

增效·精简:自制教具的研制目标

文 / 金亚军

自制教具源自科学课堂,基于课堂实验探究需求而研发,科学课堂是教具研发的灵感源。很多教师有了教具灵感,却难以进行有效设计,有的教师不善于把各种好的功能集合起来,有的教师不善于简化教具,也有的教师在研制中走了不少弯路,这导致在材料成本、便捷实用、科学实证和研制效能方面都存在不少问题。如何设计高效、简约的教具,是自制教具的核心话题。

一、自制教具的设计理念

1. 服务教学,助力探究

自制教具是为了更好地服务教学,要以学生的发展为本,为科学探究助力。自制教具需要围绕实验探究展开设计,对各个环节的需要进行权衡、协调、整合和创新,才能体现自制教具的价值。

2. 功能增效,精简结构

设计的基本理念是功能的叠加和结构的精简,前者提高其利用价值,后者提升性价比。增效与精简,两者各司其职,协同支持,在具体的研发情境中,教具才会不断迭代、创新和发展。

增效:教具功能完善、便捷高效和标准化实验是自制教具设计追求的重要指向。一物多用总是设计者需要优先考虑的功能完善问题,好的设计作品往往有很多优点或功能集合于一身。一物多用可以把一件教具的价值充分体现,既节约空间,又节省材料和成本,让教具倍受欢迎。

精简:简约化、低成本、小型化、重复使用多功能的集合,势必导致教具设计烦琐。如何精简?功能整合、结构简化、小型化、低成本、可重复使用等方面都是设计的重点方向。精简为了高效,精简为简单而不简单,精简是一种高层次的设计理念。

二、自制教具的研制路径

自制教具需要统筹安排,减少研制弯路,以实现高效高质的研制效果。自制教具的研制路径一般为:确定研制目标,对核心技术进行重点攻关设计,通过图纸设计完善来完成设计,统筹制作材料和方法等,进而完成制作和实验纠错。

以“高仿真月相模拟实验装置”为例,其研制工作经历发现问题、提出问题、设计制作、实验改善的过程,高效、简约是教具研制的追求目标。

1. 基于课堂确定目标

从老教材(六下:月相变化)和新教材(二上:观察月相,三下:月相变化的规律)的迭代中发现,月相原理教学在降低难度,但是实地观测要求在小学都有体现。老教材在月相原理教学后动员学生实地观测,新教材的要求是先实地观测再了解月相变化的基本规律。老教材设置在六年级有一定必要性,因为月相知识探究具有抽象性、宏观性;新教材的实地观测活动对于低年级学生来说难度很大,有的家长都难以实施。

实地观测中的月相亮面朝向很多时候都不是左右正位的,这里涉及人实地观测视角的影响,导致实地观测中有更多的问题难以理解。要把宏观、抽象的实地观测月相原理通过立体模型的方式呈现出来,教师可有效降低实地观测月相原理的理解难度,并为月相原理的建模提供支架。

2. 教具核心重点攻关

实地观测时,人们往往会认为自己的站立都是头上脚下的,也感受不到地球的形状,故观察时具有局限性,涉及地球的形状、地球的自转、地球吸引力导致人站立姿态以及日地月三球立体运行方式。人在地球上的经纬度位置不同,就是实地观测月相原理建

模的核心,也是教具研制的重点。

教具除了需要体现观察者在不同经纬度位置站立的效果,还需要把模拟观测到的景象呈现出来,于是,我网购了可模拟人左右转动、上下摆动的有线摄像头(连接电脑可见),同时设计不锈钢半圆环(含南北纬度可滑动摄像头吸合底座),半圆环可以绕地球仪地轴 360° (经度)旋转,这样就可以模拟人在地球上任何经纬度站立平视观测月相的效果(如图1)。

