

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

国外中学实验
地理


e-BOOK
中国通科·中国通

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多位置。

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

1.4.15. 四季成因

【准备工作】

空心橡胶球如网球四个、15 厘米长的铁丝或毛衣针一根、灯泡一个或蜡烛一支、纸板一块

【制作和演示方法】

把铁丝或毛衣针穿过球身代表地轴。在纸板上画一个直径约 40 厘米的圆圈代表地球轨道。纸板中心上方约 15 厘米高的地方挂灯泡代表太阳，也可用点燃的蜡烛代替。把代表地球的几个球依次放在图 1.4.15. 中标出的位置上，让地球的轴倾斜约 23.5 度。观察球体上总是被光照亮的部分。观察太阳光线直射的地方。分别观察四个位置上，哪个半球受到太阳光的斜射。

让四个球的轴垂直于桌面，重做上述实验，观察当地轴不倾斜时产生的现象（也可参考实验 1.2.5.）。

图 1.4.15. 冬季与夏季

A—3 月 20 日 B—6 月 21 日 C—9 月 23 日 D—12 月 21 日 F—北回归线 G—南回归线 H—北极圈 I—南极圈

1.4.16. 一些地方昼夜长短不同的原因

画一个大圆代表地球轨道，画两条通过圆心的互相垂直的直线。在直线与圆相交的地方逆时针方向标上 3 月 20 日、6 月 21 日、9 月 23 日、12 月 21 日。这些点是这些日期时地球与太阳的相对位置。在 6 月 21 日的位置上画一小圆表示地球。北极画在离圆心 $\frac{1}{3}$ 半径长，朝向太阳的位置。其它日期或在地球轨道的其它位置（可用量角器确定），地球和北极的方向都和它相同（见图 1.4.16.）。北极圈、北回归线圈和赤道也可以画在表示地球的圆上。这样，通过地球圆圈中心并与地球太阳连线垂直的线就是晨昏线。

从这张图上，可以为不同纬度的任何一天估算白天的长度。例如 8 月 1 日在北极圈上日长将是 18 小时，到了 11 月 1 日只有 6 小时。

图 1.4.16. 昼夜长短不同

A—3 月 20 日 B—6 月 21 日 C—9 月 23 日 D—12 月 21 日 F—赤道 G—北回归线 H—北极圈 I—太阳

2. 认识岩石与矿物

2.1. 从何处着手

2.1.1. 用于收集、鉴定和制作岩石及矿物标本所必须的工具与材料

火成岩、变质岩和沉积岩的标本

收集袋或背囊、纸张、铅笔和橡皮

放大镜（10倍）

地质锤

滴管、醋或稀盐酸

用于在岩石上书写名称、号码的指甲油

用于在岩石标本上粘贴说明牌的胶水

试管夹

凿子

青铜硬币

参考资料

陶瓷条痕板或砖瓦片

称量较小的天平

磁铁

酒精灯

用于将零散岩石分类的盒子

7.5 × 12.5CM 用于记录数据的卡片

坐标纸（平方毫米）

小玻璃罩

玻璃皿

镊子

2.1.2. 如何收集岩石和矿物标本

2.1.2.1. 收集岩石标本

让学生每人交一块岩石，就能收集当地的各种岩石。要向学生讲明，没有必要知道每种岩石的名称。将相似的岩石标本放在一张桌子上。按形状、颜色和其它特性，把采集来的岩石分成几组，要找到尽可能多种类的岩石。

2.1.2.2. 学生单独采集标本

应该鼓励学生自己采集岩石标本。小石膏盒或香烟盒都可用于装收集来的岩石。把盒子隔成几个小格，可把标本分类。在固定收集来的某种岩石时，要用一小张纸或胶条，把岩石固定好。每个岩石前面都编上号码，在石膏盒的盖上贴好清单。收集品要尽量小些。教师要鼓励学生之间交换标本，以丰富他们个人的收集。

2.1.3. 何处能找到化石

在一些地区的采石场或是岩层露头处能找到化石。在社区中，尽量找一些懂得化石的人员，和他们一起，带着班级进行一次野外采集化石的活动。如果本地区没有化石，可以从地区或国家博物馆找来一些，即通过赠送方式。给这些博物馆写信求助可能有用。

在凿开沉积岩时，可能会在其中发现化石痕迹和外壳。如果发现化石骨

骸、木化石或大型化石，在得到政府允许前不要移动它们。

2.2. 如何观察岩石和矿物

让每个学生带来一块或几块因某些原因使他感兴趣的岩石。针对这些岩石，这些学生们会提出什么样的问题呢？例如，岩石年龄有多大？它是怎么到了被发现的地点？它值钱吗？对于这些岩石，你能想出它有多少种用途？

一切科学始于观察。要让学生通过使用一切的感知觉来形容他们自己的岩石。它是什么颜色？与一个大小相似的已知物体比较一下，是更硬还是更软？它是不是容易破裂？把两个不同的岩石并排放在一起，形容其异同点。让学生们把送来的所有岩石堆放在一起，并让他们根据岩石的异同点将其分成特征鲜明的不同的几组。这会引导学生学会对岩石、矿物作简单的鉴定。

2.2.1. 如何观察一块岩石

通常，学生不会带来从商人手中买来的奇异的矿物标本。他们带来的一般是路基上的那些岩石标本。这些样品通常是已风化了的。在采集岩石标本的过程中，要指导你的学生去找有新鲜断面的岩石样品，也许还要敲削掉一些碎片。但就是这样也不能保证是新鲜断面，因为有些岩石会沿着已有的裂隙裂开，有些变质早已存在。要想使较硬岩石露出新鲜断面，就需要地质锤敲击。只要有些经验，做到以上这些就不会太难。要使岩石安全地裂开，就要用布把它包起来，放到一个大块岩石上，并用地质锤敲碎。用布包起岩石可以防止岩石碎片飞溅出来。然后将有新鲜断面的岩石外观与风化岩石的外观进行比较。

选取一块岩石标本，仔细观察，尽量了解它。如果是平整的一块岩石，就有可能是某种沉积构造中的某一层。如果岩石很明显是由小砂粒胶结成的，有可能是砂岩。如果是由大石子固结而成，有可能是砾岩。如果岩石外表为圆形，有可能是流水作用而成。用放大镜仔细观察岩石，如果含有小薄片或晶体，它可能是一种类似于花岗岩的岩石，也可能很久以前从地下深处抬升到地表的侵入岩之类。按照以上方法，对几块岩石进行仔细观察之后，会激发学生收集岩石和研究它的浓厚兴趣。

2.2.2. 用放大镜观察砂粒

用放大镜观察一些砂粒（也可用低倍显微镜）。无色晶体大概是石英，这在泥土中最常见。其它矿物晶体在砂土中也可能看到，如果有，要对其进行观察。

2.2.3. 石灰岩的试验

通过向岩石表面滴上柠檬汁、醋或其它稀酸液，就可以试验出某岩石样品是不是石灰岩，石灰岩遇酸释放出二氧化碳。由石灰岩变质形成的大理岩对此也有明显起泡反应，也可用此方法鉴别大理石。

2.2.4. 分选沉积物

将同样比例的碎石、粗砂和粘土完全混合，就能看到与之类似的沉积岩形成中的分选过程。用玻璃瓶盛上混合液（不超过容量的 1/2）用水注满整瓶，盖上盖子，剧烈振荡，其沉淀成分会按顺序排列，大颗粒在下部，粘土细粒在上部。

2.2.5. 如何区分岩石和矿物

矿物是一种非生命物质，它可能具有固定形状和确定的化学成分。岩石是由一种以上的矿物组成，所以，如果岩石碎裂开的话，那么它的碎屑可能是由不同的矿物组成的。

2.2.6. 地壳中含量最丰富的 8 种元素

重量百分比	元素名称	化学符号
46.60	氧	O
27.72	硅	Si
8.13	铝	Al
5.00	铁	Fe
3.63	钙	Ca
2.83	钠	Na
2.59	钾	K
2.09	镁	Mg

这些元素的化合物被称为矿物。地质学家已发现、命名并分类的矿物在 2000 种以上，可正是这些元素中的一小部分构成了地壳的大部分。

2.3. 矿物的物理性质

虽然矿物学家有许多方法技术用于鉴定 2000 种以上的矿物，但是，这里我们主要讲述在岩石鉴定中所必须了解的成岩矿物。我们将严格按以下试验和描述的技术去做，这有助于我们鉴定一些成岩的基本矿物。

矿物的物理性质一般指光泽、透明度、硬度、条痕、颜色、比重、结构、晶形。其它还有一些特性，例如：味道、气味、磁性和裂性（解理与断口）。这些矿物的每个物理性质定义如下：

2.3.1. 光泽和透明度

光泽是矿物表面对光的反射能力。

(1) 金属或非金属光泽。具金属光泽的矿物是不透明的，光线不能穿过。它们的粉末、条痕的颜色比矿物本身要深。例如，金、银、铅、铜、铝等矿物。非金属光泽的矿物的粉末、条痕的颜色比矿物本身要浅。

(2) 非金属光泽包括玻璃光泽，如石英，珍珠光泽（很弱的彩虹状）；如云母，丝绢光泽（玻璃丝状）如石膏，松脂光泽；如闪锌矿。这些矿物的边缘如果很薄，光线可以透过。

(3) 透明矿物在不被破坏的情况下可以透过光线，但不能清楚地透过物体影像。

2.3.2. 硬度

硬度是当矿物受到刻划时所表现出抵抗外力的强度。岩石的硬度衡量标准是从 1 到 10。1 是最软，10 达到最硬。要确定一个矿物标本的硬度，用镊子夹住矿物样品颗粒，并且试着刻划你自己的指甲。如果它不能划动你的指甲，那么样品就比你的指甲软。指甲硬度是 2.5；因此，矿物样品的硬度一定小于 2.5。用一个铜片替代指甲做同样的试验，铜的硬度是 3，如果标本划动了铜片，它比铜硬，硬度便大于 3。到底比 3 大多少，我们并不清楚。但我们一定要继续试下去，直到我们找到一种此矿物无法划动的物质。一个钢铁刀刃的硬度是 5.5，窗玻璃的硬度大约是 5.5 到 6 之间。金刚石的硬度是 10，金刚石是最硬的矿物。在硬度试验中，如果用到玻璃，要保证学生在刻划矿物试验中不要用手一直握着玻璃。通过与已选定作为硬度样品的矿物作比较，一个矿物的相对硬度就可以确定了。标准摩氏硬度计是：

1. 滑石
2. 石膏
3. 方解石
4. 萤石
5. 磷灰石
6. 正长石
7. 石英
8. 黄玉
9. 刚玉
10. 金刚石

2.3.3. 颜色

颜色是矿物最明显的物理特性。可是由于它的易变性，它往往不被认为是鉴定矿物的可靠性质。有些矿物的颜色是固定不变的，如硫磺的黄色、蓝铜矿的蓝色、孔雀石的绿色等。描述矿物颜色，最好是描述矿物粉末、条痕的颜色。

2.3.4. 条痕

条痕就是矿物粉末的颜色。可以通过在陶制的条痕板上擦痕或把矿物碾碎，观察其颜色来获取条痕。条痕颜色可能与矿物总体颜色相似，或十分不

同。即使矿物颜色会产生较大变化，但它的条痕颜色仍是持久固定的。条痕板可以用无釉陶瓷制作或以建筑用的旧砖瓦临时代用。

2.3.5. 解理

矿物沿着平行于晶面的平面裂开，并沿着此平面产生光滑的表面，这种断裂称作解理。有些矿物只有一个方向的解理，有些则有两个、三个或更多方向的解理。不同于解理的另外一种断裂称作断口。矿物沿不规则方向断裂叫断口。石英和碎玻璃破碎时形成许多拱形断裂叫贝壳断口。

