



# 基于 CPS 模型的高中物理校本课程教学研究

——以“中学物理与现代前沿应用”校本课程为例

邵雪艳

(江苏省常熟中学 江苏 苏州 215500)

(收稿日期:2022-11-01)

**摘要:**为了填补国家课程物理课堂教学中核心素养落实的不足,尝试在物理学科类校本课程教学过程中融入核心素养,并重点突出创新实践能力,在基于 CPS 模型的《中学物理与现代前沿应用》这门校本课程的教学实施过程中,既能与常规物理课堂紧密联系,又始终立足于学生自主发展,为学生创新能力的提升以及个性化发展创设了丰富的机会,取得了比较明显的成效,积累了一定的经验.

**关键词:**物理学科;校本课程;CPS 模型

## 1 引言

学生发展核心素养,指的是学生应具备的,能够适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力<sup>[1]</sup>. 研究学生发展核心素养是落实立德树人根本任务的一项重要举措,也是适应教育改革发展趋势、提升教育国际竞争力的迫切需要<sup>[2]</sup>. 毫无疑问,核心素养是教育改革的热点问题,但在教学实践中,有关核心素养教学的落实仍然存在着诸多问题,尤为突出的问题之一是对于国家课程的课堂教学,内容和课时都有一定限制,如果没有真正地把握核心素养在具体学科的实质与内涵,以物理课堂教学而言,很容易在实施过程中生搬硬套. 而且传统的物理课堂因为课时比较紧张,专业知识丰富有余,人文情感体现不足,物理课往往严谨而理性,却常常缺乏温暖与感性. 但其实物理作为一门基础学科,与各行各业都息息相关. 如果能够跳出教材、课时的限制,充分挖掘物理的丰富教学资源,核心素养的着眼点也将会更加丰富.

在这样的教学现状下,学科类校本课程则是一个恰到好处的契机、一个十分有益的补充,如果利用好该类校本课程,让学生感知到物理教学也是充满现实温度、人文情怀的,相信也能对常规物理课堂产

生积极的影响. 2017年5月,江苏省常熟中学申报 CPS 课程教育基地,这一立足科教实验中心的理科综合性课程基地为学校提供了极佳的校本课程环境. 江苏省常熟中学作为江苏省首批高品质示范高中建设培育学校,始终致力于推动学生的核心素养发展,在校本课程教学中更是如此,以培养学生的核心素养作为最终目标,不断思考、优化、推进学校的学科类校本课程规划. 通过校长、教师、学生合力开发的“中学物理与现代前沿应用”这门校本课程,依托于 CPS 模型、通过项目式教学,在促进学生核心素养发展,尤其是在提高学生创新实践能力上取得了显著的效果,学生在 CPS 项目化学习的过程中,不仅进一步感受到物理科学严谨的深度、创新突破的精神,还感悟到了物理充满人文感性的温度.

## 2 CPS 模型与“中学物理与现代前沿应用”校本课程介绍

### 2.1 CPS 模型

创造性问题解决(creative problem solving,简称 CPS)模型由美国学者帕恩斯首先提出,该模型以问题解决过程为基础,强调发散思维与聚合思维的结合,问题解决者在选择解决方法前需要以发

散思维产生大量的变通办法,之后再以聚合思维来选择最适合的解决方法,最后加以执行或是作为进入下一阶段的准备,由此提升创造力及问题解决能力.有关创造力开发的研究表明,培养创造性思维最有效的方法之一就是运用CPS模型.CPS具体的四成分八阶段模型是2000年由美国的特芬格教授提出的,在该模型中将CPS描述为一个动态、开放、可变通的系统,形成了4个成分、8个阶段,如图1所示.该版本的模型引导解决问题者独自或以小组合作的形式连续使用创造性和批判性的思维技巧,从而理解挑战,激发创造性思维,并且为解决问题生成一份有效的计划.

