

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

致 谢

联合国教科文组织驻华办事处项目专家 John Elfick 博士提供了作为本书主体的英文原作——1973 年版联合国教科文组织新编理科教学参考书并在全过程中提出了不少有益的建议。经适当修改后引用的其他实验或有用的想法出自下列书籍或刊物：中国科协青少年科技中心组织编写的《环境教育教师指导书》；高级教师杨慎德编著的《中学乡土地理教学与研究》；上海人民出版社出版的《少年科技制作 1》；陕西师范大学杂志社出版的《中学地理教学参考》（杂志）；香港中文大学林智中博士等人编写的《初中地理考察示例》；华东师范大学周淑贞教授主编的《气象学与气候学实习》等。

下列教师为本书提供了部分实验的原始材料或线索：北京十五中顾益群、通县北关中学张凤霞、首都师范大学地理系朱凤云和张明庆等。

首都师范大学教师王跃华和学生宋晶晶、郭德志及 92 级其他学生协助做了部分验证性实验和制作，本书全部插图由首都师范大学地理系绘图室陈艳春、张弘芬绘制，在此一并致以衷心的感谢。

编者 林培英
1996 年 6 月

编译者的话

本书是在 1973 年版《联合国教科文组织新编理科教学参考书》（地学部分）的基础上经编译、修订和补充而成。原书是联合国教科文组织在广泛收集世界各国理科教学实验与观测活动资料的基础上编写的。这次修订，尽量保持原书的风格和写作体例，同时补充了少量我国地理教学和环境教育中的实例，特作如下说明：

1. 本书作为地理课教师或环境教育教师丰富自己教学和学生学习的参考资料，而不是根据教学大纲和课本编的配套用书。书中收集的内容远远多于我国教学大纲的要求。教师在教学中遇到难以讲清的问题，或者希望组织一些对学生全面发展有利的课内外活动时，可以翻翻本书，看看里面有没有可以利用的观测和实验。如果这样，本书的目的就达到了。本书使用对象主要是初中学生，部分内容也可在小学高年级学生中使用。

2. 本书保持原书最重要的特点，在补充新的观测和实验时，仍坚持简易、自制为主的原则，尽量选择那些最节省、最简单、最容易的方法，除极个别观测和实验外，没有补充需要使用现代化观测和实验仪器的活动。原因有两个，一是本书面向全体学校，特别是教学条件还较差的地区和学校，使他们有可能因地制宜、废物利用地开展一些环境教育的实践活动。二是这些观测和实验的重要目的之一是培养学生通过自己动手来认识地理环境和学习科学知识。

3. 为突出当前环境教育的重要性，将内容分为两大部分。第一部分是认识自然环境，第二部分是认识环境问题。虽然第二部分的内容相对很少，只是针对主要环境问题给出一些实例，但把环境问题专门提出来，可以引起教师和学生的重视。同时也是由于有些活动不易按地学的思路分类。

4. 教师可对书中的观测与实验进行再处理。为使本书有更广泛的实用性并为教师留下发挥自己才能的余地，书中只给出了观测和实验的基本方法，教师可根据所在地区和学校的具体情况以及自己的经验加以扩充、调整或使用能达到观测和实验目的替代物。

5. 本书所选观测和实验有许多需要学生动手制作的活动，因使用锯、钻、剪、锤等工具和火、电、少量化学药品，以及到野外、车辆较多的市中心及在夜间观测，可能会出现伤害学生人身的意外情况，编者在书中给出了一些提醒，但仍请教师在指导学生活动时对学生安全问题给予充分注意。

教师在使用过程中如果有什么好的建议或修改意见，请向编者提出。

前 言

本书是根据《联合国教科文组织理科教学资料新编》一书 1979 年修订版中的化学和地球及空间科学部分编写的。

《联合国教科文组织理科教学资料新编》1973 年版旨在使先期的版本步入新的时代，提供更为广阔的、可用于初级理科课程的科学资料。修订本是在美国马里兰大学理科教学中心的协调下进行的，由该教学中心及其国际数理课程发展情报所主任 J. David Lockard 博士任主编。在修订的准备过程中，国际教师联合会(WCOTP)从先期版本的使用者们那里收集了大量的意见和建议。

