

纺织行业节能减排先进适用 技术指南

（第一批）

二〇一二年九月

目 录

第一章 导言	2
1.1 编制目的	2
1.2 适用范围	2
1.3 编制依据	2
1.4 术语及定义	2
第二章 纺织行业资源能源消耗及产排污情况	4
2.1 行业类型划分	4
2.2 能源消耗情况	7
2.3 资源消耗情况	8
2.4 污染物排放情况	9
第三章 纺织行业技术现状	13
3.1 纺织行业技术结构	13
3.2 纺织行业技术水平	25
第四章 纺织行业节能减排先进适用技术	27
4.1 生产过程节能减排技术	27
4.2 资源能源回收利用技术	59
4.3 污染物治理技术	67
4.4 其他节能减排技术	81
第五章 工艺技术优化组合方案	83
5.1 热能梯级利用技术改造及锅炉烟气余热利用	83
5.2 废水重复利用，回用和有机热载体炉供热系统组合	83
第六章 节能减排新技术动态	85
6.1 可持续发展低碳排放领域	85
6.2 可持续发展绿色环保领域	86
6.3 可持续发展资源循环领域	90

第一章 导言

1.1 编制目的

1.1.1 为纺织企业开展节能减排和低碳经济工作提供技术指导意见。

1.1.2 为纺织企业新建、扩建、改建时提供技术选择以及技术转让信息。

1.1.3 为纺织行业节能减排技术推广应用提供政策索引和配套方法服务。

1.2 适用范围

适用于纺织企业节能减排工作技术领域，包括新建、扩建、改建项目的技术选择时参考。

1.3 编制依据

本指南编制引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本指南。

1.3.1 染整行业准入条件（2010 年修订版） 国家工业和信息化部 2010

1.3.2 纺织工业“十二五”科技进步纲要 中国纺织工业协会 2010

1.3.3 纺织工业调整和振兴规划 2009

1.3.4 纺织染整工业废水治理工程技术规范（HJ 471-2009）国家环境保护部 2009

1.3.5 染整行业清洁生产评价指标体系(试行) 国家发展和改革委员会 2006

1.3.6 清洁生产标准 纺织业(棉染整)（HJ/T185-2006）国家环境保护总局 2006

1.3.7 染整行业废水污染防治技术政策(环发[2001]118 号) 国家环境保护总局、国家发展和改革委员会 2001

1.3.8 纺织染整工业水污染物排放标准（GB4287-92） 国家环境保护总局 1992

1.3.9 综合能耗计算通则 GB/T 2589-90

1.3.10 企业能耗计量与测试导则 GB/T 6422-86

1.3.11 产品单位产量能源消耗定额编制通则 GB/T 12723-92

1.3.12 节能监测技术通则 GB/T 15316-94

1.4 术语及定义

1.4.1 染整 指对纺织材料（纤维、纱、线和织物）进行以化学处理为主的工艺过程，又称印染

1.4.2 染整废水 指纺织材料（纤维、纱、线和织物）在染色和整理过程中所产生的废水，又称印染废水。

- 1.4.3 染整废水回用 指以染整废水为原水，经收集、处理，实现再利用的过程。
- 1.4.4 煮练 指用化学方法去除棉布上的天然杂质，精练提纯纤维素的过程。
- 1.4.5 丝光 指棉纱线、织物在一定张力下，经冷而浓的烧碱溶液处理，获得蚕丝样光泽和较高吸附能力的加工过程。
- 1.4.6 染色 指对纤维和纤维制品施加色彩的过程。
- 1.4.7 印花 指把循环性花纹图案施于织物、纱片、纤维网或纤维条的方法，又称局部着色。
- 1.4.8 天然纤维 指棉、麻、丝、毛等植物、动物性纤维。
- 1.4.9 合成纤维 指经化学合成纤维，包括涤纶、腈纶、氨纶、锦纶、维纶、丙纶等纤维。
- 1.4.10 人造纤维 指粘胶（利用棉短绒和木质纤维加工而成）、醋酸纤维、牛奶纤维、大豆纤维、竹纤维等。
- 1.4.11 化学纤维 指合成纤维和人造纤维。
- 1.4.12 碱减量 指将涤纶纤维织物放在 80~90℃、8%左右的碱液中，使其表面单体不规则地溶出，以改善手感的处理工艺。
- 1.4.13 前处理 指去除纺织品上的天然杂质，以及浆料、助剂和其它沾污物，以提高纺织品的润滑性、白度、光泽和尺寸稳定性，利于进一步加工的工序。
- 1.4.14 整理 指除前处理、染色、印花以外，使坯布转变为商品形态的加工处理，俗称后整理。如：改善纺织品外观质量、手感和服用性能的末道加工处理。
- 1.4.15 排水量 指生产设施或企业向企业法定边界以外排放的废水的量，包括与生产有直接或间接关系的各种外排废水（含厂区生活污水、冷却废水、厂区锅炉和电站排水等）。
- 1.4.16 单位产品基准排水量 指用于核定水污染物排放浓度而规定的生产单位染整产品的废水排放量上限值。
- 1.4.17 能源审计 审计单位依据国家有关的节能法规和标准，对企业和其他用能单位能源利用的物理过程和财务过程进行的检验、核查和分析评价。

第二章 纺织行业资源能源消耗及产排污情况

纺织业是我国传统民生工业、支柱产业。改革开放以来我国外汇顺差的 83%来源于纺织工业的出口，现代化建设所需的资金很大部分来自于纺织工业；中国纺织工业各分支行业最齐全（纺织 21 个、化纤 7 个、服装 3 个分支行业）；就纺织行业而言，直接从事生产的 2200000 工人，从事原料生产的约 1 亿人；即有 1.22 亿人直接和间接从事纺织工业，对我国社会稳定起着十分重要作用。2009 年我国纤维加工量达到 3540 万吨约占世界的 50%，2010 年纤维加工量达到 4130 万吨占世界的 50%以上，是名副其实的纺织大国，由于高档产品比例和先进技术并不占优势，所以不是强国。

从环境保护角度分析，最大的问题是废水，废气、废物相对较小，其排放量大，水质污染严重，属高浓度有机废水。

如将纺织工业按产业链区分，可以分为：纺织（纺纱、织布）、染整（前处理、染色、印花、后整理）和服饰等最终产品（包括服饰、家用纺织品、工业用纺织材料等）三部分，其中废水量的 80%来自于染整，而且浓度也是最高，所以纺织工业环保问题的重点是染整行业。

据国家公告：规模以上企业统计，纺织工业废水排放量（23 亿吨/年）和 COD 排放量约占 39 个行业的第四位，是废水排放大户；纺织工业能耗约占 39 个行业总能耗的 4.3%，略高于 39 个行业平均值，也是能耗排放较大行业之一。

2.1 行业类型划分

根据国家统计部门分类，纺织行业分属于 17、18 和 28 等 3 个大类，31 个小类，见表 2.1。

表 2.1 国民经济行业分类与代码（部分 GB/T 4754—2011）

	17			纺织业	
		171		棉、化纤纺织及印染精加工	
			1711	棉、化纤纺织加工	指以棉及棉型化学纤维为主要原料进行的纺纱、织布，以及用于织布和缝纫的线的生产活动。
			1712	棉、化纤印染精加工	指对非自产的棉和化学纤维纺织品进行漂白、染色、印花、轧光、起绒、缩水等工序的加工。
		172		毛纺织和染整精加工	
			1721	毛条加工	指以毛及毛型化学纤维为原料进行梳

					条的加工活动。
			1722	毛纺织	指以毛条及毛型化学纤维为原料进行的纺、织生产活动。
			1723	毛染整精加工	指对非自产的毛纺织品进行漂白、染色、印花等工序的染整精加工。
		173	1730	麻纺织	指以苧麻、亚麻、大麻等为主要原料进行的纺、织生产活动。
		174		丝绢纺织及精加工	
			1741	缫丝加工	指由蚕茧经过加工缫制成丝的活动。
			1742	绢纺和丝织加工	指以丝及化纤丝为主要原料进行的丝织生产活动。
			1743	丝印染精加工	指对非自产的丝织品进行漂白、染色、轧光、起绒、缩水或印染等工序的加工。
		175		纺织制成品制造	指以棉、化纤、毛以及各种麻和丝纺织制成品的生产活动。
			1751	棉及化纤制品制造	
			1752	毛制品制造	
			1753	麻制品制造	
			1754	丝制品制造	
			1755	绳、索、缆的制造	指用天然纤维和化学纤维制造绳、索具、缆绳、合股线的生产活动。
			1756	纺织带和帘子布制造	
			1757	无纺布制造	指以化学纤维为基本原料，经化学（或热熔）粘合而成的类似布的产品制造。因其不进行纺织，故又称为非织造布。
			1759	其他纺织制成品制造	指废旧纤维纺织品，特种纺织品以及其他未列明的纺织制成品的制造。
		176		针织品、编织品及其制品制造	指纯粹由手工织成或钩成，或由机器针织、钩针编织成形的制品制造。
			1761	棉、化纤针织品及编织品制造	指以棉及棉型化学纤维为主要原料，纯粹由手工织成或钩成，或由机器针织、钩针编织织物的制作活动。
			1762	毛针织品及编织品制造	指以毛及毛型化学纤维为主要原料，纯粹由手工织成或钩成，或由机器针织、钩针编织织物的制作活动。
			1763	丝针织品及编织品制造	指以丝及化纤长丝为主要原料，纯粹由手工织成或钩成，或由机器针织、钩针编织织物的制作活动。

			1769	其他针织品及编织品制造	
	18			纺织服装、鞋、帽制造业	
		181	1810	纺织服装制造	指以纺织面料为主要原料，经裁剪后缝制各种男、女服装，以及儿童成衣的活动。包括非自产原料制作的服装，以及固定生产地点的服装制做。
		182	1820	纺织面料鞋的制造	指用各种纺织面料、木材、棕草等原料缝制、模压或编制各种鞋的生产活动。
		183	1830	制帽	指用各种纺织原料、皮革和毛皮原料，经剪裁、缝制或压制帽子的制作，以及针织或钩针编织成毛线帽的活动。
	28			化学纤维制造业	
		281		纤维素纤维原料及纤维制造	
			2811	化纤浆粕制造	指生产纺织用粘胶纤维的基本原料生产。
			2812	人造纤维（纤维素纤维）制造	指用化纤浆粕经机械加工生产纤维的活动。
		282		合成纤维制造	指以石油、天然气、煤等为主要原料，用有机合成的方法制成单体，聚合后经纺丝加工生产纤维的活动。
			2821	锦纶纤维制造	也称聚酰胺纤维，指由尼龙 66 盐和聚己内酰胺为主要原料生产合成纤维的活动。
			2822	涤纶纤维制造	也称聚酯纤维，指以聚对苯二甲酸乙二醇酯（简称聚酯）为原料生产合成纤维的活动。
			2823	腈纶纤维制造	也称聚丙烯腈纤维，指以丙烯腈为主要原料（含丙烯腈 85%以上）生产合成纤维的活动。
			2824	维纶纤维制造	也称聚乙烯醇纤维，指以聚乙烯醇为主要原料生产合成纤维的活动。
			2829	其他合成纤维制造	

纺织工业中主要环境问题是废水，而废水量的 80%来自于染整，而且浓度也是最高，其次是化纤行业，废水量约占 12%，其他部分共占 8%；所以纺织工业环保问题的重点是染整行业；能耗也是印染行业最大，约占全部纺织工业能源的 58.8%，是产业链中能耗最大。其它，纺纱和织布部分能耗约占 22%；服装和家纺部分能耗约占全

部纺织行业能耗的 20%左右。染整行业能耗中，蒸汽约占 52%~55%；动力机械约占 28%~32%；照明约占 10%~12%；空调约占 4%~6%。蒸汽所占比例最大，同时也是节能潜力最大的部分。

从分支行业分析，以产量分（以 2010 年数据）：棉加工量约 1200 万吨；涤纶 2500 万吨，这二部分约占全部纤维的 86%，毛约 50 万吨，丝 45 万吨，麻约 40 万吨，还有其它纤维，所占比例均不大。

纺织工业，特别是染整行业是以中小企业为主，据第一次全国污染源普查，全国纺织企业总数为：107561 家，而规模以上企业约为 57000 家。

染整实际上是一个大类，不同纤维（棉、毛、丝、麻、涤纶、晴纶、氨纶、锦纶等），所采用染料不同（活性、阳离子、分散、靛兰、酸性染料等），前处理和染色工艺不同，所用的助剂也不同，其污染物种类和浓度相差很大，所以处理工艺及所选参数，差别很大。任何一个好的工艺方案，实际上是多种技术的优化组合。

不同生产企业由于工艺类型、产能规模、原料品质等诸多因素的影响，其资源能源消耗和产排污水平可能有很大的差别，为了使耗能排污水平能详细、全面反映实际，并在企业间具有可比性，首先需要将企业进行分类。

不同产品、不同工艺，甚至相同产品不同的档次，其能耗和用水量差别也很大，高档产品一般能耗、水耗大。机织布和针织布相比，机织布的能耗大，由于实际类别太多，一般只能分几个类别，其能耗、水耗的先进与否以一定的范围划分。

2.2 能源消耗情况

纺织行业能耗，按产业链区分（2007 年统计）：从棉花等原料到服装等最终产品总能耗为：4.84tce/吨纤维产品；其中制造部分能耗约为： 0.95 tce/吨纤维；服装等最终产品能耗约为 1.05tce/吨服装；染整部分能耗为：2.5~3.2tce/吨纤维，占全部能源的 58.8%。

据部分染整企业统计各种能耗中，蒸汽约占 52%~55%；动力机械约占 28%~32%；照明约占 10%~12%；空调约占 4%~6%。因此蒸汽部分是节能重点，能源利用率不高原因有多种：设备、管理和少批量多品种造成设备开工率和利用率不高也是原因。据部分企业调查：

对十几家纺织印染企业能源利用率监测所得到数据见表 2.2。

表 2.2 部分印染企业能源利用情况

项目	加工转化	分配输送	生产	辅助生产	企业
范 围	72.9~88.27%	95.83~99.95%	23.47~60.42%	21.2~60%	20.3~48.9%
平均值	78.93%	98.70%	39.62%	45.96%	30.56%

从表 2.2 中数据可见，生产和辅助生产的能源利用率较低，导致企业整体的能源利用率降低。表 2.3 为染色机热能损失情况。

表 2.3 染色机热损失的组成

项目	冷凝水带出热比例 (%)	辐射散热比例 (%)	对流换热比例 (%)	染缸群整体热效率 (%)	单位产品耗汽 (t/t)
范围	21.4	7.6~43.8	13.2~28.2	11.2~58.9	25~11.9
平均值	21.4	32.625	23.7	27.05	7.775

2.3 资源消耗情况

2.3.1 水资源消耗

各类织物水资源消耗见表 2.4。

表 2.4 不同织物的废水量

产品名称	机织棉及棉混纺织物(m ³ /100m)	针织棉及棉混纺织物(m ³ /t)	毛纺织物(m ³ /t)	丝绸织物(m ³ /t)
废水量	2.5~3.5	150~200	200~350	250~350

注 1：织物标幅 91.4cm。

注 2：不同阔幅、厚度产品采用吨纤维产生量计算染整废水量时，可参照《印染行业清洁生产评价指标体系》有关规定，“印染企业综合能耗计算导则”（FZ/T 01002—92）附录 B，根据织物阔幅和厚度进行折算。

2.3.2 染料和助剂消耗

各类织物根据不同纤维、生产工艺和所用染料不一、产品质量要求差异，其染料和助剂使用量是不相同的，平均每吨纤维使用染料约 40 公斤，实际排放量约 10~20 公斤，而平均每吨纤维使用助剂量约 36 公斤（有机物），全部留在废水中。

我国常用染料约 600~700 种，其中分散染料约占 48%，活性染料约占 27%，硫化染料约占 13%，还原染料约占 5.4%，这里值得注意的是欧盟禁用硫化染料，我国内销使用的比例还相当高。

纺织助剂产品约 80%是以表面活性剂为基本原料，约 20%是功能性助剂。纺织助剂按化学结构的不同，可分为表面活性剂和聚合物两大类；按用途分为前处理剂、后

整理剂、印染助剂等。前处理剂主要有退浆剂、渗透剂、精炼剂、氧漂稳定剂等；后整理剂主要包括抗静电剂、柔软剂、防火阻燃剂、防水剂、拒油剂、抗菌整理剂、易去污整理剂等；印染助剂主要有匀染剂、增深剂、固色剂、分散剂、消泡剂、皂洗剂、印花用的糊料、涂料印花用的增稠剂、粘合剂等。我国能够生产的纺织助剂品种有 60 多个门类，近 3000 个，经常生产的品种有 700 余个，主要品种有 200 个左右。

但是总体上可以参考：每吨纤维染色使用染料约 35~45 公斤；助剂约 32~42 公斤。

2.4 污染物排放情况

各类印染废水水质可参考表 2.5 到表 2.13。机织棉及棉混纺织物染整废水水质可参考表 2.5；针织棉及棉混纺织物染整废水水质可参考表 2.6；毛纺织染整废水水质可参考表 2.7；单纯缫丝企业水质可参考表 2.8。当缫丝废水和丝绸染整废水混合处理时，其水质按混合比例确定；丝绸染整废水水质设计可参考表 2.9；绢纺精练废水水质可参考表 2.10；麻或麻混纺织物染整废水水质可参考表 2.5 和表 2.6，麻脱胶废水水质设计可参考表 2.11 当脱胶废水和麻染整废水混合处理时，其水质按混合比例确定；化学纤维染整废水水质可参考表 2.12；蜡染废水水质设计可参考表 2.13。也可以采用产排污系数予以表达，主要染整行业产排污系数见表 2.14、表 2.15。

需要强调说明的是：由于近年来全国大力开展节能减排和技术改造活动，特别是东部发达地区，执行更为严格的环保标准，例如江苏太湖条例等，迫使部分印染企业倒闭或搬迁，留下来的企业加强技术改造，引进先进设备，所以节能减排均能达到非常先进程度。因此东部发达地区比表中数据会有较大改进，而西部地区基本保持这些水平。

表 2.5 机织棉及棉混纺织物染整废水水质

产品种类	pH 值	色度 (倍)	BOD5 (mg/L)	COD (mg/L)	悬浮物 (mg/L)
纯棉染色、印花产品	9.0~10.0	200~500	300~500	1000~2500	200~400
棉混纺染色、印花产品	8.5~10.0	200~500	300~500	1200~2500	200~400
纯棉漂染产品	10.0~11.0	150~250	150~300	400~1000	200~300
棉混纺漂染产品	9.0~11.0	125~250	200~300	700~1000	100~300

表 2.6 针织棉及棉混纺织物染整废水水质

产品种类	pH 值	色度 (倍)	BOD5 (mg/L)	COD (mg/L)	悬浮物 (mg/L)
纯棉衣衫	9.0~10.5	100~500	200~350	500~850	150~300
涤棉衣衫	7.5~10.5	100~500	200~450	500~1000	150~300
棉为主少量腈纶	9.0~11.0	100~400	150~300	400~850	150~300
弹力袜	6.0~7.5	100~200	100~200	400~700	100~300

表 2.7 毛染整废水水质

废水类型	pH	色度 (倍)	COD (mg/L)	BOD5 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)
洗毛	9.0~10.0	—	15000~30000	6000~12000	8000~12000
炭化后中和	5.0~6.0	—	300~400	80~150	1250~4800
毛粗纺染色	6.0~7.0	100~200	450~850	150~300	200~500
毛精纺染色	6.0~7.0	50~80	250~400	60~180	80~300
绒线染色	6.0~7.0	100~200	200~350	50~100	100~300

表 2.8 缫丝废水水质

废水类型	化学需氧量 (mg/L)	BOD5 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	pH	氨氮 (mg/L)	水温 (℃)
煮茧	1500~2000	700~1000	150~300	9.0	6~27	80
缫丝	150~200	70~80	80~110	7.0~8.5	-	40

表 2.9 丝绸染整废水水质

废水类型	pH 值	色度 (倍)	BOD5 (mg/L)	COD (mg/L)	悬浮物 (mg/L)
真丝绸染色	7.5~8.0	100~200	200~300	500~800	100~150
真丝绸印花	6.0~7.5	50~250	150~250	400~600	100~150
混纺丝绸印花	6.5~7.5	200~500	100~200	500~700	100~150
混纺染丝	7.0~8.5	300~400	90~140	500~650	100~150
真丝绸精炼	7.5~8.0	—	200~300	500~800	100~180

表 2.10 绢纺精炼废水水质

废水类型	pH 值	化学需氧量 (mg/L)	五日生化需氧量 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总固体 (mg/L)
高浓度废水	9.0~11.0	4000~5000	2400~3000	—	—
低浓度废水	7.0~8.0	400~700	150~300	15~20	600~800

表 2.11 麻脱胶废水水质

工序	煮炼	浸酸	水洗	拷麻、漂白、酸洗、水洗
化学需氧量 (mg/L)	11000~14000	4000~5000	800~2000	<100

表 2.12 化学纤维染整废水水质

废水类型	COD (mg/L)	BOD5 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	pH	色度 (倍)	总氮 (mg/L)
涤纶（含碱减量）	1200~2500	350~750	100~300	10.0~13.0	100~200	—
涤纶	500~800	100~150	50~100	8.0~10.0	100~200	—
腈纶	1000~1200	240~260	—	5.0~6.0	—	140~160

表 2.13 蜡染废水水质

水质指标	化学需氧量 (mg/L)	五日生化需氧量 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	pH
数值	500~1500	100~300	100~200	100~150	7~9

注：废水经一般生化处理（无脱氮工艺）后，由于尿素分解，氨氮可以升高到 200~300mg/L。

表 2.14 棉、化纤纺织加工行业产排污系数表

产品名称	原料名称	工艺名称	规模	污染物指标	单位	产污系数	参考范围	末端治理技术名称	排污系数	参考范围
色织 棉机织物	纱、线 (未染色)	染纱-浆纱-织造-后整理	全部	工业废水量	t/t-产品	164	115~213	化学+生物	148	103~192
								物化+生物	144	101~187
								厌氧/好氧生物组合工艺	151	106~196
				CODcr	mg/L-产品	767	537~997	化学+生物	128	90~166
								物化+生物	105	74~137
								厌氧/好氧生物组合工艺	162	113~211
纱、线 (染色)	纱、线 (未染色)	染色	全部	工业废水量	t/t-产品	84	59~109	厌氧/好氧生物组合工艺	77	54~101
								化学+生物	76	53~98
				CODcr	mg/L-产品	518	363~673	厌氧/好氧生物组合工艺	169	118~220
								化学+生物	127	89~165
色织 棉机织物	色织坯布	后整理	全部	工业废水量	t/t-产品	49	34~64	化学+生物	44	31~58
								厌氧/好氧生物组合工艺	45	32~59
				CODcr	mg/L-产品	665	466~865	化学+生物	104	72~135
								厌氧/好氧生物组合工艺	167	117~217
牛仔布	线	染纱-浆纱-织布-后整理	全部	工业废水量	t/t-产品	64	45~83	化学+生物	55	39~72
								厌氧/好氧生物组合工艺	57	40~73
				CODcr	mg/L-产品	709	496~922	化学+生物	91	63~118
								厌氧/好氧生物组合工艺	157	110~204

表 2.15 棉、化纤印染精加工行业产排污系数表

产品名称	原料名称	工艺名称	规模	污染物指标	单位	产污系数	参考范围	末端治理技术名称	排污系数	参考范围
棉（化纤） 印染机织 物	棉（化纤） 未漂白机织 物	前处理-印 染-后整理	大	工业废水量	t/t-产品	143	100~186	厌氧/好氧生物组合工艺	136	95~177
								物化+生物	126	88~163
								化学+生物	130	91~169
				CODcr	mg/L-产品	1125	788~1463	厌氧/好氧生物组合工艺	177	124~230
								物化+生物	107	75~139
								化学+生物	132	93~172
			中	工业废水量	t/t-产品	139	97~181	厌氧/好氧生物组合工艺	133	93~173
								物化+生物	107	75~139
								化学+生物	115	81~150
				CODcr	mg/L-产品	1448	1014~1882	厌氧/好氧生物组合工艺	170	119~221
								物化+生物	145	102~189
								化学+生物	153	107~199
			小	工业废水量	t/t-产品	130	91~169	厌氧/好氧生物组合工艺	122	86~159
								物化+生物	112	78~145
								化学+生物	121	85~158
				CODcr	mg/L-产品	1771	1240~2302	厌氧/好氧生物组合工艺	170	119~221
								物化+生物	137	96~178
								化学+生物	153	107~199

染整行业废气主要来自热定型废气：在织物后整理工序中，由于各种功能需要，如防水、阻燃等在织物织造或其它工序中添加各种化学物质，最后都要进行热定型，尤其化纤坯布在染色后都需经定型机高温定型，印染定型机是纺织行业中主要耗热机械之一，在作业过程中会排出含有机物、染料助剂的油烟，特别是纱线在织造过程中添加了润滑油剂，防水、阻燃等功能性面料的后整理中染料助剂的成分更为复杂，有机混合物在受热后要分解、挥发，排出有机废气。此类有机废气有强烈的刺激性，有害于人们的身体健康。对附近区域性大气环境的影响较大，而且排放时散失大量的热量。

每台定型机一般排放颗粒物的浓度约 $150\sim 250\text{mg}/\text{m}^3$ ，日排放 $50\sim 100\text{kg}$ ，油烟浓度 $40\sim 80\text{mg}/\text{m}^3$ ，日排放量 $20\sim 40\text{kg}$ 。大量的热定型机污染，在部分地区印染行业治污工作逐渐开始从“治水”转向“治气”。目前印染定型机废气处理控制技术包括静电集尘机、湿式洗涤塔、冷凝过滤器等形式。其中浙江开发的“YL 定型机废气处理系统”，该系统集喷雾、沉降、复喷水幕过滤和物理吸附等技术为一体，使废气中的纤维、油脂、染化料、水污染物等，通过高效水幕，喷淋在水中，然后流入隔油池进行油水分离、矿物油回收、废水排入废水处理池，净化气体通过特殊装置排向外界，废热回用。

热定型废气污染另外问题是尚无排放标准可以依据，而没有排放标准的主要原因是，没有热定型机烟气监测方法，因为目前油烟气监测方法是针对饮食行业动植物油，其采样器无法捕集热定型机有机物，此事，有关方面应予立项制定标准。

第三章 纺织行业技术现状

3.1 纺织行业技术结构

纺织行业从大类分：纺纱，织布或纺织原料部分；染色，印花和后整理；以及服装及家纺等最终产品。

也可分为棉；毛；丝；麻和化学纤维。

化学纤维又分为人造纤维和合成纤维，合成纤维包括：涤纶、腈纶、锦纶、氨纶和芳纶等；

从行业协会又可增加纺织机械等方面。

我国纺织机械，生产品种齐全，但是水平一般，一些最新技术，往往需要从国外进口，然后自己仿制，自行开发具有独创的不多。

印染又称之为染整（dyeing and finishing），是一种加工方式，也是染色，印花，后整理，洗水等的总称；本科的染整专业现在已经并入轻化工程专业；早在六、七千年前的新石器时代，我们的祖先就能够用赤铁矿粉末将麻布染成红色。居住在青海柴达木盆地诺木洪地区的原始部落，能把毛线染成黄、红、褐、蓝等色，织出带有色彩条纹的毛布。商周时期，染色技术不断提高。宫廷手工作坊中设有专职的官吏"染人"来"掌染草"，管理染色生产。染出的颜色也不断增加。到汉代，染色技术达到了相当高的水平。

