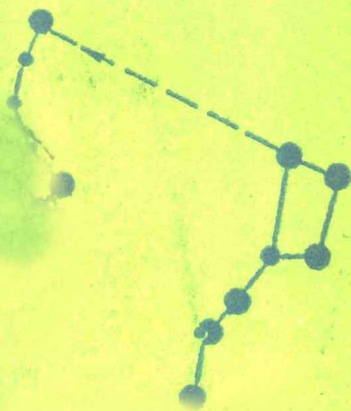
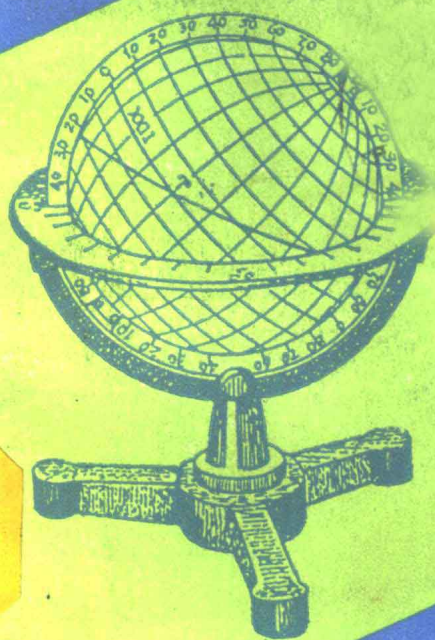


936846

# 地球概论实习指导

应振华(主编) 王多文 彭清玲 编著



高等教育出版社

高等学校教学用书

# 地球概论实习指导

应振华 (主编) 王多文 彭清玲 编著

高等教育出版社

1990年12月

## 内 容 提 要

本书包括课堂实习和作业, 星空观测和地理坐标测定两大部分, 共3项。每一项目都阐明其目的、原理、操作过程、注意事项等, 实用、具体。各校可根据具体情况和实习条件进行选择。本书可供高等师范院校、师专、教育学院地理专业地球概论基础实习用教材, 也可供天文爱好者学习参考。

(京) 112号

高等学校教学用书

### 地球概论实习指导

应振华 (主编) 王多文 彭清玲 编著

人民教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

北京市顺义县印刷厂印装

开本850×1168 1/32 印张 5.75 字数 140 000

1991 年 8 月第1版 1991 年 8 月第1次印刷

印数0001—2641

ISBN7-04-003425-5/P·4

定价2.15元

## 前 言

《地球概论》是高等师范院校地理系的一门专业基础课。自1978年以来已出版了几种不同风格、不同体系的教材和教学参考书，以及一些挂图，此外，还批量生产了有关教具。所有这些，对提高《地球概论》的教学质量都起到了积极作用。然而，作为与教材相配套的实习教材，由于种种原因未能编写出版，不能不说是一种缺陷。今天，在广大《地球概论》教师的共同努力下，在高教出版社的支持下，本书得以同读者见面。

本实习教材的编写，是根据《地球概论》教学大纲的要求，紧密与《地球概论》教材相配合，着重对学生动手能力的培养，以期达到验证、消化、运用、巩固教材中所讲的基本知识和基础理论，为他们将来在中等学校课堂教学和指导天文活动打下基础。

本教材分课堂实习和作业、星空观测和地理坐标测定两部分，共34个实习。它们只是编者在以往教学实践的基础上，从作过的实习中筛选出的一部分，并不一定全面得当，肯定会有遗漏和不妥之处。

按现有《地球概论》课时的安排，要完成本教材所列出的实习，可能有一定困难。但考虑到各校的教学时数不一，教学设备不同，可以选择其中的某些部分进行教学实习，有些可以合并作；有些可在课堂进行，有些则可以在课余去作。总之，各校可依据具体情况和参考本书各实习中的建议，灵活安排。

本教材中的实习1·1至1·3、1·9、1·10、1·12、1·13由彭清玲副教授撰写，2·2、2·5至2·12、2·17至2·19由王文多副教授撰写，其余的实习和附录由应振华教授撰写。最后由应振华修改定稿。但由于编者学术水平和实践经验有限，对审稿中提出的意见，很可能理解不够准确，错误和不足之处在所难免，欢迎同行批评指正。

