航空科学技术
Aeronautical Science & Technology
Jun. 25 2019 Vol. 30 No.06 1-9

欧盟框架计划航空研发项目特点分析及启示

孙侠生[1]，王元元[2,*]
1. 中国航空研究院，北京 100012
2. 中国航空工业发展研究中心，北京 100029

摘　要：欧盟框架计划航空研究始终围绕满足社会和市场需求，保持和扩大工业领导地位，保护环境和能源供应，确保安全和安保，优先考虑研究、测试能力和教育等作为重点支持领域，以满足社会需求和保障欧洲全球领导地位。项目针对产品潜在应用需求，提前开展关键技术攻关和综合集成演示验证，技术成熟度1~6级。利用全球资源，组成包括大型企业、科研机构、大学、初创公司等发挥产学研用的研发团队。中国航空研究院自2005年起，参与欧盟框架计划交流平台项目和技术研究项目，建立了与欧洲航空科研机构交流的正常渠道。本文通过对欧盟框架计划航空研发项目特点的系统分析，以期推进中国民用航空科技的发展和对外合作。

关键词：欧盟框架计划；航空研发项目；交流平台项目；关键技术研究和集成验证；国际合作

中图分类号：V271.1　　**文献标识码**：A　　DOI：10.19452/j.issn1007-5453.2019.06.001

欧盟框架计划（Framework Programme, FP）是欧盟支持科技创新的主要平台，具有参与国家多、研究水平高、涉及领域广、投资力度大等特点，在推动欧盟科技创新发展、支撑民用航空产品研制中发挥着重要作用。自1987年第二框架（FP2）计划将航空研究以先导计划的形式提出后，欧盟对航空研究的投资力度在不断增加，欧盟的航空科技水平和市场竞争力持续提升。研究分析框架计划中航空研发项目的特点和成功经验，对制订我国航空科技计划和项目具有重要的参考意义。

1 框架计划航空研究项目总体概况

1.1 立项总体情况

自FP2以来，欧盟已经投资约40亿欧元，立项了约450个航空研发项目[1]（截至2013年底）。如图1所示，从FP2到FP7，欧盟对航空研究投资的年复合增长率达到90%以上。需要说明的是，图中的投资仅包括欧盟在框架计划中对航空学和航空运输合作项目（CP）的投资。实际上，从2008年开始，欧盟在框架计划下还新增了联合技术倡议（JTI）项目，包括洁净天空（Clean Sky）和单一欧洲交通空中交通管理（SESAR）。洁净天空1（2008—2017）总投资16亿欧元，其中欧盟政府和企业各投资8亿欧元；洁净天空2（2014—2024）总

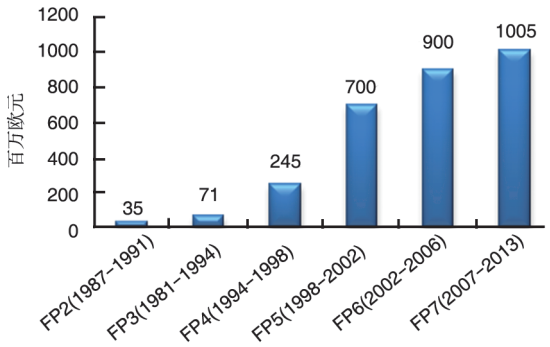

图1　欧盟框架计划航空研究项目投资（FP2–FP7，不含JTI项目）[1]

Fig.1　Investments of EU Framework Plan Aviation R&D Projects(FP2–FP7, excluding JTI Project)

收稿日期：2019-05-17；退修日期：2019-05-20；录用日期：2019-05-23
*通信作者. Tel.：010-57827751　　E-mail：16312312@qq.com
引用格式：Sun Xiasheng, Wang Yuanyuan. Analysis of EU framework programme aviation R&D projects and the enlightenment [J]. Aeronautical Science & Technology, 2019, 30(06): 1-9. 孙侠生，王元元. 欧盟框架计划航空研发项目特点分析及启示[J]. 航空科学技术，2019，30(06)：1-9.

投资40亿欧元，其中欧盟政府投资17.5亿欧元，其余由企业自筹；SESAR 1（2008—2016）和SESAR 2020（2017—2024）总投资分别为21亿欧元和16亿欧元，欧盟政府出资占1/3。

目前，正在执行的框架计划是地平线2020（H2020，相当于FP8）。根据批准的预算，H2020中用于智能、绿色和一体化交通领域的研发投资为68亿欧元[2]，其中用于航空研发的投资也较FP7有较大增长。截至2018年4月底，地平线2020中已经立项的航空研发项目有55项（见表1），欧盟共投资2.13亿欧元，主题涉及新概念气动布局、电动飞机、先进复合材料、低成本制造等。

表1 H2020中立项的航空研发项目统计表（截至2018年4月底）

Table 1 Statistics of aviation R&D projects in H2020（as of the end of April 2018）

