

# 小学科学“温室效应”教具的创新改进

安思雨, 文 丽, 牟家乐, 向林峰, 彭 瑾\*

乐山师范学院教育科学学院, 四川 乐山

收稿日期: 2025年11月10日; 录用日期: 2025年12月10日; 发布日期: 2025年12月19日

## 摘 要

小学科学的课程性质决定了教具在科学教学过程中的必要性, 以及提高教学质量的重要性, 且教具的有效使用能使学生更直观地理解小学科学知识。温室效应的实验是小学科学教学中的一个重要实验, 但按照教材中所提供的教具进行教学, 难以达到预期效果, 未充分使课本知识与生活实践联系起来。因此本文探讨了温室效应实验装置改进的方法, 通过结合教材具体内容, 从装置结构、使用操作等方面对教材教具进行创新与改进, 从而方便观察温室效应的现象, 总结温室效应产生的原因, 激发学生从具体现象中进行思考。

## 关键词

小学科学, 温室效应, 教具改进

# Innovative Improvements of Teaching Aids for “Greenhouse Effect” in Primary School Science

Siyu An, Li Wen, Jiale Mou, Linfeng Xiang, Jin Peng\*

School of Education Science, Leshan Normal University, Leshan Sichuan

Received: November 10, 2025; accepted: December 10, 2025; published: December 19, 2025

## Abstract

The nature of primary school science curriculum underscores the necessity of teaching aids in the scientific instruction process and the importance of enhancing teaching quality. The effective

\*通讯作者。

文章引用: 安思雨, 文丽, 牟家乐, 向林峰, 彭瑾. 小学科学“温室效应”教具的创新改进[J]. 创新教育研究, 2025, 13(12): 540-550. DOI: 10.12677/ces.2025.1312992

utilization of teaching aids enables students to comprehend primary school science knowledge more intuitively. The greenhouse effect experiment constitutes a significant component of primary school science education. However, the teaching approach based on the teaching aids provided in the textbooks fails to achieve the anticipated outcomes and inadequately connects textbook knowledge with practical life experiences. Consequently, this paper explores methods for improving the experimental apparatus for the greenhouse effect. By integrating specific content from the textbook, innovations and enhancements are made to the teaching aids in terms of apparatus structure and operational procedures. These improvements facilitate the observation of greenhouse effect phenomena, enable the summarization of the causes of the greenhouse effect, and stimulate students' critical thinking based on concrete observations.

## Keywords

Primary School Science, Greenhouse Effect, Teaching Aid Improvement

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. 背景

《义务教育科学课程标准(2022 年版)》(后文简称《新课标》)中提出,引发了教育教学大刀阔斧的改革,对于小学科学教学而言,在新课改的推动之下,强化了实验教学的必要性[1]。在教学过程中,教师需要创设一定教学情境,并提供相应的材料辅助教学开展,从而让学生亲历发现问题、探究活动、拓展实践从而认识到科学的趣味性。通过分析各版本教材的具体内容,发现小学科学教材主要以探究活动为主,但在探究过程中使用到的教具不论从材料、操作等方面来看均较为简单,而这些简单的教具往往不能满足学生探究学习的需求,也没有从根本上满足该学科所要求的科学性与精确性。因此,对小学科学课程中所用到的教具进行改进、创新是很有必要的。国务院编辑出版的第一版《中国大百科全书》中将教具定义为:“教学中为学生提供感知材料的实物、模型、图标等教学用具”[2]。对于小学科学课程来说,教具可以使整个课堂更加完善,更有探究的意味。而小学科学教学,更重要的是在于实践,在于让学生亲历学习的过程。

为了提升小学科学教育品质,推动国家教育的发展建设,教育部于 2025 年 1 月发布的《中小学科学教育工作指南》[3]明确提出,科学教育要聚焦科学核心素养,重点提升跨学科教学、实验设计与操作、活动设计与实施等教学实践能力,并注重对学生问题提出、实验设计、动手操作、思维发展等能力的考查[3]。科技兴则民族兴,科技强则国家强。小学科学的学科特点决定了科学课堂是一门具有综合性、基础性与实践性的课堂,提升课堂质量的一个重要方面是教学过程中实验的辅助教学。从实际教学中带领学生进行科学观念的树立、科学思维的形成、探究实践能力的发展与态度责任的正确养成,逐步从整体上发挥科学课程育人功能,进而为学生今后的学习、生活以及终身发展奠定良好的基础,最终成长为社会所需要的建设者和接班人。

