

中国医学百科全书

航空 航天 医学

上海科学技术出版社

624351

V7/03

中国医学百科全书

中国医学百科全书编辑委员会

11-53/18



上海科学技术出版社



C0287520

中国医学百科全书

航空航天医学

张立藩 陈 信 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 673 000

1985 年 9 月第 1 版 1985 年 9 月第 1 次印刷

印数 1-4,000

统一书号: 14119 1713 定价: 3.95 元

《中国医学百科全书》编辑委员会

主任委员 钱信忠

副主任委员 黄家驷 季钟朴 郭子恒 吴阶平 涂通今 石美鑫 赵锡武

秘书长 陈海峰

副秘书长 施奠邦 冯 光 朱克文 戴自英

委 员 (以姓氏笔划为序)

丁季峰	王 懿(女)	王世真	王用梧
王永贵	王季午	王雪苔	王淑贞(女)
王鹏程	毛文书(女)	邓家栋	石茂年
石美鑫	叶恭绍(女)	史玉泉	白清云
邝贺龄	司徒亮	吕炳奎	曲绵域
朱 潮	朱育惠	朱既明	朱霖青
任应秋	刘毓谷	孙忠亮	孙瑞宗
苏德隆	杨国亮	杨铭鼎	杨藻宸
李 昆	李经纬	李肇特	李聪甫
吴之理	吴英恺	吴绍青	吴咸中
吴贻谷	余 赓	迟复元	张 祥
张世显	张昌颖	张学庸	张涤生
张源昌	陈中伟	陈国桢	陈海峰
陈灏珠	林雅谷	郁知非	罗元恺
罗致诚	周金黄	周敏君(女)	孟继懋
赵炳南	胡传揆	胡熙明	钟惠澜
侯宗濂	姜春华	洪子云	顾学箕
顾绥岳	徐丰彦	凌惠扬	郭乃春
郭子恒	郭振球	郭景元	涂通今
诸福棠	黄文东	黄耀桑	黄桢祥
黄绳武	梁植权	董 郡	蒋豫图
韩 光	童尔昌	曾宪九	谢少文
裘法祖	蔡宏道	戴自英	

序

《中国医学百科全书》的出版是我国医学发展史上的一件大事，也是对全人类医学事业的重大贡献。六十年代初，毛泽东同志曾讲过：可在《医学卫生普及全书》的基础上编写一部中国医学百科全书。我们深感这是一项重大而艰巨的任务，因此积极进行筹备工作，收集研究各种有关医学百科全书的资料。但由于十年动乱，工作被迫中断。粉碎“四人帮”后，在党和政府的重视和支持下，医学百科全书的编写出版工作又重新开始。一九七八年四月，在北京正式召开筹备会议，拟订了编写出版方案和组织领导原则。同年十一月，在武汉举行了第一次编委会，落实了三十多个主编单位，全国医学界的著名专家、教授和中青骨干都参加了编写工作。

祖国医学发展史中，历代王朝就有学者编纂各类“集成”和“全书”的科学传统，但系统、全面地编写符合我国国情和医学科学发展史实的大型的医学百科全书还是第一次。这是时代的需要，人民的需要，是提高全民族科学文化水平，加速实现社会主义现代化建设的需要。从长远来看，这是发展我国医药卫生事业和医学科学的一项基本建设，也是建设社会主义精神文明的重要组成部分。因此，编写出版《中国医学百科全书》是我国医学界的一项重大历史使命。

我国既有源远流长的祖国医学，又有丰富多彩的现代医学。解放以来，在党的卫生方针指导下，还积累了群众性卫生工作

和保健强身的宝贵经验，涌现了许多中西医结合防治疾病的科研成果。在我们广大的医药卫生队伍中，有一大批具有真才实学，又善于写作的专家，他们都愿意为我国科学文化事业竭尽全力，把自己的经验总结出来，编写出具有我国特点的医学百科全书。

《中国医学百科全书》是一部专科性的医学参考工具书，主要读者对象是医药院校毕业及具有同等水平的医药卫生人员，但实际需要查阅这部全书的读者将远远超过这一范围。全书内容包括祖国医学、基础医学、临床医学、预防医学和特种医学等各个学科和专业，用条目形式撰写，以疾病防治为主体，全面而精确地概述中西医药科学的重要内容和最新成就。在编写上要求具有高度的思想性和科学性，文字叙述力求言简意明，浅出深入，主要介绍基本概念、重要事实、科学论据、技术要点和肯定结论，使读者便于检索，易于理解，少化时间，开卷得益。一般说来，条目内容比词典详尽，比教材深入，比专著精炼。

为适应各方面的需要，《中国医学百科全书》的编写出版工作准备分两步走：先按学科或专业撰写分卷单行本，然后在此基础上加以综合，按字顺编排出版合订本。这两种版本将长期并存。随着学科发展的日新月异，我们并将定期出版补新活页。由于涉及面广，工作量大，经验不足，缺点错误在所难免，希望读者批评指正。

钱信忠

1982年11月

中国医学百科全书

航空航天医学

主 编：航空医学 张立藩（中国人民解放军第四军医大学）

航天医学 陈 信（航天医学工程研究所）

副 主 编：（以姓氏笔画为序）

航空医学 张 康（中国人民解放军空军总医院）

陈祖荣（中国人民解放军空军航空医学研究所）

饶毓善（中国人民解放军空军航空医学研究所）

航天医学 贾司光（航天医学工程研究所）

梅 磊（航天医学工程研究所）

编 委：（以姓氏笔画为序）

于 平（中国人民解放军空军航空医学研究所）

朱 超（中国人民解放军空军总医院）

齐陆湘（中国人民解放军空军总医院）

庄祥昌（航天医学工程研究所）

张汉镔（北京航空学院）

孟宪惠（中国民航）

赵 民（中国人民解放军第四军医大学）

徐维璞（中国人民解放军空军航空医学研究所）

崔启文（中国人民解放军第四军医大学）

学术秘书：郭守一（中国人民解放军第四军医大学）

陆印城（航天医学工程研究所）

编写说明

一、本分卷航空医学部分选收总论、航空生理学、航空心理学、航空人体工程学、航空卫生学、航空临床医学及方法学等内容,共127条。本分卷航天医学部分选收总论、航天环境、生命保证系统、航天重力生理学、航天功效学、航天员选拔、训练与医务监督等内容共51条。总计178条。

