

私用飞行员教程

主编 张泽龙



西南交通大学出版社

私 用 飞 行 员 教 程

主编 张泽龙

编写 《私用飞行员教程》编写组

西南交通大学出版社

• 成 都 •

图书在版编目 (C I P) 数据

私用飞行员教程 / 张泽龙主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2000.10 (2003.10 重印)

ISBN 7-81057-475-2

I. 私... II. 张... III. 飞行员训练 - 教材
IV. V323

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 27772 号

私 用 飞 行 员 教 程

主 编 张泽龙

编 写 《私用飞行员教程》编写组

*

责任编辑 林 贞

封面设计 朱开文

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行科电话: 87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 24

字数: 577 千字 印数: 1001—1500 册

2000 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 2 次印刷

ISBN 7-81057-475-2/V · 001

定价: 35.00 元

内 容 简 介

本教程是私用飞行员培训的主要书籍。

全书包括九章内容。第一章为飞行原理与飞行性能,主要介绍飞机及飞行力学有关知识。第二章为飞机系统,主要介绍航空仪表系统、发动机与螺旋桨系统、燃油系统以及电气系统等有关知识。第三章为直升机,主要介绍有关直升机构造、飞行原理和动力装置的知识。第四章为航空气象基础,主要介绍基本气象理论及其危险天气对飞行的影响。第五章为航空气象资料,主要介绍与飞行有关的气象资料、图表与电报及其气象服务。第六章为飞行环境,主要介绍安全飞行环境、航空法规以及空中交通服务。第七章为空中领航基本方法,主要介绍领航基本知识、程序和方法。第八章为人的因素基础,主要介绍航空生理和航空心理有关知识以及影响飞行决策的因素。第九章为飞行准备和实施,主要介绍飞行前、飞行中及飞行后的工作程序。

本教程针对私用飞行员取得私用驾驶员执照而编写的,可作为广大航空爱好者的自学用书,也可作为航空院校学生的参考用书。

前 言

《私用飞行员教程》是私用飞行员培训的主要书籍,按照私用驾驶员培训的教学大纲要求进行编写。本教程力求使学生了解飞行原理、飞行环境、飞机系统和性能、航空气象、领航及导航系统、人的因素以及飞行计划与飞行决策等飞行员必备的航空知识和基本技能、方法,从而为学生进行飞行训练并取得私用驾驶执照作好准备。

本教程编写依据中国民用航空规章第 61 部(CCAR 61)《民用航空器驾驶员和飞行教员合格审定规则》有关私用驾驶员要求进行编写。

在本教程编写中,注意把握飞行员应该掌握的航空知识主线,贯穿必需的知识点,注重基本知识、基本技能和基本方法的训练;突出基本原理、基本程序以及飞行共性知识的学习。注重知识的系统性和适应性,力求做到繁而不杂、宽而不深,起到打基础的作用。内容安排及叙述有较强的逻辑性,知识结构科学,适应于灵活多样的教学形式和方法。按培训内容及教学需要,引用了较多的插图并作出说明,力求通过它们来补充和扩展知识,示意图能说明的内容则不重叙。语言尽量简练,文字通俗易懂,适用于自学。每节后留有自测题,有利于教学效果的检查。

本教程吸取国外同类教材的优点,内容不仅较全,而且较新,能满足民用航空器驾驶员取得私用驾驶员执照有关知识的要求。

本教程包括九章内容,其中第一章为飞行原理与飞行性能,由郝劲松、杨俊同志编写;第二章为飞机系统,由何晓薇、李卫东、刘珂等同志编写;第三章为直升机,由郝劲松、李卫东、刘晓明等同志编写;第四章为航空气象基础,由朱志愚同志编写;第五章为航空气象资料,由黄仪方同志编写;第六章为飞行环境,由朱代武、陈亚青同志编写;第七章为空中领航基本方法,由魏光兴、何秋钊、张焕等同志编写;第八章为人的因素基础,由罗晓利同志编写;第九章为飞行准备和实施,由张焕同志编写。全书由张泽龙、何秋钊同志统稿,全体编写组成员交叉审稿。

