

自然常识教学参考丛书

宇宙

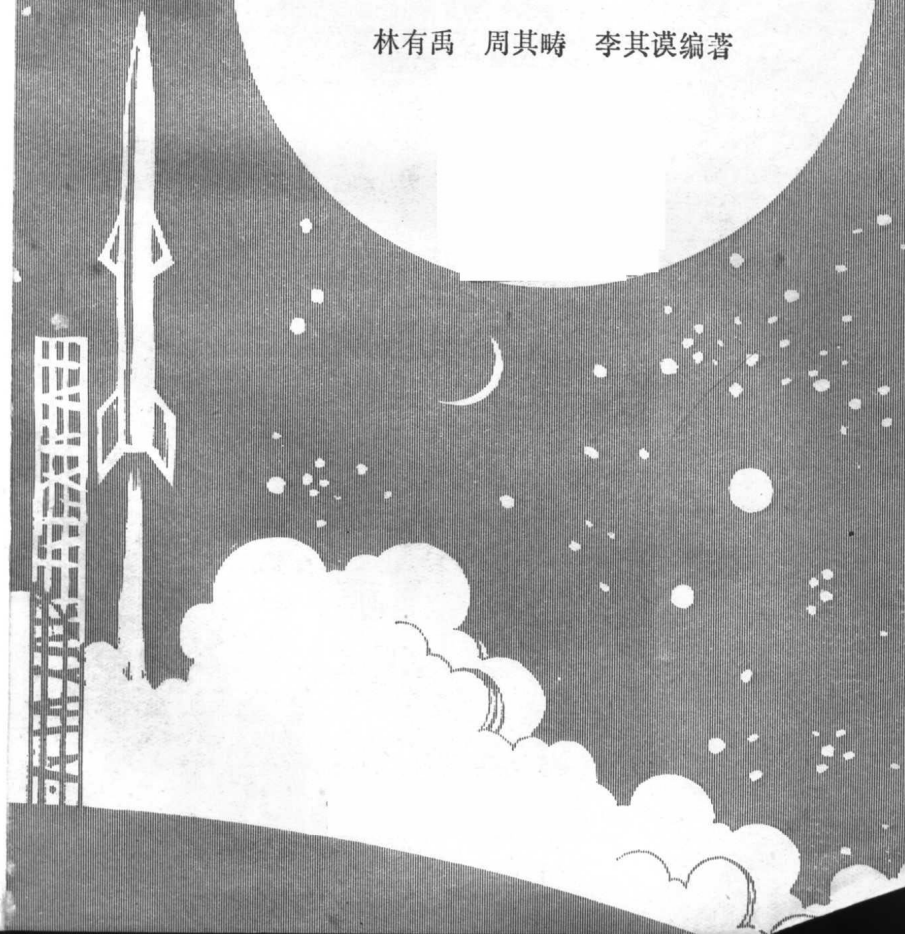
上海教育出版社

期 阳 美

13.111.42/1

宇宙

林有禹 周其畴 李其漠编著



自然常识教学参考丛书

宇 宙

林有禹 周其畴 李其漠编著

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

新华书店上海发行所发行 浙江舟山印刷厂印刷

开本 787×1092 1.32 印张 3.75 插页 1 字数 77 000

1979年7月第1版 1979年7月第1次印刷

印数 1-30,000本

统一书号: 7150·2076 定价: 0.32元

目 录

一 绪论	1
(一) 研究天文学的目的	1
(二) 天文学发展简述	2
二 宇宙的构造	9
(一) 无边无际的宇宙	9
(二) 物质宇宙	11
三 宇宙的观测	15
(一) 天球	15
(二) 天文观测仪器和天体物理量值的测定	20
(三) 对星星的观测	27
四 太阳	34
(一) 太阳与地球的距离和太阳的大小	34
(二) 太阳的构造	35
(三) 太阳的运动	39
(四) 太阳的光和热	39
(五) 太阳和人类的关系	40
五 地球	44
(一) 地球的大小和形状	44
(二) 地球的运动	47
(三) 昼夜和四季	50
(四) 时间和历法	55
六 月亮	69
(一) 月亮的大小和表面情况	69
(二) 月亮的运动	72

