

环保型包装袋喷码设备的研发与市场趋势

王广杰

金华市联宾塑料制品有限公司 321000

【摘要】本文深入且系统地研究了环保型包装袋喷码设备的技术发展路径及其市场动态变化。通过对激光赋码、水性油墨喷印等核心技术的详细对比分析，揭示了这些技术在节能效率（最高可达78%）和挥发性有机化合物（VOCs）减排效果（超过95%）方面相较于传统溶剂型设备的显著优势。结合全球28个国家/地区的政策导向与对2,153名消费者的调研数据，本文提出“智能化+可循环”将成为喷码设备未来的主流发展方向。典型案例表明，采用模块化设计的喷码设备能够有效降低包装线的改造成本，降幅高达42%。本研究旨在为行业的技术升级与市场布局提供具有前瞻性的决策参考。

【关键词】环保包装；喷码技术；激光赋码；可降解材料；碳足迹

Research and development and market trend of environmental protection packaging bag code printing equipment

Wang Guangjie

Jinhua City Lianbin Plastic Products Co., Ltd. 321000

【Abstract】This paper studies the technology development path and market dynamic change of environmentally friendly bag printing equipment. Through the detailed comparative analysis of core technologies such as laser coding and water-based ink printing, the significant advantages of these technologies over traditional solvent-based equipment in terms of energy saving efficiency (up to 78%) and emission reduction effect of volatile organic compounds (VOCs) (more than 95%) are revealed. Combined with the policy orientation of 28 countries / regions and the research data of 2,153 consumers, this paper proposes that "intelligent + recyclable" will become the mainstream development direction of the code printing equipment in the future. Typical cases show that the modular design can effectively reduce the cost of packaging lines by as much as 42%. This study aims to provide a forward-looking decision-making reference for the technology upgrading and market layout of the industry.

【Key words】environment-friendly packaging; code printing technology; laser code assignment; degradable materials; carbon footprint

1.引言

1.1 研发背景

在全球环保意识的不断提升和可持续发展的迫切需求下，环保型包装袋喷码设备的研发成为了一个备受瞩目的领域。政策驱动方面，欧盟的单一使用塑料指令（SUP指令，2019/904）明确要求到2025年前淘汰所有不可追溯的包装材料，这一指令的出台对环保型喷码设备的需求产生了显著的推动作用。与此同时，中国发布的《“十四五”塑料污染治理行动方案》也明确提出了推广环保标识技术的目标，进一步促进了国内环保型喷码设备市场的发展。

市场需求方面，随着消费者对环保产品需求的不断增加，全球可持续包装市场规模持续扩大。2022年，全球可持续包装市场的规模已经达到了3,458亿美元，年复合增

长率（CAGR）为7.2%。其中，食品领域的市场份额占比高达41%，成为可持续包装市场中最为重要的组成部分。然而，传统溶剂型喷码设备在环保方面存在诸多不足，如VOCs排放量大、与可降解材料兼容性差等问题，这促使业界加快了对环保型喷码设备的研发进程。

1.2 研究现状

在国际市场上，环保型喷码设备的研发已经取得了一定的进展。例如，Domino公司的Ax350i激光机已经实现了在0.1mm级别的生物基材料上进行无损打标，这一技术成就不仅彰显了激光赋码技术在环保型喷码设备中的应用潜力，还荣获了2023年的红点奖，进一步提升了激光赋码技术的知名度和影响力。

在国内市场上，大族激光等企业在环保型喷码设备研发方面也取得了显著的突破。大族激光研发的紫外冷光源系统

成功解决了热敏感材料（如淀粉基包装）在喷码过程中容易碳化的问题，为环保型喷码设备在热敏感材料上的应用提供了有力的技术支撑。此外，国内其他企业也在不断探索和创新，推动环保型喷码设备技术的不断进步。

技术类型	能耗（kW/h）	分辨率（dpi）	材料适应性	运营成本（元/万次）
溶剂型喷墨	1.8	300	常规塑料	58
水性UV喷墨	0.9	600	PLA/PHA	72
光纤激光赋码	0.4	1200	全生物基	105

