

智能印刷设备的历史回顾、发展现状及有效战略

宁廷州, 葛美芹

(枣庄学院 机电工程学院, 山东 枣庄 277160)

摘要: 目的 综述智能印刷设备的发展历史及研究现状, 为智能印刷设备的发展提供战略参考。方法 通过文献综述法回顾印前、印刷和印后等设备的发展历史, 总结国内外智能印刷设备的应用和研究现状, 提出“标准先行、夯实基础, 数据驱动、融合发展, 模式创新、示范引领”的智能印刷发展三步走战略。结果 当前智能印刷设备的发展相对缓慢, 与之相关的研究普遍较少, 智能印刷尚处于智能制造的初级阶段——数字化阶段。结论 通过制定智能印刷标准体系, 加快智能印刷设备的数字化和网络化, 推行智慧印厂和印刷云工厂等措施, 可以有效促进智能印刷的有序发展。

关键词: 智能印刷; 数字化; 网络化; 智慧印厂; 云工厂

中图分类号: TS806 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)19-0230-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.19.034

Historical Review, Development Status and Effective Strategy of Intelligent Printing Equipment

NING Ting-zhou, GE Mei-qin

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Zaozhuang University, Zaozhuang 277160, China)

ABSTRACT: The work aims to summarize the development history and research status of intelligent printing equipment and provide a strategic reference for the development of intelligent printing equipment. Through the literature review method, the development history of prepress, printing and post-press equipment was reviewed. The application and research status of intelligent printing equipment at home and abroad were summarized. A three-step strategy of intelligent printing development was proposed, which was “standard first, solid foundation, data driven, integrated development, model innovation and demonstration leading”. The current development of intelligent printing equipment was relatively slow, and there were generally few researches related to it. Intelligent printing was still in the initial stage of intelligent manufacturing -the digital stage. Formulating an intelligent printing standard system, accelerating the digitization and networking of intelligent printing equipment, and implementing measures such as intelligent printing factories and printing cloud factories can effectively promote the orderly development of intelligent printing.

KEY WORDS: intelligent printing; digitization; networking; intelligent printing factory; cloud factory

进入 21 世纪以来, 随着新一轮科技革命与产业变革不断深入, 产业跨界融合、交叉渗透的趋势日益明显, 反映国家生产力水平的制造业受到了前所未

有的重视。早在 2012 年, 美国就发布了《先进制造业国家战略计划》, 开始其“再工业化”战略。随后, 2013 年德国的“工业 4.0”颁布, 正式开启了第 4 次工

收稿日期: 2019-07-24

基金项目: 枣庄市科技计划 (2019GX10); 枣庄学院博士科研启动基金 (2018BS030)

作者简介: 宁廷州 (1988—), 男, 博士 (后), 枣庄学院讲师, 主要研究方向为机电一体化。

通信作者: 葛美芹 (1985—), 女, 硕士, 枣庄学院助教, 主要研究方向为工业设计。

业革命。紧接着日本的《再兴战略》、英国的《工业 2050 战略》及韩国的《制造业创新 3.0》等政策文件相继出台, 标志着智能制造已成为各国发展的顶层战略^[1-3]。为紧跟世界经济发展变化, 加快自身产业转型升级, 中国于 2015 年提出了《中国制造 2025》, 旨在加快智能制造的创新发展, 实现我国从制造大国向制造强国的转变^[4-7]。印刷业属于典型的服务制造业, 与人们的日常生活密切相关, 是国民经济的重要组成部分。《印刷业“十三五”时期发展规划》显示, “十二五”期间, 我国印刷业总产值由 8677.1 亿元增长到 11246.2 亿元, 年平均增长率为 7.9%, 整体规模居全球第 2 位^[8]。《规划》同时明确了“十三五”期间的发展目标: 到“十三五”期末, 绿色印刷产值占印刷总产值的比重超过 25%, 数字印刷的年复合增长率超过 30%, 智能印刷逐步推广, 培育建设一批国家级创新研发中心^[9]。至此, “智能化”已成为印刷业发展的一大主旋律, 2018 年也被定格为智能印刷发展元年^[10]。

当前印刷业整体发展势头良好, 但是规模企业少、科技含量低、创新力不足等问题严重制约着印刷业迈向智能化的发展进程。印刷机械(设备)是印刷五要素的重要组成部分, 更是智能印刷生产的关键设备, 直接决定了印刷作业的智能化水平^[11-13]。长久以来, 由于受技术水平和投资成本的限制, 印刷设备的智能化水平一直很低。为了促进印刷设备的智能化发展, 笔者查阅了大量的文献资料, 首先回顾了印刷设备的历史发展与演变, 其次综述了当前印刷设备的智能化现状, 最后对智能印刷设备的发展提出了三步走的战略模式, 以期对智能印刷设备的研发和应用提供一定的理论参考。

1 印刷设备的历史发展与演变

印刷设备, 主要指与印刷相关的各类机器和设备。与印刷术的起源不同, 最早的印刷设备诞生于德国, 1439 年古登堡发明了世界上第一台木制凸版印刷机。300 多年后, 1812 年德国人柯尼希用金属制成了第一台圆压平凸版印刷机, 自此金属印刷设备正式成为印刷的主流设备, 极大地促进了印刷术的快速发展。

印前设备的发展线路图见图 1, 描述了印前设备从模拟时代转向模拟+数字时代以及最终进军数字时代的变迁过程。模拟时代的印前设备非常简陋, 主要依靠手工胶泥和金属铅活字通过热压制版, 随后引入了照相制版工艺, 逐步提升了文字和图像的印刷质量。热排技术和照相制版技术成为这个时代的标志性技术, 因而模拟时代又被人们形象地称为“铅与火”时代^[14]。20 世纪 70 年代后, 随着机电一体化技术和计算机技术的不断发展, 印前设备进入了“模拟+数字”时代, 又称为“光与电”时代。这个时代的电子整页排