染整分为：前处理；染色；印花和后整理，其技术门类最多，花色品种非但复杂而且每年甚至每一季度都在变化，由于新工艺层出不穷，新的染料，助剂不断出现，而且纺织行业废水排放的 80%和能耗的 58%左右都在染整行业，他的节能减排潜力也是最大的，所以纺织行业节能减排的重点是在染整行业。

退浆：去除织物上浆料的工艺过程。棉、粘胶以及合成纤维等织物的经纱，在织造前大都先经过浆纱。浆料在染整过程中会影响织物的润湿性，并阻碍化学品对纤维接触。因此织物一般都先经退浆。棉织物退浆兼有去除纤维中部分杂质的作用；合成纤维织物有时可在精练过程中同时退浆。

在织造过程中，经纱由于开口、送纬和打纬三个机械运动，受到较大的张力和摩擦，为防止经纱断头，提高经纱的强力、耐磨性和光滑度，保证织布能顺利进行，织布厂对经纱都要进行上浆处理，只有上过浆的经纱才具备良好的弹性、伸长、抗张强度、耐磨性和柔韧性等可织性。然而坯布的这些浆料却给染整加工造成不少困难，它使织物不吸水，没有渗透性，阻碍染料、化学用剂与纤维接触，并与染料及其他化学试剂发生物理化学反应。因此在煮漂前都要先去除坯布上的浆料。这个过程，工艺上就称为退浆。

各类织物退浆的方法随浆纱所用的浆料而不同，常用退浆的方法主要分为热水退浆法、碱液退浆法、酶退浆法、氧化剂退浆法四种。

退浆是粘胶纤维织物的重要工序，因此，不论纯粘胶纤维或棉粘混纺织物退浆工艺，都应加强。这类织物多采用以淀粉为主的浆料，故退浆通常采用酶退浆工艺，退浆率要求达到 80%以上。

表 3.1.1 退浆常见疵病及克服方法

疵病名称	产生原因	克服方法
退浆不净	1. 退浆工艺选用不当，根据坯布浆料性质选用恰的退浆工艺 2. 退浆工艺掌握小严格 3. 退浆后水洗不净，造成已分解的浆料分子重新粘在织物上	1. 了解坯布上浆情况，正确选用退浆工艺 2. 要严格按工艺规定操作 3. 退浆后应强烈水洗
退浆风干印和脆损	1. 涤棉混纺织物碱退浆时如停车时间较长，暴露气中空气中的织物会风干泛黄。纯棉织物碱酸退浆时如停车时间较长，浸酸后的织物会风干而使织物脆损。 2. 亚溴酸钠退浆时，工艺条件选择控制不当，有效溴浓度过离，pH 值偏低等，会造成纤维素纤维聚合度降，甚至使织物脆损。	1. 停车时间长应将该工序积存的布加工完毕，或将浸轧槽中工作液放出，并将织物用水冲洗，避免织物风干和酸碱物质浓缩 2. 严格控制呀溴酸钠退浆的工艺条件，有效溴一般不宜超过 1 g/L，pH 值应严格控制在 9.5~10.5 之间

生物酶是具有催化功能的蛋白质，生物酶是从生物体中产生的，它具有特殊的催化功能，其特性如下： 高效性：用酶作催化剂，酶的催化效率是一般无机催化剂的 $10^7 \sim 10^{13}$ 倍。专一性：一种酶只能催化一类物质的化学反应，即酶是仅能促进特定化合物、特定化学键、特定化学变化的催化剂。

低反应条件：酶催化反应不像一般催化剂需要高温、高压、强酸、强碱等剧烈条件，而可在较温和的常温、常压下进行。

易变性失活：在受到紫外线、热、射线、表面活性剂、金属盐、强酸、强碱及其它化学试剂如氧化剂、还原剂等因素影响时，酶蛋白的二级、三级结构有所改变。所以在大生产时，如有条件酶还可以回收利用。

可降低生化反应的反应活化能：酶作为一种催化剂，能提高化学反应的速率，主要原因是降低了反应的活化能，使反应更易进行。而且酶在反应前后理论上是

不被消耗的，所以还可回收利用。

生物酶技术应用于染整加工主要有两个方面：(1)天然纤维织物的前处理加工，用生物酶去除纤维或织物上的杂质，为后续染整加工创造条件。(2)织物的后整理加工，用生物酶去除纤维表面的绒毛，或使纤维减量，以改善织物的外观、手感和风格。目前应用的生物酶主要有以下几种：1.果胶酶 2.脂肪酶 3.蛋白质 4.纤维素酶 5.过氧化氢酶 6.淀粉酶。

煮练就是用化学的和物理的方法去除杂质、精炼提纯纤维的过程，简言之，练漂是纤维和织物的净化工程：坯布-浆料（退浆）-杂质（煮练）-色素（漂白）=纯净纤维。只是纤维性质不同、含杂不一，净化要求程度不同而已。在纤维净化工程中，即前处理过程中煮练是非常重要的工序。

棉纤维生长时，有天然杂质（果胶质、蜡状物质、含氮物质等）一起伴生。棉织物经退浆后，大部分浆料及部分天然杂质已被去除，但还有少量的浆料以及大部分天然杂质还残留在织物上。这些杂质的存在，使棉织布的布面较黄，渗透性差。同时，由于有棉籽壳的存在，大大影响了棉布的外观质量。故需要将织物在高温的浓碱液中进行较长时间的煮练，以去除残留杂质。

棉布煮练最古老的方法是用草木灰（主要含碳酸钾）煮练，以后逐渐发展到用石灰、纯碱煮练，知道 20 世纪初开始用烧碱煮练并沿用至今。煮练助剂也由于精细化工和表面活性剂、酶制剂的出现而得到迅速的发展。煮练设备也从原始的开口煮布锅发展到高压煮布锅，绳状和各种类型的连续平幅汽蒸、高温高压汽蒸煮练。目前溶剂煮练、酶煮练、退煮漂一浴法德前处理工艺还在不断的发展。

煮布锅煮练的工艺流程为：退浆水洗后织物-->轧碱-->进锅-->煮练-->水洗

绳状汽蒸煮练的工艺流程为：退浆水洗后织物-->轧碱-->汽蒸-->轧碱-->汽蒸-->水洗

平幅汽蒸煮练的工艺流程为：轧碱-->（紧式湿蒸）-->汽蒸-->（轧碱-->汽蒸）-->水洗

物理化学方法主要是用煮练助剂的润湿、增溶、乳化、分散等作用将杂质从纤维上分离，它不改变杂质的性质，仅改变杂质的分散状态。

化学方法主要用烧碱来分解纤维素共生物，烧碱与这些共生物的作用很复杂。

煮练除使用烧碱外，为提高煮练效果，添加煮练助剂是必不可少的。

总之，良好的煮练效果应包括两个过程：一是依靠化学和物理化学的作用，将纤维素共生物和其他杂质从纤维上去除；二是使洗下的杂质稳定地分散到水洗液中，并防止其再沉积到纤维上。

表 3.1-2 几种常用煮练工艺的比较

项目	煮布锅煮练	绳状汽蒸煮练	平幅汽蒸煮练
品种适应性	一般品种都适应， 厚重织物可以吊卷 平幅煮练	适于 6 m ² /kg 以下的 织物	一般品种都适应， 特别适于厚织物
质量水平	煮练较透，但毛细 管效应不够均匀， 易产生斑渍	较好，特别是质量 均匀，优势棉籽壳 不能完全去除，但 漂洗后可以解决	较好，特别是质量 均匀，有时棉籽壳 不能完全去除，但 漂洗后可以解决。 但采用平幅伞柄箱 或履带箱时，厚重 织物仍有压皱印， 可在汽蒸前再湿 蒸，这对提高质量 有帮助
生产周期	长	短	短
生产方式	间歇	连续	连续
劳动生产率	低	高	较高
耗碱量	较高	稍高	较高
用汽量	较高	较省	较省
劳动强度	较高	较低	较低

染整工艺主要包括生丝及织物的精炼、染色、印花和整理四道加工工序。

(1) 染色：用染料按一定的方法使纤维、纺织品获得颜色的加工过程。它是借助染料与纤维发生物理化学或化学的结合，或者用化学方法在纤维上生成染料而使整个纺织品成为有色物体。染色产品不但要求色泽均匀，而且必须具有良好的染色牢度。根据染色加工的对象不同，染色方法可分为织物染色、纱线染色、散纤维染色及成衣染色。其中织物染色应用最广。

染色工艺流程：

a、轧染 白坯-->烧毛-->退煮漂-->丝光-->预定型-->轧色(打底)-->还原皂洗-->定型-->预缩-->检验-->成品

b、卷染 坯布-->前处理-->染色-->定型-->检验-->成品

染料概述：

染料是指能够使纤维材料获得色泽的有色有机化合物，但并非所有的有色有机化合物都可以作为染料。作为染料一般要具备四个条件。其一为色度，即必须有一定浓度的颜色；其二为上色的能力，即能够与纤维材料有一定的结合力，称亲和力或直接性；其三为溶解性，即可以直接溶解在水中或借化学作用溶解在水中；其四为染色牢度，即染上的颜色须有一定的耐久性(染色牢度)，不容易褪色或变色。有些有色物质不溶于水，对纤维没有亲和力，不能进入到纤维内部，但能靠黏合剂的作用机械地固着在织物上，这种物质称为颜料。颜料和分散剂、吸湿剂、水等进行研磨制得涂料。涂料可用于染色，但主要用于印花。

(2) 印花是通过一定的方式将染料或涂料印制到织物上形成花纹图案的方法。织物的印花也称织物的局部染色。我国在织物上印花比画花、缀花、绣花都晚。目前我们见到的最早印花织物是湖南长沙战国楚墓出土的印花绢被面。

纺织品印花就是在纺织品上印上各种颜色的花纹图案的方法。传统的印花过程包括：图案设计、花纹制版、色浆调制、印制花纹、后处理（蒸化和水洗）等几工序。

棉织物印花常用的染料有：活性染料、可溶性还原染料、不溶性偶氮染料、稳定不溶性偶氮染料、涂料等。

织物印花的方法，根据印花工艺的不同可分为直接印花、防染印花、拔染印花和防印印花四种。

直接印花：

将各种颜色的花型图案直接印制在织物上的方法即为直接印花，在印制过程中，各种颜色的色浆不发生阻碍和破坏作用。印花织物中大约有 80%~90% 采用此法。该法可印制白地花和满地花图案。

拔染印花：

染有底色的织物用含有可以破坏地色的化学品的色浆进行印花的方法，这类化学品称为拔染剂。拔染浆中也可以加入对化学品有抵抗力的染料，如此拔染印花可以得到两种效果，即拔白和色拔。

防染印花：

先在织物上印制能防止染料上染的防染剂，然后轧染底色，印有花纹处可防止地色上染，该方法即为防染印花，可得到三种效果，即防白、色防和部分防染。

印花工艺流程：

白坯-->烧毛-->退煮-->氧漂-->丝光-->预定型-->轧色(打底色)-->花样设计-->描稿-->制版-->印花-->蒸化-->水洗-->定型-->轧光-->预缩-->成品

我国目前使用的印花设备，主要以放射式辊筒印花机和圆网印花机为主，其他还有半自动及自动平网印花机。

(3) 整理：机织物、针织物及其他各类织物下织机后，须经过染整加工，如练漂、染色或印花、整理等工序处理，才能成为投放市场的纺织商品。这些印染加工工序都属于织物整理范畴，这里所述之整理内容，系指织物经漂、染、印加工后，为改善和提高织物品质赋予纺织品特殊功能的加工整理。

织物后整理按其整理目的大致可以分为下列几个方面：

1)使织物幅宽整齐，尺寸形态稳定：属于此类整理的有定幅、防缩防皱和热定形等，称为定形整理。

2)改善织物手感：如硬挺整理、柔软整理等。这类整理可采用机械方法、化学方法或两者共同作用处理织物，以达到整理目的。

3)改善织物外观：如光泽、白度、悬垂性等。有轧光整理、增白整理及其他改善织物表面性能的整理。

4)其他服用性能的改善：如棉织物的阻燃、拒水、卫生整理；化纤织物的亲水性、防静电、防起毛起球整理等。

织物后整理根据上述要求，其加工方法可分为两大类，即机械后整理和化学后整理。通将利用湿、热、力(张力、压力)和机械作用来完成整理目的的加工方法称为一般机械整理，而利用化学药剂与纤维发生化学反应，改变织物物理化学性能的称为化学整理。但两者并无截然界线。

热定形 (heat setting)，即使热塑性纤维及其混纺或交织物形态和尺寸相对稳定的工艺过程。热塑性纤维在纺织生产中要经过适当温度的热定形，使纤维、纱线和织物的外形尺寸稳定，以利于后道加工。此外，利用热定形工艺并结合其他物理或机械作用还可以制得弹力纱（丝）、低弹纱（丝）和膨体纱等织物（见变形纤维）。含有热塑性纤维的织物在纺织过程中会产生内应力，在染整工艺的湿、热和外力作用下，容易出现褶皱和变形。热定形能使染整后成品具有平挺的外观和良好的形态稳定性。

漂白是印染前处理的重要工序，它有两个作用：一是去除织物上的色素，使织物更加洁白，提高产品的花色鲜艳度；二是继续去除煮练尚未去净的纤维素共生物，如棉籽壳等、事实证明测定漂后织物上油蜡、灰分、吸水性等指标都较煮练后有较大提高，因此，漂白也担负了部分净化纤维的任务。

最早人们将棉布露于草地上用日光漂白，以后才发展了用还原剂和氧化剂漂白。还原漂白剂如亚硫酸钠、低亚硫酸钠与色素作用仅是表观的漂白作用，色素

未被破坏，日久被氧化后会复色，因此漂白效果不持久、不稳定，所以很少使用。氧化漂白剂能使色素的化学结构破坏，效果持久、稳定，故被广泛使用。目前常用的有次氯酸盐、亚氯酸钠和双氧水。过醋酸、过硼酸钠虽也可漂白，但在实际生产中很少使用。次氯酸盐因 AOX(可吸附有机卤化物)污染问题以及它难以应用于煮漂一浴工艺，虽价廉且使用方便，但其应用正日趋减少。亚氯酸钠亦因环保及设备腐蚀要求高、安全保障有难度，用量也正在减少。它们正在被优良漂白剂双氧水取代。

酶制剂在纺织特别是印染工艺中应用：

酶是一种高效、专一、反应条件温和的生物催化剂，其工艺具有节能、环境污染小等特点，因而在纺织工业中获得了广泛的应用。

酶制剂的基本特性： 地球上的生物形形色色，种类繁多。但不管生物如何多种多样，其生命的延续都离不开一种神奇的物质——酶。几乎所有的生命活动，从动物到植物，从参天大树到微生物，都需要酶来参与。酶的利用可以追溯到数千年前，但酶的本质直到 20 世纪初才逐渐被认识，这才促进了生物酶从生命科学、食品工程领域逐渐向其它领域尤其是工业领域的应用。以酶制剂应用为主要手段的工业技术被认为是“绿色”工艺，是最具发展潜力的技术之一。

酶是一种特殊的催化剂。催化剂是一类能改变反应速度，但不改变反应性质、反应方向和反应平衡点，而且反应完成后其本身不发生变化的物质。例如，蛋白质水解为氨基酸，淀粉水解为葡萄糖，就热力学性质而言，这些反应完全能够自发进行，甚至可以达到彻底水解的程度，但在没有催化剂的情况下，反应进行得极为缓慢，而少量的酸、碱和酶都可以在这些反应中起到催化作用，加速反应进行。

酶和无机或有机催化剂相比，具有如下特点：

(1) 高催化效率： 在可比的情况下，相对于其它非生物酶催化剂，酶的催化效率高达 $10^7 \sim 10^{12}$ 倍，某些酶甚至可加快反应速率高达 10^{14} 倍。

酶的这种高催化效率是因为酶能够显著降低反应过渡态能量。对于一个化学反应，通常首先形成一个对底物(反应物)和产物双方来说，在能量上都不稳定的化合物，这个不稳定的中间结构叫做过渡态。图 3.1.1 是三种反应过渡态的能量关系示意图。

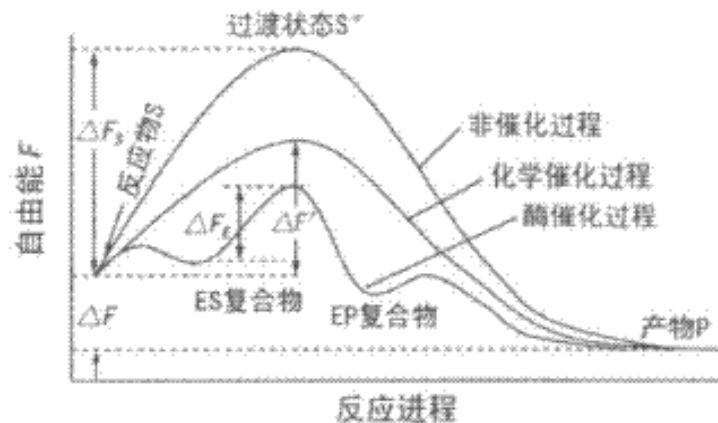


图 3.1.1 非催化、化学催化及酶催化反应的能量关系

图 3.1.1 中， ΔF 是底物和产物之间自由能之差，是该反应的最终自由能变化； ΔF_S 和 $\Delta F'$ 分别表示非催化反应和化学催化反应过程中过渡态与底物之间的自由能之差； ΔF_E 为酶催化反应过程中过渡态与酶及底物络合物之间的自由能之差。它们分别表示各自反应能量壁垒，即底物转变到产物之前必须具备的最小能量(活化自由能)。

通常，对一个反应来说，存在 $\Delta F_S > \Delta F' > \Delta F_E$ 的关系，即酶促反应使活化能大大降低。例如双氧水的分解反应，在无催化剂存在时，活化能为 75.31 kJ/mol；用钨作催化剂，活化能为 48.99 kJ/mol；而用酶作催化剂时，活化能仅为 8.37 kJ/mol。根据 Arrhenius 方程，反应速率 K 和反应活化能 E 具有下列关系：

$$K = A e^{\frac{E}{RT}} \quad (1)$$

式中：R——气体常数；

A——频率因子；

T——绝对温度。

因而，活化能 E 越小，反应速率越快。对于过氧化氢酶来说，在 30~50℃(过氧化氢酶的最适温度)条件下，双氧水分解的酶促反应速度是无催化反应速率的 $6.78 \times 10^{10} \sim 3.51 \times 10^{11}$ 倍，是钨催化反应的 $6.06 \times 10^6 \sim 1.14 \times 10^7$ 倍。

由此可见，酶催化反应的活化能显著降低，是酶促反应具有极高效率的关键。其机理有多种解释，主要为：邻近和定向效应、底物变形、酸碱催化反应、亲核和亲电催化反应以及反应微环境的影响等，具体可以参见相关文献。

(2)高度的专一性：酶的专一性是指一种酶只能催化一种或一类结构相似的底物进行某种类型反应的特性。催化反应的专一性是酶最重要的特性之一，是酶与其它非酶催化剂最主要的不同之处。

酶的专一性可以用多种模型来描述，最著名和形象的是锁和钥匙模型，如

图 3.1.2 所示，由 Fisher 在 1894 年提出。该模型表示酶分子结构在形状上是固定的、不可形变的，这意味着如果酶分子构象发生微小变化，自然就破坏了酶和底物的契合关系，使催化反应不能进行。这与越来越多的实验事实不符。

1958 年 Koshland 提出了诱导契合理论[图 2(b)和 2(c)]，1963 年 Monod 等人提出了变构模型。这些模型表明酶的活性部位是柔性可变的，甚至通过酶的化学修饰，可以改变或增进酶的活性。尽管如此，酶的锁和钥匙模型因为简明直观，目前仍然用于描述酶和底物的高度专一特性。

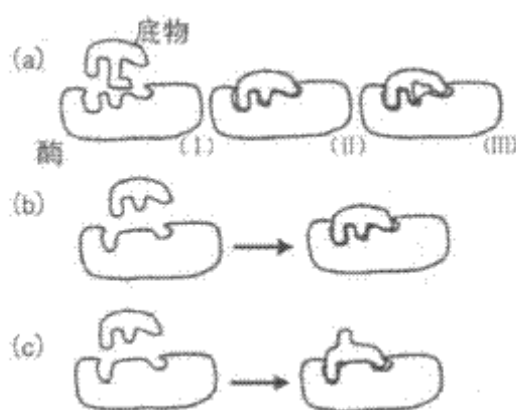


图 3.1.2 酶的专一性模型

(a)锁和钥匙模型 (I)酶的活性部位与底物不相配；(II)酶的活性部位与底物高度相配，可以催化化学反应；(III)酶的活性部位与底物相配较低，不能高效催化化学反应。

b)诱导契合模型(效应) 在此模型中，底物可以诱导酶的活性部位发生变形，使活性部位与底物结构相配，完成化学反应。

(c)变构模型 酶的活性部位也可以使底物发生变形，使底物与酶的活性部位结构相配，完成化学反应。

不同酶的专一性程度是不同的，有以下几种：

①化学键专一性。此类酶的催化作用只要求化学键相同，是属于专一性程度很低的酶，如肽酶、磷酸(酯)酶和酯酶等，可以作用于很多底物。生物分子降解，尤其应用于纺织工业中的水解酶，大多为此类低专一性的酶，这是因为相对较低的专一性对于降解更为经济。低专一性的酶在合成酶中很少见。

②基团专一性。这种为中等程度的专一性。大多数酶呈绝对或几乎绝对专一性，它们只催化一种底物进行快速反应，如脲酶只催化尿素水解成二氧化碳和水，或以很低的速率催化结构非常相似的类似物。

③立体异构专一性。当酶作用的底物和形成的产物含有不对称碳原子，即酶只能作用于一种异构体。立体异构专一性是酶催化反应的一个显著特点。

④反应专一性。一种酶只能催化某化合物在热力学上可能进行的许多反应中的一种反应。

酶催化反应专一性程度还与酶的个体有关。酶的专一性有利于节约成本，提高产物的纯度，为工业化生产带来便利。如淀粉酶用于葡萄糖的生产，可减少30%的水蒸气、50%的灰分和90%的副产物。工业化淀粉酶的成功上市，使酸法葡萄糖生产完全被酶法所替代，实现了葡萄糖生产的飞跃。

(3)反应条件温和：酶来自生物体，因而一般酶催化反应均为非极端条件，除个别酶种外，均可在常温常压条件下进行，有利于生产控制，并可节约能源，降低设备成本。另外，酶催化反应都在弱酸、弱碱或中性条件下进行，对环境污染小，对设备的腐蚀轻，生产安全性高。

酶的活性还受一些化合物调控。有些酶如胰凝乳蛋白酶在表现活力时不需要任何辅助因子，但大多数酶需要非蛋白组分即辅助因子的存在才能表现活力。辅助因子大体可以分为两大类，即有机辅助因子和金属离子。在现有的酶中，大约有1/3需要金属离子存在才能保持活性，其中一类在酶分子结构中就带有一个或几个金属离子，这类酶称为金属酶；另一类需要另加金属离子或金属配体后才具有活性，这种酶称为金属活化酶。

酶的活性部位：酶的活性部位由酶分子中少数几个氨基酸侧链基团构成。活性部位在酶分子表面上通常表现为一个深陷的“凹槽”或“凹坑”，以容纳底物的被催化部位。某些特殊的酶还可能是一种微管结构，如纤维素合成酶。图3为酶“凹坑”活性结构的示意，当肽键的羰基侧为丙氨酸残基时，由于丙氨酸侧基为甲基，不能深入到酶“凹坑”底部，因而不能水解该肽键；反之对于赖氨酸残基，由于赖氨酸具有含氨基的长侧基，可以深入到“凹坑”底部和酶活性部位产生配合作用，因而可以产生水解作用，表现出酶活力的特异性。

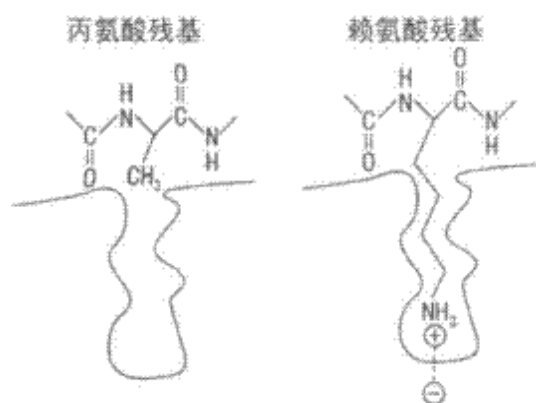


图 3.1.3 活性部位的凹坑结构示意

图 3.1.3 所示为一种纤维素内切酶的空间结构。其活性部位的形状为凹槽结构，并由一级结构中 116 位和 200 位的谷氨酸(Glu)构成活性部位。

就功能而言，活性部位的几个氨基酸侧基又可以分为底物的结合部位和催化部位。底物的结合部位是与底物特异结合的部位，因此也叫特异性或专一性决定部位。催化部位直接参与催化，底物的敏感键在此部位被切断或形成新键，并生成产物。底物的结合部位和催化部位的区分并不是绝对的，有的基团具有结合底物和催化底物反应双重功能。从现有结构比较明确的酶来看，一条肽链的单功能酶只有一个活性部位。

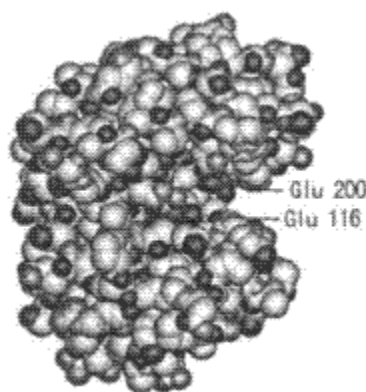


图 3.1.4 一种纤维素内切酶实际空间凹槽结构及活性部位的氨基酸

构成酶催化部位的基团由氨基酸侧基提供，如丝氨酸的羟基、半胱氨酸的巯基、组氨酸的咪唑基、天门冬氨酸和谷氨酸的羧基及赖氨酸的 ϵ -F 氨基等。催化活性部位通常由 2~3 个此类氨基酸组成。

不同类型的酶，活性部位的深凹形有明显差异。以水解酶来说，内切酶是长形凹槽，如溶菌酶凹槽的大小恰好能容纳多糖底物的六个单糖；而外切酶则表现为疏水口袋，如羟基羧肽酶 A 的疏水口袋就由 Zn^{2+} ， His-69， His-196， Glu-72， Arg-145， Tyr-248， Glu-270， Tyr-198， Phe-279， Arg-71 等基团组成(His 为组氨酸，Glu 为谷氨酸，Phe 为苯基丙氨酸，Arg 为精氨酸，Tyr 为酪氨酸)。底物必须以正确的方式与活性部位结合，才能顺利地水解。酶活性部位的大小往往是底物大小的函数。对于大分子底物，如淀粉、蛋白质和核酸分子，它们与酶之间可能存在很多的相互作用部位。即使如此，酶肽链的绝大部分仍然不能直接和底物接触，但这些非活性部位肽链起着维持活性部位的构象，即将所有基团保持在活性部位最佳位置的作用[3]。

