# 正向建构、反向验证 发展核心素养

马小弟 (昌吉州第四中学 新疆 831100)

**摘 要** 通过反向验证支撑正向建构,培养学生模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新的科学思维能力,促进学生核心素养的养成和发展。

**关键词** 正向建构 反向验证 科学推理 科学论证 质疑创新
**文章编号** 1002-0748(2024)10-0046 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

《义务教育物理课程标准(2022年版)》在课程目标中指出:物理课程要培养的核心素养,主要包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任[1]。科学思维主要包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素。为促进学生核心素养的养成和发展,教师经常引导学生正向建构,即通过已知的现象、知识、实验、经验来预测、推理或分析新问题,得出新结论。例如在文献[2]中,教师让学生将塑料袋套在手上,缓慢浸入水中,感知液体压强,之后再用六面体橡皮膜证明液体压强的存在。反向验证是一种分析问题和解决问题的科学方法,用于验证假设并构建科学概念,其基本思路是假设某个结论不成立,然后通过推理和实验证明这个假设是错误的,从而得出该结论的正确性[3]。例如在文献[3]中,教师通过反向验证,证明"覆杯实验"、马德堡半球实验、"吸"饮料是由于大气压强的原因。而在一些情况下,可以用正向建构和反向验证相结合的方法,即通过反向验证支撑正向建构,培养学生的科学思维,促进学生核心素养的养成和发展。

## 1 正向建构、反向验证,助力模型建构

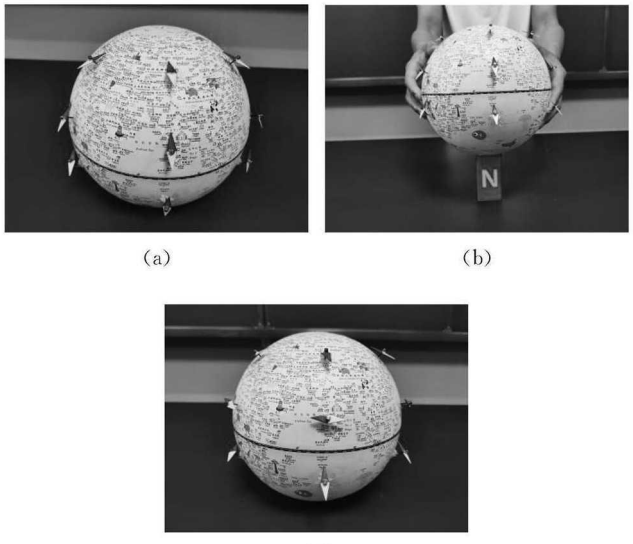
在学习"磁现象 磁场"一节时,学生理解困难的知识点有:①为什么指南针总是一端指南,一端指北;②地理的南北极为什么和地磁的南北极相反;③地磁场是怎么分布的。要解决这些难点,需要引导学生自主建构地磁场的立体分布模型。

### 1.1 正向建构

指南针自由静止时,总是一端指南,一端指北,说明地球周围存在磁场——地磁场。利用课件展示教材中地磁场的分布图片,或如文献[4],利用流水灯带,模拟地球磁感线(静态的正向模拟,教具中间无磁体),教师讲解地球相当于一个N极朝下(地理南方)的条形磁铁。此时若结合反向验证,学生将经历动态的思维过程,有助于模型的建构。

### 1.2 反向验证

引导学生思考,如果地球周围不存在磁场,那么……。教师展示自制教具,如图1(a)所示,学生先观察到的是地球仪上的小磁针全部都是红色的(N极)朝上(地理北方)、白色的(S极)朝下(地理南方),学生猜想地球仪内可能有个磁铁。教师将地球仪缓缓上移,学生观察到一个倒立的(即N极朝下)的条形磁体立在桌面上,如图1(b)所示。待条形磁体完全移出,地球仪上的小磁针指向变得杂乱无章,如图1(c)所示。再将地球仪缓缓下移,条形磁铁进入地球仪,小磁针恢复有序指向。学生顿时明白,地球磁场类似于一个N极朝下的条形磁铁,地磁场模型建立,难点突破。




