

胶印联机冷烫胶黏剂的性能要求分析

张文雨¹, 许文才¹, 罗世永¹, 张能健², 李绍国³, 邓刚³

(1. 北京印刷学院, 北京 102600; 2. 东莞虎彩印刷有限公司, 东莞 523925;

3. 绍兴虎彩激光材料科技有限公司, 绍兴 312000)

摘要:目的 获得胶印联机冷烫用胶黏剂的性能和冷烫印质量的关系, 提出胶印联机冷烫用胶黏剂的性能要求。方法 选用一种商用胶印联机冷烫胶黏剂, 测试黏度、粘弹性、触变性、乳化率、粘性、干燥速率和固含量, 分析其与冷烫印质量的关系。结果 冷烫胶黏剂的初粘性要高并维持稳定, 且具有较快的干燥速率。印刷适性如黏度、粘弹性、触变性、乳化率和普通胶印油墨要求相近, 在保证印刷适性、粘性和合适的干燥速率的前提下, 固含量越高越好。结论 研究结果可为胶印联机冷烫胶黏剂的改进和胶印冷烫质量的提高提供参考。

关键词: 胶印联机冷烫; 胶黏剂; 粘性; 乳化率; 粘弹性; 冷烫印质量

中图分类号: TQ433 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)09-0161-04

Performance Requirements Analysis of Adhesive Used for the Online Cold Stamping in the Offset Printing Line

ZHANG Wen-yu¹, XU Wen-cai¹, LUO Shi-yong¹, ZHANG Neng-jian², LI Shao-guo³, DENG Gang³

(1. Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China; 2. Dongguan Hucais Printing Co., Ltd.,

Dongguan 523925, China; 3. Shaoxing Hucais Laser Materials Technology Co., Ltd., Shaoxing 312000, China)

ABSTRACT: The aims of this study was to obtain the relationship between the performance of adhesive and cold stamping quality, and to put forward the performance requirements of adhesive used for the online cold stamping in the offset printing line. The performance parameters such as viscosity, viscoelasticity, thixotropy, emulsification ratio, tack value, drying rate and solid content of a commercial adhesive for online cold stamping were tested. The relationship between the performance of adhesive and cold stamping quality was analyzed. The tack value of the adhesive should be large and kept stable. The drying rate should be quick. Printability requirements such as viscosity, viscoelasticity, thixotropy, emulsification ratio of the adhesive were the same as those of the common offset printing ink. On the premise of appropriate printability, tack value, drying rate, higher solid content of the adhesive was always better. The results would provide reference for improvement of adhesive and quality of online cold stamping in the offset printing line.

KEY WORDS: online cold stamping in the offset printing line; adhesive; tack; emulsion; viscoelasticity; quality of the online cold stamping

烫金是指在一定的压力和温度环境下, 将金属箔按烫印模板的图文转移到被烫印刷品的表面^[1]。所谓冷烫是指采用某种印刷方式在承印物上印刷一层胶黏剂, 在一定压力作用下贴合冷烫箔, 最后将不需要

烫印部分的冷烫箔剥离, 不需要热, 使冷烫箔上的镀铝层转移到承印物上实现烫印的过程^[2]。冷烫金图形内容由印刷版来表现, 因此冷烫金图形的表现力较热烫有大幅度提高, 可以实现实地、线条及高精度网点

