

美国南加州航空航天产业发展现状和趋势

刘 华, 吕先志

(中国科学技术部, 北京 100862)

摘 要: 南加州航空航天产业历史悠久, 一直是美国航空航天产业的中心。近 30 年来, 受政治、经济、技术等因素影响, 航空航天产业发生了巨大变化。当前, 南加州的航空航天产业也面临着一系列挑战与变革。本文对南加州航空航天产业发展进行了介绍与分析, 以期对我国航空航天产业发展有所借鉴, 并有助于增进中美航空航天产业之间的了解与合作。

关键词: 美国; 南加州; 航空航天产业

中图分类号: F47.712.65 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2016.12.013

提到加州经济, 人们一般会想到硅谷的高技术产业、好莱坞的文化娱乐产业, 而一般不会想到加州的航空航天产业。加州的航空航天产业一直是美国航空航天产业 (Aerospace & Defence Industry) 的中心, 其规模超过农业和娱乐业的总和^[1], 仅次于华盛顿州, 排名美国各州第二^[2]。加州的航空航天产业主要集中在南加州的洛杉矶、圣地亚哥和橙县等地。洛杉矶郡经济发展局 (LAEDC) 联合圣地亚哥郡经济发展局 (SDEDC)^[3] 发布了《南加州航空航天产业的变革》报告。本文结合该报告以及其他数据资料, 简要介绍美国航空航天产业概况, 重点分析南加州航空航天产业现状和发展趋势。

1 美国航空航天产业概况

航空航天产业的定义多有不同, 本文沿用《南加州航空航天产业的变革》报告中的定义。其根据美国统计局的美国产业分类系统 (NAICS) 标准, 将美国航空航天产业分为航空航天产品和配件制造 (NAICS 3364) 以及搜索、探测、导航仪器设备制造 (NAICS 334511) 这两部分。航空航天产品和配件制造一般包括: 飞机制造以及导弹和航天飞行器

制造。搜索、探测、导航仪器设备制造主要包括: 飞行记录仪、导航、雷达、声呐等系统和设备^[3]。

美国航空航天产业在产业规模、技术实力上都处于世界领先地位, 是美国经济的重要组成部分。美国航空航天产业协会的统计数据显示, 2015 年美国航空航天产业从业人员 170 万人, 占美国就业人数的 2%, 占美国制造业雇员总数的 13%, 同时还带动其他相关产业就业 110 万人。航空航天产业员工平均工资约为 9.3 万美元/年, 比美国全国平均水平高出 44%^[4]。2015 年美国航空航天产业实现销售额 6 080 亿美元, 过去三年年均增长 1.6%, 实现各类税收 626 亿美元, 占美国总税收的 1.7%^[5]。2015 年美国航空航天产业总产值约 3 070 亿美元, 占美国 GDP 的 1.8%^[6]。2015 年实现对外出口产值 1 420 亿美元, 比过去五年增长了 62%, 占美国出口总量的 9%, 是第三大出口产业, 实现贸易顺差 810 亿美元, 是美国对外贸易顺差最大的产业^[7]。

2 南加州航空航天产业的基本情况

加州航空航天产业的近 90% 都集中在南加州。南加州是美国航空航天产业重要的生产和研发中

第一作者简介: 刘华 (1978—), 男, 硕士, 主要研究方向为国际科技合作政策研究。

收稿日期: 2016-11-24

心, 航空航天产业是南加州经济的支柱产业之一。目前南加州航空航天产业主要集中在零配件、电子器件、卫星、导弹、无人机和雷达导航设备等产品生产, 以及尖端飞行器研制和试验等领域。

南加州航空航天产业 2014 年总产值 399 亿美元。南加州航空航天产业直接从业人员 85 500 人, 占加州的 85.7% (加州共 99 700 人)。其中南加州从业人员主要集中在洛杉矶郡, 占到 63%, 还有 17.9% 在橙县, 14.1% 在圣地亚哥郡, 剩余 5% 分布在其他 7 个郡^[3]。

