

B. A. 波波夫 著

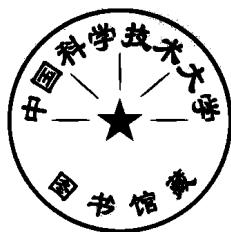
航空技术基础



国防工业出版社

航空技术基础

B. A. 波波夫著



国防工业出版社

本書內容主要是敘述初級航空技術的基本知識。本書分為兩部分，第一部分對下列內容做了簡要的敘述：現代飛機及其構造，空氣動力學的基本知識及飛行原理，航空發動機的構造及其工作，飛機的設備與軍械，噴氣式飛機與直昇飛機。

本書第二部分敘述了迄今為止的航空發展簡史，特別是蘇聯航空事業的發展。

本書內有大量插圖，可幫助讀者便於了解本書的內容。

本書經蘇聯高等教育部審定為航空專科學校教材，但亦可用於中等技術學校、軍事航空學校等部門，此外尚可供願意學習航空基本知識的廣大讀者學習之用。

В. А. Попов
ОСНОВЫ
АВИАЦИОННОЙ
ТЕХНИКИ
Оборонгиз

1947

本書系根據蘇聯國防工業出版社
一九四七年俄文版譯出

航空技術基礎

〔蘇〕波波夫著

蘇家珉 孫震 周愛源等譯

*

國防工業出版社出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第074號

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 1/32 • 16 7/8 印張 • 433,500字

一九五六年十一月第一版

一九五六年十一月北京第一次印刷

印數：1—4,070冊 定價：(10)2.50元

序 言

航空学院“航空技术基础”課的教材首次問世了。由于必須簡明、扼要和严格連貫地向学生介紹更多的專門性質的材料，并使学生能够掌握有关这些材料的新的概念、定义和術語，因此这就造成了本書在編写上的困难。

在編写本書时沒有可供参考的样本，因为現有的各种技术的基础教材，譬如 B. Л. 波茲久宁院士著的“造船百科全书”虽是一本極宝贵的書籍，但在这部涉及范围很广的大書中，可以参考的也只有該書前兩册中的五十余頁而已。

为使叙述紧凑，且不違反引人兴致、清楚、易懂之要求，本書中所涉及到的一切概念、定义及技术用語的安排采取了由淺入深的叙述形式。

本書前三章对現代飞机及其構造、性能与主要分类仅作了一般的叙述。这样，学生在学到开头几章时就能先对飞机輪廓，主要各部分的構造及工作条件有了初步地了解。这些基本知識可以帮助願意献身于飞机制造的学生們，在剛到学校后的很短期間內就認識到飞机的一些特性。將前三章仔細讀完之后，学生在某种程度上來說已經接触到了航空方面的一些問題。在實驗室里、机場上以及其他場所与內行人談到航空問題时就再也不会觉得自己是一窍不通的“門外汉”了。

第四章的內容是講述大气及其性質的初步知識。本章由于在航空学院的教学計劃內沒有气象学課程因而特別显得需要。本章所述內容虽然簡單扼要，但对掌握航空技术基础來說，是够用的了。

从第五章到第九章叙述了有关基本空气动力学、机翼和螺旋槳的工作原理、飞机操縱性和稳定性以及飞机在飞行或着陆时所承受的作用力等方面的必要知識。这几章的內容前后連貫，实际上是一个完整的材料，其中扼要地綜合了一般概念、定义和專用術語。作者尽量只

採用了那些學生將來掌握專門知識時所必需的基本知識。

第十章的內容講述各種航空材料的基本知識，其目的是提供學生在學習飛機和航空發動機構造（第十一章～第十三章）幾章時所必需的基本知識。

第十四章與第十五章是敘述現代飛機的設備和軍械。在這兩章內，只講述了一般的基本知識並扼要地介紹了某些典型設備與軍械的構造。作者很想詳細地介紹一下目前已發展成為一項專門科目的飛機設備，但又恐超出本教材所規定的範圍，因此只好就此作罷；希望教員在講授本課時，根據需要適當增添內容。

