

附件 3

# 纺织染整行业污染防治可行技术指南

（试行，征求意见稿）

## 编制说明

项目名称：纺织染整行业污染防治可行技术指南

项目统一编号：10.3.1

编制单位及成员：

北京市环境保护科学研究院 常丽春、刘晓剑

北京化工大学 贾立敏、王焕升

东华大学 柳建设、陈小光

中国环境科学研究院 王之晖

华中科技大学 罗凡

江苏省环境科学研究院 刘伟京、许明

项目管理负责单位及负责人：中国环境科学研究院 何连生

技术处项目负责人：许丹宇

# 目 录

1 任务来源.....	1
2 制定的必要性.....	1
3 编制的原则、方法和技术依据.....	2
3.1 编制原则.....	2
3.2 编制方法.....	2
3.3 编制依据.....	3
3.4 指南的使用.....	3
3.4.1 法律定位.....	3
3.4.2 适用范围.....	3
4 主要工作过程.....	4
5 国内外相关环保技术管理体系研究概况.....	5
5.1 国外相关环保技术管理体系.....	5
5.1.1 美国相关环保技术管理体系.....	5
5.2.2 欧盟相关环保技术管理体系.....	6
5.2 国内相关环保技术管理体系.....	11
6 行业技术现状调研情况.....	12
6.1 纺织染整企业基本情况.....	12
6.2 纺织染整企业生产工艺和技术装备情况.....	12
6.3 纺织染整产排污情况.....	13
7 可行技术的确定原则和评估、筛选方法.....	15
7.1 可行技术确定原则.....	15
7.2 评估方法与筛选过程.....	16
7.2.1 评估方法学概述.....	16
7.2.2 指标体系的确定.....	16
7.2.3 指标权重的确定.....	18
8 主要技术内容及说明.....	19
8.1 工艺过程的污染预防技术.....	19
8.1.1 前处理工序.....	19
8.1.2 染色工序.....	21
8.1.3 印花工序.....	22
8.1.4 后整理工序.....	23
8.1.5 其他污染预防技术.....	23
8.2 末端污染治理技术.....	24
8.2.1 废水处理技术.....	24
8.2.2 大气污染治理技术.....	24
8.2.3 固体废物处理技术.....	25
9 实施的环境效益与经济技术分析.....	25
10 标准实施建议.....	25

## 1 任务来源

2012 年，环境保护部下达了《关于开展 2012 年度国家环境技术管理项目计划工作的通知》（环办函[2012]328 号），将《纺织染整行业污染防治最佳可行技术指南》列入 2012 年度国家环保技术管理项目计划，北京市环境保护科学研究院作为该指南的第一编制单位，联合北京化工大学、东华大学、中国环境科学研究院、华中科技大学和江苏省环境科学研究院成立了指南编制组。

## 2 制定的必要性

我国纺织工业产业链完整、种类齐全，是我国的优势支柱产业、重要民生产业和国际竞争优势明显产业，在国民经济发展中占有重要的地位。我国棉纱、棉布、呢绒、丝织品、化纤、服装等产量均居世界第一。2010 年我国纤维加工量达到 4130 万吨，产量占世界 57%，内需占 70%。我国 13 亿人口的穿着使用使得内需成为我国纺织行业今后发展的重要方向，因此我国必须保持相当数量的纺织业。

2010 年纺织工业废水排放量占工业废水排放总量的 11.6%，化学需氧量排放量占总排放量的 10.2%，均位居行业第 3 位。染整加工是纺织工业产业链中连接前道纺纱、织布和提升后道服装、家用纺织品档次和附加值的关键产业，是纺织工业产业链中技术含量最高的环节之一，但同时也是污染最重的环节，其废水排放量占纺织工业总排放量的 80%，且水质具有 CODCr 浓度高、B/C 低、pH 高、色度高等特征。纺织染整废水总量大、污染严重且难处理，是我国工业系统中重点污染源之一，也是纺织工业环保工作的重点。

《“十一五”国家环境技术管理体系建设规划》中明确指出：环境技术管理是指为保障实现环境保护目标，以指导社会生产采用先进技术，防治环境污染和保护生态环境，引导环境产业发展，支撑环境管理执法和监督为目的而进行的技术监督与管理活动的总称，是环境管理体系的重要组成部分。环境技术管理体系主要是指为实施有效的环境技术管理所需要的技术政策、可行技术指南和工程技术规范，以及相应的技术筛选与评估、示范与推广工作体系，也是环境技术管理的核心内容。

第六次全国环境保护大会指出做好新形势下的环保工作，要加快实现三个转变：其中之一是从主要用行政办法保护环境转变为综合运用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环境问题，自觉遵循经济规律和自然规律，提高环境保护工作水平。为加快环境保护管理工作的转变，环保总局将实施环境科技创新、环保标准体系建设和环保技术管理体系建设三大工程，组建环境领域国家实验室和实施国家水体污染控制与治理科技重大专项等，尽快突破长期制约经济、社会和环境发展的关键性科技难题，完成第六届全国科技大会《关于增强环境科技创新能力的若干意见》到 2010 年初步建立环保技术管理体系，到 2020 年，建立层次清晰、分工明确、运行高效、支撑有力的国家环保技术支撑体系的总体目标。国家环境保护部开展了环保技术管理体系的建设，并展开试点行业环保技术管理体系建设和完善工作，开展试点行业污染防治可行技术指南的编制，其中纺织染整行业为试点行业之一。

为实现纺织染整工业综合污染防治特制定本指南。制定本指南具有如下重要意义有：

### （1）环保技术管理体系的重要组成部分

控制环境污染，实现环保目标，一是要保证污染治理的技术科学、先进、高效；二是要保证治理后的污染源长期、稳定、可靠达标排放。要实现这两个目的，必须切实解决目前无技术可用、有技术不用、技术含量不高、污染治理设施低水平重复建设、企业排污不能稳定

达标等突出问题，其核心是要改变目前环境管理缺乏技术支撑的现状，建立符合我国当前和今后一定时期内的环境保护形势和环境管理各环节相配套的技术管理体系，使企业、环保部门能够方便、快捷地从公开渠道了解污染防治的技术状况、适用范围、效果、环境及经济效益等，正确选择、使用先进、高效的技术或装备。编制《纺织染整行业污染防治可行技术指南》，不但可以完善我国的环保技术管理体系，而且可以为环境管理、技术部门开展环境影响评价、项目可行性研究、环境监督执法、环境标准编制等工作提供技术依据。

#### (2) 实现行业节能减排的技术保障

本指南的重要内容是在对全国纺织染整企业进行大量调研的基础上，完成纺织染整工业全流程可行工艺的筛选，从而做到纺织染整企业在源头预防污染物产生及末端综合治理污染的目的。

#### (3) 促进行业污染综合防治技术的推广应用和发展

通过技术筛选和评估，淘汰落后的生产工艺和污染防治技术，鼓励采用污染防治可行技术，使先进的污染防治技术得以广泛地推广应用。

综上所述，制定《纺织染整行业污染防治可行技术指南》十分必要，其不仅是我国环境管理体系的重要组成部分，也是指导企业进行清洁生产、污染防治，实现整体高水平保护环境选择技术的重要依据。

### 3 编制的原则、方法和技术依据

#### 3.1 编制原则

(1) 坚持清洁生产、循环经济科学理念。依据清洁生产和循环经济的理念，以全过程控制和管理的原则，制定纺织行业从污染源头控制到末端治理全过程的污染防治可行技术及其环境管理实践要求，从而实现对环境的高水平整体保护。

(2) 立足我国现状，与国际接轨。借鉴发达国家（美国、欧盟）纺织染整工业污染防治管理体系的成功经验，并充分考虑我国纺织染整工业现状水平、经济发展水平及环境保护要求和行业产业结构调整趋势等，编制适合我国国情的纺织染整工业污染防治可行技术指南。

(3) 科学性与实用性相结合。通过对纺织染整企业的现场调研，摸清纺织染整企业污染防治技术工艺和设备水平、资源能源利用水平、污染物产生指标，污染治理水平、废物回收利用指标和环境管理水平，并进行技术经济比较分析，筛选确定纺织染整工业污染防治可行技术，并明确可行技术适用的对象、适用条件及其排放水平，使指南具有较强的科学性、指导性和可操作性。

(4) 以国家环保的技术政策为依据。在清洁生产、污染物末端治理、发展循环经济和节能减排实施中，国家制订了一系列技术政策，这些技术政策也是制订污染防治可行技术指南的依据。

#### 3.2 编制方法

根据指南内容，编制工作计划及编制大纲，在国内外资料调研的基础上，开展纺织染整污染防治技术调研，采用现场调研、专家咨询、函调、文献调研等方式掌握企业现有污染治理状况和技术水平，通过筛选和评估出备选技术，对筛选技术进行现场验证和分析，筛选出