版系统(EPMs)与电子分色机连成一体, 可实现整个印刷页面的图文输入、处理和输出。随后, 以苹果和 PC 计算机为核心的桌面出版系统(DTPs)诞生, 实现了彩色图像的高效输入和输出, 提高了印刷品的质量和档次。进入 20 世纪 90 年代, 随着计算机科学的进一步发展, 计算机直接制版技术(CTP)以高效便捷、环保智能等优点迅速占据印前设备市场, 印前设备正式进入了数字化时代(俗称“0 和 1 时代”)。

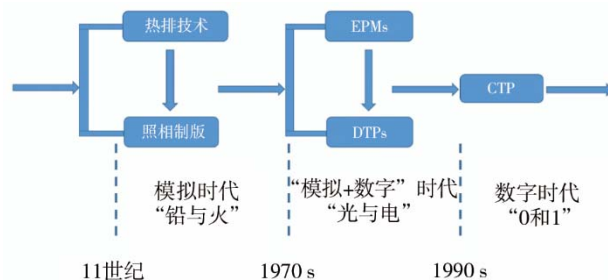


图 1 印前设备的发展和变迁过程

Fig.1 Development and change process of prepress equipment

印刷设备的发展路线见图 2, 描述了印刷设备从铅印时代到四大印刷方式并存, 再到传统印刷与数字印刷共同发展的变迁过程。14 世纪, 自世界第一台凸版印刷机出现, 凸版印刷一直占据整个印刷市场, 成为当时印刷工业的主要印刷技术。随后, 20 世纪 50 年代, 柔版印刷逐渐取代凸版印刷成为新的印刷方式, 与此同时, 凹印、胶印和丝印均不断发展壮大。其中, 胶印因产量高、效率高、质量好, 迅速占据了印刷业的大部分市场。与印前设备发展相似, 以喷墨印刷机和静电成像数字印刷机为代表的数字印刷设备也于 20 世纪 90 年代后期登上了印刷的历史舞台, 形成了传统印刷设备与数字印刷设备并存的印刷设备新时代。

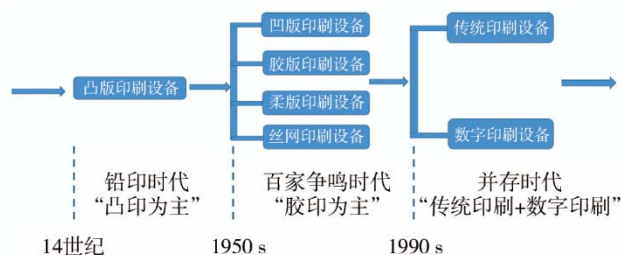


图 2 印刷设备的发展和变迁过程

Fig.2 Development and change process of printing equipment

印后设备的发展路线见图 3, 描述了印后设备从手工时代到机器时代, 再到数字时代的变迁过程。由于受人们固有观念的影响, 印后设备一直发展缓慢。20 世纪 50 年代, 印后主要依靠人工完成, 这也是印刷业被定义为劳动密集型产业的主要原因。进入 20 世纪 80 年代后, 印后工序逐渐成为影响印刷生产效率的瓶颈, 开始受到了企业的重视, 折页机、切纸机、

装订机、覆膜机和烫金机等设备不断涌现,极大地解放了劳动生产力,提升了工作效率。之后的几十年来,印后工序逐渐成为印刷业新的经济增长点,印后设备发展迅速。自动折页机、胶订自动生产线、印后联动生产线等设备极大地节约了时间,使印后设备逐渐从机器时代的中低端水平走向数字化时代的高端水平。

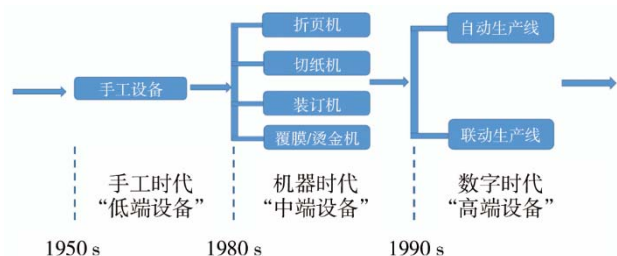


图3 印后设备的发展和变迁过程

Fig.3 Development and change process of post-press equipment

纵观整个印刷设备的发展历程不难看出,当前的印刷设备与智能制造要求的智能印刷设备还存在很大差距。大多数印刷设备仅停留于自动化水平,智能化水平还很低,印刷设备逐渐成为制约智能印刷发展的关键要素。

2 智能印刷设备的发展及研究现状

2.1 国外智能印刷设备的发展现状

德国一直以来都是制造业强国,也是印刷设备生产强国,拥有海德堡、曼罗兰、高宝三大类印刷机生产企业,代表着世界最先进的印刷机发展方向。海德堡现已开发出高端智能的印通数码控制系统,该系统可以灵活地将任务输送给海德堡超霸计算机直接制版系统或 Versafire 数码印刷系统,使印刷厂在同一个工作流程中完成不同印刷设备的选择,减少活件的处理流程,节约了时间和成本。海德堡速霸 XL162 胶印机通过印通系统控制分光光度计对产品进行在线色彩与套准检测,并可实现纸堆更换、印版更换和双面印刷等流程的全自动,最大限度地提升印刷效率。另一款海德堡 Primefire106 喷墨印刷机采用自动联机校准和传感器高精度套准装置,可实现完美的色彩控制和稳定的色彩输出质量,能够获得 2400×4800 dpi 的高精度图像,机速高达 135 张/min (A4)。由海德堡和捷拉斯共同研发的工业级数码印刷机 Gallus Labelfire 340,采用端到端操作理念,将数码印刷与传统印刷相集成,只需一个生产流程就可以完成从空白卷材到完美成品的实现。与此同时,曼罗兰采用 Printnetwork 印刷系统为客户提供自动化工作流程解决方案,包括从印前准备到调度、色彩控制、联机检测及质量管理等全套操作。ROLAND 900 采用 QuickChange Surface 可减少墨斗的清洗时间,并使用

