

第 1 章 航空发展概况

本章内容可以使读者了解航空的国内外发展概况,尤其是新中国航空工业的发展历程,在当今研制国产大飞机的背景下具有重要参考价值。

本章阐述了航空的基本概念,对航空器进行了分类,详细叙述了航空的发展历史、飞机的应用、无人机、民用航空的发展及其管理机构。

1.1 航空的定义与分类

1.1.1 航空的定义



视频: 航空与航天有啥区别?

航空指飞行器在地球大气层(空气空间)中的飞行活动,以及与此相关的科研教育、工业制造、公共运输、专业作业、航空运动、国防军事、政府管理等众多领域,它是一种复杂而有战略意义的人类活动。通过对空气空间和飞行器的利用,航空活动可以细分为众多独立的行业和领域,典型的如航空制造业、民用航空业等。

航空必须具备空气介质和克服航空器自身重力的升力,大部分航空器还要产生相对于空气运动的推力。

航空也指一切与天空有关的人类活动,譬如飞行,这些活动也包括与天空有关的组织,如飞机制造、发展和设计等。翱翔天空是人类很久以来的梦想,但直到 18 世纪后期热气球在欧洲成功升空,这一愿望才得以实现。到了 19 世纪,西方许多人制造出了一些不用发动机的滑翔机。1903 年,美国人莱特兄弟发明了有动力飞行的飞机——“飞行者一号”(Flyer I),并试飞成功,被全世界公认为飞机诞生的标志。20 世纪初期,飞机的出现开创了现代航空的新篇章。空气动力学是航空技术的科学基础,航空技术的每一项成就都离不开空气

动力学的进展。

在军用航空领域,早在 18 世纪,人类就已经发明了没有动力的侦察热气球。到了现代,军用飞机的需求量与日俱增,军机生产商之间是相互的竞争者,因为只有其中一方能取得某国的合约,提供军机给该国,而政府考虑的主要是飞机的价格、性能和速度。其中,战斗机用来摧毁敌方军机,如零式舰载战斗机;攻击机用来攻击地面目标,实施火力支援,如 A-10 雷霆攻击机;轰炸机用来进行战略轰炸,如 B-2 幽灵隐形战略轰炸机;大型运输机用来进行人力或物资运输,如 C-130 运输机;侦察机用来搜集情报,如 U-2 侦察机;直升机用来进行火力支援和运输。

民用航空指一切非军事航空活动,包括航空运输及通用航空。目前全球有五大主要客机生产商:空中客车公司,总部在法国的图卢兹市;波音公司,总部在美国的华盛顿州;庞巴迪公司,总部在加拿大的魁北克省;巴西航空工业公司,总部在巴西的圣保罗州;中国商用飞机有限责任公司,总部在中国的上海市。波音和空中客车公司主要生产窄体和宽体的干线客机,庞巴迪和巴西航空工业公司则主要生产支线客机,而中国商用飞机有限责任公司所研发的 ARJ21-700 飞机和 C919 飞机已经投入航线飞行。多数飞机生产商除了进行飞机设计、制造和试飞外,还提供客户服务,也负责飞机大部段、部分零部件的加工制造及系统设备的研发制造等,而更多的飞机零件则由世界各地的不同机构制造。在 20 世纪 70 年代以前,大部分大型航空公司都是国家航空公司,受到政府保护,免受对手威胁。但是自 1979 年美国的“开放天空”政策推行之后,不少航空公司纷纷成立,竞争加剧使机票价格下滑,再加上高燃油价、高薪金及 2001 年所发生的“9·11”事件和 2003 年的 SARS(非典型性肺炎)事件,不少经营不善的航空公司纷纷申请破产保护、政府保护或合并,但与此同时,廉价航空公司如美国西南航空公司则成为这一时期的受益者。

