

# 美国航空领域国家实验室发展历程及创新特征研究

王 鹏, 宋庆国

(中国航空研究院, 北京 100029)

**摘 要:** 美国航空航天局航空研究任务部下属四个研究中心, 是美国航空领域重要的国家实验室, 对于支撑美国航空科技水平世界领先发挥了重要作用。分析其推动航空科技创新、支撑美国航空科技世界领先的规律和做法, 对于我国建设航空领域国家实验室具有重要意义。通过对这四家研究中心发展历程、创新经验做法、协同创新模式进行分析总结得出: 国家实验室围绕行业领域设立, 通过开展关键技术攻关, 推动先进技术跨越“创新鸿沟”, 搭接起基础研究与技术创新之间桥梁, 承担行业大型科研设施建设运营和开放共享工作, 是市场经济条件下提升国家创新力的重要途径。建议加快建设我国航空领域国家实验室。

**关键词:** 美国; 国家实验室; 航空; 科技创新

**中图分类号:** G311; G323/327 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2020.08.008

航空科技涉及力、热、光、电、数等众多门类的基础科学和工程技术, 牵引和推动着基础材料、电子信息、先进制造等诸多领域的科技创新, 对国民经济与社会发展具有重大的带动引领作用<sup>[1]</sup>。设立国家实验室已成为世界航空科技强国的通行做法, 如俄罗斯茹科夫斯基国家研究中心、德国航空航天中心、法国航空航天中心、荷兰航空航天中心等均为相关国家航空领域国家实验室。

美国国家航空航天局(NASA)航空研究任务部下属的四个研究中心——兰利研究中心、艾姆斯研究中心、阿姆斯特朗飞行研究中心、格林研究中心是美国航空领域重要的国家实验室(以下简称“航空领域国家实验室”)。这些国家实验室聚焦从事基础性、长周期、高风险的研究工作。其拥有空气动力学、声学、结冰、振动、抗坠毁和发动机效率等多学科先进试验设施, 先后开展了超临界机翼、数字电传系统、倾转旋翼系统、空中交通

系统等前沿性、颠覆性航空关键技术攻关工作, 为后期洛克希德·马丁、波音、贝尔等航空企业应用奠定了雄厚技术基础<sup>[2]</sup>。分析这四家研究中心推动航空科技创新的规律和做法, 可对我国建设航空领域国家实验室参考。

## 1 发展历程

### 1.1 为缩短航空科技差距而成立(一次世界大战期间)

与美国能源、卫生、电子等领域国家实验室一样, 航空领域国家实验室也因国家需求而生。虽然美国莱特兄弟于 1903 年实现了人类第一次飞行, 但由于缺乏国家的支持, 美国航空技术发展一直落后于欧洲。第一次世界大战爆发时, 美国只有 23 架军用飞机, 而欧洲的英国拥有 400 架, 德国拥有 1 000 架, 法国拥有 1 400 架。面对航空装备领域的落后, 美国积极寻求补救措施。1915 年

第一作者简介: 王鹏(1983—), 男, 高级工程师, 主要研究方向为科技创新体系、科技创新平台、大型科研设备设施建设与共享、技术经济研究。

收稿日期: 2020-07-03

3月, 国会授权成立航空咨询委员会(第63-271号公法《1916财年海军服务拨款法》的一部分)。根据授权法规, 航空咨询委员会的任务是“监督和指导航空领域的科学研究, 以期找到切实可行的解决办法, 并通过实验加以解决。”这意味着航空咨询委员会不仅将航空学作为一门科学, 而且还要开展工程与开发。1917年, 航空咨询委员会建立了美国第一个航空领域实验室——兰利纪念航空实验室(以下简称“兰利实验室”)。兰利实验室

从成立之初就是学科交叉融合的综合实验室(组织机构图如图1所示), 建设了风洞、发动机测试台、综合研究实验室大楼等设施。1920年, 兰利实验室的第一座风洞建成。至1931年, 兰利实验室已成为世界主要航空研究机构<sup>[3]</sup>。

