

# 基于 SECI 缄默知识转化模型中学物理教学探讨

邱梓轩

(上海师范大学数理学院 上海 200234)

方伟

(上海师范大学数理学院 上海 200234;  
上海市星系和宇宙半解析研究重点实验室 上海 200234)

冷伟 徐丽佳 张鑫焱

(上海师范大学数理学院 上海 200234)

(收稿日期:2022-05-07)

**摘要:**在物理教学中包含着许多“只可意会,不可言传”的缄默知识,缄默知识的转化对物理的学习有着非常重要的影响,基于缄默知识与显性知识相互转化的 SECI 模型,探讨如何在物理教学中实现物理缄默知识的转化,进而给出物理缄默知识转化的策略.

**关键词:**缄默知识;SECI 模型;物理教学

## 1 缄默知识概念界定

### 1.1 缄默知识

科学活动的进程并非我们想象中按照严格的逻辑推理,经常会跨越一些我们认为必要的前提概念进行,譬如,在发现欧姆定律时物理学界并没有明确电压、电流和电阻的概念,但欧姆在实验过程中却有类似于电压、电流和电阻的模糊认知,这些模糊的认知就是缄默知识(亦称默会知识、内隐知识, tacit knowledge)<sup>[1]</sup>.

缄默知识首先由物理化学家、哲学家迈克尔·波兰尼(Michael Polanyi)提出<sup>[1]</sup>,他认为知识分为两种,一种是可以用语、文字、符号等表述出来的显性知识,一种是不能系统表述的缄默知识<sup>[2]</sup>.相比显性知识,缄默知识主要通过身体感官与直觉获得,难以用语言、文字及符号等进行逻辑表述<sup>[3]</sup>.由于缄默知识难以表述,很多人认为缄默知识是无法表达的.但缄默知识并非无法描述,而是难以用逻辑性的语言或符号等媒介来准确地描述或解释.事实上,很少有完全显性或隐形的知识,大多数知识都处于完

全显性与完全隐性的两极之间<sup>[4]</sup>.此外,缄默知识不等同于是内隐学习的产物,内隐学习的产物还有显性知识.例如我们听歌时并没有特意的学习,就记住了歌词及曲调;而缄默知识也不仅来源于内隐学习,外显学习同样可以获得缄默知识,如方法、策略、操作习惯等.二者关系如图 1 所示,内隐学习关注学习过程,该过程是内隐的,而缄默知识则着重学习产物,其产物是缄默的<sup>[4]</sup>.

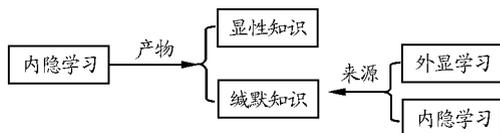


图 1 内隐学习与缄默知识的关系

### 1.2 缄默知识与迷思概念以及前概念的关系

迷思概念是学生在系统学习知识之前,由亲身体察而得出的与知识相悖或片面的概念<sup>[5]</sup>,而缄默知识具有内隐性,显然迷思概念是学生主动形成的概念,大部分是显性的,因而不能认为迷思概念属于缄默知识.

前概念是指学生未经专门学习,在与他人进行日常交际积累个人经验过程中掌握的朴素概念<sup>[5]</sup>.

作者简介:邱梓轩(1998-),女,在读硕士研究生,研究方向为中学物理学科教学.

通讯作者:方伟(1981-),男,博士,副教授,主要从事天体物理、宇宙学及物理教育研究.

缄默知识通常表现为经验、习惯、策略、操作技能、悟性等,显然部分缄默知识属于前概念,但诸如操作技能、悟性等缄默知识则不属于前概念的范畴.故缄默知识与前概念有重合的部分,也有不同的部分.

### 1.3 物理缄默知识

缄默知识在物理中具体体现为对物理概念、规律、实验、方法等个性化的内隐认知<sup>[6]</sup>,通常以物理经验、学习习惯、解题技巧、物理直觉、实验操作等方式存在.缄默知识是人类非语言智力的结晶,大多处于感性认知阶段并储存于我们的潜意识之中,它潜移默化地影响着物理学习的成效.

### 1.4 物理缄默知识对物理教学的影响

波兰尼曾经说:“一切的知识如果不是缄默的,就是建立在缄默知识之上的.”<sup>[1]</sup>我们的显性知识都是建立在大量缄默知识的基础之上.

