

基于STEAM教育理念自制“太阳与影子的关系”演示仪

李嫣媚, 黄美君, 王朝君*

乐山师范学院教育科学学院, 四川 乐山

收稿日期: 2025年3月20日; 录用日期: 2025年5月6日; 发布日期: 2025年5月15日

摘要

基于STEAM教育理念对“太阳钟”一课的教具进行改进, 通过分析发现该教具存在实验操作耗时长、实验器材零散等不足, 采用发明技巧中的“珠联璧合”“一应俱全”对教具进行改进。该教具利用生活中常见材料制作完成, 帮助学生构建起科学与生活之间的联系, 改进后的教具实现了一体化, 测量和记录数据也更加便利。利用该教具在提高实验效率的同时还能让学生掌握一年四季太阳变化的规律, 为培养学生的核心素养奠定了基础。

关键词

STEAM教育理念, 自制教具, 科学探究, 演示仪

A Self-Made Demonstration Instrument for the Relationship between the Sun and Shadows Based on STEAM Education Principles

Yumei Li, Meijun Huang, Chaojun Wang*

School of Education Science, Leshan Normal University, Leshan Sichuan

Received: Mar. 20th, 2025; accepted: May 6th, 2025; published: May 15th, 2025

Abstract

Based on the principles of STEAM education, this study improves the teaching instrument for the

*通讯作者。

文章引用: 李嫣媚, 黄美君, 王朝君. 基于 STEAM 教育理念自制“太阳与影子的关系”演示仪[J]. 创新教育研究, 2025, 13(5): 219-228. DOI: 10.12677/ces.2025.135329

“Sun Clock” lesson. Through analysis, it was found that the original instrument had shortcomings such as time-consuming experimental procedures and scattered equipment. The improvements were made using inventive techniques such as “combining elements into a harmonious whole” and “incorporating all necessary features”. The instrument is constructed using common materials from daily life, helping students establish a connection between science and real-world applications. The upgraded instrument achieves an integrated design, making measurement and data recording more convenient. By using this instrument, experimental efficiency is enhanced, and students can better understand the patterns of solar changes throughout the four seasons. This lays a foundation for cultivating students’ core competencies.

Keywords

STEAM Education Principles, Self-Made Teaching Instrument, Scientific Inquiry, Demonstration Device

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《义务教育科学课程标准(2022 年版)》(简称“新课标”)明确指出,教师应根据教学需要,本着科学合理、安全可靠的要求开发实验教具[1],而科学教具是探究科学实验的桥梁,它可将科学探究实验活动中抽象的科学概念或科学规律具体化,培养学生乐于探究的科学精神。

阳光下影子的变化规律源于地球自转和公转引起的太阳高度角及方位变化,这些规律在多个领域有重要应用。通过合理利用这些规律,人类在技术受限的历史时期实现了精准计时与导航,在现代社会则进一步优化了能源利用与空间设计,体现了自然观测与科学实践的紧密结合。同时在小学科学教学中“太阳钟”一课被视作“计量时间”的相关教学的初步启蒙。

2. 设计背景

本研究以苏教版(2021 年)小学《科学》四年级下册第二单元第四课“太阳钟”为例,探究影子方向与长短变化的规律。教材中先用竹篾弯成圆弧形,挂上手电筒模拟太阳,后在真实的阳光下,使用小木棒、指南针、A4 纸观察小木棒影子的长短和方向随“太阳”位置的变化情况。小学教科书中所展示的实验装置虽然能够基本实现“对太阳高度角与影长的关系”的探究,但是存在下列不足:

第一,用手电筒模拟太阳的实验中,所用装置组件分散,携带不方便,未实现一体化,而且在使用过程中笔者发现手电筒挂上去会出现不稳、摇晃等现象,且竹篾两边未固定。此装置简单,无法让学生观察到太阳四季变化和影子的变化之间的规律。

第二,在阳光下真实观察的光源是太阳光,会受到天气及地理位置的影响,不能随时观测到实验现象,而且课堂观测时间受限,不能直观地看到不同季节影子的变化。

第三,基于文献研究,笔者发现申明中改进的教具能看到影子的变化,却无法记录下来[2]。并且未标明“两分两至”的位置,学生在向前向后移动圆弧形轨道时,不能直观地知道自己所移动的位置究竟是不是“两分两至”的位置。而刘爱静改进的教具功能较完善[3],可以记录实验数据——将实验记录单从中间穿过去,固定在平面上。并且该教具标明了“两分两至”的位置,可以在转动的同时让学生直观的看到转动的位置。圆弧形轨道上也标有时间刻度,可以让学生在特定的时间看到影子的变化,便于观