本教程是适应当前民用航空和社会的需要而编写的新教程。但由于编写时间仓促,占有资料难全,深入考证不足,加之编者水平有限,书中不妥之处,敬请指正。

本书编写过程中,得到了中国民航飞行学院教务处、驾驶系及航行系的大力支持,并参阅了许多作者的著作,在此深表谢意。

主要英美制单位与国际标准单位的换算关系表

$$1 \text{ ft} = 0.305 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.281 \text{ ft}$$

$$1 \text{ n mile} = 1.852 \text{ km} = 1.852 \text{ m}$$

$$1 \text{ kn} = 1.852 \text{ km/h}$$

$$1 \text{ km/h} = 0.539 \text{ kn}$$

$$1 \text{ lbs} = 0.454 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 2.205 \text{ lbs}$$

$$1 \text{ Usgal} = 3.786 \text{ l} = 3.385 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 10.001 = 264.169 \text{ Usgal}$$

$$1 \text{ inHg} = 33.86 \text{ hPa}$$

$$29.92 \text{ inHg} = 1.013.2 \text{ hPa} = 1.013.2 \text{ mb}$$

$$1 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 1.356 \text{ n} \cdot \text{m}$$

目 录

第一章 飞行原理与飞行性能

第一节 飞 机	1
第二节 飞行中的四个力	9
第三节 机动飞行的空气动力	19
第四节 安 定 性	32
第五节 飞行性能	41
第六节 重量和平衡	55

第二章 飞 机 系 统

第一节 全静压系统及其仪表	65
第二节 陀螺仪表	73
第三节 发动机和螺旋桨	81
第四节 燃油系统和电气系统	92

第三章 直 升 机

第一节 直升机构造	100
第二节 直升机飞行原理	107
第三节 直升机动力装置	131

第四章 航空气象基础

第一节 基本气象理论	141
第二节 天气类型	156
第三节 危险天气	167

第五章 航空气象资料

第一节 常规气象资料	177
第二节 飞行气象图表	190
第三节 航空气象电报	199
第四节 航空气象服务	211

第六章 飞行环境

第一节 安全飞行 218

第二节 机 场 228

第三节 空 域 240

第四节 无线电通讯 243

第五节 雷达和 ATC 服务 250

第七章 空中领航基本方法

第一节 领航基础 262

第二节 地标罗盘领航 285

第三节 无线电领航 298

第八章 人的因素基础

第一节 飞行中的视觉问题 322

第二节 飞行错觉 328

第三节 呼吸与飞行高度 336

第四节 酒精与药物滥用 343

第五节 影响飞行决策的因素 346

第九章 飞行准备和实施

第一节 飞行前准备 355

第二节 飞行实施程序和方法 362

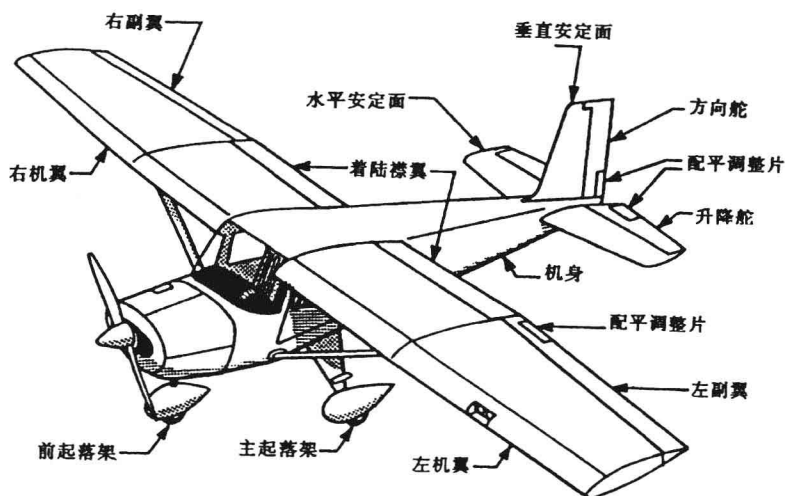
参考文献 371

第一章 飞行原理与飞行性能

本章是整个培训课程的基础。首先将简单介绍飞机的基本构成及其主要系统的工作,然后引入许多飞行原理概念,研究飞行中四个力的基础——空气动力学原理,讨论飞机的稳定性和设计特点。最后介绍飞行性能、重量与平衡等有关知识。

