

# 绿色印刷及应用研究进展

陈志周, 封晴霞, 要志雯, 王婷婷, 顾晓杰  
(河北农业大学, 保定 071000)

**摘要:** **目的** 探讨印刷的发展趋势, 为绿色印刷的开发和应用提供理论依据。**方法** 综述当前中国绿色印刷的发展状况、重要性, 以及绿色印刷在包装和其他方面的应用。同时对印刷的发展前景进行展望。**结论** 随着现代科技的发展, 资源消耗不断, 环境问题日益显现。人们对健康良好的生活环境给予了高度重视, 绿色印刷关系着未来发展的长远利益。为了建立环境友好型社会, 绿色印刷必不可少。绿色印刷是当今时代印刷发展的方向。

**关键词:** 绿色印刷; 印刷材料; 进展

**中图分类号:** TS89 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)01-0207-05

## Advances in Green Printing and Its Applications

CHEN Zhi-zhou, FENG Qing-xia, YAO Zhi-wen, WANG Ting-ting, GU Xiao-jie  
(Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China)

**ABSTRACT:** The work aims to discuss the development trend of printing to provide theoretical basis for the development and application of green printing. The development status of current green printing in China, its importance and the application of green printing in packaging and other aspects were reviewed. Meanwhile, the future development of printing was prospected. With the development of modern science and technology, the resource consumption and environmental problems have become increasingly apparent. As people attach great importance to healthy living environment, the green printing is concerned with the long-term interests of future development. In order to build environment-friendly society, green printing is essential. Therefore, green printing is the development direction of the current printing era.

**KEY WORDS:** green printing; printing material; advances

绿色印刷是指使用环保印刷材料及工艺, 不破坏生态环境, 在印刷过程中实现少污染、低消耗、废弃物可循环利用、可自然降解的印刷方法。近年来“绿色”成为关系着人们切身利益的热门话题, 身边的印刷产品随处可见, 其质量是否符合绿色印刷至关重要。为了建立资源节约型、环境友好型社会, 推动节约资源、保护环境的基本国策, 使绿色环保观念深入人心, 需要大力推广绿色印刷, 开创绿色印刷的时代。

### 1 绿色印刷的发展状况

由于传统印刷业所用的原料需要排放大量污染物及有害物质, 原料资源匮乏, 消耗极大, 环境污染

较为严重, 阻碍了中国印刷行业的可持续健康发展。我国为了应对当今雾霾天气、资源短缺等环境问题, 健康、环保、可回收利用的绿色印刷应运而生。近年来国内一些大型印刷企业积极响应国家号召, 开始尝试开发并使用绿色印刷材料(水性油墨<sup>[1-2]</sup>、UV墨<sup>[3]</sup>、大豆油墨<sup>[4]</sup>等)和较为环保的印刷方法(柔性版印刷方式<sup>[5-6]</sup>、无水胶印<sup>[7-11]</sup>、数字印刷<sup>[12-13]</sup>等)。

政府颁发的《印刷业“十二五”时期发展规划》将绿色印刷列入重点实施工列。2010年, 原新闻出版总署与环境保护部共同签署了《实施绿色印刷战略合作协议》, 标志着我国绿色印刷进入发展阶段。2011年3月2日, 环境保护部颁布了《环境标志产

收稿日期: 2017-08-11

基金项目: 河北省科技计划(17227117D); 河北省食品科学与工程学科“双一流”建设资金项目(2016SPGCA18); 河北农业大学食品科技学院本科生URP人才培养计划

作者简介: 陈志周(1968—), 男, 河北农业大学教授, 主要研究方向为包装材料与技术。

品技术要求(印刷第一部分:平版印刷)),其后原新闻出版总署联合环境保护部也相继发布了《关于实施绿色印刷的公告》。2012年4月6日,国家新闻出版总署、环境保护部、教育部联合发布了《关于中小学教科书实施绿色印刷的通知》,改变了传统印刷业发展方式。从2013年9月起,北京地区出版并使用的中小学义务教育教科书率先使用绿色印刷<sup>[14]</sup>,这是保护青少年身体健康,建立资源节约型、环境友好型社会的重要举措。

据统计,在2011年底,中国印刷企业已有102484家,其中从业人员达356.67万人,总产值8677.13亿元,整体规模接近全球第2位<sup>[15]</sup>。我国自实施绿色印刷以来,在国家和政府的鼓励下大力发展绿色印刷,取得了一定成效,截止至2015年8月,我国已有将近500多家印刷企业取得了绿色印刷认证<sup>[16]</sup>。但是由于中国的绿色印刷起步较晚,印刷技术和相关法律法规不够成熟,在有些方面还需要继续加强完善。