测记录。但是该教具的时间刻度和方位较为简略,只能让学生看到特定的变化,不能看到其他位置的影子变化且教具体积较大,携带不便。

苏文建指出,当前许多科学课堂虽增加了探究实践活动的占比,看似教学效果良好,但学生对知识的学习效率并不高。究其原因,主要是部分教师仅照本宣科,直接使用配套教具,忽视了教具与学生的适配度[4]。基于此,本研究依据 STEAM 教育理念,打破学科界限,融合科学、技术、工程、艺术和数学五大领域,通过实践、创新、协作与沟通,全方位培养学生的综合素养和创新能力。在自制的“太阳与影子的关系”演示仪中 STEAM 教育理念得到了充分体现,从科学概念来看,通过研究太阳与影子的关系,学生可以理解地球自转和公转引起的太阳高度角及方位变化的科学原理;从技术应用来看,利用常见的材料制作演示仪,学生可以学习如何使用这些材料和技术手段来实现科学探究;从工程设计看,在设计演示仪的过程中,学生需要考虑结构的稳定性和功能性,如如何固定光源、如何设计可移动的轨道等;从艺术设计看,在外观设计上,学生可以发挥创意,使演示仪不仅功能性强,而且具有美感;从数学测量看,通过测量影子的长度和角度,学生可以运用数学知识进行定量分析,进一步理解太阳与影子的关系。这种跨学科的融合方式,不仅助力学生深入理解科学原理,更在动手操作、创新思维和团队协作等方面给予学生全方位的锻炼。而国内外诸多研究也充分证实,STEAM 教育模式能够显著激发学生的学习热情,有效提升其科学素养与实践操作能力。

3. 教具的改进

3.1. 教具改进思路

根据对现有教具的分析,决定在圆弧轨道旁加入“角度尺”设计,即在半圆量角器的基础上,增加空白弧度,在上方标明“两分两至”的位置,见图 1。

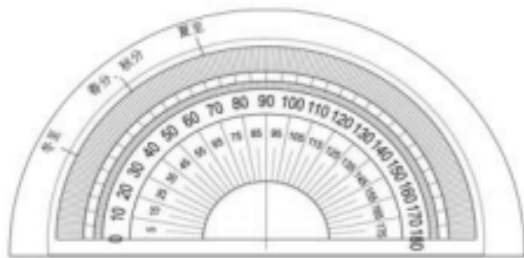


Figure 1. The positions of the two equinoxes and two solstices
图 1. “两分两至”位置图

由于测量影子还需借助外物,实用性不高,故决定在圆盘中心加入“圆盘软尺”设计,可从侧面拉出软尺测量影子的长度,也可向上拉测量“太阳”的高度,考虑到一体化设计,决定将小木棒固定在圆盘软尺上方。

由于记录数据不方便,决定在圆盘软尺下方安装可固定式螺丝,实现圆盘软尺拆卸自由。最上面的表盘设计为指南针表盘,均匀分布刻度,以正北方向为 0°,从顺时针方向每隔 10°标记一个刻度,可读取太阳光线在指南针表盘上的投影和指南针表盘上的正北方向的夹角,即为太阳方位角。指南针表盘下放复写纸,复写纸下放记录纸,这样就能实现在观察到影子方向的同时将影子的相关信息记录在纸上,该设计使记录影子实验数据更加方便。

考虑到教具的实用性,且增加的复写纸和记录纸为消耗品,决定将圆盘设计成内部空心,可储存多余记录笔(用来记录影子的相关信息)、复写纸和记录纸,圆盘下方设计一个比圆盘大一点的盖子,方便内

部物品的取放和圆盘软尺的拆卸。

考虑到现实生活中，影子的变化随着时间改变，故将圆弧轨道上方按长度均匀分成 12 个部分，每一个部分代表一个小时。用小磁铁将迷你手电筒安装在圆弧轨道上，通过移动小磁铁来调整光源的位置，其中迷你手电筒可调节亮度，能更好地模拟不同时间的太阳光。

