



中国知识产权研究会◎编

各行业专利技术 现状及其发展趋势报告 (2012—2013)

GEHANGYE ZHUANLI JISHU XIANZHUANG
JIQI FAZHAN QUSHI BAOGAO (2012—2013)



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位



中国知识产权研究会◎编

各行业专利技术 现状及其发展趋势报告 (2012—2013)

CEHANGYE ZHUANLI JISHU XIANZHUANG
JIQI FAZHAN QUSHI BAOGAO (2012—2013)



知识产权出版社
全国百佳图书出版单位

内容提要

本书以泡沫铝技术等十四个领域的专利数据分析为基础,通过对国内外专利数据库的检索和分析,对相关技术领域专利申请和保护状况,以及重点技术的竞争情况给出了明晰的结论,并对相关技术的发展趋势进行了预测。

本书紧扣国家发展规划涉及的重点领域和新兴产业,提出了我国相关产业技术创新和专利保护的战略方向和发展重点,研究成果对企业技术发展方向和政府部门政策决策具有一定的参考价值。

责任编辑:纪萍萍

图书在版编目(CIP)数据

各行业专利技术现状及其发展趋势报告:2012~
2013 / 中国知识产权研究会编. —北京:知识产权
出版社, 2012.12

ISBN 978-7-5130-1761-9

I. ①各… II. ①中… III. ①专利-技术发展-研究
报告-中国-2012~2013 IV. ①G306.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 295143 号

各行业专利技术现状及其发展趋势报告 (2012 — 2013)

中国知识产权研究会 编

出版发行: 知识产权出版社

社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址: <http://www.ipph.cn>

发行电话: 010-82000860 转 8101/8102

责编电话: 010-82000860 转 8387

印 刷: 北京富生印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

版 次: 2013 年 1 月第 1 版

字 数: 567 千字

邮 编: 100088

邮 箱: bjb@cnipr.com

传 真: 010-82000860 转 8240

责编邮箱: jpp99@126.com

经 销: 新华书店及相关销售网点

印 张: 27.5

印 次: 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 72.00 元

ISBN 978-7-5130-1761-9/G·544 (4605)

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

编 委 会

主 任 田力普

副主任 贺 化 杨铁军 甘绍宁

主 编 张云才

编 委 (按姓氏笔画排序)

卜 方	马秀山	马维野	毛金生
王 澄	毕 囡	宋建华	张茂于
张清奎	李永红	郑慧芬	徐 聪
徐治江	高 康	崔伯雄	黄 庆
龚亚麟	焦 刚	葛 树	廖 涛

执 编 于海江

序 言

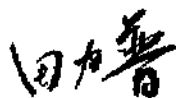
当今社会，尊重和保护知识产权已经成为国际社会的一项共识，对知识产权的创造运用和保护水平也成了企业在市场中的核心竞争力之一。面对激烈而复杂的国际竞争环境，国内广大企业的知识产权自我保护水平和自主研发能力，以及对于技术发展趋势的预测能力都亟待加强，因此，对企业知识产权战略研究的需求越来越迫切。

为了适应形势发展的需要，自 2004 年起，中国知识产权研究会专利委员会秉承“服务社会，服务创新主体”的理念，组织开展与企业实施知识产权战略密切相关的各行业专利技术发展趋势分析和预测的研究工作，并在此基础上，每年编写一册《各行业专利技术现状及其发展趋势报告》。该系列丛书为各行业发展和企业实施知识产权战略、参与国际竞争提供了参考和借鉴。该丛书自推出以来，社会反响良好。今年，专利委员会继续紧扣国家发展规划涉及的重点领域和战略性新兴产业，精选了泡沫铝技术等十四个重点领域开展专利技术分析和发展趋势预测的研究工作，形成了内容翔实、分析深入、兼具现实意义和前瞻性的专利技术研究报告。

党的十八大报告中明确指出了要“深化科技体制改革，加快建设国家创新体系，着力构建以企业为主体、以市场为导向、产学研相结合的技术创新体系。完善知识创新体系，实施国家科技重大专项，实施知识产权战略，把全社会智慧和力量凝聚到创新发展上来”。这就要求我们在知识产权研究工作中，也要以企业需求、市场需求为导向，持续为企业提供高水平、高质量的知识产权研究成果。

作为一个延续项目，《各行业专利技术现状及其发展趋势报告（2012—2013）》一贯坚持以企业需求、市场需求为导向，秉承专业性与严谨性，又一次向读者奉献出高水平的研究成果。衷心希望从事相关知识产权研究的人员能够再接再厉，辛勤探索，持续开展系统、深入的研究，在加快经济发展方式转变、促进创新型国家建设的伟大事业中作出更大的贡献。

国家知识产权局局长

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '田', '力', and '晋'.