联机自动供墨导控装置 (InlineColorPilot) 和集成的联机检测装置 (InlineInspector),能最大限度地减少废张,大幅度降低印刷的准备时间。其中,联机检测装置 (InlineInspector) 可以检测到最小的环状白斑、溅墨、划痕、折痕、墨杠、浮脏等印刷故障,还能够检测到颜色偏差或承印材料缺陷。此外,高宝印刷机也基本实现了智能化。高宝利必达 76 胶印机采用 DriveTronic 直接驱动技术,包括感应进纸系统 (DriveTronic SIS)、同步印版更换 (DriveTronic SPC)、印版自动识别系统 (DriveTronic PlateIdent) 及以 TouchTronic 为操作概念的 ErgoTronic 控制台,可实现全自动的换版、清洗及“一键式活件更换”的智能化操作流程。

日本是仅次于德国的第二大印刷机生产国,拥有三菱和小森两大世界知名品牌印刷机。三菱 DIAMOND3000TP 串列式双面印刷机将反面和正面印刷单元联系到一起,采用无重影和扇形变形的高精度单元套准装置,可实现从 0.04~0.6 mm 的薄膜或纸张的高精度印刷。三菱公司的轮转印刷机非常高效,DIAMOND SPIRIT 采用双径橡胶滚筒,既可稳定单径版滚筒的偏转,又可以保证 80000 IPH 的高速优质印刷,报纸的印刷速度居全球第一。小森公司也不甘示弱,旗下的 LITHRONE GX40 印刷机采用了由双倍径滚筒构造的独特翻转装置,确保以 18 000 张/h 的速度进行高速、稳定的双面印刷。同时,小森的 Impremia IS29 系统采用了全色组独立自动换版装置 (A-APC)、分光式色调控制装置 (PDC-SX) 和联机印刷质量检测装置 (PQA-S) 等选项,实现了从试印到生产印刷的完全自动化控制。

2.2 国内智能印刷设备的发展现状

由于受我国印刷业整体发展的影响,中国的印刷设备企业发展一直都很缓慢,规模企业更是凤毛麟角。比较具有代表性的有北人集团、大族冠华、江西中景、天津长荣、山东威海及东方精工等企业。北人集团的产品主要包括多色商务印刷机和双色书刊印刷机。BEIREN300A 商务印刷机采用自动化操作方式,使印刷准备时间缩短,可实现最高印刷速度为 15 000 张/h 的多色印刷。BEIREN 21050E 对开双色印刷机使用两色组共用一个双倍径压印滚筒,使双色印刷过程中纸张不交接,有利于印品质量的控制,非常适合书刊和包装印刷。大族冠华曾全资收购了日本筱原印刷机,旗下的筱原 106IVH 四色印刷机使用全自动控制系统,可使印刷速度达到 16 500 张/h。江西中景集团主要生产轮转系列印刷机和胶印系列印刷机。JDL420 全轮转多功能组合式印刷机采用机组式模块组合方式,可用于 2~12 色的按需印刷,整机采用无轴传动,配置自动套准系统和预套准系统,可承印厚度为 0.02~0.35 mm 的所有产品,最大印刷面积

为 410 mm×635 mm, 最高速度可达 150 m/min。JD41050 对开四色胶印机采用真空吸气变速带式输纸, 遥控分区供墨和同步检测调节, 可实现 0.8 mm 厚的纸张印刷, 最高机速达 13 000 张/h。天津长荣的产品主要为凹版印刷机和印刷加工设备。MK R983 卷筒纸凹版印刷机由输纸单元、油墨单元、印刷单元、加热单元、控制单元及清洁单元等构成, 其中, 控制单元采用十色自动横向和纵向套准控制系统, 可大幅度降低废品率。整机可满足幅宽为 500~820 mm, 纸卷最大直径为 1800 mm 的卷筒纸印刷, 机速最高达 350 m/min。MK1060CSB 模切机是长荣集团与海德堡集团共同研发的全新印后设备。该机采用全自动飞达系统 (Master Feeder) 和电子定位系统 (MasterSet) 对纸边、色标以及印刷图像进行跟踪定位, 可实现 8000 张/h 的模切速度, 模切精度可以达到 $\leq \pm 0.1$ mm。山东威海的印刷机品种齐全, 具有胶印印刷机、喷墨印刷机和覆膜烫印一体机等设备。WIN924 四色胶印机采用微电脑控制, 人机对话界面, 能自动进行印版套准, 可印刷最大面积为 900 mm×615 mm 的纸张, 最高印速为 13 000 张/h。威枫 elan500 高速彩色双面单张数码喷墨印刷机是威海自主研发的最新款喷墨印刷机, 具有 1600 dpi 的高分辨率, A4 纸图像可实现印刷速度高达 30 000 张/h。WIN ATF380 全自动高端覆膜烫印一体机采用全自动飞达传纸机构, 实现覆膜和烫印的双重功能, 可满足 210 mm×297 mm~380 mm×750 mm 的纸张印刷。东方精工将人工智能、虚拟现实、3D 模拟等技术与瓦楞纸印刷设备相结合, 开发出了 Pro Care 和 Pro Syncro 等系统, 可实现对产线 and 设备的智能监控。