为实现圆弧轨道的转动，故使用可固定螺丝将圆弧轨道与圆盘固定在一起。

根据以上思路画出教具的整体设计和侧视图，见图 2，图 3。

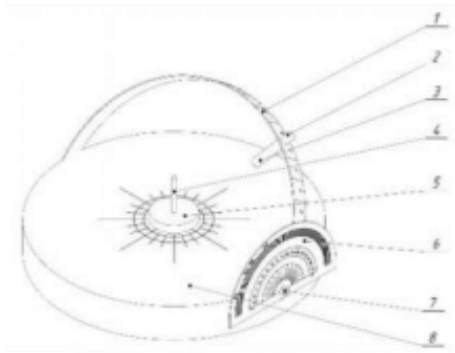


Figure 2. Schematic diagram of the overall structure of the teaching aids
图 2. 教具整体结构示意图

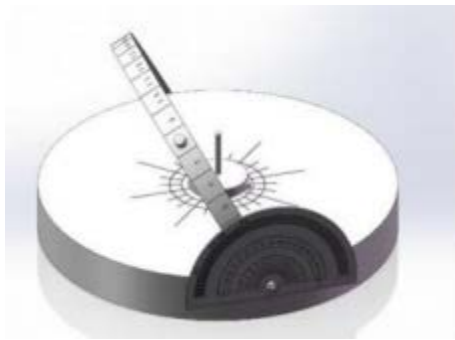


Figure 3. Side view of teaching aids
图 3. 教具侧视图

3.2. 改进教具所用材料与数量

根据改进思路，从材料的实用性、经济性、针对性等确定所需材料，见表 1。

Table 1. Table of materials and quantities needed to improve teaching aids
表 1. 改进教具所需材料与数量表

材料名称	材料数量	说明
硬纸板	8	420*297*1.3 mm
泡沫板	1	500*500*3 mm
白色卡纸	1	250 克 78.7*109 cm
记录纸	3	420*297 mm 打印纸
复写纸	3	45*60 cm
圆盘软尺	1	圆盘直径 4 cm*软尺长 2 m

续表

可固定式螺丝	3	螺纹直径 3 mm*长度 10 mm
小木棒	1	直径 5 mm*高 2.5 cm
小磁铁	3	无
迷你手电筒	1	无

3.3. 教具制作

(1) 制作测量装置

用热熔胶在圆盘软尺上方粘连小木棒，下方粘连可固定式螺丝，见图 4；用剪刀将白色卡纸、记录纸、复写纸都裁剪成半径为 14.5 cm 的圆，在半径为 14.5 cm 的白色卡纸上画好指南针表盘，见图 5。



Figure 4. Soft ruler for circle gauge
图 4. 圆盘软尺

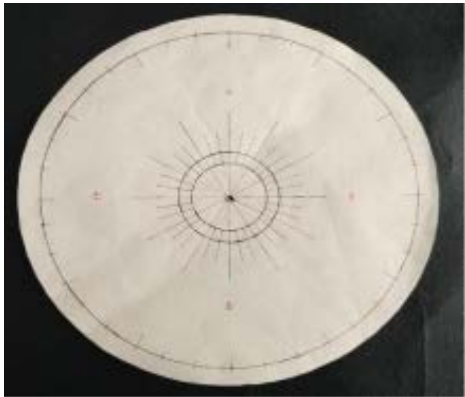


Figure 5. Compass dial
图 5. 指南针表盘

(2) 制作圆盘收纳盒

使用刻刀将硬纸板裁剪成一个半径为 14.5 cm 的圆、一个半径 15.2 cm 的圆、2 条宽 4 cm*长 42 cm 的长条，2 条宽 2 cm*长 42 cm 的长条，一个直径为 13 cm 的半圆角度尺；用热熔胶将半径 14.5 cm 的圆和宽 4 cm 的长条粘连在一起，作为圆盘，在圆盘中心钻一个洞，见图 6；半径 15.2 cm 的圆和宽 2 cm 的长条粘连在一起，作为盖子，见图 7；在表盘、复写纸、记录纸中心钻一个洞；圆盘从下往上依次放置记

