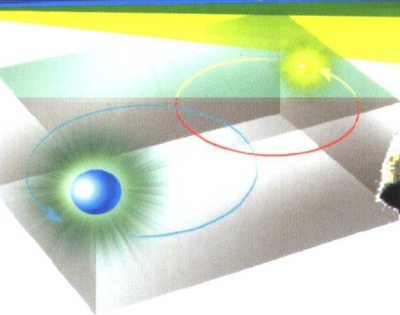


天文学的 100 个基本问题

刘孝贤 编著

TIANWENXUEDE100GEJIBENWENTI
TIANWENXUEDE100GEJIBENWENTI
TIANWENXUEDE100GEJIBENWENTI
TIANWENXUEDE100GEJIBENWENTI

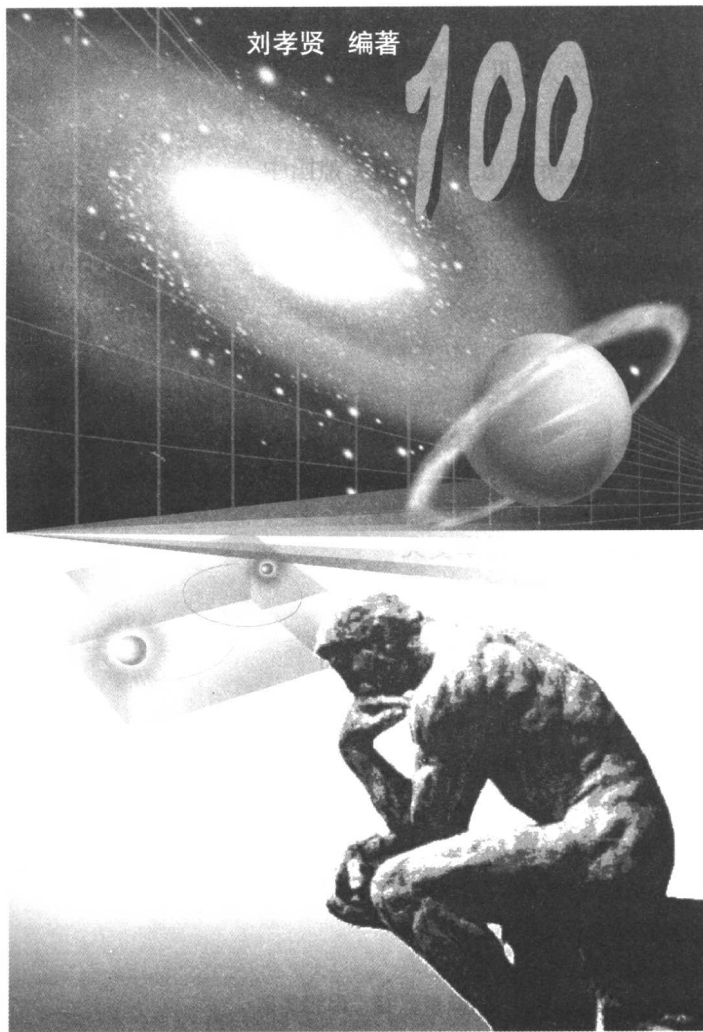


山西科学技术出版社

天文学的 100个基本问题

刘孝贤 编著

100



山西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

天文学的 100 个基本问题/刘孝贤编著. —太原: 山西科学技术出版社, 2004

ISBN 7-5377-2174-2

I. 天… II. 刘… III. 天文学 - 普及读物

IV. P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 066592 号

天文学的 100 个基本问题

刘孝贤 编著

*

山西科学技术出版社出版 (太原建设南路 15 号)

新华书店经销 山西新华印业有限公司人民印刷分公司印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 9.125 字数: 217 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月山西第 1 次印刷

印数: 1-3000 册

*

ISBN 7-5377-2174-2

P·3 定价: 17.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印厂联系调换。



前 言

自古以来,人类就想了解和认识宇宙,每个人都对这样的问题怀着虔诚和崇敬:物质是从哪里来的?智慧生命源自何方?我们的星球和人类已经认识到的宇宙来自何处?今后如何演化?我们的祖先不断地重新认识和回答这些问题,每一次做出小小的修正或更改,都要付出巨大的代价。

