

Development Status and Environmental Impact of Textile and Apparel Printing Processes

Huijin Yuan Hong Zhang

Zhejiang EHS Environmental Technology Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315211, China

Abstract

With the rapid development of the textile and apparel industry, printing technology, as a key process for enhancing product added value and aesthetic appeal, has drawn increasing attention regarding its environmental friendliness. This paper systematically investigates the environmental impacts and sustainable development pathways of textile printing processes. First, it reviews the main types of printing technologies and analyzes industry trends. Then, it evaluates the environmental impacts of different printing processes through a comprehensive analysis of three dimensions: exhaust emissions, wastewater pollution, and solid waste generation. Based on this assessment, targeted pollution control measures are proposed, and the application prospects of cleaner production technologies in the industry are discussed. This study aims to provide theoretical foundations and technical references for the green transformation of the textile and apparel industry, promoting sustainable development.

Keywords

printing processes; environmental impact; pollution control measures; textile and apparel; cleaner production

纺织服装印花工艺的发展现状及其环境影响探讨

袁会锦 张弘

浙江益驰思环境科技有限公司, 中国·浙江 宁波 315211

摘要

随着纺织服装行业的快速发展,印花工艺作为提升产品附加值和美观度的关键技术,其环境友好性日益受到关注。本文系统研究了纺织服装印花工艺的环境影响及可持续发展路径:首先梳理了主流印花工艺类型,进而分析了行业技术发展趋势;重点评估了不同印花工艺对环境的影响程度,从废气排放、废水污染和固体废物产生三个维度进行了全面解析;在此基础上,针对各类污染物提出了针对性的环保治理方案,并探讨了清洁生产工艺在行业中的应用前景。本研究旨在为纺织服装行业实现绿色转型提供理论依据和技术参考,推动行业可持续发展。

关键词

印花工艺; 环境影响; 环保措施; 纺织服装; 清洁生产

1 引言

纺织服装行业是全球重要的制造业之一,印花工艺作为纺织服装生产的关键加工工艺,能赋予织物独特的图案和色彩。人们在追求美观和时尚的同时,环保意识、可持续发展理念也随之增强。目前全球环境问题日益严峻,纺织服装行业面临着节能减排、绿色生产的压力。深入研究印花工艺的环境影响及环保措施,对于推动行业绿色转型具有重要意义。本文旨在探讨纺织服装印花工艺的环境影响,并提出减少环境影响的策略,为纺织服装印花行业的可持续发展提供参考。

2 纺织服装印花工艺概述

2.1 常见印花工艺分类

在纺织服装领域,印花工艺的创新发展已成为引领产业升级和产品迭代的重要动力。纺织服装印花工艺主要有传统印花和数码印花两大类。传统印花包括丝网印花、滚筒印花和转移印花等,数码印花是近年来快速发展的新型技术。

丝网印花:通过刮板使油墨透过图文部分的网孔转移到织物上,形成图案。该工艺应用广泛,能印制出各种色彩和图案,适用于多种面料。

滚筒印花:借助雕刻有图案的滚筒,将色浆转移到织物表面,生产效率高,适合大规模生产。**热转移印花:**将分散染料印刷在转印纸上,再通过高温高压使染料升华转移到织物上,常用于化纤织物印花。

数码印花:分为数码直接喷印和数码热转移印花。数码直接喷印是指利用数字技术将图案直接喷印到织物上,具

【作者简介】袁会锦(1989-),女,硕士,工程师,从事环境影响评价、验收、应急预案等咨询服务研究。

有高精度、灵活性强、无需制版等优点,可实现个性化定制;数码热转移印花先在特种纸上打印设计好的图案,然后再采用热转印的方式转印到织物上^[1]。相比传统印花更加环保,但设备成本和墨水价格较高,目前主要用于小批量、个性化生产。

2.2 印花工艺的发展趋势

在时尚产业持续革新的浪潮中,印花产品需求呈逐年上扬态势,市场规模亦不断拓展。从家居纺织品、服装,到工业纺织品,织物印花工艺已成为各领域不可或缺的重要组成部分。随着纺织技术的创新发展,不同规格的纱线、多样化的织物材质与丰富的印花设计相结合,为市场注入了源源不断的创新活力,创造出风格迥异的视觉效果。纳米材料、智能材料等新型材料的应用,以及数码印花、3D印花等创新工艺的普及,正在推动行业技术革新,预计这一增长趋势将在未来五年内保持强劲势头^[2]。

在市场消费升级的背景下,传统印花工艺的局限性日益凸显:其大规模标准化生产模式难以实现复杂图案的精细呈现,更无法满足现代消费者对个性化纺织品的多元化需求。这一市场痛点正驱动着织物印花行业向高端化、定制化方向转型升级。目前,行业领先企业正通过数字化技术整合,构建柔性化生产体系,致力于为终端消费者提供从设计到成品的全流程定制服务,打造具有独特价值的个性化纺织品解决方案,以契合当下消费市场对于差异化产品的追求。

