

冰花锤纹特殊印刷工艺及 BOBST 加装 UV 固化系统改造

贾环¹, 何邦贵¹, 夏家良²

(1.昆明理工大学, 昆明 650504; 2.云南九九彩印有限公司, 昆明 650231)

摘要: **目的** 改进冰花锤纹的印刷工艺, 提高云龙烟标印刷效率, 并为 BOBST 印刷设备加装 UV 固化系统。**方法** 基于计算机辅助设计和实验验证的思想, 改造设计凹版印刷设备, 并将改进结果与“胶印+丝印”工艺做对比分析。**结果** 得到了可用于生产的凹版印刷设备, 确定冰花锤纹凹版印刷速度为 130 m/min, 将云龙烟标的印刷速度提高了约 6 倍。**结论** 成功解决了冰花锤纹印刷工序繁复、生产过程离散、生产效率低的问题, 并开发出有凹版印刷设备的发展潜力。

关键词: 冰花锤纹; 工艺改进; 改造设计; 计算机辅助设计

中图分类号: TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)23-0225-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.23.032

Special Printing Process of Ice Flower Hammer Pattern and Retrofit of BOBST with UV Curing System

JIA Huan¹, HE Bang-gui¹, XIA Jia-liang²

(1.Kunming University of Science and Technology, Kunming 650504, China;

2.Yunnan Jiujiu Color Printing Co., Ltd., Kunming 650231, China)

ABSTRACT: The work aims to improve the printing process of ice flower hammer pattern, increase the printing efficiency of Yun-long cigarette label and install UV curing system for BOBST printing equipment. Based on the computer aided design and experimental verification, the gravure printing equipment was reformed and designed, and the improved results were compared with the "offset printing + screen printing" for analysis. The gravure printing equipment available for production was obtained and the printing speed of ice flower hammer pattern was determined to be 130 m/min, which increased the printing speed of Yun-long cigarette label by about 6 times. The problems such as complicated process, discrete production process and low production efficiency of ice flower hammer pattern printing are solved successfully, and the development potential of existing gravure printing equipment is explored.

KEY WORDS: ice flower hammer pattern; technological improvement; reform and design; computer aided design

烟标是香烟制品的商标, 俗称烟盒, 是世界四大平面印刷收藏品之一^[1]。在日常生活中, 烟标在香烟的保护和基本信息的传递上有着重要作用。随着人们生活水平的提升, 烟标外观的新颖性与独特性要求也进一步提高, 以适应多元化的现代生活。为达到更好

的装饰效果, 在普通印刷的基础上^[2], 还要用特种油墨^[3]做一些特殊效果, 冰花锤纹就是其中一种。冰花锤纹一般采用丝网印刷, 印刷速度^[4]较低。若要提高印刷效率, 可通过增加印刷设备的方式, 但这种方式将增加印刷经济投入, 因此探讨用凹版印刷代替丝网

收稿日期: 2021-04-15

基金项目: 云南省科技计划 (2018DC020)

作者简介: 贾环 (1994—), 男, 昆明理工大学硕士生, 主攻数字化设计与制造, 机械设计及理论。

通信作者: 何邦贵 (1963—), 男, 昆明理工大学教授、硕导, 主要研究方向为机械创新设计与制造、包装材料与工艺。

印刷的方式,对冰花锤纹印刷工艺进行改进,以期提高冰花锤纹的印刷效率。

1 云龙烟标产品分析

某厂云龙烟标采用了冰花锤纹特殊效果印刷,该烟标的“胶印+丝印”的产品图,见图1。该烟标的印刷工艺包括色墨印刷、UV上光、UV冰花锤纹印刷、烫金和赋码等。其中色墨印刷共包括6个色组:白色底面、古铜小龙和底纹、咖啡色文字、黄色腰带、黑色条码与编号以及砖红色图文。UV上光印刷位于色墨印刷之后,UV冰花锤纹印刷之前,随后进行烫金和赋码操作。



图1 云龙烟标“胶印+丝印”产品

Fig.1 Yun-long cigarette label by "offset printing+screen printing"

云龙烟标的“胶印+丝印”印刷工艺流程:第1遍胶印、第2遍胶印、烫金、丝印^[5]、赋码、压凸/模切、检验/收码和装箱。这一生产工艺虽能进行正常生产,但是在该印刷方式中,色墨印刷部分在胶印机上进行,UV冰花锤纹印刷由丝印机完成。因胶印速度较低,现有的印刷工艺太过烦琐,使得烟标的生产效率下降,不利于大批量生产。“胶印+丝印”组合印刷工艺生产流程见图2。

