

组合式日晷

任一鸣 / 江苏省南京市西善桥小学

指导教师 寇承斌

◎ 简介

组合式日晷将常见的地平式日晷、赤道式日晷、垂直式日晷、节气式日晷集为一身，通过更换晷面、晷针，调整晷面倾斜角度来实现不同的功能，还能通过在阳光下观测晷针的影子来确认时间、节气以及探究一天中太阳影子变化规律，测量太阳高度角等。组合式日晷主要适用于小学的科学教学、中学天文地理的教学等。

组合式日晷能在老师讲课时，让学生更容易理解我国古代天文仪器——赤道日晷的原理以及使用方法，并且弥补了单一日晷的一些缺点。组合式日晷还解决了在室内不能演示日晷的难题，增加了互动环节，让学生能自己动手测量太阳高度角、画晷影线。

◎ 设计方案

在课堂上接触到日晷的知识后，我想进一步探究其中的原理。日晷有好多，但归类起来可分为地平式日晷、赤道式日晷、垂直式日晷、节气式日晷。

我自己动手做了几个不同类型日晷来观察晷影变化和时间的关系，研究日晷的工作原理。但同时使用几种日晷比较不方便，而且还必须有日光。能不能把它们组合在一起呢？我反复比较、画图，又请教老师，做了几个方案后发现，如果晷面和晷针可以更换，就能在1个装置上实现不同种类的日晷功能。

各种日晷主要的不同在于晷面、晷针以及晷面的倾斜角度。只要把这3个问题解决了，组合式日晷就能发明出来了。我和科学老师、爸爸讨论过各种方案，也经历了一次次失败，最终找到了1种好的方案：把晷面做成活动的，晷针做成可拆卸的；把各种晷针与晷面用螺栓、螺帽连接，可随时更换；各种晷面画在CD盘一样大的纸上，粘贴在CD盘两面，放在1个用合页连接的可调节角度的基座上，再安装上水平式指南针来调节方向和高低；装上1个小电子钟来对比时间，这样1个组合式日晷就发明出来了。

在接下来反复试验的过程中，为了弥补不能在室内演示的缺陷，又增加了

早晚太阳运行轨道和小手电；增加了空白晷面，可以动手记录太阳影子的长短、方向。

◎ “组合式日晷”使用前的准备

组装完毕的组合式日晷如图1。调整组合式日晷方向，使晷面圆心和指南针所连成的线与南北方向线重合，圆心向南。同时根据水平仪，调整底板高低（可使用纸片来垫），使组合式日晷处于水平位置。然后根据日晷的不同类型和室内、室外的演示要求来调整晷面、太阳运行轨迹的角度；按季节调整太阳直射点轨迹，更换不同的晷针。

◎ 日晷测量演示说明

☞ 地平式日晷

室外观察：换上地平式日晷晷面，安装上地平式日晷三角晷针，利用量角器、调整晷针角度，使晷针指向北天极。南京地区所处纬度为北纬 32° ，所对应的晷针角度为 $90^{\circ}-32^{\circ}=58^{\circ}$ 。通过在阳光下观测晷针的影子来确认时间。

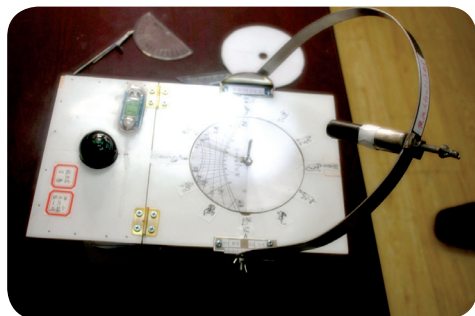


图1 组合式日晷整体外观

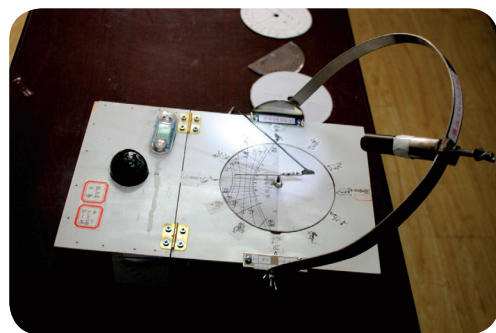


图2 演示地平式日晷

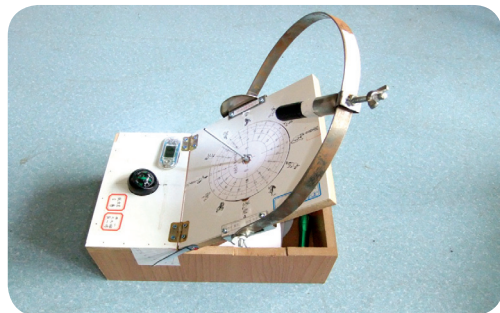


图3 演示赤道式日晷

室内演示：准备工作与室外相同(除非特别说明，各种日晷室内演示的准备都与室外相同)。观察时按季节调整太阳直射点轨迹，按正午太阳高度角调整太阳运行轨迹高度角，移动小手电来观察、演示。见图2。

☞ 赤道式日晷

室外观察：换上赤道式日晷晷面，安装上赤道式日晷晷针，调整晷面倾斜角度，使晷针指向北天极。晷面倾斜角度为当地的纬度的余角。南京纬度为北纬 32° ，所对应的晷面倾斜角度为 $90^\circ - 32^\circ = 58^\circ$ 。通过在阳光下观测晷针的影子来确认时间。由于从春分到秋分期间，太阳总是在天赤道的北侧运行，因此，晷针的影子投向晷面上方；从秋分到春分期间，太阳在天赤道的南侧运行，因此，晷针的影子投向晷面的下方。见图3。