(三) 日食和月食	74
(四) 潮汐	80
七 太阳系	87
(一) 行星	88
(二) 彗星	98
(三) 流星和陨星	99
八 人造地球卫星	103
(一) 人造地球卫星的飞行原理	103
(二) 人造地球卫星的发射和回收	105
(三) 人造地球卫星的用途	109
(四) 宇宙飞行	111

一 绪 论

(一) 研究天文学的目的

研究宇宙间一切天体的位置、分布、运动、形态、结构、化学组成、物理状态和演化的科学，叫做天文学。它是随着人们生产实践的需要而产生和发展起来的一门科学。恩格斯曾指出：“首先是天文学——游牧民族和农业民族为了定季节，就已经绝对需要它。”

人们必须知道季节变化，才能正确地安排农业劳动，该播种的时候播种，该收获的时候收获，因为作物的生长要受到气候条件的影响。告诉人们季节变化的日历，就是根据天体运动的规律制订出来的。

准确的时间是人们生产和生活中必不可少的。测定时间也是天文学家的工作。

建筑一条铁路，修造一项巨大的水利工程，或者开辟一条海上航线，首先要有一幅准确的地图。如果没有天文学家提供有关的资料，地图是无法绘制的。

在海洋里航行的船员，沙漠里工作的勘探队员，空中飞行的飞行员，他们随时需要知道自己所在的位置，以便能不断地保持正确的方向前进，这除了利用人造卫星外还需要用天体来辨别方向和确定自己所在的位置。

太阳表面的变化对于天气的变化和无线电通讯都有很大的影响。月亮的位置跟潮汐的涨落有很紧密的关系。宇宙航

行只有在掌握了天体运动的规律和了解了天体的性质以后，才能顺利地进行。

揭示和了解宇宙间天体的运动发展和演化规律，正确认识宇宙，有助于人们树立辩证唯物主义的观点和推动其他科学，特别是数学、物理学等的蓬勃发展。

总之，天文学有着十分广泛的实际应用，它跟人们的生产、生活以及其他各门科学的关系愈来愈见密切。随着近代科学的需要和空间技术的发展，天文学的研究工作也越来越显得重要，它将为现代科学提供不可缺少的资料和数据，对通讯、国防、导航、气象、测量、探矿等许多方面的现代化建设起着重要的作用。

(二) 天文学发展简述

天文学是一门古老的科学。古代的人们为了定方向、定时间、定位置，使天文学逐渐地发展起来。

古代，人们对宇宙的认识十分幼稚，他们把眼睛直接觉察到的一切事物作为千真万确的事实。最初，人们认为地是平的，天空象一个圆壳，覆盖在地面上。后来，看到日月星辰东升西落的现象，认为地球处在宇宙的中心，是不动的，而宇宙是一个透明的大圆球，所有其他的天体象太阳、月亮、星星等都排列在圆球的表面，围绕着地球运转。

公元二世纪，希腊学者托勒密概括了前人的看法，提出了“地心说”。他认为地球是固定不动地处在宇宙的中心，而所有的天体都沿着圆周轨道绕地球作复杂的运动（图 1.1）。其实，这种说法是错误的，不符合科学实际的。但是，由于它跟圣经上的讲法，在思想上相一致，所以受到宗教的维护，

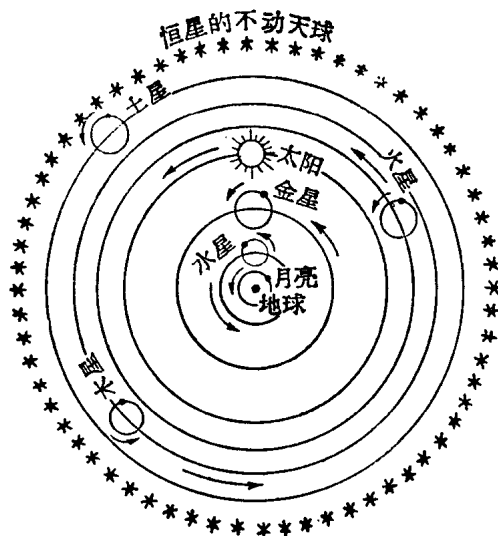


图 1.1 托勒密的宇宙体系

各行星沿着小圆圈运动，小圆圈的圆心沿着大圆圈运动

长时期地在天文学界居于统治地位，束缚着天文科学的发展。

十六世纪中叶，波兰大天文学家哥白尼总结了前人的经验并根据自己长期观测的资料，提出了“日心说”。他认为太阳是宇宙的中心，地球只是一颗行星，一切行星包括地球在内都围绕着太阳运转（图 1.2）。这种学说否定了“地心说”，直接威胁了教会的封建统治，因此“日心说”受到了当时教廷的百般迫害。

