

SOLO 二维评价系统在化学实验题中的应用

杨 剑 李 佳 曹琦明

【摘 要】SOLO分类评价理论是评价学生学习质量的有效手段,其二维评价系统可以在原有的5层水平上继续划分“亚层”,这不仅丰富了SOLO分类评价理论的内涵和应用方法,而且有利于教师和学生把握住主观题的开放性和复杂性,有利于教师将试题得分转化成具体的分数以使所评分数更客观。本研究利用SOLO分类评价理论的二维评价系统命制的化学实验主观题,对不同层次学校不同教师所教的学生进行测试,同时对测试数据进行分析,并提出思考和建议。

【关键词】SOLO分类评价理论;二维评价系统;化学实验题

【中图分类号】G424.74

【文献标识码】A

【DOI编码】10.16518/j.cnki.emae.2016.11.011

一、SOLO 分类评价理论

SOLO 分类评价理论是评价学生学习质量的有效手段。学习质量的结构非常复杂,一般包括两个方面:学生回答的细节的数量(量化方面),以及这些细节组织得怎么样(质性方面)。这两个方面都很重要。“SOLO”代表可观察的学习结果的结构(structure of observed learning outcome),它提供了一个系统的途径来描述学习者的表现是怎样在复杂性上增长的。该结构共有5个水平。①前结构。任务虽然被关注,但学习者被先期阶段或模式的无关方面所干扰或误导。②单点结构。学习者的注意集中到相关领域,只发现一个方面并展开。③多点结构。学习者发现了更多的正确或相关的特征,但并没有把它们结合起来。④关联结构。学习者把各个部分结合在一起,使得整体具有了连贯的结构和意义。⑤拓展抽象结构。学习者把结构类推,体现出更抽象的特征,代表了更高模式的操作。

SOLO 的基本含义可以用图1^[1]来表征。其中,单点结构和多点结构水平主要用来表征学生学习结果的量的特征;关联结构和拓展抽象结构

水平则主要用来表征学生学习结果的质的特征。

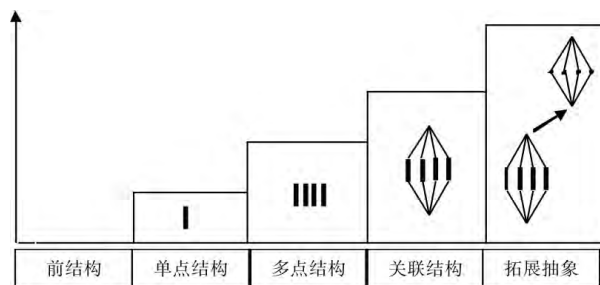


图1 SOLO 的基本含义

近年来,SOLO 分类评价理论在命题过程中的指导作用逐渐受到教育教学研究者和一线教师的重视。国内学者针对SOLO 分类理论进行过的系统研究是高凌飙等人在2003—2005年进行的关于教学与学业评价的课题研究,其中张小明、黄牧航、李佳等在各自的学科与SOLO 分类理论相结合,进行了大量的探索与实践,特别是关于开放性试题和学科教学的应用及多元性评价^{[2][3][4][5][6]},得出了一系列有现实价值的成果。从已有研究来看,国内关于SOLO 二维评价系统在化学教学中的应用研究还不多见。

二、基于 SOLO 二维评价系统的试题命制

本文为广东省教育科研“十二五”规划2011年度研究项目“高中生化学实验能力评价研究”(课题编号:2011TJK033)阶段性成果。

杨 剑/广东省佛山市南海区南海中学教师,教育硕士,研究方向为化学教育与评价。(佛山 528211)

