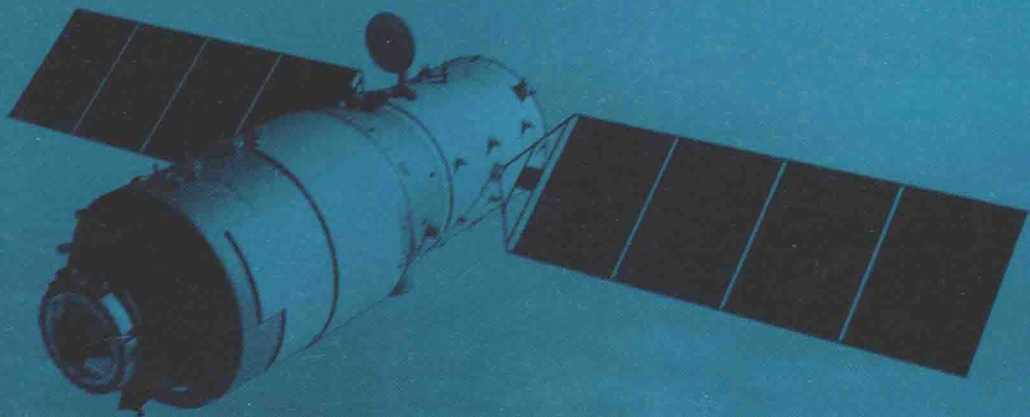




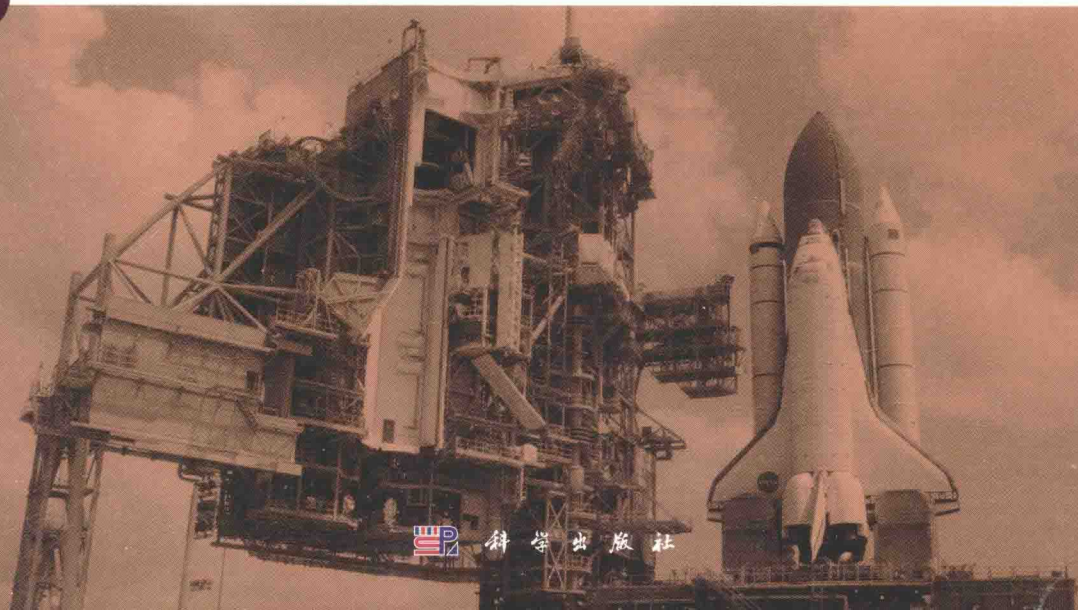
从蒙昧的望天兴叹到太空的自由翱翔，从原始简单认知到现代科学研究，人类飞天梦想的实现，走过了一条什么样的曲折道路？