2.3.6. 晶形

晶形是矿物的外部形态，它反映矿物内部原子排列的特性。大多数矿物是由结晶体组成的，而且具有规则的内部原子结构，这决定了矿物具有确定的外部形态。但是，有一些矿物是不定形的（即非结晶体）。七种晶系是：等轴晶系、四方晶系、斜方晶系、三斜晶系、单斜晶系、三方晶系和六方晶系。

2.3.7. 比重

矿物的比重是用一个比值表示的，它是某矿物质量与同体积摄氏 4 度的水的质量之比。如果矿物比重是 2，说明此矿物样品的质量是同体积水的质量的 2 倍。

大多数矿物比重一般在 2.5 到 3 之间，当比重小于 2.5 时，对相应的体积来讲，此矿物被认为是“轻的”。当大于 3 时，就会被认为“较重”。

具有稳定化学成分的矿物的比重是固定不变的，并且在鉴定这种矿物中经常是有重要作用的性质。

为了精确地断定矿物的比重必须注意几点：首先，矿物必须纯净，当然要做到这一点往往较困难。其次，矿物必须紧实，不要有裂隙或孔洞，因为那样，里面会有气泡或一层空气存在。

对于测量比重来讲，物理天平是很方便而精确的仪器。由于其结构简单，在家里就很容易安装设置，而且花费不多。

2.3.8. 矿物的其它检测方法

2.3.8.1. 磁性

可用吸铁石试验矿物标本的磁性。

2.3.8.2. 盐酸试验

对矿物标本使用稀盐酸会有什么反应？标本表面是否产生气泡？起泡剧烈吗？

2.4. 基本成岩矿物

2.4.1. 石英

石英是一种无解理，半透明或全透明的矿物。它有些像玻璃碎片，呈白色、乳白色、烟色、玫瑰色、无色、紫色，有一些稀有的石英是绿色或褐色的。石英不易风化，硬度为7，比重是2.65，多存在于浅色矿物中。由于不易被风化，所以石英往往是岩石风化后，剩余产物的主要成分，像砂石和粉砂岩。由于石英较硬，而且滴上稀盐酸不起泡，所以与另一种成岩矿物方解石很容易区别开。

2.4.2. 长石

长石呈粉红色、白色、灰色、略带浅蓝色或红色。当在岩石中看到它时，会从长石微小颗粒的解理面上反射出亮光。因为这些解理面的存在，所以长石与石英容易区分，前面已经讲过，石英是无解理的。长石存在着几乎是互相垂直的双向解理。

斜长石通常呈白色、灰色或是略带点蓝色。表面有一些条纹，那是板状或薄片状双晶之间界面的交界线。对双晶条纹进行观察是一种鉴别斜长石的简单明了的方法。

正长石通常呈粉红色、红色或白色，但没有双晶条纹。长石硬度为6.0，相对密度是2.4~2.7。

2.4.3. 云母

云母是一成岩矿物。其中，最重要的要数白云母和黑云母。云母容易通过颜色来区分。白云母是无色透明的，黑云母是褐色或黑色。云母可以被撕成很薄的薄片，具有弹性。如果被压弯，会很快恢复原状。云母硬度为2.0~2.5，比重为2.7~3.0。

2.4.4. 辉石与闪石

这是两类不同的成岩矿物。通过解理和晶形两方面可以将它们区分开来。但对于初学者来说，区分是很困难的。这些矿物大多是深色矿物，通常由深绿至黑色。普通角闪石是闪石类中最重要的。

2.4.5. 橄榄石

橄榄石的颜色变化由绿色至黄绿色，易风化，因此它使岩石中含有氧化铁成分，呈现褐色。纯橄榄石大多含在砂质石料中，它是一种闪亮的小颗粒，就像石英闪光一样。但又与石英不同，它并不存在于由熔融状态而成的火成岩中（参见试验2.5.1.火成岩）。相反，它们却可以在沉积岩中存在。橄榄石常与严重缺硅的深色岩石一起共生。橄榄石硬度是6.5—7.0，比重是3.2—3.6。

2.4.6. 方解石

方解石是一种属于碳酸盐类的基本成岩矿物。它有玻璃般光泽，但偏暗。硬度是3.0。通常呈无色或白色。有无色纹理。方解石，解理为三组，互不垂直。因此，方解石具有显著的菱形外观。比重是2.72。遇冷稀盐酸有剧烈

起泡反应。

2.4.7. 用于鉴定的矿物特性

通常，下列特征在鉴定矿物中会有重要意义。

石英：从透明到半透明，玻璃光泽，可划玻璃，断口呈贝壳状，很光滑。

云母：较软，有亮光，有平整的薄片。颜色可能是黑色，即黑云母；无色透明或白色，即白云母。

长石：从白色至灰色，甚至有玫瑰色，大多不透明，不如石英硬度大，除了有适当角度的光线照射外，一般较暗。

角闪石：黑色，硬，有长条颗粒。

方解石：遇冷稀盐酸起泡。

2.5. 岩石的主要类型

2.5.1. 火成岩

火成岩是由熔融的岩浆液体冷却凝固而成。一般地，地幔物质被挤压到地下的某处，冷却形成侵入岩或是喷到地表形成喷出岩，这是火成岩中的两类岩石。让具有一定化学成分的岩浆变成特别的熔岩，不是侵入方式就是喷出方式。在这两种情况中，岩石基本化学成分可能相似，但组成质地却有显著差异（质地即岩石中斑晶大小的程度）。侵入岩质地粗糙，喷出岩质地较细，颗粒小。岩石质地状况是由冷却速度决定的。熔岩冷却越快，质地就越细。由于被喷出地表的熔岩物质会快速冷却，所以喷出岩质地细。但是，因侵入或挤压而形成的侵入岩，在地下，冷却是缓慢进行的，所以，晶体颗粒较大，最终形成粗糙的质地。

火成岩可分为两类：浅色岩（富含硅、铝）和深色岩（富含铁、镁、钙）。火成岩中含有 8 种基本成分。在我们能把岩石分类之前，学习有关鉴定基本矿物成分的知识是很有必要的。

（1）浅色岩（含硅和铝）

石英 正长石 斜长石 白云母

（2）深色岩（含铁、镁、钙）

黑云母 角闪石 辉石 橄榄石

火成岩大多较坚硬，由含硅酸盐的内生颗粒组成。

岩石的质地大体上是由组成颗粒的大小、形状和排列方式决定。

火成岩的特点大多质地均一（见图 2.5.1.）。但斑岩除外（斑岩是一种在质地细腻的背景下，嵌含有颗粒较大的斑晶的岩石）。有些火成岩是明显的颗粒体；另一些则质地细腻，以致于看不到单个的颗粒，这就是质地致密的岩石；还有一些是玻璃质的或是不定形的。

通常，在颗粒形成过程中，相互交错聚集，火成岩颗粒就渐渐形成尖角状和不规则状。

2.5.2. 沉积岩

沉积岩的组成物质来源于母岩物质。沉积岩中矿物种类多包含了组成变质岩、火成岩和其它沉积岩的所有种类的矿物。其中一些矿物被压固成另外类型的沉积岩，而本身的物理、化学组成却没有多大变化。与之相反，另外一些矿物先受到严重的机械风化作用，而后再被压固成某种沉积岩（见图 2.5.2.）。风化作用也许完全破坏了某些矿物的成分，使其重新形成了另外一种由新的化学物质成分组成的矿物。学生们应该会鉴别一些普通的沉积岩。例如，凝灰岩，砂岩、页岩、石灰岩和燧石。非火成岩（即沉积岩和变质岩）含有的一种最重要矿物就是方解石。

沉积岩的成岩过程既有机械风化作用也有化学风化，还有迁移、分选、母岩颗粒向外扩散、随后的压固胶结。颗粒间胶结的程度决定了沉积岩的硬度。通常，如果你用锤子敲击沉积岩，会发现沉积岩不如火成岩紧实。渗进的水分会使沉积岩有一股泥土气味。它们易于被揉碎。

由来自母岩的破碎颗粒组成的沉积岩叫碎屑岩。例如，砂岩，它的颗粒粒径从细砂颗粒（0.004 ~ 0.006 毫米）到粗砂粒（0.006 ~ 2 毫米），甚至到小石子（2 ~ 64 毫米），再大到鹅卵石般大小。很多种物质都可能成为粘结

剂。例如，碳酸钙和氧化铁等。石英、长石和粘土矿物是碎屑岩中最常见的矿物。

没有明显颗粒的母岩也可能变为沉积岩，主要是通过流水溶蚀、迁移、沉淀之后重新形成。这种沉积岩叫沉淀岩，例如石灰岩。

2.5.3. 变质岩

变质岩中所含矿物与其它两类岩石中的矿物很相似，但经过重结晶、置换作用、高温作用形成的少数矿物除外。变质岩是由母岩变化而来，即火成岩、沉积岩、变质岩重新形成的一种新岩石。变质岩是高温高压的产物（有时还伴有热液渗透），变质岩质地特点见图 2.5.3. 所示。

在一个平面上，变质岩颗粒平整地沿线状排列，沿这一方向，能使岩石裂开，这叫片理构造，当然，这样的岩石就叫做片状岩石。像火成岩一样，有些变质岩硬且粗糙，是由相互聚集交错的矿物颗粒组成，这与有片理构造的变质岩不同。虽然片理构造是变质岩的一个突出特点，但有一些变质岩如大理石和石英岩，并不存在片理构造。

A. 三类主要的片理结构

(1) 片麻构造（粗条带状）：一种不连续、粗糙的片理。片理中各层都是明显的由不同矿物组成的条带，宽带通常由长石组成。

(2) 片状构造（完整片理构造）：片理是由片状矿物，如云母的平行排列构成。

(3) 石板状解理：岩石能裂成很薄的片状。矿物颗粒太小，肉眼无法看到。许多微小矿物颗粒平行排列，形成平面状，构成解理。根据片理构造的有无，把变质岩分成三大类。片理构造的类型差异是片状岩石分类的依据。对于无片理构造的变质岩来讲，主要矿物是其分类的依据标准。

B. 变质岩的分类

片理构造（带状或板状）：

(1) 粗带状（带状厚度不规则）

片麻岩

(2) 片状（带状很规则，厚度均一，呈板状）

片岩类

(3) 板状（有规则的细带状和薄片状）

板岩

非片理构造（块状有棱角）：

(1) 以方解石或白云石为主

大理岩

(2) 以石英为主

石英岩

(3) 以蛇纹岩或滑石为主

蛇纹岩或滑石

(4) 以有机质为主（灰色或黑色）

石墨和无烟煤

总的来讲，学生应有以下大致的认识：即松散胶结的颗粒结构意味着沉积岩；片理构造指示为变质岩；有新鲜尖角状粗颗粒，而背景是细小颗粒，这说明是火山岩；有内生的硅酸盐晶体可能是火成岩或变质岩。

