



教育部师范教育司组织专家审定
高等院校小学教育专业教材



地球与空间科学

□ 刘 南 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



教育部师范教育司组织专家审定
高等院校小学教育专业教材

地球与空间科学

Diqiu yu Kongjian Kexue

刘 南 主编

刘 南 刘仁义 张 丰 周巧兰 编著



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

BEIJING

内容提要

本书面向从事小学科学课“地球与宇宙”部分教学的、现任和未来的教师(高师本科生),是一部将天文、地学基本知识有机结合的独特教材。全书共分为六章加一结尾栏目,内容从天讲到地:第1~3章,从眼前的天象知识出发,顺着认识过程,一直讲到现代科学中的宇宙及其演化,并融会贯通现代宇宙与眼前天象知识;然后聚焦到行星地球。从第四章开始,分别考察地球的岩石、土壤、大气、水和生物各圈层,最后通过“地球系统过程研讨”栏目,梳理各圈层间相互关联,收拢、回归到行星地球。由于国内外还没有很类同的教材,本书在编排、体例和语言上时而采用独到的方式,尽可能深入浅出,贴近生活,循序渐进,充实观测与实习,加强讨论和探究,以利于学习或阅读。因此,本书不仅是一部科学上较严谨的天文、地学导论性教材,也是其他相关专业读者喜爱的生动读物。

本书适合所有与“地球与宇宙”教学有关的师生,也适合有兴趣的各行各业读者作为天文、地学入门书使用。此外,本书还顺便介绍了现代天、地学的众多分支学科专业的来龙去脉,可为广大学生和家长们在选择专业时参考。

图书在版编目(CIP)数据

地球与空间科学/刘南主编. —北京:高等教育出版社,
2010.1

ISBN 978-7-04-028524-6

I. 地… II. 刘… III. ①地球科学-师范大学-教材
②空间科学-师范大学-教材 IV. P V.

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 220814 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京宏伟双华印刷有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 23
字 数 390 000

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010年1月第1版

印 次 2010年1月第1次印刷

定 价 29.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 28524-00

高等院校小学教育专业教材总序

我国已进入全面建设小康社会、加速推进现代化建设的新的历史阶段。在这样一个历史阶段,教育越来越成为促进社会全面发展、推动科技迅猛进步,进而不断增强综合国力的重要力量,成为我国从人口大国逐步走向人力资源强国的关键因素。我国的教师教育正面临着前所未有的机遇和挑战。教师教育的改革发展直接关系到千百万教师的成长,关系到素质教育的全面推进,关系到一代新人思想道德、创新精神和实践能力的培养和提高,最终关系到十六大提出的全面建设小康社会奋斗目标的实现。

培养具有较高学历的小学教师是全面建设小康社会和适应基础教育改革与发展的迫切需要,也是我国教师教育改革的必然趋势。为了适应基础教育改革与发展的需要,我国对培养较高学历小学教师工作进行了长时间的积极探索,取得了较大成绩,并积累了许多宝贵经验。《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》指出:建设高质量的教师队伍是全面推进素质教育的基本保障。教育部在《关于“十五”期间教师教育改革的意见》中明确指出:“开创教师培养的新格局,提高新师资的学历层次。”教育部印发的《关于加强专科以上学历小学教师培养工作的几点意见》(以下简称《意见》)中指出:“教育部将组织制订专科学历小学教师的培养目标、规格,完善和改革课程体系和教学内容,制定《师范高等专科学校三年制小学教育专业教学方案(试行)》,组织编写小学教育专业教材,加强小学教育专业建设。”

开展小学教师培养工作,课程教材建设是关键。当务之急是组织教育科研机构、高等师范大学的专家学者和广大师专、综合学院的教师联合编写出一套高水平、规范化的、专为培养较高学历小学教师使用的教材。

编写小学教育专业课程教材,应该遵循以下原则:

一、时代性与前瞻性。教材要面向现代化、面向世界、面向未来,反映当代社会经济、文化和科技发展的趋势,贴近国际教育改革和我国基础教育课程改革的前沿,体现新的教育理念。