录纸、复写纸、指南针表盘，将粘连好的圆盘软尺，小木棒朝上，使用可固定式螺丝固定。



Figure 6. 14.5 cm radius disk
图 6. 半径为 14.5 cm 的圆盘



Figure 7. 15.2 cm radius lid
图 7. 半径为 15.2 cm 的盖子

(3) 制作光源移动装置

用热熔胶在迷你手电筒上粘连一块与小磁铁一样大小的泡沫板，随后在泡沫板上粘连一块小磁铁，剩余两块小磁铁吸附在粘连磁铁上方，见图 8；使用刻刀将泡沫板裁剪成一条宽 4 cm*长 50 cm 的长条，在泡沫板长条上画好时间刻度，在两端中间位置处钻洞，见图 9；在半圆角度尺上画好刻度和“两分两至”位置，见图 10。



Figure 8. Mini flashlight
图 8. 迷你手电筒



Figure 9. Circular orbit
图 9. 圆弧轨道

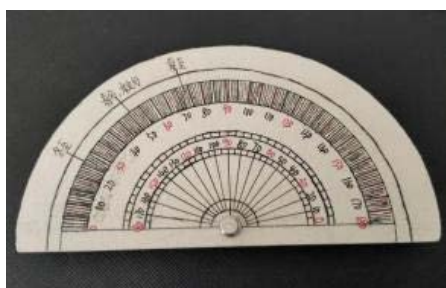


Figure 10. Angle ruler
图 10. 角度尺

成品见图 11~14。



Figure 11. Main view
图 11. 主视图



Figure 12. Side view
图 12. 侧视图



Figure 13. Top view
图 13. 俯视图

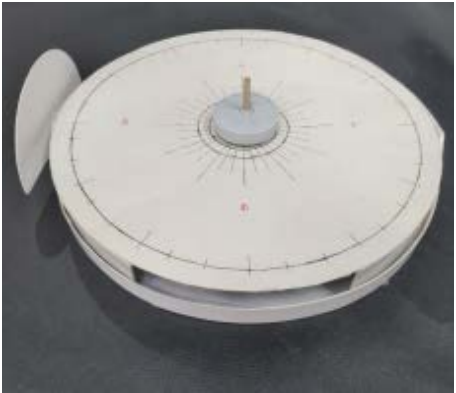


Figure 14. Main view for outdoor use
图 14. 室外使用主视图

4. 改进教具的实施实践

4.1. 室内实践

(1) 使圆弧轨道与圆盘的位置相互垂直, 之后将灯打开, 在圆弧轨道上随着轨道移动, 观察下方小木棒的影子变化, 用记录笔(无墨)在圆盘上记录影子的长度变化, 将伸缩软尺拉出来, 测量影子的长度。完成观察后取下圆盘软尺和指南针表盘, 取出记录纸, 将实验数据记录在表格中, 见表 2。

Table 2. Variation of shadow when the circular orbit is perpendicular to the disk
表 2. 圆弧轨道与圆盘垂直时影子的变化

时间	太阳的方向	影子的方向	影子长度(cm)	太阳方位角	太阳高度角
8:00	东	西	3.9	90°	14.3°
10:00	东	西	1.3	90°	37.6°
12:00	正中	正中	0	180°	90°
14:00	西	东	1.4	270°	35.5°
16:00	西	东	3.7	270°	15.1°
18:00	西	东	6.2	270°	9.1°

通过表 2 的数据可以发现，影子方向与太阳位置相反；日出和日落时影子最长，日中影子最短。

(2) 移动圆弧轨道，使圆弧轨道分别位于“两分两至”位置，手电筒位置不变，所观察时间为 10:00，此时所记录的太阳方向为光源投影在平面的方向。观察影子与垂直时有什么不同，用记录笔在圆盘上记录影子的长度变化，拉出软尺测量影子的长度，并记录。完成观察后取下圆盘软尺和指南针表盘，取出记录纸，将实验数据记录在表格中，见表 3。

Table 3. The relationship between the sun and shadows in the “two minutes and two toes”
表 3. “两分两至”太阳与影子的关系

轨道位置	太阳的方向	影子的方向	影子长度(cm)	太阳方位角	太阳高度角
春分	东偏北 40°	西偏南 40°	4.1	50°	13.7°
夏至	东偏北 16.5°	西偏南 16.5°	11.4	73.5°	5.0°
秋分	东偏北 40°	西偏南 40°	4.2	50°	13.4°
冬至	东偏北 63.5°	西偏南 63.5°	15.2	26.5°	3.8°

根据角度尺标明的“两分两至”位置可以看出，轨道在夏至处，太阳位置最高；春分和秋分处太阳高度居中；冬至处，太阳高度最低。结合表 3 的数据可以发现：光源越高，影子越短，光源越矮，影子越长。