哥白尼死后不久，意大利学者布鲁诺全力支持和拥护“日心说”，并且还提出了他自己的看法，大意如下：每颗恒星也象太阳一样，是庞大而炽热的火球，在它们的周围也有行星绕着运转。在宇宙中，这样的恒星和行星多得无数，根本不

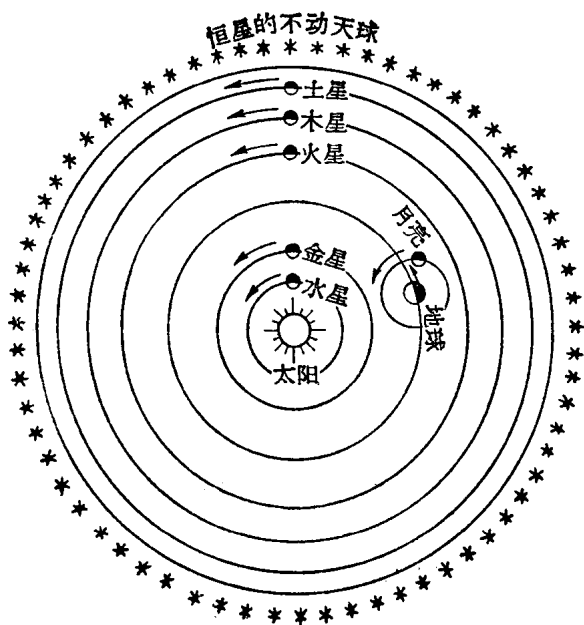


图 1.2 哥白尼的宇宙体系
一切行星都绕太阳转

存在什么宇宙中心。他揭露了一幅宇宙无穷和永存的图景。因此，他受到了教会的仇视和野蛮的迫害，在 1600 年被活活地烧死在罗马。

在当时，意大利科学家伽利略制成了天文望远镜，他第一个利用望远镜来观测天体，并且证实了哥白尼和布鲁诺的学说。他用简明易懂的方式宣扬了哥白尼学说，因此也受到了宗教法庭的审判。教会要他放弃自己的主张，但是，他仍旧坚持真理。后来，伽利略被判处了无期徒刑，囚禁在郊外自己家中。从此，伽利略失去了自由，而且双目也失明了，但

是他仍把晚年的全部精力献给力学研究工作，对学生和朋友口述自己的新思想。

布鲁诺和伽利略都是令人敬佩的科学家，他们为真理而斗争，献出了自己的生命或丧失了自己的健康。他们所反映的新的宇宙观是不可战胜的，是在逐渐壮大和发展起来，被烧死的却是那个旧的宇宙观。

天文学的发展史说明：天文学长期处在唯物主义和唯心主义两种不同宇宙观的斗争中。宗教是企图说明宇宙是上帝和神创造的，借美丽的宇宙来描述虚构的天堂，叫人们服从命运，心甘情愿地受统治阶级的压迫和剥削。当唯物主义战胜唯心主义的时候，天文学就向前迈进一大步。

十七世纪初叶，德国科学家开普勒在分析了大量观测资料的基础上确立了行星绕日运动的三大定律。后来，英国科学家牛顿又进一步发展了开普勒等人的学说，发现了万有引力定律。这样，就更加巩固了新的宇宙观的发展基础，使天文学进入了应用力学的定律来研究天体运动的新的阶段。

十九世纪中叶，由于照相技术和光谱分析的方法应用到天文学上，天体的物理性质得到了进一步的研究。到了二十世纪，天文仪器和研究方法有了更大的改进和提高，天文学上的重大发现愈来愈多。在本世纪四十年代，由于无线电技术的发展，出现了射电望远镜；六十年代以后，随着电子技术的革新和空间技术的兴起，人们发射了人造天体和各种宇宙飞船，研究天体性质就有了更加新的工具和方法。