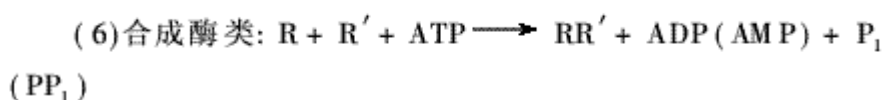
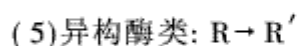
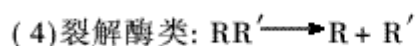
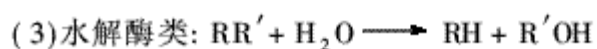
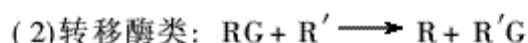
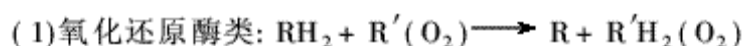
由于酶的特异性取决于活性部位几个关键氨基酸残基的侧基，而溶液的 pH 值状态也会影响这些氨基酸残基侧基的解离状况，从而影响酶的活力，因而酶都具有最佳活力 pH 值条件。同时，由于酶是蛋白质，随着温度升高其稳定性下降，

使酶的失活速率增加；另一方面，根据热力学原理，温度升高又会使酶的催化效率增加，因而酶还有一个相对最佳活力温度。该活力温度实际上是酶作用时间的函数。

酶的分类和命名

现在已知的酶有 3000 多种。为了准确地识别某一种酶，避免发生混乱和误解，在酶学研究和酶工程领域要求对每一种酶都要有准确的名称和分类。

根据国际酶学委员会(Enzyme Commission, E. C.)的决定，区分酶专一性的基本依据是它们催化的反应，据此将已知酶的催化反应分为六大类：



在每一大类下，根据反应类型又可分成若干小类，其中在纺织工业中应用和研究的主要为水解酶、氧化还原酶和合成酶。

国际酶学委员会推荐了一套酶的系统命名法。通常每个酶都有一个系统名和推荐的俗名(习惯名)。由系统名可以确定每个酶的催化反应类型，它一般由酶催化的底物名称加上该酶所属大类名称组成，如蛋白酶和蛋白水解酶，前者为俗名，后者为系统名。如果是双底物反应，则两个底物都要列出，并由冒号隔开。英文的酶名都以“ase”作后缀。

除此之外，每个酶都有一个四位编号(标码)。编号前三位数字表示所属的大类、亚类和亚亚类，根据前三位标码可判断酶催化类型和催化性质；第四位数字则表示该酶在亚亚类中的序列号，根据这四个数字就可以确定具体的酶。如胰蛋白酶的编号为 E.C. 3. 4. 21. 4。对于催化同一反应的不同酶，则有相同的前三位号码，只是在第四位号码上不同。

酶学委员会还建议，在发表论文时，酶在第一次被提到时应写出它的标码、系统名和来源，然后再用系统名或习惯名叙述。

纺织是纺纱与织布的总称。中国古代的纺织与印染技术具有非常悠久的历史，早在原始社会时期，古人为了适应气候的变化，已懂得就地取材，利用自然资源作为纺织和印染的原料，以及制造简单的纺织工具。直至今日，我们日常的衣、某些生活用品和艺术品种都是纺织和印染技术的产物。

根据不同的标准，可以将狭义纺织业分为若干类型。

(1)按原料性质不同，可分为：棉纺织工业、麻纺织工业、丝纺织工业、毛纺织工业、化学纤维纺织工业等。

(2)按生产工艺不同，可分为：纺纱工业、织布工业、印染工业、针织工业、纺织品纺织工业等。

广义的纺织业，除包含狭义的纺织业内容外，还包括服装工业。

纺织工业是传统产业，在我国有较好的基础，特别是改革开放以来，纺织工业生产不仅规模迅速扩大，而且在加工深度和品种上都有较大变化，形成了纤维、纺纱、织造、染整、服装以及最终制成品的门类齐全的产业体系，具有上、中、下游结合配套的生产能力，向深加工发展的条件良好。

目前，我国纺织工业虽已奠定了相当的基础，成为世界纺织大国，但是，我们还不是纺织强国，还应当看到：我国人口多，纺织品的平均消费水平还比较低；我国纺织品的出口额在世界纺织品总贸易额中，虽然占有较大比例，但产品档次较低，我国的纺织科技水平与世界先进水平比较还有一定的差距等。这就要求我们纺织工业部门的从业人员发扬爱国主义精神，努力工作，开创纺织工业的新局面，加速实现纺织工业的现代化。

纺织行业另一个特点是，大量节能减排技术可能是一个配方，一种助剂，一种特殊生物酶和一个工艺改革能达到节能减排效果，不一定花费很大资金和设备投入。

当然新的生产工艺改革，也往往带来新型设备，机器改变，这需要较大投入。但是行业特点整体投入不大，但是，同一产品分为高、中、抵挡。所以设备也分挡；而且同为染色设备，丝绸和棉，麻等往往需要不同设备，所以品种及其复杂。一般染色设备使用寿命 10 年到 12 年，所以更新速度每年 10%左右。

3.2 纺织行业技术水平

纺织行业整体生产技术水平：化纤行业基本上是以国外技术为主，企业规模大，大多达到或接近国际水平；服装行业污染较轻，世界服装生产中国占很大比例，其中高、中、抵挡产品均有，技术水平较高，能耗也接近世界平均水平。

近年来由于国家大力推广节能减排和环境保护工作，纺织行业，特别是染整行业压力极大，但同时也是动力，江苏、浙江、广东、山东、福建等印染行业集中地，技术、设备不断升级，废水处理及处理后回用发展极快，已经达到很高水平，但是，中西部地区由于压力较小，变化就较小。

例如江苏省太湖流域实施“太湖条例”以来，关闭了一部分污染重、技术落后的印染企业，也转移一部分印染企业。留下的由于太湖条例非常严格，迫使在节能减排方面作出重要努力，以达到太湖条例要求，不少企业排放废水量和浓度达

到了条例要求，已是世界先进水平。

同理，浙江省，特别是印染企业高度密集的绍兴县，约有 200 家印染企业，当地政府实行严格控制，并实施末位淘汰制，迫使企业千方百计减少用水量和增加回用水数量，并达到很高水平。

但是这些多数是在现有技术基础上靠挖潜的改进，根本上还需靠技术进步，从先进工艺，先进设备，先进管理模式予以实施，这些在发达地区已经开始，但是由于不论认识水平还是设备更新，多是一个潜进过程，需要 8-10 年才能完成。还应指出，地区差别的消除需要更多的时间。

需要指出的是，在进行节能减排评判时，由于印染行业产品类别极多，产品档次不同，其评判标准是不同的。一般而言，高档产品的能耗和排污量明显高于低档产品，而且档次的高低是一个渐变过程，这也是行业中比较时的难点。

第四章 纺织行业节能减排先进适用技术

以下技术、工艺设备是经过单位申报，初筛选，专家评议后得到，分为：生产过程节能减排技术（26 项）；资源回收利用技术（14 项）；污染物治理技术（7 项）和其他节能减排技术（4 项）等四类，共计 51 项，现分别介绍如下：

4.1 生产过程节能减排技术

4.1.1 生物酶精炼技术在纺织印染前处理中的应用

未经染整加工的织物统称为原布或坯布。

前处理的目的：在使坯布受损很小的条件下，除去织物上的各类杂质，使坯织物成为洁白、柔软并有良好润湿性能的染印半制品。

前处理是印染加工的准备工序，也称为练漂，对于棉及棉型织物的前处理有准备、烧毛、退浆、煮练、漂白、丝光等工序。

印染厂是用蒸汽、水量较大的企业，而前处理工序用水量在整个印染过程中所占比例又较大，据统计，印染厂每生产 1km 棉印染织物，耗水量近 20t，其中前处理用水约占 50%。水的质量不仅对前处理及其它工序制品质量影响很大，而且还影响到染化料、助剂的消耗。

前处理用剂常用的有碱类、酸类，以氧化型为主的漂白剂，表面活性剂，用于淀粉浆退浆的酶制剂等。

碱和酸：

1.碱类 以烧碱为常用。烧碱在棉及棉型织物印染厂中是重要化学用剂，在前处理工序中常用于织物退浆、煮练、丝光等。每百米织物标准碱耗为 0.8～1.2Kg。

2 酸类 以硫酸为常用。用于退浆、煮练及漂白的酸洗，丝光后的中和等。

盐酸作用与硫酸作用相同，也可用于中和碱剂。但硫酸价格较廉，含酸量高，中和能力强，工业盐酸浓度低，中和能力不如浓硫酸，所以在前处理时仍以使用硫酸为主。

漂泊剂：

棉及棉型织物都用氧化型漂白剂进行漂白，常用氧化型漂白剂有下列数种。

1.过氧化氢 俗称双氧水，用于棉织物及涤棉混纺织物的漂白，效果较好。工业用双氧水含过氧化氢 30%，并含有少量作为稳定剂的硫酸。

2 次氯酸钠 由氯气与碱反应而成。与石灰反应的产物称为漂白粉（是次氯酸钙与氯化钙的复盐，一般用 CaOCl_2 来表示它的分子式），优良的漂白粉含有

效氯约 30%~35%。含有效氯比普通漂白粉高的通称漂粉精（有效氯是指漂白粉的有效成分，即一定量的漂白粉与酸作用后生成的氯气量，用百分率来表示）。由于漂白粉是钙盐，使用不甚方便，除小厂仍有应用外，目前几乎都使用次氯酸钠。市售次氯酸钠为无色或淡黄色液体，含有效氯 100~140mg/L。次氯酸钠的性能与用途与漂白粉相同，一般用于低档棉织物、维棉混纺织物漂白。

3 表面活性剂 印染加工几乎都是在水溶液中进行，由于水具有较大的表面张力，使水溶液不能迅速良好地对纤维润湿、渗透，不利于印染加工的进行。为此，常在水中加入一种能降低水表面张力的物质，这种物质叫做表面活性剂。

常用的有阴离子型和非离子型。

前处理工艺包括：

1 坯布准备与烧毛：烧毛是指纱线纺成后，虽然经过加捻并合，仍然有很多松散的纤维末端露出在纱线表面，织成布匹后，在织物表面形成长短不一的绒毛。布面上绒毛影响织物表面光洁，且易沾染尘污，合成纤维织物上的绒毛在使用过程中还会团积成球。绒毛又易从布面上脱落、积聚，给印染加工带来不利因素，如产生染色、印花疵病和堵塞管道等。因此，在棉织物前处理加工时必须首先除去绒毛，现一般均采用烧除的方法。烧毛方法有二种：垂直火焰烧毛和相切火焰烧毛，见下图。

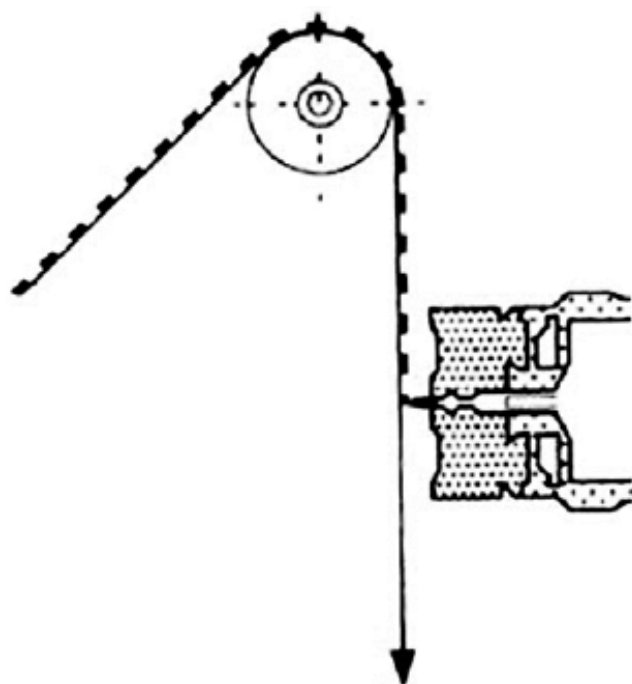


图 4.1.1.1 垂直火焰烧毛

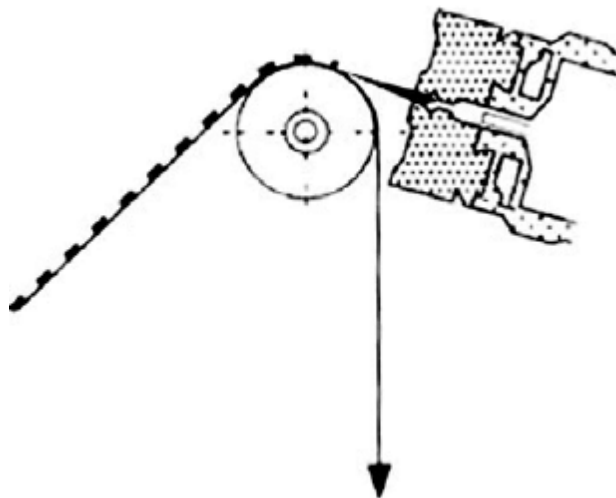


图 4.1.1.2 相切火焰烧毛

烧毛质量的评定方法是：

将已烧毛织物折叠，迎着光线观察凸边处绒毛分布情况，根据下列情况评级：

- 1 级 原坯未经烧毛。
- 2 级 长毛较少。
- 3 级 长毛基本没有。
- 4 级 仅有短毛，且较整齐。
- 5 级 烧毛净。

一般烧毛质量应达 3~4 级，稀薄织物达 3 级即可。

2 退浆：以纱为经线的织物，在织造前都必须经过上浆处理，以提高经纱的强力、耐磨性及光滑程度，从而减少经纱断头，保证织布顺利进行。经纱上浆所用棉浆料有天然浆料如淀粉、野生淀粉，化学浆料如聚乙烯醇（PVA）、聚丙烯酸（PAA），纤维素制剂如羧甲基纤维素（CMC）等。上浆液中还加入其它成分如防腐剂、柔软剂、吸湿剂、减磨剂等。经纱上浆率的高低和纤维的质量、纱支、密度等有关，纱支细、密度大的织物，经纱上浆率高些，一般织物上浆率 4%~8%。

退浆有化学退浆和酶退浆：化学退浆有碱及碱酸退浆，3 热的稀烧碱溶液可以使各类浆料发生溶胀，还能增加一些浆料的溶解性，使浆料与纤维的粘着变松，在机械作用下较易洗除大部分浆料，碱退浆率达 50%~70%。

碱退浆操作是在烧毛后灭火槽内浸轧碱液，槽内碱液浓度 3~5g/L，温度 80~85℃。轧去多余碱液后的织物进入导布圈成为绳状，再在绳状轧洗机上第二

次轧碱，碱液浓度 5~10g/L，温度 70~80℃，并含少量润湿剂。然后堆在退浆池内，保温保湿堆置 6~12h。碱退浆后必须经热水、冷水充分洗涤，尤其 PVA 浆更宜勤换洗液，避免 PVA 浓度增加再粘附在织物上。

酶的本质是蛋白质，是一种生物催化剂。酶的作用效率高，作用条件缓和，不需要高温高压等剧烈条件，作用快速。但酶具有作用专一性，即一种酶只能催化一种或一类化学物质。例如淀粉酶只能催化淀粉水解成糊精和低聚糖。

3 煮练：退浆洗净后的织物即可进入煮练工序。煮练是棉及棉型织物前处理工艺中主要工序，因为棉纤维伴生物、棉籽壳及退浆后残余浆料都必须通过煮练除去。使织物获得良好的润湿性及外观，以利后加工顺利进行。

烧碱是棉及棉型织物煮练的主要用剂，在较长时间热作用下，可与织物上各类杂质作用，如脂肪蜡质被碱及其生成物皂化乳化，果胶质生成果胶酸钠盐，含氮物质水解为可溶物，棉籽壳膨化容易洗掉，残余浆料进一步溶胀除去。为了加强烧碱的作用，在练液中还需加入亚硫酸氢钠、水玻璃、磷酸三钠和润湿剂。

亚硫酸氢钠作用是防止煮练时纤维素被空气氧化，还可协助烧碱除去木质素。水玻璃能吸附和凝集练液中铁质及杂质，避免在织物上产生钙渍及防止杂质重新吸附在织物上，还能增加织物的白度和润湿性；水玻璃用量不能过多，否则将影响织物的手感。

磷酸三钠是软水剂。润湿剂能使织物煮练匀透，可选用耐碱、耐酸、耐硬水、耐高温作用的表面活性剂，如红油、渗透剂 ABS，平平加等。如将非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂拼混应用（如渗透剂 JFC 与 ABS 拼混），有较好协同效果。

煮布锅是一种间歇式煮练设备，虽然较为老式，但因煮练效果较好，仍被一些工厂用于纯棉及维棉混纺织物的煮练。

煮布锅煮练的工艺流程如下：

轧碱→进锅堆布→煮练→水洗→出布。

煮布锅原理图见下图：

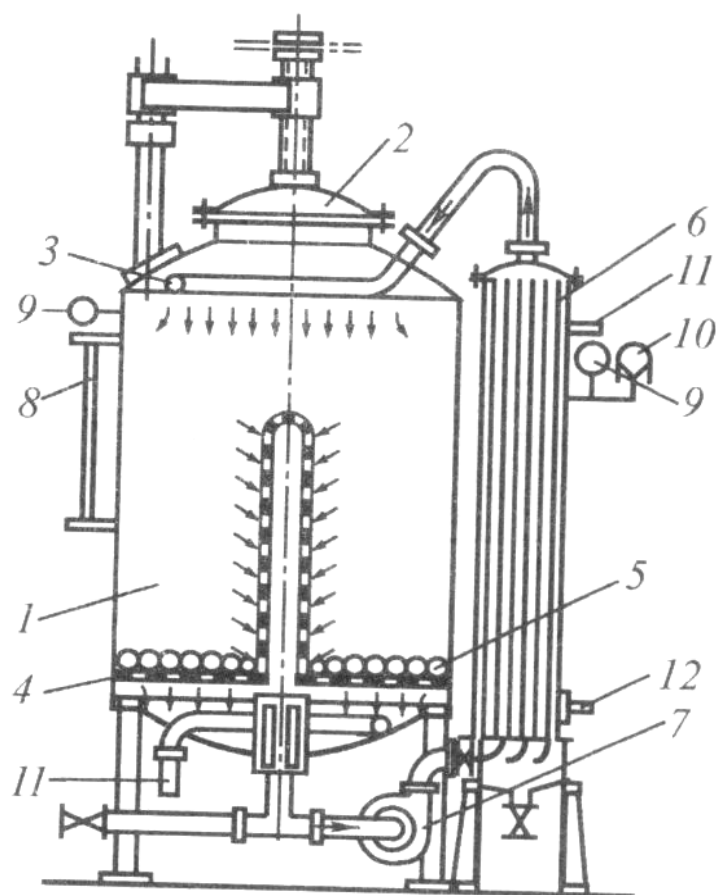


图 4.1.1.3 煮布锅

1—锅体；2—锅盖；3—喷液盘；4—卵石；5—花铁板假底；6—列管式加热器；7—离心泵；8—液位管；9—压力表；10—安全阀

11—蒸汽进口 12—冷凝水出口

4 漂白：经过煮练，织物上大部分天然及人为杂质已经除去，毛细管效应显著提高，已能满足一些品种的加工要求。但对漂白织物及色泽鲜艳的浅色花布、色布类，还需要提高白度，因此需进一步除去织物上的色素，使织物更加洁白。再就是织物虽经过煮练，尤其是常压汽蒸煮练，仍有部分杂质如棉籽壳未能全除去，通过漂白剂的作用，这些杂质可以完全去掉。

棉印染厂广泛使用次氯酸盐、过氧化氢等氧化性漂白剂。对棉及棉型织物漂白，过酸类化合物如过硼酸钠、过醋酸、过碳酸钠等也偶有应用，亚氯酸钠多用于合成纤维及其混纺织物的漂白。通常将次氯酸盐漂白简称为氯漂，过氧化氢漂白简称为氧漂，亚氯酸钠漂白简称为亚漂。

5 开幅轧水烘干：织物练漂后，平幅织物在轧烘机上烘干，提供给后续工序如丝光、染色、印花使用。对绳状加工的织物还需开幅，展开成平幅状，经轧烘

后成为合适的半制品。(1) 开幅；(2) 轧水；(3) 烘干。

6 丝光：棉纤维用浓烧碱溶液浸透后，可以观察到棉纤维不可逆的剧烈溶胀，纤维横断面由扁平腰子形转变为圆形，胞腔也发生收缩，纵向的天然扭曲消失，长度缩短。如果在对纤维施加张力时浸浓碱，不使纤维收缩，此时纤维表面皱纹消失，成为十分光滑的圆柱体，对光线有规则地反射而呈现出光泽。若在张力持续存在时水洗去除纤维上碱液，就可以基本上把棉纤维溶胀时的形态保留下来，成为不可逆的溶胀，此时获得的光泽较耐久。由于烧碱能进入棉纤维内部，使部分晶区转变为无定形区，去碱、水洗后这种状况也基本保留下来，棉纤维的吸附性能也因此大为增加。

棉织物用浓碱浸渍时，因所受张力不同而有两种状况，一是在经纬向都施加张力条件下浸轧碱液，经冲洗去碱后，织物不再收缩，可使织物获得如丝织物般的光泽，称为丝光处理，一般含有棉纤维的织物大都经过丝光处理；另一种是织物在无张力条件下浸渍浓烧碱液，然后织物以松弛状态堆置，任其自由收缩，可使织物变得紧密、富有弹性，称做碱缩，多用于棉针织物汗布的加工。

棉及其混纺织物经过丝光处理后，棉纤维发生了超分子结构和形态结构上的变化，除了光泽改善外，而且增加了化学活泼性，对染料吸收能力增加，织物尺寸也较稳定，强力、延伸性等都有所增加。

传统的棉织物前处理工艺利用饱和蒸汽进行汽蒸，以使织物上的浆料和棉纤维膨润，帮助碱剂进行退浆和精练。但是，饱和蒸汽处理温度很高，严重影响果胶酶的活性，达不到煮练效果。特种酶具有较高的活性和专属性。通常情况下，在淀粉酶等几种酶复配进行前处理，替代大量化学品，如碱等，

这是另一种生物膜技术，诺维信公司是世界专业研究、生产各种酶制剂的公司，由于酶具有专一性，所以根据不同需要，可以研究，生产品种十分丰富的各种酶制剂。

本技术是利用酶分解能温和分解纤维上各种杂质。生物酶独有的高催化效率和高度的专一性，可准确分解和去除纤维素纤维（棉、麻及其混纺纤维）中的非纤维素物质，包括：蜡质、果胶质和矿物盐等，在温和的工艺条件下获得可靠的可纺性、润湿性和均匀、完善的精练效果，确保后道纺织、漂白、丝光、染色或印花工序处理的品质。生物精练技术可应用在棉花散纤维纺前处理；亚麻、苧麻、大麻、黄麻等纤维脱胶工序；在棉类、麻类纱线、针织、梭织布印染前处理的应用；成衣染色中等等。

采用本生物精练的技术，以 900 万吨/年计算，可节约用水 3.6 亿吨，节约用电 11.16 亿度，节约蒸汽：3780 万 m^3 ，练漂损耗下降 1%，节约棉花 9 万吨。

本技术由诺维信（中国）投资有限公司提供。

4.1.2 棉针织物的短流程染整新技术

染整加工过程包括前处理和染色（或印花）二部分，前处理是在染色或印花前，去除织物上的杂质，以利于染色和印花，前处理中产生的杂质主要是两个方面：

① 天然杂质：棉上的蜡状物，含氮物，果胶，棉子壳等

②加工时沾上的二次杂质：整经用浆，针织机油，合纤纺纱上油，尘埃，锈迹等

一般前处理工艺：

前处理（98 度保温 50 分）----水洗--热泡 80 度*10 分钟（40 度加 去氧酶*20 分钟）---水洗——升温到 40 度加染料，保温 15 分钟，再加元明粉，保温 15 分钟，加纯碱，分三次加，第一次加完，升温到 60 度，再加第二、三次，保温 30-40 分钟，对样，对样好了以后---皂洗(90 度*10-20 分钟)--酸洗-水洗--出缸

本技术适用于全棉针织物，全面针织物染整过程工序较多，见图 4.1.3。其中能耗集中在煮、练、漂、染色和烘干定型等工序，用水和废水排放主要集中在煮、练、漂、染色和柔软处理等工序。各道工序各自相对独立完成，因此能耗和水耗是各工序的叠加。

本关键技术是将原来耗水耗能最大的数道工序经过改造后合并为一道，即将煮、练、漂等几道工序由原来分开的，经过研究改造，将其融为一道，在工艺技术和工艺参数选择上进行长时间研究，验证。对染整设备也需进行调整和改造，在保证染整技术质量的前提下完成工艺改造。

由于流程缩短，这种新工艺技术节约了染整过程时间，同时能减少染化料用量，能耗也相应减少。主要是流程的缩短，不仅减少处理时间，同时减少了蒸汽和水的用量，也减少废水排放量。

本技术仅需对现有染整设备进行适当改造，由于染整设备形式较多，因此改造也不完全一致，改造费用较低。

坯布 → 烧毛 → 退浆 → 煮练 → 漂白 → 丝光 → 染色印花

图 4.1.2.1 全棉针织物染整工艺图

本技术提出方是上海市纺织科学研究院。

4.1.3 高效短流程前处理清洁生产助剂及工艺

染整工艺包括前处理，染色和后整理三个大类（工序）。其中后整理一般用化学品较少，废水和能耗也相对较低。

前处理通常废水量为全过程的 40%~45%，但是 COD 负荷往往占到 55%左右，染色过程水量较大，约占 55%~60%，但是由于实际染料的上染率较高，理论上大多染料的上染率在 85~90%以上，所以废水中染料的残余量较低（当然色度主要有染料所产生），相反前处理和染色过程所用的游剂助剂，是帮助染料上染，本身并不与织物纤维反应或结合，全部残留于废水之中，这些有机助剂是染整过程中 COD 的主要来源，当这类助剂大多为难降解的有机化合物时，必然增加了染整废水的处理难度，目前染整废水处理困难这是重要原因之一。

所以研究环保型助剂，研究和采用新型替代助剂，要求用量少，效果好，并且是易生物降解的（环保型）以及毒性较低的助剂是染整技术发展方向。

本技术，研究和采用新型替代助剂，并设计和优化前处理新工艺，将生物技术与化工技术有机结合，研制的助剂是一种环保产品，它是一种不含 APEO/NPEO，符合 Eco-label 生态标准，可以有效代替传统精练漂白工艺中使用的各种助剂。更为重要的是，作为一项清洁生产工艺，用本成果工艺处理较之传统工艺处理所需的水量少，处理后的废水量也少，且色度、PH 值、悬浮物含量、COD_{Cr}、五日生化需氧量（BOD₅）和总残渣量均有所降低。传统工艺排放废水的 PH 值是 12~13，色度是 64~512，总残渣量是 $2.56 \times 10^3 \sim 4.69 \times 10^4 \text{mg/L}$ ，本成果工艺排放废水的 PH 值是 7~9，色度是 16~32，总残渣量是 $1.24 \times 10^3 \sim 7.81 \times 10^3 \text{mg/L}$ ，大大减少了废水处理的压力。