## 2.2 为满足战争对航空科技需求而壮大(二次世界大战期间)

德国和英国喷气式飞机和发动机都是在20世纪30年代发展起来的, 而当时美国航空机构仍认

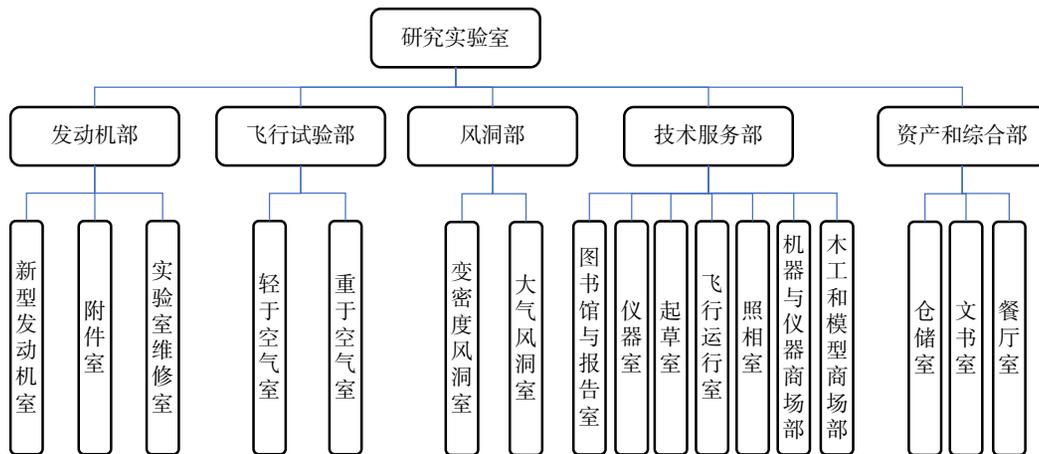


图1 兰利实验室组织机构图(1923年10月)<sup>[4]</sup>

为喷气式飞机不可行。1938年, 美国在考察德国航空设施后, 意识到迫切需要增加对航空研究和实验的拨款, 以应对德国在航空领域的领先优势, 并为即将发生的不可避免的冲突做好准备。一方面, 美国批准法案: 在国家紧急状态下航空咨询委员会成为美军航空委员会的下属机构; 另一方面, 航空咨询委员会研究转向应用研究(在必要的情况下, 才从事基础研究), 主要从事即将投入使用的军用飞机的测试、减阻和改进。如, 兰利实验室通过对P-51野马等军用飞机进行风洞试验, 改进战机性能, 减少燃料消耗, 提高飞行速度<sup>[3]</sup>。

这一时期, 为满足二次世界大战需求, 航空咨询委员会所属设施和人员快速增加。一方面兰利实验室不断发展壮大, 人员由1938年的426人发展至1945年的3000多人。另一方面考虑到国际紧张局势的加剧, 兰利实验室存在被欧洲攻击等危险, 美国在飞机制造商集中的加利福尼亚建设了艾姆斯实验室, 在靠近航空活塞和喷气发动机企业的

俄亥俄州建设了刘易斯发动机实验室(现格林研究中心)。最初, 艾姆斯实验室拥有和兰利实验室相类似的专业、试验设施, 但运行经费、人员等均为兰利实验室的一半左右。至此, 航空领域国家实验室扩展至3家<sup>[3]</sup>。

## 2.3 研究定位由工程领域发展至大科学研究(二战结束后)

二战后期, 航空技术变得越来越复杂, 航空咨询委员会发现航空领域国家实验室不仅要开展航空组件和设计参数的研究, 而且还需赞助大型研究与开发项目。如, 高空高速被视为二战后航空发展方向, 跨音速空气动力学特性成为研究重点。因当时跨音速风洞技术不成熟, 航空咨询委员会和军方开始通过研发系列试验飞机, 开展跨音速空气动力学特性研究。这些实验飞机不再是新型军用飞机的原型, 而是出于研究目的而设计的飞行验证飞机<sup>[5]</sup>。1946年9月, 兰利实验室向加利福尼亚的莫哈韦沙漠派遣了13名工程师和支持人员, 建设高速飞

