面向 SMT 智能制造技术专利分析

毛久兵 杨伟 杨平 冯晓娟 杨剑
（中国电子科技集团第三十研究所 四川成都 610041）

摘要：SMT 是新一代电子组装技术，是现代电子产品制造中的关键工艺技术之一。随着中国制造 2025 的制定，智能制造作为主攻方向，是新一轮工业革命的核心技术，已上升为国家战略。SMT 与智能制造理念的融合，建立高效、敏捷、柔性及资源共享的 SMT 智能制造模式是电子产品制造业未来的发展方向，是提升 SMT 产品制造能力与水平的重要途径。本文以 SooPAT 专利数据库为数据来源，从年度专利申请趋势、专利类型分布情况、专利权人、IPC 技术领域、专利区域分布等方面对我国 SMT 智能制造相关技术的专利情况进行深入分析。

关键词：SMT；智能制造；专利数据库；专利分析

Patent Analysis on Intelligent Manufacturing Technology for SMT

MAO Jiu-bing YANG WeiYANG Ping FENG Xiao-juan YANG Jian
(The 30th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Chengdu, Sichuan 610041)

Abstract: As a new generation of electronic assembly technology, surface mount technology (SMT) is one of the key technologies in the manufacture of modern electronic products. With the development of China's manufacturing 2025, rising as a national strategy, intelligent manufacturing has become the main direction and the core technology of a new round of industrial revolution. The integration of SMT and intelligent manufacturing, the establishment of SMT intelligent manufacturing with efficiency, agile, flexibility and resource sharing, are the future developing direction of the electronic productsmanufacturing industry. They are also the important ways to improve the ability and level of manufacturing for SMT electronic products. In this paper, the patent status of SMT intelligent manufacturing in China was comprehensive analyzed from the aspects of the trend of the annual patent applications, the distribution of the patent types, the main patentees, the IPC technical field, the regional distribution, etc. And all the patents and information in China are searched on the SooPAT.

Key words: SMT; Intelligent manufacturing; Patent database; Patent analysis

作者简介：毛久兵（1985.01—），男，博士，工程师，中国电子科技集团第三十研究所，四川省成都市高新区创业路 8 号，610041，主要从事先进制造技术相关研究工作，18780067275，maojiubing@126.com

0 引言

轨近年来，物联网、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术正引领着全球新一轮的科技革命与产业变革，信息化与工业化的深度融合并发展创新，促使制造业向数字化、网络化、智能化、服务化转型升级[1-2]。美国工业互联网、德国工业 4.0 和日本“机器人新战略”的提出与实施，将通过发展智能制造来重振其本国制造业，并加强推进相关技术布局，意图在此次工业革命中抢占先进与制高点。在积极借鉴国外工业发达国家的经验后，我国颁布了“中国制造 2025”，标志着中国将全面推进实施制造强国战略，以两化融合为主线，将智能制造定为主攻方向，推动中国制造向中国智造的转变。

表面贴装技术（Surface Mount Technology，SMT）是现代电子产品中印制电路模块组装制造的主要技术手段，以 SMT 产品组装制造系统为代表的先进电子产品制造业，已经成为现代制造业的重要分支[3-5]。基于智能制造技术，建立高效、敏捷、柔性及资源共享的 SMT 智能制造系统是电子产品制造业未来的发展方向，是提升产品制造能力与水平的重要途径。

本文将试图从专利情报分析的角度，以 SooPAT 专利数据库为数据来源，对我国 SMT 智能制造相关技术的年度专利申请趋势、专利类型分布情况、IPC 技术领域、研究机构等方面进行多角度分析，以 SMT 为突破点揭示我国电子产品智能制造技术的研究现状及发展趋势，为我国在该领域的专利布局及策略提供参考。