走出地球摇篮

人类飞天梦想的实现和对太空的探索与利用

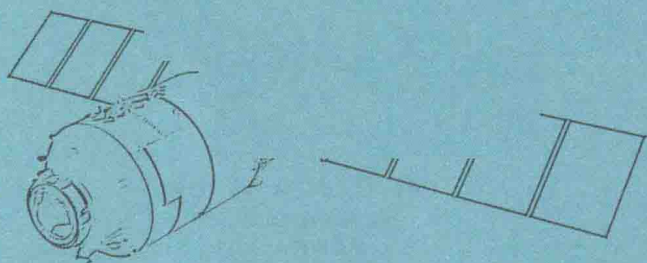
张玉涵◎著



科学出版社

走出地球摇篮

人类飞天梦想的实现和
对太空的探索与利用



科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

走出地球摇篮 / 张玉涵著. —北京: 科学出版社, 2015.10

ISBN 978-7-03-045072-2

I. ①走… II. ①张… III. ①航天科技—普及读物
IV. ①V1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 132189 号

责任编辑: 刘英红 / 责任校对: 胡小洁
责任印制: 张 倩 / 整体设计: 零创意文化

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 10 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2015 年 10 月第一次印刷 印张: 17 1/2

字数: 325 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序 一

载人航天的空间科学与应用技术

中国被誉为世界第三航天大国，虽然中国载人航天工程的发展历史才仅仅23年，和美俄等航天大国相比将近滞后40年，但中国在23年中所取得的空间应用效益却有着深远和广泛的影响，载人航天工程在1992年立项之初，打破传统的组织模式，专门设置了与飞船、运载火箭等并列的空间应用系统。系统由具有综合基础学科优势的中国科学院来抓总，负责载人航天工程空间应用任务的实施。中国科学院党组专门成立了空间科学与应用总体部，并赋予其代表科学院行使人、财、物的全权组织管理职责，为推动中国空间科学与应用技术的健康、持续、稳定的跨越式发展奠定了基础。

23年来空间科学与应用总体部一直负责组织和实施中国载人航天工程的空间应用任务，以“科学技术是第一生产力”为指导思想，开展空间科学与应用的总体技术支持研究，圆满完成载人航天工程各项应用任务，为国家在经济建设、国防建设、先进科学文化建设，以及全民素质培养等各个方面提供基础理论与技术支持。当前载人航天工程已经进入空间站工程研制阶段，将开展大规模有人参与的空间科学和应用实验与试验研究。2024年以后，国际空间站退役，中国空间站届时将成为唯一在轨运行的空间站，在空间站上将大量开展微重力物理科学、生命科学、空间天文观测、地球科学等空间科学的应用和研究，并广泛开展国际合作。中国有望借此取得一系列科学的重大发现、技术突破和应用成果，使我国空间科学技术、应用发展跻身于世界前列。为此中国科学院2010年决策在总体部基础上成立具有独立法人资质的空间应用工程与技术中心，负责载人航天空间站应用任务的规划、论证、工程实施，应用成果的推广、国际合作和科普教育，并提供技术支持保障和服务。

23年来伴随工程任务实施的团队技术培训、素质培训、传统作风培训和科普教育，保障了各项任务的圆满完成。张玉涵研究员是总体部初创阶段的老专家之一，从事航天技术及空间科学与应用研究实践50年，积累了丰富的工程技术和广博的基础科学知识，是应用系统和中心职工专业培训和科普教育宣传的积极支持者。本书是张老师根据近十几年来，为中心员工培训和科普教育宣传所积累的资料素材整理编写的一本中高级科普读物，这对于参与应用任务的科研人员和管理者都很重要，一方面是增强了他们对应用任务的理解，扩大了知识面，

提升了责任感；另一方面通过普及空间应用的基本专业技术常识，为新参加应用系统团队的年轻人搭建了入门台阶，保证了空间应用任务的健康实施。

在这本书中，张老师用独特的视角，打破传统的技术讲座模式，从哲学社会学角度，较系统地阐述了人类对天求索的历史轨迹，其开阔的思路，使人耳目一新，能进一步启迪读者去深入思考，颇有新意。作为一本专著，是我中心的一份宝贵财富，为此感谢张老师给我们的这份厚礼。所以，经过中心所务会议决定，由单位出面组织其整理出版工作，一方面可作为本所职工的基础读物和专业资料；另一方面可以扩大社会宣传，提升广大民众对空间科学与应用研究领域的认识，为全民科学文化素质建设贡献一分力量。

