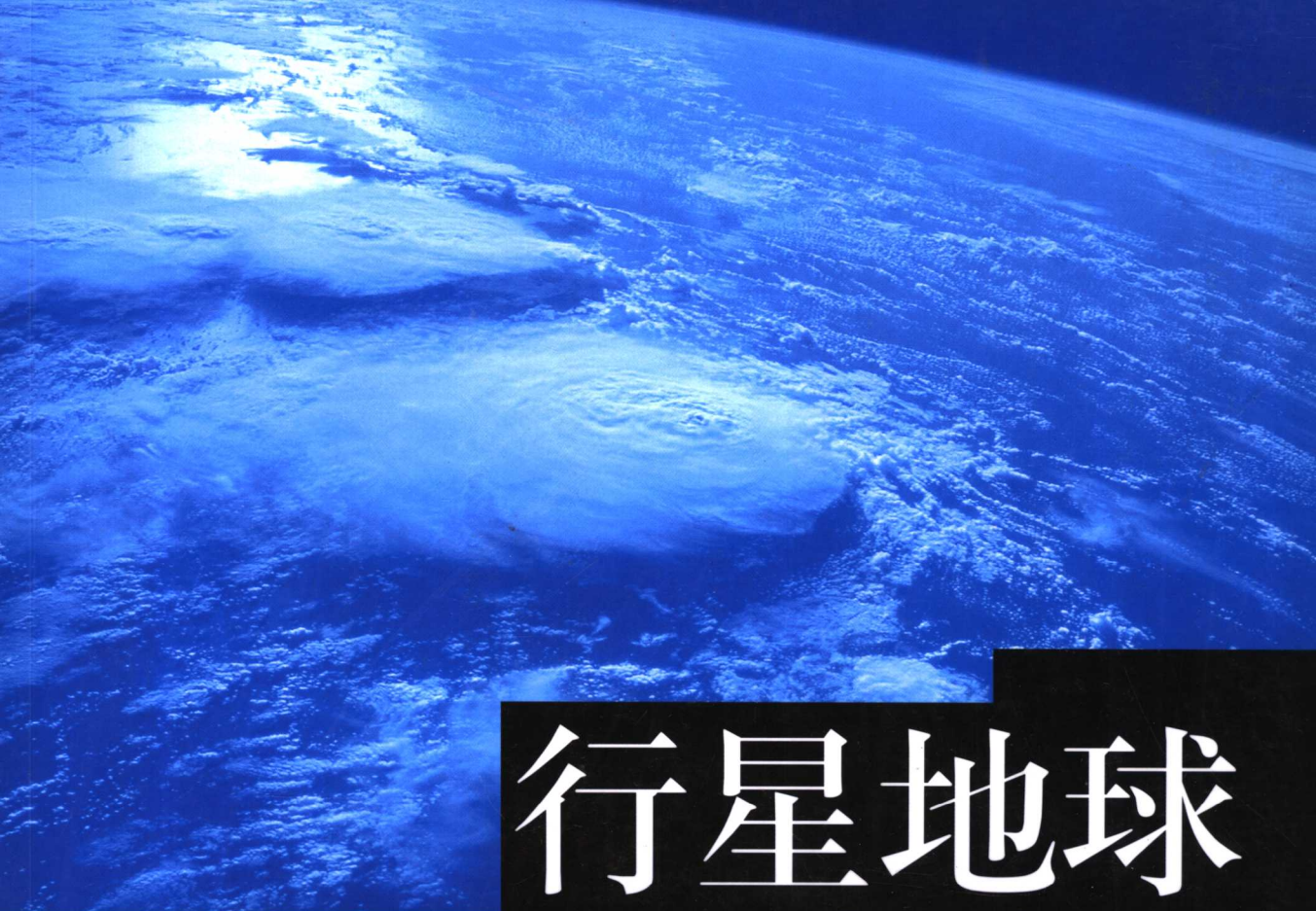




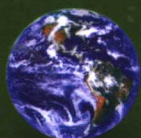
行星地球

概论

Xingxing Diqiu

GAILUN

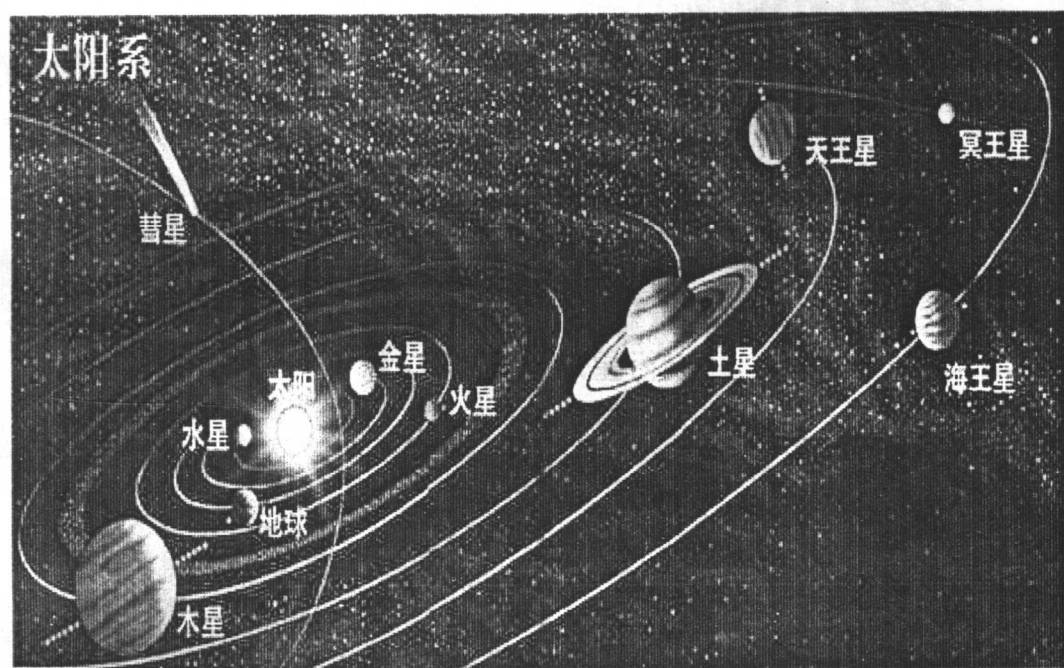
范怀超 罗明云 编著



电子科技大学出版社

行星地球概论

范怀超 罗明云 编著



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

行星地球概论 / 范怀超, 罗明云编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-81114-201-5

I. 行... II. ①范... ②罗... III. 地球—高等学校—教材 IV. P183

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 079275 号

行星地球概论

范怀超 罗明云 编著

出 版: 电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号)

责任编辑: 万晓桐

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川嘉华印业有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张 19.625 字数 498 千字

版 次: 2006 年 8 月第一版

印 次: 2006 年 8 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-81114-201-5/G·71

定 价: 33.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行科联系。电话: (028) 83201635 邮编: 610054

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