在历史上,从一般人的角度看这些问题,任何一种解释都可以满足他们的好奇心和敬畏之情;而从科学和理论的站位审视这些问题,则是至今也没有最权威的结论。在人类面对自然已经逃离恐惧和不得温饱的困境后,不仅生活在现代社会的每个人想得到这些问题的答案,所有的世界观也都不能回避对这些问题的解释。

通过生活中简单的知识,人类早已知道自己居住的星球是一个近似球状的星体,经历了长期的辩证和争论,人类也知道地球围绕着太阳旋转,而且太阳带着一个大家族围绕着更大的天体系统——银河系的中心转动。然而,认识到我们的银河系只是一个普通的星系,在宇宙中有上千亿个这样的星系,虽然只是近几十年的事情,却对人类的世界观和宇宙观的发展有着重大的影响。天文学的观测事实和思辨,往往还影响着哲学。

今天,尽管依靠巨型的现代化观测设备,人类探测宇宙奥秘的触角可以达到上百亿光年之外的地方,却仍然不能说人类就已经了解了宇宙的全部秘密。岂止如此,宇宙在人类面前所呈现出的问题其实远远超过人类可以回答的问题,而且,每当解决了一个问题或理解了一个原本不理解的现象后,就会有更多、更深、更广泛

的问题摆在人类的面前。面对神秘的宇宙和大自然,人类显得渺小和微不足道,但是也殊显了人类的能力和智慧。人类永远不满足的好奇心,激发了对自然和宇宙的探求精神和欲望。正因如此,人们的好奇心和探求精神也不时遭到心怀叵测者的蹂躏,解释自然现象和宇宙行为的“伪作”和“赝品”也不断出现在正直和善良的公众面前。

科学研究的成果和结论最终要走出研究所和实验室,要面对社会和公众。历史上的重大成果早已成为今天各级学校教科书中的经典内容,昨天的科学成就,今天正在转化为社会财富和解释问题的工具,而今天的科学前沿问题,很快就会成为公众瞩目的焦点。人类在前进,社会也在进步,让社会和公众了解科学前沿中的问题,是科学和教育界人士的责任之一。

天文科普读物正在不断地涌现,从知识和内容的覆盖面上来说,目前的出版物基本上有两个特点:一是内容重复,内容过于简单,有些书的内容甚至不超过中小学物理和常识课本所涵盖的范围;二是所涉及的问题面过窄,专论某一问题,如宇宙起源、流星雨等。这样一来,只能针对社会公众的一小部分人的需要,对于想系统了解和认识天文学的基本问题,了解当今天文学前沿研究而又不从事天文学事业的人来讲,相应的知识读物则并不多见。

这本书的编写目的就是想纯科学研究论著和纯粹科普的天文读物中间补上一段链条,暂说是科普与专业的过渡也无妨。编者试图较全面地向公众介绍天文学的基本内涵和它所面对的未决问题以及人类在提出和解答天空或宇宙的问题时所遇到的困难和经历的磨难。编写的宗旨是从两方面考虑的:让未接触过天文学的人能够从中了解天文学的基本常识和研究方法(对其中较为专业的问题,初次阅读时可以先搁置);给具备天文学基本常识的读者全面了解天文学各学科以及当前天文学界关注的问题提供一点参考。

天文学是一门日新月异、焕发着青春的古老(说她古老是因为历史悠久)学科,对天文现象和事实的解释常常是事出有因却查无实据,就连宇宙大爆炸理论目前也只能说是较为合理的假说,它还有不能自圆其说的地方。因此,对于尚无定论的问题,书中尽量采用最新的资料,并用客观的态度介绍不同的观点。此外,为了方便知识的介绍,本书内容编排没有严格按照天文学学科分类方法做。

这本书容量有限,用平均每篇不到 2000 字的篇幅解释一个问题,只能作粗浅的介绍,甚至无法涉及问题的全貌;而对一门自然科学的基础学科作介绍,也不是只提出 100 个题目就可以说清楚的。图文并茂自然是这类书籍受大众欢迎和喜爱的条件,但也因篇幅所限,所备大量精美的天文照片只好弃用。

编者自小学时代起就被星空吸引,受弗拉玛利翁《大众天文学》的熏陶,终生喜爱天文,并在高校教授天文学基本知识历经十数载。即使有这些基础,承担编写这本书的任务仍感到有压力,这主要是因为天文学结论求证困难,“假说”甚多。此外,历经严寒酷暑两个假期,并始终注意新的天文科学的新进展,想给读者一本体现“最新”内容的书,终究还是不能做到,因而有“写意未尽”的遗憾。

