

科 学 家 谈 未 来 科

# 范 范 太 空

李喜先 / 编著

◆ 湖南师范大学出版社

# 茫茫太空

李喜先 编著

湖南师范大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

茫茫太空 /李喜先编著 .—长沙: 湖南师范大学出版社,  
2001.5

(科学家谈未来科技)

ISBN7—81081—012—X/P·001

I . 茫 ... II . 李 ... III . 宇宙 - 普及读物 IV . P159 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 09596 号

## 茫茫太空

李喜先 编 著

策 划: 龚维忠

组 稿: 孙利军

责任编辑: 龚维忠

责任校对: 凌春风

湖南师范大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南航天长宇印刷有限责任公司印刷

850×1168 32 开 4 印张 91 千字

2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—5200 册

ISBN7—81081—012—X/P·001

定价: 8.00 元

---

# 总序

徐冠华

(国家科学技术部部长)

《科学家谈未来科技》丛书与广大读者见面了。它们精练地介绍了现代科学技术基础知识，并主要论及其未来发展趋势。

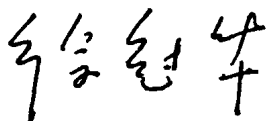
丛书共有 14 册，它们涉及物理世界、化学世界、宇宙繁星、茫茫太空、广阔深邃的海洋、人类居住的行星地球、生命之谜、太空生存与地外文明、太空航行、绿色能源、造万物的材料、制造自动化、信息世界、社会可持续发展等。全书图文并茂，向读者展现出自然界的图景，以及人类在生存和发展中改变自然环境的多种技术。它们包含着大量的知识，引导读者不断地追求知识，进入无限宽广的科学技术世界。

在人类发展的历史长河中，科学技术是人类创造的最成熟的知识体系，正是它使人类认识自然、认识自我，摆脱愚昧，从而建立起近现代文明，并将一直指引着人类走向更加文明的世界。

在构筑人类文明的过程中，中华民族曾创造了灿烂辉煌的古代文明，但自近代以来，我们落后了。华夏儿

女从反思中觉醒，并经一百多年的艰苦奋斗，才从近代社会转向了现代社会。在未来社会中，更需要崭新的科学技术知识，这就使我们立志，必须终身不断地学习，创造崭新的知识，最大限度地从整体上提高全民的科学文化素质。惟其如此，在新的历史时期，中华民族才能再现辉煌。

丛书的宗旨就在于启迪广大民众，特别是广大青年，在进入人类知识的海洋中，奠定牢固的基础，开拓视野，激起求知的兴趣，立志攀登科学技术的高峰。

A handwritten signature in black ink, consisting of four characters: '徐震' (Xu Zhen).

2001年1月3日

# 目 录

绪论	(1)
§ 1 太空科学的形成	(1)
§ 2 独特的研究方法	(3)
§ 3 太空科学主要领域	(4)
§ 4 未来太空探索与开发	(4)
第一章 近地球太空	(6)
§ 1 大气层	(6)
§ 2 电离层	(16)
§ 3 磁层	(20)
第二章 近行星太空	(29)
§ 1 行星大气层	(29)
§ 2 行星电离层	(30)
§ 3 行星磁层	(32)
第三章 太阳系太空	(35)
§ 1 太阳大气层	(36)
§ 2 太阳磁层 (日球层)	(41)
§ 3 小行星	(46)
§ 4 彗星	(50)
§ 5 宇宙线	(55)

---

§ 6	太阳系化学物质	(57)
§ 7	太阳系天体地质	(59)
<b>第四章</b>	<b>星际和星系际太空</b>	<b>(62)</b>
§ 1	星际太空	(62)
§ 2	星系际太空	(63)
<b>第五章</b>	<b>太空天文观测</b>	<b>(65)</b>
§ 1	红外天文观测	(65)
§ 2	紫外天文观测	(66)
§ 3	X射线天文观测	(66)
§ 4	$\gamma$ 射线天文观测	(67)
<b>第六章</b>	<b>太空生命</b>	<b>(69)</b>
§ 1	太空环境对生命的影响	(69)
§ 2	太空医药与生命支持系统	(71)
§ 3	地外生命	(72)
<b>第七章</b>	<b>未来太空科学</b>	<b>(74)</b>
§ 1	日地系统研究	(74)
§ 2	行星地球系统研究	(80)
§ 3	重返月球	(91)
§ 4	登上遥远的火星	(98)
§ 5	外行星探索	(104)
§ 6	开拓太空天文学新领域	(107)
§ 7	地外文明	(107)
<b>第八章</b>	<b>太空人类化</b>	<b>(111)</b>
§ 1	在变重力环境中活动	(111)
§ 2	开发太空	(112)
§ 3	建立自由的新社会	(113)