4.2. 室外实践

- (1) 将圆弧轨道放平，找一空旷地，放置圆盘，之后不移动圆盘位置。
 - (2) 每隔一小时，用记录笔在表盘上画出影子，并在一旁记录长度、方位和时间等。
 - (3) 观测结束后，取下圆盘软尺和指南针表盘，将复写纸下的记录纸取出，观察刚刚记录的数据，将实验数据记录在记录单中。
- 具体制作及使用方法视频见文末小程序码。

5. 创新点分析

应用改进后的教具不仅能缩短本课实验探究所需的时间，还能有效促进教学目标的达成，激发学生对科学的探究兴趣。应用改进后的教具还能对本课相关知识进行拓展延伸，让学生了解到太阳一年四季的变化规律。

- (1) 该创新教具既可以室内使用，又可以室外使用，解决了天气原因对观测的影响。且该教具实现了一体化，室外使用时，比教材中展示的室外观测更加便利。
- (2) 在圆弧轨道旁加入了角度尺设计，使用该角度尺，可以准确地将圆弧轨道移到“两分两至”的位置，从而观测到不同位置影子的变化情况。
- (3) 定量分析创新：圆盘中心加入“圆盘软尺”设计，在观察影子时，可将软尺拉出，测量影子的长度与太阳的高度。且圆盘中心固定了小木棒，实现一体化的同时更加便利。
- (4) 记录实验数据创新：圆盘软尺是可拆卸的，最上方的表盘为指南针表盘，指南针表盘下方放置复写纸，复写纸下方放置记录纸，在不破坏指南针表盘的情况下也可以记录数据，记录数据更加方便。

6. 教具展望

首先，从教学方面来看，自制教具是结合学生的身心发展规律进行因材施教的重要手段。自制太阳与影子的关系演示仪在教学活动中，利用一体化的装置探究太阳的高度角对影子长度的影响，帮助学生

根据实验数据进行定量分析,总结归纳出阳光下影子的变化规律。其次,从教师方面来看,自制太阳与影子的关系演示仪需要教师了解并掌握学生学情与教学内容,并在此基础上针对学生的学习需要进行教具改进创新。在这个过程中教师不仅能拉近和学生之间的距离还能提升自身创新能力和实践能力。最后,从学生方面来看,教具对于学生的热传导知识启蒙有很大帮助,可以引导学生在定量实验结果中进行自我观察与探索,总结出“太阳与影子”相关科学规律,可以在一定程度上激发学生对科学的探究兴趣。

因此,笔者将紧密结合日常生活,巩固相关科学知识,持续改进和优化太阳与影子关系的自制演示仪,确保每位学生都能在教具实验中感受到科学的魅力,培养他们成为善于观察和探索的小科学家。

7. 结论

在本次“太阳与影子的关系”实验教具改进中,笔者在各个方面都有所收获:

第一,在查阅大量相关“太阳与影子的关系”知识时,笔者增补了对于阳光下影子的变化规律的了解以及应用,帮助自己在“太阳”相关教学中有了更充实的认知结构。

第二,进行相关教具的测试中,笔者需要充分考虑学生的认知水平以及身心发展特点,换位思考教具的实用性与安全性,因而产生了对于师生之间的关系有了新的理解。

第三,笔者自制的“太阳与影子的关系”演示仪能够帮助学生定量分析太阳与影子的关系,由于制作时间和制作能力有限,改进的教具在材料和便携性等方面还可以进一步改善,因此笔者将会在后续继续进行试验,不断优化“太阳与影子的关系”自制演示仪。

基金项目

1. 2024 年度专创融合类课程项目,课程名称:趣味科技实验设计与实践;

2. 乐山师范学院 2024 年大学生创新创业省级项目“小小探索家”——STEAM 理念下科学启蒙系列探索(项目编号: S202410649168)。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 申明巾, 汤巍. 太阳与影子的关系演示仪[J]. 第二课堂(A), 2017(5): 14-16.
- [3] 刘爱静, 傅丙赐. 太阳和影子关系变化演示器[J]. 农村青少年科学探究, 2020(4): 14-15.
- [4] 苏文建. 自制教具在小学科学探究式学习中的应用[J]. 实验教学与仪器, 2021, 38(2): 63-65.