行站,开展超音速飞行。1948年3月4日,航空咨询委员会首次实现X-1验证飞机的超音速飞行,为探索和掌握跨音速空气动力学特性,设计高空高速飞机奠定基础。该高速飞行站后发展成为现阿姆斯特朗飞行研究中心。此外,航空咨询委员会还有一个试飞站,即沃洛普斯岛试验基地,主要开展无人飞行器/导弹试验<sup>[3]</sup>。

截止1958年,美国航空咨询委员会拥有5个委员会(如表1所示)、下属3个国家实验室、2个试飞基地(如表2所示)。3个国家实验室均是多学科实验室,如兰利实验室拥有风洞、水动、载荷、结构、仪表、飞行等专业部门(如图2所示)。

#### 2.4 开展任务导向型的航空研究(NASA成立至今)

1957年,前苏联发射了人类第一颗人造卫星,

表1 美国航空咨询委员会所属常任委员会(1958年1月)<sup>[2]</sup>

序号	委员会	分委员会	
1	空气动力学委员会	流体力学分委会 空气动力稳定性和控制分委会 内流分委会 海上飞机分委会	高速空气动力学分委会 自动稳定性和控制分委会 低速空气动力学分委会 直升机分委会
2	飞机发动机委员会	飞机燃油分委会 润滑和磨损分委会 发动机性能和运行分委会 发动机材料分委会	燃烧室分委会 压气机和涡轮分委会 发动机控制分委会 火箭发动机分委会
3	飞机建造委员会	飞机结构分委会 振动和颤振分委会	飞机载荷分委会 飞机结构材料分委会
4	操作问题委员会	气象问题分委会 飞机噪音分委会	飞行安全分委会
5	工业咨询委员会		

资料来源: NASA's First Aeronautics from 1958 to 2008.

表2 美国航空咨询委员会所属国家实验室(截止1958年)<sup>[2]</sup>

实验室名称	成立时间	地址	主要研究领域	现名称	备注
兰利实验室	1917	弗吉尼亚州汉普顿	飞机	兰利研究中心	
艾姆斯实验室	1939	加利福尼亚州桑尼维尔	飞机	艾姆斯研究中心	与兰利专业一样
刘易斯发动机实验室	1942	俄亥俄州克利夫兰城	发动机	格林研究中心	
沃洛普斯岛试验基地	1945	弗吉尼亚沃洛普斯岛	无人飞机(试飞)	沃洛普斯飞行基地	火箭
高速飞行站	1949	加州洛杉矶东北部的Muroc湖	有人飞机(试飞)	阿姆斯特朗飞行研究中心	飞机 1954年 从兰利分离

资料来源: NASA's First Aeronautics from 1958 to 2008.