我国是世界上天文学发达得最早的国家之一，许多天象的发现和记录都是世界上最早和最丰富的。

我国有历史记载以后已经进入使用阴阳历的时代。春秋中叶，我们的祖先已经用加闰月的方法来调整阴阳历。以后，

秦朝采用的颛顼历和汉武帝时起(公元前 104 年)改用的太初历都是以 365.25 天为一年,跟罗马凯撒所颁布的儒略历相同,但是都比儒略历(实施于公元前 46 年)早得多。

我国古代天文学家对于星象的观测和认识有着惊人的成就。远在周秦以前,已经有二十八宿的分法。在周幽王 6 年 10 月(公元前 776 年),已经有日食的记载,这是世界上最古的可靠记载。在汉成帝河平元年 3 月(公元前 28 年),已经有太阳黑子的记载,也比国外的记载早。

为了观测天象,我们的祖先创造了很多有名的天文仪器,如汉代张衡的浑天仪、元代郭守敬的简仪、仰仪、玲珑仪、日月食仪等成套的仪器,都超过了当时其他一切国家的水平。我国天文台的设置也是很早的,如河南登封县的观星台*是世

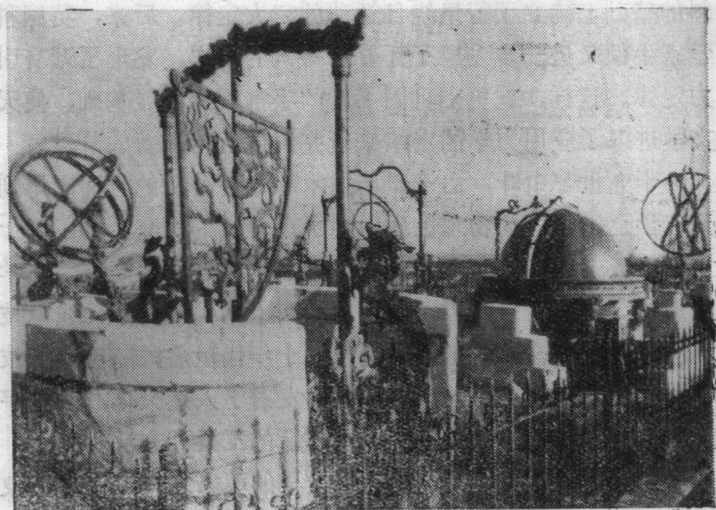


图 1.3 北京古观象台

* 周公测星台旧址。

世界上最古的天文台的遗址。北京的观象台是现存天文台中最古老的一个(图 1.3)。

我国古代天文学的成就和贡献,外国天文学家都感到钦佩和叹服。明代以后,由于封建统治的异常腐败,外加近百年来帝国主义的侵略,我国的天文事业长期停滞不前。解放以后,在党的领导和关怀下,天文事业很快地恢复和发展起来,不但修复了原有的天文台和天文仪器,还新建了好几个天文台和观测站。二十多年来,我们的天文台不仅年年制订历书,独立编算天文年历,还新发现了天体、小行星、超新星等,在世界测时的精确度方面从 1963 年开始跃入并保持在世界先进水平。我国现代化天文学综合研究基地也正相继建立。最近,在全国科学大会的鼓舞下,天文工作者订出了新的规划,正在为使我国的天文科学进入世界先进行列作出不懈的努力。

* * * *

宇宙间的天文现象是人们生活中经常接触到的,它跟阶级斗争、生产斗争、科学实验三大革命运动有着密切的关系,懂一点天文知识有助于培养辩证唯物主义的观点。所以,基本的天文知识实在是人人不可缺少的自然常识。

学习“宇宙”知识和学习其他科学一样,一开始就应该让学生知道学习的意义。但是,宇宙间的天体离我们那么遥远,而研究它们竟有这么多用处,这对小学生来说是一时难以理解的。因此,我们只能提出一些学生生活中接触过的具体事例,作简单的讲解,比如说:四季节气、年、月、日时间是根据地球绕太阳转动的规律定出来的;地图上的经纬线是根据天空里星星的位置来确定的;月亮以一定的速度绕地球兜圈子,不会掉下来,也不会飞掉;如果没有太阳,地球将成为