CPS四成分八阶段模型

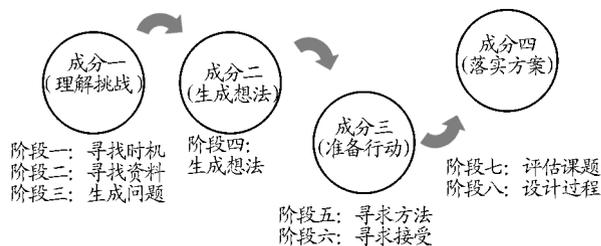


图1 CPS模型图

## 2.2 “中学物理与现代前沿应用”课程目标

物理与现代科技息息相关,本课程将中学物理

与现代前沿应用结合起来,通过理论学习与实践操作,了解其在化学、医学等多个领域的相关应用,感受物理的多领域迁移及其重要性及基础性,使物理教学内容更加丰富立体.本校本课程教学目标主要有以下几点:

(1) 系统地了解现代前沿技术,比如军事工业、医学、交通业中的相关技术.

(2) 了解现代前沿科技中与中学物理紧密相关的内容,用所学的物理知识解释当前的科技发展.

(3) 通过所给资料及自主搜集相关信息,进一步拓展、丰富和完善现代科技与中学物理的联系.

(4) 通过理解所给任务的简单描述,自行组队设计并进行实验,增强学生对于非理想问题的建模能力与科学探究能力.

(5) 通过师生互动交流、共同探究,激发学生养成严谨、辩证的科学态度,增强学生的创新能力,形成正确的科学精神、科学态度和科学价值观,从而建立良好的科学行为和思维方法.

本课程采取项目化学习,一个项目约2~3课时,部分课程项目简介如表1所示.

表1 “中学物理与现代前沿应用”部分课程项目简介

序号	项目名称	项目来源	教学重点	教学难点
1	真空火箭筒	物理人教版选择性必修3第二章气体部分	1. 理想气体状态方程的理解 2. 压缩波模型的建立 3. 外弹道理论的概念学习	1. 通过理论设计出可行的实验,实验器材的选定、预实验等 2. 探究实验中实验变量的确定与控制变量的保证 3. 理论与实践结果的一致性分析与误差分析
2	人造肌肉	物理人教版必修1第三章相互作用第一节弹力	1. 明确真实肌肉的特性 2. 了解人造肌肉应用于不同领域的突出功能特点、制作人造肌肉的常见材料 3. 尼龙材料制成的人造肌肉收缩的理论解释 4. 畅想此种人造肌肉的应用前景	1. 用尼龙材料制作出人造肌肉 2. 实验方案的设计,影响因素的确定 3. 通过实验数据绘制图像,尝试给出定量表达
3	搭建“筷子承重桥”	物理人教版必修1第三章相互作用第四节力的合成和分解	1. 了解桥梁的承重能力与结构有关 2. 学会按照使用目的、结构类型等对桥梁进行分类 3. 了解从哪些方面来考虑设计桥模型	1. 如何用有限的材料进一步提高桥梁的承重性能 2. 如何提高桥梁的造型美感 3. 如何用所学的桥梁知识解决实际问题(比如无锡高架桥坍塌原因、港珠澳大桥的建设)

### 2.3 依托于CPS模型的校本课程教学特点

本校本课程所依托的就是CPS模型,每一个项目教学过程中所用到的任务单也是对照CPS模型所编制.在实施过程中,基于CPS模型的校本课程教学具体体现出如下特点:

#### (1) 注重引导学生对知识的主动获取

因为项目化学习过程中需要大量课外知识,如果仅凭课上教师的教授,那对于学生完成整个项目是远远不够的,所以需要学生利用课外时间主动地寻找知识、挑选整合所需要的知识,并理解内化后运用于项目中.

#### (2) 注重强化培养发散性思维和聚敛性思维

CPS模型的重心就在于培养学生的创造力,利用创造性思维去解决问题,而面对具体问题的解决,首先就需要通过发散性思维得到尽可能多的、新颖的解决方案,再进一步利用聚敛性思维得到实用性强、操作性强的最佳解决方案.