最后，我个人诚恳地向广大读者推荐这本书。“地球是人类的摇篮，但人不能永远生活在摇篮里。”这是人类航天之父、前苏联科学家康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基的名言。他勾画了人类航天事业的宏伟蓝图：“人类不断地向外探寻着生存的空间，起初是小心翼翼地穿出大气层，然后就是征服整个太阳系。”这本书所介绍的内容，正是半个世纪以来，地球人类穿出大气层，离开地球，飞向太阳系的全程足迹，以及因此而回报给地球人类的丰厚航天效益。全书分为两部分：第一部分“飞天梦想的实现”，从繁琐杂乱的历史事件中，梳理出既不失真实性，又可增添读者趣味性的小故事，来介绍人类千年飞天寻梦的科学与社会发展历程，并着重介绍了东方（中华民族）文明对人类科技发展的贡献；第二部分“对太空的探索与利用”，由幻想与现实的辩证关系切入，介绍在人类实现飞天梦想后，新兴的空间科学与技术，在全球通讯、定位、军民航天对地观测，以及空间天文和物理、空间科学实验研究等广泛领域所获取的巨大效益，带给人类社会文明进步的创新成就，以及由此而出现的推动航天、载人航天可持续发展的新一轮幻想和实现新幻想的战略宏图。

本书适合具有高中以上学历、关心空间科学与应用发展的普通民众和新参加航天领域的科技工作者，目的是普及航天、载人航天以及空间科学、空间应用的基本知识。有浓厚专业兴趣的初中科技小组成员也可选读，对于提高空间科学兴趣、励志做一个 21 世纪的空间科学家会有帮助。

最后再次向张老师和参与本书出版工作的所有同志表示感谢！

中国科学院空间应用工程与技术中心主任、载人航天工程空间应用系统总指挥

高 铭

序 二

张玉涵研究员的力作《走出地球摇篮》，是一本内容相当广泛的航天科技科普著作，涵盖了空间技术、空间应用和空间科学多方面内容。本书作者不仅以通俗易懂的语言和生动形象的比喻解译了航天科技的许多专业知识，兼具知识性和趣味性，还从人类思想发展脉络的角度解析了人类走出地球摇篮的千年梦想，并介绍了航天发展史中的重大事件和奇闻趣事。作者纵古论今，谈天说地，旁征博引，思路开阔，遐思畅想，风格独特，使这本书颇具新意。

飞天是人类的千年梦想。人类在漫长的历史发展进程中从未停止过探索自然界奥秘、挑战和超越自身能力极限的努力。只是到了近代，由于科学和技术的加速发展，出现了多次科学和技术革命，在科学和技术高度发达的当代，人类走出地球摇篮的千年寻觅才从梦境中走出成为现实。

十五到十六世纪的文艺复兴运动带来了科学和艺术的革命，在数学、力学、物理学、天文学和生物学方面取得了重大成就。波兰科学家尼古拉·哥白尼提出的“日心说”，意大利科学家乔尔丹诺·布鲁诺提出太阳是太阳系而非宇宙中心和无限时空的宇宙观，是对神学宇宙观的根本颠覆。稍后，伽利略发明了天文望远镜，开普勒发现行星运动定律，牛顿创立了万有引力和三大运动定律，奠定了经典物理学和现代工程学的基础。

十九世纪，在工业革命促进下科学发展继续深入，麦克斯韦提出了统一电磁场理论，门捷列夫发现了元素周期律，达尔文提出了自然选择进化论学说，卡诺、克劳修斯、焦耳和后来的玻耳兹曼等发展了热力学，赫尔姆霍兹提出了完整的能量守恒原理，赖尔阐述了地质进化论，等等，被称为第二次科学革命。