2.6. 模拟岩石和化石的形成

2.6.1. 模拟火成岩生成

明矾溶液结晶过程，能用来解释类似的火成岩结晶过程。首先，在大试管内装入 1/4 的明矾粉末。然后倒进开水，在火上烧一会儿，使混合液微微沸腾。再缓慢地加入开水，使明矾充分溶解。接着，将一半溶液注入浅杯中，放进一段细绳，搅动杯中的明矾溶液，使它较快地冷却下来。把另一段细绳放在试管溶液中，使它的一端接触到试管底。将试管放到能缓慢冷却的地方。过几天，看一看结果如何。如果还没结晶，就再放一段时间，直至有晶体生成。可以发现，冷却过程越缓慢，得到的晶体越大。

与之相关的内容，还包括让学生做液体结晶试验，例如氯化钠晶体、糖晶体等，这对理解问题很有作用。

2.6.2. 模拟沉积岩生成

做这一试验有好几种方法。

第一种方法：

找到各色的沉积岩（颜色有重要作用），将其碾碎，不同颜色的粉末要分开。（可用坚硬岩石擦磨或用锤子敲击来获得粉末，这是一种机械破坏的好例证）。然后，将各种粉末按任意顺序放入一个玻璃瓶中。接着，向瓶中慢慢注水。注水时要沿着瓶的边缘滴入，以免粉末分层受干扰。慢慢填充瓶子，直至沉积物被充分地浸泡，要使水没过沉积物 1 厘米。之后，放在太阳光下或热源旁，使瓶中水蒸发。当所有水蒸发干后，打碎小瓶，可看到类似沉积岩的颗粒沉积。打碎瓶子时要小心些，可用布或纸袋包上，用锤子从几个地方小心地敲击。

这个试验个人可重复进行，也可让整个班级分成小组进行。试着往水中加入食盐（固体被溶解在溶剂里，形成溶液，这是一种化学方法），食盐起粘接剂的作用。

第二种方法：

准备一小袋普通水泥。让学生用水将其混合，再将它放入有盖的铁筒中、纸杯或小石膏盒等容器中，直到它变硬。研究其外形和它的特性。打碎后再研究它。接着，用一份水泥与二份沙子或碎石混合，这就制成了混凝土。加入水，使其混合充分，将其注入模子中，几天后变硬。再研究其外观和特性。

第三种方法：

将石膏与少量水混合，动作要快，否则石膏在混合时会迅速变硬，将混合物注入模子中，让它变硬，研究其外形和特性。

2.6.3. 模拟变质岩生成

先将成形的粘土烘烤干，可放在一片瓷片上烘烤，也可放在大钳锅里或花盆上、酒精灯上加热。当然，干燥炉更好。研究其变化。

2.6.4. 化石是如何形成的

化石是生活在很久以前的某种生物的遗迹。大多数化石都是在沉积岩层中找到的。由于往往被埋在岩层中，所以只要敲开含有化石的沉积岩就能找到。

在一片叶子上涂上凡士林，将其置于一块玻璃或其它光滑平面上。再制成一个深 2 厘米的圆形模子，套在周围，在模子外部，用粘土将其固定在原处，当石膏混合液注到叶片上之后，石膏会变硬，除掉叶片，你就得到了一片叶痕。某些化石就是因淤泥压在上面而形成，淤泥随后变硬，形成沉积岩。

3. 认识土壤

3.1. 土壤的形成

3.1.1. 岩石是如何因受热而形成土壤

在火上加热岩石，然后放入冷水中，加热和冷却时，岩石都会破裂。岩石因周围温度变化剧烈而破碎是成土过程中一个重要阶段。

3.1.2. 机械风化对成土过程的影响

准备一块较软的岩石，例如，当地的页岩或已风化的石灰岩。把它带到课堂里，让学生将其压碎，并碾成微小颗粒。让学生们去野外调查岩石在自然界中破碎的形式。

3.1.3. 风积

准备三个大的罐头盒（如装点心的铁盒），一个装入一升湿沙，另一个装入干燥的砂土，第三个装面粉。然后让学生把三个铁盒放在距电扇7米远的地方，电扇要正对着铁盒吹。在哪儿风力最大？把每个铁盒都放在略微能扬起盒内物质的位置。在一个表格上，注明三种物质和“风”使盒内物质移动的距离。哪一个最近？哪一个距电扇距离最远？为什么？学生是否注意到物质被扬起的方式？最轻的物质距电扇最远；最重的物质距电扇最近。许多不同颗粒的混合物就是用这种方法分开的，向学生解释这就是“分选”，自然界中普遍存在的现象。

学生们可以用电扇和干沙做一个沙丘。他们能制出一个有沙脊的沙丘吗？自然界中的沙丘是如何形成的？如果能到一片沙地，学生可能很喜欢研究，因为想找出风把沙丘吹成现在这样具有沙脊状沙丘的证据。

3.1.4. 土壤的垂直分层

发育的土壤通常有三个特征显著的层次，即所谓的A、B、C层。

各层颜色、质地结构和厚度变化都有差异。

A层是表土层。没有可溶性物质。总的来说，表土层有丰富的有机质和土壤生物。B层是亚土层，这一层积累了从表土层淋溶下来的物质。一般存在含铁矿物质，大多呈被氧化状态。C层是不能成团的已风化的母质。

制作各个地点的土壤模型。比较A层、B层的深度。最好同时观察挖土处或陡坎处的新鲜土层。用铁锹垂直向下挖出一个包含各层的新鲜断面也可以，等断面土壤干燥后，准备一个木板或其它硬板，再往木板的一侧上涂上强力胶水，用这一面向断面按去，会粘上许多土壤微粒。现在拿下木板，从断口上刮下一些土粒，填满纸盒中对应空间，要注意断口上的土层与纸盒中的位置对应好。等模型变硬，比较不同土层的特点，注意每个模型中各层的深度和物质组成。

3.2. 土壤类型

去尽可能多的地方，采取土样，将其装入玻璃瓶中。这些地方可以是沼泽，山脚下，树林中，草地，沙丘，河谷和另外一些地点。以此方法，你会收集到砂壤、壤土、粘土和腐殖质土。让同学研究这些样品，并用放大镜来仔细观察土壤微粒。还可将土样挑出杂质后加水调匀（挤不出水为宜），用手搓揉，不能揉成球，更不能揉成条，手指捏时嚓嚓响的是砂土；可搓成小球，但不能搓成条的是砂壤；可搓成细条、球、片等任意形状，且弯曲时不开裂的是粘土。

3.3. 土壤空气

把土壤收入玻璃瓶或其它瓶子中，慢慢地注入水，没过土样，注意观察土壤里的空气从水中冒出。

3.4. 土壤水分

3.4.1. 土壤含有水分

将少量土壤放进薄的玻璃皿中，用温火缓慢加热，倒扣上一个玻璃瓶，水就会在较冷的玻璃瓶壁上凝结出来。

3.4.2. 土壤含水量的测定

【准备工作】

金属盒，如铝盒等一个、酒精若干、吸管一个、土样一份、玻璃棒一根。

【测定方法】称出土样的重量并记录下后，把土样放在金属盒内。用吸管滴入几毫升酒精，与土壤搅拌一下。点燃酒精，在燃烧的过程中用玻璃棒不断搅拌，直至火焰熄灭。再次滴入酒精，重复上述过程。当土壤呈现松散状态时，说明土壤已经干燥。待冷却后，称重并按下列公式计算：

$$\text{土壤含水量}(\%) = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

3.4.3. 不同土壤吸水程度不同

【准备工作】

不同类型土壤的土样各一份适量、油灯罩或粗一些的玻璃管（两头没封口的）若干个、平底锅一个、布若干块

【实验方法】

用布把每个灯罩或玻璃管的底部扎好，把不同土壤样品分别放入灯罩或玻璃管中，大约 15 厘米高。砂壤、壤土、细砂、粘土等的土样都可以用。把灯罩立在有 3 厘米深水的平底锅中，土壤里水分上升的最高位置是由它的毛细作用程度决定的。

3.4.4. 哪些类型的土壤最能保持水？

用布把每个灯罩或玻璃管的底端包上，然后填入不同的土壤如砂壤、壤土、林地土壤，直到距顶部约 8 厘米处。把灯罩或玻璃管直立放在一个容积较大的盘子里。接着，将一定体积的水注入各个灯罩或玻璃管内，直到水开始外溢。观察注水最多的土壤类型。

3.4.5. 比较土样吸水能力

从不同地点采集各种土样。用罐头筒作容器，在采集前将小筒分别称重并记录。然后，每一容器内放入同量土样，再放到摄氏 105 度至 120 度的小炉上加热盛有土样的小筒，直到土样干燥。比较每一土样前后重量的变化。进一步，再比较不同种类土样之间重量变化的程度。比较裸露的土壤（野外）和受到遮挡的土样。将雨量数据和各种土样的吸水力做一个相关分析。例如，25 厘米降雨量对裸露土壤含水量的影响如何？与之相比，控制组即非裸露土壤含水量又受何影响呢？

3.4.6. 土壤的渗透性

准备三个大小相同的小铁筒，去掉顶部和底部。用小孔筛网罩在每一个

筒底，在下部筒边上用金属线把网系牢。为防止土壤细粒透过筛网流失，需在网内再加一层滤纸。

采集三种粗、中、细不同的土样。装在小锅内，在摄氏 105 度至 120 度条件下加热，直至干燥。将三种土样装入三个不同的小筒内，安置好三个土样，使水能够注入，又能从下面收集。每个容器注入等体积的水，记录土样完全被注透所需的时间，注完后，再比较小筒下收集的流过土样的水量。

3.4.7. 因地下水而引起的土壤毛细作用、溶解和沉淀

【准备工作】

鱼缸一个、铁架台一个、大漏斗一个、台灯一个、细干沙、盐

【实验方法】

将细干沙和盐混合起来放入鱼缸底部，大约 2~5 厘米厚。接着，在上面盖一层 5 厘米厚的纯净干沙（不含盐）。用夹子把玻璃漏斗固定在鱼缸的角上，玻璃管要插入沙中（见图 3.4.6.）直到盐层。把台灯放在鱼缸的另一边上，向下照射鱼缸。

往漏斗中注水（轻轻动一动玻璃管使水能流下去）。从鱼缸侧面观察，可以见到水正透过沙层。注入足量的水，以使鱼缸底部的水有 2 厘米深。

打开灯，照射几小时。由于邻近灯光，水分会因毛细作用而上升，带上来一定的溶解盐。热量导致水分蒸发，盐分就逐渐残留在土壤表层附近。尝一尝靠近灯泡附近的沙土，是否有咸味？在自然界中，太阳光热对土壤的影响类似于试验中灯光的热量效应。图

图 3.4.7. 土壤毛细作用、溶解和沉淀

3.4.8. 地下水的渗透与毛细作用

图 3.4.8. 土壤的渗透和毛细作用

把干燥的细沙土装入玻璃管（直径 2 厘米，长 30 厘米）的 1/2 处。用试管夹把玻璃管垂直固定好，将底部插到平底盘底或鱼缸底部（见图 3.4.7.）。将水注入其中一个玻璃管。水就会由沙土的孔隙向下渗透，进入到盘里；有一部分盘中的水又因毛细作用而上升到另一玻璃管的土壤中。

3.5. 土壤对生物的影响

3.5.1. 一般观察

从花园、菜园、林地、挖土坑、沙地、粘土坡上取来土样，分别装入不同的玻璃瓶里或花盆中。在每种土壤中种上植物种子，浇同样数量的水。注意哪一种土壤中的植物种子最先发芽。植物开始生长之后，注意哪种土壤里的植物生长最快，记录下不同土壤植物生长的度。

