

自然辩证法讲义 (初稿)

专题资料之六

天文学史和
天体史概述

高等教育出版社

天文学史和天体史概述

李宗云 宜焕灿

高等教育出版社

本书原由人民教育出版社出版。1983年3月9日，
上级同意恢复“高等教育出版社”。本书今后改用高等教
育出版社名义继续印行。

自然辩证法讲义(初稿)

专题资料之六：

天文学史和天体史概述

李宗云 宣焕灿

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

二二〇七印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 4 字数 80,000

1980年10月第1版 1984年2月第3次印刷

印数 16,401—25,900

书号 2010·023 定价 0.31元

编者前言

这本小册子是作为学习和研究自然辩证法的参考资料编写的，也可帮助爱好天文的读者了解天文学的历史和天体本身的历史。正像恩格斯所说：“自然界是检验辩证法的试金石，而且我们必须说，现代自然科学为这种检验提供了极其丰富的、与日俱增的材料，并从而证明了，自然界的一切归根到底是辩证地而不是形而上学地发生的。”^①

天文学是研究各种天体和天体系统的科学，从我们脚下的地球到遥远的恒星、星系，都是天文学的研究对象。科学和上帝是无缘的，人们不会忘记，杰出的意大利天文学家乔尔丹诺·布鲁诺因为追求真理而被反动的宗教裁判所判处火刑时，从容不迫、大义凛然的光辉形象；人们也还清楚地记得，哥白尼的“日心说”和康德的“星云说”在人类认识史上曾经产生过多么深远的影响。科学的发展把人们的眼界从太阳系扩大到银河系，又从银河系扩大到河外星系。那些过去还是上帝的神圣领地，今天已成为天文学的研究课题。借助于各种观测手段，现代天文学的研究范围已经达到一百亿光年的空间尺度和一百亿年的时间尺度，这些都是人类探索宇宙的重要成就。

天体演化学的研究表明，各种天体和天体系统都有其发生、发展和消亡的历史。人们已经知道宇宙空间存在着各种

^① 恩格斯：《反杜林论》，人民出版社1970年版，第20页。

各样的物质形态：有密度极高的白矮星、中子星，也有极其稀薄的星际弥漫物质；有大量的无机物质，也有各种有机分子；有我们常见的固体、液体、气体，也有性质比较特殊的等离子体……，他们通过各种各样的物质过程变化着、发展着。所有这些都利于唯心主义和形而上学，只能雄辩地证明唯物辩证法的正确性。天文学过去是，现在仍然是两种宇宙观斗争的场所。

在这本小册子里，不可能全面地、详细地叙述天文学各方面的成就，只能概括地介绍一些与自然辩证法关系最为密切的内容——天文学史和天体史。为了便于哲学工作者阅读，我们将尽量不借助于数学工具，也不涉及很多新的物理概念。当然，这在描述的准确、详尽和一目了然方面必将带来一定的损失。

需要指出的是，本书个别地方涉及到宇宙学问题，国内多数研究者认为，在现代宇宙学中所说的“宇宙”是指目前观测所及的那部分宇宙，跟哲学上的“宇宙”概念是不一样的。作者希望不要因此而产生概念上的混乱。

本书编写中得到有关单位和同志的支持，南京大学天文系苗永宽副教授、张明昌同志在百忙中抽空对原稿进行了审阅，南京大学哲学系林德宏同志、中国大百科全书出版社黄鸿森同志以及北京天文台、南京大学天文系的一些同志也都提过很好的意见，谨向他们表示深切的感谢。

限于作者的水平，书中难免有不妥和错误之处，望读者批评指正。

李宗云 宣焕灿 1980. 7.