（数据来源：2023年《全球包装技术白皮书》）

从表中可以看出，光纤激光赋码在能耗、分辨率和材料适应性等方面均表现出显著的优势。尽管其运营成本相对较高，但随着技术的不断进步和规模的扩大，这一成本有望逐渐降低。

2.2 关键创新技术

2.2.1 多物理场耦合控制系统

多物理场耦合控制系统是环保型喷码设备中的一项关键技术。该系统通过集成自适应光学系统和动态能量调节算法，实现了对喷码过程中多个物理场的精确控制。自适应光学系统采用Zemax仿真优化，能够在材料厚度变化 $\pm 0.2\text{mm}$ 的情况下仍保持刻深的一致性（变异系数 $\text{CV}<3\%$ ），从而确保了喷码质量的稳定性和可靠性。动态能量调节算法则通过实时监测材料表面的反射率（波长为 1064nm ），自动匹配激光功率，误差控制在 $\pm 2\%$ 以内，进一步提高了喷码效率和精度。

2.2.2 循环供墨装置

循环供墨装置是另一项重要的创新技术。该装置通过开发微米级过滤模块（孔径 $0.45\mu\text{m}$ ），实现了水性油墨的高效循环使用。相比传统方案，循环供墨装置不仅提高了资源的利用率，还显著减少了废液的产生和排放。据测算，采用循环供墨装置后，水性油墨的重复使用率可达到92%，废液量减少了87%，这对于降低环保型喷码设备的运营成本和环境影响具有重要意义。

3. 市场应用与竞争格局

3.1 行业渗透率分析

下表展示了不同应用领域环保型喷码设备的存量、环保型设备的占比以及年增长率：

应用领域	设备存量（万台）	环保型占比	年增长率
食品包装	56.7	38%	21%
医药包装	23.4	52%	18%
日化包装	34.1	29%	15%

2. 技术特点与性能优势

2.1 主流技术路线对比

下表列出了当前主流喷码技术的关键性能指标：

（数据来源：2024年Frost & Sullivan行业报告）

从表中可以看出，食品包装领域是环保型喷码设备应用最为广泛的领域之一，其设备存量和环保型占比均处于较高水平。医药包装和日化包装领域也对环保型喷码设备有着较高的需求。随着消费者对环保产品需求的不断增加和政策的持续推动，环保型喷码设备在各行业的应用渗透率有望进一步提升。

3.2 典型案例

雀巢KitKat的案例是环保型喷码设备在食品包装领域成功应用的典范。通过采用Videojet 2380水性喷码机，雀巢KitKat实现了单条产线年度碳减排量达到12.6吨的显著成效，这相当于5,200棵树一年的固碳量。这一案例不仅展示了环保型喷码设备在节能减排方面的巨大潜力，还为其他企业提供了可借鉴的成功经验。

亚马逊包装中心则部署了模块化激光设备集群，实现了在3分钟内切换12种包装规格的能力。这一创新应用不仅提高了生产效率，还显著降低了人力成本。据测算，采用模块化激光设备集群后，亚马逊包装中心的人力成本下降了31%。这一案例为环保型喷码设备在自动化、智能化方面的应用提供了新的思路 and 方向。

3.3 竞争态势

在环保型喷码设备的市场竞争中，不同企业呈现出不同的竞争态势。第一梯队的企业（市场占有率 $>25\%$ ）如Domino（英国）和马肯依玛士（美国），凭借其强大的技术实力和品牌影响力，主要专注于高端智能化设备的研发和销售。这些企业在技术创新、产品质量和客户服务等方面均具有较高的水平，是市场上的领导者。

第二梯队的企业（市场占有率10-15%）如大族激光（中国）和KKG（日本），则更侧重于提供区域性的定制化解决方案。这些企业根据当地市场的需求和特点，灵活调整产品策略和服务模式，以满足客户的个性化需求。虽然这些企业在市场规模和品牌影响力方面与第一梯队企业存在一定差距，但其在定制化解决方案方面的优势使其在市场上仍具有一定的竞争力。

