

英帝国试飞员学校教程

第三册

员学校教程

册

中国飞行试验研究院

一九九一年五月

中国飞行试验研究院

一九九一年五月

33769801

英帝国试飞员学校教程

第三册

HK62103



C0447283

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》是该校几十年培训工作的经验总结,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。

航空部有关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

统校审定组副组长: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、校人员有李炬、林海、申燕平、田强、曹修治、全昌业、李树有、王新科。本册教程是由张永河、王绮侠负责编辑。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。

第三册 目 录

B ₁ 章 国际标准大气	(1)
前言	(1)
大气模型	(2)
国际标准大气 (ISA)	(2)
无因次项	(3)
B ₁ 章和D ₁ 章的符号	(5)
下标	(5)
B ₂ 章 空速、高度、大气、温度迎角和侧角的测量	(7)
前言	(7)
压力测量仪器	(7)
静压误差 ΔP_s	(9)
高度表力误差	(9)
总压误差 ΔP_T	(10)
空速表	(10)
原理	(11)
空速表的压力误差修正量	(11)
总压误差修正量和静压误差修正量的测量方法——固定翼飞机	(13)
总压误差修正量和静压误差修正量的测量方法——旋翼机	(16)
取样计算和非试验计算	(16)
空中测温法	(18)
迎角和侧滑角的测量	(19)
附录	(19)
附录A 高度表压力误差修正量	(21)
附录B 高度表压力误差修正量	(22)
附录C 空速表和马赫表的校准理论	(23)
附录D 标度高度修正量的数学关系式	(25)
附录E 空速表压力误差修正量	(27)
附录F 空速表压力误差修正量	(28)
附录G 标度—高度关系	(29)
附录H 指示的和外界空气温度之间的关系	(30)
附录I 非试验状态压力误差修正量的估算	(31)
附录J 在帝国试飞员学校压力误差修正量的测量—固定翼飞机	(37)
附录K 在帝国试飞员学校压力误差修正量的测量—旋翼飞机	(45)

附录L 符号	(51)
B ₃ 章 喷气式飞机的推力和阻力方程	(52)
前言	(52)
推力方程	(52)
阻力方程	(53)
重量的影响	(56)
阻力~速度曲线图(图7)	(60)
附录A 符号	(61)
B ₄ 章 性能换算方法	(63)
前言	(63)
可用的方法	(63)
分析方法	(63)
经验方法	(64)
B ₅ 飞机和军械试验研究技术指南	(66)
前言	(66)
喷气式发动机	(66)
整架飞机	(69)
练习	(69)
附录	(70)
附录A 喷气式发动机的因次分析	(71)
附录B V_1 和 M 之间变化关系的推导	(74)
附录C C_L 和 M 之间的函数关系式的推导	(76)
附录D 符号	(77)
B ₆ 平飞速度性能航程及续航时间	(79)
前言	(79)
平飞速度性能的各种试验方法	(80)
稳定平飞	(80)
准定常方法	(81)
续航时间	(82)
在航程和续航时间飞行试验中所用的因次公式	(83)
试验技术	(84)
结果的表示式	(84)
附录	(86)
附录A 水平飞行中航程和续航时间的另一种理论	(87)
附录B 航程飞行最佳“ m ”值的推导	(93)
附录C 单位燃料消耗量变化的影响	(94)
附录D 符号	(98)
B ₇ 章 爬升性能	(100)