## 2. 教材教具分析

《新课标》中指出学生学习“温室效应”一课后需达到如下目标:知道温室效应,可以简单叙述其产生的原因并解释有关现象,从而知道合理利用能源的重要性。基于新课标要求并结合教材具体内容对

本课的教具进行分析,得出教材实验教具的原理是:透射阳光的密闭空间,由于与外界缺乏热交换而形成的保温效应,由此阐述温室效应产生的原因,并补充解释日常生活中有关现象,从而满足新课标中的学习内容要求,最终促进学生核心概念的达成。

在小学《科学》各版本的教材中,涉及温室效应的较多,但是采用教具实施教学的较少。以教科版小学《科学》(2019版)五年级下册第三单元“环境与我们”第五节《合理利用能源》一课为例进行分析,得出实验教具的原理为:透射阳光的密闭空间,由于与外界缺乏热交换而形成的保温效应。该实验是将两支相同的温度计放在阳光下,其中一支放在透明塑料袋内,另一支暴露在太阳下,经过相同的时间间隔,会发现放在透明塑料袋内的温度计的温度上升的会更快。

但结合国家政策以及新课标要求分析教材内容发现原教具(见图1)存在如下待改进的方面:

1) 材料选取方面:不易保存且含有毒物质

教材原型实验中用到的是常见的塑料透明袋与温度计。塑料袋属于一次性用品,不耐用,使用过程中易破损且其体积较小,在携带过程中易丢失;温度计材料类型为玻璃材质,也极易损坏,并且水银温度计中的水银本身为有毒物质,不便于学生开展试验操作。

2) 实验操作方面:操作条件不可控

教材中原教具的组装虽比较简单,但是需要到阳光充足的地方才能进行,受天气影响较大,不利于实验流程的正常进行。

3) 实验结论方面:实验结果缺乏准确性

本实验为保证精确,需多次读数。但在实际实验操作时,有一支温度计放于塑料袋中,读数可能出现较大误差,且学生实验操作在太阳下,会出现阴影,读数时容易遮挡温度计,导致读数不准确。

4) 学生思维方面:思维难以转化

学生根据直观的数据显示,不能充分认识到温度计温度上升与温室效应之间的联系,难以将实验数据与实验原理结合起来。



Figure 1. The original form of the “Greenhouse Effect” textbook  
图1. “温室效应”教材原形

大量教学实例表明,学生进行实验有利于激发其学习兴趣,提高观察能力、实践能力与发现分析解决问题的能力。因此在保证实验结果科学准确的基础上思考并设计了创新实验装置,通过实验可以实现探究式学习、理解性学习、层次性学习,有助于学生形成科学的知识体系和思维方法。

### 3. 研究现状分析

#### 3.1. 现状分析一

李美娇、高雄武在知网上发表了“自制多功能温室效应模拟器”(见图2),这是现有的一个关于多功

能温室效应模拟器的新型教具。其是利用水与泡腾片充分反应作为生成二氧化碳的主要来源，与亚克力板制作成的密闭容器形成温室效应的发生场所，再通过取暖器模拟太阳光照射下导致的温度上升情况，构成一个完整的温室，并通过实验中温度计的数据，直观感受二氧化碳气体的保温作用，对温室效应的影响产生更深刻的认识[4]。

该教具经改进后有以下优点：

- 1) 操作环境不受限制。采用小型取暖器作为热源，安全、稳定，摆脱了对天气的依赖和风的影响。
- 2) 操作简单。使用 VC 泡腾片来获取二氧化碳，不需要特殊的制取装置，操作较简单，对容器内的温度也基本没有影响。
- 3) 实验装置可循环使用。实验装置制作材料简单环保，可重复使用。不仅可以继续探究其他温室气体的影响，如臭氧、甲烷、一氧化二氮等，还能做不同颜色材料的吸热能力等探究实验。
- 4) 实验现象明显、结果准确。实验现象更明显，对比性更强，实验结果更可靠，信服度高。学生通过直观感受二氧化碳气体的保温作用，对温室效应的影响产生更深刻的认识，教学效果更好。