符合物理认知的缄默知识对学习物理起到基础、辅助和导向作用,是物理学习的重要感性材料,而不符合物理认知或片面的缄默知识则干扰、阻碍知识的理解,教学的难点由此而来,由于物理缄默知识是高度个体化的,所以对于物理学习,不同的人有着不同的学习难点,纠正这些物理缄默知识,是攻克教学难点重要的一环.同时物理学习需要一些必要的缄默知识作为支撑,学生如果欠缺这些知识,则会导致对物理知识的理解浮于表面,与生活实际脱节,机械地学习物理.

总之,如图2所示,物理教学尤其是新课教学需要缄默知识作为辅助工具和原型转化材料,以此为学习物理新知识或技能,学习新知识和新技能内化产生的更高层次的物理缄默知识又昭示着对物理教学内容的更深层次理解,也会成为以后学习物理的辅助工具和原型转化材料.

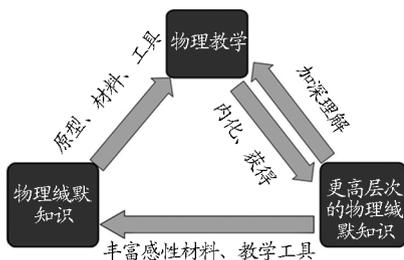


图2 物理缄默知识与物理教学的关系

## 2 SECI 缄默知识转化模型

对于缄默知识如何转化,野中郁次郎提出了缄默知识的SECI知识创造螺旋模型<sup>[7]</sup>,如图3所示. SECI知识创造螺旋主要是指隐性知识和显性知识之间互相转化的4种基本模式——社会化(socialization)、外化(externalization)、组合化(combination)和内化(internalization)<sup>[8]</sup>.

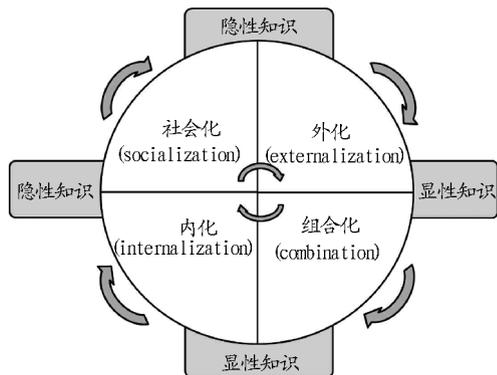


图3 SECI模型

### 2.1 社会化(socialization)

社会化是从隐性知识到隐性知识的共享传递过程.在观察他人及对话交流中,个体直接从他人那里获取新知识<sup>[9]</sup>,由于组织间的缄默知识难以分享,很难通过正规的方式进行传递,所以一般通过社会文化、传统习俗、环境氛围等进行潜移默化的影响.

### 2.2 外化(externalization)

外化是从缄默知识到显性知识转化的过程.克萊蒙特(John Clement)通过实验验证将缄默知识分为“无意识的知识”“能够意识到但不能通过语言表达的知识”及“能够意识到且能够通过言语表达的知识”3个层次<sup>[10]</sup>,这说明缄默知识在一定程度上是可以显性化的,这个外化过程通常用隐喻、类比等方式实现.

### 2.3 组合化(combination)

组合化是将新的知识和现有的知识组装成系统性知识的方式<sup>[9]</sup>,即显性知识与显性知识间的转化,表现为显性知识之间的同化与顺应.

### 2.4 内化(internalization)

内化是已获得了显性知识在操作熟练过程中的体验、隐性操作技能等,是显性知识在内化过程中产生新的缄默知识的过程.