目前市场上常见的丝网印刷机与凹印机相比,在印刷速度上具有先天的劣势^[6-7]。为提高冰花锤纹的印刷速度,进而提高烟标印刷的生产效率和合格率,拟提出一项工艺改进方案——“凹印+UV”工艺来代替烟标现印刷工艺。新的改进工艺——“凹印+UV”指色墨印刷、UV光油印刷、冰花油墨印刷直接在凹版印刷^[8]机上一次完成,随后将印品转入印后工序进行生产,即新的生产工艺:凹印、烫金、压凸/模切、检验/收码和装箱。“凹印+UV”组合印刷工艺生产流程见图3。

2 冰花锤纹印刷

冰花锤纹^[9],其成品呈现出晶莹剔透、疏密有致的图案,犹如冬天玻璃上的冰花,在光照条件下闪闪发亮、熠熠生辉,将其应用于商品包装,则更显得新颖别致、富丽华贵^[10]。云烟烟标表面的冰花锤纹效果见图4。

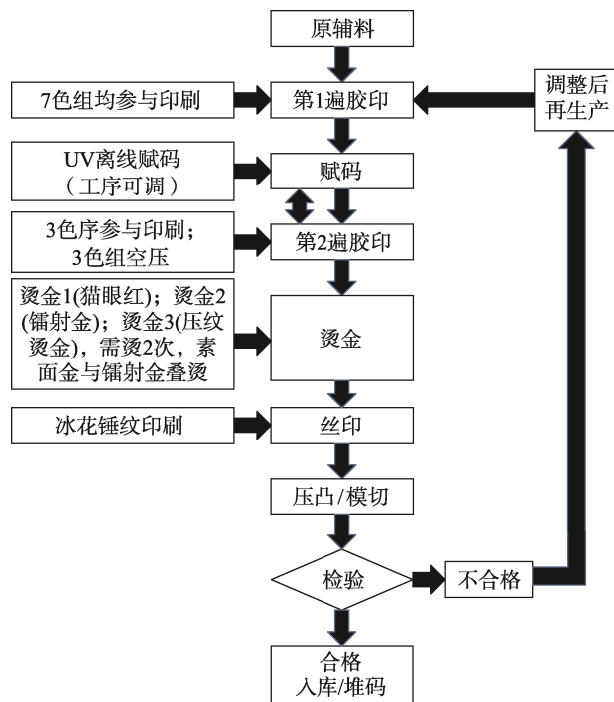


图2 “胶印+丝印”组合印刷工艺生产流程
Fig.2 Production flow of combined "offset printing+screen printing" process

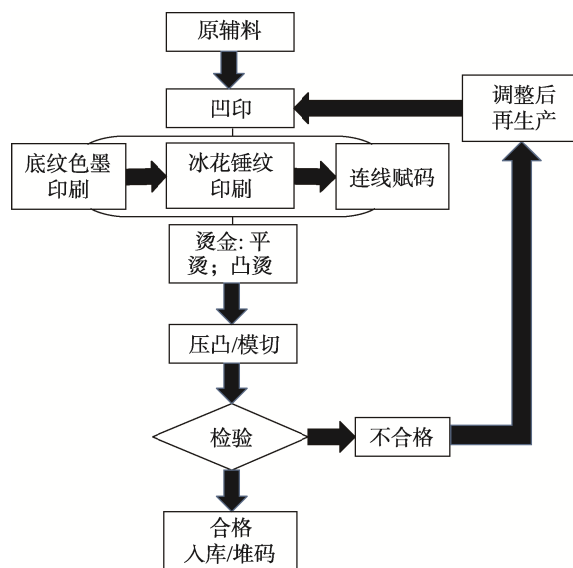


图3 “凹印+UV”组合印刷工艺生产流程
Fig.3 Production flow of combined "gravure+UV" printing process