序

地球概论是地球系统科学基本物理框架的重要组成部分,是高等师范院校地理科学专业必修的一门重要基础课,其内容涉及地球的宇宙环境和地球整体知识,是地理科学各专业的先导课程。在地球概论以后,地理科学专业还有一系列地球科学课程。地球概论的任务是为所有这些课程提供关于地球系统科学的基本知识,特别是提供同太阳辐射能在地球表面上的分布和变化以及与地球运动参数有关的天文知识。关于地球系统科学的基础知识,它们既是高师地理科学专业的重要内容,又是中等学校地理课程的重要内容和难点所在。因此,作为以培养中等学校地理教师为主要任务的高师地理科学专业的一门基础课,它也是为中等学校地理教学服务的。同时,地球系统科学的基础知识,包括关于天体和宇宙的知识在内,都是人类认识自身生存环境的知识。这些知识都是同辩证唯物主义的宇宙观相联系的。因此,地球概论的教学,在培养学生的辩证唯物主义的宇宙观、科学普及与爱国主义教育等方面,将起着有益的作用。

自1978年金祖孟先生编著的《地球概论》教科书问世以来,陆续有多种相关教材出版,它们分别是根据不同的对象、任务与需求编写的。随着教学改革的深入,除国家统编教材外,还提倡结合地方实际自编教材。不论是单独开设地球概论课程,或将其纳入自然地理学课程,它都是地理科学专业教育的重要组成部分,既要求教学内容“少而精”,又要关注学科的前沿动态,更要重视实际应用。地球概论具有抽象、立体和运动三大特点,往往被认为是比较难讲和难学的。西华师范大学范怀超和罗明云两同志从事地球概论教学十多年,积累了较丰富的教学经验,他们编著的《行星地球概论》,做到了思路连贯、层次分明、推理严密、资料新颖、文字精炼、通俗易懂、可读性较强,较全面地反映了本学科的发展概貌。该教材将“空间探测”和“空间开发”列为单节内容,可以激发学生探究地球宇宙环境的雄心壮志;增加的“数字地球”等部分,反映了最新地球科技成果,突出了地球知识理论与实用结合的创新精神;同时教材内容翔实,图文并茂,便于教学时运用动态多媒体演示;且各章节后均列出了复习思考与练习,并附有简易可行的课堂实习和观测实习,是一本值得推荐的体系完整的配套教材。