### 3 基于 SECI 模型的中学物理教学策略

知识正是在这 4 种缄默知识与显性知识相互转化过程中螺旋式上升创造的。

基于 SECI 理论模型,教师可以从教学准备、教学方法策略、学习方法 3 方面入手,促进缄默知识在

物理教学中的转化(图 4);首先对所讲内容进行知识准备,基于学生最近发展区选取合适内容,预测并调研学生缄默知识,再根据知识准备匹配适合的教法与学法来促进缄默知识的转化.本文对以上三者进行分析,形成了如图 4 所示的促进物理教学缄默知识转化的应用策略。

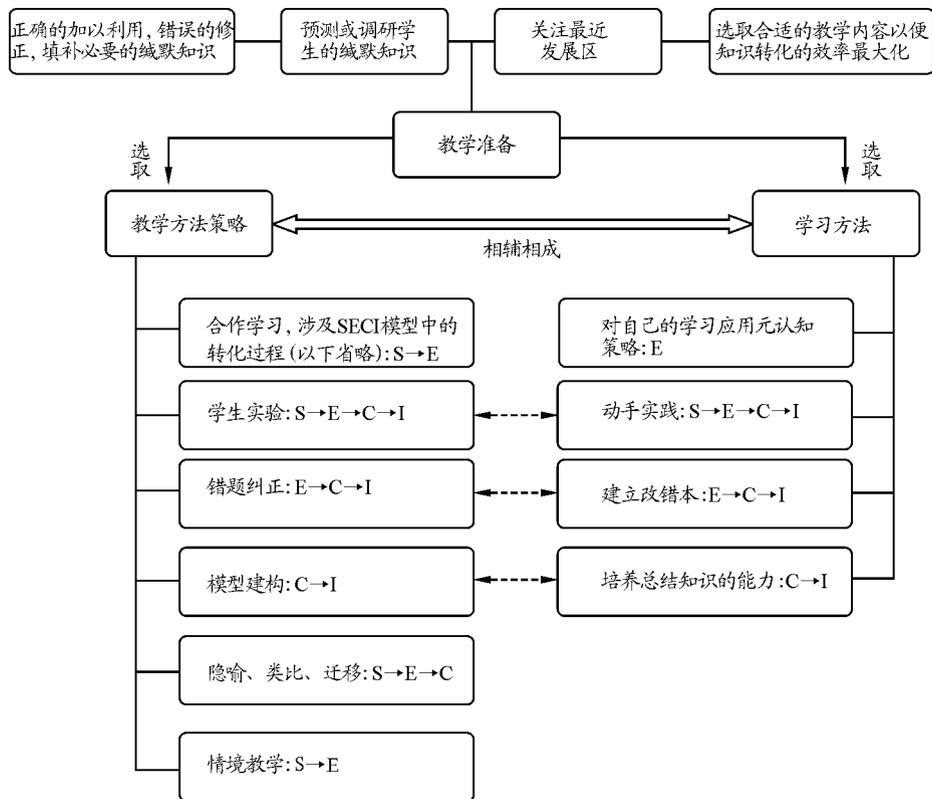


图 4 物理缄默知识转化策略

#### 3.1 教学准备

在物理教学之前教师先预测或调研学生可能会存在的缄默知识,利用正确的缄默知识作为教学辅助,补充必要的物理缄默知识作为理解工具,纠正错误的缄默知识突破教学难点.当然,预测学生的物理缄默知识不代表可以找全学生的缄默知识,上课过程中也要留意学生的表现,以便有效利用学生已有的缄默知识.同时关注学生的最近发展区,选取合适的教学容量,对于较难理解的知识点进行分解,寻找最能提高学生发展效率的界限,为缄默知识与显性知识之间的转化做准备。

#### 3.2 教法策略

有了教学前的准备,就可以根据相关的知识选取合适的教学方法及策略,以便于学生缄默知识的转化。

##### 3.2.1 合作学习(S→E)

缄默知识的共享主要通过文化氛围的熏陶,在与人交流中潜移默化地传递与共享,合作学习就为物理教学提供了学习的氛围和交流的空间。

在小组讨论的过程中,组员之间思想的碰撞,有利于缄默知识的传递共享,这是缄默知识的社会化过程(socialization).由于缄默知识与个体所处的环境,获得的经验、经历等息息相关,某学生的缄默知识对于组内其他学生来说不一定是缄默的,故在交流过程中拥有不同缄默知识的学生会互相促进缄默知识的外化(externalization)。