相比于中国,美国更早颁布了相关政策。1982年,EPA出台了新污染源实施《柔性乙烯基和聚氨酯产品凹版涂布印刷排放标准》,要求相关设备在每千克固体使用量、16%溶剂使用量中的VOCs排放量低于1kg。并对VOCs排放量的检测方法、周期、数据记录等做了详细规定<sup>[17]</sup>。1996年,EPA发布《印刷和出版业有害空气污染物排放标准》,规定相关单位必须采用最佳可行控制技术(BACT),将软包装印刷、出版物凹版印刷过程的有害空气污染物(HAP)排放量控制在原料使用量的5%和8%以内<sup>[18]</sup>。除此之外,美国还制定了各类政策和扶持项目来鼓励和引导企业进行污染治理<sup>[19]</sup>。欧盟理事会也在1996年颁布了综合污染防控指令(1996/61/EC),提出实行与排放标准等效的削减计划<sup>[20]</sup>。

## 2 绿色印刷的重要性

提及印刷,人们首先想到的是污染。我国传统印刷业尤其是包装印刷业存在着众多弊端,高污染、高消耗的传统模式严重阻碍了我国社会主义现代化进程及印刷、包装行业的健康发展,加剧了环境恶化,让本来不堪重负的生态环境更加脆弱。2009年9月,温家宝总理在大连召开的夏季达沃斯年会上着重强调要发展绿色经济,抓住机遇,抢占未来发展制高点。2010年1月,新闻出版总署署长柳斌杰又提出打造“绿色”印刷、复制产业的口号<sup>[21]</sup>。国际新闻集团也早在美国坦帕市的年度会议上提出实施“绿色节能的印刷业务”的计划<sup>[22]</sup>。由此可见,印刷行业工艺的改进及工艺流程的转变迫在眉睫,大力推进绿色印刷、绿色包装、低碳经济是现代社会发展的必然要求,这就要求印刷行业用长远的眼光,全面把握印

刷与环保可持续发展的重要性,提高个人责任感和自觉意识。在节能减排、绿色环保的号召下,走绿色印刷道路势不可挡。

### 2.1 对人类身体健康和环境保护的重要性

传统意义上的印刷从原材料到后期的印刷加工工艺中产生的废水、有毒气体对人体和环境危害极大,尤其是印刷五大要素中的印刷油墨更是印刷界中的主要污染源,例如溶剂型油墨,它是由颜料、连结料、溶剂、填充剂及辅助剂组成,其中溶剂主要有芳香烃类、脂类、酮类等有毒性有机挥发溶剂。每年由油墨引起的全球VOC(有机挥发物)污染排放量已达几十万吨,这些挥发物所形成的温室效应比二氧化碳更为严重,并能在光照下形成氧化物和光化学烟雾,造成严重的环境污染<sup>[23]</sup>。油墨中含有的甲苯、二甲苯都是国家二类致癌物质,会严重损伤印刷操作人员的神经系统和呼吸系统,对于用于食品、药品等包装物,印刷过程中挥发不彻底,还会向包装内迁移,使食品、药品受到污染甚至变质<sup>[24]</sup>。另外,油墨中的无机污染物主要是重金属,例如铅、铬、银、汞等,铅元素会阻碍人体血细胞的形成,当人体内的铅元素积累到一定程度后会出现中毒现象,更甚者会引发人体细胞癌变。

印刷行业使用的激光照相排版和CTP技术都是基于复杂的感光图像的过程,造成光敏材料的严重浪费和环境污染<sup>[25]</sup>。据估算,印刷企业在实施绿色印刷后,能耗及材料综合成本每年减少约6亿元;有机挥发性的排放总量每年减少约2%<sup>[26]</sup>。由此可见,实施绿色印刷符合现代发展的要求,符合人民美好生活愿望的新期待,对树立良好的企业形象、呵护人类健康以及环境保护方面至关重要。