通用航空也属于民用航空,是指所有非定期航班,包括私人 and 商业性飞机。通用航空可以进行公务航班、不定期航班、私人航班、飞行训练、降落伞、热气球、滑翔飞行、空中摄影、救护航班、特技飞行、空中巡逻或森林防火等。每个国家对通用航空有不同的规范。目前,全球有不少飞机制造商生产小型飞机,如塞斯纳、莫拉凡等,其市场主要针对希望拥有私人飞机的顾客或飞行学校。随着航电系统的改善,以往只有大型飞机使用的航电系统也能加装在小型飞机上,如全球定位系统(global positioning system,GPS),再加上复合材料的应用,使飞机更轻且飞得更快,成为发展小型飞机的推动力。如今,许多国家允许私人飞行,使得超轻型飞机和自制飞机得到普及。2023 年 12 月,美国纽约使用电动垂直起降飞行器(electric vertical take-off and landing,eVTOL),在城市中正式开辟了“空中出租车”航线。

1.1.2 航空器的分类

在地球大气层内、外飞行的器械称为飞行器。按照飞行器的飞行环境和工作方式不同,可以把飞行器分为三类:航空器、航天器、火箭和导弹。在大气层内飞行的飞行器称为航空器,航空器靠空气的静浮力或靠与空气相对运动产生的空气动力升空飞行。主要在大气层外空间飞行的飞行器称为航天器,航天器在运载火箭的推动下获得必要的速度进入大气层外的空间,然后在引力作用下完成类似于天体的轨道运动。火箭是靠火箭发动机的动力升空,可以在大气层内或大气层外飞行的飞行器;导弹是一种飞行武器,弹体带有战斗部,依靠制导系统控制其飞行轨迹。从动力装置和飞行范围看,火箭和大部分导弹更接近于航天器,所以把火箭和导弹归属于航天的范畴。



航空器常见的分类方法如图 1-1 所示,下面重点介绍重于空气的航空器——飞机。

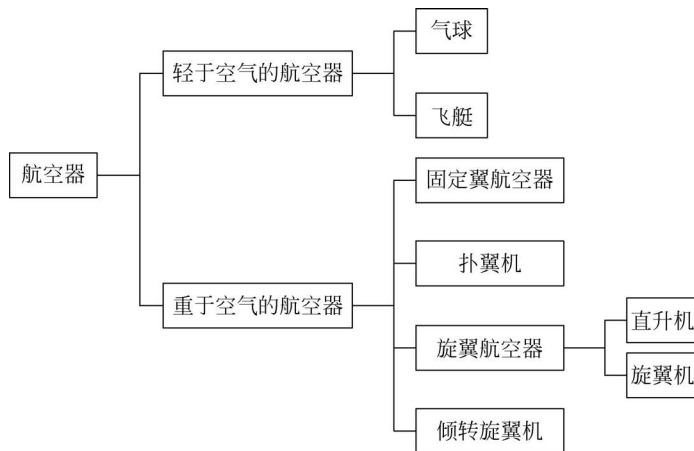


图 1-1 航空器的分类

由于飞机构造的复杂性,飞机的分类依据也是五花八门,既可以按飞机的用途来划分,也可以按结构和外形来划分,还可以按照飞机的性能和年代划分。

1. 按飞机的用途分类

飞机按用途可以分为民用飞机和军用飞机两大类。

民用飞机泛指一切非军事用途的飞机(如客运飞机、货运飞机、农业作业飞机、运动飞机、救护飞机及试验研究飞机等)。

军用飞机则是指用于各个军事领域的飞机,其传统分类大致如下:

