

◎总主编 \ 陈文强 黄友供



福建省厦门双十中学校本教材

天文活动课

TIANWENHUODONGKE

陈聪颖 徐 栩 编著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



天文活动课

陈聪颖 徐 栩 编著

陈聪颖 徐 栩 编著

[illegible]

廈門大學出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

天文活动课/陈聪颖,徐栩编著. —厦门:厦门大学出版社,2012.7

厦门双十中学校本教材

ISBN 978-7-5615-4252-1

I. ①天… II. ①陈…②徐… III. ①天文学-中学-教材 IV. ①G634.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 073157 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@xmupress.com

厦门集大印刷厂印刷

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

开本:889×1194 1/16 印张:6.75

字数:189 千字 定价:18.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

为学生成长需要而开发,这是校本课程开发的应有之义。学校的一切课程都是为了学生的成长需要,校本课程也不例外。没有学生的成长需要,就没有学校课程的开设。有的人认为校本课程是属于校长的课程、教师的课程、考试的课程,或者是迎接考察观瞻、督导评估的课程等等,这些都是对校本课程的误解。校本课程可以与考试毫不相关,但必须也必然与学生成长需要完全相关。

为学校特色发展而开发。校本课程既要实现师生的价值追求,又要迎合学校内涵、特色的发展。因而有人说校本课程开发存在着师生与学校之间的博弈。如何使这一博弈成为校本课程开发与完善的动力,尤其要注意凝聚三方面力量,使“三力合一”。一是校长课程领导力。校长课程领导重在课程决策,重在凝聚课程领导、课程开发、课程实施、课程评价、课程文化创新的合力,是课程开发和管理的领头羊,而不是仲裁者。二是教师课程仲裁力。与校长课程领导密切相关的是教师的课程执行力和课程仲裁力。教师既是校本课程开发的具体行为者,又是校本课程执行的具体实验者,还是校本课程开发的仲裁者,其角色是由课程开发者到课程执行者再到课程仲裁者的转变。就是说,尽管校长课程领导是课程开发的主决者,但校长课程领导者本身并没有或很少变身去开发校本课程,开发校本课程的中坚是教师,校本课程从开发到完善到评价的过程始终是教师起决定作用。也就是校本课程实施好坏,质量高低关键在教师,教师是校本课程质量的仲裁者。不管校长课程领导赋予与否,这种权力与职责对于教师来说,是客观存在的,是不容置疑的。三是学生课程适应力。与教师课程执行力密切相关的是学生的课程适应力。一切课程都是为学生的成长取向服务的,能适应学生成长取向的课程才是科学的课程、有效的课程。校本课程作为学校课程的“独特”存在,突出校本特色是无疑的,但绝对不能以“校本特色”取代学生的“成长适应”,如何使“校本特色”与“成长适应”相吻合,是校本课程开发务必着重考虑的问题,只有“成长适应”的才更具特色。总之,能凝聚这三种力,促进“三力合一”的校本课程才是最有特色的。

1





设。可见,校本课程不是单纯立足学校特色而开发,更重要的是为完善学生全面而有个性发展需要而开发,这就是充分利用课程的资源整合,推进国家课程校本化,完善学校课程结构化建设的目的。

我校校本教材的开发,正是立足于校本课程开发和实验的基础。即先有课程,再有实验,而后才不断形成、完善为教材。在课程渐趋成熟,实验渐趋完善,教材渐趋形成的过程中,自觉适应国家培英育才的要求,发挥学校课程开发、教材建设的历史优势,着眼不同层次学生的个性要求,实现校本课程和校本教材建设的内蕴转化。因而,我校的校本课程和校本教材建设,有四个方面的特色:一是体现学校现实资源的限制和要求;二是体现学校课程开发的基础和条件;三是体现学生全面而有个性发展的需要和选择;四是体现国家课程精神和国家课程标准的校本化、创造化落实。这四个“体现”,使我校的校本教材建设,在充分体现校本课程开发作用的意义特征上,主要出现下列几种情况。

一是基于学校传统课程的开发。即在长期的教育实践探索中形成的,经多年反复实验、论证,已经成熟的,并受历届学生喜欢的校本课程所形成的教材。如《天文活动课》、《高中心理健康教育》等,就是经多年实践探索,不断形成、完善的教材。从建构方法来说,这类教材没有正规学科教材的层级体系,主要是实践的而非理论的、体验的而非经验的、具体的而非抽象的;从学习流程来说,则主要体现为操作的、观测的、分析的,由表象到本质、由现象到规律的。

二是基于校本特色项目或优势项目的开发。即在符合当代教育话语环境的前提下,校本开发的课程或是项目具有鲜明的特色或在国际、国内同类课程或是项目中具有独特优势所开发形成的教材。如《中学生模拟联合国》,虽不是绝无仅有,但在同类课程和同类项目中堪称首屈一指,吸引了国内外同行的关注。国内、国际的“模拟联合国”活动近年来接连在我校举行。这种教材的特色为:既符合国内外的话语表达方式,又具有鲜明的校本实践特色。从使用方法来说,是体验的而非传授的,思辨的而非灌输的,实用的而非空泛的。