### 2.2 提高国际知名度,进行科技创新

当今各个行业的发展离不开创新,印刷也是如此,尤其在当今网络和电子阅读的冲击下,印刷行业更是举步维艰,为了在当今经济全球化的挑战中脱颖而出,提高国际威望、维持企业活力,改变传统印刷技术,实现低污染、低消耗、节能环保的绿色印刷是企业发展的必然选择。由中国举办的China Print 2013展会主题是“绿色、高效、数字化、智能化”,众多国际企业将绿色印刷作为重点进行宣传。全球首发的FITNano喷墨CIP版、FITeCO完全免处理版材及无水CTP版印刷技术等世界三大绿色版材印刷技术集中亮相<sup>[27]</sup>,体现了当代环保、高效、节能的绿色经济理念。另外,我国的佳能有限公司也在会场展示了宽幅面彩色打印系统、高速数码印刷系统在内的主力机型产品以及相关的印刷输出应用等新成果,展示了产品的绿色环保功能,普及了绿色印刷概念。

从国家发展战略角度出发,中国科学院化学研究所的研究人员突破传统印刷局限,在纳米材料创新研究的基础上发展了包括“绿色制版、绿色版基、绿色油墨”在内的完整纳米绿色印刷产业链技术,并将这些技术成功应用于 3D 制造、印刷电子、绿色印染等领域<sup>[28]</sup>。显而易见,绿色印刷在科技创新领域发挥了不可忽视的作用,促进了经济的发展,让印刷摆脱了以污染环境、浪费资源为代价的发展前提。

### 2.3 实现低碳经济,印刷企业长远发展

我国政府曾在哥本哈根气候峰会上承诺 2020 年我国碳排放总量降低至 2005 年 GDP 水平的 40%~50%<sup>[29]</sup>。为了实现印刷业的低碳发展、循环经济,推动并实施绿色印刷刻不容缓。随着科技进步,不符合时代发展需要的企业或技术终将被淘汰,我国的绿色印刷还处在起始阶段,借鉴并吸收西方发达国家的经验和方法,将绿色印刷熟练掌握并广泛应用于包装食品、药品等方面,不仅能节约资源,保护印刷工作人员和消费者身体健康,还能提高产品质量,树立企业良好形象,促进国家节能减排战略的实施,实现印刷企业长远发展。

绿色印刷实际上是从源头出发,改用环保原料,节约原辅材料,减少工艺过程中产生的废弃物并对对废弃物进行回收处理<sup>[30]</sup>,通过高效合理的管理系统和先进的管理方式达到提高生产效率、减少环境污染、降低能源消耗的目的,从而间接为企业带来更高的经济效益。绿色印刷是一个巨大工程,是全球印刷业发展的主要趋势,需要企业和相关部门的共同努力,制定完善的法律法规和一系列激励政策,使印刷企业在中国社会发展中转型成功,赢得主动权。

## 3 绿色印刷的应用

### 3.1 绿色印刷在包装方面的应用

印刷术作为中国古代四大发明之一,应用范围广泛,包括各种图书杂志、包装袋、纸盒等各种与人类身体健康密切相关的包装物。目前,包装印刷业在我国国民经济中的地位显著提高,在包装业位居第三,但污染问题也随之而来。为了解决这一问题,我国大力发展柔性版印刷,这是当前最有前途的绿色印刷方式。柔性版印刷主要用于印刷包装纸箱,各类商品的纸包装、折叠纸盒、纸袋等,以及各类真空镀铝膜、塑料薄膜、纯铝箔等<sup>[31]</sup>。柔印油墨主要有水性油墨、UV 油墨、醇溶性油墨等,其中水性油墨不含溶剂,是世界公认的环保型油墨,已被美国食品、药品协会认定为无毒油墨。不含溶剂的 UV 油墨也已通过美国环境保护局的认可,经紫外线干燥后不污染环境。国外大多塑料薄膜的印刷大多是以醇溶性油墨为原料,

采取柔印方式印刷而成<sup>[32]</sup>。不难看出,绿色、安全、环保的柔性版印刷是当前食品包装、药品包装、礼品包装、化妆品包装的首要选择,符合绿色商品包装的要求。

包装材料是包装的基础,为了实现绿色包装,需要考虑包装材料的环保性能,减少使用对环境有害的包装原材料,可食性包装膜是一种是以可食性生物大分子物质及其衍生物为主要基料经过一系列工艺形成具有选择透过性的可自然降解薄膜<sup>[33]</sup>,可用于水果蔬菜等的食品包装,符合绿色环保的要求。2010 年上海世博会展示的以农作物秸秆为原料的本色纸,由于不添加漂白剂和荧光增白剂而被众多出版社及印刷企业当作绿色印刷的首选材料<sup>[34]</sup>。