(1) 歼击机,又称战斗机,第二次世界大战以前称驱逐机,其主要用途是与敌方歼击机进行空战,夺取制空权,还可以拦截敌方的轰炸机、强击机和巡航导弹。

(2) 强击机,又称攻击机,其主要用途是从低空和超低空对地面(水面)目标(如防御工事、地面雷达、炮兵阵地、坦克舰船等)进行攻击,直接支援地面部队作战。

(3) 轰炸机,是指从空中对敌方前线阵地、海上目标及敌后的战略目标进行轰炸的军用飞机。按其任务可分为战术轰炸机和战略轰炸机两种。

(4) 侦察机,是专门进行空中侦察、搜集敌方军事情报的军用飞机。按任务也可以分为战术侦察机和战略侦察机两种。

(5) 运输机,是指专门执行运输任务的军用飞机。

(6) 预警机,是指专门用于空中预警的飞机。

(7) 其他军用飞机,包括电子干扰机、反潜机、教练机、空中加油机、舰载飞机等。

当然,随着航空技术的不断发展和飞机性能的不断完善,军用飞机的用途和分类界限越来越模糊,一种飞机完全可能同时执行两种以上的军事任务,如美国的 F-117 战斗轰炸机,既可以实施对地攻击,又可以进行轰炸,还有一定的空中格斗能力。

2. 按飞机的构造分类

由于飞机构造复杂,因此按构造分类就显得种类繁多。比如可以按机翼的数量将飞机分为单翼机、双翼机和多翼机(图 1-2),也可以按机翼的形状分为矩形翼飞机、梯形翼飞机、后掠翼飞机、变后掠翼飞机、三角翼飞机和 S 形机翼飞机等(图 1-3),还可以按飞机的发动

机类别分为螺旋桨式飞机和喷气式飞机两种。

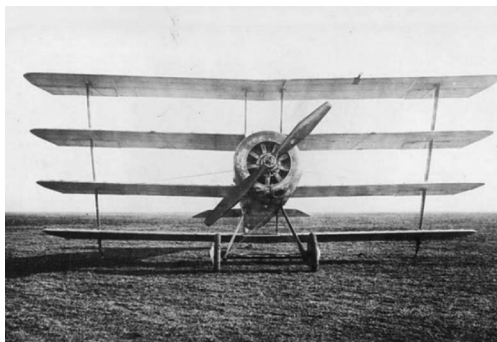


图 1-2 第一次世界大战时的英国 FK10 四翼战斗机

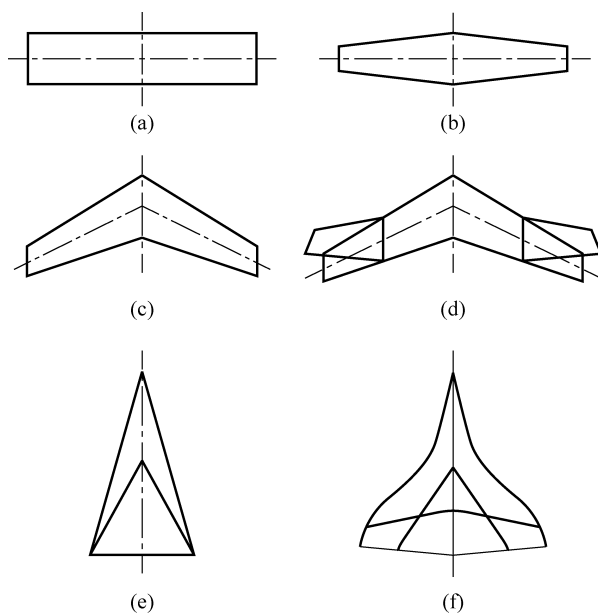


图 1-3 飞机按机翼的形状分类

(a) 矩形翼；(b) 梯形翼；(c) 后掠翼；(d) 变后掠翼；(e) 三角翼；(f) S 形机翼

1.2 航空发展史



视频：飞机的发明与发展



视频：民航飞机百年发展史

1.2.1 中国航空史



视频：中国大飞机项目发展历程



视频：中国空军的发展史,从歼-5到歼-20的蜕变!

