

KEXUEMUJIZHE

科学目击者

航空航天史话

北京未来新世纪教育科学研究所 编



新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

科学目击者

航空航天史话

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学目击者/张兴主编. —喀什:喀什维吾尔文出版社;乌鲁木齐:新疆青少年出版社, 2005. 12

ISBN 7-5373-1406-3

I. 科... II. 张... III. 自然科学—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160577 号

科学目击者

航空航天史话

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:600 字数:7200 千

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-3000

ISBN 7-5373-1406-3 总定价:1680.00 元(共 200 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

同仁们常议当年读书之难，奔波四处，往往求一书而不得，遂以为今日之憾。忆苦之余，遂萌发组编一套丛书之念，望今日学生不复有我辈之憾。

现今科教发展迅速，自非我年少时所能比。即便是个小地方的书馆，也是书籍林总，琳琅满目，所包甚广，一套小小的丛书置身其中，无异于沧海一粟。所以我等不奢望以此套丛书贪雪中送炭之功，惟愿能成锦上添花之美，此为我们奋力编辑的目的所在。

有鉴于此，我们将《科学目击者》呈献给大家。它事例新颖，文字精彩，内容上囊括了宇宙、自然、地理、人体、科技、动物、植物等科学奥秘知识，涵盖面极广。对于致力于奥秘探索的朋友们来说，这是一个生机勃勃、变幻无穷、具有无限魅力的科学世界。它将以最生动的文字，最缜密的思维，最精彩的图片，与您一起畅游瑰丽多姿的奥秘世界，一起探索种种扑朔迷离的科学疑云。

《科学目击者》所涉知识繁杂，实非少数几人所能完成，所以我们在编稿之时，于众多专家学者的著作多有借鉴，在此深表谢意。由于时间仓促，纰漏在所难免如果给读者您的阅读带来不便，敬请批评指正。

编 者

目 录

一	航空航天概述	1
	1. 航空航天的基本概念	1
	2. 各国航空航天介绍	12
二	航空航天的发展	51
	1. 人类活动范围的飞跃	52
	2. 现代科学技术的结晶	55
	3. 对社会进步的重大贡献	59
	4. 中国的航空航天事业	63
	5. 发展趋势	67
	6. 航空航天卷的知识体系	69
三	航空航天纵览	71
	1. 航空航天工业	71
	2. 航空航天相关国际法及规则	80

一 航空航天概述

1. 航空航天的基本概念

航空

载人或不载人飞行器在地球大气层中的航行活动。英文航空一词来源于拉丁文“鸟”(avia)或“空气”(aero)。航空器都要克服自身的重力,才能达到升空的目的。轻于空气的航空器如气球、飞艇利用空气静力升空;重于空气的航空器如飞机、直升机则利用空气动力升空。航空按用途分为军用航空和民用航空。航空有时也泛指航空工程。

航天

载人或不载人的航天器在太空的航行活动,又称空间飞行或宇宙航行。航天活动的主要目的是探索、开发和利用太空以及地球以外的天体。航天包括环绕地球的运行、飞往月球或其他行星的航行(包括环绕天体运行、

■科学目击者

从近旁飞过或在其上着陆)、行星际空间的航行和飞出太阳系的航行。航天的关键在于航天器应达到足够的速度,克服或摆脱地球引力,飞出太阳系的航行还要摆脱太阳引力。第一、第二、第三宇宙速度是航天所需的三个特征速度。恒星际航行尚处于探索阶段。有人把太阳系内的航行活动称为航天,太阳系外的航行活动称为航天。航天有时也泛指航天工程或航天技术。

航空学

应用各种科学和工程理论实现大气层内飞行和指导航空工程实践的综合性技术学科。航空学是人类从事航空活动的理论基础,其内容包括航空器研究、设计、制造、试验、飞行、维护使用和管理等所涉及的各种科学知识。航空学是在基础科学和航空工程实践的基础上逐步发展起来的,它主要包括:空气动力学、飞行力学、飞机结构力学、航空发动机原理、航空材料学、航空器制造工艺学、飞行自动控制理论、导航原理和领航学、航空电子学、航空系统工程、空中交通管制理论等。

航天学

航天基本原理和指导航天工程实践的综合性技术科学,又称星际航行学。航天学是各种基础科学和技术科学应用于航天工程实践而发展起来的,是人类从事航天活动的理论基础。它的主要分支学科有:航天动力学、空气动力学、火箭结构分析、航天器结构分析、航天热物理

