

## 工程设计与物化导向的初中科学教学研究

## ——以“制作千斤顶”为例

许 欢 张林贤

(杭州市临安区实验初级中学 浙江杭州 311300)

文章编号:1002-218X(2023)07-0028-02

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

**摘 要:**基于对工程设计与物化的认识,以“制作千斤顶”为例,开展工程实践导向的科学课教学,以真实有趣的情境为起点,以简约的人工实体为目标,以设计与物化为手段,让学生在探索与实践推陈出新,提高工程实践能力和创新能力。

**关键词:**工程实践;设计与物化;科学教学

《义务教育科学课程标准(2022年版)》首次明确“工程设计与物化”是科学学科的核心概念之一,并且将培养学生技术与工程实践能力作为科学核心素养目标的重要指标<sup>[1]</sup>。如何将工程教育融入科学课堂,为学生提供工程实践的机会,是当前亟待解决的问题。

### 一、工程设计与物化教学理念

工程活动的本质是创造人工实体,设计与物化是其中的重要环节。工程首先要界定问题,明确需要满足的标准和限制条件,形成多种可能的解决方案,基于证据进行优化并确定方案。物化是选择合适的工具和材料实施设计方案,做出初步的产品或实物模型。经过对结果的评估发现存在的问题并进行改进,对于比较复杂的产品或实物模型,可能需要多次改进。

从探究的角度看,适当的工具或实物模型有助于科学探究。用工程的方法和流程设计制造出的作品或实物模型,一方面在设计制作中需要应用科学原理,另一方面可以帮助学生更好地理解科学原理,使科学、技术、工程成为一个密切相关的整体。

### 二、工程设计与物化导向的教学设计

工程设计与物化导向的教学需要教师创设真实问题情境,引导学生在解决问题的过程中感受处理工程问题的规范性、解决方案的多样性,以及根据反馈改进作品的必要性。在完成工程任务的过程中,经历明确问题、设计方案、实施计划、检验作品、改进完善、发布成果等过程,培养学生的工程实践能力和创新能力。

现以浙教版《科学》七年级下册“压强”复习拓展课“制作千斤顶”为例,探讨工程设计与物化导向的教学过程。

#### 1. 工程问题情境创设

**视频展示 1** 自驾经过人烟稀少盘山公路的时候车胎扎了钉子,漏气严重,此时自己更换备胎是最

经济高效的。

**问题 1** 更换备胎第一步需要解决什么问题,如何才能将汽车抬起来?

学生会想到借助千斤顶把汽车抬起来。

**视频展示 2** 连续按压“液压千斤顶”手柄,重达数吨的汽车就被小小的“千斤顶”轻松托起。

**问题 2** 为什么轻松按压千斤顶能产生如此强大的力量?制作一个千斤顶需要哪些环节?需要解决哪些问题?师生交流讨论得出制作流程,如图 1 所示。

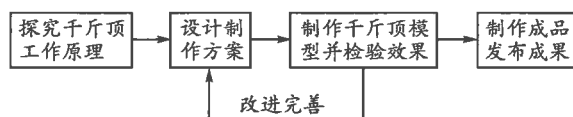


图 1

展示千斤顶的工作过程,现象真实而震撼,容易激发学生探索原理、设计制作的欲望。

#### 2. 千斤顶原理探究

**环节 1** 认识固体传压的特点。按压千斤顶时,人对千斤顶施加力的同时,千斤顶对车施加了一个更大的力。

**师** 这个力发生了什么变化?

**生** 力的大小与方向发生了改变。

**师** (手压工字钉)手对钉子与钉子对墙壁的压力大小有什么关系?

**生** 相同。(用二力平衡和相互作用力原理解释)

**师** 手对钉子与钉子对墙壁的压强相同吗?

**生** 压强不同,因为两侧的受力面积大小不同。

教师引导学生总结:在固体一侧施加水平压力,固体的另一侧能对外产生大小、方向相同的压力,两侧压强大小由受力面积决定,方向一致。

**评析** 该环节通过对钉子的受力分析复习二力平衡与相互作用力相关知识,引导学生从力与压强关

系的角度思考千斤顶的工作原理。

**环节2** 探寻液体传压的特点。拆解千斤顶发现内部装有液体,提示学生千斤顶的传力与内部液体有关。那么,液体传递压力或压强特点和固体相同吗?学生根据使用液体压强计时按压金属盒橡皮膜会使“U”形管中液面呈现高度差猜测液体能改变压力或压强传递的方向。教师演示帕斯卡球实验对猜想进行验证,如图2所示。