李 佳/任职于广东省教育考试院,副教授,博士,研究方向为化学教育与评价。

曹琦明/广东省珠海市第八中学教师,硕士,研究方向为化学教育与评价。

SOLO二维评价系统在化学实验题中的应用

SOLO 共分 5 个等级,这 5 个等级及其代表字母分别为:“P”为前结构;“U”为单点结构;“M”为多点结构;“R”为关联结构;“E”为拓展抽象结构。不过,进行 SOLO 评定时,所评试题并不会每次都恰好符合其等级,尤其对于一些未严格按照 SOLO 层次命制的半开放式试题,就常常会出现等级不完全相符的情况。因此,我们对 SOLO 等级进行了细化,每个等级又划分出 3 个水平。其含义及评定标准如前述,3 个水平的含义及评定标准为:水平 1 为“勉强符合某一等级”,水平 2 为“比较符合”,水平 3 为“非常符合”。例如,若学生的反应勉强符合关联结构,则成绩评定为 R1;若比较符合关联结构,则成绩评定为 R2;若非常符合关联结构,则成绩评定为 R3^[7],等等。这样我们就可以清晰地确定学生在某个问题上的 SOLO 层次。由此,SOLO 是一个二维评价系统,该系统可由图 2 来表征。在图 2 的这个二维图形中,我们依据纵横坐标的两个维度可以清晰地确定 SOLO 的层次。由于某些问题的关联结构等级可能包含内容较多,故可对其根据实际情况再次细分,如在 R1、R2、R3 之间设置过渡态水平:用 R1A 表示 R1 到 R2 的过渡水平,R2A 表示 R2 到 R3 的过渡水平,RA 表示 R 到 E 的过渡水平。

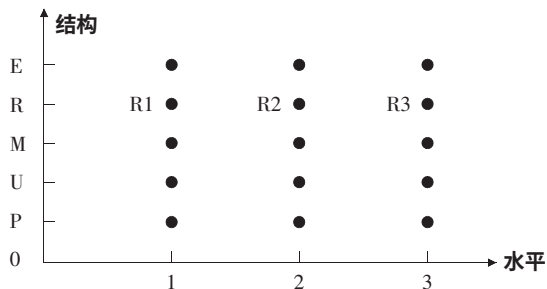


图2 SOLO 分类评价理论的二维评价系统

化学实验主观题作为高考的一种重要题型,其开放性、复杂性在大规模教育考试的客观要求下被简单化了,而采用 SOLO 二维评价系统进行评价可以还原它的开放性和复杂性,也能依据学生的作答情况确定其所在的 SOLO 水平。因此,本文依据 SOLO 二维评价系统对化学试题进行等级评定,然后再依据学生是否顺利完成了对应水平的练习,来判断其所处的水平。

结合前述的 SOLO 二维评价系统,本研究中化学测试题的等级评定符号说明如表 1 所示。

表1 化学测试题目的 SOLO 水平评定符号说明

符号	等级说明	符号	等级说明
P	表示前结构水平	R1A	表示 R1 到 R2 结构的过渡结构
U1	表示单点结构水平	R2	表示中关联(两个关系)结构水平
M2	表示具有两个认知维度的多点结构水平	R2A	表示 R2 到 R3 结构的过渡结构
M3	表示具有 3 个认知维度的多点结构水平	R3	表示高关联(3 个或以上关系)结构水平
R1	表示低关联(1 个关系)结构水平		

三、SOLO 二维评价系统在化学实验主观题中的应用

本研究以化学实验题中的作图题为例进行探讨。笔者从某年广东省高考化学试题中选取素材,应用 SOLO 二维评价系统对学生的作答情况进行分析。

某年广东省高考化学试题:

研究性学习小组进行 SO_2 的制备及性质探究实验。

(i) 根据反应 $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 制备 SO_2 气体。



①用下列简图,在答题卡上画出制备并收集 SO_2 的实验装置(含试剂)示意图。

该题参考答案及等级评定如图 3 和表 2 所示:

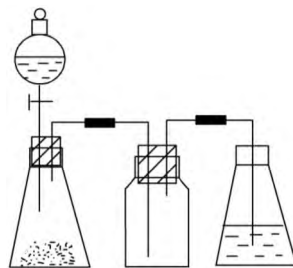


图3 试题参考答案

表2 学生答题的等级评定及注解

SOLO	赋分	学生作答表征	注解
P	0	空白或其他回答	无结构水平。对 SO_2 制备实验的基本原理、实验仪器和装置缺少认识
U1	1	只答到其中一个图且有瑕疵	单点结构。能够想到气体发生装置或者气体收集装置以及尾气处理装置中的一种,但是思维无法将他们关联起来形成有意义的联系。思维迅速收敛,只接触到某一点,就立刻跳到结论上
M2	2	气体发生装置和收集装置都有但未连接;气体发生装置+收集装置连接有瑕疵	有画图,但未连接,图有漏洞,考虑问题不周到;(气体发生装置中要有分液漏斗、锥形瓶、瓶塞、液体、固体、导管)
M3	3	气体发生装置+收集装置+尾气处理(其中有发生装置但有瑕疵,只要发生装置有瑕疵其他装置正确仍然属于该水平,或者连接方式错误)	瑕疵如:发生装置中的固体或液体没有画、发生装置或收集装置没有画好瓶塞等
R1	5	气体发生装置全对	只要气体发生装置全对,其他画错都属于该水平。突出气体发生装置内部的关联结构
R1A	6	气体发生装置+收集装置(气体发生装置全对但是收集装置有瑕疵)	能够想到两种装置并连接,但是后者有错误(如:收集装置没有画好瓶塞)
R2	7	气体发生装置+收集装置(都全对)	气体发生装置和收集装置都正确,没有画尾气吸收装置,缺乏尾气处理的意识和绿色化学思想
R2A	8	气体发生装置+收集装置+尾气处理装置(气体发生装置和收集装置全对但是尾气处理装置有瑕疵;气体发生装置和尾气处理装置全对但是收集装置有瑕疵)	能够想到气体发生装置或者气体收集装置以及尾气处理装置中的三种,并且把三种连接起来,但是在后两者的某些方面有瑕疵。(如果有干燥装置,不作为扣分点)
R3	10	气体的发生装置(原理与发生的条件,物质的状态)+收集装置(生成物的性质)+尾气处理(产物与反应物的性质)	能够想到气体发生装置或者气体收集装置以及尾气处理装置中的三种,并且在设定的系统中,在同一个路径上收敛,所以能够得到正确答案

我们按照 SOLO 二维评价系统,重点把 M3 和 R3 之间划分出若干个亚层:R1、R1A、R2、R2A,把发生装置摆在最重要的地位,在发生装置正确的基础上使 SOLO 亚层级别逐级提高,直到 R 维度的最高水平 R3。

1. 研究对象

我们选取的研究对象为广东省 N、F 中学高二年级的理科班学生,这些学校的学生人数均在 3000 人上下(每个年级 1000 人上下),其中 N 中学近年来的高考重点率在 30%—40% 左右(我们称之为二类高中),F 中学近年来的高考重点率在 5%—8% 左右(我们称之为三类高中)。我们对这些班级的 488 名学生进行化学实验能力纸笔测试(N 中学 366 名学生,任课教师 4 人,代号分别为教师 1—4;F 中学 122 名学生,任课教师 3 人,代号分别为教师 5—7),其中教师 1 所教的学生一个班共 52 人,教师 2 所教的学生两个班共 104 人,教师 3 所教的学生两个班共 108 人,教师 4

所教的学生两个班共 102 人,教师 5 所教的学生一个班共 41 人,教师 6 所教的学生一个班共 42 人,教师 7 所教的学生一个班共 39 人。教师 1 所教的学生我们统称为培训组 1,其他依此类推。

2. 数据分析

表3 两校学生在纸笔试题中 SOLO 各层次上的总体情况

SOLO	赋分	N 中(366 人)所占比例	F 中(122 人)所占比例
P	0	4.64%	3.30%
U1	1	0.55%	1.60%
M2	2	9.56%	13.90%
M3	3	5.74%	32.00%
R1	5	35.52%	28.70%
R1A	6	27.32%	8.20%
R2	7	8.74%	11.50%
R2A	8	7.92%	0.80%
R3	10	0	0

