

CTF 和 CTP 制版工艺环境效益的量化分析

郭鹏瑛, 霍李江, 马海龙, 原亚男

(大连工业大学, 大连 116034)

摘要: 基于生命周期评价对大连地区胶印企业所采用的 CTF 和 CTP 制版工艺进行了环境影响量化分析, 指出了 2 种制版工艺所致的环境影响类型、严重程度及成因。结合相关经济指标, 进一步对二者的环境效益进行对比评价, 提出了改善建议。研究表明: CTP 工艺环境影响相对较小, 其环境影响总量是 CTF 的 83%, 但 CTP 与 CTF 相比的绿色比值仅为 0.88, 说明 CTP 工艺的环境效益尚处于较低水平; 控制工艺过程耗电量、提高能源利用率和降低版材成本是提高制版工艺环境效益的重要途径; 当 CTP 工艺所构成的内部成本下降 15% 以上时, 会大大提高其市场竞争力。

关键词: 计算机直接制胶片; 计算机直接制版; 环境影响; 环境效益

中图分类号: TS804; TS808 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)09-0111-04

Quantitative Analysis on Environment Benefits of CTF and CTP Techniques

GUO Peng-ying, HUO Li-jiang, MA Hai-long, YUAN Ya-nan

(Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

Abstract: Quantitative analysis on environmental impacts resulted from CTF and CTP plate-making technologies of offset printing enterprises in Dalian area was carried out by using life cycle assessment. The types, severity and causes of the environmental impacts generated by the two plate-making technologies were pointed out. Environmental benefits of the CTF and CTP were compared and evaluated by combing with relevant economic indicators, and the improvement suggestions were put forward. The research results showed that the environmental impacts caused by CTP process are relatively small, the CTP's environmental impacts in total is 83% of CTFs; however, green ratio of CTP to CTF is only 0.88, which shows that the environmental benefit of CTP technology is still at low level; control of power consumption, improvement of energy efficiency and reducing cost of printing plate are important ways to improve the environmental benefit of the plate-making technology; when internal cost of the CTP is cut down more than 15%, the CTP's market competitiveness can be greatly enhanced.

Key words: computer to film; computer to plate; environmental impact; environmental benefit

目前,越来越多的胶印企业已经采用 CTP 技术,截止 2008 年 9 月,全国 CTP 制版机保有量已达 1 417 台,较上年同期增幅 44.49%,且以每年一倍的增长速度快速发展着^[1]。很大一部分胶印企业在引进 CTP 技术的同时,仍保留使用 CTF 技术,形成 CTF 和 CTP 工艺并存的生产格局。虽然人们已从技术或经济角度对二者进行过比较^[2],但对于企业生产而言,在保证获得利润的条件下,生产环境性能良好的产品才具有更高的竞争力^[3]。笔者基于生命周期评

价(LCA),结合经济指标进一步对 CTF 和 CTP 工艺的环境效益进行量化分析,为构建印刷企业清洁生产模式提供科学的数据参考。

1 CTF 和 CTP 环境效益评价方法

环境效益评价是对研究对象技术经济和环境性能进行的综合比较分析。CTF 和 CTP 作为特定制版工艺,其环境表现可以用工艺绿色因子(Process

收稿日期: 2011-01-07

作者简介: 郭鹏瑛(1985—),男,辽宁抚顺人,大连工业大学硕士生,主攻印刷生产系统的生命周期评价。

通讯作者: 霍李江(1966—),女,大连人,大连工业大学教授,主要研究方向为包装与印刷产品评价。

Green Factor, PGF)表示^[4],即用牺牲单位环境代价可获得的利润来表征其环境效益的大小:

$$PGF = PR / EC_p \quad (1)$$

式中:PR 是生产印版所获得的利润(PR);EC_p 指生产过程能耗、物耗和排放废弃物引起的环境费用。PGF 数值越大,说明制版工艺的环境性能越佳。同类工艺(CTF 和 CTP)的绿色因子之比为绿色比值(GR):

$$GR = \frac{PGF_{alt}}{PGF_{cur}} \quad (2)$$

式中:alt 表示 CTP 制版工艺;cur 表示 CTF 制版工艺。理想的 GR 值应该大于 1。

依据 GB/T 24040—2008 系列标准^[5],基于 LCA 对胶印制版工艺的环境影响进行量化分析,并以此为数据基础,进一步计算出研究对象的绿色因子及绿色比值,对其环境效益进行比较,基本程序见图 1。以此