4. 消费者需求与发展趋势

4.1 需求调研发现

根据 2023 年尼尔森的调研数据, 73% 的消费者愿意为带有环保标识的产品多支付 5-8% 的费用。这一数据表明, 消费者对环保产品的溢价接受度较高, 他们更愿意选择那些符合环保标准、具有环保标识的产品。这一趋势为环保型喷码设备市场的发展提供了有力的支撑。

此外, 调研数据还显示, 62% 的用户曾扫描过包装上的二维码以获取碳足迹信息。其中, 食品类产品的扫描率更是高达 89%。这一数据表明, 消费者对产品的环保信息和碳足迹越来越关注, 他们希望通过扫描二维码等方式了解产品的环保性能和生产过程。这一趋势促使企业在包装设计和喷码过程中更加注重环保信息的呈现和追溯。

4.2 未来技术趋势

未来, 环保型喷码设备的技术发展将呈现出以下趋势:

材料-设备协同创新: 随着新型环保包装材料的不断涌现, 环保型喷码设备需要不断提升对这些材料的兼容性和适应性。例如, 开发适用于纤维素纳米晶 (CNC) 等新型环保包装材料的低温等离子喷码技术, 以提高喷码效果和材料兼容性。这种协同创新将推动环保型喷码设备与新型环保包装材料的共同发展。

AIoT 集成: 通过边缘计算技术实现设备群组的能耗优化和智能化管理, 预计可使整体能效提升 18-25%。这将有助于进一步降低环保型喷码设备的运营成本 and 环境影响。同时, AIoT 集成还将推动环保型喷码设备向更加智能化、自动化的方向发展, 提高生产效率和产品质量。

5. 深入分析与建议

5.1 技术兼容性与标准化

随着生物基材料等新型环保材料的不断涌现, 环保型喷码设备需要不断提升对这些新兴材料的兼容性。制造商应构建开放式的技术平台, 加强与材料供应商的合作, 共同推动技术标准的制定和统一。参与国际标准如 ISO 21371 的制定,

将有助于企业掌握技术话语权, 提升在国际市场中的竞争力。

5.2 商业模式创新

为了降低中小企业采用环保型喷码设备的门槛, 制造商可以开发按需印刷 (POD) 等创新的商业模式。通过提供按需服务, 中小企业可以更加灵活地满足市场需求, 同时降低设备投资和运营成本。

5.3 政策支持与市场引导

政府应继续加大对环保型喷码设备的政策支持力度, 通过提供税收优惠、资金补贴等激励措施, 鼓励企业采用环保技术。同时, 政府还应加强对市场的引导和监管, 推动环保型喷码设备的普及和应用。

5.4 消费者教育与意识提升

提高消费者对环保型喷码设备的认知度和接受度是推动其市场发展的关键。制造商和政府应共同加强对消费者的环保教育, 通过宣传活动和媒体报道等方式, 提升消费者对环保产品的认识和信任度。

6. 结论

环保型喷码设备正经历着从“替代性技术”向“价值创造者”的转型。随着技术的不断进步和市场的日益成熟, 环保型喷码设备将在未来发挥更加重要的作用。制造商应紧跟技术发展趋势, 不断提升产品的性能和兼容性; 同时, 还应积极参与国际标准的制定和市场推广, 以掌握技术话语权和市场主动权。政府则应继续提供政策支持和市场引导, 推动环保型喷码设备的普及和应用; 同时, 还应加强对消费者的环保教育, 提升其对环保产品的认知和接受度。

综上所述, 环保型喷码设备具有广阔的发展前景和巨大的市场潜力。制造商、政府和消费者应共同努力, 推动环保型喷码设备的技术进步和市场发展, 为构建绿色、可持续的包装产业贡献自己的力量。通过不断创新和优化, 环保型喷码设备将成为未来包装行业的重要组成部分, 为实现可持续发展目标做出积极贡献。

参考文献

- [1] 于复生, 祝凯旋, 张华强. 基于机器视觉的随动式塑胶管喷码机设计[J]. 机床与液压. 2019, (11).
- [2] 孙晓娜, 刘继超, 高国华. 基于视觉的乳品包装日期喷码缺陷检测技术[J]. 食品与机械. 2018, (10).
- [3] 袁先珍. 食品包装日期喷码检测系统设计[J]. 包装工程. 2020, (5).