

基于 TRIZ 的不干胶标签生产工艺低碳化研究

金琳¹, 肖颖¹, 冯雨静², 周鲲鹏³

(1. 上海出版印刷高等专科学校 印刷包装工程系, 上海 200093; 2. 浙江精工量具有限公司, 浙江 金华 321000; 3. 湖北楚天传媒印务有限责任公司, 武汉 430062)

摘要: **目的** 研究不干胶标签生产工艺的低碳化, 不仅可降低产品碳足迹, 提升产品的市场竞争力, 还有助于印刷包装产业早日实现“碳达峰”和“碳中和”目标。**方法** 分析纸质酒类不干胶标签生产中的碳足迹, 首次采用 TRIZ 创新方法对标签生产过程进行基于流程的问题分析、问题模型分析、物理矛盾求解, 并挖掘不干胶标签生产过程低碳的创新解, 最后从成本、可操作性、可用性、减碳效果等方面对创新解进行评估。**结果** 通过 TRIZ 创新方法找到了不干胶标签工艺低碳优化的 3 个创新方案和 1 个最优方案。**结论** 通过调整面纸印刷工序和硅油涂布对象, 改变硅油和胶水涂布的方式, 可以减少涂布量和烘干次数, 从而实现减少生产过程碳排放的目的, 同时证明了 TRIZ 创新方法在生产工艺低碳化研究方面的有效性。

关键词: 不干胶标签; 生产工艺; 低碳化; TRIZ

中图分类号: TS801.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)17-0246-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.17.030

Low-carbon Production Process of Self-adhesive Label Based on TRIZ

JIN Lin¹, XIAO Ying¹, FENG Yu-jing², ZHOU Kun-peng³

(1. Department of Printing and Packaging Engineering, Shanghai Publishing and Printing College, Shanghai 200093, China; 2. Zhejiang East Precision Measuring Tools Co., Ltd., Zhejiang Jinhua 321000, China; 3. Hubei Chutian Media Printing Co., Ltd., Wuhan 430062, China)

ABSTRACT: The work aims to reduce the carbon footprint and improve the market competitiveness of the self-adhesive label on the production process, in order to help the printing and packaging industry to achieve "carbon peak" and "carbon neutrality" as soon as possible. Firstly, the production process and the carbon footprint of paper self-adhesive label for alcohol were analyzed. Secondly, the TRIZ innovative method was used for the first time to analyze the problem, problem model and physical contradiction of the label production process based on the process analysis, and to dig the low-carbon innovative solution of the self-adhesive label production process. Finally, the innovative solutions were evaluated from the aspects of cost, operability, availability and carbon reduction effect. Through the research, three kinds of innovative schemes and one optimal scheme for low-carbon production of self-adhesive label were obtained. The results show that the amount of coating and drying times can be reduced by adjusting the printing sequence of face paper, the object of silicone oil coating and the way of silicone oil and glue coating, so as to reduce the carbon emission in the production. At the same time, it also proves the effectiveness of the TRIZ innovative method in the research of low-carbon production process.

KEY WORDS: self-adhesive label; production process; low carbonization; TRIZ

收稿日期: 2022-12-09

基金项目: 国家新闻出版署“智能与绿色柔版印刷”重点实验室招标课题(ZBKT202204); 国家新闻出版署“智能与绿色柔版印刷”重点实验室项目(KLIGFP-01)

在 2020 年第七十五届联合国大会上, 我国向世界郑重承诺力争在 2030 年前实现“碳达峰”, 在 2060 年前实现碳中和。2022 年, 国务院发布了《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》, 在行动方案的指导下, 各行各业都紧紧围绕“碳达峰”“碳中和”目标努力奋斗^[1]。印刷产业作为国民经济的重要产业, 在实现“碳达峰”“碳中和”目标的道路上也在积极探索和努力。

标签印刷作为印刷业增长最快的细分市场, 近 5 年的增长速度保持在 8%~10%。2021 年标签需求面积为 76.72 亿 m², 预测 2026 年中国标签供给量将达到 110 亿 m²。不干胶标签用量已占标签消费总量的 50%, 成为我国最具发展前景的标签市场^[2]。不干胶标签的制作过程集合了多种印刷和印后加工工艺, 涉及多种高碳原辅材料和高能耗干燥工序。为了减少不干胶标签生产过程中的碳排放, 降低不干胶标签产品的碳足迹, 这里以市场上常见的纸质酒类不干胶标签为例, 结合 TRIZ 创新理论进行生产工艺低碳优化研究。

