基于经过验证的模块化与自动化平台ComCore。该自动化平台可以将质量控制系统与客户的自动化系统连接起来，从而为客户提供有效的数据和信息。

作为福伊特造纸4.0产品组合的一部分，新的OnQuality质量控制系统可以使造纸企业与云平台无缝连接，为造纸企业的数字化奠定基础。

Comparison between Magnetic Suspension Blower and Air Suspension Blower Applied in Wastewater Treatment in Paper Mills

⊙ Wang Shiyu[1], Wu Jianfeng[2] (1.Esurging (Tianjin) Technology Co., Ltd., Tianjin 300457, China; 2.Feicheng Dongsheng Paper Co., Ltd., Feicheng 271612, Shandong, China)

造纸废水处理中两类悬浮鼓风机的性能对比

⊙ 王士玉[1] 武剑峰[2]
[1.亿昇（天津）科技有限公司，天津 300457；2.肥城东升纸业有限公司，山东肥城 271612]

王士玉 先生

公司销售副总监；从事鼓风机行业工作近20年，拥有多年鼓风机工程应用经验。

中图分类号：X793；TS734+.9
文献标志码：B
文章编号：1007—9211(2021)12—0046—04

摘　要：随着国家节能减排和造纸企业精细化管理要求，越来越多造纸工业废水处理站都在寻求新的工艺和装备实施节能降耗、提质增效，应用更节能的新式鼓风机替换传统鼓风机成为必然趋势。空气悬浮鼓风机和磁悬浮鼓风机作为目前市场最节能高效的鼓风机，备受欢迎。在选择鼓风机时具体选择磁悬浮还是空气悬浮鼓风机，存在举棋不定。

关键词：造纸废水；磁悬浮鼓风机；空气悬浮鼓风机；径向轴承；止推轴承

Abstract: With the implementation of national energy saving and emission reduction policies and fine management of paper enterprises, more and more wastewater treatment plants are seeking new processes and equipment to save energy, improve quality and efficiency. It is an inevitable trend to replace the traditional blower with the energy-saving new blower. As the most energy-saving and efficient blowers in the market nowadays, air suspension blower and magnetic suspension blower are very popular. When choosing the blower, there are different concerns about whether to choose the magnetic suspension blowers or air suspension ones.

Key words: papermaking wastewater; magnetic suspension blower; air suspension blower; radial bearing; thrust bearing

随着国家节能减排和造纸企业精细化管理要求，越来越多造纸工业废水处理站在寻求新的工艺和装备进行节能降耗、提质增效。造纸废水由于COD浓度高，前面经过厌氧处理进生化池，COD浓度还高于800 mg/L，因此在生化阶段需要大量好氧处理COD。所需大量的氧气需要鼓风机曝气提供。因鼓风机的能耗直接关系到造纸废水处理的成本，采用更节能的新式鼓风机替换传统鼓风机成为必然趋势。空气悬浮鼓风机和磁悬浮鼓风机作为目前市场最节能高效的鼓风机，备受欢迎。无论在新建项目还是原有项目风机的改造都选用悬浮类的风机进行替代，不仅解决了节能的问题，并且还降低了噪音、减少维护量，取得很好效果。但是在选择鼓风机时具体选择磁悬浮还是空气悬浮呢？下面根据多年从事鼓风机行业的工作经验，把这两种风机运行情况进行对比，供各厂家选择时参考。

空气悬浮鼓风机与磁悬浮鼓风机都是属于单级高速的一类，只是这两种高速鼓风机叶轮与电机主轴直接连接，省去了传统单级高速鼓风机的增速齿轮箱，并且可以通过调节转速灵活调节风量，省去了进出口导叶装置，结构更简单了。这两种悬浮类鼓风机虽说属于同一类型，但是从使用工况、抗冲击能力、故障率、寿命等方面有着很大区别。下面从这两种悬浮类鼓风机轴承结构和原理两方面介绍。

1 空气悬浮鼓风机

空气悬浮鼓风机采用空气悬浮轴承支撑的高速永磁电动机主轴直接驱动三元流叶轮，实现空气压缩、输送。每一台空气悬浮鼓风机电机主轴需要由两套径向轴承和一套止推轴承共同来控制其径向和轴向跳动。下面分别介绍一下径向轴承和止推轴承的原理和结构。

空气悬浮径向轴承原理是通过高速旋转电机主轴带动周边空气产生离心力，迫使电机主轴与轴承箔片分开实现悬浮，见图1。其结构由三部分组成：箔片、涂层、轴承外套。见图2。

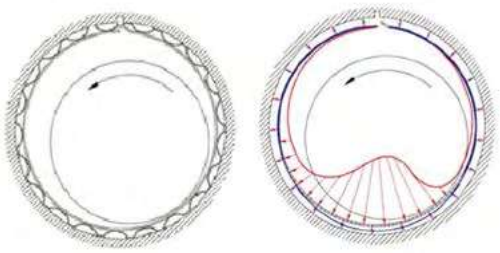


图1 悬浮示意图

图2 空气悬浮轴承的组成

根据空气悬浮径向轴承工作原理和结构，可以得到以下几点结论：

(1) 空气悬浮轴承是靠空气支撑的，因空气支撑力是有限的，这决定了空气悬浮轴承支撑的主轴负载不能太大，并且空气悬浮轴承在承受外在变化负荷时，抗冲击负荷能力差，这严重影响了径向轴承的寿命，甚至直接损坏。例如：福建某污水厂采用了12台空气悬浮鼓风机，因为曝气头和膜管件破裂，导致排气压力突然变化，造成电机损坏，多达近30台。

(2) 根据它的工作原理，只有达到一定转速，主轴才能悬浮，因此在静止和开始旋转时是干摩擦的，因此轴承的寿命跟启停关次数有直接关系。空气悬浮径向轴承运行过程如图3，几种状态下对应轴承和主轴接触状态如图4所示。

通过图3、图4、表1可以看出，空气悬浮径向轴承在整个启停过程中与主轴都是金属表面干摩擦的，试想一下在几千转转速没有任何润滑的情况下，这样接触摩擦什么材料能够承受的起？因此决定轴承寿命的是镀层、箔片的寿命。如果接触面粗糙度变差，高速旋转的主轴运行中会失稳，直接造成轴承损坏，这也就是为什么空

表1 主轴运行状态与轴承摩擦接触情况

主轴运行状态	静止	开始悬浮	完全悬浮前	运行	开始跌落	完全跌落	静止
物理接触情况	完全接触	干摩擦接触	干摩擦接触	无接触	干摩擦接触	干摩擦接触	完全接触

气悬浮轴承寿命只有3~5年的原因。外界环境对轴承损伤也比较大，比如有灰尘进入，同样会大大缩减径向轴承的寿命。北京某污水处理厂采用2台空气悬浮鼓风机在膜池对膜丝擦洗，因轴承进入灰尘造成整个风机损坏，拆解发现就是径向轴承和主轴接触面磨损严重造成风机损坏，见图5。

(3) 空气悬浮鼓风机的止推轴承是主轴上止推盘靠外来压力气体调节两侧止推空气轴承箔片来实现悬浮，见图6，止推轴承结构由轴承盘架、箔片、镀层组成，见图7。

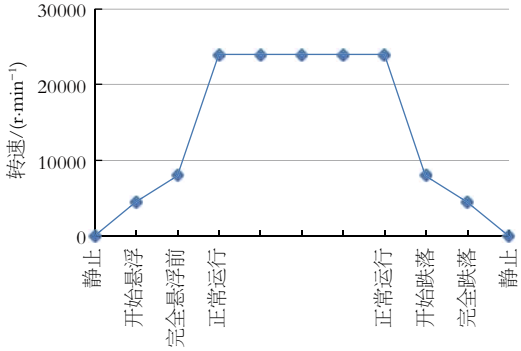


图3　空气悬浮径向轴承运行过程

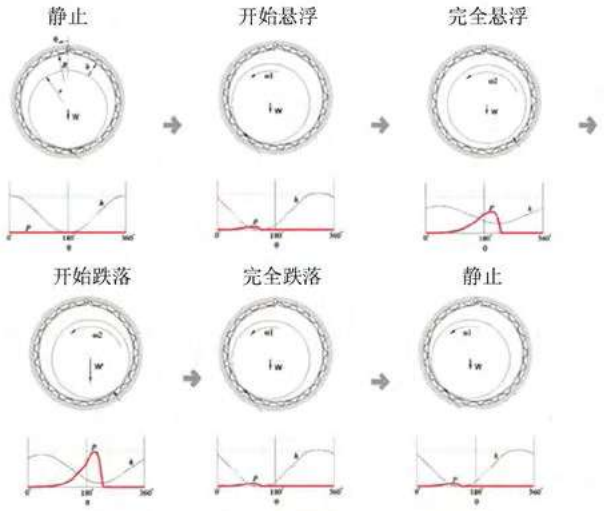


图4　空气悬浮径向轴承运行过程中轴承与主轴接触状态

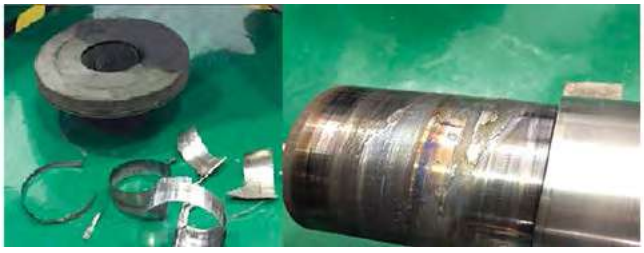


图5　径向轴承的损坏形式

由图6、图7可以看出，止推轴承的悬浮是依靠风机蜗壳里的压力气体吹开箔片才可以悬浮的，在启停时放空阀放空，蜗壳的压力很低，不会产生很大力，所以这段期间是接触摩擦的。因此我们在污水处理工艺中，一般管网安装曝气头之前都会吹扫管道，因为没有背压，所以蜗壳内压力很低，不能使止推轴承进行悬浮，因此损坏率极高。国内某知名污水运营商曾统计过空气悬浮鼓风机的一次损坏率为17%。

2　磁悬浮鼓风机

磁悬浮鼓风机采用磁悬浮轴承支撑的高速永磁电动机主轴直接驱动三元流叶轮，实现空气压缩、输送。每一台磁悬浮鼓风机由五自由度磁悬浮轴承系统控制其径向和轴向跳动，共包括两套径向磁悬浮轴承和一套轴向轴承。见图8。

磁悬浮轴承的结构包括：磁悬浮轴承、位移传感

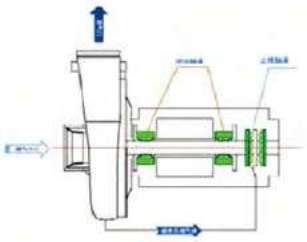


图6　空气悬浮风机的轴承配置

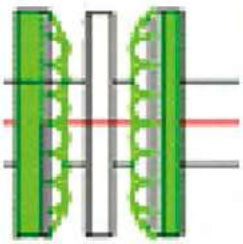


图7　止推轴承的结构

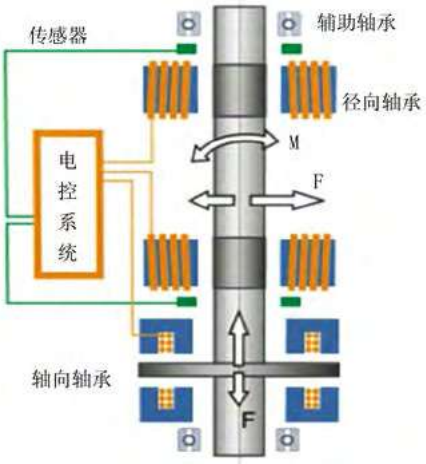


图8　磁悬浮鼓风机的轴承结构

图9　磁悬浮轴承的结构

器、控制系统、保护轴承四部分。见图9。

磁悬浮轴承的原理：磁悬浮轴承通过位移传感器检测轴心位移，轴心位移出现偏差同时发给控制器位移信号，控制经过运算将位移信号转化成相应的电流信号，磁悬浮轴承因为电流产生一定的电磁力，将偏移主轴调整回轴心位置。其检测和调整频率每秒钟超过上万次，使电机主轴始终在轴心位置旋转，达到稳定悬浮旋转的目的。轴向磁悬浮轴承也是通过磁力进行调整轴向位置，保证其旋转状态下处于悬浮状态。

其运行过程是风机通电后，磁悬浮轴承先悬浮主轴，然后主轴从0转速达到工作转速稳定旋转，当风机停止供电时，风机先停止旋转，转速为0时，主轴缓缓地落在保护轴承上。因此磁悬浮鼓风机整个启停旋转过程都是悬浮状态，没有任何的物理接触。

3　结论

通过两种悬浮类风机轴承原理、结构对比，可以总结出以下几点区别：

3.1　磁悬浮轴承主动控制其轴心位移，保证其轴心轨迹在近轴心位置稳定旋转，而空气轴承属于被动控制，靠其转轴产生气体涡流力来悬浮，轴心位置无法控制。

3.2　磁悬浮轴承鼓风机在整个启停运行过程中完全可以做到没有物理接触，而空气悬浮鼓风机只能在达到一定转速情况下才能悬浮。

3.3　磁悬浮轴承的结构较空气悬浮轴承的结构复杂，成本较高。

3.4　磁悬浮轴承靠磁力支撑，只要有足够的接触面积，多大负载都可以支撑，而空气悬浮轴承靠空气轴承，承载力有限，因此做不大。

参考文献

[1] 离心式鼓风机原理[M].北京：机械工业出版社，1980.

[2] 王仲奇.透平机械原理[M].北京：机械工业出版社，1981.

[3] 宋文清.空气悬浮离心鼓风机在污水处理厂的应用[J].城市道桥与防洪,2010(8):114-116.

[4] 吴顺勇,刘晓冬,吴彦东,等.磁悬浮单级离心鼓风机在污水厂的应用[J].设备管理与维修,2012(6):29-31.

[收稿日期：2021—02—22]

巴西纸企Klabin推出可持续树脂阻隔层的牛皮纸袋包装

本刊讯（Klabin　消息）巴西最大的包装纸生产和出口商Klabin推出了一种采用可持续树脂阻隔层的牛皮纸袋包装，解决了包装纸使用塑料薄膜的问题。由技术中心与商业和产品开发领域合作开发的产品，最初将针对建筑、化肥和种子行业。

这种可持续树脂阻隔层叫作EcoLayer，可阻止湿气渗入，从而在保持产品特性和质量的同时，延长了包装产品的保质期。此外，这种纸袋包装可回收利用，显著减少废物产生并促进循环经济。

对此，Klabin工业包装纸袋总经理Paulo　Kulaif表示：“像所有Klabin产品一样，EcoLayer强调了公司对环境保护的承诺，我们努力开发越来越高效的产品，这些产品将为整个产业链的可持续发展做出积极贡献。”

这种新型包装用牛皮纸将在巴西圣卡塔琳娜州的Correia　Pinto纸厂生产，然后在圣卡塔琳娜州Lages加工厂、巴西伯南布哥州Goiania工厂和阿根廷的Pilar工业用袋工厂进行后加工，最终投放市场。

How to Reduce Paper Dust Obstacles in Lamination Processing of Aluminum Foil Paper

⊙ Liu Huifeng
(Heilongjiang Paper Industry Research Institute Co., Ltd., Mudanjiang 157013, Heilongjiang, China)

如何减少铝箔纸复合加工中纸粉障碍

⊙ 刘慧枫
（黑龙江省造纸工业研究所有限公司，黑龙江牡丹江 157013）

刘慧枫 女士
高级工程师；研究方向：造纸化学品及特种纸的检测、研发及应用。

中图分类号：TS762.6
文献标志码：B
文章编号：1007-9211(2021)12-0050-04

摘　要：分析了铝箔纸复合工艺，以及长网扬克烘缸纸机的特点，与长网多缸纸机不同的是，纸页网面是使用面，通过提高填料保留率，改善填料在纸页的Z向分布，减少了使用面的填料含量；采用干强剂提高填料与纤维的结合强度；提高纸页瞬间抗润湿性和湿强度；以及在复卷机采用机械除尘装置等。采用以上措施生产的铝箔衬纸，经IGT起毛测试仪测试以及铝箔纸复合机使用验证，可有效减少铝箔纸复合掉粉，提高加工效率。

关键词：铝箔纸；复合加工；纸粉；改善措施

Abstract: This paper analyzes the aluminum foil paper lamination process and the characteristics of the Fourdrinier Yankee dryer paper machine. Different from the Fourdrinier multi-cylinder paper machine, the wire side of the paper sheet is the using surface. By increasing the retention rate of the filler, improving the filler distribution in the Z-direction of the paper sheet, the filler content on the using surface can be reduced. The bonding strength between the filler and fiber can be improved after adding dry strength agents. Moreover, the instantaneous water resistance and wet strength of the paper sheet can be upgraded. And the mechanical dust removal device can be installed in the rewinder. The aluminum foil base paper produced by the above measures is verified by the IGT LintView Tester and the aluminum foil paper laminating machine, which can effectively reduce the aluminum foil paper dust and improve the processing efficiency.