第十六章的內容講述螺旋槳式機翼的飛機：直昇飛機和旋翼機，毫無疑問前者將會有很大發展前途。

以後六章是敘述現代活塞式汽油航空發動機及其工作原理與構造，以及有關航空燃料和滑油方面的知識。

第二十三章敘述狄塞爾發動機和新的噴氣式發動機。

作者把人類如何征服天空的簡史作為本書的結尾，這是學生需要熟悉的。但簡史部分為什麼排在本書末尾，而未排在本書的開頭呢，經驗證明，無論在簡史內引用多少有趣味的技術資料，也只有當學員初步地掌握了航空的基本知識之後才能使他們發生興趣。也只有這樣，簡史才可能編寫的簡單扼要，因為簡史內是不應該解釋專門術語的，至於航空上開路先鋒們所克服的技術方面的困難不需詳細解釋，讀者即能明了。

“航空技術基礎”一書系初次編寫，其中不當之處在所難免。作者不可能將教材編述得完全恰如其分——因為需要簡化的內容太廣，同時複雜問題太多，並且還得照顧到一年級學生的知識水準。

作者對 M. M. 馬斯林尼柯夫教授，T. M. 迈里庫莫夫教授，B. C. 佩施諾夫教授和 H. Я. 法布里坎特教授表示衷心的感謝，他們曾給本書的草稿提供過寶貴的意見，同時並感謝 E. B. 拉特寧工程師，他進行了本書的校對工作。作者誠懇地接受讀者和教員們的意見，以便再版時修正此書。

B. A. 波波夫 謹識

目 录

序言	Ⅶ
緒論	1

第 一 部 分 航 空 技 术 基 础

第 一 章 飞机構造	11
§ 1 飞机各主要部分及其用途	11
§ 2 飞机的結構型式	14
§ 3 机翼	21
§ 4 动力裝置	24
§ 5 机身和船身	26
§ 6 操縱面	31
§ 7 起落架	33
第 二 章 飞机的飞行与使用性能	41
§ 8 飞机性能概述	41
§ 9 可靠性	41
§ 10 使用寿命	42
§ 11 制造的簡易性	43
§ 12 使用与修理的便利性	44
§ 13 最大速度	44
§ 14 着陆速度	45
§ 15 爬昇率	46
§ 16 昇限	46
§ 17 航程与續航時間	48
§ 18 視界、机动性、生存力和射界	49
第 三 章 飞机分类	51
§ 19 概論	51

§ 20	軍用飞机	52
§ 21	民用飞机	62
第 四 章	大气及其性質	68
§ 22	大气概論	68
§ 23	空气的成分及其物理性質	69
§ 24	国际标准大气	72
§ 25	空气的水平流动与垂直到动	75
第 五 章	空气动力学基础	81
§ 26	空气动力学研究的对象	81
§ 27	介質对在其內运动的物体的阻力	82
§ 28	流速与压力的关系	84
§ 29	正面阻力和昇力	87
§ 30	空气动力实验的概念	93
第 六 章	机翼的工作	97
§ 31	翼剖面	97
§ 32	机翼的空气动力特性	98
§ 33	机翼的誘导阻力	103
§ 34	机翼的压力中心	107
§ 35	高速飞行的空气动力特性	108
§ 36	机翼增举装置的特点	110
第 七 章	飞机的螺旋槳發动机裝置	115
§ 37	螺旋槳概述	115
§ 38	螺旋槳的構造及工作	116
§ 39	航空發动机的基本特性	124
§ 40	螺旋槳的反作用力矩和陀螺力矩	127
第 八 章	飞机的平衡、稳定性及操縱性	129
§ 41	飞机的平衡	129
§ 42	飞机的稳定性	131
§ 43	飞机的操縱性	134
§ 44	基本的飞行动作	135
第 九 章	飞机在飞行及着陆时所受的力	145
§ 45	平飞	145