冷战结束以后, 南加州航空航天产业逐渐萎缩。2004—2014 年, 在南加州地区所有产业从业人员增长 4.5% 的情况下, 航空航天产业从业人员却减少了 16%。而且南加州航空航天产业从业人员自 2006 年以来一直呈现减少趋势, 年均递减 1.8%。其原因是多方面的: 冷战之后国防经费的逐渐削减, 新的创新技术应用带来的生产率和自动化程度的提升, 当地成产经营成本的升高。尽管整体从业人数在减少, 但南加州航空航天产业的销售额依然保持稳定。虽然总体在萎缩, 但在导弹和太空飞行器制造业这一优势领域, 仍保持强劲增长势头, 其从业人员在 2004—2014 年期间增长了 64.4%, 增加了 6 300 个工作岗位^[3]。

3 南加州航空航天产业的特点和优势

3.1 航空航天产业历史悠久, 活力依旧

南加州航空航天产业具有百年的历史, 洛克希德·马丁、休斯、道格拉斯、诺斯洛普·格鲁曼等很多往日的著名企业都创立于南加州。目前, 在经历产业萎缩以及一系列并购和重组后, 南加州已基本没有大公司的总部, 但诸如波音、洛克希德·马丁、诺斯洛普·格鲁曼、联合技术、通用原子、雷神、SpaceX 等大型公司都在南加州设有重要的分支机构。这些大公司大都历史悠久, 长期在南加州开展研发、制造、销售等经营活动, 是南加州航空航天产业的主力军。它们带动了一大批配套的二级和三级供应商, 包括很多初创公司, 极富创新活力。这些小公司作为供应商, 涉及通信设备、软件服务、计算机和电子设备等产业, 没有归类为航空航天产业, 但其主要是为航空航天提供配件和服务, 这也导致航空航天产业对加州经济的贡献在很大程度上被低估。

3.2 深厚的国防基础

南加州有 19 个美军基地, 其中 7 个涉及航空航天领域, 开展大量与航空航天相关的研发、试验、发射、控制等活动, 为南加州航空航天产业发展提供了便利。南加州还有美国国家航空航天局 (NASA) 的一个重要实验室和一个研究中心。以下对其中几个重要基地和中心的情况进行简要介绍。

(1) 喷气推进实验室 (Jet Propulsion Laboratory, JPL)。位于南加州的帕萨迪纳, 始建于 1936 年, 隶属于美国国家航空航天局, 由加州理工学院管理, 主要负责美国国家航空航天局的无人太空探测任务。我国著名科学家钱学森是该实验室创办人之一。自 20 世纪 50 年代起, 美国所有无人太空探测科学实验项目均由喷气推进实验室负责实施, 包括: 伽利略木星探测任务、火星探路者任务和火星表面探测任务等^[8]。

(2) 爱德华空军基地以及其中隶属于美国国家航空航天局的阿姆斯特朗飞行研究中心。均为美国重要的飞行器测试和研究中心。另外很多民用航空航天企业也在这里进行测试^[3]。

(3) 洛杉矶空军基地。该基地是美国空军开发军用航天系统的重要中心, 也是美国空军航天司令部的卫星和导弹系统控制中心 (SMC), 其一项知名任务就是负责全球定位系统 (GPS) 及其附属系统和终端技术的开发、运行以及维护^[3]。

(4) 美国空军 42 号工厂基地。位于棕榈谷, 为美国空军和美国国家航空航天局的高性能飞行器提供生产、装配和测试的服务。目前有大量无人机在该基地进行生产, 包括空军的全球鹰、海军的 Triton 以及海岸警卫队的垂直起降无人机 Firescout^[3]。

(5) 海军卫星控制中心 (NAVSOC)。位于文图拉郡的海军基地, 负责控制和维护海军的通信卫星。海军计划耗资 7 430 万美元在该基地部署四架诺斯洛普·格鲁曼公司生产的 MQ-4C Triton 无人机^[3]。

(6) 海军的空间与海战系统司令部。位于圣地亚哥, 为海军提供信息化保障, 是海军重要的指挥、控制、通信、电脑、情报、监视和侦查作战系统 (C4ISR) 的研发、测试和评价中心^[3]。