本教材可供高师地理科学专业本、专科,成人教育等各类学校、各类办学的需要,同时也可作为非地理科学专业选修课的教材和中等学校地理教师的教学参考书之用。

苏佩颜^①

2006年4月于昆明

^① 注:苏佩颜先生,系云南师范大学旅游与地理科学学院教授,曾任全国高等师范院校地球概论教研会副理事长、云南省天文学会副理事长、云南省地理学会秘书长等。

目 录

绪论	1
一、行星地球概论的性质和任务	1
二、行星地球概论的内容与体系	1
三、学习行星地球概论的目的和意义	2
四、学习行星地球概论应注意的问题	4
第一章 宇宙中的地球	5
第一节 太阳和太阳系	6
一、太阳系的组成及范围	6
二、太阳	7
三、行星	17
四、太阳系的其他天体	23
五、太阳系天体的运动及其规律	25
复习思考与练习	28
第二节 恒星和恒星系	29
一、恒星	29
二、星云和星际物质	38
三、银河系	39
四、河外星系与总星系	41
五、宇宙	42
复习思考与练习	45
第三节 天体的起源和演化	45
一、太阳系的起源	45
二、恒星的起源与演化	47
三、地球的早期演变和生命起源	49
复习思考与练习	52
第四节 空间探测和空间开发	53
一、空间飞行的基本原理	53
二、空间飞行器	55
三、空间开发	57
四、我国空间技术概况	58
复习思考与练习	59

第二章 地理坐标系与天球坐标系	60
第一节 天球和天穹	60
一、天球与天穹的概念	60
二、天球的视运动	61
复习思考与练习	62
第二节 球面三角的基本知识	62
一、圆弧和角的量度	62
二、球面三角的基本概念	63
三、球面三角形的基本公式(定理)	65
四、球面坐标系的一般模式	66
复习思考与练习	67
第三节 地理坐标系	67
一、地球上的基本点和圈	67
二、地球上的方向	69
三、地理坐标系	70
四、地理坐标系的应用	72
五、数字地球	74
复习思考与练习	82
第四节 天球坐标系	83
一、天球上的基本点和圈	83
二、天球上的方向与距离	86
三、天球坐标系(celestial system of coordinates)	86
四、天文三角形	93
复习思考与练习	95
第三章 地球的自转运动	97
第一节 地球自转的基本特性	97
一、地球自转的周期	97
二、真太阳日和平太阳日	98
三、地球自转的速度	101
四、极移与进动	102
复习思考与练习	106
第二节 地球自转的证据	107
一、傅科摆的偏转	108
二、落体偏东	111
复习思考与练习	112

第三节 地球自转的后果	112
一、地球上方向和地理坐标的确定	112
二、不同纬度天体的周日运动	113
三、水平运动的偏向	115
复习思考与练习	117
第四章 地球的公转运动	119
第一节 地球公转的基本特性	119
一、地球公转的轨道	119
二、地球轨道面与黄赤交角	120
三、地球公转的方向和周期	121
四、地球公转的速度	123
复习思考与练习	124
第二节 地球公转的证据	125
一、恒星的周年视差位移	125
二、恒星的周年光行差位移	127
三、多普勒效应	129
复习思考与练习	130
第三节 地球公转的后果	130
一、太阳周年视运动	130
二、行星视运动	135
复习思考与练习	142
第五章 地球运动的地理意义	143
第一节 四季与五带	143
一、太阳回归运动	143
二、昼夜长短	146
三、太阳高度	155
四、地球上的四季	158
五、地球上的五带	164
复习思考与练习	166
第二节 时间	168
一、时间概述	168
二、以地球自转为基础的计时系统	170
三、地方时	175
四、标准时	175
五、全球通用时	184

复习思考与练习	186
第三节 历法	188
一、历法概述	188
二、太阴历	190
三、太阳历	191
四、阴阳历	197
复习思考与练习	202
第六章 月球、地球和太阳绕转的地理意义	205
第一节 月球和地月系	205
一、月球 (Moon)	205
二、地月系	208
复习思考与练习	211
第二节 月相	211
一、日月会合运动	211
二、朔望月	212
三、月相变化	213
复习思考与练习	215
第三节 日食和月食	216
一、日月食现象	216
二、日月食的规律性	221
三、观测日月食的意义	225
复习思考与练习	226
第四节 天文潮汐	226
一、潮汐现象	227
二、潮汐的动力——引潮力	227
三、潮汐的类型	230
四、海洋潮汐的规律性	231
五、潮汐现象的普遍性	233
六、潮汐的利用和意义	234
复习思考与练习	235
第七章 地球的总体特性	237
第一节 地球的形状与大小	237
一、地球是一个球体	238
二、地球是一个扁球体	238
三、地球是一个不规则的扁球体	240

