

全球竞合下的突破：中国PCB喷印装备产业升级

近年来,全球PCB产业伴随AI服务器算力升级、新能源汽车电子渗透、高端通信设备迭代及先进封装产业崛起,进入结构性高增长周期。PCB字符喷印为电路板后段标识核心工艺,依托无制版、低耗材、高柔性、绿色环保的优势加速替代传统丝网印刷。当前,全自动作为字符喷印设备主流智能化升级路线,行业渗透率持续提升,PCB全自动字符喷印设备产业的规模也不断扩张,品质加速升级。伴随着这一机遇,国内设备企业完成了多轮技术迭代与产能升级,在市场层面由中端向高端不断推进。

PCB全自动字符喷印设备 向四大方向升级

PCB数字喷印设备是将喷墨打印技术应用于PCB印刷电子线路板上的文字标识和图形印制的设备,是将3D打印技术、软件开发技术、电气控制技术等应用于印制电子工业的一项突破性技术应用。根据喷印线路图形、阻焊层、元器件字符、条码标识等不同用途可分为喷墨打印直接成像设备(InkjetDirect Imaging,DJI)、数字阻焊油墨喷印设备、字符喷印设备等设备类型。同时,随着自动化程度的提升,各类设备中又细分出PCB全自动字符喷印设备等细分门类。

当前,全球电子信息产业加速向人工智能集聚,PCB数字喷印设备领域亦是如此:头部企业的产品应用场景高度集中于AI服务器PCB、新能源汽车车载PCB、5G高频高速板、消费电子硬板软板等主流领域,下游高景气赛道持续托举行业需求,这也促使PCB全自动字符喷印设备的市场规模不断扩大,对设备的技术精度、智能程度、稳定性、全场景适配能力均提出更高要求,行业技术迭代速度持续加快。

整体而言,高端化、智能化、柔性化、绿色化是目前PCB全自动字符喷印设备的四大升级方向。

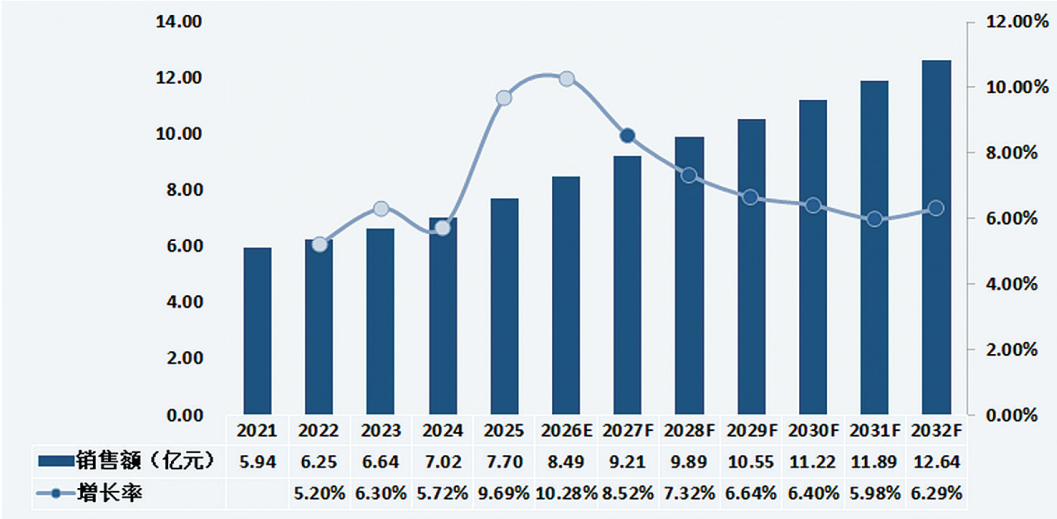
随着下游PCB产品向微型化、高密度、精细化发展,01005超小型元件、超细间距线路板、高端IC载板加速普及,行业对字符喷印的定位精度、墨滴控制精度、边缘平整度要求持续提升。据记者不完全统计,近三年来,行业主流设备喷印精度从 $\pm 50\mu\text{m}$ 迭代至 $\pm 35\mu\text{m}$,头部企业已具备向 $\pm 20\mu\text{m}$ 超精细制程突破的技术储备,部分全球龙头企业甚至已经掌握 $\leq 5\mu\text{m}$ 超精细线路喷印核心技术,基本满足高端服务器PCB、车载安全PCB的生产需求。