室内演示：按季节调整太阳直射点轨迹，按正午太阳高度角调整太阳运行轨迹高度角，移动小手电来观察、演示。

从春分到秋分期间，晷针的影子投向晷面上方；从秋分到春分期间，晷针的影子投向晷面的下方。

☞ 垂直式日晷

室外观察：换上垂直式日晷晷面，调整晷面倾斜角度，使晷面与地面垂直，使晷针指向南。通过在阳光下观测晷针的影子来确认时间。

室内演示：按季节调整太阳直射点轨迹，按正午太阳高度角调整太阳运行轨迹高度角，移动小手电来观察、演示，见图4。

☞ 节气式日晷

室外观察：换上赤道式日晷晷面，安装上赤道式日晷晷针，调整晷面倾斜角度，使晷针指向北。晷面与地面的角度在春分与秋分时为当地的纬度，其余季节依据节气的不同而调整。通过在阳光下观测晷针的影子来确认时间。和赤道式日晷相比，它的晷影始终在面板上面，只看上面就可知时间。当地太阳高

度角越大，晷面倾斜角度越大；当地太阳高度角越小，晷面倾斜角度越小，夏至时最大，冬至时最小。

室内演示：按季节调整太阳直射点轨迹，按正午太阳高度角调整太阳运行轨迹高度角，移动小手电来观察、演示。

☞ 测量太阳高度角

室外观察：安装上地平式日晷三角晷针，使晷针指向太阳。当晷针的投影成一点时，晷针与晷面的夹角即太阳高度角。用量角器测量角度即可知太阳高度角。

室内演示：准备时安装上地平式日晷三角晷针，使晷针指向小手电。按季节调整太阳直射点轨迹，按正午太阳高度角调整太阳运行轨迹高度角，移动小手电来观察、演示。当晷针的投影成一点时，晷针与晷面的夹角即太阳高度角。用量角器测量角度即可知太阳高度角，见图5。

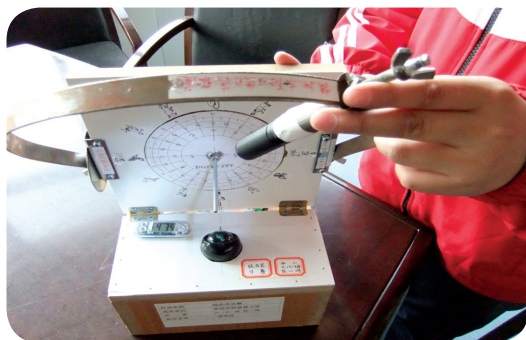


图4 演示垂直式日晷

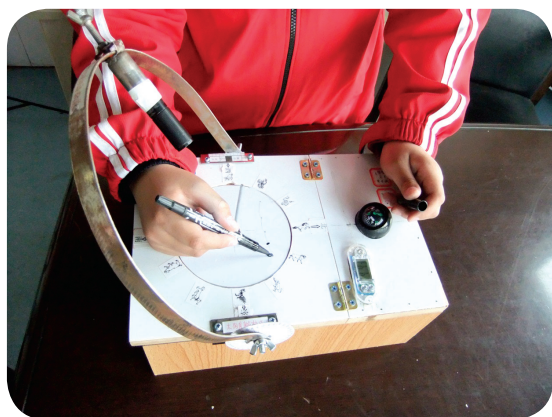


图5 测量太阳高度角

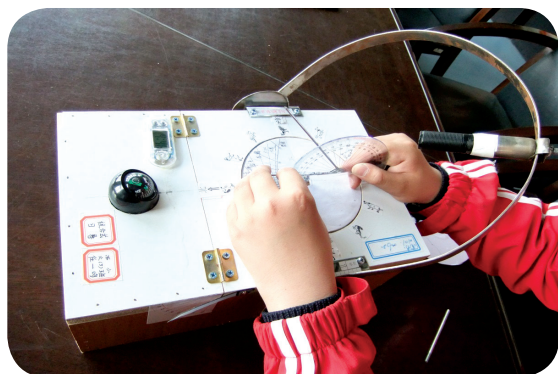


图6 画晷影线

☞ 测节气

室外观察：换上测节气晷面、短晷针，晷针顶端所指的晷影线即所在时节的节气。

室内演示：按季节调整太阳直射点轨迹，按正午太阳高度角调整太阳运行轨迹高度角，移动小手电来观察、演示。晷针顶端所指的晷影线即所在时节的节气。

☞ 自己动手画晷影线

室外观察：换上空白晷面，在1天中的不同时刻，点上晷针顶端所指的投影点，连成1条线就是本时节晷影线，不同的时节有不同的晷影线，见图6。

室内演示：按季节调整太阳直射点轨迹，按正午太阳高度角调整太阳运行

轨迹高度角，移动小手电来观察、演示。在1天中的不同时刻，点上晷针顶端所指的投影点，连成1条线就是本时节晷影线，不同的时节有不同的晷影线。

☞ 室内短时间内演示全天、全年晷影运行

装上早晚太阳运行轨道，打开小手电，沿模拟太阳运行轨道运行，即可演示早晚晷影变化轨迹。按季节调整太阳直射点轨迹，调整太阳运行轨道角度即可演示全年晷影变化轨迹。

因为太阳运行轨迹和地理纬度关系计算相当复杂，我在这里只能模拟它们的关系和运行轨迹。而要让它们在现实中还原，涉及到好多难解决的加工问题。在太阳运行轨道上让光影准确定格定时

难度很大，我只能尽力而为。如果能给我更多的时间，我会把它改进得更好。

该项目获得第25届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目小学组技术与设计一等奖。

专家评语

该项目利用组合法将地平式日晷、赤道式日晷、垂直式日晷、节气式日晷等多种日晷功能组合为一体，实现一晷多用，具有较好的实用价值。■