该教具可改进之处：

- 1) 携带不便。从制作完成的实验装置来看，占据空间较大，不利于携带。
- 2) 收放不便。实验装置较零散，主装置“温室”与副装置取暖器、计时器分离，比较分散，不利于收放。
- 3) 等量不易控制。改进实验在使用过程中需要在两个容器内加入等量的水，但手动观测会产生一定的误差。
- 4) 学生不能够很好的认识到温室效应是由二氧化碳的保温作用引起的。

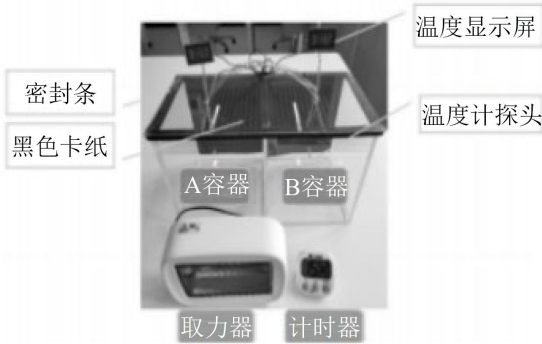


Figure 2. Multi-functional greenhouse effect simulator  
图 2. 多功能温室效应模拟器

3.2. 现状分析二

崔迪、朱砂和余庆在知网上发表了“温室气体验证教具”(见图 3)的实用新型专利，该教具包括两个装置：其中一个的透明容器的内部为普通空气，另外一个的透明容器内放入定量的能够产生二氧化碳的物质如小苏打和乙酸等，同时将各自的瓶塞塞入开口端，将透明容器密封，将温度计的探头经瓶塞塞入透明容器的内部；将两个装置放入阳光或热光源下照射 10 分钟，进行对比、总结[5]。

该教具经改进后有以下优点：

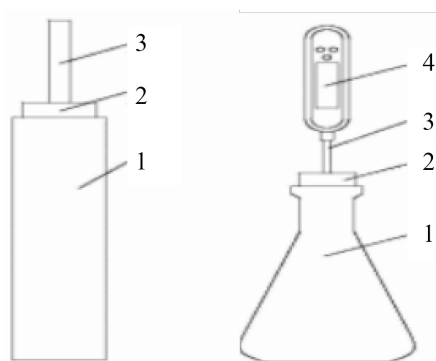
- 1) 实验直观。该教具可以更直观展示普通空气和二氧化碳气体升温 and 降温的不同，清楚地解释二氧化碳气体对全球变暖现象的影响。
- 2) 实验材料易获得、成本低。实验所用材料比较日常，这让学生对于实验有了一定的亲近程度，更

易于投入实验，并且材料成本较低。

3) 实验结果较准确。实验装置需要将温度计探头伸入容器内部，所以需要有通道，该装置加了瓶塞(硅胶塞)，使测量数据更为准确。

该教具可改进之处：

- 1) 实验装置不易携带。实验主要是玻璃制品，在携带过程中容易造成一定程度的损坏。
- 2) 实验条件不易保证。实验需要在阳光下进行，导致操作环境有一定限制，不能充分保证。



**Figure 3.** Greenhouse gas verification teaching aids  
**图 3.** 温室气体验证教具

## 4. 教具的创新改进

### 4.1. 教具改进措施

针对原型教具存在的问题，结合对研究现状的分析，从装置的设置、操作使用等方面做出以下改进：

1) 取暖器转换为 25 W 小太阳取暖灯泡。取暖器作为加热装置，与容器分开，既不利于容器均匀受热，也不利于携带和使用，而且取暖器加热温度较高，长期使用的话可能会造成容器的损坏。并且，加热是为了模拟太阳光，而太阳光的温度在一般情况下温度都不是很高，灯泡来模拟太阳光会更合适。因此，为了装置的完整性以及携带和使用更方便，就将原本的取暖器更换为取暖灯泡。