TRIZ 即发明问题解决理论, 主要目的是研究人类在进行发明创造、解决技术难题过程中所遵循的科学原理和法则, 其精髓是利用科学的原理和方法, 解

决具有矛盾的发明问题。相较于传统的创新方法, TRIZ 理论在解决产品和工艺问题时, 具有研究成本低、耗时短等明显优势^[3]。

1 不干胶标签生产工艺现状及问题描述

1.1 不干胶标签生产流程及碳排放边界

不干胶标签的生产过程主要由涂布、复合、印刷、印后加工等工序构成。目前, 市场上常见的纸质酒类不干胶标签生产流程如图 1 所示^[4], 其中箭头方向表示产品加工的先后顺序。

根据不干胶标签生产工艺单和生产流程, 绘制该产品的生产周期碳足迹边界图^[5], 如图 2 所示。其中, 实线箭头方向表示产品加工的先后顺序, 虚线箭头方向表示消耗原辅材料的工序, 每个工序中包含所产生的碳足迹边界。从图 2 可看出, 不干胶标签生产周期的碳足迹主要来源于各生产设备的电能, 以及纸张、胶水、光油、硅油、电化铝、印刷版材、油墨等原材料和辅材料^[6]。

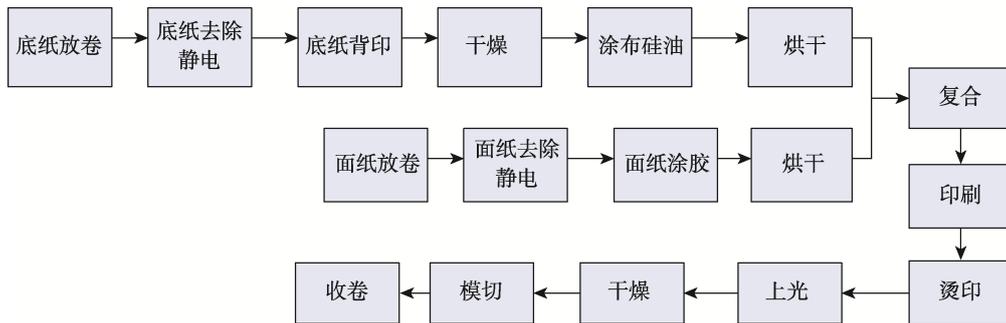


图 1 酒类不干胶标签生产流程
Fig.1 Production process chart of self-adhesive label for alcohol

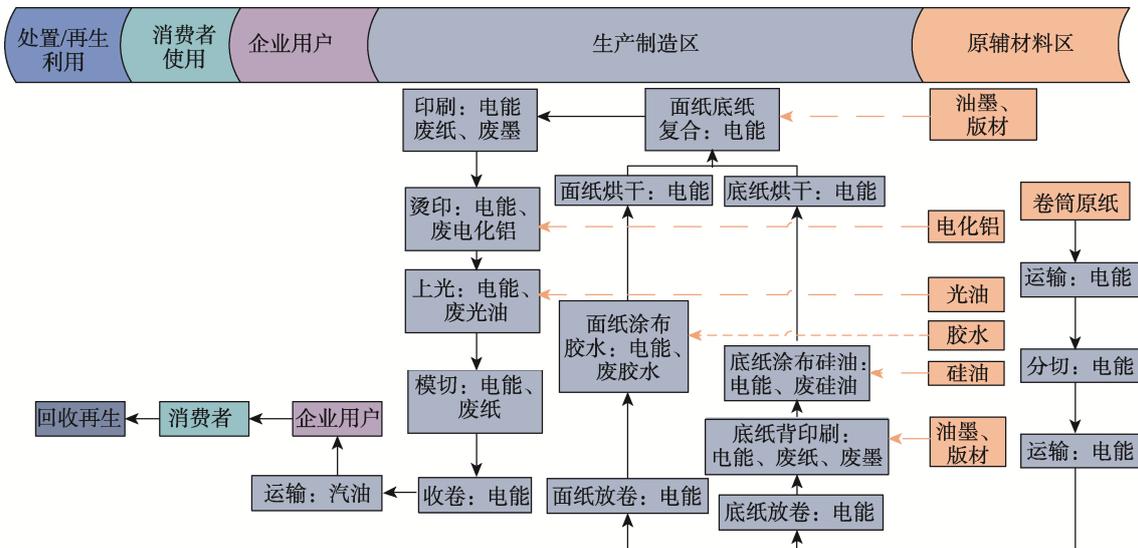


图 2 不干胶标签生产工艺碳足迹边界
Fig.2 Carbon footprint boundary chart of self-adhesive label production process