此外，本助剂还可以与直接染料实施退、煮、漂、染一浴法处理；如果与高效绿色双氧水分解剂 Dioxy 100L 配合使用，也可以完全做到与活性染料进行退、煮、漂、染一浴法处理。缩短染色时间，减少废水排放。

本助剂应用时，根据各种不同情况，一般能够节能 10%~20%。需要说明的是，新助剂使用的操作条件和技术参数与传统工艺有所改变，因此操作技术需要相应改进。

技术提供方是上海市纺织科学研究院。

4.1.4 QR 低温练漂剂及低温练漂工艺

全棉机织织物染色过程必需经过前处理，包括退浆、煮练、漂洗三道工序。

(1)、退浆废水

在棉及化纤混纺织物的退浆废水中，含有浆料、浆料分解物，纤维屑、酸、

碱和酶类等污染物，其废水量较小，但污染严重，化学需氧量及生化需氧量和 SS 高达每升数千毫克，甚至更高。以淀粉上浆的纯棉织物为例，退浆废水中的 BOD₅ 可占整个染整加工废水 BOD₅ 的 45% 左右，BOD₅/COD_{Cr} 比值可大于 0.6，有利于生物降解。但目前多数采用混合浆料，一般配方为：变性淀粉 55%、PVA25.5%，其它有丙烯酸浆料等，为适应高速纺，所用 PVA 的聚合度和分子量也已提高，常用牌号为 1790 和 1799，指含量分别为 90% 和 99%，聚合度为 1700，这类 PVA 很难降解，成为主要污染源，退浆废水浓度最高达到 70000mg/L，成为印染废水中主要污染源。

(2)、煮炼废水

棉纤维一般采用烧碱和表面活性剂高温煮炼，废水呈强碱性，颜色很深呈褐色，生化需氧量和化学需氧量也高达每升数千毫克。

一般来说，化学纤维所含油剂和机油等杂质少，容易用碱和合成洗涤剂去除。因此化学纤维精炼废水的污染程度比较低。

煮炼废水的特点是量大，污染程度高，其主要污染物为纤维中杂质和洗涤剂

(3)、漂洗（也称漂泊）废水

漂白的目的是去除纤维表面和内部的有色杂质。一般情况下，常使用次氯酸钠、双氧水或亚氯酸钠等氧化剂来漂白。如果漂白浴中不含有机性助剂，则漂白废水中生化需氧量很低。如果采用清浊分流，在漂白之后丝光之前的废水可循环使用。

(4)、丝光废水

为了提高品质对纯棉织物用浓碱处理，达到有柔和光泽，这类废水碱性很强，pH 高达 12~13，还含有纤维屑等悬浮物，但 BOD₅ 较低，一般必须要考虑碱的回收。

上述前三道工序的目的各不相同，退浆工序是将在织布之前纱线上所上的浆料（淀粉浆料退浆工序是将在织布之前纱线上所上的浆料（淀粉浆料、PVA 浆料或复合浆料）去除，才能进行染色；煮练是将棉织物上杂质、果胶等用碱处理予以去除；漂洗是对经过退浆和煮练后进行漂洗，使残余杂质清理，使染色过程能够顺利进行，不会产生疵点。这三个过程各自需要热能，水和化学品。是染整工艺能耗和水耗的重点，一般纯棉染色和前处理在 85℃ 下进行，而纯涤纶染色和前处理在 120℃ 下进行。

QR 低温练漂工艺技术是经过研究，通过改变工艺条件，实施全棉与棉混纺品的退浆、煮练和漂洗等三道工艺实施三合一的前处理技术。

与现有传统前处理技术相比有如下优点：

(1) 由于本技术具有降低漂白处理温度与降低煮练温度的双重特性, 实现了在温度为 40~80℃ 下对全棉与棉混纺品的退浆、煮练、漂洗三道工序合而为一的前处理。

(2) 本技术不仅实现了退浆、煮练、漂白三工序均能用低温处理, 而且均使三工序在同浴与同一温度下进行三个工序的处理。达到流程短, 能耗低的实际效果, 这是技术关键所在。

本技术由上海祺瑞纺织化工有限公司提出。

4.1.5 棉织物短流程前处理助剂和工艺

本技术针对棉针织品的前处理工艺。与机织物不同, 针织物一般无退浆工序。它是一项集煮、练、漂三个工序于一浴的新工艺, 缩短了工艺流程, 开发了低温系列针织物冷轧堆前处理助剂及配套处理设备流水线, 使得组织结构松弛, 弹性大而松软的筒状针织物, 实现了冷堆前处理, 代替了间歇式热碱浴处理工艺。

传统工艺是将织物于一定温度下(全棉染色和前处理在 85℃ 下进行, 而纯涤沦染色和前处理在 120℃ 下进行), 在高温下可以加快化学反应, 以缩短反应时间, 通常在 45 分钟完成一道工序。采用冷轧堆技术是将助剂(前处理时); 染料(染色时)挤压在织物中在常温下进行反应, 一般需要 15~24 小时, 完成反应过程, 达到前处理或染色效果。由于前处理和染色使用大量的水(目前浴比大多是 1: 8, 即一份织物需要 8 分水, 并且进行 3~4 道漂洗时每道 8 分水, 并且用蒸汽加热至所需温度, 因此能耗和水耗极大。冷轧堆工艺的提出大大降低蒸汽消耗量和水的消耗量, 是节能减排大力推荐的技术。

为解决棉织物前处理流程长、处理条件剧烈、能耗高、排污量大、工作环境差的问题, 印染技术人员经过长期摸索发明了冷轧堆加工技术。冷轧堆工艺是在室温下的加工过程, 由于冷轧堆加工技术具有投资成本低, 能耗、水耗少, 柔性生产率高、工艺适应性强, 织物强度损失小等众多优点, 目前在棉织物染整加工中广泛应用于前处理、染色、印花及后整理。冷轧堆的前处理工艺主要包括退浆、煮练和漂白, 将汽蒸堆置改为室温堆置, 极大地节约了能源和设备的投资, 而且适用于小批量和多品种的加工要求。冷轧堆染色工艺流程短, 设备简单, 对环境污染小, 因不经烘干和汽蒸, 从而节约能源, 具有浴比小、上色率高(固色率比常规轧蒸法提高 15%~25%), 不存在染料泳移弊病等特点, 特别适合对张力敏感及染不透等多品种、小批量的生产。据报道, 欧洲活性染料染色有 1 / 3 是采用冷轧堆染色工艺技术加工。近年我国能源成本增加以及染料品质改进、新品种面市, 印染厂采用冷轧堆染色工艺技术也越来越普遍。

轧堆法是将织物保持浸渍温度卷在有盖的布轴上或放在堆布箱中堆置 2-4 小

时，浸渍温度低时需堆过夜。冷轧堆工艺是在室温下的加工过程，冷轧堆工艺的流程是室温浸轧-打卷-室温堆置-高温水洗。

优缺点：

冷轧堆的优点是：冷轧堆工艺适应性强，织物强度损失小，可用于退浆、精炼和漂白。一步法的短流程加工或退浆后织物的精炼和漂白，一步加工以及退浆和精良和的织物的漂白加工。冷轧堆的前处理工艺将汽蒸堆置改为室温堆置，极大地节约了能源和设备的投资，而且适用于小批量和多品种的加工要求。

但是冷轧堆也有缺点：室温堆置时，工作液中化学药剂的浓度比汽蒸堆置的要高，特别是需要很大的场地予以堆放，这是目前现有工厂所缺乏的。

冷轧堆技术在前处理中的应用：

织物的前处理工艺一般是采用短流程工艺，主要分为加温和不加温两种，而加温的退煮漂工艺已经淘汰，现在常用的就是室温下的退煮漂工艺，即我们所讲述的冷轧堆工艺。

冷轧堆的前处理工艺主要包括退浆、煮练和漂白。

常规的连续煮漂工艺因为工艺复杂，需要消耗大量的水和能源，这与现在所提出的节能节约的口号是相悖的。同时在加工厚重织物时，常规工艺很难在机床上进行加工，这样我们就不得不想到适用于厚重织物加工的冷轧堆工艺。由于我们所使用的退煮漂一般是碱-碱-氧或者碱-碱氧工艺，所以冷轧堆工艺可以合理将处理液按比例用计量泵注入轧槽，然后将织物浸轧处理，然后打卷堆置，这样就减少了工序，同时也减少了退煮漂的大量用水和用能，最主要的是解决了厚重织物的处理难题。冷轧堆和连续煮漂工艺对比见表 4.1.5.1。

表 4.1.5.1 冷轧堆和连续煮漂工艺对比

工艺	毛效/cm (30min) ⁻¹	卷边、折皱	金属纤维变形
冷轧堆	10	很少	很少
连续煮漂	12	较多	较多

从表中可以看出，毛效是精炼效果的评定条件，即 30min 水沿织物上升的高度，机织物的毛效一般为 8cm，针织物的毛效一般为 12cm；金属纤维是指由金属（铁，合金等）造成的金属纤维，以切断细钢丝法、冷轧带钢剪切、钢锭铣削或钢水快速冷凝法制成长径比(纤维长度与其直径的比值，当纤维截面为非圆形时，采用换算等效截面圆面积的直径)为 40~80 的纤维。

从表中数据也可看出冷轧堆前处理工艺比常规的连续煮漂工艺的前处理效果要好，这也是冷轧堆工艺越来越多运用于前处理工艺的一个主要原因。

冷轧堆工艺在染色中的应用

冷轧堆染色工艺的起源，近年来，随着人民群众物质文化生活水平的不断提高，人们对服饰穿着的色泽和舒适性要求越来越高，因此纯棕色织物销量大增。从而使具有色泽鲜艳、色谱齐全，价格便宜、工艺简便、匀染性良好、有较好的耐洗涤牢度等优点的活性染料亦成为印染行业使用量最多的染料品种。但任何事物都具有两面性，活性染料对棉纤维的亲合力不高，上染率不及直接染料和还原染料，为了提高上染率，往往在染色时需要添加大量食盐或元明粉促染，从而增加了成本，同时也加大了染色后的水洗难度和污水处理量；所以，多年来各国印染工作者为了使其扬长避短；努力开发染色新工艺和新设备。冷轧堆染色新工艺由此而生。

冷轧堆染色工艺简介：

所谓冷轧堆染色，即指织物在低温下通过浸轧染液和碱液，利用轧辊压轧使染液吸附在纯棉织物纤维表面，然后进行打卷堆置，在室温下堆置一定时间(键合时间)并缓慢转动，使之完成染料的吸附、扩散和固色过程，最后水洗完成上染的染色方式。该工艺包括浸轧工作液、堆置固色、水洗三个阶段。

冷轧堆工艺方法：

①按加用碱剂的方式分为两种工艺：一种是将染料和碱剂预先混合，配成染液浸轧织物；另一种是将染料和碱剂分开配制，浸轧时由计量泵按比例同时加到一小容量的混合器中。前一种工艺适用于反应性较弱的染料，用碱性较弱的碱剂，堆置时间较长，后一种适用于反应性较强的染料，用碱性较强的碱剂，堆置时间较短。

②按堆置时间长短分为两种工艺：长时间堆放法(一浴轧堆法)和短时间堆放法(简称 KKV 法)，以短时间堆放法应用最广。具体做法是将染液与碱剂分别配置，浸轧时染液与碱剂按比例在料缸内混匀后注入轧槽进行轧染；也可将染液与碱剂以计量泵按比例注入轧槽进行轧染。这种方法既保证了染液的稳定性，又有适量的碱剂进行固着，因此堆置 2~3h 即能达到固着牢度，而延长堆置时间只会加大渗透度，不会影响色光。为使渗透、牢度和染料利用率都高，故大多采用堆置 12~24h。

冷轧堆染色工艺流程见图 4.1.5.1，印花工艺流程图见 4.1.5.2：



图 4.1.5.1 冷轧堆染色工艺流程



图 4.1.5.2 冷轧堆印花流程图

冷轧堆染色工艺的特点及评价

冷轧堆染色工艺流程短，设备简单，对环境污染小，因不经烘干和汽蒸，从而节约能源，具有浴比小、上色率高(固色率比常规轧蒸法提高 15-25%)，不存在染料泳移弊病、高固色率，污水排放量小等优点，特别适合对张力敏感及染不透等多品种、小批量的生产。

其主要特点是：

①染液中同时有一定比例的染料和碱剂，在室温条件下经过长时间的堆置，使染料在布面上吸附、扩散和固着 3 个阶段同时缓慢进行作用，可以提高染料固色率达 90%以上，因此可以节约染料约 10%~20%；

②和连续染色的轧、烘、轧、蒸工艺技术相比，可节省水、电、汽等资源达 20%~60%；

③染液中电解质用量少，染料利用率高，排污量少，环境污染少；由于作用时间长，染料对织物的纤维渗透优良，可大大改善染色织物纤维的“环染”现象，特别是灯芯绒织物可以改善露底现象；

④冷轧堆染色工艺技术适应面广可广泛适用于各种厚、薄型棉织物，也可用于毛巾或针织物等的染色。

⑤连续染色工艺和浸渍染色工艺相比较，冷轧堆染色具有低投资低生产成本、灵活的小批量生产、环保、接近于连续染的生产产量、无折皱印，绳状印

及磨损印等优点。

但同时，还具有下列缺点：每批要对色；适用于活性染色；堆置时间 6~24 小时；染深色带液率高时，会产生缝头印。

冷堆染色评价：

①个过程虽然是半连续的，但由于准备工作都在上机前完成，故生产效率非常高。

②上染、固色都在室温下完成，水洗虽然需要加热，但由于冷染固色率高，水解染料少，清洗容易，相比需中间烘干汽蒸的轧染，大大节约了水、汽能源，缓解了污水脱色压力。

③冷染设备简单，投资少，占地面积小，打卷后虽然堆放场地，但可根据车间情况灵活安排。

④冷染不仅自身清洁容易，而且可使计划调度得以分色分配机台，节约了其他机台因频繁换品种的清洁时间。

⑤由于冷染在室温中长时间缓慢固色，不会发生泳移，无论织物松紧厚薄，染料的渗透性都极佳，所以产品色光更纯正，彻底解决了灯芯绒露底问题，满足了市场需求。

⑥只要工艺掌握恰当，可解决常规色特别是疑难色的染色一致性的问题。

⑦冷堆织物在 A 字架上的堆置，大大缓解了存布箱周转压力。

⑧染色，冷染也存在疑缝头印、手感较硬、放样没有轧染直观等问题。

冷轧堆染色工艺在活性染料中的应用

冷轧堆染色适应于活性染料的原因：活性染料的特点是染浴中盐量越高固着率越高，浴比越大固着率越低。冷轧堆染色工艺是各种工艺中浴比最小的，因此有利于高比例固着。最适用于此工艺的是乙烯砒型活性染料。

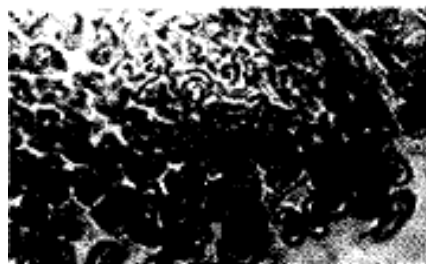
冷轧堆染色工艺对活性染料要求：用作冷轧堆工艺染色的活性染料，应选择：

①反应性适中反应性不能太强但反应速度较快的染料，这样有利于轧染液保持良好的稳定性。

②料分子较小，较易渗透扩散，生产中选用细粉状染料较佳。冷轧堆染色的过程都是在室温情况下进行的，而染料在染液中的扩散对上染率起决定性的作用，故染料的扩散性要好。同时用于制作衬衫、斜纹棉裤等面料料整理后的质量主要取决于染料的扩散作用、染料渗透进入纱线和纤维孔隙的能力和在整个染色过程中染料充分扩散的保持固着。因此扩散性的好坏影响着织物的质量，如果染料扩散性能较差，多次水洗后的色牢度会急剧下降。显微镜下的染色扩散效果见图 4.1.5.3。



良好的染料渗透性



较差的染料渗透性

图 4.1.5.3 染色扩散效果图

良好的织物预处理是染料具有最佳扩散效果的基础，必须保证织物的润湿性极好，pH 值呈中性偏酸，且在整批织物上要均匀分布。良好的润湿性是必需的，但即使 的微小的碱性也会明显的增加染料的亲和性，这将降低染料扩散的机会。干燥工艺必须严格控制以保持织物均衡的含湿度，而在通常生产中，织物被过分的干燥，导 致润湿性变差，使实验小样到工厂大货之间的产生重大的偏差，为此推荐使用含湿度控制系统来解决这个问题。

良好的扩散性不仅需要良好的预处理与干燥工序，还必须使用合适的的碱性体系，特别是紧密织物的染色。“温和的”碱性 系统控制着固色速度并允许染料扩散进入纤维素的内部结构，这些染料的选择应该依据其的分子结构和织物所要求的色牢度。影响染料扩散程度的参数有：润湿性、 均匀性、pH 值、含湿量、干燥程度、合适的碱系统和染料的分子结构。硅酸盐游离碱可以为其提供一些有利条件，如整个冷轧堆装置易于清洗、压辊的结垢和面料 更易水洗并可获得更柔软的手感。

③直接性低：由于冷轧堆染色染液是通过织物浸轧后而转移到纤维内部去的，选用直接性低的染料既容易获得匀染。又有利于克服头梢深浅现象，水解的染料也易洗去。但在实际生产中还应考虑到染料的溶解度、颜色鲜艳度、配伍性及价格等诸多因素进行综合平衡。

结合有关资料介绍经过试验及生产实践，下列染料品种较适用于冷轧堆染色：

K 型：嫩黄 K—4G，艳橙 K—GN，紫 K—3R，K—B3R，黄 K—RN，艳红 K—2G，红棕

KN 型：黑 KN—B，金黄 KH—G，艳蓝 KN—R，紫 KN—2R，KN—4R，翠蓝 KN 七，艳红 KN—5B，艳设 KN—4R。

M 型：红 M8B，红 M—3BE，蓝 M—2G 正，黄 M—5R，嫩黄 M—5G，深蓝 M—R。

另外，还有嫩黄 KM—G，金黄 KM—G，艳红 KE4B，以上是在冷轧维生产中常用的活性染料。

各类活性染料的冷轧堆工艺见表 4.1.5.2：

表 4.1.5.2 各类活性染料的冷轧堆工艺

活性基团	染料名称	碱剂种类与用量	堆放时间（h）
二氯均三嗪	国产 X 型	纯碱 3-30g/L 或纯碱 与小苏打混合	2-4
一氯均三嗪	国产 K 型	烧碱 20-30 mL/L 或 烧碱 25mL/L 加硅酸钠 60mL/L	8-24
乙烯砷	国产 KN 型	烧碱 10-25mL/L 或 烧碱 20-35mL/L 加 硅酸钠 60mL/L	2-6
二氟一氯嘧啶	Drimarene K	烧碱 0-15mL/L 加硅酸钠 60mL/L 纯碱 10-40g/L	4-6 或 6-12 或 18-24
一氟均三嗪	Cibacron F	烧碱 4-8mL/L 加硅酸钠 40mL/L 纯碱 10-30g/L	6-12 或 24

影响冷轧堆染色的因素

冷轧堆前处理，必须达到均匀的毛效和白度。冷轧堆染色中，能否得到理想的染色效果，取决于染厂的实际经验，许多因素会影响到染色效果。为了保证冷轧堆染色工艺效果，染机的选用是一个非常重要的因素。

冷轧堆设备的设计必须综合考虑如下因素：

①轧车/轧槽：轧车/轧槽单元，均匀辊轧车，双层设计的轧槽和快速淋洗装置。均匀轧辊包含最先进的均匀辊技术。在整个轧辊宽度上，提供均匀的线性压力及可变的全压，从而得到均匀的染色效果。轧车/轧槽的配置，保证染厂在保质保量的生产情形下，既节约了染化料，又节约了生产时间。

②布单元：进布系统包括带张力控制的进布装置，含提布辊，扩幅装置和对中开幅装置及冷却系统。这样可以适用于不同结构的织物。如机织布、针织布和弹性织物。使织物在运行过程中得以控制，避免了绉条和卷边的产生。冷却系统确保织物进入轧槽前，维持恒定的温度，保证了同样的反应条件，实现染色的重演性。

③染槽的设计：小容量，避免染化料的水解反应及消耗，内置导辊，保证浸

渍时间和均匀润透；

④张力：进出布的张力控制，避免色光变化和绉条的产生；

⑤温度：织物及染液温度的控制，确保同样的反应条件，保证色光的重演；

⑥定量给液系统：比例泵的选用，预备液（染液，碱剂）的配置，温度及配料耗度的控制，自动加料比例的选用，避免了过程系统误差的产生。定量给液系统是一种首创的全自动定量加料系统。它的定量加料技术不需配置碱剂的预备液，而只要根据所染织物颜色的深浅，按照处方(ml/L)直接加入到流经的染料溶液，在一个静置的管道内，均匀混合，接着加入染槽。处方中每种碱剂用量的精度相对于染料量可以得到 $\pm 1\%$ 的误差。它可以确保色光调整和颜色更改，在不停车的情况下，短时间内完成实现。此外，它还包含自动清洗装置，对染化料实施中央操作控制系统。它能记录下整个工艺过程，处方及消耗记录。

⑦出布系统：针对不同织物，出布系统也有独创的设计，包括恒定的张力控制及中心打卷装置-由变频电气驱动进行张力补偿：对于弹性物，A 架 - 一种特别的堆布设计，在出布点（轧点）与 A 架间，随着布的卷入，成卷的 A 架会随直径的增加自动向外移，同时布的张力得以控制，从而防止绉条卷边及层差的产生。

冷轧堆染色操作要点包括：

染料的选用：根据染料确定工艺处方与堆放时间。活性染料由于活性基团不同，反应性存在着差异，应根据染料的反应性来确定碱剂的种类及用量，同时调整堆放时间。

仿样：冷轧堆工艺有许多优点，但存在打小样较困难、耗时长等缺点。实际生产中可借助于微波炉或烘箱实现短时打样，微波炉可用一般家用微波炉，但要求有加热档调节。

工艺要点：布面温度—织物前处理后烘干温度不能太高，否则将影响轧染液稳定性，前处理半制品必须充分冷却至室温才能进行后续加工。可在进布处加透风架，使织物冷却。

缝头—冷轧堆染色布的缝头必须使用二线或三线包缝机对接头，不可使用平缝机搭接头，以避免因接头过厚出现压痕。接头用缝线不能太粗，一般缝线质量应与基布相同，以保证吸色率一致。另外缝线捻度不能过大，缝距不能过密，要求缝接后拉开对接布无搭压或卷边。

比例泵—调准比例泵供液比例，确保染液的一致性。

轧槽—浸轧槽尽可能小，以 30~50 L 为宜，使染液能及时交换，保持新鲜，以保证轧染液的稳定，不水解。

洗水—染液与洗涤用水最好用软水，因硅酸钠易与硬水中的钙镁离子形成不

溶物，在织物及机器导辊上形成沉淀，造成织物手感不良及浮色沾污。

冷轧堆染色法的新进展

冷轧堆工艺在纺织后整理行业中是一种创新、实用且不断发展的工艺。由于它是一种经济环保且简易的短流程工艺，能满足政府及纺织协会对环保要求，在目前纺织业订单加工向小批量、多色种发展各国对环境保护要求越来越严格的形势下，印染厂越来越关注小容量生产，这必然使得冷轧堆工艺成为了首选。冷轧堆工艺的基本理念就是在无需能源的情况下，仅仅在室温下进行堆置，便可完成对织物所要求的化学反应。通常冷轧堆工艺主要应用于前处理及染色工序。

冷轧堆染色法(CPB)工艺的应用在满足世界市场的需求中起了重要的作用。在成本节约、质量提升（外观和色牢度）以及全球纺织品供应链交期缩短的持续压力这些要求，成了 CPB 技术发展的重要因素，这些要求加上更短的产品周期，流行季节的多变，使得染厂应具有优秀的能力使小样向大货的移植能力。这些市场需求的发展又促进了可使用 CPB 工艺的新型织物的结构、纤维混纺的发展。

由于众多参与者的技术综合，现在的 CPB 工艺才有了成功的更深发展。为了实现 CPB 工艺的改进，纺织解决方案的提供者德司达（DyStar）和设备制造商寇司德（Küstners）共同为染料应用和控制提供最优的条件。CPB 的重要的发展阶段从 1957 年开始，现在仍在继续，主要包括：计量泵的开发(Hoechst)；固色碱硅酸钠的引入(Hoechst)；微波与焙烘实验固色法的发展(Hoechst)；实际条件下染液稳定性的在线精确测定(Hoechst)->Optidye CR(DyStar)；硅酸盐游离碱体系的开发(DyStar)；

除了机械和控制器的开发，新型活性染料发色团和锚固体系的研发一直是革新的目标，以在不同的气候条件、更高的固色率和最佳的相容性这三者结合时，提供更优的轧液稳定性。

目前由于我国冷轧堆技术尚未普及的情况下，冷轧堆技术是新技术许多工艺条件和技术参数需要经过研究、实践后才能确定，由于染整技术非常多，带来的工艺细分十分复杂，因此染整行业内很少有一种通用的、普适的工艺技术，所有工艺技术多要通过与自身结合，进行改变，才能达到最佳效果。

冷轧堆技术也有一定限制，即需要很长时间，大大影响生产速度，并且占据很大的厂房。由于常温下冷轧堆，冬季和夏季温度相差较大，则冷堆时间和工艺条件也不相同（包括染料，助剂浓度等），因此最好是在恒温室内进行冷堆，这对生产又提出很高的要求。

本技术经过实施，可减少废水排放 60%，节约电耗 65%，节约蒸气消耗 90%，由于在常温下处理，可使织物强力提高 20%，纤维损耗降低 2%。

本技术由济宁如意印染有限公司；山东纺织科学研究院；常熟市精诚化工有

限公司等提出。

4.1.6 印染调浆及在线自动控制系统

这是一项实施染色过程自动化中一部分，即调浆自动化，以往我国印染行业染色工艺调浆，大多采用人工称料计量，由于人工计量误差概率大，计量又容易发生误差，致使批量之间产生色差，造成正品率低和一次合格率低。当不合格品进行返修时，又要消耗大量染料、助剂、蒸汽和水。我国一次染色成功率仅 85% 左右。

这种情况特别对于出口产品和高档产品造成很大损失。因此自动调浆和前处理过程中在线控制各个工艺步骤参数，以保证工艺质量，是十分重要的技术，先进国家已经可以实施从全厂生产过程自动控制，这对保证质量十分重要，但是我国由于以中小印染厂为主，自动化过程，只能一步一步实施，本技术就是对调浆和前处理部分实施自动控制，达到节能减排，提高产品质量的一套技术和相应设备开发。

