

飞机设备

上册

B. H. 克尼雅節夫 著
K. E. 波里休克



国防工业出版社



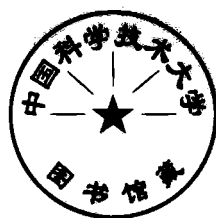
飛 机 設 备

上 冊

B. H. 克尼雅節夫 · K. E. 波里休克 著

林士諤 譯

馬積明、秦德榮 校



國防工業出版社

內 容 介 紹

本書為高等航空學校“飛機設備”課程的必要教學參考書。

書中對飛機設備進行了分類，並且討論了對各類飛機設備的基本要求，以及現代飛機上所安裝的各種儀表裝置的作用原理與構造。

本書可作為課程設計及畢業設計的參考資料，並可作為有關技術人員的參考資料。

В.Н.Князев и К.Е.Полищук
ОБОРУДОВАНИЕ САМОЛЕТОВ

Государственное
издательство оборонной промышленности
МОСКВА 1952

本書系根據蘇聯國防工業出版社
一九五二年俄文版譯出

飛 機 設 備

上 冊

[蘇]克尼雅節夫、波里休克 著

林 士 誦 譯

馬積明 秦德榮 校

*

國防·軍工出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第 074 号
北京新中國印刷廠印刷

*

850×1168 1/32 • 7 5/8 印張 • 196,560 字

一九五六年十月第一版

一九五六年十月北京第一次印刷

印數：1—4,070 冊

定價：(10) 1.40 元

緒 論

飞机可分为下列各主要部分:

a) 机体, 即为飞机的基本結構部分。机身內可以裝載机务人員, 裝設动力裝置, 各种設備及飞机結構所包含的各种構件与裝置;

б) 动力裝置, 包括航空發动机及为其服务的燃油、冷却、潤滑等系統和螺旋槳 (指应用活塞式發动机或渦輪螺旋槳式發動机的飞机而言);

в) 飞机設備, 包括各种仪表、機構、部件及裝置等。这些設備的作用在于保証能以操縱飞机与最好地完成各种飞行任务。

本書的研究对象为飞机設備。

机务人員使用飞机設備所执行的各种飞行任务可以分为下列各类:

1. 实现飞机的飞行。为了实现飞行, 必須經常檢查飞机动力裝置的工作情况及飞机在飞行中的状态, 以便进行操縱飞机。

2. 完成飞行任务。例如, 在預定時間內运送旅客及貨物至指定的地点; 沿指定的航綫, 完成空中照像及測量等工作。

为了完成上述任务, 在飞行期間內任何时刻, 都必須了解飞机所在的空間位置及其飞行方向, 並使飞机与地面人員及机內人員間保持經常的联系。此外, 还必須能夠在空中观察与識別其他飞机及地面上的各种目标。

3. 保护飞机及其乘員, 使其免受各种气候或飞行中發生的各种危險因素的影响, 例如飞机發生过载及积冰等。

4. 在飞机上产生及分配各种能量, 使安裝于飞机上的各部件及裝置得以發揮作用。

上述各基本任务, 在任何飞行中, 均在不同的程度上要求于

以完成。各种任务完成的情况取决于飞机的型别及其飞行任务。

因此飞机设备就是飞机上的全套技术装置，其功用在于：

a) 检查飞机的操纵情况、飞行状态及其动力装置的工作情况，并使上述操纵过程机械化及自动化；

6) 在完成飞行任务时，保证全部地利用飞机的飞行技术性能，并提高飞行的安全性；

b) 为机中人员的工作及飞机乘客创造最舒适的条件。

在现代的飞机上，特别是在高速飞机上，飞行条件要求飞行人员的感觉器官具有高度的敏锐性，特别强的记忆力及思考力，对外界因素作用有特别大的抵抗力。如果上述这些要求都要由人的体力来完成，而不借助于技术装置的话，那么恐怕就很难找到能够胜任这些工作的人员了。但是借助于飞机设备，人们对于完成飞行任务的可能性便显著地增大了。

让我们举几个例子来说明：

飞行员收听和说话的可能性已增加到这种程度，即虽然在航空发动机及螺旋桨发出的强烈噪音下，仍能在飞行中进行正常的谈话。不仅飞机上机务人员之间，而且与其他飞机上及在地面上的人员之间，也能进行谈话（利用机内通话装置及对外无线电通讯装置）。