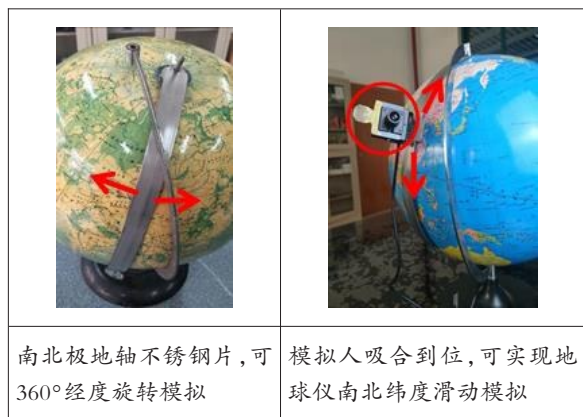


图1 模拟人在地球上任何经纬度站立

3. 其他部分逐个突破

核心的突破为教具研制打开了大门,再对其他部分进行攻关,轻重协调,可以让研制工作更加高效、有序。

模拟人摄像头。添加模拟人头像,并添加左右标识,这样设计直观形象,容易激发学生的兴趣。模拟人摄像头下端和底座利用强力磁铁进行吸合固定,这样就可以 360° 转动了(如图2左)。

模拟月球。用手机支架固定模拟月球,以实现月球轨道的自由放置,实现模拟月球的可拆卸性。利用黑色有机玻璃板作为星空背景,让月相模拟更加逼真(如图2中)。

模拟太阳。网购大光圈强光手电,制作电筒支架并固定到手机支架上,发光端制作一个红色中空的太阳模拟环,可以实现模拟太阳的位置移动,让模拟更逼真(如图2右)。

4. 图纸设计不断修正

教具研制往往要依托图纸进行完善,灵感出现时可在图纸上描绘出大致的设计思路,再在时间的



模拟人摄像头

模拟月球

模拟太阳

图2 高仿真月相模拟实验装置元件

推移中,根据教学新发现和新思路,不断完善图纸设计方案(如图3)。

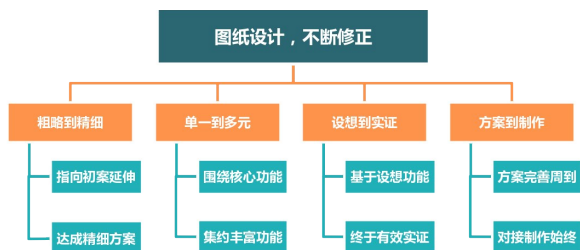


图3 图纸设计完善流程

粗略到精细。一般来说,对实验教学的有效问题进行排查、质疑和改善,就是灵感推进的基本思路。随着图纸设计的推进,设计图从粗略的草图模式,向规范的、精细的图纸不断优化。

单一到多元。设计图以一开始的灵感为主线,以核心的突围为重点,怎样实现一物多用则需要对实验情境、优化原则进行功能的叠加和整合,以不断推进教具的应用场景功能。

设想到实证。教具研制需要科学验证,主要从原理和经验上进行初步判断。如模拟人摄像头和不锈钢片的可行性需要进行前期论证和实验,在可行的基础上使设计和实证有机结合,让教具研制更加顺畅。

方案到制作。设计方案的最终指向是制作,为了有效制作,需要对图纸进行数据细化,对制作材料进行统筹,为教具制作和实验扫清障碍。

5. 有效制作不断完善

合理的设计可以为教具制作铺平道路,有时也需要根据实际情况进行必要的调整和修正。制作过程中,要及时关注制作效果和实验效果(如图4),坚持边制作、边实验、边完善。要在设计稿和制作成品之间进行对照、权衡和推进,确保有效制作,达成设计预期,指向更优方案。