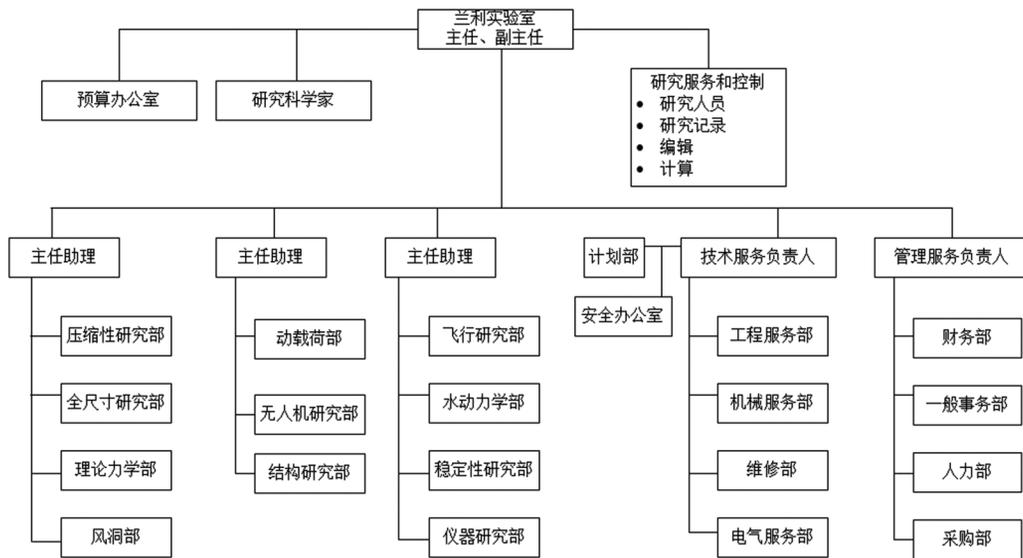


图2 兰利实验室组织机构图(1955年6月)<sup>[6]</sup>

在太空领域领先美国一步。为加快太空领域发展,美国政府决定以航空咨询委员会为基础成立国家航空航天局。航空咨询委员会四家航空领域国家实验室研究领域逐渐扩展至航空航天领域。与航天研究项目需要证明并解释如何满足美国需求不同,国家航空航天局航空研究项目对商业和军事技术发展产生了直接的影响。这一时期,受阿波罗等任务导向型航天项目影响,航空领域国家实验室不再对基础研究盲目的支持,而是注重开展任务导向型的航空研究。

从组织管理上,这四家航空领域国家实验室始终在同一项目管理办公室下管理,从国家航空航天局刚成立时的“航空和空间研究办公室”(OASP)、到“先进研究和技术办公室”(OART)、再到“航空航天技术办公室”(OAST)以及现在的“航空研究任务部”(ARMD)。尽管国家航空航天局下属研究中心逐渐发展至10个,但航空领域研究依然集中在兰利、艾姆斯、刘易斯(后改名为格林)和德莱登(后改名为阿姆斯特朗)四个研究中心。这四个航空领域国家实验室通过开展亚音速固定、亚音速旋转、超音速和高超音速航空领域研究工作,推动国家航空技术世界领先。与航天计划相比,航空领域研究经费相对较少,但是在冷战期间仍呈现增长趋势,并在冷战结束前(20世纪90年代初)达到最高值(近16亿美元)<sup>[2]</sup>。冷战结束后,航空

领域经费虽下降,但年度经费依然保持在5亿美元以上(如图3所示)。2020财年为7.84亿美元<sup>[7]</sup>。

二次世界大战前,应对不可避免战争,航空咨询委员会大规模增加实验室队伍和能力,航空领域国家实验室由一家发展成三家,二战后,为了超音速飞机发展,又成立了后来的阿姆斯特朗飞行研究中心。这四家实验室尽管存在试验设施的重复建设,但也促成了技术的不同发展路径。如艾姆斯研究中心最初与兰利研究中心专业设置和设施几乎相同。20世纪60年代和70年代,艾姆斯研究中心领导人采取措施,将艾姆斯研究中心的工作与兰利研究中心的工作区分开来。经过数十年发展,艾姆斯研究中心与兰利研究中心研究方向出现区别:艾姆斯研究中心擅长高性能计算、飞行模拟、旋翼机以及天体物理和生物学;兰利研究中心则在长航程固定翼飞机、空气动力学、材料和结构、制导和控制以及环境质量等方面具有优势<sup>[2]</sup>。

### 3 主要创新特征和经验

通过分析四家航空领域国家实验室成立、发展与创新历史,可以凝练出以下特征和经验。

#### 3.1 围绕国家使命,致力世界领先

从发展历程看,美国航空领域国家实验室设立发展均因国家使命,致力于缩短与时任世界航空强国(德国等欧洲国家)差距。无论这些国家

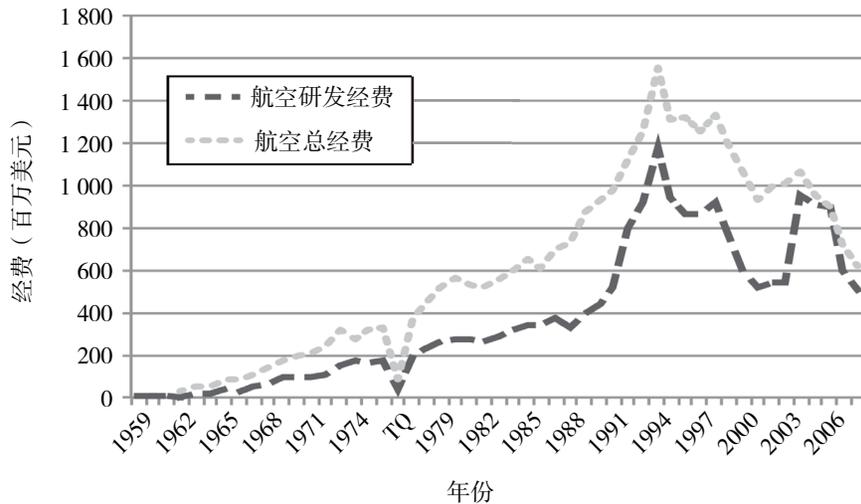


图3 NASA时期航空领域历年经费情况图 [2]

