

调研报告

基于 SOLO 分类理论调查高中生对化学实验的理解水平*

张 霄¹ 吴晗清^{1,2**}

(1. 首都师范大学教育学院 北京 100037; 2. 首都师范大学化学教育研究所 北京 100048)

摘要 选取人教版高中教材《化学 1》中 10 个实验,对北京市 6 所中学的 364 名高一学生进行调查,结果表明:学生对化学实验的理解水平总体不高;关联结构均值显著低于单一/多元结构和拓展抽象结构;3 个维度之间呈显著正相关;学生对无机非金属元素一章的实验的理解水平较低;对溶液配制实验和金属钠的相关实验的理解水平较高。男生和女生在化学实验理解程度上没有显著性差异。基于调查结果提出实验教学建议。

关键词 SOLO 分类理论 化学实验 实验操作 实验原理 化学教材

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2016020087

SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) 意为观察到的学习结果的结构。SOLO 分类理论是 1982 年教育心理学家 Biggs 和 Collis 以英语、数学、语言、历史和地理等学科领域的学业评价资料为依据,提出的分类评价理论,其优势在于能够应用于开放性问题,可以达成量的评测与质的考查相结合,并且能够清晰、明确地表达目标^[1]。化学实验是化学教学的重点内容,学生对于化学实验的理解水平是评价实验教学效果的重要指标,如何对其加以测评向来是实验教学的难点。基于 SOLO 分类理论对高一年级学生化学实验理解水平进行调查,得出相应启示,旨在测评学生对化学实验的理解水平,促进 SOLO 分类理论在化学教学中的应用。

1 基于 SOLO 分类理论解构实验理解水平

SOLO 分类理论描述了一个结构等级,每个较低层次的结构成为另一个更高层次结构建立的基础,它根据学习者在完成学习任务时的不同表现将学习成果划分为 5 种结构水平。(1) 前结构:处于这一结构层次的学生不具备解决问题的基础知识,无法确立合理的解决方案,回答问题的逻辑比较混乱;(2) 单一结构:学生能够关注题干中的相关内容,并探寻一个能够解决问题的合理方案;(3) 多元结构:学生能够找到多种与问题相关的信息,将孤立的事件联系起来;(4) 关联结构:学生能够整合各部分内容使其成为一个有机整体,表现为能回答或解决较为复杂的具体问题;(5) 拓展抽象结构:学生能够归纳问题以学习更多的抽象知识,获

得的结论具有开放性^[2]。由于学生在完成实验前,已经具备相关的化学知识,因此本研究不涉及前结构水平。基于 SOLO 分类理论将学生的实验理解水平解构为以下 3 个维度:

1.1 单一/多元结构:明确实验所用药品及操作过程

单一/多元结构即学生能够将多个与问题相关的孤立事件联系起来加以思考。学生在完成化学实验的过程中,对于仪器和药品的认知可以视为单一结构水平,将仪器和药品加以有序整合,顺利完成实验的过程可以视作多元结构水平。准确判断需要使用的仪器和药品是实验的基本技能之一,如何合理使用药品、完成仪器的组装则需要学生将原本孤立的内容加以整合思考。然而,这一维度水平“虽然想做到一致性,但由于基本上只注意孤立的素材而使回答收敛太快,从而导致用同样的素材得出不同结论”^[3]。因此,在评价学生在单一/多元结构上的实验理解水平时,需要格外注意学生理解水平显著的原因。

1.2 关联结构:理解实验与其他知识的关联性

关联结构即学生能够将相关的内容整合起来,作为一个整体思考。这一维度在学生对化学实验的理解水平上表现为,学生能否将化学实验与先前学习过的知识内容联系整合,加以全面思考。例如,在学习“喷泉实验”时,学生能够联系氨气的物理性质和化学性质、大气压强、酸碱指示剂等内容,对实验现象加以解释和预测。学生这一维度的发展水平很大程度上取决于教师的实验教学观。如果教师仅将实验视为检验理论性知识的工具,那么教师

* 全国教育科学规划教育部重点课题“高中生科学素养形成机制的实践研究”(课题批准号: DHA130257)