(a) (b)

(c)

图1 地磁场模型的建立

### 1.3 评价

**例1** (新疆中考)由于火星上没有类似于地磁



中国知网 https://www.cnki.net

场的磁场分布，所以在火星上_____（选填“能”或“不能”）使用指南针辨别方向。

**例2**　（北京中考）若假想地磁场是由地球内部一块大磁铁产生的，下列四个示意图中，能合理描述这块大磁铁的是　　（　　）

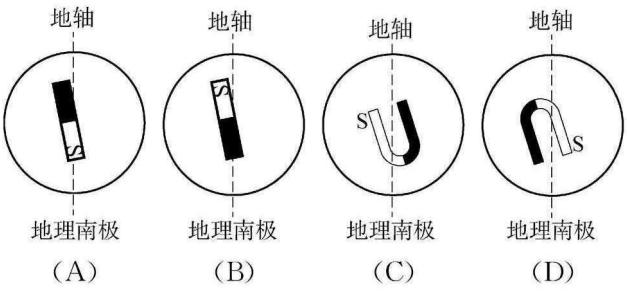



图2

经历以上反向验证的过程，学生建构模型的能力得到提升。在学习“眼睛和眼镜”时，能通过水透镜建构眼睛模型；在学习滑轮时，能通过教师教具演示建构滑轮的实质是杠杆等。

## 2　正向建构、反向验证，助力科学推理

在学习“声音的产生与传播”时，教师经常在实验的基础上引导学生推理得出：真空不能传声。但碍于实验器材或设计的不足，实验说服力不足，学生的自主建构逐渐变为教师的讲授。下面提供一种做法供大家参考。

### 2.1　正向建构

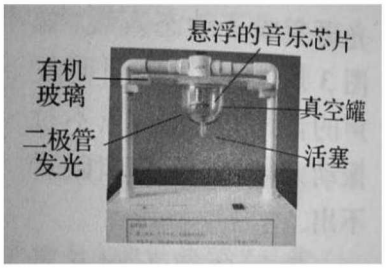
分别设计三个实验，证明声音可以在空气、水（参照文献[5]）、固体中传播，即声音的传播需要介质。

### 2.2　反向验证

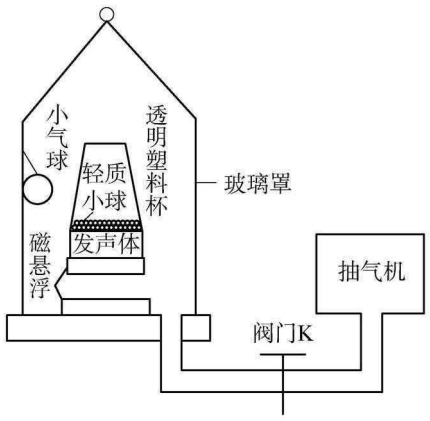
学生提问：如果没有介质呢，即真空能否传声？引导学生利用真空罩和声源设计实验进行反向验证。此实验在人教版教材和文献[5][6][7]中的设计如图3所示，其中文献[6][7]的改进更严谨且说服力更强一些，声源悬浮，用泡沫小球显示声源在持续发声，用气球显示真空罩中气压的变化。



（a）人教版教材




（b）文献[5]




（c）文献[6][7]

图3　教材和文献对真空不能传声实验的设计

通过对人教版教材和文献[6][7]中的实验设计分别进行实践研究，发现了一个共同的不足之处，即均使用了常规真空罩。常规真空罩的最大缺点是玻璃壁很厚，把音乐芯片或闹钟置于其中，不用抽气，听到的声音已经很微弱了，若开始抽气，受抽气机电机运行声音的影响，只有把耳朵凑到真空罩跟前的学生才会听到声音逐渐变小。