浆料调浆自动化，能够提高质量和正品率，减少浆料使用量，该自动称料系统采用条码机识读编号自动称料，微电脑控制称料，与日本进口的 AND 电子称连接，误差范围精确的到 0.001%，自动详细记录每一次称料结果，随时追查称料异常并自动统计染料在各个时间段的消耗使用情况。工人只需按电脑荧幕之软体界面提示操作即可。无需接触到化学物品，消除人工操作带来的种种误差，减少缸差，提高重现性，提高了一次染中率，从而降低了回修带来的能源浪费，比如染料、电、水、蒸汽等的浪费。进而减少了污水，烟尘等废弃物的排放，达到了节能减排的目的，降低了对环境的污染。另外，该自动称料系统与自行开发的 ERP 联接，能够对生产工艺、称料全面监控追踪精确计量减少浪费，提高一次染色成功率减少染化料的浪费

本项目由杭州开源电脑技术有限公司提出。

4.1.7 浓碱液及 pH 值在线检测及控制系统

这是染整工艺中局部自动化技术，主要用于退浆、煮练、丝光等用碱的工艺中浓碱液检测、pH 值在线检测及控制的技术，浓碱液和碱液中检测涉及防腐，高 pH 值条件下如何检测进而控制 pH 值的技术问题。针对印染厂规模较小，实施自动化从技术到成本的考虑，设计一套实用的控制系统。

本技术是实施浓碱液在线 pH 值检测及控制的技术，它采用高精度非接触式测量传感器，避免腐蚀问题。保证测量的准确性和系统的耐用性；系统存储有针对不同品种和杂质条件的校准数据库和温度补偿曲线，能够很好地解决杂质和温度变化对测量的影响；自动冲洗功能和自动过滤使得系统能够实现长期免维护运

行；系统具有工艺数据存储和生产数据记录、曲线显示功能，便于生产管理和质量事故分析；精确测量和稳定控制保证了加工质量，节约烧碱用量，同时减轻污水处理压力。连续在线实时监控并自动加补碱，完全实现了应用上的创新，节能、环保、增效，释放了劳动力。理论上实现了化学方法（酸碱中和滴定、PH 值测定）到物理方法（光电、密度、温度）的转变，实现了浓碱的在线连续性测量。代替人工方法，避免许多人为操作带来的缺点。

本项目由常州宏大电气有限公司提出。

4.1.8 气涨式筒状针织丝光机的研制和运用

丝光工艺是用浓碱液在一定温度，一定时间下处理纯棉织物，达到表面有柔和光泽，从而提高产品品质的一种处理工艺，是中、高档纯棉产品的必要工艺之一。

通过 NaOH 和阴离子与非离子复配物（即 RPS-1 丝光油），在低温下，渗透棉纤维，使得棉制品在经过控制碱液的浓度、温度、时间、张力、轧余率和去碱工艺处理程序后，获得像丝一般的光泽。

坯布丝光后可增进染色均匀性和得色量，且洗及整理后仍保持较强的抗张性能，尺寸稳定，尤其像全棉汗布经过丝光后裁剪不会卷边。

丝光后的棉产品手感柔软，光泽鲜艳透明，穿着凉爽舒适，透气性好，缩率一般在 2%~3%。

基本方法是：按一定比例的碱和丝光油，经过低温冷冻达到 5~8℃，坯布经碱液中渗透——烧毛——反应——控温——水洗——PH 值达到 7-8 出布。低温下，碱和丝光油渗透棉纤维，使之形态结构和超分子结构均发生变化，布表面的毛绒维被去除，显现出长丝纤维的密亮度，无论从手感和质感都具有丝一样的效果。

本技术开发了一种筒状针织丝光机气涨式扩幅丝光设备，具有结构简单可靠，利用气涨式原理，减少了机械摩擦，这对针织物结构较为疏松，避免损伤织物表面具有重要意义。使加工织物的针距和纹路均匀，纱圈不产生变形。

对碱浓度进行自动监测提高工艺稳定性。质量稳定，根据使用条件不同，一般可以节能 8%~15%。本设备开发与国外同类产品相比，具有价格低廉。质量稳定，目前定价仅为 150 万元/台，几乎是进口设备的五分之一。

本项目由上海和晓印花有限公司研制、开发。

4.1.9 高效节能、环保型数字化连续丝光技术

一种新丝光工艺技术。

本技术在棉布轧烧碱后堆置一定的时间进行自由收缩，可有效地使织物内部

或纱线的芯线均达到均匀透芯丝光效果，然后再定量伸长至收缩前的长度，起到丝光作用，同时消除了纤维的内应力，从而避免出现较大的缩水，提高尺寸稳定性。主要技术特点：1、采用高给液单元碱液渗透，促使纤维素纤维充分溶胀，改善丝光效果。2、通过“定长控制”可挽回松堆后织物收缩长度约 10%左右的损失。3、绷布辊大量减少，有利于织物纬向均匀收缩，有效防止边深色差。4、丝光机布铗链条比紧式丝光机缩短 1/4，冲洗去碱系统减少，节省 18Kw 的装机容量；5、具有碱浓度在线检测显示。使用本设备可使碱液消耗量下降 40%，上染率提高 10%~15%，同时节约大量电和蒸汽。

本设备由山东源丰印染机械有限公司研制生产。

4.1.10 活性染料无盐轧蒸连续染色工艺

纯棉织物染色采用活性染料，染色过程必需同时添加大量盐类作为固色剂（氯化钠或硫酸钠等），产生的废水包含这些盐类，由于啡色废水 pH 高达 11~12，废水处理前必须中和，又产生大量盐类，使废水中盐类可以高达几千毫克每升，造成印染废水生化处理困难，即使处理达标，再要回用也无法进行，因为盐类在一般处理技术中无法去除，回用时盐类浓度会累积，这会造成产品产生“色花”，使回用无法实施。因此从技术和理论上正在大量研究无盐工艺，目前已有一些技术开始可以一定范围内应用。本技术就是其中之一。

活性染料色谱齐全、印染简便、色泽鲜艳、匀染性好、染色牢度优良、价格适中，已成为纤维素纤维织物的首选染料。但活性染料的竭染率和固色率低，在纤维素纤维传统的染色工艺中，为了提高活性染料的上染率和固色率，必须加入大量无机盐(氯化钠或硫酸钠).高含盐量的印染废水无法降解和回收，并对水质和土壤造成污染。轧蒸工艺和传统染色工艺相比的特点：(1)经济性，工艺流程短，可节约成本；(2)重现性和透染性好；(3)工艺控制简单，稳定性高；(4)快捷的色泽品种更换，适用于鲜艳、非常浅和非常深的色泽；(5)应用简便，生产效率高；(6)对环境友好，染色不用盐.本文采用无盐轧蒸连续染色工艺对棉织物进行染色，2 期对其影响因素进行探讨。

本技术研制了短流程活性染料无盐轧蒸连续染色工艺。技术关键是轧蒸技术工艺参数掌握得当，二是在无盐条件下固色性能的保证。本项技术染透性好，特别适合染灯芯绒和厚重织物的染色，解决了灯芯绒织物常规轧染易产生绒面色深，而绒底色浅的难题。同时解决了粗厚帆布、卡其类染色易产生的白芯现象。由于采用短流程、节能减排效果明显，综合节能可以达到 30%左右，由于不用盐，根除了活性染料染色的盐污染。适用于棉染色技术，并且有减少废水处理难度等优点。

本工艺由山西彩佳印染有限公司研究开发。

4.1.11 活性染料湿蒸法轧染技术

纯棉轧染必需经过汽蒸、焙烘等工序，然后再水洗和皂煮等工序才能完成。

本技术参照德国门富士公司和德司达公司联合开发的ECONTROL 技术制造的湿蒸法轧染机基础上，进行改造、再设计而成为自主产品。

本技术特点是：设备可以精确控制预烘室内 130℃ 的温度和 25% 的相对湿度，使活性染料在二分钟内完成固色，不用汽蒸，不再焙烘，可直接水洗皂煮。适用棉染色（轧染），减少工序后，不仅提高生产效率，而且能耗降低，是轧染法的先进节能技术。

湿蒸法轧染机可以不用汽蒸，不再焙烘，可直接水洗皂煮。根据实际生产情况，一般可以节能 10%~15% 在左右。

本设备的技术资料由香港基协有限公司北京办事处提供。

4.1.12 活性染料新型染色碱

纯棉用活性染料进行染色时，需在碱性条件下，因此一般使用纯碱，使用量较大，并且排放废水呈强碱性，pH 高达 11~12，对后续印染废水处理带来很大困难，废水需用大量酸中和，又产生许多盐，对于生化处理带来困难。

研制出一种新的染色助剂，可以取代碱，成本比原来的低，取名活性染料新型染色碱 SN，是一种活性染料染色工艺优化剂，外观是橙色液体，比重 1.7，-15℃ 不结冻不分层、染色时仅以 1/9 的量，即可取代纯碱。比使用纯碱可降低直接成本 20%~30%，而且使用时方便可靠，无强腐蚀性，对操作工人更加安全。

染色的产品质量提高、尤其是染色牢度有明显提高，色花疵病更易控制；综合成本降低，省时、省水、省电、省冰醋酸；更突出的是：染色废水的 COD 比纯碱工艺可降近 60%（仅指染色部分，不包括前处理部分），使废水处理难度降低，符合节能减排、绿色环保的要求。

本助剂由广东省佛山信诚化工有限公司研究开发。

4.1.13 毛纺行业低温染色技术

毛呢染色加工工艺见图 4.1.13.1。

目前染色温度一般用较高温度，原因是根据化学反应速度随温度升高而加快，这样生产效率就能提高，但是有二方面的缺点：一是高温下往往会损伤织物，使之质量下降；二是能耗大幅增高，因此较低温度下染色研究较为普遍，但是如何减少反应时间，从而提高效率是关键问题。

本技术采用添加助剂的方法实现毛类纤维的低温染色，可在保障染色质量的

前提下，使染色温度降至 80~85℃，减少染色时间 20%~30%，节约能源约 20%~30%，同时可有效降低染色过程中纤维受到的损伤及泛黄程度，羊绒纤维强力提高 10%~25%、短绒率下降 20%~40%、制成率提高幅度较大；染色鲜艳度、染色深度及手感明显改善。

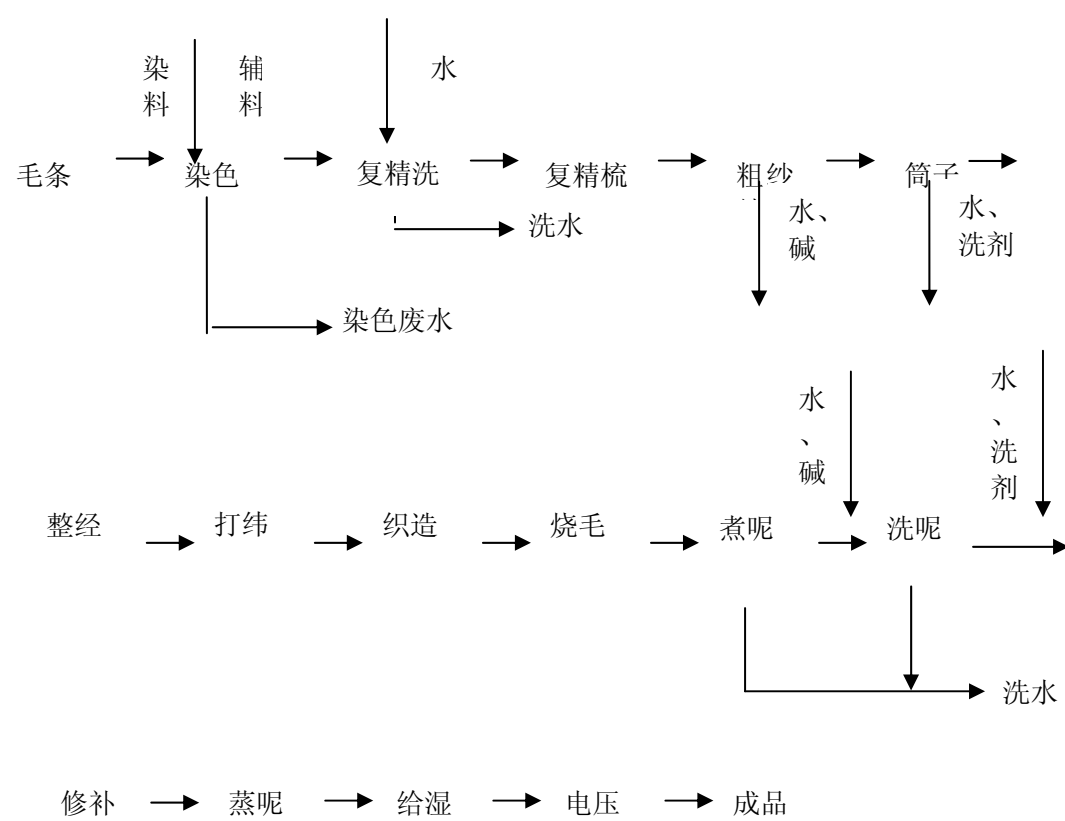


图 4.1.13.1 毛呢染色加工工艺图

本技术由北京中纺化工股份有限公司开发。

4.1.14 水洗面料连续涂料染色技术

一般涂料染色具有色彩鲜艳，但也有透气性较差的缺点。而且一般速度较慢，即生产效率较低。

印花工艺基本流程见图 4.1.14.1；典型工艺及物料平衡见图 4.1.14.2。

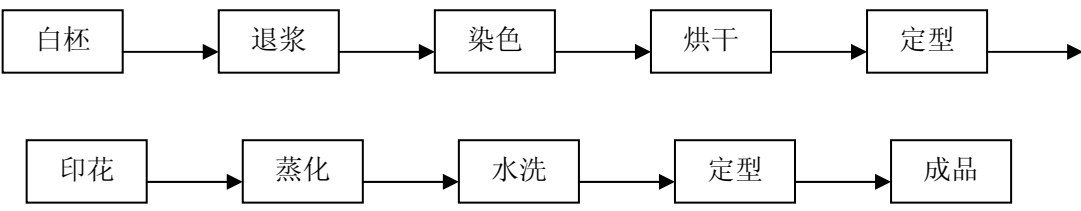


图 4.1.14.1 印花工艺基本流程图

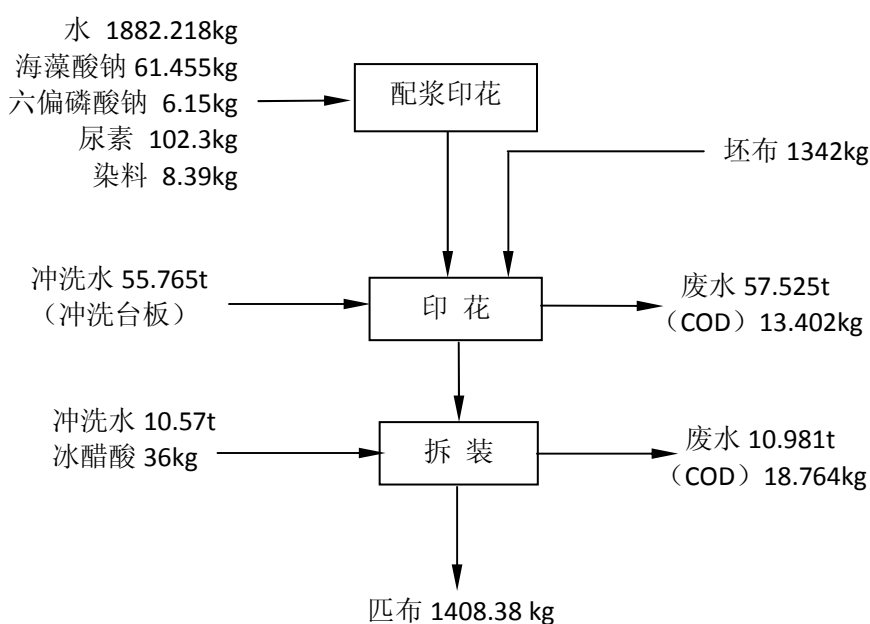


图 4.1.14.2 典型工艺及物料平衡

织物变性涂料连续染色新技术通过使用阳离子变性助剂，以织物的纤维素变性接枝为染色技术核心，吸收传统黏合剂涂料染色技术优点，试制创新成套设备，选用环保性涂料为原料，采用节水、节能、减污先进生产技术，使废水、废气和固体废物的排放量与传统染色工艺相比减少了 95% 以上，使变性、染色、固色一步法连续生产。本技术解决了传统涂料染色工艺存在的提升性差、色牢度差、手感硬、粘辊等缺点。开发水洗面料连续涂料染色技术及设备。在节能降耗、减少污染物排放等方面有突破性进展，与传统染色工段相比，节约染料/涂料 20%，助剂 52%（尤其是减少 90% 以上的染色污水的排放），烧碱 95% 以上，盐 100%，电 31%，蒸汽 30%，水 50% 以上（在染色过程节水 94.8%，考虑涂料染色产品后道成衣水洗用水），占地面积 65%。（因工艺路线大大缩短）资源消耗总体水平为传统染料染色工艺的 57%，按 300 万米/年生产能力计算，合计每年可节约费用约 102 万元。按 300 万米/年生产能力计算，合计每年可节约费用约 102 万元。

本技术及设备由常州市东高染整有限公司开发。

4.1.15 高温高压气流染色技术

有别于常规喷射溢流染色机的水力原理，气流染色技术采用气体动力系统。其工作原理是织物被湿气、空气与蒸气混合的气流带动在单独的管路中运行，由入布开始至过程终结，当中无需特别注液，故此织物可在无液体的情况下在机内完成染色过程，功能效果如下：

气体动力驱动保证织物运行顺畅，从而防止皱纹或折痕产生；

具有织物速度控制可减少速差，方便监察织物移动速度，以达致最佳清洗效果；

独特的连续喷淋清水的冲洗方法，只需很短的时间就能达致清洗的效果；

无需液体的气体动力织物运行和染料在饱和蒸气的环境之下，保证色牢度；

摇折装置确保织物输送流畅；

由铁佛龙片及棒组成的滑溜底部，令织物表面得到最妥善的处理，并能于储布槽内运行畅顺；

因染色工艺过程的困难度而需配置较大集水槽时，织物仍会保持在染液之上运行。

技术适用条件：

- ① 颜料助剂应在缸底集液槽预先溶解，以保证染色质量，节省颜料助剂；
- ② 滑溜的铁佛龙铺面；
- ③ 配置铁佛龙部件的特殊喷嘴；
- ④ 变频控制提升装置；
- ⑤ 于注料与空气管路设置大型过滤筛，以确保主泵及鼓风机运作畅顺；
- ⑥ 织物运行特制鼓风机；
- ⑦ 机身与与染液接触的部份需用高度抗腐蚀不锈钢材料。

主要技术经济指标：

- ① 水消耗低：染绵的浴比是 1：3.5，染化纤是 1：2，水消耗量减少；
- ② 高效节能：风扇马达拥有标准的频率控制，能对过程控制提供灵敏的调控以节省能源消耗；
- ③ 减少污染：浴比低同时可节省染料、化学助剂及辅助物料等污染物的使用。另外，污水中活性染料的盐成份可减少三份之一或更多。相对地可减少除泡剂的使用，达致环保效益；
- ④ 节省时间：冷水热水清洗过程可连接进行，不需任何时间的停顿。另外，配备高效热交换器或直接蒸气加热装置，大大缩短升温时间。

本气流染色机，原型来自德国 THEN-AIRFLOW 生产的高温高压气流染色机，由邵阳纺织机械有限责任公司经过消化、吸收、改造研制而成，是目前适用面最广的一种低浴比染色机。目前高温高压染色机，普遍使用高温高压溢流染色机的浴比是 1：8，气流染色机只有 1：3.5。

与溢流染色机相比，气流染色机可节电 27%~29%，节省助剂(盐、碱)60%。耗水量节省 50%以上，节省蒸汽 46%~52%，且染色时间缩短了 14%~16%，且“一次染色成功率”比较高。全国的溢流喷射染色机占染色机总量的 1/4，如 50%的溢

流喷射染色机用气流染色机取代，则全国每天的印染废水排放量可减少 20~25 万立方米。按规模为 250 公斤的设备，约 80 余万元。适用于染色机，邵阳纺机研发的高温高压气流染色机采用空气动力学原理，由高压循环风机产生的气流将染液雾化，牵引织物运行并完成染色过程。比传统溢流染色机降低 40%左右。同类产品德国和香港纺机厂有相似产品。

在推广过程中目前价格因素是一困难，同样每次生产量为 250 公斤的高温高压溢流染色机约 30 余万人民币一台，而邵阳纺织机械有限责任公司生产的 85 万元一台，而香港采用德国 TEN 技术生产和德国 TEN 原装进口的设备分别为 120 万元和 160 万元人民币，价格差异来自于泵和外壳不锈钢材料差异。但是随着国家节能减排的要求和力度加大，气流染色机的使用率会大幅提高。

本机器由邵阳纺织机械有限责任公司研制生产。

4.1.16 匀流染色技术

这又是一种采用不同原理的低浴比染色机。原型由意大利巴佐尼有限公司开发。

保持了溢流染色的基本染色原理，但浴比却低至 1: 4-1: 4.5，同时由于水洗的效率，使得处理每吨布的总耗水量低至 25-50 吨（从染浅色到深色），而总的耗水量正是代表总的排污水量。由于总耗水量少，需要升温加热的水量也减少，这样在省水的同时又节约了蒸汽。同时由于匀流染色机属于溢流染机，不同于气流染色机需要高电力驱动风机来带动织物运行，所以相对之下还非常省电，水、电、汽同时节约代表了其机型总的环保效果极佳。

采用匀流方式的染色机，浴比 1: 4.0~1: 4.5 与气流染色机相比，略高，但是机械动力下降约 40%，以载量 250 公斤的设备，机械动力仅 25kwh。而气流染色机为 45 kwh，同时理论上气流染色机由于使用高压气流喷射，对于薄型面料可能会有一定损伤的可能，而匀流染色机相对温和，对薄织物可能更好一些，从能耗角度分析，具有综合能耗低的优势。

本产品无锡市惠泽通用机械有限公司，BRAZZOLI S.p.A. 意大利巴佐尼有限公司提供。

4.1.17 小浴比卷染技术

卷染是染色的一种，Jig，亦称染缸、机缸。平幅间歇式染色设备，用于批量较小的、要求外观平挺的丝绸、棉布、化纤布的染色，以及染色前后煮练和固色处理工序...适合于部分产品。

本技术是对传统卷染机的改进。采用先进的液压控制系统，具有操作灵活，可满足丝绸、尼丝纺、各类弹力布、棉布、涤棉及化纤等织物在恒张力、恒线速、

温度自控条件下进行退浆、煮练、漂白、染色、水洗等工艺。本机卷装量大，卷布直径可达 1400mm，可满足多品种、小批量、快交货。另外本机还具有如下几大特点：采用液压传动，PLC 控制，生产过程自动控制；实现生产过程中恒线速、恒张力控制；温度和液位全程自动控制，降低劳动强度；具有各种故障自动识别、自动报警，动作联锁，安全性好；低浴比、低能耗运行，以大大降低生产成本；系统控制灵活方便，可根据要求实现各种工艺组合。投资少，适合于多品种小批量生产的特点。

运行成本比传统降低 10%左右。

本设备及技术由江苏赛格纺织机械有限公司提供。

4.1.18 高效、节能节水的酸性净洗剂

开发一种新型酸性净洗剂，属酸性还原洗净剂 Reduction MC new 为有机还原剂。

本酸性净洗剂适用于涤纶(PET)及其混纺织物染色后的还原洗净工程以去除浮色。依照颜色深浅，建议用量为 0.5~1.0g/L。涤纶织物染色降温后不排液，同浴做还原洗；于酸性浴下发挥还原洗净力，相比较传统的烧碱和保险粉还原洗净工艺，可以得到良好染色坚牢度；另外酸性浴下还原洗没有残碱问题而且对于 T/W 混纺纤维可以降低羊毛的损伤。

应用这种助剂，与传统助剂相比，可以节水 50%左右。

本净洗剂由上海泽星精细化工有限公司研发并生产。

4.1.19 高速纺织品数码喷印系统

数码喷印机突破了数码印刷技术瓶颈，实现了真正意义上的一张起印、无须制版、全彩图像一次完成。极低的印刷成本及高质量的印刷效果比传统印刷系统经济方便，较少的系统投资、数码化的操作方式及有限的空间占用，使系统具有更大的市场前景。是对传统印刷的最好补充，是传统印刷机的换代产品。

传统印花工艺耗费制版成本和时间，小批量订单让使用传统印花工艺的面料成本增高，接单难度增大。数码喷墨印花不仅颜色精准，而且色彩过渡衔接自然流畅，尽管比普通的平网印刷要贵一些，但是对于注重时尚的消费者来说，物有所值。

数码印花的流行是和时尚的流行紧密相关的，数码喷墨印花的市场也在于此。

需要注意的是，羊毛织物数码印花的织物准备，一般要经过氯化处理，这样做可明显提高喷印图案的色深度、鲜艳度和清晰度。此外，前处理加工中糊料、吸湿剂、释酸剂等因素对喷印效果都有明显的影响。羊毛织物的数码印花加工，

还应和整个染整工艺结合起来考虑，做到既得到好的印花效果，又不影响羊毛织物应有的高档风格。

用于羊毛织物数码喷射印花的墨水，主要是一些国外大公司生产的酸性墨水或活性墨水，墨水的色深度、色光、色牢度很重要，此外，喷头的适应性最为关键，否则墨水堵塞喷头将会是一件很麻烦的事。

羊毛织物数码印花如今在行业内悄悄兴起，也是继丝绸之后数码喷印技术发展的一个重要方向。 印出个性化纺织产品。

数码喷印是印花的一大技术突破，技术长期掌握在国外，由宏华数码科技股份有限公司等自主开发的数码喷印技术打破了这种垄断，在发展过程中，数码喷印速度，织物幅度和墨水的质量是几个关键问题。

由于数码印花是逐行喷墨，因此车速不及圆网、平网印花。如果将设备速度加快，印花产品的精度就会打折扣，影响到产品质量。 尤其是一些肌理粗糙、较厚的底布，它需要墨水的渗透，速度快了影响印花效果，较复杂的花型打印速度也会相对慢一些。设备生产速度慢，生产率就相对较低，生产的时间就会相对较长，因此机器设备的折旧费就会大大提升，这是必须付出的成本。

墨水的质量和价格也是数码印花产业化的关键因素，墨水与数码印花配色软件的协调是一个关键，什么品牌的机型使用什么样的墨水和与之相配套的软件，这涉及到兼容性，而墨水的价格直接关系到数码印花的成本。

目前数码喷墨印花技术的研究主要集中于以下几个方面：第一，喷墨印花机的研制；第二，智能 CAD 系统及其相关软件的开发；第三，油墨的研制。对于第一和第二这两个方面，国外已有广泛的研究并日趋成熟，对于第三点，国内企业还在与发达国家联合研究适合各类纤维和织物的油墨配方。国外现有的数码喷墨印花用油墨价格昂贵，和国产数码印花机一起使用还需要调试。