** 通信联系人, E-mail: wuhanqing1981@aliyun.com

很难将实验内容与其他相关的知识内容加以整合。因此,在评价学生在关联结构上的实验理解水平时,需要对教师的实验教学观做深入地探讨。

1.3 拓展抽象结构:理解实验中涉及的原理性知识

拓展抽象结构即学生能够归纳问题以学习更多的抽象知识,同时,学生还能将此理论应用到将来要学习的知识之中^[4]。单一/多元结构和拓展抽象结构是学生对同一实验的不同理解水平,单一/多元结构是对实验具体需要的仪器、药品、操作过程等孤立、具体知识的把握,而拓展抽象结构则是对隐藏在实验背后的、抽象的原理性知识的理解。通常而言,实验教学的重要目的之一即辅助原理性知识的教学。但在实际教学中,部分教师仅关注学生对具体实验的掌握,而忽略了引导学生思考实验自身的意义与价值。因此,学生在拓展抽象结构维度

上的发展情况能够有效地反映出实验教学的实际效果。

2 基于 SOLO 分类理论的学生化学实验理解水平的调查研究

基于 SOLO 分类理论将学生化学实验理解水平解构为上述 3 个维度,选取人教版化学教材《化学 1》中的 10 个重点实验,编制问卷。调查北京市 6 所中学的高一年级学生,发放问卷 400 份,有效问卷 364 份,有效率为 91.0%。其中男生 198 人,女生 166 人。问卷以实验内容作为题干,上述 3 个维度作为问题,选项为“1”非常不符合、“2”比较不符合、“3”一般、“4”比较符合、“5”非常符合,分别记 1 至 5 分。用 SPSS 软件计算内部一致性系数 α 值,问卷 α 值为 0.944 (>0.8),表明问卷信度良好。具体实验及其所在章节如表 1 所示。

表 1 实验具体内容及在教材中的位置

Table 1 The experiments in the textbook

教材	所在章节			实验序号、名称
《化学 1》	第 1 章	第 1 节	化学实验基本方法	1. 过滤、蒸发、萃取等物质提纯实验
	第 1 章	第 2 节	化学计量在实验中的应用	2. 配制 1 mol/L 的 NaCl 溶液
	第 2 章	第 3 节	离子反应	3. 硫酸钠 (Na_2SO_4) 和氯化钡 (BaCl_2) 的反应
	第 3 章	第 1 节	金属的化学性质	4. 金属钠 (Na) 的燃烧、与水 and 二氧化碳的反应
				5. 铝 (Al) 和氢氧化钠 (NaOH) 溶液的反应
	第 3 章	第 2 节	几种重要的金属化合物	6. 过氧化钠 (Na_2O_2) 与水的反应
				7. 碳酸钠 (Na_2CO_3)、碳酸氢钠 (NaHCO_3) 与酸的反应
				8. 焰色反应实验
	第 4 章	第 1 节	无机非金属材料的主角——硅	9. 二氧化硅 (SiO_2) 与酸、碱的反应
	第 4 章	第 2 节	富集在海水中的元素——氯	10. 氯气 (Cl_2) 与水、碱的反应

2.1 学生化学实验理解水平的总体情况

(1) 学生化学实验理解水平总体位于“一般”与“较好”之间

计算学生在上述 3 个维度的得分均值,具体如表 2 所示。

表 2 学生化学实验理解水平在 3 个维度上的均值

Table 2 The mean of students' experiment understanding level in the three dimensions

维度	均值	95%置信区间	
		下限	上限
单一/多元结构	3.804	3.720	3.889
拓展抽象结构	3.801	3.719	3.884
关联结构	3.713	3.628	3.799

数据结果表明,学生在单一/多元结构,即明确实验所用药品及操作过程维度的平均得分为 3.804;拓展抽象结构,即理解实验中涉及的原理性知识维度的平均得分为 3.801;关联结构,即理

解实验与其他知识的关联性维度的平均得分为 3.713。由此可以看出,学生化学实验理解总体水平略高于“一般”,尚有很大的提升空间。化学是一门以实验为基础的学科,学生在学习化学的过程中有很多机会亲自动手完成实验或观察教师的演示实验。

