

英帝国试飞员学校教程

第 一 册

中国飞行试验研究院

一九九一年五月

33762601

英帝国试飞员学校教程

第一册

H/K62/01



C0447287

出版说明

飞行试验是航空产品研制过程中的一个重要而又复杂的阶段。为确保飞行试验优质、高效,就必须对试飞员和试飞工程师进行严格培训。为此,在组建我国试飞员学院的同时,就必须抓好试飞员学院的教材和资料编写和搜集。

《英帝国试飞员学校教程》是飞行试验研究院,根据航空部“关于加强试飞工作的决定”出国考察团带回来的英国皇家试飞员学校的教材,该教材是试飞员和试飞工程师学习航空理论和掌握试飞方法的主要参考资料之一,也可以做编写我国试飞员学院教材时的重要参考书。翻译出版《英帝国试飞员学校教程》是飞行试验研究院根据试飞员学院教学需要,在征得部军机司、试飞办同意后组织翻译出版的。今后我们还将陆续翻译出版世界航空发达国家的试飞员学校的有关教材,资料以提供给我国试飞员学院的教员、学员、试飞员及试飞工程师参考使用。

《英帝国试飞员学校教程》其主要内容包括了飞机(含直升机)的性能、操稳特性,发动机,机载雷达、通讯、导航、仪表、火控等专业理论和有关飞行试验技术。概念清晰、内容丰富、通俗易懂,实用性很强是本书明显的特点。全书共分五册。

部领导和有关机关为了高质量翻译出版这套教材,在技术上和财力上给予了亲切关怀和大力支持。考虑到翻译、校对工作量较大、技术难度较复杂,特成立了统校审定组,具体负责译、校、统校审定工作。全书最后由统校审定组定稿。

统校审定组组长:张克荣

副组长:蒋德秋 陈昭灼

统校审定组有张克荣、严京林、陈昭灼、陈启顺、林海、全昌业、乔金堂、樊寄松,李安屏、郭玉斌、蒋德秋、孙振宇、孙树礼、田强。

参加本册教程译、校人员有田强、王占先、李振西、李炬、吴容、申燕平、刘选民、乐俊宝、崔建勇、汤吉晨、史庭模、林海、陈昭灼。本册教程是由张永河、董庚寿负责编辑。在翻译出版过程中部试飞办和有关单位给予了极大帮助,在此表示感谢。由于水平有限,在译、校、编辑过程中会有不当之处和错误,诚恳欢迎批评指正。

《全书》总目录

出版说明

第一册

A章 英帝国试飞员学校训练大纲

A₁章 数学

A₂章 力学

A₃章 气体性质

A₄章 不可压缩流空气动力学

A₅章 可压空气动力学基础

A₆章 飞机推进基本原理

A₇章 可靠性和维护性

A₈章 统计学

A₉章 飞机结构学

A₁₀章 国际单位制

第二册

1.1章 报告的编写

1.2章 定性评定 术语

1.3章 试验仪器

1.4章 工作空间

1.5章 飞行试验计划与报告

2.1章 压力误差修正

2.2章 最大爬升率速度的确定

2.3章 升限的爬升率

2.4章 锯齿下滑

2.5章 飞机的平飞航程和续航时间性能

2.6章 机动边界

2.7章 航空系统评定

3.0章 稳定性和操纵性简介

3.1章 纵向稳定性和操纵性

3.2章 横向稳定性与操纵性

3.3章 飞行模拟器

3.4章 具塞特 (BASSET) 变稳系统

4.1章 失速特性

- 4.2章 跨音速操纵
- 4.3章 大指示空速状态下的操纵
- 4.4章 尾旋试验
- 4.5章 起飞着陆试验
- 4.6章 功率不对称时的操纵特性和性能试验
- 4.7章 预先飞行试验(所限定的)暂缺
- 4.8章 驾驶员对操纵品质的评定
- 5.1章 座舱评价
- 5.2章 显示系统评定
- 5.3章 军用飞机驾驶员工作负荷的评定
- 6.1章 直升机的飞行纵操
- 6.2章 悬停、垂直起飞和爬升性能
- 6.3章 平飞性能
- 6.4章 直升机航程和续航能力
- 6.5章 最佳爬升和下降率的确定
- 7.1章 升限爬升率——直升机
- 7.2章 纵向稳定性、操纵性和飞行品质
- 7.3章 直升机横向及航向稳定性和操纵性评定
- 8.1章 直升机起飞、着陆和近地面机动飞行
- 8.2章 直升机飞行包线的机动边界
- 8.3章 自动驾驶和自动稳定装置评定
- 8.4章 直升机仪表飞行评定
- 8.5章 发动机和旋翼控制的评定
- 8.6章 自转和发动机停车降落评定
- 9.1章 直升机测试仪器
- 9.2章 直升机压力误差的测量