实验室研究内容如何演变，其核心始终在于支持美国航空领域的商业和军事需求，推动美国航空科技世界领先。NASA 管理四个航空领域国家实验室的航空研究任务部的职责就是“通过生成新概念、新工具和新技术使得美国未来的飞机技术领先，推动建立一个更安全、更环保、更高效的国家航空运输系统。” [8]

### 3.2 学科交叉融合，实现集成创新

国家实验室聚焦行业发展，依靠跨学科、大协作和高强度支持开展协同创新。兰利实验室从成立之初，就是围绕航空领域研究而成立的综合性实验室，拥有空气动力学、发动机、试飞等多个专业，经过百年发展，兰利研究中心为拥有空气动力学、

结构强度、噪声、结冰、热强度、抗坠毁、试飞、材料、大气科学等多专业、综合性研究团队（如图4所示）。艾姆斯、格林、阿姆斯特朗三个国家实验室均为综合性实验室。

### 3.3 技术演示验证，跨越“创新鸿沟”

航空领域国家实验室瞄准未来 10~20 年先进技术在航空装备的应用，从事基础性、长周期、高风险、跨学科、大协作的任务驱动型研究工作，通过试验性飞行研究（X 系列验证机）和重大变革性创新示范，先后开展了超临界机翼、翼身融合体、计算流体力学、数字电传、垂直短距起降、倾转旋翼、非常规机翼、先进发动机、前掠翼、结冰与防除冰、空中交通管理、复合材料等航空

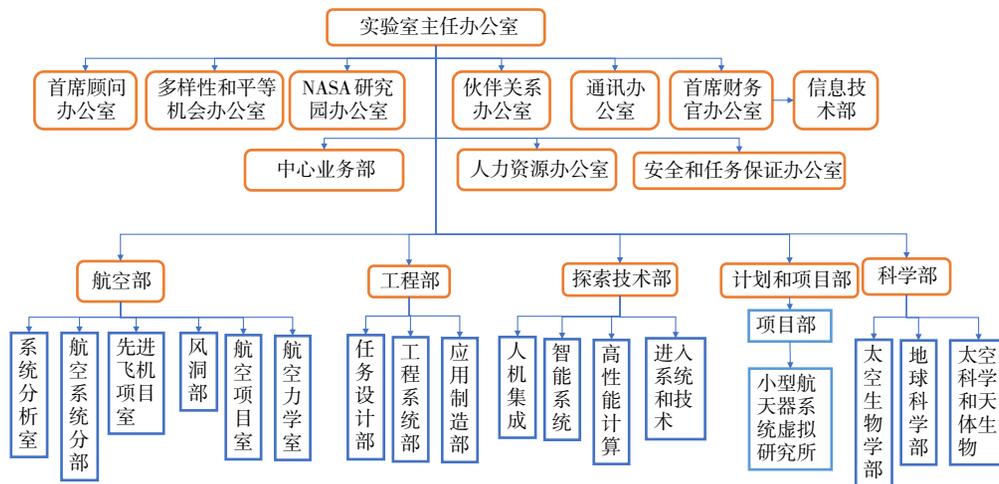


图4 艾姆斯实验室组织机构图（2020年） [9]

领域关键核心技术攻关, 跨越技术成熟度 4~6 级这一“创新鸿沟”(也有称为“创新死亡之谷”), 为先进技术在航空装备上应用提供成熟技术储备。现代客机广泛应用的超临界机翼, 最早由兰利研究中心于 20 世纪 60 年代研发, 并于 70 年代初进行演示验证。数字电传系统在 20 世纪 70 年代初的德莱登飞行研究中心(现阿姆斯特朗飞行研究中心)完成演示验证。

