

Ziran Dili Shiyan yu Shixi Jiaocheng

自然地理实验 与实习教程

主 编：任健美

副主编：翟大彤 王玉明



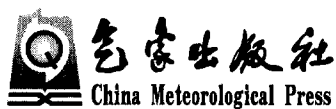
气象出版社

China Meteorological Press

自然地理实验与实习教程

主 编 任健美

副主编 翟大彤 王玉明



内 容 简 介

本书是为高等院校地理科学类日前开设的自然类各门课程编写的实验和实习教材。

教材分为上、下篇。上篇包含地球概论、地图学、地质学、气象学与气候学、植物地理学、土壤地理学、地理信息系统等课程的实验与实习;下篇主要介绍地质学、地貌学、植物地理、土壤地理、综合自然地理等课程的野外实习。

本书可作为高等院校地理科学、资源环境与城乡规划管理、地理信息系统等专业本科生教材,同时也可供环保、地震、水文、气象、生态等相关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

自然地理实验与实习教程/任健美等主编.

北京:气象出版社,2011.4

ISBN 978-7-5029-5203-7

I. ①自… II. ①任… III. ①自然地理学-高等学校-教材

IV. ①P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 060746 号

自然地理实验与实验教程

任健美 主编

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:张锐锐 李太宇

封面设计:博雅思企划

责任校对:石 仁

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:448 千字

版 次:2011 年 4 月第 1 版

印 数:1~1500 册

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:王祥国

责任技编:都 平

印 张:17.5

印 次:2011 年 4 月第 1 次印刷

定 价:35.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

前 言

自然地理是研究自然地理环境的组成、结构、功能、动态及其空间分布规律的学科,是地理学的一个重要分支,涵盖天文、地质、水文、地貌、气象、气候、土壤、生物、生态环境等诸多内容,是一门实践性很强的学科。实践教学在培养高水平地理学人才方面具有十分重要的地位。通过实践教学使学生将理论知识与实践相结合,培养学生的实践能力,了解和掌握本课程的实验方法和技能,掌握有关仪器和工具的使用原理和方法。自然地理学实践教学一直是高校地理学各专业的一门重要的专业基础课和必修课。

当前,突出实践教学、培养创新人才已经成为教育改革的发展趋势。根据国家教委课程合并精简的有关精神,并遵循“厚基础,宽口径、重应用”的要求,地理科学的教学改革更加突出实践环节,精简理论课程,强化能力培养。在此背景下,本教材依托地理学多学科交叉的课程设置特色,依靠老师们在多年实践教学和科研过程中积累的大量第一手资料,从内容和编排体例上努力体现知识的广度与深度的结合,突出技能训练和操作的指导,充实先进的教学内容,以达到培养学生创新精神和实践能力的基本要求。

本教材在内容上除继续保留最常用的基本实验外,还增加了新科学技术。例如地理信息系统实验、自动气象站的内容以及气候变化的统计、分析方法等。全书共分上下两篇。上篇为自然地理实验部分,主要在校内和实验室进行,共七章。含地球概论、地图学、地质学、气象学与气候学、植物地理、土壤地理、地理信息系统等实验;下篇为自然地理野外实习部分,包括地质、地貌学野外实习、水文学野外实习、植物地理野外实习、土壤地理野外实习、综合自然地理野外实习等共五章,主要介绍自然地理野外实习过程中常用的工作方法。

本书由任健美主编,翟大彤、王玉明副主编。各部分编写人员如下:前言和内容简介由任健美编写,第一章由郭海荣编写,第二章由贾宇平编写,第三章由杨东林编写,第四章实验一至实验七由任健美编写,实验八由杨超梅编写,第五章和第七章由邱丽氟编写,第六章和第十一章由王文忠编写,第八章第一、二节由杨东林编写,第三节由柳文龙编写,第四节由王玉明、杨东林编写。第九章由任世芳编写,第十章由翟大彤编写,第十二章由马义娟编写。以上作者中,除杨超梅是广东海洋大学教师外,其余都是太原师范学院城市与旅游学院教师。全书最后由任健美统稿,马琮隆教授审阅了全书,提出了宝贵的修改意见,书中部分插图由孟万忠绘制。在本教材的编写中还得到了太原师范学院教务处和城市与旅游学院领导的大力支持,气象出版社张锐锐、李太宇为本书的顺利出版付出了许多辛勤劳动,在此表示衷心的感谢!

本书是在12位老师的共同努力下完成的。由于篇幅大、内容多,且编写时间仓促,加之我们的专业水平有限,书中可能会有不完善之处。敬请专家、老师和同学批评指正。

编者

2011年4月

目 录

前言

上篇 自然地理实验

第一章 地球概论	(1)
实验一 天球仪的使用	(1)
实验二 地理坐标的测定	(3)
实验三 识星	(5)
实验四 太阳黑子的投影观测	(10)
实验五 月相变化观测	(12)
实验六 月面观测	(13)
实验七 行星观测	(15)
实验八 中国旧历的推算	(16)
第二章 地图学	(19)
实验一 水准测量	(19)
实验二 绘制正轴切方位投影经纬线网	(21)
实验三 地图投影系统和变形性质的辨别	(23)
实验四 用等比数列法进行河流的选取	(26)
实验五 国家基本地形图的分幅与编号	(29)
实验六 地形图的面积量算	(33)
实验七 地形剖面图的绘制	(36)
实验八 等值区域图的绘制	(38)
第三章 地质学	(41)
实验一 矿物的形态与物理性质	(41)
实验二 主要造岩矿物的肉眼观察与描述	(43)
实验三 岩浆岩手标本的观察与认识	(44)
实验四 沉积岩手标本的观察与认识	(47)
实验五 变质岩手标本的观察与认识	(51)
实验六 三大类岩石的综合比较	(54)
实验七 地质模型观察、岩层产状分析与测量	(56)
实验八 古生物标本观察与认识	(60)

