

从定性到定量：基于弹簧形变的初中物理压强概念教学设计

梁莹 上海市西南模范中学

摘要：传统初中物理“压力作用效果影响因素”实验多采用海绵凹陷定性观察法，存在难以建立精确定量关系、学生思维进阶断层等问题。本研究创新设计以弹簧形变定量分析为核心，利用弹簧形变量 ΔL 与压力 F 的正比关系 ($F \propto \Delta L$)，引导学生通过实验数据直接推导压强公式 ($p = F/S$)。实践表明，该设计有效贯通“现象观察→数据建模→概念生成”的思维路径，显著提升学生对压强本质的理解深度，为初中物理定量实验教学提供新范式。

关键词：压强教学；定量实验；弹簧形变

一、研究背景：

本节课为上教版教材九年级第一学期第一单元的压强第一课时，学生需要能够将八年级学习的物理知识应用到本单元中，本单元共四个核心概念，分别为压强、液体内部压强、大气压强和流体压强，本节内容为需要学习的第一种压强的形式，因此在压强概念的建立上需要考虑到学生的认知程度，以生活中能观察的现象出发，分析压力产生形变效果的影响因素，体会物体对表面的压强是物体对表面的压力均匀的分摊到每一份受力面积上。

现阶段初中物理教材中，多用海绵或沙子作为受力物体，通过观察其凹陷程度来了解压力作用效果，从而比较压力大小和受力面积大小对压力作用效果的影响，但缺乏数据支撑 F 、 S 与 p 的定量关系，学生从“现象”到“公式”的思维跨越存在困难。为了弥补此处的不足之处，通过实验手段的革新，帮助学生实现从定性感知到定量建构的思维进阶，从而更深刻地理解压强概念及其公式。

二、单元教学设计

单元围绕压强、液体内部压强、大气压强、流体压强等内容，在力与物体运动状态的分析过程中，经历观察、分析、讨论等活动体验，以物理学的视角认识运动和相互作用，学习控制变量法、建立理想模型法等科学探究基本方法，发展推理能力和合作交流能力，深化对自然的认识，体会物理和生活的联系。本单元核心教学路径中，压强与液体内部压强均需要建立计算公式，虽然学生以有利用比值法建立概念的思维模型，但对于压力形变效果这一抽象概念仍存在理解难度。

在压强新课教学上通过观察弹簧被压缩距离与单位面积上受到的压力的关系，建立压强概念，是本节课的教学重点。通过实验数据表格分析 F 与 S 的比值与弹簧形变量的正相关性，让学生体会物体对表面的压强是物体对表面的压力均匀的分摊到每一份受力面积上。

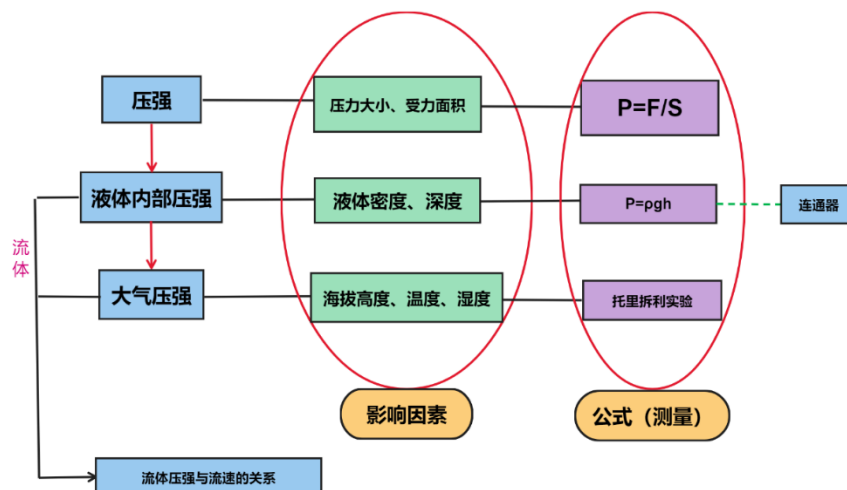


图1 《压力与压强》单元结构图

三、核心实验设计

(一) 实验创新：定量探究压力作用效果的影响因素

利用弹簧形变量的可测量性，研究压力产生的形变效果与压力大小和受力面积大小之间的定量关系。实验装置升级对照表见表1，组装完成如图2所示。将相同规格的弹簧置于相同规格的针筒内，可保证弹簧始终被竖直向下压，将不同数量的针筒置于亚克力支架上，可固定针筒的位置，将刻度纸贴纸贴于针筒外侧，方便读出弹簧形变量。实验中，通过改变承载板上放置的已知质量的金属长方体来改变对弹簧的压力大小，通过改变放置的针筒个数来改变受力面积，通过记录弹簧被压缩的距离来反映压力产生的形变效果。

