

PHILOSCIENTIA

看世界

宇宙中的星光

TWINKLE IN THE UNIVERSE

宇宙
与
宇宙学

王家骥 著

上海科学技术出版社



P
I
-
L
O
S
O
-
E
N
T
I
A

宇宙中的星光

宇宙
与
宇宙学

王家骥 著

上海科学技术出版社

SPARKLE IN THE UNIVERSE

图书在版编目(CIP)数据

宇宙中的星光：宇宙与宇宙学 / 王家骥著. — 上海：

上海科学技术出版社，2002.5

(看世界)

ISBN 7-5323-6458-5

I. 宇... II. 王... III. 宇宙学 - 普及读物

IV. P159-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第022687号

责任编辑：周文峰

吕芳

版式设计：赵峻

电脑制作：黄国兴

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号 邮政编码200020)

上海市印刷十厂印刷

新华书店上海发行所经销

开本 787 × 1092 1/32 印张 5 字数 11.5 千

2002年5月第1版 2002年5月第1次印刷

印数 1-5 200

定价：20.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题，

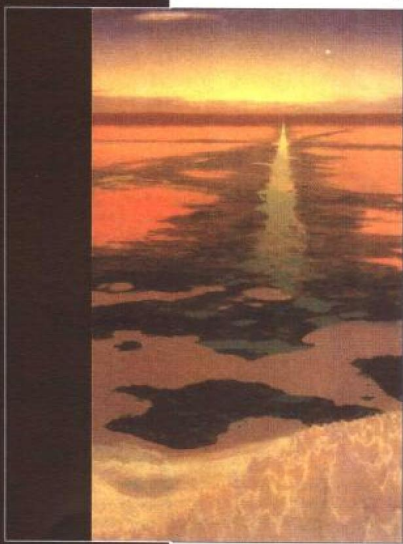
请向本社出版科联系调换

内
容
提
要



宇宙的神秘是永恒的诱惑，当我们仰望星空时，谁又能抗拒头顶上黑色夜空中那些深邃悠远的神秘星光的吸引？但是，夜空为什么是黑的？是因为地球的自转总使它半个球面上的生灵看不到太阳吗？不是，那么原因是什么？当然都在书里啦，而且，当你想通了夜空为什么是黑的，你对宇宙本质的认识会更深、更多。

编
委
会
名
单



主任

董光壁

副主任

田 洛 吴智仁 李 普

委员

(以汉语拼音为序)

江晓原

林 新

刘 兵

田 松

王一方

吴国盛

赵慧君

指
导
委
员
会
名
单

尚 勇

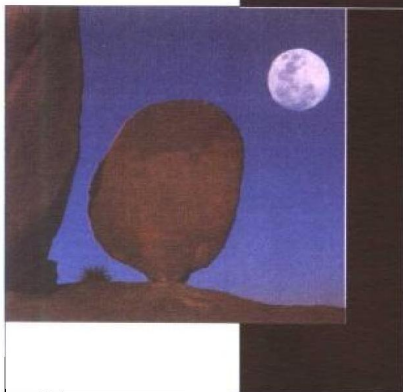
姜伟新

刘燕华

张景安

朱传柏

张晓原



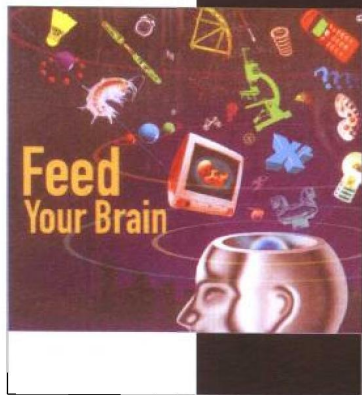
在近代科学诞生的17世纪初期，整个世界的人口才区区5亿，即使到了1940年时，人类的总数也不过才20亿，在耕地面积没有明显增加和人类的基本粮食种类没有根本改变的条件下，到了2000年的时候，这个世界已经可以存活60亿人。奇迹的产生就源自科学技术的高速发展。然而，科学技术改善的并不只是人类的物质生活。它的另一个重要的作用就是改变了我们对世界的看法。