前言	(100)
理论	(100)
试验技术	(103)
局部爬升法	(103)
结果的表示	(103)
经验方法	(103)
附录A 超音速爬升方案	(106)
附录B 符号	(109)
B ₂ 章 机动性能	(110)
前言	(110)
定义	(110)
升力边界	(110)
C_L 最大边界	(111)
推力边界	(113)
理论	(114)
试验方法和结果处理	(115)
附录A 盘旋性能	(119)
附录B 符号	(127)
C ₁ 章 稳定性和操纵性教程的目的和范围	(128)
教程的目的	(128)
教程的范围	(128)
稳定性的基本定义	(129)
飞机的动稳定性模态	(131)
飞机稳定性定义和轴系	(135)
飞机稳定性定义和	(135)
参考轴系和符号	(136)
下偏式操纵面特性	(139)
升力特性	(140)
铰链力矩特性	(142)
本章提要	(144)
C ₂ 章 气动导数	(146)
符号体系	(146)
力	(146)
力矩	(147)
速度	(147)
操纵面偏度	(150)
惯性力矩	(151)

力、力矩和扰动量摘要	(151)
导数	(151)
握杆纵向导数	(153)
飞行速度导数	(153)
垂直速度(或迎角)导数	(154)
垂直加速度导数	(155)
俯仰速率导数	(155)
升降舵偏度导数	(156)
握杆横侧导数	(156)
侧滑速度(或侧滑角)导数	(156)
滚转速率导数	(157)
偏航速率导数	(160)
副翼偏度导数	(161)
方向舵偏度导数	(163)
各种因素对导数的影响	(164)
附录 A 英·美稳定性公式中符号的差别	(165)
前言	(165)
基本的稳定性和操纵性	(166)
导数和运动方程	(167)
C ₃ 章 纵向静稳定性	(171)
前言	(171)
目的	(171)
迎角、飞行速度和驾驶杆位置的稳定性	(171)
迎角稳定性的简明理论	(172)
基本假设	(172)
平衡方程	(172)
稳定的飞机	(176)
不稳定的飞机	(177)
中立稳定的飞机	(177)
握杆静稳定性	(179)
中性点	(179)
握杆静稳定性的测量	(180)
飞行试验测量	(182)
小结	(184)
驾驶杆位置稳定性	(184)
松杆静稳定性	(184)
松杆中性点	(186)

配平飞机的升降舵调整片偏角及非配平状态的驾驶杆力	(186)
配平所需要的调整片偏角	(188)
非配平状态的驾驶杆力	(190)
迎角稳定性更一般的理论	(193)
螺旋桨的影响	(194)
机翼位置的影响	(195)
襟翼的影响	(196)
尾翼位置	(197)
地面效应	(197)
机身的影响	(198)
速度对稳定性的影响	(198)
速度效应的一般理论	(199)
动力影响	(199)
高速影响	(200)
静稳定性的一般理论	(201)
飞行试验测量	(203)
典型的结果	(206)
小结	(206)
附录	(206)
C. 章 亚音速纵向机动稳定性	(208)
前言	(208)
俯仰阻尼	(208)
机动稳定性的理论分析	(210)
稳定拉起中的加速度	(211)
在稳定拉起中的机翼升力	(211)
平尾迎角的变化	(223)
握杆机动稳定性和每g升降舵偏角	(213)
松杆机动稳定性	(216)
中性点和机动点之间的关系	(218)
静稳定性余量、重心和机动余量	(218)
飞行试验结果	(219)
盘旋中的机动稳定性	(219)
飞行试验技术	(222)
稳定拉起飞行试验的分析	(223)
握杆机动点	(223)
松杆机动点	(224)
水平转弯飞行试验的分析	(225)
收敛转弯飞行试验的分析	(225)

握杆机动点	(225)
松杆机动点	(226)
配平俯冲的改出	(226)
重心移动的影响	(227)
高度影响	(228)
结论	(228)
C. 可逆操纵系统	(229)
前言	(229)
驾驶员的作用力	(230)
气动平衡装置	(231)
改进操纵面几何形状	(231)
使用着的调整片	(233)
稳定性和操纵性特性	(236)
握杆静稳定性	(236)
松杆静稳定性	(236)
握杆机动稳定性	(237)
松杆机动稳定性	(237)
其它装置	(237)
扭曲的上翘弹簧调整片(放出式弹簧调整片)	(239)
弹簧和配重	(239)
响应的影响	(241)
总结	(242)
C. 动稳定性	(244)
引言	(244)
简单的振荡运动	(244)
概述	(244)
质量—弹簧—阻尼器系统	(244)
零阻尼	(246)
低阻尼	(247)
高阻尼	(248)
临界阻尼	(249)
零刚度状态	(249)
负阻尼	(250)
负刚度状态	(250)
另一种形式的运动方程	(250)
阻尼参数的其它变换形式	(252)
飞机运动方程	(255)
振荡轨迹的分析	(256)