本教材在成书过程中，得到高教出版社黎勇奇副编审的大力支持、关心和指导，承蒙华东师大金祖孟教授和杭州大学刘南副教授主审。金祖孟教授已是耄耋之年，患有严重的颈椎病，提笔困难，带病对书稿进行了详细审阅，提出了非常中肯的修改意见。刘南副教授正值赴美前夕，忙于讲学的准备工作，但他仍挤出时间对初稿字斟句酌地进行了细致的审阅，提出了许多宝贵的意见。参加审稿的还有：华南师大刘南威教授、山东师大金荣兴副教授、华东师大陈自悟副教授、杭州教育学院谢秉松副教授和贵州师大方明亮副教授，此外，陕西省测绘局董鸿闻高级工程师对实习2·13、2·17至2·19进行了审阅，他们也都以认真负责的态度提出了许多有益的修改意见。教材中的插图由陕西师大党根录工程师协助设计和绘制，陕西师大高建中讲师对书稿做了部分工作，编者所在学校的校系领导对本教材的编写也给予了关心和支持。对此，我们一并表示感谢！

编 者

1990年8月

# 目 录

前言	( 1 )
<b>第一部分 课堂实习和作业</b>	<b>( 1 )</b>
1·1 天球仪的构造和在天球仪上直接求解问题	( 1 )
1·2 天球仪的校正和按已知条件在天球仪 上求解问题	( 4 )
1·3 利用天球仪演示有关天体的视运动	( 10 )
1·4 天球坐标转换的解析法	( 15 )
1·5 用沃尔夫图解决球面坐标问题	( 17 )
1·6 太阳近似坐标的计算	( 27 )
1·7 月亮近似坐标的计算	( 30 )
1·8 农历的编制	( 32 )
1·9 查表法推算日月食	( 36 )
1·10 图解法推算日月食	( 41 )
1·11 黄白交点退行	( 42 )
1·12 地轴进动的演示	( 45 )
1·13 行星动态图解法	( 47 )
1·14 日晷的制作、安装和使用	( 53 )
1·15 转动星图的制作	( 56 )
<b>第二部分 星空观测和地理坐标测定</b>	<b>( 63 )</b>
2·1 转动星图的应用	( 63 )
2·2 利用分区星图认星	( 76 )
2·3 确定地球上的点线圈	( 80 )
2·4 辨认行星	( 83 )
2·5 天文望远镜的光学系统和主要光学 性能及其测定	( 87 )
2·6 天文望远镜的安装、调整、使用和维护	( 96 )
2·7 太阳黑子的观测	( 103 )
2·8 观察月面特征	( 107 )

2·9	日月食的观测 .....	(112)
2·10	望远镜观察行星 .....	(116)
2·11	流星群的目视观测 .....	(119)
2·12	望远镜观察双星、星团、星云和星系 .....	(124)
2·13	收录时号定钟差和钟速 .....	(128)
2·14	简易标定测站子午线 .....	(134)
2·15	简易测定经度和纬度 .....	(139)
2·16	经纬仪的结构和使用 .....	(142)
2·17	北极星高度法测定纬度 .....	(150)
2·18	北极星任意时角法测地面目标方位角 .....	(152)
2·19	测两星天顶距同时定经度和纬度 .....	(156)
<b>附录</b>	.....	(160)
1.	化平太阳时为恒星时 .....	(160)
2.	化恒星时为平太阳时 .....	(161)
3.	我国主要城市的经纬度 .....	(162)
4.	平均蒙气差表 .....	(163)
5.	明亮行星动态 (1991-2000年) .....	(164)
6.	日中心食表 (1991-2020年) .....	(166)
7.	月食表 (1991—2020年) .....	(167)
8.	星座表 .....	(169)
9.	1、2等星和部分3、4等星星表 (2000.0) .....	(172)
<b>主要参考书</b>	.....	(178)

# 第一部分 课堂实习和作业

## 1·1 天球仪的构造和在天球仪上直接求解问题

### 一、目的

1. 熟悉天球仪的构造；
2. 学会在天球仪上直接求解问题。

### 二、工具

天球仪、两脚规。

### 三、说明

天球仪就是天球模型。它除供天文初学者认星外，主要用来解决球面位置对于不同坐标系统的换算关系，演示天体视运动和求解一些球面天文学问题。因而，天球仪具有较多的实用性，是《地球概论实习》必备的仪器。

