



科学的进程

人类

盛文林◎主编



在天文学上的发现

引发人类对宇宙的思考

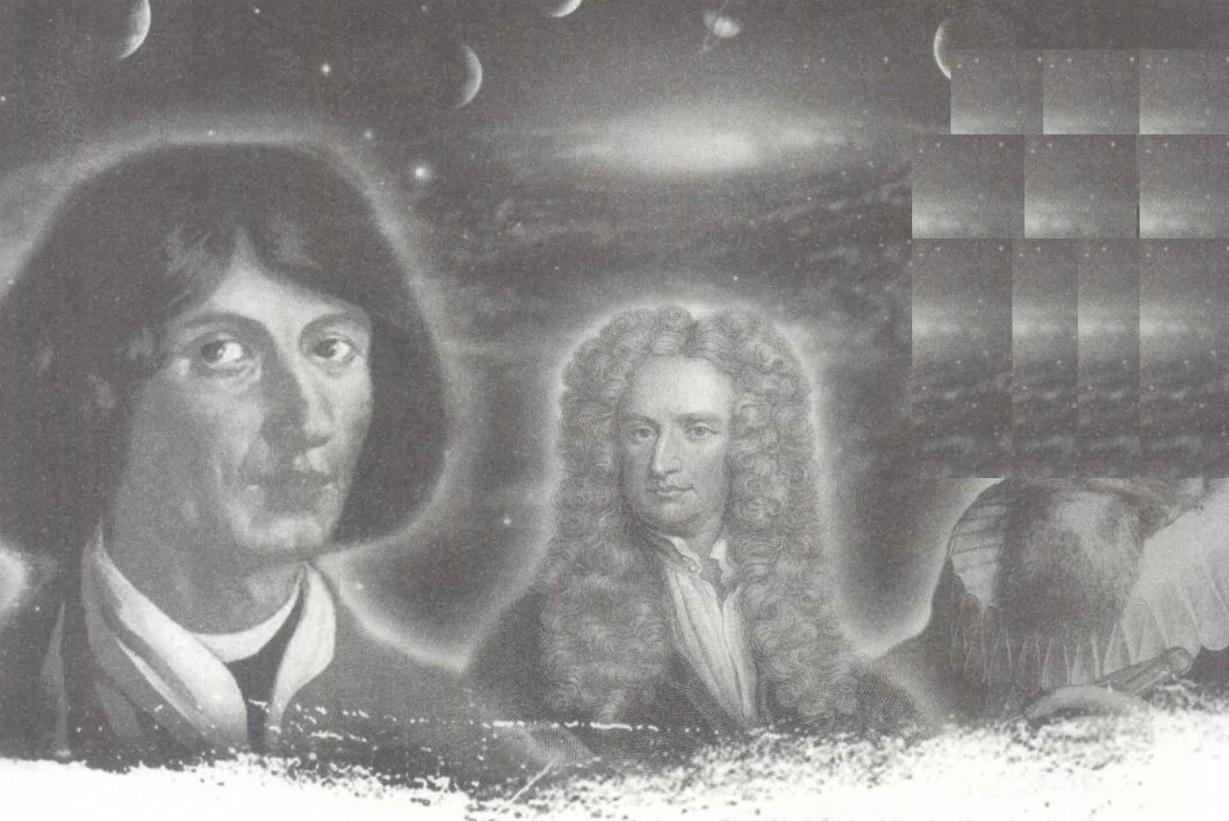
超越人类极限，做宇宙的主人



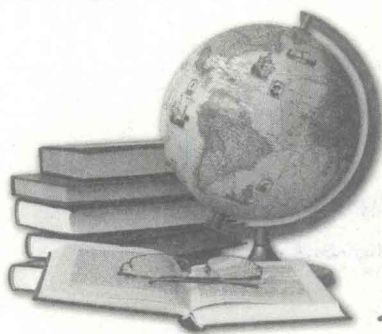
浩瀚神秘的宇宙，让人类为之神往

一步步深入宇宙，邀约星辰，享受视觉盛宴

北京工业大学出版社



科学的进程



盛文林◎主编

人类 在天文学上的发现

北京工业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人类在天文学上的发现 / 盛文林主编. —北京:
北京工业大学出版社, 2011. 10
(科学的进程)

