

青岛纺织工程与管理

QingDao Textile Engineering and Administration

2010年第 2期

青岛市纺织工程学会 主办
锦 桥 纺 织 网 协办

E-mail: qzb1949@sina.com

本期目录

工业和信息化部关于纺织机械工业结构调整的指导意见

“纺织之光”2009年度中国纺织工业协会科技奖评审揭晓

【论文选刊】

数字喷墨印花技术及其进展

青岛大学 房宽峻 付少海 张霞 田安丽 王潮霞

服装生命周期影响评价的研究

青岛大学 陈建伟 王珏

【科技前沿】

第三织物 / 熔喷无纺布

青岛市纺织工程学会 戴受柏 辑

【青岛纺织史料】

青岛第四印染厂 / 青岛第五印染厂

青岛纺联控股集团有限公司 王立永 辑

工业和信息化部关于纺织机械工业结构调整的指导意见

【发布时间 :2009年 12月 11日】

为贯彻落实《纺织工业调整和振兴规划》（国发〔2009〕10号），提高纺织机械工业竞争力，实现纺织强国提供装备技术支撑，现就纺织机械工业结构调整和技术进步提出以下指导意见：

一、纺织机械工业现状及存在的问题

经过多年的快速发展，我国纺织机械工业已形成较为完善的整机制造和零部件生产配套体系，为纺织工业的发展做出了重要贡献。至2008年底，规模以上纺织机械企业近千家，实现销售收入512亿元，占世界纺织机械市场的25%。通过技术引进、消化吸收和自主创新，新型纺织机械开发能力逐步提高。年产

20万吨成套聚酯装置、日产 200吨涤纶短纤维成套设备的国产化应用，使我国在涤纶、聚酯装备制造领域居世界先进行列；自动络筒机生产实现了较大突破，国内市场占有率近三年提高了 20个百分点，我国成为世界四大自动络筒机生产国之一；剑杆织机、电脑横机、高速经编机等产品实现了产业化，非织造布机械在技术应用和新产品开发上取得了积极成果。

我国纺织机械工业虽然取得了较大成绩，但与国际先进水平相比仍存在较大差距，还不能完全适应纺织工业发展的需要。一是自主创新能力较弱。传统的棉、毛、麻、丝等纤维加工设备比重较大，差异化、节能降耗等新型、高端产品仍主要依靠进口，年进口额高达 40亿美元，占国内纺织机械市场的近 40%。二是专用件和配套件生产水平不高，整机产品稳定性较差，2008年辅助装置和零配件进口额 4亿美元，占国内纺织机械部件市场的 40%。三是“两化”融合水平较低，纺织机械设计制造集成化、模块化、自动化、信息化的应用还不普遍，产品自动控制水平较低，信息化和工业化有机融合水平亟待提高。四是公共服务体系尚不完善，为纺织机械行业提供信息咨询、技术开发、人才培养等方面的服务体系不能满足行业发展的需求。

纺织机械工业是纺织工业的重要组成部分，更是促进纺织工业发展的重要支撑，加快提升纺织机械工业的整体水平，增强纺织机械工业自主创新能力，对于增强纺织工业国际竞争力，优化纺织工业结构，加快实现纺织强国步伐具有十分重要的意义。

二、指导思想、基本原则和发展目标

（一）指导思想

以科学发展观为指导，以全面满足纺织工业转型升级对技术装备需要为目标，全面贯彻落实《纺织工业调整和振兴规划》，转变纺织机械工业发展方式，提高自主创新能力，促进“两化”融合，增强纺织机械工业竞争力，为实现我国由纺织大国向强国转变提供技术保障和装备支撑。

（二）基本原则

1 坚持纺织机械产业结构调整与纺织工业转型升级相结合。促进传统纺织机械产品的升级换代，提高装备自动化和信息化水平；加快节能减排新技术和新装备的推广应用；加快新型纺织机械的研发和产业化，为培育纺织工业新的增长点提供保障；加强技术改造，淘汰落后纺织机械装备，实现纺织机械工业发展模式由量的扩张向质的提高转变。

2 坚持自主创新与引进消化再创新相结合。加大科研投入，建立和完善产、学、研、用紧密结合的创新机制，实现纺织机械设计制造核心技术的突破，提高自主研发水平；通过引进装备技术的消化吸收再创新，进一步提高自主创新能力，实现纺织机械工业的可持续发展。

3 坚持整机制造与专用件、配套件开发相结合。以提高专用基础件、配套件可靠性为重点，加强专用件和配套件研发力度并尽快实现产业化，为提升纺织机械整机装备水平提供保障。

4 坚持市场竞争与政策引导相结合。以市场为导向，营造公平的竞争环境，提高企业管理水平，加快兼并重组，优化资源配置；以政策为引导，健全产品研发、标准制定、质量检测、人才培养、知识产权保护、信息咨询等服务体系建设，促进行业健康有序发展。

（三）发展目标

增强纺织机械工业自主创新能力，纺织机械整体设计制造达到国际先进水平；纺织机械产品结构明显优化，国产纺织机械产品在国内市场占有率进一步提高；建立和完善纺织机械工业的标准制定、质量检测和市场信息分析等公共服务体系；提高企业管理水平，加快纺织机械工业“两化融合”步伐，实现纺织机械工业健康可持续发展。

2009-2011年的具体目标是：

1 提升自主创新能力和产品质量水平。无梭织机和主要针织机械设计、制造技术实现新突破，国产纺织机械产品在国内市场占有率由 60%提高到 70%。

2 优化产品结构。大力开发并推广应用国产产业用纺织机械，使其占全部纺织机械市场份额由目前 10%提高到 30%，节能减排型纺织机械产品的推广应用水平逐年提高。

3 制造工艺水平明显提高。制造过程主要污染物排放量减少 10%，材料利用率由目前的 80%提高到 85%，重点企业制造设备的数控化率由目前的 10%~ 12%提高到 15%~ 20%，主要专用件、配套件达到国际同类产品水平，产品可靠性和稳定性明显提高。

三、重点任务

（一）大力提升传统纺织机械技术水平。企业应加大研发投入，采用柔性化、机电一体化、模块化结构设计，开发具有差别化功能的化纤设备和具有在线检测、计算机网络诊断和自动控制功能的纺织装备，实现传统纺织机械装备升级换代。重点发展细络联、粗细联等棉纺设备，高速智能型喷气织机、剑杆织机、电脑横机等织造设备。

（二）加快新型纺织机械产品研发和产业化。以成套装备的工程化应用为依托，加快新纤维、新材料、产业用纺织机械成套装备的研发和产业化，提高设备制造和工程化服务能力。重点开发特种和高性能纤维的专用成套设备；大力开发并推广产业用特种织机、经编机、缝编机以及各种高性能的非织造布成套设备和后整理设备等。

（三）积极发展节能减排型纺织机械产品。在纺织机械装备中推广应用具有高强、轻质性能的新材料和节能的机电产品，降低纺织机械装备能源消耗水平，为纺织工业整体节能降耗提供技术保障。重点发展新型印染设备、节能节水的麻纺和丝绸设备等。

（四）提高纺织机械专用件和配套件的制造能力。以提高稳定性和可靠性为基础，加快纺织机械专用件、配套件的研发和产业化。重点发展高性能纺纱配件、高速织造专用部件、针织用针等；加快纺织检测检验仪器的研发和生产；推广应用智能化在线检测与控制技术。

（五）提高“两化”融合水平。加强纺织机械企业的技术改造，提高“两化”融合水平，促进纺织机械企业的工艺技术进步和机床数控化率；推广精密铸造、精密冲压、粉末冶金、塑料注塑等精密成型工艺，提高精密加工技术水平；推进适合行业特点和管理要求的信息化管理软件应用和先进设计软件的应用，提高企业管理水平。

（六）促进产业组织结构调整。鼓励企业通过兼并重组、强强联合、优势互补，优化产品结构，延长产业链，完善产品配套水平；支持中小企业精、深加工，形成以专用件和配套件为支撑，专业化分工、社会化协作、上下游相互促进、协同发展的产业格局；支持以产品、技术和产业链为纽带，促进区域合作和产业集群发展。

（七）建立健全行业公共服务体系。整合行业协会、重点企业、大专院校、科研院所、标准化委员会和各级检测中心等资源，建立行业技术服务平台，为行业和企业提供共性技术、关键技术、工程化应用和新型管理模式等方面的服务；支持以企业为主体，联合科研机构和大专院校，建立和完善一批具有先进水平的国家级、省级纺织机械技术中心和工程中心，增强基础性试验、工程化试验和检测分析能力；加快修订和完善行业标准体系，进一步完善质量检测体系；依托行业协会，建立行业信息服务平台，完善行业运行预警机制，及时、准确发布行业经济运行、国内外市场动态等信息，引导行业有序发展。

四、政策措施

(一) 加大技术进步和技术改造支持力度。对符合产业政策、符合纺织机械工业重点发展方向的技术改造项目给予支持；重点支持新型纺织机械装备研发和产业化项目、提高质量水平的工程化试验线项目、采用高效节能电机开发的纺织机械装备项目以及纺织机械制造工艺研发、质量检测、工艺服务体系建设项目。

(二) 鼓励订购和使用国产首台(套)纺织机械技术装备。对订购和使用首台(套)国产纺织机械装备的项目，按国家鼓励和使用首台套国产重大技术装备相关政策执行，并在技术改造项目安排等政策上予以优先考虑。

(三) 纺织机械零部件进口税收政策。支持符合条件的制造高速喷气织机和自动络筒机的纺织机械企业，在进口部分关键零部件时享受免征进口关税和进口环节增值税的政策；进一步研究国家支持发展的其他新型纺织机械进口关键零部件税收优惠政策。

(四) 加大对纺织机械企业金融支持。对符合条件的纺织机械企业在上市、发行公司债券、短期融资债券等拓展企业融资渠道方面给予支持；充分用好出口信贷，扩大纺织机械成套设备出口。