《联合国教科文组织理科教学资料》一书的历史可追溯到第二次世界大战结束。那时，联合国教科文组织资助出版了一本小册子，题为《给战争受害国理科教师的建议》，由前任伦敦市中学理科教师，英国皇家协会与联合国教科文组织合作委员会(the Royal Society Committee for Cooperation with UNESCO)成员 J. P. Stephenson 编写。该书的使用不仅有益于饱受战争蹂躏的国家，而且也在那些先前几乎没有理科实验教学设施的地区获得了巨大的成功。1956 年，作者扩编了此书，特别是吸收了联合国教科文组织理科教学专家们的建议，提倡自制简易仪器设备，使用当地现有材料进行实验，这便成为《联合国教科文组织理科教学资料》的第一个版本。第二个版本产生于 1972 年。自那时起，联合国教科文组织已经 24 次重印此书，并将它翻译成 30 种不同的语言文学。对此书做出过贡献的人很多，已无法一一在这里提及，书中许多资料的来源可以追溯到久远的过去，现在已经成为全世界所有理科教师的共同财富。

1990 年，在巴黎的联合国教科文组织理科教育部的艾约翰(J. Elfick)博士开始在世界范围内收集初级实验资料，为《联合国教科文组织理科教学资料新编》1979 年版的修订进行准备。这次修订从不同的方面展开，即将出版的这套书便是其中的一部分，是由中国首都师范大学地理系林培英副教授和化学系贺湘善副教授以及她们的同事完成的。

科学属于全人类，全人类需要和平。或许，由中国的教师培育者们完成的这项工作，不仅能够促进对化学和地球科学领域里的相互沟通，而且能够为“人类在一个共同的和平环境中分享知识财富”做出贡献。这正是联合国教科文组织的宗旨。

联合国教科文组织驻华办事处
J · ELFICK
1996.9 北京

认识自然环境

1. 认识地球的宇宙环境

1.1. 天文学设备

1.1.1. 简易折射望远镜

【准备工作】

两个能套合在一起的圆纸筒、焦距 25 ~ 30 厘米的消色差透镜(用来纠正色差)、镜头焦距为 2 ~ 3 厘米的目镜、有孔的软木塞

【制作方法】

把两个圆纸筒套合在一起。把目镜安装到有孔的软木塞中，将木塞固定在较窄纸筒的一端。把消色差透镜用粘接剂固定在宽纸筒中，调节两个透镜，使其光轴保持一致。再通过拉动纸管来调焦。这样，你制作的望远镜比伽利略做出重大发现时用的还好。凭借这套装备，可立刻对木星的卫星进行观察，但还不能观测到土星的光环（见图 1.1.1.）。。

1.1.2. 简易反射望远镜

【准备工作】

凹透镜一个（可用小修面镜代替）、小木盒一个、木支柱一个、短焦距透镜两个、邮政用硬纸筒一个。【制作方法】

将凹透镜嵌入一个小木盒中，如图所示。注意安装的方法要便于以后使用时调节凹透镜的角度（见图 1.1.2.a）。把木支柱垂直钉在木盒边，让它与木盒的角度也能够调节下倾，将两个短焦距透镜装在软木塞内，然后再将木塞嵌入较短的邮政用硬纸筒内，作为目镜使用。

把目镜安在木支柱上，做必要的调节。

图 1.1.2.a 简易反射望远镜图 1.1.2.b 光线路径图

A—嵌有透镜的邮政纸筒
B—支柱 C—凹透镜
D—木盒 E—转动轴

1.1.3. 简易经纬仪或星盘

【准备工作】

饮料管一个、量角器一个、木支架一个（可自制）、铅垂线、蜡或胶水、螺钉等。

【制作方法】

把饮料管用蜡或胶水固定在量角器水平一侧，把量角器用螺钉固定在木支架上。让铅垂线从固定好的螺钉上垂下，这样不仅可以检查支架是否垂直，还可通过转动饮料吸管来测量恒星和其它天体的上升情况。

用螺钉和两个垫圈把支架固定在标有度数的底盘上，同时让支架可以转动，这样就制成了一个改进的模型，用于知晓天体的纬度和方位。把一个尖三角形铁片装在支架下可以显示方位角（见图 1.1.3.经纬仪图）。许多早期天文发现都是通过使用这样的简易仪器得来的。

1.2. 日晷

1.2.1. 日影杆

在没有其它阴影的地面上垂直立一个木杆，晴天时每隔一小时，标一次木杆顶端的影子位置（见图 1.2.1. 日晷原理解释，图中所示为南半球，也可见实验 1.4.15. 四季成因）。

1.2.2. 简单日晷

在一个金属圆盘上，均匀划分 24 个弧度相等的角，这样就制成了最简单的日晷。用编织针插进圆盘中心，作为日晷的指针。

圆盘要定位准确，目的是使日晷指针的针尖正对天极，正午日晷指针的影子正处位于 12 点钟的位置。这样，指针的影子就能准确报时了（圆盘两面都要标上时间刻度，因为随着日落临近，指针的影子会逐渐由一侧转到另一侧）。