十九世纪末至二十世纪初，在探索微观世界和电磁波传播、黑体辐射等研究中，牛顿力学和经典电磁理论遇到巨大困难，推动了理论物理创新。爱因斯坦创立了狭义相对论和广义相对论；普朗克、爱因斯坦、玻尔创立和推动了量子力学理论，形成了宇观/微观统一、量子/连续性统一的自然观，成为人类科学认识史上最深刻的一次革命。上述科学成就为现代材料、化工、能源、动力、通讯、导航和信息技术发展奠定了基础。此间，齐奥尔科夫斯基、佩尔特里和戈达德等研究了多级火箭理论，为人类进入太空做了工程理论准备。

进入20世纪后，人类对太空和近地空间、太阳系和宇宙的观测和研究活跃

起来。通过地面望远镜对宇宙天体、太阳、彗星和行星进行了细致观察，天文学迅速取得进步；通过陨石研究了宇宙物质的化学组成，不断积累了人类对外太空的知识。20 世纪的两次世界大战没有阻止科技发展的脚步，二战期间研制原子弹、火箭、喷气式飞机等尖端技术反而促进了战后科学技术的快速进步。在远程火箭基础上发展起来的空间运载火箭为人类进入太空的最终突破奠定了基础。

1957 年 10 月 4 日苏联成功发射了第一颗人造地球卫星，人类终于得以挣脱地球的束缚进入太空，开创了空间科技发展新纪元。短短的五十多年中，空间技术创造了一个又一个激动人心的奇迹，人类登上了月球，建造了巨大的空间站，深空飞行足迹遍及太阳系所有行星；空间应用渗透到经济和社会生活各个方面，成为人类不可或缺的基础设施，推动了信息时代的发展，空间军事应用深刻地改变了战争形态，成为军事斗争的制高点；空间科学取得的大量革命性发现超过了以往几千年的总和，深刻地改变了人类对宇宙、太阳系、地球和物质运动规律的认知，并将取得进一步重大突破。空间科技进步深刻地改变了社会面貌和人类认知，成为我们所处的这个时代科技发展和社会进步的显著标记。

我国的航天事业取得了举世公认的丰硕成果。我国载人航天工程从 1992 年开始也走过了 23 年的历程，正在按照“三步走”的发展战略，开始实施空间站计划，将在空间技术、空间科学和空间应用方面取得进一步的发展，争取走向世界前列。我殷切希望在我国航天事业蓬勃发展的背景下，张玉涵研究员的这本书能够在普及航天科技知识、提高公众对航天事业的科学认知、引发青年科技工作者的创新热情等方面发挥积极的作用。

中国科学院院士、载人航天工程空间应用系统原总指挥

顾逸东

目 录

序一 / i

序二 / iii

上篇 飞天梦想的实现

第一章 天地起源

1. 宇宙和地球形成的科学推断 / 4
2. 天地起源的神话传说 / 5

第二章 启蒙的看天识地

1. 远古人类对天的第一个认知 / 12
2. 华夏文明的贡献 / 13
3. 对天认知的第一次跨越 / 15

第三章 远古人类的登天之梦

1. 天是神的世界 / 18
2. 三星堆的登天神树 / 19
3. 鲲鹏展翅九万里 / 20
4. 实现飞天梦的原始实践 / 22
5. 中国古代思想家理性的问天之惑 / 24
6. 从神话走向科学的先贤者 / 25
7. 近代科学引领登天求索 / 27

第四章 学会飞——登天的第一步

1. 儒勒·凡尔纳的《气球上五星期》 / 30
2. 飞机发明——走向太空的跨越 / 33
3. 航天之父——齐奥尔科夫斯基 / 35

4. 登天的梯子——现代火箭 / 37
5. 双刃利剑——导弹与航天运载火箭 / 38

第五章

实现登天之梦

1. 冷战演绎的太空竞赛 / 42
2. 第一颗人造卫星——科学家的良知 / 43
3. 航天第一大潮——阿波罗登月 / 45
4. 运载火箭的王者——土星5号 / 48
5. 登天的殉道者——航天路上的英灵 / 49

