

航天、人文与艺术

AEROSPACE • HUMANITY • ART

◎ 闻 新 编 著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

航天、人文与艺术

闻 新 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书兼顾文理科爱好者,突出科普特色,配有大量的图片资料,通过一些历史事件,帮助读者了解航天领域的过去、现在和未来,以浅显易懂的方式介绍神秘的人类航天、宇宙探索活动和深奥的飞行知识与艺术。

本书是作者在其创建的“航天、人文与艺术”国家视频公开课、国家精品在线课程基础上,进一步完善和归纳出来的一本科普类教材。

本书可作为高中生报考航空航天专业的入门参考读物,也可作为当代大学生的通识课程教材,还可供广大航天科技爱好者、相关领域的干部和技术人员阅读,尤其对于希望未来从事航空航天事业工作的青年学生具有指导作用。本书还适合作为大学毕业生报考航空航天专业研究生复试时的参考资料。本书涉及的航天天文学、群智能航天器和未来憧憬艺术作品适合从事航天总体设计的工程师参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

航天、人文与艺术 / 闻新编著. —北京:电子工业出版社, 2018.4
ISBN 978-7-121-33977-6

I. ①航… II. ①闻… III. ①航天科技—科学探索—高等学校—教材 IV. ①V1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第065980号

策划编辑:宋梅

责任编辑:夏平飞

印 刷:三河市良远印务有限公司

装 订:三河市良远印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:22 字数:428千字

版 次:2018年4月第1版

印 次:2018年4月第1次印刷

定 价:68.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:mariams@phei.com.cn。

前

言

随着我国高校课程改革的不断深入，通识教育在高等教育中的地位和作用越来越受到重视。与此同时，由于科学技术和经济社会的飞速发展，航空航天技术开始走进人们日常生活之中，极大地影响着人们的思维和观念。特别是近几年来我国航天事业取得了举世瞩目的辉煌成就，更加引起人们的关注。为了适应时代发展的需要，目前国内很多知名高校先后成立航空航天专业；一些高校将“航空航天技术概论”“航空航天博览”作为必修课，一些文科高校（如南京财经大学）将“航空与航天”作为全校通识课。

本书编写的目的旨在拓宽学生的知识面、优化学生的知识结构和提高学生的综合素质。本书内容没有过多地描述航天材料性能、机构设计、维修及仪表等技术方面的知识，重点放在航天概念、航天文化、航天活动、航天先驱、探索宇宙、未来世界憧憬和艺术等方面的知识，目的是让读者通过学习人类航天活动，了解航天先驱们在攀登科技高峰的伟大征程中，以特有的崇高境界、顽强意志和杰出智慧，铸就了辉煌的世界航天的历史。本书的部分内容也是中国科协面向全国青少年连续举办近 10 年的“大手拉小手”科普活动的讲座材料。

本书笔者在编写过程中，得到了“两弹一星”院士们和中国航天高层领导们的鼓励；在成稿过程中，还得到了沈阳航空航天大学、南京航空航天大学、哈尔滨工业大学和北京航空航天大学等院校的同仁、朋友和同学们的支持；本书的出版得到了电子工业出版社宋梅编审的支持和帮助。在此，向他们表示深深的感谢。

笔者结合自身在中国航天领域工作和大学任教的经历，跟踪美国、加拿大等国家中

学和大学开设素质课程的教学内容，探索性地组织编写了这本科普类教材。由于在编写过程中时间紧张，没有比较成熟的模式可以借鉴，书中不妥之处恳请读者批评指正，欢迎提出宝贵意见。

编著者

2018年2月 于蒲新教师公寓

目 录

第 1 章 绪论 / 001

- 1.1 航空与航天的基本概念 / 001
- 1.2 航天系统 / 004
- 1.3 空间资源 / 005
- 1.4 从古代航天员遗迹到神话飞天故事 / 006
- 1.5 图解人类航天历史 / 010

第 2 章 航天文化与航天人 / 024

- 2.1 航天文化的形成 / 024
- 2.2 梦想成为现实 / 034
- 2.3 航天早期试图探索的问题 / 040
- 2.4 第一批航天员 / 042
- 2.5 中国航天精神的形成 / 054
- 2.6 创造航天文化的先驱 / 063

第 3 章 飞向月球 / 081

- 3.1 水星计划 / 082
- 3.2 双子星计划 / 087
- 3.3 阿波罗计划 / 094

第 4 章 航天飞机和空间站 / 103

- 4.1 美国航天飞机简介 / 103

- 4.2 航天飞机 / 105
- 4.3 国际空间站 / 133
- 4.4 图解航天员在空间站里生活的一天 / 137

第5章 飞向金星 / 143

- 5.1 大起底：金星探测器 / 143
- 5.2 从地球到金星需要多长时间 / 145
- 5.3 解密金星 / 146
- 5.4 金星与地球的参数对比 / 149
- 5.5 探索金星 / 151
- 5.6 发现达人 / 153
- 5.7 传奇故事 / 154