2) 在透明的亚克力容器内部增加量水刻度。使在加入水时能根据到达的刻度来很好的观察并控制水的体积，达到实验控制变量的目的。

3) 检测温室气体主要为二氧化碳气体。在之前的实验中，教具的使用使学生认识到温室效应对温度的作用，但并没有让学生进一步认识到温室效应主要是由二氧化碳气体的保温作用引起的。但由于空气中也含有二氧化碳气体，因此，在实验后对容器中的水质进行一个测定，可以通过水质中二氧化碳含量的对比意识到是温室效应主要是由二氧化碳气体组成。

4) 教具一体化。将计时器贴放在亚克力容器上，温度显示屏紧挨容器上方的表面。

5) 为使教具进行的实验更准确，在透明的亚克力容器内部加一个量水的刻度，使在加入水时能根据到达的刻度来很好的观察并控制水的体积，达到实验控制变量的目的。并在容器的开口端用密封胶泥进行密封。

### 4.2. 教具的制作

#### 教具材料

根据教材中“温室效应”的分析，本研究拟创新实验装置，材料见表 1：

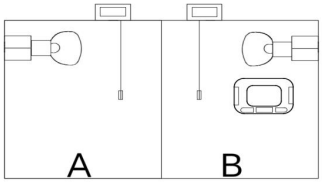
**Table 1.** Temperature change data table before and after heating  
**表 1.** 加热前后温度变化数据

材料名称	材料数量
亚克力盒	2
25 瓦灯泡	2
计时器	1
数显温度计	2
泡腾片	1
二氧化碳快速测试盒	1

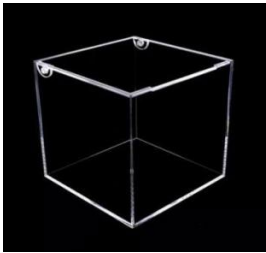
4.3. 教具组装

本研究拟创新实验装置，主要包括反应装置、感温装置、计时装置、传温装置四个部分(整体设计如图 4)。

1) 反应装置：是由两个大小形状均相同(15 × 15 × 15 cm)的正方体亚克力盒(见图 5)拼接构成，在两个亚克力盒上方均设置成可翻盖。左面打两个间隔 2 cm，直径约 1 cm 的小孔，再在其上方打一个直径约 0.2 cm 的小孔，按照此要求在另一个亚克力盒子上打相应对称的小孔。



**Figure 4.** Global design  
**图 4.** 整体设计



**Figure 5.** Acrylic box illustration  
**图 5.** 亚克力盒示意



**Figure 6.** Temperature sensing device  
**图 6.** 感温装置

2) 感温装置：将数显温度计的探头从亚克力盒正上方的小孔中伸入盒中(见图 6)，使其探测在加入泡



腾片、升温等不同条件下亚克力盒内的温度情况，从而将温度显示在亚克力盒正上方的显示屏上。

3) 计时装置：将计时器连接在亚克力盒的正前方，在进行实验时按下计时器按钮进行计时(见图 7)。



Figure 7. Timing device

图 7. 计时装置

4) 传温装置：将取暖灯泡连接处的和与开关连接端的电源线用小刀划开，使其中的火线与零线露出约 2 cm，再将 25 W 灯泡与其灯座连接起来，然后分别在两个亚克力盒左、右面对应的小孔部位固定好灯泡，再用接线端子将灯泡与开关两个部分的电源线连接起来(见图 8)。

5) 安放刻度线：在两个亚克力盒相接触的那端的内部，放置一个水位刻度线(整体装置见图 9)。

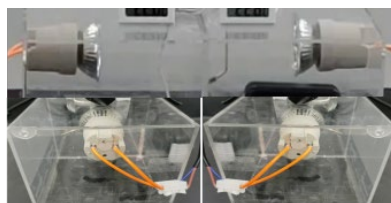


Figure 8. Temperature transmission device

图 8. 传温装置



Figure 9. Integrated device

图 9. 整体装置

#### 4.4. 教具使用

利用上述材料组装成的教具对温室效应进行探究实验，探究亚克力盒内是否存在二氧化碳气体对温度影响的不同。

操作一：在 A 容器内加入泡腾片，主要是为了对比探究泡腾片与水反应产生的气体对温度是否有影响

1) 实验操作：首先在亚克力盒 A、B 两个容器内加入等量清水，然会在 A 容器中加入泡腾片，B 容器中不加泡腾片，并迅速盖上盖子，按下计时器，在一定时间间隔内观察 A 容器内的反应现象与两个容器内温度显示器的数据变化。