使用相应的设备，人们可能在夜间从飞机上通过云雾，观察其他飞机、船舶，或位于地面上的各种目标，而且其距离远远超过在最良好气象条件下，自然能见度的距离，并且还可以极准确地测定从飞机至这些目标的距离（利用探索及识别目标的无线电装置）。

飞行员在看不见地面时，也可按照离开飞机几百公里以外的地面无线电台来确定飞机的方位，很有把握地驾驶飞机飞向需要的方向（利用领航的无线电装置）。

人们靠着仪表，可在现代飞行的各种复杂情况下，从容不迫地，并且在很短的时间内，解决测定飞机位置的各种复杂问题。

飞行员愈能灵敏地察觉到飞机的动作及其发动机与各附件的

工作情况，以及需要消耗于操縱飞机的注意力及体力愈少，則利用飞机的各种飞行技術性能的程度就愈高，而且这种飞行也愈安全。为此，飛行員就需要許多的檢查仪表及各种訊号仪器与操縱器具。这些器具的作用是将飛行員的感觉器官及其动作和飞机的动作“联系”起来。例如，飞机設備可以：

a) 向飛行員指示發动机轉数，飞机各种系統的空气、滑油、燃油及液压油的压力，以及滑油冷却液及廢气等的温度；

b) 向飛行員指示飞机各单独部分及部件的位置，这些部分和部件通常是飛行員在飞行中看不見的，例如，起落架、襟翼等；

b) 当看不見自然地平綫时，可指出飞机的傾斜度与轉弯度；

r) 可开动飞机中的某些部分及部件。这些部分及部件如果仅仅使用飛行員的体力予以操縱，將是異常困难的，甚至完全不可能（如起落架及襟翼、調整片、散热器节气門等）。

現代飞机上，已获得高度發展的各种檢測仪表及傳动系統已經在愈来愈大的程度上在飞机操縱方面，代替了飛行員的感觉器官及其动作。机上人員只需識別仪表發出的信号並作出各种决定即可，而且在实现这些决定时，由于利用各种傳动機構而無需耗費很大的体力。在許多的情况下，使用了适当的自动器，甚至上述各种动作，也無需飛行員操勞。

但是不管飞机上各种測量仪表、傳动機構及自动裝置發展得如何完善，也不应当設想这套东西有一天能夠在整个飞行过程中，完全代替飛行員来操縱飞机和它的各个部件。每一种自动器仅仅能夠完成其所規定的任务。如果外界条件的变化不作用在敏感元件上，則自动器便不能起任何反应。例如自动器不可能按照飞行的变化情况，来改变被其調节的各种裝置的工作状态。掌握了解飞机在飞行中不断的变化情况，及决定下一步的飞行状态，將永远是需要飞行人員来完成的，不过他們的工作，即使在愈来愈复雜化的飞行任务中，也將随着全套飞机設備的發展与完善而越来越減輕。

目 錄

緒 論	VI
第一章 飞机設備的簡史及分类.....	1
§ 1. 飞机設備發展史概述	1
§ 2. 飞机设备的分类	7
第二章 对飞机設備的基本要求.....	15
§ 1. 功用上的要求	15
額定特性	15
額定特性的偏差額	17
§ 2. 使用上的要求	17
飞机座艙內各項設備的合理配置	18
連鎖保險及訊号裝置	21
自动化操縱裝置	23
指示的明显度及清晰度	24
長久持續工作的生存力 (使用寿命)	24
迅速起動至工作狀態的可能性 (加速性)	26
接近設備的方便性	27
獨立工作能力	28
§ 3. 物理-技術上的要求	28
一般概念	28
耐熱性	29
高空適應性	31
抗潮性及防銹性	32
機械穩定性	33
对其他飞机設備沒有有害的影响	34
§ 4. 安裝上的要求	35
尺寸上的要求	35

重量上的要求	39
各种飞机设备及设备系統間的結合法及其与飞机結構零件間的結合法	36
第三章 飞机电气設備	38
§ 1. 飞机电力系统	38
总論	38
电源	43
初級电源——航空發电机	48
直流發电机的电压調节与保护	56
發电机的並联工作	66
次級电源——蓄電池	71
电能变换器	73
选择电源的依据	80
§ 2. 电力的分配法及飞机電網元件	86
电力的分配	86
飞机電網元件	90
选择電網及电流換向構件的依据	111
§ 3. 飞机上的电动机構	116
一般概念	116
电动机構中的电动机	120
減速器及离合器	127
飞机上的操縱机構	131
操縱航空發电机的电动机構	136
电动油泵	143
电动活門	146
§ 4. 飞机上的照明及加溫裝置	146
照明裝置的一般概念	146
电力照明灯泡	149
飞机外部照明裝置	151
机內照明裝置	155
飞机上的电力加热裝置	158
个别設備項目中的加溫器	163
服裝加溫器	165