第六章

新的梦想——主宰太空

1. 第一代空间站——空间实验室 / 52
2. 智慧的丰碑——和平号空间站 / 53
3. 航天飞机的生与死 / 56
4. 太空城堡——国际空间站 / 59

第七章

华夏飞天圆梦

1. 航天之父——钱学森 / 66
2. 卫星之父——赵九章 / 67
3. 开路之举——国家863计划 / 69
4. 太空新星——璀璨神舟 / 71
5. 华夏天宫——中国的空间实验室和空间站计划 / 74

第八章

征服宇宙的宏图

1. 不再寂寞的月球 / 78
2. 现实的华夏嫦娥奔月 / 81
3. 荧惑之媚 / 84
4. 飞往浩瀚宇宙——深空探测 / 89
5. 宇宙远航面临的问题 / 91

下篇 对太空的探索与利用

第九章 幻想与科学

1. 由幻想到现代科学的诞生 / 100
2. 高科技时代萌发新的幻想 / 103

第十章 神奇的魔盒

1. 什么是遥感器和遥感技术 / 110
2. “呼风唤雨”掌握全球气象变化 / 114
3. 世界气象卫星的发展现状 / 117
4. 生命之源——地球水圈 / 121
5. 世界海洋卫星的发展现状 / 125
6. 我们的家园——地球陆地生物圈 / 128
7. 世界陆地卫星发展现状 / 129

第十一章 “千里眼”和“顺风耳”

1. 大国演绎的太空军事竞赛 / 138
2. 安装在航天器上的“千里眼” / 140
3. 现实中的“火眼金睛” / 143
4. “顺风耳”的奇迹 / 147
5. 太空中的“矛”和“盾” / 150

第十二章 同住地球村——“天涯若比邻”

1. 全球通信的幻想与现实 / 158
2. 世界主要卫星通信系统 / 160
3. 太空中的指路航标 / 167

第十三章

揭开宇宙的奥秘

1. 新兴的空间天文学 / 178
2. 避开“云雾”看太阳 / 180
3. 不同的宇宙“面孔” / 183
4. 耀眼的明星——哈勃 / 195

第十四章

陌生的太空环境

1. 太空“风雨” / 206
2. 空间环境科学 / 209
3. 空间环境科学的发展 / 213
4. 领航太空——空间环境监测与预报 / 215

第十五章

理想的太空实验室

1. 空间科学实验 / 220
2. 奇妙的微重力现象 / 221
3. 微重力科学研究 / 224
4. 空间生命科学 / 233
5. 活跃的空间实验活动 / 248
6. 中国的空间生命科学 / 253

第十六章

开发太空的新幻想

1. 地球人渴望的月球领地 / 262
2. 待开发的月球资源 / 263
3. 哪里是地球人期待的第二家园 / 266

声明 / 270

上篇

飞天梦想的实现

在人类历史发展的长河之中，对天的关注与研究源于何时？是什么诱惑着人类的执著追求？从蒙昧的望天兴叹到太空的自由翱翔，从原始简单认知到现代的科学探究，人类走过了一条什么样的曲折道路，人类从中获得了什么？在今天空前高涨的太空热潮中，还将面临什么样的困难？漫长的航天之路有无尽头？从人类探索空间的千年寻梦历程中，我们感受到地球人类那永无止境的灵动幻想和执著求索的智慧精神，这种精神将是激励新一代科学工作者勇于求索、开辟从地球文明到宇宙文明创新之路的巨大动力。





自从地球上有了人类，“看天观地”就一直伴随着人类文明的发展，世代延续。在地球的天地之间充满生机，飞禽走兽，林木花草，鱼、虫、贝、甲……万千生命自由地繁衍生息，人原本是其中的一个物类，但他却进化成了独具智慧和创造能力的地球主宰者。