---

## 绪 论

人类作为自然界的骄子诞生在地球上，而地球作为一颗特殊的行星和其他行星一起围绕着一颗特殊的恒星太阳运动，太阳系里所有的天体又环绕着银河系的中心部分转动，银河系和河外星系及其聚成的星系团又都运行在茫茫太空中，以至到无限宇宙。

人类对宇宙的认识，由近到远、由小到大，即由自己居住的地球到更庞大的天体系统，从地球周围的太空延至广阔的太空。自古以来，人类就有飞向太空和其他天体的伟大理想，对自然探索个究竟，这最能充分地表现出人类的天性、伟大的抱负和文化价值观念。

20世纪50年代，第一颗人造地球卫星进入太空，从而开创了太空时代。在近半个世纪里，人类利用了太空飞行器，如人造地球卫星、太空飞船、太空站、航天飞机、行星探测器、人造行星和星际探测器等，研究原来在地面上观测不到的物理、化学和生命等自然现象，从而形成了太空科学，为人类增添了崭新的知识，丰富了自然科学的宝库。

### §1 太空科学的形成

太空科学主要是利用太空飞行器作为手段来研究发生在太空的物理、化学和生命等自然现象的一门综合性科学。



在 20 世纪 40 年代以前，是太空科学的孕育时期。在这漫长的岁月里，先辈学者倾注了很多的精力，在地面上孜孜不倦地观测地球周围太空（近地太空）、太阳系太空、星际磁场、极光、电离层、太阳黑子和超新星爆发等，对太阳光谱进行拍摄，对陨石进行化学分析，对月球和其他天体的地质构造、表面特征进行了解等，这都为太空科学的形成奠定了基础。

在 20 世纪初，科学家开始利用高空气球进行探测；在 40 年代后，又大量利用探空火箭等手段进行探测。由此，开拓了许多新的研究领域，如高层大气的密度、成分，高空磁场，宇宙线，以及在宇宙辐射、失重、加速度等条件下的生物效应等。这些频繁的研究活动，加速了太空科学的形成。

20 世纪 50 年代，是太空科学的形成时期。自从 1957 年第一颗人造地球卫星上天所开创的太空时代以来，科学家们就利用太空飞行器——在地球大气层外的太空，基本上服从天体力学规律而运行的人造物体，对地球太空、行星际太空、恒星际太空、星系际太空、太阳和太阳系行星，以及太阳系外各种类型的天体进行了大量的探测，从而把人类认识宇宙的视野伸展到新的深度和广度，改变了过去由地面观测所带来的局限性，获得了许多惊人的发现，积累了大量的有极大价值的科学资料，为人类认识自然界增添了许多崭新的知识。与此同时，在物理学、化学、生物学、地学、天文学和太空技术发展的基础上，独立地形成了一门新兴的综合性的太空科学。太空科学作为一门独立的科学仅有很短的历史，但其研究的内容一直属于活跃的前沿领域，因而又可称为为数众多的学科之间的交叉而形成的交叉科学。然而，当交叉科学发展到高级阶段时，就其实质来看，就是综合性科学。这里，值得强调，太空科学由为数众多的学科在共同作用于

太空自然现象这同一研究对象的过程中，概念、理论、原理和方法的汇合和融合，才结合成一门具有新兴的综合性科学。

## §2 独特的研究方法

太空科学的研究方法所具有的独特性在于超越了囿于地面上研究的局限性，从而所开拓的新领域迥异于地面上的领域。

### 1. 直接探测

为研究发生在太空的物理、化学和生命等自然现象，就是摆脱地球的束缚，利用太空飞行器直接去就地探测、采样等，如到高层大气、电离层、磁层、行星际太空中探测，直接到月球、行星及其卫星上实地考察、采样、实验等。