然而,调查结果显示,学生化学实验理解的总体水平并不理想,说明学生对于实验的理解水平虽然与参与完成实验的次数相关,但教师的实验教学方式对其影响更大。通过大量课堂观察发现,教师指导学生完成实验或完成演示实验往往遵循着“讲—做—记”的教学流程,即先由教师讲解实验所需的仪器、药品、操作顺序、原理等内容,其次学生动手或教师演示实验,最后由教师总结实验中涉及的知识、注意事项等,学生负责详细记录、记忆教师总结的内容。在完成实验的过程中,学生仅处于被动地聆听、观察、记录,鲜有机会参与实验的设

计与改进。即使是一些经过改良的、精致的实验,教师的实验教学方式也可能使其变得机械化。笔者在一次公开课中观察到,教师使用经过改良的微型实验讲解离子反应,然而在学生动手完成实验的过程中,只要学生没有按照教师的“预设”完成实验,教师则会立刻予以制止,并“纠正”其“错误”。由此可以看出,学生对化学实验的理解水平不高,与教师实验教学的方式有直接关系。

(2) 学生实验理解水平在 3 个维度上的差异:关联结构显著低于其他 2 个维度

对上述 3 个维度进行重复测量方差分析,经主体内效应的检验, $F=12.461$, $\text{Sig.}=0$ 。具体如表 3 所示。

表 3 学生实验理解水平在 3 个维度上的差异
Table 3 The differences of experiment understanding level in the three dimensions

维度		均值差值	Sig. ^b
单一/多元结构	拓展抽象结构	0.003	0.878
	关联结构	0.091*	0
拓展抽象结构	单一/多元结构	-0.003	0.878
	关联结构	0.088*	0
关联结构	单一/多元结构	-0.091*	0
	拓展抽象结构	-0.088*	0

注: * 显著性水平为 0.05; b. 对多个比较的调整: 最不显著差别 (相当于未作调整)。

数据结果表明,学生化学实验理解水平在单一/多元结构和拓展抽象结构 2 个维度上不存在显著性差异,关联结构均值显著低于其他 2 个维度。表明学生对化学实验的理解水平在关联结构,即理解实验与其他知识的关联性方面尚有很大的提升空间。单一/多元结构和拓展抽象结构是学生对同一实验的不同理解水平,前者表示学生能够理解实验中涉及的药品、仪器、操作过程等具体知识,后者表示学生能够通过实验总结归纳出实验涉及的抽象的原理性知识。

调查结果表明,学生在上述 2 个维度上的得分相对较高,说明学生对于单一实验的理解水平较好,不但能够明确实验所需的药品、仪器、操作等基本内容,还能够对实验中蕴含的原理性知识有一定水平的理解。然而,对于关联结构而言,即理解实验与其他知识的关联性维度上的得分显著低,表明学生在学习化学实验的过程中没有很好地将之前学习的知识内容联系起来。究其原因,这一结果可能与教师的科学实验观有直接关系。通过课堂观察和教师访谈发现,绝大部分教师将实验视为验证某

一知识正确与否的唯一标准,持这种实验观的教师倾向于在理论教学后利用实验验证理论知识的内容,如此一来,实验仅仅变为了检验理论知识工具,而忽略了实验与其他相关知识的整合。

一方面,实验本身实际上也是可错的,“被看作是科学之适当基础的实验结果的主体,是不断更新的。由于许多相当明确的理由,旧的实验结果会被当作不恰当的东西而遭到拒绝,并且会被更恰当的结果替换”^[5]。实验除了能够证实理论知识,也能够对知识完成证伪、探究、预测等。因此,教师在完成实验教学的过程中应当充分发挥实验的不同价值,将实验与学生已有的经验知识有机整合起来,使实验教学真正成为化学教学不可割裂的部分。另一方面,数据分析显示,单一/多元结构、拓展抽象结构和关联结构之间呈显著正相关 (具体下文所示),换言之,个体对单一实验的理解水平有利于个体对实验进行深入理解以及实验知识的迁移。然而调查结果表明,关联结构均值显著低于其他 2 个维度,可以初步得出结论:学生在学习实验的过程中过于孤立、静止,缺乏发散性思维。可见在实验教学过程中建构良好的知识关联性,是一项具有挑战性的任务。

(3) 学生实验理解水平在 3 个维度上的相关性:两两之间均高度相关

对上述 3 个维度进行相关性检验。具体如表 4 所示。

表 4 学生实验理解水平在 3 个维度上的相关性
Table 4 The correlation of experiment understanding level in the three dimensions

