计算机集成印刷系统

罗如柏，周世生，李怀林，刘 伟
（西安理工大学，西安 710048）

摘要：针对计算机集成印刷系统（CIPPS）的概念问题，首先在分析传统印刷制造系统所面临问题的基础上，提出了数字化印刷工作流程和 CIPPS 的概念；然后通过以 MIS 为中心的 CIPPS 和以 JDF 为中心的 CIPPS，来描述 CIPPS 的基本运行原理；最后，针对 CIPPS 的实现问题，提出了 CIPPS 的关键使能技术。

关键词：计算机集成印刷系统；计算机集成制造；印刷制造系统
中图分类号：TS801.8　**文献标识码：**A　**文章编号：**1001-3563（2013）11-0023-04

Computer Integrated Printing Production System

LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng, LI Huai-lin, LIU Wei
（Xi´an University of Technology, Xi´an 710048, China）

Abstract: The concepts of digital printing workflow and computer integrated print production system were put forward based on the analysis of the problems of conventional print production system. The basic operating principle of CIPPS was introduced through a MIS-centered CIPPS and JDF-centered CIPPS. The key enabling technologies of CIPPS were put forward for the realization of CIPPS.

Key words: computer integrated print production system; CIM; print production system

传统印刷制造系统在计算机技术、网络技术和智能化技术等的影响下正发生着深刻变化，印刷制造系统的数字化、自动化和智能化已然成为印刷制造领域的热门话题[1]。笔者在总结前期研究成果的基础上，依据属于半连续生产过程型的印刷制造系统的生产特点[2]，以计算机集成制造（CIM）制造哲学为基础，详细阐述计算机集成印刷系统（简称 CIPPS）这一概念。

CIPPS 是在 CIM 制造哲学指导下建立的印刷制造系统，作为印刷工程学科重要的发展方向之一已成为共识[3]。具体来说，CIPPS 是在提高单元制造设备数字化和智能化的基础上，通过网络技术将分散的印刷制造单元互联，并利用智能化技术及计算机软件使互联后的印刷制造系统、管理系统和人集成优化，形成适用于小批量、多品种和交货期紧的柔性、敏捷、透明和高效的印刷制造系统。文中将从 CIPPS 的提出、CIPPS 的描述和 CIPPS 的关键使能技术来阐述计算机集成印刷系统。

1　计算机集成印刷系统的提出

1.1　传统印刷制造系统面临的问题

随着印刷品消费的个性化，小批量多品种的印品生产需求骤增，同时社会生活和经济活动节奏的加快，使得印刷品交货期越来越短，传统印刷制造系统在降低制造成本、提高生产效率和高效化管理等方面面临巨大挑战，因此印刷制造系统的柔性、敏捷、透明和高效成为急需解决的关键问题。

1）柔性。要尽可能地缩短印刷制造系统从一个作业转换到另一个作业的时间，转换时间越短，则印刷制造系统越柔性。

2）敏捷。要尽可能地缩短印刷制造系统响应客

收稿日期：2013-04-07
基金项目：陕西省自然科学基础研究项目（2011JQ8017）；陕西省教育厅科学研究项目（11JK0872）；西安理工大学高层次人才科研启动基金资助项目（104-211003）
作者简介：罗如柏（1981－），男，江西临川人，博士，西安理工大学讲师，主要研究方向为数字化印刷系统与印刷复制技术。
通讯作者：周世生（1963－），男，山东临朐人，博士，西安理工大学教授、博士生导师。