序号	项目名称（英文缩写）	研究周期	欧盟投资/欧元	牵头单位
1	动态载荷——突破航空航天复合材料结构的边界（EXTREME）	2015/9/1—2019/8/31	5277597.5	英国巴斯大学
2	未来的空中安全（Future Sky Safety）	2015/1/1—2018/12/31	14882894	荷兰航空航天研究中心
3	日本—欧洲航空航天研究与技术合作的可持续网络II（SUNJET II）	2014/12/1—2017/8/31	612652	空客公司
4	通过先进无损检测技术保障飞机复合材料胶结结构质量特性的概念（ComBoNDT）	2015/5/1—2018/4/30	4617225.8	德国弗劳恩霍夫应用研究促进协会
5	航空航天先进低成本材料和快速制造技术（MMTech）	2015/5/1—2019/4/30	5708000	英国谢菲尔德大学
6	航空用生物质复合材料、环保多功能复合材料和结构的开发（ECO–COMPASS）	2016/4/1—2019/3/31	1893685	德国航空航天研究中心
7	机身尾流边界层抽吸推进一体化的概念验证研究（CENTRELINE）	2017/6/1—2020/5/31	3680519.8	德国包豪斯航空研究院
8	应用于未来飞机可持续性改进的普朗特飞机结构（PARSIFAL）	2017/5/1—2020/4/30	2955706.3	意大利比萨大学
9	航空发动机创新燃烧室中的烟尘生成和辐射（SOPRANO）	2016/9/1—2020/8/31	6829310	法国赛峰集团
10	集成安全增强型智能飞行控制的验证（VISION）	2016/3/1—2019/2/28	1796877.5	法国航空航天研究中心
11	飞机机体和发动降噪技术创新方法和数值仿真技术（IMAGE）	2016/4/1—2019/3/31	1799810	瑞典查尔姆斯理工大学
12	航空用金属部件增材制造技术和资源效率制造工艺（EMUSIC）	2016/4/1—2019/3/31	1799993.8	英国伯明翰大学
13	加强研究与开发合作，促进欧洲航空学进一步创新（RADIAN）	2016/10/1—2019/9/30	1996662.5	德国弗劳恩霍夫应用研究促进协会
14	改进的涡轮机械噪声预测模型验证以及降低宽带噪声的风扇新型设计方法开发（TurboNoiseBB）	2016/9/1—2020/2/29	6702851.3	德国航空航天研究中心
15	欧洲—乌克兰航空研究合作的战略和目标支持（AERO–UA）	2016/10/1—2019/9/30	1000000	卢森堡知识咨询公司
16	提高飞机和直升机水上迫降的安全性和认证水平（SARAH）	2016/10/1—2019/9/30	6636393.8	德国IBK创新公司
17	航空安全情报的数据驱动研究（SafeClouds.eu）	2016/10/1—2019/9/30	5576288.8	西班牙Innaxis基金会
18	采用超材料的先进飞机隔声设备（AERIALIST）	2017/6/1—2020/5/31	2424330	意大利罗马帝国大学
19	提高旋翼机效率的形状自适应桨叶（SABRE）	2017/6/1—2020/11/30	6033398.8	英国布里斯托大学
20	用于低空飞行无人机协同监视的移动网络基础设施（MoNIfly）	2017/6/1—2020/5/31	2021250	德国布伦瑞克工业大学
21	基于多样化专家团队创新协作的第三代飞机多学科优化技术（AGILE）	2015/6/1—2018/5/31	7074806.7	德国航空航天研究中心
22	扩展颤振边界提高飞机经济性（FLEXOP）	2015/6/1—2018/11/30	6692163.8	匈牙利科学院自动化研究所
23	气动弹性阵风模型（AEROGUST）	2015/5/1—2018/4/30	4237652	英国布里斯托大学
24	机场和航空公司的门到门信息（DORA）	2015/6/1—2018/5/31	4682895	欧洲电信开发与政策研究学会（德国）
25	通过在飞机生命周期的各个阶段实施增材制造技术和仿生设计来提高航空的资源效率（Bionic Aircraft）	2016/9/1—2019/8/31	6441062	德国诺德激光公司（LZN）
26	使用超级疏冰涂层防止飞机结冰（PHOBIC2ICE）	2016/2/1—2019/1/31	1797271.3	波兰技术合作伙伴公司
27	混合电力推进架构的模块化方法（MAHEPA）	2017/5/1—2021/4/30	8979178.8	斯洛文尼亚伏翼替代燃料公司
28	先进超导电机演示验证机（ASuMED）	2017/5/1—2020/4/30	4007476.3	德国奥斯瓦尔德电机公司
29	采用非热压罐连续自动化技术生产的新型混合热塑性复合材料飞机结构（NHYTE）	2017/5/1—2020/4/30	5250356.3	意大利诺泰航宇高级技术公司
30	带有集成天线和传感器的先进航空结构概念（ACASIAS）	2017/6/1—2020/5/31	5836430	荷兰航空航天研究中心
31	智能变形和传感技术（SMS）	2017/5/1—2020/4/30	3991687.5	法国图卢兹国立综合理工学院
32	辅以包线保护技术的增量非线性飞行控制（INCEPTION）	2017/6/1—2020/5/31	2386455.8	葡萄牙Tekever公司
33	研究基础设施——需求、差距和重合部分（RINGO）	2017/3/1—2020/2/29	1957545	德国航空航天研究中心