Key words: aluminum foil paper; lamination processing; paper dust; trouble shooting

铝箔纸是由铝箔衬纸与铝箔或镀铝膜经复合机涂胶后复合在一起形成的一种纸铝复合材料。复合镀铝膜后，还需将作为镀铝基材的塑料膜剥离开，将铝膜转移在纸面上。铝箔纸广泛用于香烟内衬、食品、礼品、玩具等快消包装领域[1]。尽管最近出现的各种新型包装材料有替代铝箔纸的趋势，但短时间内铝箔纸包装材料仍然会占一定的份额。

铝箔衬纸的纸机大多是长网和单扬克烘缸干燥配置，因这种纸机结构会使纸页的网面与扬克烘缸贴缸，形成纸页的光泽面，也是纸页与铝箔复合的使用面。长网纸机网部脱水形成的纸页存在两面差，网面填料含量高于非网面，在剥离镀铝塑料膜时，因结合强度变差容易形成脱铝点。

目前使用的复合胶基本是水性复合胶，贴合处需要使用包胶的压纸辊施加一定的压力，才能保证纸铝紧密贴合。纸页的特性使得胶水中的水分被纸页快速吸收，并很容易在压力下透过纸页渗出，并带出少量填料、细小纤维，形成纸粉混合物，黏附在胶辊表面，随着时间的积累，黏附物积聚过多时会脱落、形成粉尘。辊面黏附物过多也会导致辊面不平，亦会影响贴合效果，因此需要定期清理。随着复合机速度从以前的不到100 m/min，发展到目前300 m/min以上，清理的周期也变得越来越短，已经严重影响铝箔纸的产品质量和加工效率。

图1显示铝箔纸复合机辊件上黏附的混合物，经分析主要成分为纸张填料、细小纤维以及复合胶。

1 减少纸粉的措施

图1 复合机纸粉

本文从以下几个方面采取措施，来改善纸页中填料分布和结合性能，提高纸页抵抗水性胶的润湿作用，减少了复合过程中的粉尘障碍，提高了复合加工性能。

1.1 提高填料在纸页Z向分布的均匀性，减少两面差

采用高效助留系统，由单一的聚合物助留系统，改为微粒双元助留系统。通过提高纸机的细小纤维和填料保留率，改善了纸页组分的Z向分布，纸页成形匀度更加均匀，细小纤维与填料的结合更加均一，掉毛掉粉风险大大降低[2]。两种助留系统保留率数据见表1，聚合物助留系统纸页两面填料分布电镜图见图2，微粒双元助留系统纸页两面填料分布电镜图见图3。

图2显示，聚合物助留系统保留率较低时填料在纸页的网面分布偏多。图3显示，微粒双元助留系统保留率较高时，填料在纸页两面的分布比较均匀。由表1可见，

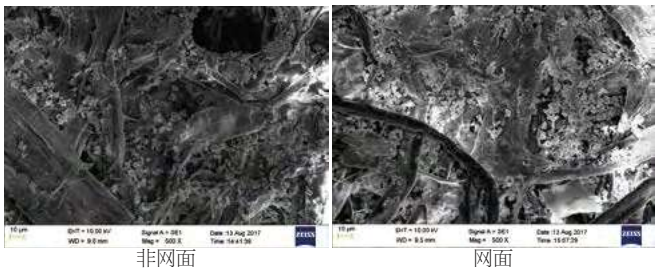
表1 助留系统改变后保留率比较

助留系统 项目	聚合物助留 CPAM	微粒助留 CPAM	微粒助留 膨润土
用量/(kg·(t纸)$^{-1}$	0.030	0.030	3.0
单程保留率/%	82	91	
填料保留率/%	53	72	
灰分/%	20.9	21.0	
网面灰分/%	21.6	21.2	
非网面灰分*/%	20.3	20.8	
两面灰分差*/%	1.3	0.4	

注：纸页两面的灰分值由ACA自动灰分测试仪测试。

非网面 网面

图2 采用聚合物助留系统纸页正反面填料分布



非网面 网面

图3 采用微粒助留系统纸页正反面填料分布

微粒助留较聚合物助留，填料保留率提高接近20%，在二者总灰分接近时，微粒双元助留较聚合物助留的纸张网面灰分低0.4%，网面的掉粉倾向会相对减轻。

1.2 增加纤维与填料的结合强度

采用阳离子生物高分子聚合物替代阳离子淀粉，加在混合浆内作为干强剂，纸张物理指标如表2所示。

由表2可见，生物高分子聚合物较阳离子淀粉在提高纸页强度，尤其层间结合强度方面贡献较大。层间结合强度是纸张Z向强度，是代表纸张内部结合力的指标，其值越大表示纤维之间、纤维与填料之间结合越紧密，细小纤维或填料也越不容易脱落形成纸粉。

1.3 提高纸页抗胶水渗透性和湿强度

铝箔纸复合加工中水性复合胶中的水分容易在与纸页接触的瞬间被纸页吸收，并在压力下渗出，带出少量填料、细小纤维，形成纸粉混合物。提高纸页的抗液体瞬间渗透性以及湿强度，将会降低这一风险。在生产实践中，通过添加湿强剂和提高施胶剂用量的方式来实现，改进效果见表3。

由表3可见，改进后纸页的湿强度提高，并且瞬间吸水性EST（A0.5）值大幅度降低。纸和铝箔通过胶水的复合过程，胶水向纸页内渗透是瞬间完成的，降低纸页瞬间吸水速度，可以有效减少胶水向纸页的渗透数量，即使有少量渗透，纸页有一定的湿强度，也不会降低结合强度而导致掉粉。

表2 生物高分子替代阳离子淀粉作为干强剂的使用效果

指标名称	阳离子淀粉	生物高分子聚合物
加量/kg·(t纸)$^{-1}$	10	10
定量/g·m^{-2}	51.5	50.3
抗张指数/N·m·g^{-1}	45.9	54.7
层间结合强度/J·m^{-2}	347	426
灰分/%	11.5	12.0

表3 添加湿强剂并提高施胶剂用量改进效果

指标名称	改进前	改进后
湿强剂加量/kg·(t纸)$^{-1}$	2	10
施胶剂加量/kg·(t纸)$^{-1}$	10	15
湿抗张强度/kN·m^{-1}	0.15	0.40
EST(A0.5)/g·m^{-2}	53	8

注：EST(A0.5)为以水为测试介质，0.5s时纸页单位面积吸收水分的重量。

1.4 采用除尘系统，去除纸页表面粉尘

在复卷机安装除尘系统，该系统在清洁头前端有去除静电装置，纸页首先被除去静电，然后进入清洁头；清洁头两侧为吸气，中间吹气，通过系统发出的强烈的气流，在纸页表面产生高频短波震荡；高频震荡可有效破坏纸页表面的临界层，高效清除纸页表面的灰尘和杂物。

1.5 其他措施

包括提高纸浆纤维打浆帚化率，优化填料的种类和粒径，如采用纺锤型小粒径轻质碳酸钙[3]，合理控制灰分含量、匹配好纸机干燥和车速的关系、保持纸机各部位的清洁等，都可以改善纸页掉粉倾向。按照生产经验进行细化管理即可。

2 减少纸粉的效果

2.1 IGT起毛测试仪（LintView Tester）测试

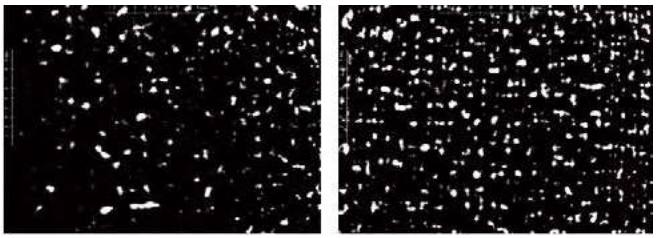
使用经认证和校准的低黏度胶带，在一定压力下使用IGT起毛测试仪（LintView Tester）测试改进前和改进后铝箔衬纸纸张表面松散的纤维和粉末从纸张表面剥离情况，并利用仪器配备的摄像头对剥离物质拍照，改进前测试图片见图5，改进后测试图片见图6。

由图5和图6对比结果可见，改进后纸面疏松物脱落情况改善明显。

2.2 铝箔纸复合机运行情况

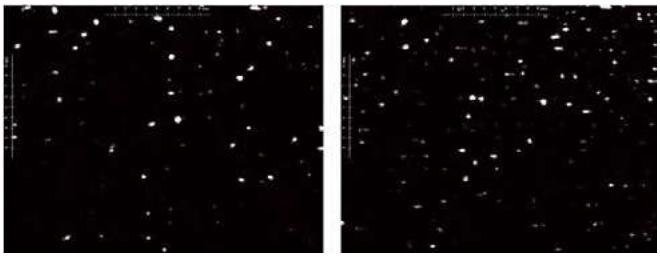
以上措施改进后的铝箔衬纸，在340 m/min的高速复合机上复合加工，清理导辊黏附纸粉周期由2～3 h提高到4～6 h，提高了加工效率，获得用户认可。

图4 复卷机安装纸页除尘系统



非网面　　网面

图5　铝箔衬纸改进前IGT起毛测试仪拍照图



非网面　　网面

图6　铝箔衬纸改进后IGT起毛测试仪拍照图

3　结语

3.1　长网扬克烘缸纸机所抄纸页使用面是网面，提高填料保留率，可以促进填料在纸页Z向的均匀分布，降低网面与非网面的灰分差，在平均灰分不变时，可降低网面的灰分，减少使用面的掉粉倾向。

3.2　可利用生物高分子聚合物作为干强剂提高纸页层间结合强度，使得细小纤维或填料不容易脱落形成纸粉。

3.3　降低纸页瞬间吸水速度，并使纸页具有一定的湿强度，可以减少胶水向纸页的渗透量，并减少润湿带来的纸粉脱落程度。

3.4　在复卷机采用机械除尘装置，可以将纸页表面的疏松物彻底清理干净，避免了纸机系统不洁净，纸页吸附粉尘带来的纸粉。

参考文献

[1]田春丽,谭宁华.铝箔衬纸品质改善的探讨[J].中华纸业,2016,37(12):81-83

[2]王有龙,韩阳,李宇.铝箔衬纸用助留助滤剂的优选[J].黑龙江造纸,2017(2):30-32

[3]王炳晨,梁冰,李党国.不同类型碳酸钙在铝箔衬纸中的应用[J].中华纸业,2017,38(6):64-67.

[收稿日期:2021-02-22]

HWK为Palm纸厂新生产线提供特殊功能辊，成为全球纸业最大的功能辊之一

本刊讯（HWK 消息）在德国Palm纸厂的施工现场，世界最快、最宽的瓦楞原纸机的组装已进入最后阶段，纸机主体的主要供应商是芬兰维美德公司。

该瓦楞纸机在能源效率、产品质量和资源节约等方面具有许多创新之处。此外，最具特色的地方便是配套安装有特殊功能辊的新型薄膜压榨机（film press），该压榨机主要用于淀粉在纸页表面的施涂。

值得注意的是，安装在新型薄膜压榨机中的涂布功能辊长度为11.6m、直径为1.8m、重73.1t，是全球造纸行业中最大的功能辊之一。此外，与压榨机配套的另一个Sym Z偏转补偿辊（deflection compensating roll）也是全球造纸行业中最大、最重的功能辊之一，长11.8m、直径1.4m、总重量为93t。辊壳对于确保纸张质量至关重要，这两个辊子的外壳均由Hüttenwerke Königsbronn（HWK）公司生产。

HWK生产的这种新型功能辊满足了维美德纸机最新涂布工艺的要求，维美德开发的新涂层工艺专为采用废纸原料比例较高的包装纸生产商而设计。由于再生纤维在每个循环过程中都会造成强度流失，这对造纸工艺提出了更高的要求。

与传统的淀粉应用系统相比，新型纸机的配套功能辊可以有效提高强度，将淀粉更深地压入纸张中，从而使成品纸具有更强的纤维黏合力，也节约了资源。

Application of On-Line Optical Freeness Detector in Semi-Chemical Pulp Line

⊙ Jiang Chunhong[1], Zhang Shiwen[2] (1.Shandong Sun Paper Co., Ltd., Yanzhou 272100, Shandong, China; 2.Shanghai Nongjin Automation Equipment Co., Ltd., Shanghai 200333, China)

光学游离度在线检测仪在半化学浆浆线上的应用

⊙ 姜春红[1]　张世闻[2]
（1.山东太阳纸业股份有限公司，山东兖州 272100；2.上海浓金自动化设备有限公司，上海 200333）

姜春红 女士
仪表工程师，仪表副科长；主要负责DCS及现场仪表的安装、调试与维护工作。

摘　要：光谱分析技术在制浆工艺监控中的作用需求日趋明显，不需要取样，没有环境污染，尤其用于本色浆。本文就SATRON光学游离度仪的在线使用进行分析，证明了近红外光谱在制浆工艺中的应用价值。

关键词：在线光学传感器；游离度；节能

Abstract: The spectral analysis technology plays a more and more important role in pulping process monitoring. There is no need for sampling, no environmental pollution, especially for the original pulp. This paper analyzes the online use of SATRON optical freeness instrument to further prove the application value of near infrared spectrum in pulping process.

Key words: on-line optical sensor; freeness; energy saving

中图分类号：TS77；TS743^{+}.2
文献标志码：B
文章编号：1007—9211(2021)12—0054—03

近年来包装纸的需求量大，国内废纸收购量不稳定影响包装纸的生产，高得率半化学浆能够补偿这一空缺。在纸板中添加一定比例的半化学浆不影响纸板质量，然而在纸板配比中大量利用半化学浆，则要求半化学浆的质量大大改善。纸浆的游离度在纸浆的质量控制中起着尤为重要的作用，以往的游离度值都是以化验室值为参考，测量值不连续，存在操作误差。游离度值的在线测量，则能够大大地降低工人的工作强度，能够根据游离度值及时地调整设备功率，起到降能提质的作用。

1　游离度的意义

游离度是对纸浆滤水性能的测定方法之一。打浆度愈大，纸料的游离度就愈小，反之亦然。

一般来说，游离度愈大的纸料，滤水速度愈快。1个游离度单位等于游离度漏斗侧管溢流出来的水的体积量1 ml，以温度25 ℃和浆浓0.3%为标准进行校正。

2 SATRON光学游离度仪的应用

我公司太阳宏河纸业半化学浆在压力筛进浆处安装一台SATRON光学游离度仪，此款游离度仪安装简单，只用一个螺纹焊接头加一个手阀就可以实现游离度传感器在线可插拔。替代了传统的测量游离度方法，不用取样，不用洗浆，因而也少了很多仪表部件，大大地降低了仪表的维护量，降低了维护成本。而且在线实时测量，给生产的控制提供了及时有效的数据。

2.1 SATRON（赛创）光学游离度仪工作原理及基本参数

SATRON（赛创）光学游离度仪采用光漫反射检测游离度，光学游离度仪有两种光源，分别为红光和绿光，两种光每秒交替闪烁12次，不同波长的光会根据游离度的变化反射回来的强度也会发生变化，通过反射回来光强度的变化值与对应的游离度实验室数据建立数学模型，从而计算出准确的游离度。

仪表参数：

- 测量工作环境温度：−30～80 ℃
- 测量介质温度范围：0～140 ℃
- 输出信号1：浆总浓度
- 输出信号2：浆游离度(打浆度) 0～800 CSF（20～100 °SR）
- 测量介质压力范围：0～2.5 MPa
- 供电：24 VDC供电
- 与介质接触部分的材质AlSI316 L(标准配置)

2.2 SATRON光学游离度仪的安装与维护

光学游离度仪安装非常简便，只需在管道上开一个小孔将接头焊上，传感器插入即可。

- 传感器安装在有湍流的位置就可以，泵轴线旋转45 °，向上倾斜，可以保持镜面的清洁。
- 可在线拆装，不影响生产，无可动部件后期免维护。

光学游离度仪安装如图1。

图1 SATRON光学游离度仪安装图

2.3 应用实例

2.3.1 游离度与压力筛功率的比较

SATRON光学游离度仪能够及时反映游离度的变化。如图2分别为压力筛的功率和光学游离度仪的游离度，从曲线可以看出游离度随着功率的上升而下降，游离度随着功率下降而上升。

2.3.2 游离度的测量值与实验室值的比较

图2　压力筛功率和游离度值的比较

图3　游离度仪的初始标定数据

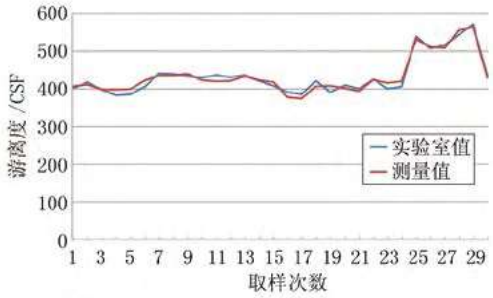


图4　实验室测量值与仪表测量值的比较

SATRON光学游离度仪在线标定试用于三种原料的浆，标定时需要分别对三种浆进行取样，然后将取样试验数据计算生成参数，导入即可。游离度的初始标定需要大量的取样，在不同设备功率条件下取样对比，最终生成曲线。图3所示绿色底的数据为实验室数据，蓝色底的是测量显示数据，系列1为实验室数据显示成蓝色曲线，系列2为测量显示数据表示成红色曲线。当浆种变化时，游离度仪会自动适应不同的浆种，见图3。

经过近四个月的在线大量测量数据采集，杂木、相思木、松木三种浆的实验室值与游离度仪测量结果（量程100～600 CSF），光学游离度仪的平均偏差为15.4，完全满足生产要求。在线测量值与实验室值的对比如图4。

3　结论

3.1　光学游离度仪可满足生产要求，通过在线的游离度检测可及时改变电机的功率使实际游离度达到生产的要求，并带来可观的经济效益。根据测算，游离度每降低1 °SR，每吨浆可以省电20 kWh，采用光学游离度变送器后可直接快速准确调整压力筛功率，降低生产成本方面有了很可观的效果。同时节约能源，也对当下能源大环境有一定的意义。

3.2　在线实时测量，为浆质量提供了保障，同时降低了实验室工作量。

3.3　该测量仪因去掉了传统测量的取样洗浆过程，后期维护非常方便，维护工作量大大降低。

参考文献

[1]辛丽平.基于光学传感器的检测技术在制浆造纸中的应用研究[D]. 2015.

[2]麻长发.近红外光谱分析技术在制浆造纸中的应用[J].黑龙江科技信息,2014(1):18.

[收稿日期:2021－02－22(修改稿)]

Mechanics Analysis on Suction Roll from the Bolt Fracture Phenomenon on Its Driving Side

⊙ Li Zhiqiang, Sun Fuming
(Machine Repair Branch of Mudanjiang Hengfeng Paper Co., Ltd., Mudanjiang 157013, Heilongjiang, China)

从真空辊传动侧螺栓断裂现象对真空辊进行力学分析

⊙ 李志强　孙馥明
（牡丹江恒丰纸业股份有限公司机修分厂，黑龙江牡丹江 157013）

李志强 先生
公司机修分厂管理工程师，机械工程师；主要从事纸机各种零部件加工工艺流程管理，并根据实际情况改进；带领维修人员维修、保养机床。

中图分类号： TS734^{+}.8
文献标志码： B
文章编号： 1007—9211(2021)12—0057—03

摘　要： 针对牡丹江恒丰纸业T2纸机的真空辊传动侧螺栓断裂情况，对真空辊进行力学分析以查找其传动侧螺栓断裂的原因。通过对T2纸机压榨部各辊子之间受力分析及传动侧电机传动的扭矩，计算螺栓所承受的预紧力。分析表明：真空辊运行过程中，因过大的线压力对其产生过大的横向载荷，使螺栓实际所承受的预紧力过大，导致螺栓受力达到屈服极限，从而产生永久变形导致其断裂。

关键词： 真空辊；传动侧；受力分析；螺栓断裂；螺栓预紧力

Abstract: Aiming at the breakage of the bolts on the driving side of the suction roll of Mudanjiang Hengfeng Paper's PM T2 paper machine, mechanical analysis of the suction roll was carried out to find the reason for the bolts on the driving side of the machine. The pre-tightening force of the bolts was calculated by analyzing the force between the rollers in the press section of the T2 paper machine and the torque transmitted by the driving side motor. The analysis shows that during the operation of the suction roll, excessive lateral load is generated on it due to excessive linear pressure, and the actual pre-tightening force on the bolt is too large. This will cause the bolt to reach the yield limit, resulting in permanent deformation and fracture.