### 3.4 技术转移转化, 提升企业能力

国家实验室将 X 系列验证机、技术演示验证结构件 / 系统的设计、制造工作委托企业开展。在利用企业设计、制造、装配能力, 完成验证机等制造的同时, 实现了先进技术向企业转移转化, 推动相关企业引领行业发展。如兰利研究中心与麦道公司合作开展复合材料研究, 选择 MD-90 飞机的机翼作为复合材料技术验证结构件, 后期, 随着 1997 年麦道公司合并到波音公司, 该项工作由波音公司鬼怪工厂继续负责复材结构件设计、制造, 并在兰利研究中心进行了结构件测试, 实现减重 29% 以上。在机翼上弯曲试验实现 2.5g “设计极限载荷”的 97% 后, 复合材料技术后续发展工作转由波音公司进行。目前, 波音公司在复合材料技术领域世界领先, B787 复合材料用量高达 50%。与此类似, XV-15 倾转旋翼飞机验证机委托贝尔公司建造、X-59 静音超音速验证机委托洛克希德·马丁公司的臭鼬工厂进行制造<sup>[2]</sup>。

### 3.5 建设大型设施, 服务行业发展

与加速器、光源等核能领域大科学装置一样, 航空领域的风洞、试验飞机、拖曳水池等大型科研试验设施投资规模大、运行维护费用高, 这些试验

设施是航空科技发展必不可少的手段和工具, 而企业、高校往往无力建设运营。美国航空领域国家实验室承担起这些大型科研试验设施的建设、运行维护工作, 并对全行业开放共享, 避免各企业重复建设。这对于推动美国企业“轻资产”运行, 提高科技创新力和经济竞争力具有重要意义。早在 20 世纪 20 年代, 兰利航空实验室就利用先进风洞设施, 开发出系列翼型, 供飞机制造商在飞机设计时选择使用。

## 4 协同创新模式研究

航空领域国家实验室协同创新涉及国家实验室之间协同创新, 以及国家实验室与企业、高校、军方实验室协同创新两大类。与美国能源部相同研究领域国家实验室由同一项目办公室管理类似, NASA 航空研究任务部管理着航空领域四个国家实验室, 推动国家实验室之间, 以及与外部机构协同创新。航空研究任务部下设变革性航空概念、空域运行和安全、先进飞行器、集成航空系统等 7 个项目和管理办公室(如图 5 所示)。

### 4.1 实验室间分工合作

现四个航空领域国家实验室在航空研究任务部组织下, 分工合作, 协同开展航空技术研究工作。如在气凝胶共形轻型天线研制中, 格林研究中心进行了天线设计和性能测试; 兰利研究中心开展了装有天线飞机模型的气动力试验; 而艾姆斯研究中心制定了飞行前计划, 最后在阿姆斯特朗研究中心完成了集成和飞行试验<sup>[11]</sup>。