座艙內空氣加熱器	166
玻璃加熱器	167
用水加熱器	169
§ 5. 远距离協同操縱機構	170
第四章 飞机無線电設備	177
§ 1. 概述	177
§ 2. 飞机上的天綫	178
§ 3. 飞机上的無線电聯絡台	183
远距离通訊無線电台	185
無線电通訊接收机	188
超短波 (YKB) 指揮無線电台	189
§ 4. 飞机的無線电导航裝置	191
無線电半罗盤及無線电罗盤	191
天綫环作連續旋轉的無線电罗盤	200
双套無線电罗盤	200
無線电高度表	202
§ 5. 飞机按仪表着陸时使用的無線电裝置	206
§ 6. 飞机上的雷达站	210
§ 7. 飞机上的平面扫描雷达站	217
§ 8. 測量大高度的脈冲波式無線电高度表	221
§ 9. 双曲綫导航系統的机上無線电接收机	222
§ 10. 無線电圓周导航系統在飞机上的裝置	225
§ 11. 机內通話裝置 (CIV)	227
§ 12. 飞机上的靜电荷, 飞机的通电搭接及导綫的屏蔽	229

第一章

飞机設備的簡史及分类

§ 1. 飞机設備發展史概述

現代的飞机設備种类繁多，而且異常完善。飞机設備並不是一下子就达到如此完善的地步的，而是在不斷發展及改善飛行器的過程中，隨着飛行中需要執行的任務，不斷地擴大及複雜化，而且經過多年的時間才逐漸達到的。許多設備早在飞机發明以前就已經出現了。從航海及其他空中航行的經驗里，獲得了許多飞机領航及通訊工具的發展方面的原始數據。

由於俄國科學家И.Ф. 克魯先施、海軍上將(1770~1846)、И. П. 別拉溫茨、海軍中尉(1829~1878)、И. П. 柯朗格院士(1839~1902)及А. Н. 克羅洛沃院士(1863~1944)等的創作，使航海羅盤的理論達到了高度的發展，因而在俄國剛出現飛行器（包括輕於空氣及重於空氣的飛行器）時，這些飛行器上就首先設置了當時世界上最為完善的領航羅盤等儀器。航空界利用天文作飞机領航的基本方法及儀器，也是從航海中學來的。

早在1804年，И. А. 扎哈羅夫院士，為了科學研究的目的而作飛行時，在氫氣球的吊盤內，即已安裝了磁羅盤及測量氣球對地面運動速度的儀表。

1875年，偉大的俄國科學家Д. И. 門捷列也夫在世界上第一個提出了在高空飛行中採用保護飛行人員的氣密座艙的方案。1888年門捷列也夫在擬制把氫氣裝入氣球的方法中，又提出了用鋼制氣瓶將大量的氣體，壓縮至100~120大氣壓狀態予以儲存的方法。

1898年著名的俄國科學家К. Э. 齊奧柯夫斯基在世界上首先提出自動駕駛儀的理想與示意圖（圖 I . 1）。

偉大的俄国科学家A.C.波波夫是無線电工程的創始人，他在1895年首先在世界上實現了無線电通訊的第一架無線电發射机及接收机的發明者。雷达原理的發現——無線电波可以从陆地及海洋上巨大物体發生反射現象的發現，也应归功于波波夫。

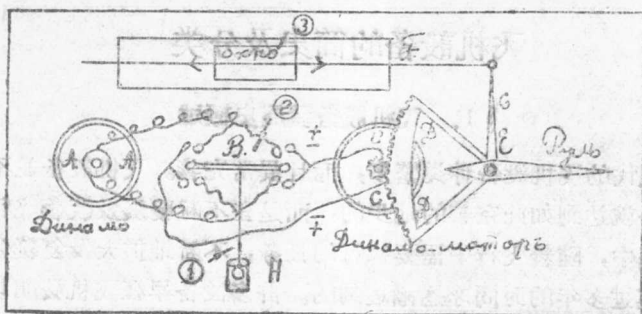


图 I.1 齐奥可夫斯基氏自动駕駛儀器的示意图（亲笔图画）

1—敏感元件（浸入黏性液体內的單摆）；2—“馬达电动机”的电源开关；3—駕駛舵位置指示器。

1886年 A.M. 柯万科中尉为了記錄空中偵察結果，第一次进行了空中照像，而在以后的飞行中，已經应用了特制的（感光板式）B.И. 斯烈茲聶夫斯基照像机进行空中照像（圖 I.2）。