第四章 气象学与气候学	(62)
实验一 空气温度与土壤温度的测定	(62)
实验二 空气湿度的测定	(67)
实验三 气压的观测	(73)
实验四 风的观测	(79)
实验五 云、降水、蒸发和天气现象的观测	(82)
实验六 现代自动气象观测系统简介	(87)
实验七 地面气象综合观测	(90)
实验八 气候资料整理方法	(93)
第五章 植物地理学	(109)
实验一 显微镜、解剖镜的构造及使用方法	(109)
实验二 低等植物	(112)
实验三 高等植物——孢子植物	(113)
实验四 种子植物——裸子植物	(115)
实验五 种子植物——被子植物	(116)
实验六 编制与使用植物检索表	(123)
实验七 植物标本的采集与制作	(124)
第六章 土壤地理学	(129)
实验一 土壤样品的采集和制备	(129)
实验二 土壤比重、容重的测定及土壤孔隙度的计算	(130)
实验三 土壤质地的测定	(132)
实验四 土壤水分的测定	(135)
实验五 土壤有机质的测定(重铬酸钾容量法)	(136)
实验六 土壤水解性氮的测定	(137)
实验七 土壤 pH 值的测定(电位法)	(139)
第七章 地理信息系统	(141)
实习一 地理信息系统软件	(141)
实习二 配准	(146)
实习三 空间数据的制作	(148)
实习四 空间数据的查询	(151)
实习五 空间分析	(154)
实习六 地理编码	(159)
实习七 地图制作	(161)

下篇 自然地理野外实习

第八章 地质学与地貌学野外实习	(165)
第一节 地质、地貌学野外实习基础知识	(165)
第二节 地质、地貌学短途野外实习	(172)

第三节	各种地貌类型的野外实习	(180)
第四节	地质、地貌学长途野外实习	(185)
第九章	水文学野外实习	(206)
实习一	水文测站与水文站网布设原则	(206)
实习二	降水量观测	(209)
实习三	蒸发量观测	(212)
实习四	含沙量测量	(214)
实习五	水位观测	(217)
实习六	流量观测	(219)
第十章	植物地理学野外实习	(222)
第一节	实习原理及方法	(222)
第二节	管涔山植物地理实习	(238)
第十一章	土壤地理野外实习	(241)
第十二章	综合自然地理野外实习	(256)
第一节	庐山的基本概况	(256)
第二节	实习路线和主要内容	(257)
第三节	实习调查室内工作和报告的编写	(270)

上篇 自然地理实验

第一章 地球概论

地球概论包括了大量天文学的知识。根据教学需要和课程进度,安排天球仪的使用、地理坐标的测定、识星、太阳黑子的投影观测、月相变化观测、月面观测、行星观测、中国旧历的推算、流星雨的目视观测等九个实验。达到提高学习兴趣,更好地理解知识、巩固知识,帮助学生树立科学的自然观,并培养学生的动手操作能力的目的。

本课程实验与课程同步进行,适用于地理科学、资源环境与城乡规划、地理信息系统三个专业。

实验一 天球仪的使用

一、目的和要求

通过实验,使学生了解天球仪的结构;确定天球仪上主要大圆、点、线等与观测地点的对应关系;掌握在天球仪上读取各种天球坐标,并进行相关计算的方法。

二、主要内容及原理方法

了解天球仪的结构;使用天球仪演示天球的周日运动、太阳的周年运动;利用天球仪求解天文问题。

1. 天球仪的结构

天球仪由天球、地平圈、子午圈和支架四部分组成。

(1)天球:天球是天球仪的主体,其中心轴线代表天轴。天轴两端有轴承,装在子午线圈上,用以支持天球的旋转,两个轴承即天北极 P 和天南极 P' 。天球上垂直于天轴的大圆为天赤道。垂直于天赤道且相交于天极的半大圆是赤经圈,其间距是 $1\text{ h}(15^\circ)$,其赤经值注明在天赤道上。和天赤道平行的圆是赤纬圈,间距一般是 10° (表示赤纬)。与天赤道斜交约 23.5° (黄赤交角)的大圆为黄道,在其上注明黄经度数、日期和节气,表明不同日期太阳在周年视运动中的位置(黄道和天赤道的两个交点是春分点和秋分点,赤经分别为 00 时 和 12 时 ; 06 时 和

