

飞 机 驾 驶 学

丁邦昕 著

蓝 天 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

飞机驾驶学/ 丁邦昕著 .—北京: 蓝天出版社, 2004.2

ISBN 7 - 80158 - 443 - 0

. 飞... . 丁... . 飞机—驾驶术 .V323.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 009073 号

蓝天出版社出版发行

(北京复兴路 14 号)

(邮政编码: 100843)

电话: 66983715 66983117

新华书店经销

印刷厂印刷

850 × 1168 毫米 32 开本 11.875 印张 300 千字

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 9 月第 2 次印刷

印数 1 - 10000 册

定价: 28.00 元

谨以此书

献给人类发明飞机 100 周年

序

在人类纪念飞机发明 100 周年的时候，《飞机驾驶学》正式出版了。我作为一名老飞行员，感到很高兴。

飞行是一门科学。100 年来，人们对它的认识不断深化。《飞机驾驶学》正是认识飞行的最新理论成果。飞行必须要有科学的态度，老老实实按客观规律办事。因此，飞行员应当成为小科学家，既懂理论，又能用理论指导实践。这样，飞行质量才能提高，安全才有保证。本书的出版发行，对于提高飞行员的理论素养和技术、战术水平具有重要意义。

丁邦昕同志作为我母校四飞院培养的新一代

飞行员，继承和发扬优良传统，飞行之余坚持学习和研究理论，取得了可喜成果。当今社会已步入信息时代，一场新军事变革正在兴起，空军建设面临许多新的机遇和挑战。飞行事业只有不断发展完善，才能跟上时代的前进步伐，更好地为空军建设服务。衷心希望有更多飞行科学理论研究成果问世，推动飞行事业不断向前发展。我相信，有一代又一代人的不懈努力，人民空军一定能够日益强大。

空军原司令员、上将： 王 涛

二〇〇三年十二月十七日

目 录

第一章 绪论.....	(1)
第一节 飞机驾驶与飞机驾驶学的概念.....	(1)
第二节 飞机驾驶学的研究对象和领域.....	(7)
第三节 飞机驾驶学的学科性质及地位	(14)
第四节 飞机驾驶学的理论基础	(18)
第五节 飞机驾驶学理论体系和研究方法	(21)
第六节 研究飞机驾驶学的意义	(27)
第二章 飞机驾驶的实践历程	(32)
第一节 早期研究探索	(32)
第二节 初步尝试实验	(35)
第三节 在两次大战中完善提高	(40)
第四节 突破高速飞机驾驶的难点	(47)
第五节 信息化飞机驾驶实践	(49)
第三章 飞机驾驶行动过程	(52)
第一节 飞机驾驶行动过程概述	(52)
第二节 感知发现	(68)
第三节 判断决策	(76)
第四节 实施操纵	(92)

第四章	飞机驾驶行动方式	(100)
第一节	飞机驾驶行动方式与飞行偏差	(100)
第二节	飞机驾驶行动方式与操纵控制	(108)
第三节	飞机驾驶行动的基本方式	(112)
第五章	飞机驾驶行动规则	(119)
第一节	飞机驾驶行动规则概述	(119)
第二节	飞机驾驶行动规则的形成基础	(122)
第三节	飞机驾驶行动规则的结构	(129)
第四节	飞机驾驶行动规则的特性	(131)
第六章	飞机驾驶行动的特点和基本规律	(137)
第一节	飞机驾驶行动的主要特点	(137)
第二节	飞机驾驶行动的基本规律	(143)
第七章	飞机驾驶行动的基本原则	(177)
第一节	确立飞机驾驶行动原则的依据	(177)
第二节	飞机驾驶行动的基本原则	(183)
第三节	飞机驾驶行动基本原则的运用	(202)
第八章	飞机驾驶行动的基本方法	(208)
第一节	分配与转移注意力的基本方法	(208)
第二节	判断决策的基本方法	(217)
第三节	使用设备的基本方法	(223)
第四节	实施操纵动作的基本方法	(228)
第五节	修正偏差的基本方法	(234)