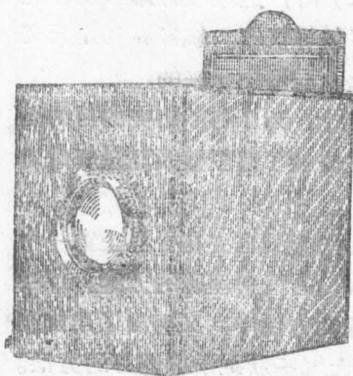


图 I.2 第一架俄国斯烈茲聶夫斯基照像机

1898年俄国工程师 P.Ю. 季列制造了第一架适用于氫气球及浮昇器上进行空中照像的多鏡頭式照像机。空中航行事業剛出現不久，在这个事業的發源地俄国（在1731年，克利雅庫特諾已在里亞贊（Рязань）地方作过飞行試驗）。

随着即出現了为安全飞行所不可缺少的降落傘。1806年莫斯科通报报导了亞力山大罗夫斯基从氫气球上跳傘的消息。

由此看来，俄国在航空出現以前，就已經研究積累了为制备飞机領航用的罗盤器、天文器、無綫电通訊器、空中攝影器、自动駕駛仪及气密座艙等所需的原始資料，而且制造了压缩气体的气瓶，氢气球上飞行用的保險傘等設備。

初期俄国飞机上的各种設備

1882——1884年 А. Ф. 莫查伊斯基試驗了並且在空中升起了世界上第一架飞机。莫查伊斯基出色的工程設計天才，不仅表现在对飞机及其發动机作週密的正确的独出心材的設計工作上，而且在制造飞机时，还深入地考虑飞机的功用以及为了完成实际飞行所必需的各种飞机設備。根据他本人航海及造船的經驗，他在自己設計的飞机上安裝了兩個傾斜仪、高度表及速度指示器，兩個空气温度表及特制的飞机磁罗盤，这个罗盤是由他本人在卓越的專家 И. П. 柯朗格的帮助下制成的。

在創建全套飞机設備方面，莫查伊斯基占有無可爭辯的优先地位。

俄国的飞机設計家与西方設計家不同，对机中人員工作的便利以及对他們为完成飞行所需的設備的供应，总是給予極大的注意。例如在“伊利亞母罗米茲”号四發动机飞机上（1914~1916制造）已裝設了特制的玻璃座艙，其中有暖气、电力照明設備以供乘員使用，並裝設了傾斜仪、双套磁罗盤（飛行員及領航員用）、空速及高度指示器、檢查發动机用的各种仪表、时鐘及繪圖板等。这个飞机上不仅有照像机，而且設有照像室。圖 I . 3 所示为“伊利亞母罗米茲”飞机座艙的概貌。

同一時間內，在俄国还进行着制造飞机所必需的新型飞机設備的巨大工作。例如1911年11月11日 Д. М. 索柯洛符采夫上校在世界上第一次实现了从飞机向地面發送可靠的無綫电报。

1911年 Г. Е. 柯捷尔尼柯夫創制了，而且于1912年在世界上第一次成功地表演了从飞机上跳下用的背囊式降落傘（在这以前从飞机上跳下用的降落傘都是不合实用的）（圖 I . 4）。