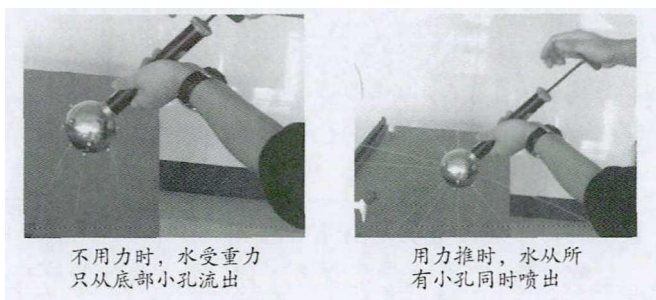


图2

**结论** 液体能够传递压力或压强,但是与固体不同,它能向各个方向传递。

接下来的问题是液体传递压强时大小会改变吗?教师提供截面不同活塞、橡皮管、染色清水等器材供学生讨论设计实验进行探究。受工字钉传压特点启发,学生很快设计出将大小不同两个活塞注水并连接进行推压得出结论。教师邀请小组中比较瘦弱的女生与强壮的男生上台演示“小手胜大手”实验。学生在震惊的同时积极思考其中的原因。最终总结得出结论:在小活塞侧施加的压力传递到大活塞侧会放大。

**评析** 虽然现行浙教版《科学》教材对帕斯卡定律不做要求,但是在工程任务的驱动下,学生自主对看似简单的传压现象进行深入探究,这对学生创造性思维的发展及理解科学本质是有积极意义的。

### 3. 方案设计与制作改进

**环节1** 初制千斤顶。接上一环节,提问学生能否用两个活塞制作一个千斤顶?学生演示给小活塞装满水后,将大小不同的两个活塞用软管连接,用较小的力压小活塞,大活塞上的重物能被轻松顶起。

教师提供实验器材和评价量表,学生分组讨论设计方案并尝试制作千斤顶。

教师提问:千斤顶在实际应用中就是这样的结构吗?我们制作的千斤顶存在哪些缺陷?学生思考讨论并记录于表1中,如:①装置的固定问题;②距离问题,即将小活塞推到底大活塞上升的距离很小;③真实的千斤顶手柄可以连续按压持续提升重物,而自己制作的千斤顶往里推能提升重物,往外拉重物却会下降。

**评析** 虽然学生已经基本掌握千斤顶的工作原理,但是在方案设计与实践制作中会面临很多棘手的问题,而解决这些问题的过程正是工程实践课堂的意义所在。在制作过程中学生体会到:要想将理论应用于实践,需要较强的动手能力,如管口的连接、软管长短的选择、支架高度的确定、装置稳定性、如何填装液体等。学生大多会经历提出想法、尝试、推翻、提出新的想法、新的尝试直到满意的过程。

表1

	评价标准	符合选项打√	
		做到	有待改进
评价要素	能从草图、简图到示意图,循序渐进,会用图形表达设计思路		
	能做到连续抽拉活塞持续提升重物		
	装置能保持稳定不易倾倒		
	装置连接紧密不易脱落		
	组内分工明确,沟通顺畅		

**环节2** 改进千斤顶。教师提问:我们制作的千斤顶能抬起一辆车子吗?还有改进的空间吗?在教师追问下,学生除了考虑材料选择、装置收纳等问题外,会思考更核心的问题:我们只知道小活塞往大活塞传递的压力会增大,但是并不知道它们之间的定量关系。多数学生能想到的解决方法是尽量减小或增大相应一侧活塞的横截面积。教师引导学生思考能否用自制的千斤顶探究液体传递压力和压强的定量关系?学生交流讨论最终通过将钩码放在大小活塞上保持平衡,利用 $p=F/S$ 进行探究,得出结论 $F_1/S_1=F_2/S_2$ ,即液体能大小不变向各个方向传递压强。