SOLO 二维评价系统可以很好地对学生的作答表现进行相应的评价。从表 3 我们可以看出:试题的高层次水平的百分率,N 中学高过 F 中

SOLO二维评价系统在化学实验题中的应用

学,低层次水平的百分率,N 中学低于 F 中学,但是 P 水平百分率,N 中学高于 F 中学,说明 N 中学在作图能力拥有高水平层次学生的同时,在此类题上低水平的层次的学生亦不在少数,应引起足够重视,教师应关注这部分可能会掉队的学生;N 中学的 R1、R1A 等水平部分要远优于 F 中学,说明 N 中学生对实验的原理部分掌握得更好,且陈述性知识方面的优势比程序性知识方面的优势体现得更为明显。总体而言,N 中学测试结果的 SOLO 结构水平高于 F 中学。

如果按照传统的 SOLO 评价理论,M 水平往上直接就到 R 水平,而处于这两个水平之间的很多学生表现各异,但是都被划分到这两个水平之中。如此,教师不容易区分出这些学生真正的作图及实验能力。通过 SOLO 二维评价系统,把 R 水平划分为若干个亚层后,我们就能够区分出学生的具体实验能力的差异,在赋分角度也让更多的优秀学生,特别是真正多做实验的学生与一般学生拉开距离。从学生的作答样本我们可以发现,同样是 R 水平的学生,N 中学的作答表现整体上要比 F 中学好。也就是说,通过 SOLO 二维评价系统,我们可以较好地地区分出学生内部的具体表现。

除此之外,教师可以通过 SOLO 二维评价系统的统计结果,制定相应的教学和复习计划,对学生出现的问题进行针对性的指导。例如,根据测试情况,教师可以对 R1 水平的学生重点进行收集装置和尾气吸收装置的连接指导,对 R2 水平的学生重点进行尾气吸收装置的连接指导……

从表 4、表 5 我们可以看出,N 中学测试结果

表 4 不同类别学校学生画图分数均值比较

	学校类别	N	均值	标准差	均值的标准误
画图 分数	1	366	5.4672	1.86173	0.09731
	2	122	4.0410	1.82905	0.16559

表 5 学生画图分数的独立样本 t 检验

		Levene 检验		独立样本 t 检验						
		F	Sig.						95% 置信区间	
				t	df	Sig. (双侧)	均值差值	标准误差值	下限	上限
画图 分数	假设方差相等	3.835	0.051	7.360	486	0.000	1.42623	0.19378	1.04547	1.80699
	假设方差不相等			7.426	210.677	0.000	1.42623	0.19207	1.04760	1.80486

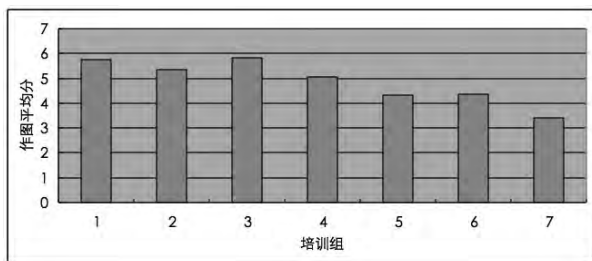


图 4 不同培训组学生的作图分数均值比较

的 SOLO 结构水平要高于 F 中学,且和 F 中学有显著差异。这一差异也一定程度上体现出了两校学生的化学学科素养差异。

从图 4 我们可以看出,N 中学 4 位教师所教班级的学生总体作图能力要强于 F 中学 3 位教师所教班级的学生,尽管 F 中学有的教师比较优秀,但是学生的生源还是在一定程度上局限了学生的整体水平。不过,虽然教师无法直接改变生源,但是可以适当调整自己的教学方式、教学观念等,而学会使用 SOLO 二维评价系统就是一个很好的方式,即针对自己学生所处的 SOLO 水平,有针对性地对不同水平的学生提出不同的要求,逐步过渡、螺旋上升,进而不断提高学生的学习能力。如果学生生源稍差,而教师的教学观念、教学方法或教学投入等方面又没有根据实际情况进行调整,那就有可能导致他所教学生在实验能力方面进步不明显。