18 时赤经线与黄道的交点分别是夏至点和冬至点)。黄道的两个极,即黄北极和黄南极,它们分别与天北极和天南极的角距离为 23.5° 。天球上绘有恒星或星座图形(点的大、小分别表示恒星的明、暗程度)以及肉眼可见的星团和星云及银河等,银河的中心线是银道。

(2)地平圈:地平圈是个水平圆环,始终处于水平状态,与当地地平圈重合,并垂直于子午圈。地平圈与子午圈的交点分别是北点和南点,与天赤道的交点分别是东点和西点。地平圈上自南点开始沿着顺时针方向刻有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 的刻度,表示地平经度(即方位)。

(3)子午圈:子午圈通过天极和观测点所在地的天顶,与地平圈垂直。子午圈与天赤道正交,上面自天赤道到两极刻有 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 的刻度,指示天球上赤纬圈的度数(即赤纬)。子午圈的最高点是天顶,与之对应的最低点是天底,天顶和天底连线即观测点的铅垂线。

(4)支架:支架包括竖环和底座两部分,竖环不但固定地平圈,而且支持子午圈。竖环上自地平圈开始到天顶可有 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 的刻度,表示天球上点的高度。表示子午圈的圆环可以沿垂直方向转动,表示随着观测地纬度的不同,地平圈与天赤道夹角的变化,从而保证天球仪在任何地点的使用。

2. 天球仪的校正

在天球上,地平圈因地而异,引起地平系统和赤道系统的相应变化。而在天球仪上,地平圈永远保持水平。为此,在使用天球仪时,须对其赤道系统进行调整,即天球仪的校正。

(1)方位校正:使地平圈上所注的东南西北四个正方位和当地实际方位相符合,就是方位的校正,这样天球仪上的子午圈就和实际天球子午圈相一致了。

(2)纬度校正:凡是与观测地点有关的问题,都必须对天球仪进行纬度的校正。因为天极的地平高度等于当地纬度,所以,只要转动子午圈,使仰极(观测者在北半球上是天北极,在南半球上是天南极)高度等于当地的地理纬度即可。这样,天球仪显示的就是观测地点所见天体情况。

(3)时间校正:如果讨论具体时刻的天象,还必须对观测时刻进行时间校正。由于天球仪上使用的是恒星时,必须把观测时刻(区时、北京时间、地方时等)转化为恒星时,则可在天赤道上找到与恒星时相应的赤经线,把它置于午圈下即可。如某日北京时间(东 8 区时)转化为太原恒星时的步骤如下:

①按经度相差 1° 时间相差 4 min 计算,把北京时间(120°E 地方平时)转化为太原时间($112^{\circ}34'\text{E}$ 地方平时)。

②查阅当年《天文年历》,依照公式:视时=平时+时差,得到太原视时。

③在天球仪上找出当日的太阳赤经。

④按照“视时+太阳赤经”计算,得到的就是上点的赤经,即太原当时的恒星时。

三、操作步骤

天球仪可以演示天球的周日运动,直观观察太阳周日运动的路线,以及进行天球坐标的读取和计算问题。不同内容的操作步骤如下:

1. 演示天球周日运动和观察太阳周日运动的路线

(1)对天球仪进行方位校正;

(2)根据观测地的纬度进行纬度校正;

(3)以 $15^{\circ}/\text{小时}$ 的速度,顺时针方向(即自东向西)转动天球,演示的就是当地可见的天球

周日运动情形。地平圈以上部分(即可见半球)就是当地所见的天球范围和天体的周日圈情况。

(4)观测地确定的情况下,根据某日太阳赤纬或赤经大小可以确定太阳在黄道上的位置,其周日圈即当日太阳周日运动的路线。

2. 在天球仪上直接求解问题

(1)读取恒星赤经和赤纬的近似值:①在天球仪上找到所要确定的恒星;②将它转到午圈的位置,在天赤道上读出它的赤经值,在午圈上读出它的赤纬值。

(2)已知赤经和赤纬找出某恒星:①按已知赤经值在天赤道上找出它所在的赤经线,转动天球仪,使其位于午圈位置;②在午圈上找出已知赤纬度数,则刻度下边的星就是要找的恒星。

(3)读取某日的太阳黄经、赤经和赤纬的近似值:①在黄道上找到某日的点,该点即太阳某日在天球上的视位置,就可直接在黄道上读出太阳的黄经值;②按读取恒星赤经、赤纬的方法读得太阳的赤经和赤纬。

3. 按已知条件在天球仪上求解问题

(1)已知日期和时间求当时当地的可见天穹的天象:①对天球仪做方位校正;②按当地纬度调整天极高度;③做天球仪的时间校正,进行时间校正后地平圈以上半球即为可见天穹的天象。

(2)求已知恒星时的某恒星时角:求已知恒星时时刻的恒星时角,就是求该时刻某恒星在天球上的位置与午圈之间的角距离。①做天球仪的时间校正,将天球仪固定不动;②找到所求恒星,它的赤经线与午圈在赤道上所夹的弧段即是该星的时角。

例如:求地方恒星时为7时50分时天狼星的时角各是多少?