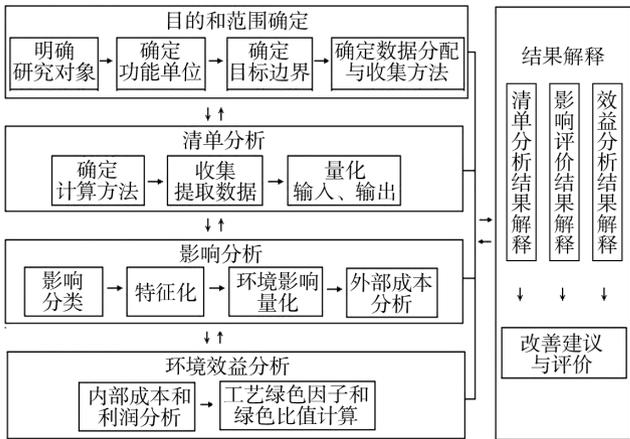


图 1 胶印制版工艺环境效益评价基本程序
Fig. 1 Basic procedure of environmental benefit assessment for plate-making technologies of offset printing

对 CTF 和 CTP 生产过程中的能耗、物耗以及各类排放等进行计算和特征化分析,确定所致环境影响类型、程度并分析其成因,最终对其环境效益进行对比分析。

2 案例研究

2.1 目标和范围确定

研究目的是对大连地区 CTF 和 CTP 环境影响以及环境效益进行量化分析。功能单位定义为印刷生产 1 m² 精装书刊所需印版(精装书刊印刷 40P, 4 800本;表面图文印刷面积约为总面积的 85%)。系统边界定义为从原稿要求、设计排版开始到输出印

版为止的整个制版工艺流程,见图 2。研究未考虑运

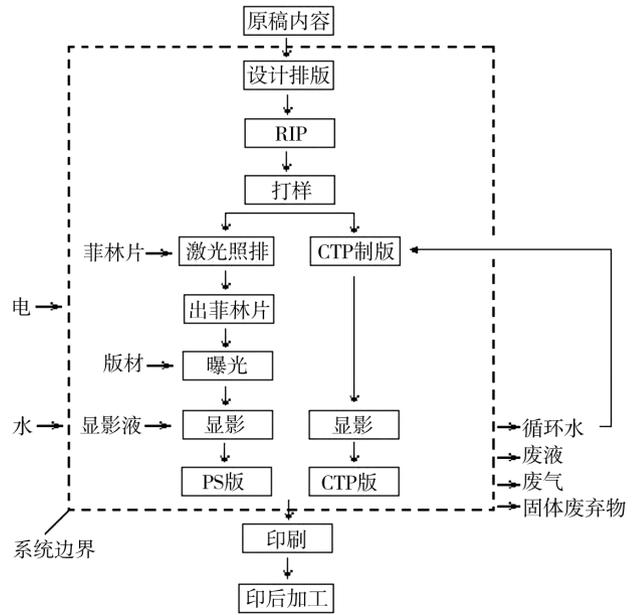


图 2 胶印制版工艺及其 LCA 系统边界
Fig. 2 System boundary of LCA for plate-making technologies of offset printing

输所致环境影响;此外,所调研企业的印前制版设备符合 GB 12348—90 工业企业厂界噪声标准^[6],故噪声未列入研究范围内。

2.2 清单分析和影响评价

对大连地区某书刊胶印企业的印前制版系统进行了实际调研和计算,得出研究对象系统输入与输出清单数据及清单分析结果,见表 1 和表 2(功能单位:印刷 1 m² 精装书刊所需印版)。

表 1 CTF 和 CTP 输入与输出数据清单

	名称	CTF	CTP
系统输入	制版版材/g	6.55	5.66
	显影液/g	0.36	0.17
	印版保护胶/g	0.13	0.11
	水/g	274.35	200
	耗电/kWh	7.65 × 10 ⁻³	2.56 × 10 ⁻³
系统输出	制版用清洗废水/g	274.35	200
	固体废弃物/g	5.76	4.82

采用基于生命周期影响评价末端计量模型(LIME)的 JEMAI-LCA Pro 及其数据库对清单分析结果进行特征化分析,研究对象环境影响的类型及其量化结果见图 3。

表 2 系统边界内 CTF 和 CTP 资源消耗和污染物排放清单

Tab. 2 List of resource consumption and pollution emissions for CTF and CTP within system boundary