收稿日期: 2015-09-03

基金项目: 北京印刷学院科研能力提高项目

作者简介: 张文雨(1990—), 男, 山东人, 北京印刷学硕士生, 主攻防伪材料及技术。

通讯作者: 罗世永(1967—), 男, 四川人, 博士, 北京印刷学院教授, 主要研究方向为防伪材料及技术。

的烫印,并能与多种印刷工艺相结合,获得热烫不能实现的包装印刷品表面装饰效果^[3-5]。冷烫具有很多优点:冷烫金速度与印刷速度相同,可达100 m/min以上,而一般热烫金速度只有20~30 m/min;冷烫金的材料适用面广,可在热敏类纸张和一部分塑料薄膜材料上冷烫金;使用一般柔印版或胶印版代替昂贵的金属版滚筒,无需制版设备投入和工序,成本仅为热烫金的1/10;不需加热,节能并可降低有害废气排放量;无烫金版制作过程中化学腐蚀以及电镀等工艺,降低污染;金属热烫印版制作需要10 d左右,而冷烫版和印刷制版工艺相同,生产周期短;印刷品冷烫后必须上光或覆蜡(与印刷机组联线),用于保护冷烫图文,虽然增加了部分成本,但烫印牢度和印刷色彩的耐久性比热烫不上光产品更高^[6-11]。胶印精度高,速度快,因此,胶印与冷烫联机使用是近年来印刷包装产业绿色生产的重要技术创新之一。胶印联机冷烫是一个复杂过程,目前其烫印速度和烫印质量急需大幅度的提高来拓展其应用市场份额和领域,其所用原材料冷烫胶黏剂的黏度、粘性、流变特性、乳化率、干燥速率等性能是烫印图文质量的关键影响因素之一。这里测试了目前商用冷烫胶黏剂的性能,分析了其与胶印联机冷烫质量之间的关系,提出了胶印联机冷烫胶黏剂的性能要求,相关结果可以为胶印冷烫胶黏剂性能的改进以及胶印冷烫工艺的发展提供参考。

1 实验

1.1 材料与仪器

材料:冷烫胶黏剂,天平,墨刀。

仪器:流变仪,美国TA公司AR2000ex;电子式油墨粘性测试仪,美国THWING-ALBERT仪器公司106型;乳化测定仪,RH-100-III型;热重分析仪,德国耐驰TG209。

1.2 测试

1.2.1 粘性测量

测量在持续时间下胶黏剂的粘性特征。设置水浴温度为32℃,测量转速为400 r/min,每隔60 s记录1次数据。

1.2.2 乳化率测定

称量30 g冷烫胶黏剂与30 g水混合搅拌,乳化测定仪的搅拌速度为100 r/min,搅拌2000 r,机械搅拌后

静置10 min,倒掉未吸收的水,称量,油墨乳化率等于胶黏剂吸收水量除以胶黏剂的量和吸收水量之和。

1.2.3 黏度流变性测量

测量胶黏剂的黏度在剪切速率变化时的情况。选用转子为40 mm的钢板,设置测量时剪切速率的范围为0.1~100 s⁻¹,测量温度为25℃。

1.2.4 粘弹性测量

测量在角频率变化下胶黏剂的粘弹性。选用转子为40 mm的钢板,测量时频率的范围为1~10 Hz,测量温度为25℃。

1.2.5 触变性测量

测量胶黏剂在剪切速率的增大和减少的过程中剪切应力的变化情况。选用转子为40 mm的钢板,设置测量剪切速率的变化范围从0线性增加至50 s⁻¹,再从50 s⁻¹线性降低至0,测量温度为25℃。

1.2.6 固含量测试

用热重分析仪测试,称取样品20 mg左右放入坩埚,设置保护气N₂流量20 mL/min,升温范围为30~550℃,升温速率10℃/min。

2 结果与讨论

2.1 粘性

油墨粘性值的大小是指使粘性仪2个辊子之间油墨膜分离的力的大小。当油墨粘性过大时容易造成传墨不良、转印性差、拉纸毛、套印性差等故障。若粘性过小,则容易造成传墨量过大、网点扩大、油墨乳化、浮脏等故障。胶印油墨通常要求高黏度、低粘性,而且在胶印多色套印过程中后印刷的油墨的粘性要小于前一色组印刷的油墨的粘性,保证后一色组印刷过程中不把前一色组印刷好的油墨“反拉”掉色。胶印油墨的粘性一般不大于10,因此,对于先烫后印的胶黏剂,其粘性应该比印刷所用的所有胶印油墨(包括CMYK)的粘性大,而对于先印后烫用的胶黏剂,则其粘性应该小于所用胶印油墨的最小值。粘性越大,烫印网点越清晰,但粘性过大,则容易将纸张拉毛甚至破裂。从这个角度来说,联机先印后烫工艺具有较大的缺陷,因此,通常采用先烫后印的工艺。初粘性要保证需要烫印的部位冷烫箔不被剥离,不需要烫印的部位易于剥离,保证图文边缘整齐,即切边性好。另外,冷烫胶黏剂在使用过程中,粘性基本维持不变,有利于产品的质量稳定。