死的世界；轮船航行在海洋里可以凭星星来确定自己在什么地方，等等，来说明天文学对定向、定位、定时以及促进其他科学发展中所起的作用。同时，也可以讲一些天文学的展望，例如介绍宇宙航行的新动向等。这样，可以使学生提高学习兴趣，开扩知识眼界，丰富想象能力，激发求知欲望，获得预期的学习效果。教学时，如果能使用合适的教具，并一边讲解、边议论的形式进行，效果可能会更好一些。

应该让学生知道天文学是一种实实在在的科学，并不是抽象的假想，它是在唯物主义和唯心主义两种不同的宇宙观的斗争中成长发展起来的。几千年来，人们观察天体现象，了解了天体的运动规律，然后才能排除宗教迷信的阻碍，探得宇宙的真正构造，并且逐步地创造出关于物体运动规律的科学理论，使天文学成为符合客观存在的一门科学，并不断地发展完善起来。使学生认识到一切科学技术都要实践和理论相结合，才能逐步提高，不断发展，取得成果。

我们在传授知识的同时，还应该适当地联系教学内容，进行爱国主义教育。例如介绍我国古代天文学方面的伟大成就，以激起学生的民族自豪感。然而，我们也必须使学生认识到要全面实现四个现代化的宏伟规划，使我国的天文事业达到世界最先进的水平，还有待于我们在今后的学习和工作中作出艰苦不懈的努力，以此来激发学生对建设祖国的责任感，以不怕困难的革命精神，发奋学习，树立攀登科学高峰的雄心壮志。

二 宇宙的构造

(一) 无边无际的宇宙

什么叫做宇宙？离开现在二千三百多年前的战国时代，有一位学者尸佼曾说过：“四方上下曰宇，往古来今曰宙。”用现代的话讲，宇是空间，就是人和万物所占的地位；宙是时间，就是万物变化所经历的过程。人和万物都存在于宇宙间，我们应该认识到：宇宙就是我们周围的客观世界，是由物质构成的，空间和时间是物质存在的形式，宇宙在空间和时间上都是无穷无尽，无边无际，无始无终的。

在晴朗的夜晚，遥望天空，点点繁星密布在黑色的天幕上，有些地方看上去星密集得成为一团或一片，星和星之间好象挤得很紧，实际上星星之间的距离是非常遥远的。有人作过这样的比喻：如果在欧洲大陆的上空没有其他的生物，只有三只蜜蜂在飞翔，那么它们所占的欧洲空间要比星星占有的宇宙空间来得密一些。由此可见，宇宙空间的广阔和星星的异常稀疏了。星星离开我们太远了，所以看起来小而密，每颗星只有针头那么一点儿光。

天体间的距离如果用公里来计算，数字将大得使人们感到麻烦。天文学里常用一种叫做“天文单位”的来计算，这是以地球和太阳之间平均距离 (1.496×10^8 公里)* 作为一个天

* 即 149,600,000 公里。 10^8 即表示 1 后面有 8 个零。

文单位。这样的单位仅仅适用于计算太阳系中各个天体间的距离，用来表示太阳系以外的天体间的距离又感到太小了。因此，天文学中常用“光年”来计算恒星间的距离。一光年就是光以每秒 30 万公里的速度走一年所经过的路程，一光年等于 63,240 个天文单位，等于 9.46053×10^{12} 公里，取其整数就是约 10 万亿公里。

在太阳系里，已知最远的行星是冥王星，它跟太阳的平均距离约为 59 亿公里，相当于近 40 个天文单位。如果以太阳系里最靠外边的彗星轨道计算，太阳系的范围还要大得多。但是，太阳系在宇宙中只是非常渺小的一部分。

走出太阳系到离开我们最近的恒星——半人马星座的比邻星，距离约有 4.3 光年，也就是我们在地球上看到的这颗星的亮光是四年多以前发出的。设想从地球到这颗恒星铺上铁轨，我们坐上一列每小时行驶 100 公里的特别快车从地球开往比邻星，昼夜不停地行驶，一直要经过 4000 多万年才能到达目的地。假如乘每秒飞行 16.7 公里的宇宙飞船，也要约 8 万年才能到达。