二、本分卷正文按航空医学、航天医学顺序排列。航空医学部分内容按总论、航空环境、异常环境因素的影响与防护、航空救生、航空心理学、航空人体工程学、飞行人员安全教育与健康维护、航空医学鉴定、飞行事故、民用航空医学及方法学顺序排列。航天医学部分内容按总论、航天环境、航天员的生命保证系统、航天救生、航天重力生理学、航天功效学、航天员选拔、训练与医务监督及航天环境模拟设备顺序排列。

三、各条目基本按定义,发展概况,理论(机理、原理等),实践(防护措施、鉴定原则、飞行安全等),展望的顺序描述。

四、本分卷名词术语原则上采用习惯沿用者,并列为正名;其他名称(如简称、别称),则附注其后。外国人名,除少数直接用译名外,一般逐写原文,不再转译。

五、本分卷部分条目文末附有参考书目,供读者进一步查阅用。

六、本分卷附有汉英和英汉航空航天医学词汇,按笔画和字母顺序排列。正文中一般不注释外文。书末还附有中文索引,按笔画顺序排列。

七、本分卷航空医学部分主编单位为中国人民解放军第四军医大学,航天医学部分主编单位为航天医学工程研究所。

八、本分卷因撰稿人较多,各作者的用词及写作风格,颇难统一;内容方面,亦可能有重复和欠妥之处,虽经分卷编辑委员会几番校订,难免还有错误,望读者指正。

九、参加分卷编辑工作的人员有:吴国兴、田振明、马瑞山、吴兴裕、陈拱诒、王录全、肖赞英、骆阁大等。全部图稿由邵芾棠绘制。

航空航天医学分卷编辑委员会

一九八二年十二月

中国医学百科全书

航空航天医学

目 录

航空医学.....	1	飞机噪声.....	68
飞行器.....	3	爆声.....	71
飞机座舱.....	4	视觉与飞行.....	71
飞行器的操纵系统和仪表.....	5	闪光盲.....	73
飞行活动.....	7	保护头盔.....	74
似昼夜节律与航空.....	9	航空救生——弹射离机.....	76
大气.....	10	航空救生——力环境.....	78
大气层太阳电磁辐射.....	12	航空救生——脊柱伤.....	81
大气层粒子辐射.....	14	航空救生——生存与营救.....	82
微波辐射.....	15	海上救生.....	84
气体环境.....	17	航空心理学.....	86
高空胃肠胀气.....	20	飞行学员心理学选拔.....	87
高空减压病.....	20	飞行人员心理学鉴定.....	88
体液沸腾.....	23	飞行错觉.....	89
迅速减压与肺损伤.....	24	脱离现象.....	91
咽鼓管.....	26	人体测量.....	92
急性高空缺氧.....	27	人机系统.....	93
爆发性高空缺氧.....	29	人信息处理.....	94
氧的反常效应.....	31	人机系统设计.....	96
氧过多.....	31	显示器设计.....	96
座舱压力制度.....	32	控制器设计.....	97
航空供氧原理.....	33	人和计算机.....	98
航空供氧系统.....	35	高空生理训练.....	99
航空毒理学.....	39	加压供氧训练.....	100
臭氧.....	43	弹射练习及跳伞训练.....	102
温度环境.....	44	飞行人员营养卫生.....	103
航空热负荷.....	44	飞行人员体育锻炼.....	105
航空低温负荷.....	46	肥胖的预防与矫治.....	106
飞机座舱微小气候.....	48	药物与飞行.....	107
通风服.....	49	吸烟、饮酒与飞行安全.....	109
抗暴露服.....	50	飞行疲劳.....	109
重力生理学.....	51	飞行年限.....	111
加速度.....	52	飞行人员身体检查.....	112
正加速度.....	55	内科检查和鉴定.....	114
负加速度.....	58	心律失常.....	115
冲击性加速度.....	58	冠心病.....	117
角加速度.....	60	高血压病.....	117
科里奥利加速度.....	62	神经精神科检查和鉴定.....	118
前庭与飞行.....	63	晕厥.....	119
航空振动.....	65	神经症.....	120

闭合性脑损伤	121	空间粒子辐射	171
外科检查和鉴定	121	航天员能量代谢	174
腰痛	123	热源质	175
弹射跳伞伤	124	维生素供给量	176
飞行事故外伤	125	航天食品	176
血尿	125	航天员消化	177
眼科检查和鉴定	125	生理节律	178
屈光不正	127	狭小环境的生理效应	178
原发性青光眼	127	航天服	179
中心性视网膜脉络膜炎	128	航天员舱外用稳定和移位装置	181
眼外肌功能与隐斜视	128	背包生命保证系统	181
耳鼻咽喉科检查和鉴定	128	飞船舱内气体环境	181
耳气压损伤	129	航天毒理学	183
副鼻窦气压损伤	130	飞船乘员舱生命保证系统	184
空晕病	131	飞船座舱微小气候	186
眩晕	132	人体与环境间的热交换	186
耳聋	133	体温调节数学模型	187
口腔科检查和鉴定	134	高温复合应激	188
航空性牙痛	135	航天救生	189
低压舱缺氧耐力检查	135	航天安全返回	190
离心机检查	135	航天重力生理学	192
下体负压试验	136	胸-背向横超重时的生理影响	192
航空卫生后送	137	胸-背向横超重时的防护措施	193
航空医学与临床治疗	138	失重研究的历史与方法	194
飞行事故	139	失重时的生理影响	195
航空病理学	140	失重与航天运动病	197
低空大速度飞行医学问题	142	失重与骨质代谢	198
直升机医学问题	143	失重与水盐代谢	199
超音速客机环境医学问题	144	抗失重不良影响的措施	200
民用航空飞行人员	145	失重后的再适应	201
空中女服务员	146	航天振动	202
旅客适航性与空中急救	147	航天噪声	204
航空港医学	148	航天功效学	205
专业航空医学问题	150	航天环境中人的工作能力	205
民航事故	151	航天员工作效率保证	207
空中生理数据获取技术	153	人-飞船系统	207
低压舱	154	飞船显示器和控制器	208
低压调温舱	156	航天员工作	209
载人离心机	156	飞船手动控制	210
冲击性过载实验设备	158	航天员选拔	211
振动实验设备	159	航天员训练	213
风洞	160	航天员医务监督	214
假人	161	航天医学工程地面模拟设备	216
前庭功能实验设备	162	人工重力航天模拟器	217
声环境实验室	163	失重和月面重力模拟设备	217
飞行模拟器	164	太空舱和密闭模拟舱	219
人体实验的医务保证	165	航天飞行模拟器	221
航天医学	167	生物医学遥测	223
空间环境的物理特性	167	美、苏载人飞行统计	225
太阳电磁辐射	169	美、苏载人飞船发射概况	225