商用冷烫胶黏剂的粘性测试结果见图1,可以看

出,前3 min得到的粘性测量值均为19.0,10 min内粘性值均在18.6~20.6之间,粘性值大于普通胶印油墨的粘性值10,保证了烫印网点清晰和烫印精度。粘性变化较小。在冷烫过程中,胶黏剂的粘性比较稳定,有利于胶黏剂的转移,防止后续印刷油墨的反拉等现象,保证了冷烫箔均匀地被转移到承印物上。

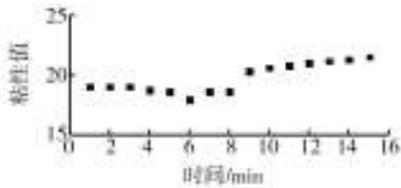


图1 商用冷烫胶黏剂的粘性测试结果

Fig.1 Test results of tack value of the commercial adhesive

2.2 乳化率

胶印是利用油和水互不相溶的原理,在印版上构成图文及空白部分,对印版既供墨又供水,通过版面图文吸油抗水、空白部分吸水抗油来进行印刷^[12]。在印刷版面上,油墨和水必须同时存在,保持平衡。胶印冷烫胶黏剂的印刷与胶印油墨的印刷利用同样原理,才能保证冷烫胶黏剂上胶均匀,网点清晰,保持空白区高度干净整洁,保证冷烫金后网点还原率高,没有糊版、脏版现象。乳化率过高,则会导致胶黏剂吸水后体积膨胀,粘性下降,网点扩大,胶层较厚;乳化率过低,则会造成糊版、粘脏等烫印缺陷。

2.3 黏度和流动度

流体的流动过程中,在外力作用下,各层流动速度不同,在流速不同的两层间会产生流动阻力,这种现象体现了流体的粘性性质,度量该粘性的物理量称为黏度。黏度主要是表征流体在流动时的特性^[13-14]。

商用胶黏剂的剪切黏度曲线见图2,冷烫胶黏剂样品在剪切速率为 1 s^{-1} 时,黏度为 $68\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。在剪切速

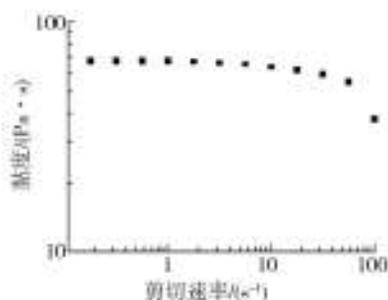


图2 商用胶黏剂的剪切黏度曲线

Fig.2 The shear viscosity curve of the commercial adhesive

率为 0.1 到 90 s^{-1} 时,黏度随着剪切速率的增加而缓慢降低,具有比较稳定的黏度值,这保证了冷烫印网点大小的稳定,有利于提高冷烫印质量。

一定量的油墨在一定压力下(2.5 N), 15 min/min 向外扩展的直径,称为流动度,平行板黏度仪是 1 min 内一定量油墨的铺展直径(半径),胶黏剂的黏度过大,流动度过小,容易出现网点不光洁、胶转移不良、不下墨、易乳化的缺陷,反之,则易出现网点扩大、脏版、飞墨等缺陷。

2.4 粘弹性

粘弹性是印刷油墨所具有的一般特性,即印刷油墨同时具有粘性和弹性。在印刷过程中,油墨在剪切应力的作用下进行流动(例如在墨路中的传输),这时油墨呈现的是它的液体特性,即粘性;油墨在滚筒间转移时会受到短暂的近于冲击力的作用,此时油墨会发生形变,呈现它的固体特性,即弹性^[14]。