实际上绝大多数学生并未听到明显变化，更没有运用科学推理法，学生的反应是基于小学科学课堂学习的记忆。鉴于此，将实验改进后再进行反向验证，如图4所示。截取高透明亚克力管自制真空罩（内径20 cm，内高30 cm），并在真空罩上方均匀地打些小孔（直径约3 mm），用保鲜膜蒙住这些小孔，保鲜膜很薄，既能保证气密性，又不会影响声音向外传播，如图4所示。将改装好的磁悬浮音响（由锂电池供电，无须外接电源）置于真空罩中，音响处于悬浮状态，尚未发声，如图5(a)所示，装置其他部分与文献[6]相同。通过蓝牙控制音响播放声音，此时整个教室均可以清晰地听见音响发出的声音，音响上方的泡沫小球开始跳动（现象明显，约10 cm左右）。用电动抽气机向外抽气，观察到泡沫小球持续跳动，小气球慢慢变大，如图5(b)所示，声音逐渐变小，据此学生推理：如果是真空，声音不能传播。

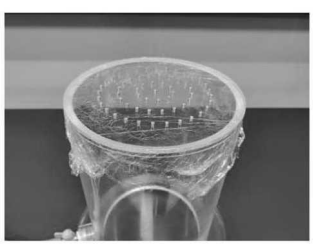
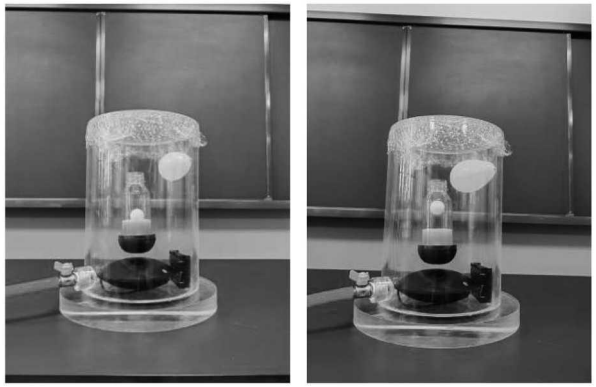


图4



中国知网　https://www.cnki.net



(a)　　(b)

图5　真空不能传声实验的改进

学生经历以上反向验证的实验过程，科学推理能力得到提升。又如：在探究平面镜成像规律时可以自发推理像距等于物距（此处为何使用科学推理法，参考文献[8]）；在探究凸透镜成像规律的实验中，也可以推理得出存在像与物大小相等的情况，此位置像距可能等于物距（此处为何使用科学推理法，参见文献[9]），然后再进行一次实验验证；在学习牛顿第一定律时，学生可推理得出：若阻力为零，运动的物体将保持匀速直线运动状态；在测量滑轮组的机械效率时，学生通过数据或图象推理得出随着物重的增加，机械效率的增加量越来越小；在串联电路的学习中，学生通过推理得出随着滑动变阻器阻值的增大，其两端电压的增加量越来越小。一系列的科学推理，促进了学生物理学科核心素养的养成和发展。

## 3　正向建构、反向验证，助力科学论证

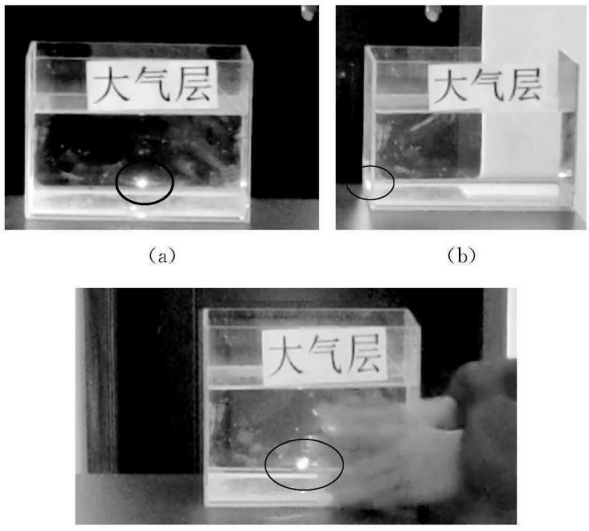
在人教版教材“光的折射”一节的“科学世界”栏目中讲述了海市蜃楼的成因，即光在不均匀大气层中发生了折射，来自地平线以下的远处的光在传播过程中发生弯曲，进入观察者的眼睛，观察者逆着光望去，就看见了远处的物体。学生质疑：既然如此，那我们平时观察到的日出（或日落），岂不也是“海市蜃楼”？对此展开科学论证。