第三册

- B₁章 国际标准大气
- B₂章 空速、高度、大气温度、迎角和侧滑角的测量
- B₃章 喷气式飞机的推力和阻力方程
- B₄章 性能换算方法
- B₅章 适用于喷气式发动机和飞机的无因次方法
- B₆章 平飞速度性能、航程及续航时间
- B₇章 爬升性能
- B₈章 机动性能
- C₁章 稳定性和操纵性
- C₂章 气动导数
- C₃章 纵向静稳定性

IV

- C₄章 亚音速纵向机动稳定性
- C₅章 可逆操纵系统
- C₆章 动稳定性
- C₇章 亚音速纵向动稳定性
- C₈章 助力操纵系统
- C₉章 高速飞机的纵向稳定性和操纵性
- C₁₀章 尾旋
- C₁₁章 亚音速横航向静稳定性
- C₁₂章 亚音速横侧动稳定性
- C₁₃章 滚转性能
- C₁₄章 高性能飞机的横侧稳定性和操纵性
- C₁₅章 动力不对称飞行
- C₁₆章 气动弹性对飞机稳定性和操纵性的影响
- C₁₇章 控制工程
- C₁₈章 自动稳定装置和自动驾驶仪
- C₁₉章 后掠翼飞机
- C₂₀章 从飞行数据中确定气动力导数
- C₂₁章 旋翼机的稳定性与操纵性

第四册

- D₁章 性能
- D₂章 D章的补充材料
- D₃章 直升机的动力装置
- D₄章 旋翼性能的理论
- D₅章 影响直升机性能的因素
- D₆章 直升机性能分析
- D₇章 直升机性能换算的全切拿微分法
- D₈章 自转
- D₉章 直升机性能换算的实验方法
- D₁₀章 直升机的航程和续航时间
- E₁章 直升机操纵性和稳定性导论
- E₂章 初等旋翼桨叶动力学
- E₃章 运动方程和空气动力学导数的推导
- E₄章 纵向静稳定性
- E₅章 纵向机动稳定性
- E₆章 稳定性模态分析
- E₇章 直升机纵向动稳定性
- E₈章 横向和航向静稳定性
- E₉章 直升机横向/航向动稳定性

E₁₀章 直升机飞行操纵系统

E₁₁章 直升机的振动

E₁₂章 无铰旋翼直升机

E₁₃章 纵列旋翼直升机

第五册

F₁章 飞机系统介绍

F₂章 计算机系统

F₃章 暂缺

F₄章 陀螺磁罗盘系统

F₅章 惯性导航系统

F₆章 显示系统

F₇章 无线电通讯系统

F₈章 雷达系统

F₉章 电光、激光系统

F₁₀章 武器系统

第一册 目 录

A 章 英帝国试飞员学校训练大纲.....	(1)
引言.....	(1)
教学目标.....	(1)
工作人员.....	(2)
飞机.....	(2)
学员挑选.....	(3)
教学的范围.....	(3)
教学组织.....	(3)
仪表训练和夜航.....	(4)
技术进步的评述	(4)
毕业	(4)
附录A 学校机构图	(5)
附录B 学校飞机系列.....	(6)
附录C 学员的合格条件.....	(7)
附录D 帝国试飞学校使用的表格.....	(10)
附录E 地面教学大纲.....	(11)
附录F 推荐的课程前学习参考书.....	(17)
附录G 帝国试飞员学校固定翼大纲和时间分配.....	(18)
附录H 帝国试飞员学校旋翼机大纲和时间分配.....	(21)
附录J 各学期固定翼试验大纲安排	(24)
附录K 各学期旋翼机试验大纲的安排	(25)
A ₁ 章 数学.....	(26)
引言	(26)
代数	(26)
代数乘法	(26)
方程组的解	(27)
曲线图	(29)
级数	(39)
对数定义	(41)
对数运算法则	(42)
三角函数定义	(42)
导数计算	(48)
函数的求导法则	(51)
导数的应用	(53)