Key words: suction roll; driving side; force analysis; bolt fracture; bolt pre-tightening force

牡丹江恒丰纸业T2纸机是以生产特种瓦楞纸为主的圆网纸机，主要结构包括圆网、压榨部、烘干、施胶机、传动、电控及压缩空气部等部套，压榨部的上压榨辊为石辊，中间为真空辊及下压榨胶辊，压榨部采用气动加压、提升结构。真空压辊的构造与真空伏辊基本相同，辊壳由青铜或不锈钢铸成[1]，辊壳的厚度由需要的刚度和强度来决定。本文以牡丹江恒丰纸业T2纸机压榨部真空辊为例，分析其生产过程中出现螺栓断裂的原因。

1 故障简介

2021年某日凌晨，T2纸机压榨辊运行过程中振动大，维修人员迅速到事故现场，发现真空辊传动侧螺栓多处断裂，如图1所示。因无法使用，遂停机更换相应辊件。

2 螺栓断裂原因分析

T2纸机压榨部采用的是三辊二压式压榨，真空辊处在石辊与下压榨胶辊之间，如图2所示。石辊和下压榨胶辊施加的压力，全部施加到真空辊上，又因辊筒与内芯为间隙配合，所以其承受的来自气胎压力必须由M16预紧螺栓承担；来自减速机的扭矩也必须由预紧螺栓承受。分析认为：三辊二压式辊组的全部负荷必须由中心辊真空辊承受，且最终传递至连接辊壳与辊头的预紧螺栓。现对真空辊进行力学分析并进行相关计算[1]。

图1 真空辊螺栓断裂处

3 真空辊力学分析及计算

根据真空辊所处实际位置，画出真空辊力学分析简图，如图3所示。

3.1 对真空辊作如下力学分析

由图3可知，单侧石辊对真空辊的压力F_1的计算公式：

$$\begin{cases} F_1 = \dfrac{O_1A_1}{O_1B_1} \cdot F_{q1} \\ F_{q1} = P \cdot A_1 \\ A_1 = \pi \cdot \left(\dfrac{d_1}{2}\right)^2 \end{cases} \tag{1}$$

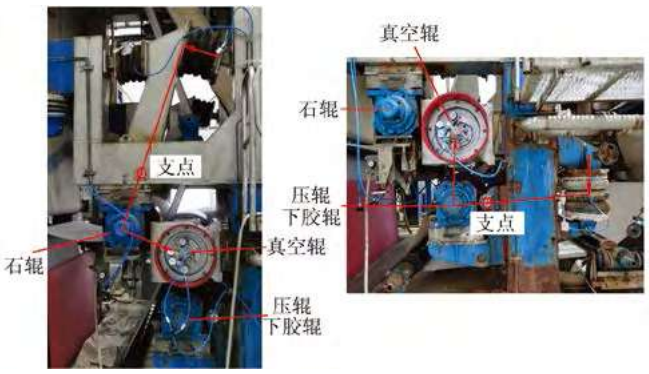


图2 真空辊所处位置图

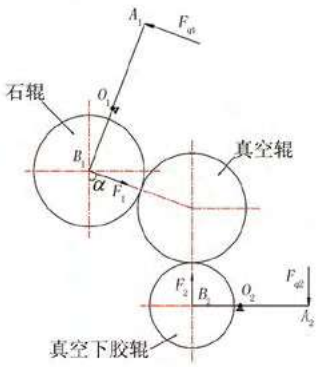


图3 真空辊力学分析示意图

其中，O_1A_1=1.15 m；O_1B_1=0.48 m；P=0.45 MPa；d_1=0.38 m；

可得F_1=118.6 kN。瓦座面积为0.0675 m^2，可得出单侧真空辊受到压强为P_1=1.75 MPa。

同理可得，单侧压榨下胶辊对真空辊的压力F_2为：

$$\begin{cases} F_2 = \dfrac{O_2A_2}{O_2B_2} \cdot F_{q2} \\ F_{q2} = P \cdot A_2 \\ A_2 = \pi \cdot \left(\dfrac{d_2}{2}\right)^2 \end{cases} \tag{2}$$

其中，O_2A_2=0.86 m；O_2B_2=0.27 m；P=0.45 MPa；d_2=0.36 m；

可得F_2=143.3 kN。瓦座面积为0.0675 m^2，可得出单侧真空辊受到压强为P_2=2.12 MPa。

因为真空辊辊面长度为1.6 m，通过计算可以得出其所承受的线压力分别为$F_{x1}=F_1/1.6$=74 kN/m，$F_{x2}=F_2/1.6$=89 kN/m。

3.2 对真空辊螺栓预紧力进行分析

(1) 通过公式 (3) 计算减速机输出扭矩T：

$$T = 9550 \cdot \frac{Q}{n} \cdot i \cdot k \tag{3}$$

式中：驱动真空辊的电机功率为Q=15 kW；转数为n=1472 r/min；减速机速比为i=16∶1；k为使用系数；通过计算得出T=1557.12 N·m。

当真空辊一侧端面受到转矩T的作用下，端面将绕通过螺栓组的圆心并与接合面相垂直的轴线转动。为了防止端面转动，需靠螺栓预紧后在接合面间产生的摩擦力矩来抵抗转矩T。假设各个螺栓的预紧程度相同，即各螺栓的预紧力均为F_{01}，则各个螺栓连接处产生的摩擦力均相等，并假设此摩擦力集中作用在螺栓中心处。为阻止接合面发生相对转动，各摩擦力应与该螺栓的轴线到螺栓组对称中心的连线（即力臂r_i）相垂直。根据作用在端面上的力矩平衡及连接程度的条件，可得各螺栓所需的预紧力为：

$$F_{01} \geqslant \frac{K_S T}{f \sum_{i=1}^{z} r_i} \tag{4}$$

其中：

f—接合面摩擦系数，取0.15；

r_i—第i个螺栓的轴线到螺栓组对称中心的距离，取0.235 m；

z—螺栓数目，取24；

K_s—防滑系数；

可得出各螺栓预紧力F_{01}≥2.2 kN。

(2) 对于螺栓连接，应保证连接预紧后，接合面间所产生的最大摩擦力必须大于或等于横向载荷F_ξ。假设各螺栓所需要的预紧力均为F_{02}，螺栓数目为z，则其平衡条件为：

$$F_{02} \geqslant \frac{K_s F_\Sigma}{fzi} \tag{5}$$

f—接合面摩擦系数，取0.15；

i—结合面数；

K_s—防滑系数；

由以上可得F_{02}≥72.1 kN。

4 总结

本文主要针对牡丹江恒丰纸业股份有限公司T2纸机真空辊传动侧螺栓断裂，进行了原因分析及理论计算，找出可能造成真空辊螺栓断裂的原因。

对辊件进行受力分析及螺栓的预紧力计算可知，由于实际生产作业中，对真空辊加压之后，对其产生较大的横向载荷和过大的线压力，对螺栓实际所承受的预紧力过大，这可能使螺栓达到屈服极限，产生永久变形，导致其断裂。我们将针对此问题提出整改优化方案，保障纸机的正常运转。

参考文献

[1]张汝明.纸机压榨部有关压榨辊线压力与油缸压力的计算[J]. 天津造纸,1993(2):26-28.

[收稿日期：2021－02－12]

Dispersion System Applications in OCC Lines

⊙ Zhang Liang (Voith Paper (China) Co., Ltd., Suzhou 215300, Jiangsu, China)

热分散系统在OCC线应用中的控制要点和关键因素

⊙ 张梁［福伊特造纸（中国）有限公司 江苏苏州 215300］

张梁 先生

工程师；产品经理；主要负责浆线的产品管理，包括成本控制、设计更新、应用推广以及销售支持等工作。

关键词： 热分散；螺旋压榨；加热器；胶黏物

Key words: dispersion system; screw press; heater; sticky

中图分类号： TS733^{+}.8 **文献标志码：** B
文章编号： 1007—9211(2021)12—0060—02

面对近几年包装纸市场的火热局面，各大造纸企业纷纷在全国各地，乃至东南亚以及其他国外区域建立基地，各类包装纸的项目如火如荼。为了应对目前废纸进口限令的各种政策导致的原料废纸品类等级混杂的情况，在浆料处理过程中，热分散系统的投入和使用，变得必不可少。本文就热分散系统的配置、作用，以及一些关键因素进行分析和讨论。

热分散系统是一套作为应对浆料胶黏物和尘埃杂质比较多、对成纸纸面质量要求比较高的状况下的处理系统，基本包括螺旋压榨脱水、加热预处理、分散揉搓

处理等设备及其附属设施。从目前市场及各个造纸企业安装基地来看，几乎配置的都是福伊特或者西尔伍德的设备。在一些早期项目上西尔伍德的设备居多，但在近几年的项目或者新项目上，许多客户选择福伊特。福伊特作为备浆设备的整线供应商，无论技术实力和研发后劲，以及后续的维保和服务，都呈现出强劲的竞争力。

目前OCC线的项目，鉴于废纸原料等级分类混乱、品质不一的状况，在备浆系统中，热分散系统的设置已成为一种标配，成为生产高等级纸品的关键举措。下面就以福伊特的新型热分散系统为例，介绍和分析热分散系统在处理浆料过程中的控制点和关键因素。

如图1所示，浆料首先从压榨螺旋的入口进入螺旋压榨机进行脱水，由8%~10%的浓度，经过螺旋的挤压脱水，浓缩成接近30%的浓度。压榨螺旋机为保证浆料在出口位置的干度，采用恒扭矩控制的方式，通过变频器控制主电机转速，进而调整螺旋转速，保证螺旋的扭矩恒定，来保证脱水和出口浓度的稳定。因为是机械脱水过程，除了设备本身以外，浆料的性质也对螺旋压榨的处理产能、出口浓度等有一定的影响，例如：浆料的打浆度（游离度）、灰分和温度、pH值等。所以为保证产量和出口干度稳定，除了设备本身的调节之外，来料的稳定性也是重要因素之一。

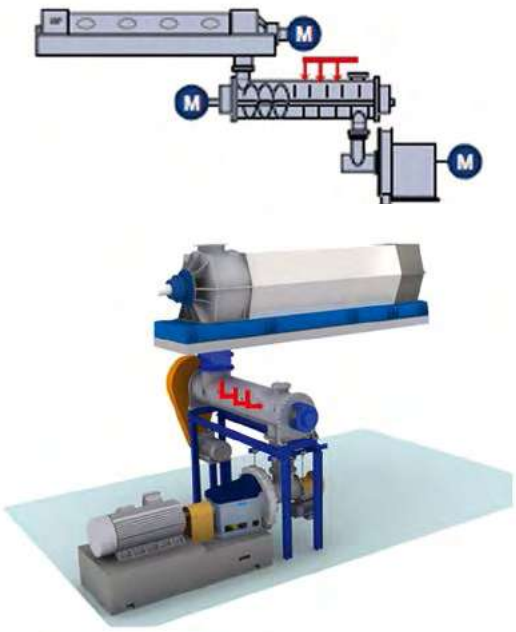


图1　热分散系统的组成

接近30%浓度的浆料从压榨螺旋出口出来后，直接进入通入蒸汽的加热器。在这里，加热器通过蒸汽和加热器螺旋，将对高浓度的浆料进行预分散和加热处理。加热器内特殊设计的螺旋轴上面布满了不同形状和功能的拨叉片，对浆料不断地进行拍打和疏松，使得高浓度的浆料得到有效的预分散和高效的加热。在这个过程中，浆料的浓度、蒸汽的压力（注意：一定是饱和蒸汽）、浆料的状态是至关重要的几项指标。较高的浓度保证了较少水分的带入，满足产量要求的同时，对蒸汽消耗也是一个有利因素，并且较少的液态水的带入，使得浆料较好分散；蒸汽压力，注意这里一定是经过减温减压设备的饱和蒸汽，因为过热蒸汽虽然温度较高，但是并不能够具有很高的加热效率，并且带着过高温度的蒸汽在不能被浆料完全吸收的前提下，在其表面也会形成液态水，影响持续的加热和预分散。浆料的颗粒状态决定着需要的热量和加热的时间，所以越是颗粒化较好的浆料状态，越是能够在短时间内获得较高的温度。对于整体加热器温度的控制，在满足生产和纸面状况的前提下，完全取决于生产操作人员，一般来说，90~100 ℃是完全可以满足一般纸张的生产要求的。

在浆料被加热器进行加热和预分散之后，将被输送到热分散主机设备中来，通过热分散机的磨片对浆料进行不断地揉搓处理，达到最终的去除胶黏物和尘埃杂质的目的。其中，热分散磨片的选择、间隙以及比能的控制是控制热分散效果的关键点。一般比能控制范围在40~60 kW·h，间隙会根据比能的设置自行调整。应当注意的是，在使用一定周期后，由于磨片的磨损，比能有可能达不到目标值或者达不到纸面的质量要求，这时候，要及时更换掉磨损的磨片，并在更换新的磨片后，及时调整磨片的机械零位，避免造成不必要的损失。

当然，热分散系统毕竟只是作为整个备浆系统中的一个子系统，不管是其整体的运行效率，还是性能状态，都是受整个备浆的生产工艺流程的影响而变化的，例如，原料的波动、除渣系统的效果、浓缩多盘的效率等。所以，在真正的生产过程中，一旦出现胶黏物的问题，除了排查热分散系统本身的生产、设备及运行状况外，对其他系统也要进行排查，确保整个系统的稳定生产。

[收稿日期：2021-02-20]

Analysis of the Impact of COVID-19 on Paper Manufacturers and the Opportunities It Brings

⊙ Miao Cheng

疫情对造纸企业的影响及其面临的机遇探析

⊙ 苗成

苗成 先生

2007–2011年，天津科技大学材化学院轻化工程财务管理专业；2011–2014年，天津科技大学材化学院制浆造纸工程专业；2014–2015年，国家外汇管理局滨海新区中心支局；2015–2016年，华夏银行滨海新区分行；2016–2020年，天津东疆保税港区管委会商务促进局；2021年至今，天津港保税区科技和工业创新局科技招商办。

中图分类号：TS7
文献标志码：C
文章编号：1007–9211(2021)12–0062–04

2020年一场新冠疫情席卷整个世界，使其经历了一波极其残酷的“洗礼”，目前已有一亿多人感染，数百万人为此而丢掉生命。疫情不仅给社会带来了巨大的影响，也影响着人们生活的每一个角落，造纸业同样不能避免。

2020年党的十九届五中全会、中央经济会议提出“碳中和、碳达峰”以及科技升级创新。伴随环保政策再升级，趋严的环保政策夹杂着全球疫情的不确定性，共同形成了复杂的纸企生存环境。疫情下，纸企将面临巨大的挑战，同样伴随着千载难逢的机遇。

1 全球经济

本文以国内生产总值（以下简称“GDP”）、外贸进出口和纸企入围世界、中国五百强情况为分析对象，进行简要分析。

2020年世界经济受到前所未有的打击，这是继2008年金融危机以后世界经济再次经历的巨大打击。2021年也许将成为世界经济震荡消退的起点，或可成为重新分配全球利益的起点。

1.1 全球及中国GDP

以2006~2020年全球GDP变化为例，可看出危机对经济的影响巨大。2006年，中国GDP仅为2.75万亿美元，占全球GDP的5.3%，位列全球经济体第四位，落后于日本、德国，是世界最大经济体美国GDP的五分之一，

当时美国对于中国来说仍旧是巨无霸似的存在。中国经济虽在全球范围内有一定话语权，但可以说影响力有限，且不具备影响全球经济的能力。2007、2008、2009年三年间，日、美、德、英等国受到美国金融危机的影响，除中国外的各大经济体不同程度出现下滑，中国超越德国成为第三大经济体。2010年中国再次跨越一个台阶，超越日本成为仅次于美国的全球第二大经济体。自2010年起无论全球经济如何震荡，中国GDP始终保持着稳定的增速，表明中国经济有强大的内生动力并未受到全球经济震荡的影响，且中国经济在全球范围内的影响力也逐步增强。每一次GDP的跨越式增长都会经历发展的阵痛，有差距才有方向。

2020年中国GDP逆势增加8.4%，占全球GDP的18.5%，是全球经济体中少数增速为正的国家之一。据预测全球GDP会衰退4.4%，全球经济受疫情冲击是显而易见的，影响力和范围不亚于2008年的金融危机（见图1）。依托中国经济全力阻击，全球GDP下滑才不会如此严重，但经济衰退致使失业率不断攀高、物价大幅提升（通货膨胀）、各经济体的国际收支失衡，全方位的影响也将会持续多年。

1.2 外贸进出口

2020年中国货物贸易进出口总额32.16万亿元，同比增加1.9%（出口额17.93万亿元，同比增加4%；进口14.23万亿元，贸易顺差3.7万亿元，同比增加27.4%）。中国是唯一一个货物贸易进出口额同比增速为正的主要经济体。中国自2015年8月人民币国际化后，外贸进出口总额总体实现了平稳增加，2018年外贸进出口总额突破30万亿元，表明中国与全球各主要经济体之间贸易往来正逐步增强，关系日趋密切（见图2）。

仔细对海关总署的数据进行分析，中国外贸进出口在2020年第一季度受境内疫情影响降幅较为明显，第二、第三季度逐步回暖，第四季度外贸进出口全面转正。海关总署的数据显示，民营企业外贸进出口增幅明显，与疫情相关的物资出口成为新的增长点，口罩、一次性纸尿裤等防疫物资作为主要出口物品，出口目的国遍及全球。

纸浆及废纸等原料进出口出现不同程度的下降，2020年全年累计进出口1，179亿元，其中进口占99%，这与我国纸企的进出口结构有关（中国是全球最大的废纸进口国和加工国）。纸制品进口额1，889亿元，高品质纸制品的进口额高达495亿元，同比增加40%，中国纸企在某些高品质、高附加值的纸制品生产上与国外纸企还有一定的差距，也侧面表明部分中国纸企的科技研发实力不足，资金投入不够。

1.3 世界五百强企业无纸企上榜，中国五百强也仅四纸企上榜

1.3.1 世界五百强

2019年世界五百强名单及营业收入和利润情况《财富》杂志于2020年8月发布，全部世界五百强企业的营业收入接近33万亿美元，接近美、中两国的GDP之和。2020年受疫情影响，大部分世界五百强的数据将会出现缩水，营业收入和利润有可能会大幅下降。

从世界五百强的企业名单来看，造纸行业中知名的境外企业如国际纸业、福伊特、王子实业等均未入选世界五百强，说明纸企在与能源、金融、汽车、保险、移动通讯、线上下零售的巨人企业PK还有很大的差距。这些企业资金聚集快、技术含量高、紧握国家命脉，是纸企无法比拟的。但传统工业企业尤其是重装、能源和精密技术装备的工业企业发展模式，不适合纸企的发展。

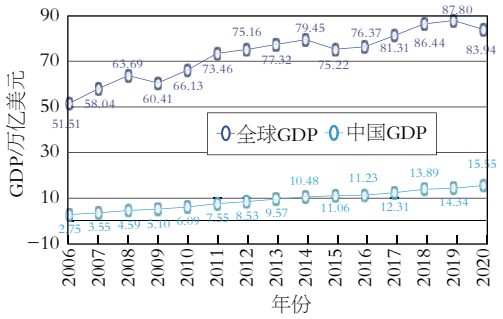


图1 2006～2020年全球、中国GDP数据分析

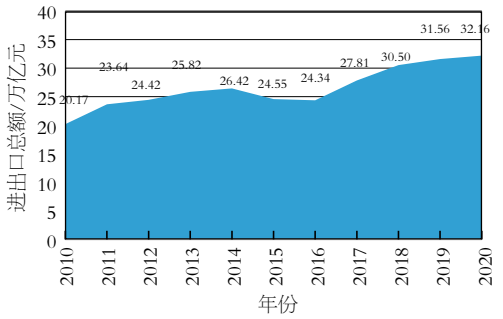


图2 2010～2020年中国外贸进出口总额数据分析

1.3.2 中国五百强

2019年中国五百强仅有4家纸企入围（见表1），排名最高的玖龙纸业位列第154位，这是距离世界五百强最近的中国纸企，但玖龙纸业的营收（531.55亿元）仅为世界五百强第一名沃尔玛营收的1.2%、为中国五百强第一名中石化营收的1.8%。可见纸企和这些零售、能源巨头的差距，同时这也表明纸企无论从产业基础、资金链厚度、上下游供应链企业深度、人才储备潜力以及未来发展方向，还是从现阶段“热钱”聚集、产业定位，都存在巨大的差距。

经济全球化、产业细分化、资金规模化、技术精细化、人才多元化已成为现今各产业的主要特征。纸企面临着转型压力大、资金来源单一、上下游供应链企业抵御各类风险能力弱、新技术和新产品无法尽快投入市场且同质化严重、资产杠杆率高等诸多问题。虽然业内的玖龙、晨鸣、太阳等诸多纸企在不断探索新型企业模式，但从尝试探索的结果看收效甚微，传统的纸企业务仍然占据其营收和利润的主要或绝大一部分。站在全球经济发展和中国经济改革以及与世界五百强差距的角度，对纸企面临的危机予以分析：

首先便是“先天不足”，产品无论从量还是单价都不足以对抗零售和能源巨头；其次是中国“重商轻工”的实际；最后是2020年全球GDP下滑，尤其是以美国、日本、欧盟等主要经济体GDP下滑较为明显，这样必然会带来经济规模的萎缩、经济增速放缓。不仅在中国，在较为发达的美日等国的纸企也将面临“寒冬”。据美国公布的数据看，其失业人数和领取失业保障金的人员数将不断扩大且远超预期，大量中小企业申请破产保护。疫情危机引发的经济“寒冬”已无法避免，全球疫情在2020年的大爆发将纸企带到了迎接机遇和挑战的临界点，这需要纸企从业人员深思。

表1 2019年中国五百强入围的造纸企业

排名	企业名称	营业收入/百万元	利润/百万元
154	玖龙纸业（控股）有限公司	53155.19	3879.04
292	山东晨鸣纸业集团股份有限公司	30395.43	1656.57
310	理文造纸有限公司	23900.48	2848.95
385	山东太阳纸业股份有限公司	22762.70	2178.12