商用冷烫胶黏剂的粘弹性见图3,其中,储能模量表征胶黏剂的弹性特征,损耗模量表征胶黏剂的粘性特征^[7]。冷烫胶黏剂的储能模量和损耗模量在角频率增加的过程中呈斜率一定的直线型上升,说明在这个过程中发生了粘性和弹性的形变。其中,它的损耗模量一直在储能模量的上方,说明在角频率变化的过程中损耗模量始终大于储能模量,这表示胶黏剂样品主要呈现液体特征,易于流动,印刷时对于细小网点的再现较好。

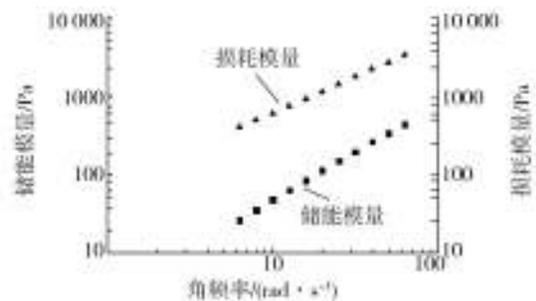


图3 商用冷烫胶黏剂的粘弹性

Fig.3 The viscoelasticity of the commercial adhesive

2.5 触变性

触变性是指流体在受到剪切应力的作用下,其黏度发生变化(下降)的性质。一般具有触变性的流体的流变曲线呈一个环状,称为触变环^[15]。在胶印过程中,胶印油墨要有一定的触变性。触变性的大小可以通过触变环的面积大小来反映,触变环的面积越大,说明油墨的触变性就越大。油墨的触变性不宜太大,

否则会影响油墨的转移。

商用胶黏剂的触变性见图4,可以看出,冷烫胶样品的流变曲线从左至右先是几乎一条直线的形状,然后呈现一个明显的环状。在切应力1750 Pa以下的部分,流变曲线的上行线和下行线基本重合,也就是说没有滞后现象或触变现象^[15],说明在此阶段冷烫胶黏剂结构快速恢复,平衡迅速建立起来,黏度值保持稳定。在切应力1750 Pa以上的部分才出现滞后现象,此性能适合于胶印机的高速印刷,获得精确的烫印图文。如果冷烫胶黏剂具有的触变性或触变性过大,则上胶烫印后(胶印速度近10 000张/h),烫印图文在放置过程中将产生很大的变形,不利于获得精确的烫印图文。

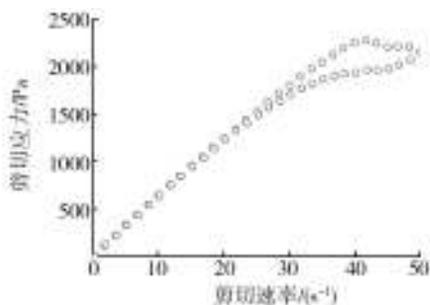


图4 商用胶黏剂的触变性

Fig.4 The thixotropy of the commercial adhesive

2.6 干燥速率

干燥过程可分为2个过程:固着,它是指胶黏剂从自然流态变成半固态,印刷上叫作初干,不用力摩擦,不易玷污印刷品,胶黏剂的初干是由胶黏剂的树脂结构所决定的,初干干燥时间很短,但未完全干燥;彻干,是指氧化结膜干燥,时间较长,一般大于8 h,是完全干燥,油墨的彻干是由于干燥剂的种类和用量决定的,在一定范围内可以调整。从理论上讲,初干越快越好,但初干过快会产生结皮抱辊等问题。理想状态是油墨印在纸上很快就干燥,在墨斗里不干,但这是不可能的。一般固含量为80%左右的油墨结膜干燥时间在16~30 h之间。对于烫印基材大多是表面已经镀有ZnS的介质纸和光棒纸,可适当提高彻干速率。

2.7 固含量

固含量是指胶黏剂彻干后固化膜层的质量与胶黏剂用量的比值,包括胶黏剂中树脂和部分高沸点溶剂,如大豆油的残留物。商用胶黏剂的热失重曲线见图5,可以看出商用冷烫胶的固含量为82.6%,冷烫胶黏剂中固含量越高,烫印后胶黏剂层由于溶剂挥发后