目 录

第一章 人类对宇宙认识的发展	1
第一节 天文学的诞生	1
第二节 古代朴素唯物论和辩证法的宇宙观念	4
第三节 日心体系的胜利	7
第四节 在僵化的自然观上打开了第一个缺口	15
第五节 银河系和河外星系概念的确立	18
第六节 天体物理学的诞生	29
第七节 时空观上的革命	35
第八节 天文学正面临新的飞跃	39
第二章 天体的起源和演化	56
第一节 引言	56
第二节 太阳系的起源	59
第三节 恒星的演化	77
第四节 星系的起源和演化	101
主要参考书目	116
中外人名对照表	117

第一章 人类对宇宙认识的发展

自古以来，深邃的宇宙吸引着人们的注意，人们对宇宙的认识经历了漫长、曲折的过程。宇宙在充满着矛盾和斗争的过程中辩证地发展着。人们对宇宙的认识也在充满着矛盾和斗争的过程中辩证地发展着。

第一节 天文学的诞生

正如恩格斯所指出的：“必须研究自然科学各个部门的顺序的发展。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。”^①天文学是自然科学中最古老的一门科学。世界上几个古代文明中心，如埃及、巴比伦（位于今伊拉克一带）、中国和印度都在农牧业生产的基础上，很早就产生了天文学。

早在四千多年前，古埃及人通过天象观测，发现在一年中每当天狼星在黎明前升起的节令到来后不久，尼罗河就开始泛滥，而古埃及人正是利用尼罗河每年定期泛滥过后的肥沃土地来耕种的。于是，为了“计算尼罗河水的涨落期的需要，产生了埃及的天文学。”^②古埃及人还把赤道附近的恒星等距

① 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1971年版，第162页。

② 马克思：《资本论》第一卷，见《马克思恩格斯全集》第23卷第562页。

离地分成三十六组，每组一颗至几颗，分管十天，叫做旬星。当一组星恰好在黎明前升到地平上时，就标志着这一旬的到来，这样就把一年定为360日。后来，通过对天狼星偕日升周期和尼罗河泛滥周期的长期测定，又进一步把一年改定为365日。

在巴比伦，从近代考古发掘出土的刻有楔形文字的泥板上，得知距今约四千年前，就有了完整的巴比伦历法。这种历法一年从春分开始，每年设十二个月，大月30天，小月29天，大月、小月相间，平均每月29.5天，与月相的周期一致。这样，一年十二个月为354天，然后用几年置一次闰月的办法来补足354天同一回归年365天多之间的差数。除了年、月、日以外，巴比伦人还最早使用了“星期”，定一“星期”为七天，并分别用太阳、月亮和五大行星的名字来称呼一星期中的七天。

在中国，大约在公元前二十四世纪时，就有了专司天文的官员，从事观象授时。当时定一年为366天，并根据黄昏时南方天空所能看到的不同恒星，来划分不同季节。到了公元前二十一世纪至公元前十六世纪的夏代，又进一步用每月黄昏在南方天空的不同恒星（称“昏中星”）和黎明前南方天空的不同恒星（称“旦中星”）来区分月份。从出土的商代（公元前十六世纪至公元前十一世纪）甲骨卜辞中，发现当时有了完整的干支记日法。这种方法是用十天干（甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸）和十二地支（子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥）相配，共配成六十组，用来表示“日”的顺序，周而复始，循环使用，构成了当时的日历。后来，又进一步用干支序数来纪年。中国的历史虽然十分悠久，但只要顺着干支往上推，即使二、三千年前的历史日期也能

推算得正确无误。这应归功于我们的祖先创造的干支记日法。在出土的甲骨卜辞中，还发现不少日食、月食、彗星和新星的纪事，说明了当时的人们为了占卜吉凶，已十分注意对日月食、彗星和新星等特殊天象的观测。

印度从公元前十世纪开始，由于农业生产的需要，也创造了自己的历法。在《鹧鸪氏梵书》中已将一年分为春、夏、雨、秋、冬、凉六季。在《爱达罗氏梵书》中记载了一年为360日，十二个月，每月30日。为了研究太阳、月亮等天体的运动，古印度人还把黄道分为二十七等分，称为“纳沙特拉”(Naksatra)。