1.2.3. 家用日晷

用平坦的长方木块、金属或聚苯乙烯制成底盘。简单的指针 ABC 可用一个薄三角形金属片或塑料薄片制成，角 B 等于日晷所处的当地纬度，角 C 等于 90 度（见图 1.2.3. 家用日晷，适用于北半球）。

底盘一定要保持水平（用酒精水平仪量测），底盘中心线一定要沿南北准确划出，即子午线。指针要垂直，目的是三角形斜边尖端指向北极星；与之相反，在南半球，就指向天南极。

如果只要粗略地指示时间，每隔一小时在底盘上划一个指针影子标记即可。如需准确时间，要在 4 月 15 日、6 月 15 日、9 月 1 日或 12 月 24 日划标记作为日晷的时间刻度，因为这四天，钟表时间与日晷时间一致。除此之外日期中，所划的时间刻度都有上下 16 分钟的误差。

注：用下列公式可随时求得准确的时间刻度线。

$$\tan ABC = \tan 15 \sin H, \quad \tan ABC = \tan 30 \sin H;$$

$$\tan ABC = \tan 45 \sin H, \quad \tan ABC = \tan 60 \sin H;$$

$$\tan ABC = \tan 75 \sin H, \quad \tan ABC = \tan 90 \sin H.$$

其中，H 为当地的纬度。

由于纵坐标 XY 轴中心线左右的时间刻度线是均匀对称分布的，即底盘上，左右两侧对应刻度线与指针间夹角相等，因此，无需在另一侧再重新计算求取。

备注：将底盘垂直放立，那指针与底盘的夹角应与平放时一致，即 90 度减去当地纬度。

1.2.4. 赤道日晷

【准备工作】

两块 30 厘米见方、厚 2 厘米的平板、10 厘米见方、高 120 厘米的木支柱一根、约 8 厘米长的 8 号粗铅丝一根、白漆、红漆。

【制作方法】

将两块 30 厘米见方、厚 2 厘米的平板的两面和木支柱都涂上白漆。把一

块平板钉牢在木支柱上。

在另一个平板的两面用红漆画上字盘。字盘是一个半径 10 厘米的圆。必须注意使正反两面字盘的圆心相重合。把圆周 24 等分，并作自圆心至圆周上各分点的连接直线。在直线和圆周相交的地方，依次写上 1 至 24 的数字。但正面的和反面的写法不一样，正面的是顺时针方向（见图 1.2.4.a），反面的是逆时针方向（见图 1.2.4.b）。然后把粗铅丝的两端锉尖作为指针。为了防锈，指针要涂上红漆。然后，钻通字盘的圆心，将指针穿进去，使其一半露在正面，作为正面字盘的指针。另一半露在反面，作为反面字盘的指针。但指针必须和板垂直，再将正对着数字 12 的那一边和钉在支柱上的那块木板的一边用两个铰链（又称合叶）接起来，安装时要注意使正面字盘向上，反面字盘向下，也就是正面字盘朝北，反面字盘朝南。在安装的时候必须使 12—24 的这一根直线和子午线相重合，并使指针正对北极星。这样，字盘面就和赤道面平行了，也就是附有字盘木板的平面和支柱上木板的平面成 58 度（90 度减去本地纬度 32 度）的倾斜（见图 1.2.4.c）。

为了使学生自己学会校正倾角的技能，用一块铁片剪一个相当于圆周 1/4 的弧，用铁钻在上面准确地钻出 0 度到 90 度的刻度，然后把它钉在支柱平面的左边。在钉的时候使刻度弧上的 0 度和支柱平板的平面相齐，使得附有字盘的平板垂直地竖起来的时候，刚好与弧上的 90 度相平。再在字盘板的左边安一只长螺丝钉，并套上一个铁片，利用螺丝帽的松紧，可以任意使字盘板卡在刻度弧上你所需要的刻度上（见图 1.2.4.d 赤道日晷）。

在晴天的时候，阳光照射到赤道日晷上，指针在字盘上就投下一个影子。上午，影子投向偏西方，下午，影子投向偏东方。随着一天中太阳高度的变化，指针的阴影在字盘上像钟表的针一样作旋转运动。指针的影子所指的度数，就是当时本地的地方时。

1.2.5. 天球日晷

用地球仪可制成能显示四季变化、黎明与黄昏、白昼长短的日晷（见图 1.2.5.）。

（1）转动地球仪，使它的轴与当地子午线重合，位于正南正北的平面上。可以在当地正午时分通过观察垂直物体影子的方法确定这个平面，也可通过在晴朗的夜晚观察北极星或用一个指南针（要知道当地磁偏角才行）来确定。