学、火箭推进原理、燃烧学、航天材料学、火箭制造工艺学、航天器制造工艺学、飞行控制和导航理论、空间电子学、航天医学、航天系统工程学等。广义的航天学还包括航天技术。

星际航行

星际航行包括行星际航行和恒星际航行。行星际航行是指太阳系内的航行，恒星际航行是指太阳系以外的恒星际空间的飞行。不载人行星际航行已经实现，而恒星际航行尚处于探索阶段。如以冥王星的轨道作为太阳系的边界，太阳系的半径约为 60 亿千米。除太阳外，离地球最近的恒星——半人马座“比邻星”的距离为 4.22 光年（1 光年 = 9.46×10^2 千米，下同），约合 40 万亿千米，相当于地球到太阳之间距离的 27 万倍，其他恒星和星系的距离则更远。人们现在所能观测到的宇宙范围约为 100 亿光年。用现代火箭技术所能达到的速度（20 千米/秒左右）可以飞出太阳系，但不能实现恒星际航行。因为以这个速度航行到最近的恒星“比邻星”约需 65000 年，到天狼星约需 13 万年。航天器只有达到接近光速的速度，恒星际航行才有实际意义。要使航天器接近光速，必须把火箭的喷气速度提高到接近光速的水平。但是即使利用氢聚变反应产生能量转化为动能，喷气速度也只能达到光速的 5%。以这样的喷气速度使航天器速度达到 0.8 倍光速，则航天器起飞时的质量将为航天器质量的 34.8 亿倍，这是无法实现的大质量比。

■科学目击者

现阶段航天中使用的化学火箭发动机、核火箭发动机和电火箭发动机的喷气速度只有光速的几万分之一。设想中的有可能用于未来恒星际航行的推进系统的有：

①脉动式核聚变发动机：把核燃料做成很多细小的颗粒——“微型氢弹”，用激光或粒子束加热到极高温，引起微型氢弹爆炸，产生冲击波和粒子流，使其向一定方向喷射，产生反作用推力。逐个点燃“微型氢弹”可获得脉动式的持续推力。

②星际冲压式发动机：在恒星际航天器前面装一个巨大的收集器，在航行中不断吸入星际空间的氢，利用氢的同位素氘为核聚变发动机提供燃料。但是这样的收集器据计算直径将达到数千千米。有人设想在航天器前面造成一个大范围的人工磁场，形成无形的收集器，用磁力线捕获星际空间的氢离子。

③光子火箭发动机：根据著名的爱因斯坦质能公式： $\text{能量} = \text{质量} \times \text{光速}^2$ ，利用物质和反物质相互作用，其质量全部湮灭而转化为光能。使质子与反质子在发动机中进行反应产生光子流，光子流以光的速度从火箭喷管喷出，产生反作用力，推动火箭前进，这就是光子火箭原理。光子火箭的设想早在1953年就提出来了，但是反物质的产生、贮存和使用，发动机的设计和控制，以及大面积反射镜的制造都不是短时期内所能解决的问题。

航空工程

将航空学的基本原理应用于航空器的研究、设计、试验、制造、使用和维修过程的一门工程技术。航空工程是

为国民经济各部门(如交通运输、农业、地质勘探)和国防服务的综合性工程。关于飞行及提供飞行保障的各种技术也是航空工程的内容。航空活动的范围主要是在离地面 30 千米以下的大气层内,在大气层内飞行是航空的基本特点。这一特点决定了航空工程的内容、技术途径和研究工作的方向。航空工程技术要求复杂,研制周期较长,并需要大量投资。它以基础科学和技术科学为基础,广泛采用现代科学技术的最新成就。航空工程直接应用的技术(即航空技术)包括:空气动力、结构强度、材料与制造工艺、发动机、飞行控制、通信与导航、控制和导航、航空军械、风洞实验、可靠性与质量控制、安全救生、环境控制、航空仪表、飞机维护修理及垂直起落技术、电子对抗技术、隐身技术等。航空工程通常采用系统工程的理论和方法来组织实施。在研制的全过程中,统筹安排,求得整个系统的最佳效果。

航天工程

探索、开发和利用太空以及地球以外的天体的综合性工程技术,通常称为航天技术或空间技术。航天技术是将航天学的理论应用于航天器和运载器的研究、设计、制造、试验、发射、飞行、返回、控制、管理等工程实践而形成的一门综合性工程技术。主要有:喷气推进技术、火箭制导和控制、航天器姿态控制、航天器轨道控制、航天器热控制、航天器电源技术、空间通信、遥测技术、遥控技术、生命保障、火箭设计、航天器设计、火箭制造技术、航