解:将春分点从午圈起向西转7时50分(即7时50分赤经圈与午圈重合),这时天狼星的赤经线与午圈的夹角,就是它的时角,约1 h 09 min。

(3)求某地某日太阳出没时刻和出没方位、上中天高度和昼夜时间长度:①按已知地理纬度做纬度校正;②根据当日太阳赤经或赤纬在黄道上确定太阳的位置;③将该日太阳置于午圈位置,在午圈上读出太阳的上中天高度;④转动天球仪,使太阳位于地平圈上,此时太阳位置即日出点(在东方)或日没点(在西方),这两点的方位角,即日出(或日没)的方位角;⑤从天赤道上数一下日出点在天赤道上的投影与午圈之间的间隔时数,即上午时间长度,乘2即得当日昼长,24 h减去昼长即得当日夜长。

实验二 地理坐标的测定

一、目的和要求

了解经度、纬度的测定原理;掌握测定观测地经度和纬度的简易方法。

二、主要内容及原理方法

利用北极星测定太原的地理纬度;利用立杆测影法测定太原的地理经度、地理纬度。

1. 地理经度测定原理

通过教材学习可以知道,时刻是以天体的时角度量的,而时角的度量是以午圈为始圈的,那么,地球上不同经度的地方,它们的时刻便各不相同(因为各地有不同的午圈)。此外,由于

地球自西向东自转,所以偏东的地方,时刻偏早。具体地,经度相差 15° ,时刻相差 1 h;经度相差 $15'$,时刻相差 1 min。已知东八区中央经线在太原以东,因此北京时间时刻较早。据此,在这里测试经度问题实质上就是计算时刻差问题。

白天晴空将近当地正午,实验中,测定日影最短时的北京时间(120°E 地方平时),此时太原的地方视时为 12 时,根据下列公式进行计算:

$$120^\circ\text{E}-\text{太原经度}=\text{北京时间}-\text{太原地方平时} \quad (1.1)$$

$$\text{太原地方平时}=\text{太原地方视时}-\text{时差} \quad (1.2)$$

其中,太原正午时日影最短,此时太原地方视时为 12 时。经过整理,得到公式:

$$\text{地理经度}=120^\circ-(\text{北京时间}-(12\text{时}-\text{时差}))=20\text{时}-\text{北京时间}-\text{时差} \quad (1.3)$$

太原当日时差可以用当年的《天文普及年历》查出,据此可以计算出太原的地理经度。

2. 地理纬度测定原理

(1)立杆测影法测定地理纬度:根据正午太阳高度的计算公式,可以计算出地理纬度:

$$\text{地理纬度}=90^\circ-\text{正午太阳高度}+\text{太阳赤纬} \quad (1.4)$$

太阳赤纬值日变化很小,一年内任何一天的太阳赤纬可用下式计算:

$$\sin\delta=0.39795\cos[0.98563(N-173)] \quad (1.5)$$

式中 N 为日数,自 1 月 1 日开始计算。利用立杆,可以测定出正午时的太阳高度,具体方法如下:

将一根标杆垂直竖立在水平地面上,当影子最短时即太阳最高时,量出影子长度以及杆长。

$$\tan H=\text{标杆长度}/\text{杆影长度} \quad (\tan H=a/b) \quad (1.6)$$

其中, H 代表正午太阳高度角。

(2)利用北极星测定地理纬度:根据教材,体现地平坐标系和第一赤道坐标系的联系,有如下关系式:

$$\text{仰极高度}=\text{天顶赤纬}=\text{地理纬度} \quad (1.7)$$

对于北半球,仰极即天北极,仰极高度也就是北极高。因此,测定出北极高就可以知道当地的地理纬度。具体方法如图 1.2 所示:

利用半圆形量角器测定出北极星相对于地平面的高度,就是北极高(即当地地理纬度)。

三、操作步骤

1. 立杆测影法测定地理纬度、地理经度

(1)使用罗盘,确定地平面上的正南、正北点,在地上画线连接两点,面朝正南则地面上这条线代表当地的子午圈平面位置;

(2)将标杆垂直竖立在正南方地面,度量地面以上标杆的高度并记录;

(3)当标杆的影子落在子午线上时,在地面标出其位置并度量标杆影长,同时记录当时的时间(即北京时间);

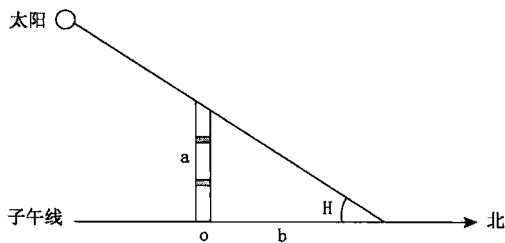


图 1.1 立杆测影测定地理纬度原理示意图

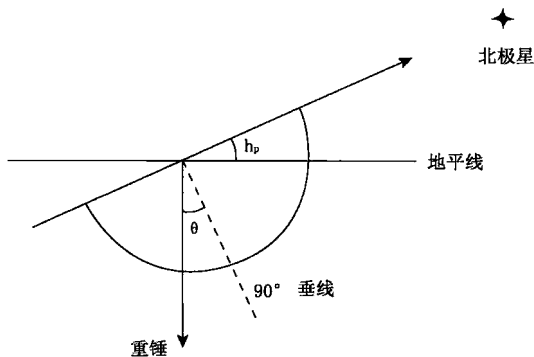


图 1.2 利用北极星测定地理纬度原理示意图

(4)根据记录结果,分别计算地理纬度和地理经度。

2. 北极高测定地理纬度

- (1)在夜间晴空中找到北极星;
- (2)在半圆形量角器上画出垂直于直边的垂线,并在中心固定一栓有铅锤的细绳;
- (3)转动量角器,使眼睛、量角器的直边和北极星在一条直线上;
- (4)读出铅垂线与量角器直边垂线的夹角 θ ,就等于北极星的高度 h_p ,亦即当地纬度的近似值。