二、基础性与专业性。教材要体现高等专科或本科教育的基础性,同时要紧密结合当今小学教育课程改革的趋势和实施素质教育的要求,针对

小学教育专业的特征和小学教师的职业特点,力求构建科学的教材体系,提高小学教师的专业化水平。

三、综合性与学有专长。教材要根据现代科技发展和基础教育课程改革综合化的趋势,强化综合素质教育,加强文理渗透,注重科学素养,体现人文精神,加强学科间的相互融合以及信息技术与各学科的整合;同时,根据小学教育的需要,综合性教育与单科性教育相结合,使学生文理兼通,学有专长,一专多能。

四、理论与实践相结合。教材要根据小学教师职前教育的要求,既要科学地安排文化知识课和教育理论课,又要加强实践环节,注重教育实践和科学实验,重视教师职业技能和职业能力的培养。

五、充分体现教材的权威性、专业性、通用性和创新性。以教育部制定的小学教育专业课程方案为编写依据,以本、专科通用为目的,培养、培训沟通,在教材体系框架、内容、呈现方式等方面开拓创新,加大改革力度,充分体现以学生为本的教育理念,使教材从能用、好用上升到教师、学生喜欢用。

高等教育出版社和华东师范大学出版社根据以上原则分别组织编写了有关教材,经过专家审定,我们向各地推荐这套教材,请有关学校和单位酌情选用。

教育部师范教育司

2004年2月

2. 注意章节间的有机关联,将宽广的内容整合为一个有机联系的完整结构。

3. 章节幅度尽可能匀称,避免过多的标题层次和文字过长的段落。岩石圈、大气圈与水圈的内容有对称性:都是第一节讲圈层整体轮廓,第二节专述圈层的运动和变化。

4. 循序渐进。后文讲解且读者陌生的概念,不在前面使用。但有一处例外,这就是土壤圈。该内容本应放在大气、水和生物圈后面,但由于它不能单独成一章,不得不放在岩石圈一章中。为此,实际教学或阅读中,可跳过土壤圈,把它放到后面教学。

5. 教材不等于科普书籍,要利于循序渐进地学习,利于启发、探究和教师教学等。

此外,本书某些部分的编写中,还适当地引进了前几年编写高中教材时人教社老师们教给的编写思想:少写文字多用图,加强探究多启发。

三、教材内容安排

本书共分为六章加一结尾“研讨栏”;内容从天讲到地;从地球整体到地球各部,最后收拢、回归到地球整体系统。第一章从眼前的天象知识出发,讲述人类对天、地认识的发展历程和现代天文、地质各学科的由来;第二章谈现代天文学所认识的宇宙及其演化;第三章介绍地球(作为一个天体的)整体性知识;第四章岩石圈和土壤圈;第五章大气圈;第六章水圈和生物圈;最后以“地球系统过程研讨”栏目收官。这里要说明:生物圈本不属于小学科学课“地球与宇宙”部分的课标内容;本教材在末尾讲生物圈,为的是形成完整的地球系统知识架构。

本书章节安排不仅考虑知识体系和架构的优化和合理性,也尽可能有利于教学。每一章都分为3节,6章共18节,每节文字长度比较接近,设计为2~3学时教学用,合计54学时。加上末尾的“地球系统过程研讨”栏目,可用2~3学时,如此共计56~57学时。这样,本课程60学时中,还有3~4学时可供教师机动使用。我们建议,本课程以2课时为单元来排课。这样,教师认为可一般性了解的“节”,可以讲快一点,只用2学时。有的节则可用4学时来讲解。例如,学生一般对天象感兴趣,若任课教师也同样,那么,第一章第1节、第二章第3节和第三章第2节等就可以用4学时(加课外活动)来完成。此外,部分教师感到本书教学内容负担重,可略去部分内容不讲。例如,日月食、时间计量和历法等,不讲也不影响后面的教学,可将其作为学生课外兴趣活动的内容。

教材每个章节的开头都有一简短引言,介绍内容安排或教学思路,包括

与前后章节的联系。对于地球各圈层,都首先给出一个高度概括的圈层简明描述,然后再分别展开具体内容,这对初学者学习特别有好处。对圈层内的某些局部的教学,需要时也这样做。

教材每一节都插有“知识拓展”栏目,节后都有思考与练习题。不少章节在需要时,安排“观测与实习”或“教学小贴士”栏目,后者主要为使用这本教材的老师服务。

本教材编写过程中,吴雁华、范恩元和班武奇老师(早期),以及毛明海老师(后期)参与了教材的构思和讨论等工作。作者在此向他们表示衷心的感谢!