（2）转动地球仪，使球面上穿过你所在位置的经纬圈与刚刚确定的当地子午线一致。

（3）以东西水平线为轴转动地球仪的轴，使你所在的地方位于球面顶部。

（4）现在，球面上，你所在的连接两极的子午线圈正垂直位于南北平面上。观察这个位置的地球仪，一半处于太阳光下，另一半在阴影里。这就是此刻地球昼半球和夜半球的划分。一个小时以后，划分昼、夜的晨昏圈已经向西移动，它与赤道的交点向西移动了 15 度。在晨昏线以西太阳正在升起，晨昏线以东，太阳正在落下。你可以沿当地子午线与日落线之间的赤道计算一下时差，并估算一个你这里离日落还有几个小时。你还可以找一个位于当地以西的国家，看看那里太阳什么时候升起。

(5) 日复一日地观测地球仪，你会注意到晨昏圈在一年的不同时间内向南或向北缓慢旋转（见实验 1.4.15. 四季成因）。

1.3. 认识恒星和行星

1.3.1. 认识主要星座和制作星图

这是一个容易完成的家庭作业。最好的观测时间是在新月期间，这时不会受月光的干扰。观测时带上用针扎孔制成的棕色纸制星座图很有用。当光线从纸上的小孔透过时，就转动纸板，直至找到一个你认识的星座图形。这对北半球的人来讲很简单，因为在接近北天极处有容易识别的北极星和大熊星座（见图 1.3.1.a）。

在南半球，易行的方法就是从南十字星座开始，这一星座有 4 颗恒星。其中 3 个较亮（如图 1.3.1.b 所示），这一星座能粗略地指示天南极。

按此方法学会认识一些星座之后，就可以利用睡觉前的前半夜星空来制一张星图。

1.3.2. 确定北半球天空星座的位置

北极星是居住在北半球的人确定北半球星座和单个星体位置的关键所在。下面的内容有助于我们辨认一些星座。最明显的星座是大熊星座，又叫北斗七星。通过大熊星座很容易找到其它星座，尤其在确定北极星位置中有重要作用。

在找到大熊星座后，要特别注意“酒杯形”前缘的两颗星。沿着它们的连线，一直向上，你就会找到北极星，一旦找到了北极星，再找其它星座就容易了。

实际上，天空中有两个“熊星座”，因为古代的观测家认为它们外形都酷似熊，就用大熊和小熊来区分。

从大熊星座中找到北极星后，总能找到小熊星座，因为北极星同时也是小熊星座尾部的最后一颗星。从小熊星座反过来，也能很容易地找到大熊星座。

下一个要找的即是天马座（神话传说中有翼的飞马），见图 1.3.2.a。在 10 月份，你会看到天马座中的 4 颗星会形成一个“盒子”。东北的那颗星同时也属于仙女座。在大熊星座的杯形边缘与北极星之间连成一条直线，沿这条线垂直方向，一直向上就会找到飞马座（图 1.3.2.b 所示）。

图 1.3.2.a 北半球秋季天空的部分 图 1.3.2.b 二月天空的猎户座星座，观察时把图举过头顶，图朝下。

让我们再来找仙后座，它很容易寻到，因为以北极星为中心，与大熊星座方向相反的一侧，外形像“W”，又叫做“仙后的椅子”。

另外一个必须认识的是“猎户座”，比较容易找到。猎户座有三颗星排成一线，称作“猎户的腰带”，在“腰带”下面是三个弱星，叫作猎人的“剑”（见图 1.3.2.b 中所示）

1.3.3. 确定南半球天空星座的位置

南半球最关键的星座是“南十字”星座。有 12 月初的子夜，你会看到它

低垂在南方地平线附近。看到它后，会很快又找到在它西南方向，呈一条直线的两颗更低的星。它们是半人马座中的两颗，同时也是“南十字”中的“指针”。距南十字星座最远的一颗星，若按天文学标准衡量，距地球最近。很久以来，它就被认为是距我们最近的一颗恒星。从它到地球，以光速每秒30万公里行进，也要经过4年多。天文学家常用光经过的长度来衡量较大的距离，以上数字用光年来计算，距离为4光年多。

从南十字沿着银河向北，就找到了大犬座。由于星座中有天狼星，使这个星座很吸引人。因为这颗星是附近天空中最亮的。只有少数几颗星比天狼星距我们更近，天狼星距地球约8.5光年。

距大犬座不远，你会找到曾经在北半球见到的猎户座。

12月的夜晚，将图1.3.3.举过头顶，图形向下，仰视来对照确定南半球天空的星座位置。

图 1.3.3.12月南半球天空的主要星座，
把图举过头顶，图朝下。

1.3.4. 观测星空有规律的周日运动

1.3.4.1. 方法一

站在一个以后可以准确重新定位的地方。如果是在北半球，就辨认南部星空中一个明显的星座（例如猎户座），并标注它与周围某建筑物或树等显著参照物之间的相对位置。如在南半球，就找到一个位于北部星空的明显星座，注明时间。两三个小时后，还站在原处，重新观测同一星座并画下其位置，注明时间。解释看到的位置变化。