三是基于国家课程内容延伸的开发。即是在现行国家课程内容的基础上,为达成更高层次的培养目标,适应学校的特色发展。教师利用自身的专长,延伸课程的内容,拓展课程的内涵所开发的教材,如《从模仿制作到创新设计》等,就是教师根据培养创新人才的需要,充分发挥自己的专长,设计编写而成的教材。此类教材的突出特点是对国家课程进行校本化的整合,巧妙地把通用技术教育与创新精神和实践能力培育融合在一起,具有极其鲜明的创新特色:既是想象的又是严谨的,既是设计的又是操作的,既是技术的又是发明的,从而赋予原本的国家课程以新的内涵。

四是基于本土化教育需要的开发。即充分挖掘本土化教育资源,为引导学生学习本土历史传统和历史文化知识,引发学生的本土社会经验和文化体验,增强民族认同感和民族自豪感,升华爱乡之情和爱国之心,全面提高文化素养而开发的教材,如《闽南文化》系列教材。此类教材的鲜明特色是:生活文化情境真切,生活情感功能突出,能实现学习与生活的现实对接,激发学生自身的与全体的、立体的与能动的原动力,促进学生的知识性成熟和社会性成熟,形成文化共性与文化个性相统一的文化品格。

可见,我校校本课程的开发与校本教材建设是一体同构的关系,是我校课程结构化建设的重要组成部分,与其他二级课程融为一体。我校的一些校本课程实际上也可视为地方课程的一部分或者说补充,如《闽南文化》系列课程和《福建作家作品》等。从这点上说,我校的校本课程和校本教材既反映国家课程精神,符合国家课程标准,又适应地方社会、文化的发展生态,体现出勃勃的生命力。

值此我校新的校本教材系列出版,我坦诚了对校本课程开发和校本课程建设的认识,以及我校在这方面的做法,渴望同行提出宝贵意见,帮我们把这方面的工作做得更好。

是为序。

陈文强

2012年6月10日





目 录

第一讲 绪论	(1)
第二讲 天球与天球坐标	(10)
第三讲 恒星世界	(18)
第四讲 银河系和河外星系	(34)
第五讲 观测四季星空	(42)
第六讲 太阳与太阳系	(56)
第七讲 彗星和流星	(70)
第八讲 历法	(76)
第九讲 天文台与天文望远镜	(84)
第十讲 天文校本课程的实践活动	(94)
参考文献	(102)

一、天文学研究的对象

问题 1: 天文学是以什么为研究对象?

天文学是自然科学中的一门基础学科,它的研究对象是天体,即研究天体的位置和运动,研究天体的化学组成、物理性质和过程,研究天体的结构和演化规律,研究如何利用关于天体的知识来造福人类。

天文学与人类历史同样悠久。天文学的研究内容和许多概念,总是伴随着人类社会的文明和科学而不断发展。因此,人们对天体的认识和解释,在不同历史时期是大不相同的。古代天文学无不是把日月星辰的视位置和视运动作为主要研究对象,今天则把天体作为宇宙间各种星体的总称,包括太阳、恒星、行星、卫星、彗星、流星体(群)、流星、彗星、星团、星云、星际物质等,所以天文学的研究对象是地球上能观测到的宇宙。作为一颗行星,地球本身也是一个天体,也是它的研究对象,但地球大气层以下的所有现象则不属于天文学的研究范畴,而是地学的研究领域。

20世纪50年代人造地球卫星上天,使宇宙间又增加了人造天体,关于它们的性质和运动、运行状态也是天文学又不容辞的研究内容。



第一讲 绪论

• 学习目标

通过大量天文素材(如天文照片、影像等教学材料),了解学习天文学的特点、意义和方法,步入天文科学的殿堂。

• 学习内容

学习天文课程的意义和内容,学习的计划和安排。

• 学习过程



一、天文学研究的对象

问题 1:天文学是以什么为研究对象?

天文学是自然科学中的一门基础学科。它的研究对象是天体,即研究天体的位置和运动,研究天体的化学组成、物理性质和过程,研究天体的结构和演化规律,研究如何利用关于天体的知识来造福人类。

天文学和人类历史同样悠久。天文学的研究内容和许多概念,总是伴随着人类社会的文明和进步而不断发展的。因此,人们对天体的认识和理解,在不同历史时期是大不相同的。古代天文学无非是把日月星辰的视位置和视运动作为主要研究内容,今天则把天体作为宇宙间各种星体的总称,包括太阳、月亮、行星、卫星、彗星、流星体(群)、陨星、小行星、恒星、星团、星系、星际物质等,所以天文学的研究对象也就是人类认识的宇宙。作为一颗行星,地球本身也是一个天体,也是它的研究对象。但地球大气层以下的各个圈层则不属于天文学的研究范畴,而是地学的研究领域。

20 世纪 50 年代人造地球卫星上天,使宇宙间又增添了人造天体,关于它们的运行轨道、运行状态也是天文学义不容辞的研究内容。





图 1-1 猎户座星云



二、天文学研究的方法和特点

问题 2: 与其他学科相比,天文学的研究方法是什么?

