

航天航空小百科

HANGTIAN HANGKONG XIAOBAIKE

王文利 郭边宇 / 编



航空技术 与飞行器设计

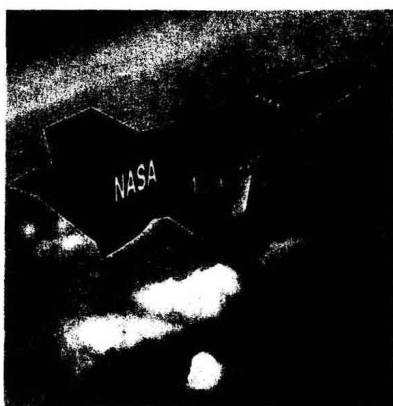


远方出版社

航天航空小百科

航空技术与飞行器设计

王文利 郭边宇/编



远方出版社

责任编辑:王顺义

封面设计:杨 辉

航天航空小百科

航空技术与飞行器设计

编 者	王文利 郭边宇
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	北京市朝教印刷厂
开 本	850 * 1168 1/32
印 张	140
字 数	2100 千
版 次	2005 年 1 月修订版
印 次	2005 年 1 月第 1 次印刷
印 数	3000
标准书号	ISBN 7 - 80595 - 754 - 1/G · 198
总 定 价	350.00 元(共 20 册)

远方版图书,版权所有,侵权必究。

远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

人类的_{活动}范围,经历了从陆地到海洋,从海洋到大气层,从大气层到外层空间的逐步拓展过程。二十世纪五十年代出现的航天技术,开辟了人类探索外层空间活动的新时代。经过半个世纪的迅速发展,人类航天活动取得了巨大成就,极大地促进了生产力的发展和社会的进步,产生了重大而深远的影响。航天技术已成为当今世界高技术群中对现代社会最具影响的高技术之一,不断发展和应用航天技术已成为世界各国现代化建设的重要内容。

在人类发展史上我们曾创造过灿烂的古代文明。中国最早发明的古代火箭,便是现代火箭的雏形。1949年中华人民共和国成立后,中国依靠自己的力量,独立自主地开展航天活动,于1970年成功地研制并发射了第一颗人造地球卫星。特别是从1992年正式启动“神舟”号飞船载人航天工程以来,随着“神舟”五号载人飞船的发射成功,中国在航天技术的一些重要领域已跻身世界前列,取得了举世瞩

目的成就。

二十一世纪是世界航天航空活动蓬勃发展的世纪。中国也会从本国国情出发,继续推进航天事业的发展,为和平利用外层空间,为人类的文明和进步作出应有的贡献。为此,向广大青少年朋友们介绍这方面的知识也就变得紧迫起来。这也是我们精心编写这套《航天航空小百科》的目的所在。

本套丛书从不同的角度和侧面展现了千百年人类挑战自我、征服天空的光辉历程。是为广大航天航空爱好者精心策划的一份厚礼,也是为青少年朋友提供的一套精美的航天航空科普读物。

编 者



目 录

航空航天电子技术	(1)
航空电子学	(3)
空间电子学	(5)
编码与信息处理	(8)
数据采集和处理	(12)
通信技术	(15)
航空通信	(16)
空间通信	(19)
航天电视	(21)
通信转发器	(22)
遥测技术	(23)
自适应遥测	(26)
遥控技术	(27)
遥感技术	(29)
遥感信息处理	(31)





航空技术与飞行器设计

航天航空小百科

航空相机	(32)
航天相机	(33)
多光谱扫描仪	(35)
飞机电子系统	(36)
测控信综合系统	(38)
通信导航识别综合系统	(40)
空中预警和控制系统	(41)
机载敌我识别系统	(43)
导弹电子系统	(45)
无线电跟踪测量系统	(48)
无线电信标机	(50)
无线电干涉仪系统	(51)
多普勒测速系统	(53)
微波统一系统	(55)
弹道导弹预警系统	(57)
电子对抗	(59)
目标识别技术	(62)
飞行器天线	(64)
雷 达	(68)
机载雷达	(70)





火力控制雷达·····	(72)
地形跟随和地形回避雷达·····	(73)
航天器雷达·····	(75)
空间交会雷达·····	(76)
登月雷达·····	(77)
脉冲多普勒雷达·····	(78)
脉冲测量雷达·····	(80)
合成孔径雷达·····	(82)
侧视雷达·····	(83)
气象雷达·····	(85)
早期预警雷达·····	(86)
目标截获和识别雷达·····	(88)
相控阵雷达·····	(89)
超视距雷达·····	(91)
激光雷达·····	(93)
计算机·····	(94)
飞行器设计·····	101
飞机设计·····	105
飞机飞行性能·····	108
飞机飞行品质·····	111





航空技术与飞行器设计

航天航空小百科

火箭设计	114
齐奥尔科夫斯基公式	119
航天器设计	119
航天器轨道速度	125
航空航天系统工程	126
航空航天人机工程学	129
计算机辅助设计和制造	131
飞机结构力学	134
火箭结构分析	137
纵向耦合振动	141
航天器结构分析	143
飞行器结构强度分析	145
静强度分析	151
动强度分析	153
直升机地面共振	157
疲劳与断裂	158
热强度分析	161
强度规范	164
载荷情况	166
载荷谱	168