ISBN 978-7-5639-2858-3

I. ①人… II. ①盛… III. ①天文学 - 普及读物
IV. ①P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 200641 号

科学的进程

人类在天文学上的发现

主 编: 盛文林

责任编辑: 张姗姗

封面设计: 兰旗设计

出版发行: 北京工业大学出版社

(北京市朝阳区平乐园 100 号 100124)

010-67391722 (传真) bgdcbs@sina.com

出 版 人: 郝 勇

经销单位: 全国各地新华书店

承印单位: 北京高岭印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 17

字 数: 227 千字

版 次: 2011 年 11 月第 1 版

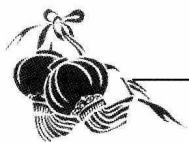
印 次: 2011 年 11 月第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-5639-2858-3

定 价: 28.00 元

版权所有 翻印必究

(如发现印装质量问题, 请寄本社发行部调换 010-67391106)



前言

当我们在晴朗的夜晚抬头仰望天空时，会看见许多闪闪发光的東西，那就是星星。不过，星星只是笼统的说法，它可能是恒星，也可能是行星，或者是星系，等等。天文学的研究对象涉及宇宙空间的各种物体，大到行星、恒星、银河系、河外星系乃至整个宇宙，小到小行星、流星体以及分布在广袤宇宙空间中的大大小小的尘埃粒子。

天文学的起源很早，远古时代，人们为了指示方向、确定时间和季节，从而对太阳、月亮和星星进行观察，确定它们的位置、找出它们的变化规律，并据此编制历法。从这一点上来说，天文学是最古老的自然科学学科之一。

16 世纪中期，哥白尼提出日心体系学说，天文学开始摆脱宗教的束缚，人类对天文发现进入了全新的阶段。

到了 18 ~ 19 世纪，随着经典天体力学的不断发展和分光学、光度学的广泛应用，天文学开始朝着深入研究天体的物理结构和物理过程发展，并产生了许多重大发现。

20 世纪现代物理学和技术高度发展，并在天文学观测研究中找到了广阔的用武之地，人们对宇宙及宇宙中各类天体和天文现象的认识达到了前所未有的深度和广度。尤其是 20 世纪后半期，随着探测器和空间技术的发展以及研究工作的深入，天文观测进一步从可见光、射电波段扩展到包括红外、紫外、X 射线和 γ 射线在内的电磁波各个波段，形成了多波段天文学，并为发现各类天体和天文现象提供了强有力的观测手段，

如今，天文学的发展已进入一个崭新的阶段，人类的视野正在向宇宙深处推进，随着天文观测手段的不断发展、观测设备的不断更新，可以预料，一大批新天体、新天象、新规律将被发现，人们对宇宙的



认识将提高到一个新的水平。

天文学对青少年来说是神秘的，但是青少年通过学习，逐渐认识天体运动的规律，进而探索天体的起源和演化，就会从神秘感中解放出来，树立正确的宇宙观。本书将引导青少年读者了解人类对于天文学的各种发现，帮助青少年认识各种天文现象，激发个人潜能。

Contents

目 录

人类在天文学上的发现

进
程

地球、月球及“天外来客”的天文发现

地球的形状	1
地球扁率	3
地球自转的证明	7
大气环流的发现	8
神奇的极光	13
人类对月球的观测	17
对月球的认识	19
流星雨和流星群	22
陨 石	25
危地小行星	32
中国古代对彗星的记载	35
哈雷彗星	37
恩克彗星	43
宇宙飞船对彗星的探索	47
百武彗星	51
海尔-波普彗星	52
彗星分裂	56
彗星的形成	60

冥王星	63
冥王星的同步卫星——冥卫一	66

有关太阳的天文发现

太阳的形状	69
伽利略对太阳黑子的发现	71
太阳黑子周期的发现	72
太阳黑子与蝴蝶图	73
太阳耀斑	75
日 冕	76
太阳光谱	78
太阳中氦的发现	83
太阳不可见光的发现	85
磁 暴	88
冕 洞	89

太阳系行星的发现

水 星	93
金 星	95
金星卫星	98
火 星	100
火星“运河”	104
火星卫星	107
土星光环	110
土星卫星	113
木 星	117
“伽利略”号对木星大气的发现	119
木星卫星	124