续表

序号	项目名称(英文缩写)	研究周期	欧盟投资/欧元	牵头单位
34	欧洲航空自然灾害信息与协调系统(EUNADICS-AV)	2016/10/1—2019/9/30	7441813.8	奥地利气象和地球物理中央研究院
35	第2代航空发动机表面换热器(SHEFAE 2)	2016/2/1—2021/1/31	1335887	罗罗公司
36	用于航空航天部件维修和再制造的增材制造优化和模拟平台(AMOS)	2016/2/1—2020/1/31	1396188.8	英国谢菲尔德大学
37	高效的复合材料零件制造(EFFICOMP)	2016/4/1—2019/3/31	1759736.3	空客公司
38	用于复合式电动飞机电力系统轻质集成/安装的电磁平台(EPICEA)	2016/2/1—2019/1/31	1749920	法国航空航天研究中心
39	亚洲市场的未来客舱(FUCAM)	2016/2/1—2019/1/31	1797663	空客防务和空间公司
40	用于飞机及其部件非定常物理建模的先进实质仿真工具和流动控制技术(DRAGY)	2016/4/1—2019/3/31	1827686	西班牙国际工程数值方法研究中心
41	欧洲航空研究和应用的合作传播2(e–CAERO 2)	2014/12/1—2017/11/30	688125	西班牙国际工程数值方法研究中心
42	在2050年实现欧洲无缝高效出行的数据驱动方法(DATASET2050)	2014/12/1—2017/11/30	1327016.5	西班牙Innaxis基金会
43	促进欧洲航空航天大学的卓越发展并获得认可(PERSEUS)	2014/12/1—2016/11/30	600000	意大利米兰理工大学
44	集成的智能模块化电力电子转换器(I2MPECT)	2015/5/1—2018/4/30	6734626.3	德国西门子公司
45	动力装置系统设备的创新集成(NIPSE)	2015/6/1—2018/5/31	6235001.3	赛峰短舱公司
46	为无缝运输体验提供个性化机场系统(PASSME)	2015/6/1—2018/5/31	4631211.8	荷兰代尔夫特理工大学
47	走向航空学的LES/DNS——为未来精确CFD铺平道路(TILDA)	2015/5/1—2018/4/30	2706241.8	比利时NUMECA公司
48	本世纪中叶飞机涡轮发动机的超低排放技术创新(ULTIMATE)	2015/9/1—2018/8/31	3138121.9	瑞典查尔姆斯理工大学
49	欧洲航空研究视角(PARE)	2017/10/1—2020/9/30	1771981.3	葡萄牙里斯本技术大学
50	航空研究国际合作(ICARe)	2017/10/1—2020/3/31	1790715.5	法国ERDYN咨询公司
51	航空安全和安保研究技术和制度整合的观测平台(OPTICS2)	2017/10/1—2021/9/30	1493597.5	意大利深蓝公司
52	所有运输模式的永久开放基础设施(FOX)	2015/5/1—2017/10/31	929753.53	比利时欧洲国家道路研究实验室论坛
53	飞机降噪技术和相关的环境影响(ARTEM)	2017/12/1—2021/11/30	7498742.5	德国航空航天研究中心
54	加强欧洲运输研究和创新战略(SETRIS)	2015/5/1—2018/4/30	2999405	英国纽卡斯尔大学
55	通过创新的进近管理航空噪声(ANIMA)	2017/10/1—2021/9/30	7479618	法国航空航天研究中心

注：1.表中阴影代表CSA(协调与支持)项目；　2.部分项目为国际合作项目，牵头单位指的是欧方牵头单位。

从表1可以看出，在55个项目的牵头单位中，传统大型航空企业有7家，科研机构有20家，大学有17家，其他中小企业11家。虽然牵头单位类型不同，但这些项目的共同点是都组成了由企业、研究机构、大学等构成的产学研用联合团队，研究成果最终都要服务于企业用户。此外，在项目设置上，除了安排有“未来空中安全”“基于多样化专家团队创新协作的第三代飞机多学科优化技术”等范围较大的研究项目，也有针对具体技术问题开展的关键技术攻关研究，如解决无损检测技术应用于复合材料胶接结构的ComBoNDT项目、解决涡扇发动机轴承冷却的第二代表面换热器的SHEFAE 2项目等。

1.2 项目分类

图2是欧盟官方给出的典型的从航空技术开发到产品研制的整个研发流程。中间虚线对应的是技术成熟度6级，即技术研发和产品开发的分界点。从图2中可以看出，欧盟框架计划主要支持虚线左边，成熟度1～6级的航空基础研究、技术开发、技术验证和演示验证类项目，包括了合作研究(CP)和联合技术倡议项目(JTI)。合作研究项目又分为成熟度较低(TRL1～3)的关键技术研究项目(FP)和成

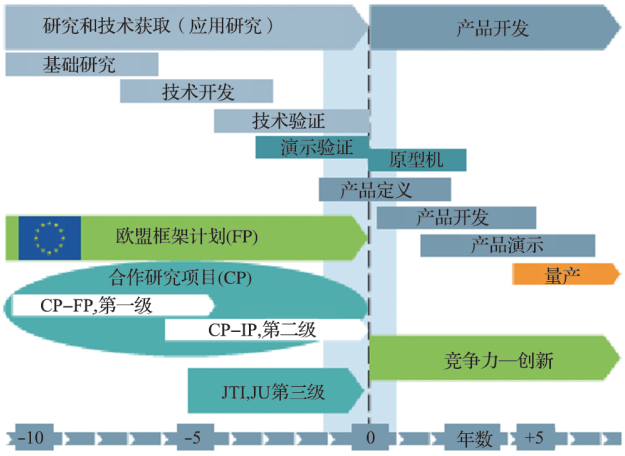

图2　欧盟框架计划支持的航空研究以及技术发展项目定位

Fig.2　Orientation of EU framework plan aviation R&D projects

熟度较高(TRL4～5)的集成验证项目(IP)。关键技术研究项目的合作伙伴一般少于20个，经费低于1000万欧元。集成验证项目的合作伙伴通常为20~60个，经费介于1000万到1亿欧元之间。JTI项目仅包括Clean Sky和SESAR，这