在过去的400多年里，科学技术对人类生活和思想的方方面面都产生了极大的影响。科学技术的进步得益于它是一项需要不断有所发明、发现、创造和创新的工作，也得益于科学领域的不断拓展，其结果则是科学技术的快速发展要求人们必须跟上它的步伐，否则，谁都难以在现在和未来的社会中很好地生活下去。因此，了解科学技术的发展，对于公众，尤其是成年人来说，不仅是消遣或者增加见识，而是生活的必需。

这就是我们组织、策划和编撰这套丛书的目的。

看世界科普丛书编委会

2001年12月



目

录



- | | | |
|-----|------|-----------|
| 1 | 第1章 | 夜空为什么是黑的 |
| 15 | 第2章 | 望远镜背后的故事 |
| 29 | 第3章 | 怎样测星星的距离 |
| 45 | 第4章 | 恒星轰轰烈烈的身世 |
| 61 | 第5章 | 不断膨胀的宇宙 |
| 75 | 第6章 | 光年和深空天体 |
| 91 | 第7章 | “大爆炸”的故事 |
| 105 | 第8章 | 宇宙在过去 |
| 119 | 第9章 | 究竟有没有外星人 |
| 133 | 第10章 | 宇宙的未来 |

第 章

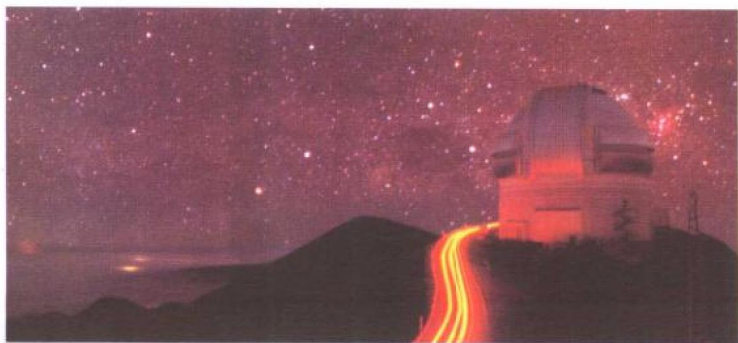
夜空为什么是黑的

奥伯斯佯谬和宇宙学

现在，在上海这样的大城市，欣赏星空的美丽和神秘，已经成了一种奢望。人们用各种各样的灯光，把夜都市装扮得好似水晶宫殿，但同时夜空也跟着明亮了起来，使得银河隐退，众星黯然，即使是在晴朗无月的夜晚，也只能看到三、

两颗较明亮的星星。幸亏偏僻一些的农村和山乡并非如此，那里还保持着天空的黑暗，使得城里人偶尔到此一游，还能看到明亮的银河、闪闪的繁星，宇宙的广袤与深邃也只有此时才闪现了出来。

不过，城市夜空的明亮，起着关键作用的还是包围着地球的大气，尤其是近地面一层浓厚而又混杂着烟尘、汽雾的污



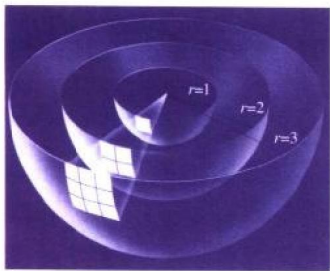
太平洋夏威夷岛上海拔 4000 多米最高峰莫纳克亚顶上的夜空

浊空气,是它们在空中散射、反射地面的灯光。如果没有这一层空气,地面的灯光再亮,夜空还是黑的。宇航员穿过地球大气层进入太空之后,即使太阳当空,他们看到的依然是黑暗的太空。

可是,夜空为什么是黑的?难道是故意为了反衬星星的明亮?确实,如果全天空布满了星星,那将是明亮一片,也就不再有白天和黑夜的区分,也就不再能看到任何星星。这也是一种物极必反。

我们的宇宙并没有走到这种极端,这个问题初看起来似乎并不值得去探讨。科学家却不这样看,也只有他们总是从一些极平常的现象,看出其中所包含的深奥道理。在1826年,德国天文学家奥伯斯(H. W. M. Olbers)就是抓住了夜空黑暗这个再平常不过的事实,提出了一个理论和观测相矛盾的问题,即所谓的奥伯斯佯谬。