2 疫情对纸企的影响

众所周知，纸企的原材料大部分是依赖全球的供应体系，包括纸浆及纤维半成品。先前公布的数据表明，2019年全球纸制品产量和消费量分别达到4.2亿吨和4.23亿吨。如此巨大的产量涉及的上下游产业和领域包含林业（原材料）、农业（原材料）、化工、生物业、工业（生产）等供应链和物流（运输）、金融（资金）、商业、电商（销售）等诸多行业领域。

2.1 原料供应影响

疫情前国内纸企的原材料很多是来自美国、日本和欧盟的纸浆和废纸。2020年，除第二季度原材料进口量大幅回升外，其余三个季度同比下降，尤其是下半年境外疫情大爆发，为保障境内安全减少了对境外原材料的需求，全年累计进口量为1171亿元，同比下降15.3%。

2.2 生产的影响

如上所述，因受到疫情的影响，境外原料的进口受到一定的限制。不过中国GDP8.4%的增速，表明中国经济并未受到疫情的影响而严重倒退。为弥补境外原材料供应减少的空缺，纸企还需寻找境外原材料的替代品，优化生产结构，强化工艺条件，做好技术研发，研究适合纸企发展的系列产品。

2.3 货品销售和流通的影响

这里以食品包装纸、瓦楞包装纸为例说明。疫情期间人们的生活习惯有所改变，更多的人不会聚集在餐厅等人多的地方，选更为安全和便捷的外卖服务成为主流，食品包装纸的需求量激增。2020年一整年，不同城市因疫情而选择封城、封区、封楼，人们居住在家中对各类生活物品需求增加且大多通过各类电商平台购买货品，电商平台销售的货品采用污染少的瓦楞包装纸箱送到千家万户，瓦楞包装纸箱需求量大幅增加。

2.4 供应链和物流的影响

（1）供应链：核心纸企上下游的企业（部分为中小微企业、抵御风险能力弱）受到疫情的影响停工停产并裁退员工以缩减开支，上游企业因各种原因无法供应各类原材料且很多企业为供应链中无法替代的企业，导致部分核心企业的生产和销售出现停滞。核心纸企的停工停产会影响上下游企业的资金链。

（2）物流：目前对从境外疫情区进口的货品检验检疫十分严格且时间较长，货物长期滞港。国内的城市对

物流防疫检测也是十分严格的，上述情况堆积会使物流的配送时间拉长，企业付出较高的仓储和物流成本，增加企业的负担。

3 机遇

3.1 疫情防控给纸企带来契机

3.1.1 纸企存在机遇

(1) 因疫情被迫升级

疫情影响了经济社会和社会主体原本的生活，在政府主导下一部分纸企以及其它不相关的企业在疫情前期因口罩等一次性防护用品急需选择转型并适时生产一次性纸制品、包装纸、口罩等，一定程度上推动企业技术变革和创新。但这种因突发事件被迫转型升级的企业实际上是选择的无奈，并不是真的从技术、设备、理念以及未来发展的方向上进行转型升级。

疫情趋于稳定后，笔者建议纸企转回原有的领域，从事自己熟悉的领域生产，原因有三：一是生产一次性防护用品，是企业临时的选择，当供给量满足了需求量，在利润削薄的情况下仍旧执着于生产临时的商品得不偿失；二是传统生产一次性防护用品的企业，其产品无论是质量、品牌、资金还是市场都具有相当的优势；三是临时转型的企业原生产的领域会有自己的上下游、供应链，已经相当完善。“不熟不做”是很有道理的，跨行业的转型没有上下游、供应链支撑，很难支撑企业的持续经营。

(2) 因疫情主动创新

“主动求变”是新时期行业发展的主题，早在“十三五”开局之年就有经济学学者断言未来五年甚至十五年将是新兴行业发展的“黄金期”，事实证明的确如此。随着新的产业格局不断革新，纸企面临着设备设施老化、人才观念僵硬、资产杠杆率高、产品结构单一、抵御风险能力弱等诸多问题。面对出现的问题，很多纸企选择主动创新，探索新的经营模式和经营理念，跨行业经营和多元化产品结构应运而生。疫情更是刺激了这样的革新，使得缓慢进行创新的纸企加快了设备升级以及多元化生产的速度。同时疫情也使得纸企在人才的选择上更新了理念，更多地会选择具有国际视野、能创新、懂市场、技术和管理双优的人才成为企业的中坚力量。

3.1.2 强化战略部署

机遇存在的同时挑战必然存在，纸企更应按照党的十九届五中全会和中央经济工作会议精神，深化改革，以促进国内国外双循环为契机，适时选择符合自身发展的战略。利用各种金融工具引入天使资金，坚持技术革新，推动产品升级和新产品投产，做好行业的“碳中和、碳达峰”工作。

2021年2月2日，国务院出台《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（国发[2021]4号）中第二部分健全绿色低碳循环发展生产体系（四）推进工业绿色升级指出：加快实施钢铁、化工、有色、建材、纺织、造纸、皮革等行业绿色改造。推行产品绿色设计，建设绿色制造体系。造纸行业的绿色改造已提升到国家层面，造纸行业的绿色改造、绿色转型、低碳循环发展已成为我国解决资源环境生态问题的基础之策。兼容绿色改造，造纸行业的绿色转型是发展的必然，也是纸企可能赢得发展的机遇。

3.2 境外疫情还将持续

境外疫情还在持续恶化，传统的造纸行业龙头企业大多集中在欧、美、日等国。这些龙头纸企拥有绝对的技术、理念和装备优势，但因为疫情很多企业丧失了稳定的客户源以及原本的市场，企业举步维艰，资金链面临断裂的风险。这给中国的纸企和风投带来了契机，中国拥有全产业链的优势，收购或并购境外的龙头纸企可给中国的纸企带来急缺的技术以及设备，极大地弥补技术、装备和理念的不足。

企业的每一次发展都是在经历过各种困难之后迎来难得的契机，疫情给企业发展带来困难，但同样带来机遇。如果没有疫情，造纸行业的跨越式发展有可能还要推迟，利用境内好的发展环境搏取发展通道，同样会给我们的纸企带来机遇。

4 总结

面临危机，如果选择退却势必将被危机吞没，也将失去机遇。中国拥有良好的营商环境、不断升级的政策支撑以及广阔的市场空间，这将给企业发展带来无限的施展空间。希望我们的纸企利用好现有的资源和稳定的市场环境，科学分析自身优劣，稳扎稳打战胜危机、迎接机遇。

[收稿日期：2021—03—01]

专利技术

靴式压榨机

申请公布号：CN 112522984 A

发明人：诸葛宝钧　张伟鹏　郭庆宝　王坤　吴宝海　任山　马东浩　杨光　王刚　宋一贞

申请人：淄博泰鼎机械科技有限公司

靴式压榨机通过靴套和靴压对辊在旋转运动中对毛毯上的纸幅进行压榨，通过靴套内的固定靴板与旋转靴套之间的压力油膜对毛毯、纸幅施加压榨力。靴式压榨机的靴板通常连接有液压缸，通过液压缸对靴板施加压力，进而通过靴套与靴板之间的油膜对毛毯和纸幅施加压榨力。现有的靴式压榨机在生产之后，靴板只能够升降，这导致其只能够改变靴板对纸幅的压榨力，而无法改变压力曲线，进而无法改变对纸幅的压榨效果，即现有靴式压榨机对纸幅的压榨效果无法调节。

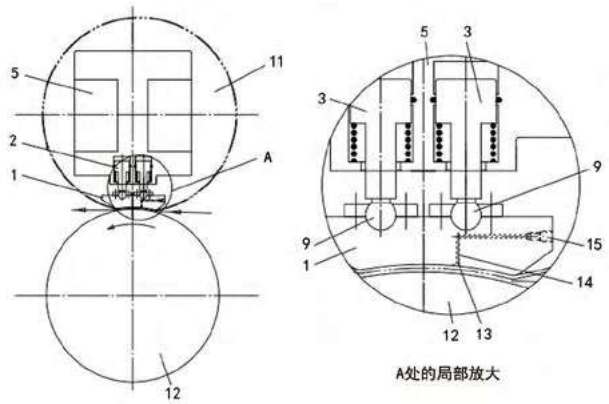
提供一种能够对靴板两侧分别加压，以调节靴板的倾斜角度，进而调节压力曲线的靴式压榨机。

该种靴式压榨机包括靴套辊以及靴压对辊，靴套辊包括支承梁以及可转动安装在支承梁上的靴套，还包括设置在靴套辊内的靴板以及液压加载装置。液压加载装置设置在支承梁与靴板之间，沿靴板的宽度方向设置有两排，各液压加载装置分别与靴板的对应侧相连，两排液压加载装置分别连接有独立的进油通道，并分别对靴板的两侧加压。两排液压加载装置对称设置在靴套辊和靴压对辊的中心连线的两侧，通过调节两排液压加载装置的加压力，调节靴板的倾斜角度，改变了靴压压区的压力曲线，取得所需对纸幅的压榨脱水效果。

如图1～图2所示，靴套辊包括支承梁、靴套以及固定盘，靴套转动安装在支承梁上，靴套辊水平设置，靴压对辊设置在靴套辊的下方，纸幅在靴套辊和靴压对辊之间通过。两个固定盘设置在靴套的两端，靴套与固定盘固定连接，固定盘可转动地安装在支承梁上。

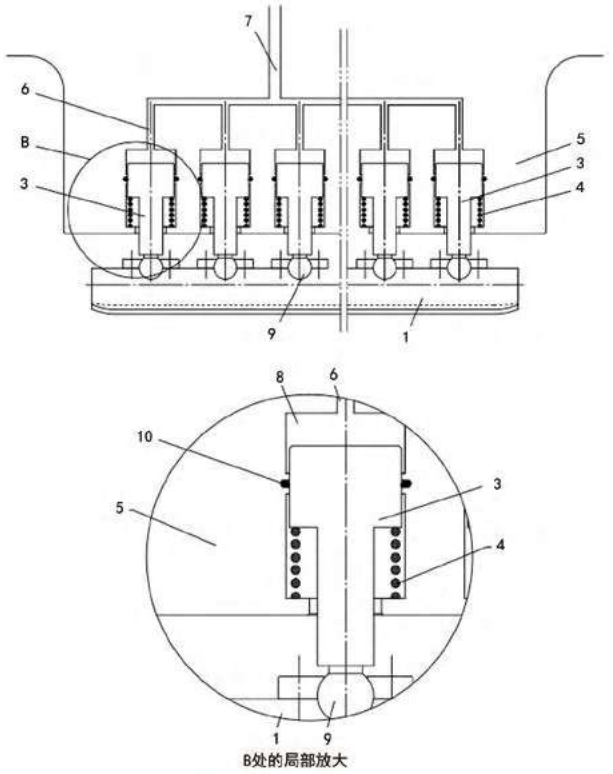
靴板设置在靴套辊内，且靴板位于支承梁的下侧，靴板与靴套辊的靴套之间的间隙为靴压区。液压加载装置设置在支承梁的下部，液压加载装置与靴板相连，并对靴板加压。

液压加载装置沿靴板的宽度方向间隔设置有



1—靴板　2—检测通道　3—加载活塞　5—支承梁　9—球头　11—靴套辊　12—靴压对辊　13—增压槽　14—进油孔　15—进油口

图1　靴式压榨机的主视剖视



1—靴板　3—加载活塞　4—弹簧　5—支承梁　6—进油分通道　7—进油总通道　8—液压腔　9—球头　10—密封圈

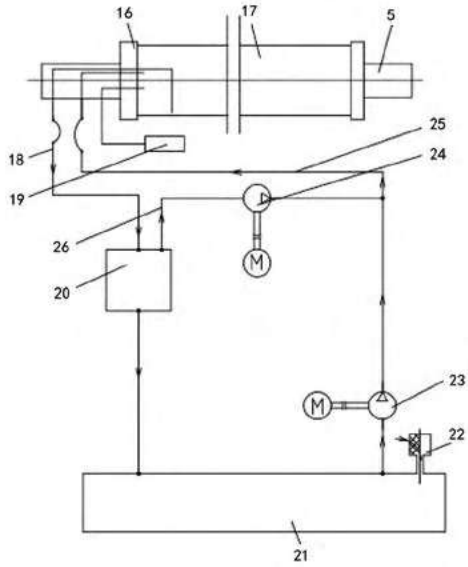
图2　靴套辊的左视剖视

两排，每一排液压加载装置均沿靴板的长度方向间隔均布有若干个。进油通道有两组，每排液压加载装置均与对应侧的进油通道相连，且任意一排液压加载装置与靴板可转动地连接，靴板的纸幅输出一侧与对应侧的液压加载装置可转动地连接，从而能够调节靴板的倾斜角度，改变靴压压区的压力曲线，取得所需的压榨脱水效果。

液压加载装置包括加载活塞，支承梁的下侧设置圆形盲孔，形成液压腔，环绕液压腔的下端设置向内的内翻边。加载活塞的长度大于液压腔的长度，加载活塞下端的直径大于上端的直径，并在加载活塞的下部形成执行部。加载活塞的上部可滑动地安装在液压腔内，液压腔的中部设置直径小于上端直径的安装部，安装部与加载活塞之间设置密封圈，密封圈安装在安装部上，使加载活塞与安装部之间密封连接。

加载活塞与支承梁之间设置弹簧，且弹簧内置于支承梁内。弹簧套设在活塞的执行部外侧，弹簧的下端支撑在液压腔的内翻边上，上端支撑在加载活塞的肩部，弹簧处于压缩状态，弹簧能够推动加载活塞提升复位，进而对靴板提升复位。

每组进油通道均包括进油总通道以及进油分通道，进油分通道与液压腔一一对应。进油总通道只有一个，为倒置的“T”形，竖直部的端头位于支承梁的顶部，水平部间隔设置在对应侧的液压腔上侧，且水平部的两端封闭。进油分通道竖向设置，下端与对应的液压腔相连通，上端与对应侧的进油总通道的水平部相连通，从而方便同时向各液压腔内通入润滑油，并使每排的液压腔内的液压油的压力相等。



5—支承梁　16—固定盘　17—靴套　18—回油管　19—压力传感器　20—油气分离器　21—油箱　22—空气滤清器　23—进风鼓风机　24—循环鼓风机　25—鼓风管　26—引风管

图3　鼓风装置机构

靠近靴板的纸幅输出一侧的活塞下端通过球头与靴板转动连接，通过调节两侧液压腔内的压力，可以调节靴板的倾斜角度，以改变靴压压区的压力曲线。两排活塞可以都通过球头与靴板可转动地连接。

靴板的下侧设置增压槽，增压槽设置在靴板的纸幅输入一侧，增压槽沿靴板的长度方向设置，从而能够对靴压区的纸幅输入侧增压，靠近压区纸幅输入侧对靴板的压区增加液压油，改变压力曲线，提升压榨力，改善压榨脱水效果。支承梁上设置与增压槽相连通的进油孔，进油孔沿增压槽的长度方向间隔均布有若干，以保证增压槽内液压油的压力恒定。进油孔为横置的“L”形，进油孔水平部的端头与增压槽相连通，进油孔竖直部的端头设置在靴板的侧部，进油孔竖直部的端头直径大于另一端的直径形成进油口，环绕进油口内壁设置螺纹，方便与高压油管连接。

增压槽还可以沿靴板的长度方向设置有若干段，每相邻的两段增压槽之间有相互隔断，每段增压槽均连接进油孔，以方便增压槽的加工。

如图3所示，靴套辊还连接有鼓风装置，鼓风装置包括油箱、油气分离装置、回油管以及进风装置。回油管的输入口伸入靴套辊的底部，回油管的输出口与油气分离装置的输入口相连通，油气分离装置的润滑油出口与油箱相连通，进风装置的输入口与油箱顶部相连通，输出口与靴套辊相连通，油箱上连接空气滤清器。回油管的输入口伸入靴套辊底部，通过进风装置直接将润滑油压出，压出的润滑油经油气分离装置分离后，润滑油进入到油箱内，避免润滑油携带气体进入到油箱而造成润滑油污染。靴套辊内不需要设置刮刀和接油盒，既能够避免对靴套内壁造成损坏，又使靴套辊结构

简单，使靴套辊运行更加稳定。

靴套为两端均敞口的橡胶圆筒，靴套水平设置，靴套的两端均设置固定盘，靴套与固定盘同轴设置，靴套的两端分别与对应侧的固定盘固定连接，并在靴套形成封闭的空间。

靴套辊安装在支承梁上，支承梁水平设置，靴套辊两端的固定盘均转动安装在支承梁上，且支承梁的两端均伸出对应侧的固定盘设置，以便对支承梁支撑。

油气分离装置为油气分离器，其输入口通过回油管与靴套辊内腔相连通，回油管的输入口穿过支承梁后伸至靴套辊的底部，回油管的输出口与油气分离器的输入口相连通。油气分离器的润滑油出口与油箱相连通，并将分离后的润滑油送入到油箱内。油箱连接空气滤清器。

进风装置包括进风鼓风机以及循环鼓风机。进风鼓风机的输入口与油箱的顶部相连通，输出口通过鼓风管与靴套辊内腔相连通，鼓风管的输入口与进风鼓风机的输出口相连通，鼓风管的输出口穿过支承梁后伸入靴套辊内，并与靴套辊的中部相连通。循环鼓风机的输入口通过引风管与油气分离器的气体出口相连通，输出口与鼓风管相连通。进风鼓风机和循环鼓风机均可以通过泵来代替。

靴套辊还连接有压力传感器，压力传感器通过检测管与靴套辊相连，检测管穿过支承梁后伸入靴套辊内。

鼓风装置的工作过程：在开始工作时，进风鼓风机工作，抽取油箱内的气体并送入至靴套辊内将靴套辊鼓圆。正常工作时，由于进风鼓风机的工作，将靴套辊内的润滑油通过回油管压出，润滑油进入油气分离器分离后，润滑油进入到油箱内，气体经循环鼓风机再次进入到靴套辊内。压力传感器实时监测靴套辊内的压力，当靴套辊内压力过大时，减缓或停止进风鼓风机的转速，即正常工作时，仅通过循环鼓风机即可使靴套辊内的压力维持恒定，进风鼓风机基本不需要工作。

如图4所示，安装在支承梁上的液压加载装置一般采用单排布置，液压加载装置安装在两辊支承梁轴线所在平面内。而靴压区渐缩缝大端（毛毯与纸幅进入靴压区的一端）油膜厚度高h_1与小端（毛毯与纸幅离开靴压区的一端）油膜厚度高h_2之比$C=h_1/h_2$是个重要参数。当决定动压支承力的其它因素，如润滑油黏度、靴套对于靴板的滑动速度、压区宽度和长度确定后，C值大小决定了靴压区压力曲线、曲线最高点、曲线下面积，即线压力以及合力作用点。在$C\geqslant2.2$情况下，C小，曲线下面积大，承载能力大，能承担更大的加压负荷；C大，曲线最高点离压区出口侧即h_2侧距离近，纸幅从最高压力迅速降为大气压，利于保持已有压榨干度，避免回湿。

通过两排液压加载装置加压来调节靴板的倾斜角度，即调节h_1和h_2的大小，即可实现C值的调节，进而能够调节曲线最高点P_3离压区出口侧的距离，以调节压榨后纸幅的干度，调节方便。此时压力曲线为下侧的曲线，即O—P_2—P_3—L。

通过增压槽可对靴压区的纸幅输入侧进行增压，既保留了上述优点，又能够增大P_2处的压力，使其达到指定的压力P_1。此时具有如下优点：(1) O—P_1—P_3—L曲线下面积增加，压榨力提高15%以上。压榨力相同时，最高压力降低；(2) 压力曲线更平缓，纸幅受压轻柔，松厚度好（密度小），同时提高了毛毯使用寿命；(3) 保持了从高压迅速降为靴套辊内的压力，减小纸幅回湿。