### 4.2 与外机构联合研究

国家实验室充分发挥高校、国防部实验室、

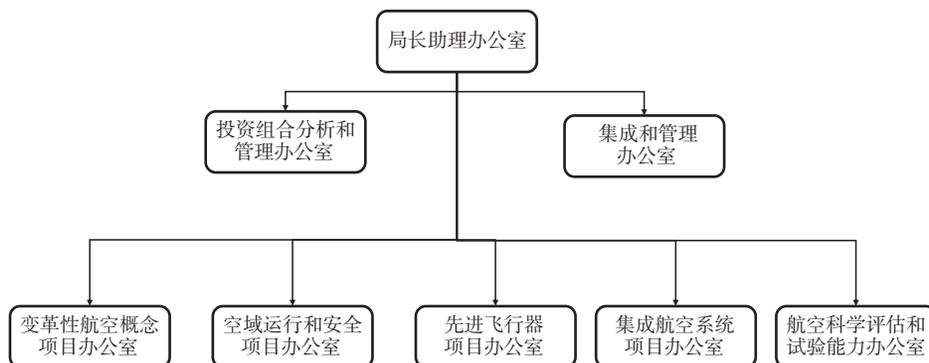


图 5 NASA 航空研究任务部组织机构图<sup>[6]</sup>

航空航天企业的创新力量和优势,协同开展创新。第二次世界大战之后,航空咨询委员会就开始改变其原有“模式”,与军方、企业等开展联合航空研究。最早合作项目就是 Bell X-1 验证机,该飞机是航空咨询委员会,美国空军和贝尔飞机公司之间的联合项目,并成为第一架打破声障的载人飞机;UH-60 项目是由 NASA 和美国陆军联合资助的旋翼机项目;在高超声速飞行器 X-43A 研制中,兰利研究中心开展设计及风洞试验工作;德莱登飞行研究中心开展地面调试和飞行试验,并委托企业 Micro Craft 制造原型验证机,通信试验选择在爱德华空军基地实验室进行。在完成三架 X-43A 演示验证后,转而由美国空军研究实验室领导研发 X-51 高超声速飞行器,NASA 航空领域国家实验室是其重要参与者<sup>[2]</sup>。

## 5 启示

美国航空领域国家实验室,因一、二次世界大战前美国航空领域落后欧洲而设立。这些国家实验室为美国赢得一、二次世界大战胜利,至今仍引领世界航空科技发展做出了重要贡献。经研究美国航空领域国家实验室,可得出以下几点启示:

### (1) 围绕行业领域建设国家实验室。

美国国家实验室隶属于航空航天局、能源部、农业部、卫生与公共服务部、国防部等政府部门,尽管实验室名称有以地方命名的(如兰利、艾姆斯);也有以人名命名的(如刘易斯、阿姆斯特朗等),但主要是围绕所属行业的国家使命,军民一体、开展任务驱动型技术创新,实现行业技术国际领先。无论飞机、核武器、防空系统、还是核电站,均是多专业技术集成的复杂系统工程,具有开展跨学科、大协作、高强度支持的综合性创新研究特征。围绕行业领域设立国家实验室,可推动先进技术与应用紧密集合,并牵引高校等基础研究成果服务行业发展。

### (2) 推动先进技术跨越“创新鸿沟”/“创新死亡之谷”。

美国航空科技创新体系包括:高校、国家实验室/研究中心、企业和非营利组织等。国家实验室在高校、企业之间,在创新体系中发挥着承前启后的重要作用,搭接起基础研究与技术创新的桥梁。高等学校研究团队规模较小,侧重于从事基础研

究;企业根据市场需求,聚焦短周期解决方案和技术集成,主要从事技术创新。两者之间存在着一个位于技术成熟度 4~6 级的“创新鸿沟”(也称“创新死亡之谷”),该阶段研究具有投资大、风险高、周期长、收益低等特征,高校与企业往往不愿或无力从事。美国航空领域国家实验室聚焦“创新鸿沟”,针对未来 10~20 年先进技术在航空装备的应用,依靠跨学科、大协作和高强度支持开展关键技术攻关工作,推动超临界机翼、数字电传、倾转旋翼、先进复合材料等先进技术跨越“死亡之谷”,为美国航空科技国际领先提供创新支撑。

### (3) 承担大型科研设施建设运营,并开放共享。

大型科研设施投资规模大、建设周期长、投资收益低、行业效益显著,属于“重资产”。国家实验室从国家行业发展需要出发,承担起风洞等航空领域大型科研设施建设、运行、维护工作,并对企业、高校、军队开放共享,使得各企业无须再建设相关“重资产”。由于国家实验室不从事具体航空装备研制生产任务,不存在与企业竞争的情况,所以各企业可放心在国家实验室设备设施中开展尚处预研阶段的航空装备试验,无须担心先进技术被竞争对手知悉,有效避免了各企业因竞争需要而重复建设大型科研设施的情况。

### (4) 市场经济条件下,提升行业创新力。

国家实验室位于高校、企业之间,肩负推动行业创新发展重任。美国在充分发挥市场经济作用、激发企业和高校创新活力的同时,利用国家实验室这一平台,一方面通过识别、推动、牵引高等学校先进基础研究在航空领域落地生根,对高校研究成果形成“漏斗效应”;另一方面,采用与企业协同创新或技术转移等方式,向企业源源不断供给成熟度 6 级以上的先进技术,为企业开展航空装备研制、参与世界航空领域竞争提供先进技术储备。如贝尔公司倾转旋翼机、波音公司复合材料技术等均由国家实验室资助,在完成演示验证后,转向企业使用。

