

青年必备知识

# 星际

## 漫游

郑沙 等 编

远方出版社



青年必备知识

# 星际漫游

江苏工业学院图书馆  
郑沙一等/编  
藏书章



远方出版社

责任编辑:张阿荣

封面设计:冷 豫

## 青年必备知识 星际漫游

---

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 编 著 者 | 郑沙 等                     |
| 出 版   | 远方出版社                    |
| 社 址   | 呼和浩特市乌兰察布东路 666 号        |
| 邮 编   | 010010                   |
| 发 行   | 新华书店                     |
| 印 刷   | 北京旭升印刷装订厂                |
| 开 本   | 787×1092 1/32            |
| 字 数   | 4980 千                   |
| 版 次   | 2004 年 11 月第 1 版         |
| 印 次   | 2004 年 11 月第 1 次印刷       |
| 印 数   | 1—3000 册                 |
| 标准书号  | ISBN 7—80595—992—7/G·353 |
| 总 定 价 | 1080.00 元(本系列共 100 册)    |

---

远方版图书,版权所有,侵权必究。

远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

# 目录

|                            |      |
|----------------------------|------|
| <b>第一章 从托勒玫到牛顿</b> .....   | (1)  |
| 第一节 托勒玫的地心说.....           | (2)  |
| 第二节 哥白尼的日心说.....           | (5)  |
| 第三节 开普勒行星运动三定律.....        | (7)  |
| 第四节 万有引力及牛顿三定律.....        | (9)  |
| <b>第二章 我们的地球</b> .....     | (13) |
| 第一节 地球的大小.....             | (13) |
| 第二节 地球的结构.....             | (15) |
| 第三节 地球的运动.....             | (20) |
| <b>第三章 太阳及它的九大行星</b> ..... | (22) |
| 第一节 太阳.....                | (22) |
| 第二节 太阳系的九大行星.....          | (24) |
| 第三节 提丢斯——波德定则和小行星.....     | (33) |
| 第四节 太阳系是从哪里来的?.....        | (36) |

第四章 恒星世界 ..... (41)

第一节 恒星都是太阳 ..... (41)

第二节 恒星的距离和大小的测量 ..... (45)

第三节 恒星的种类 ..... (49)

第四节 恒星的演化 ..... (55)

第五章 星系的研究 ..... (62)

第一节 银河系概念的初步确立 ..... (62)

第二节 认识银河系 ..... (67)

第三节 星系家族的成员 ..... (70)

第四节 星系的演化 ..... (73)

第六章 天文学家的眼睛

第一节 望远镜的出现 ..... (75)

第二节 望远镜的特性 ..... (76)

第三节 折射和反射的竞赛 ..... (77)

第四节 现代的“千里眼” ..... (79)

第五节 哈勃空间望远镜 ..... (86)

第七章 现代探测技术 ..... (90)

第八章 现代宇宙学的开端 ..... (94)

第一节 中子星 ..... (104)

第二节 星际有机分子 ..... (104)

第三节 类星体 ..... (106)

第四节 宇宙微波背景辐射 ..... (107)

第九章 大爆炸与黑洞 ..... (109)

## 第一章 从托勒玫到牛顿

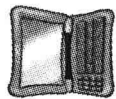
每个人都有这样的经验：



当我们所乘的火车刚开动时，我们常常会认为是旁边的那辆火车在向相反的方向开；我们站在船舷边向下看，似乎看到海水正急速地向船后流去。其实，无论是旁边的火车还是海水都没有动，只不过是一种叫做运动相对性的现象在起作用罢了。

假设不动的物体，被叫做参照物，所有运动都是相对参照物而言的，对于一对运动体，选择不同参照物会有不同的结果。如果我们认为大地是不动的，那么我们可以认为是公路上的汽车在跑；而如果我们选择汽车作为参照物，假设它是不动的，那么我们可以认为是公路及两边景物在后退。（有自我中心意识的人常常这么看）这只是个习惯问题，人们总认为脚下坚实的大地是不动的，因而总认为是汽车在动，其实这与认为公路向后退没有什么本质不同。