天文学以对天体的观测作为基本的研究方法。在望远镜发明以前,天文观测采用的是目视方法,直接观测天体在天空的视位置和视运动,另外也粗略地估计星星的亮度和颜色。17 世纪以后相继有了望远镜、分光镜和光度计,不仅提高了天体位置观测的准确度,而且扩大了对宇宙的认识。到了 20 世纪,大口径望远镜的问世,使得人类探测宇宙的深度和广度与日俱增,不少模型、学说由观测得以证实,新天体、新发现大量涌现。20 世纪 30 年代以后,人们越来越广泛地使用无线电方法研究天体和宇宙间的辐射,从而诞生了射电天文学。诸如类星体、脉冲星、星际有机分子、微波背景辐射等天文学新概念相继出现。20 世纪 50 年代人造地球卫星发射成功,人类把观测范围由地面扩展到地外空间,天文学家可以自由地探测天体的各种辐射。现在天文空间探测已经有了长足的发展,人类



图 1-2 天文望远镜



不仅把望远镜送上天,而且还借助飞行器踏上月球,把仪器送到其他行星上进行直接观测或实验。因此,尽管现在关于天文学“被动观测的科学”说法已经不很全面了,但大部分情况下我们还是不能主动去实验,只能被动地观测。因此观测在天文学研究中有其特殊的重要性。

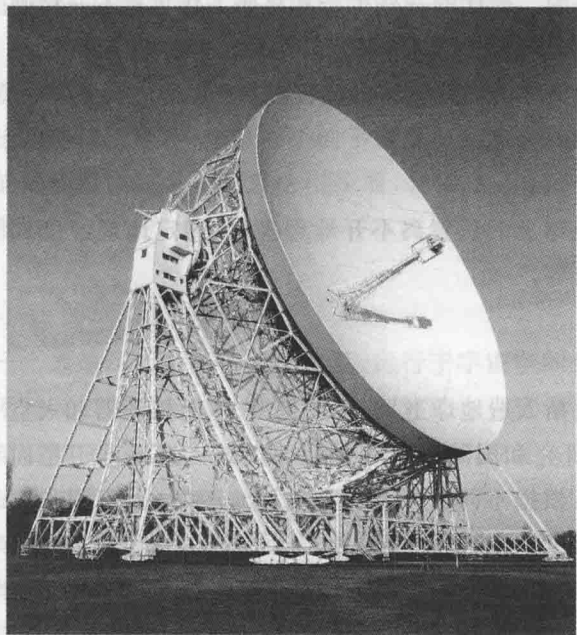


图 1-3 射电望远镜

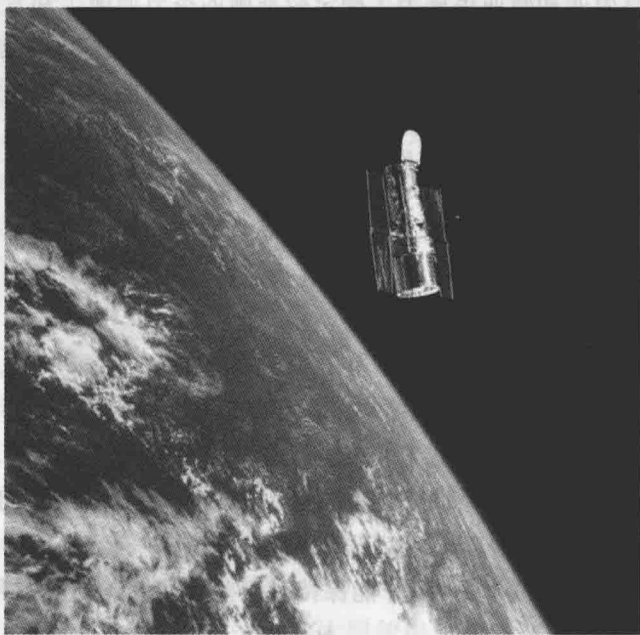


图 1-4 哈勃太空望远镜

天文观测还强调对天体进行全局、整体图景的综合研究。

天文学需要把观测所获得的大量原始资料进行精“加工”——用计算机进行理论分析,才能揭示出它们的本质。

此外,天文学还具有大科学的特征,需要较大的投资强度,需要强有力的协调。具体地说,它需要观测设备和天文台有一个合理的地理布局,甚至是全球范围内的合理布局(因为在某一地点只有一定时间才能观测一定范围的天区,局部气象条件、地面光也会影响观测);需要大、中、小型设备的互相补充(尽管大型观测设备通用性强,配上各种附属设备可以支持多个领域的许多研究课题,但造价昂贵);还需要空间和地面观测同时进行(因空间观测设备固然功能强大,但毕竟造价极高,建设周期很长,观测时间有限,而且难于装备重型附属设备)。

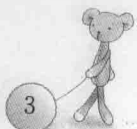
天文学研究方法还需要哲学观点的支持,因为哲学是关于世界观、宇宙观的科学,是自然科学知识和社会科学知识的概括和总结。



三、天文学研究的意义

问题 3: 天文学研究对人类生产和生活有何意义?

天文学与任何其他科学一样,是为人类生产和生活服务的。不过,天文学研究的历史最为悠久。整个人类文明发展史证明,天文学对于人类生存和社会进步具有极其重要的意义。





1. 时间服务

准确的时间不单是人类日常生活不可缺少的,而且对许多生产和科研部门更为重要。最早的天文学就是农业和牧业民族为了确定较准确的季节而诞生和发展起来的。现代的一些生产和科研工作更离不开精确的时间。例如,某些生产、科学研究、国防建设和宇航部门,对时间精度要求精确到千分之一秒,甚至百万分之一秒,否则就会差之毫厘,谬以千里。而准确的时间是靠对天体的观测获得并验证的。