偏导数.....	(57)
积分计算.....	(58)
积分的应用.....	(60)
指数函数、自然对数和复数.....	(62)
复数.....	(66)
微分方程.....	(72)
一阶线性微分方程的求解.....	(73)
二阶线性微分方程的求解.....	(75)
任意常数计算.....	(82)
质量弹性阻尼系统.....	(86)
A₂章 力学	(101)
引言.....	(101)
标量和矢量.....	(101)
等加速度的运动.....	(101)
牛顿运动定律.....	(102)
力、质量和加速度之间的关系.....	(103)
力、质量和加速度的单位.....	(102)
总能量.....	(106)
飞机.....	(106)
平衡和稳定运动.....	(107)
力矩和力偶.....	(108)
重心.....	(109)
沿曲线轨迹运动.....	(110)
惯性和惯性矩.....	(113)
角动量的原理.....	(114)
刚体的一般二维运动.....	(114)
转动方程的综合.....	(115)
陀螺仪.....	(115)
惯性或定轴性.....	(116)
进动.....	(116)
姿态陀螺仪.....	(117)
速率陀螺仪.....	(117)
A₃章 气体性质	(118)
引言.....	(118)
气体动力学理论.....	(118)
气体状态变化的术语.....	(121)
音速.....	(122)
气体动力学.....	(123)

雷诺数	(125)
结束语	(126)
符号	(127)
附录A	(128)
音速	(128)
A. 章 不可压缩流空气动力学	(130)
引言	(130)
二元空气动力学	(131)
翼型特性	(132)
压力分布	(132)
压力中心	(134)
气动力和力矩	(135)
三元空气动力学	(139)
展向流动变化	(141)
机翼的升力和阻力特性	(143)
升力曲线斜率	(143)
层流和紊附面层	(146)
附面层效应	(147)
附面层转捩	(148)
附面层分离	(149)
防止分离	(151)
附面层对升力、阻力和俯仰力矩的影响	(152)
升力和失速	(152)
附面层控制	(154)
不充气的高升力后缘机翼襟翼	(154)
充气高升力装置	(160)
阻力	(164)
俯仰力矩和俯仰力矩系数	(165)
飞机阻力	(166)
细长比例的影响	(167)
干扰阻力	(168)
诱导阻力	(170)
飞机的阻力和所要求的动力特性	(171)
飞机所需用功率	(173)
阻力换算	(173)
后掠翼的失速	(176)
简单后掠机翼大迎角时的基本特性	(177)
失速情况下的后掠翼改型	(180)

后掠翼的高升力装置·····	(181)
三角形机翼的低速性能几何特点·····	(183)
流动特性·····	(183)
符号·····	(186)
附录A·····	(187)
翼型剖面专用术语注释·····	(187)
A ₀ 章 可压空气动力学基础·····	(188)
引言·····	(188)
定义·····	(180)
由运动物体激起的压力波·····	(190)
超音速流特性·····	(193)
通过冲波的流动·····	(193)
穿过膨胀波的流动·····	(195)
绕过圆角的流动·····	(195)
在流管或管道中的流动·····	(196)
高压音速区飞行的特点·····	(198)
临界马赫数·····	(199)
跨音速范围的翼型特性·····	(200)
跨音速区的俯仰力矩及其操纵·····	(204)
跨音速区改善机翼特性的几种方法·····	(205)
升力、阻力和俯仰力矩·····	(208)
平面形状的影响·····	(209)
气动力加热·····	(211)
A ₁ 章 飞机推进基本原理·····	(212)
引言·····	(212)
反作用推进原理·····	(212)
性能参数·····	(215)
燃气涡轮发动机的设计和工作·····	(224)
进气道——功用和原理·····	(226)
实用的进气道·····	(230)
压气机·····	(234)
对压气机的要求·····	(234)
离心式压气机·····	(236)
轴向式气压机·····	(239)
构造·····	(239)
工作原理·····	(241)
压气机失速和喘振·····	(242)
压气机性能·····	(242)