编写本书参考了大量公开发表的文献,书后所列仅为其中一部分,此外还有一些资料难以查找最原始的出处,无法一一当面向这些文章和资料的权利人致谢,在此一并说明。

愿意接受读者的批评和建议,当会认真思考并改进。

刘孝贤

于山东大学草坪书屋



目 录

一、天文学概论——对天文学的基本认识	(1)
001 天文学研究的对象和内容是什么	(1)
002 天文学研究的意义和地位是什么	(4)
003 天文与哲学有什么关系	(6)
004 天文史学研究什么	(10)
005 天文学是如何发展起来的(一)	(13)
006 天文学是如何发展起来的(二)	(15)
007 星等和星座是如何划分的	(18)
008 什么是考古天文学	(21)
009 光学天文学的研究内容是什么	(23)
010 天文望远镜有哪些类型,功能是什么	(25)
011 望远镜如何改变了天文学发展历程	(28)
012 实用天文学进行哪些方面的研究	(31)
二、太阳系家族——略识一二又未知	(34)
013 地球会爆炸吗	(34)
014 科学家对太阳能了解多少	(36)
015 近地小行星对人类和地球有什么危险	(39)
016 太阳系中有哪些小天体	(42)
017 太阳系内还有另外的行星吗	(44)
018 月球形成原因清楚了吗	(47)
019 能说人类已经很了解月球了吗	(49)



020 彗星是怎样的天体	(52)
021 彗星有哪些特征和特点	(55)
022 关于冥王星还有什么问题不清楚	(57)
023 哈雷彗星是如何发现的——寻找历史的启示	(60)
024 小行星是些什么样的天体	(62)
025 什么是流星和陨石	(65)
三、生命和文明——科学探讨的主题之一	(69)
026 探索地外文明有什么意义	(69)
027 太阳活动对地球有哪些影响	(72)
028 地球上生命的含义与生命的基本特征是什么	(75)
029 有哪些科学事实证明存在地外生命	(77)
030 为什么说地外文明探索是艰巨的	(80)
031 星际有机分子的发现说明了什么问题	(83)
032 宇宙中的行星在什么地方	(85)
033 在探索地外文明方面人类已做出了哪些努力	(87)
四、星系——宇宙结构的基本单元	(90)
034 银河系是什么样子	(90)
035 什么是星暴星系	(93)
036 银河系核心部位有什么秘密	(95)
037 恒星天文学涉及哪些研究内容	(99)
038 最典型的星系类型是哪些	(101)
039 星系是如何被发现和认证的	(103)
040 星系是如何分布的	(106)
041 星系分为哪些类型	(108)
042 宇宙中的星系也发生碰撞吗	(111)



五、现代天文学——人类对宇宙的新探索	(115)
043 X射线的发现对天文学发展有何影响	(115)
044 什么是X射线天文学	(118)
045 宇宙中有自由行星吗	(120)
046 什么是红外天文学	(123)
047 空间天文学	(126)
048 射电天文学在哪些领域起作用	(128)
049 现代天文学是如何建立起来的	(131)
050 发现新星体能影响恒星和行星理论吗	(133)
051 星际空间中存在着什么	(136)
052 宇宙中有哪些基本粒子	(138)
053 宇宙射线是天外来客吗	(141)
六、天体力学与物理——宇宙运行的法则	(145)
054 海王星是如何被发现的	(145)
055 太阳物理学	(148)
056 天体力学研究哪些方面的问题	(150)
057 天体动力学	(153)
058 什么是天体物理学	(156)
059 恒星物理学有哪些重要研究内容	(158)
060 行星物理学研究取得了什么成果	(161)
061 行星运动理论包括哪些内容	(163)
七、宇宙中的特殊星体——吸引人类的关注	(167)
062 宇宙微波背景辐射的发现经历了怎样的曲折	(167)
063 探测微波背景辐射能解决什么问题	(169)
064 类星体是如何被发现的	(172)
065 类星体有哪些反常特点	(175)