类项目主要开展在合适的运行环境中对完整系统的最终验证(TRL6-7)。

除了上述CP和JTI项目,框架计划还专门设立了一类协调和支持项目(CSA,中方习惯称为交流平台项目),用于协调各国航空研究活动、扩大国际合作交流、开展技术情报跟踪、制定合作政策等工作。

特别需要指出的是,从FP6到H2020,欧盟和中国共同开展了4个CSA中欧合作交流平台项目(AEROCHINA, AEROCHAINA2, GRAIN, GRAIN2),中国航空研究院(CAE)作为中方的协调单位,与欧方讨论形成了10余项合作指南,最终促成了6个技术研究项目立项,分别是基于雷诺应力的分离控制和减阻(MARS)、大型钛合金结构铸造(COLTS)、用于飞机及其部件非定常物理建模的先进实质仿真工具和流动控制技术(DRAGY)、飞机机体和发动降噪技术创新方法和数值仿真技术(IMAGE)、航空用金属部件增材制造技术和资源效率制造工艺(EMUSIC)和航空用生物质复合材料、环保多功能复合材料和结构的开发(ECO-COMPASS)。其中,MARS和COLTS项目已经结题,DRAGY等4个项目即将结题。

目前正在执行的平台项目是ICARe项目(航空研究国际合作,见表1)和INNOVATE项目(创新性绿色航空技术中欧交流合作平台)。ICARe面向21个国家,其中包括5个重点国家(中国、日本、加拿大、俄罗斯、美国)。INNOVATE是工信部支持的创新性绿色中欧合作交流平台项目。中欧双方的共同目标是通过交流,确定面向2021—2027年中欧民用航空领域国际科技合作的重点领域及方向。

这些中欧交流与合作项目的实施,使中方参研单位的专家学者与欧洲航空发达国家同行站在了同一个平台上,共同定义相关专业的发展趋势与方向,对提升我国航空科技领域的基础和前沿技术研究水平做出了积极的贡献。

2 框架计划航空研究项目特点分析

经过30多年的发展,欧盟框架计划已经建立了相对完善、科学的航空项目形成和过程管理机制,积累了丰富的管理经验,对制订我国航空科技计划具有很强的借鉴意义。

(1)战略引领,统筹规划,自上而下论证研究项目

欧盟委员会于2000年成立了欧洲航空研究与创新咨询委员会(ACARE),作为政府的航空高端智囊团协助制定航空战略、规划和计划,如图3所示。总体上看,欧盟框架计划航空研究计划的制订始终从欧盟顶层战略出发,层层分解和落实,以满足社会需求和保障欧洲全球领导地位,并从5个方面采取措施:满足社会和市场的需求,保持和扩大工业领导地位,保护环境和能源供应,确保安全和安保,将研究、测试能力和教育作为优先领域。

图3 欧盟成立ACARE发布系列航空战略规划

Fig.3 Aviation strategic planning released by ACARE

ACARE由来自航空工业界、民航运输界、研究机构、大学、欧盟成员国、欧盟政府等代表组成。现任主席团成员分别来自法荷航空、空客集团和德国航空航天研究中心。ACARE分别于2001和2011年发布了《欧洲展望2020》和《航迹2050》两份顶层文件,描绘了欧盟2020年前和2050年前的航空发展愿景,并分别于2002、2004、2008、2012、2017年发布了落实上述愿景的行动计划——战略研究与创新议程(SRIA),提出了各个领域的研究与创新需求。

FP7和H2020中的航空研究项目是在SRIA指导下、瞄准2050愿景目标(例如,欧洲内部实现4h门到门运输服务,将航空运输二氧化碳、氮氧化物、噪声相比2000年水平分别降低75%、90%、65%等)论证提出,通过科学、有序地将技术研发项目安排在产品研制前以形成技术积累。由于ACARE的属性和定位,这种采用战略引领、自上而下方法论证提出的项目将欧洲航空工业和航空运输业统筹考虑,对欧盟整体战略目标的实现具有很好的支撑作用。此外,在具体项目的设置上,欧盟同时安排技术研究类和协调支持类项目,在提高航空专业技术水平的同时,对形成更好的研究机制、挖掘更多的研究资源、营造更好的研究氛围等起到了积极的作用。

(2)提前布局,集成验证,支撑民用飞机产品研制

欧盟框架计划立项的航空研究项目通常会提前进行布局,旨在通过基础研究、技术开发、技术验证等过程不断提高技术成熟度,为民用飞机产品研制奠定技术基础。以A380项目为例,2007年服役的空客A380大型双层宽体客机就采用了源自框架计划支持航空项目的多项技术,见图4和表2,专业覆盖总体气动、材料和结构、航电系统、机电系统等。从项目组织上看,欧盟提前10年左右(FP3~FP6)安排部分项目成果在A380上应用,如图5所示。这些项目既包括小规模的关键技术研究,也包括大规模的集成验证(如ECARP、TANGO、VICTORIA、POA等),有力保证了A380在气动设计、复合材料结构、机载系统等领域的技术先进性。