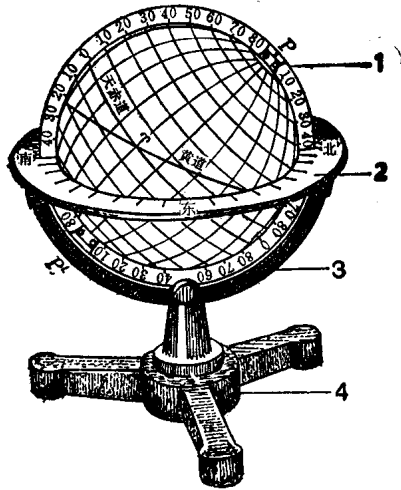
### 四、天球仪的构造

天球仪（图1-1）由天球、地平圈、子午圈和支座四部分组成。

#### 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 $P'$ 。天球上距两天极相等距离的大圆为天赤道。和天赤道正交的半大圆（以两极为终端）是赤经线，其间距一般是 $1$ 时（ $15^\circ$ ），其赤经值注明在天赤道上。和天赤道平行的小圆是赤纬圈，间距一般是 $10^\circ$ 。和天赤道斜交约 $23.5^\circ$ 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。黄道的两个极，即黄北极和黄南极，它们分别与天





1.子午圈 2.地平圈 3.竖环 4.支座

图1-1 天球仪

北极和天南极的角距离亦约 $23^{\circ}.5$ 。黄道与天赤道相交的两点：春分点和秋分点。0时赤经线通过的点是春分点，12时赤经线通过的点是秋分点。6时赤经线与黄道的交点是夏至点，18时赤经线与黄道的交点是冬至点。天球上绘有星座图形、肉眼可见的星团和星云以及银河等。银河的中心线是银道。

## 2. 子午圈

子午圈是通过天极和测点天顶的大圆。子午圈与天赤道正交，上面刻有自天赤道到两极 $0^{\circ}-90^{\circ}$ 的刻度，刻度数值和天球上赤纬圈的度数相对应。子午圈的最高点是天顶，与之对应的最低点是天底。天顶天底连线即测点的铅垂线。

## 3. 地平圈

地平圈是个水平圆环，固定在竖环上。地平圈与子午圈正交于北点和南点，与天赤道相交于东点和西点。地平圈上有 $0^{\circ}-360^{\circ}$ 的刻度，表示地平经度（方位角），自南点（或北点）顺时针方向度量。

#### 4. 支座

支座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，从而使天球仪成为一个整体。

#### 五、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将它转到午圈的下面，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星

①按已知赤经值在天赤道上找出它所在的赤经线（非整时的赤经线用内插法确定），转动天球仪，使其位于午圈下边。

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某星。

##### 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（1），读得太阳的赤经和赤纬。

##### 4. 量度两星间的角距离

①张开两脚规对准要量度的两颗星。

②将张角移到天赤道或黄道上，即可读出该两星间的角距离。

#### 六、习作

在天球仪上直接求解下列问题：

##### 1. 求下列各星赤经、赤纬的近似值。

星名	赤经	赤纬	星名	赤经	赤纬
御夫 $\alpha$ 星（五车二）			天蝎 $\alpha$ 星（心宿二）		
狮子 $\alpha$ 星（轩辕十四）			天鹅 $\alpha$ 星（天津四）		
室女 $\alpha$ 星（角宿一）			南鱼 $\alpha$ 星（北落师门）		

2. 已知下列各星的赤经、赤纬，找出它的星名和所属星座。

赤经, 赤纬	星名	星座	赤经, 赤纬	星名	星座
$2^{\text{h}} 03^{\text{m}}, +42^{\circ}15'$			$14^{\text{h}} 38^{\text{m}}, -60^{\circ}46'$		
$6^{\text{h}} 24^{\text{m}}, -52^{\circ}41'$			$19^{\text{h}} 50^{\text{m}}, +08^{\circ}49'$		
$11^{\text{h}} 53^{\text{m}}, +53^{\circ}47'$			$23^{\text{h}} 04^{\text{m}}, +15^{\circ}07'$		