第九章 不同条件下的飞机驾驶行动	(237)
第一节 不同机型的飞机驾驶行动	(240)
第二节 不同环境的飞机驾驶行动	(253)
第三节 不同任务的飞机驾驶行动	(264)
第十章 飞机驾驶中的特殊情况处置	(269)
第一节 特殊情况概述	(269)
第二节 处置特殊情况的基本原则	(279)
第三节 处置特殊情况的基本方法	(296)
第十一章 飞机驾驶的地面准备	(311)
第一节 地面准备概述	(311)
第二节 地面准备的基本原则	(316)
第三节 地面准备的主要方法	(321)
第四节 特殊情况处置准备	(334)
第十二章 飞机驾驶的发展趋势	(347)
第一节 飞机驾驶职能的转变	(347)
第二节 飞机驾驶方式的转变	(354)
第三节 机动飞行的发展	(356)
主要参考文献	(358)
后记	(361)



第一章 绪 论

1903年飞机发明以来，100多年间，世界航空事业突飞猛进，人类的飞行活动日益频繁，积累了大量宝贵的经验，对飞机驾驶实践的认识也越来越深刻。实践呼唤着理论。在飞行科学加速发展的今天，人们迫切需要从理论的高度，系统概括和总结飞机驾驶实践经验，探索飞机驾驶的规律，以促进飞行科学和飞机驾驶实践活动进一步向深度和广度发展。因此，飞机驾驶科学理论便应运而生。

第一节 飞机驾驶与飞机驾驶学的概念

“任何理论首先必须澄清杂乱的、可以说是混淆不清的概念和观念。只有对名称和概念有了共同的理解，才可能清楚而顺利地研究问题，才能同读者常常站在同一立足点上……如果不精确地确定它们的概念，就不可能透彻地理解它们的内在规律和相互关系。”任何一门学科都有其特定的概念。研究飞机驾驶学，首先需要弄清“飞机驾驶学”的概念。而给“飞机驾驶学”界定一个简明而准确的概念，就需要弄清“飞机”、“飞行”和“飞机驾驶”等概念的含义。

(德) 克劳塞维茨：《战争论》第1卷，商务印书馆1982年版，第110页。



一、飞机及飞行的概念

飞机及飞行这一客观事物，从产生、发展到现在，人们对其已经有了大体相同的认识和称谓。但是，必须看到，在大体类同的认识和称谓中，也存在着一些差异。因此，需要对其概念作出较为准确的界定和解释。

（一）飞机的概念

给飞机界定准确的概念，首先需要弄清飞行器的有关问题。飞行器是指能升空飞行的技术装置。根据不同的标准，飞行器可以分成不同的类别，按照飞行空间分类是目前最常用的方法。在大气层中飞行的飞行器称为航空器，在宇宙空间飞行的飞行器称作航天器。航空器根据与空气质量的比较，可以分为轻于空气的航空器和重于空气的航空器两大类（图 1—1）。

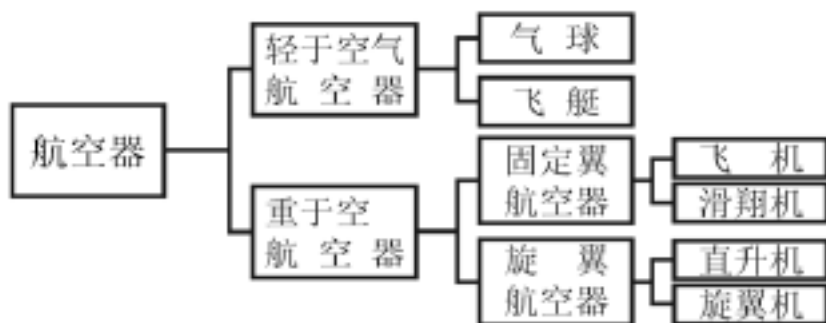


图 1—1 航空器分类

飞机是最常见的航空器。按照航空专业辞典和百科全书的解释，飞机是指有动力装置和固定机翼的重于空气的航空器。也有人把气球、飞艇以外的航空器泛称飞机。

飞机按用途分为军用飞机和民用飞机。军用飞机包括歼击机、强击机、轰炸机、歼击轰炸机、反潜机、侦察机、预警机、电子对抗机、空中加油机、军用运输机和军用教练机等。民用飞机包括运输机和体育运动、公务、农业、实验研究机及其它专门用途飞机等。飞机还可按组成部件的外形、数目及相对位置进行