织物印花技术历经多年发展,已形成多种成熟的印花工艺体系。当前,该领域正处于技术革新与快速发展的关键阶段。其中,传统浆料印花技术凭借其广泛的织物适应性、高效的生产效率以及较低的成本优势,在行业中占据重要地位。然而,随着计算机技术的飞速进步,数字化印花技术取得了突破性进展。现代高速数字印花机不仅能够实现高分辨率、高保真度的精细印花效果,还在生产效率方面实现了质的飞跃。值得注意的是,在可持续发展理念的推动下,印花行业正经历着绿色转型。传统染料和印花材料存在的环境与健康隐患促使企业加大研发投入,着力开发环保型替代品。目前,水性染料、植物染料以及纺织品数码喷墨染料等新型环保材料已得到广泛应用。这些创新材料不仅在印花质量和效果上实现了显著提升,更重要的是有效降低了对环境的污染风险,减少了对人体的健康危害,推动了整个行业向绿色、可持续方向发展^[2]。

综上,随着科技的飞速发展,印花工艺正加速向数字化、智能化、绿色化的方向转型升级。其中,数字化技术实现了精准的色彩管理和图案设计,智能化生产系统显著提升了生产效率和产品一致性,而绿色化工艺则大幅降低了能源消耗和环境污染,推动着整个行业向可持续发展迈进。新型环保印花材料不断涌现使得印花工艺更加节能高效,以满足消费者对环保、健康理念的需求以及纺织服装行业可持续发展的要求。

3 纺织服装印花工艺的环境影响

纺织服装印花工艺带来的环境污染主要源于生产过程中产生的废水、废气、固废及噪声,对生态环境和人类健康造成直接影响,以下从不同污染类型的影响展开分析。

3.1 废水污染

在织物印花过程中,主要废水源为配色调浆、印花滚筒、印花网版的清洗废水,以及印花织物后处理时皂洗、水洗废水等,这些废水中含有高浓度有机物、重金属(如铅、镉、铬等)和有毒物质(如甲醛)。若未经处理直接排放附近水体,会破坏水生生态系统,污染周边土壤和地下水,甚至通过食物链危害人体健康。例如,某些染料分解后产生的致癌物可能引发长期健康问题。

3.2 废气污染

印花工艺废气污染主要来源于丝网印花中使用的浆料及助剂、热转移印花使用的染料、数码印花使用的油墨等,这些生产过程中使用的原辅料在印花及烘干会产生挥发性有机物及伴随产生的恶臭异味。挥发性有机物(VOCs)作为大气环境中重要的化学前体物,在光化学反应条件下可生成细颗粒物(PM_{2.5})和臭氧(O₃)等二次污染物,是导致区域灰霾污染和光化学烟雾复合污染的关键因素。研究表明,VOCs不仅会引发大气环境问题,还会通过呼吸道吸入、皮肤接触等途径对人体健康造成多重危害,包括刺激呼吸道黏膜、诱发哮喘等呼吸系统疾病,以及损害中枢神经系统和造血系统,部分VOCs甚至具有致癌、致畸、致突变作用。

此外,印花生产过程中还会产生细小纤维颗粒物。这些粉尘主要来源于纺织品的切割、打磨、缝纫等工序,也可能由于布料的老化、磨损而自然脱落。布料纤维粉尘容易在空气中悬浮,如果不及时清理,会影响工作环境的清洁度和空气质量。在某些情况下,过多的粉尘还可能对机器设备造成损害。

3.3 固废污染

印花生产过程中产生的废印花网版、废转印纸、废油墨、废浆料等,以及废水处理设施产生的污泥,废气环保设施产生的废活性炭等均属于固体废物,这些若不妥善处理,不仅会占用大量土地资源,还可能对土壤和地下水造成污染。

尤其是污泥含有大量的有机物、重金属和病原体等污染物。若污泥处置不当,会对环境造成二次污染。

4 纺织服装印花工艺的环境保护措施

4.1 废水处理措施

印花生产废水污染因子主要为pH、COD、氨氮、SS、重金属等。针对这些污染物,常见的处理方法分为物理处理法、化学处理法和生物处理法。

①物理处理法:主要依靠物理手段去除废水中的不溶性污染物和悬浮物。常见的处理方法有:

沉淀:利用重力作用,使废水中的悬浮物使废水中的

悬浮颗粒自然沉淀,实现固液分离。

过滤:利用砂滤、活性炭等过滤材料阻隔废水中的悬浮物及部分胶态杂质。

气浮:向废水中通入微细气泡,使悬浮颗粒黏附于气泡表面并上浮,从而便于收集去除。

②化学处理法:利用化学反应有效去除废水中的溶解性污染物,如重金属和有机物。常见的方法有:

pH 调节法:通过向污水中投加酸或碱性药剂,使废水中酸碱度调整至中性范围,降低对环境的危害性。适用于酸性、碱性废水的处理^[3]。

氧化还原反应法:通过氧化剂(如臭氧、双氧水)或还原剂将有毒污染物转化为低毒或无害成分。

混凝沉淀:向废水中加入絮凝剂(如聚合氯化铝、硫酸亚铁等),促使胶体颗粒聚集形成较大絮团,从而更易沉降分离。

③生物处理法:将废水中的有机物利用微生物的代谢作用转化为二氧化碳和水,从而达到净化水质的目的。按微生物的生存环境可分为好氧法和厌氧法^[3]。常用的处理方法有:

活性污泥法:通过曝气池中的微生物群体(活性污泥)降解废水中的有机物。

生物膜法:利用附着在填料表面的微生物膜降解有机物,常见的工艺有生物滤池、生物转盘等。

厌氧消化:在无氧条件下,利用厌氧微生物分解有机物,产生甲烷和二氧化碳。

在实际应用中,应根据废水水质特性、主要污染物类型及处理出水水质目标,在技术经济比较的基础上选择适宜的处理单元或组合工艺^[3],将物理、化学和生物处理方法结合起来,形成多级处理工艺,以提高废水处理效果。

4.2 废气处理措施

吸附法:常用吸附剂有活性炭(包括活性炭纤维)、分子筛、活性氧化铝和硅胶等^[3]。活性炭吸附法适用于低浓度挥发性有机废气(甲苯、二甲苯、非甲烷总烃等)处理,具有节能环保、投资少、运行费用低等特点。

燃烧法:是一种高效的废气处理技术,其核心原理是通过高温氧化反应将废气中的可燃性污染物转化为无害的二氧化碳和水。该方法主要利用热力燃烧或催化燃烧两种方式,使有机污染物与氧气发生充分氧化反应。催化燃烧装置的进气温度宜低于 400℃,否则应进行降温处理;热力燃烧法燃烧室与蓄热室工作温度一般为 720~800℃^[4]。燃烧法具有处理效率高(通常可达 95% 以上)、适用范围广等特点,尤其适用于处理较高浓度的有机废气处理。

生物法:是一种利用微生物降解废气中有机污染物的

技术,其核心原理是通过微生物的代谢活动,将废气中的有机物分解为无害物质,如二氧化碳和水。适用于处理低浓度、可生物降解的有机废气。

4.3 固废处理措施

企业应按照固体废物的性质进行分类收集和暂存。一般工业废物贮存过程应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》相关规定,并满足相应防雨淋、防渗透、防扬尘等环境保护要求。危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)有关规定执行。

回收利用:对废转印纸、废包材、废边角料等一般工业固废进行回收处理,实现资源的循环利用。

安全处置:危险废物应交由有资质单位安全处置,如含有重金属的污泥,应按照危险废物的管理要求进行安全处置,可采用固化、填埋等方法。

4.4 清洁生产措施

优化印花工艺:采用先进的印花工艺和设备,提高印花效率,减少原材料和能源的消耗。如推广数码印花技术,减少制版过程中的废物产生。

使用环保材料:选用环保型染料、助剂和油墨,降低污染物的产生和排放。如使用天然染料、无甲醛助剂等。

加强生产管理:建立完善的生产管理制度,加强设备维护和员工培训,提高生产过程的管理水平,减少跑、冒、滴、漏等现象的发生。

5 结论

纺织服装印花工艺在为人们带来丰富多彩的产品的同时,也对环境产生了一定的影响。通过对印花工艺的环境影响进行分析,并采用科学合理的环境影响评价方法,能够全面了解其对环境的危害程度。在此基础上,采取有效的环境保护措施和清洁生产技术,可降低印花工艺的环境影响,实现纺织服装行业的可持续发展。未来,随着环保技术创新(如纳米材料印花、3D 打印技术)和消费者可持续意识的提升,纺织服装印花工艺将加速向低碳化、资源高效化、无毒化方向发展。通过产业链协同优化,该行业有望实现环境效益与经济效益的双赢,为全球可持续发展目标作出贡献。

参考文献

- [1] 皮阳雪,陈海生.网印及数码在T恤印花工艺中的应用[J],丝网印刷2015年第1期30-33.
- [2] 王俊丽,陈建海,李萍萍,管旭昇.织物印花工艺现状及优化策略分析[J].化纤与纺织技术,2024,02-0028-03.
- [3] 《水污染物治理工程技术导则》[S].生态环境部,HJ 2015-2012,2012.
- [4] 《大气污染物治理工程技术导则》[S].生态环境部,HJ 2000-2010,2010.