3. 求下列日期的太阳黄经、赤经、赤纬的近似值。

日期	黄经	赤经	赤纬	日期	黄经	赤经	赤纬
2月4日				8月7日			
3月21日				9月23日			
5月5日				11月7日			
6月22日				12月22日			

4. 求下列两星的角距离。

星名	角距离	星名	角距离
天狼 (大犬 $\alpha$ 星), 参宿四 (猎户 $\alpha$ 星)		织女 (天琴 $\alpha$ 星), 牛郎 (天鹰 $\alpha$ 星)	
参宿四, 南河三 (小犬 $\alpha$ 星)		牛郎, 天津四 (天鵝 $\alpha$ 星)	
南河三, 天狼		天津四, 织女	

## 1·2 天球仪的校正和按已知条件在天球仪上求解问题

### 一、目的

学会正确使用天球仪和在一定条件下求解问题。

### 二、工具

天球仪、两脚规、细铁丝（细线或纸条）。

### 三、说明

观察者是在地平-赤道坐标系统中观察天体在天球上的视位置和视运动的。因此，凡是求解有关天体在当时当地的视位置和视运动的问题，都必需将天球仪调整到与观察者的地平-赤道坐标系统相符合的位置，然后再按给定的条件求解问题，才能得到正确的解答。这种调整就叫做天球仪的校正。

### 四、天球仪的校正

#### 1. 纬度校正

凡与观测地点有关的问题，都必需对天球仪进行纬度的校正。因为天极的地平高度等于当地的纬度，所以，只要转动子午圈，使天极（观察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。经过纬度订正后，即可借天球仪演示天体在当地周日旋转的一般情况。

#### 2. 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。

#### 3. 时间校正

如讨论具体时刻的天象，还必需对观测时刻进行时间校正。

①因为春分点的时角就是地方恒星时，所以，如果观测时刻是地方恒星时，先将春分点置于午圈之下，并在天赤道上找到与给定的观测时刻相应的赤经数；然后按天球仪转动方向转到该时刻经线与午圈重合即可。

②如果观测时刻是地方视时，先在黄道上确定当日太阳的位置，当地方视时小于 $12^{\text{h}}$ 时，就将太阳置于午圈之下，然后转动天球仪，在天赤道上注视转动的角度等于观测的地方视时止；当地方视时大于 $12^{\text{h}}$ 时，就将太阳置于午圈之下，然后转动天球仪，转动的角度等于观测时刻减去 $12^{\text{h}}$ 的差值止。

③如果观测时刻是地方平时，则应按时差订正为视时，再按上述方法校正。如果是“北京时间”，那就需先按经度差订正为地方平时，再订正为视时，然后按上述方法校正。

## 五、按已知条件在天球仪上求解问题

### 1. 认识星座和亮星

因为星空有周日变化和周年变化，所以，在一定地点的不同日期时刻的星空形象是不同的。应用天球仪认星时，经过对天球仪进行纬度、方位和时间校正后，天球仪地平圈以上所显示的星空就是观察时刻所见的实际星空。这时，过天球中心和球面上某星点的连线向外延伸，必将遇到天空上真实的某星。初学认星者，或者先从天球仪上确定要认的星座和亮星，然后按其高度和方位在星空中对照证认；或者相反，先从实际星空出发，然后在天球仪上找到它的星名和所属星座。关于具体认星方法，将在实<sub>习</sub>2·1、2·2中详述。

### 2. 求天顶的赤纬和由赤纬确定天顶的位置。

#### ①求天顶的赤纬

#### ②天球仪做纬度校正。

③在午圈上读出从天赤道(午圈上的 $0^\circ$ )到天顶之间的刻度，即天顶的赤纬。

#### ④由赤纬确定天顶的位置

当天球仪没有以天顶为轴心的沿地平圈滑动的地平坐标尺时，欲在其上求解有关地平坐标问题时，需首先确定出天顶的位置。方法是在午圈上从 $0^\circ$ 起向上到与地理纬度相等的刻度上，其下点就是观测者的天顶(天顶的赤纬等于当地的地理纬度)。