#### (3) 注重学习内容的多样性与问题的开放度

在平时的物理课堂教学中,学生接触到的学习内容就是来自于确定的书本内容,需要解决的问题也都有标准答案,而在真实生活中我们遇到的大多都是没有标准答案的开放问题,所以在校本课程中设计的项目任务会结合具体生活实际和前沿热点,设计更具有现实意义的开放问题.

#### (4) 注重小组团队的合作学习

分组学习在教学中是贯穿始终的,分组合作也能让发散思维和聚敛思维得到更好的发挥,在CPS的各个阶段,都需要小组成员通过不间断的交流与合作去完成.

#### (5) 注重理论学习与实践操作相结合

因为物理是一门以实验为基础的学科,而实践操作又是培养学生创造力发展的一个十分重要的途径,所以在本校本课程的项目化学习中,结合所学的理论知识进行实验设计、实验操作是十分重要的环节.

### 3 依托于CPS模型的校本课程教学例析

#### 3.1 理解挑战:基于立德树人 强调以生为本

在理解挑战的寻找时机阶段,主要以该项目的

现代前沿应用以及相关学科知识作为引入.比如“真空火箭筒”项目中以军事上火箭筒的发展作为引入,介绍了在战争中火箭筒作为反坦克武器的使用,旨在让学生了解到物理在军工中的应用,培养和平意识;在搭建“筷子承重桥”时以不久前发生的高架坍塌作为引入,也介绍了港珠澳大桥项目建设,旨在引导学生关注表象背后的深层原因,以及要追求严谨细致的工匠精神.这些前沿应用的介绍引入虽然与项目的学科知识关系并不大,但却对塑造学生的精神文明有着十分积极的影响,起到立德树人的作用.之后由学生结合课上的理论讲解和自行搜索到的资料进一步深入了解,比如在真空火箭筒项目中教师将真空火箭筒类比为活塞模型讲解了静态气体状态方程,而从学生反馈的任务单上,发现不仅有学生去进一步学习了活塞模型,而且还自己搜集了涉及到气体动力学的压缩波模型,还有对军事感兴趣的学生去研究了真空火箭筒的最大发射速度,搜集了与军工武器相关的外弹道学知识……

有了课堂上教师的铺垫引导,课堂外学生的主动搜索、整合、学习,学生自然而然将这个项目中重要的知识内化吸收了,也生成了对于这个项目特有的理解,提出了自己的问题.或许这个过程学生对知识的学习没办法做到像课堂上那么系统、细致,甚至会因为超出自己能力范围而无法理解、理解有误,但在这个过程中,学生对于庞杂资料的搜索与整合能力得到了难得的锻炼,更进一步认识到了所学课程内容与生活 and 现代科技发展的联系,感受到了知识逐渐内化的温度,得到潜移默化、润物细无声的收获,如同树苗扎根,虽不显眼,却在深扎土地的过程中汲取着最为重要的养分.

#### 3.2 生成想法:促进团队协作 激发创新思维

在常规课堂中,往往是通过教师个人思维的展现来让学生学习如何解决问题,学生的主体性很难凸显,而尊重学生的思维是让物理课堂拥有温度的必要前提,故而利用校本课让学生在朋辈中自由地创建团队,毫无拘束地沟通交流,生成想法阶段由个人观点和小组观点构成,个人观点是学生在第一课时;理解挑战阶段后对得到的信息与生成的问题进行提炼,对问题解决形成初步构想,接着通过小组交

流彼此的问题与想法,借助奥斯本的头脑风暴,让各自的问题与问题、灵感与灵感进行充分地碰撞,互相启发激励、修正观点,从而形成更多更有益、更完善的新观点、新灵感,锻炼他们的发散思维.教师在讨论中主要做一个倾听者,并进行适时引导,引导小组将不同的想法聚敛成几个相对行之有效的方案.在这个过程中,学生往往能将百花齐放的头脑风暴聚敛成更加完整、全面的方案,通过团队协作将每个人的力量更大化.