可行技术，编制指南初稿，根据专家意见进一步补充完善指南内容，编制指南征求意见稿和送审稿，最后形成报批稿。

### 3.3 编制依据

本指南是根据下列有关环境保护的法律、法规和染整行业的相关标准、技术政策等文件制订的。

- (1) 中华人民共和国环境保护法；
- (2) 中华人民共和国环境影响评价法；
- (3) 中华人民共和国大气污染防治法；
- (4) 中华人民共和国水污染防治法；
- (5) 中华人民共和国固体废物污染环境防治法；
- (6) 中华人民共和国环境噪声污染防治法；
- (7) 中华人民共和国清洁生产促进法；
- (8) 中华人民共和国节约能源法；
- (9) 国务院关于加快发展循环经济的若干意见（国发[2005]22号）；
- (10) 国家环境保护总局组织制定《国家环境技术管理体系建设规划》（2007年9月）；
- (11) 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》（2006年3月）；
- (12) 《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020年)》（国发〔2005〕44号）；
- (13) 中华人民共和国国务院《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（2005年12月）；
- (14) 国家环境保护总局编制《国家环境保护“十一五”科技发展规划》（2006年6月）；
- (15) 国家环保局发布《纺织染整工业水污染物排放标准(GB4287-1992)》（1992年7月）；
- (16) 《染整行业废水污染防治技术政策》（环发[2001]118号）；
- (17) 《纺织染整工业水污染物排放标准》（GB 4287-2012）；
- (18) 《染整行业清洁生产评价指标体系》（发改委2006年第87号公告）；
- (19) 《清洁生产标准 纺织业（棉染整）》（HJ/T 185-2006）；
- (20) 《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》（DB32/1072-2007）；
- (21) 《纺织工业调整和振兴规划》（国务院2009年）；
- (22) 《纺织染整工业废水治理工程技术规范》（HJ471-2009）。
- (23) 《印染行业准入条件（2010年修订版）》

### 3.4 指南的使用

#### 3.4.1 法律定位

纺织染整行业污染防治可行技术指南是指导性文件，是纺织染整行业污染物处置和管理达到国家政策要求和污染物排放标准后更高的环境管理要求。纺织染整行业污染防治可行技术指南具有明显的时限特征，随着社会的不断进步需要定期更新。

#### 3.4.2 适用范围

本指南适用于纺织染整工业企业或生产设施,以接纳纺织染整工业排水为主的污水集中处理厂可参照采用。

#### 4 主要工作过程

主要研究路线见图 1。具体实施过程为:

##### 4.1 资料调研和行业调研

###### (1) 国内外纺织行业环境管理文件调研

通过资料检索获得及其技术文件,其中包括发达国家(欧盟、美国)标准体系及有关污染防治可行技术参考文件,我国纺织染整行业污染防治相关管理政策及文件;

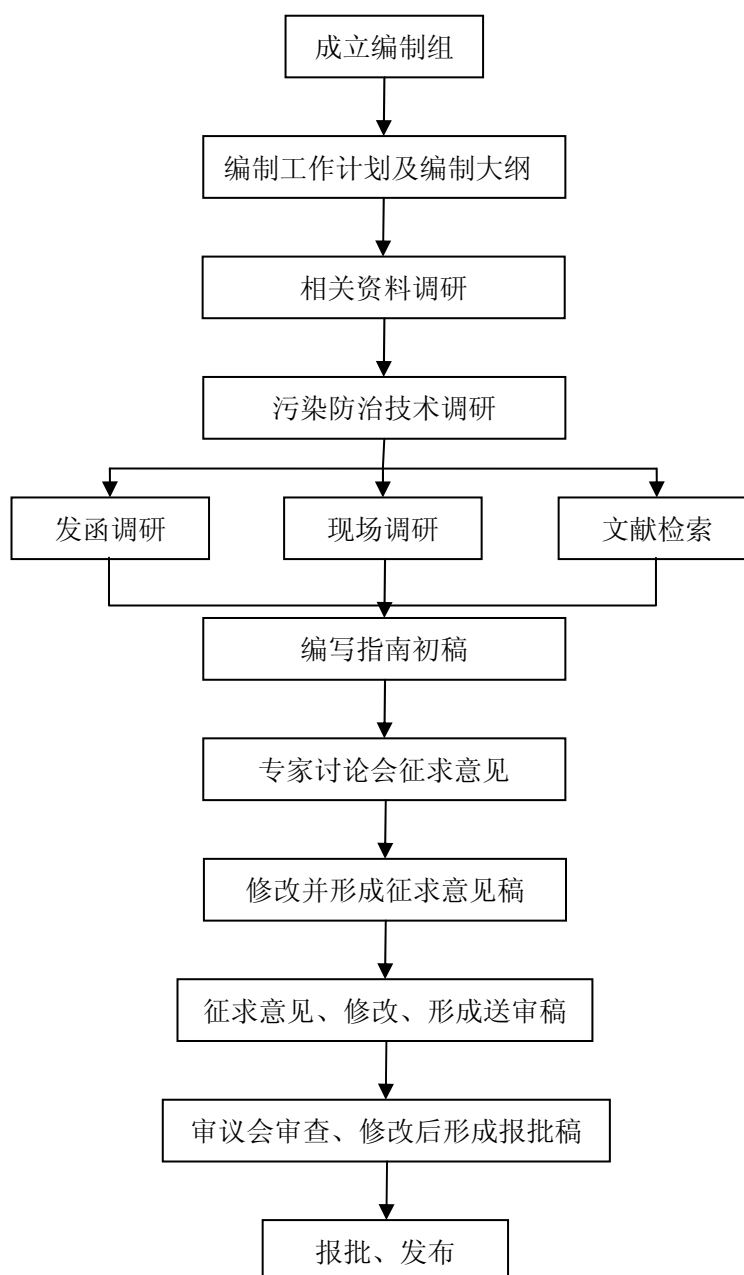


图 1 指南编制工作路线图

## (2) 纺织染整企业调研

编制组采取多种形式开展我国纺织染整企业的调研工作。调研形式主要有现场考察、座谈、发调研表等多种形式，并与中国环保产业协会水污染纺织技术委员会、部分地方环境保护局和纺织印染行业协会等部门合作开展调研工作。

调研的内容包括企业基本信息、清洁生产水平（生产工艺与设备水平、资源能源利用水平、污染物产生指标、废物回收利用指标）、污染物末端治理技术现状（大气、污水、噪声、固废）及其投资和运行成本。

## 4.2 指南初稿的完成

(1) 在对调研资料、文献资料、相关法律法规、标准、政策和规范性文件深入分析的基础上，按照有关要求，于 2012 年 4 月编制完成指南初稿；

(2) 2012 年 06 月 08 日在北京召开开题专家论证会，对开题报告及规范初稿进行专家论证。

## 4.3 征求意见稿的完成

(1) 依据开题论证会意见，进一步开展资料调研和现场调研，组织专家咨询，开展重点案例调研，进一步完善指南稿；

(2) 2013 年 11 月征求东华大学、武汉纺织大学多位纺织染整工艺及污染防治技术专家意见，根据专家意见，编制组补充完善指南内容，形成指南征求意见稿。

## 5 国内外相关环保技术管理体系研究概况

### 5.1 国外相关环保技术管理体系

#### 5.1.1 美国相关环保技术管理体系

美国环保局（EPA）于 1970 年 12 月成立，为充分发挥环境质量管理能力，通过立法明确技术管理工作。到目前为止，美国 EPA 已在水领域建立了 53 个行业的指南和标准，在大气方面完成了重点污染源治理技术标准，并开始制定针对面源的指南和标准。美国是以技术法规作为制定、实施环境质量和排放标准的基础，针对不同的工业部门制定不同的技术标准，并以此为基础再颁布各自相应的排放限值指令，从而实现对污染物排放的有效控制。

美国的环保技术政策已在水污染防治和大气污染防治等领域得以应用。基本上形成了以基于污染控制技术的排放标准管理为主，以水质标准管理为补充，以总量控制和排污许可证为主要内容的水污染防治机制。美国环保局以“现有最佳企业平均表现水平”来决定 BPT 技术，可以说 BPT 技术是现有企业在经济上能承受的最低控制水平。而 BCT 是在同时考虑能源、环境、经济和其他成本的条件下，现有的能够使其向环境中排放的污染物量达到最少的可行技术。对常规污染物来讲，BCT 与 BPT 相比，更多地强调了经济代价和环境效益二者之间的“合理性”。根据 BCT 确定的排放限值比 BPT 排放限值要严一些，给出的达标时间相对长一些。BAT 是针对现有污染源有毒物质和非常规污染物提出的，与 BPT 确定的排放限值比较，BAT 排放限值要严得多。现有最佳示范技术（BADT）是经示范证实并已经实践验



证过的最佳可用技术、工艺、方法和其他措施。BADT 适用于新排放源，是强制其执行的技术，处理标准高于现有的排放源。确立了基于污染控制技术排放标准的法律地位，遵守该标准是点源获得排放许可证的起码条件。以基于污染控制技术的排放限值和基于水质标准的限值中严者作为许可证规定的排放限值。

在美国，影响纺织工业的最重要的环境法规是清洁水法（CWA）。1982 年，EPA 颁布了纺织品制造点源分类排放准则。立法中对所有纺织品种类分别给出了排放限值，体现了使用最佳可行控制技术（BPT）和最佳经济可行技术（BAT）可达到污染排放减少的目的。

## 5.2.2 欧盟相关环保技术管理体系

欧盟的法律体系包括基本立法、国际条约、二次立法和其他法律文件等，欧盟委员会污染防治指令（IPPC 指令）属于二次立法的范畴。该指令于 1993 年提出草案，1996 年正式采纳发布，1999 年开始实施。IPPC 指令实质上是在欧共体范围内为减少各种工业污染而实施的许可证制度，根据指令的第 11 条规定，成员国有义务确保责任当局遵循最佳可行技术，因此它是欧盟 27 个成员国必须遵守的共同的指令，IPPC 成为欧盟环境法规的核心内容。2001 年欧盟委员会对上述指令进行了修订。