复习思考与练习	242
第二节 地球的结构	242
一、地球的外部结构	242
二、地球的內部结构	243
三、地球的表面特征	244
复习思考与练习	247
第三节 地球的理化性质	248
一、地球的质量和密度	248
二、地球的重力与压力	249
三、地球内部的温度与热源	252
四、地球的磁性	252
五、地球的化学成分	254
复习思考与练习	255
第四节 地球与人类	255
一、地球是人类的发源地	256
二、环境问题	256
三、人地协调共生	256
复习思考与练习	257
实习一 天球仪的构造与应用	258
实习二 转动星图的构造与应用	263
实习三 星空观测	266
实习四 太阳黑子观测	274
实习五 行星和月面特征观测	276
实习六 日食和月食观测	279
实习七 简易测定经度和纬度	281
附录	283
一、天文望远镜的基本知识	283
二、天文数据	287
三、希腊字母表	289
四、星座表	290
五、夜空亮星排行榜	294
六、各纬度上的最长昼和最短昼	294
七、极区各纬度的极昼期和极夜期	295
八、干支表	295
九、九大行星的主要物理参数	295
十、九大行星公转的轨道要素	296

十一、九大行星的自转数据	296
十二、经线与纬线的弧长	296
十三、我国主要城市的经纬度	297
十四、日食月食观测资料	298
十五、地球的圈层结构	300
十六、地球陆面和洋面的基本单元及其面积	301
参考书目	302
后记	303

绪 论

一、行星地球概论的性质和任务

地球表层是人类赖以生存的地理环境，从历史上看，人类的活动范围经历了从陆地到海洋，从海洋到大气层，再从大气层到外层空间的逐步扩展过程。如果说陆地是人类的第一环境，海洋是人类的第二环境，大气层是人类的第三环境，那么，外层空间就是人类的第四环境。从这个第四环境可到达无穷远的宇宙深空，故又称宇宙空间，简称太空、空间或“外空”，我国还称为“天”。在人类新进入的这一第四环境中，蕴藏着极其丰富的空间资源，仅就近地的外空领域来看，可利用相对地面的高位置资源，微重力环境资源，高真空、高洁净环境资源，超低温资源，太阳能资源，月球及其行星等空间资源。地理学是一门研究地球表层自然要素与人文要素相互关系与作用的科学。地理环境是由多种地理要素构成的多层次的有机整体，影响地理环境的因素主要有内部因素和外部因素两大方面：内部因素包括组成地理环境诸要素的作用及其相互之间的关系；外部因素包括地球的宇宙环境及其在宇宙中的运动等内容。内部因素和外部因素综合作用，才形成了地理环境，并决定着它的发展和演化。因而地理科学的研究内容十分广泛，所以它派生出许多分支学科，本学科是其中之一，它们从不同的方面进行研究，共同完成对地理环境的认识任务。

作为一个整体，地球是什么？很简单，它是太阳系中一颗既普通又特殊的行星。说它普通，是就质量和大小等而言，地球在太阳系行星中很不显眼；说其特殊，是由于仅有地球才具备生命的形成和发展所必需的自然条件。地球概论，是地球系统科学基本物理框架的重要组成部分，是高等师范院校地理学系的一门专业基础课，其内容涉及到地球的宇宙环境和地球整体知识，是地理科学各专业的先导课程。它的研究对象是地球这一行星之整体，是对全球整体的概括性论述，即关于行星地球的全局性基础知识和基本理论。在本课程以后，地理科学专业还有一系列后续地理课程，而这些课程所阐述的是关于地球的某一圈层或某一方面，如地球的大气圈、生物圈、岩石圈和水圈等。而本课程的任务，就是在学习自然地理综合之前，为所有地理科学专业的一系列课程提供关于地球系统科学的基本知识，特别是提供同太阳辐射能在地球表面上的分布和变化以及与地球运动参数有关的天文知识。从宏观上研究和阐述地球整体的一般特性和基础知识，揭示制约全球自然地理环境形成和变化的外部因素，揭示这些规律同地球环境形成的本质联系。因为地球宇宙环境的一切变化，将深深地影响着地球，甚至给地球有机体带来灭顶之灾！

二、行星地球概论的内容与体系

行星地球概论的论述，不仅包括地球科学方面的内容，而且还涉及大量地理学所必需的天文学方面的内容，其最终目的在于说明地球表层能量的空间分布和时间变化的规律性，而能量的时空分布和变化，对地理环境的形成、状况和变化具有决定性的意义。如太阳辐射、地球的形状与运动等，在宏观上制约着全球热量的时空分布和变化规律，影响着全球

气候的地带性差异和时间上的变化过程。由此可见,本课程既不是单纯的天文学,也不是单纯的地球科学,而是融会了这两方面的有关内容。具体地讲,它以地球的天文学和地球的物理学为基本框架和主要内容。

(一) 地球的天文学

本课程在天文学方面的内容以地球为主,以太阳和恒星为辅。具体地说,它主要包括地球空间位置、运动(自转和公转)及其地理意义(昼夜交替现象、太阳能在地表的时空分布、四季和五带、历法和时间等),以及地球和月球的关系(月相、日月食和天文潮汐)。普通天文学的内容包括恒星和星系,太阳和太阳系,月球和地月系。为了地理定位和表示天体——特别是太阳和月球的视运动,必须建立地理坐标系和天球坐标系。