数码印花的生产工艺流程摆脱了传统印花在生产过程中分色描稿、制版、制网过程，从而大大缩短生产时间。接受花样的方式，可以通过光盘、E-mail 等各种先进手段，一般打样时间不超过一个工作日，有的甚至只要几个小时，而传统打样的时间一般在 1 周左右。打样周期的缩短及打样成本的降低，给企业带来了更多的市场机遇。选择任意一种图案，无需考虑图案类型和套色数，印制颜色几乎可以再现自然界任何颜色。数码印花技术对于设计师来说，可以完全实现自己的设计想法。

数码印花技术可以采用数字图案，经过计算机进行测色、配色、喷印，从而使数码印花产品的颜色理论上可以达到 1670 万种，突破了传统纺织印染花样的套色限制，特别是在对颜色渐变、云纹等高精度图案的印制上，数码印花在技术上更具优势。用数码印花技术生产出来的面料和服装附加值也相对较高。

数码印花设备的使用者最关注的往往是数码印花设备的印花精度、设备的稳定性、易操作性、易维护性、适应性、使用成本等。提到印花精度，人们总是会联想到印花分辨率是多少，是 1440dpi 还是 720dpi，其实这只是印花精度的一部分，印花精度会涉及到多个方面，比方说喷头分辨率、机械精度(步进精度、轴辊的机械精度)、墨水和喷头的匹配度等。

喷头精度： 目前市场上的喷头有压电喷头、热发泡喷头、写真用喷头、工业喷头，其中印花最常用的喷头为压电式的写真用喷头和工业喷头，压电式写真用喷头以 EPSON 四代头、五代头、六代头为主，五代头是主流产品，最高分辨率为 1440dpi，其中支持 720dpi，540dpi 打印模式，这也是目前印花机使用最多的喷头。另外，部分厂家选用工业喷头，如美国 SPETRA、日本理光、日本 Kyocera 等，工业头一般分辨率为 720dpi 左右。工业头和 EPSON 喷头相比，价格高，但使用寿命长，分辨率低，墨滴大，但从纺织印花角度来讲，由于织物的纤维比较粗，720dpi 以上的分辨率，从视觉效果上是很难区分出来的。从喷头角度来讲，由于喷头技术由少数几个厂家所垄断，印花机厂家都从这些厂家采购，所以，实际上如果选择机器印花精度，喷头方面大家起点基本上是一样的。

本数码技术实施喷印，每平米墨水成本降低到 3~6 元的，远低于其它常规的喷射印花，逐步逼近传统印花成本，市场接受空间大增。墨水按需喷印，得色率高达 90%以上，降低染料用量，避免染液浪费造成的污染。综合能耗仅为传统印花的 1/5，水资源可循环利用。产品分几种规格，可以选用，市场价格较低。

每平米 3~6 元的墨水成本，加上少量电费即可完成印花，是一项节能减排明显，技术处于领先地位的技术。

本技术由杭州宏华数码科技股份有限公司提供。

4.1.20 冷转移印花技术及冷转移数码喷墨技术

所谓冷转移印花即是说在转移过程中无需加热。如：陶瓷贴花。

纺织品的冷转移印花也已经在十年前出现，是在棉织品上实行，用活性染料。

原理是：用海藻酸钠等作为粘合剂，加上抗还原剂及活性染料，在转移纸上印花，完成印花的印花纸可以储存一年以上。

转移程序，用精炼/漂白过的棉布经浸轧尿素及碱剂，在半湿状态下通过压力滚筒与印花纸接触完成转印，接着汽蒸/皂洗/定型。

此种印花方法的好处是，精度高/速度快，花纸保存时间长，染料浪费少。花型精细清晰。后续处理简单，浮色少/污水排放少。

冷转移印花是一种室温下根据产品样本(照片或设计图案)将图案印在纸上，再转移到织物上的一种方法。

运用 CoolTrans™冷转印优化技术，简化了传统印花之复杂工序。主要工艺流程如下：

冷转印数码喷墨技术(样品)→冷转印纸张印刷技术(印花纸)→冷堆固色（印花布）

技术特点是：可满足市场快速反应需求；补单方便、无批差，损耗少，正品率高，满足个性化，特殊要求产品。

节能环保方面可以节省用水 2/3，排放水回收使用率亦达 90%。常温转印常温固色可节省能源 65%。目前整套设备约 200 万元。

本技术和设备由上海长胜纺织品有限公司提供。

4.1.21 松香酸析脱色回用技术。

蜡染废水中松香回收技术，适用于蜡染印花技术，目前，我国大部分企业都掌握了废蜡回收技术，因为当废水中含有松香，是废水的 COD 非常高（这部分废水 COD 高达几万毫克升），而且处理难度极高，因此必需回收，而回收后的松香完全可以重复利用，做到资源循环利用，但是在技术上存在一定问题，主要是。废蜡的脱色问题严重影响着回收蜡的利用率，一般工厂的回收蜡利用率不到 40%。

本技术经过大量试验、数据分析、总结经验，终于研究出一套提高废松香脱色率的工艺技术。该技术简单易行，投资少，见效快，回收蜡的利用率可达到 100%，大大降低了蜡印产品的成本，减少废水处理难度和处理成本，可以提高产品的市场竞争力。通过该技术的实施，污水厂进水水质得到很大改善，废水中 COD 含量由原来的 10000mg/l 降低到 900mg/l，色度由原来的 900 倍降到 500 倍，同时，随着松香的回用不仅节约了生产成本，而且还减少了固体废物的产生量。

本技术由济宁如意印染有限公司 山东凤凰印染有限公司提供。

4.1.22 镍网感光胶膜脱除新技术

本技术适用于环保型印花新材料研发及镍网回用技术。

主要原理是：在新型光敏剂(SBQ 树脂)分子上引入适量的不饱和基团，降低了感光膜的水膨润性；利用丙烯酸对采用互穿网络(IPN)技术的环氧树脂进行接枝改性处理，解决了胶膜的水显影牢度问题，降低了环氧树脂的粘度和耐腐蚀性；同时采用超声波技术进行碱性脱膜剂剥离胶膜，提高了脱膜效率和效果和镍网回用。

本技术由上海中大科技发展有限公司提供。

4.1.23 高效节能针织平幅水洗技术

本技术提供一种节能型针织物平幅水洗机。

技术要点是：将国内针织染厂目前普遍采用的前处理间歇式漂染加工改为连续化湿处理加工，研制和解决了针织物平幅连续化湿处理加工的难点。

所研制的设备，全部工艺过程由计算机全程自动控制，工艺参数可通过远程诊断系统在线实时监测，保证了产品质量和速度。

产品具有投资少、收益高、质量好、耗能低、排放小等优点。

本设备由江阴福达染整联合机械有限公司。

4.1.24 泡沫整理技术

泡沫整理工艺是受 20 世纪 70 年代能源危机的影响，在国外迅速发展起来的一种低给液、高节能的染整加工技术。它是将气体通入含有表面活性剂的工作液中，通过混合剪切后生成众多微小气泡组成的体积庞大的泡沫，替代染整浴中的水，然后被施加到织物上，使织物的带液率由传统的 60%~80% 下降到 15%~30%，从而可节约烘干能耗 50% 以上。此外，它还具有降低蒸发过程中染化料泳移、提高生产车速、节约染化料和减少废水排放等诸多优点，因此引起了人们的普遍关注。我国曾在上世纪 80 年代掀起了一波研究开发的高潮，其相关技术成果先后被国内许多印染企业应用，生产加工了各种织物近亿米，产品经质量检验合格后被投放到国内外市场。但限于当时的生产设备自动化程度不高、操作繁琐和人们环保意识薄弱，此项节能技术没有得到应有的发展。近年来，随着能源紧张和水资源缺乏，人们的环保意识大大增强：国家加大了对自然环境的保护力度，严格实行节能、降耗、减排的政策；各印染企业在降低生产成本、减少能源消耗和废水排放方面的压力倍增，这些因素使得泡沫整理这项节能效果非常显著的染整加工技术重新受到人们的重视和青睐。据悉，国内外一些科研单位和企业正在积极研发新的泡沫整理设备和相关工艺，采用先进的计算机控制技术，大大提高了机器的自动化程度，降低了操作难度，提高了生产效率。

基本原理：泡沫的稳定机理泡沫是热力学不稳定体系，根据 Gibbs 原理，体系总是趋向于表面能较低的状态，因此泡沫有自发破裂的倾向。泡沫的稳定性及流动性是决定其在实际生产中可行性的两个重要因素。泡沫稳定性是指泡沫保持其所含液体及维持自身存在的能力，主要取决于排液的快慢和液膜的强度。气泡间的液体在压力和重力的作用下总在不断地被排出，液膜逐渐变薄，这是由于气、液相对密度和界面两侧之间的压差引起的。体相粘度大的液体，排液速度慢，因而泡沫较稳定。当排液至一定程度。即气泡液膜薄至一定程度时，气泡是否还稳定，主要取决于界面保护膜的粘度、膜强度、气体透过能力、界面上的分子密度及电荷密度等因素。泡沫的稳定性用泡沫半衰期表示，半衰期越长，泡沫越稳定。

另外，相同条件下的发泡原液其发泡倍率越大，泡沫越均匀，也就越稳定，这是因为产生的泡沫中含空气量越多，液膜含液量少，排液较慢，半衰期较长。

发泡剂和稳定剂的选择常用发泡剂有阴离子型的十六烷基磺酸钠(AS)，十二烷基硫酸钠(SDS)，十二烷基苯磺酸钠(ABS)等；非离子型的有烷基醇聚氧乙烯醚，烷基酚聚氧乙烯醚，椰油酰二乙醇胺(洗涤剂 6501)等。近年来，为了满足生态环保需要，开发出一些新型绿色表面活性剂，如烷基糖苷(APG)、烷基葡萄糖酰胺(APA)、天然茶皂素、松香聚氧乙烯酯(RPGC)和某些 Gemini 型表面活性剂均具有良好的发泡性能，是比较理想的环保型发泡剂。一般阳离子型表面活性剂发泡能力差且价格较贵，故很少使用；阴离子型发泡剂起泡速度快，但形成泡沫的稳定性较差；而非离子型发泡剂起泡性能稍差，但泡沫稳定性较好，且相容性好，能与各种离子型表面活性剂复配，不受树脂整理液中金属盐的影响。

本技术是一种新型泡沫整理技术。

本泡沫整理技术有如下特点：

① 节能，节水，原因是泡沫与水溶液相比，带液率大大降低，由于含水率极低，使烘干的效率大大提高，同时能耗降低。

② 提高生产效率，整理工序减少使速度提高。

③ 可以实现无废水排放或基本无废水排放，原因是 Autofoam 泡沫整理加工完成后，剩余的仅仅是少量的液体，是泡沫破裂后，产生的少量工作液，这些工作液在多数情况下是可以回用的，因为其浓度与原来新配制的工作液并没有差异。

④ 可以进行特殊加工，开发新的产品。如单拨单吸等。

⑤ 提高产品的加工质量。如柔软整理。采用泡沫法加工，可避免常规加工方法方法中由于过高的轧车的压力，而造成的纺织品纱线之间的微真空状态，从而使手感更柔软。在树脂整理加工中，由于催化剂用量的减少，既可提高织物的抗皱效果，又可以使织物保持更高的强度。

本技术由 DTC 科技（香港）有限公司（常州）提供。

4.1.25 多单元逆流水洗在丝光低张力净洗技术

水洗是一道重要生产工序，一般至少水洗 3~4 次，不仅用水量很高，而且废水量增加带来环保问题，而且能耗很大（蒸汽加热）。

本技术特点是一种采用多单元逆流水洗技术。以多单元逆流水洗在丝光低张力净洗过程的应用为例：

① 吨布减少用水量：12.35m³/t 布。

② 吨布减少蒸汽消耗量（包括回收淡碱蒸浓）：0.7203t/t 布。

③ 吨布减排废水量：10.99 m³/t 布。

④ 吨布增加 100% NaOH 回收量，约为 0.0786t/t 布。

本技术由广东省佛山市顺德金纺集团有限公司提供。

4.1.26 半缸染色节能工艺技术

这是一种染缸染色节水技术。不需购买价格昂贵染色机，而仅需在原有设备条件下改变工艺即可。

原理是：将原染缸水位降低为半缸，由于水面降低，染液与织物之间不能充分接触，使染色不易均匀。本技术是通过改进工艺达到染液与织物充分接触，使节水的同时又保证染色质量。

关键技术是通过设备及工艺改进，调节染液的流量及对纤维的吸附速率，成功将筒纱染色用水量由 1：200 降低至 1：113，同时解决了匀染及深染问题，染色合格率达 98.3%。

本技术在国内外同行业中处于领先水平。

本技术由鲁泰纺织股份有限公司提供。

4.2 资源能源回收利用技术

4.2.1 蜡染行业节水节汽示范工程

蜡染行业的蜡是松香，生产工艺中使用，使用后又析出，如果存留于废水中污染十分严重，而且极难处理，因此回收松香，同时如何节水，节汽（纺织印染行业主要能源种类）是节能环保工作重点。

本技术要点，以凤凰厂为例：

- 1、改进加工工艺，适当改造部分设备，达到节水节汽。
- 2、研究建立机械退蜡-回收蜡废水处理与回用自循环系统。
- 3、建立皂化脱蜡废水处理与利用内循环系统。
- 4、建立蒸汽压力自动调节控制系统。
- 5、烘干机烘筒供汽自控技术应用。

这些技术的应用，使废水 COD 从 10 万降到 2000mg/L，大幅度的减少了印染厂家污水排放的压力，保护了生态环境，达到了清洁生产的目的。另一方面，变废为宝，提取的黑松香再应用到生产中去，实现了自然资源的循环利用，极大的降低了生产成本，为生产真蜡花布系列产品解决了最大的难题。

节能减排效果，以青岛凤凰为例，年减少蒸汽消耗 60125 吨，减少水耗 39.3 万立方米。减少排污 39.3 万立方米，减少 COD 排放总量 89 吨（按 227mg/L 计）。年综合经济效益约 1485.48 万元。生产耗水由 1.61 吨/百米下降到 1.05 吨/百米；

生产耗汽由 271 公斤/百米下降到 185 公斤/百米;标准煤单耗由 43.1 公斤/百米下降到 35 公斤/百米。

2008 年真蜡防印花布产量 9840 万米,耗水 101.3 万立方米,单位产品耗水 1.03 立方米/百米。与 2007 年相比,年节水 130 万立方米。减少污水排放 130 万立方米。减少 COD 排放 450 吨。

本示范工程由青岛凤凰印染有限公司;青岛凤凰东翔印染有限公司;山东如意毛纺有限公司等提供。

4.2.2 印染企业污水换热技术

印染行业中染色废水是高温废水,纯涤纶染色温度可达 120℃,纯棉染色也在 85℃,即使与漂洗水混合后,温度一般在 60℃,这些热废水排放,不仅浪费热能,而且由于高温,特别是在南方地区,使生化处理不能进行,废水处理前必需用散热器降温,由浪费能源,因此如何利用这部分热能是印染行业中十分重要的问题,这一热交换问题理论上似乎很简单,实际上真正能够长期稳定使用,效果理想的不多,原因是高温染色废水大多碱性高,杂质多,腐蚀性强,换热器使用材料需要精选外,关键是换热形式(管式,板式)和结垢如何防止和去垢技术,以及如何清洗,清洗周期,使用是否方便,清洗费用等将实际影响污水换热器的应用,目前市场上开发不同形式,原理也不相同的多种印染废水污水换热设备。

需要指出自动除垢是相对而言,这些技术各生产厂方不详细说明,有的是用超声波技术,也有其他技术,但是根据调查,经过一段时间还是需要除垢,只是周期长短不同。

本技术及设备适用于染色废水余热回用,将染色高温废水与冷水通过热交换回收热量。

关键技术在于减少结垢,使用寿命的长短。本技术特点:

- 1、换热效率高、使用寿命长;
- 2、结构合计、技术先进;
- 3、具有自过滤、自动清洗、清扫功能 ;
- 4、无动力运行,省电;
- 5、维修费用低;
- 6、控制系统先进稳定;
- 7、自动除垢,反洗周期长。

节能减排效果:可以有效减少蒸汽用量、降低企业能耗;设备投资回收期约半年;以 2000 吨/日的换热机组为例,假设污水排放温度为 55℃,每日可节约蒸汽 70 吨左右,每年可节省蒸汽费用三百万元。

本设备由山东高密蓝天环保工程有限公司研制开发。

4.2.3 定型机废气热回收装置

热定型机是染整厂最后一道工序，产品经过前处理，染色，印花和后整理后，再定型，包装成为成品。定型温度视产品品种而定，一般纯涤纶在 180℃ 左右，棉产品低一些。实际热能真正利用率并不高，图 4.2.3-1 是一张典型热定型机热能平衡图，从图中可以看出实际用于布面吸热仅 5.5%；布面水分散热 34.45%，加在一起热能真正利用率为 39.95%；其余 60.05% 并不直接应用而浪费掉（排气热损占 57%；设备散热热损占 5.3%），这些热能如何回收是节能的重要途径。

不仅是热量损耗，在定型过程中，一些溶剂，油类（纯涤纶是涤纶丝生产中所带的白油，又称硅油，是一种油类混合物），助剂等有机物，产生刺激性味，有害健康，与居民区接近的投诉占很高比例，成为居民投诉的主要环保问题。

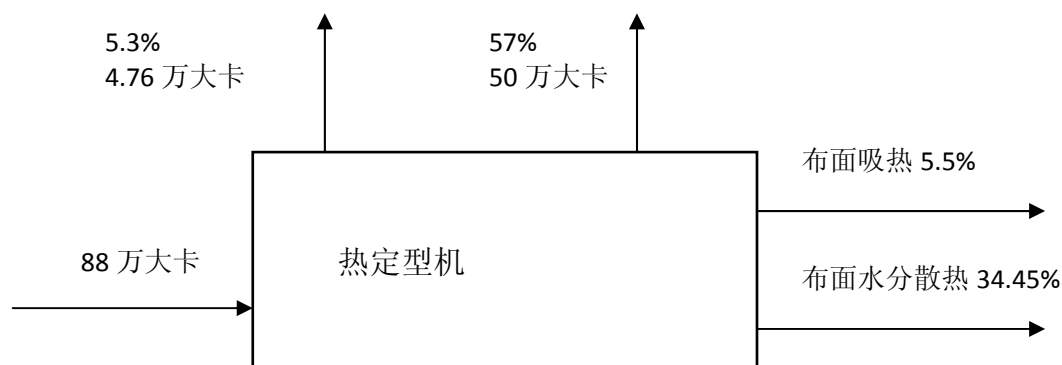


图 4.2.3.1 热定型机热平衡图

对此，国内开发了多种定型机废气热回收装置，其原理不同，价格不同，效果也不相同，大体上有二类，一种是水冷式回收热能，即冷水与废热气交换热量，由于温度下降将白油类污染物析出而回收（一般有单位收购），通常一台定型机一天可以回收 20 公斤油类。

另一类是气体冷却式或冷，热气体进行热交换（如德国等国外均采用这一方式），效果更加好一些，但是由于价格相差 10 倍以上，而且水冷式实际效果也十分明显，所以现阶段也是属于推广技术。

本技术设备适用于定型机废气热回收。本定型机废气热回收装置把从烘箱中抽出的高温废气中的热量通过热交换器传给新鲜空气（气气热交换），新鲜空气被加热后送入烘箱，高温废气温度降低后所含的挥发性成分凝结不再排入大气。

节能减排效果：由于定型机烘箱所排放的废弃中的热量大部分得以回收利用，从而节省了给定型机烘箱加热所需要的能源，如油、煤、燃气、电等，节约

能源 18%以上。

本设备由立信门富士纺织机械（深圳）有限公司研制。

4.2.4 定型机节能和热能回用

是另一种定型机节能和热能回用装置。

技术要点是：研制高效轧车轧余率降低 15%，减少了烘干的负担。采用新型绕组的 EFF1 型电机，能耗降低 3%。在排风管路上安装集成式热交换器，利用余热加热新鲜空气，根据使用温度不同节能 10%~30%。加后隔热保温层，减少热能损失。利用电脑中的加工时间智能控制系统，自动控制温湿度风量和车速，达到节能。

本设备由香港基协有限公司提供。

4.2.5 pH 型连续扩容蒸发器

丝光工艺等产生较浓的碱液，如不回收碱，废水 pH 可以超过 13，对废水处理带来很大困难，同时浪费资源，现在一般均要求进行碱回收，碱回收技术一般采用多效装置，关键在于热能消耗与回收的碱，从经济上能否持平或宽裕。

PH 型连续扩容蒸发器是对印染行业丝光机排出的废碱液进行浓缩回收再利用，其基本原理是将废碱液在负压的情况下扩容蒸发使碱液在低温状态下浓缩到一定浓度。设备的热能利用率达 90.1%，比传统的碱回收设备高出 12.3%，

本设备由无锡市兴麟染整环保有限公司研制，开发。

4.2.6 定型机废气余热回用净化装置

这是一种水冷式定型机废气余热回用设备，是国内开发的一种。

定型机废气余热回用净化装置由余热回用、废气净化、油水分离这三部分组成。主要技术特点：1、余热回用器，热能转换率高，可明显提高定型机前二节烘房温度，从而提高布匹定型速度，节约燃料。由于热空气的投入，又可减少定型机烘箱内水珠形成，提高布面清洁度和手感。2、废气净化器采用优质不锈钢制造，具有耐腐耐温，防堵、防塞，免除频繁清洗，省工省力。用水量少（每天 5 吨）、水珠雾化率高，因此与废气接触面积大。通气量大、阻力小、净化率高，完美解决了电力消耗跟水雾净化的矛盾。3、油水分离器，兼有冷却循环水作用，可以减少水份蒸发并使油水彻底分离，分离量大，速度快，效率高。4、设有自动温控报警灭火装置，安全性能高。5、通过对定型机废气余热回用净化装置的改进，研制出了定型机无风机排烟废气余热回用净化装置。

本设备由杭州百事盛印染设备厂研制开发。

4.2.7 热管式余热蒸汽发生器

本技术采用双回程套管式热管余热回收器，主要由套管式热管受热面、蒸发锅筒构成，热管蒸发段装有翅片，冷凝段是光管。光管部分插入套管，把热管蒸发段和套管部分隔离，按热工计算结果布置套管，形成热管和水套管两个受热面。高温烟气先进入水套管受热面，放热降温后烟气降到热管适应的温度，再进入热管受热面放热降温最后由出烟口排出。冷水由进水管进入水套管中，经水套管外壁和热管的联合加热生成蒸汽，由导气管进入锅筒储存，升到一定压力时输出使用。

节能效果分析：以 600 万大卡导热油余热回收为例：600 万大卡导热油炉配备的热管式余热回收器满负荷连续运行（油炉煤耗约 36 吨/天）可产生 0.6MPa 的饱和蒸汽 1.1 吨/小时，在实际运行中会随着工况（排烟温度和耗煤量）同比例上下浮动，波动值在 $\pm 10\%$ 。

本设备由绍兴东方能源工程技术有限公司研制开发。

4.2.8 工业静电式烟（油）雾净化-回收设备

涂层是纺织工业中一个发展很快的重要分支，在织物上涂层，涂胶，制成人造革，特种织物等，由于涂层多采用有机溶剂溶解溶质，这些有机溶剂大多为苯系物，二甲基甲酰胺，二甲基乙酰胺等，涂层后进入空气中，污染环境。

本技术原理是：开发一种采用电除尘原理去除工业废气污染物的设备，设备带有特殊的热回收降温装置和消防装置，能把高温废气中的热能回收，能把废气中的烟雾转变成废油回收，适用于印染（染整）、皮革、PVC 胶手套、热处理、金属加工、食品加工以及化工等行业生产过程产生的烟雾、油雾的净化回收。

节能减排效果：净化效率可达到 95%以上，全部的回收物转变成废油回收。对于温度达到 160 度以上的废气，目前热能回收率可达到 54%。不但实现高效净化，而且能大量回收烟气中的有用物质，特别适用于生产过程中助剂挥发较大的行业，环保的同时还能有效降低企业的生产成本。

本设备由佛山市科蓝环保设备有限公司研制开发。

4.2.9 工业热泵应用

技术原理是：以低温水如印染废热、电厂废热、工艺废热等作为热源，经过比常规热泵多了两个冷凝器（全热回收冷凝器、部分热回收冷凝器）的工业热泵机组，回收余热用于供暖、加热锅炉补水、生产用热等等。

节能减排效果：如果按照工艺需求热水量 50 吨/小时，全年工作 360 天计算，使用工业热泵加热热水比使用燃煤锅炉节约费用 105 万余元，将少燃烧标准煤

2462 吨。比使用蒸汽加热节约费用 232 万元，节约标准煤 5439 吨。燃烧 1 吨煤炭要向大气排放 12kg 粉尘，20kg 二氧化硫，7kg 氮化物。这样比用蒸汽加热每年就可减少粉尘的排放量为 65 吨，减少二氧化硫排放量 109 吨，减少氮化物排放量为 38 吨。

本设备由蓝德空调工业科技有限公司研制开发。

4.2.10 有机热载体炉供热系统

当一个单位有多台燃煤有机热载体炉时，可以采用本技术，将几台燃煤有机热载体炉联成一个系统统一管理，达到节能目的。

本技术是将有机热载体炉供热管网上的一个油缸、包括法兰连接管和温度、压力表接口等，其特征在于所述的油缸由若干台用热设备和四台有机热载体炉的供热管相连接，通过循环油泵，形成闭路的热循环交换体系。本技术涉及有机热载体炉系统的供热管网上的应用，尤其是有关多台有机热载体炉由每台炉子的单一供热集成集中供热，可提高设备的综合利用率和节能降耗之目的。

节能减排效果：在相同产品、产量的情况下，改造前 4 台燃煤有机热载体炉每天耗煤平均为 33 吨左右，改造后改烧三台，每天耗煤平均为 26.3 吨左右，每天可节煤 6.7 吨左右。每天可少用电功率 96 千瓦。自 2008 年 3 月在本公司实施应用至 2009 年 6 月，共节约煤炭 2780 吨，节约电 796500 千瓦时。同时可减少废气排放总量 2400 万 m^3 ，减少 SO_2 排放量 21.6 吨，减少烟尘排放量 4.7 吨。

本技术由浙江富润印染有限公司开发。

4.2.11 DT 隔热保温涂料在印染行业中的应用

印染设备大多用蒸汽加热，常规采用石棉等保温材料对设备包裹进行保温，有一定效果，但是体积大，维和较为复杂，并且不是所有部件都能包裹。

DT 隔热保温涂料主要采用了一种新型的多功能隔热保温材料——空心微珠，该涂料使用方便，开桶搅拌均匀，用水调节到合适的稠度即可喷涂，涂层极薄，因此所有部件均能喷涂；正常情况下干的很快， 24°C 左右时大约 1 小时就能干（表干）；DT 隔热保温涂料不易燃，可以在设备运行的高温作业下施工；富含特种空心微珠，能形成良好的隔热保温层，有效的阻止热量的传导，从而达到隔热节能的效果；耐酸碱性好，具有良好的耐候性；单组分涂料，无催化剂，储存运输无特殊要求。