六、注意事项

立杆测影法测定地理纬度和地理经度,虽然方法非常简单,但是也容易造成误差。为了提高测定的精度,可以通过一天内在正午前后进行多次测定和进行几天测定。还可以将测定结果与已知经纬度进行比对,寻找误差产生原因和减少误差的方法。

实验三 识星

一、目的和要求

在学习和掌握天球坐标的基础上,了解星空的划分和星座分布大势;结合天球的周日运动,认识四季星空变化的规律;借助活动星图,学会辨认夜空中主要的亮星和星座。

二、主要内容及原理方法

利用星图熟悉星空分布大势、掌握星空变化规律;认识实验季节夜空中主要的亮星和星座;掌握活动星图的使用方法。

1. 星空的分布大势

按照一年分为四季的传统,把球形天空(天球)按赤经分为“四大星区”。每一星区北起天北极,南至天南极,各跨赤经6h;每区的中央赤经线分别为00时、06时、12时和18时的时圈,即春分圈、夏至圈、秋分圈和冬至圈。每一星区各以其拱极星座命名,自西向东依次为仙后星区、御夫星区、大熊星区、天琴星区,简称“后、御、熊、琴”(见图1.3)。

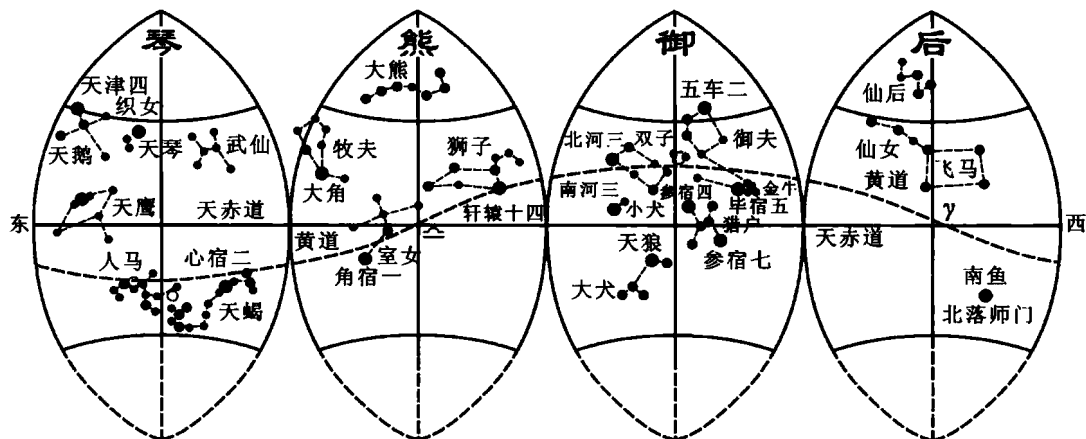


图 1.3 四瓣简明星图(引自金祖孟、陈自悟编著《地球概论》)