二〇一二年十二月

目 录

序言

1. 泡沫铝制备与应用的技术现状及其发展趋势

..... 张 英 孙宏霞 杨 勇 曹翠华 1

2. 防伪专利技术现状及其发展趋势

史 冉 孔改荣 许炎炎 28

3. 数控齿轮加工机床专利技术现状及其发展趋势

孙迎椿 李春亮 徐晓明 71

4. 人造板领域专利技术现状及其发展趋势

..... 王艳艳 朱振宇 尚玉沛 陈 彦 马玉青 李 梁 国 帅 94

5. MEMS (微机电系统) 领域专利技术现状及其发展趋势

..... 赵 端 杨子芳 王 琳 唐俊峰 韩 冰 王晓峰 王兴妍 118

6. 新型非易失性存储器专利技术现状及其发展趋势

..... 王京霞 王少锋 陈丽娜 俞 晨 苏 丹 康 健
陈学元 曾 威 徐 波 155

7. 数字音视频接口专利技术现状及发展趋势

..... 魏 玮 郭晓宇 严佳琳 李 靖 顾莹莹 马 辉
飞 雁 王 阳 195

8. 抗感染化学治疗药专利技术现状及其发展趋势

..... 苗彦妮 程心旻 姜 晖 杨 帆 刘 梅 王国臻 王荣霞
孔佳音 刘 洋 李 毅 227

9. OLED 发光材料专利技术现状及其发展趋势

..... 张 丹 狄延鑫 刘桂明 黄明辉 王青华 李婉婷 陈 力 265

10. 卫生用高吸水性树脂专利技术现状及其发展趋势

..... 王进锋 肖 刚 张 倩 翟晓晓 谭 磊 陈 力 288

11. 平板显示器用彩色滤光片的专利技术现状及其发展趋势

..... 李剑韬 李 慧 马美娟 崔尚科 323

12. 投影显示专利技术现状及其发展趋势

..... 谭晓波 王新安 353

13. 吸波涂料专利技术现状及其发展趋势

..... 王 华 高蓓蓓 王新力 陈 娇 377

14. 吸收式制冷专利技术现状及其发展趋势

..... 周彦红 顾晓燕 闫 磊 杨 斐 李 红 403

泡沫铝制备与应用的技术现状及其发展趋势

张 英 孙宏霞 杨 勇 曹翠华

(国家知识产权局机械发明审查部)

一、引言

在传统的工程材料中,微型孔洞常被认为是一种结构上的缺陷,因为它们往往是裂纹形成和扩展的中心,对材料力学性能产生不利影响。但是,当材料中的孔洞的数量增加到一定的程度且有规律地分布时,就有可能因为这些孔洞的存在而具有一些特殊的性能,从而形成一个新的材料门类,这就是所谓的多孔或泡沫材料。目前的人造泡沫材料包括泡沫塑料、泡沫陶瓷、泡沫金属等。泡沫金属由于其良好的性能和广泛的用途越来越引起人们的关注。目前,研究制备出的泡沫金属有泡沫铝、泡沫镁、泡沫铜、泡沫镍、泡沫钢等。由于铝和铝合金的优良的铸性能和广泛用途,因此,泡沫铝的制备技术和应用研究成为泡沫金属的研究热点之一。

泡沫铝是一种在铝或铝合金骨架中含有大量结构及分布可控的孔洞、并以孔洞作为复合相的新型超轻铝基复合材料,其孔隙率一般为40%~98%。泡沫铝既具有泡沫材料所具有的轻质特性,又具有金属所具有的优良的力学性能和热、电等物理性能,而且还具有渗透、阻尼、能量吸收、电磁屏蔽、保温、耐火、吸音隔噪、比表面积大等多种特殊性能,因此,在建筑、交通运输、机械、电子、通信和航空军事等行业应用广泛。

泡沫铝的研究经历了六十余年的发展,至今已经形成了相对成熟的制备工艺。

(一) 国外泡沫铝技术的研究历程

泡沫铝的制备最早由美国人 Sosnick B 提出。1948 年, Sosnick B 首次进行了金属发泡的尝试,并获得了有关泡沫铝的第一个发明专利——US2434775。他提出在加压的密封容器中将液态的汞和熔化的铝液混合在一起,然后减小容器内的压力,汞在铝液中汽化,冷却凝固得到泡沫铝。不过,由于汞蒸气的毒性对人体有害,该方法难以得到推广。1956 年,美国 Borksten 公司的 Elliot L C 在 Sosnick B 的基础上首次利用熔体直接发泡法成功地制备出泡沫铝,该方法将发泡剂 TiH_2 或 ZrH_2 粉末挤入铝合金熔体中,利用发泡剂受热分解放出的气体使金属发泡,冷却固化后形成闭孔泡沫