智能化升级成为行业明显趋势,也是头部企业拉开竞争差距的关键。2025年行业主流高端机型已基本搭载AI视觉自动纠偏、智能缺陷检测、Gerber与ODB++文件直接解析、全自动工艺参数自适应调节、设备云端预测性维护等智能系统,彻底摆脱传统设备人工调试、人工校验的生产模式。智能化系统的普及,大幅降低了设备漏印、虚印、字符模糊、位置偏移等问题,将行业整体生产良率提升至99.5%以上,并大幅缩短切换时间提升生产效率,适配当下PCB行业小批量、多批次、快速换单的柔性生产需求。中国企业在设备智能化升级方面走在前列,深圳劲鑫科技、江苏汉印机电等国内头部企业,在软件算法、视觉系统本土化适配、智能运维体系搭建上持续深耕,设备智能化体验与场景适配性更贴合国内PCB工厂的生产习惯,形成显著差异化优势。

随着PCB板材品类不断丰富,刚性板、柔性FPC板、高频高速板、陶瓷基板、金属基板并存,下游客户对设备的兼容性要求持续提升。柔性化与全场景适配能力持续完善,成为设备核心竞争力之一。在这一背景下,头部企业持续优化喷头控制逻辑、墨水适配体系、台面运动结构,实现单台设备兼容多材质、多尺寸板材生产,大幅降低客户设备采购与产线改造成本。同时,双台面交替打印、多喷头协同缝合、超大版面打印技术持续成熟,设备生产效率提升明显,有效匹配下游大厂规模化量产需求。

绿色化发展同样贯穿行业迭代全程,数字喷墨工艺无制版、无非林耗材,并且减少油墨与溶剂的用量,相较于传统丝印工艺,可减少超过60%的废水废液排放与化学品消耗,从而更好地契合电子制造绿色低碳的发展政策。

中国PCB字符喷印设备销售额(亿元)及增长率(2021—2032年)



数据来源:贝哲斯咨询

作为承载电子元器件并连接电路的桥梁,PCB是电子信息产业中不可或缺的关键基础元器件。据Prismark数据,2025年中国大陆PCB产值达**489.69亿美元**,全球市场份额达**57.5%**。

自2006年开始,中国超越日本成为全球第一大印制电路板生产国,产量和产值均居世界第一。

当前,高端化、智能化、柔性化、绿色化是PCB全自动字符喷印设备四大升级方向。

国内外市场持续扩大 中国企业跻身前三强

在高端化、智能化、柔性化、绿色化趋势下,全球PCB全自动字符喷印市场稳步增长。根据贝哲斯咨询发布的《2021—2032年全球和中国市场PCB字符喷印设备行业市场研究报告》,2023年、2024年、2025年全球PCB字符喷印设备市场规模分别为12.27亿元、12.92亿元和14.00亿元;中国大陆、东南亚、中国台湾、韩国持续新建自动化PCB工厂,新增产线均需配套字符标识设备,直接打开字符喷印设备增量采购空间。

据了解,PCB字符喷印设备技术门槛较高、市场参与主体相对集中,该领域有稳定出货量和市场份额的活跃厂商15~20家。而具体到全自动数字字符喷印设备领域,由于其涉及精密运动控制、高速视觉对位、压电喷头驱动、UV固化等多类核心技术,整机研发周期长、资金投入大、客户认证周期长,入局玩家较少,市场竞争格局相对稳固。

以色列的Nano Dimension凭借精密喷头算法、特种墨水配方与超精细加工技术垄断全球高端市场,长期稳居市场领先地位。不过,随着中国电子制造企业出海势头持续走强,中国PCB全自动字符喷印设备跟下游企业进行市场“扩