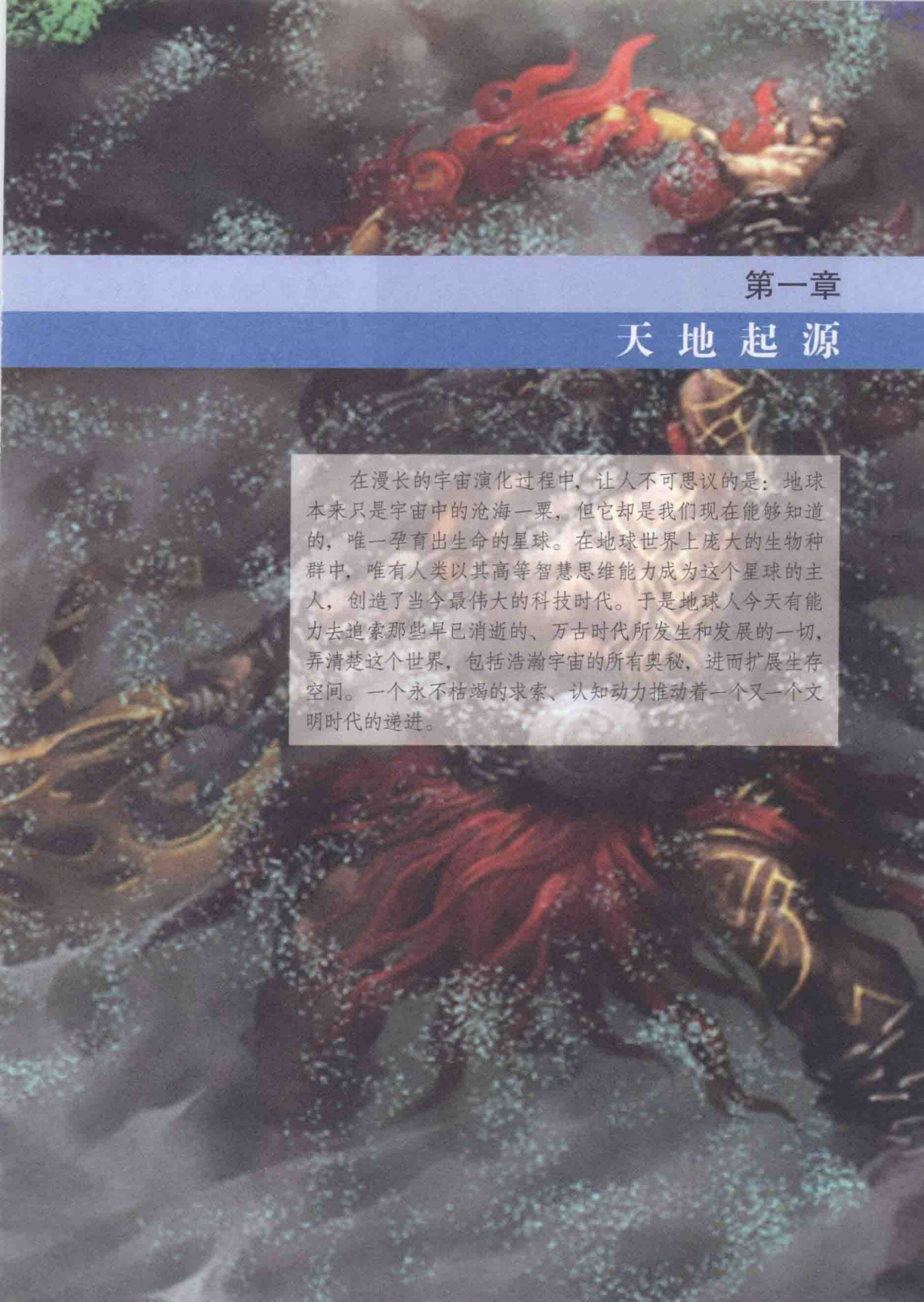
斗转星移，日升日落，月圆月缺，莽莽苍穹充满诡秘。春夏秋冬，寒来暑往，风云变迁，地球生机盎然。天地之间存在何种关系？它对人类生存有何影响，这是古往今来人类“看天观地”的原始动力。