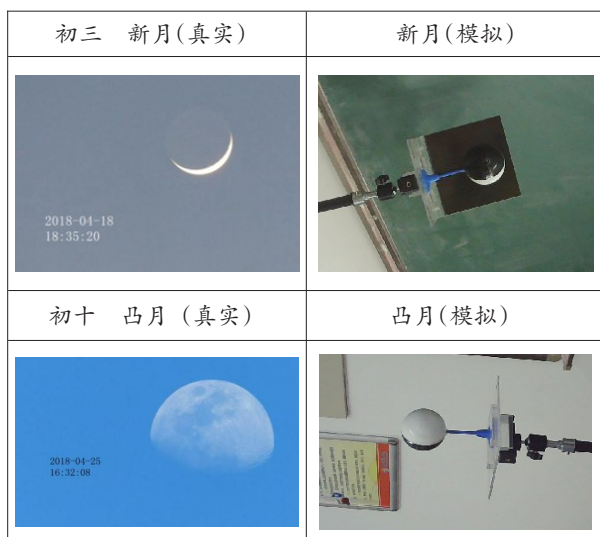


图4 实测和模拟对比效果

三、自制教具的设计策略

设计是教具研制活动的关键问题。好的教具往往是一物多用、简约结构的,一物多用体现了功能价值,如功能多、性价比高、省成本、省资源等;简约结构体现了附加值,如省空间、省资源、省成本、更便捷等。以演示版“月相模拟器”为例,其研制目的主要包含:日地月的三球建模、地球昼夜时间建模、人观测方位视角建模以及8个月相球模拟观测的建模,旨在基于时间、方位和观测视角的月相模拟实验,认识一天什么时间什么月相在哪个方向的原理。

1. 教学为本,实验批判

教师在完成教材的基本要求后,需要剖析其中所蕴含的内在含义,同时基于原理达成度及实地观测中遇到的难题进行梳理和批判,以进一步完善实验结构。老教材提供的模拟实验方案,目的是基于地球中心视角下模拟观测月相球,记录和实证月相变化的过程,这是月相原理的初步探究。但是,关于月相观测时间和方位及实地观测方面,还有很大的空间需要建模和学习。

2. 功能叠加,一物多用

一物多用可以高效地利用现有材料,提升教具的性价比,做功能的加法,此外,要围绕模拟实验情境所需的各种要求完善各个功能,不断优化、整合各功能的统一性和协同性。

“月相模拟器”(如图5)围绕月相球的平面月相模拟实验的需要,把星空背景、太阳光照射区、地球昼夜时间、实地观测月相方位盘、8

个月相球放置区以及带磁吸的底板等模拟实验所需功能有效叠加。

操作底板设计,其功能目标为:硬质感的教具支撑底板。作为演示教具,要考虑学生的可视范围,整体套材大小要合适。为实现教具站立演示需要,在底板表面覆盖一块相同尺寸蓝白色铁片(钣金店加工),这样就可以实现带有强磁吸合的月相球的固定效果,左侧中央合适位置打孔,并安装固定一颗长螺杆。

底板不干胶面设计,其功能目标为:星空平面模拟、8个月相模拟区以及日地月三球轨道信息。日地月三球平面部分,面板右侧设计为太阳光模拟照射区,含太阳光的照射红色渐淡效果,并标注黄色“太阳光”字体。面板中央偏左为地球模拟区(固定伸出垂直于底板的直立螺杆),四周月相模拟公转轨道区域,设置新月、蛾眉月等8个月相球放置区,放置区左半黑右半白,右半边均朝向右侧太阳光模拟区。各月相球放置区分别标注新月、蛾眉月等8个月相名称,以及4个典型月相农历时间。为提高实验仿真效果,底纹采用星空背景,为引导学生实地观测,左上角标注“实地观测更重要”等引导语。

月相球设计,其功能目标为:取材容易、制作简单、有吸合效果。月相球选用白色乒乓球,并用黑色喷漆半球喷黑,固定底座透明有机玻璃中间钻孔并固定一块小强磁,就可以实现与操作底板的吸合固定效果。

扇形观测方位盘设计,其功能目标为:基于地平线的面朝南方位站立的方位模型。月相观测视角是相对不变的,但是在地球自转导致昼夜变化时,观测方

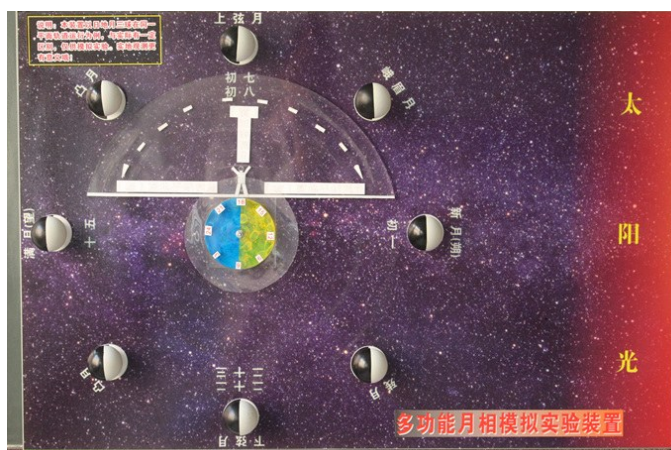


图5 演示版“月相模拟器”