066	脉冲星是如何发现的	(178)
067	脉冲星有哪些未解之谜	(181)
068	超新星爆发与中子星、脉冲星有什么关系	(185)
069	能在人造宇宙环境中欣赏中子星的特性吗	(188)
八、天体测量——探测遥远天体的距离和性质		(191)
070	天体测量学	(191)
071	分光术、照相术和测光术在天文研究中起什么 作用	(193)
072	如何测量恒星之间的距离	(196)
073	如何测定星系的距离	(198)
074	估算宇宙年龄遇到了什么难题	(201)
075	宇宙的年龄是如何计算的	(204)
076	什么是造父变星	(207)
077	宇宙有什么样的结构	(210)
078	宇宙像一张蜘蛛网吗	(213)
九、宇宙学问题——从这里了解宇宙大尺度结构		(217)
079	什么是宇宙学	(217)
080	宇宙化学研究的对象和内容是什么	(220)
081	爱因斯坦的假设说明了什么问题	(222)
082	大爆炸宇宙论的主要内容是什么	(225)
083	天体演化学	(228)
084	为什么要研究宇宙伽玛暴	(231)
085	宇宙中四种基本力的作用和联系是什么	(233)
086	宇宙中的引力透镜是怎么回事	(236)
087	宇宙中的元素与恒星演化有什么关系	(239)
088	宇宙的未来演化过程是怎样的	(242)



十、反物质和暗物质——天文学的前沿问题	(245)
089 21 世纪初有哪些天文学热点问题和研究	(245)
090 反质子是什么	(248)
091 怎样认识和理解反物质和反物质研究	(250)
092 到哪儿去寻找反物质	(252)
093 宇宙中存在反物质世界吗	(255)
094 什么是宇宙中的暗物质问题	(258)
095 暗物质在宇宙中是怎样分布的	(261)
096 时间在方向上不对称吗	(264)
097 宇宙是对称的吗	(266)
098 你了解宇宙中的神秘过客——中微子吗	(269)
099 中微子研究中存在哪些问题	(272)
100 什么是虚拟天文台	(275)



一、天文学概论

——对天文学的基本认识

天文学研究的对象和内容是什么

天文学是认识宇宙、探索宇宙奥秘的科学，它属于自然科学。天文学研究的对象是辽阔空间中的天体，通过接收天体的各种辐射，感知天体的存在，测量它们的质量、尺度、距离，研究它们的结构和演化规律，以达到对整个物质世界的认识。

根据天文学的研究方法和研究的内容，天文学可以分为天体测量学、天体力学和天体物理学三个分支。

天体测量学是天文学中最早发展起来的一个分支，主要研究和测定各类天体在天球坐标系中的位置和运动，建立天球参考系并研究各种坐标系的相互关系等。利用天体测量方法取得的观测资料，不仅可以用于天体力学和天体物理学的研究，而且具有应用价值，比如用以确定地面坐标点的位置。

在人类早期发展阶段，对星空和天体的观测只限于直接使用视觉器官，古人根据恒星在天空位置的变化和观测结果来决定农事活动。欧洲文艺复兴运动以后，科学家发明了望远镜，创立了球面三角学、微积分，发现了一整套力学定律和万有引力定律，从而在此基础上建立了现代天体测量学。

天体测量学所使用的手段包括对可见光、射电、红外、紫外、X射线及 γ 射线波段的观测及研究。天体测量学对大地测量、地球物理学、地质学、地理学、制图学、物候学以及航空、航天、航海活动中的导航都有重要作用。天体测量精度不断提高，研究范围也已从单一的可见光波段，发展到射电、红外等其

它电磁波段，并且从地面扩展到空间形成空间天体测量学。

天体力学主要研究天体的相互作用、运动和形状。自 17 世纪开始，开普勒提出了行星运动三定律，牛顿提出了万有引力定律和运动三定律，这些理论为天体力学奠定了理论基础，使天体力学的研究工作从运动学发展到动力学，因此，事实上可以说牛顿是天体力学的创始人。今天，科学家可以准确预报近期发生的日食、月食等天象，这与天体力学的发展有密切关系。

天体力学主要研究天体的力学运动和形态，早期研究对象是太阳系天体，目前扩展到恒星、星团和星系。天体力学有 6 个主要分支学科：天体摄动理论、天体力学数值方法、天体力学定性理论、天文动力学、历书天文学、天体的形状及自转理论。

天体物理学是天文学中最年轻、最活跃，也是研究内容最丰富的分支学科。今天的天体物理学研究内容更为广泛，因而可以细分为太阳物理、太阳系物理、恒星物理、银河系天文、星系天文、宇宙化学、天体演化及宇宙学等。从研究方法来看，则可分为实测天体物理和理论天体物理。