(五) 鼓励企业兼并重组。在纺织机械企业兼并重组中，积极利用市场手段推动联合，实现优势互补，并按有关规定减免契税，对实施兼并重组企业的技术改造项目给予优先安排。

(六) 加强产业政策引导。严格执行国家相关产业政策及产业结构调整指导目录，适时调整纺织工业鼓励、限制、淘汰的技术装备目录，禁止生产已列入淘汰目录中的纺织装备，引导企业发展高效、高质、节能的纺织新装备；加强纺织机械标准化体系建设，加快纺织机械节能、安全等方面的标准制修订，提高纺织机械质量水平。

(七) 发挥行业协会的作用。充分发挥行业协会在行业自律、技术咨询、市场开拓、信息引导等方面的作用，支持行业协会协调解决行业问题，为推进纺织机械重大技术装备产业化做好服务。

附件：纺织机械工业技术进步和技术改造的重点

纺织机械工业技术进步和技术改造的重点

一、传统纺织机械技术提升

领域	支持重点	主要技术目标
差别化纤维成套设备	改性聚酯成套装备和具有差别化功能的专用纺丝设备	提高聚酯纤维多样化、新型化和功能化水平
	超细纤维成套设备	单丝纤度 < 0.5d, 满卷率 99%
	日产 100吨及以上的锦纶聚合装备	相对粘度 []2.4~ 2.6± 0.015, 干切片含水 0.05%
棉纺关键装备	细纱机	具有模块化设计, 能配集聚纺、包芯纱等装置
	并条机	单眼并条机具有开环超短片段自调匀整功能
	精梳机	梳理速度达到 400钳次 /min
	粗纱机	纺纱速度达到 1500r/min, 并配置自动落纱与输送装置
	细络联合机	机电一体化程度高, 并具有自动联接系统
	全自动转杯纺纱机	具有自动接头, 纺杯速度达到 120000r/min
	新一代自动络筒机	卷绕速度达到 2000m/min
新型毛纺、丝、绢、麻设备	高速毛纺精梳机	梳理速度达到 260钳次 /min
	新型针梳机(毛纺、麻纺)	出条速度 120m/min, 具有自动清洁和自动润滑、电子式自调匀整
	毛纺立式无捻粗纱机	出条速度达到 120m/min, 搓皮板速度 1000次 /min
	新型桑蚕用自动缂丝机	吨丝耗水降至 1000吨以下, 电耗下降 10%以上
	新型煮茧机	实现自动化、连续化
	柞蚕丝自动缂丝机	生产效率提高 1倍以上
	绢纺圆梳新工艺成套设备	提高产量 30%, 减少用工 50%
	新型苧麻牵切纺设备	减少苧麻梳纺工序, 提高制成率 10%, 减少用工 40%
准备设备和织造设备	整经机、浆纱机	具有在线检测功能, 整经机计长精度 0.1%, 浆纱机伸长率 0.2%
	数字化高速、宽幅剑杆织机和喷气织机	剑杆织机入纬率达到 1200m/min, 喷气织机入纬率达到 2000m/min
	特种织机	高速双层织机、毛巾织机、双层地毯织机, 高速数字化簇绒地毯织机、地毯编织机等填补国内空白
新型高速智能化针织机械	嵌花型电脑针织横机、电磁选针电脑横机	根据不同机型达到双系统或三系统, 编织宽度 52英寸, 机号 E3.5~ 7(多针距)、5 7 10 12 14 15 16, 电脑自动控制 32~ 48把纱嘴, 编织最高速度 1.2m/s
	高精度、单、双面系列圆纬编机	筒径 30~ 42英寸, 机号 E28~ 46
	单、双面六色电脑调线提花圆纬机	转速 16~ 18r/min
	电脑无缝针织内衣机	转速 110r/min
	新型中动程高速经编机,	幅宽 218英寸, 机号 E32, 转速 2500r/min
	新型短动程高速经编机	幅宽 186英寸, 机号 E36, 转速 2800r/min
	多梳栉经编机	形成系列, 梳栉数达 59把及以上
	拉舍尔高速经编机	幅宽 170英寸, 机号 E32, 转速 2400r/min
	双针床经编机	幅宽 84英寸, 机号 E22, 转速 950r/min
	全自动无缝内衣经编机	幅宽 138英寸, 机号 E24, 转速 600~ 700r/min
纺织品试验、检测仪器	新型智能化、纤维功能性检测仪器	智能型纺织试验、检测仪器采用微机控制、自动测量、光电检测和图像处理技术, 配有中文菜单、报表打印、可扩展联机通讯等功能
	纺织品用张力、强力、透气、透湿、热阻、湿阻、悬垂性、保温等功能性检测仪器设备	
	全自动验布设备	
	纺纱、纱线等全流程生产质量在线检测装置及系统	

二、产业用纺织品装备研发及产业化

领域	支持重点	主要技术目标
特种和高性能化纤专用设备	高强高模聚乙烯纤维成套设备	年产 200吨, 纤维强度 32cN/dtex, 模量 1100cN/dtex
	千吨级碳纤维成套装备	年产千吨级, 纤维品种 T300~ T700
	千吨级芳纶 1414成套装备	年产千吨级, 纤维强度 20cN/dtex, 模量 460cN/dtex
	千吨级以上聚苯硫醚长、短丝成套设备	年产千吨级以上, 纤维强力 4.5cN/dtex
产业用纺织品特种织造和捻线设备	产业专用剑杆织机	宽重织机幅宽达到 12m
	双轴向经编机	幅宽 260英寸, 机号 E12, 转速 1000横列/分
	多轴向经编机	幅宽 105英寸, 机号 E6, 转速 600横列/分
	系列缝编机	转速 600~ 1000r/min
	直捻机	最高锭速达 11000r/min
产业用非织造布成套技术装备及关键单机	丙纶纺粘针刺生产线	幅宽 5m, 年产量 5000吨, 带有后处理装置
	涤纶纺粘地毯基布生产线	幅宽 4.2m, 纵横向强力比 1:1.2, 克重 80~ 150g/m ²
	双组份纺粘水刺裂解法生产线	幅宽 3.2m, 水刺开纤率在 80%以上, 开纤后单纤达 0.075d
	皮芯型双组份纺粘热风生产线	幅宽 3.2m, 克重 50~ 250g/m ² , 纤度 8~ 12d
	高效过滤熔喷生产线	幅宽 3.2m, 过滤效率 70%
	多头纺熔复合生产线	幅宽 3.2m, 速度 400m/min, 强力 TYPE3(50g/m ²)
	自均压双辊热轧机	幅宽 3.2m, 最大线压力 150kg/cm, 最高轧辊温度 250, 线速 300 m/min
	加工特种材料的梳理针刺生产线	幅宽 3.2~ 9m(用于碳纤、玻纤、聚四氟乙烯纤维等)
	高速针刺机	幅宽 2.5~ 5m, 针刺频率 1500~ 1800次/min
	多功能涂层复合生产线	幅宽 3.2m, 4层复合
	超细纤维合成革基布后处理联合机	幅宽 1.8m
	高速自动卷布机	幅宽 3.3m, 速度 300m/min
	高效连续式揉纹机	幅宽 1.5m
	自动加湿机	幅宽 3.2m, 给湿量 15~ 1800g/min

三、节能减排环保装备开发

领域	支持重点	主要技术目标
智能化在线检测与控制技术	印染全流程、多机台工艺参数在线检测与控制系统	丝光碱浓度控制精度 $\pm 2g/L$, pH值控制精度 $\pm 2\%$ 温度控制精度 ± 0.5 张力控制精度 2% 烘房湿度测量精度 $\pm 1.5\% RH$
	印染车间在线远程监控与故障诊断	
	化学品自动配液与输送系统	上料能力 100L/min, 最大分配速度 70L/min, 助剂分配精度 $\pm 2\%$, 浓度控制精度 $\pm 2g/L$
	印花机自动对花等系统	相邻圆网对花精度 0.1mm, 任意两位圆网对花精度 0.2mm
节能环保通用系统	水、热能高效回收、过滤和再利用系统	水的回用率由 10%提高到 30%, 减少蒸汽消耗 20%, 处理后废水的 COD值为 60mg
	废气净化、回收系统	
	节能空调和滤尘系统	功率 2.2kW, 机组二级最大过滤面积可达 67m ² , 处理风量可达 90000m ³ /h
	专用节能风机	细纱机节能专用风机装机功率 1.1kW, 纺织空调整节能风机主风机平均装机功率 22kW
高质、高效、环保的纺织印染设备	高质、高效连续式印染成套设备	生产线速度 70m/min及以上, 实现高效水洗、高效烘干与定形, 精密印花, 低温、短流程染色
	织物及纤维常压等离子体改性设备	在大气压下实现对纺织面料的连续处理; 处理面料幅宽为 1.6m以上, 车速 40m/min以上
	针织物连续练漂水洗生产线	连续式, 生产线速度 50m/min, 低张力检测与控制系统
	小浴比染色机	浴比不大于 1:8

	低温染色、超声波水洗、棉织物转移印花等节能节水的印	机器辊面幅宽 1.8~ 3.6m, 机械车速 10~
	染设备与技术	70m/min, 工艺车速 60m/min
	配备热能回收系统的定形机	减少热消耗 20%
	新型高效毛麻染整设备	间歇式设备布速 0~ 400m/min, 载荷 0~ 600kg及以上, 连续式设备车速 0~ 50m/min, 幅宽 2m
	节能节水苧麻脱胶设备	研制生物技术或高效煮练助剂的苧麻脱胶新技术与设备, 缩短煮练时间、节能节水, 提高制成率
高效环保的化纤装备	万吨级新溶剂法纤维素纤维成套生产设备	年产量 1万吨, 工艺速度 60~ 100m/min 纤维纤度 1.5~ 3d/f
	聚酯工业的节能减排环保设备与技术	每吨聚酯综合能耗不高于 80kg标准燃料油, 酯化废水中乙二醇含量不高于 0.05%, 副产物乙醛回收率高于 99.5%