教材编写采用过的初稿包括:张丰、刘仁义的1~3章稿和周巧兰的第5章稿。全书由刘南统一整合、修改、重写或亲自编写,并最后统稿。

刘南

2009年10月于浙江大学

前言

一、关于选材

本教材的编写与一般教材有所不同。

“地球与空间科学”是教育部师范司制定的高等师范院校小学教育专业(本科)培养计划中,一门60个课时的课程,本教材就是为这门课程编写的。但是,教育部有关领导部门并没有给出相应的课程标准,高等教育出版社也没有关于这门课程涵盖范围的指导性意见;而“地球与空间科学”又是一个特别大的题目。因此,本教材编写首先遇到一个选材的难题。“地球科学”现在已包含大气、地质、地理、水科学和地球物理、地球化学等一级学科,广义上还可延伸到不少资源和环境方面的学科。“空间”(space)含义也很广,“空间科学”一词可以涵盖所有进行空间研究的学科。例如,广义相对论研究理论空间;天文学研究宇宙空间;地球科学及其分支关注地球,特别是地球表层空间;还有不少学科研究小型空间和微观空间等。近几十年来,随着航天事业的发展,“空间科学”一词又越来越多地被用来指利用航天器来研究发生在日地空间、行星际空间,乃至整个宇宙空间的物理、天文、化学及生命等自然现象及其规律的科学。由此可见,从学科涵盖上看,“地球与空间科学”这个题目实在是太大了,课时有限的本教材要在这样一个大题目下编写,不可避免地会遇到选材的难题。

我们认为,本教材应当(也只能)依据教育部师范司安排“地球与空间科学”这门课程的宗旨来选材。这门课程是高等师范院校小学教育本科专业(科学专业方向)培养计划中的一门课。如果将该计划课程设置与我国小学“科学”课教材及其课标相比照,就可以清楚地看到,高师小教专业的“地球与空间科学”课程面向小学科学课中的“地球与宇宙”部分的教学。因此,本教材应当围绕小学科学课中“地球与宇宙”部分的“课程标准”来选材,来扩展内容,为小学科学课“地球与宇宙”教学所需的“一杯水”,准备好“一桶水”。

在小学科学课中,“地球与宇宙”部分的课标包括昼夜和四季变化、天体和星空、太阳系和银河系、探索宇宙的历史,以及关于地球整体和地球岩石、土壤、大气、水圈等的基本知识。我们认为,对小学教育来说,“地球与

宇宙”课标所选取的知识范围是合适的,确实涵盖了我国小学生感兴趣、常接触或理应了解的、有关“天”和“地”的基本知识。这样看来,采用“地球与空间科学”这个题目还真的很合适,因为除了“地球与宇宙”以外,还找不到比“地球与空间科学”更适合的题目来展开和演绎小学科学课“地球与宇宙”课标所涵盖的天文、地学的基本知识。这大概就是教育部师范司命名这样一门课程的原因吧。

二、关于教材的编写

小学“地球与宇宙”课标所要求的知识深度虽然有限,但编写教材难度很大。这是因为,第一,本书涉及的学科范围前所未有的宽广:从天文学到众多的地学一级学科,乃至某些资源、环境学科的部分知识。要编写好此教材,主编必须对如此多个一级学科都熟悉,这很难;国内外也没有一本有机关组合天文学(包括天象知识)和地球科学知识的书可借鉴。第二,本书篇幅很有限,要想在保持知识结构完整性的前提下编写好教材,现有各学科教材都不可能拿来“COPY段落”,作者必须用更精练、易懂的语言和层次结构,来表达通常要用较多篇幅来陈述的内容。而本人时为浙江大学地理信息系统(GIS)学科(包括博士点、硕士点和本科)带头人,本职工作甚忙。因此,本书编写几经周折,几次想打退堂鼓,拖了很长时间,花了特别多的工夫,才在高教社和人教社为我国教材事业高度敬业精神的感召下,最终完成。