欧盟 BAT 体系覆盖范围广。BAT 参考文件包含能源、金属加工制造、矿石、化工、废物管理、纺织、造纸和食品工业等部门，其中包括纺织企业 BAT 参考文件。文件详细描述了各类工业生产的工艺，存在的环境问题，问题产生的环节，原因及控制措施，除一般的技术控制措施外，特别给出了在目前条件下不同工艺，不同控制技术下的最佳可行技术，并且给出通过应用这种技术可能达到的污染物排放量和资源消耗量水平。

### 5.2.2.1 欧盟纺织工业 BAT 参考文件概述

1998 年，由各成员国、纺织企业、环保组织和欧洲综合污染防治部门组成的第一次技术工作组（TWG）会议召开，欧盟纺织工业 BAT 参考文件的相关工作开始实施，并于 2002 年在第二届 TWG 会议上讨论通过该 BAT 草案，随后通过多次专家征求意见和修改，形成最终发布文件。

《欧盟纺织工业 BAT 参考文件》主要包括行业简介、产品和部门分类、生产工艺技术、能源消耗和污染物排放水平、BAT 备选技术、最终 BAT 技术，新兴技术及结束语等七个主要内容，详细描述了存在的环境问题，问题产生的环节、原因及控制措施，除筛选出了一般通用 BAT 技术，还针对羊毛煮练、纺织品加工与地毯业、污水处理与废物处置三个重要方面提出了不同工艺、不同控制条件下的最佳可行技术，并分析了应用最佳可行技术可能达到的污染物减排和资源消耗水平。欧盟纺织工业 BAT 参考文件目录见表 1。

表 1 欧盟纺织工业 BAT 参考文件

章节名称	
EXECUTIVE SUMMARY	摘要
PREFACE	序言
SCOPE	范围
1 GENERAL INFORMATION	1 一般信息

2 APPLIED PROCESSES AND TECHNIQUES	2 应用工艺和技术
3 EMISSION AND CONSUMPTION LEVELS	3 污染物排放和能源消耗水平
4 TECHNIQUES TO CONSIDER IN THE DETERMINATION OF BAT	4 确定 BAT 时考虑技术
5 BEST AVAILABLE TECHNIQUES	5 最佳可行技术
6 EMERGING TECHNIQUES	6 新技术
7 CONCLUDING REMARKS	7 结论
ANNEEX I : TEXTILE AUXILIARIES	附录 I :纺织助剂
ANNEEX II : DYES AND PIGMENTS	附录 II :染料和颜料
ANNEEX III :WET PROCESSES:MACHINERY AND TECHNIQUES	附录III:湿工艺:设备和技术
ANNEEX IV : TYPICAL RECIPS(WITH SOME ASSOCIATED EMISSION FACTOR)IN THE TEXTILE SECTOR	附录IV:纺织工艺中典型剂量(与部分相关排放因子)
ANNEEX V :TYPICAL POLLUTANTS (AND POTENTIAL SOURCES) IN AIR EMISSION FROM TEXTILE PROCESSES	附录 V :纺织生产工艺中排入空气的典型污染物(和潜在污染源)
ANNEEX VI : AUXILIARIES CLASSIFICATION TOOLS	附录VI: 辅助分类工具
ADVANCED OXIDATION PROCESSES (FENTON REACTION)	高级氧化工艺(FENTON 反应)

欧盟纺织染整 BAT 文件技术评估涉及以下几个方面：（1）指南使用方确定关键环境问题；（2）测试备选技术解决关键环境问题的效果；（3）以欧盟及世界范围内现有资料为基础，鉴定技术最佳环境表现水平；（4）测定技术达到最佳环境水平需要满足的条件、成本及其它影响；（5）根据指导文件选择最佳可行技术。在技术选择过程中非常注重技术可以达到的实际环境效益，如果没有则被淘汰。

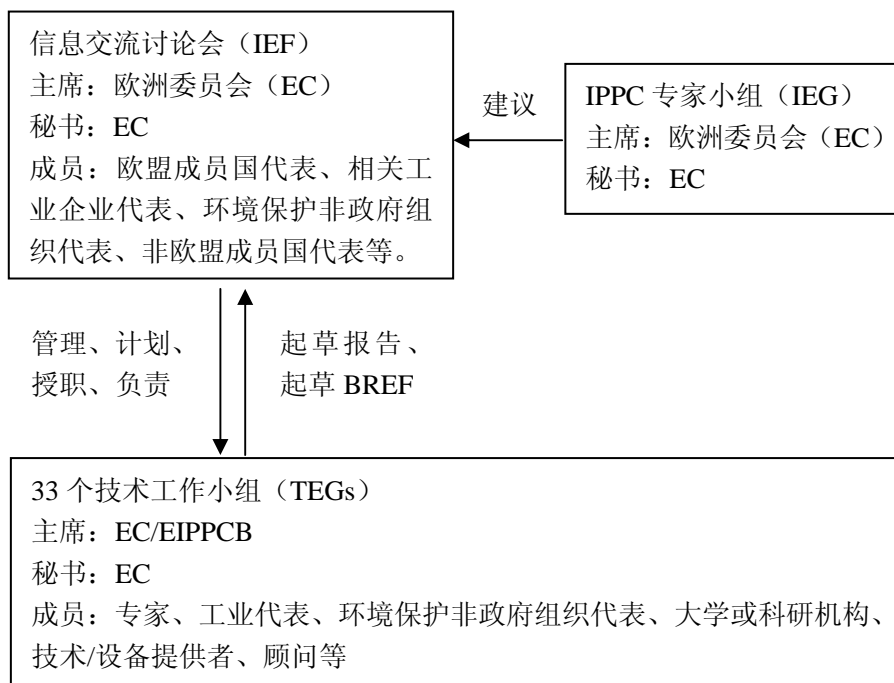


图 2 欧盟确立 BAT 的基本程序

欧盟 BAT 技术评估方法主要有 VITO 法和参考装置法 (reference installation approach) 等。VITO 法简单方便，易于操作，评价结果在很大程度上取决于专家组的定性判断。Roger

Dijkmans 于 2000 年应用 VITO 法对汽车维修及肥料加工行业 BAT 评估，Derden 于 2002 年应用 VITO 法对水果蔬菜加工行业进行 BAT 评估。参考装置法将污染防治技术、设备装置进行分类，每个类别称为一个参考装置，认为同一类的技术及设备的减排潜力是一样的，而且对于特定的减排项目，其适用性、减排效率和成本也是相似的。该方法强调地区的环境特异性，对于基础数据的要求比较严格，需要掌握生产过程、工艺参数、地区环境等方面丰富的数据资料，评价结果依赖于基础数据的完整性及准确确定。