1.2 不干胶标签生产流程碳排放问题描述

由图 1—2 可知, 在不干胶标签的生产过程中, 先将底纸和面纸整面涂布胶水或硅油, 然后进行复合及后道工序加工, 最后进行模切和收卷。模切后的废边区域包含大量的废胶水和废硅油, 它们不仅导致资源的大量浪费, 增加废纸回收再生难度, 还会导致整个不干胶生产过程的碳排放和产品碳足迹过量。如何减少废边区域底纸硅油涂布量和面纸胶水涂布量问题是生产工艺低碳化研究的重难点。

2 基于 TRIZ 的不干胶标签生产工艺问题分析与求解

2.1 问题分析

不干胶标签的生产过程基于流程的方式实施, 因

此在分析不干胶标签生产过程的碳排放问题时, 需使用基于过程的功能分析对生产流程进行功能建模, 不干胶标签的生产流程如图 1 所示。

2.1.1 定义技术系统

将技术系统定义为不干胶标签生产系统, 系统的主要功能为制作不干胶标签, 系统的目标为标签, 系统组件包含底纸放卷、底纸背印、底纸涂布、底纸烘干、面纸放卷、面纸涂布、面纸烘干、复合、面纸印刷、面纸烫印、面纸上光、模切、收卷等。

2.1.2 基于过程的功能分析

根据不干胶标签的生产流程和碳足迹边界图, 对系统中的各类操作从功能类型、性能水平、碳足迹边界等方面进行功能分析, 生成不干胶标签生产系统的功能模型表, 并找到系统高碳的主要功能缺陷^[7-8]。不干胶标签生产系统的功能模型如表 1 所示。

表 1 基于过程的不干胶生产系统功能模型
Tab.1 Functional model of self-adhesive label production system based on process

操作	功能	功能分类	功能类型	性能水平	碳足迹边界
底纸放卷	打开纸卷	有用功能	条件功能	正常	电能
	转移油墨	有用功能	生产功能	正常	
底纸背印	干燥油墨	有用功能	矫正功能	正常	电能、油墨、印版、洗车水等
	产生废气	有害功能			
底纸涂布	涂布硅油	有用功能	生产功能	过量	电能, 硅油
	加热硅油	有用功能	矫正功能	不足	
涂布烘干	产生废气	有害功能			电能, 溶剂气体
面纸放卷	打开纸卷	有用功能	条件功能	正常	电能
面纸涂布	涂布胶水	有用功能	生产功能	过量	电能, 胶水
	加热胶水	有用功能	矫正功能	不足	
涂布烘干	产生废气	有害功能			电能, 溶剂气体
复合	贴合底纸和面纸	有用功能	生产功能	正常	电能
	转移油墨	有用功能	生产功能	正常	
面纸印刷	干燥油墨	有用功能	矫正功能	正常	电能、油墨、印版、洗车水等
	产生废气	有害功能			
面纸烫印	转移电化铝	有用功能	生产功能	正常	电能, 电化铝
	转移光油	有用功能	生产功能	正常	
面纸上光	干燥光油	有用功能	矫正功能	正常	电能, 光油
	产生废气	有害功能			
模切	裁切面纸	有用功能	生产功能	过量	电能
收卷	卷起标签纸	有用功能	条件功能	正常	电能, 废纸
	卷起废面纸	有用功能	条件功能	正常	

功能缺点包含有害功能、有用且过量的功能和有用但不足的功能, 通过分析系统的功能缺点, 可以理清系统中存在的碳足迹过量或不必要的生产环节^[9]。由表 1 可知, 不干胶生产系统的主要功能缺点及对应的碳足迹边界如表 2 所示。1、3 号功能缺点为硅油和胶水涂布过量, 因为不干胶标签在生产过程中会产生大量的废边, 而废边表面涂布有胶水和硅油, 因此存在过量使用硅油和胶水。2 号功能缺点为加热硅油和胶水不足, 为了克服该功能缺点, 需要大量的电能, 这虽能提升产品质量, 但也导致生产过程中碳足迹的增大。4 号功能缺点为底纸和背纸在印刷、烘干、上光过程中会产生废气, 该缺陷虽然对产品质量的影响较小, 但会产生过量的碳排放, 该缺陷产生的原因与印刷耗材的成分相关, 克服该缺陷重点在于印刷材料的改性^[10]。由此可见, 克服 1、3 号功能缺点才是技术系统得到极大改善的最佳着力点。