分类。按机翼的数目，可分为单翼机、双翼机和多翼机。按机翼相对于机身的位置，可分为下单翼、中单翼和上单翼飞机。按机翼平面现状，可分为平直翼、后掠翼、前掠翼和三角翼飞机。按水平尾翼的位置和有无水平尾翼，可分为正常布局（水平尾翼在机翼之后）和鸭式（前机身装有小翼面）、无尾（没有水平尾翼）飞机。正常布局飞机有单垂尾、双垂尾、多垂尾和 V 型尾翼等型式。按推进装置的类型，可分为螺旋桨和喷气式飞机；按发动机的类型，可分为活塞式、涡轮螺旋桨式和喷气式飞机；按发动机的数目，可分为单发、双发和多发飞机。按起落装置的型式，可分为陆上、水上和水陆两用飞机。还可按飞机的飞行性能进行分类。按飞机的飞行速度，可分为亚音速、超音速和高超音速飞机。按飞机的航程，可分为近程、中程和远程飞机。按操纵控制人员所在位置，可分为无人驾驶和有人驾驶飞机两类，后者通常直接叫飞机。

飞机主要由机翼、机身、尾翼、起落装置、动力装置、操纵系统和机载设备等部分组成。军用飞机还有武器系统。机翼的主要功能是产生飞机飞行的升力，还可使飞机具有横侧稳定性和操纵性。机身用于安置人员、装载设备、货物、武器、动力装置和燃料等，机翼和尾翼都固定在机身上。尾翼可使飞机具有俯仰、方向稳定性和操纵性。起落装置用于保障飞机起飞、着陆，在地面（水面）停放和滑行中支撑飞机。动力装置用来产生推力或拉力（以下统称推力）。操纵系统用以传递操纵指令、驱动舵面和其它机构，以改变或保持飞行状态。雷达、领航和通信等机载设备，用以保障飞行员完成飞行任务。武器系统包括火力控制系统、武器和发射装置，用于对空和对地（海）等作战。

操纵系统由操纵装置、连接与传动机构等组成。其中，操纵装置是指供飞行员操纵控制飞机飞行使用的操纵器或设备，包括驾驶杆或驾驶盘（以下统称驾驶杆或简称杆）、方向舵脚踏（以



下简称舵)、油门手柄(以下简称油门)和调整片、襟翼、减速板、可调安定面以及机翼后掠角的操纵机构等。按操纵系统的功能,可分为主操纵系统和辅助操纵系统。主操纵系统用于操纵控制飞机飞行轨迹和姿态,辅助操纵系统用于控制飞机的升力、阻力和几何外形等。

(二) 飞行的概念

由于飞行现象本身比较复杂,按照航空专业辞典的解释,“飞行”一词有广义和狭义之分。广义的飞行是指一切物体在空中的运动。这些物体包括自然形成的各种物体、人体和人类制造的物体等。比如,鸟类、昆虫在空中的运动,体操运动中的人体在空中的运动,各种飞行器在空中的运动。狭义的飞行是指各种飞行器在空中的运动。

本书重点研究有人驾驶飞机的飞行。因此,飞行可以定义为:飞机在空中的运动。这个概念规定了飞行是一种“运动”,是“在空中的运动”(也包括为实现在空中运动而实施的地面滑跑和滑行);规定了飞行这种运动是“飞机”,不是别的什么物体和其它飞行器。当然,重于空气的航空器飞行的基本原理是相通的,对飞机适用,对于直升机、滑翔机等与飞机相近的航空器也是适用的。

飞行依据不同的标准,可以分成许多类型。通常有十种分类方法:

1. 按飞行任务分

飞行按任务可以分为军用、民用、研究和表演飞行四大类。军用飞行是指用于制空、对地(海)轰炸和攻击、空运、空投、预警、电子干扰、侦察、空中加油、通信联络、训练等军事目的的飞行。一般分为作战、作战支援和军事训练飞行三类。民用飞行是指用于客货运输、农林牧副渔业、地质探矿、遥感遥测、警戒巡逻、海上救护、体育运动和空中游乐等民用目的的飞行。一



般可分为干线、支线、通用和民用训练飞行四类。研究飞行是指用于验证航空科学理论、新技术和新机型的实验飞行，一般分为科学技术研究和飞机研究飞行两类。前者是指使用定型的飞机，验证航空科学技术的新成果，比如螺旋试飞；后者是指使用尚未定型的飞机，验证飞机的性能，比如定型试飞、调试试飞。表演飞行是指用于展示飞行技术和飞机性能供人们观赏或观摩的飞行，一般分为礼仪表演、展示表演和竞技表演飞行等。