结构分析系统	169
有限元素法	172
气动弹性力学	174
薄壁结构	180
整体结构	182
夹层结构	183
蜂窝结构	185
再入防热结构	186
复合材料结构	189
分离连接装置	190
火箭结构	192
航天器结构	196
飞行器试验	201
结构试验	207
静力试验	210
动力试验	211





航空航天电子技术

electronics for aero
nautics and astronautics

应用于航空工程和航天工程的电子与电磁波理论和技术。在现代航空和航天工程中电子系统是重要的系统之一。它按功能分为通信、导航、雷达、目标识别、遥测、遥控、遥感、火控、制导、电子对抗等系统。各种系统一般包括飞行器上的电子系统和相应的地面电子系统两部分,这两部分通过电磁波传输信号合成为一个系统。和这些电子系统有关的电子理论和技术有通信理论、电磁场理论、电波传播、天线、检测理论和技术、编码理论和技术、信号处理技术等,而微电子技术和电子计算机技术则是提高各种电子系统性能的基础。它们的发展使飞行器上的电子系统进一步小型化和具有实时处理更大量数据的能力,进而使飞机的性能(机动能力、火控能力、全天候飞行、自动着陆等)大为提高,航天器的功能(科学探测、资源勘测、通信广播、侦察预警等)日益扩大。

航空航天飞行器上电子设备的特点是:①要求体积小、重量轻和功耗小;②能在恶劣的环境条件下工作;③高效





航空技术与飞行器设计

率、高可靠和长寿命。在高性能飞机和航天器上,这些要求尤为严格。飞机和航天器的舱室容积、载重和电源受到严格限制。卫星上设备重量每增加 1 公斤,运载火箭的发射重量就要增加几百公斤或更多。导弹和航天器要承受严重的冲击过载、强振动和粒子辐射等。一些航天器的工作时间很长,如静止轨道通信卫星的长达 7 ~ 10 年,而深空探测器的的工作时间更长。因此,航空航天用的电子元器件要经过极严格的质量控制和筛选,而电子系统的设计需要充分运用可靠性理论和冗余技术。

航空航天电子技术的主要发展方向是:①充分利用电子计算机和大规模集成电路,提高航空航天电子系统的综合化、自动化和智能化水平;②提高实时信号处理和数据处理的能力和数据传输的速率;③发展高速率和超高速率的大规模集成电路;④发展更高频率波段(毫米波、红外、光频)的电子技术;⑤发展可靠性更高和寿命更长的各种电子元器件。



航空电子学

avionics

研究电子技术在航空工程中应用的学科。它是在航空技术和电子技术发展过程中逐渐形成的。

发展简况

1899 年在两个气球之间进行了无线电通信试验。1910 年由飞机上的火花发射机和地面的电磁检测器实现了空对地无线电通信。第一次世界大战中飞机开始装备中波电台和手动环形天线监听式测向器。第二次世界大战期间航空电子技术发展较快。到 20 世纪 40 年代末,航空通信由中波扩展到短波和超短波波段;自动定向无线电罗盘得到了广泛应用;仪表着陆、甚高频全向信标和罗兰等导航系统相继问世;雷达作为侦察、搜索和火力控制的探测装置开始在作战飞机上出现。20 世纪 50 年代,多普勒导航系统、惯性导航系统和塔康导航系统陆续投入使用,进一步提高了飞机导航精度;各种雷达装在飞机上,提高了航行、轰炸或空战能力。20 世纪 60 年代初第一代机载数字式计算机的出现,促进了航空电子技术的发展。电子技术的主要





航空技术与飞行器设计

成果都很快被应用到航空方面。航空电子学作为一门新兴的学科,引入了地面计算机网络的概念和方法,使飞机上众多的电子设备组成网络,系统性能和可靠性得到提高。

学科内容 航空电子学已进入航空技术的各个领域。它通常包括:通信技术,导航、空中交通管制技术和系统,雷达和识别技术,电子对抗技术,计算机技术,自动飞行控制和飞机仪表系统,载荷管理,电气系统,火力控制技术,飞行数据记录以及训练模拟技术和系统等。此外,飞机上的电子设备,不少要与地面有关的设施联合使用,地面上的设备可以不考虑在飞机上的一些特殊要求,但也是航空电子学研究的内容。

学科特点 航空电子学具有一些区别于其他电子技术的特点。航空电子设备要在大温差($-60 \sim +60^{\circ}\text{C}$)、低气压、宽频带范围机械振动、强冲击载荷、狭小使用空间和各种人为的、自然的、其他电气设备产生的大量干扰等恶劣环境条件下工作,因此对电子设备的设计以及元、器件和材料的选用都提出了很高的要求,工程实现的难度和成本都远高于普通的电子系统。