第一节 飞 机

本节主要介绍飞机的主要组成部件及其功用、基本工作原理,最后介绍飞机的分类。飞机的设计和形状虽然千差万别,但它们的主要部件却非常相似(图 1-1)。



* 飞机一般由五个部分组成:动力装置、机翼、尾翼和起落架,它们都附着在机身上,所以机身也被看成是基本部件。

图 1-1

一、机 体

1. 机 身

机身是飞机的核心部件,它除了提供主要部件的安装点外,还包括驾驶舱、客舱、行李舱、仪表和其他重要设备。现代小型飞机的机身一般按结构类型分为构架式机身和半硬壳式机身。

构架式机身所受的外力由钢管或铝管骨架承受;半硬壳式机身由铝合金蒙皮承受主要外力,其余外力由桁条、隔框及地板等构件承受。单发飞机的发动机通常安装于机身的前部。为了防止发动机失火时危及座舱内飞行员和乘客的安全,在发动机后部与座舱之间设置有耐高温不锈钢隔板,称为“防火墙”(图1-2)。

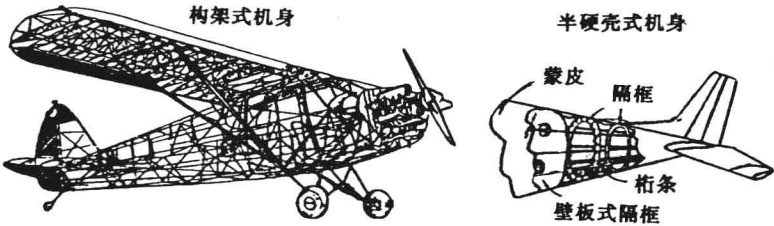


图 1-2 构架式和半硬壳式机身结构形式

2. 机翼

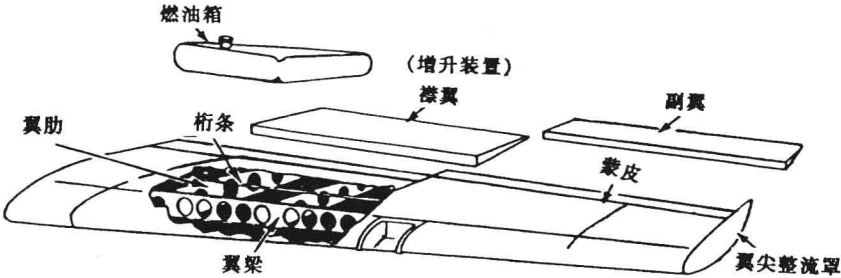
机翼连接于机身两侧的中央翼接头处,横贯机身形成一个受力整体。飞行中空气流过机翼产生一种能使飞机飞起来的“升力”。现代飞机常采用一对机翼,称为单翼。机翼可以安装于机身的上部、中部或下部,分别称为上翼、中翼和下翼。民用机常采用下单翼或上单翼。许多上单翼飞机装有外部撑杆,称为“半悬臂式”;部分上单翼和大多数下单翼飞机无外部撑杆,称为“悬臂式”(图1-3)。



图 1-3 半悬臂式和悬臂式机翼

机翼的平面形状也多种多样,民用飞机主要有平直翼和后掠翼,小型低速飞机常采用平直矩形翼或梯形翼。

机翼一般由铝合金制成,其主要构件包括翼梁、翼肋、蒙皮和桁条。几乎所有现代飞机的机翼内都装设有燃油箱。在机翼两边后缘的外侧铰接有副翼,用来操纵飞机横滚;后缘内侧挂接襟翼,在起飞和着陆阶段使用(图1-4)。



* 金属机翼由翼梁、翼肋、桁条和蒙皮等组成。翼梁承受大部分弯曲载荷,蒙皮承受部分弯曲载荷和大部分扭转载荷,翼肋主要起维持翼型作用。

图 1-4

3. 尾 翼

尾翼连接于机身的尾部,一般由垂直尾翼和水平尾翼两部分组成。垂直尾翼包括垂直安定面和铰接在它后面的方向舵。水平尾翼包括水平安定面和铰接在它后面的升降舵。多数飞机在升降舵后缘铰接有一块可动翼片,称为配平调整片,用来减小飞行中飞行员进行俯仰操纵时的感觉力(图 1-5)。