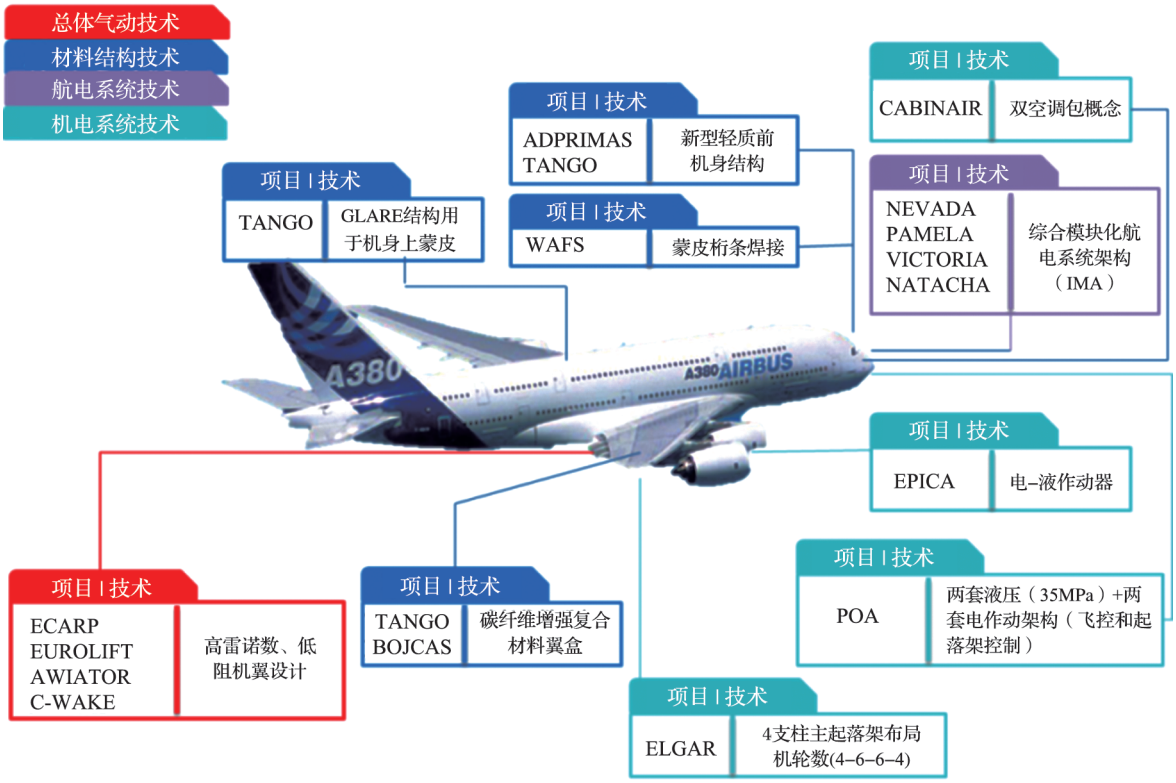

图4 空客A380源自框架计划航空研究项目的技术

Fig.4 Technologies of Airbus A380 origins from EU projects

总体气动方面,A380采用的高雷诺数、低阻机翼设计方法就源自ECARP等4个项目。ECARP项目研究了自适应网格、阻力精细化计算、有黏无黏迭代求解跨声速问题等技术,实现了CFD求解精度和计算效率提高2～10倍,飞机减阻10%的目标;EUROLIFT项目通过低温高雷诺数试验和数值计算,加深了对高升力系统设计的理解;AWIATOR项目利用一架A340-300对新型翼梢小翼、扰流板、着陆襟翼等进行了研究和验证;C-WAKE项目提高了对大型飞机尾涡形成机理和控制方法的认识。

在材料与结构方面,A380是复合材料结构飞机发展的一个里程碑,复材结构重量占比达到25%,其中机翼翼盒采用碳纤维增强复合材料(CFRP),机身上蒙皮采用玻璃纤维增强铝合金复合材料层合板(GLARE)。这主要得益于TANGO、BOJCAS等项目。TANGO项目通过欧洲主要机

表2 A380采用的技术起源于框架计划航空研究的项目列表

Table 2 EU projects list for A380 related technologies

项目名称	欧盟投资/欧元	牵头单位	参研单位数量
欧洲计算空气动力学研究项目（ECARP）		BAE系统	38
欧洲高升力项目（EUROLIFT）	3581184	空客德国	11
飞机机翼先进技术使用（AWIATOR）	39941630	空客德国	37
尾涡特征与控制（C-WAKE）	7573854	空客德国	23
实现航空航天业近期业务目标的技术应用（TANGO）	42631311	空客法国	37
飞机主金属结构先进概念（ADPRIMAS）		意大利阿莱尼亚马基	20
复合材料飞机结构螺栓连接（BOJCAS）	1251911	爱尔兰利默里克大学	10
应用搅拌摩擦焊接机身（WAFS）	2532449	BAE系统	13
欧洲空中运输机开放式综合航电系统（NEVADA）		德国 AOA Apparatebau Gauting	12
机载系统模块化电子集成的展望分析（PAMELA）	2443473	法国泰雷兹航电	13
在一个开放、模块化和嵌入式飞机电子系统中集成标准化组件、技术和工具的验证平台（VICTORIA）	42144943	法国泰雷兹航电	48
因特网高带宽机载通信的网络架构与技术（NATACHA）	2498649	德国KID系统	11
电动集成控制(智能)执行机构（EPICA）		西班牙CASA	14
功率优化飞机（POA）	50747133	德国利勃海尔航宇林登伯格	102
欧洲先进起落架研究（ELGAR）		法国Eurogear EEIG	9
利用“空中测量”和创新的设计和技术改善客舱空气质量（CABINAIR）	3796361	英国建筑研究院	14