■科学目击者

天器制造技术、火箭试验技术、航天器试验技术、飞行器环境工程、航天器发射技术、航天器返回技术、航天系统工程等。

航天工程有时也指某一项大型航天活动、研制任务或建设项目。航天系统是现代典型的复杂大系统,航天系统工程的规模庞大、技术复杂、耗资巨大、工程周期长,而且应用广泛,经济和社会效益十分可观。航天工程的实施是以航天学的理论作指导,以航天技术为手段并利用其他专门技术(如遥感技术、空间探测),而航天工程的实践丰富和发展了航天学、航天技术的内容,使之成为自成体系的综合性技术科学和综合性工程技术。航天工程通常采用系统工程的理论和方法来组织实施。

航空航天系统工程

航空工程和航天工程的组织管理技术。按照系统科学的思想,应用运筹学、信息论和控制论的理论并以信息技术为工具组织和管理航空航天系统的规划、研究、设计、制造、试验和应用。航空航天系统工程的根本出发点在于以最少的代价(人力、物力、财力和时间)、最有效地利用最新科学技术成就、获得最高的经济效益并达到航空航天预期的目的。

系统工程的主要特点是系统思想方法定量化,也就是用数学方法定量地处理系统各组成部分的相互关系;同时以电子计算机作为运算手段。在处理具有复杂关系的系统工程问题时电子计算机更是必不可少的工具。

航空航天系统工程是最早得到发展的系统工程。美国、前苏联都已将系统工程原理用于航空航天工程。中国的航空航天工程在钱学森的指导下也已按系统工程的原则进行组织和管理。航空航天系统是现代比较典型的复杂大系统,例如,航天器发射时的大系统包括:航天器、运载器、航天器发射场、分布在各地的航天测控系统(包括测控站、测量船、测量飞机)、航天器回收设施、用户台站(网)等。这些系统或设备本身也是复杂的体系,各由一些分系统和许多装置组成。像这样复杂的大系统,每一个组成部分的设计、制造、试验和应用都需要有统一协调的技术要求,才能使全系统协调一致地运转;对所有承担研制的单位以统一的计划和协调的程序进行高度集中的调度,才能使研制工作处于最优的管理状态,使研制费用最少,时间最短。试验发射也是在同一个信息控制中心的统一指挥之下进行的,各个台、站要统一行动,各项工作要协调一致。完成这些艰巨而复杂的总体协调工作最科学的方法是系统工程的方法。

航空航天系统工程的方法包括:

①用指挥信息系统对航空航天工程实行科学的计划管理。由电子计算机形成一个高效的数据库,不断将各项工作的历史情况和最新进度显示出来,对经常变动的计划进展情况进行快速处理,使计划管理人员及时掌握整个计划的全面动态,发现薄弱环节。对所采取的措施用网络模型和电子计算机进行模拟,预测措施的效果,为决策提供依据,选择最佳人力、物力和财力的调度方案。

②建立总设计师制度,由总体设计机构——总体设计部对航空航天工程这种大规模社会劳动进行科学的技术管理(又称技术协调)。这个设计部由熟悉大系统各方面专业的技术人员组成,在总设计师的领导下,根据任务的要求用运筹学的方法进行系统的指标论证、总体方案设想;进行方案(包括技术途径、经济性和可行性)论证、流程设计和系统环境分析,以确定总体方案;选择总体参数和外形,确定系统的组成、功能和指标分配,将各分系统结合成一个有机的整体,从整个大系统的要求出发提出各分系统的设计参数和技术要求。与此同时,拟定试验方案,进行试验工作和使用方法的总体设计,提出各种试验和使用设施的技术要求,或对现有试验和使用设施提出采用或改造的建议。在整个航空航天工程中,总体设计机构协调各个分系统之间的矛盾和大系统试验的各项工作,并选择解决的途径。

③采用仿真模拟技术,包括数字仿真和实物模拟。为了使系统方案最优化和系统各组成部分协调一致,在方案论证和系统设计时需要进行全系统的分析和综合,利用计算机仿真和模拟技术来合理地选择系统的参数和方案,对系统进行工程分析、可靠性分析和预测。

飞行器

在大气层内或大气层外空间(太空)飞行的器械。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,如气球、飞艇、飞机等。它