航空航天医学参考书目.....	234	英汉航空航天医学词汇.....	248
汉英航空航天医学词汇.....	235	索引.....	261

航空医学

航空医学是医学科学中的一个专门学科,主要研究航空实践中不断出现的各种医学问题,如人体对航空环境和飞行劳动负荷的反应规律,健康与飞行之间的相互关系,人与飞行器的协调和统一,以及为保障飞行安全、维护机上人员的健康、提高飞行劳动效率应取的预防和防护措施等。本学科对于发展航空技术、推进航空事业以及保障航空任务的完成等均有重要意义。

现代航空医学已是一门综合性学科。它涉及基础医学、临床医学及预防医学中的几乎所有专科,既包括基础理论研究,又有须解决的航空临床医学实际问题。但从整体看,则又多将航空医学划分在预防医学范畴之内,如有人将其划归“职业医学”,有人则作为“特殊环境医学”看待。本学科还具有下述一些特点。首先,飞行人员始终是航空医学的主要研究对象。故本学科一方面注重采用最先进的医学成就和技术方法,探讨飞行人员群体的健康规律及其与飞行的关系;另一方面,从飞行人员选拔、训练直到建立效率最佳的“人机系统”等问题中,则又涉及心理学、功效学等一系列专门学科。其次,航空医学也是整个航空科学中的一门生命科学分支,需与有关工程学科密切协作,并参与航空工程技术的发展工作,故便于在基础理论和方法学上及时吸取各种最新科学技术成果并相互渗透。本学科中有一些分支,实际上已进入生物医学工程学等边缘性学科领域。此外,航空事业中还有大量医学问题,如机场场站、航空港及航空工业生产中的卫生学、流行病学、劳动卫生、职业医学问题等,虽也具有某些特点,但多可借助一般预防医学和临床医学的成果加以解决,航空医学侧重研究其在航空中应用的特殊性问题。总之,航空医学是一门涉及范围广、边缘性较强的应用学科,它紧紧围绕航空活动中不断出现的各种特殊医学问题,开展综合研究。航空医学可有下列一些分科:航空生理学、航空病理学、航空卫生学、航空毒理学、航空心理学、航空功效学、航空生物医学工程学、航空卫生勤务学、航空医学鉴定学以及航空临床医学的各个专科等。但关于这些分科名称的含义及其用法,并不完全一致。随着本学科的深入发展,也不断有新的分支产生,如“高空生理学”、“重力生理学”、“航空人体工程学”、“生物技术学”(biotechnology)等。在五十年代末期,航天医学(或“空间医学”、“宇宙医学”)已初具规模,乃有“航空航天医学”(或“航空与空间医学”、“航空宇宙医学”)一词出现,一些航空医学机构、学会组织、刊物等也相继易名。这两种特殊环境医学乃以其所保证的航行高度不同而分野:航天医学是航空医学的自然延伸,航天医学的研究反过来又促进了航空医学的发展。两者间既有共同性,又有各自的特殊性。航空航天医学的发展也丰富了整个医学科学:一方面推动了基础医学研究;另一方面,一些研究成果又可直接用于疾病的诊断、治疗和预防。

简史 航空医学的酝酿时期应溯源于1783年的第一次

热气球载人升空实验。此后到1875年的近一百年期间,气球升空数以百计,有的已升至八千余米。在此时期法国生理学家 Paul Bert (1833~1886) 已利用低压舱进行了大量高空生理实验,并于1878年发表《大气压力》(La Pression Barométrique)一书。虽然第一架由人操纵作动力飞行的飞机成功于1903年,但航空医学的诞生形成,则始于第一次世界大战期间。此时,飞机开始被用于军事,各交战国相继认识到医学对飞行保障工作的特殊重要性,先后成立专门卫生机构,设置航空军医,制订军事飞行人员体格标准,并对飞行人员的选拔与健康分级、缺氧耐力检查、仪表飞行、飞行效率以及个体防护装备(如供氧装备、飞行眼镜、安全带、飞行服)等进行了最初的研究工作。但战后最初十年内,航空医学的研究工作曾一度停滞。后来由于航空技术的一些重要突破,遂再度趋于活跃。二十年代末,民用航空医学开始形成。到三十年代初,在航空事业较发达的国家中,均已设置航空医学研究及训练机构,成立学会组织,出版教科书、专著和学术刊物等。从此进入有组织地发展本门学科的时期。第二次世界大战期间,主要交战国家均注意大力组织不同专业人员与医学家合作研究亟待解决的航空医学问题,故本学科得以取得较大进展。此时期对高空减压病、缺氧防护、正加速度、航空救生、视觉问题、航空心理学、飞行疲劳等开展了较系统的工作,并在理论与实践方面都取得显著成果。战争后期,喷气飞机问世,对本学科的发展又是一次较大的推动。战争结束时,航空医学已成为具有许多相对独立领域的综合性学科,医学与物理科学及工程技术科学相互渗透的局面已初步形成。战后公开出版的《第二次世界大战期间的德国航空医学》(German Aviation Medicine, World War I, 1950)等专著可部分反映当时的进展情况。在战后的三十余年期间,航空医学的发展势头始终不衰。这与航空工程技术的巨大进步、战争的需要、民航事业的惊人发展以及载人航天事业的兴起等有关。在此时期,不仅解决了喷气飞机高空、高速飞行的医学保障问题,而且后期对于发展高机动性能战斗机、超音速客机、直升机等飞行器,以及解决长距离飞行、低空或超低空飞行、大规模航空卫生后送中的医学问题等也作了大量工作。与此相适应,航空临床医学也取得了较大进展,对飞行人员疑难病例的诊断、鉴定和飞行人员的保留等均积累了重要经验。七十年代以来,飞行器的信息显示、操纵原理、座舱布局以及防护、救生装备等均处于离开传统形式而经历深刻变革的阶段,从而推动航空医学也向新的高度迈进。由于重视调查研究,采取有效综合措施和航空技术的进步,三十年来航空事故率已显著降低,但因“人的因素”所造成的事故仍占相当比例。总之,经过约70年的时间,航空医学已建立了自己的理论体系,创立了独特的工作方法,积累了丰富的经验与资料,为航空事业的发展作出了贡献。

研究范围 可概括为以下几个主要方面:

(1) 为保护人体免受航空活动中可能遇到的各种环境

因素的危害,应对气体组成、有毒物质、压力、温度、辐射、力学、光学、声学等航空环境因素对人体的影响及防护问题进行更加深入的基础理论研究和生物医学工程研究,以提出防护对策和发展新一代的个体防护装备、生命保障系统和航空救生系统。如为解决由于使用高性能军用飞机所遇到的各种严峻的环境医学问题,为改进现有防护装备使之与最新技术成就相结合、具有更多的性能、向“一体化”个体防护系统方向发展,为发展在各种紧急情况下均能安全救生的系统等,尚有许多航空医学问题亟待解决。否则,“人的因素”即将成为发展航空技术的“限制因素”。此外,由于航空事业已达空前规模,故航空活动所引起的职业医学、环境科学直至社会安全问题也已提上日程。

(2) 为发展新一代航空器及机载武器系统,为改进飞行训练、指挥和调度工作等,还必须对人的体力及智力工作能力,神经系统和感官接受及处理信息的功能,心理活动规律等进行深入研究。从系统科学角度看,“航空”是由“人”、“机器”(如飞机)、“环境”、“任务”等环节所组成的大规模系统,其中“任务”是前提,“机”是为航空任务而研制的,人机系统离不开其所在的“环境”,而“人”在系统中又居于关键地位。故为能设计成功最佳的“人机系统”,为进一步提高整个航空事业的效率与安全,还应应对“航空人-机-环境系统”的运动规律开展深入研究工作,阐明各环节间的相互关系,使之协调、兼容,以充分发挥人和整个系统的功能。有关人机功能合理分配、人机界面最佳选择、人机系统最优设计等的研究均属此范围。再者,人和计算机的关系已成为现代人机关系的核心,故随着人工智能研究的发展,在航空中还将出现全新的人机结合形式。对此亦应开展相应研究工作。

(3) 为解决飞行人员的选拔、鉴定、保留等问题,应重视发展先进的非损伤性的生理功能动态检查方法,以提高早期诊断疾病的能力;发展在模拟或实际飞行条件下的生理及医学检查方法,以研究健康与飞行的关系;并根据航空医学进展结合飞行器性能、技术装备条件、人力资源情况不断修订飞行合格标准和特许合格标准;还应注意用先进的数据处理方法和手段,开展“预测医学”研究。此外,对于一些与飞行活动关系密切的临床医学问题,以及大规模航空卫生后送中的医学问题等,亦应进行深入研究。现代飞行器已是一部高度复杂的机器,集中了多种尖端技术,故如何对飞行人员进行心理学选拔,预测其飞行学习能力,也至关重要。

(4) 为保持飞行人员健康水平、提高飞行劳动效率和延长飞行年限,对于日常保健(如作息制度、营养、体育锻炼、用药等)、飞行劳动负荷(飞行员工作负荷)、飞行疲劳等问题,亦均应开展综合性研究。特别是,飞行劳动以复杂的心理运动活动为主,飞行中需判断处理大量信息,作出敏捷准确的反应,精神负荷和情绪负荷问题颇为突出,故对于飞行劳动负荷的评价也是较为复杂的课题。

(5) 为保证飞行安全,亦应非常重视飞行事故的调查研究工作,并大力开展航空病理学以及有关“人的因素”

的综合研究,以深入了解造成事故的原因(由于人的错误所造成的事故约占1/2以上)和事故致伤、致死的机理及其与防护、救生装备的关系。为进一步降低事故率及减少伤亡,还应对诸如造成飞行人员失误的原因、改进安全与救生设备、增进飞机座舱内部的碰撞安全性能等问题开展综合性研究。对于在恶劣环境条件下生存及进行营救的医学问题,也应加强研究,以提高航空救生和遇难营救的成功率。

(6) 为适应民用航空事业的空前规模和今后发展,民航飞行人员(含“空中交通管制人员”)的选拔、鉴定、飞行年限、飞行疲劳、保健以及旅客的适航性及其在航空中的健康与舒适问题等则均为民用航空医学的主要研究内容。此外,发展超音速客机所遇到的环境医学及功效学问题、民航事故调查研究、航空港医学等也是重要课题。

(7) 方法学亦是本学科的一个重要研究方面。例如,为模拟航空环境条件已创造多种具有不同性能的环境模拟实验设备和极其逼真的飞行模拟器;为取得实际飞行条件下的生理数据,也重视发展空中生理数据获取系统;为深入研究机理,加强预测与估计,提供更全面的成果,也重视采用各种模型技术(机械模型、电子模型、数学模型等)开展工作;近年来在本学科中亦更加广泛运用电子计算机对大量实验数据进行多变量动态分析、联机(实时)分析等以提取更多的信息。此外,还应注意运用信息论、控制论、系统理论以及力学等学科的先进理论和方法,推动航空医学的发展。

专业机构、组织与人员 目前在航空事业较发达国家中均设有专门从事军事航空医学或民用航空医学工作的研究所、院校和临床医学中心(包括“航空医学会诊处”),分别由部队、民航机构等领导。有些国家还在大学中设置专门的研究室,开设航空航天医学专业课程(包括硕士学位课程),至于通过合同由大学承担的航空医学研究项目则为数更多。这些国家多已建立专门学会及若干下属分科学会(如航空航天生理学会等),出版学术性刊物。其中美国航空航天医学协会(ASMA)成立于1929年,规模最大。国际性专门学术组织有“国际航空航天医学会”(International Academy of Aviation and Space Medicine),每年秋季召开学术会议。航空医学工作者主要包括下列各类人员:航空军医、航空医生、航空体检医生、航空护士、航空临床医学各专科的人员、被认可担任民航飞行人员体检工作及咨询任务的临床医生,从事基础医学、生物医学工程学等研究工作的有关学科专业人员和工程技术人员等。航空军医及航空医生多由医学院毕业生经短期航空医学专业训练后充任。一些国家还有培训航空航天医学高级专门人材的教育计划。许多国家的航空军医训练内容中还包括飞行训练和救生、生存训练,强调航空军医必须定期参加飞行,以获得第一手资料。有的强调航空军医还应熟悉家庭医学。许多国家为保证飞行安全,也非常重视对飞行人员的航空医学教育工作。除理论学习外,还实际进行诸如高空低气压体验