本实验创新基于同一弹簧形变量与压力成正比，当装置中弹簧个数相同时，即弹簧总受力面积相同时，弹簧形变量与所受压力成正比，用以反映受力面积相同时，压强与压力成正比。当承载板上放置的物体相同时，即弹簧收到的压力大小相同，当 n 个劲度系数为 k 的弹簧并联时，等效劲度系数 $k_{\text{并联}}=n \cdot k$ ，根据胡可定律 $F=k_{\text{并联}} \cdot \Delta x=n \cdot k \cdot \Delta x$ ，即压力大小 F 相同时，弹簧形变量 Δx 与弹簧个数 n 成反比，用以反映当压力大小相同时，压强与受力面积成反比。为保证实验效果，针筒内径需略大于弹簧横截面积，以保证弹簧始终处于被竖直向下压缩状态，且针筒内橡胶活塞去除，使推杆与筒壁摩擦力尽量小。

表1：器材升级对照表

| 传统器材 | 创新器材 |
|------|----------|
| 海绵 | 弹簧（相同规格） |
| 压力小桌 | 承载板 |
| 砝码 | 长方体组 |

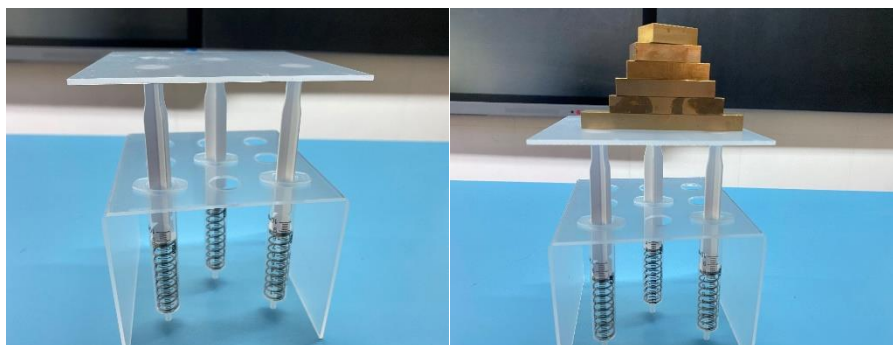


图2 实验装置组装（左）、放置物体后（右）

（二）利用 DIS 力学传感器研究物体对斜面的压力大小

研究压力大小时，教材常分析物体放置在水平面、斜面和竖直墙面上进行对比分析，通过受力分析得出物体放置在水平面上是物体对平面的压力大小等于物体所受重力大小，物体被压在竖直墙面上时，物体对墙面的压力大小等于外界施加的压力大小，与其重力大小无关。而物体放置于斜面上对斜面的压力比水平放置时小这一结论，通常利用物体放置于钢尺上观察钢尺的形变程度，再将物体放置于倾斜的同一钢尺上时，钢尺的形变程度变小，对比两次实验现象分析得出结论。而钢尺的形变程度变化不明显，学生对物体对斜面的压力随斜面倾角的改变而改变不易理解。

基于此，设计利用力学传感器，将测得的压力大小直接反映在电脑屏幕上，方便学生定量观察物体对斜面的压力大小与斜面倾角的变化关系。该款力学传感器的测量范围为 $-20\text{N}\sim 20\text{N}$ ，将其前方的拉钩去除后，当对传感器施加压力时，系统显示力的大小为负数，因此压力大小等于其绝对值。将该压力传感器左侧利用金属配重后，固定在可调节角度的平面上，组装完成如图3所示。