1.3.4.2. 方法二

观测东部星空中较低处出现的一个星座，两个小时后再观测它，解释看到的位置变化。

1.3.4.3. 方法三

观测西部星空中一个星座，两小时后再观测，解释看到的位置变化。

1.3.5. 制作星座仪

星座仪是教授各种星座图形知识时所必备的。

1.3.5.1. 方法一

【准备工作】

纸盒、木盒或罐头盒一个、比盒敞口大一些的深色纸板若干张、电灯泡、灯座各一个、缝衣针一根

【制作方法】

在若干张纸板上，画上各种星座的形状。在星座内的恒星位置上用针扎出小孔。纸盒或木盒内装上电灯。打开电灯，画有各种星座的纸板可轮流罩在盒的敞口处，这样可以十分清晰地看到各个星座图形。

用罐头盒、电灯也能做这个试验。在罐头盒的底部扎出小孔来代表星座中恒星的位置。把灯泡放入盒内，打开电灯，灯光会从小孔透出，星座形状也就一清二楚了。为了防止铁盒生锈，可把铁盒刷上油漆，这样年年都能用。

1.3.5.2. 方法二

由于雨伞内部的形状酷似一个天球，可以用它制成一个星座仪，解释星

空各部分的位置及其运动。为达到这个目的，需要一个较大的旧雨伞。画北半球星座时，先用粉笔在雨伞内部靠近中心处，标上北极星。参考一张星图，划出几条交叉线作为星座的界线，准确标上各星座中的恒星位置。画完了北极星附近所有的星座后，用白色胶纸制成“恒星”贴在各恒星的位置上或用白油漆画在“星星”上。之后，用白漆或白粉笔划上各“恒星”间的连线，虚线构成已知的星座形状。如果使伞柄以逆时针方向旋转，你就会看到各种星体围绕北极星运动的轨迹。

如果在南半球，雨伞相应地要指向南天极，而且要以顺时针方向旋转。与在北半球一样，星星也是东升西落的。在图 1.3.5. 中，可以看到在雨伞上标出的几个明显星座。

1.3.6. 恒星指示时间和日期

1.3.6.1. 恒星历

图 1.3.6.1.a (北半球星座) 中，在星图边缘标有北半球子夜时对应的星空日期。图 1.3.6.1.b (南半球星座) 中，标有南半球子夜时对应的星空日期。知道这些，有助于你能很快地旋转星图以找到你所在地点夜空的星空图像。如果你在北半球，你从子夜位置以顺时针旋转 15 度，时间即为子夜 1 点钟。如果以逆时针方向旋转 30 度，时间即为晚上 10 点钟。在南半球，方法不同。如果你把星图从子夜位置仍旧以顺时针方向旋转，它指示的时间就成为了晚上 11 点。这种确定的时间是真太阳时，它与你当地所用的标准时间不同。

1.3.6.2. 恒星钟

图 1.3.6.2. 所示，把下面所给图表分成北半球和南半球。一个钟代表一个月份。指针位置都是一个月中间的某日的晚上 9 点钟时的星空标记。

你能把 5、8、11 月份中某日晚上 9 点钟时的指针位置标画在图上吗？试着再把 6、9、12 月份的指针位置画出来。如果在南半球，粗略地确定南天极的位置很重要（参见实验 1.3.1.）。

1.3.7. 晨星与昏星

观测金星并记录它的升落与太阳的升落时间之差和相对位置。

1.4. 观测天体现象

1.4.1. 观察月相

在一个月內，让学生进行月相变化观测，并画下月相变化图。
从新月开始，直至4个月相完全出现一遍为止，即一个月之后。

1.4.2. 确定月相与月球在天空中位置的关系

进行间隔为两周的系列观测。观测可在日落后一小时开始。在每一晴朗夜晚的同一时刻进行观测活动，并总站在同一地方。在蛾眉月出现的日期开始观测，即新月之后的2、3天（可参考年历）。

在第一次观测的夜晚，要注明并画下月亮相对于明显参照物的准确位置（例如，在电视发射台尖顶正上方某处）。尽量确定月球相对于地平线的高度，可用你的拳头或伸出手指来量测（臂长之处拳头的宽度大约是10度，把手张开，大拇指与小拇指之间的距离大约为20度），记在你的草图上。同时要尽量准确记录月牙的方向和蛾眉月的形状。2小时后，重新观测月球，并注明时间。