### 2. 间接观测

为研究遥远的庞大天体系统，如恒星系、银河系、河外星系等，就只能间接地接收它们发出的各种信息。这样，就必须飞越地球的大气层，在太空进行天文观测，从而开创了太空天文学新领域。

各类天体发射波长从  $10^8 \sim 10^{-12}$  厘米的各种电磁辐射，探测和研究这些辐射，就得到了关于天体的许多信息。但是，在地面上由于城市照明、工业系统以及其他干扰，不断人为地污染着地面天文观测的环境，使天文观测受到了很大的威胁。特别是，地球大气层、磁场给地面天文观测带来了一个天然的屏障，使天体的电磁辐射的很宽频段在很大程度上受到吸收和干扰，使许多信息不能到达地面。

虽然如此，地球大气层还是给地面天文观测留下了两扇很窄的“窗口”，让可见光和射电波段顺利地通过而到达地面。但仅靠这两扇“窗口”来认识宇宙天体，远远不能揭露宇宙深处令人

费解的问题。撩开地球的“面纱”，飞出大气层去观测，就能看见崭新的太空。按观测波段，可分为红外、紫外、X射线、 $\gamma$ 射线和可见光等观测，即全波段天文观测。

### § 3 太空科学主要领域

在现阶段，太空科学与太空技术相互作用中已经得到迅速而充分的发展，它在自然科学中不仅横跨了多门基础学科，而且还横跨了多门技术，以至渗透到远邻的社会科学中。迄今为止，它已发展成为由 50 多门分支学科组成的一个比较庞大的系统，即主要由太空物理学、太空天文学、太空化学、太空地质学、太空材料科学和太空生命科学及其若干分支学科组成的系统，并成为科学系统中的一个子系统。

### § 4 未来太空探索与开发

在 21 世纪初，太空科学有几个重大的发展方向：在空前规模的日地科学研究中，将继续实施国际日地物理和日地能量计划；在长远的地球系统科学研究中，主要将地球作为一颗特殊行星进行研究，包括国际地圈——生物圈计划的长远任务；在重返月球进行综合研究中，将以新的抱负和更高的目标，建立月球基地，并作为登上火星的前进基地；在登上遥远的火星计划中，将进行实地综合考察，包括生命探索等，这充分地表现出人类高度的智慧和勇敢的精神；在开拓太空天文学新领域中，将把大型太空光学望远镜送入轨道，开创太空可见光天文学新领域，还可能出现比哈勃太空望远镜口径更大的太空望远镜，为一系列重大科学问题，如黑洞认证、暗物质、活动星系核能源等，作出贡献；在继续寻找地外生命中，仍将在太阳系内寻找，在太阳系外寻找

---

理性生命十分艰难，人类不大可能真正访问其他恒星。不过，人类仍在通过无线电通讯来寻找。

在未来的年代里，人类还将继续不懈地进行太空探索。在世界上难道还有比进入浩瀚无际的太空去了解自然界及人类在其中的地位更加伟大的挑战吗？甚至令人难以想象有多少在狭窄的地球上无法认识的奥秘发生在太空？什么样的自然规律在支配着宇宙？恒星、行星、地球是怎样形成的？人类是宇宙的“独生子”吗？！只要在太空不断地进行科学研究，人类总会把各类知识综合起来，形成比较全面、深刻的认识。

总之，人类还将进一步地开发太阳系的资源，把无限丰富的太阳能与太阳系物质结合起来，在太空开创新的物质文明，实现太空人类化。

---

# 第一章 近地球太空

在地球周围的太空中，存在着丰富多彩的自然现象，形成大气层、电离层和磁层等。它们与人类的生活、生产活动、太空飞行、通讯等极其密切，成为人类生存与发展的自然环境。

## §1 大气层

在地球引力作用下，地球周围聚集着大量的气体，形成了大气层。在近似条件下，整个大气层整体地随地球一起旋转。当从下向上对大气层穿越一番时，就能发现大气层具有分层结构的特性。按不同物理特性，分为对流层、平流层、中层、热层和外层；按成分分布不同，分为均匀层和非均匀层；按电离状态不同，分为电离层和非电离层；按化学成分特征，还有臭氧（ $O_3$ ）层。这样，大气层是由许多不同层次构成的“家族”，它们紧密地联系在一起。大气分层结构如图1所示。