如图5所示，为了便于动态显示压力曲线，在压区宽度范围内安装若干个压力传感器，压力传感器安装在靴板上，并沿靴板的宽度方向间隔设置若干个，可以对靴压区各个点的压力进行实时监测，并使其显示在电脑上。可在电脑上直接显示各点的压力值并形成曲线，便于观察，显示直观，调整方便。靴板上沿宽度方向间隔有若干个检测通道，检测通道通过管道与压力传感器相连通，方便

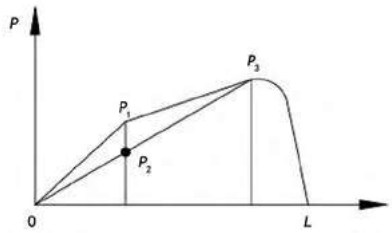
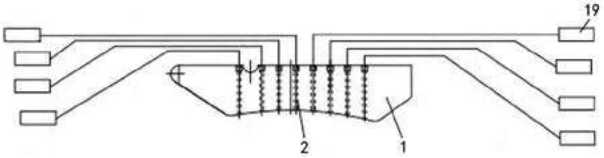


图4　靴压区的压力曲线



1—靴板　2—检测通道　19—压力传感器

图5　靴板的主视剖视

对压区的压力进行实时监测。

有益效果：本靴式压榨机的靴套辊和靴压对辊相配合，对纸幅进行压榨，两排液压加载装置分别连接有独立的进油通道，实现了分别对靴板的两侧进行加压，且两排液压加载装置对称设置在靴套辊和靴压对辊中心线的两侧，通过调节两排液压加载装置的压力，调节靴板的倾斜角度，改变了靴压压区的压力曲线，取得所需对纸幅的压榨脱水效果。

造纸用原木高效切片设备

申请公布号：CN 112497349 A

发明人：朱楠

申请人：朱楠

电锯以电作为动力，用来切割木料、石料、钢材等，边缘有尖齿，分固定式和手提式。锯条一般是用工具钢制成，有圆形、条形以及链式等多种。在使用电锯进行木材的切片时，由于反复移动木材、重新测量木材长度等问题，需要反复操作，工作效率低。

提供一种造纸用原木高效切片设备，具备高效切片原木的优点，解决了原木切片慢的问题。

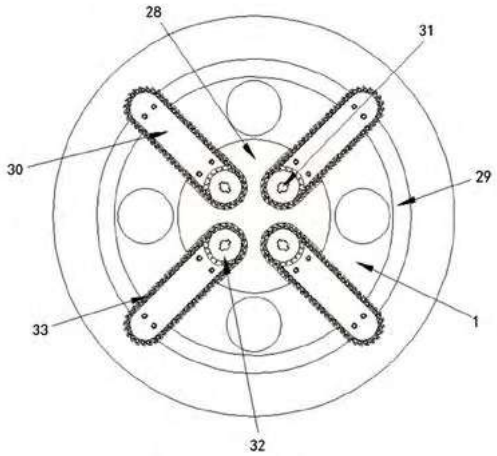
如图1、图2所示，该种造纸用原木高效切片设备包括主体、动力装置、控制装置和移动装置。主体内部活动安装转盘，主体内部开设环槽，转盘顶端固定安装导向板，转盘内部活动安装转轴，转轴顶端固定安装链锯齿轮，导向板外缘活动安装链锯条。动力装置活动、控制装置活动、移动装置活动均安装在主体内部。

动力装置的动力齿轮两侧啮合大齿轮，大齿轮底端活动安装定位杆，动力齿轮顶端固定安装轴心杆，轴心杆顶端固定安装主齿轮，主齿轮两侧均啮合副齿轮，转盘底端固定安装转环。

如图3～图4所示，控制装置的滑块内部嵌接推杆，推杆底端固定安装推板，推板左侧固定安装复位弹簧，滑块内部固定安装压缩弹簧，压缩弹簧的另一端固定安装挡板，推杆内部插接插杆，插杆底端固定安装压板，插杆顶端固定安装推块，推块底端固定安装小弹簧。

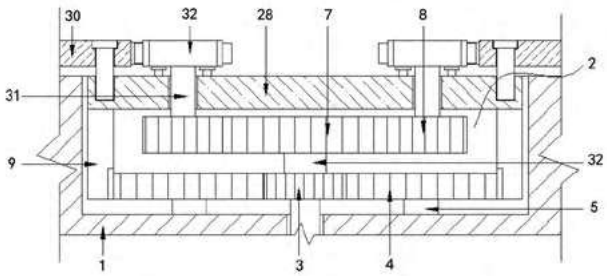
如图5～图7所示，移动装置的棘轮表面啮合传动带，传动带内部嵌接插块，插块左侧固定安装链块，链块上下两侧均固定安装套环，链块远离插块的一侧活动安装转轮。

如图1、图2所示，转轴固定安装在副齿轮顶端，定位轴固定安装在主体内部，转环底端内侧开设齿槽，大齿轮与齿槽相互啮合，动力齿轮底端固定安装传动杆，主体内部固定安装电机，电机的输



1—主体　28—转盘　29—环槽　30—导向板　31—转轴　32—链锯齿轮　33—链锯条

图1　造纸用原木高效切片设备结构



1—主体　2—动力装置　3—动力齿轮　4—大齿轮　5—定位杆　7—主齿轮　8—副齿轮　9—转环　28—转盘　30—导向板　31—转轴　32—链锯齿轮

图2　动力装置

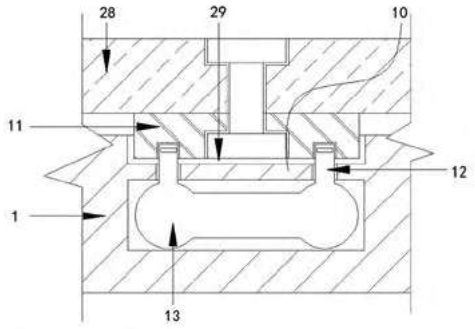
出轴与传动杆固定连接。利用一个电机在为链锯提供动力的同时，也能够使链锯旋转，减少了所需的电机数量。

如图1所示，导向板共四个，呈圆周均匀安装在转盘的表面，链锯条与链锯齿轮啮合，链锯条外侧固定安装金属切片，主体内部开设导槽，木材存储在导槽内部，插杆的外端与木材表面贴合。多个链锯可以同时切割更多的木材，同时也减少了轮转时的空闲，提高了生产效率。

如图5所示，推板左侧固定安装拉绳，棘轮内部的轮盘正面固定安装绕线轮，拉绳的另一端固定安装在绕线轮的出端，绕线轮与棘轮内部固定安装发条弹簧，棘轮的旋转方向为顺时针，传动带内侧固定安装嵌块，嵌块与棘轮啮合；环槽内固定安装档杆，在拉绳拉动绕线轮时，可以带动棘轮旋转；当发条弹簧将拉绳收回时，棘轮内部的轮盘空转，不会逆向旋转棘轮。

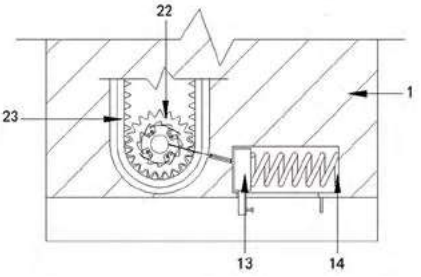
如图6、图7所示，传动带内部开设插槽，插块插接在插槽内部，相邻的链块之间的套环相互套接，转轮的上下两侧均固定安装侧板，转轮表面固定安装凸块，凸块位于相邻的两个链块之间。

工作原理：动力齿轮在电机的带动下旋转，动力齿轮与主齿轮通过轴心杆固定连接，主齿轮的旋转带动副齿轮旋转，而链锯齿轮与副齿轮之间固定安装转轴，从而提供链锯切割的动力。动力齿轮带动大齿轮旋转，通过大齿轮的旋转带动转盘旋转，转盘带动链锯转动，链锯将木材切割后，导向板带动滑块在环槽内滑动。当滑块移动到推杆处时，推杆嵌入进滑块内部，同时挡板将推杆阻拦下来，防止推杆继续在滑块内移动，导向板继续带动滑块在环槽内移动，滑块通过推杆带动推板移动。由于推板与绕线轮通过拉伸连接，推板的移动拉



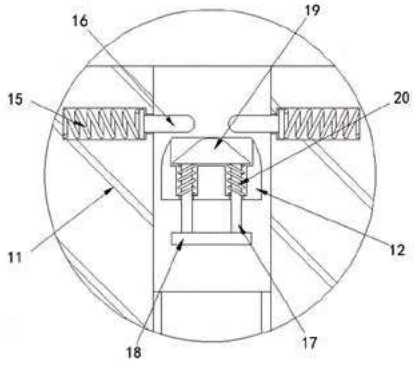
1—主体　10—控制装置　11—滑块　12—推杆　13—推板　28—转盘　29—环槽

图3　控制装置



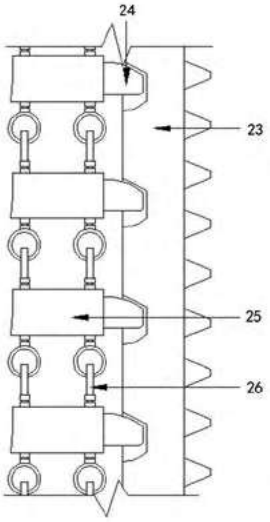
1—主体　13—推板　14—复位弹簧　22—棘轮　23—传动带

图5　棘轮



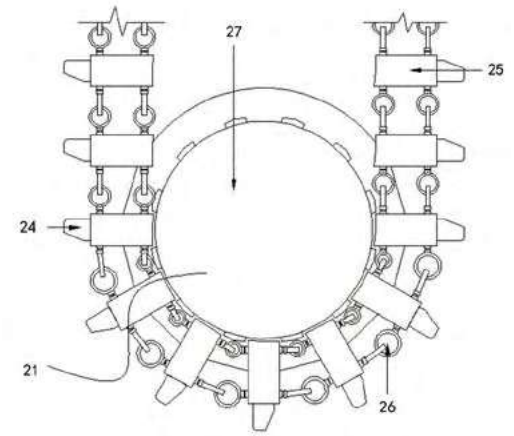
11—滑块　12—推杆　15—压缩弹簧　16—挡板　17—插杆　18—压板　19—推块　20—小弹簧

图4　滑块剖视



23—传动带　24—插块　25—链块　26—套环

图6　链块



21—移动装置　24—插块　25—链块　26—套环　27—转轮

图7　移动装置

动绕线轮旋转，棘轮开始沿顺时针方向旋转，从而带动传动带开始移动。而与链块固定连接的插块插接在传动带内部，传动带的移动带动链块移动，链块沿转轮的表面开始移动，链块的移动带动插在传动带一侧的插块移动。插块与存储在导槽内的木材相贴合，链块向外移动的同时带动木材向外移动，从而将木材移出。随着滑块的继续移动，当档杆进入到滑块内部且与压板接触后，档杆推动压板移动，通过插杆将推块压出，推块将挡板向两侧推开，推板不再阻挡住推杆，推杆从滑块内脱出，并在复位弹簧的作用下，挡板复位，绕线轮将拉绳卷回，完成复位。链锯继续移动至导槽处时，将露出主体部分的木材切割下来，完成循环切片。

有益效果：在对木材完成切片后，利用轮转的间隔，迅速完成木材的出料，并且出料的距离相等，完成高效定量切片的目的。

风力碎浆机

申请公布号：CN 112501935 A

发明人：陈现合

申请人：陈现合

国家提出废纸处理技术的最佳化，必须贯彻“节能、减排、降耗”的国策。因此，提供一种风力碎浆机。

如图1所示，该种风力碎浆机的碎浆锅由锅体以及盖体组成，盖体设有一入料口，将邮票大小的纤维碎片经过入料口进入碎浆锅内。

锅体内转动设有一传动轴，传动轴的一端穿过锅体底部延伸至锅体外部，传动轴穿过锅体底部与一驱动电机的输出轴同轴固定连接，驱动电机带动传动轴旋转，锅体底部设置四周高、中间低的圆锥体。

锅体设有用于固定驱动电机的支撑台，锅体底部设有三个支撑柱。传动轴的另一端穿过入料口延伸至盖体外侧。

传动轴穿过入料口延伸至盖体外侧转动配合有一支架，支架与碎浆机固定连接，支架与锅体对传动轴起到动平衡作用。

传动轴与锅体底部以及传动轴与支架之间均设有一转动轴承，传动轴位于锅体内可拆卸装配有叶轮组件，叶轮组件通过平键以及螺母与传动轴固定。

锅体设有一轻质排渣管以及重质排渣管，轻质排渣管以及重质排渣管均延伸至锅体外侧。轻质排渣管的出料方向与传动轴的旋转方向相反，轻质排渣管与锅体内侧壁相切并设于叶轮组件的上方，且重质排渣管设于锅体底部圆锥体处，同时重质排渣管垂直于锅体内侧壁设置并延伸至锅体的外侧。

叶轮组件包括：与传动轴固定连接有一导流体以及一定位板，导流体成渐开弧面设置，导流体以及定位板之间固定连接有四个旋翼，四个旋翼绕传动轴的轴线等角度排列。

导流体与定位板之间还设有多个径向增压板，径向增压板与旋翼前端固定连接，提高形成负压的效果。旋翼之间均设有一与导流体固定连接的风叶，风叶带动气流形成负压并带动原料进入入料口。

风叶外缘设置成锯齿状。锯齿状的结构加强原料的破碎效率，加快原料纤维化的速度。

锅体侧壁设有多个用于筛选的筛板，筛板的高度小于旋翼的高度。锅体设有与筛板配合的出料口。

导流体位于两风叶之间，均设有多个针齿。针齿用于初步破碎纤维碎片。

筛板穿过出料口延伸至锅体外侧，筛板固定连接有多个筛条，筛条与筛条之间设有横向一筛缝。

筛条设有一波形筛选面以及两导流面，筛缝设有一进料端以及出料端，进料端小于出料端设置。

筛板的开孔率大于20%，较现有技术中常用筛缝的开孔率7%~8%，减小长纤维通过时筛缝出现堵塞的现象。

锅体侧壁设有多个用于分梳纤维的针板，针板与锅体固定连接，针板穿过锅体延伸至锅体外侧，针板固定连接有多个筛针，筛针垂直传动轴设置。针板的针密大于1300齿/(25.4mm)2。

筛板以及针板延伸至锅体外侧均设有一驱动部，驱动部与锅体之间设有移动间隙，驱动部通过螺栓与锅体固定连接。

通过调节螺杆控制驱动部与移动间隙之间的距离，从而在筛板以及针板被磨损的情况下，控制针板以及筛板与旋翼之间的距离。针板以及筛板与旋翼之间的最小距离控制在2mm左右。

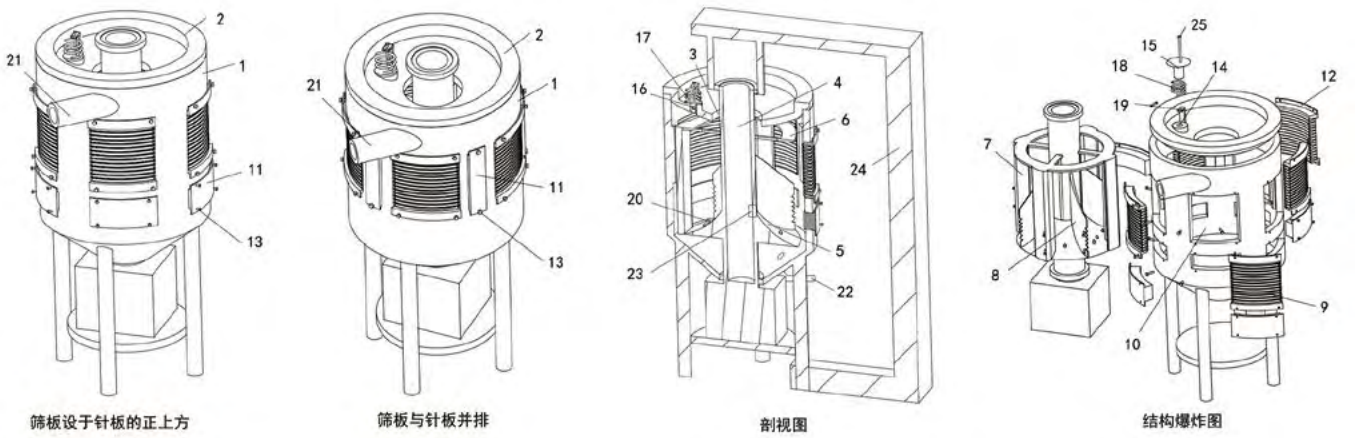
筛板设于针板的正上方或者筛板与针板并排设置，筛板的总面积与针板的总面积比为5∶1，针板与筛板的总高度小于旋翼的高度。

盖体设有一排气孔，排气孔内移动设有一通气柱，通气柱一端开口设置，通气柱开口端延伸至碎浆锅内，通气柱设有一泄气孔、一限位部。盖体固定连接有一限位块，限位块与限位部设有一弹簧，通气柱设有导向部，导向部穿过限位块固定连接有一盖板，盖板控制通气柱下行的深度。

限位部与盖体之间设有一弹簧，盖体固定连接有一限位块，限位块与限位部配合控制通气柱的行程。

工作时，喂料机将邮票大小的纤维碎片放入入料口内，驱动电机带动传动轴旋转，传动轴带动风叶以及旋翼旋转。风叶带动碎浆锅内形成负压，旋翼带动原料与针板接触，原料被分散成单根纤维。在风叶旋转过程中，风叶的锯齿部与原料配合，提高单根纤维的分散效果。分散后的纤维在风叶的作用下实现悬浮，最后分梳后的纤维在离心率的作用下经过筛缝排出碎浆锅外。生产过程中产生的杂质，较轻的杂质在离心率的作用下，从轻质排渣管排出，较重的杂质在重力作用下从重质排渣管排出。工作一段时间后，筛板以及针板出现磨损后，通过螺栓带动筛板以及针板运动，从而控制筛板以及针板与旋翼之间的距离，提高良性纤维的筛选效果。

筛板工作一段时间后筛缝出现堵塞时，碎浆锅内的气压大于碎浆锅外部气压时，内部气压带动通气柱上行。通气柱压缩弹簧实现通气柱的泄气孔与碎浆锅外部连通，实现外部大气与内部大气连通，减小筛缝堵塞导致驱动电机出现烧坏的现象，延长驱动电机的使用寿命。



1—锅体　2—盖体　3—入料口　4—传动轴　5—导流体　6—定位板　7—旋翼　8—风叶　9—筛板　10—出料口　11—针板　12—驱动部　13—螺栓　14—排气孔　15—通气柱　16—泄气孔　17—限位部　18—弹簧　19—限位块　20—针齿　21—轻质排渣管　22—重质排渣管　23—平键　24—支架　25—盖板

图1　风力碎浆机整体结构

有益效果：(1) 通过叶轮组件与筛板以及针板配合，驱动轴带动叶轮组件工作，纤维碎片经过针板被分散成单根纤维，同时叶轮组件旋转实现纤维悬浮，最后符合筛缝的纤维受离心力的作用通过筛板成为良纤。(2) 在筛板以及针齿被磨损后，螺栓与驱动部配合调节针齿以及筛板与旋翼之间距离。(3) 筛板的开孔率大于20%，提高加工效率。(4) 原料经过针板分梳后，纤维明显分丝帚化的现象，同时有利于胶黏物的剥离和剔除。(5) 筛板的缝隙与进浆环流相平行，便于纤维迅速通过筛板成为合格良纤，保护纤维的长度和强度，减小纸屑的产生。(6) 用空气作为介质，没有污水排放。