作者在编写过程中参阅了很多书籍和大量网上资料,从中吸取了很多有益的内容;特别是后三章的编写,较多地参阅了伍光和、蔡运龙、黎勇奇、王建、陈效述和杨树峰等老师编著的教材。作者特别希望在此感谢所有这些人们,因为有他们的工作,作者才有再加工的基础。但由于要以适合本书体裁的方式精练地讲述知识,作者在综合取舍和整理的基础上,不得不在一些地方采取独特的编排方式、叙述方式、语言和提法(这种情况在天文部分和大气、水圈部分较多)。与其他书籍的对应章节相比,作者特别加强了有关物理概念的阐述,用独特的方式深入浅出地解释物理基本概念,这些概念是真正理解有关天、地学现象的基础;对于那些需要综合多个领域知识的内容,例如涉及到水利、环保和林业部门文献的水资源利用与保护等问题,作者也特别下了功夫。当然,因时间精力有限,学科面太广,不妥之处难免,敬请谅解和赐教。

除本书编写工作的特殊性外,作者也力求达到自己编写教材的一贯要求:

1. 尽可能易读易懂,不用任何显得“深奥”的表达方式,语言力求平实,读起来上口。

目 录

第一章 人类对宇宙和地球认识及发展

第一节 直观天象及其观测	2
一、人眼中的宇宙	2
二、天体在天球上的位置和运动	4
三、天球仪	9
四、星空季节变化及其成因	11
五、星空观测	16
思考与练习	18
观测与实习	19
(一) 帮助理解天球概念的观测	19
(二) 利用天球仪观测任意日期和时刻的星空	20
(三) 利用活动星图观测任意日期和时刻的星空	20
第二节 探索宇宙	21
一、从原始宇宙观到太阳系认识的确立	21
二、近代天文学的兴起和恒星世界的探究	27
三、认识我们整个的宇宙	31
思考与练习	34
第三节 地球认识的深化	35
一、地球科学的兴起与发展	36
二、航天时代的地球科学和空间科学	42
三、地理信息科学和技术	45
思考与练习	50
观测与实习	50
利用 Google Earth 或 Google Map 浏览简易版的“数字地球”	50

第二章 地球的宇宙环境

第一节 我们的宇宙及其演化	54
一、宇宙物质形态的总体特征	54
二、宇宙的基本“细胞”——恒星	55
三、银河系和星系	59

四、恒星的演化	62
五、宇宙的演化	67
思考与练习	71
第二节 太阳和太阳系	72
一、太阳	73
二、行星及其环绕天体	78
三、太阳系中的小天体	81
四、太阳系的演化和地球的起源	84
思考与练习	87
观测与实习	89
观测行星的条件	89
第三节 月球和地月系	90
一、月球	90
二、月球的运动	93
三、月相和月球观测	97
四、潮汐及其变化	100
五、日食和月食	103
思考与练习	105
观测与实习	107
(一) 采用天球仪或作图法分析任意日期和时刻的月球	107
(二) 在不同农历日期观测月球	108
第三章 地球概论	
第一节 地球运动及有关效应	110
一、地球的自转和公转	110
二、地球上天文辐射的日变化和季节变化	115
三、地球运动与太阳在天球上的运行	119
思考与练习	124
观测与实习	125
(一) 利用地球仪帮助理解天文辐射的日变化和年变化	125
(二) 利用天球仪观察任意日期和地点的太阳东升西落	125
第二节 季节变化、五带、时间和历法	126
一、地球上的季节变化和五带	126
二、地球上的时间计量	130
三、历法	136
思考与练习	141
第三节 地球结构和形状	144

一、地球结构总观	144
二、地球的內部结构和物理性质	146
三、地球外部圈层和表面结构	150
四、地球形状和大小	155
思考与练习	160

第四章 岩石圈与土壤圈

第一节 岩石圈	162
一、岩石圈总观	162
二、矿物和岩石	164
三、矿产资源	170
四、地层、化石和地质年代	172
思考与练习	176
观测与实习	176
辨认岩石和矿物	176
第二节 岩石圈的运动和变化	177
一、板块运动和板块构造学说	177
二、岩石圈整体运动变化的其他表现	183
三、地表形态的变化	189
思考与练习	200
第三节 土壤圈	202
一、土壤和土壤圈综述	202
二、土壤的形成和分布	209
三、土壤资源的合理利用和保护	215
思考与练习	219