§ 46	曲綫飞行	146
§ 47	不稳定空气中的飞行	150
§ 48	着陆时飞机所受的載荷	151
§ 49	强度安全系数	152
§ 50	强度规范	153
第 十 章	航空材料	156
§ 51	概論	156
§ 52	对航空材料質量的要求	157
§ 53	航空用鋼	158
§ 54	航空用輕合金	160
§ 55	航空用銅合金	161
§ 56	非金屬材料	162
第 十 一 章	机翼、尾翼和飞机操縱系統的構造	168
§ 57	机翼概論	168
§ 58	机翼的構造型式	169
§ 59	机翼主要構件的構造	176
§ 60	机翼的副翼和增举裝置	181
§ 61	尾翼的構造	187
§ 62	飞机的操縱系統	189
第 十 二 章	机身和船身的構造。發动机架	194
§ 63	机身概論	194
§ 64	机身載荷	195
§ 65	机身的構造型式	196
§ 66	机身的構造	199
§ 67	水上飞机船身的構造	202
§ 68	發动机架	205
	飞机的气密性	206
第 十 三 章	起落架的構造	208
§ 69	概論	208
§ 70	起落架支柱	210
§ 71	机輪和輪胎	213
§ 72	雪橇及其固定方法	217

第十四章 飞机設備	220
§ 73 概論	220
§ 74 航行駕駛設備	222
§ 75 檢查仪表	227
§ 76 电气-無線電設備	228
§ 77 生活設備	234
§ 78 各种特殊設備	237
第十五章 飞机的軍械与裝甲	243
§ 79 飞机軍械概論	243
§ 80 机关砲	243
§ 81 轟炸軍械	251
§ 82 飞机的裝甲	255
第十六章 机翼旋轉的飞机	257
§ 83 直昇飞机	257
§ 84 旋翼机	265
第十七章 航空發动机概論	268
§ 85 現代的航空發动机	268
§ 86 航空發动机的工作原理	272
§ 87 四行程發动机的工作循环	273
§ 88 航空發动机按燃料种类和气缸散热方法的分类	279
§ 89 航空發动机的構造	282
§ 90 对航空發动机的要求	285
第十八章 發动机的工作	289
§ 91 燃料的燃燒	289
§ 92 工作容積、压縮比	291
§ 93 循环功	292
§ 94 發动机的工作状态	296
§ 95 發动机在高空时的工作	297
第十九章 航空燃料和滑油	303
§ 96 爆震及其預防方法	303
§ 97 对航空燃料的要求	305
§ 98 現代的航空燃料	307

§ 99	抗爆剂	308
§100	燃料的选择及其使用規則	309
§101	航空滑油	309
第二十章	航空发动机的構造	313
§102	概論	313
§103	气缸	315
§104	活塞	317
§105	联桿	319
§106	曲軸	321
§107	机匣	323
§108	分气机构	325
§109	減速器	329
§110	潤滑系統	331
第二十一章	航空发动机的供油、点火及起动	335
§111	气化作用	335
§112	点火	340
§113	起动设备	345
第二十二章	飞机上发动机的供油系統及散热系統	350
§114	供油系統	350
§115	散热系統	353
第二十三章	航空柴油发动机、噴气式发动机及噴气式飞机	359
§116	航空柴油发动机概論	359
§117	航空柴油发动机的構造特点	362
§118	噴气式航空发动机及噴气式飞机	365

第 二 部 分

航 空 發 展 簡 史

1.	飞行的理想	379
2.	航空器的最初研究与拟制	382
3.	气球的制造	388
4.	創制可操縱气球的最初嘗試	395

5. 飞机和直昇飞机的創造工作。繼續制造可操縱气球的 工作	402
6. 大小飞机模型。空气动力学理論的研究	409
7. 創造飞机道路上的最后阶段——滑翔机	417
8. 最初实用的飞艇	421
9. 最初的飞机	427
10. 俄罗斯航空事業的产生	439
11. 第一次世界大战前俄国的航空事業	451
12. 第一次世界大战期間的航空事業	457
13. 苏联航空事業的产生及其發展的第一阶段	476
14. 第一次世界大战后国外的航空事業	482
15. 第二次世界大战前及战争时期航空事業的發展	494
16. 苏联航空事業的輝煌成就	501

緒 論

人不能像昆虫、鳥类以及其他能飞的动物那样，可以利用自己的四肢飞行。飞行对人來說，这只意味着人須坐上能够昇空的工具在空中移动而已。可以在真空中移动的航空器虽然在理論上早已証明有制造的可能性，可是一直到现在还未曾真的制造出来。