2. 按飞行区域分

飞行按区域可以分为场内、场外和转场飞行。场内飞行是指在本机场区域内的飞行。场外飞行是指在本机场区域外的飞行，但仍在本机场降落。转场飞行是指到另一机场降落的飞行。

3. 按飞行高度分

飞行按高度可以分为超低空、低空、中空、高空和超高空飞行。通常情况下，飞行高度在 100 米以下叫超低空飞行，100—1000 米叫低空飞行，1000—7000 米叫中空飞行，7000—15000 米叫高空飞行，15000 米以上叫超高空飞行。

4. 按飞行速度分

飞行按速度可以分为亚音速、跨音速和超音速飞行。 M 数 ≤ 0.8 的飞行叫亚音速飞行， M 数 $0.8—1.2$ 的飞行叫跨音速飞行， $M \geq 1.2$ 的飞行叫超音速飞行。

5. 按飞机驾驶依据分

飞行按飞机驾驶依据可以分为目视和仪表飞行。目视飞行是指飞行员主要依据天地线、地标或云层等飞机之外的参照物，判断、保持或改变飞行状态与位置的飞行。仪表飞行是指飞行员主要依据机上仪表和设备，判断、保持或改变飞行状态与位置的飞行。

6. 按飞行气象条件分

飞行按气象条件可分为简单气象和复杂气象飞行。简单气象



飞行是指在晴空或云量较少且能见度较好、可以目视地标或灯光发光点的气象条件下飞行。复杂气象飞行是指云中或云量较多、能见度较差，在看不见或看不清地面的气象条件下飞行。

7. 按飞行自然地理条件分

飞行按自然地理条件可以分平原、高原山区、山地、荒漠地区、水上及水网地区和海上飞行等。

8. 按飞行时段分

飞行按时段可以分为昼间、夜间和跨昼夜飞行。昼间飞行是指从日出到日没之间的飞行。夜间飞行是指日没到日出之间的飞行。日没到天黑、天亮到日出之间的飞行，也分别叫黄昏和拂晓飞行。

9. 按飞行员数量分

飞行按飞行员数量可以分为单座和双（多）座飞行。多座飞行的机组成员通常包括正、副驾驶员、领航员、通信员、射击员和机械员等，根据分工各成员分别承担部分飞机驾驶的任务。

10. 按飞机数量分

飞行按飞机数量可以分为单机和双（多）机编队飞行。双（多）机编队飞行，根据飞机与飞机之间的间隔、距离和构成的形状，又可以分成不同的队形。比如，梯队、箭队、楔队，密集队形、基本队形、疏开队形和攻击队形等。

二、飞机驾驶的概念

飞机是一种复杂的人造物，它的飞行不可能像鸟类那样完全靠本能的自主控制实现，必须要靠人的操纵控制才能实施。飞机驾驶就是指飞行员（包括与飞机驾驶直接有关的领航员、通信员、空中机械员等飞行人员，以下统称飞行员）为达到一定的飞行目的，对飞机实施的一系列操纵控制行动。这个概念规定了飞机驾驶是一种“行动”，是“对飞机实施的一系列操纵控制行动”；规定了对飞机操纵控制行动是由飞行员实施的。上述概念



揭示了飞机驾驶的本质，规定了它的内涵和外延。

在特定的情况下，有时也把从飞行员角度讲的“飞行”或“飞”等同于“飞机驾驶”。比如，在“飞行员”、“飞行技术”、“飞行特殊情况”、“飞行准备”、“飞行任务”、“我来飞”、“飞得好”等词语和短句中，“飞行”或“飞”就有“驾驶飞机使之在空中运动”的意思。

三、飞机驾驶学的概念

“飞机驾驶学”作为一个特定的主从词组，“学”是主体部分，“飞机驾驶”是从属部分。这类结构词组中的“学”通常有两种含义，一种如空气动力学、空中领航学中的“学”是指学科；另一种如古典经济学、马克思主义哲学中的“学”是指学说。显然，“飞机驾驶学”的词义是指关于飞机驾驶的学科。因此，可以给飞机驾驶学下一个简单的定义：飞机驾驶学是研究飞机驾驶规律，指导飞机驾驶实践活动的科学。

对于飞机驾驶学概念的理解，需要把握以下几点：一是飞机驾驶学不是一般的学问，也不是关于飞机驾驶某一方面的理论、知识，而是科学化、系统化的学科理论体系。二是飞机驾驶学不是从某一方面、某一阶段研究飞机驾驶的特殊规律，而是从整体上研究飞机驾驶的一般规律。三是飞机驾驶学不仅要研究飞机驾驶规律进行正确的理论抽象和概括，而且要用于指导飞机驾驶的实践活动。