每隔两周，观测一次。在此观测的基础之上，写一篇观测报告。特别要写出每晚见到的月亮形状是如何变化的？它的位置是如何变化的？它的月牙形状指向与位于西部地平线之下的太阳有何关系？月亮位置在一个晚上是如何变化的？变化的原因是什么？在不同夜晚之间，位置变化的原因又是什么？

在日历上查到下弦月出现的日期，按以上方法在拂晓时观测月亮。这些观测怎么才能与晚间所做的观测统一起来呢？

1.4.3. 观测日食

通过观测日食，向学生们讲解日食发生的时间，日食阴影如何形成；告诉学生科学家能够收集有关日食形状、大小和日、月、地之间运动关系的情况（见图1.4.3.日食）。

向学生提问，他们能否讲出证明地球形状的方法。要他们去查报纸或查找日月食发生的时间。在当地发生日食时，计划带同学在户外观测日食现象。

注意：不要让学生正对着日食看，因为这样会损害他们的眼睛，即使戴茶色眼镜或用几层曝光胶片观测也并不安全。

观测日食比较安全的方法之一就是间接地观测。让学生在硬纸板上扎出一个小孔，然后让他背向太阳，把纸板立在一个同学的肩膀上，使太阳影像通过小孔照在位于它前面的另一张纸上。不要让他们通过纸板上的小孔直接看太阳（参见实验1.4.13.日食演示）。

1.4.4. 观测月食

直接观测月食是没有危险的。让学生在地球边缘进入到月球的时刻，明白那阴影形状就是地球是球体的明显证据。即使实际看到的是圆盘状，也同样能说明问题（见图1.4.4.或实验1.4.12.月相和月食）。

1.4.5. 太阳运动周期

通过观测太阳黑子位置的变化，确定太阳运动周期及旋转轴的方向。

【准备工作】

小望远镜或双筒望远镜（至少 6 倍）、大纸盒子、带夹子的书写板、纸和笔

【观测方法】

「注意：不要通过仪器正对着太阳看。」如果使用双筒望远镜（见下图中 1.4.5.a 使用双筒望远镜所示），把它固定在盒子的前端。如果使用天文望远镜（图 1.4.5.b 使用天文望远镜所示），还要制作一个遮光罩。在纸盒长边一侧开一个观测口。将盒子的一端向上支起，使它的后端垂直于太阳光线方向。用书写板把纸夹在盒子后端，使太阳影像能够照在纸上。目镜的聚焦和用于直接观看时有些不同（要通过调试确定）。一旦太阳影像的大小确定下来，以后观测便以此为准，并且可以在纸上提前画好大小适当的圆形。注意，用 6 倍双筒望远镜在 1 米远的目镜后面会看到 5 厘米直径大小的太阳影像。更高倍数的望远镜得到的影像会更大。影像的大小也是与距离目镜的远近成比例的。

b 使用天文望远镜

图 1.4.5. 观测太阳黑子的位置变化

A—指向太阳 C—书写板

B—把另一个镜头遮住 D—太阳影像

每天的同时刻进行观测，中午最好。记录纸的放置要一致。迅速在代表太阳形状的圆上用铅笔标出每个太阳黑子的位置。然后，尽量画出它们的大小和形状。做这些工作时，需要移动记录纸。

随着太阳的运转，每天太阳黑子的位置会发生变化。分析若干天记录图像的不同，可以确定太阳运转的速度。如果观测能持续一个月或更长时间，你还可以看到同一黑子群（组）再一次出现；另一方面，某一较大的黑子也许会消失，还可能出现新的太阳黑子。

1.4.6. 傅科摆

1.4.6.1. 普通傅科摆

【准备工作】

G 形钳夹一个、滚珠轴承一个、剃刀刀片一个、无纺尼龙绳 3 米到 30 米均可、实心橡胶球或其它可做摆锤的东西、短缝衣针一根、白纸、笔等

【制作方法】

在 G 形钳夹里面焊上滚珠轴承，把滚珠轴承固定在结实的剃刀刀片或其它坚硬的平面上（见图 1.4.6.1）。无纺尼龙线绳用来悬挂橡胶球做摆锤，这就成了一个很好的傅科摆。最好把它安置在室内。傅科摆刚开始摆动时，在地面上做个标记，几个小时后，再与这个标记做比较摆动平面看上去似乎有所改变。这当然是摆锤下面地球自转的效果。

必须注意，傅科摆的指针（把一根短的缝衣针穿进橡胶球制成）应是垂线的延续。在一张白色硬纸上画一条参照线，再用图钉把纸片固定在地板上。固定时，一定要让参照线准确地处于静止状态下的摆锤指针下方。