1. 中国古代航空史

腾云驾雾,呼风唤雨,高居于碧霄之上,逍遥于九重天外——这是龙的形象(图1-4)。可见,在我们的祖先心中,很早就产生了像神龙那样凌云御风、翱翔天宇的渴望。因此,在中国五千年灿烂辉煌的历史长河中,一直流传着飞天神女(图1-5)、嫦娥奔月(图1-6)等传说。



图 1-4 龙的形象



图 1-5 甘肃敦煌飞天神女画



图 1-6 中国古代神话故事——嫦娥奔月

在这种梦想的激励下,我们的祖先不断地探索制造飞行器械。最早的、有史可查的记载可以追溯到公元前。据《墨子·鲁问》中记载,春秋时期的著名工匠公输班已能“削竹木以为鹊,成而飞之”;《后汉书·张衡传》中记载,东汉著名的科学家张衡也曾制造出了能够飞翔的木鸟。两千多年以前,世界上最早的实用飞行器——风筝在中国诞生了(图 1-7)。唐代赵昕所著《息灯鹞文》中记载,楚汉争霸时,韩信在垓下之战中曾使用过风筝。而在南北朝时风筝已正式用于军事联络了。另外,在我国的许多文献、发明中可以找到许多近现代飞行器的影子。例如,东晋的葛洪在《抱朴子·内篇·杂应》中提出了鸟类翱翔是由于上升气流托举的见解,这是对鸟类飞行原理的重要发现,包含了滑翔机的最初理论;五代时的松脂灯,又名“孔明灯”(图 1-8),是利用热气升上天空的,这其实是一种原始的热气球;西方学者称为“中国陀螺”的竹蜻蜓(图 1-9)则被普遍视为现代旋翼机的雏形。



图 1-7 最早的实用飞行器——风筝

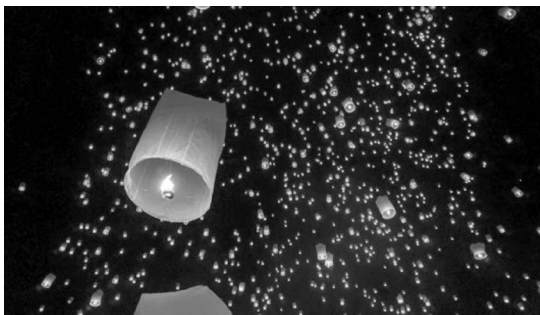


图 1-8 孔明灯



图 1-9 竹蜻蜓

由此可见,在航空方面,我们的祖先已取得了许多成就,虽然由于中国封建社会“重文轻理”思想的压制,它们没能得到进一步发展,却给后世航空器的研究以重大的影响和启迪。

2. 中国现代航空史

在航空工业方面,中国是航空古国,也是航空大国,但目前还不是航空强国,这和我们国家日益壮大的国际政治、经济地位是不相称的。新中国成立以来,我国的航空工业取得了巨大成功,由早期的仿制飞机到现在自主研制飞机,新中国拥有了自己的一系列机型。

旧中国航空工业的萌芽在逆境中顽强生长。从 1910 年清政府在北京南苑设厂制造飞机到 1949 年新中国成立,近 40 年的时间中国虽然在航空方面积累了一些基础,但从来都算不上是独立的航空工业。再加上抗日战争中日军的轰炸,解放战争国民党溃败时的破坏,以及战乱中飞机制造厂的多次搬迁流离,设备损失殆尽,工厂残破瓦解。到新中国成立时,除了留下一些航空技术人才之外,仅有的一些基础已荡然无存。

新中国蓬勃发展的航空工业,便是在这种“一穷二白”的基础上一步一步、一砖一瓦地建设起来的。70 多年来,无数航空工作者为了新中国的航空事业献出了毕生的心血,终于使



我国跨入了航空大国的行列。虽然与当今美、俄等航空强国相比,我们还有很长的路要走,但中华民族历来就是勤劳、勇敢而智慧的,只要我们一如既往地发扬艰苦创业、不懈进取的精神,中华民族终有一天将走在世界航空的最前列!