从埃及、巴比伦、中国和印度这些文明古国的历史可以看出，在天文学刚刚萌芽的时期，制订历法都处于特别重要的地位。这正表明，出于农牧业生产的需要，人类开始“观象授时”，即观物象、天象，授民时。这样，天文学也就此诞生。

在天文学刚刚诞生的那个时代里，人们对宇宙的认识还处于十分幼稚的状态。他们通常是按照自己的生活环境，根据一些零星片断的观测事实来想象宇宙的构造。古埃及人认为，世界像一只长方的盒子，大地是盒子的底，天是盒子的盖，四周架在从大地四角隆起的四座大山顶上，天顶稍微拱起，环绕大地周围的是宇宙之河，尼罗河是宇宙之河从南方分出来的一个支流，流过大地的中央。我国最早的盖天说认为“天圆如张盖，地方如棋局”，^①即把天穹看成像倒扣着的锅，而把大地看成是平直的。后来经过改进后的盖天说则认为“天象盖笠，地法覆槃”^②，进一步认为大地也是中央凸起的。在印

① ② 《晋书·天文志》。

度则把地想象为负在大象上，而象则站在巨大的龟背上。由于对自然界的蒙昧无知，当时的人们不可避免地屈从于对超自然力的崇拜，他们把四季的循环、昼夜的交替、日月食和彗星的出现等等自然现象都看成是至高无上的“上帝”的有意安排。而奴隶主统治者则力图利用这种宗教迷信，并把自己打扮成“上帝”的代言人，以便愚弄人民，维护自己的统治。

第二节 古代朴素唯物论和辩证法的宇宙观念

在距今二千多年前，由于生产力的发展、社会的进步，在古希腊和中国等文明古国中，人们开始摒弃蒙昧时期的原始宇宙观念。同时，由于在古希腊和我国先秦时期，学术上较为民主，在一定的阶层中允许自由讨论、各抒己见，这就更促进了科学与哲学的繁荣。这一时期的天文学已和氏族社会及奴隶社会前期有很大的不同，在与唯心论以及宗教迷信观念的对立斗争中，古代的朴素唯物主义和自发的辩证法的宇宙观念有了很大的发展，这主要表现在如下三个方面：

首先，在宇宙本原问题上，一批唯物主义的思想家提出了世界是由物质构成，而不是由神创造的朴素唯物主义观点。如在我国，早期的五行学说就认为万物是由土、金、木、水、火五种最基本的元素构成的；公元前四世纪，即我国的战国时期，唯物主义哲学家宋钘、尹文提出了精气学说，认为万物的本原是一种最精细的肉眼不可见的气体（称精气）。后来，这种精气学说演变成了对我国古代科学发展有着深远影响的元气本体论。而在古希腊，约于公元前六世纪，泰勒斯

提出了万物的本原是水。到了公元前五世纪，留基伯和他的学生德莫克里特提出了古代的原子论。他们认为原子是一种不可分割的最小微粒，肉眼不可见，由于它们的形状、排列和位置的不同，构成了世界上千差万别的东西。

其次，在宇宙结构的问题上，一些杰出的思想家、科学家冲破了氏族社会遗留下来的狭隘、无知的偏见，开始提出了地球是球形的见解。这是对宇宙结构的认识的第一次伟大飞跃。公元前六至五世纪，古希腊的毕达哥拉斯及其后继者帕门尼兹、德莫克利特、斐洛劳斯就主张地球是球形的。^①到了公元前三世纪，厄拉多塞内斯甚至采用测量地球上不同地方太阳的天顶距差的巧妙办法来具体推算地球的周长，^②他测得地球的周长为250,000希腊里，相当于39,600公里，这是历史上一个很好的结果。在我国，约在两千年前诞生的浑天说，把天比喻成一个鸡蛋，把地球比喻成鸡蛋中的蛋黄，认为地球是居于宇宙中央的圆球。^③这一时期的朴素唯物论者，不仅认识到了地球是球形的，而且对宇宙的无限性也作了天才的猜测。例如在我国，和浑天说几乎同时诞生的宣夜说大胆地否定有形质的天壳的存在，认为“天”是高远而没有尽头的，日月众星不是挂在固体的天球上，而是“自然浮生在虚空之中”，^④从而展现出了一幅茫无涯际、无穷无尽的宇宙图象。