* 尾翼由垂直安定面和方向舵以及水平安定面和升降舵组成。某些飞机的水平尾翼为一整体操纵面,称为全动平尾。

图 1-5

有些小型低速飞机的水平尾翼是一块绕枢轴上下偏转的水平安定面,而无升降舵。这种设计称为全动平尾。为了使飞行员获得与操纵有升降舵的飞机同样的“感觉”,在全动平尾后缘装有反补偿片。该片可随着全动平尾的偏转而自动同向偏转,适当增大俯仰操纵感觉力,从而有效防止因俯仰操纵感觉力太轻而导致所谓的“操纵过量”。同时,反补偿片还可以起配平调整片的作用。

二、飞行操纵系统与操纵面

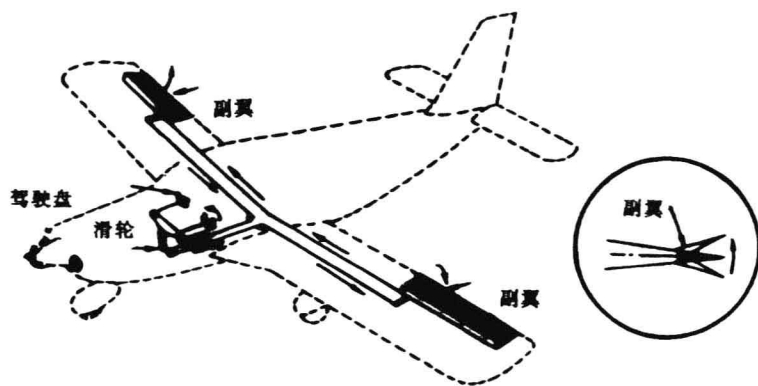
飞行操纵系统分为主操纵与辅助操纵两个部分。主操纵是指飞行员通过对主操纵面即副翼、升降舵(或全动平尾)和方向舵的操纵来控制飞机在起飞、机动飞行和着陆期间的姿态。辅助操纵系统包括配平调整片和襟翼。配平调整片用来平衡主操纵力;襟翼用来改变机翼升力特性并减小机翼失速速度。有关襟翼的内容将在本章第二节介绍。

1. 副翼的操纵

转动驾驶盘时,通过传动机构传动机翼两边的副翼反向偏转,产生升力差使飞机绕其纵轴滚转(图 1-6),达到横滚操纵的目的。例如向左转动驾驶盘时,右副翼向下偏而左副翼向上偏,右机翼升力增大而左机翼升力减小,飞机向左滚转。向右转动驾驶盘则飞机向右滚转。