四、基础件和配套件开发制造

领域	支持重点	主要技术目标
纺织装备专用功能件	碳纤维等高性能纤维专用的喷丝板, 碳纤维用卷绕头, 高性能纤维用计量泵	加快研究专件、器材和配套专用装置的新技术; 推进新型材料应用, 提升制造工艺, 实现产品竞争力的提升; 提高产品的可靠性指标, 指标值达到国际先进水平的 80 %
	全自动、高速卷绕头(机械速度 5500m/min), 高频加热的热牵伸辊, 高精度纺丝计量泵(出口数大于 6 流量不匀率 1.2%)	
	高速锭子和转杯, 紧密纺装置; 新型开口装置(积极凸轮开口装置, 电子多臂装置, 电子提花装置), 高性能喷嘴, 高性能宽幅铝合金综框、钢筘, 高性能钢片综	
	新型机电一体化控制系统的储纬器(输纱器), 电子选针器	
	新型针布, 针刺机针板	

五、纺织机械企业技术改造重点工艺及技术

领域	支持重点	主要技术指标
推广新型节能环保的铸造、热处理、表面处理工艺设备	高效环保节能铸造工艺; 墙板等大件喷漆新工艺, 新型静电喷粉生产线, 黑色磷化技术, 离子氮化工艺技术和设备; 液态化热处理技术, 频谱谐波时效技术等; 铬雾回收技术	人均年生产铸件由 25~ 30t 提高到 80~ 100t 的先进水平, 能耗达到 400~ 500kg 标准煤/吨; 淘汰现有电阻式压铸保温炉、煤气炉熔化工序, 采用焦炭炉熔化工序。推广新型静电喷粉自动线, 提高表面涂装质量, 降低产品生产成本; 使用离子氮化工艺和设备, 实现小模数齿轮磨擦磨损的轴类零件和异型件微变形强化处理
推广高精度、柔性化、多功能复合加工制造技术和设备	高速加工、超精密加工技术; 五面体加工中心, 五轴联动机床, 复合机床; 大喉深高速冲床, 激光切割机, 精细等离子切割机	提高制造过程的精密化、柔性化, 数控化率达到 10% 以上, 其中骨干重点企业达到 15% ~ 20% 以上; 推广应用“龙卷风”精细等离子切割机, 实现中厚钢板非配合尺寸零件的切割, 部分替代机加工工作, 做到少、无切削加工, 材料利用率由目前的 80% 提高到 85%
推广在线检测技术、信息技术、计算机网络技术等加工制造领域中的应用	关键零件/新型专件加工过程的在线检测技术应用, CAD/DAE/CAPP/CAM/PDM/ERP 的集成技术应用, 数控设备的网络化管理技术应用	关键零件、新型专件的精加工工序能力指数达到 1~ 1.25, 实现产品设计、工艺规划、数控加工及质量检验等工程活动的自动化处理以及在线刀具、生产过程和设备运行监控、加工仿真、文件存储和传输的网络化, 提高企业管理水平

“纺织之光” 2009年度中国纺织工业协会科技奖评审揭晓

青岛凤凰印染有限公司等分别获二等奖、三等奖

2009年 11月 26日，由中国纺织工业协会主办，纺织之光科技教育基金会协办，以推动我国纺织科技教育事业发展为宗旨的 2009 年度中国纺织工业科技教育奖表彰大会在北京隆重举行。大会颁发了纺织科学技术进步一、二、三等奖共 144项，以及“纺织之光”教师奖、学生奖和中国纺织工业协会纺织高等教育教学成果奖。

钱之光同志是新中国纺织工业的奠基人与开拓者。纺织之光科技教育基金会是在钱之光科技教育基金基础上于 2008年 7月 2日在北京成立的。纺织之光科技教育基金，主要用于奖励全国纺织战线上有突出贡献的科技工作者以及原始创新和集成创新方面的科技成果，奖励在纺织教育战线上的优秀教师和优秀学生，使他们成为全行业的典型和学习榜样。

青岛凤凰印染有限公司、青岛即发集团股份有限公司、青岛宏大纺织机械有限责任公司获二等奖，山东省纺织科学研究院、青岛纺联集团六棉有限公司获三等奖。

获奖项目

二 等 奖	非洲花布的无蜡防印生产新技术	青岛凤凰印染有限公司	戴守华、吴晓飞、王福善、于颖、刘书庆、王岩、于龙基
	宽幅聚四氟乙烯膜及复合材料	青岛即发集团股份有限公司	陈玉兰、杨为东、黄聿华、林成兵、孙田福、栾爱先、武玉勤、崔海世、万国晗、杨向贤
	JMF1207型梳棉机	青岛宏大纺织机械有限责任公司	耿佃云、徐晓睿、车社海、冯陈顺、姚霞、杨丽丽、李界宏、王思友、谢金廷、贾存平
三 等 奖	功能亲肤性可降解 Ingeo纤维应用研究及其多元生态纺织品开发	山东省纺织科学研究院 青岛雪达集团有限公司	关燕、张世安、臧勇、王显旗、金晓东、孙广照、杜宪文
	多组份纤维间断式纺纱技术开发与规模化生产	青岛纺联集团六棉有限公司	毛明章、鞠彦军、鲍智波、王伟、秦世民、李青生、倪连顺
	全自动地毯静电测试仪的研制	山东省纺织科学研究院	林旭、何红霞、刘壮、左俊杰、付伟、张海青

【论文选刊】

数字喷墨印花技术及其进展

房宽峻 付少海 张霞 田安丽 王潮霞

(青岛大学)

摘要：数字喷墨印花技术是 21 世纪使纺织品生产发生革命性变化的高技术之一，目前已经得到国内外的广泛关注，是发展最快的纺织品加工技术。本文介绍了数字喷墨印花技术的基本原理以及有代表性的数字喷墨印花机和常用的喷墨印花墨水，分析了数字喷墨印花技术的发展现状，提出了数字喷墨印花技术今后发展需要解决的一些关键技术问题。

关键词：数字喷墨印花 印花机 染料 颜料 墨水

1. 引言

印花是纺织品生产过程中的一个重要工序，它不仅能够为消费者提供五彩缤纷的纺织产品，而且还可以大大提高纺织品的附加价值。传统的纺织品印花需要将所要印制的图案分解成不同的颜色（分色），制成花版，然后通过印花，将图案重新组合起来，完成印花过程。因此，传统印花不论是平网还是圆网，都存在着生产工艺流程长、劳动强度大、环境污染严重等缺点。近年来，随着计算机、材料、信息和精密机械制造等相关技术的发展，数字喷墨印花技术越来越受到人们的重视。

用扫描仪、数字摄象机、数字照相机等输入手段，把需要的图案以数字形式输入计算机，经过图像软件处理后，再通过计算机控制的数字喷墨印花机，直接将印花墨水喷射到各种纤维织物上，印制出所需的各种图案，这种印花技术被称为数字喷墨印花（Digital Ink-jet Printing）。纺织品数字喷墨印花技术与传统印花技术相比，其主要优势体现在：

（1）印花精细度高，能达到 2880dpi，获得照片效果，而传统的筛网印花只能达到 200dpi。印花精细度的大幅度提高为设计师提供了丰富的想象空间，使高清晰度印花纺织品的生产成为可能。

（2）无须制版，批量灵活，可以实现单件制作，也可以大批量生产，交货速度快。传统印花需要事先制版、调色、打样，图案的颜色越多需要的版数越多，准备的时间越长，生产批量小的时候，生产成本越高，交货速度越慢。因此，传统印花方式无法根据客户要求对单件或很小批量的制作，不能满足现代消费者个性化的需求。

（3）可以通过因特网实现个性化电子商务消费。消费者可以将自己需要的图案、个人资料和要求通过因特网传输给生产商，生产商据此可以立刻安排生产，并将产品寄给消费者。

（4）无染料和助剂的废弃和浪费，无污水排放。传统印花需要冲洗花版，印花后的织物需要水洗、皂煮去除浮色，不仅造成染料、助剂、水资源和能源的浪费，而且污染严重。

（5）占地面积小，可以在办公室和家庭中进行印花。传统印花需要专门的描稿间、制版间、宽大的印花车间和水洗后处理车间，生产厂房的造价高、投入大。

纺织品数字喷墨印花的这些独特优点，从根本上革新了人们关于传统纺织品的生产和经营观念，解决了纺织品生产的环境污染问题，把传统的纺织工业和现代高新技术有机结合起来，使之由劳动力密集型向技术密集型发展，大大促进纺织产业的升级换代和技术水平。因此，国内外许多著名纺织专家都一致认为纺织品数字喷墨印花技术将是 21 世纪纺织工业实现革命的关键技术之一。

数字喷墨印花是计算机喷墨打印技术进一步发展的一个新领域，这项用于纺织品印花的高技术涉及三个方面的内容：（1）数字喷墨印花机的制造技术。（2）数字喷墨印花用墨水的制造技术。（3）数字喷墨印花应用技术。本文将对这三个方面的研究和发展状况作一个简单介绍，供大家参考。

2. 数字喷墨印花机

根据喷墨方式的不同，数字喷墨印花机主要有两种类型，即连续喷墨（Continuous Ink Jet, CIJ）型和按需喷墨（Drop on Demand, DOD），其中连续喷墨型印花机又可以分为二维偏移式和多维偏移式两种，按需喷墨型印花机可以分为压电式、气泡式、静电式和电磁式四种。连续喷墨型数字喷墨印花机的工作原理见图 2.1 所示，在泵的作用下墨盒中的印花墨水根据输入的电信号，从喷头中连续喷出，经过电极后形成部分带电荷的墨滴，这些带电荷的墨滴在电磁场的作用下发生偏转，被收集后返回墨盒重新使用，未带电荷的墨滴直接喷射在织物上形成图案。这种类型的喷墨印花机是速度最快的机型，平均车速可以达到

200m²/h 以上，一般采用 8 色喷头，幅宽 1.85-3.2m，主要生产商有 Stork、Zimmer 等。早期主要应用于地毯、毛毯、毛巾等印花精细度不是很高的产品中，近年来印花精度不断提高，可以达到 600dpi，也逐渐应用于一些高精度印花产品中。