铝。1959年, Allen B C 发明了粉末压实发泡法生产泡沫铝, 并不断完善了这一基本的生产技术, 目前该技术已是制备泡沫金属的基本工艺技术之一。20世纪60年代中期, 美国的 Ethly 公司已发展成为研制泡沫铝的科研中心, 在20世纪六七十年代全世界申请的二十余件泡沫铝方面的专利中, 有半数以上来自美国的 Ethly 公司和 LOR 公司, 内容主要涉及发泡剂的选择、熔体增黏和连续化的方法。但由于发泡工艺与泡孔的尺寸很难控制, 泡沫金属的生产受到了限制, 直至20世纪80年代中期以后, 泡沫铝的研究才又在美国展开, 主要的研究机构有马萨诸塞州科技学院、特拉华州大学、丹佛大学研究院、科罗拉多等多所大学。

20世纪70年代初, 日本开始进行泡沫铝材料的研究。1970年, 日本金属产业调查研究所的藤井清隆在《金属》杂志上发表了一篇题为“比木材还轻的气泡铝合金的开发”的文章, 较全面地阐述了多孔金属的制造方法及性能用途, 标志着日本全面进入泡沫铝研究领域。1978年, 日本九州工业研究所的上野英俊等人研究出利用火山灰作为发泡剂制备泡沫铝的方法。至1982年, 以九州工业研究所、早稻田大学为代表的一批研究单位对泡沫铝的研究已经十分活跃。他们研究了多种制备泡沫铝的方法, 得到了多种铝合金及铝基复合材料的多孔质泡沫材料。这些研究方法包括渗流铸造法、熔体直接发泡法、溶解度差法、粉末冶金法、无重力混合法等。1987年, 日本的泡沫铝研究取得突破性进展, 其中最具代表性的研究机构是九州工业研究所和日本日立造船技术研究所。

进入20世纪90年代以后, 很多国家都加大了在泡沫铝研究方面的投入。德国的布莱梅夫霍霍弗使用材料研究所 (IFAM) 在粉末冶金法生产泡沫铝上取得突破, 加拿大阿尔坎国际有限公司开发出注气法生产泡沫铝, 乌克兰冶金学家沙波瓦洛夫提出了一种具有规则孔洞分布的多孔金属制造方法——Gasars 法, 英国的诺丁汉大学研究了氯化钛热处理对气体释放和铝—氢化钛前驱体发泡的影响, 剑桥大学研究了碳酸盐的发泡过程, 韩国釜山大学对泡沫铝中起泡的产生进行了物理模拟, 中国台湾工业技术研究院材料研究实验室对生产泡沫铝合金过程中发泡性质的控制及黏度和冷却条件对铝合金发泡能力的影响等方面做了深入的研究。另外, 奥地利维也纳科技大学材料技术研究院、挪威科技大学、新西兰奥克兰大学等研究机构也对泡沫铝的制备技术和应用进行了基础性的研究。

(二) 我国泡沫铝技术的研究进展

我国对泡沫金属的研究始于20世纪80年代后期, 当时贵州工学院和大连理工大学等院校较早地对熔体直接发泡法做了一些研究工作。20世纪90年代, 一批科研机构 and 院校先后进入泡沫铝材料研究领域, 主要有北京有色金属研究总院、东南大学、山东工程大学、山东工程学院、哈尔滨工业大学、中国科学院固体物理研究所、东北大学等。

1992年, 大连理工大学的张国梁等对铝合金熔融发泡工艺进行了研究, 通过试

验证明火山灰作为发泡剂、用钙作为增黏剂制造泡沫金属是可行的。

东南大学在早期就进行了渗流铸造法方面的研究,包括渗流过程的模拟实验、影响制备过程的因素、通孔度的控制以及结构对吸声、传热性能的影响等。随后,东南大学开始了熔体直接发泡法的研究,他们以钙、镁作为增黏剂,制备出了孔隙率大于80%的泡沫铝产品,并在热、声、力学性能等方面做了大量的研究工作。

吉林工业大学在1994年以前就进行了泡沫铝的孔隙结构及渗流特性、吸声特性方面的研究。他们以ZL109和工业纯铝为原料,采用加压渗流法制备出泡沫铝材料。除此之外,他们还开展了消音器等实用产品的试验研究。

东北大学对渗流铸造法和熔体直接发泡法等进行了研究,尤其在熔体直接发泡法制备泡沫铝方面开发出实用的生产技术。东北大学先进材料制备中心以氢化钛作为发泡剂,采用熔体发泡法制备泡沫铝材,并申请了多项发明专利,在制备大规模闭孔泡沫铝板材方面进行了有益的尝试和探索。