当太阳从东边升起、阳光洒落大地、和风习习、鸟语花香之时，人们自然会想到鸟儿为什么能够自由飞翔；当夕阳西下、黑夜降临大地之时，人们又会仰视天空，对着那些闪烁变化的满天星斗，充满迷茫和敬畏，这是人类最初的看天印象。天上是一个什么样的境界？人能不能像鸟儿那样展翅高飞，飞上天去看一看，是远古人类最初的飞天情结。从蒙昧的古人类到具有高度发展科技的现代人类，这个“飞天”情结延续了几千年乃至上万年！直到近半个世纪，人类文明终于实现了飞天梦想。

但是，人类的智慧和欲望总是与时俱进的，今天先进的科技水平，使人类认识到利用、开发太空资源，使其可以服务于地球文明发展，乃至可能实现人类太空生存、星球移民等更加宏远的目标。因此，太空探索成为当今地球文明发展的新时代。

20世纪60年代美国人实现阿波罗登月，地球人的足迹永久地印刻在了月面；由美国和俄罗斯等十几个国家共同建造的“国际空间站”已经在离地球400多千米的空间遨游；“登陆火星”成为当今世界各航天大国的重要空间计划目标；“深空探测”被美国总统奥巴马圈定为引领世界未来空间发展的战略部署。但是，人类的太空梦想到底能走多远，是否会有一天能够实现星球移民，也许又将是几十代乃至上百代地球人的梦想。





第一章

天地起源

在漫长的宇宙演化过程中，让人不可思议的是：地球本来只是宇宙中的沧海一粟，但它却是我们现在能够知道的，唯一孕育出生命的星球。在地球世界上庞大的生物种群中，唯有人类以其高等智慧思维能力成为这个星球的主人，创造了当今最伟大的科技时代。于是地球人今天有能力去追索那些早已消逝的、万古时代所发生和发展的一切，弄清楚这个世界，包括浩瀚宇宙的所有奥秘，进而扩展生存空间。一个永不枯竭的求索、认知动力推动着一个又一个文明时代的递进。

1. 宇宙和地球形成的科学推断



图 1-1 宇宙大爆炸的模拟图

按照现代科学上大多数人认同的一个观点：宇宙物质世界的形成，源于一场无与伦比的大爆炸，这是在距今 13 亿年之前发生的事。在此之前，没有空间，也没有物质世界，科学家说，那仅是一个凝聚了所有时空质能的点，就

好像一个孕育天体物质世界的“蛋”。大爆炸震撼出了时空，也诞生了物质世界（图 1-1）。

大爆炸学说认为，浩繁星空中的每一颗星星，包括那数不清的星团、星系、星云、星尘、恒星、行星……以及浩渺无际的空间都是那次大爆炸的产物。在宇宙中，地球这个微不足道的小行星也不例外。

大爆炸理论是通过宇宙结构的实验观测和理论推导发展而来的。1912 年，德国人维斯托·斯里弗尔（Vesto Slipher）首次测量到一个“旋涡星云”的多普勒频移，其后他和卡尔·韦海姆·怀兹（Carl Wilhelm Wirtz）证实了绝大多数类似的星云都在退离地球。1917 年，爱因斯坦将广义相对论理论应用到整个宇宙，建立起一个不是静止的宇宙模型。1927 年，比利时物理学家、天主教牧师乔治·勒梅特提出了星云后退现象的原因是宇宙的膨胀理论。1929 年，美国天文学家爱德温·鲍威·哈勃（Edwin Powell Hubble）根据星系远离地球的速度同它们与地球之间的距离刚好成正比，建立起哈勃定律。1931 年，比利时神父、宇宙学家勒梅特进一步指出，宇宙正在进行的膨胀，意味着它在时间反演上会发生坍缩，这种情形会一直发生下去，直到它不能再坍缩为止，那时宇宙中的所有质量都会集中到一个几何尺寸很小的“原生原子”上，时间和空间的结构就是从这个“原生原子”产生的。至此，大爆炸理论趋于完整。