3.3 人才基础雄厚

南加州拥有数量庞大的高校和各类教育研究机构，其中有 28 所学校颁发航空航天相关专业的 97 类学历学位证书，为航空航天产业输送了大量的人才。加州理工学院、南加州大学、加州大学洛杉矶分校、加州大学圣地亚哥分校等著名高校基本都设有航空航天工程、材料科学、机械工程等专业，开展教学的同时也进行大量基础研究和高新技术研发。同时南加州还有很多航空航天专科和社区大学，如安柏瑞德航天航空大学（Embry-Riddle Aeronautical），就是四年制的航空学专科学校。据不完全统计，2014—2015 学年，南加州航空航天相关专业本科学历毕业生超过 3 700 名，研究生学历毕业生超过 2 000 名^[1]。南加州优质的生活条件也吸引了大量外来人才，为航空航天产业发展提供了源源不断的优秀人才。

3.4 优越的创新生态系统

众所周知，加州拥有全美最好的创新创业环境，硅谷、洛杉矶的硅滩等创新创业中心享誉全球，集聚了大量优秀的创业人才和团队，围绕人工智能、机器学习、自动化、生物技术和生物信息学、纳米科技、机器人、无人自动驾驶、3D 打印等一系列高技术进行开拓创新。未来航空航天产业的发展很大程度上将依赖于这些新技术的应用，而初创公司和小公司将起到关键作用。事实证明，小公司越多的行业也是越具创新力、增长越快的行业。例如南加州增长最快的空间飞行器产业，五人以下的小公司数量占比已经由 2003 年的 10% 增长到现在的 21%^[3]。南加州已逐渐形成集航空航天企业、国防军事基地和中心、初创公司、大学和研究机构、风险投资的优势于一体的航空航天技术创新环境，为航空航天产业发展提供强力支持和创新活力。

3.5 良好的气候条件

南加州的气候条件良好，有利于开展试验，尤其是试飞，加快了产品开发的进度，而且南加州有较大的限飞区用于试飞。例如爱德华空军基地所处位置是大片荒漠戈壁，全年平均 345 天晴朗无云，是最理想的飞机测试基地^[8]。

3.6 产业配套设施环境完善

南加州物流便利，对外贸易活跃，拥有大型国际货运码头和港口，当地企业可以快速便捷地与全

球制造供应商合作。南加州的制造业也是全美最发达的，企业可以快速找到所需的各类资源。

4 南加州航空航天产业的最新发展趋势

4.1 传统产品逐渐萎缩

南加州航空航天产业面临着政府投入减少、企业经营成本升高、生活成本较高、其他州的优惠刺激政策竞争、工程技术人员年龄老化严重等严峻挑战，许多传统产品生产线被迫关闭或转移。过去南加州主要依靠传统飞机制造，现在一些传统飞机制造厂纷纷停产或转移到成本更低的其他州。例如波音在长滩市生产军用运输机 C-17 的工厂已经在 2015 年 11 月关闭。

4.2 新的增长点

无人机、航天飞行器是目前南加航空航天产业新的增长点。

4.2.1 无人机

无人机是现在南加州研发的重点产品。诺斯洛普·格鲁曼是军方最大的无人机供应商，在圣地亚哥建有研发中心，负责该公司所有无人平台的研发和技术支持，包括全球鹰和无人战斗飞行器系统（UCAS）。通用原子公司正在鲍威市制造和开发捕食者和收割者无人驾驶飞机。AeroVironment 公司也在开发无人机。这些产品已被美军在全球广泛使用并起到关键作用。美国联邦航空管理局（FAA）已在 2016 年下半年放开民用商业无人机，预计上述公司将凭借其技术和经验，在民用商业无人机市场占有一定份额。

虽然加州在无人机产业占有重要地位，但是加州却没有被列入美国联邦航空管理局指定的 6 个无人机试飞场地中，这对加州是沉重的打击，对其无人机市场的领导地位带来了冲击。不过内华达州作为其中的一个试飞场地，其距离南加州较近，但综合环境远不如南加州，可能会形成很多公司在南加州开展研发而在内华达州进行测试的局面。

4.2.2 新的太空竞赛

南加州历来在航天技术领域地位显著。美国喷气推进实验室设计建造了最早的探索者 1 号、第一颗人造卫星以及美国国家航空航天局的月球勘测者（目前仍在月球上），而且都是在棕榈谷的 42 号工厂装配的。当前，科学家、发明家和投资人聚集在