使傅科摆进入运动状态的方法是，把一根长些的棉线一头穿到扎进球里

的小针中，一头拉到与摆锤有一定距离的地方，让这根线与参照线的方向一致并保持指针的垂直状态。然后在靠近针的地方点燃棉线，启动傅科摆。

如果不进行多次精心的调整，很难得到精确的结果。但是观察到地球自转的效果并不困难。

1.4.6.2. 微型傅科摆

把一个小傅科摆安置在一个可旋转的桌子或办公室的转椅上。让学生观察当桌子或椅子缓慢旋转时傅科摆的摆动。

1.4.7. 太阳位置的季节变化

A. 选择一个视野开阔的固定地点，准确地记录下太阳西落从视线中消失的地方（某个地面景物）。每周重复观测一次，至少进行四周，确定每天太阳位置变化的度数（测量度数时，一臂之遥握紧的拳头大约相当于 10 度）。

B. 当太阳光线射进房间时，在地板或墙上标出一条线，注出阴影的边界。准确地记录下月、日和时刻。每个周末在同一时刻标出另一条线。在一年内重复这个观测，会得到有趣的结果。每周、每月标线位置的变化是地球绕太阳公转的结果。

C. 在开阔地带竖一根 150cm 长的杆子。让学生在一年中的不同季节中每天测量二至三次杆影的长度。学生应该记录下每天同一时刻杆影的准确位置，标志出杆影的长度和位置。比较学期开始、冬季、春季和学期末杆影的位置和长度。

D. 写一份报告解释从地球运动的角度来说，观察到的变化说明了什么。

1.4.8. 拍摄恒星轨迹

如果有相机的话，拍摄地球旋转时恒星的轨迹是一项非常有趣的活动。所需物品是一架相机和胶卷，一个三角架或其它固定的支撑物，一个表或钟。在一个没有月亮的晴夜，选择一块视野开阔的地方，远离汽车灯光这类外部光线。

尽可能地将相机对准北极星。用三角架或其它东西将相机固定。把焦距定在无限远，将光圈全部打开，快门定在长时间曝光（B 门），然后开始曝光。不间断曝光 2 个多小时后，把快门关上一、两分钟，注意不要移动相机。再打开快门，曝光一分钟，最后关上。这后面短时曝光用来确定曝光的终时。记录下开始和结束的时间。

冲出的底片上，将显示出恒星围绕北极星的拱形轨迹（图 1.4.8.）。可以测量较长的拱形轨迹来说明旋转的角度，并由此计算整个旋转的周期。

图 1.4.8. 围绕北天极的恒星轨迹

还可以把相机对准不同的方向和不同的高度进行类似的曝光。研究拍照结果，看一看所有这些都是怎样说明星空的旋转。星空仿佛是一个固体的球，恒星附着在上面，整个球在以北极星为轴旋转着。

可以用下述方法拍摄月亮（不是恒星）的轨迹。在 2 个小时内每隔 10 或 15 分钟曝光一或二秒，或按这样有间隔的曝光直到月亮移出你的相机。千万注意别让相机移动。

白天，可以用同样的方法记录太阳的轨迹。警告：在任何情况下，都不能通过取景器看太阳。缩小镜头光圈，避免过度曝光。

1.4.9. 恒星的彩色轨迹

恒星同陆地上的物体一样有着丰富的色彩,只是人们一般感觉不到.因为人眼在黑暗中对色彩的敏感性很低.快速彩色胶卷和一架至少 F3.5 镜头、可以长时间曝光的相机及一个牢靠的三角架可以拍下猎户座中的红星 Betelgeuse, 御夫座中的黄星 CaPel-Ia 和天鹅座中的金星 Albireo, 仙后座有两颗蓝星, 一颗白星, 一颗金星和一颗绿星. 这本书里的简单星图可以用来辨认星座. 一些业余天文学书籍中也有类似的星图. 还可以使用活动星图.

地球每小时旋转 15 度, 即每 4 分钟转 1 度. 在地球上是很容易通过假设星球的运动来辨别地球的运动. 此外, 恒星还会表现出绕轴旋转. 每颗天极附近的恒星都会在绕轴运动中留下一道封闭的圆形轨迹. 离天极越远, 圆形轨迹的半径越大, 到了赤道上空, 恒星的运行轨迹就变成了一条直线.

一颗恒星是一个真实的光源, 不允许相机有丝毫的移动, 否则恒星的影像会成为辫子状的. 按照下面的做法就可以避免这个问题出现: 把相机固定在牢靠的三角架上, 先用一张纸板遮住镜头. 使用快门线打开快门后等待 3 秒钟, 让相机稳定下来. 然后移开遮挡镜头的纸板. 曝光结束后, 再一次先用纸板遮住镜头, 再关上快门.