第6章 飞向火星 / 158

- 6.1 火星探测器 / 159
- 6.2 从地球到火星需要多长时间 / 160
- 6.3 火星的基本参数 / 161
- 6.4 特别星球 / 162
- 6.5 火星四季和地貌特征 / 165
- 6.6 发现达人 / 170
- 6.7 传奇故事 / 170

第7章 飞向木星 / 173

- 7.1 飞向木星的勘探利器 / 173
- 7.2 从地球到木星需要多长时间 / 176
- 7.3 解密木星大气和神奇的木星环 / 176
- 7.4 揭秘绚丽多彩的木星云层 / 180
- 7.5 木星与地球的参数对比 / 182
- 7.6 敢于竞争太阳的中心地位 / 184

7.7 发现达人 / 187

7.8 传奇故事 / 189

第 8 章 飞向空间的小天体 / 192

8.1 观测和访问小天体 / 192

8.2 飞往小天体需要多长时间 / 196

8.3 彗星那些事 / 197

8.4 流星和陨石 / 201

8.5 小行星那些事 / 202

8.6 发现达人 / 206

8.7 传奇故事 / 207

第 9 章 航天器飞行与力学 / 210

9.1 太空飞行与大气层内飞行的区别 / 210

9.2 开普勒定律和宇宙速度 / 210

9.3 轨道基础 / 212

9.4 椭圆轨道 / 216

9.5 卫星轨道的数学模型 / 217

第 10 章 航天器轨道和太空机动 / 221

10.1 空间几何学的限制 / 221

10.2 一般轨道 / 226

10.3 卫星仰角与地面覆盖范围的关系 / 232

10.4 卫星的机动 / 234

10.5 太空机动技术细节 / 244

第 11 章 空间望远镜 / 250

11.1 望远镜的故事 / 250

11.2 哈勃空间望远镜 / 255

- 11.3 哈勃空间望远镜的组成 / 257
- 11.4 哈勃空间望远镜的成就 / 259
- 11.5 哈勃空间望远镜的五次太空维修 / 266
- 11.6 韦伯望远镜 / 273

第 12 章 空间碎片 / 278

- 12.1 空间碎片的来源 / 279
- 12.2 空间碎片的分布 / 280
- 12.3 空间碎片的危害 / 282
- 12.4 空间碎片的观测 / 284
- 12.5 空间碎片的清理 / 285
- 12.6 各国空间碎片清理方案实例 / 292

第 13 章 新概念航天器 / 298

- 13.1 机器航天员 / 298
- 13.2 小卫星及其编队飞行 / 306
- 13.3 捕获小行星的航天器 / 313
- 13.4 模块化分离卫星 / 317
- 13.5 未来 NASA 的群卫星系统分析与展望 / 321
- 13.6 基于纳卫星组成的天基镜群 / 325
- 13.7 未来太空任务设想 / 328
- 13.8 气体行星飘浮探测器 / 330
- 13.9 一种可以装进衣兜的微小航天器 / 334
- 13.10 星际旅行与艺术 / 340

第1章 绪 论

1.1 航空与航天的基本概念

钱学森定义的人类飞行活动可以分为三个阶段，即航空、航天、航宇。那么，什么是航空、航天和航宇呢？

航空是指人类在大气层内从事的飞行活动。

航天是指人类在大气层外从事的飞行活动。

航宇是指人类在太阳系外从事的飞行活动。

钱学森曾经说：“‘航天’一词是我首创。我把人类在大气层之外的飞行活动称为‘航天’，是从航海、航空‘推理’而成的。”他说，最初是从毛泽东的诗句“巡天遥看一千河”中得到启示。他还提出了“航宇”一词，亦即“星际航行”，他在《星际航行概论》一书中详尽地论述了行星之间以至恒星之间的飞行。

今天，如果说“航宇”一词对于中国人而言还不为所有人知晓的话，那“航天”一词已经是家喻户晓了。

“航空与航天”一词，既蕴含了人类进行航空航天的活动，又包含了航空航天飞行活动所涉及的各种技术。但通常人们习惯于将航空和航天理解为技术，甚至与高科技联系在一起。事实上，航空、航天、航宇同时还包含着人类思维的进步，因为人类思维活动驱动着航空与航天活动的发展，它们标志着人类文明程度的高度发展。

“航空与航天”是人类利用载人或不载人的飞行器，在地球大气层内和大气层外的航行活动的总称。经过人类近百年来努力，目前“航空与航天”已经成为当下及未来最活跃和最有影响的科学技术领域，同时也代表着一个国家科学技术的发展水平，它也是科学技术和意识形态结合的产物。