天王星	126
天王星环	130
“旅行者 2”号探测天王星	131
海王星	133
“旅行者 2”号对海王星的发现	140
八大行星间小行星的发现	145

恒星、星云、星系的发现

人类对恒星的探索	150
射电望远镜的发明	152
宇宙微波背景辐射	154
拉格朗日点	157
人类对双星的认识	160
英仙 β 双星	162
赫歇耳“数星星”	163
恒星寿命及其演变	165
心宿二与红巨星	167
白矮星	170
类星体	174
克里斯琴对类星体的发现	179
中子星	183
超新星	191
天鹅座与黑洞 X-1	196
有关银河系的发现	201
星系的发现	203
寻找银河系的中心	208
仙女星系	210
麦哲伦星系	212

椭圆星系	215
星系团	217
特殊星系	219
星际分子	221
视超光速现象	223
暗物质	224
宇宙中反物质的发现	226

天文理论学说的发展

盖天说与浑天说	229
本轮、均轮和偏心轮说	230
托勒密体系	232
哥白尼日心说的建立	235
开普勒三定律	239
太阳系起源之星云说	242
太阳系起源之灾变说	244
太阳系起源之现代星云说	246
哈勃定律	247
狭义相对论的建立	249
虫洞理论	254
洛希极限	258
白洞学说	259
宇宙对称性	262

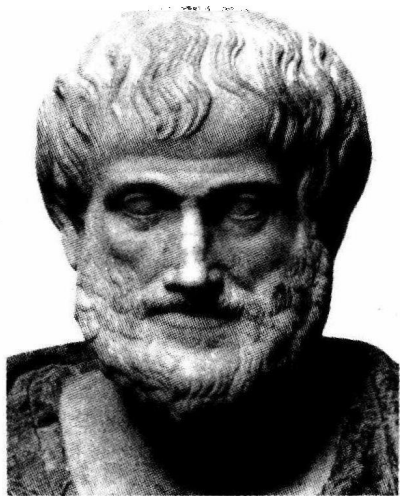


地球、月球及“天外 来客”的天文发现

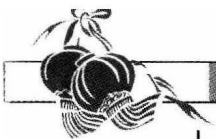
● 地球的形状

古代人们都认为脚下的大地是一个硕大无朋的平面，“地平面”之说也由此而来。我国很早就有“天圆似张盖，地方如棋局”之说。但早在公元前6世纪，古希腊的毕达哥拉斯就认为地球应当是球形的。亚里士多德则从月食时月球上的影子是弧形的，证明了这一点。

但为什么这个球面像平面呢？亚里士多德认为这是因为地球太大了，至于大到什么程度，却无从知道。公元前3世纪，亚历山大城图书馆馆长、天文学家埃拉托色尼也在研究这个难题。当时他有机会常常来往于亚历山大和赛伊尼（今埃及阿斯旺城）之间。他发现，赛伊尼的太阳高度与亚历山大城的不一样。特别是夏至这一天，在赛伊尼，中午的太阳正好在头顶上，地上竟没有什么影子，阳光可



亚里士多德



笔直照到水井的底部，但是在亚历山大，夏至那一天中午的太阳在头顶之南。

埃拉托色尼巧妙地测出太阳的天顶距（离开天顶的角度）为圆周角的 $1/50$ 。他断定，这是由地面的弯曲造成的。这个角度其时也就是两城的纬度之差。当时他从专在两城间往返的商队中得知，亚历山大与赛伊尼之间相距 5 000 希腊里（1 希腊里 = 158.5m），这样不难算出，地球的周长为 25 万希腊里，由此可算得地球的半径约为 40 000 希腊里（当时 π 值还不准确）。

1 希腊里有多长，至今还未有定论，一般认为大约在 0.155 ~ 0.183km 之间。这样，埃拉托色尼实际上测得的地球的半径值为 6 200 ~ 7 300km。也有人认为，1 希腊里为 0.158 4km，这样得到的地球半径为 6 302km。应当说，这是一个十分了不起的结果。