### 3.2 绿色印刷在其他方面的应用

绿色纳米印刷技术还可应用于物联网、太阳能电池、生物芯片、柔性显示等印刷电子产品领域,在电子、建材、印染等行业发挥了巨大作用<sup>[35]</sup>,避免了环境污染和资源浪费。我国宋延林的绿色纳米印刷技术不同于传统工艺“减材制造”的方式,类似于现代的 3D 打印技术,以“增材制造”来进行现代印刷。2015 年,获得谷歌 1 亿美元投资的 Carbon 3D 公司将连续液面生产技术 (CLIP)<sup>[36]</sup>推向 3D 打印行业,约书亚皮尔斯的研究也表明,3D 印刷实现了低消耗、低污染的发展战略<sup>[37]</sup>,避免了印刷原料及印刷工艺过程中产生的污染,实现了绿色印刷。

## 4 绿色印刷的发展前景

传统印刷是以破坏环境为代价来换取经济利益,而后治理需要花费更大的费用,走先污染后治理的老路已完全行不通,绿色印刷只是短期内投资相对较高,而换来长期的稳定发展,随着人们对环境保护意识的加强以及有关绿色印刷政策、环境保护法规的陆续出台,印刷的绿色化将成为未来印刷行业的主流,未来印刷将主要侧重于柔性印刷和数字印刷等符合环保要求的环保性印刷方式。

随着绿色印刷的实施,以绿色印刷为核心的原理、装备、工艺、印刷方式相继推出,目前绿色印刷产业的新成果有:冲版机,采用冲洗水分路循环系统,冲洗水循环使用,智能控制喷水时间,减少了冲洗过程中的废水排放量;天岑 GFM 高速复膜机,将没有利用的热能重复利用,降低电耗,提高速度,热刀切出的无多余膜边,可直接印刷,解决了传统印刷的诸多缺点;TH-806 环保型润版液产品,传统胶印常使用酒精润版液和非离子表面活性剂类润版液<sup>[38]</sup>,酒精高挥发性会使表面张力上升、润湿性能降低,非离子表面活性剂类润版液在生产中对溶液质量分数要求

严格,难以控制,而 TH-806 环保型润版液是无酒精配方,具有清洁版面速度快、抑制细菌滋生、操作方便、水墨平衡更准确等众多优点;柔版印刷油墨具有印刷性能稳定、原料环保、色彩艳丽,使用较少的油墨便可达到高质量的印刷效果等优点,广泛应用于食品、药品、化妆品、日用品等各个领域;数字出版印刷具有快速、准确、方便、无污染等特点,美国著名印刷专家 Frank J. Romano 认为,随着数字出版印刷的崛起,到 2020 年,数字出版印刷将打破传统出版印刷的垄断地位<sup>[39]</sup>;此外还有康斯博 XP 数字切割机、UV-18 专用橡皮布、GP-AW 型自动穿卷芯设备、印研免醇润版减墨剂等<sup>[40]</sup>。

绿色印刷为社会带来了巨大收益,也需要企业、政府以及广大消费者的长期坚持,相信在社会各界的努力下,绿色印刷将更加成熟,未来会是绿色印刷的时代。

## 5 结语

绿色印刷正在我国积极开展,随着人们环保意识逐渐增强,绿色印刷、绿色包装受到越来越多人的关注,已成为现在乃至未来印刷的发展趋势。绿色印刷在我国起步较晚,还存在着很多问题,必须要有针对性的方案来对各个问题逐个击破,从实际出发,塑造一个认识绿色、了解绿色、支持绿色、实施绿色的绿色环保性国家,促进绿色印刷深入发展。