20 世纪 90 年代后期到 21 世纪初，人类有了先进的空间望远镜探测技术，如宇宙背景探测者、哈勃太空望远镜和威尔金森微波各向异性探测器等空间探测器，从而使宇宙学家更精确地测量到大爆炸模型中的各种参数，收集到大量数据

使大爆炸理论又有了新的突破，并从中发现了很多意想不到的结果，如宇宙的膨胀正在加速等。

尽管宇宙大爆炸为我们勾画出了宇宙的轮廓，并成为学术界的经典理论，但是宇宙似乎永远都是一个最深奥的难题，它的演化过程是科学研究的永恒主题。譬如说，大爆炸理论认为，那个孕育天体物质世界的“蛋”（学术上称为奇点）是一个温度和密度极高的、体积为零、时间停顿的神奇小点，在约 138 亿年前突然爆发，从而形成了现在的宇宙，那么这个“奇点”的形成由来又是如何呢？

2. 天地起源的神话传说

当代科学家以先进的观测手段和知识体系来证明宇宙和地球的形成是源于一次大爆炸。然而，在远古人类尚不具备科学观测能力，仅凭坐地看天的猜想（图 1-2）又是如何认识物质世界的形成呢？通过考古和古人类学研究，得出了一个令人震惊的结论，早在人类有文字记载之前，古人类就有了与大爆炸理论相似的宇宙形成认知，这可以从世界各民族千古流传的神话中得到证实。

古人类学家把十万年前人类进入石器时代，定为地球文明进化发展史的起点，那么这也应当是人类对天地空间求索认知行为的起点。然而，人类有文字记载的历史只不过几千年，当代人如何去了解万年乃至十几万年前人类的认知与行为呢？马克思说：“神话是用想象和借助想象以征服自然，把自然加以形象化。”文字起源远滞后于人类对自然的观察与认知的知识体系，在没有文字记录的载体之前，前人的认知和实践积淀只能凭借口口相授、代代相传的神话来传递。因此，神话起源在人类繁衍生息的进化过程中，起到了指导先民应对自然、谋求生存、传承知识体系的重大作用，为促进文明发展做出了伟大贡献。

古人原始、朴实的认知，必然会有虚拟和想象的成分，对于无法理解的自然现象，用一个神来替代是最好的归结，因此几乎所有的中外神话中，天地、自然永远是被神化的主角。因此，剔除神话中拟人、拟神的



图 1-2 远古人类的自然生活



图 1-3 女娲补天的神话传说

想象，仅研究其事件和神话描述的客观自然现象，那么神话就是真实可信的远古记载，是今人研究远古时代自然与社会的依据。例如，东方文明中，有一个“女娲补天”的故事（图 1-3），它讲述了人类如何征服自然，度过洪荒时代，而得以延续；同样在西方文明的《圣经》中，也有“诺亚方舟”

的故事讲述了那个相同时代，今天的科学考证也证明了在地球发展史中，上古时代确实有过大洪水暴发的洪荒时期。

（1）东方文明中的盘古开天辟地

在以华夏民族为主体的东方文明圈里，有一个关于天地起源的古老神话传说——盘古开天辟地（图 1-4）。成书于 1800 年前的典籍《五运历年纪》中说：“天地混沌如鸡子，盘古生其中，一万八千岁，天地开辟，阳清为天，阴浊为地。盘古在其中，一日九变，神于天，圣于地。”

这段话的意思是，在天地开辟之前，宇宙不过是“混沌沌沌”的一团气，就像一枚“鸡蛋”，里面没有光，没有声音。盘古在这一团混沌之中，沉睡了一万八千年，醒来之后发现周围一片黑暗，于是他伸出巨掌劈开混沌，只见清轻之气往上浮，成了天；浑浊的气往下沉，成了地……盘古就这样开辟了天地。可是盘古却因“劳累过度”而亡，他的呼吸、声音，以及四肢身躯变成了风云雷电、日月星辰和高山河流、草木雨露等天地万物。这尽管是神话传说，但是它和现在的宇宙形成之



图 1-4 盘古开天地之神话