### 1. 对流层

这是位于海平面至16公里高度的区域。在这层中，大气主要处于垂直和水平对流运动状态。这是由于地面热变化大，使得这层大气经常发生上升和下降气流，造成大气混合，变化非常活跃，从而导致了水的三态变化，产生了一系列物理变化过程。风、霜、雨、雪、云、雾、雷、闪电、冰雹等变化多端的天气现

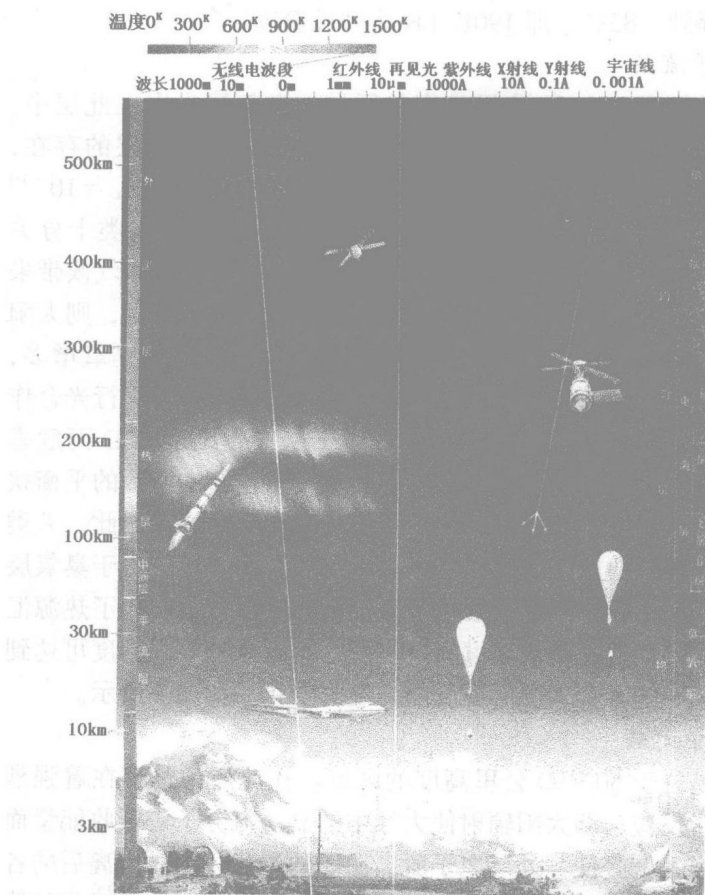


图1 大气分层结构

象都发生在这层内。在这里，温度随高度变化也很明显，当越向上升高时，温度就急骤地下降，大约每升高1公里，就下降 $6.5^{\circ}\text{C}$ ，凡是登过高山的人都知道这种变化。当到对流层顶时，

---

温度就降到  $-83^{\circ}\text{C}$ ，即  $190\text{K}$  ( $\text{K}$  为开氏温度)。

### 2. 平流层

这是位于  $16\sim 50$  公里高度的区域。臭氧层也嵌在此层中，并在  $25$  公里高度附近臭氧含量最大，正是由于臭氧层的存在，大量地吸收了太阳紫外线（波长为  $2000\sim 3000\text{\AA}$ ， $1\text{\AA} = 10^{-10}$  米），从而保护了地球上人类免受紫外辐射的伤害。人类十分关心臭氧层浓度的变化，若此层发生异常变化，将给全球气候带来重大的影响，以至对地球上生命带来危害：如臭氧减少，则太阳紫外辐射更多地直射地面，引起伤害生命的恶果；若臭氧增多，大量地吸收了太阳紫外辐射，则地面植物不能正常地进行光合作用而引起生长不良的后果，对于人体不能产生维生素  $\text{D}$  而危害健康。在有机体受到破坏与修复之间存在着连续的精致的平衡状态，任何外来干扰这种平衡，则会引起有害的后果。因此，人类正在采取保护措施，以防止臭氧层遭受人为的破坏。由于臭氧层嵌在平流层之中，当臭氧层吸收太阳紫外辐射，就引起了热源汇集的效应，使得平流层温度向上递增，直到平流层顶温度可达到  $7^{\circ}\text{C}$ ，即  $280\text{K}$ 。大气层的温度随高度的变化，如图 2 所示。