1 数据来源与检索

根据研究目的需求，本文分析样本来自于 SooPAT 专利数据库，其包含 99 个国家和地区、超过 9500 万专利文献，时间跨度 350 年，但到目前为止，只对中国专利数据搜索完全免费[6]。在综合考虑专利信息的新颖性及代表性的基础上，将专利申请时间设定为 2007 年 1 月至 2016 年 11 月进行检索。SMT 智能制造是以 SMT 制造系统（SMT 生产线）为载体，综合智能管理系统、工艺系统等，结合物联网、大数据、传感器、工业控制等技术[7-8]。因此，在 SooPAT 专利数据库中，利用检索表达式：（ZY：（SMT） OR ZY：（表面贴装） OR ZY：（表面组装）） AND （ZY：（焊膏印刷） OR ZY：（焊膏丝印） OR ZY：（贴片） OR ZY：（焊接） OR ZY：（回流） OR ZY：（检测） OR ZY：（上料） OR ZY：（下料） OR ZY：（翻板） OR ZY：（维修） OR ZY：（传感） OR ZY：（控制） OR ZY：（柔性制造） OR ZY：（智能制造） OR ZY：（大数据） OR ZY：（物联网） OR ZY：（RFID） OR ZY：（管理）），检索获得数据 2167 项。

2 我国 SMT 智能制造技术专利申请态势分析

2.1 专利总量及年度申请情况分析

通过对专利总量及年度申请情况的分析，可揭示 SMT 电子产品制造技术领域历年专利申请及技术研发情况，从而掌握其技术发展趋势及全局动态。在 2167 项国内 SMT 智能制造技术专利中，实用新型专利 1138 项，约占专利总量的 52%；发明专利 988 项，约占 46%，外观专利 41 项，各类专利所占比例示意图，如图 1 所示。

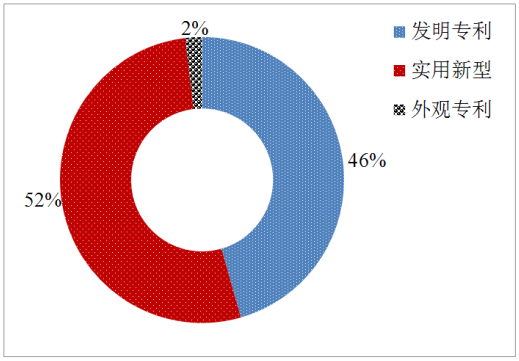

图 1 专利所占比例图

图 2 为面向 SMT 的智能制造技术专利数量随年度变化的情况。鉴于专利从申请到公开具有周期性，且专利数据库收集到录入存在一定时滞性，因此 2016 年的部分统计指标仅供参考。从专利申请数量的变化趋势可知，从 2011 年以来，专利年度申请数呈快速增长的趋势，从 2011 年 185 件，至 2015 年已达 375 件，表明中国国家有关部委在 2012 年前后集中发布的一系列规划及专项政策，明确了我国智能制造装备产业的发展路线及轮廓[9]，尤其是在 2015 年发布《中国制造 2025》后，智能制造已进入深入研究和示范试点开展阶段。而 2012 年前，智能制造主要是制造技术、自动化技术、计算机技术、系统工程及人工智能等学科的相互渗透交织的一门综合技术[10]，还未将新一代信息技术（物联网、大数据、云计算等）融入制造活动的各个环节。

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn IMCHINA@idnovo.com.cn

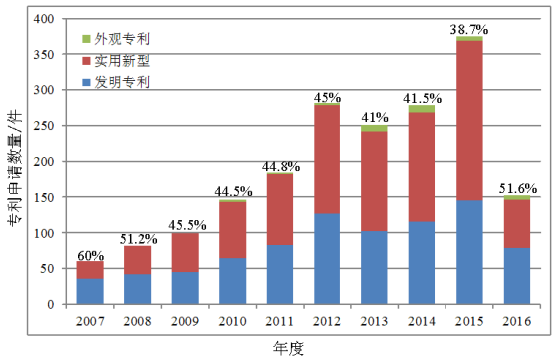

图 2 SMT 智能制造技术年度专利申请趋势

图 2 中百分比数值代表年度发明专利与年度专利申请总量之比。由图 2 可进一步获知 SMT 制造技术发明专利年度申请量正逐年增高，从 2011 年的 83 项到 2015 年的 145 项，但 2015 年发明专利却仅占年度专利申请量的 38.7%，说明我国在 SMT 制造技术领域的自主创新能力有待加强。