各星区主要的星座、亮星及其特征情况见表 1.1。

表 1.1 四大星区、主要星座、亮星及特征

星区	星座	亮星及主要特征
仙后星区 (后)	仙后座	形似字母 W,利用它可找到北极星。
	仙女座	三颗亮星排列成一条直线。
	飞马座	呈一大四边形(东北一隅属仙女座),四边形的东边向北延伸,直指北极星。
	南鱼座	南鱼座 α (中文名北落师门)是本区惟一的一颗一等星,沿飞马座四边形的西边向南延伸,即可找到。它的位置偏南、离地平较低,附近星稀,西方有“海角孤星”之称。
御夫星区 (御)	御夫座	明显的五边形,中国古代称“五车”。主星 α (五车二)是北天主要亮星。
	金牛座	著名黄道星座。有一簇呈 V 字形的星群(毕星团),主星 α (毕宿五)位于 V 字一端是红色亮星。V 字的西北有昴星团,俗称“七姊妹”(正常视力只能见六颗)。
	猎户座	全天最壮丽的星座,横跨天赤道,世界各地都能见到。它由二颗一等星(参宿四和参宿七)和五颗二等星组成,有“参宿七星明烛宵、两肩两足三为腰”之说。中部三颗合称参宿三星,位于天赤道上。参宿三星东南有一肉眼可见亮星云(猎户大星云)、距离 1500 光年。
	大犬座	形如砍刀。主星 α (天狼)是全天最明亮的恒星。
	小犬座	星数很少。主星 α (南河三)是著名的一等星,它同参宿四和天狼星构成一个等边三角形。
	双子座	黄道星座。成两行排列。亮星有 α (北河二)和 β (北河三),后者是一等星。
大熊星座 (熊)	大熊座	北天最著名星座。七颗亮星排成“熨斗”形状,故称“北斗”。可用它的两颗指极星(天枢、天璇)来找北极星,民谚:“识得北斗,天下好走”。
	牧夫座	形如风筝,也像一条倒挂的领带。主星 α (大角)是北天头等亮星,正处在北斗七星柄的自然延伸线上。
	狮子座	黄道著名星座。形如雄狮,由头部的“镰刀”和尾部的三角形组成。主星 α (轩辕十四)是一等星,位于镰刀柄端,贴在黄道上。
	室女座	黄道星座。呈不规则的土字形。主星 α (角宿一)是一等星,南北两角(大角和角宿一)同轩辕十四,构成一个巨大的直角三角形。
天琴星座 (琴)	天琴座	范围很小。主星 α (织女)是北天头等亮星。织女有四颗暗星组成一个菱形,是传说中织女用以织布的“梭子”。
	天鹰座	近天赤道和银河。主星 α (牛郎)中名河鼓二,它与西侧的两颗暗星组成“牛郎三星”,民间俗称“扁担星”。与织女星隔河相望。
	天鹅座	呈一明显的“十字形”。整个星座位于银河中。主星 α (天津四)是一等星,中国古代称此星座为“天津”(意即渡船)。
	天蝎座	著名黄道星座。形如张着两螯的巨蝎。主星 α (心宿二)是红色亮星,古称“大火”,心宿二与两侧的两颗暗星合称“心宿三星”。
	人马座	位于银河最明亮部分。是银河中心方向所在。东部六星组成“南斗”。

2. 星空的季节变化

星空季节变化的直接原因是太阳的周年运动(向东),它延缓了太阳随天穹周日旋转(向西)的速度。假设太阳今天与某恒星同时中天,那么到了明天,由于太阳在黄道上东移了约 1° ,就要比该恒星推迟 4 min 中天。或者说,恒星中天时刻逐晚提早 4 min;对于同一观测时刻来说,逐日偏西 1° 。这就是说,在地球上的人看来,太阳不同于其他恒星,因为地球的自转和绕日公转,天穹星室日转一周,还年转一圈,这就造成星空的季节变化。

3. 四季星空

四大星区在同太阳的关系上,不同季节处于不同的地位。具体地说,太阳大体上于春夏秋冬四季,分别经过御熊琴四大星区。太阳达到的那个星区,在周日运动中“偕日升落”,成为该季不可见星区。反之,与太阳相对(黄经相差 180°)的星区,随太阳此升彼落,是彻夜可见的星区。同理,太阳的东邻星区,迟太阳西落,前半夜见于西天;太阳的西邻星区,先太阳东升,后半夜见于东天。上述四类星区的变化情况,列表如下:

表 1.2 四季星空的变化规律

星区	春	夏	秋	冬	出没情况	夜晚所见
太阳所在星区	后	御	熊	琴	偕日升落	不可见
太阳东邻星区	御	熊	琴	后	迟太阳后落	前半夜西天
太阳所对星区	熊	琴	后	御	此升彼落	彻夜可见
太阳西邻星区	琴	后	御	熊	先太阳早升	后半夜东天

春夜星空:主要星座有大熊座、小熊座、狮子座、牧夫座、室女座。春季星空中,最引人注目的是高悬于北方天空的北斗七星,位于天顶略偏东北的方向,由于七颗星的亮度都比较高,所以都很容易找到。从北斗七星出发,就能找到春季的主要亮星:顺着斗柄的指向,可以找到一颗亮星,即牧夫座的大角,然后到达室女座的主星角宿一。室女座的西北,是著名的狮子座,它是春夜星空最辉煌的中心。狮子星座的主星,中文名轩辕十四,是处于黄道上的一颗一等星,有时有明亮的行星走近时,就非常好看了。

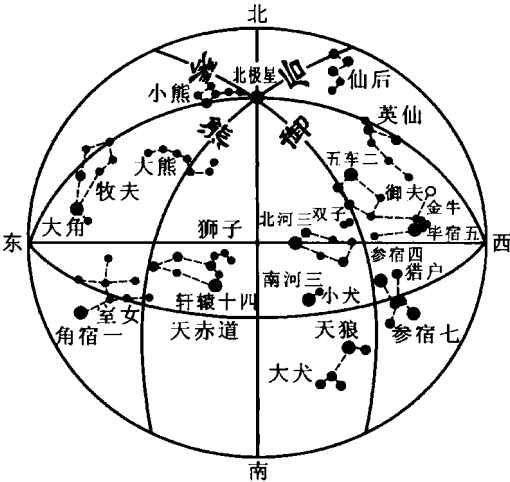


图 1.4 春季星空

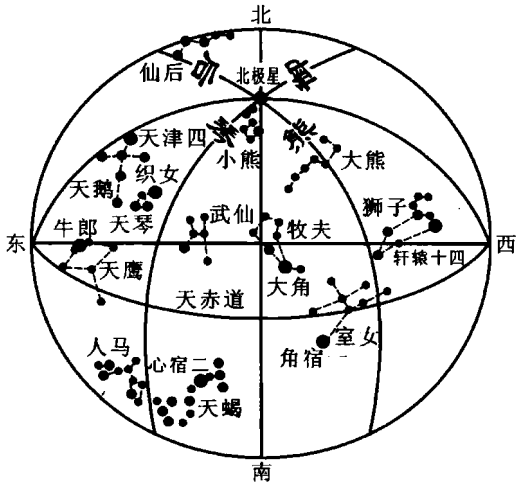


图 1.5 夏季星空

(引自引自金祖孟、陈自悟编著《地球概论》)