注意: 商业性的相片冲印部可能认不出你的底片上是什么东西, 你要对他们讲明, 否则他们会退回你的底片.

1.4.10. 拍摄星座

A. 相对拍摄恒星轨迹来说, 拍摄星座更具美学意义. 无论用黑白胶卷还是彩色胶卷, 冲洗出的相片或幻灯片都很漂亮, 可以作为有效的教学手段.

有多种方法拍摄星座, 其中较好的一种介绍如下: 选择一个星座, 把相机安置好, 使用高速黑白胶卷 (400ASA) 和光圈 11 的镜头曝光 30 分钟. 然后遮住镜头 2 分钟, 再打开镜头, 将光圈放到 4, 将镜头轻轻推出. 最后曝光 3 分多钟. 在最后曝光时, 用一半透明的纱帘遮住镜头, 可以产生与轻推镜头同样的效果. 冲洗出的相片上, 可以看到星座仿佛正在空中向下跌落, 每个恒星后面都拖着一个尾巴.

B. 可以在曝光不足或废弃的 35 毫米电影胶片上按照各种星座的形态打孔, 再投影到屏幕上或用观察器看. 学生可以据此判断星座.

还可以在一个邮寄东西用的硬纸筒上开一槽, 把胶片插在槽中, 举起纸筒对着灯光观看 (见图 1.4.10.)

1.4.11. 利用太阳确定南北方向

A. 如果你手头有块表, 调到当地时间. 把时针指向太阳. 时针和 12 点夹角的平分线可以指示南北方向.

B. 如果手头没有表, 可以利用一根木棍的影子判断. 把一根木棍垂直插入地下, 棍的影子会随着太阳的移动而移动. 上午, 影子会越来越短, 下午又会越来越长. 当影子最短时 (接近中午), 它的远端指的就是北.

1.4.12. 月相和月食

【准备工作和条件】

手电筒或信号灯、白球一个和支撑它的架子、地球仪、一间暗室

【观察方法】

A. 固定光源让光照在白球上，让学生从不同角度观察球来看新月、弦月、凸月和满月。要求学生结合实际月相的变化写一个关于实验现象的报告。旋转地球仪，看看月球升落时间与月相的密切关系。例如，上弦月大约在中午升起，太阳下山时达到最高点，午夜时落下。

图 1.4.12. 中，位于地球表面 A 的位置观察时，月球位于高空；另一个观察者同时从 B 点观察，就会发现月球位于天空低的位置。

图 1.4.12. 月球在天空中的高度与观察者的关系

B. 可以用同样的教具演示日、月食。把月球放在地球仪的阴影里可以模拟月食（部分或全部）。把月球放在光源和地球仪之间可以在地球上产生阴影。用这种方法可以表明，能看见日食的地区不像能看见月食那么大（参见实验 1.4.3. 和 1.4.4. 中的图）。

日、月食演示也可以作为一种活动。学生们都可以用泥土做这些地球和月球模型，然后在手电筒光线中进行模拟。

1.4.13. 日食演示

【准备工作】

灯泡一个、不同尺寸的木板三块、直径为 2.5 厘米的木球或其它可替代球一个、缝衣针一根、红蜡笔、自行车车条一根或粗铁丝一根

【制作方法】

用较大木板做底板。把第二块木板涂黑，在中部适当的位置上打一个直径 5 厘米的圆洞，将它固定在底板的一侧。把灯泡放在这块木板的外侧（见图 1.4.13.）代表太阳。在圆洞背向“太阳”的一面用红蜡笔沿洞的边缘涂成日冕状。

用木球代表月球，把它与缝衣针安在一起，固定在一木条上。将自行车车条的一端固定在木条的中部，供调整“月球”的位置用。在第三块木板上打若干个观测孔，将它固定在底板的另一侧，使观察者通过这些孔洞进行观察。日冕只是在日全食时才能看见。

图 1.4.13. 模拟日食

1.4.14. 为什么不是每个新月和满月时都发生月食或日食？

图 1.4.14. 中的模型是由纸板剪的圆盘、小珠子、弹子、滚珠轴承或制作模型用粘土构成。上述东西用来代表太阳、地球和月球。月球的轨道倾斜的角度要合适，使月球运动时经常在地球影子的上方或下方，或在地球与太阳中间通过。每个代表月球轨道的半圆纸盘的倾斜方向要相同。倾斜的角度可能不得不夸大些，以便更清楚地表现它们之间的关系。如果有必要，可以在代表地球轨道平面的纸板上开些槽，把代表月球轨道的圆盘插进去，这样可以同时显示地球轨道平面上、下的情况。

图 1.4.14 演示日、月食的模型

A—日食 B—月食 C—无食