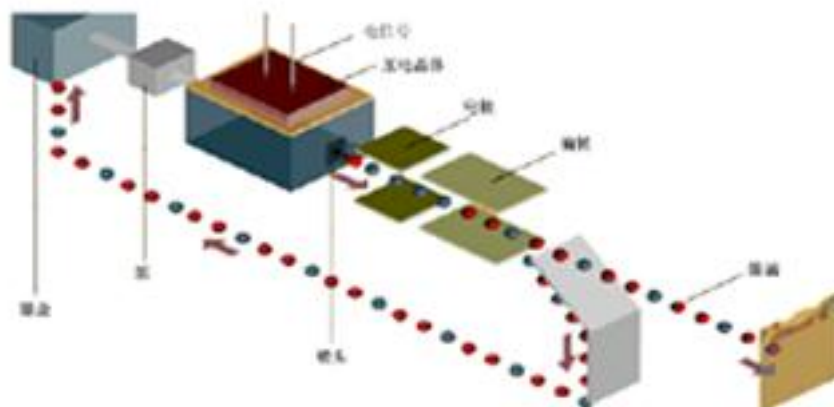


图 2.1 连续喷墨型数字喷墨印花机的工作原理示意图

按需喷墨型压电式数字喷墨印花机的工作原理见图 2.2 所示。喷头中的压电晶体根据输入的电信号在垂直方向上膨胀，使墨滴从喷嘴中喷出，在织物上形成图案。电压信号消失后，压电晶体恢复到原来的正常尺寸，墨室依靠毛细管作用被墨盒充满。压电式喷头的作用频率约每秒钟 14000 次，即它每秒钟可以喷出 14000 个墨滴，墨滴的总体积约为 $1.5 \times 10^6 \text{L}$ 。压电式数字喷墨印花机的分辨率高达 2880dpi，其速度目前可以达到 200m²/h。压电式数字喷墨印花机的生产商较多，如 Mimaki、Roland、DuPont、杭州宏华等。

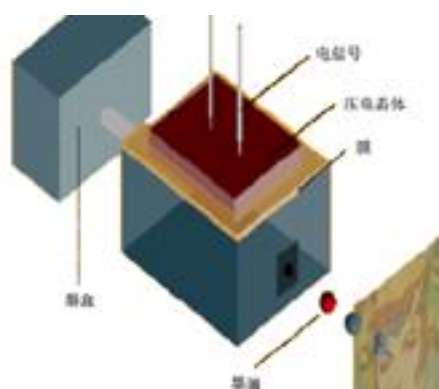


图 2.2 按需喷墨型压电式数字喷墨印花机的工作原理示意图

按需喷墨型热气泡式数字喷墨印花机的工作原理见图 2.3 所示。这种印花机能够根据输入的电信号瞬间将一个电阻加热到高温（约 400℃）状态，导致墨水汽化形成气泡，使墨滴从喷嘴中喷出，在织物上形成图案。电信号撤销后，气泡冷却消失，墨室重新被贮墨器充满。热气泡式喷头的作用频率约每秒钟 10000 次，即它每秒钟可以喷出 10000 个墨滴，墨滴的总体积约为 $2.0 \times 10^6 \text{L}$ ，比压电式体积稍大。热气泡式印花机的生产商有 ENCAD、Canon 等，印花速度可以达到 100 m²/h，分辨率比压电式低，但高于连续型喷墨印花机。

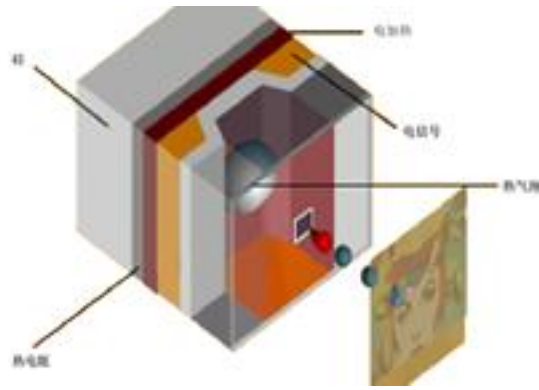


图 2.2 按需喷墨型热气泡式数字喷墨印花机的工作原理示意图

按需喷墨型数字喷墨印花机还有静电式和电磁式两种，但研究和应用较少。目前在数字喷墨印花机的研究与开发方面重点是压电式数字喷墨印花机，该种机器具有使用寿命长，印花精细度高等特点，并且价格的下降空间大，是未来数字喷墨印花机的主要机型。

3. 数字喷墨印花墨水

数字喷墨印花技术在发展和应用过程中，需要解决的关键技术问题有两个：(1) 数字喷墨印花机的制造技术；(2) 数字喷墨印花墨水的制造技术。随着计算机、信息、材料和精密机械制造技术的发展，数字喷墨印花机的制造技术日趋成熟，目前需要解决的关键问题是数字喷墨印花墨水的制造技术。不同数字喷墨印花机对墨水的要求不同，见表 3.1。

表 3.1 数字喷墨印花用墨水的技术要求

技术指标	CIJ	DDJ
表面张力 (mN/m)	40- 60	40- 50
粘度 (mpa.s)	2- 10	10- 30
导电率 (siemens)	>750	不要求
粒径 (m)	<500	

数字喷墨印花用墨水按照使用的主要溶剂分为水性墨水和非水性墨水。非水性墨水一般使用有机溶剂，不仅产品的价格高，而且毒性大、环境污染严重，不能充分体现喷墨印花的环保优势。因此，水性墨水是发展的主要方向，也是目前数字喷墨印花使用的主要墨水品种。水性喷墨印花墨水按照使用的色素分又可以分为染料墨水和颜料墨水两大类，染料墨水制造工艺相对简单，但不具有通用性，并且存在一定程度的环境污染，喷墨印花工艺比较复杂。颜料墨水制造工艺复杂，但通用性强，没有环境污染，印花工艺简单，是今后重点发展的喷墨印花墨水品种。

3. 1 染料型数字喷墨印花墨水

染料型数字喷墨印花墨水按照所使用的染料品种分为活性染料、酸性染料和直接染料、分散染料等墨水品种，分别适用于棉、蚕丝、羊毛、锦纶和涤纶织物的印花。

3. 1. 1 活性染料墨水

活性染料墨水主要由无盐或低盐的高纯度活性染料、共溶剂和去离子水等组成，可用于喷墨印花墨水

的活性染料品种有：C. I. 活性黄 2 15 37 42 76 95 168 175, C. I. 活性橙 5 12 13 35 95, C. I. 活性红 21 24 31 33 45 111 112 114 180 218 226 228 235, C. I. 活性绿 8 19, C. I. 活性蓝 15 19 21 38 49 72 77 176 203 220 230 235, C. I. 活性紫 2 6 22, C. I. 活性棕 7 11 33 37 46, C. I. 活性黑 5 8 31 39, 其中常用的品种为 C. I. 活性黄 95 C. I. 活性红 218和 226 C. I. 活性蓝 15和 49 活性黑 39

目前商品化的活性染料墨水代表性品种主要有 Ciba公司的 CibacronMI系列和 Dystar公司的 Jettex系列。Cibacron MI 系列适用于压电式和热气泡式数字喷墨印花机，具有优异的色牢度和颜色鲜艳度，由 YellowMI -6MS9(100)、Golden YellowMI -2RN(200)、OrangeMI -2R(300)、RedMI -B(400)、RedMI -4B (500)、Blue MI -3R(600)、Turquoise MI -GR(700)、Grey MI -AS(800) 和 Black MI -GR(900) 等 9个品种组成。Jettex系列也有 9个品种，分别是 Yellow 5G Golden Yellow GR Orange RN Red FB Red 4B Blue 3R Turquoise G Grey G和 Black BN

活性染料墨水主要用于蚕丝、棉等纺织品的数字喷墨印花，其数字喷墨印花工艺流程如下：

织物 预处理 烘干 喷墨印花 烘干 汽蒸 水洗 烘干。

由于墨水中不含活性染料固色催化剂，同时由于喷墨印花对墨水粘度、表面张力等技术指标的特殊要求，活性染料墨水直接喷射在织物上很容易渗化，影响图案的精细度，因此用活性染料墨水进行数字喷墨印花时需要先对织物进行预处理。预处理主要提供活性染料与纤维反应所需要的碱性条件，并防止墨水在织物上渗化以保证印花精细度。预处理工作液主要由碱、尿素和海藻酸钠等组成，预处理后的织物经过烘干并保持平挺，才能进行喷墨印花。喷墨印花后的织物经过烘干后，需要进行汽蒸处理，以使活性染料与纤维完成固色反应，然后经过水洗去除浮色，最后烘干。

3. 1. 2 酸性染料和直接染料墨水

酸性染料和直接染料墨水主要由无盐的高纯度染料、共溶剂和去离子水等成分组成，主要用于锦纶、蚕丝和羊毛的数字喷墨印花。可用于喷墨印花的酸性染料有：C. I. 酸性黄 19 49 79 141 169, C. I. 酸性橙 56 95 156, C. I. 酸性红 35 114 127 145 266 318 337, C. I. 酸性(品)红 143 143: 1 249 254 265 274, C. I. 酸性蓝 7 9 62 83 90 112 185, C. I. 酸性紫 47 54, C. I. 酸性黑 24 26 52 52: 1 110 172等，其中常用的品种有：C. I. 酸性黄 90 C. I. 酸性红 266 C. I. 酸性黑 26和 110 可用于喷墨印花的直接染料有：C. I. 直接黄 58 86 132, C. I. 直接橙 34, C. I. 直接红 89 212, C. I. 直接黑 113等。

目前商品化的酸性染料墨水代表性品种主要有 Ciba公司的 Lanaset SI系列和 DuPont公司的 Artistri系列。Ciba公司的 Lanaset SI系列适用于压电式和热气泡式数字喷墨印花机，主要有：Yellow SI-10Q Red SI-20Q Red SI-30Q Blue SI-40Q Turquoise SI-50Q Grey SI-600和 Black SI-700等 7个品种。Artistri系列也有 7个品种，分别是：酸性染料黄、酸性染料橙、酸性染料品红、酸性染料青、酸性染料蓝、酸性染料绿和酸性染料黑。