维度	单一/多元结构	拓展抽象结构	关联结构
单一/多元结构	—	0.873**	0.888**
拓展抽象结构	0.873**	—	0.877**
关联结构	0.888**	0.877**	—

注: ** 显著性水平为 0.01。

数据结果表明,学生实验理解水平的 3 个维度之间呈显著正相关,表明学生对于化学实验的理解是不可分割的一个整体,即学生对于实验中药品和操作过程的把握、对实验中涉及的原理性知识的理解以及实验与其他知识的关联性呈相互促进、相互影响的关系。学生对于实验所用药品、仪器及操作过程的把握,有助于学生理解实验的目的与意义。在明确实验目的和意义的基础上,学生通过实验能够对原理性知识进行深入学习。学生对实验中涉及的原理性知识具备一定水平的认知,有助于知识的迁移。

上述调查结果也能够为教师的实验教学带来相

应启示,学生在动手实验或教师完成演示实验以前首先应当明确,“通过这一实验我们要解决哪些问题”。在明确实验目标的基础上,教师应当引导学生思考,若想完成这一目标“我们需要完成何种实验”,进而对实验中需要用到的药品、仪器等内容加以遴选。最后,反思获得的实验结果能否解决或解释预设问题,以及实验与其他知识之间的关联

性。上述实验过程更加能够突出实验的意义与价值,有助于提高学生对化学实验的理解水平。

2.2 学生对10个实验的理解水平在3个维度上的差异

计算学生对10个实验的理解水平在3个维度上的差异,按照得分由高到低的顺序进行排列,具体如表5,6,7所示。

表5 10个实验在单一/多元结构维度的差异

Table 5 The difference of ten experiments in the uni/multi structural dimensions

实验序号	2, 4	6	1	8	5	7	3	10	9
均值差值	0.016	0.151*	0	0.008	0.003	0	0.058	0.121*	0.071

注: *显著性水平为0.05。

表6 10个实验在拓展抽象结构维度的差异

Table 6 The difference of ten experiments in the extended abstract dimensions

实验序号	2, 4	8	7	1	5	6	3	9	10
均值差值	0.038	0.036	0.014	0.025	0.008	0.003	0.047	0.126*	0.052

注: *显著性水平为0.05。

表7 10个实验在关联结构维度的差异

Table 7 The difference of ten experiments in the relevance structure dimensions

实验序号	4, 6	7	8	2	5	1	3	10	9
均值差值	0.049	0.008	0.011	0.027	0.005	0.014	0.016	0.126*	0.107*

注: *显著性水平为0.05。

数据结果表明:(1)学生对实验9(二氧化硅与酸、碱的反应)和实验10(氯气与水、碱的反应)的理解水平最低,且2个实验在关联结构维度上存在显著性差异。由此得出结论,学生对于实验的理解水平,与时间间隔没有必然联系。因为本调查实施于高一年级第一学期的期末阶段,相较于其他实验,学生距离学习实验9和实验10的时间更近,然而,学生对于上述2个实验的理解水平最低,表明学生对于实验的理解与时间间隔无关。学生对于无机非金属元素一章的实验理解水平最低,表明学生在学习这部分知识内容时遇到了较大的障碍。通过访谈教师了解到,由于无机非金属元素的化合价变化较多,在实验教学中,学生难以完成对反应产物的分析与推测。由此可以看出,学生对于实验的理解水平与知识点本身的难度有关,知识越困难,学生学习实验遇到的阻碍也更大。

(2)学生对实验2(配制溶液)和实验4(金属钠的燃烧、与水和二氧化碳的反应)的掌握程度较好,特别是对实验所用药品及操作过程的掌握,显著高于其他实验。相较于其他实验而言,实验2和实验4的操作相对复杂,特别是实验2,其中涉及容量瓶使用的注意事项,这部分内容也是高中化学实验教学的难点之一。然而,对于这2项实验学生的理解水平反而较高,特别是对于实验2和实验

4的药品及操作过程,学生掌握程度显著高于其他实验。原因可能在于,正是由于实验2和实验4涉及的实验操作和现象较为复杂,因此教师会格外关注学生对于这2项实验的掌握程度。通常而言,教师会针对容量瓶的使用规范以及金属钠(与水)的反应总结出“顺口溜”,辅助学生掌握。特别是对溶液配制实验中容量瓶的使用规范,教师会通过默写、练习题、考查等形式强化学生掌握。因此,学生对这2项实验的掌握程度,特别是对其药品及操作过程的掌握显著高于其他实验,与教师的关注程度密不可分。