上述研究单位对泡沫铝材料的研发工作,推动了我国在泡沫铝的工业化生产和应用上的进步,也能制备出部分产品,但还都不具备大规模工业化生产的条件,与国外先进水平还存在一定的差距。

本文将对国内外的泡沫铝技术专利申请进行统计分析,特别是对具体的泡沫铝制备工艺以及专利申请的应用情况进行分析,并对重点制备方法的研究改进情况进行介绍,以期给我国泡沫铝材研究人员和生产企业提供参考。

二、泡沫铝技术的专利现状

(一) 统计方法和指标

1. 检索范围

本次研究分别在中国专利申请数据库(CNPAT)以及德温特世界专利索引数据库(WPI)与欧洲专利数据库集成的外文数据库VEN中进行了检索,检索的截止日期是2012年5月8日。

2. 检索策略

由于不同的泡沫铝制备方法及应用所属的领域存在很大的差别,因此,我们主要以关键词为入口进行检索,然后手工对检索结果进行筛选。

CNABS数据库中的关键词:泡沫铝、发泡铝、多孔铝、泡沫金属铝、泡沫化铝、泡沫合金铝、多孔金属铝、多孔合金铝、发泡合金铝、发泡金属铝、制备、生产。

VEN数据库中的关键词:Porosity、lacunaris、oporiferous、porous、spongy、froth、sparkle、epispastic、sparkling、vesicant、vesicant、bubble、foam+、froth、scum、spume、suds、spummy、spumescence、spumescient、spumous、aluminum、aluminium、aluminous、preparation、mak+、manufactur+、produc+。

3. 检索结果

CNABS 中检索到 508 篇泡沫铝技术相关专利文献。

VEN 中检索到 2144 篇泡沫铝技术相关专利文献。

(二) 世界范围内泡沫铝技术的专利申请总体情况

1. 申请量概况

世界范围内泡沫铝专利申请量趋势如图 1 所示。

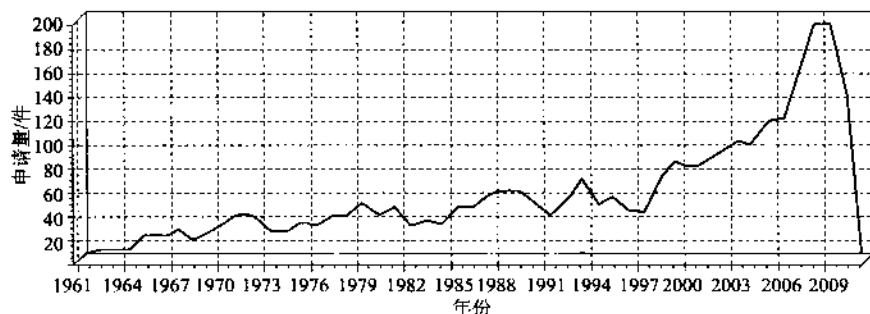


图 1 世界范围内泡沫铝专利申请量年份分布

从世界范围内的专利申请量来看，最近十年以来，泡沫铝领域的申请出现了较快的增长，并且近几年呈现出猛增的趋势（2009 年后的数据的下降是由于专利的公开以及入库需要一定时间从而导致一部分专利申请未被统计在内）。

2. 申请人的国家和地区分布

世界范围内泡沫铝专利申请量按申请人所属国家的分布情况如图 2 所示。

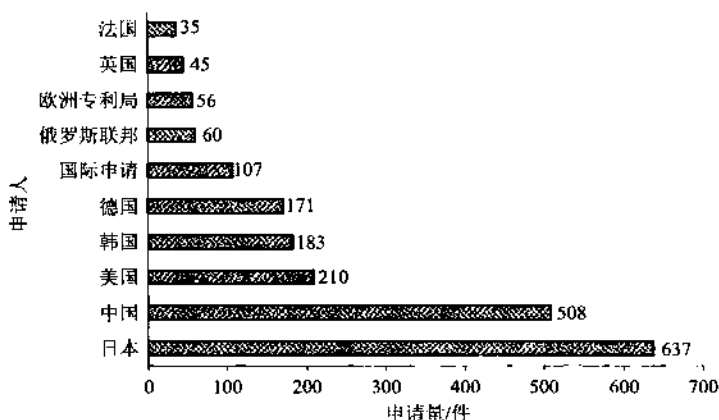


图 2 世界范围内泡沫铝专利申请量国家分布

从图 2 可以看出，在各国的申请人的专利申请数量上，我国的申请量在世界上排

名第二,共有 508 件;排名第一的是日本,申请量为 637 件。我国的申请量超过了美国、德国等传统工业强国。日本由于其先天的资源劣势,使得该国一直致力于对泡沫铝这样的新材料的研究和知识产权的保护;而我国的这种状况与装备制造业的迅猛发展以及泡沫铝材料在装备制造业中的广阔应用前景是密不可分的。最近十年以来,我国逐渐发展成为世界制造业大国,然而可利用资源却远不能满足我国制造业发展的需求,为了解决这样的矛盾,像泡沫铝这样的新材料凭借其显而易见的多种优势,自然成为研究热点。