1.1.1 航空

航空活动通常是指载人或不载人的飞行器在大气层内飞行，所以，航空器必须置身

于空气介质之中，同时还要克服航空器自身的重力才能飞行。航空器一般受到4个作用力的作用，即推力、阻力、重力和升力，如图1.1所示。

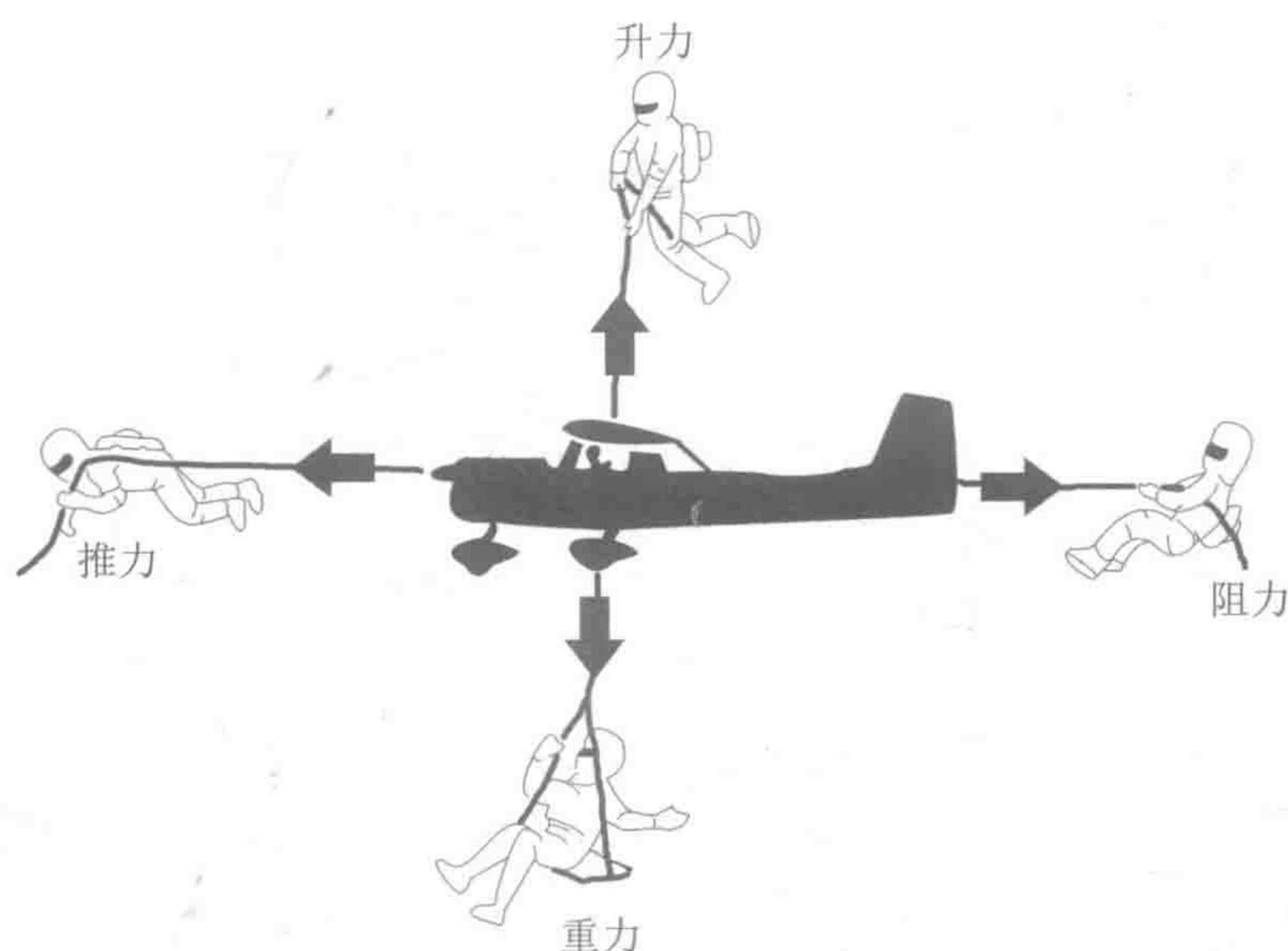


图 1.1 航空器受到的4个作用力

因为航空器置身于空气之中，所以空气动力学是航空技术的理论基础，航空技术的每一项成就都离不开人类对空气动力的探索与实践。那么，什么是空气动力呢？在我们的生活中，空气动力的现象很多，如飓风将房盖掀起的现象就是空气动力的表现（见图1.2）。空气动力是怎样产生的呢？只要物体和空气之间有相对运动，就会在物体上产生空气动力。