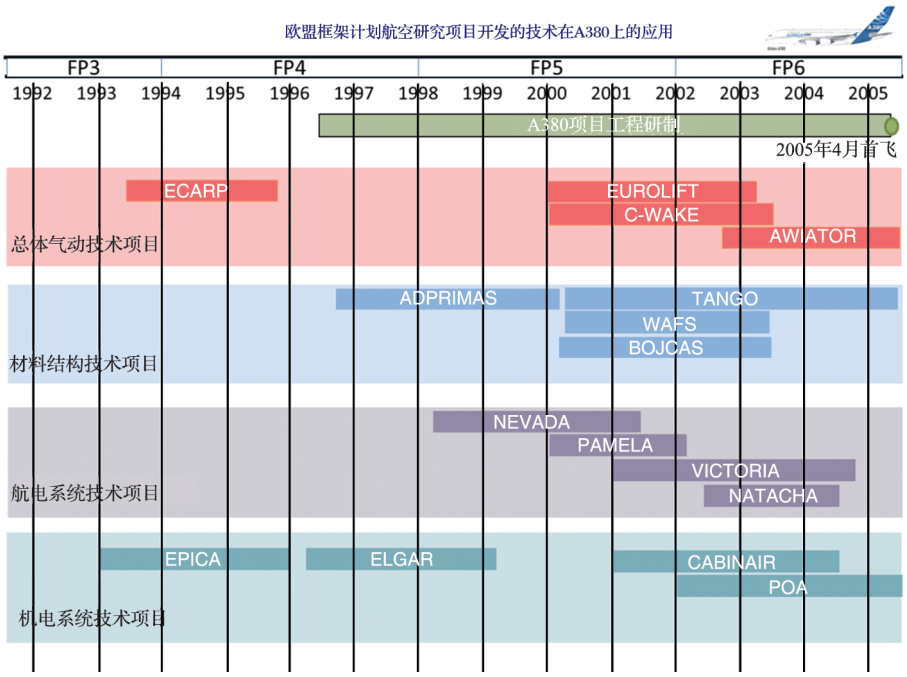

图5 空客A380源自框架计划航空研究项目的历史演变

Fig.5 Historical evolution of EU projects for A380 related technologies

体制造商及其供应链企业开展大规模复材结构验证，详细设计和试制了复合材料外翼盒和中央翼盒、复合材料机身段等。BOJCAS项目通过开发先进的复合材料螺栓连接的数值设计方法，形成了一套螺栓接头设计指南。除了复合材料方面，TANGO、ADPRIMAS、WAFS等项目在先进金属结构、焊接工艺等方面的成果也在A380上得到了应用。参

考文献[7]曾对欧盟框架计划涉及的结构与材料项目做了分析，提出了可供国内结构技术发展借鉴的思路。

在机载系统方面，A380项目首次采用泰雷兹公司的综合模块化航电系统（IMA）就源自泰雷兹牵头的PAMELA项目和VICTORIA项目，其中VICTORIA项目共有48家单位参研。A380采用了4套独立的主飞控系统（两套35MPa液压作动、两套电传）和电静液作动器，其技术源自POA和EPICA项目，POA项目的参研单位达到102家。A380主起落架采用的4支柱多轮（4–6–6–4）技术源自ELGAR项目，首创的双空调包概念（两个空调包共用冷凝器、回热器、水分离器等部件）则源自CABINAIR项目。

（3）松紧有度，科学管理，确保项目顺利高效实施

从框架计划航空研究项目的管理来看，欧盟通过科学的立项评审方法、松紧适度的管理流程、信息化的管理手段等提高了项目管理水平。同时，适时对框架计划执行过程中的阶段成果进行评估对于确保项目整体顺利高效实施也起到了非常重要的作用。

立项评审是框架计划项目流程中最为重要的一环。当提交的项目建议书通过初审后，即可进入立项评审。欧盟委员会邀请和组织来自全球的专家学者，对欧盟内部项目和国际合作项目的申报建议书进行同行专家评议和审核。评审过程中采用独立观察员的监督保证了整个评审过程的公平、公正和公开；评审会议采用“个人评估、共识会议、评估总结”三步走的评估程序[3]，最大程度地保证了不会因为专家个人行为而影响公平公正地评议和审查。