2) 实验现象及分析：在 A 容器中加入泡腾片后，会发现该容器内的清水会与泡腾片发生反应，产生

气泡。一段时间后，可以发现该容器中的温度与另外一个容器中的温度没有比较明显的差异。

3) 实验结论：A 容器中加入的泡腾片与水反应产生的气体在正常情况下，对温度没有其他作用。

操作二：连接插头，打开取暖灯泡，主要是为了对比探究在加热状态下产生的气体对温度影响的不同(如图 10)。

1) 实验操作：待 A 容器内泡腾片与水反应完全后，分别插上插头，打开容器两边的取暖灯泡，同时按下计时器，等待一段时间，观察温度显示器的数据变化并记录下来。

2) 实验现象及分析：在打开取暖灯泡一段时间后，可以发现 A 容器内的温度相对于 B 容器内的温度上升的更快。在 A 容器中发生了泡腾片与水反应产生气体的现象，该气体具有升温更快的作用(见图 11)。

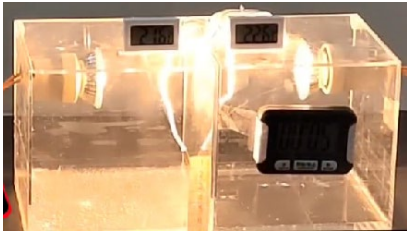


Figure 10. Schematic diagram of operation two  
图 10. 操作二示意图

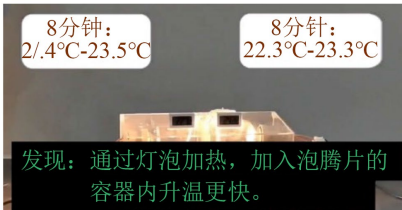


Figure 11. Experimental results of operation two  
图 11. 操作二实验结果

3) 实验数据及分析：在打开取暖灯泡 8 分钟后，因 A 容器中泡腾片与水反应产生了二氧化碳气体，所以 A 容器内的温度会上升的更快(见表 2)。

Table 2. Data on temperature changes before and after heating  
表 2. 加热前后温度变化数据

	A	B
8 分钟内温度变化	21.4℃~23.5℃	22.3℃~23.3℃

4) 实验结论：泡腾片与水反应产生了二氧化碳气体；二氧化碳气体有使空间温度上升更快的作用。操作三：关闭取暖灯泡，主要是为了对比观察探究二氧化碳气体是否具有保温作用。

1) 实验操作：在模仿太阳光照射一段时间后，按下开关按钮，关闭取暖灯泡，同时按下计时器，等待一段时间，观察温度显示器的数据变化并记录下来。

2) 实验现象及分析：在关闭取暖灯泡一段时间后，可以发现 A 容器内的温度相对于 B 容器内的温度下降的更慢(见图 12)。

3) 实验数据及分析：在关闭取暖灯泡 5 分钟后，因 A 容器中有二氧化碳气体的存在，所以 A 容器



内的温度会比 B 容器内的温度下降的更慢(见表 3)。

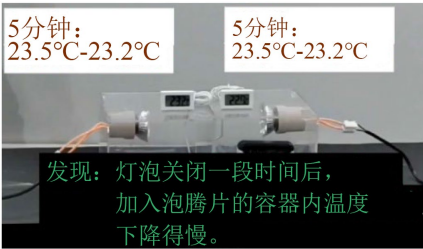
**Table 3.** Data on temperature changes after the bulb is turned off  
**表 3.** 关闭灯泡后温度变化数据