2.3 智能印刷设备的研究现状

由于智能印刷尚处在概念阶段, 有关智能印刷设备的研究相对较少。利用中国知网和 web of science 分别搜索主题为“智能印刷设备”和“Intelligent printing machinery”的论文发现, 中国知网仅有 21 条记录, 而 web of science 也只有 56 条记录, 且大多数都是与“智能”这个关键词有关的其他论文, 真正研究智能印刷设备的文献屈指可数^[15-20]。管力明^[21]研究了模糊逻辑、神经网络控制、事例专家系统和遗传算法等智能控制技术对胶印质量控制的影响, 发现将层次分析法和模糊评判法相结合所建立的多层次模糊综合评价方法, 可以更加科学合理地评价印品质量。黎妹红等^[22]通过设计特殊的菱形标记, 配合高速摄像机的作用, 发明了一种可用于卷筒纸印刷的智能套准系统。结果表明, 该系统可利用图像处理技术根据卷筒轴向和径向的颜色偏差进行自动补偿, 有效降低废品率, 提高印品质量。顾桓等^[23]以 Windows Azure 云平台为基础, 构建了数据平台和网关、印刷企业自有云和制造商服务云

的三层云框架, 并依托 Azure 的 OLAP 和机器学习平台, 创建了印刷设备的智能云服务 REST API 平台。研究显示, 该系统将印刷设备与云平台相结合, 可以大幅度提高印刷设备的信息化服务水平。杜万全^[24]介绍了安徽新华智能工厂的 ERP+MES 管理执行系统, 指出该智能系统对印刷生产整个流程都具有提高效率、降低成本的作用。GAO 等^[25]以三星的 ARM9 S3C2440 为 CPU, 设计了基于智能 PI 控制器的圆网印刷机同步系统, 发现该智能 PI 控制器可在线调整印刷机的结构和参数, 能够显著提高系统的动态稳定性。LIANG 等^[26]设计了基于物联网和模糊推理的远程诊断系统, 发现通过在印刷机的主要部件中部署各种传感器, 可远程分析和处理印刷机实际操作数据的对错, 实现对印刷机故障的智能诊断。DONG 等^[27]首先基于伽马变换对发票图像的颜色进行了增强, 然后将机器打印字符与空白发票分开, 再根据图像处理的边界矩形算法得到了机器打印字符的像素信息, 最后提出了一种基于图像增强的二次分割算法。研究表明, 该算法可以有效地提取机器打印字符并降低发票的识别难度, 提高了发票识别的准确性, 仿真结果显示该算法的提取精度高达 95%。Ummin 等^[28]基于 LabVIEW 平台开发了一套滚筒智能检测系统, 发现该系统易于实现印刷压力、滚筒速度、滚筒压印轨迹、压印次数、GPS 实时定位等参数的快速无损检测功能。

3 智能印刷设备发展的有效战略

智能印刷设备是智能印刷的基础, 决定了智能印刷在智能制造中的层次和水平^[29-30]。针对当前印刷设备的发展现状, 提出了“标准先行、夯实基础, 数据驱动、融合发展, 模式创新、示范引领”的三步走战略, 以促进智能印刷行业的健康有序发展。

3.1 标准先行、夯实基础

印刷业不同于机械、电子等行业, 科技水平要求较低, 行业良莠不齐, 规模企业的资产可过百亿, 而不少小作坊企业也同样存在。造成这种局面的根本原因在于行业缺乏通用的标准。要发展智能印刷, 首要条件就是要制定智能印刷设备的标准体系文件, 做好智能印刷制造的顶层设计, 明确智能印刷设备的组成、使用, 为智能印刷生产做好技术指导。

2018 年 9 月 8 日, 国家新闻出版署发布了《印刷智能制造标准体系表》(征求意见稿), 涵盖了基础通用、智能印刷设备、智能印刷工厂和智能印刷服务 4 个方面的内容^[31]。

根据智能印刷标准体系建设要求, 对于智能印刷设备模块, 提出了“充分考虑行业现状、突出资源要素特征、以市场需求为导向、为未来发展留空间”的

基本原则,见图4。同时,该意见稿根据当前印刷设备的实际现状,分别对设备接口、设备的数据采集、在线检测及预测性维护等内容给出了指导性标准,并初步规划了2019年的标准制定计划,见表1。

尽管制定智能印刷标准体系,可以为印刷业提供规范指导,但是另一个不容忽视的问题依然很突出,那就是我国印刷设备的研发基础非常薄弱,设备依赖

进口的现象依旧严重。据中国印刷及设备器材协会数据显示^[32],2018年国内印刷设备及器材进口25.89亿美元,同比增长9.3%。从进口设备的构成看,除印前进口设备较少(0.59亿美元)外,印刷机进口12.13亿美元(同比增长14.8%),印后设备进口1.88亿美元(同比增长16.1%),辅机零件进口6.49亿美元(同比增长3.9%)。



图4 智能印刷设备的标准设立原则

Fig.4 Standard setting principle for intelligent printing equipment

表1 2019 智能印刷标准制定计划

Tab.1 Development plan of 2019 intelligent printing standards

序号	标准名称	标准属性
1	印刷智能制造术语	国家标准
2	智能印刷工厂参考模型	行业标准
3	智能印刷工厂构建规范和指南	行业标准
4	智能印刷工厂生产制造执行系统(MES)功能体系结构	行业标准
5	印刷品智能设计与仿真技术规范	行业标准
6	印刷智能仓储系统设计指南	行业标准
7	智能化按需印刷系统构建规范	行业标准

印刷设备的基础薄弱与当前国内印刷业的发展现状有关,我国印刷规模企业数量较少,大多数为中小型企业。这类企业资金有限,对原有设备依存度很高,无法迅速实现产业转型升级,因此,要提升自主创新能力,就必须对整个印刷行业进行整合,鼓励企业开展技术研究,淘汰落后设备,用新技术、新设备武装企业,加快印刷业的智能化发展进程。