(3)总体来说,学生化学实验理解水平的关联结构维度显著低于其他2个维度,其中以下3个实验在关联结构维度上与其他知识的联系性相对较强:实验4(金属钠的燃烧、与水和二氧化碳的反应)、6(过氧化钠与水的反应)、7(碳酸钠、碳酸氢钠与酸的反应)。金属钠、过氧化钠、碳酸钠和碳酸氢钠几种物质均含有钠元素,化学性质之间存在相似性,因此,在学习这部分知识内容时,知识较容易迁移。金属铝、氯气、二氧化硅等物质化学性质差异较大,加之这几种物质涉及不同的元素,因此,很难将知识点进行迁移。实际上,知识的迁移存在直接迁移和间接迁移2种形式。直接迁移,即类比所学的知识内容对其他知识进行推测。间接

迁移,即以所学的知识内容为基础,结合某些递变规律对知识加以分析后完成迁移。建议教师在讲授金属及其化合物和非金属及其化合物的内容时,渗透元素周期律的相关知识,加强同类物质之间的关联性,将非金属及其化合物中的实验内容与学生较熟悉的金属及其化合物一章的内容联系起来,促进学生形成良好的知识网络。

2.3 男女生对化学实验理解的差异

数据分析结果表明:高一年级的男生和女生在对化学实验理解的 3 个维度上,均不存在显著性差异 ($\text{Sig.} > 0.05$)。因此,男生和女生都应当有信心学习好化学实验。

3 基于调查结果对化学实验教学的建议

3.1 树立良好的实验观,突出实验对于知识建构的意义与价值

调查结果表明,学生化学实验理解水平总体不高。产生这一结果的原因可能与教师的实验教学观有关,即教师看待实验的态度和观念。教师的实验教学观会直接影响教师的教学行为,例如教师如果将实验视为检验理论性知识的“唯一标准”,则很可能将实验过分神圣化,进而将其视为不可更改的、绝对有效的科学方法。持这类实验观的教师更加倾向于让学生完成对实验的记忆,而不会引导学生思考“我们为什么要做这一实验”“这一实验能够帮我们解决哪些问题”“我们能否对实验加以改进以辅助我们对知识的理解”等问题。长期接受如此训练的学生,对实验的理解水平很难提升。因此,树立良好的实验观对于实验教学而言至关重要。教师要明确实验在检验原理性知识的同时,也是“理论浸染”(Theory-Laden)的,“不能把任何具体的实验结果偶像化,不能不加批判地盲目接受这些结果”^[6]。能够以辩证的眼光看待实验的教师更有可能引导学生思考实验对于知识建构的意义与价值,更加倾向于将实验教学与其他相关知识联系起来。

3.2 合理地迁移知识,加强实验与其他知识之间的关联性

调查结果表明,学生化学实验理解水平在单一/多元结构和拓展抽象结构 2 个维度上不存在显著性差异,关联结构的均值显著低于其他 2 个维度。由此可以看出,教师在实验教学的过程中忽略了对知识的迁移。对于自身关联性较强的知识,学生可以相对容易地将其进行迁移,在调查中,实验 4“金属钠(Na)的燃烧、与水 and 二氧化碳的反应”、实

验 6“过氧化钠(Na_2O_2)与水的反应”和实验 7“碳酸钠(Na_2CO_3)、碳酸氢钠(NaHCO_3)与酸的反应”,这 3 个实验与其他知识的关联程度相对较高,即可作为例证。因此,对于某些相对独立的知识,教师应当予以格外关注,深入思考这类知识与其他知识之间的关联性,并以此为据设计实验教学,加强实验与其他知识之间的关联性。知识能否合理地迁移使用,与教师对于知识本身和知识与知识之间的关系的把握程度有关,如果教师自身尚未形成良好的知识网络,则很难在实验教学中将实验与其他知识联系起来。建议教师可以通过绘制“概念图”的方式检验、修正自身的知识网络,反思知识之间的关联性。