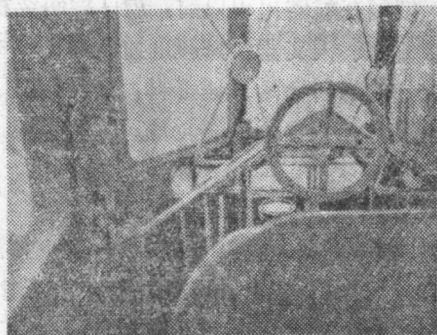


图 I.3 “伊利亞母羅米茲”飞机的座艙

1913年俄国陆军上校B.波捷首先在世界上建造了半自动式膠卷照像机，这种照像机可以沿飞机航綫連續进行空中摄影。

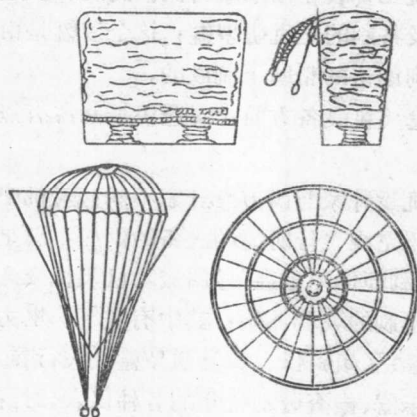


图 I.4 柯捷尔尼可夫的降落伞（發明人的亲笔图样）

苏联飞机设备的發展史

苏联政府及其領導者列宁及斯大林是在內战極端困难及严重破坏的情形下来进行航空工業建設的。

在恢复及重建苏联航空工業的末期，生产了当时在世界上威力最大的远程轟炸机TB-3（1929年A. H. 杜波列夫設計），而且也生产了那时最好的歼击机M-5（1930年Д. И. 格利高羅維奇設計）和最完善的偵察机及輕型轟炸机P-5（1927年H. H. 波里卡尔波夫

設計)。上述兩種飛機上的設備其結構非常完善，而且足以適應對這些飛機所提出的各種要求。特別是這些飛機已設有為檢查動力裝置工作所必需的各種儀表、全套駕駛儀，這些儀表包括使用陀螺儀的轉彎及側滑指示器。

上述飛機還具有領航所必需的全部羅盤設備。羅盤設備上已裝有使用電子管的電報、電話及收發兩用式無線電聯絡台。

在斯大林五年計劃期間，創造了為飛機設備技術順利發展的一切條件，使飛機設備能充分地適應飛機製造技術的發展及各種航空任務完成範圍的極度擴展要求。

在此期間內，各型飛機的飛行速度迅速地增大，而且已製造出像ТБ-4、“馬克西姆高爾基”、Ие-8式等的巨型飛機。建造這種巨型飛機，就要求在飛機上應用機械化的操縱設備，因而在飛機上出現了應用電力、液壓及氣壓的傳動裝置。當時迫切需要解決的是在複雜氣象條件下能系統地完成飛行任務和技術上的可能性，因而使應用於複雜氣象條件下飛行的全套陀螺儀表得以加速制出及運用。俄國數學家如Д.歐拉、С.В.科瓦列夫斯卡雅、Н.Е.儒科夫斯基、А.Н.克雷羅夫等的傑出理論著作，都是上述儀表的設計基礎。特別是在1935年，蘇聯在世界上首次制做了陀螺磁羅盤。

對動力裝置設備的要求提高後，也要求在飛機上應用電動檢查儀表，特別是應用最完善的電動溫度表及蘇聯在世界上首次制出的電動油量表。當時蘇聯已制出了第一批發動機溫度自動調節器。

無線電是航空上的主要聯絡工具和最有效的領航工具，也是進行遠距離探索與識別目標物的唯一工具。

蘇聯科學家們繼承了А.С.波波夫教授的光榮傳統。

В.А.符魏新斯基首先研究超短波的傳播特性，在無線電探測方面給超短波開闢了廣闊的應用領域。符魏新斯基的工作被В.А.佛克院士的理論研究光輝地証實了。

М.А.勃恩奇——勃魯叶維奇、Н.Ф.阿列克謝也夫、Д.Е.馬里雅羅夫等首先擬制了多腔式磁控管，開闢了應用超高频無線電

工程的道路。

A. И. 柯瓦連可夫制造了第一批供飞机上使用的無線电發射机及接收机，从而奠定了現代飞机上無線电設備的基础。

1933年苏联科学家創制了世界上第一个自动式無線电罗盤。

由于飞机活动半徑的增大，要求改善無線电通訊裝置，因而实现了从机上电源供电的短波無線电台（約在1936年），同时也創立了無線电导航工具（PIIK-10及PIIK-2）。

除了全面地改善为日間空中照像用的航空照像机外，1934年苏联科学家又創制了第一架为夜間照像用的航空照像机，并且于1936年在世界上首先發明了开縫式航空照像机。

由于必須增加同溫層氫气球及飞机的飞行高度，故門德列也夫的理想在实际上得以实现，而且于1931~1934年間研究設計了同溫層氫气球的气密座艙，1934~1939年間設計了單座式飞机使用的气密座艙，而在1939~1940年又設計了多座式飞机使用的气密座艙。

由于电气、液压及气压拖动裝置在飞机上的出現，动力設備也得到了發展。此外，供应無線电台、照明設備及其他用电負載所消耗的电力日益增加也是促使动力設備进一步發展的原因。以前曾在飞机上应用过的由風車拖动过的小功率發电机也被由航空發动机拖动的較大功率的發电机所代替。在“馬克西姆高尔基”飞机上，曾裝設当时唯一的通訊及宣傳用的無線电裝置、攝影机及电影設備、印刷机和着陆探照灯。为了供給电力至所有的用电負載，飞机上曾設置世界上第一个应用于飞机上的中央交流电力站（110伏特）。