用于纸管原纸生产的喷淋淀粉移动装置

申请公布号：CN 112501945 A

发明人：唐铸峰　赵海亮　高其峰　马超

申请人：汇胜集团股份有限公司

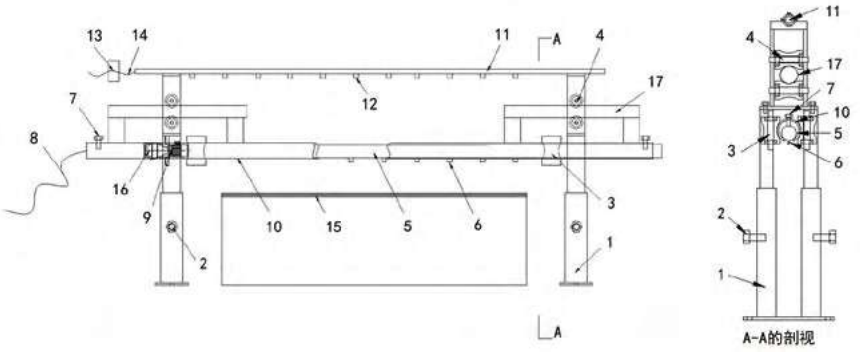
纸管原纸的主要质量指标包括定量、厚度、紧度、层间结合强度、吸水性、纵横向环压强度、抗张强度、耐破强度、水分等，其中层间结合强度是衡量纸管原纸在卷管过程中稳定性的关键指标。因纸管原纸多采用多层复合的生产方式，因此纸张在卷制纸管过程时，可能会因个别层与层之间层间结合不好，造成分层。

生产过程中通常将天然淀粉液喷淋到纸管原纸成形湿纸幅上，后续在烘干过程中通过淀粉的糊化，逐渐实现淀粉的凝胶化，以提高纸管原纸的层间结合强度。传统喷淋淀粉装置在使用过程中为固定式的，相邻喷头淀粉液在湿纸幅上形成交汇点，造成交汇部分水分相较于未水分发生交汇的点经过烘干过程后水分高，成纸后水分高点层间结合低，与正常点的层间结合差距大，且因水分不一致易形成水道印，对产品外观质量产生影响，同时喷淋过程中淀粉液的流量基本不发生变化，调节喷淋淀粉加入量主要依靠增减喷淋淀粉管数实现，造成浪费。

提供一种用于纸管原纸生产的喷淋淀粉移动装置。

如图1所示，用于纸管原纸生产的喷淋淀粉移动装置包括支架、造纸机成形网，支架安装在造纸机成形网上方。支架为套装伸缩支架，并通过高度调节旋钮固定，在支架上设有移动套管，在移动套管两端设有固定连接的悬臂，移动套管两端通过固定在支架上的左右导向滚轮固定导向，悬臂通过固定在支架上的上下导向滚轮固定导向，移动套管底部面向造纸机成形网方向开槽。在移动套管内部设有淀粉喷淋管，喷淋管喷嘴均匀地设置在淀粉喷淋管上，喷淋管喷嘴通过移动套管底部的开槽伸出，淀粉喷淋管通过设置在移动套管上的锁紧螺栓固定，淀粉喷淋管一端通过喷淋淀粉连接软管与淀粉溶液输送管道相连接。在支架一侧设有伺服电机，伺服电机经直角减速机连接偏心轮带动移动套管横向往复移动，在支架顶部、移动套管上方设置清洗水管，在清洗水管下、朝向淀粉喷淋管方向设置清洗水喷嘴，清洗水管一端通过设有定时控制阀的清洗水连接软管连接清洗水输送管道。

该装置使用支架安装在造纸机成形网上方，通过高度调节旋钮，可实现支架上下伸缩，支架上



1—支架　2—高度调节旋钮　3—左右导向滚轮　4—上下导向滚轮　5—淀粉喷淋管　6—喷淋管喷嘴　7—锁紧螺栓　8—喷淋淀粉连接软管　9—伺服电机　10—移动套管　11—清洗水管　12—清洗水喷嘴　13—定时控制阀　14—清洗水连接软管　15—造纸机成形网　16—直角减速机　17—悬臂

图1　用于纸管原纸生产的喷淋淀粉移动装置的结构

下伸缩距离为200 mm。生产不同产品时可调整喷淋管高度，使喷淋淀粉达到最佳雾化喷洒效果。

移动套管长度3000 mm、直径50 mm，移动套管两端通过固定在支架上的左右导向滚轮固定导向，悬臂通过固定在支架上的上下导向滚轮固定导向，确保套管横向移动不发生晃动。移动套管底部开槽，面向成形网一侧开槽30 mm宽缝隙，能够将淀粉喷淋管置于套管内部，并将喷淋管喷嘴伸出套管。淀粉喷淋管长度3000 mm、直径30 mm置于移动套管内部，一端使用软管与淀粉溶液输送管道相连接。淀粉喷淋管相对于移动套管可抽出，便于喷淋管喷嘴堵塞时，淀粉喷淋管抽出更换喷淋管喷嘴，淀粉喷淋管通过设置在移动套管上的锁紧螺栓固定，防止淀粉喷淋管发生窜动。淀粉喷淋管面向造纸机成形网一侧设置喷淋管喷嘴，喷头间距为150 mm。

该装置使用一台伺服电机带动套管移动，伺服电机位于支架上，伺服电机经过1台GZR6-7-400形直角减速机，通过直径30 mm偏心轮带动套管横向往复移动，移动距离为100 mm。伺服电机转速可在1~100 r/min之间调整，可根据生产级别车速调整喷淋淀粉移动速度，达到喷淋淀粉最佳使用效果。

该装置在移动套管上方350 mm高处安装一根清洗水管，水管朝向淀粉喷淋管方向间距150 mm布置多个清洗水喷嘴。清洗水管一端设置定时控制阀，可根据设定时间定时自动开启，用于清理移动套管表面积聚的淀粉，防止由于喷淋时淀粉四处飘散沉积在移动套管上，积料过多滴落在造纸机成形网上，造成破洞、淀粉斑。

有益效果：该装置将喷淋嘴设计为移动方式，提高喷淋淀粉的喷淋效果，提高层间结合强度及其稳定性，提升产品质量。

复合式压力筛

申请公布号：CN 112482074 A

发明人：许银川　郭克俭　许超峰　许要锋

申请人：郑州运达造纸设备有限公司

由于废纸制浆造纸的纸浆中杂质成分复杂，而传统的压力筛筛选形式单一，只能针对特定的符合要求的浆料进行筛选，导致现行的筛选流程通常需要配备多段和多级粗、精筛系统，流程复杂，设备型号多，厂房占用空间大，设备之间的管路系统复杂，整体投资巨大。

提供一种筛选流程简单、筛选形式多样、筛选效率高、浆料适应性强、纤维流失小的复合式压力筛。

如图1所示，一种复合式压力筛，包括筛体和筛体上设置的上盖、进浆管、良浆管、重渣补集室，筛体内底部同轴设置传动支架，传动支架上部同轴设置转子，传动支架与转子之间设置机械密封。

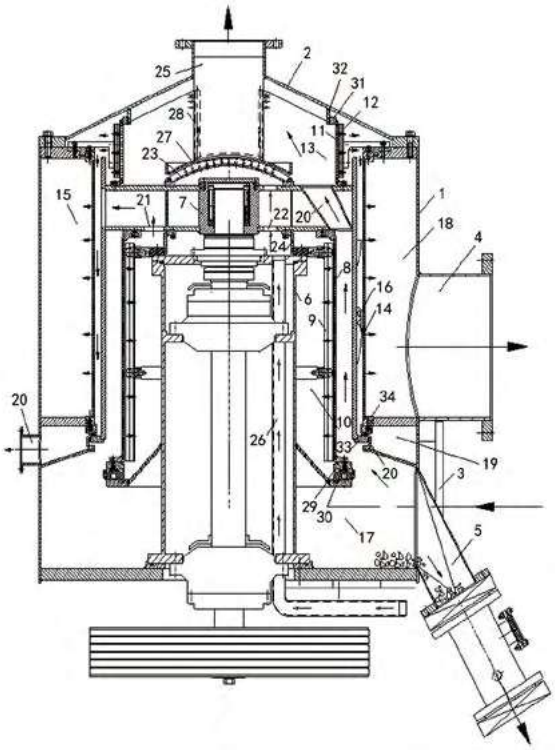
转子下方的内流式筛鼓一与传动支架外周设置的旋翼一形成第一筛选区，转子上方的外流式筛鼓二与固定于筛体上部的旋翼二形成第二筛选区，与筛体相连的外流式筛鼓三与转子外侧延伸筒壁形成第三筛选区。第一筛选区为粗筛选区，第二筛选区为轻渣筛选区，第三筛选区为精筛选区。将筛鼓与旋翼配合设置，使得在筛鼓附近浆流处形成正负脉冲，正脉冲大而短促，负脉冲小而平缓，正脉冲大于负脉冲，正脉冲使浆液快速通过，负脉冲反向抽吸避免浆料堵塞筛鼓。

第一筛选区下部与筛体之间为进浆室，第二筛选区位于第一筛选区上侧，第三筛选区位于第一筛选区外侧，浆液从第一筛选区经良浆管道进入第三筛选区或从轻渣通道进入第二筛选区后再进入第三筛选区。

未通过第一筛选区筛鼓一的重渣在离心力与重力的作用下进入筛体底部的重渣补集室，未通过第二筛选区筛鼓二的轻渣经上盖设置的轻渣口排出，通过第三筛选区筛鼓三的良浆由良浆管排出，未通过第三筛选区筛鼓三的尾浆通过泵送机构进入尾浆室。在转子内部设置圆周均布的若干个轻渣通道，用来连接第一筛选区外部与第二筛

选区内部；在转子内部设置圆周均布的若干个良浆通道，用来连接第一筛选区内部与第三筛选区；在转子内部设置圆周均布的若干个稀释水通道，用来连接传动支架上方与转子上方稀释转盘。

转动支架内部设置稀释水管，稀释水经稀释水管进入转子与传动支架之间，固定于转子上的动环四与传动支架之间形成的动密封保证稀释水继续向上经转子内部的稀释水通道进入第二筛选区的稀释转盘内；第二筛选区内还设置上盖静盘，上盖静盘通过一对连接板与上盖相连，连接板上开设水孔；稀释转盘设置若干开孔的刀片，稀释转盘与上盖静盘做相对运动来疏解和稀释轻渣，稀释水经由水孔进入轻渣口轻渣聚集处并向两边喷射来冲洗轻渣。



1—筛体　2—上盖　3—进浆管　4—良浆管　5—重渣补集室　6—传动支架　7—转子　8—筛鼓一　9—旋翼一　10—第一筛选区　11—筛鼓二　12—旋翼二　13—第二筛选区　14—筛鼓三　15—第三筛选区　16—旋翼三　17—良浆管道　18—轻渣通道　19—尾浆室　20—稀释水管　21—良浆通道　22—稀释水通道　23—稀释转盘　24—动环四　25—轻渣口　26—进浆室　27—上盖静盘　28—连接板　29—动法兰一　30—静法兰一　31—动法兰二　32—静法兰二　33—动环三　34—静环三

图1　复合式压力筛的内部结构

第一筛选区筛鼓一下部设置的动法兰一与传动支架下部连接的静法兰一形成动密封，保证未被筛选的浆料无法直接进入筛鼓一内部。第二筛选区筛鼓二上部设置的动法兰二与上盖连接的静法兰二形成动密封，保证此处的轻渣无法直接进入筛鼓二外部。第三筛选区转子外侧延伸筒壁下部设置的动环三与筛体连接的静环三形成动密封，保证此处未筛选的浆料无法进入尾浆室与第三筛选区。

工作原理：浆料沿进浆管切线进入筛体底部，旋转并上升到第一筛选区（粗筛选区）筛鼓一外侧，在转子带动旋转的筛鼓一和旋翼一的作用下，合格的良浆进入筛鼓一内部，经由转子内部的良浆通道进入第三筛选区（精筛选区），未进入筛鼓一内部的重渣在离心力和重力的作用下被甩出并进入筛体底部的重渣补集室，定期排出；第一筛选区（粗筛选区）剩余的带有轻渣的浆料继续旋转上升，经由转子内部的轻渣通道进入第二筛选区（轻渣筛选区），在转子带动旋转的筛鼓二和旋翼二的作用下，合格的良浆进入筛鼓二外部并进入第三筛选区（精筛选区）；第三筛选区（精筛选区）负责筛选来自第一筛选区（粗筛选区）和第二筛选区（轻渣筛选区）的良浆，没有轻渣和重渣的影响，在转子外侧延伸筒壁上旋转的旋翼三和筛鼓三的作用下，良浆进入筛鼓三外部并由良浆管排出，少部分未通过筛鼓三的尾浆通过转子底部的动环三和筛鼓三底部的静环三组成的泵送机构泵送入尾浆室，由尾浆管排出。

技术优点：该种复合式压力筛，通过设置三个筛选区及转子的复合结构，简化了造纸制浆筛选工段的流程，有效降低了造纸厂家的设备投资。适用于代替多段、多级传统筛选工艺，具有筛选流程简单、筛选形式多样、筛选效率高、浆料适应性强、纤维流失小的优点。

（以上专利技术信息，由徐红霞提供）

研发创新

拓斯克开发烘干平衡系统，进一步提升扬克缸效率

本刊讯（Toscotec 消息）2021年5月，拓斯克（Toscotec）宣布开发出新的烘干平衡系统——TT Drying Equilibrium，可以对扬克缸气罩和其空气系统进行优化调节，进而达到进出气的平衡，进一步提升扬克缸气罩的能效。

该系统最初由福伊特（Voith）提出，后转至拓斯克进一步研发，通过监测进出扬克缸气罩的各个空气参数，对设备进行自动调节，从而确保能耗最优化，提高生产率。

在相对平衡的气罩系统中，进入系统的气体质量（包括蒸汽和干燥空气）与排出的气体质量应该是相等的，这种进出气体的平衡可以有效控制制造过程中新鲜空气进入和热空气排出的过程，从而实现最大的干燥效率。尤其对于生产周期中经常需要改变定量的卫生纸机上，使用这种烘干平衡系统便尤为重要，因为由于定量需要经常变化，操作员的人为操作十分复杂且困难，而TT Drying Equilibrium新型烘干平衡系统将以更快、更有效的方式自动进行调整，帮助纸机达到最好的效果。

新型烘干平衡系统的控制和调节由PLC（可编程逻辑控制器）管理，可以实现与卫生纸机的DCS（分布式控制系统）的联通，工厂可以通过远程连接在本地显示器、平板电脑或者智能手机上实现轻松访问，实施查看由PLC收集、存储和组织的干燥流程的数据。

确保产品质量

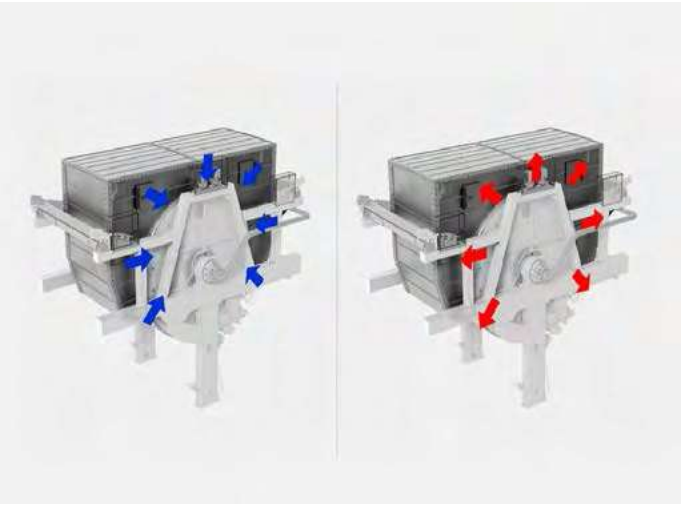
无论是气罩内部压力过大导致热空气流出，还是压力过低导致冷空气通过扬克缸和气罩的间隙，都会导致气罩的失衡，从而降低能效，影响纸张质量，既带来了环保问题，也有可能给操作人员带来安全问题。压力过低时，冷空气的进入会使纸页表面与烘缸分离，导致纸页表面湿度不均。在压力过高的情况下，热空气会导致周围区域过热，从而增加火灾风险、操作员的不适或危险、可能损坏相邻设备以及导致机房环境条件恶化。因此，新的烘干平衡系统通过确保通风平衡，可以有效避免这些问题并确保最佳的产品质量。

双倍的平衡控制

TT Drying Equilibrium新型烘干平衡系统由一组物理数据传输器组成，可以传输速度、流量、温度、湿度和压力等物理数据，还具有数据采集和处理系统。

所有数据传输器通过计算算法得出所有进出扬克缸气罩风管内的气体质量和流量，包括湿端和干端的排出空气、补充空气和燃烧空气等。燃烧空气由燃烧器控制系统调节和控制，而排出的废气流量可由水分控制回路控制，并通过随时调节补充空气的进入使整个系统一直保持平衡状态。

除了控制空气质量与流量外，该系统还使用安装在扬克缸与气罩间的温度传感器和罩内的压力变送器来检查系统的平衡情况，实时提供有效的双重平衡控制，确保在平衡状态下，热空气没有逸出，冷空气也没有吸入。



拓斯克烘干平衡系统——TT Drying Equilibrium

监控系统效率和优化生产、维护的关键工具

新型烘干平衡系统还可以实时监控卫生纸机的能耗性能，处理从DCS获取的生产数据，并生成与卫生纸机能耗（包括蒸汽、气体和电力消耗等）相关的精确数据。

此外，它还能够获取空气系统热回收装置的关键数据，包括入口和出口温度和流速，从而监控其性能并定期规划维护活动，进行预防性维护，使工厂提高维护效率。

西班牙研究委员会为嗜极性木聚糖酶申请专利，该酶可减少造纸流程中化学品的使用，降低制浆造纸污染

本刊讯（CSIC 消息）西班牙研究委员会(CSIC)下属农业化学和食品技术研究所(IATA)已为一种可用于木材和造纸行业的酶申请了专利，这是一种嗜极性木聚糖酶（extremophilic xylanase），可用于减少造纸流程中化学品的使用，提供更环保的替代品。

获得专利的木聚糖酶能够在pH值超过10的碱性介质中工作，可适应90℃的高温。

木聚糖酶是催化木聚糖多糖水解的酶，而木聚糖（半纤维素中的一类）是植物细胞壁的三种主要成分之一，另外两种分别是纤维素和木质素。因此，为了获得造纸所需的纯纤维素，便必须去除木聚糖，因此木聚糖酶的开发是非常必要的。

这种嗜极性木聚糖酶的研究由Julio Polaina博士领导的IATA-CSIC酶结构和功能实验室进行，通过使用生物信息学技术，使发现这种“超级酶”成为了可能。

IATA研究所的参与者David Talens-Perales表示，在分析了数据库中注释的6,000多个序列后，终于找到了这种酶，其中大多数序列还具有未知功能，使用这种方法，我们便可以克隆一种能够在高温和高碱性环境下分解木聚糖的木聚糖酶，此外，我们还实现了酶的生产和提纯。

除了在实验室进行酶测试外，还对天然农业残留物（如稻草）进行了实际测试，稻草是一种常见的农业副产品，此前，多余的稻草常常被燃烧掉，为了降低环境污染，许多研究机构都在研究更加环保的稻草处理问题。

而用这种新开发的嗜极性木聚糖酶进行处理便可以促进秸秆堆肥，从而分离出低聚糖，低聚糖是一种具有益生元特性的糖，近年来因其对肠道微生物群和人体健康的诸多有益影响而引起了人们的极大关注。

因此，将木聚糖酶用于制浆造纸行业，可以提高木纤维或非木纤维的处理效率和环保性能，此外，木聚糖酶还可用于饲料生产、堆肥、咖啡提取、植物油提取、淀粉提取、果汁澄清等领域。

目前，该酶正在由葡萄牙纸企Navigator Company和法国造纸技术中心（the Centre Technique du Papier）进行测试，取得了可喜的成果。