3. 研究结论

SOLO 分类评价理论的二维评价系统可以在原有的 5 层水平上继续划分“亚层”,这不仅丰富了 SOLO 分类评价理论的内涵和应用方法,有利于教师和学生把握住主观题的开放性和复杂性,有利于教师将试题得分转化成具体的分数,使所评分数更客观,若能在大规模教育考试中应用,则更能反映出学生的真实思维水平。教师可以根据测试结果,对不同水平的学生进行针对性教学,以此提高教学的有效性,让不同层次的学生

都得到很好的教学效果。

一类高中学生测试结果的 SOLO 结构水平高于二类高中学生,说明一类高中的实验作图能力要比二类高中好,且有显著差异。不同层次学校学生的实验作图能力会受到不同教师教学风格、教学观念、教学方法的影响,同时也会受到学生本身的生源起点和群体的影响。如果学生生源稍差,而教师的教学观念、教学方法或教学投入等没有进行相应的调整,就可能会导致所教学生在实验能力上表现更差。

四、思考与建议

1.用好 SOLO 二维评价理论,编制更多适合学生实验能力考查的纸笔测试题

由于目前的化学实验考查多以纸笔测试为主,没有在课堂上真正体验过化学实验的学生固然可以在某些纸笔考试中取得不错的成绩,但是在遇到相关的操作试题时,做过实验与没做过实验的学生的操作技能还是有一定差距的。例如:某同学为了验证海带中含有碘,拟进行如下实验,请回答相关问题。(i)第1步:灼烧。操作是将足量海带灼烧成灰烬。该过程中将使用到的硅酸盐质实验仪器有 _____ (A、试管 B、瓷坩埚 C、坩埚钳 D、铁三脚架 E、泥三角 F、酒精灯 G、烧杯 H、量筒)。该题正确答案:BEF。较多学生在解题过程中把 C 选项(坩埚钳)也选上了,其主要原因就是这些学生没有真正做过课本中的“海带提碘实验”,把金属制的坩埚钳像坩埚一样当作硅酸盐质的了。

2.开发适合检测学生表现的评价工具

目前,我国中学阶段使用较多的评价工具是纸笔测试。纸笔测试具有规模大、效能高、稳定性好、机会均等、可复查、可比较等优点,但它也有着自身无法克服的局限性。对于学生的操作能力,如化学实验能力,表现性评价相对于纸笔测试更具优势。但是,表现性评价的研发还处于起步阶段,与学生表现相关的表现性评价工具,如 PTA 量表或强于该量表的工具,还很少为大家所知。PTA 量表法又称基本要素分析法,是一种要

素明确清晰且评价标准可参照的评价工具,可用于学生作业,特别是开放性作业的评分。使用 PTA 量表时,教师首先要根据评价目的,确定即将测量的一个或多个要素。教师需要进行的第二步是为每一个要素编制包括 2—5 个水平的量表,以描述被试的每一个表现水平,如可把最低水平定为 1 分,最高水平定为 5 分,并对每一水平给出一些描述性的语言予以界定。教师的第三步工作就是以这些标准来评价学生的表现。

3.多让学生动手做实验

高中化学教师应尽可能避免采用讲实验、写实验、背实验等传统教学方式,而是多创设机会开放实验室和实验课堂,让学生多接触实验,在实验中真正提高自己的化学实验能力。对于较复杂的学生实验,教师应针对学生的实际情况,因人而异地加以指导。对于那些基础知识扎实、动手能力强的学生,可只针对他们的难点进行指导,并鼓励他们放手去改进、探究与创新;对于那些基础知识较差、动手能力不强的学生,则应尽量耐心细致地加以示范和指导,并对他们的良好表现予以鼓励。对于学生的不良实验习惯,教师还要注意对其进行引导,促使他们尽早认识到自己的错误并及时改正。