知道了这一点，我们就不难理解为何古人会认为太阳、月亮及星辰都绕着地球转了。每天太阳、月亮和星辰都东升西落，并且几乎恒古不变（只要你不仔细观察），人们认为它们绕着地球转也就不足为怪了。



但正如古人说的那样，“不识庐山真面目，只缘生在此山中”。如果我们跑到地球以外很远的地方去看，情况就不一样了。你会惊奇地发现，原先被你直觉认为是宇宙中心的地球，只不过是一个很小的星球而已，与太阳相比，就像一粒芝麻和一个西瓜那样。并且，我们的地球不仅绕着太阳旋转，同时还绕着一根贯穿南北极的轴滴溜溜转个不停，这与我们在地球上所想象的是多么大的不同呀！当然，在这里，我们是选择了大得多的太阳为参照系，如果你硬要选择地球作参照系的话，也未尝不可（实际上天文望远镜跟踪天体便是如此），但这会使一切麻烦得多，并且我总觉得有点像认为公路上的汽车的车轮不动而是车身和里头的人绕着车轮飞转那样。

在历史上，人们认识到地球是绕着太阳转并不是跑到远处去看的。要知道，人类飞出地球不过是三十几年前的事，而人们确信地球绕着太阳旋转已不下数百年了。

## 第一节 托勒玫的地心说

在人们认为地球是中心的年代里，在天文学领域有各种各样的成就和假说，而这些成就的集大成者，就是古希腊的著名天文学家、数学家托勒玫和他的《天文学大成》。

托勒玫（约公元前 90 年—公元前 168 年）生于埃及，长期居住于亚历山大城，并从事天文观测，他是古希腊天文学

的最后一位代表,著有著名的《天文学大成》。除了天文学方面的成就,他在数学、物理学、地理学、哲学方面均有贡献。他创立了将球面以不同方式投影到平面上的数学系统。他著有《光学》共五卷,研究了折射、反射现象及平面镜的性质等。他还著有《地理学》共八卷,书中讲述了地图的制作方法,对后世产生了极大影响。

在他最著名的《天文学大成》一书中,他提出了如下的观点。



### 一、地球位于诸天中心并静止不动

在他的这本书中,首先提出了一系列假说而只有当地球位于宇宙的中心,他前面的一系列假设才成立。托勒玫在书中“严密”地证明了这一点。

至于证明地球是静止的,他的方法很有趣。托勒玫认为,重物运动的趋势是指向宇宙中心的,而在地球表面每一处重物的运动趋势均是垂直于地面的,因而地球的中心与宇宙中心是重合的。如果地球在运动,地心将偏离宇宙中心,那么东西下落时便会左右摇摆,或向另一个方向运动,总之,不会垂直向下。因此,托勒玫便认为地球是不动的。很明显,这位伟大的学者不知万有引力为何物,否则便不会得出这个荒谬的论证了。

### 二、每个行星都在本轮上匀速运动,本轮心在均轮上运动,太阳直接在均轮上运动

首先我们有必要了解一下什么是本轮和均轮。



古希腊的天文学家们一向认为天体在以地球为圆心的球面上运动。然而这一模型很难解释一些现象,按照原先学说,诸天体距地球的距离应是不变的,但为何行星的亮度会经常变化?为何月蚀有时为日全食,有时为日环食?此外,天体运动有时看起来快,有时看起来慢,这也与匀速圆周运动设想相矛盾。

为了解决这一危机,阿波隆尼斯(公元前 295 年—公元前 215 年)提出了本轮和均轮的假说。他认为宇宙的中心仍是地球,天体均绕地球转,但天体并不在以地球为圆心的轨道上,而是在本轮上运动,而本轮的中心才在均轮上做匀速圆周运动,这一设计即解释了天体的距离为何时远时近,又没有破坏宇宙的完美性。虽然这种学说在后来碰到了巨大的障碍,但它仍是一个堪称巧妙的假说。