奥伯斯指出,如果宇宙是无限的,并且在这个无限的宇宙中均匀地分布着无限多颗像



星光按距离平方反比减弱,天空面积按距离平方正比扩大

我们太阳一样的恒星,那么,夜空就不应该是黑暗的,相反,应该到处像太阳一样明亮。

你仔细想想,事情是不是应该这样的。的确,离开我们越远的恒星,我们看起来应该越暗,可是同时,如果假定了恒星分布是均匀的,你看到的恒星数量也就越多。两者都是按距离的平方变化,但数量与之成正比,亮度与之成反比,其影响正好互相抵消。因此,奥伯斯并没有讲错。

然而,我们看到的夜空,确实确实是黑的啊!这个佯谬,说明了我们考虑问题的出发点,那两个假定——宇宙的无限性和均匀性,其中至少有一个是错误的,或者两者全错。

这里我们已经触及了天文学——或者说宇宙学——的一些最基本的也是最简单的问题。宇宙学是天文学的一个分支，它从整体的角度来研究宇宙的结构和演化。现代宇宙学以大量的天文观测资料 and 现代物理学理论为基础，已经成为天文学尤其是天体物理学的核心。

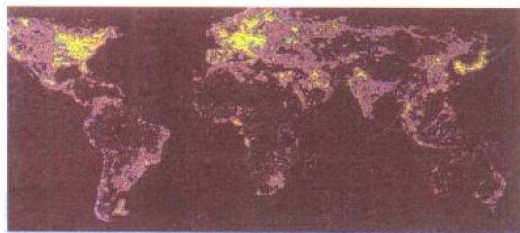
从“天圆地方”到地心说

人类最早出现的对宇宙的认识是“天圆地方”。这是当时人类认识能力低下和活动范围狭小的结果。其实，如果我们回忆一下自己幼时对“天”的认识，也大致如此。我们依靠现代的教育，通过各种途径的学习，在十几年之中，走过了人类曾经花了几千年才走完的那段认识道路。

我国到了2世纪初，也就是东汉时候，大科学家张衡在发明浑天仪的同时，提出了一个比较完整的宇宙结构学说——浑天说。浑天说就是浑天仪的理论依据，张衡把它记载在浑天仪的制造说明《浑天仪注》之中。张衡把宇宙比作一个鸡蛋，天像蛋壳，地像蛋黄；地孤居蛋内，蛋内有水，地浮于水上；天像车轮一样旋转不停，所以日月星辰东升西落，并有白天黑夜之分。

古希腊航海的发达使得那里的天文学水平在某些方面比同时代的中国高。比张衡稍迟一些，也是2世纪，古希腊大天文学家托勒密（Claudius Ptolemy）最终完成了地心说的发展。地心说是一种行星运动体系，同时又是一种宇宙结构学说。它的雏形在公元前6世纪

卫星照片，亮点
即城市中的灯光



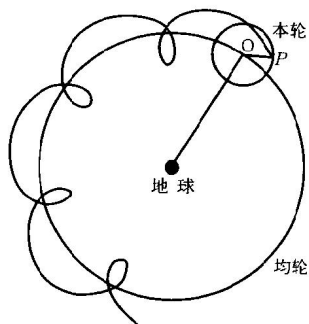
末到公元前5世纪初,已经由哲学家毕达哥拉斯(Pythagoras)提出。毕达哥拉斯最早确立了地是球形的观念,它位于宇宙的中心。同时,他认为一切天体也都是球形。后来的古希腊学者把这些天体置于一些同心球面之上,这些球面共同的中心就是地球,日、月、行星各在自己的球面上绕地球转动。然后是天文观测和测量取得了一系列辉煌成果。托勒密就在这样的基础上,进一步完善、发展了上述宇宙结构学说,并运用数学工具,把它具体应用于说明行星的运动。

托勒密的地心说对于当时人类的认识水平来说真是一项杰作。尽管用现代的观点来看,这种宇宙结构完全不符合事实,

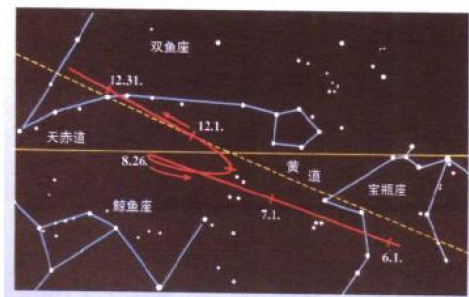
可是它从理论上那么完美地解释了行星的视运动,与当时的天文观测数据符合得那么好,因此是那个时代科学的重大成就。