##### 3.2.2 学生实验(S→E→C→I)

实践是缄默知识获得的重要来源之一,当已获得的缄默知识与随后的实践结果相吻合时,缄默知识就得到了加强,进而被显性化.学生实验是物理实

践的重要方式,与其他实践相比,实验不易受无关因素干扰,且其结果一般均指向正确结论,因而更有利于缄默知识的获得与外化。

在学生动手实验之中,学生从自身经验出发,在实验氛围的影响与具体实践操作过程中,获得实验所蕴含的缄默知识(socialization),在总结实验结论的过程中,之前模糊不定的知识得到了确定(externalization),利用已知知识进行实验结论的推理总结,促进已学知识组合化(combination),而在实验设计、实验操作、得出结论的过程中已学的知识得到了锻炼与加强,随着操作的熟练获得新的经验及隐性操作技能(internalization)。

物理学是一门以实验为基础的学科,我们一直强调实验的重要性,此处基于SECI模型的分析也可看出,学生实验涉及到了SECI模型的每一个转化方式,是教师帮助学生转化物理缄默知识以及学习物理的重要手段。

### 3.2.3 错题纠正(E→C→I)

学生解题中出现的错题是找到学生错误缄默知识的关键突破口,其中蕴含着丰富的缄默知识,因此对于错题的纠正可以暴露学生隐含的错误认知(externalization),纠正的过程也是将理解错误的知

识进行完善修正的顺应过程(combination),教师趁热打铁多出相关问题可以加深学生的学习印象,从而加快知识的熟练内化(internalization),强化学生对物理知识的正确理解。

例如,在判断题:物体所受合外力的冲量等于物体的动量(错)中,做错的学生对动量及冲量的内涵没有理解透彻,模糊地把动量 $p$ 与动量变化量 $\Delta p$ 划等号,这时教师就要明晰动量与冲量的内涵及它们之间的关系,动量和冲量一个是状态量,一个是过程量(externalization),冲量的大小和方向决定了动量的变化,与初末状态的动量有关而不等同于某个状态的动量(combination)。

### 3.2.4 模型建构(C→I)

如图5所示,模型建构是对实际问题的抽象,在忽略次要因素提取关键因素的建构过程中,学生对已学的物理知识形成更深层次的理解,明晰了物理概念及规律的内涵与联系(combination),并在应用模型中内化熟练处理物理问题的经验以及相应解题技巧(internalization)。

建构模型的过程是显性知识组合化的重要手段,其应用有利于较快地培养学生的解题思路与技巧(internalization)。

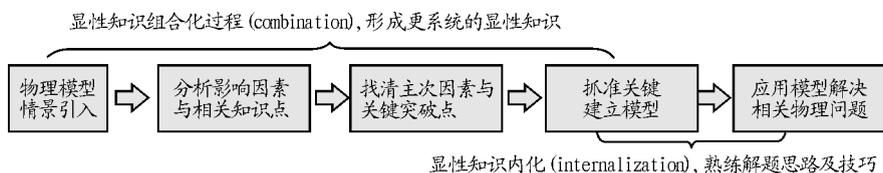


图5 基于缄默知识转化的物理模型建构流程

### 3.2.5 隐喻、类比、迁移(S→E→C)

许多物理缄默知识不能直接用语言表述,但是我们可以用与之有相同特点或规律的其他事物来隐喻,从而唤醒学生对自己相关缄默知识的意识(socialization),通过其他较为直观事物的隐喻来间接地学习;类比则是将两事物的异同进行比较得出两事物的共性之处,使学生对要认识事物的认知得以启发(externalization)<sup>[6]</sup>.通过隐喻、类比,我们可以利用新知识与相关事物的联系,启发学生进行新旧知识间的类比迁移,由较为直观的事物出发,去思考、领会新知识,进而理解并掌握新的物理知识(combination)。

例如,在学习分子间的作用力和势能时,学生很难想象看不见的分子之间是什么样的,但是我们可以用弹簧来隐喻和类比(socialization),把分子之间的力比喻为分子间有一个无形的弹簧,当分子间过于靠近就相当于压缩弹簧,表现为斥力;远离则相当于拉伸弹簧,表现为引力;弹簧处于原长状态,表现为引力和斥力相等,分子处于合力为零的平衡位置(externalization).这样把弹簧的特点迁移到了分子间作用力上,不仅帮助学生理解了分子间相互作用力及其随分子间距离的变化情况,还为以后学习气体内能概念打下了基础,使学生更容易理解(combination)。

### 3.2.6 情境教学(S→E)

物理知识是从生活中抽象出来的知识,建构合适的物理情境将已经抽象出来的物理知识复原为原来的感性材料,符合学习由具体到抽象再到具体的认知特点,帮助学生理解物理概念与规律.