通过制定详细可行的标准体系,提升印刷设备的创新力,可以为印刷设备的智能化发展铺好基石,实现“标准先行、夯实基础”的第一步战略。

3.2 数据驱动、融合发展

根据周济院士的智能制造基本范式划分,当前的印刷设备水平才刚刚进入第一范式——数字化阶段^[33—34]。数字化是实现网络化和智能化的基础,印

刷设备亦不例外。印刷设备的数字化是印刷技术发展的必然趋势,是提高印刷生产效率、拓展印刷覆盖面、实现智能印刷的根本途径。狭义的印刷设备数字化主要指数字印刷设备,如喷墨印刷机、静电成像数字印刷机、CTP制版机、印后加工联动生产线等设备^[35]。这些设备通过数字式管理,可以实现高效精准生产,满足了个性化、柔性化定制的需要。然而,在智能制造大背景下讨论智能印刷设备的数字化,其广度和深度都将不同于简单的数字印刷设备,而是指将数字化的技术或者手段加入到印刷生产过程中,使印刷设备具有自感知、自学习、自决策、自执行和自适应的新功能^[36—40]。

印刷设备的数字化和网络化以人工智能技术为控制系统,结合大数据、物联网、互联网、云计算等新模式,构成以服务客户为核心的智能印刷生产线,

其模型见图 5。

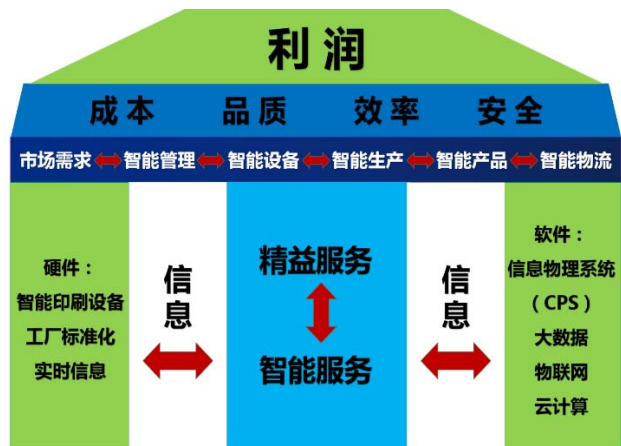


图 5 智能印刷设备的数字化模型
Fig.5 Digital model of intelligent printing equipment

由图 5 可知，将信息物理系统（CPS）、大数据、物联网、云计算等软件技术引入到印刷设备中，可以及时获取印刷需求信息，利用智能管理系统实现设备的自决策和自执行，最终通过智能印刷设备完成智能印刷生产。

印刷设备的数字化体现了印刷技术在信息化和智能化中的重要应用。随着智能印刷时代的来临，印刷的内核和外延得到不断丰富。蒲嘉陵^[41]认为印刷的内核是微小功能单元及其排列组合在适当载体上的精准摆放，当这些微小单元及其排列组合展现可视化或图形化时，就是印刷的外延。印刷业的跨界融合，是对印刷外延的一种扩充，不仅能够提高印刷业的科技含量和服务属性比重，还能快速实现产品结构的战略升级。3D 打印^[42—43]、印刷电子、文物复制、柔性

制造等新兴业态为印刷业转型升级提供了方向。这些新兴业态要求印刷设备具有非常高的智能化水平，能够实现高精度制造和生产，从而实现“数据驱动、融合发展”的第二步走战略。

3.3 模式创新、示范引领

《印刷业“十三五”时期发展规划》明确提出把推动数字网络化发展，提升智能化水平作为印刷业未来发展的重点任务。2019 年 3 月，“中国印刷业智能化发展论坛暨山东省印刷业创新发展推进会”在济南隆重召开，中国印刷技术协会常务副理事长褚庭亮表示，到“十三五”末，印刷业要率先发展一批技术领先、管理规范，在国内具有较高知名度和影响力的大中型印刷企业，充分发挥行业引领作用，切实推进印刷业的智能化发展。

智慧印厂是智能印刷发展下的一种新模式，它既是印品生产的执行部门，又是连接印刷产业链的信息枢纽，也是印刷智能制造的核心环节。其外部充分利用工业物联网、移动互联网、电子商务平台和云印刷平台等媒介，实现印刷产业链客户-供应商-相关企业的三级联通模式；而内部则通过智能化的印刷设备和先进的控制系统，实现从人机互动到机机对话的转变；最终通过内外部的互联，实现印刷智能互联工厂^[44]。

现以山东鲁信天一印务有限公司的智慧印厂为例，剖析智慧印厂的组成架构，见图 6。

由图 6 可知，智慧印厂以 PLM（产品生命周期管理系统）、ERP（企业资源计划）等信息化管理技术为手段，结合 MES（制造执行系统）、APS（高级排程系统）、WMS（仓储管理系统）、MDC（机台数据