(高空生理训练)、地面弹射练习、空间定向障碍体验、防护救生装备使用方法及生存和营救训练等,亦多由航空医学专业机构组织实施。

我国航空医学概况 解放前基本处于空白状态,只是曾在1932年开办航空军医训练班,截至1948年仅培训百余名航空军医。新中国成立后的三十年来,我国已建立了专门的研究所、教学机构和临床医学单位,有了一支由多种专业人员组成的航空医学工作者队伍,培训了一定数量的航空军医和航空医生。我国航空医学工作者在基础理论研究、发展防护及救生装备、飞行人员选拔和鉴定、增强空勤人员体质、完成各种飞行卫生保障工作等方面均已取得一定成就,并为今后的发展奠定了基础。但也应看到我国航空医学起步较晚,与国际航空医学先进水平相比,还有差距,在各方面还不能满足我国航空事业发展的需要。为此,应从我国实际出发,有计划、有重点地发展提高,以加速我国航空医学现代化的进程。

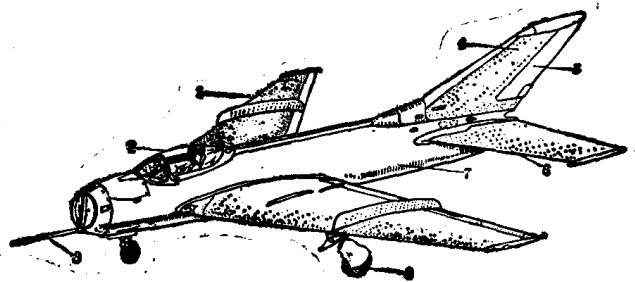
(陈祖荣 张立藩)

飞行器

凡能离开地面升空飞行的机器或装置,统称“飞行器”。飞行器的种类很多,按其升空原理可分为下述三类:①轻于空气的飞行器,如气球、飞艇,系利用空气的浮力或空气静力浮升于大气层中飞行。②重于空气的飞行器,如滑翔机、飞机(以上两者属于定翼机)、直升机、旋翼机、扑翼机、伞翼机等,系利用空气动力升入大气层中飞行,地面效应飞行器也属于此类。③火箭飞行器,如火箭、导弹、人造地球卫星、宇宙飞船、航天飞机等,系自带燃料和助燃剂利用反作用力原理升入大气层中或大气层外的空间飞行。前两类属于“大气层飞行器”,亦称“航空器”;第三类多属于“外层空间飞行器”,亦称“宇宙飞行器”。

气球和飞艇为最早的飞行器。本世纪初,飞艇曾被用于运输和军事,后因其速度慢、机动性能极低、安全性差、造价昂贵等原因,于二十年代中期渐为飞机所代替。但七十年代以来,由于技术上的进步,使飞艇具有耗油率低、能垂直起落、长时间空中悬停以及吊运重量大等特点,适于在交通不便地区执行勘探、起重运输、救灾和通讯等任务,故再度受到重视。

飞机主要由机身、机翼、尾翼、起落装置和动力装置等五个部分组成。机身是飞机的主体,用来装载人员、货物和各种设备,并连接其它部分,使飞机成一体。机翼的主要功用是产生升力,翼上通常还装有副翼和襟翼等可操纵翼面。操纵副翼可使飞机向左或向右滚转;放下襟翼能增加机翼升力。尾翼包括垂直尾翼和水平尾翼两部分,其功用是实现飞机在俯仰和偏航方向上的稳定和操纵。起落装置用于飞机起飞和着陆时的滑跑、场内滑行以及停放时支撑飞机用。动力装置指发动机,用来产生拉力(活塞式发动机)或推力(喷气式发动机),是飞机升空和前进的动力。根据用途又可将飞机分为民用飞机和军用飞机两大类。



飞机模式图

1. 机翼 2. 座舱 3. 空速管 4. 垂直安定面 5. 方向舵
6. 水平尾翼 7. 机身 8. 起落装置

民用飞机 种类很多,包括短程、低速的民航飞机,直到跨洲际的超音速民航机等。它们被广泛用于交通运输和工农业生产,如地质、石油、气象、林业、农业、卫生和抢险救灾等。在执行航线飞行及其它各种专业飞行任务时,民航飞行人员可能遇到时差变化、地区季节变化、生活作息规律改变、农药中毒、流行病及恶劣气象条件的影响;在作高空、低空或海上飞行时又可能受到各种环境因素的影响。以上均涉及特殊的民用航空医学问题,详见“专业航空医学问题”、“超音速客机的环境医学问题”等。

军用飞机 有下列数种。

歼击机 也称“战斗机”。具有体积小、速度快、机动性能好(指最大爬升率、最大水平加速度和最小转弯半径等)和近战火力强等特点。主要用于歼灭敌机和其它空袭兵器以夺取制空权,保卫重要目标或地区,掩护其它机种以及配合陆、海军执行任务等。六十年代中期以前,歼击机着重向“快”、“高”、“远”的方向发展。后来,转向重视提高飞机的机动性能。因真正有效的空中格斗都在速度为中亚音速和跨音速、高度为1500~9000m的“格斗区”进行。随着新一代高机动性能歼击机的出现,如何防护高G值持续性加速度对人体的影响,已成为航空医学的新课题。自七十年代中期以来,歼击机又朝以下方向发展:①能进行超音速巡航的飞机。②具有能在上、下、左、右平移等共六个自由度上活动、直接力控制的随控布局飞机。③具有“隐身性能”、不为敌方雷达发现的隐身飞机。④可攻击来自各方的机载导弹的高性能战斗机等。由于这些新技术的出现,使歼击机飞行员的医学选拔、鉴定、防护、救生、飞行劳动负荷以及飞行训练等都发生相应改变,从而也提出一系列新的航空医学问题。

垂直起落战斗机 具有独特的中、低空机动和空战的能力,可分散配置。主要用于近距离支援、战术侦察和局部防空。因有航程短、载弹量小和后勤供应困难等缺点,故目前倾向将其作为舰载飞机,用于执行反潜、预警防空、登陆突击、舰上运输、搜索救生、截击、攻击和侦察等任务。垂直起落战斗机的操纵比较复杂,与一般战斗机有所不同,故训练中事故率较高。在飞行员医学选拔、训练以及减轻飞行劳动负荷等方面也有许多新的航空医学问题有待解决。

强击机 也称“攻击机”。具有强大火力和低空、超低空

突防能力。主要用于配合陆、海军对敌方阵地、活动目标、交通枢纽、水面舰艇以及各种有生力量进行攻击。在低空或超低空飞行中,由于速度很快,人体视觉反应时间已不能适应,无法看清地面迅速掠过的目标物;此外,噪声、振动、颠簸、热负荷、加速度以及精神紧张等的影响亦较突出(见“低空大速度飞行医学问题”)。