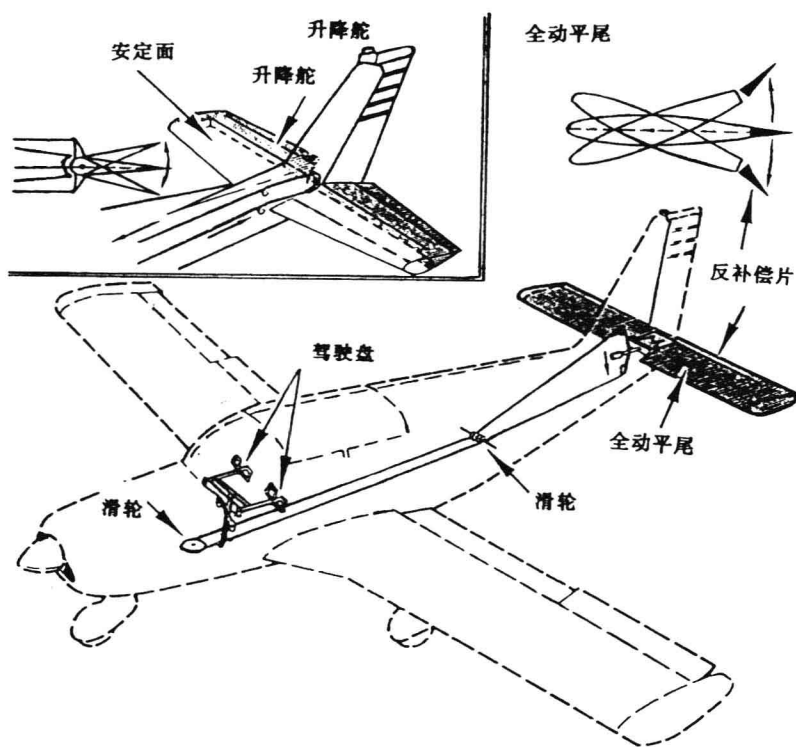
2. 升降舵或全动平尾的操纵

前推或后拉驾驶盘(杆)时,通过传动机构传动升降舵(或全动平尾)向下或向上偏转,改变水平尾翼上的升力,使飞机绕其横轴转动,即低头或抬头,达到俯仰操纵的目的(图 1-7)。



* 通过转动驾驶舱中的驾驶盘使副翼偏转。向左压盘时左边的副翼上偏,右边的副翼下偏,飞机向左产生坡度,这就是飞行中开始左转弯的动作。如果向右压盘,其结果相反。

图 1-6



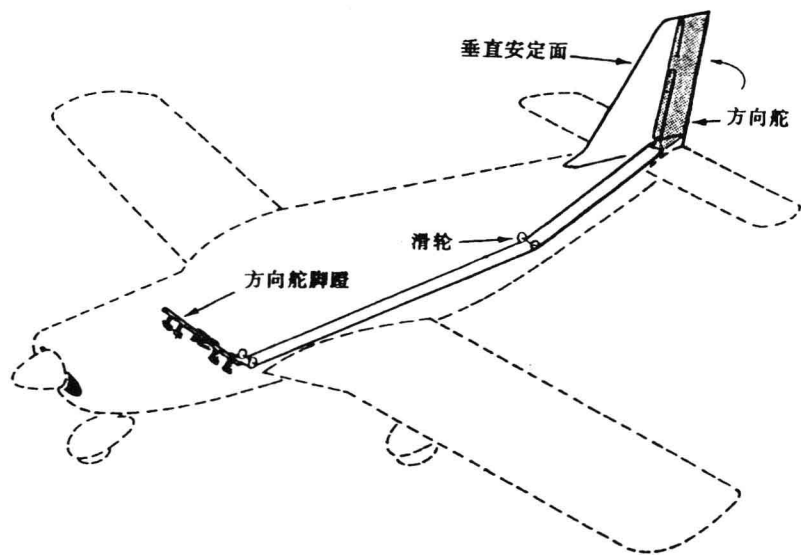
* 通过驾驶杆操纵升降舵 (或全动平尾) 使飞机改变俯仰姿态。若向后拉驾驶杆,则飞机抬头;若向前推杆,则飞机低头。

图 1-7

3. 方向舵的操纵

蹬左或右脚蹬时,通过传动机构传动方向舵向左或向右偏转,作用在垂直尾翼上的气动

力发生变化,使飞机绕其立轴转动,即向左或向右偏航。方向舵一般与副翼配合使用以达到协调转弯的目的(图1-8)。

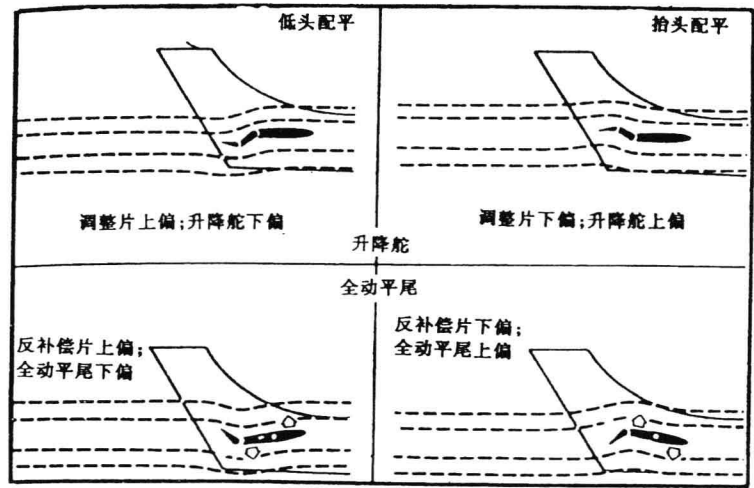


* 通过驾驶舱内的脚蹬来操纵方向舵。蹬左脚蹬机头向左偏,反之机头向右偏。

图 1-8

4. 配平调整片

多数飞机的升降舵后缘铰接有可操纵小翼面,称为配平调整片。在飞行中,为了使机头保持在所需姿态,飞行员就必须用力握住驾驶盘。配平调整片的作用就是减轻或消除飞行员手上的这个操纵感觉力,调整飞机姿态的平衡,如图1-9。多数小型飞机上可以用驾驶舱内的