该木聚糖酶的研发项目被称为WoodZymes项目，目前已获得了生物基工业联合企业（JU）的资金支持。

ABB为智利Arauco旗下浆厂改造提供自动化技术支持，提高远程工作能力

本刊讯（ABB 消息）ABB将为智利林产品企业Arauco旗下的木质纤维素工厂进行现代化改造，提高生产效率，对操作界面进行升级，提高远程工作流程的可靠性与灵活性。

该工厂将继续使用ABB Ability 800xA分布式控制系统(DCS)，并将其用作工厂运营的基础平台。改造将分两个关键阶段完成：首先将现有的控制系统升级至6.1版本，以及从旧的DCS Infi 90系统迁移到新的过程通信和终端单元，实现通信、网络和控制器的现代化。迁移到ABB以太网网

络将使控制系统更加灵活，从而提高远程工作的可靠性和质量。

经过详细的工程研究，ABB团队将与现场的Arauco工作人员合作，完成升级和系统调试，实现旧系统的完全迁移，建立适合未来发展趋势的全新平台。

Arauco工厂经理Jorge Mesa表示："现代化改造是工厂实现了全面升级，改善了自1990年代开始使用的老系统，改进的分布式控制系统和应用程序将提升工厂的工作效率和过程性能。"

ABB智利矿产和纸浆造纸厂服务组负责人Julio Arellano表示："最新的6.1版本的ABB Ability™ System 800xA具有更高的安全性和交互性，操作员将能够使用现代图形界面单元上的新工具和协议快速识别和处理故障。与之前的基础设施相比，降低了控制系统的不确定性，让员工把更多的精力用于更需要做的事情。"

Michelman提倡使用水性阻隔涂层技术，提高废纸回收效率

本刊讯（Michelman 消息）全球环保先进材料公司Michelman提倡食品级及其他类包装纸使用水性阻隔涂层技术（WATER-BASED BARRIER COATINGS）代替聚合物涂层，从而降低纸厂废纸回收处理压力。Michelman是欧洲纸业联盟（CEPI）所赞助的4Evergreen联盟的成员之一，致力于促进纸类包装的贡献，在循环和可持续的社会经济中，最大限度地减少对气候和环境影响。

废纸回收使纸张中宝贵的纤维得以重新利用，因此，从可持续发展和循环经济的角度出发，这种做法显然比堆肥处理更有价值。不过，虽然纸纤维可以多次回收（根据纤维类型和最终用途，最多可回收25次），随着回收次数的增加，纸纤维的长度和强度均会不断下降，纤维的降解仍是一个未解的难题。正因如此，造纸厂会在加工纤维之前先进行分类。筛选出无法再用的纤维或废料后，他们会通过焚烧处理并回收能量。例如，将其用作蒸汽或电力生产的原料，产生碳中和排放物。

与回收不同，堆肥处理无法实现宝贵纤维的再利用，也不能进行能量回收。这种"冷焚烧"的处理方式不仅不会利用或回收废纸本身的能量，同时还可能会产生甲烷。当然，这种方法也无法有效筛出废纸中的异物。如果将堆肥物用作肥料或土壤改良剂，则其中诸如金属、塑料、工艺化学品、功能性化学品和塑料微粒等污染物将不可避免地释放到环境中。只有在回收难以实现（例如纸张被食物严重污染）时，才应将堆肥作为一种可行的替代方法。我们可以将其视为从垃圾填埋场转移餐厨垃圾的机会。

聚烯烃薄膜对回收的影响

在纸张上淋塑料薄膜（如聚酯、聚丙烯或聚乙烯等）会给造纸厂带来很多回收问题。随着淋膜在纸张上应用增加，造纸厂的回收处理负荷也在不断上升。处理淋膜纸需要耗费更长的时间，因此必然会降低碎浆机的产能。造纸厂会用鼓型碎浆机和旁路系统将坚韧的塑料薄膜分拣出来，或是将它们分解成更小的碎片。显而易见的是，从小小的薄膜碎片上分离出纸纤维更为耗时费力。而无论何种情况，回收混合物中塑料薄膜的比例越高，就意味着废料越多，分拣成本和处理成本也都越高。

同理，由于纸纤维和薄膜紧密贴合，纸张上的塑料薄膜也很难按塑料类型进行回收。

使用水性阻隔涂层代替塑料薄膜

鉴于塑料薄膜明显的缺点，当前，生产中通常会使用水分散型乳化聚合物涂料（water-dispersed emulsion polymer coatings）作为纸张阻隔/功能性涂层。除了能够避免上述弊端外，水分散型乳化聚合物涂层还能赋予纸张各种附加功能，如耐油脂、防水、防潮、保香、阻氧性以及可热封性等。

这些水性阻隔涂层的功能和我们几十年来用于颜料涂布纸上黏合剂的功能非常相似。在浆化过程中，水性阻隔涂层的微粒要么附着在纸纤维或填料上，要么随着纸纤维或填料进入循环通道，形成新的纸张（占总量的80%~99%）；还可能通过筛网、漂洗、清洁、浮选、脱墨等方式，在浆料准备阶段进行分离，然后进行焚烧或用作水泥厂或街道工程的原材料（占总量的1%~20%）；也可能在造纸机湿部端进行分离、脱水（通过最后清洁阶段），然后进行焚烧或用作水泥厂或街道工程的原材料（占总量的1%~20%）；或者与水、破碎的纤维、填料等一同冲入废水池，然后送到废水处理厂进行分离（浮选或沉淀）（占总量的1%~2%）。由此可见，水性阻隔涂层大大提高了环保性能。

此外，相较于纸塑结构（如PE、PP、PET等），功能性水性阻隔涂层还具有以下优点：改善可回收性，简化回收处理，并减少塑料垃圾和污染；最大程度地减小塑料微粒的排放；提高资源利用效等。

AFRY PaperLine数字化系统致力于提高制浆造纸行业工作效率

本刊讯（AFRY 消息）制浆造纸行业是资本密集型行业，需要大量投资和高级维护来保持和提高工厂及其运营竞争力。通过高可用性、高利用率和质量提高生产效率是获得高投资回报的关键，而数字化便是实现这一目标的重要工具。但随着市场趋势瞬息万变，数字化工具也需要具有一定灵活性，能够调整和适应不断变化的市场趋势。

数字工具需要灵活性来满足不断改进和提高生产效率的需求

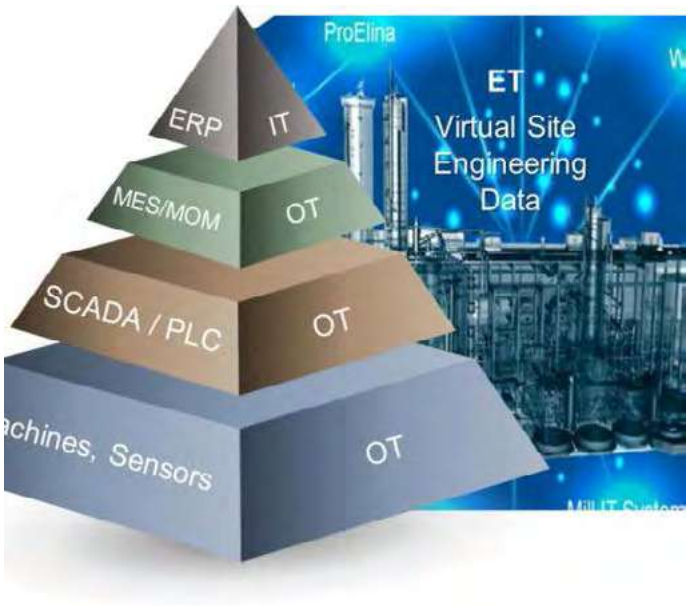
制浆造纸行业的自动化水平逐渐提高，大部分操作工作流程都可以实现自动化，如今，随着数字化技术的提高，越来越多的企业希望继续提高自身的数字化水平，从而提高企业竞争力，企业的需求各不相同，所以数字化工具也需要具有灵活性。

90年代末，当新的数字解决方案出现时，许多人已经开始意识到通过数字工具增加和提高生产效率的潜力。

那么，利用数字化技术提高生产效率时需要从哪些方面入手呢？其中，改进过程的可追溯性和透明度就是很好的入手点。

提高过程的可追溯性

AFRY是欧洲工程、设计和咨询服务机构，最近也推出了一种AFRY PaperLine数字化系统。AFRY PaperLine是一种针对制浆造纸行业的制造执行系统（MES）解决方案，可与其他系统（如ERP和PLC/DCS、流程数据库、物流系统等）一起使用，从生产单元的不同部分和级别收集数据，



通过具有高可追溯性的结构帮助造纸行业进一步提高生产效率。

当今市场瞬息万变，AFRY Paperline是一种较为灵活的生产支持系统，且具有较高的附加值，旨在覆盖整个生产过程的工艺技术，通过连接人员和技术，提高生产过程透明度，并可提供远程支持。

为改善环境效益，德国纸企Progroup提升能效管理技术

本刊讯（Progroup 消息）根据公司绿色高科技发展战略，德国纸企Progroup全面提升了能源和环境管理技术，近期，对纸厂PM1和PM3号纸机进行了技术升级改造，实现了能源和环境目标。

“可持续发展是我们28年来一直追求的理念的核心要素。因此，我们应该以环保和节约资源的方式进行升级改造，未来也将持续改进环境效益。”首席发展官兼执行委员会成员Maximilian Heindl强调说。

PM1产能提高，能耗降低

根据ISO 50001:2018和ISO 14001:2015条目要求，Progroup根据全新的能源和环境管理体系进行技术升级，首先对已经运行20多年的PM1纸机进行技术改进，其中，通过对传热系统的技术升级，与上一年相比，PM1纸机热量消耗减少了23,000,000kWh，同比下降5%。

此外，纸机更换了更高效的驱动系统，驱动技术的升级使每年可减少1,564,000kWh的电能消耗，同时，产能也进一步提升。

Progroup还制作了一份公司废物回收指南，根据指南，对PM1纸机的可持续废物处理系统进行技术升级，包括彻底分类废物的实用技巧等。

今年，PM1纸机团队设定了进一步优化水循环和节省化学添加剂的目标，致力于使纸厂实现全部废水回用，形成完全独立的水路，不产生任何废水，使经过处理的全部中水回流至生产过程中。

PM3节省淡水并产生生物能源

PM3纸机是目前世界上最现代化的高性能纸机之一，用于生产环保和高质量的箱纸板。根据EMAS认证，去年开始运营的PM3生产线已成功实现环境目标，启用了综合循环水处理厂。与类似的造纸厂相比，该工厂将需要使用的淡水量减少了约80%。工艺用水经过生物净化，然后在生产中重复使用，这意味着每年可节约约3,750,000立方米的淡水。

在纸厂内，造纸所需的所有工艺用水均以节能和资源高效的方式制备，所有工艺用水都被回收利用，不会产生任何废水。

更重要的是，循环水处理厂的设计水力处理量为8L/kg纸，每天可以处理整个水路中的中水。这意味着在化学需氧量(COD)<6,000mg/L的情况下，循环水处理厂可以将造纸机工艺用水的污染程度持续保持在较低水平。

工艺用水中的有机成分在完全封装的净化过程中还可转化为沼气，沼气经过处理，用作生产蒸汽的天然气替代品，每年可节省约62,000,000 kWh电能，或节约10%天然气资源。

Progroup环境管理系统

Progroup自2013年以来一直使用符合ISO 50001:2018的能源管理体系，PM3生产线所实施的EMAS认证更是欧盟为提升企业环境绩效所指定的环保计划。通过参与该计划，Progroup承诺减少能源消耗，节省资源等。

通过能效和环保技术升级，Progroup节约的电能足以为18,750平方米的生活空间供热（假设每平方米生活空间的平均耗电量为160kWh/a）；根据德国联邦统计局的数据，可以为近500户家庭供电；节约的水源相当于德国约83,500人一年的用水量。

德国纸企Progroup是欧洲领先的包装和瓦楞纸板生产商之一，成立于1991年，在中欧六国拥有多个生产基地，包括三个纸厂、11个瓦楞加工厂、物流与电厂等，2020年销售额为8.81亿欧元。

水力式稀释水流浆箱 Integra®-Jet

DAZHI PAPER MACHINERY

www.dazhipaper.com

大指装备
DAZHI PAPER MACHINERY

专注整个造纸链中的关键技术和系统集成，坚持以创新引领发展，产品价值定位有别于传统的造纸装备企业，除了提供自主关键装备之外，更重要的是提供技术服务，包括工程设计、系统集成和装备升级改造服务。

河南大指造纸装备集成工程有限公司

无后座力摇振装置 Integra®-Shake

顶网成形器 Integra®-Top Former

膜转移施胶机 Integra®-Sizer

靴式压榨 Integra®-Shoe

可控中高压光机 Integra®-Calender

双底辊复卷机 Integra® -Winder

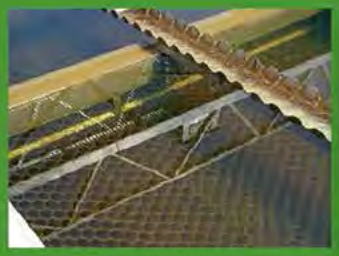
勇创新 集大成

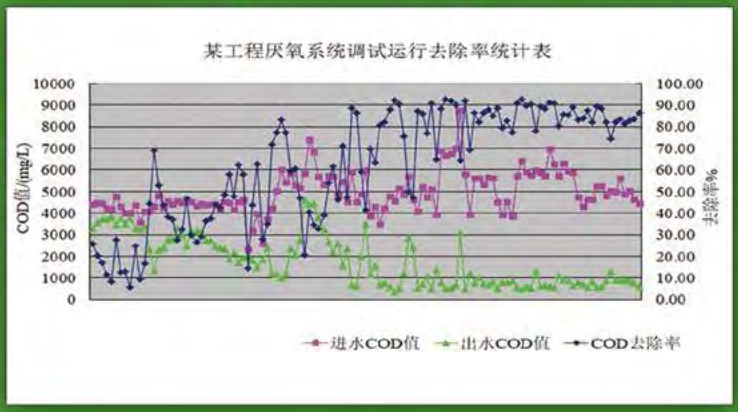
地址：河南省武陟县迎宾大道388号
邮箱：dazhi@dazhipaper.com
电话：13243038828（国内）
15538973150（国外）
www.dazhipaper.com

废水负荷高难处理
总盐高？无法循环？
纸张味道不清新？
怎么办？ 怎么办？

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

效率高　效果好　费用低





◎ 一体化厌氧系统
◎ PACA深度处理系统
◎制浆造纸废水脱盐及循环回用技术
◎制浆造纸用水封闭循环技术

山东环发科技开发有限公司

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

中插2

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

★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

济宁金汉斯环保材料有限公司

济宁金汉斯环保材料有限公司地处孔孟之乡、曾子故里，厂区占地面积4 7.1亩，是一家集科研、产品开发、生产、市场开发与服务的综合性民营企业。公司地理位置优越：水陆空交通交通便利，货运方便。本公司拥有拥有实力雄厚的研发团队、资深的专业人才、技术精湛的生产队伍和完善的销售服务网络。在近几年的发展过程中，公司研发团队齐心协力、开拓进取，共同努力成功研发：漂白控制剂系列、消泡剂系列、剥离剂系列、淤积沉淀控制系列、施胶系列、高效脱墨剂系列、荧光增白剂系列产品、涂布系列、水处理系列等系列产品。

公司以自己的实体企业为载体，结合国内外院校高精尖的创新理念，在2012年与陕西科技大学建立了横向联合，开发了高效脱气剂等系列产品；2013年与齐鲁工业大学合作，开发增干强剂、环压增强剂、耐折度增强剂；2015年开发新型漂白控制剂，使用效果明显，可用于化机浆、溶解浆、脱墨浆等生产线。2020年和齐鲁工业大学重点实验室合作开发高效消泡剂 ，2020年自主研发出荧光增白剂系列产品。

始终坚持“创新、敢为、协动、超越”的经营理念，以“创造价值、服务顾客”为终极目标。可为国内外客户提供制浆造纸工艺全面的咨询、技术解决和服务，同时根据客户需求，量身定做工艺解决方案。

主导产品：

联系我们

地址：山东省嘉祥县仲山镇明德路南首(272409)
电话：0537-7170788
网址：http://www.jnjinhansi.com/

联系人：总 经 理 孟令启 13791782799
销售总监 黄书秋 13964954190
技术支持 张立桢 13863770189

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

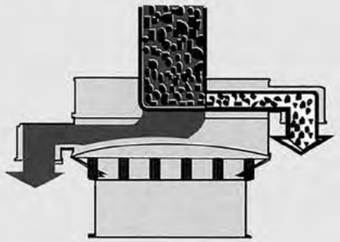
NFSB 南方设备

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–ø500、ø600、ø800、ø1000、ø1200、ø1500(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

	广东珠玑纸业	安徽利达纸业	郑州弘达纸业	上海南滨造纸	临安王氏造纸	富阳荣胜纸业
	广东新新纸业	安徽跃华纸业	许昌宏伟实业	山东百川纸业	武义要巨纸业	富阳泰骆造纸
	惠东宏盛纸业	安庆万邦高森	永丰永兴纸业	聊城东昌纸业	武义良信纸品	富阳祥力纸业
广东理文造纸	开封嘉宜纸业	安庆华邦纸业	永丰永祥纸业	临沂震元纸业	台州洋河纸业	富阳徐王纸业
东莞玖龙纸业	海南金红叶纸业	合肥金钟纸业	弋阳顺达纸业	菏泽宏泰纸业	黄岩苏尔迪纸业	富阳广泰纸业
东莞振兴造纸	广西劲达纸业	万邦高森纸业	上饶奇鹏纸业	杭州利群纸业	温州金桥纸业	富阳乾新纸业
东莞中联纸业	贵港红旗纸业	天长荣生工贸	西安万隆造纸	杭州徐王纸业	苍南群发纸业	富阳泰隆纸业
东莞永安造纸	宁夏美利纸业	宣城万里纸业	西安西郊造纸	杭州正宏纸业	苍南华新纸业	富阳春胜纸业
东莞双洲纸业	神伦(唐山)纸业	贾汪新星纸业	保定江城纸业	宁波招宝纸业	永嘉光明造纸	富阳春森造纸
东莞兆丰造纸	东信(漳州)纸业	无锡江南纸业	泊头龙达纸业	萧山蔡伦纸业	永嘉鑫鑫纸业	富阳鼎泰纸业
佛山金盛纸业	泉州香江纸业	江阴天河纸业	顺平惠兴纸业	绍兴昌盛纸业	永嘉七屿纸业	富阳江南造纸
揭阳信达纸业	泉州贵格纸业	盐城华泰纸业	佳木斯东方纸业	浙江金正纸业	永嘉神奇纸业	富阳茂元纸业
汕头嘉利华纸业	南 安 纸 业	扬州江胜包装	库尔勒天山纸业	浙江长兴纸业	新 徐 王 纸 业	富阳虹远纸品
虎门南栅造纸	南安三龙纸业	海门永源纸业	三环泰和纸业	义乌华川纸业	富阳神龙纸业	富阳络村造纸
汕头乐华造纸	邵武中竹纸业	丹阳天工纸业	通海三义造纸	海盐嘉湖纸业	富阳金辉纸业	富阳天隆纸业
普宁流沙润造纸	武陟广源纸业	丹阳长丰造纸	康瑞德恒纸业	嘉善宇善纸业	富阳华利纸业	富阳利峰纸业
江门振隆造纸	甫田福利纸品	金坛文凯纸业	江海明珠纸业	昌龙箱板纸业	富阳华星纸业	富阳佳明造纸
中山兴业造纸	利津世通纸业	太 平 洋 纸 业	宁阳天和纸业	龙游亿达纸业	富阳天亿纸业	富阳乾隆纸业

NFSB® 南方设备

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

金兄弟化工
JINXIONGDIHUAGONG

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

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

安徽砀山金兄弟实业科技有限公司

技术引进或技术转让、招聘市场、销售及工程师请联系：13905676096

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

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

潍坊华普化学股份有限公司

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科技型企业。公司现有厂房约两万平方米，主营产品年产能达20万吨。通过近二十年的研发、创新、生产，以成熟的产品投放造纸产业，部分产品出口国外市场。