名称	CTF/kg	CTP/kg
铝含量	5.06×10^{-3}	4.38×10^{-3}
CO ₂	8.39×10^{-2}	6.90×10^{-2}
CH ₄	2.62×10^{-7}	2.25×10^{-7}
N ₂ O	8.95×10^{-6}	7.20×10^{-6}
NO _x	1.77×10^{-4}	1.42×10^{-4}
SO ₂	3.14×10^{-4}	2.52×10^{-4}
SO _x	4.61×10^{-6}	4.43×10^{-6}
碳氢化合物	2.13×10^{-5}	1.88×10^{-5}
烟尘颗粒	2.35×10^{-6}	1.79×10^{-6}
COD	8.35×10^{-5}	7.65×10^{-5}
N 含量	1.31×10^{-3}	1.01×10^{-3}
工业废弃物	1.36×10^{-3}	1.18×10^{-3}
低放射性废物	1.29×10^{-7}	1.10×10^{-7}

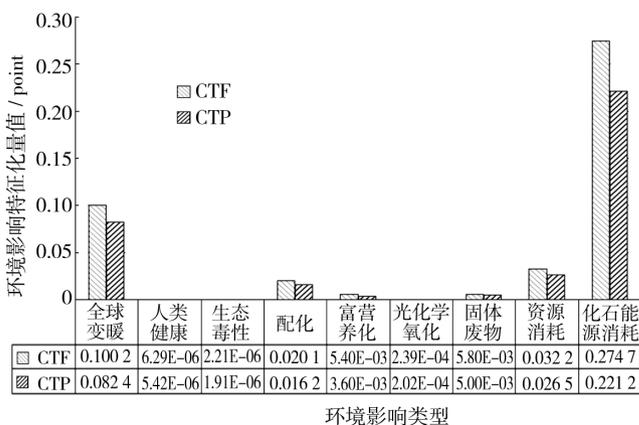


图 3 系统边界内 CTF 和 CTP 环境影响特征化量值比较

Fig. 3 Comparison of characterized environmental impact value of CTF and CTP within system boundary

2.3 环境效益评价

以输出的印版达到质量要求为前提,以环境影响特征化计算结果为基础,采用绿色因子和绿色比值来表征胶印制版工艺的环境效益。经对企业实际调研并计算得知,CTF 和 CTP 工艺所创造的利润 PR 分别为 0.19 和 0.15 元。环境费用 EC_p 是采用 JE-MAI-LCA Pro 及其数据库计算得出,CTF 和 CTP 的环境影响总量分别为 0.49 point 和 0.40 point,将其转化为货币单位,则分别为 2.57 日元和 2.42 日元,即 0.21 元和 0.19 元(1 日元=0.079 44 人民币)。故根据式(1)和(2),所调研企业采用 CTF 和 CTP 工艺时的环境效益值分别为 0.90 和 0.79,而二者之间的

绿色比值为 0.88。

2.4 结果与讨论

环境影响分析结果表明,CTF 和 CTP 对环境的主要影响依次为化石能源消耗、全球变暖、资源消耗、酸化以及固体废物和富营养化等,且 CTP 工艺对环境产生的各项影响指标均小于 CTF,其环境影响总量约为 CTF 的 83%。这是由于 CTF 工艺繁琐,设备多样且耗电量大,原材料投入量及其废弃物排放量也相对较大;而 CTP 工艺则简化了制版工艺流程,减少了资源和人力的消耗,降低了印版生产过程对环境所带来的负面影响。具体地,生产过程耗电量的多少直接影响化石能源消耗指标的大小,而燃煤发电过程中所排放含有 CO₂, SO₂ 等有害物质则是导致全球变暖和酸化环境影响的主要因素,因此,案例中工业用电是造成环境影响的最关键因素。

此外,原材料的使用及使用的后回收处理直接影响了资源消耗、固体废物和富营养化环境影响类型指标的大小。CTF 工艺中激光照排阶段以及 CTF 和 CTP 曝光阶段所产生的光辐射,也对人类健康产生了不同程度的影响。

从环境效益评价结果可知,CTP 的环境效益值低于 CTF,且二者的绿色比值小于 1。案例中,若提高工艺绿色因子,可通过降低内部成本(原料及工程成本)或降低环境影响所形成的外部成本(生产过程中的环境成本)来实现。相较于 CTF 工艺,CTP 工艺虽然操作简单,耗电量小,有效地减少了环境影响和人力物力的投入,但由于目前版材的价格过高(是 CTF 版材的 3 倍),占到内部成本的 60% 以上,以致降低了企业所获得的利润 PR,其 PGF 值也受到很大影响。由进一步分析可知,假定其他条件不变,CTP 版材价格波动对产品利润 PR 和工艺绿色因子 PGF 产生的影响见图 4。