* 通过驾驶舱中的配平操纵机构操纵调整片(或反补偿片)可以使飞机抬头或低头,并保持调定的俯仰姿态,从而减小或消除飞行员的操纵力。

图 1-9

配平手轮或摇柄来操纵调整片。全动平尾的反补偿片作为调整片时，其操纵和作用与普通配平调整片相同。值得注意的是，配平操纵动作的方向应与相应的主操纵方向一致。例如，要想使飞机抬头，则应向后转动配平手轮或摇柄；反之，要想使飞机低头，则应向前转动配平手轮或摇柄。某些飞机的方向舵和副翼后缘也有调整片。

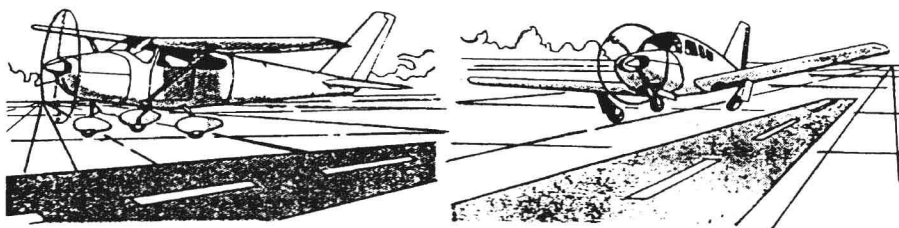
三、起落架系统

起落架系统的功用是在飞机起飞滑跑、着陆、滑行和停机时支撑飞机，并可实现地面转弯、刹车和着陆减震。

1. 起落架

飞机一般有三个起落架，其中两个主起落架位于重心附近的机身两侧或两机翼根部，起主要的支撑作用，另一个起落架在机头或机尾。若在机尾，则称为后三点式，常见于老式飞机和少数现代小型飞机上，较适合在粗糙道面上行进；若在机头，则称为前三点式，为大多数现代飞机所采用，并且该前轮可通过方向舵脚蹬控制偏转，以便地面滑行时灵活转弯。

起落架还可分为固定式和可收放式。固定式起落架始终保持在撑开位置。可收放式起落架则在飞行中可收起来，以减小空气阻力，改善飞行性能。在可收放式起落架飞机的驾驶舱中有起落架收放手柄、指示起落架位置的信号灯以及应急放下起落架的操纵器件等，供飞行员在飞行中按需要操纵起落架收起或放下（图 1-10）。



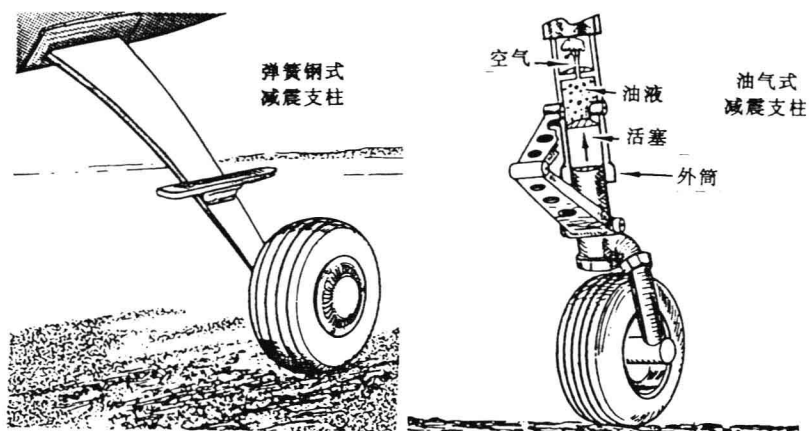
* 固定式起落架始终保持在撑开位置。可收放式起落架的起落架一般沿前后方向收放，主起落架通常向内收入机翼根部或机身的主轮舱内。