日心说及其宇宙学意义

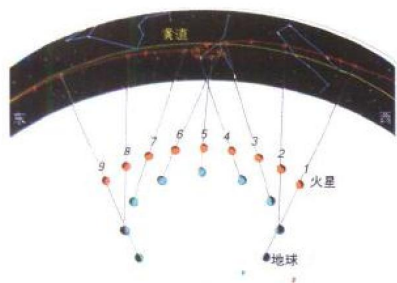
不知道你有没有注意过行



托勒密的地心说用均轮和本轮解释行星的视运动



火星在1988年下半年在星空中的视运动路径



哥白尼的日心学说对
行星视运动的解释

星的运动。一般地说,过十天半个月,你就能够看出行星在天空中相对于附近恒星的位置移动。行星的这种位置移动,称为视运动。如果你愿意这样追踪某一颗行星的视运动,你会发现,它在众恒星间的视运动路线不是一条直线,有时候会来回打圈。

古希腊的天文学家认为行星是围绕地球转动的,所以对它们为什么会打圈百思不得其解。于是他们把行星围绕地球转动的轨道称为均轮,行星不是直接在均轮上运动,而是在所谓本轮的小圆上运动,本轮的中心则位于均轮上。托勒密就用这样的本轮和均轮系统来解释行星的视运动。

到了15、16世纪,天文观测的精确度已经大大提高,为了能使托勒密的学说保持与观测结果吻合,不得不在本轮之上再加第二个本轮、第三个本轮、……最后本轮、均轮的总数达到约80个,运算极为繁琐,但还是不完全符合观测结果。

面对地心说的窘境,波兰天文学家哥白尼(Nicolaus Copernicus)开始怀疑地球是不是宇宙的中心。哥白尼把太阳置于宇宙中央,地球不过是一颗行星,与其他行星一起围绕太阳转动。地球一天自转一周,一年绕太阳公转一周。金星、水星的轨道位于地球轨道内侧,火星、木星、土星的轨道位于地球轨道外侧,这些行星

各有不同的公转周期。哥白尼就这样简单地解释了行星视运动的来回打圈。

哥白尼不是圣人，他的日心说仍有许多不完善之处。比如他保留了托勒密的圆轨道，于是为了与观测结果取得一致，仍然需要均轮、本轮，只是总数减少到了34个，而且与观测结果符合得更好。

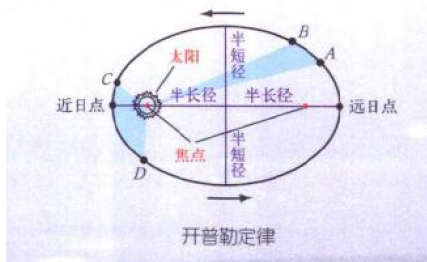
哥白尼日心说的确立，有着重要的宇宙学意义。地球不是宇宙的中心，这意味着宇宙不是为了地球上的人类才存在的。意大利哲学家布鲁诺（Giordano Bruno）据此引申开去，在哥白尼去世之后41年，提出了宇宙无限的思想，并认为恒星都是遥远的太阳，太阳不过是一颗普通的恒星，在宇宙中也不占据特殊地位。布鲁

诺的学说被当时统治欧洲的罗马教庭视为异端邪说，他本人因此遭受火刑而亡。

从第谷到牛顿

第谷（Tycho Brahe）是望远镜问世以前最后一位杰出天文观测家。他自1576年起，在丹麦的一座小岛上，坚持天文观测21年，所测天体位置的精确度几乎达到了肉眼观测的极限。可是，他的宇宙学思想却在哥白尼与托勒密之间采取了一种折衷，这种错误的思想使他创建宇宙模型的努力归于失败。

第谷在弥留之际，把他长期观测的资料遗赠给年轻的德国天文学家开普勒（Johannes Kepler）。开普勒开放的思想使他突破了老师的宇宙体系，而





英国科学家牛顿

且比哥白尼走得更远。他唯一尊重的是老师留下的观测资料。1609年，开普勒宣布，行星围绕太阳转动的轨道不是圆，而是略有些扁的椭圆。

这是人类认识宇宙的又一突破。从此，再也不要什么均轮、本轮，宇宙真实面目的面纱正在揭开。在随后的10年中，开普勒进一步的研究，终于完全搞清楚了行星运动的基本规律，即开普勒行星运动三大定律。