2.2 专利权人分析

通过对 SMT 的智能制造技术专利权人进行分析，可获知该领域内研发创新活跃度、技术水平领先的专利权人。表 1 列示了专利申请量排名前 10 的专利权人 2007—2016 年的申请总量。

在前 10 名专利权人中有企业、高校和个人。其中，昆山思拓机器有限公司（27 件）、鸿海精密工业股份有限公司（23 件）、安吉腾飞电子有限公司（22 件）专利申请量较为活跃。然而，对其技术发展进行对比可知，昆山思拓机器有限公司主要从事光机电一体化制造装备研制，其在 SMT 制造技术的专利申请主要集中在 G：物理（18 项）与 B：作业与运输（9 项），且专利多为发明专利，达到 20 项，约占其申请总量的 74%。鸿海精密工业股份有限公司专利申请主要集中在 H：电学（22 项），而安吉腾飞电子有限公司则主要集中在 B：作业与运输（21 项）。由表 1 可可知前 10 名专利权人在 SMT 智能制造技术的专利申请总量为 180 件，约占专利申请总量的 8%，说明我国从事该领域的企业众多，专利申请还非常分散，SMT 先进电子产品制造业还未引起各大电子信息制造企业的足够重视。

2.3 技术领域分析

通过对 IPC（International Patent Classification）分类号对应的技术内容进行统计分析，从而获得该领域各时期研发能力的分布，以及各类专利申请在技术领域中所占的比

表 1 SMT 智能制造专利申请总量排名前 10 的专利权人

专利权人	专利申请量（件）		
	总量	发明专利	实用新型
昆山思拓机器有限公司	27	20	7
鸿海精密工业股份有限公司	23	10	13
安吉腾飞电子有限公司	22	1	21
王定峰	21	7	14
天津光韵达光电科技有限公司	18	3	15
富士康（昆山）电脑接插件有限公司	16	4	12
华南理工大学	15	9	6
上海斐讯数据通信技术有限公司	14	6	8
华为技术有限公司	12	11	1
广东欧珀移动通信有限公司	12	7	5

重，了解各类技术研究成熟度，进而明确技术的发展趋势[11]。在全部 2167 件面向 SMT 的智能制造技术领域专利的 IPC 大类中，排名前八位的专利共 1713 件占全部专利的 79%，因此，这八大类（H01，H05，G01，H04，B23，B41，G06，F21）中的专利技术能充分代表 SMT 制造技术的现状。其中，SMT 制造技术专利多集中在 H01（547 件）和 H05（508 件）两类中，分别代表与印制电路相关的结构零部件或电气元件组件的制造技术，以及与 SMT 相关的工艺及方法。

表 2 是按照 IPC 国际专利分类小类统计的前 10 名 SMT 的智能制造技术专利申请情况，表中列举了 IPC 专利号、专利数量以及涉及的技术领域。从表 2 可以看出，我国 SMT 制造技术的重点研究领域主要集中在 H05K3、H05K1、H01R13、H01R12、H05K13 等大组中。其中 H05K3 大组中占有量最多，主要是用于制造印制电路板设备与方法的研究。此外，用于 SMT 生产系统中的印制电路板贴装工艺、电气互联元件（端子）、丝网印刷机、光电检测设备及技术等都是国内的研究重点。通过进一步研究发现，我国在高速、高精度贴片机整机设备方向的专利数还非常至少，而且进入市场的最终产品也微乎其微，这主要原因在于部分技术难度大，资金投入力度不足等。虽然有相关企业已开展 SMT 生产线信息的管理与监控，物料智能输送系统，但其和智能制造技术相结合力度还远远不足。

2.4 区域分布分析

通过申请专利的区域分布分析，可了解不同地区对 SMT 制造技术的研究水平。图 3 所示为我国 SMT 制造技术领域区域专利分布情况。总体来说，专利申请主要集中

表2 SMT智能制造专利申请量排名前10的专利IPC分布(大组)