轰炸机 可分为“战略轰炸机”和“战术轰炸机”两种。前者的任务是深入敌后,摧毁其政治经济中心、军事基地和交通枢纽等;后者主要配合陆、海军作战,轰炸敌方供应线、前沿阵地、战场等各种目标以及战役纵深的有生力量。由于轰炸机的续航时间长,飞行人员一方面可能受到噪声、振动、颠簸等环境因素的持续影响;另一方面又可受到长时间飞行所带来的强迫姿势、环境单调、地区时差变化、生活作息规律被扰乱等的影响。

侦察机 主要借助目视、照像和电子侦察等手段,执行侦察任务。对飞行高度在20000m以上的高空侦察机来说,爆发性高空缺氧、高空减压病、臭氧、紫外线和太阳宇宙线等的防护问题比较突出。

运输机 主要用于空运作战部队、军事装备、伞兵和伤员等。可进行机降、空投或空降,对增强军事行动的机动性具有重要作用。还专门研制有短距离起落军用运输机,以便能在小型或野战机场起落。垂直起落军用运输机亦在研制中。运输机的航空医学问题与轰炸机相近。

其它 有预警机(装有机载警戒雷达,担任防空警戒,搜索高、低空入侵的各种空袭兵器的任务等),反潜机(装有电子和声纳设备,带有水雷、鱼雷、深水炸弹或导弹等),空中加油机,干扰机,通讯联络机和各种教练机等。

其它重于空气的飞行器 有以下几种。

直升机 具有垂直起落、空中悬停、定点转弯、贴地飞行、机动性能好以及用途十分广泛等特点。常用以执行搜索救护伤员、运输、侦察、反潜扫雷、护航、反坦克、火力支援、炮火观察,以及深入敌后援救或突击空降等任务。直升机的操纵方法较一般飞机复杂,其噪声、振动也较大,飞行人员体力和精力消耗较多,易疲劳,故有其独特的航空医学问题(见“直升机医学问题”)。

旋翼机 是一种介于直升机和飞机之间的飞行器,装有旋翼和固定翼面。其原理是:依靠动力装置产生拉力向前运动,借助迎面气流迫使旋翼转动而产生升力。具有起降距离短、能作低速低空飞行、简单轻巧、便于隐蔽等特点,但不能垂直起降、不能悬停。可用于空中摄影、武器发射、战地侦察、巡逻、炮兵校正、通讯联络以及救生等。民用方面也有很多用途。

地面效应飞行器 是一种航空技术与气垫技术相结合的新型飞行器。它兼有两栖飞机和气垫船的一些优点:耗油少、有效载重大;能在10m以下的超低空、以几十到几百公里的时速持续飞行几十个小时,也能飞到几千米高度越过各种障碍;并能执行巡逻、反潜、发射导弹、登陆作战、运输、救生以及水陆侦察等任务。

参考书目 史超礼:航空概论,国防工业出版社,1978

(绝抗中)

飞机座舱

飞机座舱是飞行人员和其它乘员在飞机上工作和生活的场所。座舱除具有保护人体免受航空中异常环境因素危害的作用外,在提供一定舒适条件和提高飞行劳动效率方面也具有重要作用。早期的飞机上仅设有简陋的座椅。三十年代起,飞机开始装备最原始型式的座舱。四十年代,密封增压座舱研制成功。目前,除飞行高度不超过7km的飞机仍可用敞开式座舱外,性能较高的飞机均已采用密封增压座舱。后者不仅能有效地防护高空飞行时低气压、缺氧、寒冷、高速气流等的影响,还能在舱内创造适当的微小气候以保证飞行人员有良好的工作能力,并为乘员提供一定的舒适生活条件。此外,现代飞机座舱还具有对噪声、振动、碰撞、臭氧、紫外线和电离辐射等的防护作用。座舱微小气候诸参数,如压力、温度、湿度等的生理卫生学要求,视机种而异。例如,仅作短时间飞行的军用飞机即可采用较低标准,以减轻结构和设备重量,提高其战术技术性能。应综合考虑飞机性能、飞行任务、工程技术条件和乘员的生理需要等,提出合理的座舱环境控制系统设计标准。

飞机座舱也是飞行人员完成驾驶、领航、通讯、射击、侦察等任务的工作场所。在一些大型飞机上,除驾驶舱外,还另设有客舱、货舱等。在驾驶舱的有限空间内设有:监控飞机飞行状态、发动机工作状态等的显示器和操纵器,武器系统的瞄准、控制、显示和操作器,座舱环境控制系统的监控设备,飞行人员防护救生装备以及包括弹射座椅在内的应急离机系统等。为保证飞行人员充分发挥工作效能,使整个人机系统保持最佳的整体效率,还必须根据人体测量学、功效学、人机系统最优设计等的原理和要求,进行座舱设计。驾驶舱的座舱盖和风档,不仅具有保护飞行人员免受气流吹袭和鸟撞等损伤的功用,其透明部分又是保证飞行人员目视飞行和搜索目标时向外观察的重要设备,必须符合飞行人员视觉生理要求。近年由于大量应用机载计算机系统,以及在显示器、操纵器等设计工作中广泛采用最新技术成就,座舱布局及设计也正在发生深刻变化。

增压座舱 是保护飞行人员和乘员免受高空环境因素危害,并提供适当的气体环境及微小气候条件以保证人体正常工作能力和一定舒适条件的高空设备。它主要由能承受一定压差并具有良好气密性能的座舱结构和环境控制系统所组成。根据工作原理,增压座舱可分为通风式、再生式两种。但亦有兼用此两者的混合型式增压座舱。

通风式增压座舱 亦称“气密座舱”、“密封座舱”或“密封增压座舱”。其原理大致如下:关闭舱盖后,向胶合在舱盖边缘槽内的密封胶带充气,使之充胀,即可将舱盖与舱口间的缝隙封严;再利用机上的专用座舱增压器,将高空稀薄大气不断压缩至已密封的舱内(也可直接从发动机压缩器引出少量压缩空气作为增压气源);与此同时,舱内的座舱压力调节装置则可进行自动调节,将一定