### 3.1　正向建构

太阳光经过不均匀大气层时肯定会发生折射，所以光路应该和“海市蜃楼”一样，当人们观察到日出时，太阳还在地平线以下，看到的是折射形成的虚像。似乎合情合理，但学生不愿意相信自己每天看到的日出居然是“假的”。

### 3.2　反向验证

如果没有大气层，日出、日落会发生变化吗？实验设计如图6所示。在水槽中配制不均匀的冰糖水模拟大气层，桌面模拟地平线，点燃的蜡烛模拟太阳（置于桌面以下，距离桌子1.5 m左右），人在蜡烛对面透过水槽可看见烛焰[见图6(a)]。教师说：大气层消失，一名同学将水槽移走，观察者无法看到烛焰[见图6(b)]。教师说：大气层回来，该同学将水槽移回原位，观察者再次看到烛焰[见图6(c)]，论证结束。日出（日落）为“海市蜃楼”现象，看见的是“假的”。




(a)　　(b)

(c)

图6　假如没有大气层

### 3.3　评价

**例3**　太阳光穿过地球大气层时会发生折射，如果没有这层大气，会出现　　(　　)

(A) 日出会延迟，日落会提前

(B) 日出和日落都会提前

(C) 日出会提前，日落会延迟

(D) 日出和日落都会延迟

经历论证过程，学生不仅能对该题做出准确解析，而且还增强了知识迁移能力。学生论证教材中的“硬币重现”不也是“海市蜃楼”吗，科学论证能力也显著提升。

## 4　正向建构、反向验证，助力质疑创新

在学习“浮力”一节时，对于地面上不上升的物体，是否受到空气浮力，学生难以理解。

### 4.1　正向建构

为突破难点，文献[10]设计的实验过程大致为将篮球、气球、细线、球针一起放在电子秤上，然后用球针连接气球和篮球，随着篮球中的空气进入气球

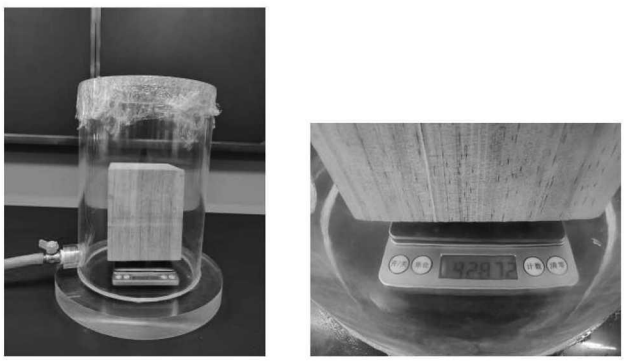


中国知网　https://www.cnki.net

(确保不漏气),电子秤的示数变小了0.01 kg。先分析得出气球受到浮力,再间接证明静止在地面上的物体也受到浮力。对教师而言,这是一个非常有说服力的实验,因为教师是知识的已知者,有实验辅助即可。然而学生对此实验存在质疑:①电子秤示数变化很小,如何保证不是球针插入篮球时漏气引起的,学生有插入球针时篮球漏气的实践经验;②在逻辑上可以理解气球受浮力,不能理解篮球等受浮力。