3.3 针对学生的具体困难,关注学生对于实验涉及的原理性知识的理解

调查结果表明,学生对实验 9“二氧化硅(SiO_2)与酸、碱的反应”和实验 10“氯气(Cl_2)与水、碱的反应”的理解水平最低,对实验 2“溶液配制”的理解水平最高。通过访谈教师了解到,学生在无机非金属元素一章的学习中遇到的困难较大,主要原因在于无机非金属元素变价较多,不利于学生对反应产物进行推断和预测。通过比较上述 3 个实验可以发现,实验 2 中涉及的操作步骤、注意事项等内容,明显多于实验 9 和实验 10,然而,学生对实验 2 的理解水平最高。这一结果表明,学生对实验的理解水平取决于实验涉及的原理性知识的困难程度,与实验操作的困难程度关系不大。教师在进行实验教学时要能够针对学生的具体困境,引导学生思考阻碍自身实验理解的具体问题,提升学生的元认知能力,“元认知实践已经表明可以提高学生迁移至新情境和新事件的程度”^[7]。如果学生表现出对某一实验接受起来比较困难,教师应当首先考查学生是否理解实验背后蕴含的理论性知识,努力寻求理论教学与实验教学之间的平衡点。

参 考 文 献

- [1] Biggs J B, Collis K F. Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy. New York: Academic Press, 1982
- [2] John Hattie, John Biggs, Nola Purdie. Review of Educational Research, 1996, 66 (2): 99
- [3] 曹琦明, 李佳, 刘金燕. 教育测量与评价: 理论版, 2015 (10): 58
- [4] 陈明选, 邓喆. 中国电化教育, 2016 (1): 71—77
- [5] 查尔莫斯 A F. 科学究竟是什么. 鲁旭东, 译. 北京: 商务印书馆, 2013: 52

[6] 刘大椿. 科学哲学. 北京: 中国人民大学出版社, 2011: 100

经验及学校. 程可拉, 孙亚玲, 王旭卿, 译. 上海: 华东

[7] 约翰·D·布兰斯福特. 人是如何学习的——大脑、心理、

师范大学出版社, 2012: 19

Investigation on Senior High School Students' Understanding of Chemical Experiments Based on SOLO Taxonomy

ZHANG Xiao¹ WU Han-Qing^{1,2**}

(1. The College of Education, Capital Normal University, Beijing 100037, China;

2. The Institute of Chemistry Education, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract Based on ten experiments in *Chemistry 1*, this paper investigated 364 first grade students of six senior high schools in Beijing, the results showed: The overall level of students' understanding of chemistry experiments was not high; the mean of relevance structure was significantly lower than that of uni/multistructural and extended abstract; three dimensions were between significant positive correlation; the level of understanding of solution preparation and sodium was higher. Boys and girls were no significant differences in the level of understanding of experiments. Some suggestions on experiment teaching were made based on the findings

Keywords SOLO taxonomy; chemical experiment; experiment operation; experimental principle; chemistry textbook

2018 年《化学教育》订阅办法 国家级全国中文核心期刊 栏目整合 印刷换新 品质提升 权威、客观、全面、实用

《化学教育》是中国科学技术协会主管, 中国化学会、北京师范大学共同主办的国家级全国中文核心期刊, 被北京大学《中文核心期刊要目总览》2008 版、2011 版和 2014 版连续收录, 排同类期刊第 1 名; 美国化学文摘 (CA) 收录源期刊。

《化学教育》为半月刊, 全年共计 24 期, 每期 16 元, 全年共计 384 元。为了保证能及时收到期刊, 由中国邮政承担订阅及投递服务。

订阅方式 1 (推荐): 请到当地就近邮局的报刊订阅窗口办理, 邮发代号为 2-106。

订阅方式 2: 微信订阅, 请扫描下方二维码, 进入订阅页面, 按照步骤依次操作: 选择投送地区—填写订阅份数—单击立即购买—提交订单—(如果首次操作, 请按照提示添加详细可靠的收获地址)—确认订单—微信支付, 即可完成订阅。请记住 CNSI 开头的订单号, 以便查询, 由“中国邮政”微信公众服务号提供查询和客户服务, 全国统一客服电话: 11185-9-2。



立即扫码订阅

有化学课程的地方, 就应该有《化学教育》期刊!