(二) 地球的物理学

首先是地球的形状、大小、结构和理化性质,其次是地球及其圈层在时间上的历史。

目前这两部分内容,以地球的天文学为主,地球的物理学为辅。地球的天文学是本课程的重点。虽然目前其内容以地球的天文学为主,但它不等于天文学,其性质是“地理化”,是为地理学服务的,因为地理学需借助天文学的研究成果来探讨地理环境的形成、发展和区域分异的宇宙因素。因此,本学科被看做是天文学和地理学之间的边缘学科。

本课程除绪论外,共分为7章。第一、三、四、五、六章是与地球运动有关的天文学,第二章是地球和天球的基础知识,最后一章是地球的物理学。第三、四、五、六章是全课程的重点,也是今后学习其他地球科学知识的基础。

三、学习行星地球概论的目的和意义

行星地球概论是地理科学专业教育的重要组成部分。首先它提供有关地球的整体知识和一般规律,如地理坐标系、地球的形状、地球的运动、四季和五带等等,为地理科学专业所有后续专业课程,提供关于地球系统科学的基本知识,特别是提供同太阳辐射能在地球表面上的分布和变化以及与地球运动参数有关的天文知识。近几十年来,地学、天文学取得了迅速的、突破性的进展,与此同时,地学、天文学各学科之间,以及它们与其他学科之间相互交叉、相互渗透的程度和领域不断加深或扩展,很多崭新的内容值得人们去了解。它有助于人们开拓眼界,活跃思维,掌握必要的横向知识。所以本课程不仅是高师地理科学专业必要的专业基础学科,而且还是先行的专业基础学科,给后续专业课程的教学开路,为学习这些课程打下坚实的基础。

其次,有关地球的整体知识和一般规律,如关于天体和宇宙、太阳与月球、昼夜交替现象、四季和五带、历法与时间、月相、日月食和海洋潮汐等知识,在人们正确世界观的形成中,占有相当重要的地位。同时也是每个有文化的公民都应该了解的,它们既是高师地理科学专业的重要内容,也是中等学校地理教育的重要组成部分,关于地球系统科学的基础知识,也是中学地理课程的重要内容和难点所在,这些知识了解的主要渠道是普通教育。而普通地理教育的师资,则主要来源于高师地理科学专业教育,因此本课程也是为中学地理教学服务的。目前在我国向中学生普及必要的地学、天文学知识主要由地理科学专业的毕业生来承担,本课程正好为学生提供了较多、较系统的天文学知识,本课程正是这条战线上的重要组成部分之一。因此,将本课程列为高师地理科学专业必修的一门专业基

础课，是完全必要的。

第三，有关地球系统科学的基础知识，包括关于天体和宇宙的知识在内，都是人类认识自身生存环境的基本知识，它们都是同辩证唯物主义的宇宙观相联系的。因此，本学科的研究成果可以为哲学研究提供理论依据。通过本课程的学习，使人们了解天体物理的基本知识，对科学普及宣传起着有益的作用，教育公民以崇尚科学为荣，以愚昧无知为耻，逐步树立其正确的辩证唯物主义宇宙观，建立科学的世界观和人生观，可以培养公民的探索精神和科学思维方法，树立正确的物质观，启迪人们的创新意识，提高公民的科学素养和综合素质。