创建合适的物理情境,唤醒情境中蕴含的缄默知识(socialization),以情境为支架抽象出物理知识的过程是缄默知识显性化过程(externalization).

例如,在学习加速度概念时学生经常会有加速度减小速度也减小的错误认知,我们创建物理情境,借助情境来唤醒学生日常生活中的经验进而理解加速度与速度的关系,比如在汽车加速到最大速度的过程中,我们的体会是速度越来越大直到达到最大值后速度不变(socialization),但加速度在速度达到最大值匀速运动以后减小为零,在这个过程中加速度减小为零但速度却增大了,这就与学生的错误认知相悖,实现了缄默知识的外化.

### 3.3 学习方法与习惯

教师除了要选择恰当的教法,也要根据学习内

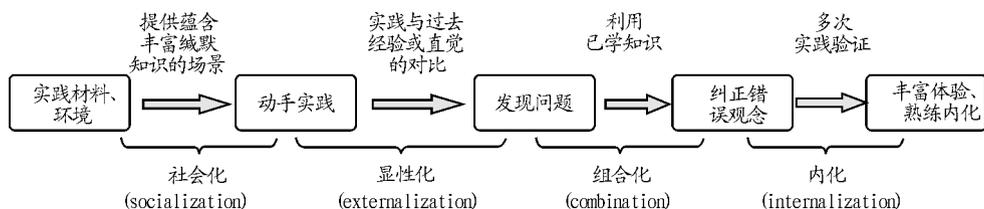


图6 学生实践中SECI转化流程

#### 3.3.3 建立改错本(E→C→I)

物理水平提高的过程是不断纠正错误认知的过程,培养学生建立物理改错本,及时对自己的错误知识进行审查纠正,找到自己犯错的原因,对症下药,将问题显现出来(externalization),以防对某些知识点的“一错再错”.通过对错题的分析概括夯实基础(combination),锻炼解决物理问题的能力,内化形成解决问题的技巧和能力(internalization).

#### 3.3.4 及时归纳总结(C→I)

归纳总结是关于自己所学习过知识的一个复盘,复盘所学物理知识的逻辑关系,新旧知识的衔接与应用等形式使所学知识连成一串,更加系统化(combination);在总结归纳中教师可以通过指导学生制作、分享思维导图,组织复习竞赛游戏等方

容的不同因势利导培养学生科学的学习方法与习惯.

#### 3.3.1 元认知策略(E)

元认知策略是对认知的认知,包括计划策略、监视策略和调节策略<sup>[11]</sup>.教师教给学生元认知策略,有利于学生在学习过程中有意识地对自己的学习过程进行监控,及时发现自己的疑惑点、知识的掌握情况以及学习成败的归因等,实现缄默知识的外化(externalization).

元认知策略应用于整个物理学习的过程中.

#### 3.3.2 动手实践(S→E→C→I)

物理缄默知识的转化在实践之中实现如图6所示,在应用物理知识时会丰富学生实践经验习得缄默知识(socialization),同时在实践中学生能深刻体验物理知识在具体应用中会出现的问题(externalization),从而引起认知冲突加深概念的理解(combination),习得的新知识随着实践操作的熟练思维参与度会逐渐降低,而通过内化产生更高层次的缄默知识(internalization).

式,训练学生对学习形成的显性知识越来越熟练(combination),并最终内化形成一套适合自己的处理知识能力及隐性操作(internalization).

## 4 总结

迈克尔·波兰尼曾提出人类所知远胜于其所能言传的观点<sup>[1]</sup>.大多数知识是处于只可意会不可言传的缄默知识,但其与只露冰山一角的显性知识又是紧密联系和相互转化的<sup>[12]</sup>.缄默知识的学习与转化不仅影响着学生的学习成效,也同时影响着教师本人的专业成长和职业发展.因此不论从何种角度,教师深入了解隐性知识和显性知识及其转化都是很有必要的.