### 3. 求已知恒星时的某恒星时角。

求已知恒星时时刻的某恒星的时角，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天赤道上所夹的弧

段，即是该星的时角。如该星在午圈的西边，时角为正；在午圈的东边，时角为负。

例：求地方恒星时为 $7^{\text{h}}50^{\text{m}}$ 和 $4^{\text{h}}20^{\text{m}}$ 时天狼星的时角各是多少？

解：将春分点从午圈起向西转 $7^{\text{h}}50^{\text{m}}$ （即 $7^{\text{h}}50^{\text{m}}$ 赤经线与午圈重合），这时过天狼星的赤经线与午圈的夹角，就是它的时角，约 $1^{\text{h}}09^{\text{m}}$ ；将春分点从午圈起向西转 $4^{\text{h}}20^{\text{m}}$ ，可读得天狼星的时角约 $21^{\text{h}}39^{\text{m}}$ ，或 $-2^{\text{h}}21^{\text{m}}$ 。

如果地方恒星时大于 $12^{\text{h}}$ ，可先用 $24^{\text{h}}$ 去减，求其差值，然后春分点从午圈起向东转过这个差值亦可。

天狼星的赤经 $\alpha = 6^{\text{h}}44^{\text{m}}$ ，赤纬 $\delta = -16^{\circ}42'$ ，在地方恒星时 $s = 7^{\text{h}}50^{\text{m}}$ 时，它的时角 $t = 1^{\text{h}}09^{\text{m}}$ 。这个例题表明了在天球仪上可以求解赤道坐标 $(\alpha, \delta)$ 和时角坐标 $(t, \delta)$ 之间相互转换的问题。 $s = \alpha + t$ ，所以这种相互转换是以观测的地方恒星时 $s$ 为纽带的。

4. 求在纬度 $\varphi$ 处，已知恒星时时刻刻某恒星的地平高度和方位角。

①按当地纬度调整天极高度。

②按所给恒星时做天球仪时间校正，将星空固定并找到所求恒星。

③滑动地平坐标尺与所求恒星相合，则在地平坐标尺上读出该恒星的地平高度，在地平坐标尺与地平圈相交处读出该恒星的方位角。

、如果天球仪没有地平坐标尺附件，则需按上述2的方法先确定出天顶的位置，然后用细铁丝连结天顶和恒星并延伸与地平圈相交，相交的刻度，即是该星的方位角；用两脚规量出此刻度处至该星之间的角度，然后在天赤道（或黄道）上比量，可得该星的地平高度。

例：求在重庆（ $\varphi = 29^{\circ}36'N$ ）地方恒星时 $7^{\text{h}}50^{\text{m}}$ 时，天狼星

的地平高度 ( $h$ ) 和方位角 ( $a$ ) 各是多少?

解: 按纬度和地方恒星时对天球仪进行校正后, 就可用地平坐标尺 (或细铁丝和两脚规), 求得天狼星的地平高度约  $41^\circ$ , 方位角约  $21^\circ$ 。

这个例题还表明了, 在观测纬度和观测时刻已知的条件下, 在天球仪上可以求解地平坐标 ( $a, h$ ) 和时角坐标 ( $t, \delta$ ) 之间相互转换的问题。

5. 已知地方视时 (或地方平时, 或标准时, 或地方恒星时), 求恒星的时角。

先按地方视时 (或地方平时, 或标准时, 或地方恒星时) 对天球仪进行校正, 然后按上述3的方法求解恒星的时角, 学生自行习作, 不再赘述。

6. 求在纬度  $\varphi$  处已知地方视时 (或地方平时, 或标准时, 或地方恒星时) 恒星的地平高度和方位角。

参看上述4和5的方法, 学生自行习作。

7. 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按已知地理纬度调好天极高度。

②在黄道上确定某日太阳的位置。

③将该日太阳置于午圈之下, 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即得昼长。如图1-2所示,  $S$ 是日出点,  $S'$ 是其在天赤道上的投影,  $\widehat{2QS'}$ 即昼