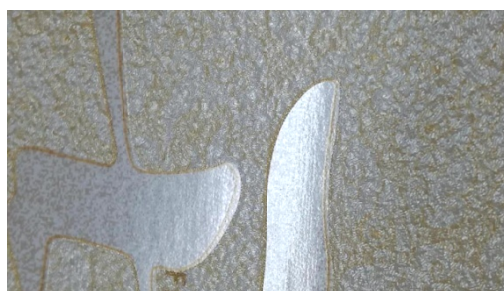


图4 冰花锤纹样品

Fig.4 Sample of ice flower hammer pattern

因为冰花锤纹的印刷要经过油墨表面引爆和光固化 2 个过程^[11]，所以冰花锤纹的印刷 UV 油墨、UV 引爆灯和 UV 固化灯是关键。其中，UV 油墨 UV 引爆与固化灯功率要匹配，且 UV 油墨的引爆与固化时间也要在一定范围内。

冰花锤纹丝网印刷过程见图 5，先由丝网印刷设备将 UV 冰点油墨转移到承印物上后，随后带有 UV 冰点油墨的纸张在传送带的带动下进入 UV 引爆灯箱，引爆灯箱中 UV 引爆灯使纸张上的冰点油墨引爆起皱，经一定时间收缩稳定后，引爆后的 UV 冰点油墨进入 UV 固化灯箱，UV 固化灯将引爆后的冰点油墨固化干燥，完成冰花锤纹的印刷。

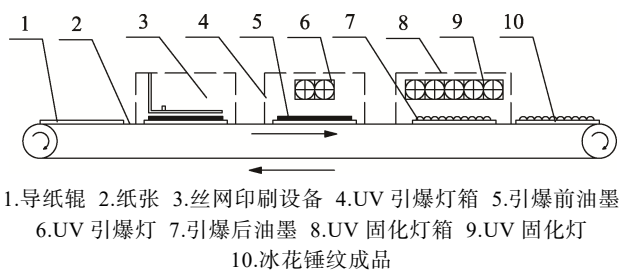


图 5 冰花锤纹丝网印刷

Fig.5 Screen printing of ice flower hammer pattern

云龙烟标现有的冰花锤纹的印刷效率太低，现拟将云龙烟标冰花锤纹的印刷方式改为凹版印刷，供纸方式亦改为连卷供纸。冰花锤纹凹版印刷过程见图 6，先由凹版印刷设备将 UV 冰点油墨转移到承印物上后，随后带有 UV 冰点油墨的纸张在牵引力的作用下进入 UV 引爆灯箱，引爆灯箱中 UV 引爆灯使纸张上的冰点油墨引爆起皱，经一定时间收缩稳定后，引爆后的 UV 冰点油墨进入 UV 固化灯箱，UV 固化灯将引爆后的冰点油墨固化干燥，完成冰花锤纹的印刷。

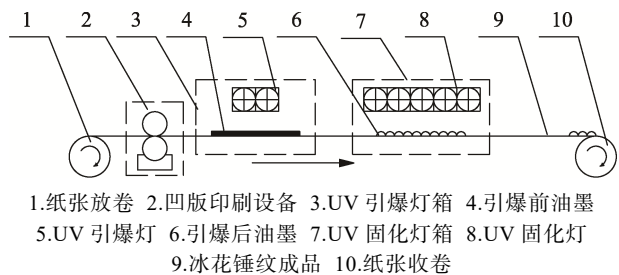


图 6 冰花锤纹凹版印刷

Fig.6 Gravure printing of ice flower hammer pattern

3 设备改造方案

3.1 可行性分析

要实现云龙烟标“胶印+丝印”转“凹印+UV”的工艺改进，需要相应的印刷设备进行配合，现对凹印车间及相关设备进行现场调研测量。该厂的凹印车间位

于 1 楼，BOBST LEMANIC 820 凹印机组位于该车间内。文中主要研究的凹印机组的改造只是集中在 1 楼凹印车间，所以不予考虑其他楼层及车间的场地使用情况，调研测量的数据也主要是集中于 1 楼凹印车间场地基建^[12]及凹印与 UV 印刷设备的相关尺寸。见图 7，1 楼凹印车间层高为 9.8 m，现车间中只有 BOBST LEMANIC 820 一套凹印机组，该凹印机组的高度为 3.3 m，长度为 30.6 m，宽为 5 m，共包含 8 个印刷色组，各印刷色组的间隙尺寸：上部区域宽度为 0.3 m，中间区域最宽部分为 0.45 m，下部区域宽度为 0.95 m，还包括卷纸收放装置各 1 组、接纸单元、储纸单元和张力控制及导向单元，只能进行普通的色墨印刷，不具备直接进行 UV 油墨印刷的功能。