由相关测试可知, 某化妆品包装盒所产生的碳足迹中, 电能占总量的 36%, 纸张占总量的 28%, 胶水占总量的 25%, 光油占总量的 3%^[11]。在不干胶标签中, 硅油的主要成分为环氧树脂, 而光油的主要成分也是树脂, 2 种功能类似, 因此可以认为两者的碳排放因子接近。不干胶标签中的胶水和硅油均为整面涂布, 其涂布面积远大于化妆品包装盒中的胶水和光油的涂布面积, 因此可以认为不干胶标签生产所产生的碳足迹中胶水和硅油的占比大于 28%, 胶水和硅油成为不干胶标签碳足迹的重要来源之一。与此同时, 电能是不干胶标签生产过程中碳足迹的重要来源, 而降

表 2 不干胶标签生产流程功能缺点
Tab.2 Function shortcomings of self-adhesive label production process

序号	操作	功能缺点	对应碳足迹
1	底纸涂布	涂布硅油过量	硅油, 电能
2	涂布烘干	加热硅油和胶水不足	电能
3	面纸涂布	涂布胶水过量	胶水, 电能
4	底纸背印/涂布烘干/ 面纸印/面纸上光	产生废气	挥发性气体、电能

低电能消耗的方法一方面在于生产设备能效的改进, 另一方面在于产品生产效率的提升, 两者均不是本文的研究重点。从工艺角度看, 克服 1、3 号功能缺点对应的碳足迹重点在于减少胶水和硅油的消耗。

2.1.3 因果链分析

通过功能分析, 查找技术系统的几个主要功能缺点。为了进一步了解主要功能缺点产生的基本原因, 对系统进行了因果链分析。由功能分析可知, 1、3 号功能缺点是技术系统优化的最佳着力点, 故选择将胶水和硅油涂布过量作为系统的初始缺陷, 并对初始缺陷进行因果链分析, 其分析过程如图 3 所示。其中, AND 表示下一层次的缺陷共同作用导致上一层次对应缺陷的产生, OR 表示下一层次任一缺陷即可导致上一层对应缺陷的产生^[12]。