在项目管理方面，欧盟政府委托下属的执行机构——创新与网络执行局（INEA）进行航空科研项目的管理，管理过程可谓是松紧适度、手段创新。整体上看，欧盟航空科研项目对研究人员的技术决策权约束较少，仅在必要的财务、知识产权等方面进行了严格限定。例如，在指南阶段，欧盟发布的指南并不限定非常具体的技术指标和路线，只给出需要满足的顶层需求，由项目申报方提出各自的指标。同时，为了保证尽量减少研究人员研究工作以外的负担，通过网上项目管理系统、在线指导手册、项目各阶段文件模板等手段为研究人员提供尽可能便捷的服务。例如，项目申报和执行流程中绝大部分材料只需要通过欧盟项目管理网站下载上传，全流程基本实现了无纸化，减少了申报者行文、打印、排版、递送等事务性工作。

在框架计划执行过程中，欧盟还适时开展对已执行项目的评估，判断其满足整个计划目标的情况，对后续项目安排提出建议。例如，2011年，欧盟设立了“欧洲航空研究技术和制度监控平台（OPTI）”CSA项目，评估已经执行的FP7航空研究项目对《欧洲展望2020》的目标贡献率。评估结果显示，截至2011年底，目标（二氧化碳降低50%，氮氧化物降低80%，噪声降低50%）基本已经实现了40%，预计FP7期末可实现70%以上的目标[1]。

此外，欧盟十分重视科研项目的宣传与推广，一般各项目会设立“宣传推广”工作包，要求项目组进行技术成熟度评估，并建立网络平台，确保研究成果在知识产权保护范围内的推广；同时组织或要求项目组不定期参与国际展览、学术论坛、演讲等各种公开活动。此举一方面有利于积极向公众宣传研究成果与相关进展，获得可能的合作机会；另一方面也可通过社会监督提高研究人员的自律性和主动性，保证项目研究水平。

（4）开放合作，鼓励创新，有效利用全球优质资源

框架计划自诞生之初就是一个多国合作的联合研究计划，随着时间的推移，其开放程度也越来越大，此举一方面有利于利用全球优质创新资源提高欧洲航空科技水平，另一方面也可从整体上提高欧洲航空业的竞争力，以更大的辐射面带动航空产业发展。

对内开放方面，近年来欧盟内部参与航空研究项目的单位数量不断增加，尤其是近年来欧盟对中小企业（欧盟定义小于249人）投资的力度不断加大。从FP6~FP7，参与的中小企业数量占比从18.1%增加到21.2%，获得欧盟投资金额的占比从10.0%增加到15.8%[4]。对于洁净天空JTI来说，参与的中小企业数量更多，占到26.9%（截至2018年3月）[5]。

对外开放方面，欧盟从FP4开始专门纳入了国际合作项目[6]，现已同俄罗斯、中国、日本、加拿大、美国等十几个非欧盟国家和地区开展了航空研究合作。以FP7为例，在182个航空研究与创新项目中，一半以上（98个）有欧盟以外国家参与。其中，双边和多边的合作项目数量分别为69和29个，占比各为70%和30%。

3 框架计划对我国民用航空研发的启示

框架计划在促进欧盟航空科技水平整体提升方面的成功经验给我国民用航空技术研发提供了以下启示[7,8]。

（1）加强顶层规划，科学谋划项目

民用航空科技的发展要面向民用航空产业需求，为国家经济和社会发展大局服务，需要政府从战略层面进行引导和规划。当前，《民用航空工业中长期发展规划（2013—2020）》执行期已接近尾声，新时代航空强国的战斗号角也

已经吹响，民用航空科技未来如何发展以支撑航空强国目标的实现需要进行科学的设计。首先要制订航空强国发展战略和规划，明确航空强国的内涵、实现步骤等；其次，民用飞机科研专家咨询委员会应在航空强国战略基础上编制民用航空科技的发展规划。在具体项目设置中，我们应充分借鉴欧盟的经验，遵循“科学论证，分步实施，集成验证，注重实效”的原则。例如，可将民用飞机科研项目按照基础研究、应用基础研究、应用研究、演示验证等分类进行管理，针对一些重大的科技发展方向，以最终服务于产品研制为目标，提前安排项目进行预研，逐步提高技术成熟度。同时加强项目后评价，对最终应用于产品研制的科研项目给予奖励。此外，项目安排上不能一味求大，要超前谋划一些旨在解决具体技术问题的项目。

(2)采用先进手段，提高管理水平

科学管理是保证项目实施、提高项目绩效水平的基础。在民用航空科技项目管理方面，我们应加大信息化、网络化等技术的应用，不断提高科学管理水平。建议搭建民用航空科研信息化管理平台，一方面有效整合工信部、科技部、交通部、民航局等多个渠道支持的民用航空科技研发项目数据，通过合理确定数据标准，将相关数据集中起来，形成民用航空历史科技发展的数据库，并通过民用航空科技发展普查和评估，有效掌握民用航空科技短板，明确未来发展方向。另一方面，通过该平台实现民用航空科研项目全流程的信息化管理，简化管理流程，降低管理成本，提高管理绩效。

(3)坚持开放发展，聚集全球资源

民用航空科技自主创新是开放环境下的创新，决不能关起门来搞，而是要聚四海之气、借八方之力。随着我国科技水平的不断提升、民航市场需求的持续增加，民用航空科技国际合作的广度和深度不断提高。我们要在坚持自力更生、自主创新发展的同时，最大限度利用好全球创新资源，抓住一切合作机会促进我国航空科技的进步，在更高起点上推进自主创新，努力构建合作共赢的合作关系。要以全球视野谋划和推动航空科技创新合作，积极融入全球科技创新网络，提高我国航空科技的水平和自主创新能力。