3. 国外申请的主要申请人分布

从图 3 可以看出,在总计 2144 篇国外文献中,前十位的国外申请人的申请量最少的只有 10 件,最多的也只有 20 件。由此可以看出,泡沫铝领域的专利分布情况在国外更为分散,还没有出现个别申请人独大的情况,而是处于百家争鸣的繁荣发展时期。

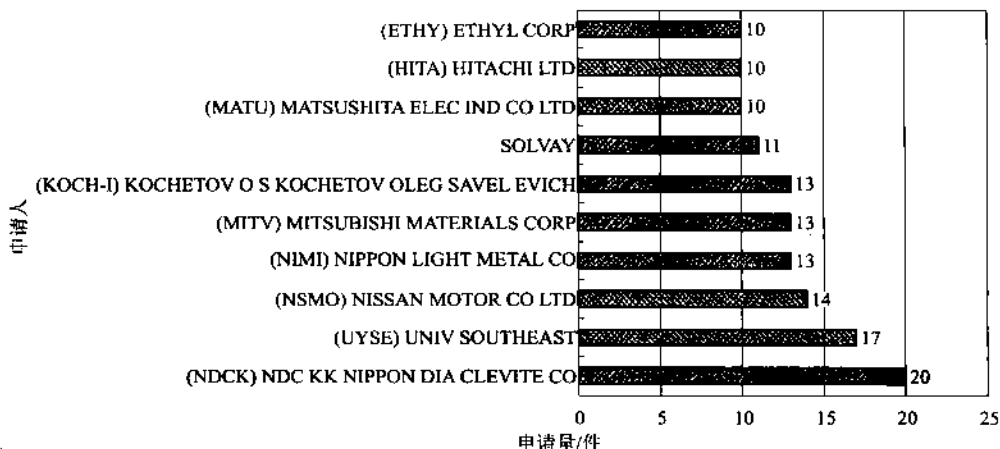


图 3 国外申请量前十位的申请人分布

(三) 我国泡沫铝技术的专利申请总体情况

1. 总体申请量概况

从图 4 可以看出,最近十年以来,国内泡沫铝领域的申请增长较快,特别是 2008 年以来,申请量增长到了一个较高的水平,每年的申请量都超过 70 件,而且呈平稳上升趋势。

2. 总体申请人分布

图 5 给出了在中国申请的申请人国家/地区的分布状况。经统计分析,在中国专利申请中,国内申请人提出的申请共计 470 件,占总申请量(508 件)的 92%,国外申请人申请共计 38 件,占总申请量的 8%。

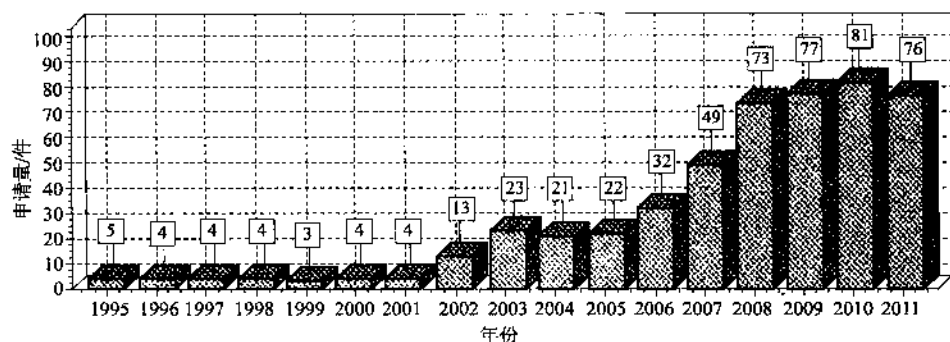


图4 我国泡沫铝申请量年份分布

图6给出了外国申请人在华申请的国家、地区分布情况。国外在华申请中，主要集中于日本、美国、欧洲国家和韩国等专利强国，其中日本占据首位，这也显示了日本在新材料的开发和应用方面的实力。总体上，上述专利强国在泡沫铝领域在华申请还是比较少的，其中申请量最多的日本在华也仅有9件申请。