户印刷品生产需求的时间，响应时间越短，则印刷制造系统越敏捷。

3）透明。印刷制造系统在生产过程中，生产的管理者与操作者能够即时地获得印刷制造系统的生产情况，客户能够即时地获取其委托印品当前所处的生产状态。

4）高效。印刷制造系统在印刷品生产管理过程中，要使物流、信息流和资金流在“透明”的生产系统中高效协调地运转，使得生产和管理成本降低，生产效率提高。

1.2 计算机集成印刷系统的提出

在印刷生产过程中，从技术角度分析，存在“管理信息流”和“技术信息流”。“管理信息流”包含“生产管理信息流”和“商业管理信息流”，“技术信息流”包含“图文信息流”和“生产控制信息流”。“生产管理信息流”是印刷作业的计划、统计、进度、作业状态和作业追踪等信息。“商业管理信息流”是订单处理、生产成本统计、资金管理和产品交付等信息。“图文信息流”是需要印刷复制的内容信息，如由客户提交复制的文字、图形和图像等。“生产控制信息流”是使印刷产品能被正确生产加工而必需的控制信息，如印刷成品规格信息(版式、尺寸和装订方式等)、印刷加工所需要的质量控制信息(如印刷机油墨控制数据等)和印刷任务的设备安排信息等[4]。在当前传统印刷制造系统中，技术信息流与管理信息流分别处于生产系统和管理系统中，两者独立分开，形成两大“信息孤岛”。信息孤岛间的信息交流需要信息编码格式转换与多重传递来实现，这样导致了信息传递效率低下和信息衰减，从而降低了生产效率，并提高了生产与管理成本，在小批量的短版印品生产过程中更为凸显。传统印刷制造系统中信息编码格式多样化，是典型的异构系统。为实现信息编码格式的统一，CIP4 组织提出了基于 XML 的、统一的、与生产设备无关的、包含生产全过程的数据格式 JDF(Job Definition Format)[4-5]。JDF 能够定义生产管理信息、商业管理信息和生产控制信息，图文信息则可统一使用 PDF 定义。表 1 描述了印刷制造系统中各类信息格式编码的演变过程。

JDF 实现了印刷制造系统的信息格式统一，生产系统内部信息交流变得顺畅，同时数字化技术和自动化技术提高了印刷制造单元设备的自动化程度，如 CTP 设备、墨量预设系统、自动换版装置和在线印后

表 1 印刷制造系统中信息格式编码演变

Tab.1 Information code evolution in print production system

	过去	现在
生产管理信息	私有数据格式	JDF
商业管理信息	PrintTalk、私有数据格式等	JDF
图文信息	PS，PDF，PPML，TIFF/JPEG 等	PDF
生产控制信息	PJTF，PPF，IfraTrack，JDF 等	JDF

加工设备等自动化设备的出现，从而使得“数字化工作流程”得以实施。“数字化工作流程”是指印刷生产系统中印前处理、印刷和印后加工三部分通过数字化的“生产控制信息”被集成为一个顺畅的数字化印刷制造系统，使数字化的“图文信息”在系统内完整、准确和高效地被传递，并最终加工制作成印刷成品。在基于 JDF 和 PDF 的数字化工作流程中，以 JDF 数据格式编码的生产控制信息控制印刷制造系统中各单元设备将以 PDF 数据格式进行编码的图文信息按照要求加工成最终印刷品。“数字化工作流程”强调了生产系统内部的高度集成。

由于生产管理信息、商业管理信息和生产控制信息都使用 JDF 数据格式编码，使得印刷制造系统内设备通讯接口标准化。部门内部以至部门之间孤立的、局部的自动化岛，在新的管理模式及 CIM 制造哲学的指导下，综合应用优化理论、信息技术，通过计算机网络及其分布式数据库有机地被“集成”起来，构成一个完整的有机系统，即“计算机集成印刷系统”，以达到企业的最高目标效益。“计算机集成印刷系统”是指数字化的“管理信息”和“生产控制信息”将印前处理、印刷、印后加工及过程控制与管理系统四部分集成为一个不可分割的数字化印刷制造系统，并控制数字化的“图文信息”在系统内完整、准确和高效地传递，并最终加工制作成印刷成品。“计算机集成印刷系统”强调生产系统与管理系统的高度集成。

“计算机集成印刷系统”体现了 CIM 制造哲学中的“系统观点”和“信息观点”。

1）系统观点。一个印刷制造企业的全部生产经营活动，从订单管理、产品设计、工艺规划、印刷加工、经营管理到售后服务是一个不可分割的整体，要全面统一地加以考虑。

2）信息观点。整个印品加工过程实质上是一个信息的采集、传送和处理决策的过程，最终形成的印刷品可以看作是数据(控制信息和图文信息)的物质

表现。

“计算机集成印刷系统”应最终实现物流、信息流、资金流的集成和优化运行，达到人（组织、管理）、经营和技术三要素的集成，以缩短企业的作业响应时间，提高产品质量，降低成本，改善服务，有益于环保，从而提高企业的市场应变能力和竞争能力。

2　计算机集成印刷系统的描述

“计算机集成印刷系统”是 CIM 理论在印刷制造系统中进一步应用的结果，计算机集成印刷系统在功能实现上具有印刷加工的特殊性。目前，CIPPS 存在两种类型的集成模式：以 MIS 为中心的 CIPPS 和以 JDF 为中心的 CIPPS。它们的功能模型见图 1。