由各种电子设备组成的航空电子系统根据任务不同,可以分成两类:一类是为常规飞行任务服务的通用系统,另一类是为特定飞行任务服务的专用系统。通用系统一般又有以下几种:①通信系统;②导航和导引系统;③自动飞行控制系统;④空中交通管制系统等。专用系统则根据特定的飞行任务选用不同的专用电子设备。





发展趋势 航空电子技术正向综合化和数字化方向发展。航空通信、导航、雷达、自动飞行控制等单一功能的电子系统,按系统工程的原理组成综合式航空电子系统。随着数字式电子计算机在航空上的广泛使用,又组成数字化的综合系统。数字化、综合化的航空电子系统可提高系统的可靠性、保密性、抗干扰能力,同时能减少设备的体积、重量和功耗;自动化程度的提高能大大减轻空勤人员的负担。

空间电子学

space electronics

为航天工程、空间探测和各种应用卫星系统服务的电子技术和理论。航天器和航天地面设施中都需要大量的电子设备。航天器在遥远的宇宙空间飞行,与地球的联系主要依靠无线电,空间和地面的设备通过无线电波联合成一个整体。因此空间电子学是包括空间和地面以及电波传播过程在内的电子技术和理论。

发展概况 1957年世界上第一颗人造地球卫星上天,就利用了无线电跟踪和无线电遥测系统。20世纪60年代发射了各种科学卫星和载人飞船,建立了多种应用卫星系统。航天器在运行中须保持特定的轨道和姿态,必要时还须进行某种机动或调整,为此发展了航天器的姿态和轨道控制技术,其中无线电测控系统和地面无线电跟踪测量系





统就成为十分重要的手段。

1964 年第一颗静止通信卫星发射成功,使通信技术进入了一个崭新的阶段。“国际通信卫星”V 号的总有用带宽已达 2300 兆赫,可以转接双向话路达 12000 路。新的时分多址体制将使通信达到更高的效率和速度。广播卫星正在发展,直播 Ku 波段的彩色电视可以用 1 米以下直径的天线获得满意的效果。卫星教育系统、卫星会议系统、卫星邮政系统、卫星救援系统也正在迅速兴起。在航天器上安装高分辨率的光学和电子遥感仪器,可以探测地球大气、陆地和海洋,获取大量的信息。为了把大量的探测数据传回地面而发展了高速率卫星数据传输系统。深空探测是航天技术的一项重要成就,它推动了空间电子学的进一步发展。70 年代末期发射的空间探测器,经过几亿至十几亿公里历时数年的飞行,接近木星和土星,观察和拍摄它们的图像,发回数据,其传输速率达 100 千比特/秒以上,是电子学上远距离通信的巨大成就。

空间电子学的研究内容 空间电子学主要研究:①航天器内部的信息处理、存贮和控制技术;②航天器的电源和稳定技术;③航天器跟踪、测量、定位、遥测和遥控技术;④卫星通信和广播技术;⑤空间探测和遥感技术、远距离大数据量的信号传输技术、遥感图像的处理和识别技术;⑥利用卫星对运动物体的无线电定位技术。此外,还有与这些电子技术相联系的理论和技术:数字通信理论、自动控制理论、电波天线理论、抗干扰理论和技术、遥感处理技术和理论、微电子技术等。

空间电子学的特点 应用于航天系统的空间电子学具有一些区别于其他方面电子技术的特点。





①对航天器上电子设备的要求是体积小、重量轻、功耗小(效率高)、可靠性高以及抗极端环境条件的能力强。对于载人航天,可靠性要求就更高。保证可靠性的主要措施包括:提高电子元、器件本身的可靠性;在电子系统设计中采用容错技术;在设计上避免将电子元、器件在临界负荷状态时使用;尽可能地使航天器上电子设备在最佳的环境条件下工作。

②空间电子系统的地面部分要有很高的接收灵敏度、很大的发射功率和较大的接收或发射天线。在航天技术中,作用距离是突出的问题。对于1000多公里的中高度卫星,作用距离须达到4000公里,对于静止卫星须达到4万公里以上,对于到达金星的空间探测器须达到4000万公里;对于到达木星的空间探测器则须达到6亿公里。航天器上的电子设备受到体积、重量和电源的限制,通信体制选定后,主要依靠地面设备来解决作用距离的问题。

③空间探测和跟踪要求有极高的分辨率和精度。随着对地观测卫星的发展,要求探测的分辨能力和层次的鉴别能力不断提高。例如对于地球资源卫星和海洋监视卫星来说,要求从800~1000公里的高度分辨出几十米或更小的地面目标。获得成功的卫星遥感器有多光谱扫描仪和合成孔径雷达等。随着应用卫星定位和姿态控制精度和实时性要求的提高,对测控系统测量的分辨率和精度要求也不断提高。测角精度已能够达到0.05密位;无线电系统测距分辨率达到1米以内,激光测距系统达到数厘米;测速精度达到1厘米/秒;地球静止卫星姿态控制精度达到0.1度。

④为了发挥各种应用卫星的作用,空间电子设备应具