飞机設備工程的發展与航空工程的总的發展有着密切的联系。飞机及發动机的改进，不断地对飞机設備提出更多的要求。另一方面，飞机設備的發展也对飞机及發动机的構造，产生了更深刻的影响。

如果說我們現代的飞机能以接近声速的高速飞行，並且在一年四季中不分晝夜，任何时候都可以無需着陆而飞行几千公里，

那末这种成績就可說是由于飞机及航空发动机的改进，同时也是飞机设备改进的结果。

即使是在目前，对于各种形式飞机设备的改进工作，还是絲毫沒有减弱。由于这种改进工作的結果，使苏联的飞机设备，可以完全适应对飞机设备所提出的各种要求，並且已經达到了高度的完善性。

§ 2. 飞机设备的分类

上面所討論的使用飞机设备完成的主要飞行任务，可更細致地分成使用某一类型飞机设备（参阅第 I .1 表）来完成的各种任务。

表 I . 1

飞机设备的分类及其作用原理所根据的各門科学及技术名称

序 号	科学及技术部門 名 称 飞机设备 分类	剛 体 力 学	气压 压力 液 学	热 力 学	噴 射 造 焰 技 火 术	电 工 学	电 子 管 工 程 学	照 明 工 程 学	声 学	化 物 理 学 及 学
1	发动机设备	×	×	×		×	×			
2	航行駕駛设备	×	×			×	×			
3	通訊装置	×			×	×	×	×	×	
4	飞机导航装置	×	×			×	×	×	×	
5	复雜气象条件下着陸用装置					×	×	×		
6	探索及識別装置					×	×	×	×	
7	偵察及檢驗装置	×	×			×	×	×	×	
8	照明装置	×				×		×		
9	暖气及通風设备	×	×	×		×				
10	氧气设备	×	×	×						
11	气密座艙设备	×	×	×		×				×
12	紧急救生设备	×	×		×					
13	防冰设备	×	×	×		×				×
14	防火设备	×	×	×	×	×				×
15	生活设备	×		×		×				
16	电力设备	×				×				×
17	液压及气压设备:									
	a) 液压设备	×	×	×	×	×				
	b) 气压设备	×	×	×	×	×				

上述每一类型的飞机设备，通常均同时建立在几种物理及技

术原理上。这可以说是飞机设备中的基本特点之一，因而对从事飞机设备工作的人员，就要求有更多的专门训练。

目前飞机设备一般可分为下列各类型：

1. **发动机设备** 其内容包括检查发动机工作状态的各种仪表及讯号器（如压力表、油量表等）。同时也包括各种操纵发动机工作及为发动机构件及系统工作的自动器。

2. **航行驾驶设备** 使用航行驾驶设备，飞行员可操纵飞机的飞行，并可操纵机体个别部分及机构的工作。

航行驾驶设备由检查飞行参数及飞机在空间位置的仪表组成（如空速表、高度表、指示航行方向的仪表及应用陀螺原理的航空地平仪等）。指示机体各机件位置的指示器（如指示起落架、襟翼及调整片等位置的讯号器）及航行驾驶自动器（自动驾驶仪）也属于航行驾驶设备。

近代发动机及航行驾驶设备的技术特点，在于仪表及拖动装置广泛地电气化，因而可以做到远距离传动，并使设备的工作达到了高度的可靠性，而且允许使用综合式刻度盘的各种仪表（即几个仪表共同装在一个小巧的仪表壳内，这种安装法不仅可以少占仪表板上的位置，而且观察仪表板上的各种仪表也较方便）。

飞机上操纵发动机工作及飞行状态的各种新式自动器的特点，在于这些自动器能广泛地综合利用各种电机、器械及电子管等。

3. **通讯装置** 通讯装置包括飞机通讯及指挥无线电台，使用电子管放大器的机内通话装置以及机内与机外各种照明信号通讯装置等。

4. **飞机导航装置** 使用飞机导航装置，可在飞行中测定飞机的位置及其航行方向。这种装置也可将飞机导航至目标及着陆机场的上空。

飞机导航装置中，利用了各种不同的作用原理。目前应用最广的装置，即为电气及无线电导航装置。

5. **复杂的气象条件下着陆用装置** 使用这种装置，可使飞