	A	B
5 分钟内温度变化	23.5℃~23.2℃	23.3℃~22.9℃

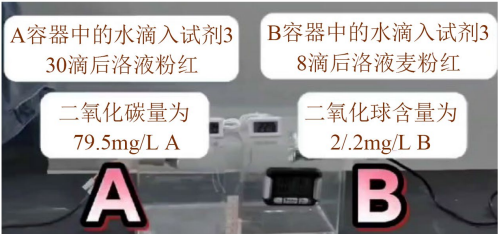
4) 实验结论：泡腾片与水反应产生的二氧化碳气体具有使空间温度下降的更慢的作用，也就是二氧化碳气体具有保温作用。

操作四：在完成以上操作后，分别用二氧化碳快速测试盒检测 A、B 两个亚克力盒内水质的二氧化碳含量，主要是为了进一步说明泡腾片与水反应产生的气体与引起温室效应的气体就是二氧化碳气体

实验操作：分别取两个容器内的等量溶液，然后滴加检测试剂，滴加至所取溶液变红为止(操作四结果见图 13)。



**Figure 12.** Experimental results of operation three  
**图 12.** 操作三实验结果



**Figure 13.** Experimental results of operation four  
**图 13.** 操作四实验结果

结合实验 1、实验 2 与实验 3 的结论，得出二氧化碳气体具有保温作用，具有使空间温度上升更快、下降更慢的作用。

再结合实验 4 的结论，可以进一步说明温室气体能够导致地球表面的温度上升，从而使地球表面变暖。

**4.5. 教具优点**

- 1) 实验条件不受限制。将原本教材中使用太阳光照射改变为用取暖灯泡照射，这样不仅可以避免自然条件的限制，又可以保证热源的稳定性，为实验的顺利进行提供保障。
- 2) 提高实验结果的科学性。在该装置上粘贴准确的水位刻度线，方便学生在进行实验探究时能对控制变量有进一步的认识。
- 3) 增加实验结论的可理解性。增加二氧化碳检测的操作，利用两个容器内水质检测时的颜色反应与

剂量的不同,可使学生更清晰地认识到温室气体就是二氧化碳气体,从而建立起在探究的过程中思维上的联系。

4) 教具装置一体化。教具作为教学的辅助用具,是为了更好的进行教学,提高教学的效率,也为了更好的让学生体验到该教具的使用方法,并进一步体会到课程的乐趣。如果教具的装置太分散,不利于学生认识教具并将教具与课程内容结合。

5) 教具设置科学化、规范化。教具利于教学,同时我们也要保证教具带来的影响是正确的、科学的。如取暖器加热使容器受热不均、加水导致容器中的水量未知等,这些问题都可能在一定程度上造成实验误差,影响实验的精确性。

#### 4.6. 注意事项

1) 要注意在亚克力盒与温度探测器探头和取暖灯泡接触面打小孔时,小孔要控制好大小,以免在实验进行中出现不密闭的情况,进而影响到实验现象与实验结论。

2) 在组装传温装置时,要注意灯泡一端的电源线与开关一端的电源线的连接问题,以免出现突然断开导致实验中断甚至触电的情况。

3) 在放置温度计探头与取暖灯泡时,要注意温度计探头不可离取暖灯泡太近,防止在测温时测得的温度不是盒内的温度,而是灯泡外围的温度。

4) 在加入泡腾片时,要迅速,以免对实验结果产生影响。

5) 在亚克力盒内部粘贴水位刻度线时,要注意刻度线是否竖直,以免影响读数。

6) 在实验前,一定要检查装置的气密性。

#### 5. 教具应用效果访谈

为了解学生在科学课堂中使用该教具后的真实想法,特对某小学实践班级六年级 4 班的学生,进行随机访谈,以此为后续进一步开发与改进提供一些建议。访谈结果整理如下:

1) 你在今天的科学活动中收获了什么?

学生 A: 我学习了温室效应的原理,了解了如何通过实验模拟温室效应。我还掌握了使用新教具进行科学探究的方法,这对我理解温室效应很有帮助。

学生 B: 通过实验,我还学会了如何使用这个教具来观察和记录数据。

2) 你觉得该教具的操作难度如何?

学生 A: 我觉得这个教具设计很直观,操作起来比较简单。

学生 B: 我觉得操作起来不难,老师讲得很详细。一开始有点不熟练,但做几次后就好了。

3) 通过使用该教具,你对温室效应原理的理解是否有所提升?