2. 在大地测量中的应用

对地球形状大小的认识是靠天文学知识取得的。确定地球上的位置离不开地理坐标,测定地理经度和纬度,无论是经典方法还是现代技术,都属于天文学的工作内容。

3. 人造天体的发射及应用

目前,人类已向宇宙发射了数以千计的人造天体,其中包括人造地球卫星、人造行星、星际探测器和太空实验站等。它们已经广泛应用于国民经济、文化教育、科学研究和国防军事等领域。仅就人造地球卫星而言,有通讯卫星、气象卫星、测地卫星、资源卫星、导航卫星等,根据不同需要又有地球同步卫星、太阳同步卫星等。所有人造天体都需要精确地设计和确定它们的轨道、轨道对赤道面的倾角、偏心率等。这些轨道要素需要进行实时跟踪,才能保持对这些人造天体的控制和联系,这一切都得借助天体力学知识。

4. 导航服务

天文导航是实用天文学的一个分支学科,它以天体为观测目标并参照它们来确定舰船、飞机和宇宙飞船的位置。早期的航海航空定位使用六分仪(测高、测方位)和航海钟,靠观测太阳、月亮、几颗大行星和明亮恒星,应用定位线图解方法来确定位置,其精度较低,且受天气条件限制。随着电子技术的进步,已发展了多种无线电导航技术来克服这方面的缺陷。宇宙航行开始以后,天文导航为确定飞船在空间的位置和航向发挥了相当重要的作用。目前,全球卫星定位系统(GPS)技术的应用,使卫星导航更精确。卫星导航不仅普遍用于航天、航空、航海,而且还用于陆面精确的定位。

5. 探索宇宙奥秘,揭示自然界规律

茫茫宇宙,深邃奥秘。随着对宇宙认识的深入,人类从宇宙中不断获得地球上难以想象的新发现。例如,19世纪初曾有位西方哲学家断言,恒星的化学组成是人类永远不可能知道的。但过了不久,由于分光学(光谱分析)的应用,很快知道了太阳的化学组成。其中的氢元素就是首先在太阳上发现的,25年后人们才在地球上找到它。太阳何以会源源不断地发射如此巨大的能量,是科学家早就努力探索的课题。直到20世纪30年代有人提出氢聚变为氦的热核反应理论,才完满地解决了太阳产能机制问题。几十年后,人类在地球上成功地实验了这种聚变反应——氢弹爆炸。20世纪60年代后天文学中的四大发现(类星体、脉冲星、微波背景辐射和星际有机分子)令人大开眼界:

①类星体。天文学家已经证实所谓类星体就是活动星系核。但当人们发现时,只知道它是与恒星不同的、远离地球的特殊天体,在很长一段时间对它的本质是疑惑的。

②脉冲星。它是20世纪30年代曾预言的超高密态的中子星。其巨大引力可把电子牢牢束缚住,以致形成中子简并态,它的密度达数亿吨/厘米³。

③微波背景辐射。即弥漫全天的辐射,其相对应的温度约为绝对温度3 K。现在已有证据表明它是原





始的宇宙大爆炸以后,冷却到现在的辐射余温。

④星际有机分子。恒星之间的空间,并非绝对虚空,而是充满着星际物质,这是人类早已知道的。但在宇宙间居然发现了氨、甲酸、乙醇等较为复杂的有机分子,它的发现,即意味着宇宙空间可能存在由分子合成生命的过程,生命可在宇宙的许多地方产生。

天文学的发展史证明,人类的认识能力是不可穷尽的。从托勒密的地球中心说到哥白尼的日心说,从开普勒关于行星三大定律的发现到牛顿万有引力定律的建立,从哈勃发现星系红移规律到当前大爆炸宇宙理论的热门话题,一个接一个的宇宙奥秘被发现和揭开。新发现的天体现象又成为了认识天体的新起点。新的观测事实如果与旧理论相矛盾,会促使人们去建立新的理论,探寻新的定律,从而推动着科学的进步和发展。

6. 天文与地学的关系

地球作为一颗普通的行星,运行于宇宙空间亿万颗星体之间,地球的形成、演化及重大地质历史事件无不与其宇宙环境有关。事实表明,地球本身记录了在地质历史时期所经历的天文过程的丰富信息。例如,地球自转变慢,就是通过古代珊瑚化石的研究证实的。珊瑚也像树木年轮那样具有“年带”。珊瑚每天周期性分泌碳酸钙,在身上形成一条条“日纹”。3.2 亿年前的珊瑚化石,每个年带含有 400 条日纹,表明那时地球一年自转 400 圈,说明那时地球自转比现在快得多。这与理论推算的结果十分一致。人们很早就注意到地质现象普遍存在着周期性,而天体星系的运行及演化也无一不按自己的规律进行,并且地质周期同天文周期存在着某些对应关系。太阳绕银河系中心运动的周期大约是 2.5 亿年,这叫做太阳的银河年。在一个银河年中,太阳处于银河系不同位置,由于宇宙环境的变化,会给太阳和地球带来影响。

全球性冰期成因一直是科学家努力探讨的问题。在最近 7 亿年间,出现过三次大冰期,地球上冰川广布,气候明显变冷。第一次大冰期出现在 6.5 亿~7 亿年前的前寒武纪晚期;第二次出在 2.7 亿~3.5 亿年前的石炭至二叠纪期间;第三次是 200 万年前开始的第四纪冰期。三次大冰期的时间间隔为 2.8 亿~3.5 亿年,与太阳系银河年周期接近。目前大部分有关这方面的探讨文章均认为冰期成因与天文因素有关。其具体因果机制有三种观点:

①有人认为,太阳系在银河系中运动,当太阳位于近银心点附近,万有引力常数 G 值减小,太阳光度变弱,导致地球上发生冰期。

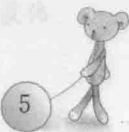
②还有人认为,银河系的物质密度分布不均,当太阳运行在银河系中物质密度较大的位置时,太阳光被遮蔽而导致冰期。

③也有人认为地球运动三要素(轨道偏心率、黄赤交角、岁差)周期性改变是导致地球冰期的主要原因。通过对三个参量(即要素)变化的计算,可求知地质历史时期太阳对地球任何纬度的日照量,进而认为这三个参数的变化与地球上第四纪的亚冰期和间冰期有因果关系。

太阳绕银河系中心运转时,有在银河两侧往返运动的特征。其周期约为 0.8 亿年,即太阳系在银道面一侧的时间为 0.4 亿年。有趣的是地质史上显生代以来的构造运动,也表现出 0.4 亿年周期。地球上生物的发展和灭绝也可能与某些宇宙环境因素有关。最令人迷惑不解的地质历史事件莫过于中生代恐龙的灭绝了。目前已有较多的古生物学家和地质学家认为它与天文因素有关。导致恐龙灭绝的,除上述某些天文事件外,还可能有下列原因:

①小行星或彗星撞击地球,骤然改变地表环境。

②太阳活动加剧,耀斑大量爆发。当地球磁场改变(如磁极倒转),使地球失去磁场屏障,太阳辐射粒子和宇宙线强烈袭击地球。





③超新星爆发可释放宇宙间罕见的巨大能量。如果有靠近太阳系的超新星爆发,足以给地球造成灾难性的影响。

7. 探索地外生命和地外文明

人类在探索宇宙奥秘过程中,对地外生命和地外文明的寻求是最令人神往的。我们认为宇宙是一个和谐的整体,它不会偏爱地球。像地球一样充满生机的星球,在宇宙中应该存在。

● 相关资料

★ 古代天文学的起源和发展

人类文明史证明,科学技术的进步取决于人类社会存在的物质条件。最早产生和发展起来的科学部门,往往是与生产和生活实践关系最密切的那些知识领域。天文学正是与人类文明同时发端的一门古老科学。不难想象,人类在有文字记载之前,由于农牧业生产和实际生活的需要,就开始注意某些显著的天象了。如掌握季节变化、记录时间和确定方向,都离不开对日月星辰运行的观测。自有了文字之后,天文学便在人类文明的发祥地萌芽并诞生了。可见,天文学的产生不是历史上的某种偶然因素造成的。说天文学首先产生于某个民族,这是不确切的,也是没有意义的。

1. 埃及

古埃及天文学起源很早。大约在公元前 60 世纪尼罗河流域的农业生产就得到发展,公元前 40 世纪初尼罗河流域就进入了金石并用的时代。尼罗河是埃及文明的摇篮,每年一度的河水泛滥,给埃及土地带来了水和肥沃的淤泥。埃及人注意到,每当天空最亮的天狼星第一次于日出之前在东方地平线上出现(偕日出),那就预示尼罗河即将泛滥了。于是,埃及人在制定历法时,便以天狼星偕日出的日子作为一年的起点,人们叫它天狼星年。他们还认识到太阳在恒星间一年移动一周。大约在公元前 30 世纪就能确定一年的长度,先是定为一年 365 天,后又定为 365 天多一点。又规定每年 12 个月,每月 30 天,在年末再加 5 个附加日。到公元前 238 年,埃及人正式颁布每 4 年再加上一个闰日的历法(但并未执行),这实际上就是现行阳历的前身。近代人发现,埃及金字塔的南北方向非常准确。有一座金字塔坐落在北纬 30° 线上,塔的正北有一通向地宫的通道,其倾角也恰好是 30° ,表明这个通道正好对着北极。还从棺盖上发现绘有著名星座的星图。这都说明古埃及人在当时已掌握了一定的天文知识。

2. 巴比伦和亚述

巴比伦和亚述是亚洲西部底格里斯河和幼发拉底河一带的两个帝国。历史上两河流域的民族有几次大的变动。大约在公元前 30 世纪初至公元前 20 世纪初,生活在这一带的苏美尔人和阿卡德人创立了楔形文字。到公元前 19 世纪后的巴比伦和亚述时代,两河流域文化进入兴盛时期。从考古发掘中得知,两河流域的人们很早就知道河水泛滥和季节变换都与天象有关。为了保证农业生产和预报河水泛滥的时间,需要制定精密的历法。为此,僧侣们经常在寺塔顶层用窥管观测天象。到公元前 1700 年前,巴比伦有了统一的历法。该历以月相循环周期为基础,以娥眉月第一次在日落后重现在西方时为一个月的起始。一年 12 个月,有 6 个大月,每月 30 天;6 个小月,每月 29 天。再用闰月协调与季节的关系,到公元前 383 年规定 19 年 7 闰。这已经是非常接近科学实际的阴阳历了。

巴比伦人和亚述人还认识了 12 个月和“金木水火土”五星的运行规律。公元前 13 世纪把黄道附近的星区划分为 12 个星座。当时的 12 个星座与黄道十二宫是一致的,它们与现代通用的名称完全一样。巴比伦人和亚述人都把日月五星看作天神,一直到公元前 650 年,七个天神轮流值日的周期已经形成。