我们肉眼能够看到的一些星星，一般距离我们有几十光年到几百光年。至于更遥远的恒星，距离真是无法计算，用五米直径的反射望远镜，能拍摄到 10 亿光年以外的天体。目前，最大的射电天文望远镜能发现 100 亿光年远处的天体。

地球的年龄可能有 46 亿年。试想在 100 亿年以前，地球还没有形成的时候，远方星星的光线已经开始向各个方向发射出来，而我们在 100 亿年后的今天为它拍照，留下它那时的情景，这是多么难以想象的事情啊！尽管有些天体距离我们如此遥远，我们仍不能说已经到达宇宙的边界，只是我们暂时还没有办法观测到更遥远的天体罢了。

几千年天文学的发展史证明，人类认识宇宙的眼界已经扩大了千百万倍。随着新的、效率更高的天文仪器的不断创造出来，我们的视界还将无限地扩大，人们对于宇宙的知识将会越来越丰富。

(二) 物 质 宇 宙

宇宙是由物质构成的。宇宙间的物质构成了各种天体：恒星、行星、卫星、彗星、流星、星团、星云、星系、星际物质等等。这些天体都受运动规律的支配，在宇宙间不断地运动和变化着。

我们用肉眼能够看到的恒星，大约有 6,000 颗。由于在同一时间内我们只能看到地球周围天空的一半，所以我们的肉眼只能同时看到 3,000 多颗。用望远镜和照相设备拍摄下来的星星，那就多得数不清了。这些恒星并不是各自孤立的，而是相互之间存在一定的联系，它们组成了一个巨大的恒星系统——银河系。无月的晴朗晚上，我们在天空可以看到一条银白色的光带，这就是银河系轮廓在天空的投影。银河系的大部分恒星都离我们十分遥远，肉眼无法把它们逐颗分辨，其总数大约有 1,000 多亿颗。

从银河系的上空来看银河系的形状，它很象一个中间厚边缘薄的烧饼(图 2.1)。直径长约 10 万光年，中心厚度约 2 千~2 万光年。太阳系的位置在离开中心约 3 万光年的地方。

银河系有绕轴自转运动，在靠近银河中心的部分，转动最快，离中心愈远，转动愈慢。在太阳系附近所有天体，都以每秒 250 公里的速度绕着银心运动，转一个大圈子大约要二亿年左右。

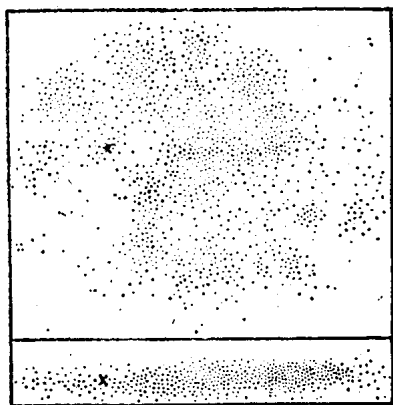


图 2.1 银河系构造示意图

图中的“×”号表示太阳系的位置

上图:平着看的形状 下图:从侧面看的形状

根据银河系的旋转速度,可以用万有引力的原理推算银河核心部分引力场的强度,从而算出银河系的质量大约是太阳的一千亿倍以上。太阳在银河系里是一颗中等质量的恒星,把太阳的质量看作恒星的平均质量,银河系恒星的总数就是这样估计出来的。

在银河系里,有的恒星集中分布在一个较小的区域里,在星空中形成特别稠密的集团,叫做星团。在本世纪四十年代后期,天文学家发现有一些形成得特别晚的年青星团,称为星协。星协的发现,说明银河系的恒星,年龄很不相同,它们还在不断地产生、发展和衰亡。从恒星的演化,使我们认识到宇宙间天体并不是一成不变的。

在银河系的星际空间里,有一些云雾状的天体,叫做星云。星云本身并不发光,由于被附近的亮星照耀,我们才看得见它。除此以外,宇宙空间到处都有非常微小的尘埃、原子、分子以及各种粒子形态的物质存在,这些统称为星际物质。

银河系虽然有这样多的物质,但是它跟整个宇宙比较起来,仍然是非常渺小。事实证明,银河系并不是唯一的恒星系,在它附近,就有十亿个以上跟它相类似的恒星系,统称