### 参考文献:

- [1] 娄丽丽,蒋平平,等.水性油墨研究现状[J].化工新型材料,2013,41(1):9—11.  
LOU Li-li, JIANG Ping-ping. Research Status of the Water-based Ink, New Chemical Materials, 2013, 41 (1): 9—11.
- [2] 贾春江,陈广学,李效周,等.水性油墨在凹版印刷中的应用研究[J].包装学报,2011,3(1):32—35.  
JIA Chun-jiang, CHEN Guang-xue, LI Xiao-zhou, et al. Research on the Applying of Water Based Ink in Rotogravure Printing[J]. Packaging Journal, 2011, 3(1): 32—35.
- [3] 黄秀玲.纸塑复合包装材料 UV 墨光引发剂迁移试验与理论研究[D].无锡:江南大学,2009.  
HUANG Xiu-ling. The Experimental and Theoretical Study on Migration of UV Ink Photoinitiators from Paper or Paperboard Through Plastic Coating Layer [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009.
- [4] 杨秋萍,韩锋.大豆油墨的研究概况[J].大豆通报,2005(1):22—23.  
YANG Qiu-ping, HAN Feng. The Research Situation of Soybean Ink[J]. Soybean Bulletin, 2005(1): 22—23.
- [5] 付尧建.柔性版印刷关键工艺参数的研究与确定[D].无锡:江南大学,2014.  
FU Yao-jian. The Research and Identify Critical Process Parameters of Flexographic Printing[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2014.
- [6] 刘涛.柔性版印刷适性研究[D].无锡:江南大学,2008.  
LI Tao. Study on the Printability of Flexographic Water-based Ink[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.
- [7] 柴承文,武淑琴.无水胶印输墨系统油墨温度控制方法[J].北京印刷学院学报,2015,23(4):13—15.  
CHAI Cheng-wen, WU Shu-qin. Research on Temperature Controlling Method of Inking Unit on Waterless Offset Press[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2015, 23(4): 13—15.
- [8] TIAN Jun-fei, MAO Yu, SHEN Wei. Ink Transfer and Refusal Mechanisms in Waterless Offset Printing[J]. Journal of Adhesion Science and Technology, 2009 (23): 281—296.
- [9] ENGLUND C, VERIKAS A. Ink Flow Control by Multiple Models in an Offset Lithographic Printing Process[J]. Computers & Industrial Engineering, 2008 (55): 592—605.
- [10] HENRIK F D, FREDERIK C K. Simple Roll Coater with Variable Coating and Temperature Control for Printed Polymer Solar Cells[J]. Solar Energy Materials & Solar Cells, 2012(97): 191—196.
- [11] NAG P K. Engineering Thermodynamics[M]. Tata McGraw-Hill Education, 2013.
- [12] OLEARI C, MELGOSA M, HUERTAS R. Euclidean Color-difference Formula for Small-medium Color Differences in Log-compressed Osauca Space[J]. JOSA A, 2009, 26(1): 121—134.
- [13] SIMONE G, PEDERSEN M, HARDEBERG J Y. Measuring Perceptual Contrast in Digital Images[J]. Journal of Visual Communication and Image Representation, 2012, 23(3): 491—506.
- [14] 杨朝晖.绿色印刷能否在全国普及[N].科技日报,2013-08-19(4).  
YANG Zhao-hui. Can Green Printing Be Popular All over the Country[N]. Science and Technology Daily, 2013-08-19(4).
- [15] 钟玲,宗佺,李江,等.论我国印刷行业的绿色转型[J].环境与可持续发展,2013,39(6):46—49.  
ZHONG Ling, ZONG Quan, LI Jiang, et al. On the Green Transformation of Printing Industry in China[J]. Environment and Sustainable Development, 2013, 39(6): 46—49.
- [16] 杨雪玲.绿色印刷的发展现状、问题及对策研究[J].中国包装工业,2015(16):68—69.  
YANG Xue-ling. The Current Situation, Problems and Countermeasures of Green Printing[J]. The China Package Industry, 2015(16): 68—69.
- [17] US Environmental Protection Agency. Standards of Performance for Flexible Vinyl and Urethane Coating and Printing[EB/OL]. 2011-05-15/2011-06-22 http://