表 2 欧盟纺织工业 BAT 基本结论

1 一般 BAT	1.1 管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 贯彻环境意识，且培训中需囊括环境意识</li> <li>(2) 采用良好的维护和清洁措施</li> <li>(3) 根据制造商提供的材料安全数据单贮存</li> <li>(4) 防止药品泄露，且必须有可行的防漏措施及时将泄漏药品清理并安全处置，不得进入地表水或下水道</li> <li>(5) 安装监管系统监管工艺的输入和输出</li> </ul>
	1.2 化学—药品计量和分配	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 安装染料助剂自动计量和分配系统</li> </ul>
	1.3 化学药品的选择和使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 在满足加工质量要求的前提下尽量避免使用化学品</li> <li>(2) 必须使用时，采用风险分析选择化学品及其使用模式—确保整体环境风险最低</li> </ul>
	1.4 纤维原材料的选用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人造纤维： <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 选用以低排放和可生物降解或去除的前处理剂处理的材质</li> </ul> </li> <li>● 棉： <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 选用使用低附加技术[经纱预湿]和以生物去除的浆料上浆的材质</li> <li>(2) 根据可获得信息避免加工纤维物质含有有害化学品如：PCP</li> </ul> </li> <li>羊毛： <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 根据可获得信息，避免选用一杯有害化学品如：OC 农药残留物污染的纤维材料</li> <li>(2) 通过与所有生产以及销售羊毛的国家主管机构沟通，从而鼓励低农药残留羊毛产业的发展，进而从源头上减少任何合法的羊体外杀虫剂的使用</li> <li>(3) 挑选以可生物降解纺纱油剂代替矿物油和/或含 APEO 产品纺成的羊毛纱线</li> </ul> </li> </ul>
	1.4 水与能源管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 监测各种加工构成的水耗、能耗</li> <li>(2) 在连续加工机械中安装流量控制系统和自动停止阀门</li> <li>(3) 在序批式加工设备中安装自动控制装置以控制进液体积和液体温度</li> <li>(4) 建立完备可靠的生产工序，避免由不当操作造成的资源浪费</li> <li>(5) 为保证后续加工过程的质量要求，优化预处理中的生产和调节环节</li> <li>(6) 调查在单一步骤中结合不同处理方式的可能性</li> <li>(7) 在序批式处理工艺中安装低液体比和超低液体比装置</li> <li>(8) 提高序批式和连续式漂洗效率</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>(9) 冷却水回用加工水</li> <li>(10) 调查回用水和循环水在不同工艺过程中的水质和体积两种系统特征,以确定废水出水中所含物质仍有价值或者不会影响产品质量,从而确定废水回收利用可能性</li> <li>(11) 安装罩子、顶盖确保机械密闭以防止蒸汽损失</li> <li>(12) 使管道、阀门、罐体和设备绝热以减少热量损失</li> <li>(13) 优化锅炉房,主要方式有重复使用冷凝水、预热供应的空气和用燃气加热</li> <li>(14) 在从热流中回收热量之前分离冷热废液流</li> <li>(15) 安装废气回收装置</li> <li>(16) 安装变频装置</li> </ul>
2 单元处理 BAT	2.1 羊毛煮练		<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 用羟基化合物或其它可生物降解化合物替代烷基化合物</li> <li>(2) 使用大容量油脂回收系统</li> <li>(3) 能源消耗控制在 4-5MJ/kg 原毛</li> <li>(4) 容器加盖防止热量损失</li> <li>(5) 高温下运行最后一个清洗槽</li> <li>(6) 干燥器自控系统</li> </ul>
	2.2 纺织品加工与地毯业	2.2.1 前处理	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 选择水溶性或可生物降解润滑剂</li> <li>(2) 通过干燥系统处理拉幅机产生的气体,实现热能回收</li> <li>(3) 去除非水溶性油脂</li> <li>(4) 使用地化学物质加工后的原材料,</li> <li>(5) 采用退浆高效清洗系统和低 F/M 废水处理技术</li> <li>(6) 合并退浆和煮练工序</li> <li>(7) 利用超滤技术回收浆料</li> <li>(8) 使用双氧水为首选漂白剂</li> <li>(9) 过氧化氢和双氧水两步漂白时,确保二氧化氯不含氯单质</li> <li>(10) 只在需要实现高白度或特殊情况下使用次氯酸钠</li> <li>(11) 回收和再利用丝光冲洗水中的碱</li> </ul>
		2.2.2 染色	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 使用自动化染料投加系统</li> <li>(2) 现则低或者超低液比</li> <li>(3) 用其它方法替代漫溢冲洗</li> <li>(4) 使用轧染工艺时减少浸槽容量</li> <li>(5) 使用快速批量染色技术</li> <li>(6) 用分散染料实现聚醚砜混合染色</li> <li>(7) 用稳定,非还原,不含硫化物的染料染色</li> <li>(8) 使用高固定性,低盐活性染料</li> <li>(9) 用活性染料替代铬媒染料</li> </ul>
		2.2.3 印花	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 减少印花浆体积</li> <li>(2) 回收印花浆</li> <li>(3) 减少水消耗量</li> <li>(4) 用喷墨印花机生产小批量(小于 100m)平面织物</li> </ul>
		2.2.4 精加工	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 减小浸染装置体积</li> <li>(2) 在保证质量的情况下重复利用浸染液</li> <li>(3) 采用机械脱水装置减少织物的含水率</li> <li>(4) 废热回收</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>(5) 安装隔热系统</li> <li>(6) 采用无甲醛或低甲醛交联剂</li> <li>(7) 防蛀效率达到 98%</li> <li>(8) 染液膨胀后添加防蛀剂, 防止溢流</li> <li>(9) 保证染色助剂和防蛀剂不发生化学反应</li> <li>(10) 利用泡沫技术直接向地毯上添加防蛀剂</li> <li>(11) 通过喷涂或泡沫系统添加软化剂, 而不是在染色机上直接添加</li> </ul>
		2.2.5 洗涤	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 用智能漂洗代替溢流漂洗</li> <li>(2) 使用高效洗涤机器</li> <li>(3) 使用热量回收装置</li> </ul>
3 污水处理和废物处置 BAT	3.1 污水处理		<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 污水处理厂集中处理</li> <li>(2) 市政污水厂集中处理</li> <li>(3) 特殊废水单独处理后再集中处理</li> <li>(4) 污染严重的废水排向适合的污水处理厂</li> <li>(5) 生物处理前, 对污水中不可生物降解的物质做预处理</li> <li>(6) 对经过预处理的废水采用低 F/M 值活性污泥法</li> <li>(7) 对于隔离的高浓度废水 (COD&gt;5000mg/L) 采用化学氧化预处理</li> <li>(8) 对于印花浆料和轧染液可做加热氧化处理</li> <li>(9) 常规处理不能完全去除不可降解物质时, 可采用深度处理, 可采用活性炭吸附, 对吸附不了的组分进行焚烧</li> <li>(10) 活性污泥系统中, 联合生物、物理和化学方法进行处理, 添加活性炭粉和铁盐, 剩余污泥通过湿式氧化法处理</li> <li>(11) 对于洗毛废水结合油脂回收与蒸发处理, 产生的污泥集中焚烧</li> <li>(12) 对于采用好氧生物处理的系统中联合使用絮凝沉淀处理</li> </ul>
	3.2 污泥处理		<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 污泥制砖</li> <li>(2) 通过余热对污泥焚化</li> </ul>

### 5.2.2.2 爱尔兰纺织工业 BAT 指南概述

爱尔兰环境保护署 2008 年发布纺织品加工领域最佳可行技术 (BAT) 指南, 内容如下:

表 3 爱尔兰纺织工业 BAT 指南目录

序号	章节
1	介绍
2	BAT 解释
3	指南适用范围
4	工艺介绍、环境风险和控制技术
5	纺织品加工领域最佳可行技术
6	BAT 相关排放水平
7	监测

该指南基于欧盟委员会 2003 年公布的“综合污染预防与控制 (IPPC) 纺织工业最佳可行性技术参考文件”与本国法律制定。

该指南的适用范围为:

- (1) 预处理（如水洗、漂白、丝光）或纤维或织物的染色，处理规模超过 10 吨/天；
- (2) (1) 款中未包括的，生产规模超过 1 吨纤维、纱线或纺织品的纤维或织物（包括地毯）染色、处理或整理（包括防虫处理、防火处理）。

该指南 BAT 包括三大部分：

- 纺织工业的通用 BAT；
- 针对特定工艺的污染预防措施；
- 废水处理技术 BAT。

## 5.2 国内相关环保技术管理体系

国家纺织染整工业水污染物排放标准首次发布于 1992 年，2005 年开始第一次修订，修订稿于 2012 年底发布，以 GB4287-2012 代替 GB4287-92。

《纺织染整工业水污染物排放标准》（GB4287-92）于 1992 年 5 月 18 日发布，1992 年 7 月 1 日起实施，标准根据纺织染整企业的废水排放去向，分年限规定了纺织染整工业水污染物最高允许排放浓度及排水量。

《纺织染整工业水污染物排放标准》GB4287-92 的实施，对控制纺织染整工业水污染物的排放、保护环境和推动纺织染整工业的技术进步发挥了重要作用。在 GB4287-92 颁布实施之后，国家制订出台了一系列的法律法规、规划、技术政策，对“十一五”期间的环境保护工作提出了更高的要求，在此期间，我国纺织染整工业污染防治技术也有了实质性的进展。纺织染整工业作为国家环境保护工作的重点行业，对实现国家环境保护目标具有重要的作用，GB4287-92 已难以适应新形势下环境保护工作的要求。2005 年 4 月 6 日，国家环境保护总局下达了《关于下达 2005 年第二批国家环境标准制（修）订任务的通知》（环办[2005]203 号），开展《纺织染整工业水污染物排放标准》修订工作。

《纺织染整工业水污染物排放标准》GB4287-2012 于 2012 年 10-19 日发布，2013 年 1 月 1 日起实施。此次修订根据落实国家环境保护规划、环境保护管理和执法工作的需要，调整了控制排放的污染物项目，提高了污染物排放控制要求，为促进地区经济与环境协调发展，推动经济结构的调整和经济增长方式的转变，引导纺织染整生产工艺和污染治理技术的发展方向，该标准规定了水污染物特别排放限值。

《印染行业废水污染防治技术政策》（环发【2001】118 号）于 2001 年 8 月 8 日实施，政策从清洁生产工艺、废水治理及污染防治、鼓励的生产工艺和技术等方面提出技术方向，引导和规范印染企业的水污染防治工作。目前环保部已立项在《纺织染整行业污染防治技术政策》编制项目，对《印染行业废水污染防治技术政策》（环发[2001]118 号）进行修订。

《纺织染整工业废水治理工程技术规范》（HJ471-2009）于 2009 年 6 月 24 日发布，2009 年 9 月 1 日起实施。规范对纺织染整工业废水治理工程设计、施工、验收和运行管理提出了技术要求，规范了工程设施建设和运行。

各地根据自身特点制定了严于国家要求的地方标准和相应政策，例如江苏省成立了太湖水污染防治办公室，人大立法通过了“太湖治理条例”，其要求和标准远严于国家要求，其它，如广东、浙江太湖地区、辽宁海河地区都相应的制定了地方标准。

江苏省于 2004 年 6 月 1 日发布《纺织染整工业水污染物排放标准》DB32/670-2004，于 2005 年 1 月 1 日起实施。该标准适用于纺织染整工业企业及接纳纺织染整工业企业废水的集中式工业污水处理厂。2007 年，江苏省为控制太湖水体富营养化，维护生态平衡，保

障人体健康，促进沿湖地区社会经济和环境的协调发展，针对太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业排放的主要水污染物，制定发布《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》(DB32/1072-2007)。该标准规定了太湖地区城镇污水处理厂、纺织染整工业、化学工业、造纸工业、钢铁工业、电镀工业、味精工业及啤酒工业的化学需氧量(COD)、氨氮、总氮和总磷 4 种水污染物最高排放浓度限值及最高允许排水量限值。