航空按其应用领域划分，包括军用航空和民用航空。

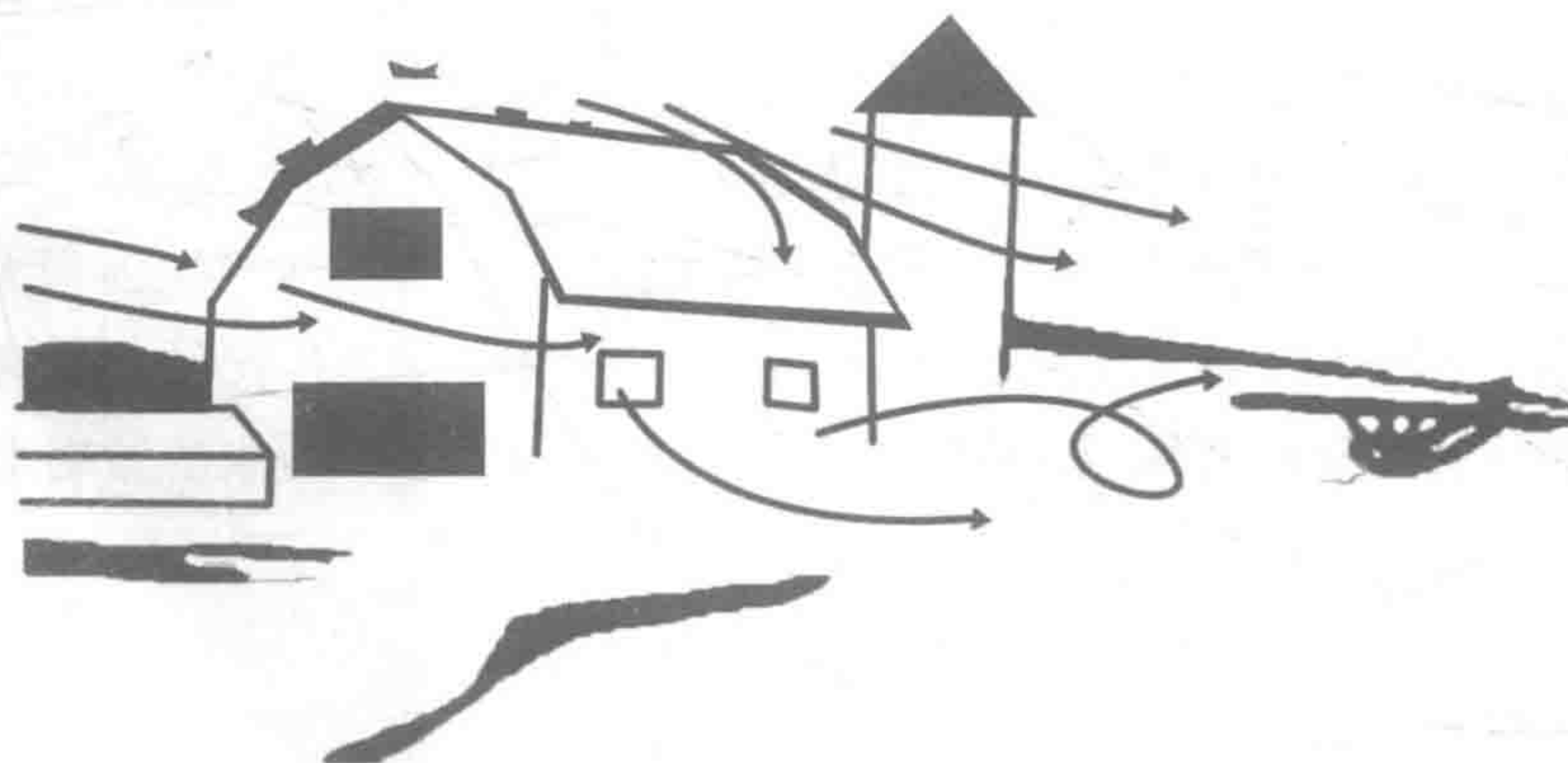


图 1.2 飓风将房盖掀起

1. 军用航空

军用航空泛指用于军事目的的一切航空活动，主要包括作战、侦查、运输、警戒、训练和联络救生等。在 20 世纪的战争中，夺取制空权是战争胜利的重要手段，也是军用航空的主要活动。军用飞机可分为作战飞机和作战支援飞机两大类。典型的作战飞机有战斗机（又称歼击机）、攻击机（又称强击机）、战斗轰炸机、反潜机、战术轰炸机和战略轰炸机等。作战支援飞机包括军用运输机、预警指挥机、空中加油机、侦察机和军用教练机等。除固定翼飞机外，军用直升机在对地攻击、侦查、运输、通信联络、搜索救援以及反潜等方面发挥着巨大作用，已成为现代军队（特别是陆军）的重要武器装备。

2. 民用航空

民用航空是指利用各类航空器为国民经济服务的非军事性航空活动。根据不同的飞行目的，民用航空分为商业航空和通用航空两大类。

① 商业航空。商业航空是指在国内和国际航线上的商业性客货（邮）运输。这类运输服务主要由国内和国际干线客机、货机或客货两用机以及国内支线运输机进行。

② 通用航空。通用航空是指用于公务、工业、农林牧副渔业、地质勘探、遥感遥测、公安、气象、环保、救护、通勤、体育和观光游览等方面的飞行活动。

通用飞机主要有公务机、农业机、林业机、轻型多用途飞机、巡航救护机、体育运动机和私人飞机等。

1.1.2 航天

航天又称空间飞行、太空飞行、宇宙航行或航天飞行，是指航天器在太空的航行活动。

从广义上理解，航天活动包括空间技术（也称航天技术）、空间应用和空间科学三部分。航天活动的目的是探索、开发和利用太空资源，从而更好地为人类服务。

航天飞行的基本条件是航天器必须达到足够的速度，摆脱地球或太阳的引力。第一、第二、第三宇宙速度是航天所需的特征速度。

航天实际上包括军事航天和民用航天两部分，但世界各国在宣传自己的航天工业时都主要强调其科学探索或民用市场的潜力。

1. 军事航天

现在，占领和控制近地空间已经成为西方大国争取军事优势的新焦点。在美国、俄罗斯等国已发射的航天器中，具有军事用途的超过 80%。用于军事目的的航天器可分为三类：卫星系统、反卫星系统和载人航天系统。