们靠空气的静浮力或空气相对运动产生的空气动力升空飞行。在太空飞行的飞行器称为航天器,如人造地球卫星、载人飞船、空间探测器、航天飞机等。它们在运载火箭的推动下获得必要的速度进入太空,然后在引力作用下完成与天体类似的轨道运动。装在航天器上的发动机可提供轨道修正或改变姿态所需的动力。火箭是以火箭发动机为动力的飞行器(火箭发动机也常简称火箭),可以在大气层内,也可以在大气层外飞行。它不靠空气静浮力,也不靠空气动力,而是靠火箭发动机的推力升空飞行。导弹有主要在大气层外飞行的弹道导弹和装有翼面在大气层内飞行的地空导弹、巡航导弹等。有翼导弹在飞行原理上,甚至在结构上与飞机颇为相似。导弹是装有战斗部的可控制的火箭。通常火箭和导弹都只能使用一次,人们往往把它们归为一类。

飞行器可靠性

飞行器在规定条件下和规定时间内完成预定任务的可能性,通常以概率(小于1的百分数)来表示。它是飞行器质量好坏的重要标志,是飞行器的设计指标之一。飞行器的可靠性是由它的各组成部分(单元)的可靠性所决定的。对于串联系统(其中一个单元失效会引起整个系统的故障)来说,全系统的可靠性等于各单元可靠性的乘积。飞行器的组成单元越多、环境条件越恶劣、贮存时间越长,可靠性就越低。飞行器众多的元器件、组件、仪器和分系统,严酷的工作环境,长时间连续地工作和载人

■科学目击者

飞行的安全,不仅对飞行器的可靠性提出很高的要求,而且为提高飞行器的可靠性带来很多困难。例如在“阿波罗”工程中,飞行器自身由 710 多万个零(元)件组成,其中一些零(元)件的失效可能导致整个飞行器的故障甚至失败。要使整个飞行器只达到 60% 的可靠性,就需要每个零件的可靠性高达 99.9999928%。由此可见,单纯靠提高零件、元器件的可靠性是难以实现的。提高飞行器的可靠性往往需从多方面加以解决。飞行器的可靠性工程包括以下几个主要方面:

①可靠性设计:飞行器的设计方案和设计质量决定了飞行器的固有可靠性。因此在飞行器设计时,有必要进行可靠性设计,它包括:对飞行器作系统的可靠性分析和可靠性预测;向各分系统和单机、元器件分配可靠性指标;进行应力—强度分析、潜在通路分析、故障(失效)树分析和故障模式致命度分析与后果分析;要尽可能简化系统,采用标准件,进行电磁兼容设计、温度控制设计、边缘设计、降负荷设计、冗余设计(又叫重复设计或备份设计)和可维修设计等。为了减少操作故障,还要仔细地进行人一机工程设计。

②可靠性管理:对飞行器研制、试验、批生产实行全面的质量管理,是保证飞行器固有可靠性的根本措施。其内容包括可靠性的信息收集、反馈与处理;在飞行器研制的各个阶段进行设计评审和工艺评审;对全体职工进行可靠性教育;实行生产质量控制,如制定质量保障计划,采用先进的质量控制方法、设备和测试手段,制定严

格的检验制度和检验规程,建立质量管理(QC)小组等。经过全面的质量管理,才能制造出质量较高的飞行器。此外,在研制的各个阶段和批生产过程中还要不断地进行可靠性评定工作。在全面质量管理实施过程中,信息反馈系统(又称质量处理校正系统)是质量保证体系的重要组成部分,其目的在于发现质量问题、研究对策、找出问题根源、确定采取的措施。飞行器试验和使用中的可靠性管理内容为:进行故障预测并制定对策,寻求预防和消除故障的方法。

③可靠性试验:飞行器的可靠性试验包括可靠性摸底试验、可靠性筛选试验、可靠性鉴定和验收试验。

在宇宙空间基本上按照天体力学规律运行的各种人造物体。天文学中将宇宙间的各种星体统称为天体并将天体分为自然天体和人造天体两类。人造天体包括航天器和空间垃圾。空间垃圾包括废弃的航天器、运载火箭末级残体和碎片等。

空间垃圾

在宇宙空间运行的废弃的人造天体。空间垃圾包括工作寿命终止或因故障不再工作的航天器,用完的运载火箭末级,航天器抛弃的整流罩、保护盖和释放夹具,人造天体爆炸和航天器与陨星在空间碰撞后产生的碎片,以及航天员扔出飞船舱外的垃圾等。在空间垃圾中,因意外或有意爆炸产生的碎片占绝大多数。它们仍运行在不同的轨道上。截至1984年,地面跟踪站已跟踪到的直