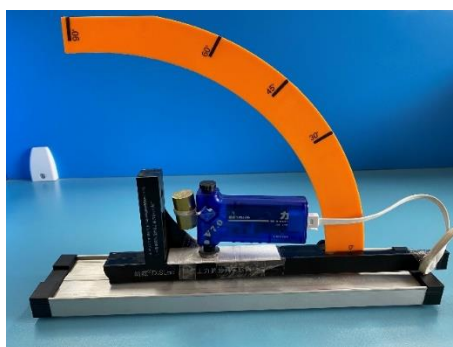


图3 改装压力传感器

四、教学过程设计

根据如图4所示的教学流程图，设计教学过程如下：

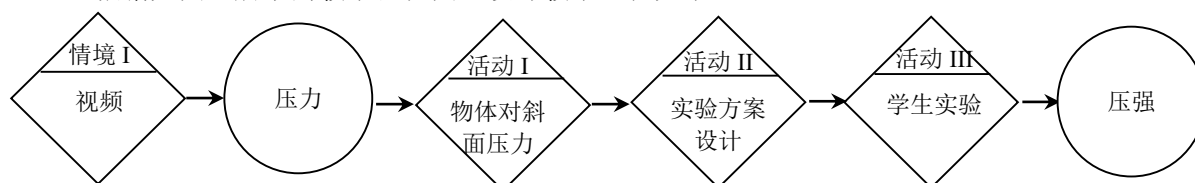


图4 教学流程图

情境 I 视频：观察人和飞机在雪地上留下的压痕

观察行人和雪地滑雪飞机在雪地上留下的不同痕迹，引入压力的作用效果是使物体发生形变。

创设目的：通过日常生活中能够观察到的雪地压痕，让学生知道压力的作用效果是使物体发生形变，且压力产生的形变效果不止压力大小这一个影响因素。

活动 I：物体对斜面的压力

通过观察改装的压力传感器，得出物体对斜面的压力大小小于物体所受重力大小，且对斜面的压力大小随斜面倾角的增大而减小。

活动目的：通过受力分析，巩固学生运用物体的运动状态和相互作用的规律解决问题的能力。

活动 II：实验方案设计

利用身边的物体设计实验方案，制定实验步骤，初步证明压力产生的形变效果可能与哪些因素有关。

活动目的：培养学生通过设计探究方案和收集的信息，提出较为合理的猜想与假设的能力。

活动 III：学生实验

利用弹簧形变量的可测量性，研究压力产生的形变效果与压力大小和受力面积大小之间的关系，通过控制变量法得出压力产生的形变效果随压力的增大而增大，随受力面积的增大而减小，而每根弹簧上受到的压力越大，压力的形变效果越明显，从而引入单位面积上受到的压力——压强来描述压力产生的形变效果。

活动目的：通过实验定量分析压力产生的形变效果的影响因素只有压力大小与受力面积大小，利用 EXCEL 软件将数据处理成图像形式，降低学生绘图难度，增加数据的直观体验感，从而建立压强概念。

五、实验教学效果

定量探究压力产生的形变效果与压力和受力面积关系时，利用 EXCEL 处理数据（部分实验数据见表 2），形成图像如图 5。

表 2：部分实验数据

| 实验序号 | 压力大小（牛） | 弹簧根数（根） | 弹簧被压缩的距离（毫米） | 压力*面积 | 压力/面积 |
|------|---------|---------|--------------|-------|-------|
| 1 | 4.97 | 3 | 3 | 14.9 | 1.7 |
| 2 | 1.7 | 1 | 3 | 1.7 | 1.7 |
| 3 | 11.3 | 5 | 5 | 56.5 | 2.3 |
| 4 | 6.86 | 3 | 5 | 20.6 | 2.3 |
| 5 | 8.3 | 3 | 6 | 24.9 | 2.8 |
| 6 | 11.3 | 4 | 6 | 45.2 | 2.8 |

通过观察弹簧被压缩的距离、压力与受力面积的乘积、压力与受力面积的比值三条图线，图像可看出弹簧被压缩的距离和压力与受力面积的比值两条线基本平行，呈正相关。分析得

出压力产生的形变效果由压力与受力面积的比值决定，从而引入压强概念来描述压力产生的形变效果。此过程由数学运算、到图像观察、到概念建立，从定量分析角度，帮助学生建立压强概念，使学生经历探究压力产生的形变效果的影响因素的实验过程，对实验中收集的数据和信息进行归纳，培养设计探究方案和获取证据的能力。

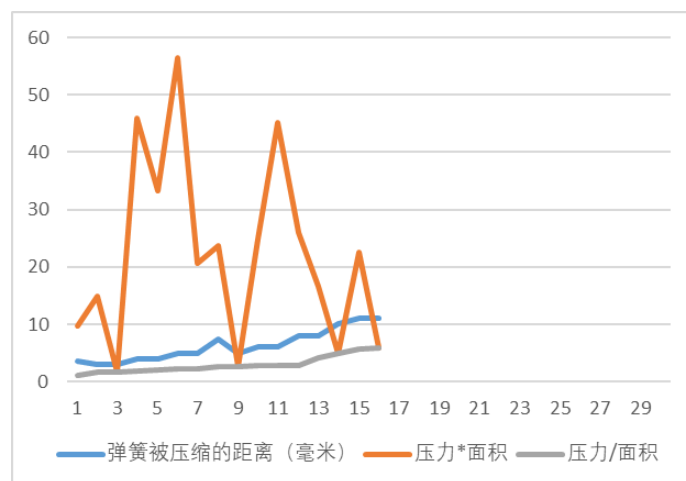


图 5 利用 EXCEL 生成的图像

六、结语

弹簧形变定量模型的价值不仅在于推导压强公式，更在于重现物理学发展本质——从测量中发现规律。教学中需警惕将实验沦为公式的“点缀”，而应使学生亲历“数据催生概念”的科学创造过程，让测量真正成为规律发现的基石，这正是核心素养落地的关键。