量的多余增压空气不断排出舱外。这样,既能保证座舱内的气体压力和压力变化率符合一定座舱压力制度要求,又能维持通风,保持舱内空气新鲜。利用气体增压所致的气温升高,又可实现座舱调温。其原理大致如下:先通过一定管路系统和调节装置,将引入的增压升温气体分为两路,一路经冷却装置降温成为“冷空气”,另一路则设法保持原来温度,或使之再经过加温装置,而成为“热空气”。座舱内的调温装置则能自动调控冷、热空气输出流量的比例。已调节好的气流经供气开关进入座舱空气分配管路系统被分送到座舱各处,从而保持座舱气温于一定适宜范围。此类型增压座舱由于增压、通风、调温性能良好,系统简单,工作可靠,对座舱气密性要求不高,故在现代航空中已得到广泛应用;但其使用高度受到限制,一般以 25km 作为可采用通风式增压座舱的最终高度界限。因在此高度范围,大气密度约只有海平面的 1/25,将如此稀薄的气体压缩至舱内所要求的密度,不仅耗能巨大,且升温现象亦极其严重。

再生式增压座舱 在稀薄大气层(30km 以上高度)和宇宙空间中航行的载人飞行器,必须采用不依赖周围大气、使用高度不受限制的再生式增压座舱(也称“自给式增压座舱”、“密闭座舱”)。这种座舱装有空气再生回路:舱内的二氧化碳、水汽和有害杂质等由再生装置滤除净化;所消耗的氧气由携带的氧源及时补充。因泄漏

而损失的气体亦由携带的气源补充,以保持规定的座舱压力水平。为避免机上气源过多消耗,此类座舱结构的气密性要求较高,同时设备比较复杂。

长时间在 25~30km 范围飞行的飞机,也可采用混合型式增压座舱。如有的高空旅客机即采用此种方案,可将部分座舱空气再生后重复使用,以减少新鲜空气的供应量。有的高空战斗机还携带增压气瓶,作为高空飞行期间增压空气量下降时的一种补充供气源,也可作为座舱迅速减压时的一种应急增压气源,使座舱压力不致降低太快。

(张汉斌)

飞行器的操纵系统和仪表

有人驾驶的飞行器在飞行时,驾驶员(或驾驶机组)和飞行器组成一个“人机系统”进行工作。其中“人”和“飞行器”均为组成整个系统的分系统,飞行器的仪表设备和操纵装置,即成为这两个分系统的主要界面。飞行器通过仪表设备向驾驶员传递有关状态的信息,而驾驶员则通过操纵装置发出干预飞行器飞行运动的指令。因接受或发送信息的一方是“人”,故仪表设备和操纵装置的设计都应符合飞行人员生理及心理活动特点。在航空事业发展的初期阶段,这些问题多由设计者凭直觉经验解决。本世纪中叶以后,由于飞机仪表数量逐渐增多,操纵负担日益加重,如何由人机系统最优设计角度进行合理设计的问题乃引起重视。

飞行器的操纵系统 飞行器在飞行中可有六个运动自由度。其中三个是“转动自由度”,即改变俯仰角、偏航角和滚转角;三个是“移动自由度”,即前后、侧向、升降移动。对常规定翼飞机来说,驾驶员通过操纵装置控制的只有四个自由度,即三个转动和一个前进速度;至于飞机的升降和侧移运动,则需通过改变俯仰角和偏航角间接完成(见图 1)。

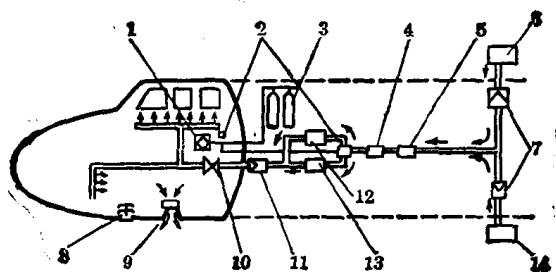


图1 通风式增压座舱工作原理图

1. 氧气设备 2. 温度调节装置 3. 氧气源 4. 供气量调节装置 5. 空气滤 6. 压缩机 7. 单向活门 8. 安全活门 9. 压力调节装置 10. 供气开关 11. 单向活门 12. 加温装置 13. 冷却装置 14. 压缩机

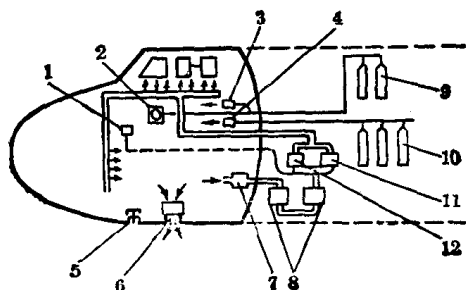


图2 再生式增压座舱工作原理图

1. 温度调节装置 2. 氧气设备 3. 供氧调节器 4. 供气调节器 5. 安全活门 6. 压力调节装置 7. 通风器 8. 再生装置 9. 氧气瓶 10. 冷气瓶 11. 加温装置 12. 冷却装置

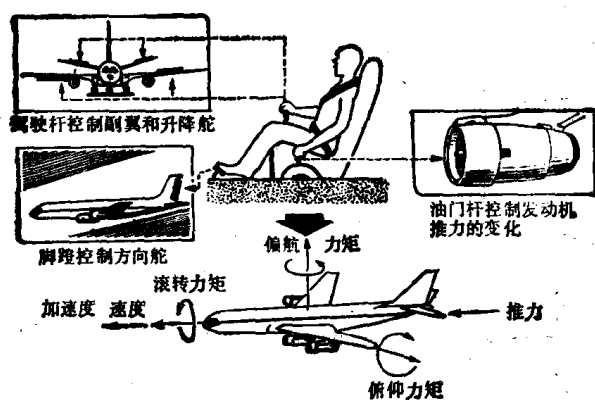


图1 常规定翼机在飞行中的四个运动自由度及其操纵方式

人主要用手、脚操纵机械。脚所能输出的操纵力比手大。例如,对运输机类的操纵系统来说,驾驶员取坐姿用单手作持续性推拉动作可以发出约 4.5kg 的力,但单脚作前蹬动作则可以发出约大 1 倍的力。作瞬时操纵动作时,手和脚发出的力可比持续性操纵动作时大 7~8 倍。但手操纵反应迅速,动作精确。针对这些特点,随着飞行

实践经验的积累,形成了被普遍接受的操纵分工:飞机的姿态(俯仰与滚转坡度)因对飞行安全有更重要的意义,应该用手操纵控制;对飞行方向操纵的精度要求较低,可由脚操纵控制。