图 1-10

起落架包括机轮和减震支柱。减震支柱连接在机身或机翼的承力结构上，少数为弹簧钢式，大多数为油气式，用于吸收着陆撞击、滑行和滑跑时的颠簸振动（图 1-11）。

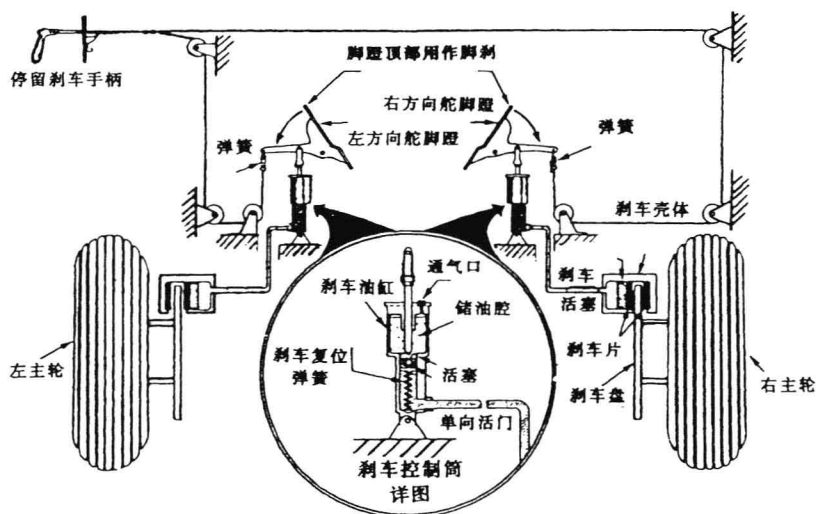
2. 刹车

小型飞机通常采用独立刹车系统（图 1-12）。刹车装于两主轮上，由方向舵脚蹬控制。踩下脚蹬时，刹车控制筒将油液压入刹车动作筒，通过刹车活塞推动刹车块紧贴刹车盘使主轮刹车。地面停机时可通过停留刹车手柄施加停留刹车。在地面运行时，分别使用左或右刹车也可实现转弯。



* 有两种主要的减震支柱。弹簧钢减震支柱由弹性钢板制成，它可将外部压力吸收后释放出去。油气式减震支柱由内筒（活塞）、外筒构成，内部充以空气和油液。接地时空气迅速压缩吸收接地动能，然后缓慢释放，同时油液通过筒内隔板上的小孔产生摩擦热将能量耗散。

图 1-11



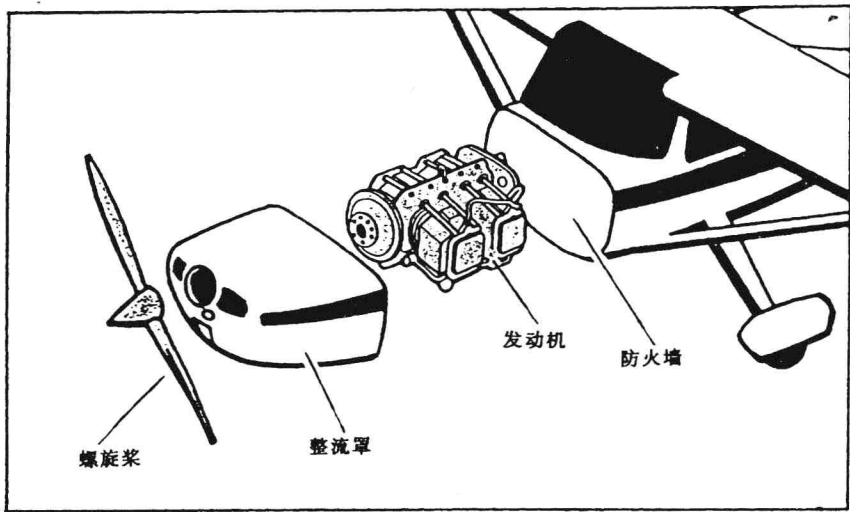
* 独立液压刹车系统一般由脚蹬、刹车控制筒、刹车装置以及停留刹车等部分组成。

图 1-12

四、动力装置

在小型飞机上动力装置包括发动机和螺旋桨，如图 1-13。发动机外部由整流罩包围，使飞机头部成流线形以减小阻力，同时整流罩还可引入外界空气去冷却发动机汽缸。发动机主要为螺旋桨提供所需动力，同时，它还带动发电机为飞机供电，并可为一些飞行仪表提供