3.5.2. 土壤有机质的测定*

3.5.2.1 有机质含量测定

【准备工作】

风干土样 0.5 克、20×150 毫米试管一个、移液管一个、注射器一支、滴管一支、白瓷板凹槽一个、1N 重铬酸钾溶液 5 毫升、浓硫酸 10 毫升、蒸馏水、有机质标准溶液系列（配制方法见后）

把土样放入试管中，滴入重铬酸钾溶液 2.5 毫升，摇匀。用注射器迅速加入浓硫酸 5 毫升，摇动 10 分钟，静放 30 分钟。用滴管取试管中上部澄液 5 滴，放在白瓷板凹槽中，加入 2 滴蒸馏水稀释，搅匀，然后与标准色阶对比液系列比色。其有机质含量（%）可用比色读数乘 1.1（校正系数）得到。

标准色阶对比液系列的配制方法：准备 10 个 20×150 毫米试管，按下表配制好后，再加入重铬酸钾溶液 2.5 毫升、浓硫酸 5 毫升，制成标准色阶对比液系列。

有机质标准溶液系列配制表

有机质%	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
5%葡萄糖 加入滴数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
蒸馏水加 入滴数	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3.5.2.2. 硝态氮的测定

【准备工作】

土样 2 克、试管一个、白瓷板凹槽一个、玻璃棒一个、1N 硫酸钠 10 毫升、50%醋酸少许、硝酸试粉、蒸馏水少许、标准色阶

(1)（配制方法见后）

【测定方法】

将土样放进试管中，加入硫酸钠，充分摇动 3 分钟，放置一段时间后，取上层的清液 5 滴放入白瓷板凹槽中，加醋酸 1 滴。在下列标准色阶液中各加 1 滴蒸馏水制成对比液。在样品和对比液系列中各加 1 小勺硝酸试粉，用玻璃棒搅匀后比色。比色读数(PPm)×5 即为土样中硝态氮含量，单位是 PPm。

标准色阶(1) 配制

编号	10ppm 标准液加入滴数	蒸馏水加入滴数	ppm
1	1	4	2
2	2	3	4
3	3	2	6
4	4	1	8
5	5	0	10

3.5.2.3. 铵态氮的测定

【准备工作】

基本同 3.5.2.2. 取消醋酸，将硝酸试粉换成奈氏试剂。

【测定方法】

按 3.5.2.2. 的方法（不用醋酸）取得样品液。在样品和标准系列色阶对比液中各加入 1 滴奈氏试剂后进行比色，再将比色读数（ppm）× 5 即为铵态氮含量，单位是 ppm。

3.5.2.4. 速效磷的测定

【准备工作】

土样 2 克、试管一个、白瓷板凹槽一个、玻璃棒一个、0.5N 碳酸氢钠 10 毫升、活性炭少许、蒸馏水少许、标准色阶（1）

【测定方法】

将土样、碳酸氢钠、活性炭放入试管中，摇动 5 分钟后放置或过滤取清液 5 滴，放在白瓷板凹槽中，加蒸馏水 5 滴。在标准系列色阶液中加 0.5N 碳酸氢钠 5 滴（pH 值必须保持 8.5）制成对比液，在样品液和对比液系列中各加入钼酸铵硫酸液 1 滴，待气泡消失后，加入甘油氯化亚锡 1 滴，用玻璃棒搅匀，进行比色。用比色读数（ppm）× 5，即得到速效磷的含量，单位是 ppm。

3.5.2.5. 速效钾的测定

【准备工作】

土样 2 克、试管一个、黑瓷板凹槽一个、玻璃棒一个、1N 硫酸钠 10 毫升、40% 甲醛少许、3% 四苯硼钠溶液少许、蒸馏水少许、标准色阶（2）（配制方法见下）

标准色阶（2）配制

编号	100ppm 标准液加入滴数	蒸馏水加入滴数	ppm
1	1	9	10
2	2	8	20
3	4	6	40
4	8	2	80
5	10	0	100

【测定方法】

用 3.5.2.2. 的方法取得样品液 10 毫升，放入黑瓷板凹槽中。在样品液

和标准系列色阶对比液中分别加入几滴甲醛，摇匀。再各加入 2 滴四苯硼钠溶液，进行比色。再将比色读数 (ppm) $\times 5$ 即为铵态氮含量，单位是 ppm。

4. 认识天气

4.1. 制作气象仪器

4.1.1. 风向标

风向标用来测定风向。

做法一

【准备工作】

长约 25 厘米，横断面 1 厘米见方的木条一块、宽约 10 厘米的薄木板一块、小刀片一个、医用滴管一个、酒精灯一盏、固定用小钉、胶水或腻子、长约一米的软木一根、硬铁丝或铁片

【制作方法】

用锯在 25 厘米长的木条两端中部各开一 6 厘米深的槽。把 10 厘米宽的薄木板（要能塞进木条）截成两部分，一部分做成箭头的头部，另一部分做成箭头的尾部（见图 4.1.1.a）。

图 4.1.1.a 制作风向标

把箭头的两部分插进木条的槽中，用胶水或小钉固定。

用小刀片找到风向标的平衡点（把木板架在小刀片上，直到能保持平衡），把它标出。将滴管的玻璃部分放在酒精灯上烤，直到封住玻璃小口。在风向标的平衡点处钻一个比滴管口稍大，木板厚度 $3/4$ 深的洞。把滴管口插进洞里，用胶水或腻子粘牢。

用软木支撑风向标，并在顶端钉个小钉。用锉把钉子的平端锉成尖的，把滴管的胶皮端拔掉后套在上面。风向标要放置在建筑物或一杆子的顶上，就可以测定来自任一方向的风。

用硬铁丝做一支架固定在木杆上，上端弯成 N、E、S、W 的符号，或用铁片剪成大字母，焊在上面。做法二

【准备工作】

厚卡片纸一张、带软木塞的瓶子一个、编织针一支、笔帽一个、火柴棍一支、牙签四支、沙（适量）

【制作方法】

将厚卡片纸剪成箭头样和指示方向用的字母。把织针插入软木塞，尖头朝上塞入装上沙子的瓶口（瓶子里装沙为稳定瓶子用）。在软木塞的周围合适的位置插上表示方向的四个牙签。将纸箭头固定在笔帽上，再把笔帽套在织针上，即可使用，（见图 4.1.1.b）。

4.1.2. 风速仪

第一种做法：

【准备工作】

长约 50 厘米、横断面 1 厘米见方的较轻木条 2 块、医用滴管 1 个、酒精灯 1 盏、小塑料盘 4 个、小钉或螺丝钉若干、胶水或腻子

【制作方法】

在两个木条正中间各挖一个约 1 厘米宽、0.5 厘米深的槽，按图 4.1.2.a 所示，把两个木条组合在一起。取医用滴管的玻璃管部分，在酒精灯上烧烤，封住较小一端。和前面做风向标的方法一样，在十字形木条的正中心部分钻一约 3/4 木板厚的小洞，用胶或腻子把玻璃管固定在小洞里。用小钉或螺丝钉把四个小塑料盘固定在十字木条的四端，注意使这些风盘面向同一方向。和安置风向标一样，准备一个木杆，在它的顶端钉一小钉，用锉锉成尖状。你的风速仪就要在风中

旋转了。你可以记下 30 秒内旋转的次数，再除以 3。这样，就可以大概知道风速是每小时多少公里了。

确定风速的另一个方法是，在一个无风的日子，让人开车带你出去。把风速仪从车前窗伸出，让司机以每小时 5 公里的速度匀速行进。记下 30 秒内的旋转次数。再让汽车司机把车速改为每小时 10、15、20、25、30、40 等公里，重复记录过程。这样可以了解不同风速下风速仪的旋转次数。把你的风速仪安置在可以接受到任何方向来风的地方。第二种做法

【准备工作】

鞋盒一个、编织针一支、胶带

【制作方法】

将鞋盒的两端剪去，在其中一端插入织针，织针要能转动。用胶带把一张卡片纸与织针相连，保持卡片纸在有风时可被吹动。在盒的一侧开一个有弧形边的窗口，在窗口的弧形边上用醒目的颜色标上表示风力的读数（可通过实验获得）。当有风时，风力越大，读数越高（见图 4.1.2.b）。

图 4.1.2.b 简易风速仪

4.1.3. 偏差风速仪

【准备工作】

约 25 厘米长、2 厘米宽、1 厘米厚的木条一个、量角器一个、晒衣木棍一根、胶水、钉子

【制作方法】

用锯在木条的一端锯一条缝，把量角器插进去并用胶水粘牢。胶水干以前，穿过木条和插在木条中的量角器钻一个直径约 0.5 厘米的孔（见图 4.1.3.）。把晒衣铁丝穿过刚钻的孔并按图中所示弯好。在纸板一边的中部开一个槽，再和晒衣铁丝固定在一起，使它在有风时可以绕着量角器转动。如果需要，在木条的另一端安一个木螺丝做平衡用。在木条的平衡点上钻一个孔，插进一个玻璃管制成的支撑物，并用胶粘牢。玻璃支撑物可以这样做，把一根玻璃管的一端放在火上烧，直到开口封住。在距封口约 3 厘米处截断玻璃管，截下的带封口的一段可以做玻璃支撑物。

在扫帚把或类似的木棍的一端钉一个钉子，把钉子的平头截去，锉成尖状。将已做好的风速仪和扫帚把装在一起，使玻璃支撑物正好套在尖头钉子上。要使风速仪能够随着风自由转动并对着风向。

调试仪器时，可在一个无风的日子，让人开车带你出去。把风速仪从车前窗伸出，让司机以每小时 5 公里的速度匀速行进。当风标随风飘动时，在量角器上做出标记。再让汽车司机把车速改为每小时 10、15、20、25 等公

里，重复记录过程。在没有更精确的仪器时，这个风速仪还是很好用的。

4.1.4. 气压风速仪

可把一个带漏斗的 U 形管放在一个三速风扇附近，用来说明气压风速仪的工作原理。

【准备工作】

带漏斗的 U 形管一个、三速风扇一个、木板一块、底座一个、圆木棍一个、用薄木片或金属制成的风向标一个、尺子一把、螺丝眼两个、钉子、凡士林或其它润滑剂

【制作方法】

将 U 形管、风向标和尺子都固定在木板上。风向标用来保持漏斗的开口总是正对着风向。尺子用来测量 U 形管中水位的高度。在木板的背面的适当位置钉上两个螺丝眼，然后套在圆木棍上。在圆木棍靠下位置钉一个钉子，使木板下方的螺丝眼落在钉子上，支撑起木板。

图 4.1.4. 气压风速仪 (2)

在螺丝眼和圆木棍的相接处涂上凡士林或其它润滑剂。

风速大致和 U 形管两边的水位差成比例。U 形管中的水量多少要在开始调试仪器时通过试验确定。一旦确定下来，要保持管中的水量不变，这样才能得到比较准确的测量结果。如果用酒精代替水，这个仪器还可在冰点以下气温中使用。如果在水中放少量黑色烟灰类的东西，U 形管内壁会留下一圈“污迹”，可以显示两次读数之间最大风速。