## 6 行业技术现状调研情况

### 6.1 纺织染整企业基本情况

我国纺织工业是以中小企业为主的充分竞争性行业，规模以上企业占 0.4%，中小企业比例占 99.6%，非公有制企业占 95%。我国纺织染整企业主要集中在东部沿海水源丰富和经济发达地区、长江、黄河、珠江、闽江和淮河流域下游；东北海河流域也有一定分布。从省份看，浙江、江苏、广东、山东、福建等 5 省的染整布产量占全国的 92% 以上。由于这些地区的经济较发达，其对环保要求也不断提高，这些地区的一些企业迫于环保压力，逐渐向中西部欠发达地区转移。

### 6.2 纺织染整企业生产工艺和技术装备情况

我国纺织染整行业产量占世界 57%，但产品以中低档为主，除极少部分先进企业采用世界先进水平设备，行业总体的生产工艺装备水平不高，行业管理数字化、自动化比例很低，少量企业实现三级计量，50% 企业做到二级计量，小企业只做到全厂总能耗、水耗、物耗计量水平。且印染行业过于密集分布于东部环境容量缺乏地区。我国与国外先进国家相比，能耗为其 3~5 倍，水耗为其 2 倍，染化料用量为其 1.2 倍。

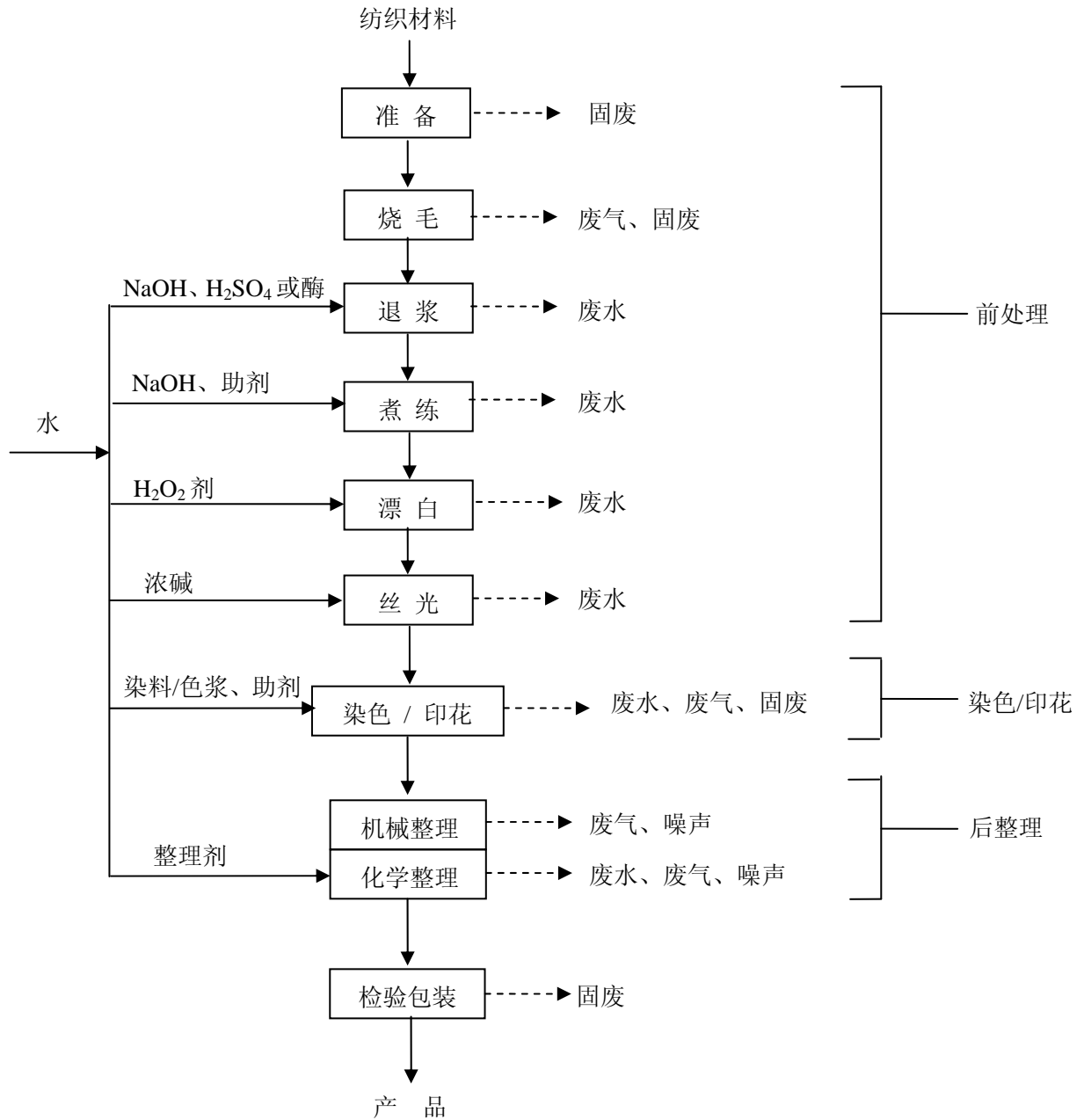
主要纤维品种常用染料见表 4。

表 4 主要纤维品种常用染料

纤维品种	常用染料
纤维素纤维（棉纤维、粘胶纤维、麻纤维及其混纺产品）	直接染料、活性染料、暂溶性还原染料、还原染料、硫化染料、不溶性偶氮染料
毛	酸性染料、酸性媒料，酸性含媒染料
丝	直接染料、酸性染料、酸性含媒和活性染料
涤纶	不溶性偶氮染料、分散染料
涤棉混纺	分散/还原染料、分散/不溶性染料
腈纶	阳离子染料（即碱性染料）分散染料
腈纶羊毛混纺	阳离子染料与酸性染料先后分浴染色
维纶	直接染料、还原染料、硫化染料、酸性含媒染料
锦纶	酸性含媒染料、酸性染料、分散染料、活性染料

### 6.3 纺织染整产排污情况

纺织染整生产工艺流程及主要产污环节见图 3。生产过程中根据纤维种类、纺织材料形态、产品要求等具体生产工艺不同而有所差别。



图例：  生产工序     $\longrightarrow$  物料走向     $\dashrightarrow$  污染物排放

图 3 纺织染整生产工艺流程及产污环节

#### 6.3.1 水污染

废水是纺织染整工业主要的环境污染物。排放的废水中含有纤维原料本身的夹带物，以



及加工过程中所用的浆料、油剂、染料和化学助剂等，染整废水具有以下特点：(1)COD 变化大，高时可达 2000~3000 mg/L，BOD 较低，B/C 比一般在 0.20~0.25 左右，甚至更低。(2)pH 高，如硫化染料和还原染料废水 pH 可达 10 以上，丝光、碱减量 pH 可达 14。(3)色度大，有机物含量高，含有大量的染料、助剂及浆料，废水粘性大。(4)水温水量变化大，由于加工品种、产量的变化，可导致部分废水水温一般在 40 ℃以上，从而影响了废水的生物处理效果。

另外，传统的染整加工过程会产生有害废水，加工后废水中一些有毒染料或加工助剂附着在织物上，对人体健康产生影响。如偶氮染料、荧光增白剂和柔软剂具致敏性；聚乙烯醇和聚丙烯类浆料不易生物降解；一些芳香胺染料具有致癌性；部分染料中具有害重金属等。这样的废水如果不经处理或经处理后未达到规定排放标准就直接排放，不仅直接危害人们的身体健康，而且严重破坏水体、土壤及其生态系统。

典型染整工序产生污染物的情况见表 5，主要产品废水水量和水质见表 6 和表 7。

表 5 典型染整工序产生污染物的情况

工序	带入废水中污染物的化学成分	污染特征
退浆	淀粉分解酶、烧碱、亚溴酸钠、过氧化氢、PVA 或 CMC 浆料	废水量占染整总废水量的 15%，pH 值较高，有机物含量高，BOD 占染整废水总量的 45%左右，COD 较高
煮练	碳酸钠、烧碱、碳酸氢钠、多聚磷酸钠等	pH 值高（10~13），废水量大，废水呈深褐色，BOD、COD 高达 3000mg/L，温度较高，污染严重
漂白	次氯酸钠，亚溴酸钠、过氧化氢、高锰酸钾、保险粉、亚硫酸钠、硫酸、乙酸、甲酸、草酸等	漂白剂易分解，废水量大，BOD 约为 200mg/L COD 较低，污染程度较小
丝光	烧碱、硫酸、乙酸等	碱性较强，pH 值高达 12~13，SS 和 BOD 较低
染色	染料、烧碱、元明粉、保险粉、重铬酸钾、硫化钠、硫酸、吐酒石、苯酚、表面活性剂等	水质组成复杂、变化多，色度一般很深，高达 400~600 倍，碱性强（pH 值在 10 以上），COD 较高，BOD 低，可生化性差
印花	染料、尿素、氢氧化钠、表面活性剂、保险粉等	废水中含有大量染料、助剂和浆料，BOD 和 COD 较高，废水中 BOD 约占染整废水 BOD 总量的 15%~20%，色度高，氨氮含量高，污染程度高
整理	树脂、甲醛、表面活性剂等	废水量少，对整个染整废水水质影响小
碱减量	对苯二甲酸、乙醇等	pH 值高（>12），有机物浓度高，COD 可高达 90~100g/L，高分子有机物及部分染料很难降解，属高浓度难降解废水
洗毛	碳酸钾、硫酸钾、氯化钾、硫酸钠、不溶性物质和有机物、羊毛脂等	废水呈棕色或浅棕色，表面浮有一层含各种有机物、细小悬浮物及各种溶解性有机物的含脂浮渣