第三，当时的一些唯物论者还对现存世界是怎样生成的

① G. de. 伏古勒尔著，李晓舫译，《天文学简史》，上海科学技术出版社1959年版，第6～7页。

② 同上书第10～12页。

③ 张衡，《浑天仪图注》，见《经典集林》卷二十七。

④ 《晋书·天文志》。

进行了探讨。公元前五世纪，留基伯最早提出了天体是原子在虚空中涡动而形成的。留基伯认为，“宇宙是这样产生的，随着从无限中分离，无数多种多样的物体，就飞入巨大的空虚的空间，当它们聚拢在一起时，就形成一个大漩涡，在这个漩涡中，它们互相冲击，多样化地旋转，最后分离开来，相似的都结合在一起。当它们建立起均衡以后，由于自己数量太多，无论如何不再能旋转，所以细小的(轻的)便飞到外部的虚空，好像是被筛掉一样；其余的都聚合在一起，互相缠绕，一道奔驰，从而构成最初的球形的整体。”^① 公元前二世纪，我国西汉时代的《淮南子》一书中也详细探讨了天地万物的形成过程。该书中提出：“洞洞天地，混沌为朴”，^② 意思就是天地形成前处于一片混沌的物质状态；后来在这一团处于“冯冯翼翼，洞洞渢渢”^③ 状态的混沌物质中产生出元气，其中清轻的阳气上升而为天，重浊的阴气下沉而凝聚为地（“清阳者薄靡而为天，重浊者凝滞而为地”^④）。元气的精华又进一步形成日、月、星辰。这样，不论在希腊还是在中国，古代的朴素唯物论者都主张现存世界在本质上是从某种原始物质状态中逐渐发展和生成的。

古代的朴素唯物主义和辩证法的宇宙观念，反映了自然现象的总的联系，是对世界的结构和发展的天才的猜测。古代朴素唯物主义的思想家把自然界看成是一种物质的、相互联系而又不断变化的整体，从总的方面来加以观察，因此提出了上面这些出色的见解。但是，当时他们无法进行科学的

① 转引自恩格斯《自然辩证法》第168页（人民出版社1971年版）。

② 《淮南子·诠言训》。

③ 《淮南子·天文训》。

论证，而只能用臆想来补充缺少的事实，用纯粹的想像来填补现实的空白。由于这些缺陷，导致了这种朴素的唯物主义和辩证法的宇宙观念此后必然被另一种观念所代替。

第三节 日心体系的胜利

公元前四世纪，希腊哲学家亚里士多德提出了一个“九层天”的宇宙结构模型。他认为宇宙是有限的，地球不动地处于宇宙中心，而天则分为九层，这些天层如水晶球般地透明，里面的七层分别“居住”着月球、水星、金星、太阳、火星、木星、土星，第八层是众恒星“定居”的恒星天层，在恒星之外的第九层则是作为宇宙边界的原动力天层。

公元二世纪，居住埃及的希腊天文学家托勒玫一方面承袭了亚里士多德的宇宙体系，另一方面又根据公元前二世纪的希腊天文学家喜帕恰斯的天文观测资料，发展了这一体系。他采用了阿波罗尼的偏心圆和本轮概念来解释行星视运动中的顺行、逆行、留等现象，建立了历史上著名的托勒玫地心体系。他也认为地球不动地居于宇宙中心，但又稍微偏离中心，太阳、月亮在偏心圆上直接绕地球运行，行星则在一个小圆（本轮）上运动，而本轮的中心又沿一个大圆（均轮）绕地球运动，托勒玫还规定：水星、金星的本轮中心位于地球与太阳的连线上，而木星、土星到它们各自的本轮中心的直线总是同地球到太阳的连线平行。他还认为：恒星都位于被称为“恒星天”的固体壳层上，而恒星天外面的一些天层则是神的住所（见图1.1）。这个体系尽管和天体的实际运动情况不相符合，是错误的，但它明确肯定了地球的球形，又总结了