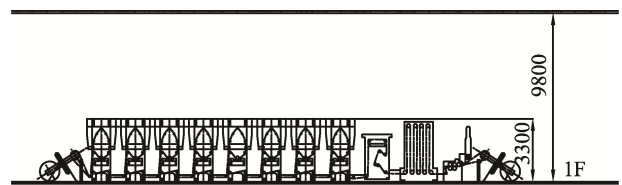


图 7 凹印车间层高及 BOBST LEMANIC 820 凹印机组高度

Fig.7 Height of gravure workshop and BOBST LEMANIC 820 gravure printing unit

结合前文云龙烟标的产品分析，该烟标的印刷工艺改进部分共包含 8 个印刷色序，即色墨印刷、上光及 UV 冰点印刷都需要印刷设备将油墨转移到承印物上，所以用于印刷工艺改进^[13]的凹版印刷设备需至少包含 8 个印刷色组，才可满足云龙烟标的工艺改进要求。

BOBST LEMANIC 820 凹印机组印刷色组数满足印刷工艺改造的，但暂不具备 UV 固化及冰花锤纹印刷功能。如图 7 所示，BOBST LEMANIC 820 一套凹印机组上方还有大量可用空间，因此，决定对该设备进行改造，为工艺改进提供设备支持。

在印刷设备改进前，需对凹版及冰花锤纹印刷设备进行可行性分析。在该设备加装改造方案中，印刷速度是核心。只有 2 种印刷装置具有相同的速度范围，改装后的印刷设备才能进行印刷操作。在该设备改造中，包括凹版印刷、UV 上光印刷及冰花锤纹印刷。印刷设备速度范围见表 1。

表 1 印刷设备速度范围
Tab.1 Speed range of printing equipment

项目	印刷速度范围
BOBST LEMANIC 820 凹印机组	100~160 m/min
UV 冰点印刷设备	可随 UV 灯数量调整
UV 上光印刷设备	可随 UV 灯数量调整

如表1所示,改装后的印刷设备可以在100~160 m/min的速度范围内进行试机实验,但是否具备印品生产能力,还需进行实验验证。

3.2 设备改造方案具体构成

在设备改造方案中,改造后的BOBST LEMANIC 820凹印机组在原有的色墨印刷基础上,增加了UV上光及冰花锤纹印刷功能。即在BOBST LEMANIC 820凹印机组上增加了2套UV固化灯箱和一套UV引爆灯箱。为确定加装设备安装位置,现对加装设备尺寸进行统计,设备尺寸见表2。

由文中云龙烟标的产品分析可知,UV上光和冰花锤纹印刷是在色墨印刷完成后进行,结合表2及凹印车间尺寸和凹印机组尺寸,拟将UV引爆与固化灯箱及赋码设备安装于印刷机组后边2个印刷色组上方或凹印机组组间间隙中。考虑到UV灯箱安装的稳定性,最终决定将UV引爆及固化灯箱和安装于7号和8号印刷色组上方。为印刷设备改造二维模拟见图8,印刷设备改造三维模拟见图9。

云龙烟标在改造后的BOBST LEMANIC 820凹印机组上进行试机印刷时,其走纸方式见图8。因前6个色组走纸方式相同,故2—5色组走纸方式略去。

其印刷步骤:纸张由双工位送纸机构释放,先后经过换纸机构、储纸机构、张力控制及导向机构、前6个色组完成色墨印刷,之后用于印刷UV上光油墨的第7色组及加装UV固化灯箱完成UV上光印刷,随后进入用于印刷UV冰点油墨的第8色组进行UV冰点印刷,最后由双工位收纸机构对半成品进行收卷,完成现有阶段的烟标印刷任务,转入烫印、模切、检验和装箱等工序。

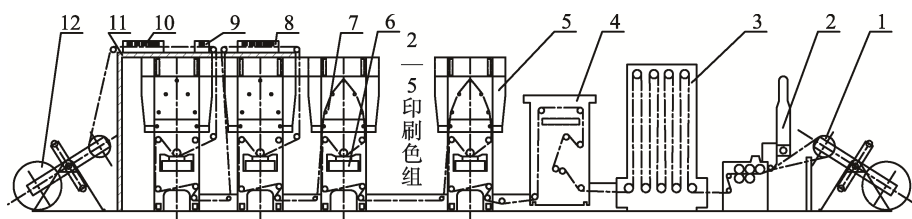
改造后的印刷机组主要由3个单元及1个支撑架组成,分别为色墨印刷单元、UV上光单元、UV冰点印刷单元和设备支撑架。