附录A 阻尼参数提要	(257)
附录B 飞机运动方程	(260)
附录C 确定周期和阻尼的振荡轨迹分析	(268)
附录D 发散振荡轨迹的分析	(283)
C ₇ 章 亚音速纵向动稳定性	(293)
前言	(293)
握杆纵向稳定性	(295)
绪论	(295)
短周期振荡	(297)
简单分析	(297)
速度和高度变化的影响	(299)
更精确的分析	(299)
其它因素的影响	(302)
沉浮振荡	(303)
简单分析	(303)
速度和高度的影响	(304)
更精确的分析	(305)
其它因素的影响	(305)
稳定性图和等评价线	(306)
单参数稳定图	(306)
双参数稳定性图	(308)
等评价图	(309)
纵向松杆动稳定性	(309)
概述	(309)
短周期振荡	(310)
其它因素的影响	(311)
沉浮振荡	(312)
飞行试验结果	(313)
C ₈ 章 助力操纵系统	(314)
引言	(314)
助力操纵系统	(314)
助力操纵系统的类型	(317)
助力操纵系统的基本部件	(318)
助力操纵系统的基本要求	(319)
人工感受系统	(320)
弹簧感力系统	(320)
动压感力器	(322)
U和U ² 感力器	(322)

“g”感力器	(323)
摩擦、间隙和预先加载	(323)
可变(非线性)传动比和传动变换系统	(324)
非线性传动比	(324)
传动比变换系统	(327)
有关非线性传动比和传动比变换系统的一些问题	(327)
“感力”配平系统和基准点配平系统	(328)
粘性(或液压)阻尼器	(328)
操纵的互连	(330)
副翼/方向舵互连	(330)
直接升力和侧力控制	(331)
装有动力操纵系统飞机的操纵性和稳定性	(332)
操纵面的力矩特性	(332)
操纵力的特性	(333)
纵向操纵	(333)
侧向操纵	(334)
动稳定性	(336)
辅助飞行控制系统	(336)
多用途战斗机的辅助飞行控制系统	(336)
电信号操纵系统	(337)
协和式飞机的飞行操纵系统	(338)
多用途战斗机(MRCA)的飞行控制系统	(339)
展望	(341)
C ₀ 章 高速飞机的纵向稳定性和操纵性	(344)
前言	(344)
高速飞机的设计特点	(345)
纵向稳定性和操纵性导数	(347)
稳定性导数	(348)
操纵导数	(351)
纵向配平和静稳定性	(351)
静余度	(351)
在高M数时的配平变化	(352)
CM ₀ 机翼零升俯仰力矩	(353)
配平所需要的升降舵(或平尾)偏角和杆力	(355)
自动上仰	(359)
纵向机动稳定性	(360)
机动余量	(360)
每“g”升降舵(或平尾)偏角	(361)