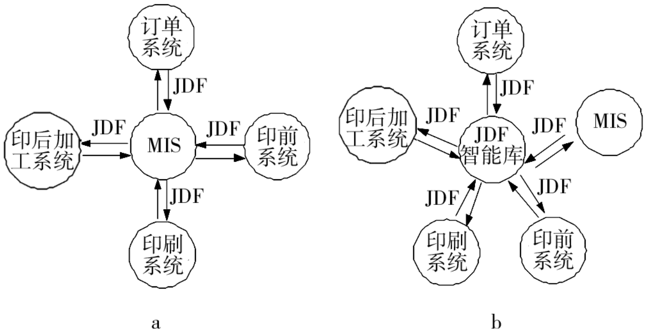

图 1　计算机集成印刷系统的功能模型

Fig. 1 The functional models of CIPPS

图 1a 中，CIPPS 是以 MIS 为核心，订单系统、印前系统、印刷系统和印后加工系统在生产过程中根据生产管理与 MIS 进行 JDF 数据通讯，在此 CIPPS 中，MIS 扮演管理者角色，其他 4 个子系统扮演操作者角色。图 1b 中，“JDF 智能库”是一个具有管理 JDF 数据的智能数据库，能够智能分析印刷制造系统中作业的生产状态与设备状态，在合适的时间和合适的设备单元进行 JDF 通讯，从而实现印刷制造系统的控制。

CIPPS 描述的是一种未来理想的印刷制造系统，系统实现的过程大致可以分为 3 个层次（阶段）：信息集成、过程集成和企业集成。

1）信息集成。各印刷制造单元在实现自动化的基础上具有统一的信息编码格式，借助网络技术、信息技术和应用软件等实现自动化孤岛互联。信息集成是 CIPPS 实现的最低层次，是过程集成和企业集成的基础。

2）过程集成。印刷制造系统在实现信息集成的基础上，通过优化理论优化传统印刷制造系统中的流程与工艺，并利用智能技术实现系统内数据和资源的高效实时共享，最终实现印刷制造系统内不同过程的高效交互和协同工作。

3）企业集成。印刷制造系统在实现过程集成的基础上为提高自身市场竞争力，通过企业间信息共享与集成构建“虚拟企业联盟”或“动态企业联盟”，从而实现充分利用全球制造资源，以便更好、更快、更节省地响应市场。过程集成强调企业内部系统的集成，企业集成则强调企业间不同系统的集成。

3　计算机集成印刷系统的关键使能技术

计算机集成印刷系统集成了印刷生产系统和管理系统，其实现过程中将不仅面临大量的技术难题，同时还面临管理难题。从技术方面看，在 3 个不同的集成阶段，需要解决的关键使能技术各有不同。根据当前我国印刷工业的发展现状，目前重点在于信息集成和过程集成阶段。

在信息集成阶段，需要解决的关键使能技术有以下两方面。

1）信息标准化及其接口实现。目前，印刷设备的信息标准化集中于基于 XML 的 JDF 数据标准。当前 JDF 已逐渐成为行业标准，因此在信息标准化及其接口实现时，需要首先解决基于 JDF 数据标准的设备接口的研发和针对不同设备功能的 JDF 数据编辑器的研发[6]。

2）JDF 数据库实现与工厂网络化互联。要实现印刷制造系统中各自动化单元的互联和信息高效实时共享，首先需要建立 JDF 数据库。JDF 基于 XML，如何在数据库中实现高效的 JDF 数据管理是基本问题。在实现 JDF 数据库的基础上，可利用网络通信技术，实现具备 JDF 数据传输和 JMF 即时消息通讯能力的设备互联网络[7-9]。

在过程集成阶段，需要解决的关键使能技术有以下两方面。

1）CIPPS 建模与集成策略。对印刷制造系统内各单元进行集成，首先需要合适的集成策略来指导系统内信息和资源的共享与集成[10-11]，然后对印刷制造系统进行过程建模[12]，在建模的基础上进行相应流程控制软件的研发来支持印刷制造系统的集成。

2）CIPPS 过程优化理论。对印刷制造系统内的

单元设备进行集成，一般需要通过对原有的流程进行优化或再造，这样才能够在信息集成的基础上充分发挥设备单元的潜力，使得集成后的印刷制造系统实现最大目标价值。例如对印刷工艺员的工艺计划工序进行优化再造，实现计算机辅助印刷工艺规划，从而提高工艺规划的效率，也可提高整个系统的生产效率[13-14]。