要飞行，必須用与地心吸力大小相等或大一些的昇力来与地心吸力相对抗。因此这里講的航空器就要与其他所有的运输工具有所区别，它要具有一种能产生上述昇力的特殊装置。除此而外，它还要具有其他一些特殊装置，以便在地上或水面上运行，但后一种装置并非航空器独有的特征，这是与其他运输工具共通的，因为一般运输工具也有这样类似的装置。

大家都知道，产生昇力的原理有：空气静力、空气动力和反作用力等三种。根据空气静力原理取得昇力的航空器称为气球；根据空气动力原理或反作用原理取得昇力的航空器称为飞机。

气 球

产生昇力的空气静力原理，可用著名的阿基米得原理来表示，即是：“浸没在气体中的物体，受到包围它的气体的一种昇力作用，这一昇力的大小等于该物体所排开的气体的重量”。

根据这一原理来获取昇力，在理論上認為有下列两种方法：一法是將空气从某一定量容器中抽出；另一法是將容器充滿比空气輕的气体，諸如：氫、氦、煤气、热空气等。

現在假設有这样一个气密的容器，其容积为 1000 立方公尺，可承受一个大气压的外部压力，即約为 1 公斤/公分^2 左右。然后假設將这一容器中的空气抽出，使其成一真空容器。可是，我們知道，每一立

方公尺的空气在一般所謂标准情况下(即大气压为 760 公厘水銀柱高, 温度为 $+15^{\circ}\text{C}$) 的重量为 1.225 公斤。这样, 就可以計算出一个充滿空气的容器和另一个抽出空气的容器的重量差。很明显, 前者要比后者重 1225 公斤。如果容器本身的重量小于 1225 公斤, 則它便可能飄浮在空中。

在很久以前, 人們就想制造一个抽出空气的“空的”航空器, 但結果都失敗了。經過計算, 証明了这样一个事实, 即用我們周圍現有的材料制造的能承受 1 公斤/公分^2 外部压力的容器, 其重量則必大大超过容器內的空气重量。因之制造这样“空的”航空器就成为不可能的事了。

假設現在有另一个气密容器, 容积亦为 1000 立方公尺, 其內不充入空气, 而代之以比空气輕 15 倍的氫气, 則其內 外部压力几乎可完全相等(在此容器下面有一排气孔, 如內部压力过大氫气便由此孔排出)。如此, 容器就不須制成很結实, 也就是說用不着那样笨重了。1000 立方公尺的空气重为 1225 公斤, 而同体积氫气的重量总共才有 80 公斤左右。一平方公尺 相当結实的气密性織物約重 100 克, 那么 1000 立方公尺左右的这样織物的球囊(直徑 12.5 公尺, 面积 500 平方公尺)也就大約有 50 公斤重, 如果連加强物、縫合綫和系繩在內, 全部重量大約为 100 公斤。这样一来, 我們就可以算出, 充滿空气的球囊重量为 $1225 + 100 = 1325$ 公斤; 而充滿氫气的球囊則为 $80 + 100 = 180$ 公斤, 其重量差为 $1325 - 180 = 1145$ 公斤, 这一差数就是获取到的昇力。

当然, 前述的容器或球囊, 还不是真正的气球。气球除有一个同样的球囊外, 还要备有坚固的吊掛系統, 活門及吊籃等物。若从容积为 1000 立方公尺的气球昇力中減去球囊及所有設備的重量, 則其昇力約为 500 公斤。

因为气球仅在其重量小于所排开的空气重量时, 才能飄浮, 所以气球称为輕于空气的航空器。

如地面温度为 0°C , 大气压为 760 公厘水銀柱高, 則 1 立方公尺工業用純氫的昇力等于 1.17 公斤; 氫气——1.0 公斤; 煤气——約为 0.7 公斤。加熱到 100°C 的 1 立方公尺的热空气, 其昇力只有 0.33 公

斤。由此可見，1立方公尺气体的昇力，即使拿最輕气体——氫來說，也是不大的。因此要使气球具有足够的昇力，就必須增大球囊的尺寸，即非有極大尺寸的球囊不可。

气球本身的重量輕于其所排开的空气，因之它就像軟木塞漂在水里一样，飄浮在空气之中。也就是說，气球从空气密度較大的大气下層浮到空气密度較小的大气上層。由于空气密度随着高度的增加而逐漸降低，所以在气球上昇时，其昇力（浮力）也随着高度的增加而降低。密度变小，气球排开的空气重量和气球自重之差也要变小。这样，到一定高度时，这种差別就要消失，气球也就停止上昇。