① 卫星主要分军用通信卫星、导航卫星、气象卫星和侦察（间谍）卫星等。

② 反卫星系统包括反卫星卫星、定向能武器和动能武器。其中，激光武器、粒子束武器和射频武器等属于定向能武器；动能导弹、电磁炮和电热弹等属于动能武器的范围。

③ 载人航天系统分为空间站、飞船和航天飞机、空天飞机等，空间站可用作空间侦察与监视平台、空间武器试验基地、天基国家指挥所、未来天军作战基地等。

2. 民用航天

民用航天的潜力是非常巨大的。空间物理探测、空间天文探测、卫星气象观测、卫星海洋观测、卫星广播通信、卫星导航、遥感考古、太空旅游以及地外生命探索等都是民用航天的重要应用领域；微重力环境下完成的各种化学、物理和生物实验成果，是航天为人类文明与进步所做的直接贡献。

1.1.3 航空与航天的联系

航天不同于航空，航天器是在极高的真空宇宙空间以类似于自然天体运动的规律飞行的。但航天器的发射和回收都要经过大气层，这就使航空与航天之间产生了必然联系。尤其是水平降落的航天飞机和水平起降的空天飞机，兼有航空与航天的特点。

从科学技术的角度看，航空与航天之间是紧密联系的。航空航天技术是高度综合的现代科学技术。力学、热力学和材料学等是航空航天的科学基础；电子技术、自动控制技术、计算机技术、喷气推进技术和制造工艺技术等对航空航天的进步发挥了重要作用；医学、真空技术和低温技术的发展促进了航空和航天的发展。这些科学技术在航空和航天的应用中相互交叉和渗透，产生了一些新的学科，促使航空和航天科学技术形成了完整的体系。

航空和航天的发展都与其军事应用密切相关，人类在该领域取得的巨大进展也对国民经济和社会生活产生了重大影响，甚至改变了世界的面貌。航空和航天科学技术已成为牵动其他高新技术发展的动力之一。航空和航天工业不仅是国民经济建设和发展中的朝阳产业，其产品还是附加值很高的高新技术产品。