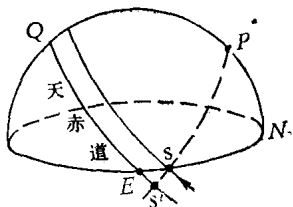


图1-2 在天球仪上求昼长

长。 $12^h$ 减去上午时间长度 ( $\widehat{QS'}$ )，就是日出的地方视时，加上上午时间长度，就是日没的地方视时。经过时差和经度差的改正后，可得太阳出没的标准时。

例：求夏至日在重庆地区 ( $\varphi = 29^\circ 36' N$ ,  $\lambda = 7^\circ 06' E$ ) 太阳出没时刻和方位，南中高度和白昼长度。

解：夏至日，太阳位于黄道最北点，即赤经  $6^h$ ，赤纬  $+23^\circ .5$ ，黄经  $90^\circ$  处。按上述方法，在天球仪上求得日出方位角约  $243^\circ$  (东偏北  $27^\circ$ )，日没方位角  $117^\circ$  (西偏北  $27^\circ$ )；南中高度约  $84^\circ$ ；日出地方视时约  $5^h 05^m$ ，日没约  $18^h 55^m$ ，昼长约  $13^h 50^m$ 。

8. 求某恒星在某地出没地平的时刻和方位，上中天高度和时刻，以及在地平以上出现的时间长度。

恒星在天球仪上是固定的点，因此，对一固定地点，恒星出没地平的时刻和方位，上中天高度和时刻，以及在地平以上出现的时间长度都是不变的。它们在天球仪上的求解方法可参照上述7中的求法。但要注意，在天球仪上直接读出的是恒星出没和中天的时角  $t$ ，需分别加上其赤经  $\alpha$ ，即  $t + \alpha = s$  才是恒星出没和中天的恒星时。若要知此刻的视时、平时，还要将所求得的恒星时  $s$  换算成视时、平时 (同一恒星时在不同公历日期对应不同的阳时)。

## 六、习作应用天球仪求解下列问题：

1. 由实习指导教师给定地理纬度和观测时刻对天球仪做正确的校正。

2. 求学校所在地的地方恒星时  $10^h 50^m$  的天象，当时北河三 (双子座  $\beta$  星) 和大角 (牧夫座  $\alpha$  星) 的时角、地平高度和方位角各是多少？

3. 求学校所在地10月20日北京时间  $20^h$  的天象，当时织女 (天琴座  $\alpha$  星) 和牛郎 (天鹰座  $\alpha$  星) 两星的时角、地平高度和方位角各是多少？

4. 求你的家乡在冬至日和夏至日太阳出没方位、中天高度、



出没的北京时间和白昼长度各是多少？地理坐标可从地图上量出，时差从天文年历中查取（只取到分）。

5. 试比较纬度 $30^{\circ}$ 和 $40^{\circ}$ 两地天狼星（大犬座 $\alpha$ 星）出没地平的方向和时刻，南中高度和在地平以上出现时间的差异。

### 1·3 利用天球仪演示有关天体的视运动

#### 一、目的

通过利用天体球的演示，增强对天体视运动的理解。

#### 二、工具

天球仪、橡皮泥。

#### 三、说明

用天球仪演示天体的视运动，应与有关的讲授内容同步进行；学生可在课后复习有关内容时，自行演示。本实习只演示恒星、太阳、月球中的几个视运动问题，但它们对其他可利用天球仪演示的问题，例如行星视运动，也有参考意义。

杭州教育学院谢秉松副教授设计的“教学演示大型天球仪”，能够直观形象地演示多种天体视运动的问题，是一个良好的教学演示仪。

#### 四、天体视运动的演示

##### 1. 不同纬度的恒星周日视运动

恒星周日视运动是地球自转运动造成的。不同纬度上的观察者，所见天极高度和恒星周日圈与地平圈的配置不同，从而使恒星周日视运动的状态因纬度不同而异。利用天球仪，调整天球仪的天极高度（对北半球，天北极在地平以上；对南半球，天南极在地平以上），摆正天球仪的方位，并使天球缓慢地带动地平以上的恒星从东向西转动，就可以清楚地显示不同纬度的恒星周日视运动。如需选一个或几个恒星作为代表说明问题，可在该星上贴一小块橡皮泥，使之醒目、突出。