秋夜星空：“飞马当空，银河斜挂”，这是秋季星空的象征。主要星座有天琴、天鹅、仙女、飞马、仙后、天鹰、天蝎、人马、南鱼等。巡视秋季星空，可从头顶方向的“秋季四边形”（又称为“飞马—仙女大方框”）开始，这个四边形十分近似一个正方形，而且当它在头顶方向时，其四条边恰好各代表一个方向。秋季四边形由飞马座的三颗亮星（ α 、 β 、 γ ）和仙女座的一颗亮星（ α ）构成，十分醒目。将四边形的东侧边线向北方天空延伸（即由飞马座 γ 星向仙女座 α 星延伸），经由仙后座，可找到北极星。将四边形的西侧边线向南方天空延伸（即由飞马座的 β 星向 α 星延伸），在南方低空可找到秋季星空的著名亮星北落师门（南鱼座 α 星），沿此基线向北延伸，可找到仙王座。从秋季四边形的东北角沿仙女座继续向东北方向延伸，可找到由三列星组成的英仙座。仙王、仙后、仙女、英仙、飞马和鲸鱼诸星座，构成灿烂的王族星座，这是秋季星空的主要星座。

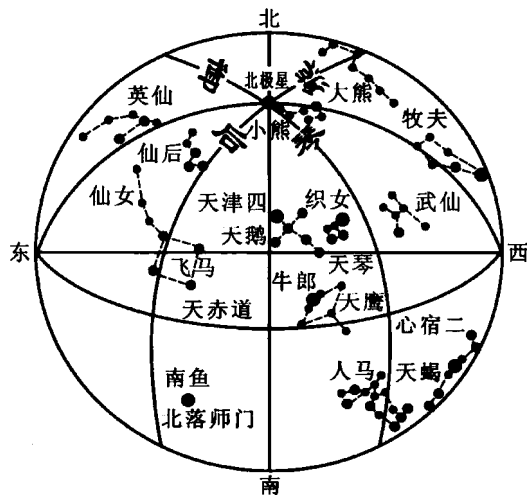


图 1.6 秋季星空

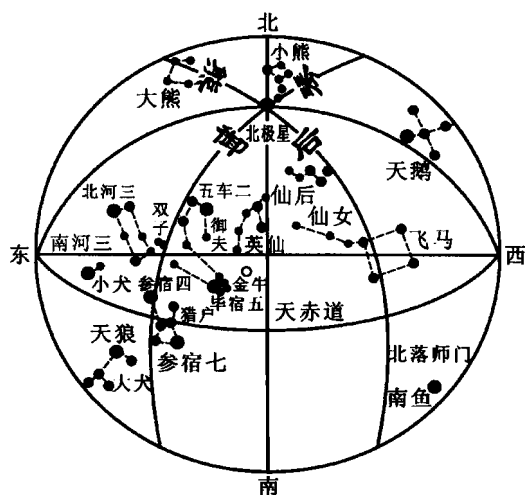


图 1.7 冬季星空

(引自引自金祖孟、陈自悟主编《地球概论》)

冬夜星空：在一年四季之中，冬季星空最为壮丽。冬天，是一年四季中亮星最多的季节，有不少星座都非常好认。主要有仙后、英仙、金牛、御夫、双子、猎户、大犬、小犬等星座。最引人注目的，当然是高悬于南方天空的猎户座：夹在红色亮星参宿四（猎户座 α 星）和白色亮星参宿七（猎户座 β 星）之间的三星（猎户座 δ 、 ϵ 、 ζ ）颇为吸引人。顺着三星向南偏东寻去，可找到全天最亮的天狼星（大犬座 α 星）。在参宿四的正东，另有一颗亮星南河三（小犬座 α 星）。沿猎户

座三星向西北望去,可找到另一颗红色亮星毕宿五(金牛座 α 星),毕宿五附近的几颗小星属于著名的“毕星团”,再继续向北天寻去,可看到由6~7颗小星组成的“昴星团”,它们皆属于金牛座。金牛座的东北,是五边形的御夫座,御夫座主星五车二也是一颗很亮的星。顺着参宿七和参宿四的连线向东北望去,可找到两颗亮星,它们是北河三(双子座 β 星)和北河二(双子座 α 星)。

4. 活动星图的制作原理和使用说明

(1)制作原理:天球和地球有一个基于地球自转的共同坐标系——赤道坐标系。在这一坐标系里,天球、地球的赤道面重合;天球的天极、地球的地极有一条共同的轴线。如果以极点为圆心,把天球上的恒星位置和地球某一指定纬度的地平座标圈,分别展绘在同尺度的两幅平面图上,并使两幅图的极点(圆心)上下对准,就可以得到活动星图。活动星图由两个圆盘组成:

星盘——是一幅天球的极坐标展视图,盘心为天北极。盘的周边有一以时间为单位的恒星赤经度数,自通过春分点的赤经线开始作顺时针方向标度,每小时 $=15^\circ$ 。盘面标有以下星座信息:国际通用的星座界限、星座名称、星间连线、星名符号、星座图形,以及太阳在天球上运行的路线——黄道、表示银河系中线的银道等。一般使用的是适用于 $30^\circ\sim 45^\circ\text{N}$ 的活动星图,星盘上绘制的星座是这一区域范围内可以看到全天88个星座中的75个。星盘上所绘恒星根据恒星亮度的不同,使用大小不同的点加以区分。

地盘——绘有椭圆形窗口,即观测者所在地可见的星空范围。通常绘有两个以上的椭圆形窗口,便于不同观测地根据其纬度选择使用。地盘的周边绘有日期标度。地盘上还绘有星等的标度,0等星最亮,1等星稍暗,2等、3等、4等…星逐次减暗。

有些活动星图制作时,日期标度在星盘上,时间标度在地盘上。

(2)使用说明:如果把活动星图平放在桌面上并和地图比较,会看到活动星图的东西方位恰与地图相反;但是,看星应为仰视,因此,只要把活动星图举过头顶,摆正方向,其东西点还是和实际相符的。此外,活动星图的椭圆形地平窗口虽为平面,但却变形地表示着地平线以上的天球可见半球。

使用活动星图观测星座时,首先要根据观测地纬度选好合适的椭圆形窗口;其次,使用星图时要将其举过头顶仰视,注意活动星图上标的方向应和观测地的实际方向一致;另外,要把地盘周边的日期与星盘周边的时刻旋转对齐,此时活动星图展示的星座就和当时的星空一致。

三、操作步骤

1. 在地盘上选择适合观测地纬度的椭圆形窗口;
2. 将地盘上的日期与星盘上的时刻对应,这时从地盘上的椭圆形窗口所看到的就是观测者当时可见的星空范围;
3. 面朝正南方站立,将星图举过头顶,使窗口上的方位与实际方位相吻合;
4. 在夜空中相应位置寻找星图上所显示的星座。

四、注意事项

1. 选择合适的观察点:观察点位置尽可能高些,周围没有较高的障碍物和强烈、耀眼的灯光照射;
2. 选择合适的观察时间:观察时要求“天空不明不暗”,晴朗无云且有些月光。月光可以

遮蔽暗黑,利于观察。因此,不要在满月进行,月初和月底是观星的较好时间,最好是初四至初八。

3. 使用合适的活动星图:由于地理纬度不同,各地可见的星空范围不同,因此选购和使用活动星图时,要注意所在地的纬度。

4. 适时调整活动星图:由于地球自转,星空自东向西转动。因此,如果观测时间较长的话,需要及时调整星盘上的时刻与地盘上的日期相对应,以保证星图上椭圆形窗口展示的星空范围和当时星空保持一致。

实验四 太阳黑子的投影观测

一、目的和要求

通过实验,使学生掌握太阳黑子的投影观测方法;了解太阳黑子的形态特征与分布规律;初步认识太阳黑子活动规律。

二、主要内容及原理方法

观测太阳黑子形态和数量,并根据观测记录的数据计算有关数量特征。

1. 太阳黑子的投影观测原理

太阳黑子的投影是在导星镜上观测的。转动望远镜对准太阳,确定太阳已经进入导星镜视场的中心位置。取下导星镜的目镜(连三角棱镜一起取下),再取下导星镜的镜盖(注:因为投影必须很强的光才能投出,所以要取下整个镜盖)。在镜头盒里找出太阳投影镜及公用接口,通过公用接口把太阳投影镜连接到导星镜上。然后把投影杆插入导星镜边上的投影支架上,把投影板对着太阳投影镜约 20 cm 处,用投影支架上的螺钉锁住投影杆。这时太阳的投影像就出现在投影板上了。再调节望远镜的焦距,使日像最清晰,还可以调节投影板与太阳投影镜的距离来改变日像的大小尺寸,然后通过太阳黑子的投影来描绘太阳黑子。

2. 计算太阳黑子相对数

太阳黑子的多少是太阳活动强弱的重要标志,而太阳黑子活动程度是用黑子相对数表示的,其计算公式如下:

$$R = k(10g + f) \quad (1.8)$$

式中: R —黑子相对数; g —观测时的黑子群数; f —观测时的单个黑子总数; k —换算因子,它取决于望远镜的口径大小、观测技术和天气明晰程度,对于短期观测,可取 $k=1$ 。对于一次性的观测实习来说,黑子聚在一起就算一群,其特征是东西长,南北窄,一般有两个主要黑子。有的为单独一个黑子而距别的黑子较远,也算一群黑子。黑子的个数,一般按本影计算,如在一片半影中有几个本影黑点就算几个黑子。

三、操作步骤

1. 观测准备

(1)准备记录纸:准备一张足够大的白纸(至少 A4)。太阳投影像的标准直径是 17.4 cm,在纸上以此为直径作一个圆,再在这个圆上画出一条直径。