单位过载杆力	(361)
纵向动稳定性特性	(367)
一般见解	(367)
短周期振荡	(367)
沉浮振荡	(370)
对纵向阵风的响应	(371)
增稳系统	(371)
C ₁ 章 尾旋	(373)
前言	(373)
尾旋特性	(373)
尾旋的阶段	(373)
自转	(374)
尾旋中飞机的姿态	(376)
稳定尾旋中力的平衡	(379)
惯性矩(修正)	(382)
惯性力矩	(383)
惯性比B/A	(385)
问题、当机翼在尾旋中处于水平位置时, 惯性偏航力矩是什么	(385)
力矩的平衡	(385)
绕尾旋轴的力矩	(385)
绕滚转轴的力矩	(385)
绕俯仰轴的力矩	(386)
绕偏航轴的力矩	(388)
风洞试验和模型投放试验	(390)
风洞试验	(390)
模型投放试验	(391)
风洞、模型投放和全尺寸飞行试验的比较	(391)
改出尾旋的方法和操纵效率	(392)
副翼效率	(392)
升降舵效率	(393)
方向舵效率	(394)
尾旋试验	(394)
改出尾旋(摘要)	(395)
影响尾旋及改出的其它因素	(396)
反尾旋伞	(396)
倒飞尾旋和振荡尾旋	(396)
倒飞尾旋	(396)
振荡尾旋	(398)

螺旋(形)俯冲(急盘旋下降)	(398)
飞机参数变化对尾旋形式的影响	(399)
结论	(399)
C _{1.1} 章 亚音速横航向静稳定性	(403)
前言	(403)
操纵固定的方向(风标)稳定性	(404)
机翼贡献	(404)
机身的贡献	(405)
垂尾的贡献	(405)
起落架、襟翼和动力影响	(406)
滚转阻尼	(406)
握杆横侧稳定性	(407)
机翼的贡献	(408)
机身和垂直翼尾的贡献	(411)
起落架、襟翼和动力影响	(411)
概括	(411)
在稳定侧滑中配平所需要的操纵偏转副翼	(411)
方向舵	(412)
总结	(413)
松杆横航向静稳定性	(414)
结论	(416)
本章摘要	(417)
C _{1.2} 章 亚音速横侧动稳定性	(419)
前言	(419)
操纵面固定的横侧动稳定性	(419)
概要	(419)
滚转衰减	(420)
简单分析	(420)
速度和高度的影响	(421)
其它因素	(422)
螺旋模态	(422)
速度和高度的影响	(423)
其它因素	(423)
荷兰滚	(423)
简单分析	(424)
速度的影响	(425)
高度影响	(427)
l_v 和 n_v 的影响	(429)

阻尼导数的影响	(430)
其它因素	(431)
典型的横侧稳定性计算	(431)
摘要	(432)
操纵面松浮的横侧动稳定性	(433)
方向舵松浮的横侧动稳定性	(433)
方向舵逆风向游动 (b_1 为正)	(433)
方向舵顺风向游动 (b_1 为负)	(434)
摩擦的影响	(436)
提要	(437)
荷兰滚阻尼	(437)
C ₁₂ A 章 亚音速横航向稳态机动特性	(439)
引言	(439)
横向机动飞行	(439)
概述	(439)
稳态侧滑	(439)
简化理论	(439)
所需操纵偏度	(443)
所需的操纵力	(444)
改进操纵特性的有效方法	(447)
操纵特性的改进	(447)
方向稳定性特性的改进	(448)
稳定协调转弯	(449)
单一操纵转弯	(450)
概述	(450)
用一种操纵系统进行转弯, 而另一操纵面固定	(451)
只用方向舵转弯	(451)
只用副翼转弯	(454)
只用一种操纵转弯而另一种操纵面松浮	(455)
副翼松浮时用方向舵转弯	(455)
方向舵松浮时使用副翼进行转弯	(456)
飞行试验	(457)
C ₁₃ 章 滚转性能	(458)
前言	(458)
滚转阻尼	(458)
滚转响应	(460)
滚转和停止机动	(463)
飞行速度和高度的影响	(464)