知道了这一假说,我们便不难理解托勒玫为何认为太阳在均轮上而行星在本轮上运动,原因很简单:太阳的运动速度是不变的,而行星的运动速度会经常改变。至于月亮大小的改变,则被解释为它在一个很小的本轮上运动。

### 三、恒星都位于被称作“恒星天”的固体球层上

### 四、太阳、月亮及诸天体除做自身运动之外,每天绕地球转一圈

以上几点便是托勒玫地心学说的要点。这一学说虽然



符合了粗略的观测,但仔细想一下,仍不免会发现许多疑问,比如说:太阳既在均轮上运动,那么它对地球的照射也应是均匀的,那四季的更叠是如何产生的呢?既然太阳和恒星都是每天绕地球一周,那么如何解释太阳和恒星每年一周的相对转动又是如何产生的呢?这些,都是托勒玫的地心说所不能解释的。

但由于地心说顺应了基督教的教义,在基督教统治的西方,托勒玫的地心说被奉为经典,被人们接受为真理长达1000多年。其间如有反对这种学说的人,便会被认为是违背上帝的旨意,会遭到教会的残酷迫害,因此,长期以来一直无人敢对此提出异议。

是尼古拉·哥白尼改变了这一切。

## 第二节 哥白尼的日心说

尼古拉·哥白尼,1473年生于波兰,后来到意大利学习数学、医学,尤其是天文学。他进行了许多天文观测和计算,发现了托勒玫的许多错误之处。他深信诸天体的运动是完美、和谐并且简单的。他认为托勒玫的地心说过于麻烦,因此他想提出另一种宇宙图景来解释诸星的运动,正是这种思想,导致了他的不朽巨著《天体运行论》的诞生。

《天体运行论》全书共分六卷。第一卷概述了作者日心体系的基本观点。他认为太阳位于宇宙的中心静止不动,

最外层是恒星天,由外向内依次是土星、木星、火星、地球、金星、水星。在书中他不仅对这些行星顺序进行了正确的排列,并且用前人的和自己的观测资料,通过严密的数学计算,十分准确地得出了这几大行星到太阳的距离。在第二卷中,哥白尼应用球面三角解释了天体在天球上的视运动;第三卷讲述了太阳视运动的计算方法;第四卷讲述月亮视运动;第五六卷讲述了行星的视运动。

由于受历史条件的限制,哥白尼的日心说仍存在不少缺陷和错误,他保留了托勒玫地心说中“恒星天”的概念,即认为宇宙是有限的,并且认为太阳在宇宙中央静止不动。他还坚持认为宇宙恪守完美性,认为天体的运动一定为匀速圆周运动。为了解释行星运动的不均匀性,他提出了本轮、均轮和偏心圆的假说,后来发觉这种假设仍不能更好地解释行星的运动,他又采取了更多圆的组合的理论。这样却导致了行星运动的图景更为复杂,这有违他想提出一种更简单理论的初衷。

尽管哥白尼的《天体运行论》有种种缺陷和错误,但它的意义仍是划时代的。他以科学向教会的经典提出了挑战,动摇了千余年来被奉若神明的托勒玫地心说。

由于哥白尼深谙教会法,他知道自己理论必然被教会所不容,因此他的巨著完成以后,一直踌躇不敢出版。直到晚年,在一些挚友和他唯一的学生雷蒂库斯的力劝之下,哥白尼才同意将这本书出版。这本书的出版果然引起了轩然大波,并且让教会为之恐慌。腐朽的教廷把他的理论认为是“异端”,并且禁止人们传播和宣扬它。但仍有不少人

甘愿为真理而冒险甚至牺牲生命的。其中最著名的是意大利天文学家布鲁诺。他不顾教廷反对势力的迫害，四处宣扬日心说，最终被罗马教廷活活烧死在鲜花广场，另一名因宣扬日心说受迫害的是伟大的伽利略。他在 70 多岁时仍被教廷迫害，受到监禁和刑罚。面对教会的迫害这位伟大的科学家曾说：“你们能迫使我闭上我的嘴，但你们改变不了真理。”从他们的遭遇，我们可以看出，作为一名科学家，不仅需要智慧和知识，还需要有追求真理的勇气和坚韧不拔的毅力。