一起,开展新一轮主要由私营部门发起的太空竞赛。

总部位于南加州的 SpaceX 就是其中的佼佼者。SpaceX 是一家由 PayPal、特斯拉汽车创始人伊隆·马斯克建立的美国太空运输公司,在 2010 年 12 月成为第一个能够发射回收宇宙飞船的私人公司。该公司的运营项目包括:龙飞船、猎鹰 9 号和猎鹰重型火箭。猎鹰重型火箭是世界上最强大的火箭,是成熟的猎鹰 9 号火箭的进化版,用于发射商业卫星及完成国际空间站货物运输任务,能够将现有运载火箭搭载能力两倍以上负载送入太空,而成本仅为其 1/3。SpaceX 已多次实现火箭第一级在陆上和海上平台的成功回收,这将进一步降低其发射成本,提高其市场竞争力^[3]。

位于南加州圣塔芭芭拉县的范登堡空军基地的主要任务是发射军事和商业卫星以及测试洲际弹道导弹。该基地将发射场地租借给 SpaceX 公司,为南加州航天产业快速发展创造了条件。另外还将 100 英亩的场地租给加州航天港(California Spaceport),这是一个由航天港系统国际公司(Spaceport Systems International)进行运营管理的航天发射场,也是美国第一家取得联邦许可的私营“商业航天飞行器发射场运营商”^[3]。

总部位于南加州卡尔斯巴德市的 ViaSat 公司,曾经以国防合同为主业,现在产品线正在向商业卫星宽带服务等扩展。其第一颗通信卫星 ViaSat-1 开创了卫星通信到网络技术的变革,该卫星技术能够提供与地面宽带相媲美的高性能卫星通信服务。计划于 2017 年初发射的 ViaSat-2 卫星的总带宽是 ViaSat-1 的两倍多,将在宽带卫星服务方面再一次实现大幅飞跃。该卫星原计划由 SpaceX 公司承担发射,但由于猎鹰重型火箭 2015 年发生爆炸,发射一再延期,2016 年初 ViaSat 宣布改由欧洲的阿丽亚娜火箭承担发射任务^[9]。同时 ViaSat 正在同波音公司联手开发性能更高的 ViaSat-3 卫星,每一颗 ViaSat-3 卫星的总带宽都达到了 1Tbps,是 ViaSat-2 的三倍,计划于 2019 年发射^[10]。

总部位于新墨西哥州的维珍银河公司在 2015 年 2 月宣布将在南加州长滩市建造新的工厂,其租下 15 万平方英尺的建筑,预计会雇用 100 名工程师和其他人员,致力于开发和制造 LauncherOne 火箭,用于将小型卫星送入轨道。维珍银河公司致力

于成为全球首家大型私人太空旅游公司,其在南加州克恩县的莫哈维航空航天港的分公司——太空船公司,主要开展商用太空船的飞行测试^[3]。其此前推出的第一艘“太空船 2 号”在 2014 年试飞时坠毁,造成一名飞行员丧生。2016 年 2 月新的“太空船 2 号”在莫哈维航空航天港举行揭幕仪式,随后于 2016 年 9 月与母机一起进行了首次试飞。“太空船 2 号”能够搭载 2 名飞行员和 6 名乘客进入太空亚轨道,乘客们可以感受长达几分钟的失重感和欣赏无以伦比的太空美景,其票价高达每个座位 25 万美元。^[11]

4.3 未来的发展方向

无人机和航天飞行器都具有高技术含量、高附加值的特点,代表了南加州航空航天产业未来的发展方向。南加州的竞争力包括优越的创新环境、浓厚的创新文化、深厚的国防基础和大批优秀高技术创新人才等。通过采取积极的产业促进政策,吸引更多的新一代航空航天企业和高技术公司落户南加州,并把人工智能、生物信息技术、先进材料、先进机器人、大数据、云计算、物联网、3D 打印等新兴技术应用到传统航空航天产业的升级发展中,提升航空航天产业的科技含量和核心竞争力,南加州航空航天产业可以实现指数级增长,继续在新一轮产业变革中保持领先地位。