4.加强学生的环保意识

中学阶段,与环境保护关系密切的学科,当属化学了,而化学实验教学正是培养学生环保意识的重要途径。在课堂教学中渗透环保教育,能够激发学生浓厚的兴趣,提高学习效率。中学化学教师应在课堂教学中有意识、全方位地渗透环保意识,从每一个实验、每一个细节做起,让学生在实验过程中做到节能减排,从意识到行动都能够做到爱护环境。例如,学生做氯气的性质实验时,第一要在通风橱中制取,第二反应多余的氯气要用碱液吸收,反应后的废液、废渣不能随意倒入水池,而要分类回收。又如,反应后含铜离子的废水,教师可让学生设计方案来处理回收,可以用铁粉来置换回收铜。虽然这个实验简单,但可以让学明白处理重金属离子废水的经济价值和环保的意义。教师还可以帮助学生学会从环

SOLO二维评价系统在化学实验题中的应用

保角度设计、改进、挑选实验方案,选取实验药品,使学生尽可能采用一些无毒无害、低污染、低能耗的实验方案和选择一些无污染、可回收、可循环利用的药品,培养学生在科学实验上的环保意识。

5. 促进学生化学实验能力的整体提高

教育均衡发展,是新课改得以全面推进的一个重要保障。对于化学实验教学来说,教育均衡有利于学生实验能力的整体提高。教育行政部门一方面要发挥一类高中的示范引导作用,另一方面也要为其他学校提供更多的支持,只有这样才能保证教育的均衡发展,保证发展取向的确立和灌输取向的消除。教育行政部门应加强对二类高中的重视程度,在政策、生源、师资、设备、评价等方面给他们提供足够的支持,帮助他们逐渐缩小与一类高中的差距。例如,不在招生方面对一类高中过分倾斜,适当给二类高中某些招生政策优惠,模拟义务教育阶段的分片就读,不让高中学

校之间过分分层,组织一类高中名师到薄弱学校支教交流,加强各类学校的教研互动;在硬件配备方面给予薄弱学校一些特殊支持;采用多元评价的方式对学生进行阶段评价甚至升学评价,等等。

参考文献:

- [1] 冯翠典,高凌飏.现状与反思:SOLO分类法国内应用研究十年[J].教育测量与评价,2009(1).
- [2] 张小明.SOLO理论在数学学习评价中的应用[J].中学数学杂志,2005(7).
- [3] 王传兵.SOLO分类评价理论及其在高中数学教学中的应用[J].中学数学教学,2007(4).
- [4] 黄牧航.SOLO分类评价理论与高中历史试题的命制[J].历史教学,2004(12).
- [5] 王敏.SOLO分类评价理论在化学试题设计中的应用[J].中小学教学研究,2009(6).
- [6] 李佳.基于SOLO理论的测试工具开发以及高中生化学学习水平发展的研究[D].广州:华南师范大学,2011.
- [7] 吴维宁.教育评价新概念——SOLO分类法评介[J].学科教育,2010(5).

责任编辑/王彩霞

(上接第64页) 英语课程标准(2011年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2011.

[4] 董曼霞,高晓莹,杨志强.高考英语全国卷书面表达题历时分析与研究(1989—2011)[J].教育测量与评价,2011(10).

[5] 辜向东,高晓莹.2007年高考英语全国卷与各省市自主命题卷书面表达题共时研究[J].中国考试,2007(12).

[6] 王华伟.英语中考模拟试题中书面表达题的命制[J].山东师范大学外国语学院学报(基础英语教育),2009(5).

[7] 丁继明.2013年全国各省市中考英语书面表达试题研究[J].山东师范大学外国语学院学报(基础英语教育),2015(1).

[8] Heaton.Writing English Language Tests [M].北京:

外语教学与研究出版社,2000.

[9] 司显柱,卢仁顺,曾剑平.英语写作教程[M].上海:东华大学出版社,2006.

[10] 邹申,杨任明.简明英语测试教程[M].北京:高等教育出版社,2005.

[11] Bachman,Lyle F & Palmer. A.S. Language Testing in Practice [M].UK:Oxford University Press,1996.

[12] Weir,C.J.Understanding and Developing Language Tests [M].UK:Prentice Hall International (UK) Ltd,1993.

[13] 丁往道.英语写作手册[M].北京:外语教学与研究出版社,1994.

[14] Hughes,A.Testing for Language Teachers [M].Beijing:Foreign Language Teaching and Research Press,2000.

责任编辑/雷 熙