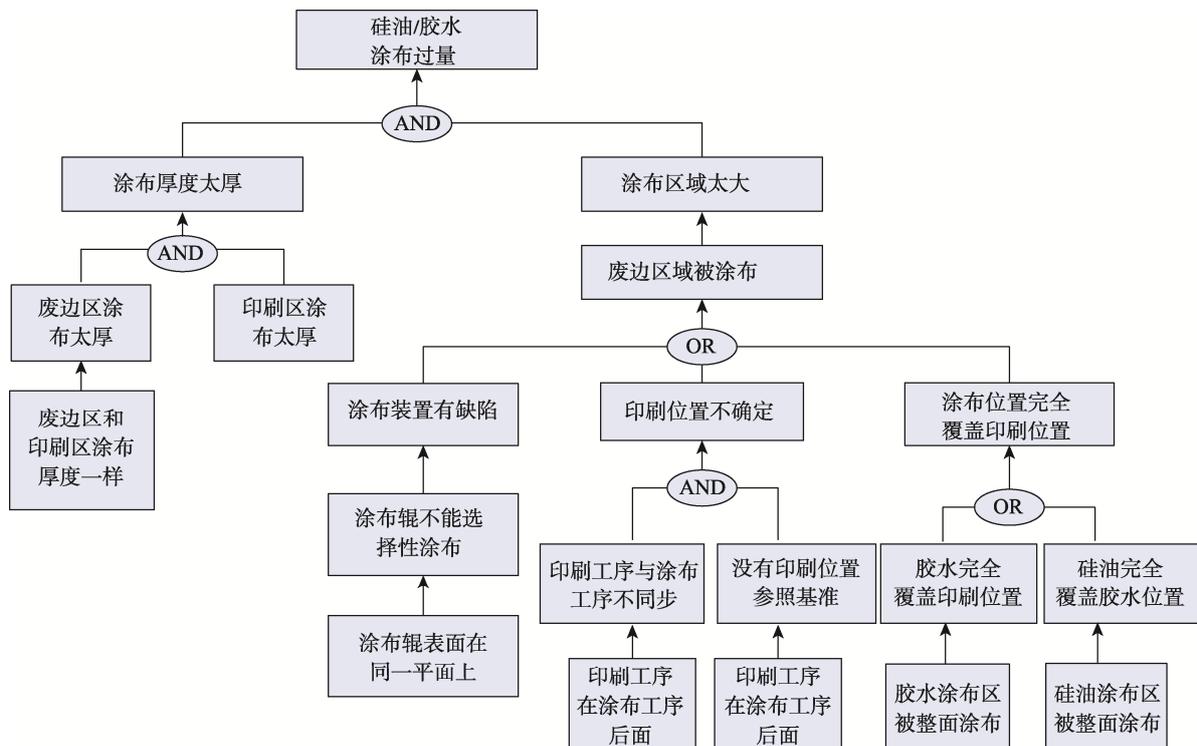


图 3 胶水/硅油涂布过量因果链分析
Fig.3 Causal chain analysis of excessive glue/silicone oil coating

2.2 问题模型分析

1) 关键缺陷问题分析。由因果链分析可知,为了解决硅油/胶水涂布过量问题,需解决废边区域被涂布的缺陷和涂布厚度太厚的缺陷。要解决废边区域被涂布的缺陷,需同时解决涂布辊不能选择性涂布、印刷位置不确定和涂布位置完全覆盖印刷位置等缺陷。针对上述4个关键缺陷进行分析,见表3。

2) 识别物理矛盾。由表3可知,在解决硅油和胶水涂布过量问题时,存在一个物理矛盾:希望涂布区域大些,有利于降低不干胶标签在后期生产过程中区域覆盖的难度,又希望涂布区域小些,可以减少硅油和胶水的涂布量,达到减少碳排放的目的。

3) 物理矛盾求解。根据表3中的物理矛盾,采用TRIZ中的矛盾分离方式和发明原理对物理矛盾进行求解,分析及求解过程见表4^[7,13]。

3 创新解评估

依据上述创新设计方法,可得出下述若干创新解,并根据设计目标、企业盈利要求和工艺改进难度情况从成本、可操作性、可用性、减碳效果等方面对创新解进行评估,并打分。评分标准:成本从高到低分别为1~3分,可操作性从复杂到简单分别为1~3分,可用性从弱到强分别为1~3分,减碳效果从较差到较好分别为1~3分。创新解的具体评估方案如表5所示^[15]。

1) 创新解1。新的不干胶标签生产流程如图4所示,将面纸印刷工序调整到面纸涂胶工序前,或与涂胶工序同步实施,同时采用传统印版对面纸进行局部涂布,减少废边区域的胶水。底纸背印工序与底纸硅油涂布工序同步实施,采用传统印版对底纸进行局部涂布,减少废边区域的硅油。将底纸背印的干燥工序和硅油涂布后的烘干工序合并,简化工序,减少能

表3 关键缺陷及问题分析
Tab.3 Analysis of critical defects and problems

序号	关键缺陷	对应的关键问题	解决思路	次生问题 (技术/物理矛盾)
1	废边区域涂布太厚	如何使废边与印刷区域涂布厚度不一致	改变涂布印版表面结构	待实施后验证
2	涂布辊不能选择性涂布	如何使涂布辊表面实现选择性转移涂料	采用印版进行涂布	待实施后验证
3	印刷位置不确定	如何使涂布之前或者涂布同时确定印刷位置	将面纸印刷工序提前,或与胶水涂布工序同步实施	待实施后验证
4	涂布位置完全覆盖印刷位置	如何让硅油涂布区域完全覆盖胶水涂布区域,胶水涂布区域完全覆盖印刷区域(或不干胶使用区域)	将硅油涂布区域略大于胶水涂布区域,胶水涂布区域略大于印刷区域(或不干胶使用区域)	涂布区域越大越有利于区域覆盖;涂布区域越小,涂料使用量越少,减碳效果越好

表4 物理矛盾求解流程
Tab.4 Process of solving physical contradictions

流程	内容	具体描述
步骤1	物理矛盾标准描述	涂布区域面积应该大,因为可以降低工艺难度,但是涂布区域面积又应该小,因为可以降低成本
步骤2	选择分离方式	时间分离 空间分离
步骤3	加入导向词	涂布区域在涂布的时候面积应该小,因为可以降低成本;在复合的时候面积应该大,因为可以降低复合时边缘遮盖的难度 涂布的区域在水平方向上要大,可以降低复合时遮盖印刷区域的难度,涂布的区域在垂直方向上要小,可以减少材料,减少碳排放
步骤4	查找发明原理	9.预先反作用, 10.预先作用, 11.事先防范, 1.分割, 2.抽取, 3.局部质量, 7.嵌套, 15.动态化, 34.抛弃与再生 ^[14] 4.非对称, 17.一维变多维 ^[14]
步骤5	选择合适的发明原理	11.事先防范 1.分割
步骤6	查找解决方案	为了降低复合时的遮盖难度,采用事先防范原理,将底纸上的硅油涂布工序转移到面纸上,即对面纸底部局部涂胶,干燥后再对面纸进行局部涂硅油,遮盖胶水,然后将底纸和面纸进行热压复合 采用分割原理,对硅油和胶水涂布区域进行分割,由原来的均匀单层涂布区分割成块状多层的涂布区