第五章 大气圈

第一节 大气知识基础	222
一、大气的物质组成	222
二、大气的物理性质	225
三、大气的垂直结构	232
四、大气中的水汽相变	235
思考与练习	239
观测与实习	240
(一) 气象观测	240
(二) 探究云和天气	241
第二节 大气运动和天气	242

一、大气运动的动力	242
二、孕育、引导和操控各种天气系统的大尺度大气环流	246
三、气团和天气系统	250
四、大气降水	256
五、影响中国的主要天气系统	259
思考与练习	262
观测与实习	263
(一) 中央气象台网站浏览	263
(二) 观测天气现象	263
(三) 观测网上天气图片	264
第三节 气候	264
一、气候概论	264
二、气候因子和世界主要气候类型	267
三、气候变化	274
四、气候系统与人类对气候变化的应对	279
思考与练习	282
观测与实习	283
拓展学习	283
 第六章 水圈与生物圈 	
第一节 水圈	286
一、水圈总观	286
二、水圈的组成	289
三、水资源利用与保护	295
思考与练习	303
观测与实习	303
珍惜水资源从我做起	303
第二节 水圈的运动和变化	304
一、水循环和水量平衡	304
二、海洋的运动和变化	308
三、陆地水的运动和变化	314
思考与练习	319
观测与实习	320
身边水的运动	320
第三节 生物圈和生态系统	321
一、生物圈概观	321
二、生物种群和群落	327

三、生态系统	330
四、生物多样性及其保护	336
思考与练习	338

最后的研讨

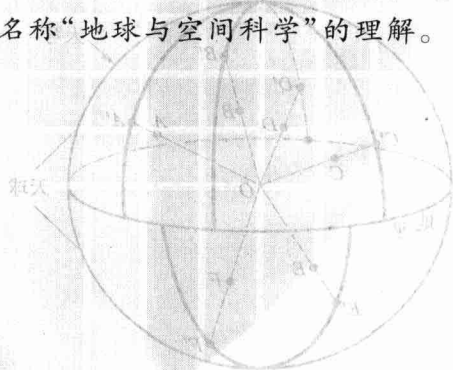
关于地球系统过程的讨论	342
一、知识背景	342
二、本研讨对课程学习的指导作用	342
三、供研讨的素材	343
四、研讨的方法和步骤	345
参考文献	347
有较高参考价值的网站	349
附录：活动星图及制作	350

第一章

人类对宇宙和地球认识及发展

本章相当于全书的一个“引子”，从认识眼前的天、地直观现象，到人类对宇宙真相的探索，最后讲到人类对地球自身认识的深化。

本章共分为三节。第一节结合星空观测实践来介绍眼前大地和天象的基本特点。第二节讲述人类从眼前直观天象出发，逐步认识地球和宇宙真实景象的过程，这个过程必然涉及对作为行星的地球整体形态的认识。第三节则综述人类对地球及其各圈层认识进一步的深化。第二、三节还结合认识地球和宇宙的过程，介绍天文、地学及相关领域一些分支学科的形成及其主要涵盖，并借此说明对本课程名称“地球与空间科学”的理解。



地球内部结构图 1-1-1

第一节 直观天象及其观测

现代科学业已揭示了人类赖以生存的地球,以及太阳系、银河系,乃至我们整个宇宙的真实景象及其产生、发展和消亡的历史。但我们不要忘记,宇宙真实景象人类是无法目睹的。由于宇宙极其广袤空旷和人类极其渺小,人眼直接看到的天地现象,即古人所说的天象,与现代科学展现的宇宙真相,大相径庭,以致人们常常难以将二者联系、统一起来。这正是人类探索宇宙历程艰辛而漫长的重要原因;也是现代青少年往往都知道地球、太阳系、银河系等宇宙真相,却不懂眼前基本天象的重要原因。为此,本节将用一种简明易懂的方式来归纳和讲述直观天象的基本特点,同时配合以相应的星空观测实践,使学生能较快地把握天象基本知识。

天象观测也是青少年最有学习兴趣的教学内容之一。

一、人眼中的宇宙

人眼中的宇宙,有目共睹,是一片静止的、水平展开的大地,且日月星辰在一个球形天空上运行。简单地说,就是“天动地静,天圆地平”。直观宇宙为什么表现为这种形象呢?

