

国际飞行试验机构 试飞员培养及型号试飞

□ 李凡 主编 张承宗 副主编 □



国防工业出版社
National Defense Industry Press



责任编辑：王坡麟

plwang@ndip.cn

责任校对：钱辉玲

封面设计：王晓军

xjwang@ndip.cn

国际飞行试验机构试飞员培养及型号试飞

► 上架建议：飞行试验 ◀

<http://www.ndip.cn>

ISBN 978-7-118-06076-8



9 787118 060768 >

定价：45.00 元

国际飞行试验机构 试飞员培养及型号试飞

主 编	李 凡	
副主编	张承宗	
编 写	王 华	李文良
	吴建刚	傅西陵
	王钟强	韩文明

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

国际飞行试验机构试飞员培养及型号试飞 / 李凡主编. —北京:国防工业出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-118-06076-8

I. 国... II. 李... III. ①飞行试验-组织机构-国外
②飞行员训练-国外 IV. V217-2 V323

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 189566 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

四季青印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/32 插页 6 印张 13 1/8 字数 352 千字
2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 45.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422
发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474
发行业务:(010)68472764

序

1903年12月17日,美国莱特兄弟在“挑战者”飞机上进行人类的首次动力飞行,从此揭开了飞机试验飞行的序幕。航空早期,许多设计师本身就是试飞员。随着航空科学技术的发展,飞机性能得到进一步提升,飞机逐渐发展成为技术复杂的系统,试验飞行变得复杂起来,风险也日益加大,试验飞行发展成为一门专门化的工作。相应地,各国建设了专业的试验飞行专职机构——试飞中心或试飞研究院,出现了试飞员这一新职业,随之也出现了培养试飞员的专职机构——试飞员学校。在型号试飞实践经验的基础上,产生了航空科学新的学科——飞行试验方法。为更好组织试飞,各国分别形成并建立了自己的试飞管理机构,形成各自的试飞管理模式。试飞技术的不断进步,保障并促进了飞机不断进步。试飞本身也发展成为技术密集、专业化程度高、投入巨大且风险很高的行业。提高试飞工作水平,是发展航空装备和航空工业的客观需要。

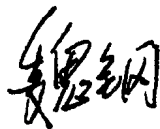
新中国的航空装备建设和航空工业起步于上个世纪50年代初。当时空军派出飞行员检飞航空工厂修理的飞机,这是我国试飞工作的起始。50年代末,以歼教1研制发展为标志,我国早期研制试飞工作开始起步。以歼七为代表的二代机测绘仿制带动了我国试飞工作逐渐走上正轨,并逐渐建设了一支初具规模的试飞员队伍。80年代后,伴随着歼轰七、歼八、运七、运八等系列机型的发展,我国试飞工作达到新的高度。进入新世纪,我国又成功开展了三代战机歼十的研制定型,标志着我国航空试飞工作、试飞员队伍已经开始向世界水平迈进,并在世界试飞领域占据一席之地。“十一五”期间,我国航空装备、航空工业面临更大的发展机遇,同时也遇到巨大的挑战。

怎样进一步提高我国试飞工作水平,保障我国航空装备、航空工业又好又快地安全发展,是摆在我们面前的现实课题。应该看到,经过100多年的发展建设,美、英、法、俄等世界航空发达国家在试飞学科、试飞组织管理、试飞机构建设、试飞员培训和型号试飞等方面,积累了丰富的经验,具有很高的水平。向航空发达国家学习,汲取发达国家成功的经验,对提高我国试飞工作、试飞能力有着重要的现实意义。

为了掌握国外装备试飞和试飞员培养领域最新动态,促进我国航空装备、航空工业科学发展,2007年年初空军机关和航空工业单位赴英国、法国、加拿大和南非进行了考察,获得了大量有价值的信息和资料,取得初步的成果。我觉得有必要在已有的基础上做进一步深化调研,就部署机关开展后续研究工作。课题组在进行半年的研究成果基础上形成了《国际航空装备飞行试验机构、试飞员培养及型号飞行试验》一书。这本书对各有关国家飞行试验机构、试飞员培养使用和多个重点型号的试验飞行工作进行了相对系统的介绍、阐述,对其发展历程进行回顾,梳理总结了有关国家在试飞机构建设、试飞员培养等方面的发展经验。该书领域宽广、内容丰富、分析全面、图文并茂,是一本具有一定技术含量的国防科技出版物,希望这部书能为推进我国航空装备、航空工业进一步发展做出贡献。