飞行速度	(464)
高度的影响	(465)
滚转模态时间常数 t_R	(466)
R的分析确定	(468)
荷兰滚转机动期间荷兰滚的激励	(470)
荷兰滚响应的定量指标	(471)
小滚转与偏航的比率	(471)
中等至大的滚转对偏航比率	(471)
相位角的确定	(473)
滚转(或惯性)耦合	(473)
特殊情况	(474)
一般情况	(474)
俯仰发散	(475)
偏航发散	(476)
自动旋转滚转	(477)
稳定型图形	(478)
飞行试验	(479)
C _{1.4} 章 高性能飞机的横侧稳定性和操纵性	(481)
前言	(481)
横侧稳定性和操纵性导数	(482)
方向操纵	(487)
方向舵效能	(487)
横向操纵	(488)
副翼操纵效能	(488)
扰流片操纵	(489)
扰流片设计	(489)
滚转力矩	(490)
偏舵力矩	(491)
俯仰力矩	(495)
气动弹性影响	(495)
铰链力矩	(495)
其它特性	(496)
扰流片和其他滚转操纵面小结	(498)
滚转操纵类型和选择	(498)
动稳定性	(498)
荷兰滚	(499)
横侧长周期运动	(502)
C _{1.5} 章 动力不对称飞行	(504)

概论	(504)
无侧滑和小侧滑角情况	(506)
机翼水平(无倾斜)情况	(509)
一般情况	(511)
零舵偏时动力不对称状态的平衡	(514)
横向操纵问题	(514)
动力不对称引起的滚转力矩	(515)
俯仰力矩操纵问题	(515)
在发动机突然失效以后的恢复操纵	(516)
发动机突然发生故障	(516)
高速飞行时的动力不对称问题	(517)
临界发动机	(517)
飞行试验、飞机重量和重心位置	(518)
C ₁₆ 章 气动弹性对飞机稳定性和操纵性的影响	(519)
前言	(519)
气动弹性对稳定性和操纵性导数值的影响	(521)
升力和铰链力矩特性	(522)
操纵效率导数	(523)
纵向和横侧稳定性导数	(523)
机翼扭转发散	(524)
操纵效率和操纵返逆	(526)
纵向静稳定性及机动稳定性	(528)
各种变形模态的影响	(528)
机翼弯曲和扭转的影响	(528)
机身弯曲的影响	(530)
机翼和机身柔性的组合影响	(531)
平尾组合变形影响	(532)
平尾扭转	(533)
升降舵扭转	(533)
变形的综合影响	(534)
纵向和横向动稳定性	(537)
振动和操纵面“嗡鸣”	(538)
前言	(538)
颤振的基本原理	(538)
颤振的类型	(540)
机翼弯曲——扭转颤振	(541)
操纵面的颤振	(541)
对颤振特性的影响因素	(541)

振荡特性的确定	(544)
操纵向嗡鸣	(544)
C ₁₇ 章 控制工程	(548)
前言	(548)
实例——用离心调节器的自动控制	(548)
飞机控制系统(闭环控制的实例)	(550)
控制系统的基本原型	(555)
开环和闭环系统	(555)
方块图和传递函数	(556)
零阶控制系统	(557)
一阶控制系统(延迟系统)	(558)
二阶控制系统	(559)
高阶系统	(561)
其他的传递函数	(561)
方块图的代数学	(561)
握杆动稳定性	(563)
飞机的传递函数	(564)
自动驾驶仪和自动稳定装的传递函数	(565)
C ₁₈ 章 自动稳定装置和自动驾驶仪	(566)
前言	(566)
自动稳定装置	(568)
滚转阻尼器	(570)
配平补偿器(静稳定性辅助设备)	(571)
垂直起落飞机	(573)
阵风缓和装置和气动弹性状态的稳定作用	(574)
纵向自动驾驶仪	(574)
位移自动驾驶仪	(574)
具有俯仰速率反馈的位移自动驾驶仪	(576)
速率——速率系统	(577)
自动驾驶仪的操纵	(577)
高度和空速控制	(578)
横侧自动驾驶仪	(579)
利用侧滑协调	(579)
完成协调的其他方法	(580)
自动驾驶仪的评定	(580)
试验方法	(581)
接通	(581)
切断	(581)