天体物理学应用物理学技术、方法和理论，来研究各类天体的形态、结构、分布、化学组成、物理状态和性质以及它们的演化规律。18 世纪 F. W. 赫歇耳开创恒星天文学，可谓天体物理学的孕育时期。19 世纪中叶，科学家将物理和化学新成果——光谱分析、光度测量和照相术用于天体观测，开创了对天体结构、化学组成和物理状态进行研究的的天体物理学。随着天文观测技术的发展，天体物理学成为天文学的一个独立的分支学科，并促使天文观测和研究不断做出新发现和新成果。

从研究对象来看，天文学研究涉及宇宙空间的各种天体，大到太阳、恒星、银河系、河外星系以至整个宇宙，小到行星、月球、小行星、流星体和分布在广袤宇宙空间中的尘埃粒子，天文学家把它们统称为天体。从天文学意义上说，地球也是天体，不



过天文学只研究地球的总体性质而不注重细节。另一方面，人造卫星、宇宙飞船、空间站等人造飞行器的运动性质也属于天文学的研究范围，可以称它们为**人造天体**。

许多人分不清天文和气象，常将二者混淆，甚至有人打电话到天文台询问天气情况。在香港，天文台经常发布台风警报，也使当地人误认为天文台就是研究天气情况的。事实上，天文学研究的“天”和气象学研究的“天”是两个完全不同的概念。天文学上的“天”是指宇宙空间，气象学上的“天”是指地球大气层。天文学家研究地球大气层以外各类天体的性质和天体上发生的各种现象——**天象**，气象学家则研究地球大气层内发生的各种现象——**气象**。所以，预报日食、月食和流星雨的出现是天文学家的事，而预报台风、高温、寒潮则是气象学家的职责。记着这一点，就不难区别天文和气象了。

我们可以把宇宙中的天体由近及远分为三个层次。

1. 太阳系天体：太阳、行星（包括地球）、行星的卫星（包括月球）、小行星、彗星、流星体及行星际介质等。

2. 银河系中的各类恒星和恒星集团：变星、双星、聚星、星团、星云和星际介质。太阳是银河系中的一颗普通恒星。

3. 河外星系，简称星系：位于银河系之外的庞大恒星系统，以及由星系组成的天体集团，如双星系、多重星系、星系团、超星系团等。此外还有分布在星系之间的星系际介质。

天文学还从总体上探索人类目前所观测到的整个宇宙的起源、结构、演化和未来的结局，这是宇宙学的研究内容，它是天文学的另一分支学科。

计算机和空间技术的发展为天文学研究开辟了新天地，使天文观测研究由地面发展到空间，由荒野搬到室内仪器仪表面前；信息处理理论和新型电子器件为天文观测研究提供了更为先进的手段，如利用电子耦合器件（CCD）同时对多个目标进行观测，



从而展示了天文学研究的美好前景。

102 天文学研究的意义和地位是什么

天文学是人类认识宇宙的科学，在人类自然观的形成和发展过程中有特殊作用。从古希腊托勒密的地球中心说到哥白尼的太阳中心说，再到今天人类有关宇宙的整体认识，全部历程体现了人类文明的进步。天文观测和研究证明了宇宙的物质本性，揭示了客观世界的本来面目。天文学研究同时还关注宇宙生命的相关问题，这有助于对人类本身的生命现象有更深刻的认识 and 了解。天文学面对客观实体，它的研究成果具有客观性和正确性的特点，天文学研究对人类认识自然和宇宙有不可替代的作用。在抨击假以科学包装的伪科学中，天文学研究和天文科学知识普及尤显重要。

对研究古代史的人来说，天文知识是必不可少的。为了确定某个历史事件发生的时间，需要借助天文方法。例如带蚀日出或“天再旦”现象在我国历史文献中有记载，过去对武王伐纣的年代问题说法不一，我国天文学家张钰哲利用哈雷彗星轨道演变确定为公元前 1057 年，这是利用其它学科难以完成的。我国九五期间有一项重大研究项目“夏商周断代工程”，集中了天文、地质、考古、历史等各学科的学者，目的是要断定若干历史事件发生的时间和地点，以便将我国的历史朝代和重大事件的发生给出具有说服力的结论。天文学上的日食、月食等现象的研究和推断在这一科研项目中起着至关重要的作用。