4 结语

重点阐述了计算机集成印刷系统的基本概念，未来进一步的研究工作则是研究 CIPPS 的使能技术及其实现。计算机集成印刷系统的实现是一个系统工程，需要设备、技术和管理的协调发展。当前 CIPPS 正在印刷数字化技术的推动下开始起步，未来随着科技的不断发展，CIPPS 的具体形态将会逐渐清晰起来。另外，物联网技术在系统运行跟踪与集成方面有着独特优势，其对 CIPPS 的信息集成、过程集成和企业集成都将会有不同程度的推动作用，因此对物联网技术的研究也将是一个值得注意的研究领域。

参考文献：

[1] 中华人民共和国科学技术部. 高端自主化引领装备制造业“十二五”.[EB/OL].（2010-10-05）. http://www.most. gov. cn/kjbgz/201010/t20101021_82849. htm.
The Ministry of Science and Technology of the People´s Republic of China. Independent and High-end Equipment Manufacturing Industry " Twelfth Five-Year plan" [EB/OL].(2010-10-05). http://www. most. gov. cn/kjbgz/201010/t20101021_82849. htm. 2010. 10. 05.

[2] United Nations Statistics Division. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Rev. 3. http://unstats. un. org/unsd/cr/registry/regcst. asp? Cl=2.

[3] 罗如柏，周世生，曹从军. “计算机集成印刷系统”课程知识体系的探讨[J]. 中国印刷与包装研究，2010，2(4)：36-39.
LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng, CAO Cong-jun. Research on Knowledge System of Computer Integrated Print Production System Course[J]. China Printing and Packaging Study, 2010, 2(4): 36-39.

[4] 金杨. 数字化工作流程和印刷生产的集成化[J]. 今日印刷，2002(7)：2-8.
JIN Yang. Digital Workflow and Integrated Printing Production[J]. Print Today, 2002(7): 2-8.

[5] CIP4. JDF Specification Release 1.4[EB/OL].(2008-11-10). http://www. cip4. org/documents/jdf_specifications/JDF1. 4. pdf.

[6] 罗如柏，周世生，赵金娟. 基于 JDF 的印刷制造信息集成规范的研究[J]. 计算机工程，2009，35(10)：251-253.
LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng, ZHAO Jin-juan. Research on JDF-based Printing Manufacture Information Integration Specification[J]. Computer Engineering, 2009, 35(10): 251-253.

[7] 汪炜军，罗如柏. JDF 系统中的通讯协议的研究[J]. 包装工程，2008，29(11)：105-107.
WANG Wei-jun, LUO Ru-bai. Research on Communication Protocol in JDF System[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(11): 105-107.

[8] 罗如柏，周世生，汪炜军，等. JMF 消息通信在印刷系统内的研究与实现[J]. 计算机工程，2010，4(36)：223-225.
LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng, WANG Wei-jun, et al. Application of JMF Message Communication in Printing System[J]. Computer Engineering, 2008, 29(11): 105-107.

[9] LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng, GAO Xiao-jing, et al. JDF-based Integration Solution for Pressroom[C]. 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering, Wuhan: IEEE, December, 2008: 406-410.

[10] 罗如柏，周世生，赵金娟. 基于意图产品的 JDF 节点树建立方法研究[J]. 西安理工大学学报，2008，24(1)：94-97.
LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng, ZHAO Jin-juan. A Method of Establishing JDF Nodes Tree Based on Intented Production[J]. Journal of Xi´an University of Technology, 2008, 24(1): 94-97.

[11] 罗如柏，周世生，李延雷，等. 印刷生产系统中柔性制造集成策略研究[J]. 包装工程，2007，28(10)：11-13.
LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng, LI Yan-lei, et al. Research on Flexible Manufacturing Integration Strategy in Printing Production Systems[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 11-13.

[12] 罗如柏，周世生. 基于 AOV 网的 JDF 印刷工作流程建模[J]. 北京工业大学学报，2011，37(1)：7-12.
LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng. Activity on Vertices based JDF Workflow Modeling[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2011, 37(1): 7-12.

[13] 罗如柏，周世生. 基于多色集合理论的印刷工艺规划建模研究[J]. 计算机应用，2009，29(7)：1970-1973.
LUO Ru-bai, ZHOU Shi-sheng. Model for Print Process Planning Based on Polychromatic Sets Theory[J]. Journal of Computer Applications, 2009, 29(7): 1970-1973.

[14] LUO Ru-bai, LI Yan-lei, ZHOU Shi-sheng. On Implementation of a JDF-based Printing Process Searching[J]. Advanced Materials Research, 2011, 174: 163-166.