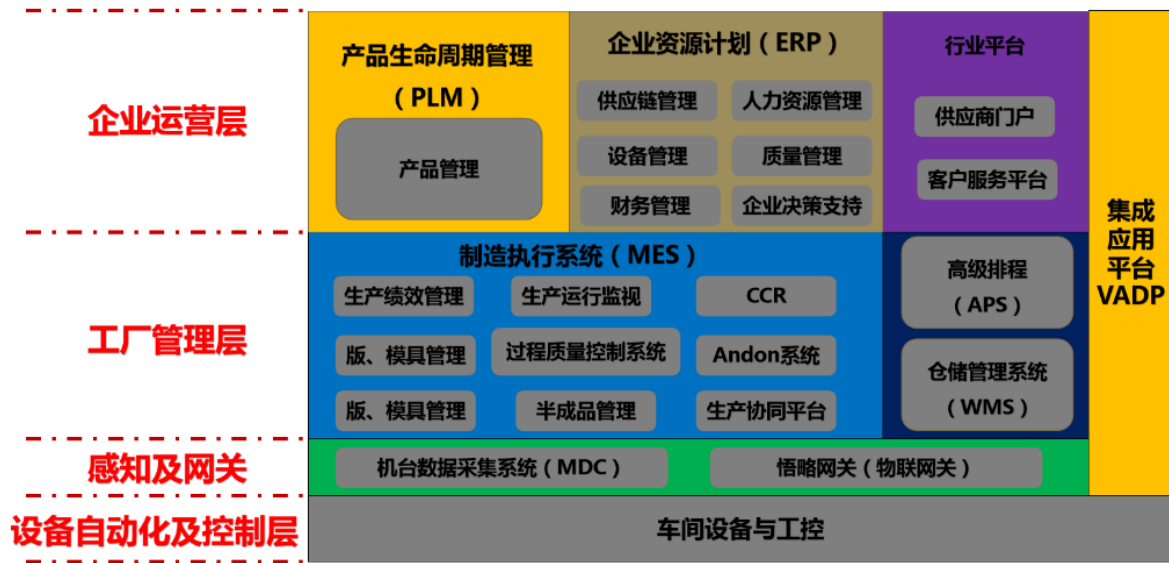


图 6 山东鲁信天一的智慧印厂结构
Fig.6 Intelligent printing factory structure of Shandong Lu Xin Tianyi Printing Co., Ltd.

采集系统)、物联网关系统,通过车间的智能设备完成智能印刷生产过程。由于其高度智能的生产过程,真正实现了除水和空气不能印刷外,万物皆可成为智慧印厂的服务对象。

随着印刷数字化和网络化的深度融合,另一种全新的商业模式出现了,即印刷云工厂^[45]。印刷云工厂是利用现代网络技术、计算机技术、物流体系与印刷技术的相互交叉衍生出的一种网络印刷服务,其显著的特点是网络接单、合版优化。各类订单被印刷云工厂采集后,系统会迅速进行诊断和分析,印刷工厂像竞标者一样在印刷云平台上展现自身的优势,系统会根据大数据分析结果将订单发送给满足客户要求要求的印刷厂,从而完成交易行为。随着信息物理系统^[46—49](Cyber Physical Systems, CPS)、射频识别技术^[50—52](RFID)等广泛应用于印刷云工厂,极大地提升了印刷物流的效率。随着印刷云工厂的不断发展,对印刷设备的智能化水平提出了更高和更新的要求,不仅要能对指令做出快速响应,还能为客户提供最优印刷方案。印刷云工厂可促进印刷设备不断优化和改进,以满足客户日益增长的高要求和高标准。

智慧印厂是智能印刷设备的主要服务领域,印刷云工厂是智能印刷设备服务下的新经济增长点。在印刷业龙头企业的带动下,二者共同推动智能印刷的“模式创新、示范引领”第三步战略的实现。

4 结 语

随着印刷技术的数字化、网络化和智能化发展,印刷设备必将迎来全新的发展时期。印前设备走过“铅与火”和“光与电”时代,进入了“0 和 1”时代;印刷设备经历了从凸印为主到胶印为主,再到传统印刷与数字印刷并存的发展历程;印后设备从手工时代进入了机器时代并转向了数字时代,都正在向智能时代努力迈进。尽管国外的印刷设备智能化水平较高,但伴随《中国制造 2025》和《印刷业“十三五”时期发展规划》两项文件的实施,我国的智能印刷设备必能迎头赶上。在提升我国印刷设备智能化发展的同时,必须先做好印刷智能设备标准体系建设,提升企业自主创新能力,推动印刷设备的数字化和网络化发展。智慧印厂和印刷云工厂是未来智能印刷发展的新模式,必将带动智能印刷设备的全面发展。

参考文献:

- [1] 赵邦,谢书凯,周福宽. 智能制造领域研究现状及未来趋势分析[J]. 现代制造技术与装备, 2018(2): 180—181.
ZHAO Bang, XIE Shu-kai, ZHOU Fu-kuan. Research Status and Future Trend in Intelligent Manufacturing[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2018(2): 180—181.
- [2] 贺正楚,潘红玉. 德国“工业 4.0”与“中国制造 2025”[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2015, 30(3): 103—110.
HE Zheng-chu, PAN Hong-yu. Germany “Industry4.0” and “Made in China 2025”[J]. Journal of Changsha University of Science & Technology (Social Science), 2015, 30(3): 103—110.
- [3] 唐恒国,范佳,杨林浩,等. 智能制造推进工作的探讨[J]. 河北冶金, 2017(3): 1—8.
TANG Heng-guo, FAN Jia, YANG Lin-hao, et al. Discussion on the Promotion of Intelligent Manufacturing[J]. Hebei Metallurgy, 2017(3): 1—8.
- [4] 石镇山,刘越芳. 智能制造面临的重大科学问题和关键技术[J]. 电器与能效管理技术, 2017(24): 1—5.
SHI Zhen-shan, LIU Yue-fang. The Important Scientific Problems and Key Technologies Faced by Intelligent Manufacturing (IM)[J]. Electrical and Energy Efficiency Management Technology, 2017(24): 1—5.
- [5] 刘强. 探索智能制造发展之路[J]. 数字印刷, 2019(1): 16—25.
LIU Qiang. Exploring the Development of Intelligent Manufacturing[J]. Digital Printing, 2019(1): 16—25.
- [6] 朱森第. 我国智能制造与智能制造装备的发展[J]. 冶金管理, 2015(9): 9—17.
ZHU Sen-di. Development of Intelligent Manufacturing and Intelligent Manufacturing Equipment in China[J]. Metallurgical Management, 2015(9): 9—17.
- [7] 刘强,丁德宇. 智能制造之路—专家智慧实践路线[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.
LIU Qiang, DING De-yu. Road to Intelligent Manufacturing-Practical Path of Expert Intelligence[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2018.
- [8] 印刷业“十三五”时期发展规划[J]. 中国印刷, 2017(5): 10—15.
Development Plan of the 13th Five-Year Plan Period of Printing Industry[J]. Printed in China, 2017(5): 10—15.
- [9] 钟华. 印刷行业“十三五”规划发布[J]. 中华纸业, 2017, 38(9): 11.
ZHONG Hua. The “13th Five-Year Plan” of the Printing Industry was Released[J]. China Pulp & Paper Industry, 2017, 38(9): 11.
- [10] 走进智能印刷示范园[J]. 印刷技术, 2018(10): 114.
Go into the Intelligent Printing Demonstration Park[J]. Printing Technology, 2018(10): 114.
- [11] 池海峰. 科技创造价值 智能印刷未来[J]. 印刷技术, 2018(5): 14—17.
CHI Hai-feng. Technology Creates Value, Intelligent Printing Future[J]. Printing Technology, 2018(5): 14—17.
- [12] MEDEIROS D L, BRAGHIROLI F L, RAMLOW H, et al. Environmental Improvement in the Printing Industry: the Case Study of Self-adhesive Labels[J].