围”海外份额节节攀升。深圳劲鑫科技依托国内基本盘与东南亚产能转移红利,全球市场占有率稳定在两位数,跻身全球第二,在海外市场拓展以及服务提升方面表现抢眼。贝哲斯咨询认为,2025年全球PCB字符喷印设备行业前五强(Nano Dimension、深圳劲鑫科技、KLA Corporation、江苏汉印机电、Notion Systems)合计市场份额达到67.07%,行业集中度相对较高。近年来,中国PCB全自动字符喷印设备市场以高于全球平均水平的增速逐年增长。《2021—2032年全球和中国市场PCB字符喷印设备行业市场研究报告》指出,中国是全球PCB产业核心承载市场,产业底盘持续夯实需求基础。当前,中国大陆占据全球超50%的PCB总产能,FR-4硬板、HDI板、新能源铝基板、FPC柔性线路板、AI服务器高速背板产能规模全球领先。

值得注意的是,中国国产PCB全自动字符喷印设备持续向高端PCB市场渗透,技术、客户、产能资源持续向头部本土企业集中。2025年,深圳劲鑫科技、江苏汉印机电、都看数码三家合计占中国PCB字符喷印设备市场份额达到65.58%。

深圳劲鑫科技是国内较早转向全自动的喷印设备提供商,依托喷印精度高、喷头使用寿命长、稳定性好、自动化与连线能力强等核心优势,广受胜宏科技、鹏鼎控股、景旺电子、深南电路等上市公司认可,深圳劲鑫科技在2023—2025年的国内市占率分别为29.52%、28.49%和29.74%,稳居国内行业前列。江苏汉印机电进入行业较早,凭借先发资源积累、存量产线改造优势,近三年国内市场占有率稳定。都看数码聚焦陶瓷基板、金属基板等特种板材定制化喷印,细分壁垒稳固。

从企业技术差异化来看,深圳劲鑫科技凭借双台面高速喷印机型、长使用寿命喷头技术优势,在AI服务器、车载电子批量生产场景渗透率领先,成为近两年份额快速提升的核心驱动力;江苏汉印机电在存量产线改造方面有一定优势;都看数码则在陶瓷基板、金属基板等特种板材喷印领域形成独家优势,三家企业错位竞争、各有所长,构成国内行业稳定的竞争主体。海外企业核心优势集中在底层核心技术,包括精密喷头驱动算法、高端功能性墨水配方和超精密运动控制技术等底层壁垒。

国内厂商机遇与挑战并存

响应慢、价格高昂、本土化适配不足等短板,国产设备在中端市场渗透率已接近饱和,正逐步向高端精密制程市场渗透,替代空间持续打开。

三是全球PCB产业转移带来全新出海机遇。近年来,全球PCB产能持续向东南亚、中东、拉美等区域迁移,海外新兴PCB工厂产能建设,带来大量全新设备采购需求。以深圳劲鑫科技、江苏汉印机电为代表的国内头部企业,依托成熟的产品体系、极具竞争力的性价比、完善的本土化服务网络,持续布局海外市场,国产设备全球化渗透率稳步提升,成为行业未来核心增量赛道。

四是国内双碳政策、环保管控持续收紧。传统高污染、低效率的丝网印刷工艺淘汰节奏持续加快,倒逼中小PCB企业设备升级改造,为数字字符喷印设备带来持续的存量替换空间。

在机遇凸显的同时,国内行业发展的短板与

挑战同样不容忽视。业内专家表示,首先,目前国内的高端核心技术仍存在短板,超高精度喷印底层算法、高端功能性墨水、精密压电喷头等核心软硬件,仍高度依赖海外技术,国内企业在顶尖制程领域存在追赶空间,高端市场话语权不足;其次,中端市场同质化竞争加剧,行业中小厂商多聚焦中低端量产机型,产品技术、功能、模式高度趋同,容易引发价格内卷,压缩行业整体利润空间,不利于行业长期技术研发投入;最后,行业人才壁垒较高,兼具PCB工艺、精密机械、视觉算法、墨水材料等领域知识的复合型高端人才稀缺,一定程度上制约企业高端技术迭代速度。

展望未来,PCB字符喷印设备市场将持续增长,中国企业应不断提升产品竞争力和服务能力,不断缩小和国际龙头的技术与份额差距,持续提升中国PCB智能装备的全球产业话语权。

(晓文)