埃拉托色尼的结果证实了亚里士多德的观点，但是地球是球形的观点，当时并未能为人们普遍接受。而且，在埃拉托色尼以后 100 年左右，另一位希腊天文学家波西东尼斯重复这个测量时，竟得出了完全不同的结果，他算出的地球周长为 18 万希腊里，没有埃拉托色尼的准确。

但是，连这个结论也为教会所不容。当时的神学家公然宣称：“在基督之后，我们不需要任何求知欲，也不再需要任何研究。”

教士们根据《圣经》故事的描述，认为天地是毗连相接在一起的，天穹如一个透明的半球倒扣在平直的大地上，所有天体都在天穹上运行不息，主宰世界的上帝高居于天上，而大地之下则是罪恶灵魂的归宿——那些亵渎神灵的罪人受煎熬的地狱所在。亚里士多德、埃拉托色尼认为的地球形状有悖于地狱、天堂之说，当然也为教会所不容。

在中世纪之后，亚里士多德的著作，包括他的有关地球形状的观点，都被列为异端邪说。教会还大规模查禁了一次亚里士多德的著作。巴黎的教廷还曾一下子把 10 个“亵渎神灵、冥顽不化”的



进

青年学生送上了火刑架。

在高压之下，人们不得不“忘记”关于地球的形状和大小的知识。

真正使人放弃教会观点的乃是麦哲伦的环



从月球表面拍摄的地球照片

球航行。1522年9月8日，当幸存的“维多利亚”号回到西班牙塞维利亚的外港圣罗卡，全世界都震动了。这一事实无可辩驳地证明了地球确实是一个球体。否则，他们“一往无前”怎能回到故土呢？

现在知道，地球可以看作为圆球。尽管地球表面上有高山峻岭，洋底下有万丈深渊，但与这巨大的半径相比算得了什么呢！

况且，从登月宇航员在月面上和在返回地球时拍的地球照片看，地球是球形的已是无可辩驳的事实。

地球扁率

1672年，巴黎科学院委派天文学家里希尔到南美洲圭亚那的卡宴岛观测，以补充有关南天星空的知识。除了一些天文仪器外，他还带了一台走时很准确的摆钟。

里希尔观测星空后进行归算，发现总有误差。毛病出在哪里？经过反复推敲、探查，他发现是那台钟在赤道“怠工”——它比原来走慢了，大约每天慢两分钟。但奇怪的是，当里希尔返回巴黎后，这台钟又莫名其妙地恢复了它的准确性。

后来，又发生了一件怪事：一艘装载着5 000t青鱼的荷兰渔

人类在天文学上的发现



船，经过半个多月的航行，从荷兰的鹿特丹来到了非洲一个近赤道的城市。在过磅时，发现青鱼少了 19t。这些鱼保管得很好，也未发现有人偷盗，怎么会少 19t 呢？

后来才弄清楚，以上两件怪事，都是地球开的玩笑。

通常讲地球是个“圆球”，严格说这是有问题的。因为地球在自转，赤道上的自转线速度约为 464m/s 。这比声音的传播速度还快得多。因此，牛顿从他的理论出发，认为旋转物体必然产生离心



地球的形状

力，地球赤道处的半径应当稍大，两极处的半径应当稍小。他认为，地球应当是像橘子那样的椭球体。正是这个原因，赤道地区的重力较小，所以摆钟走得慢，同样质量的物体质量会变轻。

消息传到了法国。当时，法国天文学的掌旗人是 G. D. 卡西尼的儿子 J.

卡西尼。

G. D. 卡西尼是一个卓越的观测大师，但却是蹩脚的理论家。他是拒不承认哥白尼学说的最后一个天文学家。他也不相信开普勒发现的行星运动定律，认为行星的轨道不是椭圆而是卵线形的。对于牛顿的万有引力定律，他更是极力反对。

在 G. D. 卡西尼的影响下，J. 卡西尼也抱有同样的观点。他们在法国本土南北两处进行了大地测量，测量得到的结论竟然是：地球的鼓出处不在赤道而在两极，或者说地球的形状不像牛顿说的橘子形，而是像长圆形的柠檬。