表 5 创新解评估
Tab.5 Evaluation of innovative solutions

序号	创新解	成本	可操作性	可用性评估	减碳效果	总体评价/分	原因
方案 1	将面纸和底纸印刷与涂布工序同步实施, 同时采用实地印版进行局部涂布	较低 (3 分)	简单 (3 分)	一般 (2 分)	一般 (2 分)	10	将印刷和涂胶工序同步实施, 可以减少干燥次数、节约成本; 使用实地印版进行局部涂布, 操作简单, 可以减少废边区域的涂布量, 减少高碳原材料的使用
方案 2	将面纸和底纸印刷与涂布工序同步实施, 同时采用网点或线条凹版进行局部涂布	一般 (2 分)	一般 (2 分)	一般 (2 分)	较好 (3 分)	9	使用线条凹版进行局部涂胶和硅油, 不仅可消除废边区域的涂布量, 还可减少图文区和边缘区域的涂布量, 减碳效果较好
方案 3	将面纸印刷工序与涂胶工序同步实施, 将硅油直接涂布到涂胶对应位置进行遮盖, 同时采用网点或线条凹版进行局部涂布	一般 (2 分)	简单 (3 分)	强 (3 分)	较好 (3 分)	11	将硅油直接涂布到涂胶对应位置进行遮盖, 降低了复合操作难度。使用线条凹版进行局部涂布, 消除废边区域的涂布量, 减少图文区和边缘区域的涂布量, 减碳效果较好。方案 3 相较于初始流程改动较小, 因此可用性更强

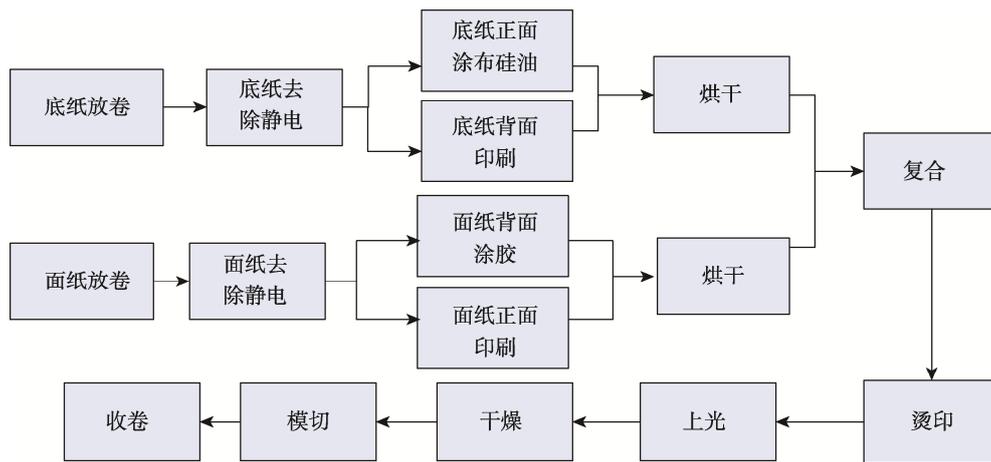
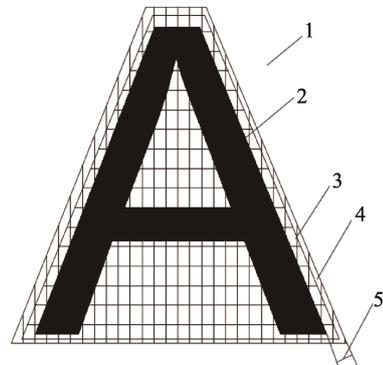