新中国成立初期,百业待举,经济困难。然而,为了建设强大的国防,发展中国的航空事业,中央人民政府人民革命军事委员会和政务院于1951年4月17日颁发了《关于航空工业建设的决定》,成立了航空工业管理委员会,新中国的航空工业就这样在抗美援朝的烽火中诞生。

当时,国家组织了对航空工业大规模的重点建设,仅在第一个五年计划(1953—1957年)期间,国家就投入大量资金,在苏联的技术支援下,组建了一批航空高等院校,建设了13个重点骨干企业,使航空工业迅速完成了由修理到制造的过渡。

迎着抗美援朝的烽火,从航空工业的初创到第一批骨干企业的建立,从组建最早一批科研院所到火热的大“三线”建设,再到门类齐全的航空工业体系的形成,经历了27年的风雨历程。

1954年7月,中国生产的第一架飞机——初教-5试制成功。之后,于1956年试制成功我国第一架喷气歼击机——歼-5飞机;1958年,试制成功多用途运输机——运-5飞机和中国第一架直升机——直-5;1959年,超声速喷气式飞机——歼-6又试制成功。20世纪50年代取得的一系列重要成就和历史性的突破,使中国跨入了当时世界上少数几个能够成批生产喷气式飞机的国家的行列。

20世纪六七十年代,中国航空工业进入完全依靠自己的力量、独立自主地建设和发展的时期。其间虽然受到“文革”的严重干扰,但仍然取得了巨大成就。在着眼长远、全面规划的基础上,为提高航空科研能力,广泛吸引海内外航空科技人才,设立了航空研究院和22个航空专业设计所、研究所;根据增强试制生产能力、完善配套的需要,展开了大规模的“三线”建设,到70年代后期,中国航空工业不但在东北、华北、华东有了比较强的飞机及其配套生产能力,而且在中南、西南、西北等地的“三线”地区建成了能够制造歼击机、轰炸机、运输机、直升机及其发动机、机载设备的成套生产基地,航空工业布局发生了重大变化,形成了比较完整配套的生产能力。

20世纪70年代,随着国防科技工业的战略调整,军用航空产品订货陡然下降,企业大面积停工停产,经济形势十分严峻。此时全行业对民品开发的认识还很肤浅,行动尚不自觉,开发的军转民项目有很大的盲目性,产品小而杂,经济效益不高。80年代后期,中央提出“航空工业民品生产,除了主要生产民用飞机外,也要生产其他产品,但应该是既能充分发挥自己的技术优势,又能消化国外引进技术、打得出去的产品”。从此,全行业明确了发展方向,航空工业民品发展,尤其是非航空产品发展,开始进入有目标、有计划地进行产品开发和技术改造、国际合作的阶段。在长时间“军转民、内转外”的战略转变中,中国航空工业在探索中前进,在变革中发展,在竞争中成长。在走向世界方面,实现了从一般性交流合作、技术引进、转包生产到重大航空产品和整机技术出口,再到作为平等伙伴参与重大航空项目研发的历史性跨越,实现了从东方到西方、从民用航空到军用航空、从引进来到走出去的全方位、宽领域的开放。

当时,邓小平同志多次强调加快航空工业发展的重要性,指出“科技是巨大的生产力,这在航空工业中表现得特别明显”,要求航空工业贯彻“军民结合”的方针,大力发展民用飞机

和其他民用产品；加快引进国外的先进技术，提高航空科研起点；积极开展航空产品对外出口。为贯彻这一系列指示，航空工业提出了“科研先行、质量第一和按经济规律办事”的指导思想，确定了飞机“更新一代、研制一代、预研一代”的发展方针，明确了“在新机研制上有所突破，在民品生产上有所突破，在扩大出口上有所突破”的目标。改革开放以来，中国航空工业向世界出口飞机 1300 多架，60 多个国家成为中国航空产品的用户国，30 多家著名跨国公司与我国航空工业建立起了长期稳定的合作关系，1000 多人次的外国领导人和军政首脑访问过中国航空工业，累计实现进出口总额 400 多亿美元。目前，世界上在役的干线飞机中，半数以上使用中国生产的零部件。

新中国的航空工业几乎是从零开始的，新中国成立以后，国家建立了几所培养航空精英和高级技术人才的航空高等院校，加上从国外学成归国的留学人员，涌现出了许多著名的飞机设计师。