常规定翼机的操纵系统分为主操纵和辅助操纵系统两类。前者指升降舵、方向舵和副翼三个主要操纵面的操纵,它是由驾驶员通过驾驶杆(盘)、脚蹬来操纵,经传动机构传至各操纵面。后者则指调整片、增举装置和水平安定面等的操纵。飞行中的操纵应准确、及时,因此要求操纵方式符合人的直观反应而不需作过多思考。在常规定翼机上控制飞机俯仰姿态及滚转坡度的操纵方式主要有二:①在单座飞机上,多由驾驶员右手握驾驶杆,按“驾驶杆‘长’在飞机上”的原则操纵,即向前推杆使飞机低头,向后拉杆使飞机抬头,向一侧压杆使该侧机翼向下、另一侧机翼抬起。②在较大的飞机上多用驾驶盘代替驾驶杆,其操纵原则相似:向前推盘相当于推杆,使机头向下;向后拉盘相当于拉杆,使机头抬起;向一侧转动驾驶盘,则相当于向一侧压杆,使该侧机翼下沉。飞行方向的控制则通过脚蹬操纵来完成,其操纵原则是:飞机向蹬出的一侧转弯。飞机动力装置的推力(或功率)则通过油门杆控制。在单座飞机上,驾驶员用右手握驾驶杆,左手握油门杆;在并列双驾驶座的飞机上,则多将油门杆设置在两个驾驶员的中间。其操纵原则可记为:油门杆和驾驶杆的加速方向一致,都是向前推使飞行器加速,向后拉使飞行器减速。直升机的操纵方式基本类似,但将油门操纵和主桨的总矩操纵结合为左手控制的总矩杆,作上下方向运动。向上提时主桨总矩加大,同时发动机功率增加,使直升机上升;反之,向下压使直升机下降。在保持总矩不变情况下的油门微调,则靠旋转总矩杆来实现。近代飞行器的操纵系统正沿以下几个重要方向演进。

操纵项目的增减 六十年代以来,陆续出现了一些功能和工作方式不同的飞行器,操纵项目也相应有所改变,并提出了一些新的工程心理学的问题。例如,在变后掠机翼飞机,除常规舵面操纵之外,增加了对机翼后掠角的操纵项目;在随控布局飞机上,增加了飞机侧移和浮沉的操纵,即驾驶员对飞机在六个自由度上的运动都可直接操纵。又如在垂直起落飞机、航天飞机、人力飞机等特殊飞机,均须针对新的操纵项目对传统操纵方式作某些调整或重新设计。

助力操纵 随着飞机飞行速度的增加,或飞机尺寸吨位的加大,作用在飞机舵面上的空气动力载荷也相应增加,已不能单凭人力扳动舵面操纵飞机,而必须利用其它能源偏转舵面,称“助力操纵”。其中,利用外界气流空气动力,通过操纵调整片来偏转舵面者,称“气动助力”;利用机内液压源者,称“液压助力”;利用电机来驱动舵面者,称“电动助力”。对飞机主操纵系统的舵面(包括升降舵、方向舵、副翼)的操纵属“伺服操纵”。在这类操纵中,需向驾驶员输入有关操纵的反馈信息,使之得以判断所给出操纵动作的适当程度。在“可逆式助力操纵系统”中,舵面偏转后气动载荷的变化有一部分反馈到驾驶杆及脚

蹬上。在“不可逆式助力操纵系统”中,驾驶员已完全感受不到舵面传来的操纵力,需要增加“人工感觉系统”来模拟舵面偏转造成的操纵力变化。

操纵自动化 四十年代,一些远航程飞行的飞机(如运输机、轰炸机)开始采用自动驾驶仪,一般用于保持在指定状态下的飞行。七十年代,由于电子技术的迅速发展,飞机操纵自动化程度大为提高。大型飞机已将需由驾驶员干预的飞行操纵动作减至极低程度,飞行过程中大部份时间内飞机均由自动装置操纵飞行,驾驶员只起监控保险作用。七十年代末,对飞行过程中最需由驾驶员照料的着陆动作,已可在全无目视能见度的气象条件下由自动系统完成。对于军用飞机,也提出了“围绕电子设备设计飞机”的概念。

电传操纵 在助力操纵系统,驾驶舱与舵面之间仍保留机械传动系统,仅用助力能源加大操纵力。在电传操纵系统,则由驾驶员转动电位计,通过控制电流变化来操纵舵面。这时驾驶舱与舵面之间仅靠电缆连接,无论操纵力或操纵位移都不是直接传递。这类系统用电子计算机处理操纵信息,适用于性能包线很大的飞机。因同一架飞机在亚音速、跨音速、超音速范围内的操纵特性可能有很大差异,而采用这种系统后,不论其操纵特性如何改变,驾驶员均可按同一规律操纵,经电子计算机处理后按不同速度范围发出操纵指令。电传操纵系统也适用于随控布局的飞机。目前已有少数几种飞机采用了电传操纵。

光传操纵 电传操纵的飞机如遇雷击,其电气及电子装置可能失效,使飞机失去操纵。由电传操纵发展而来的光传操纵技术是用光纤传递驾驶员发向舵面的操纵信息,可减少雷击造成操纵系统失效的可能性。

遥控飞机 六十年代以前出现的无人驾驶飞机,主要由自动驾驶仪根据预先输入的程序飞行,因此应用范围有限。六十年代研制成功的遥控飞机则由远处的驾驶员(在地面、船舰或其它飞机上的操纵台上)通过遥控信息操纵飞机。这种遥控操纵也对工程心理学等提出了许多需要研究的新课题。

飞行器的仪表装置 第一次世界大战结束时,飞机上开始装备了空速表、高度表、磁罗盘等。到三十年代末,飞机上开始装备基本的“盲目”飞行仪表。这些都属机械类型仪表。后来又发展了电气仪表和综合自动仪表。现代飞行器所装置的仪表有两大类。一类用于指示飞行器与外界环境的关系,如高度、速度、方位、姿态、距离等,通称“航行仪表”,或称“驾驶导航仪表”。另一类则用于指示飞行器内部状态,如油量、发动机工作状态、各系统工作情况等。实际飞行中,驾驶员的注意力主要分配于地平仪(指示飞机的姿态)、空速表、升降速度表、高度表及航向仪,故通常即将这五只仪表集中安排在驾驶员正前方仪表板的最突出位置上。指示飞行器内部状态的仪表,数量很多,只在工作不正常时才需频繁读取其数据。数码式仪表虽然便于判读数据,但是由于只显示离散的数字信息,对于检查工作状态是否正常则不如标尺和指针的