公司走产学研发展道路，拥有自主研发能力的科研中心，配备先进的实验设施、设备，可针对客户在产品使用过程中存在的问题，及时提供完善的解决方案。同时，还组建了一支以研究生、本科生等高学历人才为主的科研和营销服务团队，不断优化产品性能，提升服务质量。

集团公司总部设在青岛市，新建研发实验室，引进高技术人才，不断提升研发能力，持续进行产品升级与优化。

- PAE湿强剂
- MF湿强剂
- 干强剂
- AKD乳液
- 蜡乳液
- 硬脂酸钙乳液
- 阳离子型松香乳液
- 阴离子型松香乳液
- 高效消泡剂

年产造纸化学品10万吨。
公司诚招产品区域总代理。

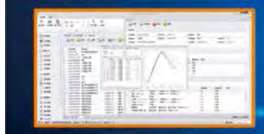
普林集团 PULIN GROUP

集团地址：中国·青岛
公司地址：山东省安丘市新材料产业园
公司电话:05364331198　WWW.huapuchem.cn
东部区域代表：于经理13805367518　E-mail:13805367518@163.com
南部区域代表：于栋栋15621671086　E-mail:3302391498@qq.com
西部区域代表：李庆伟13026552388　E-mail:1505914186@qq.com

品享科技
PNSHAR

品享科技，纸浆纸张品质管理专家

为全球5000多家科研院校、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

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

兴洲

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　　网址 http://www.jsxzok.com
电话：0523-86112333/86112111　手机：15152991688　15605263338　　E-mail:jsxzlidq@163.com

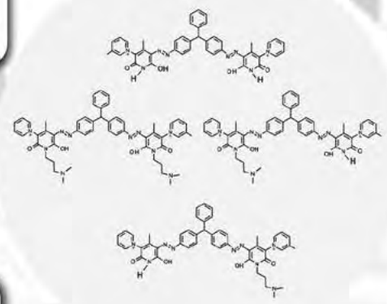
SHENLUN
申伦科技

纸张染料的研发、生产与应用服务

Paper Dyes Development Production and Application Service

- 液状纸张染料 Liquid Paper Dyestuff
- 粒状纸张染料 Granule Dustless Paper Dyestuff
- 纸用颜料分散体 Pigment Dispersion for Paper and Paper Coating
- 无色染料（热敏、压敏隐色体染料）
  Colorless Dyestuff（Leuco Dye for Thermosensitive & Pressure-sensitive Paper）
- 染料自动计量设备 Metering System for Paper Dye Application

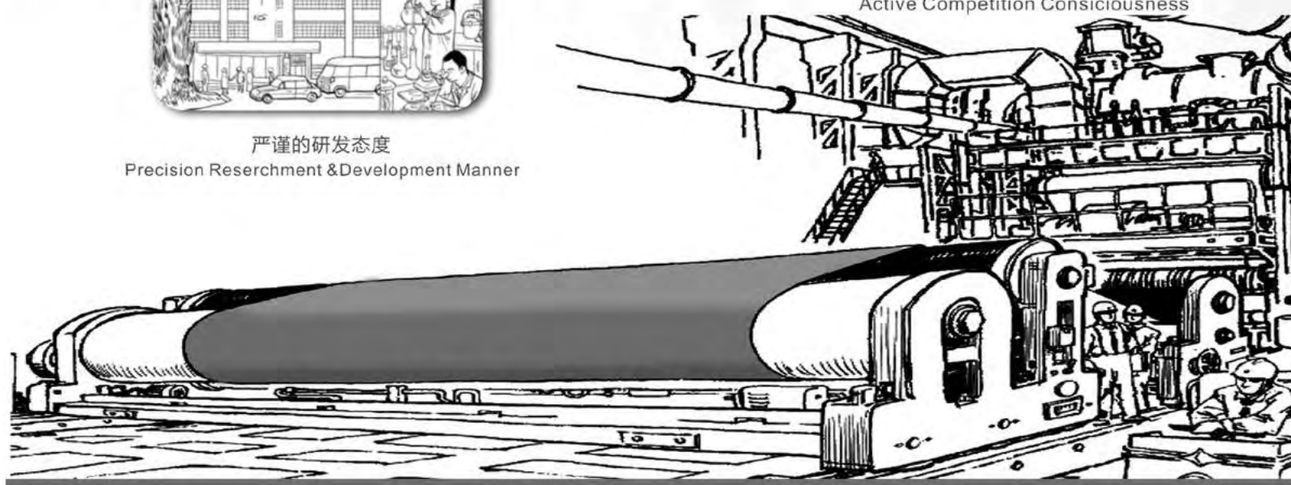
前沿的产品开发理念
Advanced Concept



精准的产品设计思路
Accuracy Product Design Thinking

努力参与市场竞争
Active Competition Consiciousness

严谨的研发态度
Precision Reserchment &Development Manner



上海申伦科技发展有限公司
上海智匠工业自动设备有限公司

电话/TEL：021-65360566　021-69891670
传真/FAX：021-65605707　021-69891669
邮箱/E-mail：paplion2000@163.com
网址/Web：www.sh-shenlun.com.cn

实实在在的效果，实实在在的品质，
只为给您带来实实在在的效益！

废纸制浆核心技术

胶粘物障碍—除胶剂

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

高强纸碎浆—解离剂

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

招　聘

技术服务人员多名（生活用纸方向），要求有新月型卫生纸机实操经验2年以上，工作地点全国，需适应出差。待遇面谈。

南化实业
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

德国舍弗勒集团大中华区INA/FAG轴承
专业 制浆造纸行业 授权商
济南赢创动力机械有限公司

授权品牌及主要产品：

德国舍弗勒INA/FAG滚动轴承和直线运动产品及附件官方授权商；
德国FAG轴承润滑脂和安装服务拆卸工具及在线离线状态监测产品授权商；
英国ROTOLIN刮刀直线轴承；
赢创公司自有商标权的ZGYB带座轴承非标特殊轴承和附件；
美国“ALKOTA”高压清洗设备；

企业经营理念：

汇优秀品牌-销行业精品；
助力企业发展-优质服务报国！
为客户提供长期稳定高端货源，解决造纸客户急需为己任！
大道唯诚-无信不立！携手共赢-创造未来！

地址(Add)：山东省济南市槐荫区恒大时代财富中心2号商务办公楼1307室
电话（Tel）：贾先生 15624525319 0531-69986379 69983531
邮箱（E-mail）：yingchuang668@163.com
传真（Fax）：0531-69983126

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。

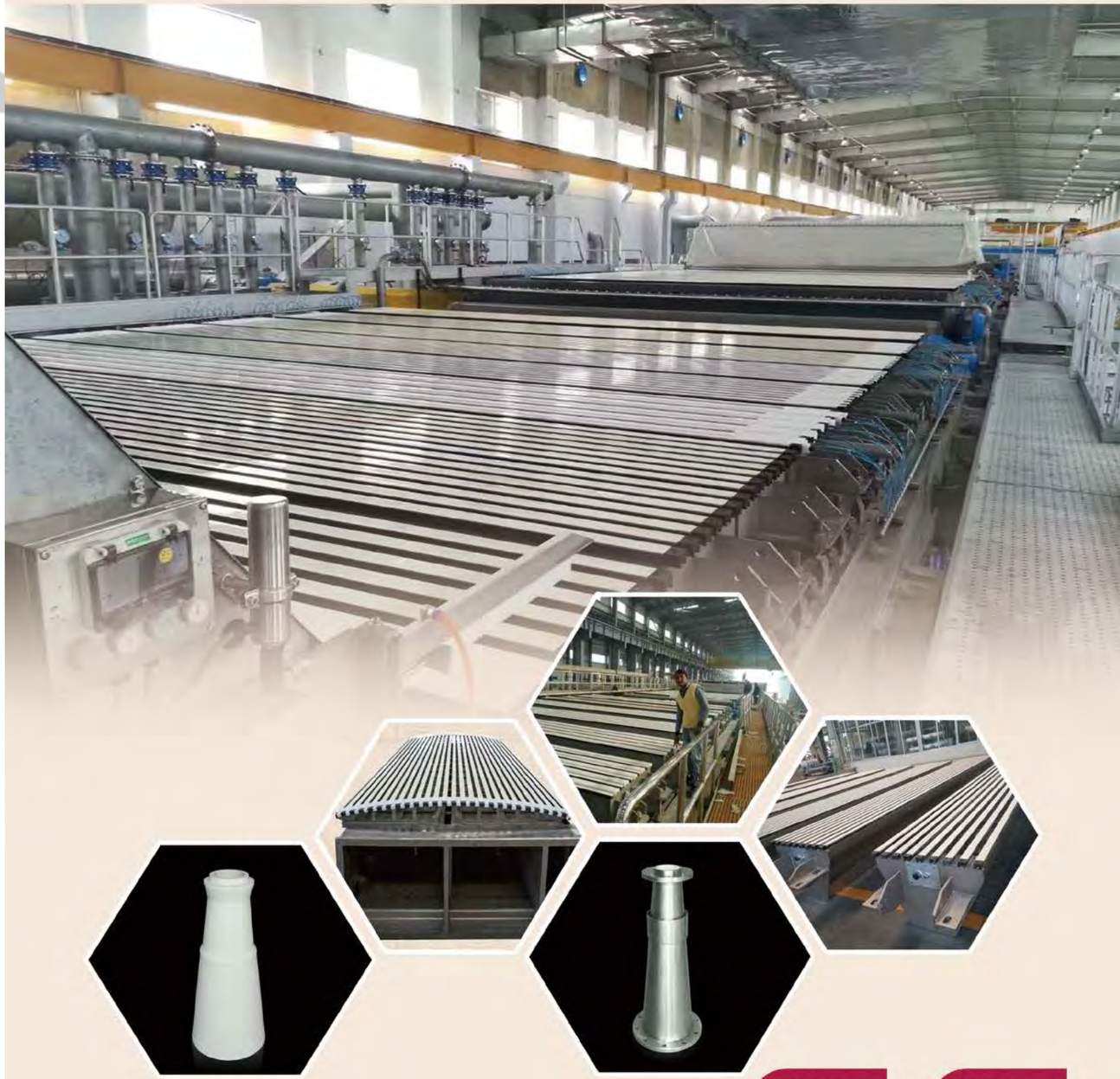
本公司坚持质量打造品牌，以信誉赢得市场，严格执行质量管理体系，完善的售后服务为宗旨，积极热忱的工作态度和灵活方便的经营方式，与多家国内知名企业建立了长期稳定的合作关系，赢得了广大客户的信任。诚邀国内外客商和各界朋友莅临指导，愿与社会各界同仁携手合作，谋求共同发展，继续为新老客户提供优秀的产品和服务。

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

硅元® 始于1958
SICER®

http://english.sicer.com



中国·淄博

CONTACT US
CONTACT US

MESTAR 德源美斯特

山东德源美斯特胶辊有限公司

为造纸 更节能

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

Met-P95 高性能聚氨酯

Met-P95系列高性能聚氨酯是极优的压榨辊覆层材料,相比高线压橡胶拥有以下优势：

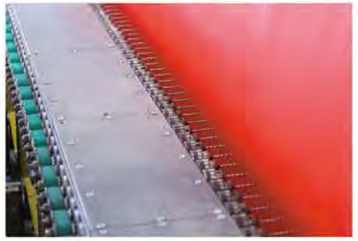
1、耐磨性是高线压橡胶的3-5倍，有效延长研磨周期；

2、拥有复合材料基层和交互式粘接工艺，可在线压力300kn／m工况条件下稳定运行。

3、优异的抗撕裂性能，可设计加工多样的表面开孔组合，达到最大的压区吞水量。

4、其优良的回弹性可在出压区时将盲孔沟纹中储存的水份迅速甩出，完美达到脱水效果并且没有堵塞孔径现象。

P95系列产品已广泛应用于市场，其节能降耗功能得到了客户的肯定与赞扬，是各类压榨部包覆材料的极佳选择。



Met-C91d 复合材料软压光

复合材料软压光辊已经成为越来越多高档特种纸、包装纸、文化纸等高档纸种压光机的优良选配。硬度在SHD88-93度，复合材料软辊和冷硬铸铁辊对压使用时，除了能起到初代压光机两硬辊配对的压光功能外，更能完美解决两硬辊对压的缺陷：

1、复合材料压光辊比冷硬铸铁辊软数百倍，具有较高的弹性模量，当两种辊以相同线压对压时能产生更宽的压区范围，可保持压区稳定并且有更大的线压调节范围，适用不同纸种和克重。

2、当纸页出现局部薄厚不一时，复合材料软辊可以良好的解决两硬辊相压出现的压力不匀问题，从而避免纸页被压溃的现象，使纸页紧度与光洁度保持一致。

除此之外我公司C91d软压光辊采用新型包覆工艺，使材料的耐磨性能再次提高，并具有更强的抗起皱效果。

企业公众号

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

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

邮箱：cn-deyuan2008@163.com　网址：http://www.cn-deyuan.com

CPPIA

集合资源 形成合力 统筹策划
合理有序地开拓国际纸业市场

“中国制浆造纸及装备国际联盟”、“中国制浆造纸装备国家展团”，将组团参加备受业内认可的“亚洲纸展”。

2022亚洲（泰国）纸展暨世界卫生纸展（Asian Paper & Tissue World 2021）

时间：2022年5月18日-20日　地点：泰国曼谷BITEC展览中心

亚洲纸业展览会，泛亚地区唯一的、规模最大的制浆造纸专业展览会，涵盖了该地区制浆造纸产业每个环节，为制浆造纸生产商创造了与全球顶尖纸业机械、设备、服务供应商会晤洽谈的最佳平台，主导着该地区纸浆和纸类行业的发展趋势。

展会的招展工作已经开始，计划参展的企业，请联系我们!

联系电话：0531-8852 2949　邮箱：adv@cppi.cn / cppi8@cppi.cn

联系人：赵琬青 15725121168　270304364@qq.com；宋雯琪 15628845796

更多详情，请关注微信公众号“中华纸业传媒”

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。

SJJ-08
甩干机

ZBK-100
表面吸收重量测定仪

DLD-100
定量取样器

山东鲁纸技术开发有限公司
原山东造纸工业技术开发公司
欢迎来电垂询或来人面谈，联系人：宋在国　孙兆义
地址：济南市工业南路101号（山东省造纸工业研究设计院三楼）
电话：0531-88933241　13708920216
传真：0531-88933990
单位名称：山东鲁纸技术开发有限公司
帐号：3700 1618 8160 5015 0032
开 户 行：中国建设银行济南东环支行

ZB-B
白度测定仪

肖伯尔式
打浆测定仪

ZH-3
厚度测定仪

中国国际造纸科技展览会
China International Paper Technology Exhibition

2021 中国国际造纸科技展览会及会议

China International Paper Technology Exhibition and Conference (CIPTE)

2021.8.11–13

上海世博展览馆

Since 1987
34 years

主办单位

中国造纸协会
中国造纸学会
中国制浆造纸研究院有限公司

承办单位

中国制浆造纸研究院有限公司
中国造纸杂志社

同期主要活动

- 2021中国国际造纸创新发展论坛
- 2021国际造纸技术报告会

Http://www.chinapaperexhibition.com

中国造纸杂志社 China Pulp and Paper Magazines Publisher

联系人：张景雯 010-64778167 13521035679 龚 凌 010-64778166 13520123792
陈悦龙 010-64778173 18710026774 金合意 010-64778168 13581723915
邮 箱：zhilinzhan@sina.com，cpg@vip.163.com

RSD
结合实际 精准发展

青岛润晟德新材料有限公司

01 系统控制剂

对造纸系统的胶黏物处理效果非常理想，超越了传统胶黏物控制剂（阳离子型、分散型）效果，克服了酶制剂对使用环境诸多要求。本产品作用时间快，成本低，适用性广，不受温度、PH、杀菌剂、重金属等影响，并且不干扰其它化学品应用，直观解决了糊网、糊毛毯、糊烘缸、复卷粘纸等现象。

02 环保型杀菌剂系列

1、非氧化性杀菌剂（异噻唑啉酮、有机溴等）
高效、适用性广、持久性强、抑菌效果好。
2、弱氧化性杀菌剂
在线复配稀释、自动添加、用量小、杀菌快、效率高、降解快、不影响污水、彻底解决黑浆断纸、不需要停机刷洗、夏季对除臭酸效果非常理想。

03 合成硅镁酸盐

改善钛白粉的分散及留着率、提高遮盖力、提高纸的明亮度、挺度，改善纸张印刷性能等。

我公司其它产品：剥离剂、粘缸剂、网毯保洁剂、抑垢剂、消泡剂、CMC等。

本公司招聘技术及营销人员

地址：山东省青岛市平度市同和街道办事处泽河三路东侧 电话：0532-83302227
联系人：李先生17669681707 刘先生 17669681705 邮箱：runshengde@sina.com

晨钟 CHENZHONG® MACHINERY

山东晨钟机械股份有限公司
SHANDONG CHENZHONG MACHINERY CO.,LTD

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。

CD70 高浓磨浆机

技术参数

01	安装磨盘直径	60" ～ 70"(1524mm ～ 1778mm)
02	电机功率	≤ 15000kW
03	设计转速	1500rpm
04	磨浆浓度	25% ～ 40%
05	生产能力	250 ～ 400t/d（杨木化机浆）
06	设计工作温度	≤ 150°C
07	最大连续操作压力	0.4MPa
08	动盘最大推力	5×10^5N

公司有10余年的高浓磨浆机研发制造经验

销售电话：0533-8580059 8588059（传真）
网址：www.chenzhong.com.cn
邮　　箱：chenzhong@chenzhong.com.cn
联系人：造纸：周总 13864389519　朱总 13853333512
污泥：齐总 13708948566　郭总 13354401887

广西绿晨环境工程有限公司

绿晨
LVCHEN

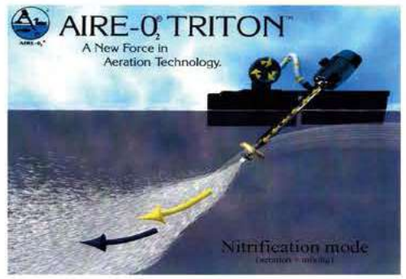
专业、专注、专心
专业化的提供高附加值的废水、废气治理系统解决方案。

UMIC厌氧反应器

UMIC厌氧反应器，工艺特点：

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

山东太阳宏河纸业有限公司污水厌氧改造处理工程



部分业绩（排名不分先后）

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

地址：南宁市高新区科园大道68号东盟慧谷3号楼2楼
电话：0771-3219568 传真：0771-3215689
www.lchj.net.cn

东瑞机械
DONGRUI MACHINERY

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、搅拌器、中浓度磨浆机（150-200t/d）、搓丝机等

全案策划/凤凰广告 0531-88388606 www.phoenix100.com

DSW系列低脉冲泵（稀释泵）
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）搅拌器
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

滨州东瑞机械有限公司
Binzhou Dongrui Machinery Co.,Ltd

地址(Add):山东省博兴县曹王镇纬中路113号（Caowang,Boxing,Binzhou,Shandong,China） 邮编（P.C）:256509
电话(Tel):0543-2413186 2413189 传真(Fax):0543-2411686 Http://www.bzdrjx.cn E-mail:bzdrjx@163.com

华隆机械
HUALONG MACHINE

专注于
废纸制浆
FOCUS ON PULPING

济宁华隆机械制造有限公司
JINING HUALONG MACHINERY MANUFACTURE CO.,LTD.

中国•山东省济宁市经济技术开发区嘉诚路 272400
Jiaxiang Economic Zone,Jining City,Shandong Province,China
Tel：+86-537-6988589 Fax：+86-537-6988588
E-mail：HLJXWFP@163.COM

ISSN 1007-9211

国内统一连续出版物号：CN 37-1281/TS 邮发代号：24-136 定价15.00元