这种隔热保温涂料最初有美国和日本产品，现由国内开发生产。

节能减排效果：使用 DT 隔热保温涂料后能明显降低高温设备的表面温度，降低温度达 30°C 以上，能提高设备的生产效率，减少生产过程中能量的传递，从而达到节省能源的效果。在染缸上喷涂 3mm 厚的 DT 隔热保温涂料后能节省

15%左右的蒸汽用量。

本技术产品由北京华泰兴源科技有限公司开发。

4.2.12 利用废旧聚酯瓶生产涤纶长丝、短丝

聚酯主要用途两大类，纺丝（涤纶）和做饮料的聚酯瓶，废旧聚酯瓶数量巨大，回收利用是循环利用的重要途径。

本技术原理是：废旧聚酯的加工处理，代替原石油切片生产涤纶丝的原理。解决了废旧聚酯来源复杂，品质波动大，杂质多，熔点和粘度差异大等问题。

实际上是聚合度和纯度不一致，会使涤纶丝质量差，这是回用的技术关键和回用产品等级区分的技术指标。

采用的工艺路线：选料—干燥—熔融—过滤—纺丝。

本技术由龙福环能科技股份有限公司提供。

4.2.13 废弃纤维节能新型墙体保温板生产技术

我国每年纤维加工量已经达到 3400 万吨，每年的废弃纤维量极大，如何利用这些废弃纤维，是节能减排，循环经济的重要课题。

废弃纤维利用难度在于来料成分不一，纤维长短不一，强度不一，混杂极多，需要分类和分级利用。

本技术利用非织造布技术原理，即将废旧纺织品切断、撕碎成为碎纤维后采用交叉铺网或气流成网+针刺固结+低熔点高分子纤维热粘合复合加固干法成复合纤维板。已产业化生产。

本技术由愉悦家纺有限公司研发。

4.2.14 印染行业太阳能热水系统

太阳能又称太阳辐射能是指：太阳以电磁辐射形式向宇宙空间发射的能量。太阳内部高温核聚变反应所释放的辐射能，其中约二十亿分之一到达地球大气层，是地球上光和热的源泉。

太阳能的利用还不是很普及，利用太阳能发电还存在成本高、转换效率低的问题，但是太阳能电池在为人造卫星提供能源方面得到了应用。太阳能是太阳内部或者表面的黑子连续不断的核聚变反应过程产生的能量。

赤道上的平均太阳辐射强度为 1369w/m^2 。地球赤道的周长为 40000km ，从而可计算出，地球获得的能量可达 173000TW 。在海平面上的标准峰值强度为 1kw/m^2 ，地球表面某一点 24h 的年平均辐射强度为 0.20kw/m^2 ，相当于有 102000TW 的能量，人类依赖这些能量维持生存，其中包括所有其他形式的可再生能源（地热能资源除外），虽然太阳能资源总量相当于现在人类所利用的能源

的一万多倍，但太阳能的能量密度低，而且它因地而异，因时而变，这是开发利用太阳能面临的主要问题。太阳能的这些特点会使它在整个综合能源体系中的作用受到一定的限制。

尽管太阳辐射到地球大气层的能量仅为其总辐射能量的 22 亿分之一，但已高达 173,000TW，也就是说太阳每秒钟照射到地球上的能量就相当于 500 万吨煤。如果以平方米计算，每秒照射到地球的能量则为 49940000000 焦。地球上的风能、水能、海洋温差能、波浪能和生物质能以及部分潮汐能都是来源于太阳；即使是地球上的化石燃料（如煤、石油、天然气等）从根本上说也是远古以来贮存下来的太阳能，所以广义的太阳能所包括的范围非常大，狭义的太阳能则限于太阳辐射能的光热、光电和光化学的直接转换。

太阳能既是一次能源，又是可再生能源。它资源丰富，既可免费使用，又无需运输，对环境无任何污染。为人类创造了一种新的生活形态，使社会及人类进入一个节约能源减少污染的时代。

太阳能技术是我国推广的低碳能源，如何在纺织，印染行业中应用，需要根据行业特征，开发专用技术及设备。

本技术要点是针对印染行业特点，开发太阳能热水系统在印染中应用的成套设备。太阳能热水工程见图 4.2.14.1。



图 4.2.14.1 太阳能热水工程

太阳能工程图见图 4.2.14.2。

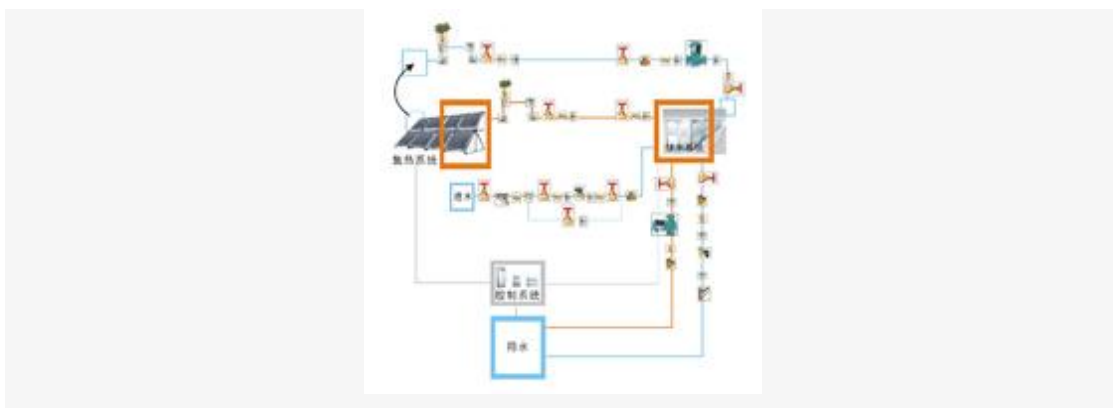


图 4.2.14.2 太阳能工程图

节能效果：每 10000m² 太阳能集热板每年可产 20 万吨 55℃~60℃ 热水，可节约 2 万吨蒸汽，可节约 260 万元/年，热水系统同时可进行污水余热利用，每年又可节约蒸汽费用 100 万元以上，合计节约 360 万元/年，购买设备只要大约 1100 万元，3 年即可收回投资。

以晴尔“印染用太阳能热水系统”可大规模地应用在印染行业实际为例：大面积的太阳能集热板利用太阳能把水加热，贮存于热水池中，然后向印染车间的用热水设备供热水，可大幅度节约蒸汽费用或燃煤费用。

本技术和设备由晴尔印染用太阳能公司，江苏新阪神太阳能有限公司等开发。

4.3 污染治理技术

4.3.1 活性染料一步法无盐染色印染废水深度处理及中水回用技术

开发一步法无盐染色和印染废水深度处理及中水回用技术。

使用本技术有三个条件，一是采用无盐工艺，减少废水处理的难度，二是适用于棉印染废水深度处理及中水回用，三是一浴法棉染色。

以常州市东霞纺织印染有限公司为例：本项目实施后每万米灯芯绒可节省 1000~2000 元成本。年减少废水排放 35 万吨，年可节支 85.75 万元。改工程在本公司建成后，出水 COD 指标由原来的 1200 mg/L 下降到目前的 193 mg/L，再进入深度处理工程，进一步下降到 36.85 mg/L。深度处理后 50% 中水回用，每天回用水量 1000 吨，全年可削减 COD772.5 吨、氨氮 241.5 吨、总磷 241.5 吨。

本技术由常州市东霞纺织印染有限公司研制及提供。

4.3.2 印染废水深度处理及回用关键技术

(1) 印染废水是一个大类，不同纤维、不同工艺、不同染料其废水性质差别很大，本技术组合应根据实例适当改变参数。

(2)需回用的建议清浊分流处理，因为盐类的累积将影响染色质量。

(3)深度处理定义为：经过常规处理，COD 已经小于 100mg/l，再进行处理。

(4)典型工艺：调节池—生化池—生物滤池—复合反应器—陶瓷膜—二氧化氯发生器。

(5)关键技术：曝气生物滤池和动态陶瓷膜复合反应器。

本项目已获省部级科技进步奖 8 项 2008 年国家科技进步二等奖（本技术是其中一部分）；授权发明专利 5 项。

实例之一：某一棉针织印染厂：

(1)棉针织印染废水经清浊分流后分别处理，浓废水约占 25%，，淡废水约占回用率 75%，淡废水处理后可回用率约 70%，即总回用率约 50%，二股浓废水经处理达到排放标准。

(2)染色后色牢度为 3-4 级。

(3)开发动态陶瓷膜，其能耗小于 1kwh/t 水。

(4)曝气生物滤池，反冲洗周期是普通生物滤池 3 倍，节约反冲洗水 80%以上。

(5)已长期稳定运行。

原理示意图见图 4.3.2.1。

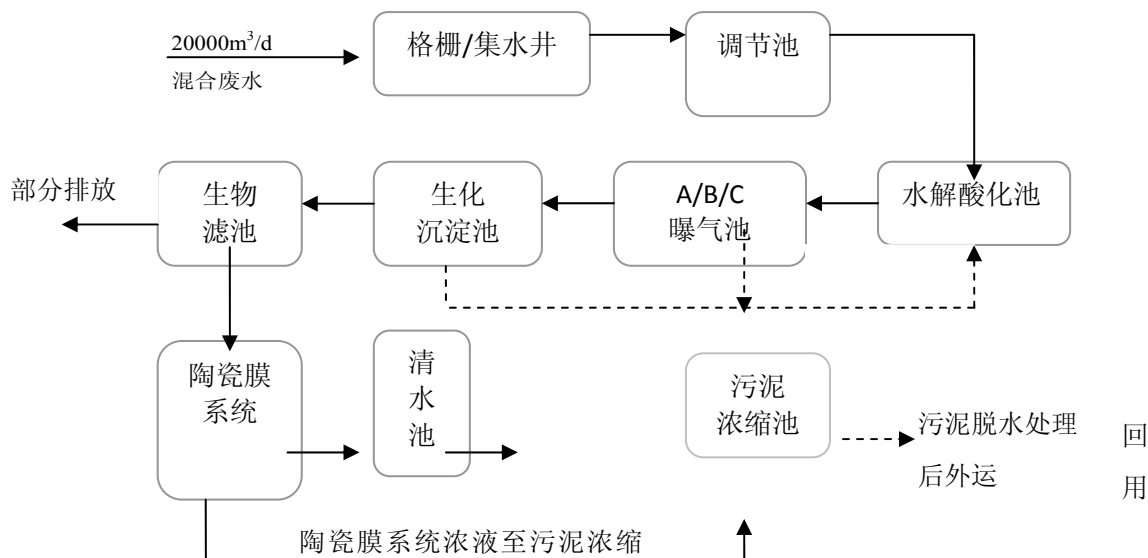


图 4.3.2.1 原理示意图

各单元处理效果见表 4.3.2.1。

表 4.3.2.1 各处理单元处理效果

处理单元	指标	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	pH	色度 (倍)
格栅/集水井/调节池	进水	600	150	300		250
	出水	540	142.5	270		—
	去除率 (%)	10	5	10	—	—
水解酸化池	出水	378	120	200	6~9	100
	去除率 (%)	30	15	25	—	60
A/B/C 曝气池 (生化沉淀池)	出水	115	30	40	6.5~8	50
	去除率 (%)	70	75	80	—	50
生物滤池	出水	85	20	20	6.5~8	35
	去除率 (%)	25	30	50	—	30
陶瓷膜	出水	42.5	10	4	6.5~8	10
	去除率 (%)	50	50	80	—	72



图 4.3.2.2 工程现场图 (生化部分)



图 4.3.2.3 工程现场图（陶瓷膜部分）



图 4.3.2.4 工程现场图（复合反应器）

本技术由东华大学环境学院研究并提供。

4.3.3 印染废水的膜法回用技术

膜是指在某种推动力的作用下，利用某种隔膜特定的透过性能，使溶质或溶剂分离的方法称为膜分离。分离溶质时一般叫渗析；分离溶剂时一般叫渗透。

根据推动力的不同，膜分离有下列几种：

浓度差：扩散渗析；

电位差：电渗析；

压力差：反渗透(RO, reverse osmosis)；

纳滤(NF, nanofiltration)：MW： 100-1000, 0.5-5 nm ；

超滤(UF, ultrafiltration)：MW： 1000—百万, 5 nm-0.2mm；

微滤(MF, microfiltration)：0.2-1 mm

膜分离的特点：

可在一般温度下操作，没有相变；

浓缩分离同时进行；

不需投加其他物质，不改变分离物质的性质；

适应性强，运行稳定。

它与传统过滤的不同在于膜可以在分子范围内进行分离，并且这过程是一种物理过程，不需发生相的变化和添加助剂。膜的孔径一般为微米级，依据其孔径的不同（或称为截留分子量），可将膜分为微滤膜、超滤膜、纳滤膜和反渗透膜，根据材料的不同可分为无机膜和有机膜，无机膜主要还只有微滤级别的膜，主要是陶瓷膜和金属膜。有机膜是由高分子材料做成的，如醋酸纤维素、芳香族聚酰胺、聚醚砜、聚氟聚合物等等。

膜分离技术是一项成熟技术，如何将膜技术成功应用于印染废水处理及回用是一难题，关键在于：

(1)运行的全部成本对低利润率的印染行业是否适用；

(2)分离后的浓液如何处置。

(3)如何与常规印染废水处理技术有效结合。

根据膜分离原理，并针对印染、纺织行业特点结合废水生化处理技术，在小试和中试的基础上，已经进行多项膜分离工艺的工程实践。已经成功的工程主要具有以下特点：

(1)应用生化—膜组合技术，在去除污染物的基础上，回收水资源；

(2)膜透析液水质好，可以提高产品质量和企业经济效益；

(3)膜清洗效果好，设备运行稳定，自动化程度高。

本技术及设备由天津膜天膜工程技术有限公司，厦门市威士邦膜科技有限公司，厦门绿邦膜技术有限公司，浙江欧美环境有限公司，浙江四通膜技术公司等单位提供。

4.3.4 新型高温针织废水节能回用技术

根据针织厂不同工序水质特点，采取相应的技术处理。

技术基本原理：

(1)技术特点适应不同水质和温度、处理效率高、自动化程度高、处理成本和造价低的印染废水回用处理成套化设备。

(2)利用无极紫外光催化氧化反应器采用先进的人工智能控制进行系统设计，对印染废水的深度处理有独特的效果。

(3)活性炭快速脱色吸附残余的有机物，保证出水的效果。

本技术由武汉方元环境科技股份有限公司研制并提出。

4.3.5 新型矿物絮凝剂在印染废水回用项目中的应用

利用各种各具特性的矿石，按需进行配比，对于高浓度有机废水（COD1000mg/l~20000mg/l），采用粉末状，经活化后加入废水中混凝沉淀分类，去除率均可达到 95%，其原理是利用具有催化，吸附，絮凝，离子交换多功能矿物絮凝剂，处理废水。污泥经脱水后再活化，可以重复利用；对于低浓度有机废水（COD100mg/l 及以下）通过复合矿石滤料几级过滤可以达到回用（COD30mg/l 左右），滤料饱和后同样可以活化后重复使用，另一特点是可以配置天然具有阴氧离子交换能力的矿石，在弱酸（pH5.0-6.0）或弱碱（pH7.5-8.5）条件下可以自动调节，出水保持中性。

一般的矿物材料是根据天然矿物（包括某些岩石）的物理和化学性质，经过选矿、加工、合成或晶体生长，研制出的不同用途的新材料，主要利用矿物光、声、电、磁、热等：等功能性质的功能矿物材料和主要利用矿物力学性质的结构矿物材料。

环境矿物材料是用于：环境治理的岩石材料和某些岩石材料和某些工业废弃物。与传统矿物材料概念相比，环境材料强调了材料及技术本身要具备环境协调性和相容性，被赋予了环境属性的矿物、天然活化矿物是具有优异功能的非金属矿物材料，该天然活化矿物在污水处理，空气净化，河流水质净化等环保治理应用中，充分发挥了独特的环境净化治理功能，通过科技手段的工艺改性处理，使天然活化矿物更加拓宽了应用范围，使天然活化矿物在环境污染治理中得到更好的应用，天然活化矿物非金属矿物材料，储量相当丰富。开采成本低，丰富的储量，优异的环境净化性能，天然活化矿物越来越受到环保工作者的重视，该矿物在环境污染治理中有着巨大的市场潜力；目前在净化空气，水处理等方面已得到了广泛的应用，并且应用领域在不断拓展。衍深。

技术特点是：采用天然矿物复合而成，主要有膨润土、硅藻土，稀土尾矿，沸石，铝矾土等 8~10 种矿石，按废水性质和浓度不同，采用不同的混合比例和

预处理方法,制成品种繁多的复合矿物水处理剂和矿物复合颗粒滤料,具有絮凝、吸附、中和、离子交换、催化降解等多种功能。

具体加工工艺是:不同矿物分别进行粉碎分级,选矿,焙烧活化,改型和物化处理,改变天然矿物不同程度的缺陷,经不同的加工技术手段来提高矿物的纯度,孔体积,比表面积,吸附性能和离子交换能力,热稳定性及多功能性,根据用户的需求,加工出不同行业污、废水和废气治理用途的产品,天然矿物复合污水净化剂,天然矿物复合颗粒滤料,该系列产品均为复合铝硅酸盐非金属矿物为主体原料、经特异技术工艺处理而制成的新材料产品,与化学合成的水处理剂有本质上的区别。其状态有浆体和粉体颗粒二种。性质偏酸,PH 值 3~6。浆体比重 1.4~1.7,粉体比重 1.2~1.7,颗粒比重 1.1~1.47,颜色灰色至深灰色。

非金属矿物主体原料理化性能分析:

密度 g/cm^3 : 1.5~2.3;

比表面积 m^2/g : 400~1500;

容重 g/cm^3 : 1.3~1.5;

交换容重 mg/g : 2.1~3.1;

孔隙率%: ≥ 40 ;

滤速 m/h : 0.3~12;

含泥量%: ≤ 1.0 ;

盐酸可溶率%: ≤ 0.1 ;

破碎率%: ≤ 0.5 ;

破损率%: ≤ 0.4 。

天然矿物复合污水处理剂,矿物复合颗粒滤料,完全改变了传统的水处理絮凝药剂对 pH 的絮凝条件要求,不用投酸,碱改变絮凝条件要求的电荷电势,强化氢氧化合物胶体物质,而是由矿物具有的优良离子交换性能,自行中和,调整 PH 值,处理时间仅用 6~10 分钟出水水质清沏透明,无异味.色度,去除率达 96%以上,脱色效率均达 98%,SS 去除达率 99%,减去了费时,耗能的生化处理系统,及庞大的生化处理系统构筑物,及生化处理系统中产生的臭味。

总氮的去除.矿物复合絮凝药剂,离子交换矿物复合颗粒滤料,氨氮去除效果明显。设备进水总氮浓度为 52.7mg/L,出水总氮浓度均值为 9.8mg/L,平均去除率为 81%。矿物的维次连通性的孔道效应色散吸附力.静电吸附力.及离子交换作用对胺氮的吸附去除率较高。

浊度的去除,矿物复合絮凝药剂,反应快速,高速旋转混合 100~160L/min,混合时间,随旋转速度梯度相异,停留时间为 15~60S,使混凝剂在很短的时间内与废水均匀混合,将部分有机污染物催化为 CO_2 ,水和盐类,将另部分经吸

附，离子交换，絮凝形成氧化胶体物，吸附沉淀去除，减去了复杂的生化处理单元。

进水浊度为 85~120、NTU，出水浊度为 1.0~2.65NTU，出水浊度均值为 1.5NTU，去除率为 98.8%~97%，平均去除率为 97.5%。出水浊度较为稳定，远远低于《污水回用设计规范》（征求意见稿）（2001 年）中城市杂用水水质标准 5NTU 的规定。

天然矿物复合污水处理剂，矿物复合颗粒吸附剂，进行高效固，液分离，几乎不受进水水质，色度，浓度，水温，气温等环境的影响，运行中出水各项经济，技术指标较为稳定，

目前主要开发二类天然矿物复合污水处理剂：

1 天然矿物复合絮凝剂（I 号）：粉末状，由 4-8 种矿物原料经过粉碎分级，选矿，焙烧、混合和活化而成，适用于高浓度有机废水，它根据小试对不同性质和浓度的有机废水所配制，分成几类（I-1 型、I-2 型等），使用时与普通混凝剂相似，配成一定浓度，以一定比例泵前加入混合后沉淀分离。

2 矿物复合颗粒滤料（II）：一般粒径为 4~6mm，是将 4~8 种矿物原料经过选矿、粉碎、分筛、分级，混合和焙烧活化而成，分成几类（II-1 型、II-2 型等），使用时与普通滤料相似，根据最终需要，可以是一级或多级过滤，达到回用或所需目的。

3 改变配方：利用催化和天然离子交换反应，可以使高浓度废水中盐类结晶析出，从而达到盐类去除作用，这也是一项创新。

天然矿物复合污水处理剂对有机污染物去除率可达 95%，对其它污染物的去除效果：铁，锰：80%、氨氮：90%，四氯化碳：80%、氯：30%，苯酚：40%、阴离子、洗涤剂：10%；氟：80%。

矿物复合颗粒滤料对低浓度有机污染物，根据浓度，逐级降低浓度。

天然矿物复合污水处理剂，矿物复合颗粒滤料具备五种性能：吸附性、离子交换性、催化裂化性、化学转化性、生理助育性。

应用优势：

1 不受水温影响、特别是高温有毒性的污水，无需生化处理，减少了厌氧，好氧曝气等庞大的构筑物及投资。

2 如果处理后回用，可以节约大量热能，一般印染混合废水，温度在 70C°左右，经混凝沉淀，过滤后温度一般在 40 C°~45 C°，可以大量减少蒸汽加热的能耗，达到低碳运行。

3 自行微调整 pH 值，不需向废水中投加酸，碱调 pH 值，减少酸，碱的投加费用，大为降低运行成本。pH 在 5.0~11.0 之间能自动调整 pH 至中性。

4 高浓度有机废水经天然矿物复合污水处理剂絮凝后色度，浊度，COD，去除率均在 95%以上。

5 低浓度废水再经矿物复合颗粒离子交换滤料出水均达到水回用标准。使废水处理接近零排放。

6 絮凝沉淀速度快，沉渣含水率低、密实度高不易破碎、脱水性好。

7 污水处理设施流程简单，操作方便，无生化系统处理的臭味极大地减少工程建设的一次性投资，同时运行费用低。

8 产生的污泥，经活化处理有机污染物分解，而复合矿物水处理剂可以继续使用，做到污泥资源化，从而彻底消除了二次污染。

9 由于是纯物化运行，时间短，不足 30 分钟，占地面积只有生化的 1/2（包括污泥处置）。

10 对高浓度含盐废水，利用催化和天然离子交换反应，可以使高浓度废水中盐类结晶析出，对盐类一定的去除作用。

除了印染废水，天然矿物复合污水处理剂，矿物复合颗粒滤料，对于其它废水，如重金属、有毒物、氨氮等废水也经过试验有一定去除效率。

并且可以应用于城市污水处理，进行了中试研究。

并且对电镀、电路板、电池、冶金、制革、制药、食品、精细化工、木材加工厂、屠宰、畜牧，造纸，染料脱色等生产单位污水处理进行小试研究。

开发出的矿物催化剂，絮凝药剂，主要基理：高效水处理系列催化药剂，有效强的 OH-羟自由基催化性能，投加到工业废水处理中，直接有效的使，硝基苯类，卤代酚，卤代烃，及化学有毒有害中间体，开环断键，使多种环烃化合物，氧化还原为无毒害单物质，使 COD、BOD、色度、氨氮等综合技术指标吸附催化去除率达 96%以上。

本技术经上海科技情报研究所 20111082 号科技查新报告，ISTIS 国科证字〈008〉水平检索报告，检索分析结论“在所检国内外文献中，未见有与复合矿物在废水处理中的工程应用，项目所述的复合矿物处理剂〈过滤剂〉原料组成配方及制备工艺完全相同的文献报导。该项目具有一定的创新性，现已申报三项相关发明专利。鉴于国外文献中未提供可参比的具体指标，因而对该成果国外水平不予评价，但该复合矿物处理剂在废水处理中 COD，色度，及浊度的去除率均优于国内膨润土，硅藻土等复合矿物处理剂。经文献分析对比，该成果达到国内领先水平”。

主要原料是：铝矾土、粉煤灰（工业废弃物）、沸石、麦饭石、稀土尾矿、电气石尾矿等矿物作为主要原料，通过破碎，分别到达 300~1250 目的粒径，进行改性处理后，按一定比例混合熟化，制成复合矿物水处理剂。

将上述矿物粉碎到 5~8mm 粒径，进行改性处理后，按一定比例混合熟化，制成复合矿物水过滤剂。

以印染废水为例，该处理剂的初次投加量为废水量的 0.03~0.12%，经过吹脱、催化、混凝，反应 2~4h，沉淀出水，COD 去除率在 95%以上，再经过过滤剂（单级或多级）过滤，吸附、催化、离子交换，最终使原水水质 COD 从 1000~3000mg/L，色度为 300~1500，下降到 COD 为 50mg/L 以下，色度为 10 倍以下，达到回用标准。沉淀污泥经过高温热解后，有机物气化分解，复合矿物可重复利用，即基本解决了目前污水处理后污泥处置的难题。每次使用时，新投加量为初次投加量的 20~30%。现有工程处理规模为 5000t/d。

本技术废水温度可以在 0℃到 100℃范围内正常运行。

工程实践：

江苏枫华纺织整理科技公司印染废水处理改造

江苏枫华纺织整理科技公司原有印染废水处理站 1 座，采用生化处理处理能力 2000 吨/日，由于生产扩大，水量达到 5000 吨/日，由于太湖条例的实施，化大量资金建造一套膜处理设施，但是由于运行成本高，膜经常破裂，实际无法运行，废水排入附近污水处理厂处理，采用本技术后，处理后尾水达到印染水回用标准，全部回用于生产过程，包括配色，染色和漂洗过程，仅由于处理过程蒸发和污泥中带走少量水，平时补充 10%到 15%新鲜水，做到全厂除了食堂，及饮用水外，全部使用回用水，从 2010 年以来稳定运行约 8 个月。

原水水质：

COD 2500mg/l~3500mg/l；

pH 10~11；

SS 150mg/l 左右；

NH₃-N 9mg/l~10mg/l。

原来处理达到 COD 1000mg/l 后，排入集中污水处理厂，为了保护环境 and 废水处理回用，与吴江市伟强环保材料科技有限公司合作从 2010 年 8 月开始进行工程中试和工程改造，中试装置见图 4.3.6.1 和图 4.3.6.3，2011 年 4 月份基本完成改造，进入调试。工程现场见图 4.3.6.3 到图 4.3.6.8。2011 年 4 月底开始正常运行，采用工艺是：

调节池—天然矿物复合絮凝剂混凝沉淀—多级矿物复合颗粒滤料过滤—清水池—回用。

沉淀污泥—压滤—活化（化学处理和高温再生）药剂回用。

需要指出的是：原废水 pH9.5~11.5，无需加酸中和，出水 pH7.0~7.5；全部反应时间约 30 分钟远远低于生化处理，因此场地也大大缩小。按印染废水设计