- Environmental Science and Pollution Research, 2019, 26(13): 13195—13209.
- [13] LI Y, TORAH R, WEI Y, et al. Dispenser-printed Sound-emitting Fabrics for Applications in the Creative Fashion and Smart Architecture Industry[J]. Journal of the Textile Institute, 2019, 110(1): 1—9.
- [14] 蒲嘉陵. 印刷及出版产媒产业和技术发展的回顾与展望[J]. 北京印刷学院学报, 2018, 26(10): 1—10.
PU Jia-ling. Review and Prospect on Media Industry and Technology Development of Printing and Publishing[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2018, 26(10): 1—10.
- [15] 武吉梅, 唐嘉辉, 王昌达. 等. 基于随机共振和随机森林的轴承故障诊断[J]. 数字印刷, 2019(1): 72—76.
WU Ji-mei, TANG Jia-hui, WANG Chang-da, et al. Bearing Fault Diagnosis Based on Stochastic Resonance and Random Forest[J]. Digital Printing, 2019(1): 72—76.
- [16] 穆明, 张竞, 李志杰. 等. 凹印版辊缺陷检测设备伺服控制系统研究[J]. 数字印刷, 2019(1): 77—83.
MU Ming, ZHANG Jing, LI Zhi-jie, et al. Research on Servo Control System of Gravure Plate Roller Defect Detection Equipment[J]. Digital Printing, 2019(1): 77—83.
- [17] 刘伟, 曾勇. 数字设备界面系统中的交互安全研究[J]. 包装工程, 2018, 39(24): 244—249.
LIU Wei, ZENG Yong. Interactive Security in Interface System of Digital Device[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(24): 244—249.
- [18] 高静. 基于印前网点补偿的印版校正方法研究[J]. 包装工程, 2018, 39(23): 231—236.
GAO Jing. Plate Correction Method Based on Prepress Dot Compensation[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(23): 231—236.
- [19] 侯和平, 徐卓飞, 刘凯, 等. 一种印刷机械故障标识检测新方法的研究[J]. 西安理工大学学报, 2018, 34(2): 166—171.
HOU He-ping, XU Zhuo-fei, LIU Kai, et al. A New Detection Method for Fault Identity of Printing Machine[J]. Journal of Xi'an University of Technology, 2018, 34(2): 166—171.
- [20] 袁浩, 劳超超, 张清林, 等. 基于用户体验的数控压力机触摸式交互界面设计[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 229—235.
YUAN Hao, LAO Chao-chao, ZHANG Qing-lin, et al. Design of Industrial Servo Press Touch-type Interactive Interface Based on User Experience[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(12): 229—235.
- [21] 管力明. 胶印质量智能控制技术研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2009.
GUAN Li-ming. Research on Intelligent Control Technology of Offset Quality[D]. Xi'an: Xidian University, 2009.
- [22] 黎妹红, 杜晔, 刘吉强. 一种用于卷筒纸印刷的智能套准系统[J]. 计算机工程, 2011, 37(22): 287—289.
LI Mei-hong, DU Ye, LIU Ji-qiang. Intelligent Register System for Web Press[J]. Computer Engineering, 2011, 37(22): 287—289.
- [23] 顾桓, 田红, 高妍. 一种基于云平台的包装印刷设备增值服务系统[J]. 包装工程, 2015, 36(15): 149—152.
GU Huan, TIAN Hong, GAO Yan. A Value-added Service System of Packaging and Printing Equipment Based on Cloud Platform[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(15): 149—152.
- [24] 杜万全. 安徽新华智能工厂的实践与思考[J]. 印刷技术, 2019(5): 13—15.
DU Wan-quan. Practice and Thinking of Anhui Xinhua Intelligent Factory[J]. Printing Technology, 2019(5): 13—15.
- [25] GAO X D, WANG G, NIE Z M. Circular Nets Printing Machine Synchronicity System Based on Intelligent PI Controller[J]. Advanced Materials Research, 2011 (331): 476—480.
- [26] LIANG H B, CAO S Z, LI X P, et al. Design of the Remote Fault Diagnosis System for the Printing Machines Based on the Internet of Things and Fuzzy Inference[J]. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2017(417): 825—835.
- [27] DONG H, YING D, FAN Y P, et al. Secondary Segmentation Extracted Algorithm Based on Image Enhancement for Intelligent Identification Systems[J]. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2018, 14(12): 1—7.
- [28] UMMIN O, QI Y J, LONG Y, et al. Research on the Roller Intelligent Detection System Based on LabVIEW[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013(438/439): 1084—1088.
- [29] 周济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向[J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2273—2284.
ZHOU Ji. Intelligent Manufacturing-The Main Direction of “Made in China 2025”[J]. China Mechanical Engineering, 2015, 26(17): 2273—2284.
- [30] 王金锋. 人工智能技术在机械电子工程领域的应用[J]. 南方农机, 2019(9): 112.
WANG Jin-feng. Application of Artificial Intelligence Technology in Mechanical and Electronic Engineering[J]. China Southern Agricultural Machinery, 2019(9): 112.
- [31] 印文. 《印刷智能制造标准体系表》(征求意见稿)发布[J]. 印刷杂志, 2018(10): 60.
YIN Wen. “Printing Intelligent Manufacturing Standard System Table” (Draft for Comment) Released[J]. Printing Magazine, 2018(10): 60.
- [32] LIANG H B, CAO S Z, LI X P, et al. Design of the Remote Fault Diagnosis System for the Printing Machines Based on the Internet of Things and Fuzzy Inference[J]. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2017(417):