### (5) 加快我国航空领域国家实验室建设。

综上,建设航空领域国家实验室,开展航空科技战略性、整体性、前瞻性、基础性、共用性等关键技术攻关,肩负起空气动力学、结构强度等行业大型科研设备设施等重资产的开放共享工作,对于

完善我国航空科技创新体系、填补基础研究与技术创新之间的创新空白; 推动航空企业轻装上阵、具有国际竞争力等方面具有重要意义。建议以中国航空研究院为基础, 加快推动我国航空领域国家实验室建设, 先行先试, 为我国在其它行业建设国家实验室积累经验。■

参考文献:

- [1] 吴希明. 集聚产学研创新资源 协同打造中国 NASA[N]. 中国航空报, 2020-05-22 (2).
- [2] Ferguson R G. NASA's first a aeronautics from 1958 to 2008[EB/OL]. (2017-08-07)[2020-05-25]. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/NASAsFirstA-508-ebook.pdf>.
- [3] Hearsh D P. Engineer in charge[EB/OL]. [2020-05-25]. <https://history.nasa.gov/SP-4305/contents.htm>.
- [4] Hearsh D P. Second organization chart of the LMAL, October 1923[EB/OL]. [2020-05-26]. <https://history.nasa.gov/SP-4305/ch2.htm>.
- [5] Mack P E. From engineering science to big science. [EB/OL]. [2020-05-27]. <https://history.nasa.gov/SP-4219/Contents.html>.
- [6] Hearsh D P. Langley's organization chart at the time of NACA's 40th anniversary, June 1955[EB/OL]. [2020-06-01]. <https://history.nasa.gov/SP-4305/p514.htm>.
- [7] NASA. National aeronautics and space administration FY 2020 spending plan for appropriations provided by P.L. 116-93 and P.L. 116-136[EB/OL]. [2020-05-26]. [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy\\_2020\\_spend\\_plan.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy_2020_spend_plan.pdf).
- [8] NASA. The NASA organization w/change 65[EB/OL]. (2015-04-15)[2020-05-25]. <https://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm?t=NPD&c=1000&s=3E>.
- [9] NASA. Ames research center organizations[EB/OL]. (2020-03-05)[2020-05-25]. <https://www.nasa.gov/centers/ames/about/organizations.html>.
- [10] Gipson L. More pieces of the X-59 are coming together[EB/OL]. (2020-06-16)[2020-06-25]. <https://www.nasa.gov/aeroresearch/more-pieces-of-the-x-59-are-coming-together>.
- [11] Conner M. A cross-center collaboration leads to an aerogel based aircraft antenna[EB/OL]. (2019-11-01)[2020-06-25]. <https://www.nasa.gov/centers/armstrong/features/aerogel-antenna.html>.

## The Research on the History and Innovation Characteristics of the National Aeronautical Laboratory in the United States of America

WANG Peng, SONG Qing-guo

(Chinese Aeronautical Establishment, Beijing 100029)

**Abstract:** There are four research centers in the Aeronautics Research Mission Directorate of National Aeronautics and Space Administration (NASA) in the United States of American (USA). Those four research centers play the role of the national laboratories in the field of Aeronautics. It is important to analyze the rule and practices of these four research centers in promoting aviation innovation, which are important for the construction of National Laboratory in China. Based on the analysis and summary of the history, innovative method, collaborative innovation of these four research centers, we find that: the National Laboratory are established around field, and are cross-disciplinary research and integration. Its promotes advanced technology to cross the “innovation gap”; connects the bridge between basic research and technological innovation; transform advanced technology to enterprises and undertakes the construction and operation of large scientific facilities. It is an important way to enhance national innovation under the condition of market economy. It is suggested to speed up the construction of National Laboratory in aeronautics, and support our aviation science and technology as the top class in the world.

**Key words:** the U.S.; national laboratories; aeronautical; innovation