此外，通过行星地球概论的教学，还可为实施爱国主义教育服务。本课程中许多知识源于国外，我们在弄清、弄透这些知识的基础上，进一步了解中华民族优秀的科学文化遗产、传统文化和中国现代天文事业的伟大成就，可以诱发做一个中国人的民族自豪感，增强勤奋学习，向科学家学习，勇攀科学高峰的勇气和信心。如沈括的十二气历是中国古代典型的阳历，中国传统历法夏历中 19 年 7 闰的方法，在公元前 6 世纪的春秋时代已经应用，比古希腊人的默冬章早 160 年。二十四节气是我国劳动人民和科学家在黄河流域的生产实践中总结创造出来的，它准确地反映了太阳在黄道上的位置，生动地体现了地面寒暑四季的循环规律，是我国劳动人民独有的伟大科技成果；它服务于农民的耕耘、播种和收获，便于安排农业生产，因而二十四节气具有鲜明的节令特点和浓郁的乡土气息，对我国广大农村开展农事活动有广泛的应用价值（节气歌、农事歌）；随着我国历法的外传，二十四节气也流传到五洲四海。西汉（距今 2100 多年）的天文学家和历算学家落下闳（今四川阆中市人，约公元前 140～公元前 87 年）等，将二十四节气纳入中国历法的体系之中，将天文、数学、农学融合为一体，提出了《浑天说》、创制了“浑仪（天文观测仪）、浑象（天文显示仪）”、测出一回归年的长度为 365.250 2 日、一朔望月长为 29.530 9 日、135 个月有 23 次日食的周期，与今天测出的数据相比误差极小，仅 0.008 天/年和 0.000 3 天/月；落下闳等在太初元年（公元前 104 年）创制成我国历史上第一部资料完整的、有文字记载的科学新历《太初历》（又称“八十一分律历”），他在《太初历》中确定以孟春正月初一为岁首。因此英国著名科学家、英国皇家学会会员(FRS)、英国科学院院士(FBA)、中国科技史大师李约瑟（Joseph Needham, 1900—1995）博士，在他的《中国科学技术史》中称落氏为天文学上“灿烂的星座”。现在国际上通用的 88 个星座，系古希腊人所创，而三垣四象二十八宿为中国独创，《步天歌》以七言诗的形式记述了每一颗星的位置，且附会了神话传说，反映了先人们对星空的研究深入程度不亚于古希腊人。西方有康德-拉普拉斯星云说、灾变说，中国也有戴文赛的现代星云说。在目前已发现的太阳系小行星中，我国科学家发现的小行星获得国际永久编号和命名权的已有 400 余颗。我国积极开展有特色的深空探测和研究，将建成多种功能和多种轨道的、由多种卫星系统组成的空间基础设施，建成天地协调配套的卫星地面应用系统，形成完整、连续、长期稳定运行的天地一体化网络系统。已建成西昌、酒泉和太原三大卫星发射基地，从 1970 年至今已发射了 60 多颗人造天体。中国在探索外层空间、扩展对宇宙和地球的认识的基础上，为和平利用外层空间，促进人类文明和社会发展，造福全人类作出了积极的贡献。

四、学习行星地球概论应注意的问题

由于行星地球概论所讲述的内容具有空间概念强、所及天体抽象，并且在不同的空间平面以不同的轨道半径和不同的周期、速度运行的特点，即本课程具有立体、抽象、运动三大特点。因此，在本课程的教与学的过程中，要充分重视科学的空间概念的建立，培养一定的空间思维能力；要突出理论联系实际的原则，在注重理论体系的同时，通过与实际现象和天象相联系，如地球自转运动的后果之一，水平运动的偏转，可结合河流冲蚀现象加以解释、理解；日、月食现象可结合人类对日月食现象的认识加以说明等，培养、提高自己分析问题、解决问题的能力。

科学的空间概念建立和本学科知识体系在头脑中的形成，需要大量的观察实践，而且在许多情况下要依赖于“模拟空间”的帮助和空间想象思维活动的开展。所以，必须尽可能地强化学习过程中的实践性环节和空间想象思维能力的培养，一方面，要充分利用所具有的条件和所遇到的机会，让自己动手，积极开展实际观测，把天地作为最好的实验室，如对天体及其运行的观测、月相变化的观测、日月食和海洋天文潮汐的观测，测定当地的子午线、求当地地方时、地方经度和纬度的试验与实习等等，只有掌握了这些基本技能，才能为今后自己走上工作岗位后，带好中等学校的第二课堂教学与课外活动奠定基础；另一方面，要尽可能地进行室内教具模型演示观察，如天象仪演示、观察天球仪、天球坐标模型、各种天体运行演示以及观看有关内容的幻灯、录像、图片等。此外，加强教材研读和课外参考书的自学，进行灵活多样的练习、专题讨论与研究等，有助于增强专业知识，启发空间想象思维，培养自学能力、钻研精神及运用知识解决实际问题的能力。

总之，通过形式多样的实践性活动，让自己动手实践，才能使那些不可捉摸的事物和现象具体化、形象化和直观化，让自己在实际中体会学习的乐趣，才能对本课程所学的知识理解透彻、记忆深刻、运用灵活，从而达到举一反三，学以致用学习目的。

第一章 宇宙中的地球

茫茫宇宙充满了神奇色彩，点点繁星更让人对它产生幻想。千百年来，多少人呕心沥血地企盼能撩开其神秘面纱，但终因大气层的阻隔和遥不可及的距离而未能如愿。20 世纪的航天技术改变了这一切，人类能够冲破地球大气层的束缚，把科学探测仪器送到月球、其他行星乃至太阳系外。在那里，人类第一次看到了意想不到的奇妙世界。