导致的收缩体积越小,点、线、面收缩也越均匀,有利于提高点线面的烫印精度,不容易产生微裂纹。在保证粘性、印刷适性和干燥速率的前提下,固含量越大越好。

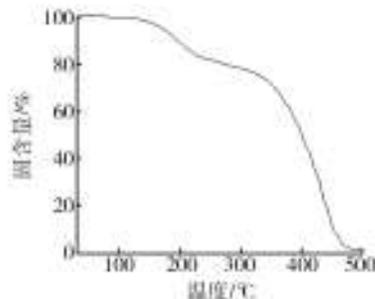


图5 商用胶黏剂的热失重曲线

Fig.5 Thermal weight loss curve of the commercial adhesive

3 结语

冷烫胶黏剂的粘性是最重要的指标,要求粘性大并保持稳定,这是获得高精度烫印质量的基础。冷烫胶黏剂的黏度、粘弹性、触变性以及乳化率与普通常用胶印油墨要求一致,以保证冷烫胶黏剂均匀上胶,需要冷烫的部位上胶丰满,冷烫网点还原率高,冷烫图文的点、线、面表达准确。冷烫胶黏剂的固含量(溶剂挥发后残留的胶层)在保证粘性、印刷适性和干燥速率的前提下,越大越好。

参考文献:

- [1] 许瑞馨. 浅议印后加工中的冷烫印技术[J]. 印刷与标准化, 2009(2):16—18.
XU Rui-xin. On Finishing the Cold Bronzing Technology[J]. Printing Quality & Standardization, 2009(2):16—18.
- [2] 林其水. 冷烫金技术在包装装潢印刷中的工作原理和主要特点[N]. 中国包装报, 2008-11-03(006).
LIN Qi-shui. The Working Principle and Main Characteristics of Cold Bronzing Technology in Packaging and Printing[N]. China Packaging Newspaper, 2008-11-03(006).
- [3] 许煜. 胶印连线冷烫技术发展及应用[J]. 印刷杂志, 2014(9):59—60.
XU Yu. The Development of Technology and Application of Offset Line Cold Bronzing[J]. Printing Field, 2014(9):59—60.
- [4] 马广省. 单张纸冷烫印工艺应用注意事项[J]. 印刷技术, 2012(4):32—33.
MA Guang-sheng. The Note of Sheet-fed Application of Offset Line Cold Bronzing[J]. Printing Technology, 2012(4):

(下转第170页)