- www.Tceq.state.tx.us/permitting/air/rules/federal/60/60 hmpg, html.
- [18] FRL-8174-5, National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories: the Printing and Publishing Industry[S].
- [19] Illinois Sustainable Technology Center. Federal and Regional Environmental Programs[EB/OL]. (2011-05-15) [2011-06-22]. <http://www.Pneac.org/prog.cfm>.
- [20] The Council of European. Council Directive 1999/13/ECon the Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds Due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations[R]. Official Journal of the European Communities, 1999.
- [21] 刘迅廷. 绿色印刷势在必行[J]. 广东印刷, 2011(1): 7—10.  
LIU Xun-ting. Green Printing Is Imperative[J]. Guangdong Printing, 2011(1): 7—10.
- [22] ROSENBERG J. Press for Green Printing [J]. Editor & Publisher, 2008, 141(12): 84—88.
- [23] 宋成龙. 中国绿色印刷产业发展战略研究[D]. 北京: 北京印刷学院, 2013.  
SONG Cheng-long. Study on the Development Strategy of Green Printing Industry in China[D]. Beijing: Beijing Institute of Graphic Communication, 2013.
- [24] 刘道春. 绿色环保开拓包装印刷行业的新天地[J]. 塑料包装, 2016, 26(3): 29—37.  
LIU Dao-chun. Green Environmental Protection Opens up a New World of Packaging Printing Industry[J]. Plastic Packing, 2016, 26(3): 29—37.
- [25] ZHOU H H, SONG Y L. Green Plate Making Technology Based on Nano-Materials[J]. Advanced Materials Research, 2011, 174(12): 447—449.
- [26] 中国印刷杂志社专题报道组. 绿色正加速浸染印刷业[N]. 中国新闻出版报, 2013-11-13(6).  
Special Report Group of China Printing Magazine. Green Is Accelerating the Printing Industry[N]. China News Publishing Daily, 2013-11-13(6).
- [27] 倪成, 王少波. 印刷竞争之道绿色为本 数码生存[N]. 中国图书商报, 2013-05-24(9).  
NI Cheng, WANG Shao-bo. The Way of Printing Competition Is Green Digital Survival[N]. Chinese Books Business, 2013-05-24(9).
- [28] 宋延林, 王思. 绿色纳米印刷技术印出“绿色”新世界——中科院纳米绿色印刷技术的研发及应用[J]. 科技促进发展, 2016, 12(3): 366—370.  
SONG Yan-lin, WANG Si. Green Nano Printing Technology Prints "Green" New World——Research and Application of Nano Green Printing Technology in CAS[J]. Technology for Development, 2016, 12(3): 366—370.
- [29] 张晓云, 刘强. 实施绿色印刷的意义[J]. 广东印刷, 2011(5): 11—13.  
ZHANG Xiao-yun, LIU Qiang. The Significance of Implementing Green Printing[J]. Guangdong Printing, 2011(5): 11—13.
- [30] 钟玲, 曹磊, 刘尊文, 等. 再论我国印刷行业的绿色转型[J]. 环境与可持续发展, 2014, 39(6): 45—49.  
ZHONG Ling, CAO Lei, LIU Zun-wen, et al. Re Discussion on the Green Transformation of Printing Industry in China[J]. Environment and Sustainable Development, 2014, 39(6): 45—49.
- [31] 杨祖彬, 李丈涛. 包装印刷绿色化发展研究(上)——关于发展环保包装印刷技术[J]. 包装工程, 2007, 38(8): 194—197.  
YANG Zu-bin, LI Zhang-tao. Research on Green Development of Packaging Printing (Part I)—About the Development of Environmental Protection Packaging Printing Drama Technology [J]. Packaging Engineering, 2007, 38(8): 194—197.
- [32] 林逢铭. 柔性版印刷符合绿色商品包装要求[J]. 今日印刷, 2002(11): 1—3.  
LIN Feng-ming. Flexo Printing Meets the Requirements of Green Goods Packaging[J]. Print Today, 2002(11): 1—3.
- [33] HERNANDEZ-IZQL, IERDO V M, KROCHTA J M. Thermo-plastic Processing of Proteins for Film Formation-A Review[J]. Journal of Food Science, 2008, 73(2): 30—39.
- [34] 刘铁波. 对绿色印刷的探讨[J]. 环境科学导刊, 2011, 30(3): 34—37.  
LIU Tie-bo. Discussion on Green Printing[J]. Environmental Science Survey, 2011, 30(3): 34—37.
- [35] 杜铭. 用绿色印刷改变世界[N]. 经济日报, 2014-8-25(16).  
DU Ming. Change the World with Green Printing[N]. Economic Daily, 2014-8-25(16).
- [36] TUMBLESTON J R, SHIRVANYANTS D, ERMO-SHKIN N, et al. Continuous liquid Interface Production of 3D Objects Science[J]. Science, 2015, 347(6228): 1349—1353.
- [37] ANONYMOUS. 3D Printing: The Greener Choice[J]. Science and Children, 2013, 51(4): 10.
- [38] SHEN Wei, HUTTON B, LIU Fu-ping. A New Understanding on the Mechanism of Fountain Solution in the Prevention of Ink Transfer to the Non-image Area in Conventional offset Lithography[J]. Journal of Adhesion Science and Technology, 2005, 18(15/16): 1861—1887.
- [39] BRIEN K. Digital Printing Council[J]. American Printer, 2009, 6: 5—6.
- [40] 张峥. 绿色印刷前沿盘点[J]. 中国印刷, 2014(11): 28—36.  
ZHANG Zheng. Green Printing Frontier Inventory[J]. Chinese Printing, 2014(11): 28—36.