1.2 航天系统

航天系统是指由航天器、运载火箭、航天发射场、航天测控网、应用系统组成的完成特定航天任务的工程系统，如图 1.3 所示。其中应用系统指航天器的用户系统，一般

是指地面应用系统, 如 GPS 接收机、气象预报等。

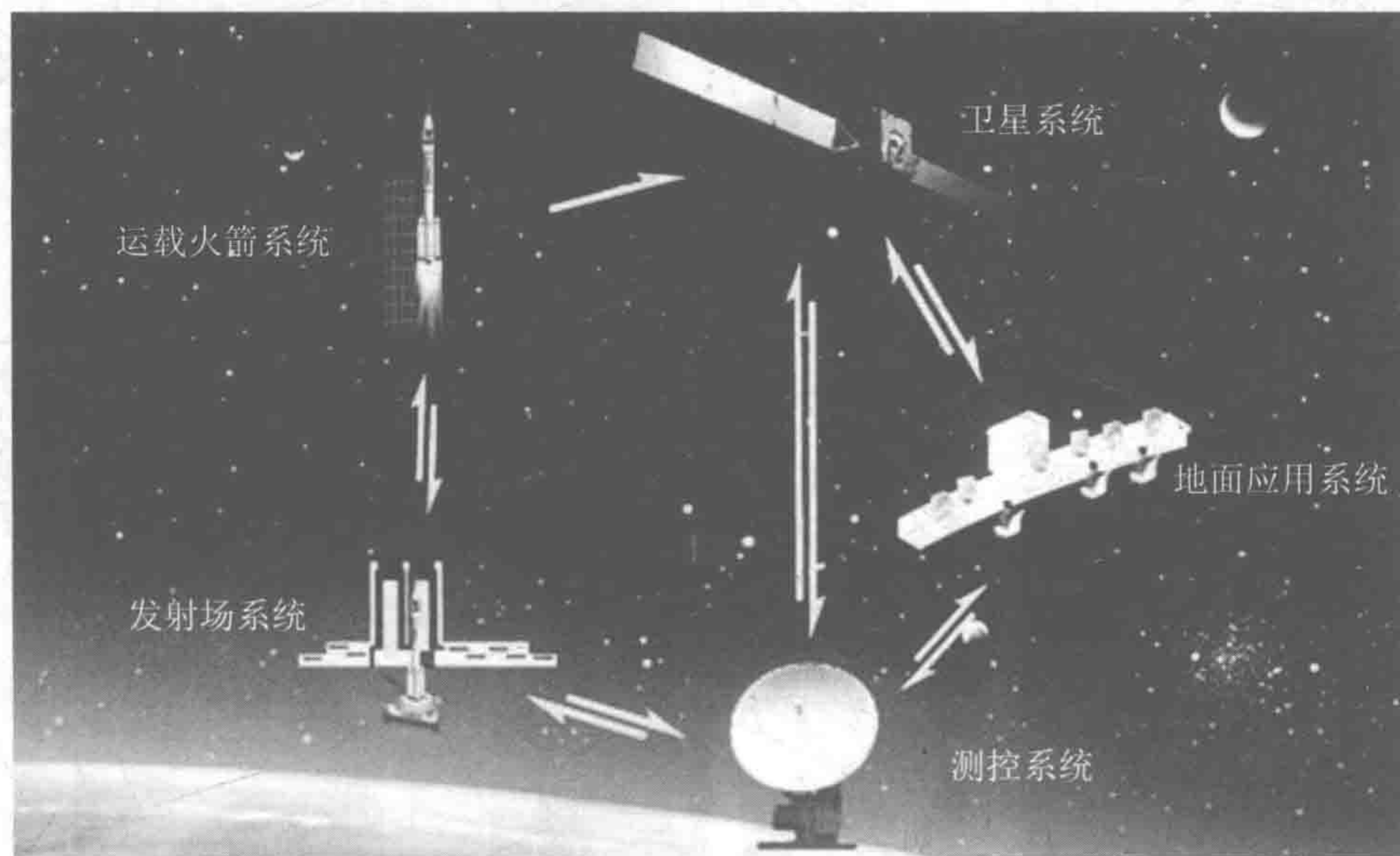


图 1.3 航天系统组成

航天系统是现代典型的复杂工程大系统, 具有规模庞大、系统复杂、技术密集、综合性强, 以及投资大、周期长、风险大、应用广泛和社会经济效益可观等特点, 是国家级大型工程系统。组织管理航天系统的设计、制造、试验、发射、运行和应用, 要采用系统工程方法; 而在航天工程实践中又形成了航天系统工程, 进一步丰富和发展了系统工程的理论和方法。完善的航天系统是一个国家科技水平和经济实力的重要标志, 目前世界上只有为数不多的国家拥有这种实力, 而我国就是其中之一。

1.3 空间资源

空间资源泛指在太空中人类可以开发利用的环境和物质, 主要包括相对于地面的高度资源、真空和微重力环境资源、太阳辐射物质与能量资源、月球矿物资源、行星资源等。

太空中可利用的资源比地球上可利用的资源要丰富得多。就太阳系内部而言, 在月球、行星和小行星等天体上, 有丰富的矿产资源; 在类木行星和彗星上, 有丰富的有机化合物资源; 在行星际空间, 有真空和辐射资源。高真空和失重的空间特征, 是生产电子产

品和高级药品的理想环境。人类在太空中进行了许多科学实验，获得了相当大的实用效果和经济价值。

1.4 从古代航天员遗迹到神话飞天故事

1.4.1 新石器时代的太空人浮雕

新石器时代，在玛雅遗迹中竟然发现了与航天科技非常接近的痕迹，在巴伦杰神殿的碑铭神庙中，发现在巨大石室的墙上刻有九位盛装的神官及一位带有奇妙头饰的青年浮雕，如图 1.4 所示。浮雕的碑文描述如下：“白色的太阳之子，仿效雷神，从两手中喷出火焰……”