序号	IPC 分类号（大组）	数量（件）	技术领域
1	H05K3/00	292	用于制造印刷电路的设备或方法
2	H05K1/00	106	印刷电路
3	H01R13/00	89	H01R 12/70 或 H01R 24/00 至 H01R 33/00 组中所包含的各种连接装置的零部件
4	H01R12/00	69	具有许多相互绝缘电连接元件，专门适用于印刷电路，如印刷电路板、扁平或带状电缆，或具有平面结构，如端接带、端接盒的结构联接；专门适用于印刷电路、扁平或带状电缆或具有平面结构的连接装置；专门适用于接触或插入印刷电路、扁平或带状电缆或具有平面结构的连接端子
5	H05K13/00	69	专门适用于制造或调节电元件组装件的设备或方法
6	B41F15/00	63	丝网印刷机
7	H01L23/00	63	半导体或其他固态器件的零部件（H01L25/00 优先）
8	G01N21/00	51	利用光学手段，即利用红外光、可见光或紫外光来测试或分析材料
9	H01L33/00	46	专门适用于光发射的半导体器件；专门适用于制造或处理这些半导体器件或其部件的方法或设备；这些半导体器件的零部件
10	F21S2/00	36	非便携式照明装置或其系统，不包含在大组 F21S 4/00 至 F21S 10/00 或 F21S 19/00 中的照明装置系统

在东部沿海省市，以珠三角最强，长三角次之。广东省在SMT制造技术领域一直保持数量优势，申请数量达658件，约占前10申请总量的37.9%，在此领域的研究水平稳居首位，而且发明专利达251件，约占其申请数量的38.1%；江苏省占据第二，申请数量为394件，约占前10申请总量的22.7%，发明专利为192件，约占其申请总量的48.7%，专利质量优于广东省，但是都有待提升；然后是上海市、浙江省和北京市等省市，这与我国SMT电子产品制造业区域布局紧密相关。图4所示为区域申请专利排名前五的时间趋势对比示意图，统计时间为2012–2016年，可知广东省、江苏省、浙江省近几年来在SMT制造技术领域研究非常活跃，专利申请数量每年也较平均。