图 4 优化后的不干胶标签生产流程 I
Fig.4 Optimized self-adhesive label production process I

源消耗。烘干后使用复合装置, 将底纸和面纸的涂布区域进行套准复合, 然后进行后续工序。

2) 创新解 2。在如图 4 所示的生产流程基础上, 对传统硅油/胶水涂布印版的表面图文进行改进, 将不干胶标签使用区对应的实地胶水覆盖区和硅油覆盖区分割成块状的涂布区域, 如图 5 所示。胶水涂布覆盖区的面积略大于不干胶标签使用区域, 硅油涂布覆盖区域的面积略大于不干胶标签使用区域, 胶水和硅油涂布采用均匀分布的线条或网点代替实地涂布。

3) 创新解 3。新的不干胶标签生产流程如图 6 所示, 将面纸印刷工序调整到面纸涂胶工序前, 或与涂胶工序同步实施, 涂胶方式采用创新解 2 中的印版进行局部涂布, 消除了废边区域的胶水。涂胶后, 在其表面对应位置采用创新解 2 中的印版对面纸涂布硅油, 在硅油干燥后, 将面纸与底纸热压复合, 然后进行后续相关工序。



1. 废边区域 (网格线外侧空白区) 2. 不干胶标签使用区 (印刷区)
3. 胶水涂布覆盖区 (横纹区域) 4. 硅油涂布覆盖区 (竖纹区域)
5. 边缘覆盖区 (使用区外侧与涂布区重合的部分)

图 5 印版上不干胶标签使用区域与涂布区域的关系

Fig.5 Relationship between the using area and the coating area on the self-adhesive label plate

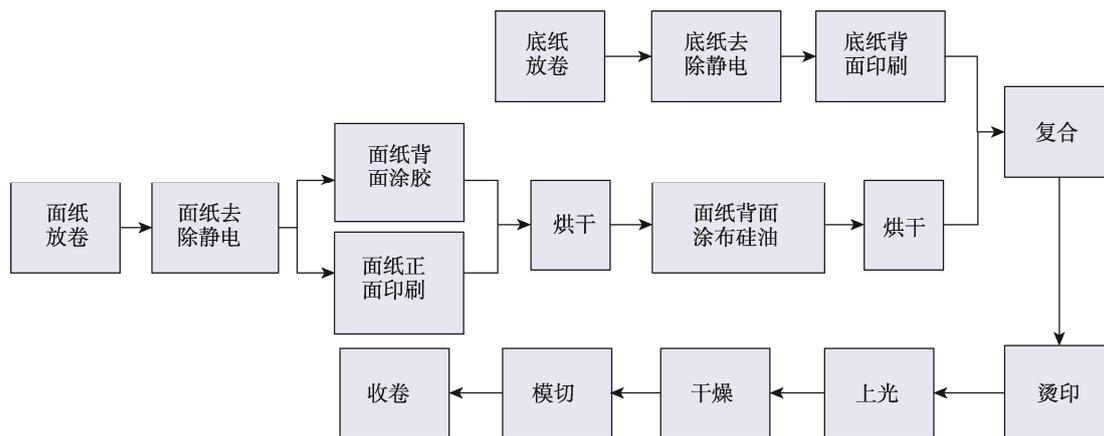


图6 优化后的不干胶标签生产流程II

Fig.6 Optimized self-adhesive label production process II

通过对上述创新解进行评估可知，从成本角度看，方案1的成本最低；从可操作性角度看，方案1和方案3操作简单；从可用性角度看，方案3较好；从减碳效果角度看，方案2和方案3都较好；从总体评价看，方案3的得分最高。综合上述评价可知，方案3为最优解。

4 结语

将TRIZ创新方法应用于不干胶标签生产工艺的低碳化研究，得到了降低不干胶标签生产过程中的碳排放的多个改进方案和最优解。通过评估发现，在原工艺流程的基础上，将面纸印刷工序提前到与涂胶工序同步实施，同时将硅油直接涂布到面纸涂胶区域进行遮盖，在涂胶和硅油过程中均采用网点或线条凹版进行局部涂布为最佳方案。该方案对原方案改动较小，同时消除了不干胶废边区域胶水和硅油的涂布量，减少了图文区和边缘覆盖区的涂布量，达到了减少碳排放的目的，从可操作性、可用性和减碳效果角度看均优于其他方案。考虑到不干胶标签的生产工序繁杂，需要对生产设备进行大改动，不干胶标签的降碳研究不会毕其功于一役，后期将根据改造后的工艺和设备对最优解减碳效果进行实验验证。从理论角度看，TRIZ创新方法为不干胶标签生产工艺低碳化改进提供了新的设计思路，同时也验证了TRIZ在工艺低碳化改进方面的有效性。

参考文献：

- [1] 白静. 强化科技创新支撑, 实现碳达峰目标—解读《科技支撑碳达峰碳中和实施方案(2022—2030年)》[J]. 中国科技产业, 22(9): 22-23.
BAI Jing. To Strengthen the Support for Scientific and Technological Innovation, and Strive to Achieve the

Carbon Peak Target- Interpretation of Implementation Plan for Technology Enabling Carbon Peaking and Carbon Neutrality (2022-2030)[J]. Science & Technology Industry of China, 2022(9): 22-23.