表 6 不同织物的染整废水量

产品名称	机织棉及棉混纺织物 (m <sup>3</sup> /100m)	针织棉及棉混纺织物 (m <sup>3</sup> /t)	毛纺织物 (m <sup>3</sup> /t)	化纤织物 (m <sup>3</sup> /t)
废水量	0.8~2.0	80~160	200~350	100~160

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。

表 7 不同织物的染整废水水质

废水类型	pH	色度 (倍)	化学需氧量 (mg/L)	五日生化需氧量 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)
机织棉及棉混 纺织物	8~11	100~500	400~1000	100~500	100~400
针织棉及棉混 纺织物	7~11	50~400	300~600	100~250	100~300
化纤织物	8.0~10.0	100~200	500~800	100~200	50~150
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

### 6.3.2 大气污染

染整企业产生废气主要来自各车间生产过程的煮漂、染色、烘干等工序产生的工艺废气，多采用强制通风。烧毛废气、热定型废气，采用带式除尘、静电处理、水喷淋、焚烧或催化燃烧等方式进行处理。

### 6.3.3 固废污染

染整企业产生固体废物主要来自以下几个方面：

- (1) 生产过程中产生的边角废料。
- (2) 染料、助剂包装废料。
- (3) 办公、员工生活垃圾。
- (4) 锅炉的炉渣、炉灰以及废水处理设施产生的污泥。

染整废水处理所产生的剩余污泥目前主要最终处置方式为焚烧、建材制造，绝大部分为委托有资质单位进行最终处置。

### 6.3.4 噪声污染

纺织染整行业噪声主要来源于生产设备运行。噪声污染不是纺织染整企业主要污染问题。

## 7 可行技术的确定原则和评估、筛选方法

### 7.1 可行技术确定原则

#### (1) 综合防治原则

本指南根据清洁生产和循环经济的理念和指导思想，确定纺织染整工业环境污染治理应尽量从源头控制，从而实施以防为主，防治结合的原则。

#### (2) 全过程管理原则

本指南始终体现全过程控制和管理的原则，规定了从污染源头控制到末端治理全过程的污染防治可行技术及其环境管理实践要求，从而实现对环境的高水平整体保护。

#### (3) 结合我国国情

制定本指南时,应充分考虑我国纺织染整工业现状水平、经济发展水平及环境保护要求。

#### (4) 节能减排的原则

根据国务院颁布的《国家环境保护“十一五”规划》以及《节能减排综合性工作方案》的指导思想和方针,技术的选择和管理也应全面体现节能减排的原则。

#### (5) 循环经济的原则

本指南对纺织染整工业生产工艺及污染防治技术都做了概要性的描述,并对其环境效果、二次污染、经济成本以及综合利用途径等做了详细分析,目的在于通过技术的环境效果和经济分析,确定最佳可行技术,促进产业循环经济发展,提高产业经济效益。

## 7.2 评估方法与筛选过程

### 7.2.1 评估方法学概述

纺织染整工业污染防治可行技术筛选是一项复杂的多准则的决策过程,其涉及到的准则之间的相互关系很难描述及量化。因此,筛选出可行技术必须解决以下三方面的问题:(1)问题边界的确定;(2)准则因素的确定;(3)准则之间难以表述关系问题的解决。层次分析法(Alytic Hierarchy process, AHP)能很好的解决前两个问题,因为层次分析法构造的层次结构不仅确定了问题的边界,也确定了问题的准则因素。灰色关联分析(Grey Relational analysis, GRA)是灰色系统理论的一个分支,其最大的特点就是灰色性,因此其是能有效解决准则之间关系的不确定性问题。因此,本指南可行技术筛选将结合 AHP 和 GRA 构造出基于群决策的层次灰色关联分析法(Hierarchy GRA),其法具有以下特点:

(1)简单、易懂。由于 AHP 和 GRA 均简单易懂,因此, Hierarchy GRA 也简单易懂。Hierarchy GRA 将多准则问题筛选转化为单一变量比较,即灰色关联度(Grey Relational Grade)

(2)可信度高。由于在构造判断矩阵时,集成了众多学者、专家的意见,因此,该法的可信度高。

(3)优势互补。AHP 不能解决准则因素之间不确定关系,而 GRA 能有效地解决这类问题;GRA 不能解决准则因素之间重要性不同的问题,而 AHP 能有效解决这类问题。将 AHP 也 GRA 联用时,这些问题能得到有效地解决。

### 7.2.2 指标体系的确定

纺织染整工业污染防治可行技术筛选指标体系如表 8 所示。

表 8 染整行业水污染防治技术评估指标体系

目标层	准则层	指标层
染整行业水污染控制与治理可行技术	经济性能	单位建设投资
		单位运行成本
		单位占地面积
	技术性能	抗冲击负荷能力
		出水 COD
		出水 BOD <sub>5</sub>

		出水 SS
		出水色度
		COD 去除率
		BOD <sub>5</sub> 去除率
		SS 去除率
		色度去除率
	运行管理性能	人员素质要求
		易操作程度
	环境性能	能源消耗水平
		剩余污泥产量

### (1) 经济性能

**单位建设投资：**处理 1m<sup>3</sup> 污水建厂平均一次性投资费用，包括土地费用、土建直接建设和安装工程费用、设备和工器具购置费用、管理费用等。为定量指标，通过调研获得。

**单位运行成本：**处理 1m<sup>3</sup> 污水平均处理费用，包括电费、药剂费、人工费、设备维护费、设备折旧费等。为定量指标，通过调研获得。

**单位占地面积：**污水厂平均处理 1m<sup>3</sup> 污水所占地面面积，未包括远期预留用地。为定量指标，通过调研获得。

### (2) 技术性能指标

**抗冲击负荷能力：**指被评估技术对染整废水水质、水量变化的适应能力。由于染整行业水污染防治技术都设有水量调节池，因此抗冲击负荷能力主要指被评估技术对染整废水水质变化的适应能力。其为一个定性指标，分为强、中、弱三个等级，通过调研及专家打分综合确定；

**出水 COD：**指组合工艺稳定运行后平均出水 COD，单位 mg/L。为定量指标，通过调研获得。

**出水 BOD<sub>5</sub>：**指组合工艺稳定运行后平均出水 BOD<sub>5</sub>，单位 mg/L。为定量指标，通过调研获得。

**出水 SS：**指组合工艺稳定运行后平均出水 SS，单位 mg/L。为定量指标，通过调研获得。

**出水色度：**指组合工艺稳定运行后平均出水色度。为定量指标，通过调研获得。

**出水 pH：**指组合工艺稳定运行后平均出水 pH。为定量指标，通过调研获得。

**COD 去除率：**指组合工艺稳定运行后对 COD 的平均去除效果，为定量指标，通过调研获得。COD 去除率计算公式为：

$$\text{COD 去除率} = \frac{\text{平均进水 COD} - \text{平均出水 COD}}{\text{平均进水 COD}} \times 100\%$$

**BOD<sub>5</sub> 去除率：**指组合工艺稳定运行后对 BOD<sub>5</sub> 的平均去除效果，为定量指标，通过调研获得。BOD<sub>5</sub> 去除率计算公式为：

$$\text{BOD 去除率} = \frac{\text{平均进水 BOD} - \text{平均出水 BOD}}{\text{平均进水 BOD}} \times 100\%$$

SS 去除率：指组合工艺稳定运行后对 SS 的平均去除效果，为定量指标，通过调研获得。  
SS 去除率计算公式为：

$$\text{SS 去除率} = \frac{\text{平均进水 SS} - \text{平均出水 SS}}{\text{平均进水 SS}} \times 100\%$$

色度去除率：指组合工艺稳定运行后对色度的去除效果，为定量指标，通过调研获得。  
色度去除率计算公式为：

$$\text{色度去除率} = \frac{\text{平均进水色度} - \text{平均出水色度}}{\text{平均进水色度}} \times 100\%$$

### (3) 运行管理性能

人员素质要求：指工艺稳定运行时需要的管理人员的文化素质水平，为定性指标，分为三个等级：高、中和低，通过调研和专家打分确定。

易操作程度：工艺正常运行操作控制的难以程度，可通过自动化控制水平反映，分为三个等级：难、中和易，通过调研和专家打分确定。

### (4) 环境性能

能源消耗水平：处理 1m<sup>3</sup> 污水所消耗的能源情况，用吨水耗电量表示。为定量指标，通过调研获得。

剩余污泥产量：处理 1 万 m<sup>3</sup> 污水平均产生的污泥量，包括初沉池污泥、絮凝沉淀池污泥、二沉池污泥等，不包括格栅间拦截的固体废物。为定量指标，通过调研获得。

## 7.2.3 指标权重的确定

运用第一部分所述的指标权重确定方法，计算指标权重。本研究共向社会学者、专家发放问卷 63 份，回收问卷 35 份，有效问卷 25 份。这 25 名专家中，研究方向为水的占 92%，从事教学的占 60%，从事管理的占 16%，具有教授或副教授职称的占 56%，具有博士学历的占 40%。经计算得到的专家权重和指标权重分别如表 9 和表 10 所示。

表 9 专家权重表

专家序号	专家权重	专家序号	专家权重
1	0.0402	14	0.5634
2	0.0805	15	0.6036
3	0.1207	16	0.6439
4	0.1610	17	0.6841
5	0.2012	18	0.7243
6	0.2414	19	0.7646
7	0.2817	20	0.8048
8	0.3219	21	0.8451
9	0.3622	22	0.8853
10	0.4024	23	0.9256
11	0.4427	24	0.9658
12	0.4829	25	1.0060
13	0.5231		