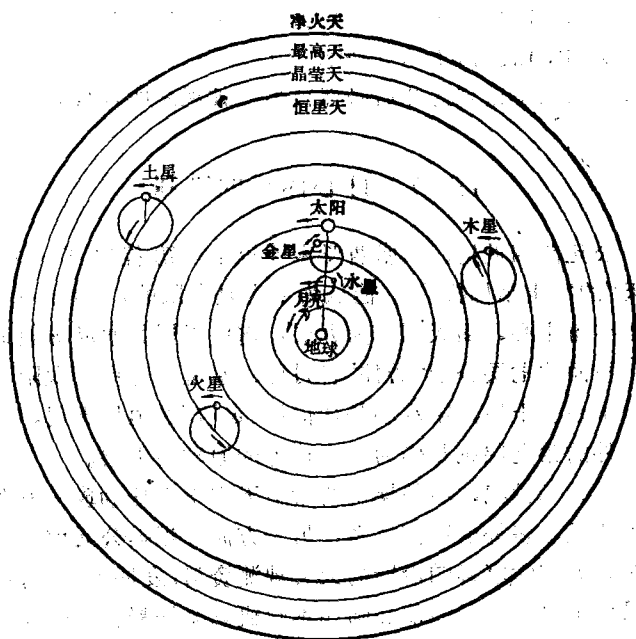


图1.1 托勒玫的地心体系示意图

许多世代的天象观测成果并，试图对天体的运动进行理论概括。在当时只凭肉眼作粗略观测的条件下，它大体上还能符合观测的实际，因而这个体系曾被用来作为推算日、月和行星视位置的依据。所以这个体系在那时是有积极意义的。

在中世纪前期的欧洲，基督教教会下令查禁亚里士多德的著作，直到1209年和1215年，教会还两次作出决定，不许任何人抄录、阅读或保存亚里士多德的书。与此同时，由于托勒玫的地心体系认为地球是球形的，与圣经上的说教相违

臂，所以教会也不准任何人传播托勒玫的地心体系。当时教会描绘的宇宙是这样一幅图象：大地是平的，宗教的圣地耶路撒冷居于大地的中央，天穹像半圆形似地扣在大地上，天体在此半圆的天穹上运行，天穹上有许多孔，雨雪就从那儿落下，上帝住在天上，主宰着人间的一切，大地的下面则是囚禁罪人的地狱。这幅宇宙图象实际上只是在远古时代的天圆地方说的基础上涂上了一层宗教色彩而已。

随着时间的推移，在欧洲，教会对亚里士多德的哲学从截然排斥改变为阉割和利用。十三世纪中叶，在教皇的支持下，托马斯·阿奎那对亚里士多德的著作进行篡改和歪曲，他删去了其中与圣经不合的科学内容，而把可利用的不正确部分大加发挥，从而把亚里士多德的哲学篡改为论证上帝万能的僵死教条。“僧侣主义扼杀了亚里士多德学说中活生生的东西，而使其中僵死的东西万古不朽”。^①于是亚里士多德一下子变成了基督教世界的思想权威。与此同时，教会对托勒玫的地心说也从排斥变为利用。教会宣称，上帝创造了天和地，为了管理地上的万物，上帝又按照自己的形象创造了人。按照这种说法，地球既然是上帝所安排的人类的栖身之所，当然应该在宇宙中占有特殊的地位。托勒玫的地心说恰恰“论证”了地球固定不动地处于宇宙的中心，这正好给基督教教义提供了依据。于是教会便转而把托勒玫的地心体系奉为论述宇宙结构的独一无二的“真理”，甚至成了仅仅次于圣经的偶像。