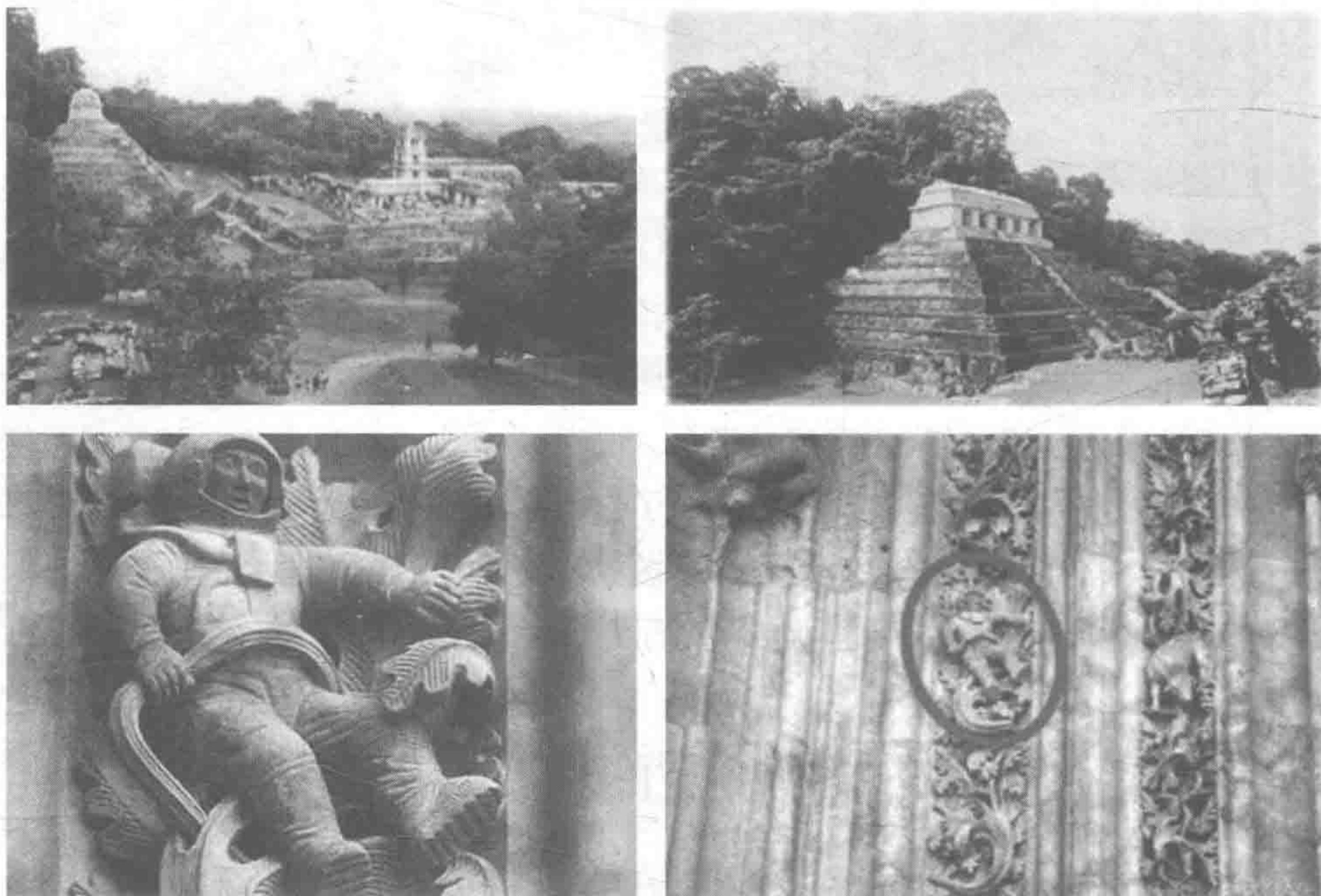


图 1.4 玛雅遗址（左上）、巴伦杰神殿（右上）、太空人浮雕（左下）和 1100 年前西班牙教堂上面出现了太空人浮雕（右下）

从今天人类的思维看，这个浮雕与太空船十分相似，浮雕中的图画，画着一个青年正在操作一台类似飞行器的机器。这个机器的前端是流线型的，十分精密复杂，并且类似仪表。带着头盔的青年人双眼直视前方，头盔上连接有两条管子。他弯着腰和膝盖，

双手正在操纵着一些操纵杆——左手正在调节把手般的東西，右手正在操纵把手控制器，左脚放在有好几道槽痕的踏板上。他后面有个类似宇航员携带的空气和水的箱子，箱子后面喷出火焰，类似宇航员的推进装置。

科学家认为，这个浮雕看起来与今天的载人航天类似，如果这张图是古代玛雅人按照他们建造的机器画的，那么就证明他们已经具备了从事太空探险的能力。

1.4.2 中国古代宇航员

从考古发现来看，古代中国的宇航员与今天的宇航员形象非常接近。在我国甘肃，新石器时代半山文化遗址出土的两个陶质半身人像，形象与现代宇航员模样十分接近，如图 1.5 所示。考古学家认为，其中一位“宇航员”是《山海经·大荒西经》中所说的西海之神，和现代航员一样都身怀绝技，有着过硬的本领和智慧。中国古代的神仙，其实都是宇航员的化身，把航天科技看成“成仙术”，称航天为“升仙”；宇航员被称为“天神”或“仙人”。

另外，《山海经》中记载的“羽人”，雕刻上羽人身长 30 ~ 40 cm，头发向后梳起发髻，很有几分唐朝仕女的韵味；与细长的身体相比，脸显得有些微胖；肩膀上有一对大大的翅膀，后面有一片云朵，似乎正在展翅高飞；她双手交握在胸前，细长的身体拖着长长的尾巴，与西方童话中的美人鱼有几分相像，如图 1.6 所示。

目前，世界上有一种至今还没有被证据证明的“古代太空人假说”，该假说大意为“在古时候，外星太空人来到地球，创造了人类，并且还教导人类创造文明”。图 1.7 所示为玛雅帕伦克国王巴加尔二世陵墓的石棺上的图案。这个图案类似于现代宇宙飞船，但也有些历史学家认为这是巴加尔二世在地府旅行。搞笑诺贝尔奖文学奖得主艾利希·冯·丹尼肯也主张外星生物