1. 地平

首先,地球虽然在宇宙中极其渺小,但对人类来说,却是如此巨大,以致地面观察者的视野只能是近似于平面的一小块地球表面,即一片水平展开的大地。由于大地通常起伏不平,为进行测量、研究,天文学中将“过观测者与铅垂线(重力方向)垂直的平面”定义为地平面(见图1-1)。

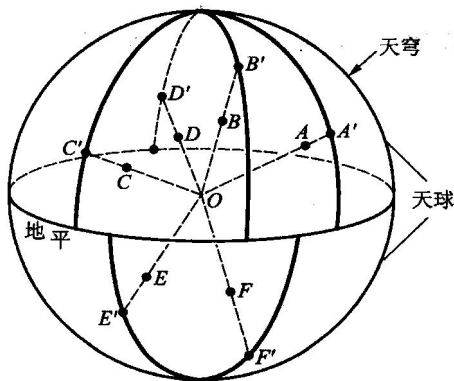


图 1-1 天球和地平

2. 天球

其次,宇宙极其空旷,天体非常遥远,以致人眼分不出天体的远近,所有的天体看上去都分布在一个以自己为中心、与自己等距的球面上。这个直观的、布满天体的球形天空,称为天球。天体沿视线方向在天球上的投影,称为天体在天球上的位置。如图 1-1 所示,立体分布的天体 A 、 B 、 C 、 D 、 E 和 F 在天球上的位置,分别为 A' 、 B' 、 C' 、 D' 、 E' 和 F' 。天体在天球上的位置实质上就是一个方向。试想,当你指着牛郎或织女星说它在天球上何处时,你指的不就是一个方向?至于天球半径为多少,天穹是否非常圆,天体距离有什么差异,你是不用理会的。可见,对星空观测来说,天球多大多圆的问题是没有任何意义的。

知识拓展

测定天体的距离

即使用望远镜,人眼也难以直接区分天体的远近。天体距离是通过精密测量、分析和推理而得到的。例如,对较近的恒星,人们相隔半年(即从图 1-2 的 A 、 B 两位置)测量该恒星空间方向的细微差异,也就是测量出图 1-2 中的 α 角。已知 α 角和地球公转轨道的直径 AB ,就可以利用三角法算出该恒星的距离。

测量出一批较近恒星的距离以后,人们进而寻求恒星距离与恒星其他特征量的关系,从而,对一些未知距离的恒星,可以由恒星的其他特征量,推算恒星的距离。

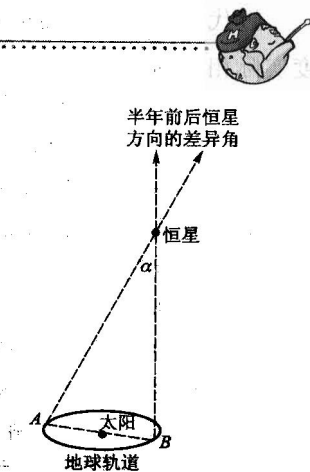


图 1-2 测量较近恒星的距离
(α 角极小,人眼远不能察觉。最近的比邻星的 α 角也不到 1 角秒)

还有一个问题:人们直接观测到的,只是一个半球形天空——天穹。天穹在夜间表现为半个星空,而在白天只不过是球形的蓝天。为什么说“一个布满天体的天球”呢?事实上,不仅现代人,古代人也早就通过一些现象,判断出天球是一个布满天体的完整球面;且白天不见繁星,只是因为日光太强的缘故。

3. 天球上的天体

天球上人眼可见的天体,绝大部分是恒星,约 6 000 颗。其他天体包括:日、月和五大行星(水、金、火、木、土);少数的星云、星团和星系,它们看