- 825—835.
- [33] 张建民. 2018 年国内印刷设备、器材进出口简报[J]. 印刷工业, 2019(1): 19—20.
ZHANG Jian-min. 2018 Domestic Printing Equipment, Equipment Import and Export Briefing[J]. Printing Industry, 2019(1): 19—20.
- [34] 陈克复, 陈广学. 智能包装—发展现状、关键技术及应用前景[J]. 包装学报, 2019, 11(1): 1—17.
CHEN Ke-fu, CHEN Guang-xue. Intelligent Packaging: Development Status, Key Technologies and Application Prospects[J]. Packaging Journal, 2019, 11(1): 1—17.
- [35] 柯胜海, 郭盼旺. AR 技术在包装上的应用研究[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 75—79.
KE Sheng-hai, GUO Pan-wang. Application of AR Technology in Packaging[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(12): 75—79.
- [36] 李光. 工业 4.0 视阈下智能包装装备发展趋势[J]. 包装学报, 2018, 10(1): 34—41.
LI Guang. Development Trend of Intelligent Packaging Equipment from the Perspective of "Industry 4.0"[J]. Packaging Journal, 2018, 10(1): 34—41.
- [37] 王虹, 印雄飞, 杜雄章, 等. 包卷式纸箱封合质量标准体系研究[J]. 包装工程, 2019, 40(13): 123—128.
WANG Hong, YIN Xiong-fei, DU Xiong-zhang, et al. Quality Standard System of Adhesive Performance of Wrapped Cartons[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(13): 123—128.
- [38] ZHOU Y, LIN H, LIU Y F, et al. A Novel Method to Identify Emerging Technologies Using a Semi-supervised Topic Clustering Model: a Case of 3D Printing Industry[J]. Scientometrics, 2019, 120(1): 167—185.
- [39] CHEN Yu-bao. Integrated and Intelligent Manufacturing: Perspectives and Enablers[J]. Engineering, 2017(3): 588—595.
- [40] MOGHADDAM M, CADAVID M N, KENLEY C R, et al. Reference Architectures for Smart Manufacturing: A Critical Review[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2018(49): 215—225.
- [41] 蒲嘉陵. 印刷及关联传媒产业和技术发展回顾与展望[J]. 数字印刷, 2019(1): 1—15.
PU Jia-ling. A Review and Perspective on the Evolution of Printing and the Related Graphic Communication Industries and Technologies[J]. Digital Printing, 2019(1): 1—15.
- [42] ZHANG C L, SHENG B Y, YIN X Y, et al. Research and Development of Off-line Services for the 3D Automatic Printing Machine Based on Cloud Manufacturing[J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2019(10): 1109—1128.
- [43] LIN Y S, LIN Y Z, ZHANG Y Y, et al. Simulating an Intelligent Printing Control for a Digital Light Processing (DLP) 3D Printer[C]. Proceedings of IEEE International Conference on Applied System Innovation 2018. Florence: IEEE, 2018: 429—430.
- [44] 蔡德航. 东经科技: CPS 包装服务的先行者[J]. 数字印刷, 2017(3): 46—47.
CAI De-hang. Dongjing Science and Technology: Pioneer of CPS Packaging Services[J]. Digital Printing, 2017(3): 46—47.
- [45] 张坤. 一种大数据应用系统下数据管理包装服务技术研究[J]. 中国包装工业, 2016(6): 178.
ZHANG Kun. Research on Data Management and Packaging Service Technology under Big Data Application System[J]. China Packaging Industry, 2016(6): 178.
- [46] GIRET A, GARCIA M E, BOTTI V. An Engineering Framework for Service-Oriented Intelligent Manufacturing Systems[J]. Computers in Industry, 2016(81): 116—127.
- [47] XIAO B, RAHMANI R, LI Yu-hong, et al. Edge-Based Interoperable Service-Driven Information Distribution for Intelligent Pervasive Services[J]. Pervasive and Mobile Computing, 2017(40): 359—381.
- [48] DOBRE C, XHAFA F. Intelligent Services for Big Data Science[J]. Future Generation Computer Systems, 2014(37): 267—281.
- [49] 章登科, 韩国程, 俞朝晖, 等. RFID 技术及其在智能包装中的应用[J]. 包装工程, 2018, 39(1): 6—11.
ZHANG Deng-ke, HAN Guo-cheng, YU Zhao-hui, et al. RFID Technology and Its Application in Smart Packaging[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(1): 6—11.
- [50] 蔡余杰. 云工厂开启中国制造云时代[J]. 自动化博览, 2017(3): 6.
CAI Yu-jie. Cloud Factory Opens China Made Cloud Times[J]. Automation Panorama, 2017(3): 6.
- [51] 周倩. 云工厂的演变与中国制造业前景展望[J]. 中国工业评论, 2016(6): 66—71.
ZHOU Qian. The Evolution of Cloud Factory and Prospects of China's Manufacturing Industry[J]. China Industry Review, 2016(6): 66—71.
- [52] 王莉, 张浩. 信息型智能包装技术应用分析[J]. 数字印刷, 2018(4): 51—53.
WANG Li, ZHANG Hao. Application Analysis on Informative Intelligent Packaging[J]. Digital Printing, 2018(4): 51—53.