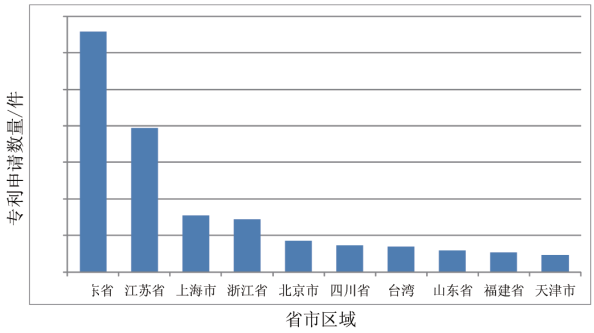

图3 SMT制造技术专利在中国的分布情况

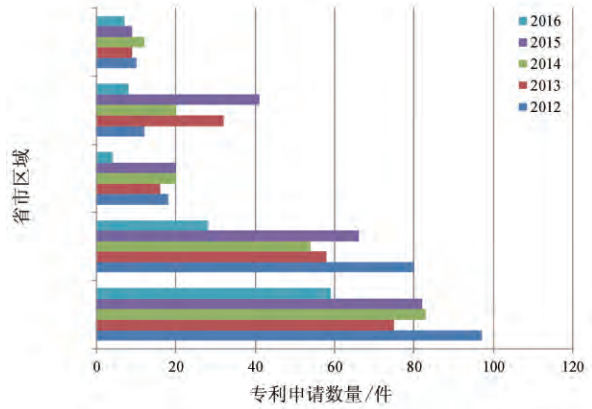

图4 区域分布时间趋势对比示意图

3 结论

本文从专利分析角度阐述SMT智能制造技术领域年度专利申请趋势、专利类型分布情况、专利权人、IPC技术领域、专利区域分布等因素，研究了该领域的整体发展趋势，可知目前SMT制造技术的智能化水平还不高，与智能制造技术相结合力度还远远不足，尤其是与新一代信息化技术的融合还亟待提升。以中国制造2025的主攻方向——智能制造为契机，从SMT产品物料智能存储、管理与调配、SMT产品组装质量智能检测、控制与智能识别、SMT智能环境智能感知与自适应、SMT生产与设备等资源共享、SMT工业控制与信息安全等技术方向进行深度融合、开展自主创新研究，做好SMT智能制造技术领域的专利规划与布局。

参考文献

[1] 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.

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn IMCHINA@idnovo.com.cn

[2] 伏琳 . 智能制造新模式下“中国制造”面临的机遇和挑战 [J]. 机床与液压 , 2016, 44（9）： 161-164.

[3] 胡跃明 . SMT 装备业的发展机遇与挑战 [C]. 第九届中国高端 SMT 学术会议 , 2015.

[4] 周德俭 . 智能制造技术在 SMT 产品组装制造系统中的应用探讨 [C]. 第九届中国高端 SMT 学术会议 , 2015.

[5] 梁惠卿 , 唐缨 , 肖峰 . SMT/THT 混装回流焊工艺技术研究 [J]. 电子工艺技术 , 2013, 34（6）： 359-362,370.

[6] 刘晓坤 , 任俊革 , 李维云 . SooPAT 搜索引擎与中国知识产权网专利检索比较研究 [J]. 大学图书情报学刊 , 2012, 30（2）： 50-52.

[7] 吴笑风 , 岳宏 , 石瑶 , 王晶 . 我国船舶产业智能制造及其标准化现状与趋势 [J]. 舰船科学技术 , 2016, 38（5）： 1-6.

[8] 杜宝瑞 , 王勃 , 赵璐 , 周元莉 . 航空智能工厂的基本特征与框架协议 [J]. 航空制造技术 , 2015（ 8）： 26-31.

[9] 傅建中 . 智能制造装备的发展现状与趋势 [J]. 机电工程 , 2014, 31（8）： 959-962.

[10] 朱剑英 . 智能制造的意义、技术与实现 [J]. 机械制造与自动化 , 2013, 42（3）： 1-10.

[11] 任佳妮 , 张薇 , 钱虹 , 武茜 . 基于专利情报和文献计量的国内 3D 打印技术研究分析 [J]. 情报探索 , 2016, 222（4）： 51-57.

《智能制造》杂志征稿通知

一、征文范围

1. 数字化设计与制造
2. 智能设计理论、方法及系统
3. 自动化与现代制造系统
4. 机器人技术及应用
5. 虚拟设计与虚拟样机
6. 网络化控制与制造技术
7. 绿色设计与绿色制造中的智能技术
8. 智能加工、智能检测与控制
9. 数字企业与数字化工厂
10. 制造系统建模、运行、控制、优化与调度
11. 先进制造模式与战略
12. 制造信息与知识处理
13. 数控技术与数字化装备
14. 现场总线与无线传感网技术

注：以上内容范畴供参考，围绕智能制造全领域，具体题目请自拟。

二、论文遴选、刊录出版和基本要求

1.《智能制造》编辑部组织编委会有关专家，对投稿进行审查、遴选，择优刊登。审查遴选期限为自编辑部收到稿件后的三个月。对于刊登的论文，编辑部提供正式录用通知。

2. 论文内容必须是作者未正式发表过的研究成果，论文主题与智能制造相关，投稿作者须恪守学术道德规范，文责自负，严禁一稿多投及中途撤稿。论文字数 4000 ~ 7000 字。

3. 论文应包括以下项目：论文题目；作者简介（200 字以内，包括姓名、工作单位、通信地址、电话、手机、电子信箱等）；中文摘要、关键词、标题和正文、参考文献。

三、编辑部投稿联系方式

联系人：张友苹

联系电话：010-68993880-293

邮箱：imchina@idnovo.com.cn