空军装备部部长

二〇〇八二月



前 言

飞行试验贯穿于航空装备、航空工业发展的预研、设计、研制、定型、生产、使用等各个环节的全过程,是验证航空产品设计指标和检验质量、改进性能的重要手段,也是进行航空基础理论和航空新技术研究的重要手段。航空产品研制和使用的风险绝大部分也出在试飞阶段。做好试飞工作的意义极大。试飞工作涉及试验机、试飞员、试飞工程师、试飞专业机构、试飞条件、试飞方法、试飞管理模式、试飞实施方法等诸多要素。要做好试飞工作,需要在试飞各个要素开展工作。航空装备、航空工业主要起源于美英法等西方发达国家和俄罗斯。他们的先行的经验和历程应该对我国发展有重要借鉴。根据有关工作安排,编者 2007 年初赴英、法、加和南非进行航空工业和试飞员培养的考察,觉得很有收获。空装魏部长指示我们继续开展后续研究工作,形成一个较全面、深入的报告,为后续工作做好理论基础。根据魏部长指示,我们开展对国外试飞机构、试飞员培养和航空装备型号试飞的研究工作。本书就是在已开展的研究工作基础上编写的。

由于飞行试验工作涉及面大,领域宽广,相应本书内容安排比较广泛。第一篇主要从历史与概况、人员与机构、任务与宗旨、重要设施等方面介绍美、英、法、俄、德、加、印度等国军方、航空工业的试飞专职机构;第二篇主要从历史沿革、课程设置、教学条件等方面介绍美、英、法、俄、加、印度、南非等国试飞员学校,并就专业化培训内容和在职专题培训内容进行介绍,同时就美军、法国试飞员选拔和使用管理等内容进行了阐述;第三篇主要对 F-22、F-14、F-18 等歼击机试飞历程回顾任务,介绍了 B-2 轰炸机试飞

过程,对空客 A380 和波音系列部分飞机试飞历程进行简要总结评述,对 C-17 军用运输机试飞历程进行简要介绍,对 KC-10 加油机飞行试验进行了回顾,选择了 C-130、F-16 航电系统改进对飞机改装工作进行简要阐述,对美国空军试飞中心的人工积冰与淋雨试验能力建设也进行了介绍。本书附录简要介绍了美、英、法等西方主要国家试飞体制,并对其管理模式演变进行回顾;介绍了一些西方国家著名的试飞员,他们试飞了 F-22、B-1B、F-15、SR-71、SU-27 等世界名机。此外,附录部分还对试验试飞员协会等国际著名试飞协会进行了介绍。

笔者力图就世界发达国家在试飞领域的众多要素进行阐述,以便为不同领域的读者提供参考。希望无论是承担具体任务的试飞员、试飞工程师,承担试飞任务规划的管理人员,还是承担航空装备、航空工业发展规划与型号管理的机关人员,都能在本书找到可供借鉴的内容。由于时间和作者水平有限,书中难免有不当之处,有些内容有待完善,敬请广大读者批评指正。

编者

2007 年 12 月 14 日

目 录

第一篇 国际飞行试验机构

第 1 章 美国和加拿大飞行试验机构	2
1.1 美国空军飞行试验中心	2
1.1.1 人员与机构	3
1.1.2 任务与宗旨	5
1.1.3 重要设施	11
1.2 海军空中作战中心飞机部.....	21
1.2.1 人员与机构	22
1.2.2 任务与宗旨	26
1.2.3 重要设施	26
1.3 国家航空航天局德莱登飞行研究中心.....	27
1.3.1 任务与宗旨	28
1.3.2 重要设施	29
1.4 加拿大航空航天工程试验研究院.....	47
第 2 章 欧洲飞行试验机构	52
2.1 英国飞行试验机构.....	52
2.1.1 人员与机构	53
2.1.2 任务与宗旨	53
2.1.3 试验设施	56
2.2 法国飞行试验中心.....	67
2.2.1 人员与机构	67
2.2.2 任务与宗旨	68