1) 色墨印刷单元。该部分为BOBST LEMANIC 820凹印机组的前6个印刷色组,用于印刷云龙烟标的图文部分,替代了原有“胶印+丝印”印刷工艺中的2遍胶版印刷部分。该部分不需进行设备改造,只需对6个底纹色墨印刷色组的色序进行安排即可,通过对云龙烟标的分析,最终确定其印刷色序^[14]为黄、白、古铜、专红、黑和咖啡。

2) UV上光单元。UV上光单元的功能是完成烟标的上光印刷操作,包括第7色组、1号UV固化灯箱和3个辅助导纸辊,见图10。与色墨印刷单元不同,纸张在承印UV上光油墨后不再进入第7印刷色

表2 设备尺寸
Tab.2 Equipment dimension

设备类别	长(走纸方向)/m	宽/m	高/m
UV固化灯组	1	1.57	0.22
UV引爆灯组	0.33	1.57	0.22



1.双工位送纸机构 2.换纸机构 3.储纸机构 4.张力控制及导向机构 5.印刷色组 6.印刷单元 7.烘干单元 8.第1 UV固化灯箱
9.第1 UV引爆灯箱 10.第2 UV固化灯箱 11.固定桁架 12.双工位收纸机构

图8 印刷设备改造二维模拟

Fig.8 Two-dimensional simulation diagram of printing equipment transformation

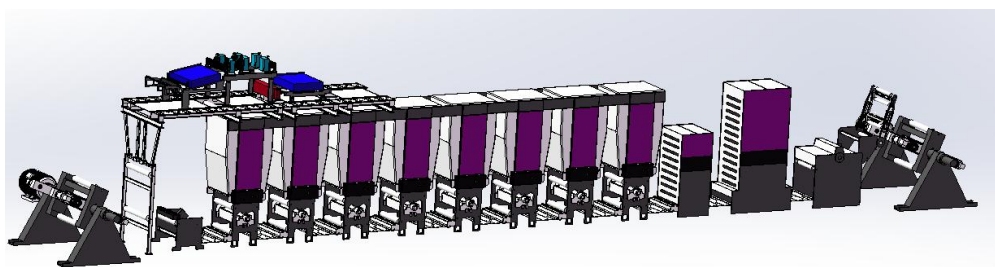


图9 印刷设备改造三维模拟

Fig.9 Three-dimensional simulation diagram of printing equipment transformation

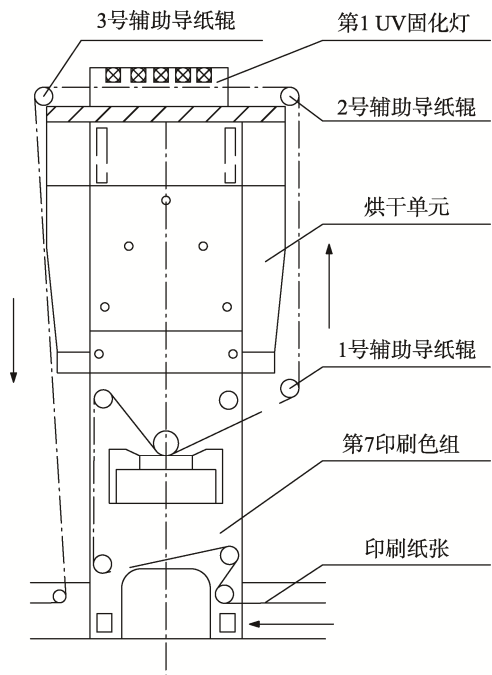


图 10 UV 上光单元
Fig.10 UV glazing unit

组原有烘箱进行物理烘干，而是直接由 1 号辅助导纸辊导向设备外部，2 号导纸辊将纸张导入第 1 UV 固化灯箱进行干燥固化，随后由 3 号辅助导纸辊将纸张导入印刷设备内部，进入第 8 印刷色组。2 号和 3 号辅助导纸辊除导向功能外，还有定位功能，使两导纸辊中间的纸张与第 1 UV 固化灯箱保持平行，并保障 UV 灯管与纸张之间的距离适中。如果距离过小，则易因 UV 灯管表面温度过高而导致纸张变形；如果距离过大，则纸张接收到的紫外光辐射能量就会减少，导致纸张表面发黏。一般情况下，UV 灯管与纸张之间的距离应根据纸张、UV 油墨（或 UV 光油）、UV 灯管功率做出适当的调整，最佳距离应为 10~15 cm^[15]。最终，确定 UV 灯管与纸张之间的距离为 10 cm。