1) 新中国成立前的飞机设计师

早期归国的飞行员有冯如、谭根、林福元、张惠长等，他们为我国早期航空事业的发展奠定了基础。冯如是我国首位航空工程师兼飞行员(图 1-10)，于 1884 年 1 月 12 日生于广东省恩平县，因生活环境因素，于 12 岁时随亲戚赴美国旧金山谋生。1903 年当冯如得知美国莱特兄弟发明飞机并飞行成功后，决心要靠自己的力量制造飞机。冯如获得了当地华侨的赞助，于 1907 年在旧金山以东的奥克兰设立飞机制造厂，1909 年正式成立广东飞行器公司，冯如担任总工程师，该公司于成立当年便投入生产飞机的业务。



视频：冯如的飞机有多厉害？



视频：华人飞行之父——冯如



图 1-10 华人飞行之父——冯如

1909 年 9 月 21 日接近黄昏时分，冯如自己研发的首架飞机在奥克兰附近的一座圆形山丘旁进行首次试飞，由冯如亲自驾驶，此处远离居民区，除在场的记者外，就是他的三名助手。飞机起飞后飞行了 800 米，在离地 4.57 米处准备做一次转弯时，螺旋桨突然停止转动，飞机掉了下来，在飞机触地时冯如被甩出机外，幸好没有受伤。事后冯如检查飞机，发现造成事故的原因是由于螺旋桨桨轴螺丝锁得太紧，致使桨叶叶根断裂。

1910 年 7 月，冯如参考寇蒂斯的金甲虫(June Bug)及莱特兄弟的“飞行者一号”两款构型的设计，设计制造了第二架飞机(图 1-11)。同年的 10—12 月，冯如驾驶此架飞机在奥克兰进行飞行表演大获成功，受到孙中山先生与旅美华侨的赞赏，并获得了美国国际航空学会颁发的甲等飞行员证书。

中国空军源自广东陆军航空队所奠定的基础，中华民国创建后孙中山有感于国内发展

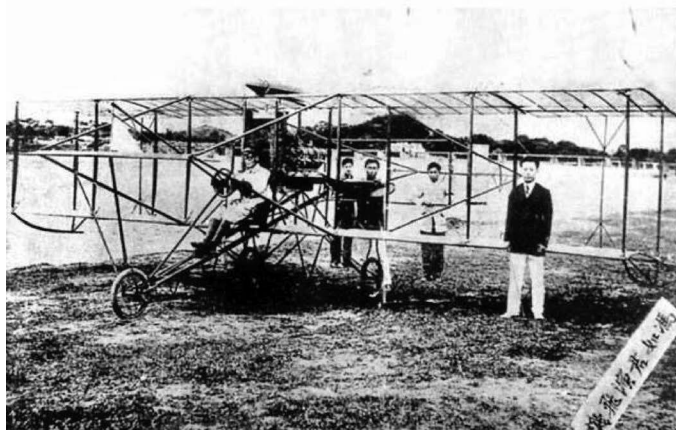


图 1-11 冯如和他设计的飞机

航空事业的重要性,请求谭根返回美国筹备。

1918年,谭根赴美募款,并于年底前引进数架双翼教练机至广州。谭根在美国时,曾于寇蒂斯创办的飞行学校学习飞行,回国后于1915年在香港九龙湾驾驶水陆两用机进行飞行表演(图1-12)。另一位飞行员林福元也是自寇蒂斯飞行学校取得飞行执照的华裔美国人,之后于1919年夏季回国并在广州进行一连串的飞行展示。这两位受到广州地区民众欢迎的飞行员均有意创办飞行学校,但后来因国家财政拮据而中止计划。张惠长是于1916年自中国国民党内遴选进入美国航空学校受训的学员之一,回国后曾完成历史性的南北长途飞行创举,被航空界人士称为“中国林白”。