- 析[J]. 包装工程, 2008, 29(3): 176—177.
CHEN Bi-hui, WU Xu-ying, ZHOU Fei-min. LCA Analysis of Product Green Packaging[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(3): 176—177.
- [9] 百度文库. 2014年《中国区域电网基准线排放因子》[EB/OL]. (2015-02-07) [2015-07-22]. http://wenku.baidu.com/link?url=HaTmbPwhuJNFQGepaEuES2tgXq52sLJkl3Fze6_B2TUe7_rl_nV1lcsZFMG3Yo_nUDnmWanJKqLeXintf15w0Tfc4pb6QXpIG2h9N8-zqu.
Baidu Wenku. 2014 China's Regional Power Grid Baseline Emission Factor[EB/OL]. (2015-02-07) [2015-07-22]. http://wenku.baidu.com/link?url=HaTmbPwhuJNFQGepaEuES2tgXq52sLJkl3Fze6_B2TUe7_rl_nV1lcsZFMG3Yo_nUDnmWanJKqLeXintf15w0Tfc4pb6QXpIG2h9N8-zqu.
- [10] SZDB/Z 69—2012, 组织的温室气体排放量化和报告规范及指南[S].
SZDB/Z 69—2012, Specification with Guidance for Quantification and Reporting of the Organization's Greenhouse Gas Emissions[S].
- [11] 张欢, 张辉. 论造纸工业碳足迹研究之基本方面[J]. 中国造纸学报, 2012(2): 53—61.
ZHANG Huan, ZHANG Hui. The Fundamental Aspects of Carbon Footprint Calculation in Papermaking Industry[J]. Transactions of China Pulp and Paper, 2012(2): 53—61.
- [12] 胡宗义, 刘亦文, 戴钰. 低碳包装产业碳排放统计的必要性及对策探讨[J]. 包装工程, 2012, 33(9): 136—140.
HU Zong-yi, LIU Yi-wen, DAI Yu. On Necessity and Countermeasures of Carbon Emissions Statistics in Low-carbon Packaging Industry[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(9): 136—140.
- [13] 季栋梁. 印刷品的碳足迹[J]. 印刷杂志, 2011(10): 18—22.
JI Dong-liang. Carbon Footprint of Print Products[J]. Printing Field, 2011(10): 18—22.
- [14] 高德, 周建伟, 张萍, 等. 植物秸秆绿色包装材料的研究现状与发展前景[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 30—34.
GAO De, ZHOU Jian-wei, ZHANG Ping, et al. Current Status and Prospect of Development of Plant Straw Green Packaging Materials[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 30—34.
- (上接第 164 页)
32—33.
- [5] 荣华阳, 王乔. 胶印连线冷烫技术[J]. 印刷技术, 2008(3): 21—22.
RONG Hua-yang, WANG Qiao. Offset Line Cold Bronzing Technology[J]. Printing Technology, 2008(3): 21—22.
- [6] 林其水. 冷烫金印刷质量的影响因素[J]. 印刷质量与标准化, 2007(1): 52—54.
LIN Qi-shui. Influence Factors of the Cold Bronzing Quality[J]. Printing Quality & Standardization, 2007(1): 52—54.
- [7] 张淼. 热烫和冷烫的区别[J]. 上海包装, 2012(2): 48—49.
ZHANG Miao. The Difference between Hot Bronzing and Cold Bronzing[J]. Shanghai Packaging, 2012(2): 48—49.
- [8] 许建华, 肖志坚. 冷烫印与传统烫印工艺对比及质量控制[J]. 印刷世界, 2013(3): 33—35.
XU Jian-hua, XIAO Zhi-jian. Cold Bronzing Compared with Traditional Hot Bronzing from Process and Quality Control[J]. Print World, 2013(3): 33—35.
- [9] 傅强. 冷烫金技术在干胶印刷中的应用[J]. 今日印刷, 1999(5): 161—162.
FU Qiang. Application of Cold Bronzing Technology in Self-adhesive Printing[J]. Print Today, 1999(5): 161—162.
- [10] 汤文杰. 热烫金 VS 冷烫金[J]. 今日印刷, 2008(1): 45—47.
TANG Wen-jie. Hot Bronzing VS Cold Bronzing[J]. Print Today, 2008(1): 45—47.
- [11] 谷继军. 干式热敏显影与冷烫金技术[J]. 包装工程, 2007, 28(7): 197—198.
GU Ji-jun. Cyrel Fast and Cold Bronzing Technologies[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(7): 197—198.
- [12] 张玉凤. 胶印油墨的乳化研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2005.
ZHANG Yu-feng. Reserch on Lithographic Ink[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2005.
- [13] 官燕燕, 叶义成. 胶印连线冷烫胶水黏度与印刷适性分析[J]. 包装工程, 2013, 34(15): 135—138.
GUAN Yan-yan, YE Yi-cheng. Analysis of Viscosity and Printability of Cold Bronzing Glue Used in Offset Line[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(15): 135—138.
- [14] 齐晓堃, 周文华, 杨永刚. 印刷材料及适性[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2008.
QI Xiao-kun, ZHOU Wen-hua, YANG Yong-gang. Printing Materials and Fitness[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2008.
- [15] 刘福平, 王安玲. 油墨颜料颗粒对油墨触变性的影响分析[J]. 包装工程, 2005, 26(5): 95—97.
LIU Fu-ping, WANG An-ling. Effect of Pigmental Particles on Thixotropy of Printing Ink[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(5): 95—97.