酸性染料墨水的数字喷墨印花工艺同活性染料墨水一样也要对织物进行预处理，其喷墨印花工艺流程如下：

织物 预处理 烘干 喷墨印花 烘干 汽蒸 水洗 烘干。

与活性染料墨水不同，酸性染料墨水喷墨印花的预处理工作液主要由海藻酸钠等组成，预处理的主要

目的是为了防止墨水喷射到织物上以后发生渗化，影响图案的精细度。酸性染料和直接染料墨水喷墨印花的后处理工序同普通的染料印花工艺，主要是使染料上染纤维并去除浮色。

3. 1. 3 分散染料墨水

分散染料墨水主要由分散染料、分散剂、共溶剂和去离子水等组成，分散染料在墨水中的粒径必须小于 1 μ m, 并且必须具有良好的分散稳定性、合适的表面张力和粘度等。分散染料墨水主要用于涤纶、锦纶等合成纤维织物的数字喷墨印花。可用于分散染料墨水的分散染料有：C. I. 分散黄 7 54 64 70 71 100 242, C. I. 分散橙 25 37 119, C. I. 分散红 50 60 65 146 239, C. I. 分散蓝 26 35 55 56 81: 1 91 366, C. I. 分散紫 27等。

目前商品化的分散染料墨水代表性品种主要有 Ciba公司的 Terasil TI系列和 BASF公司的 Bafixan系列。Ciba公司的 Terasil TI系列适用于压电式和热气泡式数字喷墨印花机，主要有：Yellow TI-100Q Red TI-200Q Red TI-300Q Blue TI-400Q Turquoise TI-500Q Grey TI-6000和 Black TI-7000等 7个品种。

分散染料墨水的喷墨印花工艺与活性染料和酸性染料等墨水的喷墨印花工艺不同，一般很少直接将墨水喷射在织物上形成图案。分散染料墨水的数字喷墨印花工艺流程如下：

转移纸 喷墨印花 合成纤维织物热转移。

把分散染料墨水先打印在转移纸上，再将打印在转移纸上的图案通过加热转移到合成纤维织物上，不仅工艺流程短，省去了对织物的预处理加工，环境污染小，而且通过转移法形成的图案精细度远远高于直接将墨水喷射在织物上形成的图案。热转移法喷墨印花工艺存在的主要问题是转移纸产生的环境污染问题，为了解决这个问题国内外都在研究可以重复使用的热转移介质，并取得了一定的研究成果。

3. 2 颜料型数字喷墨印花墨水

虽然染料型数字喷墨印花墨水目前已经在生产中得到部分应用，但是通过以上叙述可以看出，染料墨水用于纺织品数字喷墨印花的缺点是显而易见的，如（1）染料墨水不具有通用性。不同的纤维需要使用不同的墨水，更换墨水需要清洗喷头和管路。（2）生产工艺复杂，存在一定程度的环境污染。喷墨印花之前，需要对织物进行预处理以在织物上施加染料固色催化剂和印花糊料等，印花后需要对织物进行汽蒸、水洗等后处理以使染料固着在纤维上并去除未固着的染料等残留物质，存在一定程度的环境污染，染料墨水和颜料墨水的对比见表 3.2.1

表 3.2.1 数字喷墨印花用染料墨水和颜料墨水的比较

墨水类型	通用性	工序	环境污染	耐光牢度
染料	否	复杂	有	差
颜料	是	简单	无	高

染料墨水的这些缺点严重阻碍着纺织品数字喷墨印花技术的推广应用，因此国际上许多知名的跨国公司如美国的 IBM 施乐 (XEROX)、惠普 (HEWLETT-PACKARD)、柯达 (EASTMAN KODAK)、杜邦 (DUPONT)、德国的拜耳 (BAYER)、巴斯夫 (BASF)、日本的爱普生 (EPSON)、柯尼卡 (KONIKA)、瑞士的汽巴 (CIBA)、韩国的三星 (SAMSUNG) 等跨国公司都投入巨资对数字喷墨印花用颜料墨水进行研究开发。除了这些跨国公司以外，美国、日本等发达国家的政府也非常重视数字喷墨印花通用墨水的研究开发，如美国著名的乔

治亚理工学院 (Georgia Institute of Technology) 在政府的资助下对纺织品数字喷墨印花墨水进行研究,通过对现有活性染料进行改性,制备出了可以聚合的染料墨水,从而克服了普通染料墨水的一些缺点。但是,该技术用于喷墨印花还存在着颜色深度不够、墨水稳定性差等缺点。

从以上分析我们可以看出,颜料型通用数字喷墨印花墨水是今后发展的主要方向。制造颜料墨水的关键是颜料的超细化加工技术和颜料在纤维上的固色技术,因为喷嘴的直径小,颜料颗粒大容易使喷嘴堵塞。并且粗粒径的颜料分散体系稳定性比较差,在贮存和使用过程中容易分层或沉淀,影响设备的使用寿命。从另一方面来考虑,颜料粒径在 500 纳米以下时具有最高的着色力、鲜艳度和透明度。与纸张的喷墨打印不同,印制在纤维上的颜料必须具有足够的耐水洗、耐摩擦等色牢度,因此如何将颜料永久地固着在纤维上是必须考虑的一个重要问题。数字喷墨印花颜料的固色技术不能采用一般的涂料印花方法,因为喷墨印花墨水与涂料印花色浆有许多本质上的区别。因此,喷墨印花颜料的固色方法是目前通用型数字喷墨印花颜料墨水需要解决的关键问题,也是目前还没有得到完全解决的技术难题。

国内在超细颜料的研究与开发方面的文献报道比较少,没有形成产业化基础。我们从 1999 年起即在数字喷墨印花用颜料墨水方面进行研究,先后得到国家 863 计划、国家自然科学基金、国家重点技术创新计划和省部级政府部门的多项资助,目前已经初步掌握了颜料超细化加工和颜料固色等关键技术,研制的 6 色和 4 色颜料墨水在压电式喷墨印花机上试用后,获得了良好的效果。

可用于数字喷墨印花的颜料有: C.I 颜料黄 1, 3, 12, 13, 14, 17, 23, 24, 34, 37, 42, 53, 55, 81, 83, 95, 97, 98, 10Q, 101, 104, 108, 109, 11Q, 117, 12Q, 138, 153 等, C.I 颜料红 1, 2, 3, 5, 17, 22, 23, 31, 38, 48: 2, 48: 3, 48: 4, 49: 1, 52: 2, 52: 1, 57: 1, 60: 1, 63: 1, 63: 2, 64: 1, 81, 83, 88, 92, 101, 104, 105, 106, 108, 112, 114, 122, 123, 146, 149, 166, 168, 17Q, 172, 177, 178, 179, 185, 19Q, 193, 20Q, 219 等, C.I 颜料蓝 1, 2, 15, 15: 1, 15: 2, 15: 3, 15: 4, 15: 5, 15: 6, 16, 17: 1, 56, 6Q, 63 等, C.I 颜料黑 7, 11, C.I 颜料紫 23 等。

目前可供试用的商品化颜料墨水有: Ciba 的 Irgaphor 系列、BASF 的 Helizarin EVO P-100 系统和青岛海怡精细化工有限公司的 Pinks 系列(江南大学监制)。Irgaphor 系列包括 Yellow TBI 10Q, Golden Yellow TBI 20Q, Red TBI 30Q, Navy TBI 40Q, Blue TBI 50Q, Green TBI 60Q, Grey TBI 70Q, Black TBI 80Q, Pinks 系列包括 Yellow 10Q, Magenta 20Q, Cyan 30Q, Black 40Q, Magenta L 50Q, Cyan L 60Q。

颜料墨水的数字喷墨印花工艺流程如下:

织物 喷墨印花 烘干 焙烘。

Pinks 系列颜料墨水的颜色牢度见表 3.2.2。从中可以看出,颜料墨水在棉织物上具有良好的色牢度。我们在试验中还发现,颜料墨水喷墨印花后织物的手感优于普通的涂料印花。因此,颜料墨水用于数字喷墨印花将具有更加广阔的前景。

表 3.2.2 Pinks系列颜料墨水在棉织物上的颜色牢度

墨水品种	摩擦牢度		皂洗牢度	
	干	湿	褪色	沾色
Yellow 100			4-5	
Magenta 200	3-4	3-4		4-5
	3-4	3	4	4
Cyan 300	4	3-4	4	4-5
Black 400	3-4	2-3	3-4	4
	4-5	3-4	4-5	4-5
Magenta L 500	4-5	3-4	4	4-4
Cyan L 600				

4. 结语

数字喷墨印花技术是一项综合了计算机、信息、新材料、精细化工、精密机械等多项高新技术成果而发展起来的一项纺织品加工用高技术，其今后的发展重点除进一步提高喷墨印花机的速度之外，最重要的是尽快开发出能够产业化应用的颜料型喷墨印花墨水，以将数字喷墨印花技术的全部优势发挥出来，满足消费者对纺织品个性化的需求，从根本上解决纺织品印花生产中的环境污染问题。

服装生命周期影响评价的研究

陈建伟 王珏

(青岛大学纺织服装学院, 山东 青岛 266071)

摘要：服装生命周期影响评价的研究为实现纺织服装工业的可持续发展提供理论依据和数据支持。本文以女士涤纶衬衣为研究对象，用生命周期评价的方法对服装生命周期进行完整的定量评价，分析了服装整个生命周期中所涉及的资源、能源利用及环境污染排放状况，并得出资源耗竭系数和环境负荷系数两个指标。结果表明：服装生命周期中最主要的环境影响为固体废弃物，其次为全球变暖、酸化和富营养化；服装生命周期各阶段中服装消费阶段对环境影响贡献最大。

关键词：服装；生命周期评价；影响评价

Research on Life Cycle Impact Assessment of Garment

CHEN Jianwei, WANG Jue

(Textile and Clothing institution of Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: Study on Green Design Theory and Assessment System of Garment provides theoretic basis and data support for realize sustainable development of textile and clothing industry. Using woman's knit polyester as the research object, the life cycle of garment is analyzed quantitatively. The resource, energy and environmental pollutant in the life cycle of garment are presented and two indicators, the resource depletion index and environmental impact load are recommended. Solid waste is the most important environmental impact factor and the global warm follows. Most environmental impact is from consumer use processes in the whole life cycle of the apparel.