表 10 指标权重

指标	权重	指标	权重
单位建设投资	0.048	COD 去除率	0.061
单位运行成本	0.134	BOD 去除率	0.026
单位占地面积	0.034	SS 去除率	0.024
抗冲击负荷能力	0.017	色度去除率	0.031
出水 COD	0.086	人员素质要求	0.021
出水 BOD	0.046	易操作程度	0.063
出水 SS	0.041	能源消耗水平	0.102
出水色度	0.069	剩余污泥产量	0.195

## 8 主要技术内容及说明

### 8.1 工艺过程的污染预防技术

按整体性原则，从纺织染整工艺前处理、染色/印花和后整理生产过程进行污染预防，末端对产生污染物进行处理及资源化利用。依据生产工序的产污节点和技术经济适宜性，确定可行技术组合。

#### 8.1.1 前处理工序

##### 8.1.1.1 燃气烧毛技术

燃气烧毛是将原布迅速地通过可燃性气体火焰以烧去布面上的绒毛，属于非接触式烧毛技术。常用气源类型有天然气、人工煤气和液化石油气等。

该技术设备结构简单，操作方便，劳动强度较低，热效率高，烧毛质量好。

该技术适用于各类织物的烧毛处理。

##### 8.1.1.2 电加热陶瓷管烧毛技术

电加热陶瓷管烧毛是将织物与低速转动的炽热陶瓷管表面摩擦接触而烧去绒毛，属于接触式烧毛技术。

该技术加热速度快、无污染和耗电少，而且陶瓷管表面温度均匀，温差很小，一般为3~5℃。

该技术适用于各类织物的烧毛处理。

##### 8.1.1.3 短流程前处理技术

短流程前处理技术主要有冷轧堆技术和退煮漂一浴法技术，按工序合并方式分为一步法和两步法。一步法主要有气蒸一步法和冷堆一步法。气蒸一步法是在高温条件下退煮漂同时进行；冷堆一步法是在室温条件下的碱氧一浴工艺。两步法主要有先经退浆再经碱氧一浴和先经退浆、煮练一浴，再经漂白两种工艺。

该技术与常规退煮漂三步法相比，工艺流程短，碱用量少，水电消耗低，污水排放量少。

汽蒸一步法适用于化纤及其混纺染整前处理；冷堆一步法适用于棉及棉型织物染整前处

理；先退浆再经碱氧一浴的二步法适用于纯棉厚重紧密织物染整前处理；先经退浆、煮练一浴处理，再经漂白二步法适用于棉及棉型织物、化纤织物染整前处理。

#### 8.1.1.4 生物酶退浆技术

生物酶退浆技术是利用生物酶将织物上的浆料分解以达到退浆的目的，根据浆料的种类可选择淀粉酶。

生物酶退浆工艺的织物退浆率、毛效、润湿性、白度等指标虽然在数值上略低于传统的烧碱退浆，但差异不明显。生物酶具有专一性，只对浆料有分解作用，对纤维无损伤，处理后织物手感比氢氧化钠处理效果显著改善，简化退浆工艺流程，减少污水排放量，污水可生化性好，易于生物处理。

该技术适用于纯淀粉浆料或以淀粉浆料为主、PVA 含量较低的混合浆料上浆的织物退浆处理。

#### 8.1.1.4 生物酶精炼技术

生物酶精炼技术是利用生物酶水解代替热碱处理去除果胶质、含氮物质、蜡状物质等天然杂质，提高棉的吸湿性以利于后续的漂白、丝光、染色、印花、整理等加工过程，精炼可使用果胶酶、纤维素酶、脂肪酶等，也可将这些酶制剂配合使用，产生相互协同作用改善精炼效果。纤维素酶可将长链大分子水解为低分子糖类或单分子葡萄糖，果胶酶可将聚半乳糖醛酸酯水解为水溶性胶质，脂肪酶可将脂肪水解成甘油和脂肪酸。

该技术不损伤纤维强力，织物失重少，可赋予纤维柔软的手感和良好的润湿性能，提高可纺性和染色均匀性。

该技术主要适用于棉麻类及混纺的针织物、机织物的前处理。

#### 8.1.1.6 无氯漂白技术

无氯漂白技术是使用不含氯的漂白剂对织物进行漂白，常用无氯漂白剂为过氧化氢。

该技术可避免因使用含氯漂白剂而产生的有机卤化物，而且织物白度较好，色光纯正，贮存时不宜泛黄，但过氧化氢漂白加工需采用不锈钢材质设备，成本高于次氯酸钠。此外，利用酶漂白织物的黄色度虽然比碱漂白稍差，但白度基本相同，且由于天然油脂的残留，可以使织物手感柔软、有厚实感。

该技术可用于棉型织物的漂白处理。

#### 8.1.1.7 逆流漂洗技术

逆流漂洗技术是将漂洗槽从前往后逐渐增高液面，漂洗织物时，织物行进方向与液流方向正好相反，后一个漂洗槽的冲洗水补充前一个漂洗槽，只向末端清洗槽补充新鲜水。

该技术投资成本低，现有设备易改造，较传统漂洗技术节水约 40%~60%。

该技术适用于各类织物的连续漂洗。

#### 8.1.1.8 湿布丝光技术

湿布丝光技术是湿织物浸渍浓碱时，织物所带水分减小碱液表面张力，降低阻碍吸附、渗透的介质阻力，碱液能充分均匀地渗透到纤维内部而达到深度丝光。

该技术可节省烘干处理所需的能源，得色均匀丰满。

该技术适用于棉织物的丝光处理。

#### 8.1.2 染色工序

##### 8.1.2.1 高固色率染色技术

高固色率染色技术是通过开发和选用直接性高的染料染色，或通过纤维改性，减少盐和碱的用量从而提高染色效率的染色技术。如对纤维素纤维进行胺化改性，纤维表面具有带正电荷的季铵基后，增强纤维对直接、活性等阴离子染料的吸附上染能力。活性染料染色时，可在低盐或无盐中染色，也可在中性条件下固色。

该技术可提高染料的利用率，减少染色过程中盐和碱的用量，减少染色后水洗用水量。

该技术适用于棉织物染色加工。

##### 8.1.2.2 低污染染料、助剂使用技术

低污染染料、助剂使用技术是指在生产中使用可生物降解或易生物降解的染料和助剂的技术，低污染染料和助剂是指不含致癌性物质、过敏性物质、持久性有机污染物及重金属等污染物的染料和助剂。

该技术可降低废水处理的难度，减少环境危害，保护人体健康，降低废水处理成本。

该技术适用于各类织物的染色加工。

##### 8.1.2.3 喷射溢流染色技术

高效节能喷射溢流染色技术是指染液一部分通过溢流口，一部分通过喷射口达到既溢流又喷射的效果，是喷射染色的变种形式，目的是加速染液与织物的混合，降低织物所受的张力，减少纯喷射对娇嫩织物可能造成的表面损伤。

该技术浴比可调、适中，可提高布速，降低用水量。

该技术适用于各类织物染色加工。

##### 8.1.2.4 气流染色技术

气流染色技术采用空气动力学原理，将高压空压机产生的气流高速注入喷嘴，同时另一管路向喷嘴注入染液，染液与高速气流在喷嘴中混合形成雾状微细液滴后喷向织物，既带动织物运行，又使得染液与织物可以在很短的时间内充分接触，以达到均匀染色的目的。

该技术所需浴比小，染液循环频率高，可提高温度控制精度，减少蒸汽用量。

该技术适用于棉、化纤及其混纺织物染色加工，不适用于毛织物染色加工。



#### 8.2.2.5 冷轧堆染色技术

冷轧堆染色技术是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织物纤维表面后进行打卷堆置，在室温下堆置一定时间并缓慢转动，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。

该技术工艺流程短，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，可避免染料泳移等特点。

### 8.1.3 印花工序

#### 8.1.3.1 数码印花技术

数码印花技术是采用多种数字化手段如扫描、数字相片、图像或计算机制作处理的数字化图案输入计算机，经计算机分色印花系统处理后，由专用软件通过喷印系统将各种专用染料直接喷印到织物上，再经蒸化、水洗、拉幅烘干、定型等加工后，在各种纺织面料上获得所需的各种高精度的印花产品。

该技术采用直喷方式，节省墨水用量，能够满足多品种、个性化生产，印花过程无废水废液产生，与传统印花技术相比，耗水量、耗电量和染料使用量大幅降低。

该技术适用于棉、麻、丝、毛等天然纤维面料及人工合成的化学纤维面料印花加工。

#### 8.1.3.2 涂料印花技术

涂料印花技术采用高分子化合物作为黏合剂，把颜料机械地黏附于织物上，经后期处理获得有一定弹性、耐磨、耐手搓、耐褶皱花纹的印花技术。

该技术工艺简单、操作方便、色谱齐全、色彩鲜明、日晒牢度好、印花轮廓清晰、层次分明，印花后经过热处理就可完成，不需水洗，大幅降低用水量。

该技术适用于各种类型的纤维及其混纺织物印花加工，也可应用于特殊的印花工艺，如全遮盖罩印花、防印、金银粉印花及钻石印花等。

#### 8.1.3.3 转移印花技术

转移印花技术是指先将染料色料印在纸等材料上，然后经热压等方式使图案中染料转移到织物上，固着形成图案的印花技术。转移印花有升华法、泳移法、熔融法和油墨层剥离法等。应用较多的为应用分散染料的干法转移印花。