冰花锤纹印刷单元。该单元的功能是进行 UV 冰点印刷，包括第 8 色组、UV 引爆灯、第 2 UV 固化灯及 3 个辅助导纸辊，见图 11。与 UV 上光单元走纸方式类似，纸张在承印 UV 冰点油墨后直接由 4 号辅助导纸辊导向设备外部，5 号导纸辊将纸张导入 UV 引爆灯箱，UV 油墨经引爆后经短暂冷却进入 UV 固化灯箱，UV 固化灯将引爆后的 UV 冰花油墨固化。最后，由 6 号辅助导纸辊将纸张导向双工位收纸单元进行纸张收卷。其中，5 号、6 号辅助导纸辊和 2 号、3 号辅助导纸辊的作用一致，都具有定位和导向功能，且与 UV 上光印刷一致，用于冰花锤纹印刷的 UV 灯管与纸张之间的距离为 10 cm。

4) 设备支撑架。设备支撑架主要制作材料^[16]是工字钢与钢板，通过焊接或螺栓固定的方式制作而成。该支撑架一端直接利用地螺栓固定，另一端搭

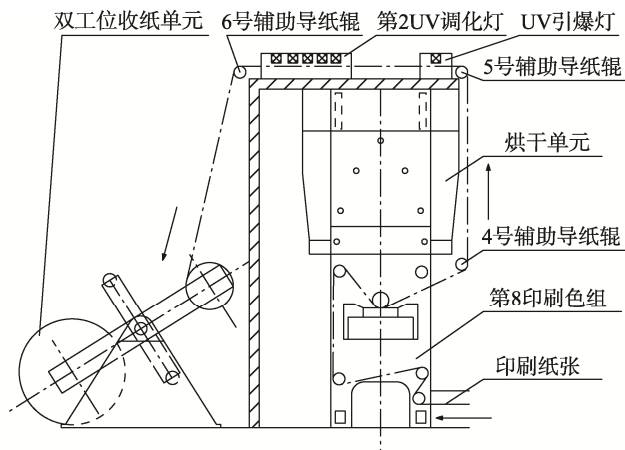


图 11 冰花锤纹印刷单元
Fig.11 Ice flower hammer pattern printing unit

在凹版印刷机组上。其主要作用是安装固定加装的 UV 引爆与固化灯箱和在线赋码设备，并为印刷设备的检查和维护提供安全便利的空间位置。

4 试机实验及结果分析

设备改造完成后，就冰花锤纹印刷工艺改进的可行性进行试机实验。实验所用纸张为 230 g/m²×550 mm 的介质转移冰点纸，油墨为凌润冰点油墨。冰花锤纹印刷的核心有 2 点：UV 油墨的引爆与固化时间；UV 引爆与固化灯的功率和波长。

在此次实验中，选用的 UV 引爆灯、UV 固化灯和冰点油墨与原丝网印刷相同，因此 UV 引爆与固化灯的功率借鉴于原印刷工艺。UV 引爆与固化灯的数量、光照波长、额定功率和功率百分比见表 3。

表 3 UV 灯参数
Tab.3 Parameters of UV lamp

项目	数量	光照波长/ nm	额定功率/ kW	功率百分 比/%
UV 引爆灯	1	380	0.6	80
UV 固化灯	3	380	10	80

在 UV 引爆与固化灯的功率和波长确定的基础上，现对引爆与固化时间进行调整。在冰花锤纹印刷中，UV 油墨的引爆与固化时间由油墨在 UV 灯下的曝光距离和印刷速度决定。

油墨的曝光距离已固定，印刷速度作为变量，现将 100~160 m/min 以 10 m/min 为间隔分 7 个实验组。实验完成后，用与标准样张对比的方式，按百分制分别对不同速度下试机样品的引爆效果（纹路效果 50 分、冰花状态 50 分）与固化效果（固化质量 60 分、墨层颜色 40 分）进行评分，并按引爆和固化效果各占 50% 得出综合效果分数，评分结果见表 4。样张见图 12—13。