- [2] 陈斌. 2021中国柔性版印刷发展报告[M]. 北京: 文化发展出版社, 2021: 72-82.

CHEN Bin. Development Report of China Flexographic Printing 2021[M]. Beijing: Cultural Development Press, 2021: 72-82.

- [3] 丁志康, 金琳, 周鲲鹏, 等. 基于ARIZ的凹印机干燥箱节能创新设计研究[J]. 出版印刷, 2018(1): 50-56.

DING Zhi-kang, JIN Lin, ZHOU Kun-peng, et al. Research on Energy Saving Innovative Design of Gravure Drying Oven Based on ARIZ[J]. Publishing & Printing, 2018(1): 50-56.

- [4] 傅强. 不干胶标签印刷案例[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2014: 10-20.

FU Qiang. Self-Adhesive Label Printing Case[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2014: 10-20.

- [5] PAS 2050:2008, Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services[S].

- [6] 朱永双, 王利婕, 刘霞. 商业宣传册印刷品碳足迹计算方法[J]. 包装工程, 2016, 37(9): 165-170.

ZHU Yong-shuang, WANG Li-jie, LIU Xia. Methodology Analysis on Carbon Footprint Calculation for Commercial Brochures[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(9): 165-170.

- [7] 孙永伟, SIMON L, VLADIMIR G. TRIZ打开创新之门的金钥匙II[M]. 北京: 科学出版社, 2020: 2-13.

SUN Yong-wei, SIMON L, VLADIMIR G. TRIZ—The

- Golden Key to Innovation II[M]. Beijing: Science Press, 2020: 2-13.
- [8] ISO 16759:2013, Graphic Technology-Quantification and Communication for Calculating the Carbon Footprint of Print media Products[S].
- [9] 金琳,周淑宝,肖颖,等. 基于TRIZ的凹印机热交换器节能研究[J]. 包装工程, 2017, 38(19): 194-198.
JIN Lin, ZHOU Shu-bao, XIAO Ying. Energy Saving of Gravure Press's Heat Exchanger Based on TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(19): 194-198.
- [10] ARAN H, ATHIMA K, TANAPORN K. A New Environmental Performance Index Based on Carbon Footprint, VOC Emissions, and Waste in Printing House[J]. Engineering Reports, 2020(2): 1-12.
- [11] 肖颖,金琳,刘骏,等. 基于生产周期的包装印刷品碳足迹测算方法研究[J]. 包装工程, 2023, 44(1): 265-271.
XIAO Ying, JIN Lin, LIU Jun, et al. Carbon Footprint Measurement Method of Packaging and Printing Products Based on Production Cycle[J]. Packaging Engineering, 2023, 44(1): 265-271.
- [12] 谢尔盖·伊克万科. TRIZ的艺术, 发明问题解决理论[M]. 秦皇岛: 燕山大学出版社, 2020: 50-57.
- SERGEI Ikovenko. TRIZ Art, Invented Problem Solving Theory[M]. Qinhuangdao: Yanshang University Press, 2020: 50-57.
- [13] 芮智强,郭甜甜. 基于ARIZ行李自助存取装置设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(4): 173-177.
GUO Zhi-qiang, GUO Tian-tian. Design of Baggage Self-service Access Device Based on ARIZ[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(4): 173-177.
- [14] 李艳,施向东. 基于TRIZ理论的印刷装备创新设计案例[M]. 北京: 文化发展出版社, 2017: 50-65.
LI Yan, SHI Xiang-dong. Innovative Design Cases of Printing Equipment Based on TRIZ[M]. Beijing: Cultural Development Press, 2017: 50-65.
- [15] 韩宏伟. 基于ARIZ方法提升光伏板隐裂现场检测暗室遮光性能的分析[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2020(4): 142-149.
HAN Hong-wei. Analysis and Research on Improving the Shading Performance of Photovoltaic Panel in-Situ Detection Darkroom Based on ARIZ Method[J]. Journal Chongqing University of Technology(Natural Science), 2020(4): 142-149.

责任编辑: 彭颀