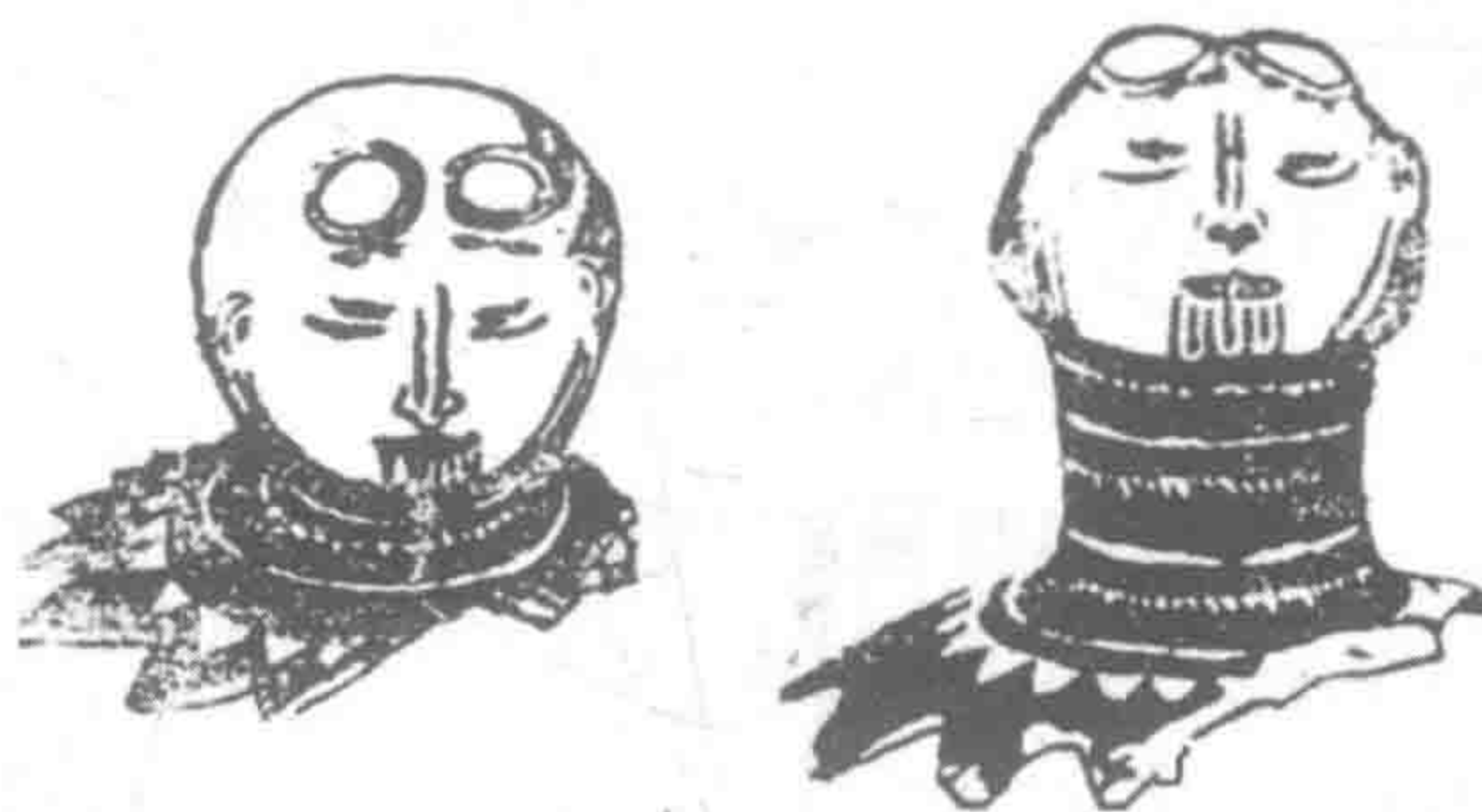


图 1.5 圆头、长颈、额顶有一对极似一副护眼的圆镜状饰物的古代“宇航员”



图 1.6 考古学家从一个明清时期就已经被盗的墓室里发现雕刻有两个《山海经》的“羽人”，模样像美人鱼

创造论，认为远古文明因有外星人帮助而远远超过现在科技，但因发生大灾难而毁灭。

最近，世界最大的贵州平塘射电望远镜刚刚运行就收到了一个可疑宇宙信号，科学家分析的结果显示，这个信号来自 1300 多光年之外。与此同时，著名天文学家霍金再次发出警告，希望世界上监听到宇宙信号的射电望远镜不要回答任何可疑信号，以免暴露人类文明的存在。霍金还解释：从经济角度看，外星文明要殖民地球，需要造价差不多为 400 亿亿美元的飞船群，显然一个地球肯定是不够的，也许这就是为什么至今没有发现外星人的原因。



图 1.7 玛雅帕伦克国王巴加尔二世陵墓的石棺上的类似现代宇宙飞船的图案

1.4.3 古代的神话飞天故事

1. 中国人虚构的女航天员们

神话中的嫦娥是人类最早的女“航天员”。今天中国把登月计划命名为“嫦娥工程”，也是基于这个典故。关于嫦娥身份有多种说法，一说是神话人物后羿的妻子，一说是上古黄帝时代的女性。嫦娥为啥奔月？也流传有两种版本，均源于《淮南子》。一种版本是嫦娥偷吃“不死之药”奔月的，另一种版本是嫦娥被迫吃“不死之药”奔月的。



图 1.8 马来西亚霹靂州一个寺庙里的“女娲补天”壁雕（左）；“弄玉乘凤”吹箫（右）