规范，对于 5000 吨/日规模，做到回用，吨水需地 1.5 平方米，即实际需要 7500 平方米，而现在只有约 1800 平方米。

表 4.3.5.1 江苏枫华纺织整理科技公司废水处理站数据总结
(2011 年 6 月—9 月)

原始浓度(mg/l)				处理后浓度(mg/l)						
COD	pH	SS	NH ₃ -N	COD	去除率 (%)	pH	SS	去除率 (%)	NH ₃ -N	去除率 (%)
2500	9.5	143	8.1	30	98	7.0	8.0	94	1.4	75
~	~	~	~	~		~	~		~	
3990	11.5	165	12.4	39		7.5	9.2		3.9	

从表 4.3.5.1 可见，经处理后尾水水质的上述 4 项指标均达到《纺织染整工业水污染物排放回用水水质标准》。

江苏枫华纺织整理科技公司实际回用于生产，产品质量符合出口要求（全部出口日本）。

图 4.3.5.1 到 4.3.5.8 是现场图例。



图 4.3.5.1 中试装置 1



图 4.3.5.2 中试装置 2



图 4.3.5.3 5000 吨/天工程调节池（原水）



图 4.3.5.4 5000 吨/天工程絮凝池



图 4.3.5.5 5000 吨/天工程过滤塔



图 4.3.5.6 5000 吨/天工程清水池（回用）



图 4.3.5.7 印染废水 A 处理前后对比



图 4.3.5.8 印染废水 B 处理前后对比

本技术及药剂由吴江市伟强环保材料科技有限公司；江苏枫华纺织整理科技有限公司研究及提供。

4.3.6 漂染废水处理及回用技术

基本原理：根据清浊分流及不同工序对水质的要求不同：

- (1)采用双运行路线；
- (2)采用长厌氧停留时间，保证难降解有机物分解；
- (3)采取先生化后物化的处理方法，以生化方法为主，物化方法为辅，减少因投药而增加盐类的弊病。

经时间证明节能减排效果： 6000t/d 漂染废水处理回用，COD 减排量 495t/年，年经济效益 356.4 万元。

本技术由肇庆市佳荣针织染整有限公司研究并提出。

4.3.7 印染污泥干燥焚烧循环增效系统

印染污泥处置是一大难题，关键在于处置方法和处置成本。

本技术原理：

- (1)取消污泥外运对周围环境造成的二次污染，实现污泥的无害化处理；
- (2)充分利用了污泥所含的热能，将其转化成能源，从而节约大量的煤炭资源，实现污泥的资源化处理；
- (3)采用环保设备，防止了污泥燃烧过程中产生有毒气体，减少了二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放。
- (4)有效利用了生产过程中的烟道余热，加强了资源的综合利用。
- (5)污泥颗粒燃烧后产生的粉煤灰可用于制做建材基料，实现了污泥的环保综

合利用。

节能减排效益实例：利用 2 台 300 万千卡油炉的烟道余热建成污泥干燥系统，对本公司每天产生的约 50 吨印染污泥进行干燥焚烧，制成干燥的污泥颗粒，最终转化为燃料进行循环利用。利用本项技术，可制成干燥的污泥颗粒，作为燃料（燃烧值约 2500 千卡/公斤），每年可节约资金 130 余万元。

本技术由济宁如意印染有限公司研究并提出。

4.4 其他节能减排技术

4.4.1 印染生产过程湿度在线监控系统

要保证印染生产过程中产品质量，需要在生产过程中保证织物回潮率一致，而这一点技术难度较大。

本基本原理：设备采用左、中、右三个测湿辊，直接测量运行中织物的湿度，并通过计算机进行数据处理，通过蒸汽阀控制进汽量的大小，保证织物回潮率一致，专用于在线监控各类织物的湿度。当实时值等于设定值时，工作正常，同时正常指示灯亮；当实时值大于设定值时，被测物偏湿，同时偏湿指示灯亮；当实时值小于设定值时，被测物偏干，同时偏干指示灯亮。便于工人观察。

所设计提供的 MSC-U 型含潮率在线检测系统，视不同加工织物，可节约蒸汽使用量 10~30%。

本技术由常州宏大电气有限公司研制并提出。

4.4.2 印染全自动控制系统

传统调浆采用手工方式，计量误差大，人为因素影响多，造成色差大，批次之间难以一致等缺点。自动调浆由于粘度大，浆料和染料种类繁多，实际技术要求非常高，还要清洗，送料。涉及管道内清洗等许多问题，自动调浆系统价格很高，所以实际应用单位较少，开发既能自动调浆，价格合理，又能在线自动控制系统将能很大程度上提高我国印染质量的技术水平。

本系统的基本原理：将染料、助剂自动称量，混合，配送；印染前处理自动配送系统。此系统由于计量精确，所以印染质量优良，避免人工操作的误差，减少浆料浪费，这是该公司又一技术产品可供选择。

本技术由杭州开源电脑技术有限公司提供。

4.4.3 美湿卡 TM 烘燥回潮率、排湿率在线测控装置

基本原理：美湿卡 TM 回潮率测控装置：该装置通过控制落布回潮率避免过烘实现节能。通过测量纺织材料的电导率来测量回潮率。YHA101 排气（湿度）

测控装置：该装置通过测量热风烘箱内水蒸气 / 废气的体积百分比，自动控制排风电机的排气量，在允许范围提高烘箱内水蒸气 / 废气的含量，减少排气热损，节约能耗。

节能减排效果：美湿卡回潮率测控装置不但节能效果显著，而且是质量控制必备的设备。以一个典型例子计算，用户使用美湿卡 TM 回潮率测控装置控制烘干落布回潮率，每年可节约热能折合蒸汽约 400 余吨以上。使用 YHA101 排气湿度测控装置，将烘箱内的湿度从以前的 5% 提高到理想的 20%，每年节能折合蒸汽可达 3000 吨以上。

本技术由郑州远见纺织印染数据设备有限公司研制并提出。

4.4.4 纺织企业能源系统优化工程

纺织企业在纺织工业中一般属于较大规模，用能工序很多，也比较杂，要做到企业整体优化是一件较为困难的系统工程。

本技术基本思路是，综合纺织厂所有用能系统，逐一梳理，分门别类，再综合联系集成一个系统统筹考虑。

其基本原理：针对纺织用能企业的所有用能设备及工艺参数进行测试和分析（包括电力系统、设备系统、空调系统），通过科学的计算和采用有效的技术和装备提高生产效率和降低能耗为手段，达到节能降耗的目的。

本技术可以综合能耗降低 25%~50%。

本技术由郑州宏大纺纱新技术咨询有限公司研究并提出。

第五章 工艺技术优化组合方案

单项技术，工艺和设备能够提高效率和节能，实际应用时必须根据各企业实际结合其它技术和设备才能发挥最大效益。

近年来由于国家能源管理加强，特别是发达地区用电管理严格，经常定期停电，迫使各企业从各个工序节约用电，并且愿意花很大资金进行改造，在调查过程中发现，发达地区单位产品耗能量明显低于其它地区，同时因地制宜开发了许多节能方法和组合，实际效果很好，但是从理论和技术总结尚缺乏，需要有关部门进行归纳总结，予以推广。

由于各企业情况不同，组合技术仅供参考，各单位必须根据自己实际情况灵活运用这些经验。

5.1 热能梯级利用技术改造及锅炉烟气余热利用

工艺组合：

1、采用导热油低压高温原理取代原染色机蒸汽加热，可实现连续持续反复循环加热，减少了蒸汽加热一次性加热缺陷，达到能源循环利用的节能效果。

2、染色机在染色过程中结合工艺要求进行升温、保温、降温的要求，进行热污水排放，其中热能随污水一起排放。本项目即通过对废水热能进行交换吸收，所回收热能加热水资源供染色水回用，减少蒸汽加热供给，降低对蒸汽消耗，同时加快染色时间。

节能减排效果：染布染色机 17 台原日常生产 20T/日坯布耗汽 110 吨，烘干定型整理 360 万大卡耗煤 11~12T/日。现取消蒸汽加热改为导热油加热+整理共耗 20T/日燃煤，节约 30%左右。

工程实例提供单位：浙江巨鹰集团。

5.2 废水重复利用，回用和有机热载体炉供热系统组合

工艺组合：

1、将处理达标的废水一部分直接回用于印花厂网框导带冲洗。

2、根据生产实际，利用双循环工艺，充分利用不同水质，在保证产品质量条件下，回用水，达到节水效果。

3、有机热载体炉系统的供热管网上的应用，尤其是有关多台有机热载体炉由每台炉子的单一供热集成集中供热，可提高设备的综合利用率和节能降耗之目的。

节能减排效果：

1、将处理达标的废水一部分直接回用于印花厂网框导带冲洗，另一部分经石英砂、活性炭深度处理后回用于生产洗布，提高资源利用率。

2、利用双循环工艺，充分利用不同水质分质使用减少大量废水排放

3、改造前 4 台燃煤有机热载体炉每天耗煤平均为 33 吨左右，改造后改烧三台，每天耗煤平均为 26.3 吨左右，每天可节煤 6.7 吨左右。每天可少用电功率 96 千瓦。

工程实例提供单位：浙江富润印染有限公司。

第六章 节能减排新技术动态

节能减排技术实质是技术水平的体现，德国的纺织，印染设备属领先水平；美国在开发新纤维，新材料处于前沿，日本在纺织印染工艺以及设备开发较为先进，韩国在化学纤维开发也有相当水平。由于我国是世界最大的纤维加工国家，几乎所有新设备都必须向中国推销，中国纺织工业拥有并使用世界上绝大多数工艺技术和设备，问题是，最先进的工艺，设备普及率不高而已，需要加强吸收消化，并进一步改进开发成为自主产品。

在纺织工业强国纲要中提出了许多需要研究、开发、总结和推广的技术，包括以下方面：

6.1 可持续发展低碳排放领域

提出和具体实施以下七大低碳节能推广工程和一项技术项目：

1、太阳能集热技术推广工程

由于纺织企业平铺式厂房居多，因此太阳能板占地面积大的缺点对我行业企业影响不大。企业通过太阳能对生产、生活用水进行升温，从而减少蒸汽的用量，达到降低纺织品碳含量的目的。通过每年推广 100 万平米的太阳能集热装置，年节能 25 万吨标准煤。十年推广 1000 万平米，累计可节能 1125 万吨标准煤。

2、风光互补照明技术推广工程

风光互补照明技术是国家推广的节能技术，采用太阳能、风能发电发光的照明设备，能源消耗和环境污染基本为“零”。随着化石能源资源的减少，常规能源的代价将会进一步攀升，未来风光互补厂区道路照明的经济效益比常规路灯将更具优势。计划未来十年内平均每年推广 1 万套，十年 10 万套，累计节能 328.5 万吨标准煤。

3、外环吹风纺丝冷却技术推广工程

采用独立的外环吹风方法对合成纤维熔纺长丝（特别是涤纶超细旦长丝）进行冷却，替代目前使用的侧吹风冷却技术。用风量仅为侧吹风量的 30%，可节约 70% 的侧吹空调冷却风，节能效果显著。

4、细纱机专用节能风机及滤尘系统提升技术推广工程

国产细纱机专用节能风机及滤尘系统的技术水平已接近国际水平，提高电机功率及滤尘效率，节约了能源。

5、棉纺企业能源系统优化技术推进工程

对棉纺织设备及空调、空压系统等主要用能装备进行能源诊断，在满足工艺参数的条件下对能源系统进行合理改造，使能源得到充分利用，降低企业碳排放量。计划每年诊断、改造 500 万锭纺纱能力、10 亿米织造能力，十年共诊断 5000 万锭、100 亿米，使棉纺织工艺能耗下降 10% 以上，预计累计节能 1485 万吨标准煤；

6、服装企业蒸汽改善装置推广工程

服装整烫系统蒸汽改善装置是将蒸汽系统进行分级管理，减少蒸汽在空闲时间的消耗，节约蒸汽 40%。目前整烫设备的推广需要行业通过区域调研，确定区域减排量，再与节能服务机构、金融机构通力合作，采用合同能源管理或节能装备租赁的模式大规模推广整烫系统蒸汽节能装置。计划每年推广 1 万台，每台年节能 30 吨标准煤，合计年节能 30 万吨标准煤。十年推广十万台，预计累计节能 1350 万吨标准煤。

7、“LED”节能灯推广工程

“LED”节能灯是国家目前推广的新一代绿色照明产品。11W“LED”节能灯的照度相当于 40W 普通日光灯的照度，符合国际上碳减排的有关技术要求。行业计划在未来十年内通过合同能源管理的方式每年推广 100 万只“LED”节能灯，十年推广 1000 万只，预计累计节电 1305 万度。

8、棉织物低温漂白关键技术

酶精练及低温漂白一浴法短流程工艺的实现将在保证织物白度和棉籽壳去除的基础上，实现织物的低温漂白，有效降低能耗水耗；

耐双氧水碱性果胶酶国内已进行了规模化量产实验，产品质量稳定；角质酶进行了工业化试生产实验。配合研究的企业已完成了生产线的改造工作，下一步将对低温漂白工艺及装备进行工业化试生产。

6.2 可持续发展绿色环保领域

重点开展以下六大工程、八项技术推广：

1、数码喷印技术推广工程

数码喷印技术属国家“863”计划重点支持的先进制造与自动化技术。与传统印花工艺相比工序简单，产品色彩丰富，耗电量下降 50%，耗水量下降 30%，染料用量下降 60%，污染程度仅为传统技术的 1/25，污水易处理，能达到一级排放标准；相同产值能耗只有传统印花的 1/10、相同收益能耗只有传统印花的 1/30、投资收益是传统印花的 3.5 倍。对于我国印花行业转型发展具有重要现实意义。

数码印花技术迎合了现代纺织品市场需求，顺应全球化绿色环保的可持续化经济发展趋势，目前产能每两年增长一倍，预计“十二五”期间将增长到全球印花产能的 10% 以上。现数码喷印设备国内保有量不足千台，欧洲约 3000 多台。未来十年行业计划每年推广 500 台，十年合计 5000 台，形成 10 亿米以上数码喷印产能，从而有效降低印花产品单位能耗、水耗和污染排放。

2、气流染色技术推广工程

高温高压气流染色技术（以邵阳纺机产品为例）与传统溢流喷射染色技术相对比，加工同样的织物，可节电 27%~29%，节省助剂(盐、碱)60%。浴比较小，耗水量节省 50% 以上，节省蒸汽 46%~52%，且染色时间缩短了 14%~16%。

目前国内现有传统装备 30000 台以上，仅绍兴地区就有 8000 多台，因此高温高压气流染色技术的推广空间很大。国内部分使用气流染色技术装备的企业由于自身操作水平差异，所以技术的节水、节能、降耗、减排效果未能充分体现，需要装备企业完善售后技术服务。行业未来十年计划每年推广 1000 台，十年 1 万台，从而有效降低染整行业水资源消耗，节约资源能源，从而达到清洁生产，减少环境污染的目的。

3、催化氧化清洁制浆工艺推进工程

粘胶行业在制造浆粕时产生大量黑液，该技术在制浆生产过程不再产生黑液，降低聚合度的时间由原来的 2.5 小时缩短到 20 分钟，COD 总量减少 50%~60%，色度减少 80%，利用现有蒸球做为滞留漂白反应器使用，浆粕白度达到 80 度以上，整体制浆时间减少了 50%，在不增加蒸球的情况下，可使产能翻番，制浆废液色浅容易处理，经絮凝沉降处理，95% 上清液可循环使用，余下累计废水再经高级氧化和高效厌氧、好氧结合的方法处理污水，可达标排放。由于提高浆粕收率 2%~4%，降低蒸汽，电力消耗，节约用水，减少用碱率等综合因素，可比传统制浆方法降低直接制造成本 200 元以上。行业计划在未来十年内每年推广 10 万吨产能改造，10 年合计 100 万吨，累计节水 4.5 亿立方米，降低化纤浆粕企业 70% 的污染物产生量，从而减轻末端治理压力，提高该行业水资源的综合利用水平，达到清洁生产的目的。

4、化纤浆粕黑液技术推广工程

化纤浆粕在生产过程中，棉短绒上的腊质、木质素、果胶等有机物经碱煮后溶出，使蒸煮的碱带上深黑色，通称为黑液。黑液含大量碱和有机物，COD 高达几万毫克 / 升，对江河湖泊造成严重污染。目前国内常用的间歇式打浆机能耗高，由于碱外溅等原因不利于带黑液打浆；漂白浆多采用落后的间歇式手工操作；平板式洗浆机黑液提取率只有 60%。而采用连续打浆机、漂白自控系统、长网洗

浆机等装置，黑液提取率可高达 90%，稀释因子小于 3。黑液回收后再浓缩、燃烧，既可以利用黑液的热值，同时还可回收碱。

5、原液染色技术推进工程

化纤行业原液染色技术可有效的将纤维织造、纺纱、染色三个生产环节有机的结合在一起，可将吨纱染色平均耗水 140 吨下降为“零”。再匹配三原色配色技术可极大丰富纱线色彩，满足不同客户需求，降低生产成本。目前国内彩色线需求在 500 万吨左右，如果全部采用该技术可节约水资源 7 亿吨，同时减排相应比例污水，给企业带来经济收益，为社会带来环境效益。

6、针织物平幅水洗技术推广工程

该技术主要应用于针织物印染后整理，与传统溢流工艺相比节水 2/3、节约蒸汽 40%、节约助剂 1/3，最大限度控制了水资源的消耗，降低了资源能源的需求，节约了企业产品生产成本，提高了产品质量。行业计划将在未来十年内在针织企业中每年推广 100 套（台）平幅水洗技术装备，十年 1000 台。从而有效降低针织染整行业水资源消耗，节约资源能源，从而达到清洁生产，减少环境污染的目的。

7、粘胶企业活性碳纤维吸附废气技术

长期里来，一直使用活性炭颗粒（简称 GAC）作为吸附材料，但由于颗粒的表面积较小，吸附力弱。使用时间较长后颗粒易碎，吸附力下降，需经常更换。更换时烟尘四起，影响环境，危害人身健康。

活性炭纤维（简称 ACF）表面积大，吸附力高。同样重量的纤维表面积是颗粒的近百倍，因此与颗粒同样重量的活性炭纤维吸附效果很高，吸附率达到 85%至 98%。如使用多级吸附工艺，其吸附率可以达到 99%。而活性炭颗粒的最高吸附率为 88%。活性炭纤维对有机气体的吸附量比颗粒大几倍甚至几十倍，对无机气体也有较好的吸附力，并能保持较高的吸附脱附速度和使用寿命。如用水蒸汽加热 6~10 分钟即可全部脱附，耐热性能好，在惰性气体中可耐 1000⁰C 以上的高温，在空气中燃点在 500⁰C 以上。活性炭纤维可以做成毡状，更换时方便，因此对人体健康和环境的影响较小。

8、超声波染整加工技术

将超声波技术应用于棉织物印染加工的多道水洗中，可以明显提高织物上各种残留杂质的水洗效率。采用多频超声波装置，在 50℃条件下水洗与高温蒸汽加热水洗效果相同，节约蒸汽显著，降低了用水量，节省洗涤助剂，缩短洗涤时间。

9、针织物冷轧堆前处理加工技术

工艺路线为冷轧、堆置、汽蒸、水洗，在针织行业已研发多年，目前已有几十条圆筒布生产线在运行。经过不断改进技术，已解决圆筒布边痕不匀，张力不匀，以及轧堆自动补液等关键技术问题。所用的助剂性能稳定，工艺成熟。冷轧堆漂白可大幅降低水耗和能耗。水洗后坯布可直接入锅染色，可以和现有的染色加工路线衔接。

10、活性染料湿短蒸染色技术

湿短蒸技术采用特种蒸箱，通过电脑进行严格精确的控制，使温度和染料的上染和固着速度相适应，实现活性染料无盐、短流程染色。国内正在开发湿短蒸技术，流程短，固色率高，染液渗透充分、色泽均匀鲜艳、节约能源和化学品，废水排放量少，与常规的轧蒸工艺相比，综合节约能源 30%~50%。

11、连续聚合聚酯装置酯化废水减排技术

聚酯装置尾气处理技术改造，用气相热介质（热风或蒸汽）对酯化水作气提，可除去其中的乙醛；将气提的尾气及聚酯装置各个部位产生的工艺尾气引入热媒炉焚烧，可杜绝乙醛向大气的直接排放，达到清洁生产要求。

12、厌氧氨氧化脱氮新技术

厌氧氨氧化工艺是上个世纪九十年代中期发现的新型生物脱氮工艺，特别适用于高氨低碳废水，如垃圾渗滤液，污泥硝化液等高浓度含氮废水的处理。传统废水生物脱氮工艺存在流程长、能源消耗大，限制了废水生物处理的应用。典型的新工艺有短程硝化反硝化工艺、同时硝化反硝化工艺及厌氧氨氧化工艺，其中厌氧氨氧化是最简捷、最经济的工艺，与传统生物脱氮处理相比，该工艺具有不需添加碳源有机质和酸碱中和剂，而且在减少氧气消耗的情况下实现了废水的生物脱氮等优点。

由于厌氧氨氧化菌种活性最高的时候要求温度较高（37℃~43℃），生物产率极低，为富集厌氧氨氧化菌，需较大的反应器来延长水力停留时间，因此如何稳定运行此工艺还存在一定的问题。

13、常压等离子体加工技术

等离子体处理技术是一种清洁、节能、快速、适用面广的纺织材料改性新技术。它通过对纤维表面进行刻蚀、交联和化学改性可用于织物退浆、精炼。

14、多组分纤维面料的短流程染整加工技术

开发多组分纤维面料同浴法、生态短流程染色技术代替多步法染色工艺，克服多步法效率低，耗水耗能高的关键难题。

6.3 可持续发展资源循环领域

着重推广以下二大工程和七项技术：

1、缫丝废水循环利用技术推进工程

该技术属国内首创，获国家三项发明专利，居国际领先水平。缫丝废水经该技术装备处理后，污染物去除率在 98%左右、透明度 $\geq 100\text{cm}$ 、 $\text{CoDcr} \leq 20\text{mg/L}$ 、 $\text{BoD} \leq 10\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 1\text{mg/L}$ ，其硬度、铁、锰及氯离子含量接近原水值（井水），可循环用于缫丝生产，使缫丝生产用水下降 95%，并且水中余热还可得到同步回收利用，节约生产用煤 20%以上。随着《缫丝企业水污染物排放标准》（国家强制标准）的出台，该技术将得到大部分缫丝企业的使用。丝绸行业协会需要加强对企业的技术引导，争取国家政策的扶持。

2、嵌入式纺纱技术推广工程

该技术是我国拥有自主知识产权的新型纺纱技术，使原来废弃的不可纺棉花成为可纺棉花。该技术具有适用范围广、资源优化利用、缩短加工流程、降低能源消耗和原料消耗等方面的优点。进一步研究在棉和麻等纺纱系统中应用的嵌入式纺纱的新型细纱机和专用配件，对各纺纱系统进行嵌入式纺纱工艺优化设计研究，包括相关前纺、细纱、络筒、染色等工序生产工艺研究，并制定相关操作管理规范和技术标准。

3、工业循环冷却水膜集成净化技术

采用减压膜蒸馏原理，膜透过侧的蒸汽在负压抽吸作用下，进入中空纤维冷凝器中被冷凝收集，返回冷却循环水系统；进水侧循环水经高度浓缩后排放，可以大大减少污水排放量。工业循环水经过该系统处理，产水电导率小于 $10\mu\text{s/cm}$ ，循环水回收率大于 98%。

4、印染废水分质分流及深度处理回用技术

对印染废水进行清污分流，对染色残液及初次漂洗水进行达标排放处理。而对污染较轻的后续漂洗废水采用水质水量调节、微污染生物处理、投药沉淀过滤技术，回用于生产，并以活性炭吸附作为保证措施。

5、余热回收利用技术

将纺织企业废水、废气中热能通过热交换装置进行回收，利用于生产工艺，从而减少企业的能源消耗。

6、丝光淡碱回收技术

利用连续扩容蒸发器，对丝光车排放的 50 g/L 以上的废碱液，蒸发浓缩到 300 g/L 后再回用到丝光车，扣除扩容蒸发器运行成本，回收的浓碱有明显的经

济效益。一台扩容蒸发器的投资回收期仅 20 个月左右，长期运行，其经济效益非常可观。

7、可乐瓶再生纤维生产技术

将可乐瓶回收，作为原料生产再生聚酯纤维，其再生的原理是“可乐瓶”经洗净、碎化、再熔解后制成。其中百分之九十以上可回收再生成聚酯纤维，而一公斤的“可乐瓶”相当于 0.8 公升的原油，也就是说当采用“可乐瓶”回收再生纤维聚酯纤维为原料时，不仅减少了“可乐瓶”废弃物对于环境的影响，还相对减少了对石油的消耗量。同时在制造“可乐瓶”回收聚酯纤维时，制程中所需消耗的能源(含原料、燃料、水、电...等)，比以原油所生产之聚酯纤维的制程，可节省将近 80% 的能源。

8、粘胶企业 WSA 废气回收制酸技术

生产过程中含硫废气送至焚烧炉进行燃烧，燃烧后含硫组份变成 SO_2 。 SO_2 在反应器内催化生成 SO_3 ，然后送入 WSA 冷凝器，在冷凝器内 SO_3 和工艺气体中的水分子发生冷凝，最终生成 97%~98% 以上浓度的硫酸。处理后的废气仍含有微量的 SO_2 ，送入 SO_2 洗涤塔，通过洗涤后浓度降低到 10ppm 以下，远远低于排放允许浓度。

9、连续聚合聚酯装置酯化废水减排技术

聚酯连续聚合装置减排，夹带乙二醇（EG）的水蒸气进入酯化工艺塔进行精馏，蒸汽中的 EG 富集在工艺塔底。酯化废水用中温空气作气提处理，水与空气在萃取气提塔内逆向流动，废水中的乙醛等轻组分被吹出。吹出物可进一步处理得到高纯度乙醛，或直接将吹出气导入热媒炉焚烧。

以下介绍纺织工业内自主研发的有关节能减排的几个项目：

序号	技术名称	技术介绍	技术试验示范效果	技术投资及效益分析	技术应用前景	技术知识产权情况
1	喷气织机节气技术	通过减少运转中间接喷射的无效压缩空气消耗，达到节能目的。使喷气织机系统在原有基础上节省压缩空气消耗 10% 左右。	小试成功，进入中试	节能效果明显	重点推广	自主知识产权
2	印染在线废	可有效减少新鲜水取用量，减少	小试成	节能效	重点	自主

	水膜过滤与 净化回用系 统	污水排放量； 关键技术：研制适合印染行业的 废水膜过滤与净化技术和装备。	功	果明显	推广	产权
3	纤维织物 MBR 技术	利用纤维织物替代纤维膜可以 大大降低能耗和成本广泛应用于 纺织废水和其它废水处理中	小试成 功	节 能 效 果明显	重点 推广	自 主 产 权 国 际 先进
4	亚微米膜研 制	以 600 纳米纤维涂于基质成膜， 通量增大几百倍，能耗大大降 低，接近普通过滤。属国际领先 技术。	小试成 功	节 能 效 果明显	重点 推广	自 主 产 权 国 际 先进