位就容易混淆,这就需要设计一个方位盘模型作为支架,简化方位判断的方法。为此,基于人面朝南方时,形成的左东右西,结合地平线模型,设计成扇形观测方位盘,标注:(前)正南视角,(左)东地平线视角,(右)西地平线视角。地平线中央设置一个举起双手(左、右标识)的模拟人,扇形方位盘圆心处(含有机玻璃片)开孔(用来固定到底板直立螺杆上,实现扇形方位盘360°转动),以实现与昼夜时间变化中的同步转动。

平面地球仪设计,其功能目标为:平面地球仪布局,围绕中心可自转。为便于月相模拟观测,地球仪区域设计成平面地球仪照片塑封状态,北极中央开孔套接到底板直立螺杆扇形观测方位盘上,以实现平面地球仪的自转效果。

昼夜时间面设计,其功能目标为:固定的黄蓝昼夜面,含8个整点时间标识。地球自转导致的昼夜变化原理中,太阳光照射的昼夜效果是基本不变的,为此需要制作一个昼夜时间模拟盘。有机玻璃圆片与平面地球仪大小一致,上端贴上分别代表夜晚和蓝天的蓝色和黄色透明半圆片,对应处贴上3、6、9、12、15、18、21、24时间点,圆心处开孔,利用螺杆和螺帽以固定套接到平面地球仪上方(透明黄色半圆片朝向太阳模拟区)。

3. 精简结构,附加增效

精简教具结构,可以在不减少功能的基础上进行优化升值,去除烦琐的功能结构设计,可以省材料、省人工、省空间、实现小型化等,把不必要的结构和环节去除,结构精简的同时,需要考虑教具各个功能之间的契合性,把各个教具功能进行权衡、整合。

在演示版“月相模拟器”基础上,我们进行迭代研制,形成小组实验版“月相模拟器”。

制作材料的简化设计,其功能目标为:简化制作材料,小型化设计,满足小组实验所需,节约材料,控制成本。把原有底板的木板、铁片、扇形观测方位盘的有机玻璃等材料,统一换成硬质较薄纸板,整体尺寸与A4纸相似。扇形观测方位盘和底板用铆钉活动铰接,固定位置,可转动模拟。

扇形观测方位盘与平面地球仪的整合设计,其功能目标为:保留基本功能,简化整合。保留扇形观测方位盘基本信息,与平面地球仪合并。卡通观测人双腿之间三角区域为镂空状态,用来读取底板对应昼夜整点时间(如图6)。



图6 扇形观测方位盘与平面地球仪的整合

底板不干胶面与昼夜时间面的整合设计,其功能目标为:保留必要的基本信息,精简整合,附加功能。保留底板图文信息,地球模拟区中央右半圆(朝向太阳光一侧)为黄色模拟白天,左半圆为蓝色模拟晚上,同时标注各整点时间,昼夜时间区域分布在平面地球仪外侧,便于读取(如图7)。



图7 底板不干胶面与昼夜时间面的整合

小结

高仿真月相模拟实验装置、月相模拟器的研制,遵循了教具研制的一般方法,体现了高效、简约的研制要求。高仿真月相模拟实验装置围绕核心技术展开研制攻关,统筹推进,侧重空间立体建模,月相模拟逼真、高效、通俗、易懂。月相模拟器经历演示版到小组实验版的迭代改进,从研制初版的侧重功能叠加到小组实验版的高效、简约,教具研制得以优化。

(作者单位:浙江省杭州市萧山区朝晖小学)

参考文献

- [1]金亚军.模拟观测高仿真月相[J].湖北教育(科学课),2022(11).