哥白尼的日心说虽然前进了一大步，但仍没有真正解释行星是如何运动的，哥白尼之后，天文观测大师第谷进行了长达数十年的观测，积累了大量资料，并在理论研究上有许多建树。他指出新星隶属于恒星一类天体，并据此批驳了亚里士多德关于恒星天球永恒不变的错误观念。他还指出彗星是穿过多重行星天球层绕日而行的天体，但第谷深受《圣经》影响，这使他的学说仍不免受到禁锢。

而彻底冲破禁锢的，是第谷的学生开普勒。

### 第三节 开普勒行星运动三定律

开普勒(1571—1630)，生于德国的威尔。1587 年，年仅 16 岁的开普勒进入杜宾根大学学习神学、数学和哲学。1591 年，他还获得了文学硕士学位，在 1600 年他成为第谷

的助手。他多次被第谷告诫要尊重观测数据,故在开普勒以后的研究中,十分注重对各种观测资料的研究。

他认真研究了关于火星的观测资料。按照哥白尼的假说,火星在一个圆形轨道上作匀速圆周运动,太阳偏离其圆心,开普勒发现,在不同的时期,只要取不同的偏心值,总可以和观测结果基本相符合。但他计算了许多组,发现精度总不尽人意,最大的误差达 8 角分。而在第谷的观测中,这么大的误差是不会出现的。这导致开普勒对天体运动完美性的怀疑。后来,他大胆地摒弃了匀速圆周运动的假设,并认为行星绕太阳的运动轨道是椭圆,太阳在这个焦点上,并且行星运行离太阳近时快,离太阳远时慢。

1609 年,他在新出版的《新天文学》一书中,总结并发表了两条定律,称开普勒行星运动第一和第二定律。

第一定律:行星在一个椭圆上绕太阳运动,太阳位于椭圆的一个焦点上。

第二定律:在同样时间内,行星与太阳连线扫过的面积相等。

在发表这两条定律的同时,开普勒还指出,这两条定律对于月球绕地球也适用,只不过月球轨道偏心率很小。

这两条定律打破了 2000 多年前毕达哥拉斯构造的天体只能做完美的圆周运动的观念,取消了后来人们解释种种矛盾而引入的繁杂的本轮和均轮结构。并且他的定律使观测值与日心说更为符合。可以说,这两条运动定律的发表引起了天文学的全部革新。

但开普勒并不满足,在后来的 10 年中,他致力于找到

行星轨道半径与公转周期的关系。经过艰苦的努力，他在 1619 年发表了另一条定律：

行星轨道半径长的三次方和公转周期的平方成正比。

这就是著名的开普勒行星运动第三定律。它和前面两条定律并称为开普勒行星运动三定律。

开普勒行星运动三定律的发表，使哥白尼日心说有了重大改进，不少缺陷被克服，天体运动比从前显得更简单、更易理解。但开普勒的行星运动三定律只告诉人们行星如何运动。但这些星为什么这样运动呢？开普勒不知道。甚至伽利略也不知道。当时人们只是认为，是上帝让它们这么动的，它们过去这么动，以后仍然这么动，但除非你知道上帝在想些什么，否则你无法知道它们为什么这么动。

而后来，的确有了一个人知道上帝在想什么，他既不是教皇，也不是红衣主教，他是一位人类历史上最伟大的科学家，他就是艾萨克·牛顿。

## 第四节 万有引力及牛顿三定律

艾萨克·牛顿，(1642—1727)生于英国林肯郡，1661 年他进入英国剑桥大学学习数学，1665 年获数学学士学位，1667 年进剑桥大学当研究生，并于次年获得硕士学位。1669 年，年仅 27 岁的牛顿便在剑桥大学当数学教授。以后，他担当了剑桥大学卢卡斯教学教授一职。到现在，这一