2.3	达索公司飞行试验中心	69
2.3.1	试飞人员	70
2.3.2	改装能力	71
2.3.3	综合实验室	71
2.3.4	参与研究与开发工作	72
2.4	德国飞行试验机构	73
2.4.1	人员与机构	73
2.4.2	任务与宗旨	73
2.4.3	重要设施	79
第3章	俄罗斯飞行试验机构	84
3.1	俄罗斯空军国家红旗科学研究院	84
3.1.1	历史概况	84
3.1.2	人员与机构	84
3.1.3	任务与宗旨	85
3.2	俄罗斯格罗莫夫飞行试验研究院	86
3.2.1	历史概况	86
3.2.2	承担任务	87
3.2.3	重要设施	95
第4章	印度飞行试验机构	98
4.1	印度飞机与系统试飞研究院	98
4.2	任务与宗旨	99
	[本篇小结]	101

第二篇 试飞员的培养与使用

第5章	外国试飞员学校	103
5.1	美国空军试飞员学校	103
5.2	美国海军试飞员学校	108
5.3	美国国家试飞员学校	113
5.4	美国试飞员联合培养模式	116

5.5	法国试飞员学校	117
5.5.1	实验飞行试验(A级)课程	118
5.5.2	工程飞行试验(B级)课程	124
5.6	法国空中客车公司飞行部	129
5.6.1	对学员经验要求	129
5.6.2	培训方法	130
5.6.3	培训内容	131
5.7	英国帝国试飞员学校	133
5.7.1	历史概况	133
5.7.2	重要设施	134
5.7.3	课程设置	135
5.8	加拿大国际试飞员学校	137
5.8.1	试飞员训练	138
5.8.2	战斗机武器训练	139
5.9	俄罗斯试飞员学校	140
5.9.1	入学条件	141
5.9.2	学制和教学安排	141
5.9.3	试飞大纲和实施办法	141
5.9.4	飞行训练	142
5.10	印度空军试飞员学校	145
5.11	南非试飞员学校	147
第6章	美国试飞员的选拔	150
6.1	满足申请资格	150
6.2	提出入学申请	152
6.3	等待批准	155
第7章	美国试飞员的任用	156
7.1	毕业分配	156
7.2	定级	156
7.2.1	试飞员的分类与晋升	157
7.2.2	试飞领航员的分类与晋升	158

7.3	毕业生奖励	160
7.3.1	美国空军试飞员学校奖励	160
7.3.2	英国帝国试飞员学校奖励	160
7.4	军人工资福利	161
第8章	法国试飞员的培训任用	162
8.1	试飞员的准入机制	162
8.2	试飞员等级	162
8.3	培养机制	163
第9章	俄罗斯试飞员的培训任用	165
9.1	副驾驶训练	166
9.2	见习机长训练	167
第10章	在职培训	168
10.1	美国空军试飞员学校提供的短期培训课程	168
10.2	英国帝国试飞员学校提供的短期课程	168
10.2.1	航空系统评估员课程	169
10.2.2	航空系统试验军官课程	169
10.2.3	机场上空大气干扰和空气动力学课程	170
10.2.4	民航适航性飞行试验课程	171
10.2.5	固定翼飞行试验课程	172
10.2.6	固定翼稳定性和控制课程	172
10.2.7	全球定位与惯性制导系统课程	173
10.2.8	人为因素集成与确认课程	174
10.2.9	飞机试验、评估和验收入门课程	174
10.2.10	维护后飞行试验(军用)课程	175
10.2.11	旋转翼飞行试验课程	176
10.2.12	旋转翼性能课程	177
10.2.13	旋转翼稳定性与控制	177
10.2.14	系统飞行试验	178
10.3	美国国家试飞员学校短期课程	179
10.3.1	试飞员学校预备课程	179

10.3.2	航空安全课程	180
10.3.3	飞行测试人员初级课程	180
10.3.4	飞行测试人员人力资源管理进修课程	182
10.3.5	联邦航空管理局航空电子系统课程 (第 23/25 部分)	185
10.3.6	联邦航空管理局飞行测试鉴定与标准化课程 ...	186
10.3.7	联邦航空管理局初级训练课程和进修 训练课程	187
10.3.8	飞行测试光电/红外系统	187
10.3.9	固定翼飞行测试入门	190
10.3.10	旋翼飞行测试入门课程	191
10.3.11	专业课程模块	192
10.3.12	技术领航课程	198
10.3.13	航空电子系统课程	199
10.3.14	无人驾驶飞行器(UAV)原理与试飞方法	200
第 11 章	试飞员培养案例	201
[本篇小结]		213