由物质构成的天体千差万别。有的很大，有的很小；有的很疏，有的很密；有的很热，有的很冷；有的自己发光，有的不会发光……天体（celestial body）就是宇宙中各种星体和星际物质的统称。人们根据不同的物理性状，把天体分为恒星、行星、卫星、彗星、流星、星云和星际物质等，通过射电探测手段和空间探测手段所发现的红外源、紫外源、射电源、X 射线源和 γ 射线源，也都是天体，这些都属于自然天体。宇宙间最重要的天体是恒星，太阳就是恒星的一个典型代表。而天空中飘浮的云、飘游的气球和运行的飞机等不属于天体。宇宙中天体是运动的，并有一定的系统和规律，相互吸引和旋转，该系统叫天体系统。天体系统有不同的层次，比如月球和地球构成地月系，地球是地月系的中心天体，月球围绕地球公转；地球和其他行星围绕太阳公转，它们和太阳构成高一级的天体系统（如图 1-1 所示）。

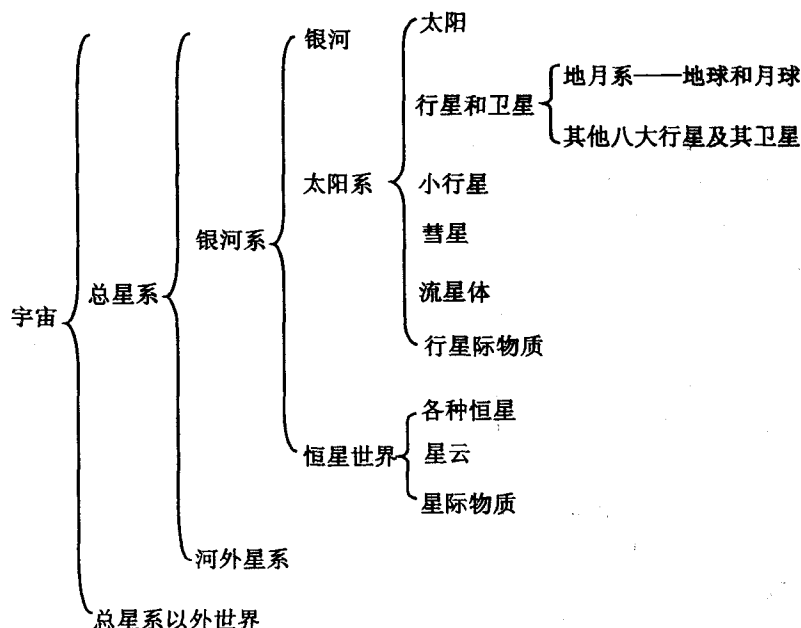


图 1-1 天体系统的层次和关系

宇宙中除自然天体外，还有一些由人工研制并用运载火箭发射到宇宙空间的人造地球

卫星、宇宙飞船、人造行星、星际探测器等等，它们沿着一定轨道运动，我们称其为**人造天体**或**宇宙飞行器**，即用运载火箭发射到外层空间运行的人工研制的物体。在地球上看起来，天体都在“天”上。其实，地球也是一个自然天体，在宇航员的眼里，地球也在“天”上，它是一个被大气包围着的蓝色星球。

第一节 太阳和太阳系

一、太阳系的组成及范围

由太阳以及在其引力作用下围绕它运转的天体所构成的天体系统，称为太阳系（solar system）。它包括太阳、已证实的九大行星及其卫星、小行星、彗星、流星体以及行星际物质（如图 1-2 所示），其中行星及其卫星是太阳系中重要的成员。太阳系的基本结构，主要是由九大行星的运动和分布状况决定的。九大行星按其**与太阳的距离**，由近及远分别是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。它们当中，肉眼能看到的只有五颗，对这五颗星，我国古代根据五行学说，用金、木、水、火、土这五行来分别把它们命名为金星、木星、水星、火星和土星；而欧洲则用罗马神话人物的名字来称呼它们。近代发现的三颗远日行星，西方按照以神话人物名字命名的传统，以天空之神、海洋之神和冥土之神的名称来称呼它们，在中文里便相应译为天王星、海王星和冥王星。如以冥王星的轨道为太阳系的边界，其直径约为 $1.2 \times 10^{10} \text{km}$ ，是一个较庞大的天体系统。但在银河系里，太阳系只是沧海一粟而已。