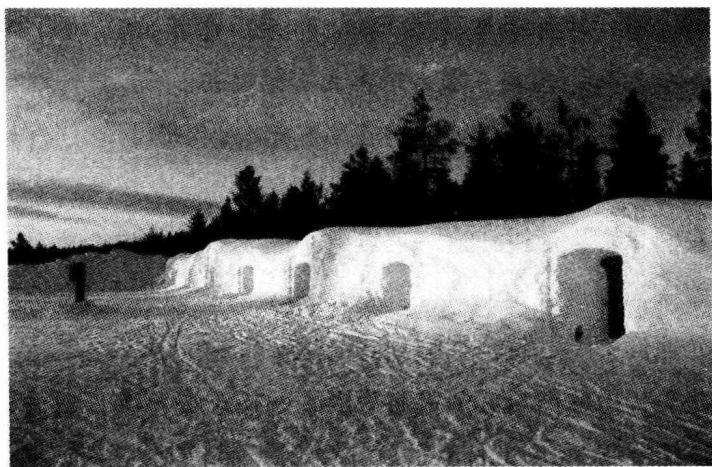
但仅在法国测量，说服力是不足的。因此，法国科学院决定进



进

行全球性的大规模实际测量。

1835 年，法国科学家组成了三支测量队伍，一支远征到秘鲁北部近赤道的地方（南纬 2° 处），一队北上到北极圈附近的拉普兰（北纬 66° 处），还有一队留在法国本土，同时测量地球的半径。

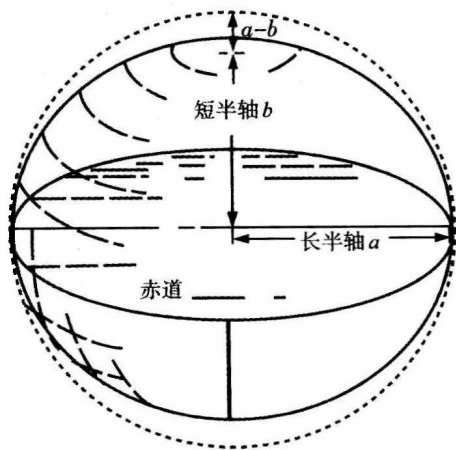


位于北极圈附近的拉普兰

这次大规模测量进行了 10 年，到 1844 年终于有了结果——牛顿的结论是正确的，地球确实如橘子那样，两极地区的半径比赤道半径小。因此著名作家伏尔泰不无幽默地说：“巴黎人以为地球像个甜瓜，可是在伦敦，甜瓜的两头被英国人削平了。”

地球椭圆的扁率是个重要的数据，因为它是测量的参考标准。确定地球椭圆的长半轴（ a ）和短半轴（ b ），是各国天文学家长期探索的目标。扁率 $\varepsilon = (a - b) / a$ 来表示椭圆的扁度。

科学家们前赴后继，进行了无数次测量，使其数值日益精确。



地球的长半轴和短半轴

人类在天文学上的发现



人造卫星上天以后，空间大地测量登上了科学舞台。1967年，国际大地测量协会公布了“1967年大地系统”：赤道半径 $a = 6\,378.160\text{km}$ ，扁率 $\varepsilon = 1/298.25$ 。

20世纪80年代采用的值为 $a = 6\,378.140\text{km}$ ， $b = 6\,356.755\text{km}$ ， $\varepsilon = 1/298.257$ ，两者相差 21.385km 。如果以篮球比喻，则两极地区稍稍瘪下 0.8mm ，这是一般人根本无法察觉的。

可能有人会说，既然地球的扁率这样小，“橘子”、“柠檬”之争岂非有些无聊？

从我们日常生活讲，这一点点差别确实不会有谁会去计较。但对科学而言，却是丝毫马虎不得。例如发射和回收人造地球卫星，因为各处地形不一，就会影响到它的运行轨迹……

事实上，把地球当做两极略为扁平的橘子还不够，因为如果用刀沿赤道切下去，切口也不是真正的圆，而仍然是一个椭圆。不过，它的长半轴和短半轴相差更小了。由精确测量知，赤道椭圆的扁率只有 $1/30\,000$ ，是子午圈的扁率的 $1/100$ ，或者说两个半轴只差 0.212km 。

所以地球的形状，大致可称为三轴椭球体。

当然这种讨论是撇开地球本身的起伏而言的，也就是说，讨论的地球是理想的“大地水准面”，即设想全球为海水所淹没时的水面。这个“海平面”的形状非常复杂，根本不是什么数学上的标准曲面，甚至连三级椭球面都不能说明它的特征。