职位只有三个人担任,另外两人分别是迪拉克和史蒂芬·霍金。

牛顿无疑是有史以来成果最多的科学家。他只要做出这许多成果中的一项便能使他名垂青史了。在物理学领域,他发现了万有引力,并发表牛顿运动三定律,奠定了经典力学的基石;在光学方面,发现白光是由不同颜色的光组成,并且用三棱镜将其分解;1672年发明了反射望远镜,使天体观测向前迈进了一大步;解释了潮汐现象,指出它不仅和月亮,而且和太阳的引力也有关系;他从理论上推测地球两极较扁,并说明了岁差现象;在数学上,他创造了微积分,创立了牛顿二项式定理。他的著作有《自然哲学的数学原理》。

在牛顿之前,天文学可说是在黑暗中摸索前行的,天文学家们自己也不知道下一步该迈向何方。而牛顿万有引力和运动三定律的发表,无异于给黑暗中行走的人点燃了一支火炬,给天文学家带来了无限光明,从前一切困难迎刃而解。

有人传说牛顿是因为被苹果砸了头才发明了万有引力定律。我们没有必要去考证这个传说的真实性,但他万有引力定律的发表确实曾受过别人的一些启发。

早在1659年,荷兰科学家惠更斯便发现,若要让一个物体绕某一中心做匀速圆周运动,必须不停地对这个物体施加一个始终指向中心的力,这个力称为向心力,向心力大小和速度平方成正比,同运动半径成反比。其后,英国科学家胡克、哈雷等人发现,行星所受向心力与它到太阳距离的

平方成反比。

牛顿总结了前人的结果,并通过对月球的计算验证,终于发表了万有引力定律:

任何两个物体之间都有相互吸引的作用力,这个力的大小与两物体质量的乘积成正比,和它们之间距离的平方成反比。

牛顿用万有引力定律解释了做圆周运动的天体的运行规律,对于那些沿椭圆轨道运行的天体,牛顿提出了流量和流数理论进行了解释。流量和流数理论最终演化成了微积分。运用这种理论他还发现,在指向焦点而与距离平方成反比的力的作用下,天体运动轨道为椭圆、抛物线或双曲线。这很好地说明了为什么有的彗星每隔许多年回来一次,而有的却一去不复返了。

牛顿的另一项物理学领域的重大成就是著名的牛顿运动三定律:

一、一个不受外力作用的物体将做匀速直线运动,直到有外力改变这一运动状态。

二、一个物体的加速度与它所受的外力成正比。

三、作用力与反作用力大小相等,方向相反,并且作用于同一条直线上。

从上述三定律中,我们可以得出一些有用的结论。

1、行星没有做匀速直线运动,那么它一定是受了外力作用。

2、离太阳越远的行星,它受的引力越小,那它的向心加速度也越小,故运动较慢。

牛顿利用万有引力定律和运动三定律,不仅从理论上推导了开普勒运动三定律,并且还得出了它们的准确表达式。

牛顿的万有引力定律和运动三定律的发表,给行星运动规律找到了理论证明,使哥白尼的日心说有了坚实的理论基础。从此天文学的一个重大分支——天体力学诞生了,它成为解决天体运动、形状等强有力的武器,直到后来,在人们探索到更深层的宇宙之前,这些定律一直是攻无不克、战无不胜的利器。甚至今天,这些定律仍在各工业部门,特别是在航天部门得到广泛的应用。

另外需要指出的是,牛顿虽然给出了万有引力定律,但它并没有给出其中那个引力常数,直到 100 多年后,这一常数才由科学怪杰卡文迪许通过著名的扭秤试验得出。这个常数非常小,是  $6.67 \times 10^{-11} \text{米}^3/\text{千克} \cdot \text{秒}^2$ ,它表明,两个质量为 1 千克的物体相距 1 米时,相互作用力为  $6.67 \times 10^{-11}$  牛顿。这个力非常小,以致于两艘万吨巨轮擦肩而过时它们之间的引力也不足以引起察觉。但对于天体就不同了,因为天体质量非常巨大。行星绕太阳运动的向心力就是完全靠它们之间的万有引力来提供的。