第二节 飞机驾驶学的研究对象和领域

科学研究的区分在于不同的研究对象。“对于某一现象的领



域所特有的某一种矛盾的研究，就构成某一门科学的对象。”研究飞机驾驶学，必须深入地研究并明确它的研究对象和领域。

一、飞机驾驶学的研究对象

飞机驾驶学是飞行科学中的一门学科，明确它的研究对象和领域前，需要把飞行科学的有关问题弄清楚。

飞行科学是研究飞行过程中飞行主客体的辩证发展及其规律的科学，是自然科学、社会科学、思维科学、人体科学等科学，在飞行领域相互交叉、相互渗透、融为一体而形成的综合性学科体系。它由许多具体的研究学科组成，围绕飞行活动从不同的角度展开研究。用系统的观点考察，飞行科学研究的是飞行员—飞机—飞行环境（以下简称人—机—环境）系统的问题（图 1—2）。

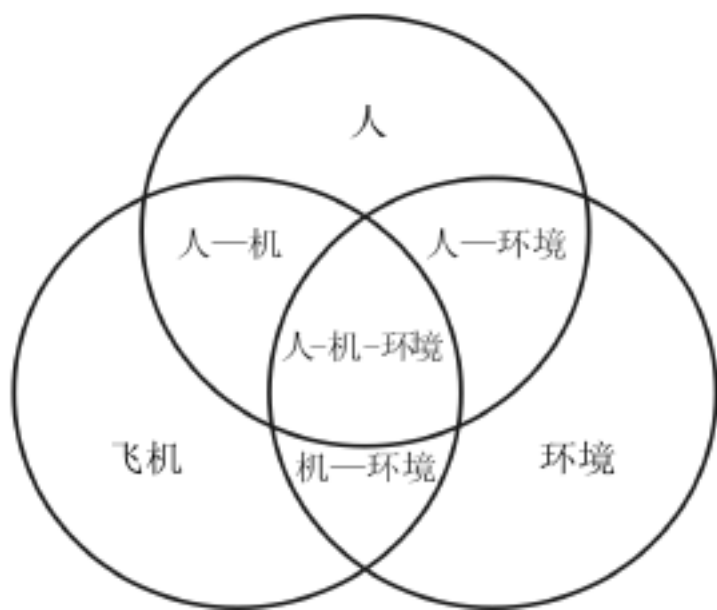


图 1—2 人—机—环境系统

具体的研究内容包括七个方面：人、机和环境特性的研究，



人—机、人—环境、机—环境关系的研究，人—机—环境关系的研究。在人—机—环境系统中，飞机驾驶学着重研究人—机系统的问题，研究对象主要是飞机驾驶的规律及其一般原理，着重揭示其内在本质、机制，回答怎样有效地对飞机实施操纵控制的问题。

人类在飞行科学领域的研究探索一刻也没有停止过，取得了丰硕的成果。研究飞行活动过程方法论的飞行辩证法，在飞行科学中具有基础科学性质的空气动力学、飞机飞行力学、航空心理学、航空生理学，具有应用科学性质的航空设计工程学、人机工程学、航空维修工程学、空中领航学、航空医学、航空管制学、航空气象学和飞行训练学等科学已日臻成熟。所有这些，都为研究飞机驾驶学奠定了基础，创造了条件。但是，上述学科理论研究的对象各有侧重，没有也不可能代替飞机驾驶学。

（一）飞机驾驶学与航空理论

一个时期以来，人们为学习和研究的需要，将飞行科学中的有关基础性科学、应用性科学方面的多学科理论和飞机驾驶实践知识统称为航空理论。目前，它主要包括四种类型的学科或实践知识。一是人体科学。主要有航空心理学、航空生理学等，从飞行员自身的角度，研究人在飞行环境中的心理、生理特性。二是航空设计科学。主要有空气动力学、飞机飞行力学和航空发动机、飞机构造、航空仪表、航空电子、航空军械及空中领航学等，从飞机设计的角度，研究飞机飞行基本原理和机载设备工作原理。三是飞行环境科学。主要有航空气象学、航空保障学等，通过对飞行环境的研究，提出飞机设计和飞机驾驶的适应性问题。四是飞机驾驶实践知识。包括飞机操纵、空中领航和空中射击、轰炸、对地攻击、空投、空运、通信以及特殊情况处置等实践知识，从飞机驾驶的某些侧面，着重在经验层面上研究飞机驾驶的基本方法。