因此严格地说，地球的形状只能说是“地球体”，可以说世界上找不出第二个形状类似的球体：它不是这里凸出几千米，就是那儿凹下若干千米。最低凹的地方是南极，它凹下近 30km ；最高的地方是北极附近，约凸出 10km 。

正因为大地水准面的形状很复杂，所以在实际的测量工作中，一个地方的纬度，通常有不同的数值——就看你以什么为标准。

天文观测决定的纬度称为天文纬度，也是我们通常地图上标出



的纬度，因而应用得最广泛。不难理解，天文纬度实际上就是当地铅垂线与赤道面的交角。当然对于绝大多数地区而言，各种纬度值相差极微，不过 $1.5'' \sim 2''$ 之间，通常都可忽略不计。

地球自转的证明

1851 年的一天，法国物理学家傅科和他的两个助手一同走进巴黎大教堂。只见其中的一位助理腰系一根长绳，向屋脊下的一根大梁攀登，将绳子的一端系在了大梁上。

站在下面的那个年轻人又开始忙乎了，他将一个黑色的圆铁球悬吊在绳子的末端，接着又在地板上沿南北方向画了一道白线，然后沿白线方向使劲把铁球推向前去，一松手，大铁球就沿着白线方向来回摆动起来。

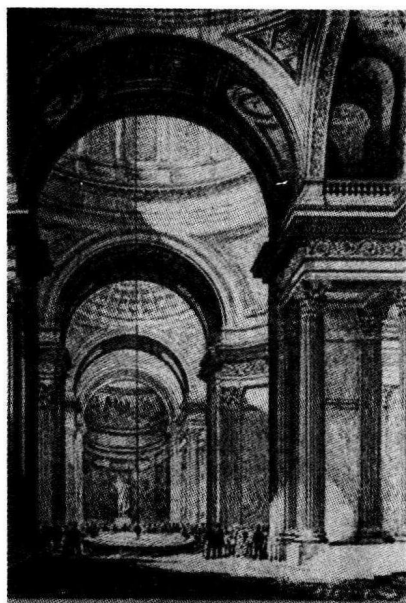


傅 科

过了几个小时之后，铁球仍在摆动，但是摆动的方向发生了改变，这时已和在地板上画的南北的直线形成了较大的角度。傅科便对教堂的人说：“这就证明地球在自转。”

是大铁球在摆动过程中自行变更了方位吗？

其实不然，大铁球靠自身的惯性始终保持着原来摆动的方向。原来地球在分秒不停地自西向东旋转，每自转一圈就是一昼夜。因为地球是向东转动，而大铁球因惯性却始终保持着原来南北的摆动



教堂中的傅科摆

方向，这就产生了大铁球摆动而向西偏转的现象，因而和地板上的白线有了一个较大的夹角。如果在地球南北两极做这个实验，设法使大铁球连续摆动 24h，人们将会看到，大铁球的摆动平面刚好旋转了 360° 。

这件事发生时，科学还不是很发达，很多自然奥秘尚未被揭示出来，人们根本不相信人类居住的地球在自转。当人们在巴黎大教堂亲眼目睹傅科的实验，并听到他的解释后，就改变了看法，相信地球在自转的人多起来了。

为了表彰傅科的功绩，后人便把这种铁球大摆命名为“傅科摆”。

大气环流的发现

郑和七次下西洋以及“地理大发现”中的无数次海上远航，所使用的都是帆船，完全靠风力吹送。因此，人们很早就发现了，地球上有些地带刮风的风向几乎是全年恒定不变的，这称为定向风。

哥伦布是第一个全面了解并充分利用了大西洋有规律风系的航海家。他在发现新大陆前，就已经有过好几次航海经验，他知道低纬度地区总是刮东风，中纬度地区则经常刮西风。所以哥伦布寻找新大陆的第一次航行，是沿着加纳利群岛（约北纬 28° ）巧妙地借助东风向西驶去。但在返回西班牙时，他精明地先向北行驶到亚速尔群岛（约北纬 39° ），然后才张满风帆，乘着浩荡西风返回欧