真空源。在多数单发飞机上，发动机还为飞行员和乘客提供热源。



* 发动机外部装有整流罩，一方面使机头成流线形，另一方面将空气导入汽缸周围使之冷却。螺旋桨装在发动机前部，它将发动机的旋转力矩转换成有助于飞行的向前动力——拉力。

图 1 - 13

五、航空器分类

航空器包括定翼机、直升机、滑翔机和热气球等。为了便于分类，FAA（美国联邦航空局）建立了两种类别、级别和型别的分类体系。一种用于航空器设计批准或适航审定，另一种用于飞行员的合格审定。

对于航空器的适航审定，类别对航空器的用途和运行作了严格的限制（表 1 - 1）。大多数小型定翼机属于正常类和实用类，许多用于飞行训练的飞机都是经过这两类适航审定的。实用类飞机比正常类能承受更大的载荷。特技类飞机的结构强度比上述两类高得多，因而其使用限制最小。通勤类飞机用于运送旅客，但被限制在 19 座和 19 000 lbs 以下。运输类通常指航线运输机或超过某个重量限制（或载运旅客人数）的大型航空器。

表 1 - 1

类 别		级 别	型 别
正常类	限用类	定翼机	特定的制造型号，诸如： PA—28—161 Hughes 500 Boeing 747
实用类	限制类	旋翼机	
特技类	暂用类	滑翔机	
通勤类		轻于空气的航空器	
运输类	实验类		

注 对于航空器的合格审定，FAA 首先确立了广泛的类别，然后进一步分成四种级别，最后是型别——制造型号。

限用类是指从事特殊任务的航空器，如农用飞机或护林飞机。限制类是指允许有限地用于民用的军用航空器。暂用类是指新设计出来，还不完全符合适航要求的航空器，但仍可用于某种目的的飞行。实验类所指的航空器范围较广，例如非专业制造的竞赛飞机，以及为验证某种设计思想所研制开发的航空器等。

对于飞行员的合格审定，航空器仍被分为类别、级别和型别，只是与航空器适航审定的含义有所不同（表 1-2）。

表 1-2

类 别	级 别	型 别
定翼机	单发陆上 多发陆上 单发海上 多发海上	特定的制造型号，诸如： 赛斯纳 152 Hughes 500 Boeing 747
旋翼机	直升机 自旋翼机	
滑翔机		
轻于空气的航空器	飞艇 热气球	

注 对于飞行员的合格审定，类别包含的范围最广，包括四种类别。除滑翔机外，各种类别进一步分成级别。最后指定制造型号。当飞行员完成训练后，在驾驶执照上可能被注明“定翼机单发陆上”。对于小型定翼机，通常在执照上不注明型别。

• 自 测 题 •

学完本节后，应了解：

1. 飞机的主要部件有哪些？它们的主要作用是什么？
2. 主操纵面的位置和作用？如何操纵？
3. 前三点式与后三点式起落架的差异是什么？起落架如何减震？
4. 飞机刹车的使用特点是什么？
5. 动力装置有什么作用？整流罩和防火墙的作用是什么？
6. 航空器是如何分类的？航空器适航审定和飞行员合格审定分类系统有什么差异？

第二节 飞行中的四个力

飞行中作用在飞机上的四个力是升力、重力、拉力和阻力。升力是由流过机翼上下表面的气流产生的一个向上的力，它将飞机支撑在空中。重力与升力的方向相反，它是由地球引力产生的一个向下的力。拉力是驱使飞机在空中前进的力，它的大小主要随发动机功率而变化。与拉力相反的是阻力，它是一个限制飞机速度的向后的力（图 1-14）。

用来表示作用在飞机上的力的那些箭头，通常叫矢量。箭头的长度表示矢量的大小，而箭头的方向表示矢量的方向。当两个或更多的力同时作用在同一物体上时，它们的作用结果用合力表示（图 1-15）。