现行的星期制度大概就是从那个时候开始的。

至于预报交食的沙罗周期是否巴比伦人的发明,目前尚有争议。近来有人考证,没有任何文献能证明迦勒底人曾使用过交食周期预报日月食。但他们已认识到了黄道和白道,月食一定发生在望,并且只有当月亮靠近黄白交点时才能发生食。

巴比伦人还把宇宙看成是由隆起的大地、天空和海洋三部分组成,大地屹立于海洋之中。这与中国古代的盖天说是一致的。

3. 印度

公元前12世纪印度开始有了文字记载的历史。由于农业生产的需要,印度早就创立了自己的阴阳历。印度位于北半球热带,各地气候变化有差异,因此各地历法不一。有的地区以12个恒星月为一年,1个恒星月为27天,全年324日;有的地区以13个恒星月为一年,全年351日;有的以12个朔望月为一年,一年354日;有的地区以360日为一年;有的地区以366日为一年。印度人对季节的划分也不一样,有的将一年划分为春、夏、雨、秋、冬、凉六季;有的划分为冬、夏、雨三季。但印度地处热带季风气候区,无论将一年划分为六季还是三季,都是符合当地情况的。

为了表示日月五星的运动情况,印度人曾把黄道天区划分为27个相等的部分,称其为27个月站,这与恒星月周期相符。印度人还把朔望月分为两部分,自朔至望称白月,自望至朔称黑月。人们还往往以满月时月亮所在的星座命名月份,如角宿月,氐宿月等。

印度人的宇宙观,认为大地是平的,天也是平的,大地中央是神圣的须弥山,日月星辰都围绕须弥山运转。

4. 希腊

希腊是欧洲文明的发源地,它地处巴尔干半岛南部。特殊的地理位置,使它很容易接受古代的东方文明。希腊人继承了埃及和巴比伦的文化遗产,在天文学方面做出了重要贡献。从公元前6世纪泰勒斯到公元2世纪托勒密近800年间,希腊天文学发展迅速。在这期间,先后出现过四大学派。

(1) 爱奥尼亚学派(公元前6世纪—前5世纪)

这个学派是由居住在小亚细亚西端的泰勒斯创立。该学派的主要贡献是把巴比伦和埃及的天文学知识介绍到希腊。相传泰勒斯曾利用从巴比伦那里学到的天文知识,成功地预报过一次日食,使当时正在西亚交战的两个民族都感到惊恐,从而制止了一场旷日持久的战争。据现代天文学考证,这次日食的时间应该是公元前585年5月28日。这个学派还认为宇宙是大自然的产物,可见的天空是完整球形天空的一半,圆盘状的大地倒扣在球体中心,天空的星辰都随同天空围绕北极星旋转。

(2) 毕达哥拉斯学派(公元前6世纪—前4世纪)

该学派由定居在意大利南部的著名几何学家毕达哥拉斯创建。毕达哥拉斯断言,大地为球形,月食是由于球形大地的影子投射到月亮上形成的,月食时阴影的边缘总是呈弧状的,因为圆是最完美的几何图形。日月五星的视运动是由于地球自身也在运动的反映。另一名伟大的学者德谟克利特提出了著名的原子学说,他认为万物都由原子组成,地球和其他天体都是由于原子涡动而形成的。他还推测出太阳比地球大,银河是由众多恒星聚集而成的。

(3) 柏拉图学派(公元前427—前347年)

该学派是由雅典哲学家柏拉图创立的。他接受毕达哥拉斯学派关于圆是最完美图形的观点,并用这个观点解释宇宙。这个学派的著名天文学家欧多克斯(公元前409年—前356年)设想,地球是万物中心,日月众星附在各自的透明水晶球上绕地球运转;所有恒星都位于最外面一层的水晶球上;所有的水晶球都被恒星天体带动着运转。柏拉图的学生亚里士多德(公元前384年—前322年)是古希腊最伟





大的思想家。在天文学方面他支持欧多克斯的同心圆理论,并认为在恒星之外,还有一层统帅所有天球运动的宗动天。他坚持认为大地是静止不动的,否则,一定会观测到恒星的视差位移。在以后的两千年间,这个理由一直是地球不动的重要证据。

(4) 亚历山大学派(公元前 332 年—前 146 年)

公元前 332 年—前 146 年期间又称希腊化时期。可以说此时的天文学人才济济,成果累累。该学派的第一位天文学家阿里斯塔克(公元前 310 年—前 230 年)那时就独自主张太阳中心说。他认为太阳和恒星静止不动,而地球和五个行星则都以太阳为中心运转。由于地球每年绕日一周,同时又每天自转一周,所以才产生天体的周年变化和周日视运动。他还认为恒星与地球的距离,要比太阳与地球的距离远得多,地球公转的小圈子只能算作一个“点”,所以看不出恒星的周年视差位移。阿里斯塔克还用三角法测量过太阳、月球和地球之间的距离及它的大小。这些结果虽然不准确,但他开创了人类用科学方法研究天体距离和大小的先河。

地球的大小是人们很关心的问题。居住在亚历山大的埃拉特色尼(公元前 284 年—前 192 年)巧妙地利用基本位于同一子午线上的塞恩(今阿斯旺)和亚历山大在夏至日正午太阳高度的差别,以及两地间的距离,算出地球的大小,得知地球周长 39 600 千米,与实际值非常接近。