气球共有三种：自由气球，系留气球和可操縱气球。

自由气球自由气球是一个球囊，球下面用繩索系着一个能裝載人員或設備的輕便吊籃（圖1）。自由气球的用途很多，可供体育运动使用或用来訓練航空人員，亦可用它作科学上的觀察。

这种气球，在空中隨風飄浮。駕駛員只能在垂直方向操縱它，即只能使其上昇或下降。通常在吊籃內裝有內盛干燥細沙的沙袋，作为鎮重。若使气球上昇，可从吊籃內拋下鎮重，以減輕重量，若使气球下降，可將專用活門打开，放出一部分气体，使昇力減小，气球便自行下降。

同溫層气球乃是自由气球的另一种型式，这种气球可昇至同溫層，即到达8000公尺以上的高空。同溫層气球是一种巨型圓球形的气球（圖2），帶有裝載仪器和人員的气密吊籃，它的容积有达100 000立方公尺的，达到的極限高度約为22 000公尺。

系留气球系留气球可用在軍事方面，作为極便利的觀測所，或作为防空用的阻塞气球。系留气球系一橢圓形（流綫形）物体。通常用特种絞車的鋼索將它放到空中。觀測用系留气球（圖3）的吊籃內裝載有仪器和人員，利用它可監視敵軍的行动，校正砲兵的火力。

阻塞气球为系留气球的一种，可設于某些軍事目标和居民点作为防空設備。如果敌机要想侵入設防地帶，就須冒着碰上气球鋼索的危險。这就迫使敌机非爬到較阻塞气球为高的高度不可。