^① 列宁：“亚里士多德‘形而上学’一书摘要”，《列宁全集》第38卷，第415页。

在欧洲，到了中世纪末期，由市民等级所创立的工业和商业获得了高度的发展：一方面，生产方法更加进步，规模更加扩大，产品更加多样化；另一方面，商业交往更加兴盛，航海事业也飞快地发展起来。航海需要精确地测定天体的位置，但是按照托勒玫体系所预算的日、月和行星的视位置总是和客观实际不相符合。托勒玫体系的后继者为了和观测结果相符合，不得不在托勒玫地心体系的本轮之上再加本轮。最后这种本轮套本轮的烦琐体系还是无法同观测结果取得一致。被宗教神学所利用的托勒玫地心体系的错误本质日益暴露出来。

随着封建社会内部工商业的发展，封建地主阶级日趋衰落，城市资产阶级蓬勃兴起。十五世纪末至十六世纪初美洲的发现和环球航行的成功，进一步刺激着资本主义的发展。新兴资产阶级为了自身的生存和扩张，不得不掀起一场反对封建教会束缚的斗争。在思想文化领域中，新兴资产阶级的代表从希腊和罗马的古典文化中，找到了他们可以利用来反对封建文化的武器，向封建教会的神学世界观和经院哲学展开了猛烈的冲击。在文艺复兴时期，不少伟大的思想家站出来向封建教会挑战。这是一个需要巨人而且产生了巨人——在思维能力、热情和性格方面，在多才多艺和学识渊博方面的巨人的时代。在这样一个时代里，自然科学也发布了自己的独立宣言——哥白尼的《天体运行论》。在这部伟大著作中，哥白尼提出了日心体系，他指出位于宇宙中心的不是地球，而是太阳，地球和当时已发现的其它五颗行星一样，都围绕着太阳公转(如图1.2)。这样，地球不再是宇宙的中心，它仅仅是一个绕太阳运转不息的普通行星。于是教会所宣扬的

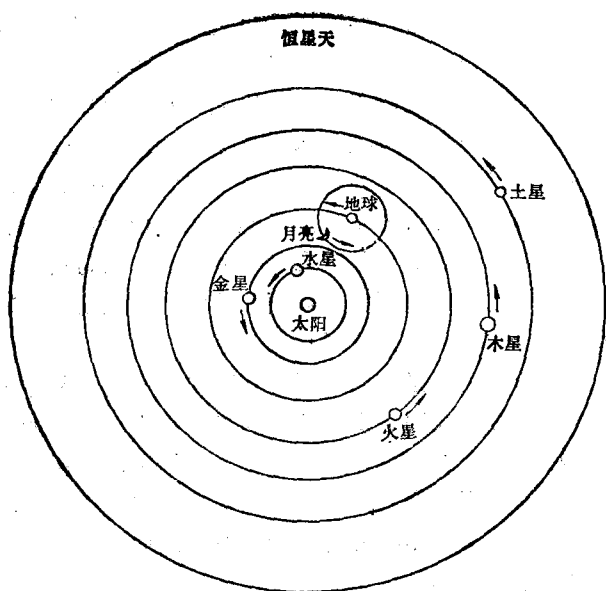


图1.2 哥白尼的日心体系示意图

上帝创造世界的神话也开始破产，上帝这个曾被视为神圣不可侵犯的偶像，其地位也变得摇摇欲坠了。宇宙观领域中这一场重大革命，使封建神权受到了沉重的打击，被宗教迷信室息的自然科学获得了新生。从此以后，人类对自然的认识开始从神学中解放出来，科学开始大踏步地向前发展。

哥白尼的日心体系是封建社会过渡到资本主义社会这一社会变革的产物，也是人类认识宇宙的成果的继承和发展。早在公元前三世纪，古希腊的阿利斯塔恰斯就大胆地提出过