Key words: Garment; Life Cycle Assessment; Impact Assessment

1 研究范围、数据来源及数据质量

1.1 研究范围

研究目标为分析女士涤纶衬衣生命周期过程所涉及的资源、能源利用及环境污染排放状况。根据 ISO14041 标准，结合研究目标，确定研究范围主要包括五个阶段：原材料生产、织物生产、服装生产、服装使用以及废弃物回收处置。功能单位采用每 1 百万次穿着。服装产品系统见图 1 所示。

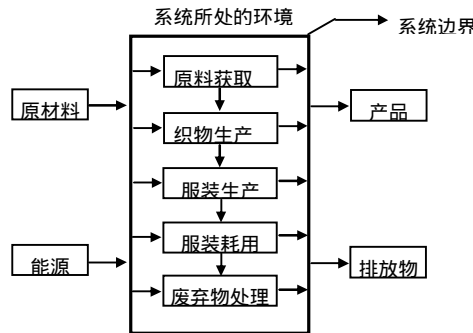


图 1 服装产品系统

研究确定的系统边界有 (1) 地理边界，本研究将地理边界限定在中国范围内，研究服装生命周期对中国的环境影响。(2) 生命周期边界，本研究对服装全生命周期进行评价，即评价全生命周期的五个阶段。不考虑支持加工制造设备所需要的基础构件的环境影响和各阶段之间的交互运输及销售活动等。(3) 生物圈边界，本研究考虑能源消耗、固体废弃物排放及大气和水体排放。

1.2 数据来源及数据质量

本文从美国 Franklin Associates 公司进行的涤纶女士衬衣生命周期清单分析中截取了部分数据，并对其补充和修正。影响评价部分的数据基年定为 1990 年。清单数据较完整、准确，基本反映了当前纺织服装工业的技术水平。

2 服装影响评价模型的建立

服装产品生命周期评价能够对服装生命周期内的资源消耗、环境影响及人类健康影响进行全面、综合的分析。

本研究采用杨建新等人提出的生命周期影响评价方法，将影响类型分为资源消耗和环境影响，建立如下模型 (见图 2 所示)：

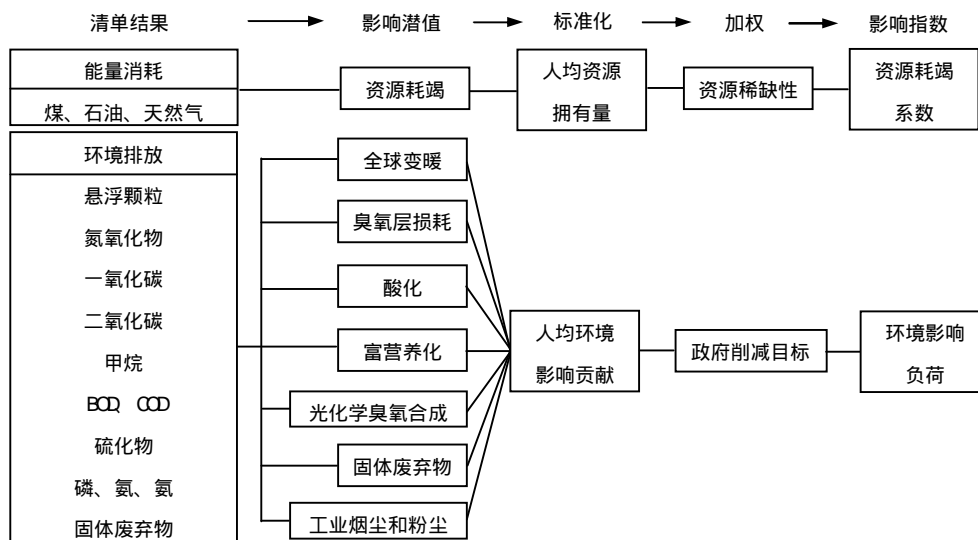


图 2 服装生命周期影响评价模型方法框架

3 服装环境影响潜值的确定

服装的环境影响潜值指整个产品系统各种排放影响的总和 (包括资源消耗)，即

$$EP(j) = \sum EP(j)_i = \sum [Q(j)_i \times EF(j)_i] \quad (1)$$

式中, $EP(j)$ 为服装产品系统对第 j 种潜在环境影响的贡献; $EP(j)_i$ 为第 i 种排放物质对第 j 种潜在环境影响的贡献; $Q(j)_i$ 为第 i 种物质排放量; $EF(j)_i$ 为第 i 种排放物质对第 j 种潜在环境影响的当量因子。本文通过服装产品生命周期清单作出定量分析。

3.1 资源消耗

根据燃料热值, 将女士涤纶衬衣穿着 100 万次的能源需求的数据换算成燃料的质量。如表 1 所示, 本研究仅讨论煤、石油和天然气三种能源。

表 1 女士涤纶衬衣穿着 100 万次的主要资源消耗表

燃料及原料	纤维获得 阶段 (GJ)	织物获得 阶段 (GJ)	服装制造 阶段 (GJ)	服装使用 阶段 (GJ)	使用后处 理 (GJ)	总能耗 (GJ)	热值 (kcal/kg)	燃料质量 (kg)
煤	24.8	32.0	6.0	564.7	—	627.5	5000	29994.5
石油	70.4	52.2	11.7	42.4	0.8	177.5	10000	4242.3
天然气	43.3	16.4	3.2	421.5	—	484.4	8400	13782.3

3.2 环境影响潜值

将服装全生命周期产生的环境影响潜值进行定量分析汇总, 如表 2 所示。

表 2 服装生命周期环境影响潜值汇总

影响类型	单位	纤维获得 阶段	织物获得 阶段	服装制造 阶段	服装使用 阶段	使用后处 理	合计
全球变暖	kg CO ₂ eq.	12021.6	14814.1	5920.4	179580.6	284.9	212621.6
臭氧层损耗	kg CFC-11 eq.	0	0	0	0	0	0
酸化	kg SO ₂ eq.	50.246	58.636	16.414	784.679	0.653	910.623
富营养化	kg NO ₃ ⁻ eq.	34.94	38.12	15.75	1356.72	0.99	1446.51
光化学臭氧合成	kg C ₂ H ₄ eq.	1.853	0.598	1.546	6.130	0.049	10.180
固体废弃物	kg	367.2	456.2	334.1	9187.7	1139.2	11484.5
工业烟尘和粉尘	kg	13.35	12.84	5.77	207.00	0.15	239.11

注: 表中 kgCO₂eq. 是效应当量因子单位, 表示相当于 CO₂ 的克数

3.2.1 环境影响潜值的标准化

为了将地区性以及局地性影响在同一水平上进行比较, 采用标准人当量的概念, 即每年每人平均造成的环境影响潜值, 根据该基准, 对环境影响潜值进行标准化, 标准化后的潜在环境影响表述为

$$NEP(j) = EP(j) \frac{1}{NR(j)_{90}} \quad (2)$$

式中, $NR(j)_{90}$ 为 1990 年全球 (或地区) 人均环境影响潜值; $NEP(j)$ 为标准化后的环境影响潜值。同样, 资源消耗基准采用人均资源消耗量。标准化后的资源消耗潜值为

$$NEP(j) = RC(j) \frac{1}{RR(j)_{90}} \quad (3)$$

式中, $RC(j)$ 为产品系统第 j 种资源的消耗量; $RR(j)_{90}$ 为资源消耗基准, 即 1990 年全球人均资源消耗量。

3.2.2 加权评估

对不同影响类型赋予不同权重, 即

$$WF(j) = \frac{EP(j)_{90}}{EP(j)_{T2000}} \quad (4)$$

式中, $WF(j)$ 为第 j 种环境影响的权重因子; $EP(j)_{90}$ 为 1990 年全球 (或地区) 总的环境影响潜值; $EP(j)_{T2000}$ 为 2000 年全球 (或地区) 环境影响潜值总和。因此, 经过加权后的环境影响潜值就表达为

$$WP(j) = \frac{EP(j)_{90}}{EP(j)_{T2000}} NEP(j) \quad (5)$$

针对资源消耗，采取资源稀缺性作为确定权重的原则。不可更新资源采用各种资源消耗量与其蕴藏量的相对比例关系（资源可供应期）来表述其稀缺性。资源可供应期通常采用年来表述。因此，不可更新资源消耗的加权表达为

$$WR(j) = WF(j) \times NEP(j) \quad (6)$$

式中，WR(j)为加权后的资源消耗，单位是标准人当量；WF(j)为资源的可供应期的倒数。服装生命周期环境影响潜值加权分析结果如表 3 所示。

表 3 服装生命周期环境影响潜值加权分析结果

环境影响类型	环境影响潜值单位	环境影响潜值	基准单位	基准值	标准化值	权重 WF_{T2000}	加权后的环境影响潜值
全球性影响	全球变暖	kgCO ₂ eq.	212621.6 kg CO ₂ eq./ (人·a)	8700	24.44	0.83	20.28
	臭氧层损耗	kgCFC-11eq.	0 kg CFC-11 eq./ (人·a)	0.20	0	2.70	0
区域性影响	酸化	kgSO ₂ eq.	910.6 kg SO ₂ eq./ (人·a)	36	25.30	0.73	18.47
	富营养化	kgNO ₃ ⁻ eq.	1446.5 kg NO ₃ ⁻ eq./ (人·a)	62	23.33	0.73	17.03
	光化学臭氧合成	kgCH ₄ eq.	10.2 kg CH ₄ eq./ (人·a)	0.65	15.66	0.53	8.30
局地性影响	固体废弃物	kg	11484.5 kg 固废 / (人·a)	251	45.75	0.62	28.37
	工业烟尘和粉尘	kg	239.1 kg 烟灰 / (人·a)	18	13.29	0.61	8.10

3.2.3 环境影响负荷和资源耗竭系数

3.2.3.1 环境影响负荷

经加权后的各种环境影响潜值具有了可比性，而且也反映了它们的相对重要性，因此，可以将其综合为一个简单的环境影响负荷 (EIL)。其单位为标准人当量，表示为

$$EIL = \sum WP(j) = \sum \frac{EP(j)_i}{NR(j)_{90}} \cdot \frac{EP(j)_{99}}{EP(j)_{T2000}} \quad (7)$$