可操縱气球一名飞艇（俄文为 дирижабль），此字系由法文

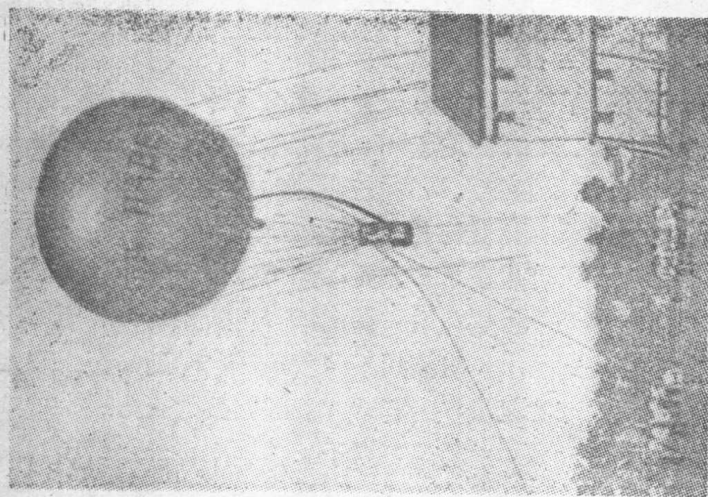


圖 1 自由气球

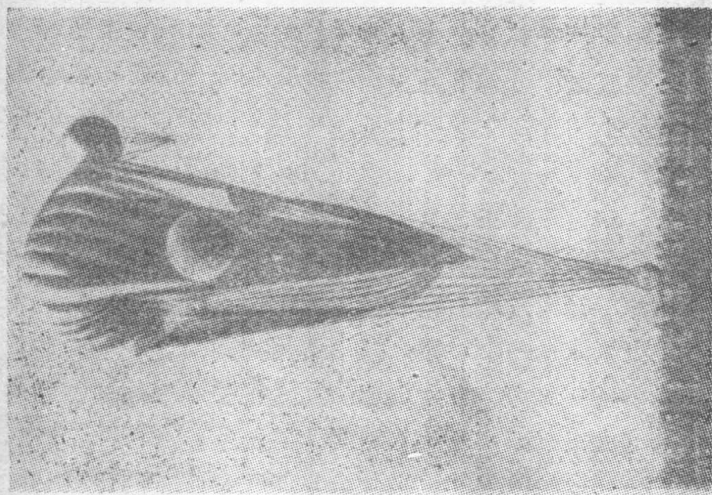


圖 2 同溫層气球

圖上同溫層气球的側方,有几个小气球,用这
些小气球可观察和操縱球囊。

dirigable”一字而来,字义为“操纵”,故亦可称之为可操纵气球。这种气球颇像一艘空中飞船,它能在很广的高度范围内,按规定的方向,



圖 3 观测系留气球

并以相当大的速度飞行。飞艇是一种装有水平安定面,方向舵和升降舵的良好流綫型体。飞艇上装有大馬力的發动机,用来帶轉螺旋槳产生拉力(圖4)。飞艇的容积大小不同,約在2 000~200 000立方公尺之間。

飞艇依其構造的不同,可分为軟式、硬式、半硬式三种。軟式飞艇是按我們所需要的形狀,用輕而結实的气密織物制成。这种飞艇是直接由气球变化而来的。

軟式飞艇的内部压力接近于大气压力,因此仅尺寸較小的飞艇的囊袋才能保持住规定的形狀。

齐伯林(Цепплин)伯爵最初建造的硬式飞艇,具有硬構架,这种構架可使飞艇保持住設計家所规定的形狀。后来,由于可以用輕而强的合金(如硬鋁)做成構架,所以就能够制造出容积达200 000立方公尺,長度达250公尺的巨型硬式飞艇。在三十年代中建造的硬式飞艇,其不着陆的續航力达10 000~15 000公里,有效載重量90吨(全重約在200吨左右)。

半硬式飞艇是介于軟式及硬式之間的一种飞艇。它沒有复杂的硬構架,只有用鋼管或硬鋁型材制成的縱樑(龙骨),縱樑是这种飞艇整个結構的基本部分,可保持外形不变。半硬式飞艇的容积大于軟式飞艇,但小于硬式飞艇。通常制造的半硬式飞艇的容积,一般由10 000

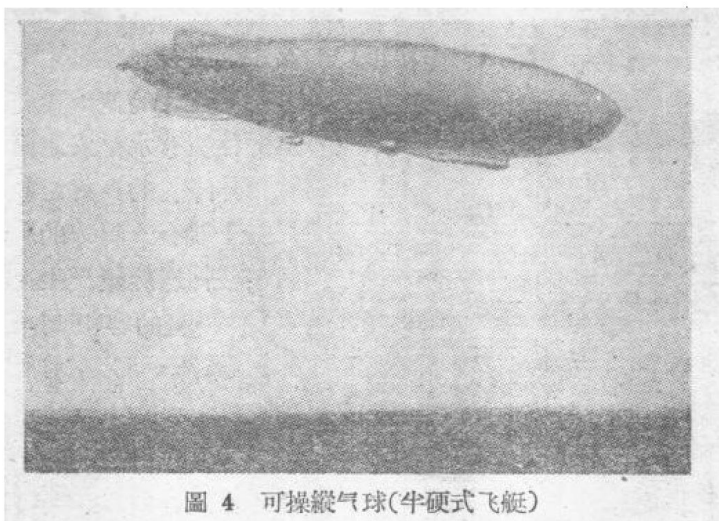


圖 4 可操縱氣球(半硬式飛艇)

~20 000 立方公尺，長約 100 公尺。

由于飞艇飞行的速度小，灵敏性差，在空中或在地面操縱和維護都很复杂，因此目前已很少使用。

与飞机相比，飞艇具有一个优点：它可以在固定的空域內停留很長時間，在無風的天气时，它可以停留在空中不必消耗燃料。因为它有这样的优点，所以可以用它在海洋上作远距偵察或掩护船队等。

飞 机

飞机是重于空气的航空器。因为它所排开的空气重量輕于其自重。飞机不像气球那样飄浮在空中，而要消耗一定的能量才能昇到空中。

飞机与气球的昇力获取方法亦不相同，飞机的昇力是根据空气动力原理或反作用原理产生的。产生昇力的空气动力原理有如下述：为取得將飞机支持在空中的一种力，即一种能与飞机重量相抵消的力，必須向昇力的相反方向排挤空气。

現在讓我們簡短地說明一下，为什么向下排挤空气可以产生昇力。根据牛頓第二定律 力等于質量 乘加速度，如用公式 来表示，即为