(下转第44页)

本高中物理资料讲到“静电场”一章时都会涉及该问题,又是师生讨论时不易透彻把道理说清楚的问题,究其原因,主要是分析方法不恰当,推理含糊不清,语言表述不清晰,必须明确用反证法,否则难以论证清晰.既然用反证法,就要遵守反证法的逻辑规范.如图7所示,假设电荷沿电场线做曲线运动,在运动中的任一状态,受电场力的方向与电场强度方向相同,沿电场线在该点的切线方向,速度方向沿轨迹在该点的切线方向,所以受力方向与速度方向就沿同一方向,根据力和运动的关系可知,物体将做直线运动,这个结论与假设的电荷沿电场线做曲线运动矛盾,因此假设不正确,所以电荷一定不沿电场线运动.以上分析推理严密,论证有力,彰显了反证法的强大的逻辑力量,突出了方法的举足轻重的作用.

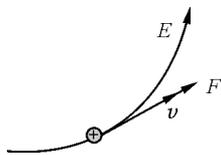


图7 电荷沿电场线运动吗?

通过上述问题的分析解决,能提高学生思维的深刻性、灵活性、批判性和创造性.

#### 4 深度学习要彰显对学科育人价值的深度追求

学科教学具有教育性,教育的价值和意义在于培养人,深度学习必须关注生命的健康成长、人的全

面发展,落实立德树人的根本任务.要以物理学科教学为载体,汲取物理知识学习应用中所承载的思想观念、思维方法和文化价值引领学生,发挥物理学科育人价值的独特性,增强学生的科学观、科学世界观,培养辩证唯物主义观点,提升科学思维品质和逻辑思辨能力.例如,学习分子引力与斥力共存、全反射临界角的存在、人类对光的本性的认识过程等内容时,可以升华到辩证唯物主义的对立统一、量变引起质变、否定之否定三大规律上.要应用物理学科丰富的资源,培养学生求真、向善、尚美的人生品格.要在自主合作探究学习过程中,培养学生团结协作精神和有效沟通本领,尊重他人,增强自信.要充分利用物理大师们对科学研究的执着精神、严谨态度和科学方法,教育引导,多维度全方位追寻物理学科深度学习的育人价值.

#### 参考文献

- [1] 刘月霞,郭华.深度学习:走向核心素养[M].北京:教育科学出版社,2018.
- [2] 胡卫平.深度学习究竟是什么,又该如何落实?[EB/OL].2021-09-13.<https://mp.weixin.qq.com/s/6K2zj1SmJZORroe1g9TZMw>.
- [3] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中教科书·物理选择性必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2020:2.
- [4] 郭秀艳.内隐学习和缄默知识[J].教育研究,2003(12):31-36.
- [5] 白钰,程琳.基于POE教学策略的高中物理力学迷思概念的转化路径[J].福建基础教育研究,2021(10):102-106.
- [6] 潘岳松,郭怀中.物理缄默知识显性化的教学策略探讨[J].物理教师,2008(6):17-19.
- [7] Nonaka,I., Takeuch,H. *The Knowledge Creating Company*[M].New York: Oxford University Press, 1995.
- [8] 范道津,郭瑜桥.对SECI知识创造模型的改进研究[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2008(4):77-80,84.
- [9] 赵蓉英,刘卓著,王君领.知识转化模型SECI的再思考及改进[J].情报杂志,2020,39(11):173-180.
- [10] 石中英.缄默知识与教学改革[J].北京师范大学学报(人文社会科学版),2001(3):101-108.
- [11] 陈琦,刘儒德.当代教育心理学[M].北京:北京师范大学出版社,2007.
- [12] 杨志宇.寓教于“无声”学成于“缄默”[J].中学物理,2019,37(1):22-23.

(上接第40页)

#### 参考文献

- [1] 波兰尼.个人知识——迈向批判哲学[M].许泽民,译.贵州:贵州人民出版社,2000.
- [2] 刘健智,周婷.中学物理教学中缄默知识的应用研究[J].湖南师范大学教育科学学报,2018,17(1):83-87.
- [3] 刘路光,蔡朝旦.“职业导师制”在师范本科生培养中的应用——以贵州师范学院经济与政治学院为例[J].贵州师范学院学报,2012,28(1):49-51.
- [4] 郭秀艳.内隐学习和缄默知识[J].教育研究,2003(12):31-36.
- [5] 白钰,程琳.基于POE教学策略的高中物理力学迷思概念的转化路径[J].福建基础教育研究,2021(10):102-106.
- [6] 潘岳松,郭怀中.物理缄默知识显性化的教学策略探讨