干法转移印花技术基于分散染料的升华特性，选择温度段升华在 150~230℃ 的分散染料与浆料混合制成“色墨”，在转印纸上印刷设计图案，然后将转印纸与织物紧密接触，控制一定温度、压力和接触时间将染料从转印纸转移到织物上并扩散进入织物内部，从而实现着色。该技术具有工艺流程短，印后即是成品，不需要蒸化、水洗等处理过程；设备简单，投资小，占地少，能耗低；花纹精细，层次丰富而清晰，艺术性高，立体感强，能印制个性化定制图

案；印花色彩鲜艳，染料焦油残留在转印纸上，不污染织物；正品率高，转移时可一次印制多套色花纹而不需对花；灵活性强，加工周期短等特点。该技术存在需消耗转印纸、用后产生废纸、印后残留染料难回收等不足。

该技术适用于天然纤维织物、合成纤维织物及混纺织物印花加工。

#### 8.1.4 后整理工序

##### 8.1.4.1 泡沫整理技术

泡沫整理技术是尽量多采用空气取代配制整理液时所需的水，将整理剂制成泡沫，再将泡沫施加于织物的表面并透入织物内部的整理方法。

该技术由于使用空气降低整理液的含水率，可节约染化料，减少污染物和废水排放，如织物整理烘干后不水洗，则基本无废水产生。

该技术适用于各类织物的后整理加工。

##### 8.1.4.2 涂层整理技术

涂层整理技术是在织物表面涂上一薄层混合涂层剂，使织物表面改变风格和色泽，或产生不同效果的整理技术。

该技术由于涂层整理液不渗入织物内部，可节约能源，而且织物一般不需要水洗，较传统的化学整理污水排放量少。

该技术适用于各类织物的后整理加工。

##### 8.1.4.3 物理整理技术

物理整理技术是采用机械、水、蒸汽等对织物进行处理的整理技术。常用的物理整理技术包括改善物质缩水、手感和光泽的预缩整理，调整幅宽和改善经、纬纱歪斜弯曲的拉幅整理，使织物平滑光滑的光泽整理以及使织物产生凹凸花纹的轧花整理等。物理整理可代替部分化学整理，也可采用两者结合以达到减少污染的目的。

该技术不使用化学药品，没有污染产生。

该技术适用于各类织物的后整理加工。

#### 8.1.5 其他污染预防技术

##### 8.1.5.1 染整工艺数字化控制技术

染整工艺数字化控制技术是将计算机技术、自动控制技术与染整工艺结合，以网络信息管理为平台，通过系统监控软件与数据管理软件、传感器、伺服控制等，在线控制染整生产的温度、压力、速度、溶液浓度等工艺参数和物料配送，实现染整加工全流程数字化控制。

该技术可以节省原材料用量，改善工作环境，降低工人劳动强度，提高工作效率，稳定生产工艺运行，提高产品质量，降低能耗。

该技术适用于各类织物染整加工工艺。

### 8.1.5.2 余热利用技术

余热利用技术是将生产过程中产生的高温废气和废水通过热交换设备加热生产、生活用水进行再利用的技术。

该技术包括热定型废气余热利用技术、高温染色废水余热利用技术。余热利用有利于节能环保，但存在热定型机废气中含油烟成分极高，排放废水中含 PVA 的有机物浓度较高，运行一定时间后，在热交换器内易形成污垢热阻，降低传热速率，因此应用该技术必须首先去除上述污染物。

该技术适用于各类产生高温废气、废水的染整加工工艺。

## 8.2 末端污染治理技术

### 8.2.1 废水处理技术

纺织染整工艺排水宜清浊分流、分质处理、分质回用。

纺织染整企业废水处理分为综合处理和分质处理。分质处理为对纺织染整工艺排水清浊分流、分质处理。纺织染整工业园区或企业集中地区实行废水集中处理。根据纺织染整纤维种类、纺织材料形态、产品要求等具体生产工艺废水水质，采用不同的组合处理工艺。

纺织染整企业或工业园区的纺织染整生产综合废水经适当预处理后，采用以生物处理技术为主，物理化学处理技术为辅的综合处理技术。预处理技术采用格栅、中和、水质水量调节和气浮等；生物处理采用水解与好氧结合的处理工艺，好氧处理技术采用活性污泥法、生物接触氧化技术、生物活性炭（PACT）和曝气生物滤池（BAF）技术等；物理化学处理采用混凝沉淀、砂滤技术和膜分离技术等。

退浆废水预处理采用超滤浆料回收技术、盐析法浆料回收技术等进行处理。退浆废水超滤处理对 PVA 浆料的回收率达 95% 以上，对 COD 的去除率达 80% 以上。

碱减量废水采用膜分离工艺进行碱液和对苯二甲酸回收，碱减量废水经碱和对苯二甲酸回收预处理后，可大幅降低碱液排放量，减少后续处理耗酸量，去除废水中 70~90% 的 COD，大幅降低后续处理系统负荷，提高废水可生化性。酸析分离液回用于综合废水处理系统调节 pH 值

丝光废水采用膜分离工艺进行淡碱回收，丝光废水经碱回收预处理后，可大幅降低碱液排放量，减少后续处理耗酸量，回收碱液回用于丝光加工工序，实现资源节约。

### 8.2.2 大气污染治理技术

表 11 废气治理可行技术

废气来源	处理技术	处理效果	适用性
烧毛废气	袋式除尘器	净化效率>98%	
热定型机废气	水喷淋处理	单级处理不能达标	第一级处理
	静电除尘	多级电场可以达标	低浓度油烟
	焚烧法	处理后可达标排放	高浓度油烟
	等离子体技术	处理后可达标排放	低浓度油烟

	催化燃烧法	处理后可达标排放	低浓度油烟
	臭氧氧化法	处理后可达标排放	低浓度油烟
印花“三苯”废气	吸附法	处理后可达标排放	高浓度废气

### 8.2.3 固体废物处理技术

根据纺织染整企业固体废物类型、特点，分类处理处置。纺织染整企业固体废物综合利用及处理处置可行技术如表 12 所示。

**表 12 固体废物综合利用及处理处置可行技术**

固废类型	可行技术	适用性
污泥	干化后与燃煤按一定比例混合焚烧	热值高的污泥
	交由有资质的单位最终处置，如填埋、土地利用、制建材等	所有污泥
废次布料	收集后资源化利用	各类染整企业
染料包装袋	收集后交由有资质的单位处理或厂家回收	各类染整企业

## 9 实施的环境效益与经济技术分析

企业采用污染防治可行技术能够保证企业废水的达标排放，降低资源能源消耗。如生物酶退浆、冷轧堆前处理等高效短流程前处理工艺技术应用面达到印染总量的 40%时，可实现年节水、减少污水排放 11330 万吨，节能 121 万吨标准煤，节电 16878 万千瓦时（折合 6781 万吨标准煤）。涂料连续轧染、冷轧堆染色、退染一浴工艺、气流染色和浴比小于 1:8 的液流染色、丝绸数码印花等少水及无水印染加工技术，如应用面达到印染总量的 20%时，可实现年节水、减少污水排放 5000 万吨，节能 7.84 万吨标准煤。如企业将碱减量废水中对苯二甲酸回收后，去除了废水中 70%~90%的 COD<sub>Cr</sub>，减轻后续废水处理的负荷，提高废水可生化性，节省废水处理工艺的药剂投加量，降低运行成本，有效改善水环境质量。按对苯二甲酸粗品价格（1200 元/t）计算，以吴江市为例，可从碱减量废水中回收对苯二甲酸 1.5 万 t/a，创造经济效益 1800 万 t/a，同时可节省约 1000 万元/a 的废水处理运行费用。

### （1）环境效益

本指南的实施可促进纺织染整行业环保技术水平的提高，通过从源头到末端的技术管理，减少有毒有害特征污染物向环境中排放。

### （2）经济效益

从源头治理可以回收有用资源，如各种染料、碱液、浆料等，该过程在产生环境效益的同时体现了经济效益。此外，由于预处理过程去除了大量的有机物，降低了废水处理成本。

### （3）社会效益

本标准的实施将在限制淘汰高污染及落后的生产工艺、促进低污染及先进的生产工艺及促使企业采用先进的污染治理措施方面发挥重要作用，从而使我国纺织染整工业走上高效、节能、低污染的发展轨道，这对于保护生态环境和人民的身体健康都具有十分重要的意义。

## 10 标准实施建议

本指南制定的宗旨是为纺织染整行业相关管理人员选择可行技术提供参考，以利控制纺织染整生产过程中的环境污染和实行有效环境管理，达到保护环境的目的。本指南的核心内

容是为设施的运营者提供可以实现纺织染整生产污染物减排和有效治理的技术,以及技术应用过程中防止污染和二次污染问题的适当措施,在安全、环保的原则下,实现污染物减排及能源和资源循环利用;通过实行纺织染整工艺污染防治环境管理,提高设施运营者的管理和操作水平。

本指南适用于现有纺织染整企业或拟新建、扩建、改造的纺织染整项目。

本指南也为环境保护相关管理部门在环境影响评价、工程设计、工程施工以及竣工验收等方面提供技术依据。

存在问题及建议:

随着纺织染整工业技术的不断发展,应定期对本指南进行修订。