图 1-12 谭根和他设计的飞机

2) 航空精英的摇篮——航空院校

航空工业建立之后的首要任务就是适应抗美援朝的需要,全力保证志愿军空军飞机的修理,同时为逐步从修理过渡到制造积累经验。没过多久,我国便在苏联专家的援助之下建立起了包括沈阳飞机厂在内的第一批骨干企业,设备基本上是从苏联成套购买的。在建设航空企业的同时,我国也十分注重人才的利用和培养,一大批学成归国的有航空技术专长的知识分子相继被委以重任。例如,曾经留学英美的徐舜寿、黄志千、吴大观、虞光裕分别受命组建我国的第一个飞机设计室和发动机设计室;曾留学英国的陆孝彭被任命为飞机设计

师,后来主持设计了中国的第一代强击机;从美国回来的眭凌被委任建立中国的第一个航空仪表设计室等。

为了航空工业后续人才培养,我国于1952年创办了三所航空高等院校:北京航空学院,由清华大学航空学院和四川大学、北京工业大学的航空系合并而成,后改名为北京航空航天大学;华东航空学院,由原中央大学、交通大学、浙江大学的航空系合并而成,1956年迁往西安并与西北工学院合并成为西北工业大学;南京航空工业专科学校,1956年升为南京航空学院,后改为南京航空航天大学。这三所高校为我国的航空工业输送了大量高科技人才,为新中国航空工业的发展作出了不可磨灭的贡献。

在民用飞机飞行员的培养方面,当前我国主要有以下院校设有飞行技术专业:中国民用航空飞行学院、北京航空航天大学、南京航空航天大学、西北工业大学、中国民航大学、上海工程技术大学、沈阳航空航天大学、山东航空学院等。

3) 航空报国的脊梁——中国十大著名飞机设计师

从薄弱的工业基础到建立起比较完备的航空工业体系,从而为空军提供装备支撑以保卫祖国的领空,凝聚的是几代人、无数飞机设计师的心血。这些飞机设计师不仅是中国航空工业的智慧象征,更是千千万万几十年如一日默默奋斗在科研一线的航空设计人员的典型代表。由于作战飞机在战斗中的地位不断提高、作用越来越大,飞机设计师的战略价值也被蒙上了神秘面纱,难以走进寻常人的视野。他们当中有的因为装备的解密而出现在公众媒体,而大多数则永久“保密”在幕后。从这个角度讲,我们不仅是在歌颂中国航空工业的功勋人物,也是在向无数的无名英雄致敬。

(1) 冯如:中国第一位飞机设计师

冯如(1884年1月12日—1912年8月25日),原名冯九如,乳名冯珠九,字鼎三,号树垣,出生于广东省恩平县,中国第一位飞机设计师。他是中国从事飞机研制、设计、制造和飞行的第一人。

冯如被美国报纸赞为“东方莱特”。1911年2月,冯如谢绝美国多方聘任,带着助手及两架飞机回到中国,提出航空救国主张并为之奋斗。1912年8月25日,冯如在广州燕塘的飞行表演中不幸失事殉职,遗体安葬在广州黄花岗七十二烈士墓(今黄花岗公园)。

(2) 徐舜寿:大师之师,培养多位院士

徐舜寿(1917年8月21日—1968年1月6日),我国著名飞机设计师,浙江省吴兴人,1933年考入清华大学机械工程系航空工程组;1944年赴美国麦克唐纳飞机公司实习;1946年8月奉召回国,在空军第二飞机制造厂担任运输机的设计工作。

新中国成立后,徐舜寿先后担任航空工业局飞机科科长和总工艺师。1956年8月,他任我国首个飞机设计室主任设计师,全面负责创建工作。此间,他成功设计出歼教-1型喷气教练机,并主持了初教-6型初级教练机和强-5型强击机的总体设计。

(3) 陆孝彭:设计“最轻的战斗机”歼-12

陆孝彭(1920年8月19日—2000年10月16日),飞机设计专家,江苏省常州市人。1941年毕业于重庆国立中央大学。

陆孝彭曾主持变后掠技术重大课题研究,在气动布局、机翼优化设计、驱动+AAA机构和飞控系统方面取得突破,获国家科学技术进步奖二等奖。陆孝彭于1978年获全国劳模称号,1995年当选为中国工程院院士。