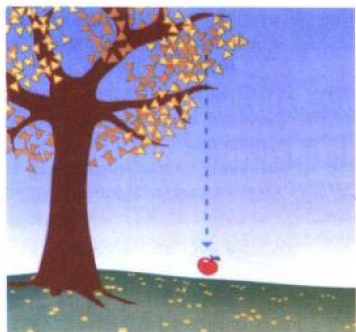
这时候的开普勒，差一点就发现万有引力定律了。可是，跨出这一步，仅有原来的数学知识是不够的，一种新的数学工具，即微积分——无穷小量的运算方法必不可少。开普勒

那时候还没有这样的数学工具。不过，更重要的是，开普勒的思想还不够彻底解放，他认为物体的运动只有不断受到力的推动才能维持，没有接受已经由

第一定律：所有行星绕太阳的运动轨道是椭圆，太阳位于椭圆的一个焦点上。

第二定律：行星的向径（从太阳中心到行星中心的连线）在相等的时间内扫过的面积相等。

第三定律：行星绕太阳公转周期的平方与它们的轨道半长径（离开太阳的平均距离）的立方成正比。



是苹果告诉牛顿万有引力定律的吗？

意大利物理学家伽利略 (Galileo Galilei) 提出的惯性运动概念。

英国大科学家牛顿 (Isaac Newton) 万有引力思想的出现也许确实受到苹果落地的启发，但更重要的是他善于接受新思想，也就是“踩在巨人的肩膀上”。另外，他在数学方面的才

万有引力定律：宇宙间任何两个质点都在互相吸引，引力的大小和两质点的质量乘积成正比，和它们之间的距离的平方成反比。

华使他成为微积分的创始人之一。1687年，牛顿的巨著《自然哲学的数学原理》出版，正式提出了万有引力定律。

万有引力定律告诉我们什么

牛顿的万有引力定律告诉我们，宇宙中的天体，并非控制在上帝手中，它们运动只是源自其自身质量所产生的吸引力。

天体之间距离遥远，可是它们之间的万有引力依然能够对它们的运动起着决定作用，可见它们的质量有多么巨大。以地球为例，它的质量是60万亿亿吨。太阳的质量是地球的33万倍，太阳与地球之间的万有引力相当于我们在地球表面提起近470万亿吨重物所用的力！

你也许做过这样的游戏，在一根细绳的一端拴上一个小

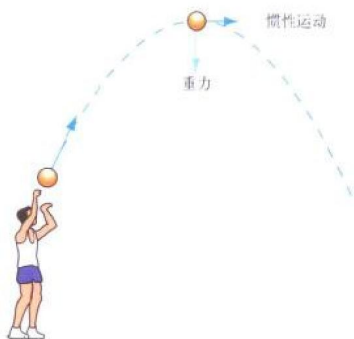
石块，拉住细绳的另一端使小石块绕着你的手旋转起来，然后突然放手，小石块就会以很快的速度飞出去很远的距离。小石块之所以仍然落到地上，是因为它受到与地球之间的万有引力也就是重力的作用。这时小石块的运动是依靠惯性所做的匀速直线运动与在重力作用下所做的自由落体运动的结合。如果没有重力，石块就会一直飞出地球去。地球以每秒约30千米的速度环绕太阳转动，如果太阳与地球之间的引力突然消失，那么地球就将以这一速度飞出太阳系。

牛顿没有说，如果没有引

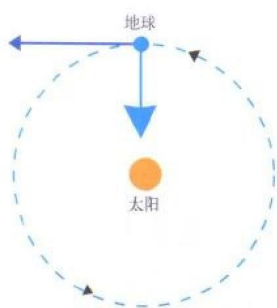
力，依靠惯性做匀速直线运动的物体什么时候会停止运动。牛顿的力学要求宇宙必须是无限的、永恒的。哥白尼的地心说像托勒密一样，认为太阳系的外面有一个球形的恒星天，恒星就分布在这个恒星天上，恒星天就是宇宙的边缘。牛顿把这个恒星天砸碎了，外面原来是一个更大的世界，本没有什么边界。

相对论——对一切“优先权”的否定

牛顿在建立他的力学体系的时候，引进了一个参考系的



上抛物体的运动路径



如果没有太阳与地球之间的万有引力，地球将作匀速直线运动飞离太阳