目前，针对中国的情况，j= {全球变暖，臭氧层损耗，酸化，富营养化，光化学臭氧合成，固体废弃物，烟灰尘}。

根据式 (7) 计算得出，服装生命周期环境影响负荷 EIL=100.55。该环境影响负荷值反映了本研究所选用的女士涤纶衬衣在其整个生命周期中对环境系统的压力大小，且环境压力随环境影响负荷值的增加而增大。

3.2.3.2 资源耗竭系数

对于资源消耗，由于权重反映了资源的稀缺性，将所有加权后的资源消耗潜值累计，可得到资源的耗竭系数 RDI

$$RDI = \sum WR(j) = \sum \frac{RC(j)}{RES(PE)_{90}} \quad (8)$$

式中，RES(PE)₉₀ 为 1990 年人均蕴藏量。根据公式(8)计算得出，服装生命周期资源耗竭系数 RDI=1.12。该资源耗竭系数值反映了本研究所选用的女士涤纶衬衣在整个生命周期中的资源消耗占整个自然资源的份额及资源的稀缺性。资源耗竭系数值越大，表示资源消耗压力越大。

4 服装生命周期影响评价结果

4.1 资源消耗评价

4.1.1 煤消耗评价

服装生命周期煤的消耗分析(见表 1 所示)结果表明，服装消费阶段煤的消耗量最大。这是由于洗涤过程消耗电能，而电力生产以煤为主。纤维制造、织物制造及服装制造过程也消耗少量煤。

4.1.2 石油消耗评价

服装生命周期石油的消耗分析(见表 1 所示)结果表明，纤维制造阶段石油消耗量最大，一方面，获得涤纶纤维需要消耗石油作为原材料，同时工业过程消耗石油获得能源，织物制造过程，洗涤过程和服装制造阶段消耗石油主要是为了提供能源。

4.1.3 天然气消耗评价

服装生命周期天然气的消耗分析(见表 1 所示)结果表明,服装消费阶段天然气的消耗量最大。这是由于服装洗涤设备消耗大量能源,其中一部分能源是由天然气提供的,如热水器等设备。

4.2 环境影响评价

各种环境影响类型的相对贡献评价(见表 2 所示)结果表明,服装生命周期内最主要的环境影响为固体废弃物,其次为全球变暖、酸化和富营养化,同时,光化学臭氧合成和工业烟尘和粉尘的影响也不容忽视。

4.2.1 服装生命周期固体废弃物环境影响分析

1) 服装生命周期各阶段固体废弃物排放量分析,服装消费过程贡献最大,约占 80% (如图 3 所示)。

2) 固体废弃物不同来源分析,燃料燃烧过程排放的固体废弃物贡献最大,占总废弃物的 74.8%,废弃后填埋的衣物占总废弃物的 9.9% (见图 4 所示)。

3) 装消费过程产生的固体废弃物中 84%为燃料燃烧产生的废弃物,26%为洗涤过程排放的污水中的固体废弃物。因此,对服装生命周期固体废弃物的产生贡献最大的是为服装洗涤提供能源所消耗的燃料燃烧产生的固体废弃物。

4.2.2 服装生命周期全球变暖环境影响分析

服装生命周期全球变暖的贡献分析(见表 2 所示)表明,服装消费阶段对全球变暖的贡献最大。这是因为洗涤过程提供能源排放大量 CO₂和氮氧化物等温室气体。纤维制造、织物制造及服装制造过程对全球变暖也有贡献,使用后处理阶段消耗能源较少,对全球变暖贡献较小。

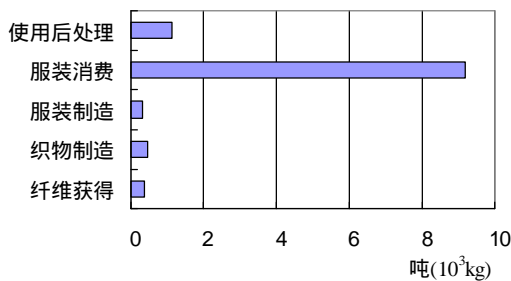


图 3 服装生命周期各阶段固体废弃物排放潜值分析

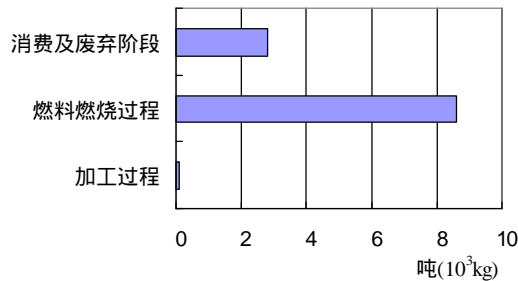


图 4 服装生命周期固体废弃物来源分析

4.2.3 服装生命周期酸化环境影响分析

服装生命周期酸化的贡献分析(见表 2 所示)表明,服装消费阶段对酸化的贡献最大。这是因为洗涤过程提供能源排放大量 SO₂和 NO_x等致酸气体。纤维制造、织物制造及服装制造过程对酸化也有贡献,使用后处理阶段消耗能源较少,对酸化贡献较小。

4.2.4 服装生命周期富营养化环境影响分析

服装生命周期富营养化的贡献分析(见表 2 所示)表明,服装消费阶段对酸化的贡献最大。这是由于为洗涤过程提供能源的燃料燃烧,大量的 NO_x和 NH₃排入大气中,同时氮、磷以及其他有机物(用 COD 表征)等排入水中。纤维制造、织物制造及服装制造过程对富营养化也有贡献,使用后处理阶段消耗能源较少,对富营养化贡献较小。

4.2.5 服装生命周期烟尘和粉尘环境影响分析

服装生命周期烟尘和粉尘的贡献分析(见表 2 所示)表明,服装消费阶段对烟尘和粉尘的贡献最大。这是由于为洗涤过程提供能源的燃料燃烧,大量悬浮颗粒排入大气中。纤维制造、织物制造及服装制造过程对烟尘和粉尘也有贡献,使用后处理阶段消耗能源较少,对烟尘和粉尘贡献较小。

4.2.6 服装生命周期光化学臭氧合成环境影响分析

服装生命周期光化学臭氧合成的贡献分析(见表 2 所示)表明,服装消费阶段对光化学臭氧合成的贡献最大。这是由于为洗涤过程提供能源的燃料燃烧,大量 VOC 和 CO 排入大气中。纤维制造、织物制造及服装制造过程对光化学臭氧合成也有贡献,使用后处理阶段消耗能源较少,对光化学臭氧合成贡献较小。

4.3 服装生命周期解释

通过服装生命周期影响评价结果可以看出，服装工业的发展与资源、环境问题密切相关。服用纤维的制造、服装面料的生产、服装制造、服装洗涤及废弃过程消耗大量的资源和能源，同时也排放出大量的废气、废水和工业固体废弃物。由于服装洗涤过程中频繁使用洗衣机、烘干机和电熨斗，使得服装使用阶段的能源消耗比服装制造阶段的消耗还高，随之产生的环境排放也高。

【科技前沿】

第三织物

不同方向运行的纱线组，相邻纱线绕结前行，相遇后交叉，则构成了新的一类织物，称为第三织物 (3rd fabric)。

第三织物既存在相邻纱线构成的绕结关系 ,又存在相遇纱线构成的交叉关系 ,纱线关系的复合 ,使其具有了新的外观和性能 :

:第三织物是经纬向纱线交叉绕结 ,形成的具有完整结构的新型织物。织物中纱线密度增加 ,使得其更加紧密厚实 ;

:两种关系的存在 ,使得第三织物弹力增强 ,弹性较机织物大但不板结 ,拉伸性较针织物小却不松软。(经编回环式绕结弹性极小)

:织物的保型性改善 ,减少了针织物易出现的卷边 ,歪斜 ,脱散问题 ;弥补了机织物易折皱 ,易撕裂 ,弹性小的缺点。

第三织物并非是边缘化的特别织物 ,相反 ,其概念涵盖了所有长纱线类织物 ,可以定义为长纱线的绕结物。其它织物类有 :短线类织物如无纺织物 ,环线类织物如一些金属环网。它们可以称为短线连接物。


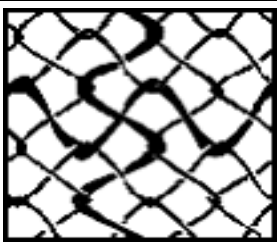
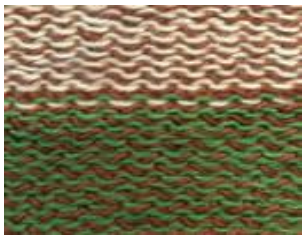
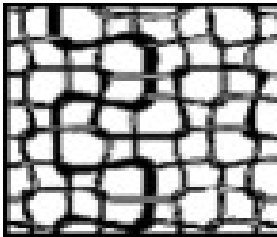
由于相对称的结构互相抵消织物的结构应力 ,所以具有新的力学性能 :

A 纱线交叉点多 ,织物更加紧密 ,同时也会变得厚重 ;

B.伸缩性发生改变 ,较梭织物弹力增大而且不板结 ,拉伸性较针织物小而不松软 ;

C.变形特性变化 ,减少了卷边性 ,歪斜性 ,脱散性 (针织物一般特性)而弥补了机织物易折 ,易皱 ,弹性小的特性 ;

D.织物外观可以构成无比丰富多彩的式样。

类别	外观图	结构图
单绕结		
双绕结		

熔喷无纺布

熔喷无纺布的工艺流程

熔喷无纺布的工艺流程：聚合物喂入 -- 熔融挤出 -- 纤维形成 -- 纤维冷却 -- 成网 -- 加固成布。

熔喷非织造布技术的发展——双组份熔喷技术

进入 21 世纪以来，国际上熔喷非织造布技术的发展突飞猛进。

美国 Hills 公司和 Nordson 公司较早就开发成功双组分熔喷技术，包括皮芯型、并列型、三角形等多种，通常纤维纤度接近 2 微米，熔喷喷丝组件的孔数可以达到每英寸 100 孔，每孔的挤出量可达到 0.5g/分。