第三篇 型号飞行试验

第 12 章	F-22“猛禽”战斗机飞行试验	215
12.1	YF-22A 原型先进战术战斗机演示验证飞行试验 ...	216
12.1.1	YF-22A 总体描述	217
12.1.2	YF-22A 试飞计划	219
12.1.3	经验教训	224
12.1.4	结论	226
12.2	F-22 飞行试验	227
12.3	试验机	229
12.4	试飞活动	234
12.4.1	首飞准备	234

12.4.2	首飞	237
12.4.3	首飞经验	240
12.5	其他试验	243
12.5.1	飞行包线扩展试验	243
12.5.2	风洞试验计划	249
12.5.3	材料测试	250
12.5.4	弹射座椅试车试验	252
12.5.5	开发的设备	253
第 13 章	F-35“闪电”II 战斗机飞行试验	256
13.1	F-35 发展历程	256
13.2	试验与试飞	257
13.2.1	方案开发与验证阶段试飞——X-32 与 X-35 的竞争	257
13.2.2	F-35 系统研制与验证阶段的试验与试飞	260
第 14 章	F/A-18E/F“超级大黄蜂”战斗机飞行试验	267
14.1	联合试验队	267
14.2	试验机及分工	269
第 15 章	B-2A“幽灵”轰炸机飞行试验	271
15.1	背景	271
15.2	试验计划更新	275
15.2.1	系统与结构试验	276
15.2.2	防御管理系统	281
15.2.3	武器	281
15.2.4	航空电子系统	282
15.2.5	飞行员—维护人员飞行器界面	284
15.2.6	任务规划	285
15.2.7	任务效能	285
15.2.8	一体化功能能力(IFC)	286
15.2.9	作战试验与鉴定	286
15.2.10	后勤试验	287

15.3	结论	288
第 16 章	空中客车 A380 飞行试验	290
16.1	A380 试飞概况	290
16.2	A380 的试飞设施	292
16.2.1	试飞飞机	292
16.2.2	试飞控制中心	293
16.2.3	地面试验台	293
16.2.4	机载测试设备	295
16.3	A380 的试飞科目	295
16.3.1	可靠性、操纵、性能和品质试验	296
16.3.2	质量目标试飞	298
16.3.3	环境试验	298
16.3.4	防冰试验	299
16.3.5	起降性能测试	299
16.3.6	单台发动机停车试飞	300
16.3.7	尾流影响试验	300
16.3.8	加速部件寿命试验	301
第 17 章	波音公司大型客机飞行试验	302
17.1	大飞机研制重视技术创新	304
17.2	实现由发展试飞向型号验证试飞的转换	305
17.3	型号试验方案效果理想	306
17.4	重视科目试飞	307
17.5	建立合理试飞体制	307
第 18 章	C-17“环球霸王”运输机飞行试验	309
18.1	试飞概况	310
18.2	试飞事故	312
第 19 章	KC-10 加油机飞行试验管理	323
19.1	试验团队	324
19.2	计划规划	325
19.3	结论	329

第 20 章 C-130 运输机改装飞行试验的基本理论	330
20.1 摘要	330
20.2 增压	332
20.3 颤振、抖振和振荡	332
20.4 操纵品质	335
20.5 性能(阻力)	337
20.6 流场	338
20.7 电磁干扰与电磁兼容	339
20.8 总结	340
第 21 章 F-16 航空电子升级改进的经验教训	341
21.1 概述	342
21.2 技术风险	343
21.3 程序风险	345
21.4 经济风险	346
21.5 总结	350
第 22 章 美国空军试飞中心人工积冰与淋雨试验	
能力升级建设	352
22.1 背景	352
22.2 NKC-135A 升级计划	353
22.3 NKC-135A 喷洒加油机说明	354
22.4 升级评估	357
[本篇小结]	360
附录一 西方主要国家航空装备飞行试验管理体制	361
附录二 国际著名试飞员	380
附录三 国际著名试飞协会	395

第一篇

国际飞行试验机构

飞行试验中心、飞行试验研究院等飞行试验机构是各国执行试飞工作的主要力量,也是衡量各国航空装备、航空工业发展水平的重要标志。美国、加拿大、英国、法国、德国、俄罗斯、印度等国家都设有专门的航空试验机构。