4.1.5 毛发湿度表

本设备可使你直接读取相对湿度值，而不必使用以往常用的各种表格来推算。

准备一些约 30 厘米长的头发，将其浸入稀释的苛性钠 (NaOH) 溶液中，以求脱去其中的油脂。然后，把一根处理后的头发一端固定在支架的一端上，头发的另一端坠上 5 克的重物。再把头发缠绕在一个线轴上二至三周，线轴被固定在一个能自由转动的锡制轴心上，并且线轴要安装在支架下三分之一处。为了保证精确性，线轴的直径应该较小，用枞木制成指针，固定在轴心一端，并用一个明信片做标尺。

大气湿度的改变会影响头发的长度和指针的位置。

为了标划刻度，最好将你制成的湿度表与一个标准湿度表进行比较。如果难以找到一个标准的湿度表，就将你的湿度表悬置于一桶温水之上，用湿毛巾盖上，当指针移到不再变化时，在标尺上将这一点记作 100，表示水桶内的水分处于百分之百饱和状态。其它各点的划分，要根据你的干、湿球温度计指示的读数（见实验 4.1.10.），再从附表 1. 中查到相对湿度值，在你的标尺上标上相应的湿度值。当标尺上已标画了三个数值点后，你就可以用均匀分割的方法求得其数值点，其间距要保持在 5 一个刻度（即 5 ~ 100）（见图 4.1.5.）。

图 4.1.5.毛发湿度表

4.1.6.杆式晴雨计

【准备工作】

筷子一根、纱布一小块、橡皮一块、大头针一枚、木块若干块、棉花、食盐适量

【制做和使用方法】

用纱布包上一些棉花，扎成一个小球。然后将小球浸在饱和的食盐溶液里。浸透后取出晒干。用细线把它悬挂在筷子的一端。把重量与棉花球相等的一块橡皮（或用其它东西代替）挂在筷子的另一端（见图 4.1.6.）。

用零碎木料做一个固定的支架，式样可以自己设计。在筷子的中点钻一个小孔，使大头针穿过小孔固定在支架上。然后，把筷子调整一下，使它保持平衡。

棉花球里含有很多细小的食盐晶粒，盐能吸收空气中的水分。当天气转阴雨时，湿度大了，空气中水分增多，棉花球吸附了水分，平衡的晴雨计悬挂着棉花球的一端就会向下倾斜，这表示将要下雨。如果一直保持平衡，则说明天气晴好。

4.1.7.气压计

【准备工作】

墨水瓶一只（或用别的瓶代替）、长约 200 毫米的细玻璃管一根、学生尺一把、软木塞一只（大小应配合瓶口）、食油一滴、细线两根、穿孔器、小钻子、酒精灯（或炉子）。

【制作方法】

将细玻璃管的两端分别放在酒精灯上加热至微红时取出，冷却后能使玻璃管的断口处光滑。然后在玻璃管的一端注入不易于的食油一滴。

用穿孔器将软木塞开孔。孔眼要比玻璃管的直径略小。使玻璃管插入软木塞时刚好紧密。再将软木塞紧紧地塞在墨水瓶口。

在学生尺的上下部分用小钻子分别钻两个小孔，然后用细线将玻璃管缚在学生尺上。这样就做成了一架自制气压计（图 4.1.7.）。可用来测量大气压。

当外界的气压升高时，油滴下移，表示晴天。当外界的气压降低时，瓶内的气压大于外界气压，油滴上移，表示阴雨。

4.1.8.简易量雨器

做法一

【准备工作】

瓶子一个、漏斗一个

【制作方法】

用漏斗和瓶子制作一个简易量雨器的方法很简单。量筒可用来量测瓶子里收集到的雨量（见图 4.1.8.a）。漏斗的边沿最好是水平的，因为这样的漏斗可以防止雨滴溅出去。整个装置应该埋在土中，但要使漏斗高出地表几厘米。

做法二

【准备工作】

一公升容积的塑料瓶（如可乐瓶）二个、四块砖头或体积相当的石头、酸碱试纸

【制作方法】

将一个一公升塑料瓶从靠近瓶口处剪开成两截，将上截倒置放在下截之上（如图 4.1.8.b1）。在学校内选定一个空旷的地方，用四块砖头或石头固定瓶子，以免被风吹倒（如图 4.1.8.b2）。

【测量方法】

可在校内选定数个测量点，组织学生做一星期或两星期的测量。测量期间的每天早上上课前把量雨筒内的雨水倒入另一个塑料瓶中，用尺子量度瓶内的雨水量并做记录。然后，可用酸碱纸测试雨水的酸碱度，也做好记录。

4.1.9. 另一种量雨器

【准备工作】

直径 10 厘米左右，高 14 厘米的金属筒一个、直径 3 厘米，高大于 25 厘米的直边玻璃筒一个、漏斗一个、宽 1 厘米、长约 25 厘米的纸条

【制作和使用方法】

把金属筒放在一个水平桌面上，注入 1 厘米深的水。将纸条竖直贴在玻璃筒的一侧。接着，将金属筒中的水注入到玻璃筒中，并在纸条上标记出注入水面的高度。量出从玻璃瓶底到这个标记的高度，按此标准，将纸条上的刻度划分好，直到玻璃筒口为止。然后将每一个 1 厘米再进一步均匀划分为 10 份，即 1 毫米。这个小筒将用来测量数量较小的雨量。然后将漏斗插入玻璃筒内。再把它们一起放置在金属筒中（见图 4.1.9.）。最好把量雨器放置在一个不易受震动的开阔地点。

如果雨量少，只用小量筒就可以；如果雨量大，多余的水就会溢到大筒中，把这部分水注入到小量筒中来测量。

如果用厘米为单位测量雨量，可以按下面提供的公式计算小筒的刻度：
每厘米雨量在玻璃筒上的高度 = (漏斗半径/瓶子半径) 的平方

图 4.1.9. 图 4.1.10.

4.1.10. 干、湿球温度表

干、湿球温度表制作简单。把两个在相同条件下，读数相同的温度计安装在一块木板上。用一条平纹细布缝制成一个大小合适的袜筒并套在其中一个温度计的小球上（袜子或医用纱布可以买来用于应急）。将细颈小瓶安装在木板上，使瓶顶与小球顶部持平或略低些。保证瓶中水量充足。在读数之前，扇走湿球周围的水气，约 1~2 分钟。为了保证相对湿度的精度，还要参考附表 1 中的湿度量表。

4.1.11. 悬挂式湿度计

如果没有悬挂式湿度计，可用试验 4.1.10. 中所示的设备制得，只需在木板顶部钻一个孔，穿上一根拉力较强的细绳，除去水瓶中的水。把它在空中反复转动，这样就能获得最大蒸发量和更加精确的读数。设备被转动前，温度计必须安装牢固。因为晃动身体或桌子间的碰撞，温度计容易被打破，所以要指导学生如何转动本装置。使用附表 6 中的湿度量表，计算校内和校外大气相对湿度，如果可能，应考虑它们之间的差异及其原因。

4.1.12. 露点温度

【准备工作】

表面光亮的金属杯一只、精确的温度计一支、铅笔管架一个

【制作和使用方法】

先将温度计固定在杯中的铅笔管架上，然后将冰水混合物倒入金属杯中，加以搅动，直至杯外壁上刚刚出现露珠为止，立即读取冰水的温度（即露点温度）和大气温度。使用附表 6 中的湿度量表来确定相对湿度。（参见实验 4.1.5. 和 4.3.6.）

4.2. 风与天气

4.2.1. 大气产生气压

有许多方法可以证明大气压力的存在。例如，饮料吸管中液面的上升是大气压力造成的。准备一个烧瓶或玻璃瓶，瓶口的橡皮塞上插有一根玻璃“吸管”和一根短些的直角玻璃弯管，如图 4.2.1.a 所示。瓶里装上约半瓶净水。用手指堵住弯管的开口，你会发现很难从“吸管”中吸上液体，但是把手指移开，吮吸液体就容易了。为了证明液体在吸管中上升是由于液面上大气压力的作用，可以通过玻璃弯管向瓶中吹气来增加液面的大气压力。还可以做另外一个试验。把一个烧瓶装满水并用橡皮塞子塞紧，塞子上只有一根长“吸管”，如图 4.2.1.b 所示。让一个学生从吸管中吸水。如果瓶中一点空气都没有了，他不会吸上水来。

4.2.2. 冷空气比暖空气重

【准备工作】

大小相同的纸袋两个、20 厘米长的线两根、简易木制天平一个、蜡烛一根、烧瓶两个或旧灯泡两个。

【实验和观察方法】

A. 打开纸袋，分别把两根线分的一端固定在纸袋底部（在底部打一小孔，把线穿出并打上一结），另一端打一环，挂在木制天平两端，让天平保持平衡。把点燃的蜡烛靠近一个纸袋。你能观察到什么现象？几分钟后加热另一纸袋下的空气，观察出现的现象、你怎样解释这种现象？

B. 另外一个方法是用烧瓶代替纸袋。在烧瓶口系上线，挂在天平两端，保持平衡。缓慢加热其中的一个烧瓶，观察现象。然后停止加热，让烧瓶降到室温。观察现象。再加热另一烧瓶。用旧灯泡制成的烧瓶做这个试验效果很好（见图 4.2.2.）。

4.2.3. 制作对流箱

可以很容易地做一个箱子，演示为什么会有风。

【准备工作】较大木箱或纸板盒一个、玻璃一块，大小要正好盖住木箱或纸盒的开口、烟囱状油灯罩或约 15 厘米长的邮寄用纸筒或两端开口的玻璃管两个、蜡烛一截、香一支

【制作和实验方法】

将木箱或纸盒开口面对试验者放置。在木箱或纸盒开口的上下两边（长边）开个槽口，使玻璃刚好插进（见图 4.2.3.），可作为观测窗。在箱或盒朝上的一面上钻两个相距较近孔洞，直径在 2.5 至 3 厘米之间。将两个烟囱状油灯罩或替代物罩住在孔洞。把一小截蜡烛放在盒子里面，正对着一个烟囱。点燃蜡烛，代表被太阳晒热的陆地。关上玻璃窗，用一张灰纸或燃香，跟踪两个烟囱中的气流。观察盒中空气的运动。把蜡烛移到另一个烟囱下，重复试验。观察到什么现象？怎样解释它？

注：灰纸——指的是点燃后吹灭但仍冒烟的纸，下同。

4.2.4. 观测对流现象

A. 把相邻的一间很温暖屋子和一间很冷屋子中间的门打开一点儿缝。用一张灰纸或点燃的香探测门缝附近离地面不同高度的对流。

B. 如果可能的话，在一间用电炉或煤炉取暖的房间里探测空气流动。

C. 在一间分别靠近天花板和地面开窗进行通风换气的房间里，也可以探测空气流动。

D. 用一根铁丝把一个点燃的蜡烛放进牛奶瓶的底部。观察现象。取出蜡烛，让瓶中换上新鲜空气。再把蜡烛放回瓶中。按图 4.2.4.a 中所示，将纸板剪成“T”形，放进瓶口，将冷、热空气分开。用灰纸探测 T 形纸板两侧的气流。

E. 把罐头盒底剪成圆盘形。在中心部分凿一坑。从小坑的外边缘沿放射线向外将金属盘剪成中心相连的若干部分，并把每一部分朝同一方向拧一下（见图 4.2.4.b），做成风车状。把风车固定在铁丝上，然后把它举到点燃的蜡烛或其它热源上面。如果风车制作很仔细，它在电炉或灯泡上方也会转动。