皮芯型：可使非织造布达到手感柔软，可以做成同心、偏心、异形的产品。一般廉价材料做芯，昂贵的、具有特殊或所需性能的聚合物为外皮层，如芯为聚丙烯，外皮为尼龙使纤维具有吸湿性；芯为聚丙烯，外皮为可粘接用的低熔点聚乙烯或改性聚丙烯、改性聚酯等。对炭黑类导电纤维，则将导电芯包裹在里面。

并列型：可使非织造布具有良好的弹性，通常是由两种不同聚合物，或不同粘度的同种聚合物做成并列型双组份纤维，利用不同聚合物不同的热收缩性可做成螺旋式卷曲纤维。例如 3M 公司开发了熔喷 PET/PP 双组份纤维的非织造布，由于收缩不同，形成螺旋卷曲性，使非织造布具有极好的弹性。

末梢型：这是在三叶型、十字型和末梢复合另一种聚合物，如做抗静电、导湿、导电纤维时可以在顶尖上复合上导电聚合物，既可导湿、又可导电、抗静电，而且节省了导电聚合物用量。

微细旦型：可以采用橘瓣形、条形剥离型组件，也可以是海岛型组件。用两种不相容的聚合物剥裂做成超细纤维网，甚至纳米纤维网，如 Kimberly-Clark 研制的剥裂型双组份纤维，就是利用两种不相容聚合物做成的双组份纤维在热水中不到一秒钟，两种聚合物就可以完全剥离的特点做成超细纤维网。海岛型的则要把海溶去，得到微细的岛纤维网。

混合型：是将不同材料、不同颜色、不同纤维、不同截面形状，甚至和皮芯并列纤维混合的既有共纺，又有双组份纤维的纤维网，使纤维具有所需要的各种性能。这类熔喷双组份纤维非织造布或混合纤维非织造布和一般熔喷纤维制品相比能进一步改进过滤介质的过滤性，并使过滤介质具有抗静电性、导电性、吸湿性、增强的阻隔性等；或使纤维网的粘结性、蓬松性、透气性提高。

双组份熔喷纤维可以补充单一聚合物性能的不足，如聚丙烯比较便宜，但如用于医卫材料，它却不耐射线照射，这样可以聚丙烯为芯，在其外层选择适当的耐辐射聚合物包裹在外面就可以解决耐辐射的问题。从而可以使产品价格便宜，又能完成功能要求，如在医疗领域可用于呼吸系统的热和湿的交换器，可提供合适的类似天然的热和湿度。它具有质轻、用可弃或便于消毒、价格便宜，还可起到除去污染物过滤器的附加作用。它可由两种均匀混合的双组份熔喷纤维网组成。采用皮芯型双组份纤维，芯子为聚丙烯，皮层为尼龙。双组份纤维亦可采用异形截面，如三叶形、多叶形，使其表面积更大，同时还可以在其表层或叶尖部分采用能提高过滤性能的聚合物。烯炔类或聚酯类熔喷法双组份纤维网可以做成柱形液体和气体过滤器。熔喷双组份纤维网还可用于香烟过滤咀；利用芯吸效应做高档吸墨水芯子；保液和输液的芯吸棒等。

熔喷非织造布技术的发展——熔喷纳米纤维

过去开发熔喷纤维都基于 Exxon的专利技术,但最近几年国际上多家公司已突破 Exxon技术向更细的纳米级纤维发展。

Hills公司对纳米熔喷纤维作过很深的研究,据称已达到产业化的阶段。其它一些企业例如 Nonwoven Technologies(NTI)公司也开发了可生产的纳米熔喷纤维的工艺、技术,并已取得了专利。

为了纺制纳米纤维,喷丝孔比普通的熔喷设备上的喷丝孔要细得多,NTI可采用细小到 0.0635 毫米(即 63.5微米)或 0.0025英吋,模块结构的喷丝板可组合成 3米以上的总宽度。这样纺出的熔喷纤维直径大约为 500纳米。最细的单纤直径可达 200纳米。

纺制纳米纤维的熔喷设备由于喷孔小,如不采取措施,产量必然大为降低,因此 NTI采取加大喷丝孔的孔数,每个喷丝板有 3排甚至更多排的喷丝孔。将很多单元组件(根据幅宽而定)组合在一起,在纺丝时产量便可大幅提高。实际情况是当采用 63.5微米孔眼时,单排每米喷丝板的孔眼数为 2880个,如采用三排,则每米喷丝板的孔眼数可达 8640孔,这样其产量就可与纺制普通熔喷纤维相当。

由于高密度孔的薄型喷丝板价格昂贵,且很易碎裂(在高压强下受热裂开),因此各公司都开发了粘结新技术以增强喷丝板的牢度,使之不因高压强的情况下渗漏。

目前纳米熔喷纤维可以用作过滤介质,可以显著提高过滤效率。也有资料显示:由于纳米级熔喷非织造布中的纤维更细,可以采用更轻克重的熔喷布与纺粘复合,仍可承受同样水头的压力,而其制成的 SMS类产品可以减少熔喷纤维所占的比重。

【青岛纺织史料】

青岛第四印染厂

位于四方区舞阳路 7号的青岛第四印染厂,与青岛印染厂及第二、三印染厂相比,无论是建厂历史还是当年的生产能力都属“小字辈”。但由于其特殊的发展历程,在青岛纺织印染史上却有着不凡的记录。

青岛第四印染厂始建于 1961年 8月,原是沧口区盐滩办事处所属的集体所有制染整企业,当时名为“沧口区手工业第一供销社”;1966年沧口区第三制棉社的弹花、被套两车间并入,改名为“沧口制棉社”;1968年,沧口区工业局又将该厂改名为“青岛红旗织毯厂”。此时,厂内职工由当初的百余人发展到 300余人。生产也由起初的加工电机竹塞、木工修缮、弹棉花、加工被套等改为织棉毯,棉毯商标为“红旗牌”。

1975年 8月,该厂在批量生产棉毯同时,投产染布设备,生产低档的纯绵和棉维产品,职工增至 400余人。当时年产值达到 1000多万元,成为沧口区属工业发展的亮点,与沧口区属骨干企业红旗丝织厂、红旗农药厂一起跨入了全区“三面红旗”的行列。厂名也改为青岛红旗染织厂。

1979年 1月在工业改组中,该厂划归于青岛纺织局染织公司。此年 12月,为贯彻党的十一届三中全会精神,纺织局决定将青岛第一染织厂年产 1亿米改造项目中的 4千万米转到该厂。同时将该厂改名为青岛第一染织厂分厂。转年初,省纺织厅和青岛纺织局又决定把纺织部从原联邦德国引进的一条具有当代先进技术水平、年产 1千万米的中长织物染整生产线在该厂落户。作为当时部、省、市“重中之重”的技改项目,建设期间,纺织部、省政府和省厅、市纺织局的领导都曾亲临现场督导。在青岛纺织局的指挥和领导下,厂房及辅助设施的土建工程被评为全市样板工程;引进设备的安装由全系统选调的精兵强将担当;职工的培训也先期完成。从而保证了这条被称为样板线的引进设备一次安装调试成功。

1982年 5月该项目正式投产。8月份,市纺织工业局将该厂更名为青岛第四印染厂。其后,该厂生产的“三鱼”牌各种中长仿毛产品畅销国内外市场,多次获得部、省、市优质产品称号,有的花色品种还被纺织部、解放军总后、公安、税务、工商等部门选为行业标样和指定服装面料。1984年,在全国第二次技术进步大会上,该项目被国家经委授予“引进设备改造现有企业全优奖”。到 1985年底,该厂职工达 1500余人,累计完成总产值 3亿 5千余万元,创利 1989万元,并还清了引进项目的全部贷款。当时的中央书记处书记、国务院副总理谷牧,国家经委主任吕东,时任中央候补委员、现任中央常委、中纪委书记的贺

国强等领导都曾莅临视察过。

1994年，该厂将生产部分与韩国厂商合资经营，由于受东南亚金融危机的影响，合资企业难以为继，于2002年初关闭。后在纺织总公司的领导和兄弟企业的支持下，通过盘活有效资产、多元发展，特别是青岛凤凰印染公司下属的凤凰美昊印染有限公司以及由四方区政府与青岛科技大联合创办的都市大学科技园的相继进驻，为该厂注入了新的活力和生机。

青岛第五印染厂

青岛第五印染厂，位于四方区瑞昌路143号。其前身是由原青岛工艺美术印染厂的四车间和四方区染厂合并组建的青岛工艺美术印染厂。

1964年4月建厂时，原四方区染厂为一车间，工艺美术印染厂的四车间为二车间。设备主要有染缸12台，丝光机、烘干机、拉幅机、轧光机、挂码机各1台，手工印花台板4条，卧式锅炉和立式手烧炉各1台。全厂职工133人。

1966年，该厂将市经委批准划归的四方机厂库房改做生产厂房，安装简易印花台板4条，卷染机8台，平洗机、拉幅机、烘干机各1台，筹建起三车间。至此，全厂占地面积增至11095平方米，建筑面积3481平方米。“文化大革命”开始后，该厂更名为“青岛东方红印染厂”。

1982年12月，经市政府批准，该厂更名为“青岛第五印染厂”。1983年，该厂进行印花生产线技术改造，建起一座总面积为4332平方米的三层楼生产厂房，安装M351平网印花机和M551平网印花及各1台；1985年安装LMH631平幅皂洗机、LMJ734热拉机、M751热定型机、LMD03气体烧毛机各1台；1988年，又安装了1台连续轧染机，从而形成了卷染、轧染并存的染色生产能力。产品也在保持原有品种的基础上，先后开发了涤粘漂白出口产品，涤棉烂花产品，涤棉、涤粘涂层、防羽、仿绸及帆布等印染产品。此时，厂内职工总数749人。

进入第十一个五年计划建设后，根据市政府有关文件精神以及青岛纺织调整重组发展战略的需要，该厂从国有企业中退出，实施土地进储备。