失速及喘振的原因	(244)
防失速装置	(247)
失速和喘振的影响	(247)
轴向式和离心式压气机发动机的比较	(248)
材料	(248)
燃烧系统	(248)
燃烧系统要求	(249)
燃烧过程	(252)
燃烧系统设计方案	(253)
燃烧室的材料和故障	(257)
喷咀	(257)
污染控制	(261)
涡轮	(262)
涡轮叶片	(262)
燃烧和涡轮的能量转换	(262)
导向器叶片及转子叶片的叶型	(263)
涡轮的工作条件	(265)
涡轮叶片的设计依据	(265)
叶片材料	(266)
涡轮结构	(266)
涡轮冷却	(269)
涡轮工作叶片和涡轮导向叶片的冷却	(271)
涡轮故障	(273)
排气系统	(273)
扩散器	(275)
延伸管	(275)
推进喷管	(275)
可变几何面积喷管	(277)
加力系统	(280)
喷水	(280)
补燃	(281)
补燃加力原理	(282)
加力燃烧室部件	(287)
加力点火系统	(288)
加力的调节	(288)
点火系统和调节系统的选择	(289)
反推力系统	(290)
对反推力系统的要求	(291)

典型的反推力系统方案和工作	(291)
安全特点	(294)
消音装置	(294)
发动机噪音的来源	(295)
噪音的减小	(297)
防冰系统	(300)
热空气系统	(301)
电气系统	(301)
发动机控制和燃油系统	(302)
系统方案	(305)
防护装置	(307)
A ₇ 章 可靠性和维护性	(309)
引言	(309)
乘法规则(同时发生)	(311)
贝努里定律	(312)
可靠性	(315)
衡量因素	(317)
置信度	(317)
重复	(317)
可靠性的增加	(317)
经济和有效可靠性	(318)
维修性定义	(319)
维护的原则	(319)
维修性的评定	(319)
结论	(320)
A ₈ 章 统计学	(322)
引言	(322)
平均值(均值)	(322)
分位数	(323)
标准方差	(324)
正态分布	(325)
标准的正态分布	(326)
一般的正态分布	(327)
由一个正态总体的采样	(331)
一个最小二乘法原理	(331)
精度的期望极限	(334)
附录A 1970—1971年英国皇家空军空勤人员人体尺寸测量统计表	(337)
附录B 正态概率积分	(338)

A ₉ 章 飞机结构学	(339)
引言	(339)
材料强度	(339)
应力	(339)
应变	(340)
弹性	(341)
弯矩	(341)
应力——应变交变和疲劳	(343)
疲劳	(344)
飞机寿命	(347)
结构原理	(348)
应变能	(350)
结构零件种类	(350)
张力场和压缩力场	(353)
抗扭扭盒	(354)
翼梁和翼	(355)
刚度	(356)
飞机结构	(356)
机体部件	(356)
包裹框架	(357)
承力蒙皮	(357)
波纹结构和蜂窝结构	(358)
机械加工蒙皮	(358)
破损安全机体	(358)
材料的选择	(359)
结构设计要求	(359)
安全载荷	(359)
飞行载荷	(359)
结构刚度	(364)
设计研究	(364)
设计方案	(364)
满足要求	(365)
A ₁₀ 章 国际单位制	(368)
引言	(368)
基本单位	(368)
导出单位	(369)
航空单位	(369)
用国际单位制表示的一些联合王国单位的值	(371)

附录A 空气动力学和单位的示例.....	(373)
附录B 其它单位及换算.....	(374)

A章 英帝国试飞员学校训练大纲

一九八三年一月修正

引言

1. 建立帝国试飞员学校的目的是,为国防部办公厅提供适合于在研究和发展研究院和飞机军械研究院担任试飞员工作,对飞机和机械设备进行评价并给它们签发合格证的合格的试飞员。学校还同时训练来自国防部办公厅(MOD(pe))的试飞工程师(FTE)和来自英联邦和友好国家的飞行员。

2. 试飞员学校在1943年建立于Boscombe Down皇家空军基地,隶属于飞机和军械试验研究院。1944年变为帝国试飞员学校,1945年迁移到皇家空军Cranfield基地,1947年学校建制于位于Farnborough的皇家飞机研究院。后来因航线限制和伦敦控制区域同学校的任务发生矛盾,于1968年1月帝国试飞员学校又搬回位于Boscomber Down的飞机和军械试验研究院。