### 3.3 准备行动:理论结合实践 推理验证方案

接下来就是实际操作阶段,本课程最重要的部

分就是学生将自己的方案设计成实验并进行实践.上一步初步生成了多种方案,接下来分析各方案的优缺点,尽量确定一个最优方案.学生针对想尝试的方案进行预实验,在图2所示的真空火箭筒中,学生对火箭筒的材料都有较大的分歧,比如亚克力管、塑料管等等,成员都各自搜罗素材进行了初步尝试,组与组之间的方案也风格迥异,在反复多次螺旋式前进的尝试中对自己的方案进行验证,最终在预实验分析后,小组成员结合教师的建议讨论确定实验方案并设计实验、进行操作.

江苏省常熟中学 | JIANGSU PROVINCE CHANGSHU HIGH SCHOOL

成分二：生成想法

阶段四：生成想法	个人观点	喷射在管内径加宽,即增大速度: 1) 与质量, $m$ 成正比, 出身速度越大, 2) 与距离平方成正比, 出身速度越大 3) 喷射器加身越大, 推真效果越好, 喷射器越 越大.
	小组观点	经过资料搜集与学行式策略, 小组 考虑发射物前方的管内气体 受到发射 物的冲击, 以时压涌流, 产生压力变化 对发射器压力也会影响.

成分三：准备行动

阶段五：寻求方法	个人观点	
	小组观点	

阶段六：寻求接受

装置图, 关键:  
1) 透明水平水管 (用不易形变材料), 左端放入直径略小  
于管内直径的发射物  
2) 用薄片A, 堵住水管左端, 薄片B堵住水管右端  
3) 启动抽气器 (尽量用大功率), 稳定后让一段时间, 突然松开薄片A, 发射物在管内被 快速加速, 将  
以较大速度 推动薄片B 后射出, 之后再测试所用抽气  
器功率.

江苏省常熟中学 | JIANGSU PROVINCE CHANGSHU HIGH SCHOOL

成分四：落实方案

阶段七：评估课题	个人评价	我能将理论与已知问题, 进行 建模, 验证真实性与我的猜想. 一但, 由于问题复杂和理论不够 全面, 但能推理出一些新设案.
	小组评价	小组成员集思广益, 充分讨论, 论证. 在实验阶段, 多次反复实践, 寻求最好 的实验器材, 取不断对比实验方案, 实验结果与理论更加吻合了.
阶段八：设计过程	教师评价	理论支持合理, 能够很 好地参考资料, 精想有 创造性, 实验设计合理全面, 可操作性强!
	设计过程	抽气器 抽气地方 一段时间 后松开薄片A, 对发射物 压力的各物理量作如下假设: 水管的横截面积 为 $S$ , 抽气量为 $0.600 \text{ m}^3$ , 发射物的横截面积为 $S'$ ; 时 发射物与水管之间有较小的空隙, 薄片A片后右侧 空气压强为 $p_0$ , 左侧为 $p_1$ , 薄片A 后左侧为 $p_2$ , 薄片B 左侧为 $p_0$ . $p = p_0 + \rho g h$ 解: $(p_2 - p_1) S' = m \frac{dv}{dt}$ 即 $(p_2 - p_1 - p_0) S' = m \frac{dv}{dt}$ 其中, $m = \rho S' L$ $x = 2.25 \ln \left( \frac{p_0 - p_2}{p_0 - p_1} \right) = \frac{m v}{\rho S' L}$ 发现 欠速大量抽气时抽气速度会因管子直径, 抽气器 功率作出调整.