图 4.2.4.a 对流

图 4.2.4.b 使用对流转动的风轮

A. 热空气的上升运动

B. 冷空气下降

C. 铁丝

4.2.5. 测量上层风

【准备工作】

一个充上比空气轻的气体的气球、两个量角器、米尺、一块 $40 \times 2 \times 2$ 厘米的木条、一个砝码（或秤砣）、一些大头针、一块带秒针的表、一个白线轴

【制作和测量方法】

按图 4.2.5. 所示，把一个量角器用平头针固定在木条的边上，使量角器的直边与木条上的上边缘平行。用一根线把砝码从量角器的中心垂下作为铅锤（把一根饮料吸管固定在木条顶部可以使观测更方便）。现在，你有了一个简单的手持经纬仪。

图 4.2.5. 测量上层风

当铅锤线定在 90° （从量角器上读出）时，经纬仪是水平的。当铅锤线定在 80° 时，经纬仪倾斜的角度是 10° 。经纬仪倾斜的角度可以用 90° 减去铅锤线所指示的角度。

可以先在教室内练习使用经纬仪。让一个学生站在教室内离墙一定距离（3 至 5 米）的地方，找到学生看屋顶时的视线与水平的夹角。夹角的度数可以这样得到：手持经纬仪，通过吸管的孔道观看屋顶。用 90° 减去看到屋顶时垂线所指度数，即为所需夹角度数。学生要在一张绘图（坐标）纸上划分出若干测量单位，标出从学生站的地方到墙的水平距离。在这条线的终端

注上用经纬仪测出的角度。利用这个距离和角度，可以算出学生水平视线以上天花板的高度。例如，如果学生站在离墙 7 米远的地方，测出的仰角是 30 度（经纬仪上指的是 60 度），天花板距学生水平视线的高度则是 3.5 米左右。加上学生眼睛到地面的高度，可以算出房屋内部的高度。

用一根长线拴住气球，以便随时可以把它从天花板上拉下来。把气球压在地板上再松开手，测量气球上升到天花板所需时间。重复做几次，得到气球从地板上升到天花板的平均速度（用天花板的高度除以上升时间，即可得到上升速度）。

现在学生可以把气球拿到室外测量上层风。分别让不同学生做以下工作：

- （1）从吸管孔道内跟踪气球；
- （2）每隔 30 秒读一次垂线所指示的度数；
- （3）掌握时间，每 30 秒提醒读数的学生一次；
- （4）每次时间间隔结束时，记下时间和视线的角度。

经过几分钟的观测记录，每隔 30 秒气球的位置就可以在图上标定出来，在水平和垂直距离上使用相同比例尺，可以测量出它的水平运动。

4.2.6. 风级和地面征象对照表

风级	风 速 m/s km/h (代表值)	地面征象	风级名称及其判断歌谣
0	0.2 以下 1 以下 (0)	烟直上	0 级无风, 烟往上冲; 水面无波, 树枝不动
1	0.3 ~ 0.5 1 ~ 5 (1)	烟能表示风向, 但风 向标不能转动	1 级软风, 弱而无力; 烟随风倒, 风标不动
2	1.6 ~ 3.3 6 ~ 11 (2)	脸感觉有风, 树叶有 微响, 风向标转动	2 级轻风, 树叶微动; 脸觉有风, 风标转动
3	3.4 ~ 5.4 12 ~ 19 (4)	树叶和最细的枝摇 动不息, 旗帜招展	3 级微风, 树叶活动; 旌旗招展, 永波微兴
4	5.5 ~ 7.9 20 ~ 28 (7)	灰尘和纸片飞舞, 树 的小枝摇动	4 级和风, 树枝摇动; 吹起灰尘, 纸片飞扬
5	8.0 ~ 10.7 29 ~ 38 (9)	有叶的小树摇摆, 内 河水面起小波	5 级轻风, 小树摇摆; 内陆水面; 波纹荡漾
6	10.8 ~ 13.8 39 ~ 49 (12)	大树枝摇动, 电线呼 呼发声, 撑伞困难	6 级强风, 大树摇动; 吹响电线, 打伞困难
7	13.9 ~ 17.1 50 ~ 61 (16)	全树摇动, 迎风步行 感觉不便	7 级劲风, 全树摇动; 迎风难行, 水起波浪
8	17.2 ~ 20.7 62 ~ 74 (19)	折毁小枝, 迎风步行 感到阻力很大	8 级大风, 阻力大猛; 折断微枝, 波涛汹涌
9	20.8 ~ 24.4 75 ~ 88 (23)	普通屋顶上的烟囱 等物容易被吹毁	9 级烈风, 烟囱被毁; 平瓦移动, 小屋受害
10	24.5 ~ 28.4 89 ~ 102 (26)	陆地上不常见, 若 有, 往往会拔树毁物	10 级狂风, 树连根起; 陆地少见, 多在海里
11	28.5 ~ 32.6 103 ~ 117 (31)	陆地上很少见到	11 级暴风, 陆地极少; 破坏力大, 轮船翻倒
12	32.7 以上 (>33) 117 以上 (>33)	陆上绝少见到	12 级台风, 陆上罕见; 波浪滔天, 淹没巨轮

4.3. 大气水分

4.3.1. 大气含有水分

大气水分肉眼看不到，但可通过如下方法显示出来：

将水注入水壶或水瓶中，然后将其置于火上烧。如果没有水壶，就用有一个瓶塞的烧瓶代替，把直角玻璃管插入烧瓶中。瓶中装入水并放在火焰上烧。当水沸腾时，水蒸气就会从喷嘴中冒出，观察所形成的云雾。这不是蒸气，而是浓密的小水珠。观察冒气的喷嘴附近的空气，你能看见蒸气吗？现在放置一个蜡烛或在浓度较大的蒸气云雾中放置一个火炉，你能看到什么？水分哪里去了？

4.3.2. 水汽凝结在温度较低的表面

把一些冰放在很薄的罐头盒里。过一会观察盒的外面。你看见了什么？它们是从哪来的？

4.3.3. 观察水循环

加热一些水使它接近沸点。把水倒进一玻璃杯中。摇一摇玻璃杯，让玻璃杯的所有地方都沾上水。在一圆烧瓶中放入很凉的水，按照图 4.3.3. 中所示角度把烧瓶放在玻璃杯上。杯中的热水将开始蒸发，在烧瓶的冷表面凝结，又变成水滴落回杯中。现在你看到了蒸发、凝结、降水三个现象。这同自然界中的水循环过程一样。

4.3.4. 再现降雨过程

【准备工作】

植物秧苗若干、面积大一些的平底盘子一个、金属托盘一个、茶壶或烧瓶一个、碎冰块若干

【实验方法】

把植物秧苗放在桌子上的平底盘中，在它上方固定金属托盘。平底盘和托盘之间的距离大约 35 至 40 厘米。在金属盘中放一些碎冰块。把茶壶或烧瓶装上水，放在热源上，使水可以在秧苗和金属盘之间流出（见图 4.3.4.）。下面就可以研究雨的微循环了。茶壶或烧瓶代表地球上的水源。水源里的水蒸发并上升到代表地球表面上层冷空气的金属盘，并在那里冷却。水汽凝结在金属盘上，然后像降雨一样落回秧苗上。

4.3.5. 瓶内成云试验

【准备工作】

大玻璃瓶一个、带 10 厘米长玻璃管的橡皮塞一个、橡皮管一根、自行车气筒一个、粉笔末若干

【实验方法】

在玻璃瓶中装进约 3 厘米深的温水，往瓶中的空气里撒一点粉笔末。用一橡皮管把橡皮塞的玻璃管连接到自行车气筒上（见图 4.3.5.）。把塞子塞进瓶口并让学生往里打气。当空气被压进瓶中后，让塞子自己从瓶口冲出（注意安全），观察出现的现象。如果没有得到理想的结果，再用燃后又吹灭的带烟的火柴或纸片往瓶里送些烟。

空气膨胀冷却，使瓶内温度降到露点以下，水汽凝结就形成了云。

4.3.6. 露点温度

可以用一个薄的金属盒测量露点温度。在盒里放进一些水、一支温度计和一些冰。要保证盒的外面是干净的，不要有指纹等。把盒放在一张照片上，如果盒的外表非常干净，可以反射出下面的照片。现在隔一会儿加入一些冰块，然后用温度计小心地搅拌。随时注意观看温度计，读出盒外表开始出现露时，即盒外表反射的照片不再清晰可见时的温度。这个温度很接近露点温度。

4.4. 云的观测

4.4.1. 认云识天气

云是大气中有水汽存在的可见证明。大气中的水汽越多，见到的云也就越多。水汽的存在形式可以是液态水滴、冰晶或两者同时存在。云的类型是当时大气稳定性的反映。例如，层云表示大气比较稳定，变化很慢。积云是垂直发展的，说明大气中云的变化比较迅速。因为云总是处于不断地发展变化中，所以云的外形是不确定的。但是，人们还是可以找到云的一些特征，根据这些特征将云分类。

除了前面提到的层云和积云外，还可按照云距地面的高度分为低云、中云和高云。但由于云底的高度会随着地形、平均水汽含量和所处气候类型变化，这种分类不是很精确的。

低云包括层云、层积云、积云和积雨云。当暖气团或冷气团移过地球表面时会生成这类云。从地表到高空较冷大气层不稳定的热对流容易形成积云，积云继续垂直向上发展，就形成积雨云或雷雨天。低云云底的高度通常在 1500 米以下。低云一般由水滴组成。

中云包括高层云和高积云，云底的平均高度一般在 2500—5000 米之间。中云是由水滴或冰晶或二者的混合物组成。云体的稠密度不同，飞机驾驶员在稠密的水滴构成的云中飞行，也许只能看到几米远的地方。而在由冰晶构成的云中飞行，可以看到 1000 米远的地方。

高云包括卷云、卷层云和卷积云，云底的高度一般在 5000 米以上。高云是由冰晶组成的，稠密度不同。卷云的明显特征是日晕或月晕，这是冰晶反射太阳光或月光的结果。较低的云如高层云会造成日华或月华而不是日晕或月晕。

下面的描述可以帮助你识别云的类型。

层云。低云系中的层云时常是在大气比较稳定时形成的。当湿空气在锋面或沿地形上升时，或当暖湿空气移动到较冷表面上时也会形成层云。层云一般是灰色的，没有明显的边界。层云的厚度从 100 至 500 米不等。

层积云。层积云的底部高度一致，倾向于垂直发展。从地面上看，层积云常常是亮、暗的云块，或是亮、暗相间成行或波浪排列。

雨层云。这种云时常与降水—雨或雪相联系。你很难确定雨层云的云底高度，因为云的边界颜色暗淡，云底混乱。从很低高度到中等高度，都会生成雨层云。雨层云的降水通常是连续性的，降水强度变化很大。

积云。积云是最常见的类型，云的范围和形状变化也很大。春天和夏天的晴天会出现馒头状积云。积云的底部近似水平，一天中最热的时间段内云体会增大，傍晚时消散。对积云的一种很有特色的描述是“花椰菜状”。它的边界分明，容易确定。堡状积云，有时也叫乳状积云，可以伸展几千米，而且常是雷暴的前兆。这种积云云体迅速增大，看上去好像是开了锅，所以云的形状不断变化。所有的积云都很浓厚，由积云生成的降水是阵雨而不是连阴雨或雪。积云云底的高度从较低到中等水平不等。