4.2　反向验证

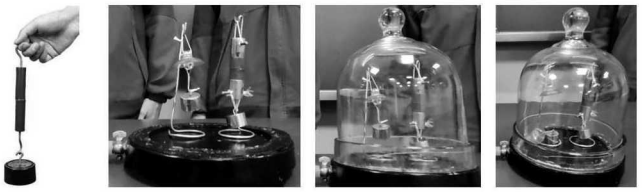
引导学生设计创新实验,反向证明空气浮力。将一个大木块(15 cm×15 cm×10 cm)放在电子秤(精确度0.01 g)上置于自制真空罩中(和图3为同一个真空罩),如图7(a)所示,此时电子秤示数如图7(b)所示。让学生猜测:如果向外抽气,电子秤示数将如何变化?学生异口同声:变小。教师追问:为什么?学生:空气变少了。教师开始抽气,学生惊讶地发现电子秤示数居然变大,引发认知冲突。此过程虽然电子秤的示数变化较小,但装置是否漏气等对实验无影响。分析可知:空气有把木块向上托的作用,空气变稀薄,向上托木块的力变小,电子秤示数变大,即木块受到空气浮力作用。当然,也可以借鉴文献[11]中的做法,直接将氢气球置于真空罩中,然后开始抽气,通过氢气球的浮沉证明空气浮力。但就地面上不上升的物体,是否受到空气浮力这一问题来说,直接在真空罩中放入木块或石块更能引起认知冲突,效果更好。



(a)　　示数从928.72 g变到929.45 g (b)

图7　反向验证地面上不上升的物体也受空气浮力

经历以上反向验证的过程,学生不仅理解了地面上不上升的物体也受到空气浮力,而且质疑创新能力显著提升。在观察分子间有引力的铅块实验时(见图8),质疑铅块没分开可能是大气压强的原因,设计创新实验,在真空罩中增加吸盘对照,向外抽气,吸盘自动分开,而铅块保持原状,得出分子间有引力的结论。



(a) 教材设计　　(b) 质疑创新

图8　分子间有引力实验的改进

## 5　结　语

科学思维是从物理学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;是建构物理模型的抽象概括过程;是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用;是基于事实证据和科学推理对不同信息、观点和结论进行质疑和批判,予以检验和修正,进而提出创造性见解的品格与能力[1]。反向验证恰好有助于模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等科学思维要素的培养,在教学中适当运用反向验证,可以帮助学生更好地发展科学思维,促进学生物理学科核心素养的养成。

**参考文献**


[1] 中华人民共和国教育部.义务教育课程标准(2022年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.

[2] 李仰.指向核心素养的初中物理表现性评价实践探索——以“液体的压强”为例[J].中学物理,2024(2):33—36.

[3] 吴加涛,郭忠海.反向验证:指向核心素养大大概念学习进阶——以初中物理“大气压强”学习为例[J].中学物理教学参考(上旬),2024(4):15—19.

[4] 胡玉莲.依托探究练思维　建构观念提素养——以“磁体与磁场”为例[J].中学物理,2024(4):16—20.

[5] 王优媛.指向科学思维的初中物理实验教学实践[J].中学物理,2024(8):38—41.

[6] 程宏亮.创新改进实验器材,传递科学精神——以“真空不能传声”改进实验器材为例[J].物理教学,2020(11):78—80.

[7] 郑柔纯,麦宜平,李德安.中学物理实验改进的问题与策略探析[J].物理教学,2024(4):22—25.

[8] 孙伟河.平面镜成像实验中像距是否应该等于物距[J].中学物理教学参考(上旬),2024(4):10—14.

[9] 朱文军.透过现象看本质　切忌教条学方法——由一道中考试题谈控制变量法[J].物理教师,2024(3):33—38.

[10] 朱文华.初中物理实验教学创新设计——以“浮力”实验教学为例[J].物理教学,2024(4):78—80.

[11] 贾晨旭,盛洁,顾杰.基于项目学习的初中物理跨学科实践[J].中学物理,2024(4):32—35.




中国知网　https://www.cnki.net