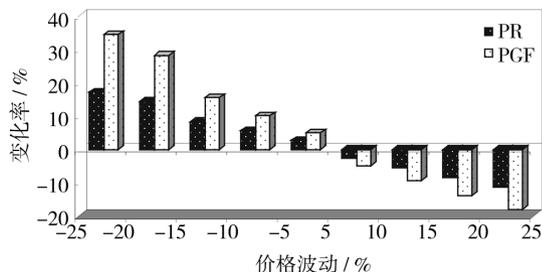


图 4 CTP 版材价格的变化对利润和绿色因子的影响

Fig. 4 Impacts of changes in CTP plate price on profit and green factor

从图4可以看出,PR和PGF随着版材价格的降低而不断增加,且PGF的增幅较大。经计算,当版材的价格下降25%时,CTP工艺的绿色因子PGF将大于1,并且与CTF之间的绿色比值GR也将大于1。即CTP工艺所构成内部成本下降15%以上时,较之CTF工艺,其综合性能将得以明显改善。而随着CTP版材价格的升高,其PR和PGF将不断降低,但PGF的变化相对较小。

此外,CTP工艺过程耗电量引起的费用对内部成本影响实际很小,但燃煤发电过程中大量排放的含有 CO_2 、 SO_2 等有害物质的污染物,却使生产工艺所构成的外部费用较高。提高能量利用率可降低环境影响所形成的外部成本 EC_p ,但对产品的利润PR影响不大;然而降低电的消耗量可以削减煤发电过程中废物的排放,从而降低产品在生命周期过程的环境负荷,使PGF值升高,提高环境效益,见图5。

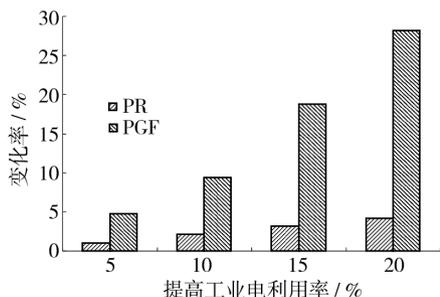


图5 CTP工艺电利用率对利润和绿色因子的影响

Fig. 5 Impacts of energy utilization of CTP technology on profit and green factor

综上所述,CTP工艺更有利于企业实现节能减排和清洁生产,但其综合效益还有待于进一步提高。

2.5 改善建议

就以上环境影响和环境效益评价结果,对胶印制版工艺提出以下改善建议:

1) 随着CTP技术日趋成熟,适用于中小型印刷企业的CTP设备及其版材也已陆续推出,价格日趋合理。建议大连地区印刷企业采用CTP制版技术,简化生产工艺流程,减少环境负面影响。同时,通过加强工艺过程管理,不断提高企业的综合效益。

2) 为解决胶印制版工艺显影废液所致富营养化问题,建议使用显影液废水处理装置,其工艺流程见图6^[7]。该装置处理后的废水不仅达到可排放的标准,而且能够再生回用,从而实现废水资源优化和清洁化生产的目的。

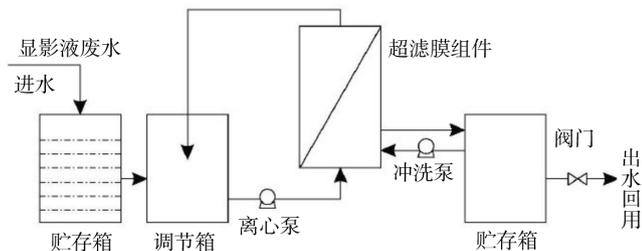


图6 显影液废水处理的工艺流程

Fig. 6 Technological processes of developer solution wastewater

3 结论

以大连地区实际制版生产系统为调研对象,对CTF和CTP工艺的环境影响和环境效益进行了量化分析与比较。研究表明,与CTF相比,CTP工艺的环境性能好,但环境效益尚较低,加强工艺管理和控制内部成本是提高制版工艺环境效益的有效途径。然而,以工艺为研究对象的环境效益评价方法论还有待进一步完善。在今后的研究中需要进一步积累数据和评价经验,为胶印企业的清洁化生产提供理论依据和科学参考。

参考文献:

- [1] 张桂兰. CTP技术发展概况[J]. 印刷技术, 2009(9): 3-4.
- [2] 王莉, 张严. CTP会取代CTF吗? [J]. 包装工程, 2007, 28(4): 190-192.
- [3] 景翠宁. CTP技术及其应用现状和前景[J]. 包装工程, 2007, 28(7): 200-202.
- [4] 黄智贤. 生命周期成本分析以及应用研究[J]. 化工进展, 2007, 26(8): 1186-1191.
- [5] GB/T 24040-2008, ISO 14040 环境管理-生命周期评价——原则与框架[S].
- [6] GB 12348-90, 工业企业厂界噪声标准[S].
- [7] 张步堂. PS版显影液废水再生处理回用[J]. 印刷杂志, 2010(10): 55-56.