5 对我国的启示

(1) 通过创新提升核心竞争力

传统的航空航天产业要寻求变革和新发展,关键在于创新。这既包括人工智能、机器学习、自动化、生物技术和生物信息学、纳米科技、机器人、无人驾驶系统等技术创新,还有一些新的研发、生产和商业模式的创新,唯有创新,才能取得成功。美国新崛起的 SpaceX 公司就是典型的成功案例。其理念与美国发展先进制造业、提升制造业科技含量和核心竞争力的国家战略是高度契合的,值得我们借鉴。

(2) 航空航天科技创新需要政府的持续大力支持

南加州有大量航空航天产业相关的国家实验室、研究中心和试验基地以及高校、企业等机构,这些机构都得到了大量的政府资金支持,是当地航空航天产业蓬勃发展的基础和动力。航空航天科技

是战略性高技术，其创新成本高，要依靠大规模的科研投入，这就需要政府层面在科研政策、资金等方面的持续大力支持。

(3) 中资企业应尝试进入美国市场，实现互利双赢

在民用航空领域，中资企业应通过投资、收购或并购的方式尝试进入美国市场。中资企业可以学习美方的先进经验，同时也为美方带来巨大的中国市场机会和新的就业，实现互利双赢。例如中航科技在 2015 年收购了位于加州的全球主要航空标准件供应商美国艾联 (Align Aerospace)，既提升了国内航空标准件供应链服务水平，也为艾联带来了巨大的中国市场机会。■

参考文献：

- [1] Kearney A T. California Aerospace Industry Economic Impact Study[R]. Arlington, 2014.
- [2] Aerospace Industries Association. The Impact of Aerospace and Defense by State[R/OL]. [2016-11-10]. http://www.aia-aerospace.org/wp-content/uploads/2016/08/AIA_50_State_Factsheet_2016.pdf.
- [3] Los Angeles County Economic Development Corporation, San Diego Reginal EDC. The Changing Face of Aerospace in Southern California[R]. Los Angeles, 2016.
- [4] Aerospace Industries Association. Workforce[R/OL]. [2016-11-10]. <http://www.aia-aerospace.org/research-center/statistics/industry-data/workforce/>.
- [5] Aerospace Industries Association. Financial[R/OL]. [2016-11-10]. <http://www.aia-aerospace.org/research-center/statistics/industry-data/financial/>.
- [6] Aerospace Industries Association. Value Added[R/OL]. [2016-11-10]. <http://www.aia-aerospace.org/research-center/statistics/industry-data/value-added/>.
- [7] Aerospace Industries Association. Foreign Trade[R/OL]. [2016-11-10]. <http://www.aia-aerospace.org/research-center/statistics/industry-data/foreign-trade/>.
- [8] 张健. 美国南加州航空航天产业概况 [R]. 洛杉矶, 2013.
- [9] Stephen Clark. ViaSat trades in Falcon Heavy launch for Ariane 5[EB/OL]. (2016-02-15) [2016-11-10]. <https://spaceflightnow.com/2016/02/15/viasat-trades-in-falcon-heavy-launch-for-ariane-5/>.
- [10] Sean O' Kane. New 1-Terabit internet satellites will deliver high-speed internet to remote areas[EB/OL]. (2016-02-10) [2016-11-10]. <http://www.theverge.com/2016/2/10/10958952/boeing-viasat-fast-internet-developing-countries-rural-homes>.
- [11] Tariq Malik. Virgin Galactic's SpaceShipTwo unity takes 1st flight with mothership[EB/OL]. (2016-09-09) [2016-11-10]. <http://www.space.com/34025-virgin-galactic-spaceshiptwo-unity-first-mothership-flight.html>.

Analysis on Status and Trend of the Aerospace Industry in Southern California of the US

LIU Hua, LV Xian-zhi

(Ministry of Science and Technology of China, Beijing 100862)

Abstract: With a long history, the aerospace industry in Southern California has always been a center of the aerospace industries of the US. The aerospace industry has undergone dramatic changes over the past three decades in response to political, economic and technological forces. The aerospace industry in Southern California also faces some competitive challenges and is in the midst of transformation. The paper analyzes the status and trend of the aerospace industry in Southern California, hoping to provide some references for Chinese aerospace industry, and promote the understanding and cooperation in aerospace industry between China and the US.

Key words: the US; Southern California; aerospace industry