高积云。高积云很像层积云，只是出现在较高的大气层中。某些类型的高层云往往是一些特殊天气的征兆，对天气工作者和飞行员很有用。其中一种像橘子瓣似的高积云叫荚状高积云。它的出现与高空风场的波动有关，并孤立存在。另外一种特殊的高积云叫堡状高积云。它的云顶呈锯齿状，像是

小宝塔或城墙、城堡，俗称“云城堡”。云的变化很快，很快形成又很快消失。这是中层大气不稳定造成的，它的出现常常预示着将有雷雨。民间有谚语：“早上云城堡，大雨快来到”。

高层云。这类大气中等高度上形成的云，一般是由水滴或水与冰晶的混合物组成的。降水形式是持续的小雨。高积云和高层云经常同时出现。阳光或月光透过高层云可以产生日华或月华的效果，可以此区别卷层云。

卷云。卷云是一些很薄、白色的、羽毛状的云，时常以片状或狭窄的带状出现。卷云是由冰晶构成的，云底很高。卷云常预示冷空气或高空低气压的到来，会有降水的出现，民间谚语：“天上勾勾云，地上雨淋淋”说的就是卷云中的一种一钩卷云。虽然卷云也可能是浓厚的并带来阵雨，但它很少能完全遮住太阳或月亮。

卷云

卷积云。卷积云常常是白而薄的云片，像是蓬松的棉花，又像细小的鱼鳞。有时容易和高层云混淆，但孤立的云体一般比高层云小。俗话说：“鱼鳞天，不雨也风颠”，卷积云往往是风雨的前兆。

卷层云。卷层云是由冰晶组成的，成片状或层状。厚度变化很大。有时很薄，你必须很仔细才能看到。有时又厚得可以遮住太阳。卷层云会造成日晕或月晕现象。卷层云常预示着天气系统的变化。民间有“日晕三更雨，月晕午时风”的说法，但并不是每次晕的出现都带来风雨。

积雨云。积雨云的云体浓厚庞大，垂直向上可以发展到很高的高度。积雨云的出现经常伴随着雷、电、暴雨，有时会有冰雹，偶尔还会带来陆龙卷或水龙卷。积雨云的特征是它的顶部会扩展成砧状。积雨云可以说是造云的“工厂”，因为在它短暂的“生存期”内，可以产生出几乎所有其它类型的云。积雨云的顶部可以伸展到 20000 米的高度，它的底部高度从贴近地面到 3000 或 4000 米的高度不等。积雨云的生长速度有时可达每分钟 2000 米。

高云

卷积云

4.4.2. 云的观测

云的观测包括估计云量，判断云状，测定云底高度，测云的方向、云速等。

云量是指云遮蔽天空的成数，可用眼力估计。将天空分成 10 等分，其中

被云遮盖的成数称为云量。全天无云或云量不到天空的 $1/20$ ，云量记“0”，云占天空 $1/10$ ，云量记“1”，云占天空一半记“5”，全天为云所遮或云层中有少量空隙，云量记“10”。

云量分总云量和低云量。总云量指天空所有去遮盖的成数。低云量指低云的云遮盖天空的成数。记法为分数形式，总云量为分子，低云量为分母，如“ $6/4$ ”等，低云量总会小于或等于总云量。判断云状是按云的分类表用规定的符号或文字填写记录，一般将量多的填写在前，量少的填写在后；量相同时，云底高的在上面，云底低的在下面；量和云底高都相同，则按云类记。判断时可借助云图或根据云的各种特性、演变过程和相伴的天气现象等来认识。

测定云底高度可用眼力估计或将其与已知的山坡高度或高大建筑物的高度相比较来判定。

测云向、云速可用环状测云器进行观测。环状测云器可用一条带状铁片围成一直径为 1m 的圆圈，并在圆圈上安装 4 条垂直交叉的金属丝，将其分成 8 等分，然后按准确的方位把它固定在四根木柱上（图 4.3.7.a 所示）即成。观测时，人站在圆圈下，认定天空一块云，看它从哪一方向进入圆圈内，即测得云向；若云块 A 从圆圈 A' 进入（见图 4.3.7.b），用手表计算其到 B 点时所需时间并用目测估计出云高，则可利用相似三角形原理，求出云速。

图 4.3.7.a 环状测云器 图 4.3.7.b 用环状测云器观测云速

4.5. 雨级和征象对照表

雨级	记录符号	雨量	征象
微雨	,	12小时内无量或微量	降雨数滴或极细微,对庄稼生长和田间工作无影响
小雨	12小时内雨量 < 5mm	地面全湿,但无积水	
中雨	“	12小时内雨量 5—15mm	地面积水,可听见雨声
大雨		12小时内雨量 > 15mm	可听见激烈雨声,薄布伞湿透并渗进水滴
暴雨		12小时内雨量 > 30mm, 24小时内雨量 50mm	大雨倾盆而下,打开窗子,室内不易听清说话声
阵雨			雨的下降和停止都很突然,降水最急的时间很短,天空忽暗忽明

4.6. 认识锋

4.6.1. 模拟锋面的形成

下列演示可以有效地阐明锋面天气的概念。一定要按照说明去做。

【准备工作】

鱼缸一个（大小不限，但不要太小）、宽度略小于鱼缸宽度的玻璃隔板一块、可作为密封条的材料如糠荃若干、防水胶若干、食用盐、食用红、蓝色素若干或红、蓝墨水若干

【制作方法】

将密封材料裁成窄条，中间开一浅槽。用防水胶将其牢牢地粘在鱼缸底部中线和相连的两侧位置，形成一防水导槽，把玻璃隔板插入导槽，这样就将鱼缸分成体积相等、防水隔板分开的两部分（见图 4.6.1.）。

在鱼缸隔板的两侧分别灌入温水和冷水。在温水中加入食用红色素，在冷水中加入食用蓝色素以示区别。

演示时，迅速撤出隔板，两种颜色的水相遇后，蓝色水（代表冷气团）将沉入红色水的底部，红色水（代表暖气团）将停留在顶部。两层水会保持分层状态，基本不混合。把鱼缸中的水倒掉，换上同样温度的水如冷水，分别加入红色素和蓝色素，并在蓝水中加入一定量的食用盐，重做上述演示，观察现象。

学生会提出各种问题并通过独立研究找到答案，例如，如果水中不放盐结果会怎样呢？如果两种颜色的水温度不一样，会是什么结果呢？两层的水温相差多少呢？可组织学生做定量试验。

4.6.2. 暖锋与冷锋的实际观察和描述

A. 暖锋 气压计水银柱的缓慢下降，标志着暖锋的到来。这时可以观察到卷云，时常在 24~36 小时内会有降水。云层逐渐变厚，从卷云向卷层云变化，然后是高积云或高层云，最后是雨层云或积雨云。降水一般从高积云开始，以后较低的层云或积云会遮盖天空。锋面通过时风会改变方向，气压有少许上升，降水停止，天空开始转晴，气温会有明显的上升。夏季，午后的雷阵雨往往发生在暖锋之后。

B. 冷锋 当冷锋来临时，气压迅速下降。冷锋移动要比暖锋快，平均每小时 32~40 千米（有时移动的速度小于每小时 16 千米或偶尔大于每小时 56 千米）。相应的，云层变化过程也比暖锋快，几小时内，就可从卷云变化到卷层云再变化到高层云。卷云出现后的 12~30 小时内就可发生降水。夏季，积云会发展成积雨云并带来雷阵雨。冬季，雨层云或层积云会带来降雨或降雪。锋面通过时，风迅速转向，气压稳步上升，气温下降。

C. 陆龙卷 陆龙卷与冰雹及雷雨产生的大气条件相同，都是冷暖气团剧烈碰撞带来的。人们还不能预测陆龙卷，但是可以掌握产生它的大气条件，所以当这样的大气条件存在时，气象部门会给出“可能有陆龙卷”的预报。陆龙卷覆盖的地区约有 70~330 米宽，移动的速度平均每小时 32~63 千米，风速可达每小时 300 千米。在北半球，陆龙卷经常发生在 4 月 1 日至 7 月 15 日期间，而且多在下午。不论是空气潮湿、气温高于 26 还是冷气团到来的时候都可能出现陆龙卷。陆龙卷出现前后常可见到乳状云。

D. 飓风 热带飓风是最具破坏力的风暴。这种风暴在世界各地都有发生，称呼也不同，在我国叫台风，在北美叫飓风，在东南亚叫热带风暴，但都起源于赤道地区。赤道以北，飓风移动的方向是北—西北—东北。赤道以南，飓风移动的方向正好相反。

飓风云系的变化很像暖锋，顺序如下：(a) 卷云；(b) 卷层云，在飓风前的 1600 千米处出现；(c) 高层云；(d) 雨层云或积雨云。常有日晕或月晕出现。

虽然飓风移动的速度每小时只有 12~24 千米，由此产生的风的速度有时可达每小时 240 千米。一场飓风可存在 10 天左右，覆盖面达 800~3200 平方千米。当气压开始上升、风改变方向时，说明飓风最危险的阶段已经过去。

认

认识环境问题

5. 环境问题观测实例

5.1. 坡面侵蚀作用实验

通过流水的坡面侵蚀实验，可以探索影响流水侵蚀作用的主要因素。

【准备工作】

大洒水壶一个、砖一块、与砖大小相同的砂土砖坯和粘土砖坯各一块、三角板和量角器一块、小木板三块

【实验方法】

将砖块和砖坯分别放在小木板上，并成一排，木板倾斜角度的大小要一致。量出砖块、砖坯的厚度和木板倾斜的角度。水壶盛满水后，均匀洒在砖块和砖坯上，淋完一定量的水（一壶或几壶）后，再量它们的厚度。注意，量砖块和砖坯的厚度时，一定要让三角板与木板垂直。改变木板倾斜角度或改变水量再进行几次实验，每次只能改变一个条件，而且要做好记录。记录表如下：

实验名称	流水坡面侵蚀			
实验序号	实验前	第一次	第二次	第三次
变化条件	/	坡度 0 度	坡度 20 度	坡度 40 度
砖	10cm			
砂土砖坯	10cm			
粘土砖坯	10cm			

通过实验会发现，砂土砖坯和砖在同样条件下，最容易受侵蚀的是砂土砖坯，最不容易受侵蚀的是砖。这个实验说明越是疏松的岩层或土层，越容易受流水侵蚀，越是致密的岩层或土层越不容易被流水侵蚀；坡度越大，坡面侵蚀越厉害；降落的雨水强度（即单位面积内降落的雨水量）越大，坡面侵蚀越大；降水时间越长，坡面侵蚀也越强。

5.2. 土壤侵蚀与保护

5.2.1. 流水对土壤的影响

方法一：

在一次大雨过后，让学生用玻璃瓶采集泥水样品。把泥水放置几小时直至沉积物完全沉淀，再让学生观察。

方法二：

【准备工作】

长方形盒子两个，不要太深，可自制小桶或带漏斗的小玻璃瓶两个、筛网两个、洒水壶或在底部均匀钻出小孔的铁筒两个、腻子若干、草皮。

【制作和使用方法】

按图 3.7.1. 制作两个盒子，在缝隙中填入腻子以防漏水。把带漏斗的小玻璃瓶或小桶放在盒子下面用来盛流出的水。（1）用松散土壤填入一个浅盒中，另外一个浅盒用紧实的土壤填好。让两个浅盒倾斜，并用洒水壶或小铁筒对两个浅盒注入同量的水。观察水在哪一种土壤中流得最快，以及流水有什么特点。

（2）重新把相同的土填入两个浅盒内，将草皮盖在其中一盒土上，仍旧按原来那样注水，观察水流变化。

（3）再将同样的土填入两个浅盒内，把一个盒放的稍平一些，一个倾斜角度大些，注水，观察水流变化有什么不同。

图 5.2.1.