希腊的另一位大天文学家喜帕恰斯(公元前 190—前 125 年)是古代方位天文学的奠基人。公元前 2 世纪,观测天文学在亚历山大盛行一时。喜帕恰斯通过自己的辛勤观测和对前人观测资料的分析,首先在日月运动方面取得许多新的成就。他算出一年较准确的长度,测得白道与黄道交角约为 5° ,发现其交点每 19 年沿黄道移动一周,还发现了岁差。他对恒星的方位作了精密的测量,编制了包含有 1 080 个恒星的星表。这对以后西方天文学的发展起了很大的作用。

在喜帕恰斯以后的 300 年中,希腊天文学进展不大。最令人瞩目的是工作在埃及亚历山大的天文学家托勒密(公元 85 年—165 年)。他集古代希腊天文学之大成,写出不朽的巨著《大综合论》(后来阿拉伯人译成为《天文学大成》),概括了希腊时期天文学的所有成就。托勒密的宇宙体系仍以地球为中心。他采用喜帕恰斯等人对亚里士多德的修正,放弃水晶球,只用等速圆周运动来说明行星的运行。为了解释行星的顺行和逆行等复杂情况,又提出本轮和均轮的概念。托勒密的著作及他的地心宇宙体系,在以后的 1 000 多年内,被欧洲和西亚人一直奉为经典。

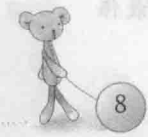
★ 中国古代天文学成就

天文学与人类的生产、生活紧密相关,而古代天文学成为各门自然科学中发展得最早的一门科学。

原始社会的新石器时代是我国天文学的萌芽阶段。当时的人们开始注意到太阳升落、月亮圆缺的变化,从而产生了时间和方向的概念,从考古发掘看,半坡民族的房屋都向南开门,一些氏族的墓穴也都向着同一个方向。人们还在陶器上绘制了太阳、月亮乃至星辰的纹样。

进入奴隶社会以后,天文学逐步得到发展。相传在夏朝已有历法,所以,今天还把农历称为“夏历”。根据甲骨文的记载,商代将一年分为春、秋两个季节,平年有 12 个月,闰年 13 个月,大月 30 天,小月 29 天。商代甲骨文中还有世界上关于日食、月食的最早记录。西周已设专门人员管理计时仪器和进行天象观测。春秋时期,人们已能由月亮的位置推出每月太阳的位置,在此基础上建立了二十八宿体系。根据《春秋》一书的记载,当时已将一年分为春、夏、秋、冬四季,在同一书中还记有“鲁文公十四年(公元前 613 年)秋七月,有星孛于北斗”。这是世界上关于哈雷彗星的最早记录。

在两千多年的封建社会里,我国天文学取得了辉煌的成就。战国时期的甘德、石申撰写了世界上最早的天文学著作,后人将他们的著作合在一起称为《甘石星经》。随着天文观测的进步,人们订立了二十





四节气,使天文学更好地服务于农业生产。秦汉时期,天文学有了长足进展。全国制定统一的历法。西汉武帝时,司马迁参与改定的《太初历》,具有节气、闰法、朔晦、交食周期等内容,显示了很高的水平。这一时期还制作了浑仪、浑象等重要的观测仪器,对后世有深远影响。特别是两汉时期,在天文学理论上,人们对宇宙的认识逐步深化。先是提出“浑天说”,认为“浑天如鸡子,天体圆如弹丸,地如鸡子中黄,孤居于内”,即将宇宙比喻为鸡蛋,地球如同蛋黄浮在宇宙中。进而又有人提出“宣夜说”,认为“天”没有固定的天穹,而是无边无涯,这实际上是说宇宙空间是无限的。

三国两晋南北朝时期,天文学仍有所发展。祖冲之在刘宋大明六年(公元462年)完成了《大明历》。这是一部精确度很高的历法,如它计算的每个交点月(月球在天球上连续两次向北通过黄道所需时间)日数为27.21223日,同现代观测的27.21222日只差十万分之一日。

隋唐时期,又重新编订历法,并对恒星位置进行重新测定。僧一行、南宫说等人进行了世界上最早对子午线长度的实测。人们根据天文观测结果,绘制了一幅幅星图。在敦煌就曾发现唐中宗李显时期(705—710年)绘的星图,共绘有1350多颗星,这反映了中国在星象观测上的高超水平。要知道,欧洲直到1609年望远镜发明以前,始终没有超过1022颗星的星图。

宋元时期,制造、改进了许多天文仪器。北宋苏颂等人创建的水运仪象台以水为动力带动一套精密的机械,既可观测天体,又可演示天象,还能自动报时,成为世界上著名的天文钟。元代郭守敬创制的简仪等在同类型天文仪器中居于世界领先地位。他还创造了中国古代最精密的历法——《授时历》,定一年为365.2425天,这和现行公历——《格里高利历》是一样的,但比《格里高利历》早了300多年。

明朝前期,天文学没有什么进展。明中期,欧洲传教士带来欧洲天文学知识,促进了中国天文学进一步发展。徐光启等人翻译了一批欧洲的天文学著作,并制作了一些天文仪器,安装在北京天文台。清朝建立后,在中国的传教士又监督制造了六件铜制大型仪器,这些仪器保存至今。清代学者在天文学理论上也取得了一些突破,如在《仪象考成续编》一书中提出恒星有远近变化,也就是认识到恒星有视向运动。欧洲在1868年才提出这种概念。