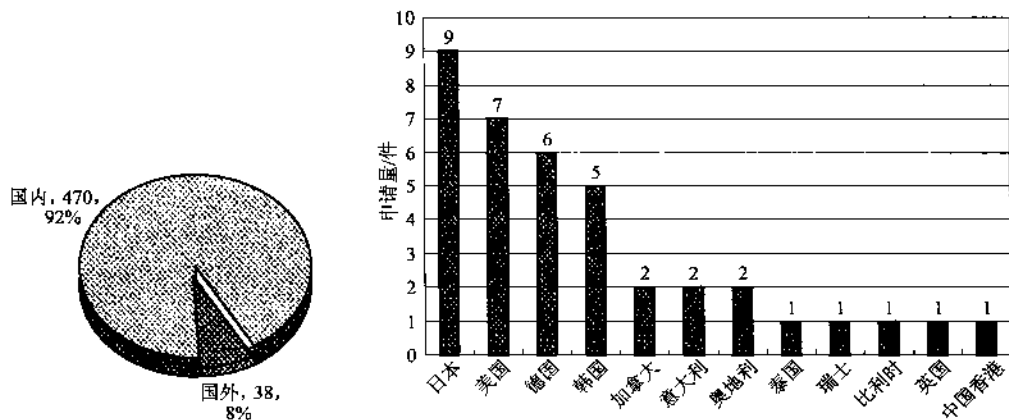
图5 我国泡沫铝申请的
国内外申请人分布

图6 中国大陆以外申请人在华申请分布

从上述分析可以看出，国内申请人在中国申请的专利量远远高于国外申请人，在国内，我国申请人在该领域的申请量处于绝对优势地位。

图7为国内申请人的省市分布图。通过该图可以看出，江苏、浙江、北京的申请量位于前三甲位置，这一现象跟这些地区的经济、新兴制造业的发展情况密切相关。而江苏、浙江、北京都是新型制造业发达的省市，并且知识产权保护意识较强，因此，泡沫铝的申请量较多。

图8统计了国内主要申请人的申请量。从该图可以看出，国内重要申请人主要集

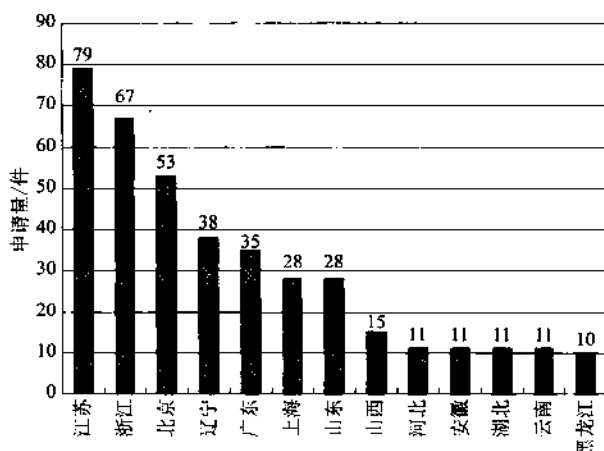


图7 国内各省申请量分布

中在大专院校，排名前十位的申请人中有8位是大专院校。通过图9的申请人分类饼状图可以看出，大专院校、企业、个人申请的申请量形成了三足鼎立的形势，个人申请占据重要的角色。这也从侧面说明泡沫铝技术的研究门槛较低，涉及范围广泛。

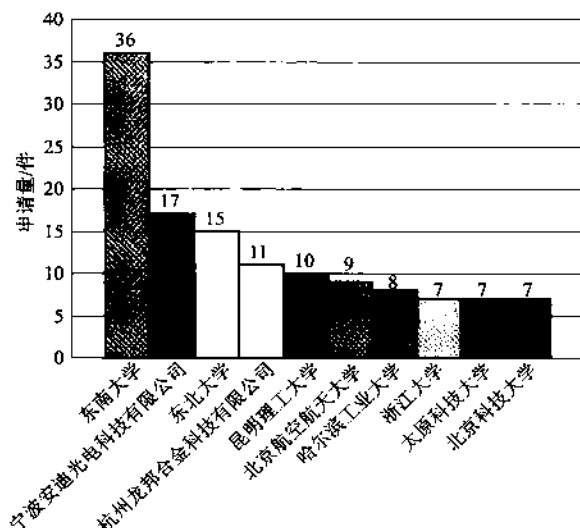


图8 国内排名前十位的申请人分布

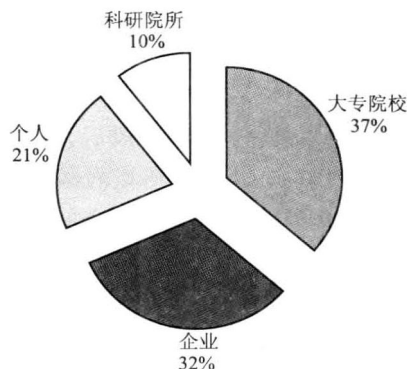


图9 国内申请人主体类型分布

从图10可以看出，在国内，泡沫铝申请的申请人分布相对比较分散，前十位的申请人的申请总量占全部申请的不到四分之一，由此也可以看出，在国内该领域的技术竞争还比较激烈。