图2 “真空火箭筒”学生任务单扫描图

### 3.4 落实方案:总结反思优化 多元过程评价

通过任务单(图2), 每一位学生都能在推进项目过程中完整记录下利用理论知识解决实际问题的过程, 小小任务单或许看似文字不多, 但是一个任务单项目至少涉及3个课时, 可能要历时3到4周, 学生在这近一个月过程中不仅有在校本课堂上的学习,

还有多方收集资料所获得的知识, 还有和小组成员交流讨论获得的灵感等等, 这些宝贵的经历都被铅字记录在任务单上, 凝结成珍贵的知识成果和独一无二的情感体验. 在落实方案以后学生要对整个研究过程进行反思归纳, 并尝试进一步优化, 最终由个

(下转第43页)

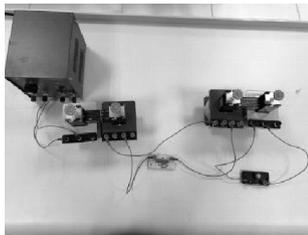


图6 变压器模拟高压输电

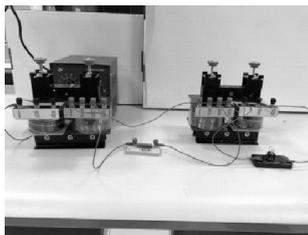


图7 模拟远距离输电

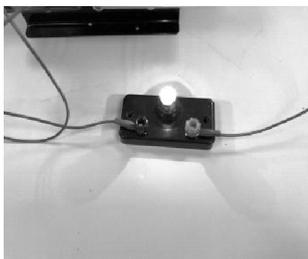


图8 小灯泡模拟用户端

**设计意图:**通过自主设计实验对理论方案进行验证,这一过程使得学生体会电力工程师进行电力输送的研究和技术指导工作,通过实际的参与体验,学生对于职业具体工作内容的体会将会更加的深刻,也为后续朝电力工程师方向发展奠定了良好的基础。

#### 4 结束语

高中物理教学渗透职业生涯规划教育,这一想法落地的重要影响因素,就是物理教学设计是否重视生涯规划教育,是否能够有效挖掘教材中蕴含的生涯规划教育素材,是否能够更新观念,选择合适的教学方法和学生的学习方法,将课标要求与生涯规划教育相结合.如上述通过建构新的教学设计结构,辅助以良好的教学策略,将实现两者的共赢局面。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.

(上接第38页)

人、小组成员以及教师在任务单的最后留下评价,任务单上对每个阶段都有记录,所以师生可以更为全面地给出过程性评价与建议,学生通过书面化的记录,可以回顾完成整个项目过程中的点点滴滴,不仅感受到自己多方面潜能被激发,也能从教师以及小组同伴的评价中进一步得到鼓励与肯定。

#### 4 总结与展望

在中国现行的课程建设体系中,校本课程是学校可以自主规划的特色学科.构建和实施旨在培养学生核心素养的校本课程,不仅可以填补目前国家课程中核心素养落实的不足,还可以为学生的个性化发展提供更多的机会.在本校本课程教学的过程中,越来越多的学生意识到物理学与前沿科技和生产生活之间的紧密联系,意识到物理学科的学习对于自己的职业生涯规划是不可或缺的基石,不仅让学生萌发出了对物理国家课程学习的内生动力,更让学生将物理学习纳入自己的职业生涯规划之中.当然,一个好的校本课程是需要不断完善的,在课程

开发理念、课程开发模式上还需要进一步更新、优化,在课程目标、内容、实施和评价上,还需要与核心素养更精准地对接落实<sup>[4]</sup>.未来,会有越来越多的教师、学校和地区继续开发校本课程,提供更多优质的校本课程,丰富和完善核心素养课程培养体系<sup>[5]</sup>.

#### 参考文献

- [1] 冯华,张维善.寓物理学科核心素养于教学中——谈教学中的述与评[J].课程·教材·教法,2018,38(10):93-97.
- [2] 赵勇.走向核心素养培养:教师角色的时代之变[J].教育现代化,2018,5(6):133-136.
- [3] 王立宽,胡玉平,张翼.构建适合学生核心素养发展的校本课程体系——以唐山市小学校本课程开发为例[J].课程·教材·教法,2016,36(7):108-115.
- [4] 解进.基于核心素养的课程校本化实施个案研究[D].上海:上海师范大学,2017:4-5.
- [5] 朱建廉.校本课程的立足与生长——关于物理学科校本课程的开发、建设与实施的思考与实践[J].物理教师,2013,34(2):4-6.