表4 冰花锤纹印刷效果测评
Tab.4 Evaluation of printing effect of ice flower hammer pattern

测评类别	印刷速度/(m·min ⁻¹)							测评均值
	100	110	120	130	140	150	160	
引爆效果	65	66	68	81	76	76	73	72.1
固化效果	65	67	72	76	75	65	59	68.4
综合效果	65	66.5	70	78.5	75.5	70.5	66	70.3



图12 标准样张
Fig.12 Standard proofs



图13 试机样张
Fig.13 Test machine proofs

将表4可视化得到图14。如图14所示，随着印刷速度加快，冰花锤纹引爆、固化和综合感官效果均呈上升趋势，并都在130 m/min时达到峰值，随后随着速度的增加都呈下降趋势，且固化效果最为明显。因在130 m/min时印品的3种感官测评都处在峰值，所以选取130 m/min的印刷速度下的印品与标准样张进行对比，达到技术中心要求，因此，冰花锤纹印刷对的“凹印+UV”的印刷改进工艺可行。

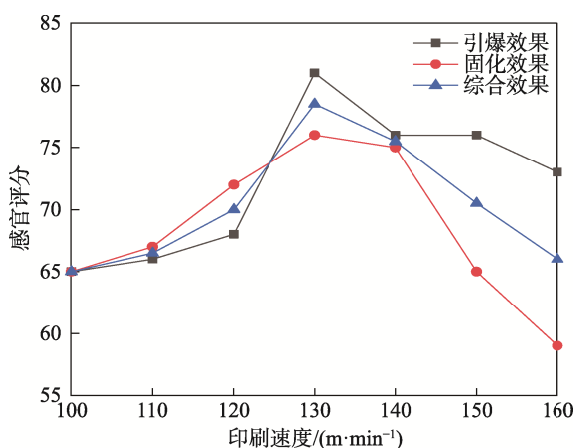


图14 不同速度下冰花锤纹印刷效果测评
Fig.14 Evaluation of printing effect of ice flower hammer pattern at different speed

结合图2和图3，对印刷工艺改进前后各印刷工序的印刷速度做对比分析，见表5。在“凹印+UV”印刷工艺中，冰花锤纹印刷速度为130 m/min时可达到

最佳印刷效果，因凹版印刷印版周长为485 mm，所以冰花锤纹的凹版印刷速度为16 000张/h。

表5 印刷速度对比分析
Tab.5 Comparative analysis of printing speed

印刷工序	速度/(张·h ⁻¹)
	胶印+丝印
胶印1道	8000
胶印2道	8000
丝印	2300
赋码	2500
烫金	4000
模切	6000
凹印	16 000
赋码	2500
烫金	4000
模切	6000

如表5所示，在“胶印+丝印”中，因丝网印刷速度低于胶印，为防止造成纸张堆积，所以用3台丝印设备进行丝网印刷。因胶印速度为8000张/h，且需要进行2次印刷，而丝网印刷要在2道胶印工序结束后进行，所以在该印刷工艺中，8000张印品完成色墨及冰花锤纹印刷需要3 h，折合约2667张/h。“凹印+UV”完成相同效果印品的印刷速度为16 000

张/h,即印刷工艺改进后,云龙烟标的印刷速度提高了约6倍。

5 结语

在分析冰花锤纹现有印刷工艺特点的基础上,结合烟标生产的实际工作需求,对冰花锤纹印刷工艺进行改进,并以设备改造的方式为工艺改进提供设备支持。随后通过试机实验,确定冰花锤纹凹版印刷的印刷速度,并与原有“胶印+丝印”工艺做对比分析。最终,确定冰花锤纹的凹版印刷工艺可行,云龙烟标的印刷速度也大大提高。

参考文献:

- [1] 唐延路. 烟标:平面印刷里的潜力股[J]. 理财, 2013(5): 67.
TANG Yan-lu. Cigarette Label: Potential Stock in Graphic Printing[J]. Financial Management, 2013(5): 67.
- [2] 朱学金. 柔印冰点组合印刷和全息烫印一体化新工艺[J]. 印刷技术, 2016(8): 32—34.
ZHU Xue-jin. A New Integrated Process of Flexo Printing and Holographic Hot Stamping[J]. Printing Technology, 2016(8): 32—34.
- [3] 姚瑞, 玲余勇. 特种油墨及其用途[J]. 广东印刷, 2017(4): 34—36.
YAO Rui, LING Yu-yong. Special Inks and Their Uses[J]. Guangdong Printing, 2017(4): 34—36.
- [4] 何邦贵, 郭力铭, 王云马, 等. 银墨内衬纸复合工艺参数研究[J]. 包装工程, 2020, 41(9): 124—129.
HE Bang-gui, GUO Li-ming, WANG Yun-ma, et al. Study on Composite Process Parameters of Silver-ink Lined Paper[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(9): 124—129.
- [5] 李瑞, 李新宇. 网印在组合印刷中的装饰效果[J]. 丝网印刷, 2017(7): 14—16.
LI Rui, LI Xin-yu. Decorative Effect of Screen Printing in Combination Printing[J]. Screen Printing, 2017(7): 14—16.
- [6] 张之威. 冰点光油网印工艺与凹印工艺可替换性分析[J]. 印刷杂志, 2018(8): 38—39.
ZHANG Zhi-wei. Replaceability Analysis of Screen Printing Process and Gravure Printing Process of Freezing Point Gloss Oil[J]. Journal of Printing, 2018(8): 38—39.
- [7] 张之威. 冰点光油网印工艺与凹印工艺收效颇丰[J]. 印刷工业, 2018(4): 63—64.
ZHANG Zhi-wei. The Screen Printing Process and Gravure Printing Process of Freezing Point Gloss oil have achieved Great Results[J]. Printing Industry, 2018(4): 63—64.
- [8] 皮阳雪, 李彭, 包勇. UV-LED 油墨在软包装凹版印刷中的应用研究[J]. 中国胶粘剂, 2019, 28(5): 31—36.
PI Yang-xue, LI Peng, BAO Yong. Application of UV-LED Ink in Gravure Printing of Flexible Packaging[J]. Chinese Adhesive, 2019, 28(5): 31—36.
- [9] 何邦贵, 王琪, 郭力铭, 等. 基于 SPSS 软件的高速高精度多点连续赋码系统研究与应用分析[J]. 软件, 2020, 41(2): 52—56.
HE Bang-gui, WANG Qi, GUO Li-ming, et al. Research and Application Analysis of High-Speed and High-Precision Multipoint Continuous Coding System Based on SPSS Software[J]. Software, 2020, 41(2): 52—56.
- [10] 齐成. 谈冰花印刷[J]. 网印工业, 2008(11): 30—32.
QI Cheng. Ice Flower Printing[J]. Screen Printing Industry, 2008(11): 30—32.
- [11] 高媛. 网印特殊效果油墨在烟包印刷中的应用[J]. 丝网印刷, 2017(10): 22—25.
GAO Yuan. Application of Screen Printing Special Effect Ink in Cigarette Packet Printing[J]. Screen Printing, 2017(10): 22—25.
- [12] 何邦贵, 王瑞, 杨琛, 等. 书刊自动生产线的优化设计[J]. 包装工程, 2017, 38(19): 185—189.
HE Bang-gui, WANG Rui, YANG Chen, et al. Optimization Design of Automatic Production Line for Books and Periodicals[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(19): 185—189.
- [13] 杨建辉, 李海山, 郭蕾蕾, 等. 烟标水墨凹印工艺改进案例分析[J]. 印刷杂志, 2018(8): 35—37.
YANG Jian-hui, LI Hai-shan, GUO Lei-lei, et al. Case Study on Improvement of Ink Gravure Printing Process of Cigarette Label[J]. Journal of Printing, 2018(8): 35—37.
- [14] 康启来. 印刷色序的工艺安排[J]. 印刷质量与标准化, 2004(8): 36—37.
KANG Qi-lai. Process Arrangement of Printing Color Sequence[J]. Printing Quality and Standardization, 2004(8): 36—37.
- [15] 韩红凤, 屈连波, 于修菊, 等. 如何获得良好的 UV 固化效果[J]. 印刷技术, 2012(20): 52—53.
HAN Hong-feng, QU Lian-bo, YU Xiu-ju, et al. How to Get Good UV Curing Effect[J]. Printing Technology, 2012(20): 52—53.
- [16] 黄梦奇, 王婧. 浅谈机械设计中材料的选择和应用[J]. 机电信息, 2012(6): 133—134.
HUANG Meng-qi, WANG Jing. Selection and Application of Materials in Mechanical Design[J]. Electro-mechanical Information, 2012(6): 133—134.