A—用腻子腻子角 B—在此处安装筛网 C—盒子或板条箱 D—盛水管

5.2.2. 降雨对土壤的影响

用曲别针把一张白纸夹在一张粗纸板上，平放在地板上，用滴管把彩色液体滴在上面。注意水滴溅落的大小、形状。再做一遍，但这次要滴另一侧。研究不同高度落下的水滴溅落时不同作用，并改变滴水的角度，水滴的大小。

尝试进行不同变化水滴的组合。可用干净的纸片与不同颜色的水滴以示区别，表示不同的水滴试验结果，记录下结果。

让学生漆刷几根长 1 米的白杆（白杆能明显地显示泥水溅起的位置），将白标尺放在户外不同地点。如图 5.2.2 所示，用橡皮筋和砖块把标尺垂直固定好。一次雷雨之后，通知学生去注意每一标尺上泥点溅起的高度。将草地、沙地、公园里和其它能想到的地方竖立标尺上的数据记录下来，画一个图表显示各处泥点溅起的高度。

在同一处，所有的降水都会产生相同的作用吗？这需要在每次降雨之后，重复地试验和观测才能回答这一问题。用软管浇水，试验不同力量的水流作用也可以。

5.2.3. 水土流失与防治

方法一：

对当地一处因流水切割冲沟而产生破坏的地点，进行一次野外考察。学生们要注意这种破坏的存在和防止方法。为什么会这样？怎样才能防止？应

该为此做哪些工作？

方法二：

在实验室，学生们可使用各种设施去设计防止侵蚀的方法。例如梯田和作物轮作方式。有些设计可以按下列步骤进行：

(1) 按实验 5.2.1.方法二中的说明，用松散土壤填入浅盒内，以同一角度将盒倾斜。用小棍在土上划出几道起伏的小沟，用等量的水喷洒每个盒。观察各自土壤侵蚀状况，并同时注意排水。

(2) 再用松散土壤填入浅槽。注水，直至形成明显水流冲蚀成的水沟。用小石子和嫩树枝以一定间隔筑在表面，以阻挡水流。再注水，观察阻挡水流冲蚀的作用。

方法三：

在每个校园里，都有因流水而造成侵蚀的地方。让学生对此想出一系列防止侵蚀的方法，并列成清单。然后，实施他们自己的设想。

5.2.4. 植物对土壤侵蚀的影响

方法一：

学生应到一处已失去植物保护、土壤受侵蚀的地方进行考察。讨论所见到的内容，让他们解释这个地方是如何成为现在这样的？有什么办法可以防止土壤被风吹走或被流水带走？学生能找出支持自己观点的论据吗？

方法二：

让学生在沙土地上或在按实验 5.2.1 制成的侵蚀盒中种上草籽。当草的根系比较发达时，把水注到侵蚀盒上，植物根系对土壤有保持作用吗？拔掉已发芽的草，让学生改变浇到侵蚀盒中的水量。那么，植物对侵蚀的影响是什么？

5.3. 大气监测

5.3.1. 测量空气中的尘埃量

【准备工作】

容量为五升广口瓶三个、蒸馏水约十升、容量为 2~3 升的平底锅或其它耐热的平底容器、厘克或毫克的天平一个、铁丝网一块

【测量方法】

将广口瓶刷洗干净后，再用蒸馏水冲一下。每个瓶中放入 1.5 升蒸馏水（不要用自来水，自来水中所含微粒会影响你测量）。在瓶子上用指甲刨光刀或锉刀或其它东西标出水面高度，确保所做标记不会让雨水冲掉。瓶口用铁丝网遮盖防止昆虫落入。把瓶子分别放在室外不同地方，离地面 1.5 米，不要放在树木或屋檐下（见图 5.3.1.）。

把瓶子放置 30 天。隔几天去看一次，添加一些蒸馏水以保持原有的水位高度（如果瓶中的水干了，风会把落入瓶中的尘埃吹走。）降雨时，雨水会落入瓶中。这不要紧，只要雨水不从瓶中溢出就行。如果出现雨水溢出的情况，试验只得重做。30 天以后，把瓶子拿到室内。为了测出每个瓶中有多少尘埃，先在天平上称一下 2—3 升容器的重量，记下结果，然后把瓶中的水倒入容器中。用蒸馏水冲洗瓶子，冲洗后的水也倒入容器中，保证瓶中所有尘埃都被倒出。然后加热容器中的水使之全部蒸发。注意不要过分加热以免烧掉尘埃。冷却容器，然后在天平上称重。减去容器重量，就得到尘埃的重量。如果天平是厘克制的，把结果乘 10 就变成毫克重。

你得到的数字只是告诉你一个月内有多少毫克尘埃落入瓶中。如果你想知道这个数字相当于每平方千米内有多少吨尘埃，先量量瓶口的面积是多少平方厘米，然后用简单的除法算出每平方厘米落入的尘埃（毫克）。再换算成每平方千米面积内有多少吨尘埃。

看看每个瓶中的尘埃数量是否一样（如果数字差别较大，采用平均数来说明这个地区的尘埃量）。你能说出为什么瓶中尘埃的数量不一样吗？在其它月份或第二年重复这个测量，看看空气中的尘埃是否有变化？

5.3.2. 监测烟囱冒黑烟情况

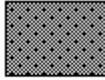
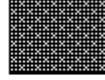
使用林格曼煤烟浓度表（见表 5.3.2），监测烟囱冒黑烟情况。该表是在长 14 厘米、宽 20 厘米的白纸上分别描出宽度为 1.0、2.3、3.7、5.5、10.0 毫米的方格黑线图，使矩形内黑色部分所占比例大致为 0‰、20‰、40‰、60‰、80‰、100‰，以此把烟尘浓度分为 6 级，分别为 0、1、2、3、4、5 度。在标准状态下，1 度烟尘浓度相当于 0.25 克每立方米，2 度相当于 0.7 克每立方米，3 度相当于 1.2 克每立方米，4 度相当于 2.3 克每立方米，5 度约为 4~5 克每立方米。在使用时，把林格曼浓度表竖立在与观察者眼睛大致相同的高度上，然后离开纸板 16 米，离烟囱 40 米的地方注视此浓度表的纸板，与距离烟囱口 30~45 厘米处的烟尘浓度做比较。观测时应与烟气流成直角，不可面向阳光，烟囱出口的背景上不要有建筑物、山等物体。

使用袖珍林格曼煤烟浓度表时，由于它缩小了 10 倍，因此观察时应距眼睛 1.5 米，也可握在手中伸直手臂进行观测。

监测的具体方法是，在制高点设立观察哨，当远处烟囱冒出的烟浓度与

表中某种情况相似时,即是该烟囱此时的烟气浓度。应及时记录观测结果(包括烟囱代号、烟气浓度、起止时间及必要的文字描述),同时记录天气情况、气温、风向、风力等。如果烟气浓度超过当地环境保护部门规定的标准,可将结果通知环保部门。

表 5.3.2. 林格曼煤烟浓度表

0 度	$\left\{ \begin{array}{l} \text{黑线宽 } 1.0 \text{ 毫米} \\ \text{白线宽 } 0.0 \end{array} \right.$	黑地 0.00 % 白地 100.00 %		浓度 0
1 度	$\left\{ \begin{array}{l} \text{黑线宽 } 1.0 \\ \text{白线宽 } 9.0 \end{array} \right.$	黑地 19.00 % 白地 81.00 %		浓度 20
2 度	$\left\{ \begin{array}{l} \text{黑线宽 } 2.3 \text{ 毫米} \\ \text{白线宽 } 7.7 \end{array} \right.$	黑地 40.71 % 白地 59.29 %		浓度 40
3 度	$\left\{ \begin{array}{l} \text{黑线宽 } 3.7 \\ \text{白线宽 } 6.3 \end{array} \right.$	黑地 60.31 % 白地 39.69 %		浓度 60
4 度	$\left\{ \begin{array}{l} \text{黑线宽 } 5.5 \\ \text{白线宽 } 4.5 \end{array} \right.$	黑地 79.75 % 白地 20.25 %		浓度 80
5 度	$\left\{ \begin{array}{l} \text{黑线宽 } 10.0 \\ \text{白线宽 } 0.0 \end{array} \right.$	黑地 100.00 % 白地 0.00 %		浓度 100

5.4. 雨水 pH 值测定

通过测定雨水的 pH 值，可从实际活动中了解什么是酸雨。方法：

用 4.1.8. 和 4.1.9. 介绍的方法制作量雨器，采集雨水样品，测定降水量及雨水的 pH 值。

测定 pH 值时，最好使用酸度计，也可以用精密 pH 试纸代替。为了提高测定的准确性，可以在同一地区多设立几处采集点，取平均值。

可对某次降水或某段时间的降水进行分析。

5.5. 噪声 监测及分析

【方法】

(1) 请环境保护部门同志介绍有关噪声的知识，学习声级计的使用方法。向环保部门借声级计测量环境噪声。

(2) 对学校周围及内部环境开展调查。查清有关噪声源，以及噪声发声在时间上的规律等。

(3) 对有噪声的设备，在距 1 米处测量声源噪声值。然后每隔 5 米或 10 米，逐步远离设备测噪声值，一直测到教室或办公室窗前 1 米处。

(4) 分别测出白天、夜间的噪声情况。

(5) 如果学校内有树林、草坪等，可分别进行多种测量，以便得出树木、草坪等对噪声的衰减情况。

(6) 课间活动时，以操场中心为起点测噪声，然后往外等距离测课间活动噪声，直测到学校周围居民点或机关单位的窗前 1 米为止。

(7) 测量时要详细记下时间、地点、天气、当时周围环境状况、噪声值。测量时应保持安静，在风力大于 3 级及雨雪天不能测量。

(8) 各种情况的测量数据都获得后，可按白天、黑夜分别绘出噪声源对学校影响衰减图；课间活动噪声对周围居民、机关影响衰减图；树林、草坪对噪声的衰减图等。

5.6. 城市树木生长状况

【准备工作】

卷尺一把、剪枝剪一把、毫米方格纸、托盘天平一个、恒温干燥箱一个、叶绿素层析实验装置

【观测方法】

根据你所在城市的地理状况和城市功能特征，通过市区的适当部分划出一条剖面线，在这条线附近选取几个具有不同城市功能的环境区为观测区，例如可分为近郊区，风景区，居民区，商业区，工业区等，区内再选择一至两个观测点，以本市区的主要树种作为观测树，利用卷尺、剪枝剪、毫米方格纸、托盘天平、恒温干燥箱和中学叶绿素层析实验装置等简单工具，在同一时间（每天上午 10 时左右）、进行树干胸径（离地 1 米处）、树冠面积、叶片干重、叶绿素含量等有关树木生长状态方面的简单观测。

具体观测的方法是：测出树围，其出树木胸径；将两条竹竿分别垂直于树两侧的树冠最外沿处，测出两竹竿间距，算出树冠面积；采集向阳面树叶制成标本，取单片叶贴在毫米方格纸上绘形，算出叶片面积；将叶片放在恒温干燥箱内干燥后，利用托盘天平称出叶片干重；采鲜叶做叶绿素层析实验，近似比较含量的多少。