另一方面，随着全社会创新、创业氛围的不断形成，国内越来越多的企业，尤其是中小企业开始涉足民用航空领域。据不完全统计，截至2017年底，国内通用飞机和无人机研发制造企业分别达到100家和350家以上。一些民营企业在C919、AG600等产品的带动下，逐渐形成了自己的优势配套产品和竞争力，为产业发展发挥了重要作用。未来，我们要继续吸引和动员一切可利用的社会资源和力量，积极调动企业的创新积极性，参与民用飞机科技创新，共同发展民机产业。

(4)加强成果共享，提高项目收益

加强成果共享、转移、转化是提高项目投资收益的有效手段。当前，我国民用航空科技成果共享、转移、转化、实现产业化、创造市场价值的能力不足，大部分取得的成果局限于承研单位自己掌握利用，各单位之间的推广以及军民共享的情况并不理想，这严重限制了行业技术的整体进步，也造成常常出现不同单位重复申报的情况。我国开展民用航空科研工作也已经有约20年的历史，积累了丰富的科研成果，如果能实现转移转化将会释放出巨大的技术价值和经济效益。我们应加快研究民用航空科技项目创新成果的转移转化机制，彻底打通关卡，破解实现技术突破、产品研制、市场模式、产业发展“一条龙”转化的瓶颈。此外，在具体项目执行过程中，建议可参照欧盟的做法在保护承研单位知识产权的前提下加强宣传和交流，除及时地总结梳理项目研究成果和进展外，建议管理机关可以组织不定期的项目交流会，邀请各方面专家、学者和感兴趣的人员参会，此举对提高项目研究水平、扩大影响范围具有积极的意义。

AST

参考文献

[1] 王鑫.欧盟第七框架计划中航空项目研究[J].国际航空,2015(6):73-75.
Wang Xin.Aeronautics and air transport project under EU FP7[J]. International Aviation,2015(6):73-75. (in Chinese)

[2] European Commission. Factsheet: Horizon 2020 budget[EB/OL]. (2018-03-10). http://ec. europa. eu/research/horizon2020/pdf/press/fact_sheet_on_horizon2020_budget.pdf.

[3] 马洁萍,石靖敏,白文,等.欧盟第七框架计划中航空项目的立项评审模式[J].国际航空,2010(7):50-51.
Ma Jieping, Shi Jingmin, Bai Wen, et al. Evaluation mode of aeronautical proposals under EU FP7[J]. International Aviation, 2010(7):50-51.(in Chinese)

[4] Aeronautics and Air Transport Research. 7th framework programme 2007—2013[R].European Commission,2013.

[5] The bulletin of the European Aerospace Community[R]. The Council of European Aerospace Societies,2018.

[6] 徐峰.欧盟研发框架计划的形成与发展研究[J].全球科技经济瞭望,2018,33(6):25-32.

Xu Feng. Research on formation and development of EU framework programme for research[J]. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2018，33（6）：25-32. (in Chinese)

[7] 孙侠生，胡红东.国外民用飞机结构强度技术的发展思路研究[J]. 航空科学技术,2004,15(6):24-26.
Sun Xiasheng,Hu Hongdong.Conceptual study on commercial aircraft structure technology abroad[J].Aeronautical Science & Technology, 2004,15(6):24-26.(in Chinese)

[8] 王元元.国外民用航空科技规划及其对我国的启示[N]. 中国航空报，2016-12-21.
Wang Yuanyuan. Enlightment of civil aviation planning abroad [N]. China Aviation News, 2016-12-21.

（责任编辑　王昕）

作者简介

孙侠生（1962－ ）男，博士，研究员。主要研究方向：飞行器设计，航空科技发展战略。

Tel：010-57827551

E-mail：sunxiasheng@cae.ac.cn

王元元（1982－ ）男，博士，高级工程师。主要研究方向：民用飞机产业发展战略，航空气动技术。

Tel：010-57827751　　E-mail：16312312@qq.com

Analysis of EU Framework Programme Aviation R&D Projects and the Enlightenment

Sun Xiasheng[1], Wang Yuanyuan[2,*]

1. Chinese Aeronautical Establishment, Beijing 100012, China

2. Aviation Industry Development Research Center of China, Beijing 100029, China

Abstract: The aviation research under EU Framework Programme (FP) has always focused on the following targets: meeting societal and market needs, maintaining and extending industrial leadership, protecting environment and energy supplies, ensuring safety and security, prioritizing research, testing capabilities and education as key support areas.Targeting at the potential product application requirements, the project carries out key technology research and integrated demonstration in advance at technical readiness level 1-6. R&D teams have been established on the basis of global resources including large enterprises, research institutes, universities, start-ups and so on. Since 2005, Chinese Aeronautical Establishment has participated in the Coordination and Support Action (CSA) and R&D projects under the EU Framework Program, and has established a regular communication channel with European aviation research institutions. This paper systematically analyses the characteristics of aviation R&D projects of the EU Framework Programme, with a view to promoting the S&T development and international cooperation in China civil aviation industry.

Key Words: EU Framework Programme; aviation R&D projects; coordination and support action; key technology research and integrated demonstration; international cooperation

Received: 2019-05-17；　**Revised:** 2019-05-20；　**Accepted:** 2019-05-23

***Corresponding author.Tel. :** 010-57827751　**E-mail:** 16312312@qq.com