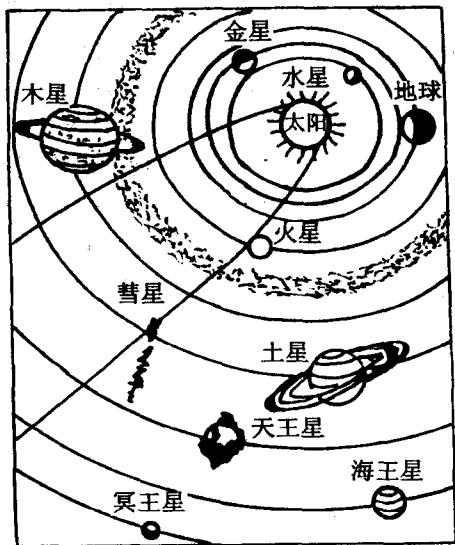


图 1-2 太阳系示意

太阳系中除了水星和金星外，其他的行星都有卫星，到目前为止，已知的行星卫星数目为 100 余颗，其中一半以上是在 1997 年之后才被发现的，在未来无疑会发现更多的卫星。在火星与木星之间存在着数十万颗大小不等，形状各异的小行星，天文学把这个区域称为小行星带，据估计，所有小行星的质量总和，大约只相当地球质量的 0.04% 或月球质量的 3.2%。此外，太阳系还包括许许多多的彗星和难以计数的天外来客——流星体，流星体的数量不胜枚举，但它们的质量微不足道。彗星的质量很小，这种天体在绕太阳运行中呈现奇特的外貌变化，已被发现的彗星约有 1 600 颗。行星际空间并非真空，极稀薄的行星际物质是由气体微粒和固体尘埃组成的。太阳系中的各个天体主要由氢、氦、氖等气体，冰（水、氨、甲烷）以及含有铁、硅、镁等元素的岩石构成。

太阳系是人类目前唯一直接或间接观测到的天体系统。人类所居住的地球是太阳系家族中的普通一员，我们对太阳系的探测研究，具有重大深远的意义。

二、太阳

太阳(Sun)是太阳系唯一的恒星,也是太阳系的中心天体,太阳是太阳系的引力中心、运转中心和质量中心(其质量占太阳系总质量的99.87%)。同时,作为光热源地,它慷慨无私地奉献出自己的光和热,温暖着太阳系中的每一个成员,带领所有成员,万古不息地绕银河系的中心运动,促使它们不停地发展和演变。在天文学中,太阳的符号“☉”和我们的象形字“日”十分相似,它象征着太阳是“宇宙之卵”。

按天文学标准,在亿万颗恒星中,论其半径、质量、温度和光度等物理参量,太阳只是一颗普通的恒星。但是,由于太阳距离地球最近,所以对于人类和地球上一切生命来说,它又是一颗极其重要的恒星,也是一颗不普通的恒星。在天文学上,太阳的重要性还在于,它是认识宇宙中亿万颗其他恒星的主要媒介,是研究其他恒星的标本。由于日地距离较近,故人类能够直接研究它的表面,太阳的一些活动,都可以在太阳表面观测到。人们利用从太阳得到的知识,来检验关于恒星的一般理论。随着人类对太阳研究的深入,已开始广泛利用太阳能,太阳能发电站、太阳能热水器、太阳能电池等的建造和制造,已造福人类。

(一) 太阳的距离、大小与质量

太阳距离是指太阳与地球的平均距离,准确地讲,是地球公转轨道的半长轴,通常称之为日地距离。它是度量天体(特别是太阳系天体)之间距离的“尺子”,天文学上称为天文单位(Astronomical Unit),是一个长度的单位,常用A.U.或a表示。测定日地距离的方法有多种,如早期的视差测距法和现代的雷达测距法与激光测距法。

所谓视差(parallax),是观测者在不同位置处看同一目标的方向之差。它实际是天体对于基线所张的角度或基线对于天体的张角。天体愈远,视差愈小;基线愈长,视差愈大。根据基线的不同,视差分周日视差(diurnal parallax)和周年视差(annual parallax)。日地距离或地球轨道半径对于天体的张角,叫周年视差,用 π 表示。而地球半径对于天体的张角,称为周日视差或地心视差,用 p 表示。如图1-3所示,如果从地球上A点看,天体S刚好在地平线上(即AS和地球半径OA垂直),而同时从地球上B点看,S刚好在天顶处(即S在地球半径OB的延长线上),那么 $\angle ASB$ 就叫做天体S的地平视差。即天体位于地平时视差最大,用 p_0 表示,有:

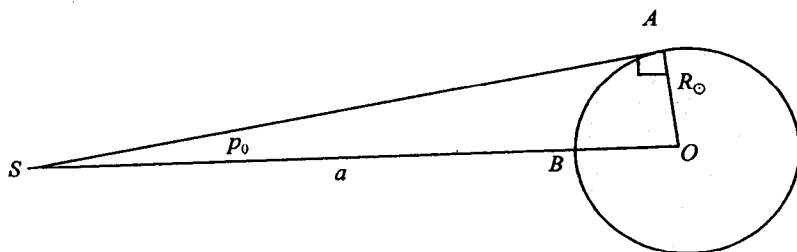


图 1-3 天体的地平视差

$\sin p_0 = R_{\oplus}/a$, 由于 p_0 很小,并且用弧度或角度作单位时(见第二章第二节),则有:

$$p_0 = R_{\oplus}/a \text{ 或 } p_0'' = 206265 R_{\oplus}/a \quad 1-1$$

在式 1-1 中, p_0 为天体的地平视差,用弧度或角度作单位; $R_{\oplus}$ 是地球半径; a 为天体