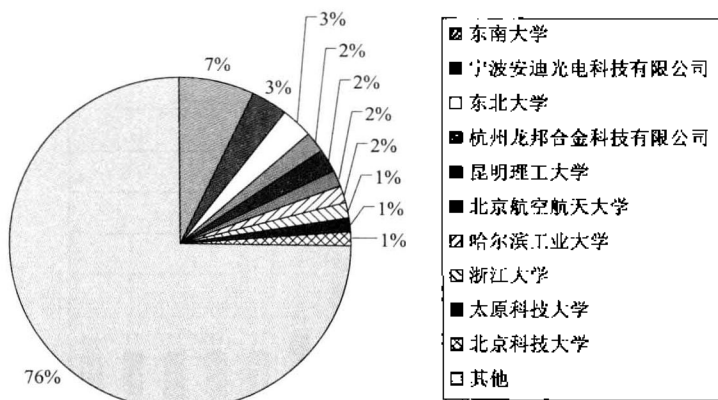


图 10 国内排名前十位的申请人份额分布

(四) 泡沫铝技术的专利分布分析小结

从上述图表分析可以得出：不论是在国内还是在国外，泡沫铝专利文献的申请都呈现分散的分布。

首先，从一般申请人数量来看，国内 470 件国内申请人的专利申请分布在近 300 个申请人当中；国外 2144 件专利申请分布在近 600 个申请人当中。

其次，从重要申请人数量来看，在国内，申请量排在前十位的申请人的专利申请总量占到所有专利申请总量的近四分之一；而在国外，申请量排在前十位的申请人的专利申请总量仅仅占有所有专利申请总量的不足一成。

上述分布状况说明了泡沫铝技术正处于一个快速发展时期，而又由于其应用非常广泛，因此在当前是一个热门研究领域，吸引了众多申请人的目光。

在国外，热门、处于发展阶段的技术往往表现出分布广泛、百家争鸣的状况，而当一项技术处于成熟阶段后，往往表现出集中分布于某几个申请人的局面。

在国内，由于大专院校较企业所独有的科研前沿的敏锐性和科研力量的优势，使得他们能够更加超前地发现前景的热门领域，在热门领域的研究中处于领先地位，因此，在国内出现了申请量前十位的申请人中有八位是大专院校的局面。而对于除大专院校以外的其他申请人，专利分布则比较分散，没有出现过于集中的现象，这与国外的情况基本一致。

三、泡沫铝制备的关键技术分析

(一) 泡沫铝的制备方法分类

经过六十多年的研究发展，目前已经形成了多种制备泡沫铝的方法。根据孔洞形成的原理，可以分为烧结法、铸造法、沉积法等；根据加工过程中基体铝的形态，可

以分为分模法、熔体法等；根据起泡的获取方式，可以分为注气法、原位气体发泡法等；根据最终孔洞的开闭状态，可以分为闭孔法和开孔法。本文中，我们根据闭孔和开孔两种主要的结构特征来对制备方法进行分类。

1. 闭孔泡沫铝的制备方法

(1) 熔体发泡法

熔体发泡法是制备泡沫金属的常用方法之一。其主要工艺流程是将发泡剂加入铝液中，发泡剂受热分解而放出气体在铝液中产生气孔，冷却后就获得泡沫铝。 TiH_2 和 ZrH_2 是常用的发泡剂，由于其密度比铝高，在铝熔体中有下沉倾向，而分解产生的气泡则会产生上浮运动并在上浮过程中合并长大，因此应适当增加铝熔体的黏度以减缓上述运动和倾向，进而提高发泡剂在熔体中分布的均匀性，通常采用金属钙或类似物质作为铝熔体的增黏剂。熔体发泡法工艺简单、成本低，工业化应用前景广阔。

(2) 吹气法

吹气法是向具有一定黏度的熔融铝或铝合金中通入气体，使之在其中生成大量细小弥散的气泡，冷却凝固后在铝基体中形成气孔，从而得到泡沫铝。吹气法是一种外生气源的发泡方法，气泡具有生成快、易聚合长大和破灭等特点，因而其发泡过程不易控制。通过向纯的铝液中注入气体来获取泡沫铝几乎难以实现，因为纯液态金属的黏度普遍很低，气泡在其中的排液过程往往发生太快，因而很难存留。解决办法之一就是在吹气前向铝液中加入增黏介质，使其黏度增加，从而阻止气泡膜的排液，使气泡稳定地存留在铝熔体中。但用此方法制备泡沫铝，其结构中存在少量的大气泡，存在孔尺寸较大、孔形状不规则的不足。