第一章 天文学的起源



(一) 天球的发明

以上所述是地心天球。在说明恒星或行星公转的时候,人们也使用以太阳中心为球心的天球,叫日心天球。通常所说的天球,是指以地球中心为球心的天球。

(二) 天球的定义

天球,以地球为观测中心

日心天球,以太阳为观测中心

地心天球,以银河系中心为观测中心

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球

天球





第二讲 天球与天球坐标

● 学习目标

通过天球有关知识的学习,建立天球的概念及在天球上确立天体视位置和视运动的地位;熟悉不同天球坐标的实际应用和转换;熟练使用天球仪。

● 学习内容

了解天球的概念、类型,以及天体的周日运动概念。了解天球上的点和线的定义和分类。掌握天球坐标的多种类型并了解他们之间的区分和联系。

● 学习过程



一、天球和天体的周日运动

问题 1:天球的概念从何而来?它与地球一样真实吗?有什么用途?

1. 天球

(1) 天球的概念

直观印象的获得,虚拟的宇宙观念。

天空呈球形,这是有目共睹的。众星列宿布满天空,对于这些极其遥远的天体,人眼无法分辨它们的相对远近,似乎是等距的。它们同观测者的关系,犹如球面上的点同球心的关系,正如古人所说“天似穹庐”。既然天空看起来像个球面,人们就把广漠的宇宙当做球体看待,并把天体在天空中的视位置,当做它们的真实位置。这对于那些无需考虑距离因素的,如对时间、纬度的测定来说,带来极大的方便。这样一个假想的球体,叫做天球。天空的昼夜旋转表明,天球不但存在于地平之上,而且还有一半隐入地平之下。人们所能直接观测到的地平之上的半个球形的天空,又被叫做天穹。

天文学上在定义天球时,规定了两个条件:第一,天球的球心是观测者或地心;第二,天球的半径是任意



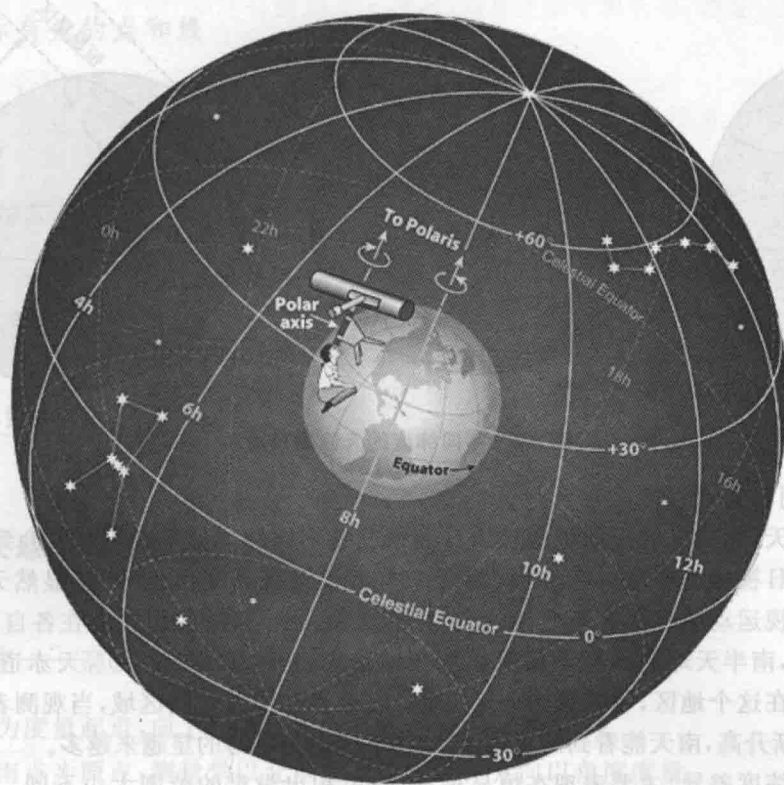


图 2-1 天球坐标的由来

的。它包容一切,不论天体如何遥远,总可以在天球上有它的投影。这样,既承认天体事实上的距离悬殊,又可以利用天球上的视位置对于地球的等距性。概括地说,天球就是以地心为球心,以任意远为半径的一个假想的球体,是天文学用作表示天体视运动的辅助工具。天球的半径是任意的,所有天体,不论多远,都可以在天球上有它们的投影。

(2) 天球的类型

以上所说是地心天球。在说明地球或行星公转的时候,人们也使用以太阳中心为球心的天球,叫日心天球。通常所说的天球,皆指地心天球。天球有以下三种分类:

- { 地心天球:以地球为观测中心
- { 日心天球:以太阳为观测中心
- { 银心天球:以银河系中心为观测中心

(3) 天球的意义

研究天体的位置和运动。

2. 天体的周日运动

(1) 不同天体的周日运动

在天球坐标上,所有天体都像太阳和月亮一样,每天有着东升西落的运动,这是地球自转的反映。一般来说,恒星作为天球上的定点(不考虑自转),其周日运动是地球自转的单纯反映;天体周日视运动的轨迹是一些相互平行的圈,称为周日平行圈。半径最大的周日平行圈叫天赤道,它和地球赤道面重合或平行。恒星离天极越近,周日平行圈越小。如果用照相机对准北天极方向曝光一个多小时,从照片上可以看到各天体绕天极旋转的轨迹。太阳和月球除参与整个天球的周日运动外,还有它们自身的巡天运动。