3. 学校的职能和行政管理由国防部后勤供给部门实施。但是某些业务行政单位则由皇家空军后勤司令部通过在Boscomber Down的皇家空军部队管辖。学校设在飞机和军械试验研究院的飞行训练分部之内。学校内部的组织机构图列入附录A中。

教学目标

4. 有关试飞员和试飞工程师投考生的基本条件是:文化水平和本人的素质,包括勇敢和正直的品格和具有以书面和口头方式清楚地表达自己的能力。驾驶员的飞行经验应是广泛的,不应局限于一个机种和一种飞行任务,并且其飞行能力必须在中等水平之上。

5. 这些品格的大多数是本人固有的,有些是来自飞行经验,而另一些则是通过训练培养起来的。就是在这个基础上制定了帝国试飞员学校的训练大纲。设置的课程应有利于显示和激发学生的潜在能力、有利于扩展他的飞行经验和知识范围,也有利于发展他的鉴定能力和智力才能。教程的主要目标是,在飞行试验技术方面提供实际的和理论的培训,在评价飞机性能、操稳,限制和操纵特性方面提供评述方法,并且使他一般地了解飞机系统的使用,性能,可靠性,安全性等有关方面的评价。当培养试飞工程师的任务纳入试飞员学校之后,就有可能进一步地包括试验研究院的最主要的工作方面和驾驶员及试飞工程师在试飞中的主要研究工作。

6. 学校的目标是培养能熟练地通晓和实施试飞技术和操纵方法的驾驶员和试飞工程师,他们能够分析飞行经验,并且对这些经验给出合理的客观的解释。这就意味着把有关空气动力学和控制工程坚实的基础理论应用于飞机性能、稳定性、操纵性和飞机系

统研究之中，懂得试飞结果所含误差的含意，和数据处理所用方法的经验。

工作人员

7. 帝国试飞员学校由以前在学校担任过指导教官的联队司令官指挥，并配备选定的教官，这些教官必须具有高水平的教学能力，在各自的专业范围内都具有很高的造诣。

8. 所有飞行指导教官都毕业于试飞员学校，并且在相应的例行飞行训练中，由一名质量检查飞行教官和直升机质量检查教官辅助。而地面训练则由皇家空军教育分部的气动力方面具有研究生资格的两名教官和气动专家总教官参加。

飞机

9. 学校有一批飞机，学员们在这些飞机上实习飞行试验方法。一些飞机是帝国试飞员学校专用的，另一些则与飞机和军械试验研究院的试飞中队合用。一架预习飞机是由国防部所属部队借来的。这架飞机改装了试飞仪器，所用仪器的主要型号列入附录B。

学员选择

10. 英国投考学员的合格条件包含在国防委员会的有关命令中。这些条件的摘要由附录C给出。

11. 所有来自英国三军的申请者都经历过严格的选择程序，最后由委员会面试。这个委员会包括国防部试验研究院和学校的代表。委员会对每个人是否被录取作出最后决定。

12. 英国试飞工程师学员经过适当的内部选择程序后，由相应的研究和发展研究院提名，附录C概括了投考人的合格条件。

13. 英联邦和其它友好国家的驾驶员名额由国防部邀请的人员充任，挑选工作由各自的政府进行。

14. 作为选择委员会所要求的各类信息的指导，对于进入学校的试飞员所适用的标准表格示于附录D，而试飞工程师的投考者则应写信给他们研究院的领导进行申请。

15. 进入学校的驾驶员学员要求具有代数、力学和微积分等方面的知识。在每学期之初，先简要复习有关这些学科方面的课程。对于固定翼和旋翼机教程的详细大纲在附录E中给出，所推荐的开课前学习的参考书目录表在附录F中给出。试飞工程师学员在相应的学科方面应具有优等的水平。

教学范围

16. 在帝国试飞员学校里的学习期限为十个半月。二月份第一个星期开学至十二月份结束。它分为三个学期，各个学期之间由假期隔开。

17. 学员分为固定翼(Fw)班和旋翼机(Rw)班。某些理论课程两个班是共同的。虽然旋翼机学员大部分时间在直升机上进行他们的试飞飞行，但他们也在固定翼飞