(3) 粉末冶金法

粉末冶金法的制备原理是将发泡剂与金属粉末混合压实，然后加热升温使发泡剂分放出气体，气体在半固态或熔融状态的铝中膨胀形成气泡，冷却后即可得到闭孔的铝。首先，将发泡剂颗粒（典型的为 TiH_2 ）和铝合金粉末混合，当各组分完全均匀后，通过冷压成形将粉末压实制成致密块体，然后通过挤压成形得到接近理论密度的棒材或板材，将此先驱坯料分割成许多小块，再将这些小块放置于密封对开的模具中，并将其加热到略高于合金固相线的温度。随后， TiH_2 开始分解，产生高压气体，气体在半固态铝中膨胀产生的熔体泡沫充填模具型腔，最后可以得到近成品尺寸的泡沫零件。

(4) 固—气共晶凝固法

该方法是首先在高压饱和的氢气氛围中将铝合金熔化，然后逐渐减小压力，进行定向凝固。在凝固的过程中，通过气体共晶转变，同时生成固体铝和氢气，从而得到由铝金属骨架和氢气孔洞组成的泡沫铝，由该方法得到的多孔材料称为 GASAR。

(5) 阴极溅镀沉积法

该方法通过在一一定的惰性气体压力下对一基片进行溅射，从而得到被捕获惰性气

体原子均匀分布的金属片,然后把它加热到高于其熔点的温度,并且一直加热到足以使那些被捕获的气体膨胀,并形成独立的气泡。冷却后,可得到具有封闭孔的蜂窝状的泡沫金属铝。

2. 开孔泡沫铝的制备方法

(1) 渗流铸造法

在一定的压力作用下,将铝液浇入到装有载体颗粒的铸造模型中,使铝液体渗入到载体颗粒的间隙当中从而获得铝—载体复合体,铝液凝固后可以从复合体中去除载体从而获得具有连通孔隙的海绵状泡沫铝,其成品为通孔。载体颗粒可以是无机材料,也可以是有机材料。无机材料可用蛙石、泥球、可溶性盐等,有机材料可用高分子颗粒。采用这种方法时,造孔剂堆积密度要高,以保证颗粒之间互相接触,以便将来除去。为了防止铝液在铸入时过早凝固,要将造孔剂预热。由于铝液具有大的表面张力,使得铝液很难成功铸入颗粒间隙中,可以先将造孔剂块体抽真空,然后加压渗透。待铝液凝固后,可用水溶法或热解法除去造孔剂。该方法不仅适用于制造泡沫铝,也可用于锌、镁、铅、锡和铸铁等泡沫材料的制备,但其局限性在于所获得的泡沫金属的孔隙率不高。

(2) 熔模铸造法

此方法制备过程中,模型的制备类似于熔模铸造的制模过程,故称为熔模铸造法。首先,选用具有一定孔隙的三维贯通的泡沫海绵材料做母体材料,然后用易于去除的流态耐火材料充入海绵状泡沫中,经干燥硬化形成预制型,再经焙烧后使耐火材料硬化并使泡沫海绵气化解,然后将预制型置于金属模具中,浇入铝合金液,并对其施加一定的压力或进行真空吸铸,使铝液充填于铸型的孔隙中,冷却后清除掉成型块中的耐火材料,即获得三维网状通孔的泡沫金属。该制备方法可以灵活地制备不同孔隙率的泡沫铝,容易得到通孔结构。由于制备过程中所用泡沫海绵的生产工艺已很成熟,因此应用该工艺生产泡沫铝也具有生产重复性好、密度稳定的优点。

(3) 电沉积法

泡沫塑料经粗化处理、敏化和活化处理、化学预镀和化学镀等多个步骤,将铝覆盖在泡沫塑料上,然后加热使泡沫塑料分解而得到泡沫铝。其中敏化与活化处理两道工序起着非常重要的作用。敏化处理是使粗化后的零件表面吸附一层具有还原性的金属离子,以便在离子活化处理时,使零件表面形成一层具有催化作用的贵金属层;活化是在敏化后的泡沫塑料表面吸附一层具有催化作用的金属粒子,作为化学沉积的催化活性中心,使化学反应集中在这个表面,进而促进电镀铝的顺利进行。这种方法制备出来的泡沫铝的孔洞连通性好、分布均匀、孔隙率大,但工序长,操作烦琐,成本较高。

(4) 烧结法

烧结溶解法是近几年来发展起来的一种制造泡沫铝的新方法。该方法是将铝粉与