天文学研究不可避免地要涉及哲学问题，人类的许多重大哲学问题都与天文学有关。天文学是人类认识宇宙的科学。最早的宇宙论都是属于哲学思辨的。今天，天文学的发展为科学的唯物主义世界观提供了重要依据和丰富内容；而辩证唯物主义又成为天文学发展的指导理论和研究方法。



科学的发展常常有伴生现象，天文学的发展也与其它自然科学有着密切的联系。天文学的发展从其它自然科学中吸取营养，它的重大发现也推动着其它学科的发展。在牛顿以后的 200 多年中，天体力学的发展曾给予应用数学有力的推动，而天体物理学，则从其诞生之日起就对物理学做出了重大贡献。如通过恒星光谱线发现了原子禁线理论的线索，对太阳内部结构的研究获得了热核聚变的概念等。最近几十年，星际有机分子的发现，类星体、射电星系以及星系核活动等高能现象的发现，向化学、生物学、物理学提出了新课题，对现有理论提出新的挑战。今天的天文学，不断吸取并集中物理学、数学、化学等学科的理论 and 观点，逐渐成为极富有生命力的多学科交叉点。

除基础理论研究外，天文学对人类的生活也有直接作用。每天向广播电台提供准确时间是天文工作很重要的任务，现代科学技术所需要的精确时间都由天文台提供；大地测量、导航等经常要用天文年历和星表，编制年历和星表都需要天文工作者付出巨大的劳动；太阳活动对地震、气象、通讯及人类健康都有较大影响，观测太阳、预报太阳活动也具有实际意义。

人类知识有六大基础学科：数学、物理、化学、天文学、地球和生物学。天文学是人类知识宝库中的瑰宝，是对人类文明有重大影响的学科之一。早期天文学是人类文明发展的象征，古往今来，凡是天文学发祥地，就是人类文化起源的所在。为了农事活动，世界文明古国如埃及、巴比伦、中国和印度，很早就开始了自己的天文观测并积累了丰富的天文知识。在中国殷商时代留下的甲骨文里，就有丰富的天文记录。

在整个人类科学发展史中，天文学曾做出过重大贡献。哥白尼的日心说使自然科学从神学的桎梏中解放出来，而开普勒的行星运动三大定律是产生万有引力定律的基础，最初的原子结构模型则是类比于太阳系结构而提出来的，化学元素氦首先在太阳上



发现等，此类例子不胜枚举。今天，天文学的发展仍然对其它自然科学起着推动和促进作用。20 世纪中期以来，天文观测发现了许多地球上不可能存在的物质状态和现象，如星际空间每立方厘米不到一个原子的高真空，中子星内部每立方厘米 10 亿 t 的高密度，脉冲星表面 1 亿 T 的强磁场，某些恒星内部和恒星爆发时产生的超过 100 亿度的高温，以及星系和星系核抛射物质接近于光速甚至看起来超过光速的高速度等。这些发现交织着宏观与微观世界研究的前沿，可能正酝酿着人类认识自然的又一次新的突破。

当代天文学与物理学关系尤其密切。天体测量所用的基本方法和仪器依赖于物理的原理和方法，天文学所研究的光、电、磁现象及机械、原子和原子核结构，也包括在物理学研究范围内。天文学最重要的分支——天体物理学，是天文学和物理学相结合的结果。天体物理学既是天文学分支，也是物理学分支。1984 年，国际纯粹与应用物理联盟（IUPAP）设立了天体物理学委员会，平等于物理、凝聚态物理等委员会，标志着天体物理已在物理学中占有重要地位。自 1964 年以来，已有 7 次诺贝尔物理学奖颁给了天文课题。

天文学还与文学、历史学有千丝万缕的联系。屈原的《天问》和柳宗元的《天对》，内容都涉及天文学问题。皎洁的月光、闪烁的群星、光辉的太阳更是历代文人墨客的吟咏对象。像苏东坡的名篇《水调歌头》：“明月几时有，把酒问青天……”早已是千古传诵的佳句。

天文与哲学有什么关系

《中国大百科全书·天文学》卷“天文学”条目中有这样一段话：“天文学是一门古老的科学。它的研究对象是辽阔空间中的天体。几千年来，人们主要是通过接收天体投来的辐射，发现它