学生 A: 是的,通过亲自操作这个教具,我对温室效应有了更深入的理解。特别是看到温度计显示的温度变化,让我明白了二氧化碳如何影响温度,以及为什么它会在大气中导致全球变暖。

学生 B: 是的,我理解得更清楚了。以前只是听老师讲,现在自己动手做了实验,感觉更直观了。

4) 通过这样的教具帮助你进行实验探究,你有提升对学习科学的兴趣吗?

学生 A: 这个教具让我对科学实验产生了更大的兴趣。我喜欢通过实际操作来学习新知识,这让我觉得科学既有趣又有挑战性。

学生 B: 我觉得更有趣了!以前觉得科学课有点枯燥,现在有了这种动手实验的机会,我觉得科学变得很好玩,也更愿意去探索和学习。

5) 对于今天课堂上使用的教具,你还有什么建议吗?

学生 A: 我觉得这个教具很有用, 但如果能增加一些安全提示或者操作指南会更好, 这样在使用时会更加明确。

学生 B: 我觉得这个教具挺好的, 但如果能再增加一些不同颜色的滤镜或者更多的实验材料, 可能会让我们更方便地观察到现象。

从以上访谈结果中可以看出, 学生们普遍认为创新教具有助于他们更好地理解和掌握温室效应的概念。他们表示通过实际操作能够增加对科学的兴趣, 并且希望能够有更多的互动性和趣味性。同时, 学生们也提出了一些改进建议, 如增加视觉元素、提供更多细节说明以及允许他们进行一些自定义的修改, 以使学习过程更加丰富和个性化。

## 6. 反思总结

本研究的核心在于通过创新改进教学实验器具来提升小学科学教学中学生对温室效应概念的理解。现实施教法难以非常有效地将理论与实践结合起来, 导致学生无法直观地理解抽象的科学现象。通过本次对教具的创新改进, 可以清晰地看到, 创新的教具不仅增强了实验的可操作性和直观性, 而且提高了学生的学习兴趣 and 科学探究的效率。

本研究中教具的改进综合考虑实验的简便性和科学性等多方面因素。例如, 使用亚克力盒作为实验主体, 既方便观察又易于操作; 引入取暖灯泡代替自然光源, 以控制实验条件, 减少外界变量的干扰。此外, 通过对材料数量和组装方法的详细描述, 确保了实验的可重复性和可靠性。实验通过对比加入泡腾片的容器与普通容器在温度变化上的差异, 成功地展示了二氧化碳在温室效应中的作用。这一对比实验不仅帮助学生理解了二氧化碳的保温作用, 也加深了对温室效应的整体认识。

通过本次研究的反思与总结, 可以看到创新教具在提升教学质量方面的潜力, 同时也认识到在设计 and 实施过程中需要注意的问题。希望未来研究可以在此基础上继续深入探索, 进一步优化教学工具和方法, 为科学教育的发展贡献力量。

附: 实验视频二维码



## 基金项目

1) 乐山师范学院 2025 年大学生创新创业国家级项目“萤火益凉山——少数民族地区青少年科学素养(项目编号: 202510649074X); 2) 四川省教育发展研究中心 2025 年度研究课题: 基于 UGS 模式的凉山彝族中小学生科学素养多维度测评及影响因素研究(CJF25057); 3) 2024-2026 年四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目: 人工智能赋能创新创业教育新场景的探索与实践(课题编号 JG2024-1042)。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育小学科学课程标准[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 中国大百科全书总编委会. 中国大百科全书[M]. 北京: 中国人百科全书出版社, 2009.
- [3] 教育部. 中小学科学教育工作指南[EB/OL].  
[https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202501/content\\_7000414.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202501/content_7000414.htm), 2025-03-19.
- [4] 李美娇, 高雄武. 自制多功能温室效应模拟器[J]. 实验教学与仪器, 2023, 40(7): 77-78.
- [5] 崔迪, 朱砂, 余庆. 温室气体验证教具: CN201420295449.0 [P]. CN203966404U, 2023-09-25.