### 3. 中间层

这是位于  $50\sim 90$  公里高度的区域。在此层中，存在着强烈的光化学反应，即太阳辐射使大气中的氧、氮分子等吸收能量而产生电离，就是使其外层电子脱离原子的过程，同时电离后的各种带电粒子碰撞而复合一起，并将原来从太阳辐射中所吸收的能量以发光的形式再释放出来，以致产生大气光学现象，如气晖就是这种微弱光辐射现象，又把这种大气层发射的光称为地球光。在地面台站或在卫星、太空站上都能观测到美丽的气晖，如图 3 所示。这层的温度随高度升高而下降，到中间层顶可降到

-123℃，即 150K。

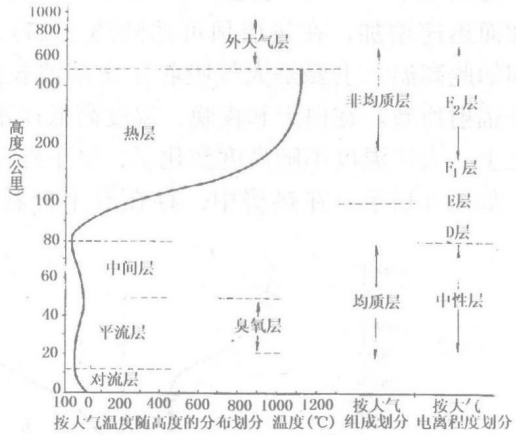


图 2 大气温度随高度变化

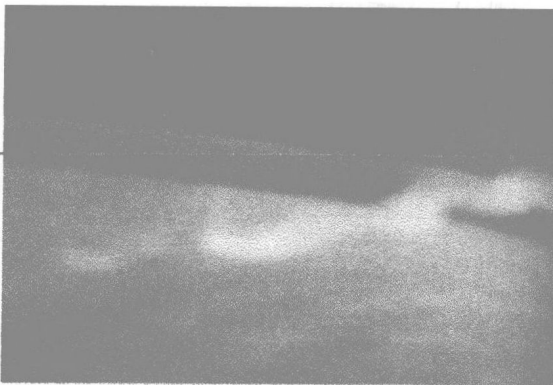


图 3 从天空实验室拍摄的气晖



#### 4. 热层

这是位于 90~500 公里高度的区域。在此层中，温度随高度增加而迅速增加，在热层顶可达到约 1227℃，即约 1500K。能达到如此高温，主要是大气吸收了全部波长短于 1750 Å 的太阳紫外辐射所致。在白天和夜晚，温度高低还不同。但是，在热层顶之上，大气温度不随高度变化了，等于外层（逃逸层）大气温度，如图 4 所示。在热层中，存在着十分壮观、活跃的自然现

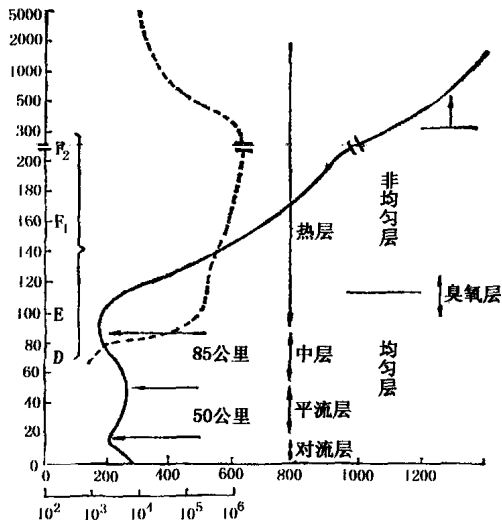


图 4 热层温度

象，如极光、流星和气晖等。极光通常出现在地球两极，一般地发生在 100~1000 公里高度范围内，出现在北极的称为北极光，出现在南极的称为南极光。在北极圈和南极圈内昼夜辉映天空，色彩瞬息万变，光辉夺目。极光是由于太阳的电磁辐射和粒子辐射进入高层大气中与原子、分子撞击而激发出来的绚丽多彩的发