通过这一环节,引导学生理解真实工程问题的复杂性和系统性,工程设计需要充分利用科学原理,依据科学理论进行相关计算。

**环节3** 布置课后拓展作业,制作更加完善的千斤顶。

### 4. 成果展示

工程实践项目的最终成果将进行公开展示。设计展览或者相互交流评价的目的在于回顾整个工程实践过程,让所学知识变得易于讨论,并从中获得仪式感和成就感,让学习更有动力。值得注意的是,无论哪种展示方式,其主要目的并不是展示精致而美观的作品,评判优劣的主要标准应该展现学生对所学概念原理的理解和运用以及作品所呈现出的创造性思维。

## 科学思维导向下的情境化教学案例

## ——以“电动势”为例

魏 敏

(上海市第五十四中学 上海 200030)

文章编号:1002-218X(2023)07-0030-03

中图分类号:G632.3

文献标识码:B

**摘要:**传统教学中,教师往往直接给出电动势的概念和其物理意义,导致电动势在学生的认知中就是一个“工具物理量”,他们并未真正理解它的含义。基于一节区公开课后总结,通过情境创设激发学生的思维活力,以“可乐电池探究实验”为主要任务情境,设置递进式问题,引领学生思考讨论,着力提升学生的科学思维能力。

**关键词:**科学思维;情境化教学;电动势

## 一、研究背景

《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》重点凝练了物理学科核心素养,“科学思维”是物理学科的核心素养之一。课程标准在教学实施建议中也提出,对学生科学思维的培养是重要的教学目标之一。研究指出,科学思维的培养是科学教育的核心,也是科学教育改革的难点问题<sup>[1]</sup>。观察、实验与科学思维相结合,是物理学科的基本特征<sup>[2]</sup>,在物理教学中,借助实验创设富有挑战性的任务情境,精准设置核心问题,可以调动、启发学生的思维<sup>[3]</sup>,对培养

学生的科学思维能力具有重要作用。

电动势是“闭合电路欧姆定律”第一课时的核心概念,电动势的概念内涵丰富,但很抽象,是教学中的一个难点。在传统的教学中,教师往往直接给出电动势的概念及其物理意义,导致电动势在学生认知中就是一个“工具物理量”,并未真正理解它的含义。本教学设计通过情境创设激发学生的科学思维。如图1所示,以“可乐电池探究实验”为主要任务情境,在探究过程中以问题链的形式引导学生思考讨论,分析电动势的物理意义。

## 三、小结

## 1. 转变教学方式

这一工程实践的情境真实而有趣,任务以工程设计与物化为导向,面对情境与任务,充满好奇与挑战是学生的自然反应<sup>[2]</sup>。统观方案设计、产品制作以及成果展示等实践环节,都是学生积极主动参与推动项目往前发展,学生始终是学习的主体,教师则是引导者和协助者。由此可见,工程设计与物化导向的科学课堂可促使教学方式的自然转变。

## 2. 注重工程实践

培养工程实践能力对当前我国的技术与工程教育有着十分重要的意义和价值。以上案例中,针对学生工程实践方面的薄弱环节进行了针对性训练。例如,对于图纸设计的能力,引导学生从草图、简图到示意图,循序渐进,帮助学生学会用图表达设计思路。工程实践要引导学生学会利用相关的科学原理和数学工具对实际问题的结果进行初步预测。千斤顶两侧压力的定量关系是制作成败的关键,本案例将其统筹规划,融入迭代改进环节,效果显著。

## 3. 突出科学思维

科学思维是从科学的视角对客观事物的本质属

性、内在规律及相互关系的认识方式,主要包括模型建构、推理论证、创新思维等。以上案例中以固体传压为基础,对液体传压进行探究,建构千斤顶模型。通过从管口的连接、软管长短的选择、装置稳定性、抽吸液体连续性、定性到定量等角度思考问题,鼓励提出新颖而有价值的观点和解决问题的方法,培养创造性思维、计算思维和批判性思维。

开展工程实践导向的科学教学,以真实有趣的情境为起点,以简约的人工实体为目标,以设计与物化为手段,能有效提升学生运用所学科学原理解决实际问题的能力,使学生的学习方式和解决问题的方法产生新的变化,让学生在探索中推陈出新,培养其质疑、创新的学习态度,尊重证据,实事求是。

## 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(2022年版)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2022:102-111.
- [2] 杨封友,周华松,刘振东. 工程实践导向的初中科学教学设计研究:以“伪全息3D投影制作”教学为例[J]. 中学物理,2020,38(6):10-13.

(本文编辑:郭晓丹 王 萍)