

# 教师对数字化实验 实施效果影响因素的评价研究

李 鼎 艾 伦

**摘 要:** 数字化实验已成为我国中学理科实验教学的重要方式,但学术界对其实施影响因素的研究尚未深入展开。研究者从面向教师和学生的调查数据中提取相关指标并对其进行处理,得出了多组显著性相关关系。基于对上述相关关系在教学层面的解释,确认了影响教师对数字化实验实施评价的4个因素。上述因素的排序结果说明:在数字化实验的实施过程中,数字化实验的教学使用率远比装备率更重要。

**关键词:** 数字化实验;实施;影响因素

DOI:10.13492/j.cnki.cmee.2020.08.001

## 一、研究概述

2019年9月28日—10月29日,研究者针对师生实验教学和数字化实验教学的经验和认知状况进行了一次摸底调查。涉及拥有数字化实验教学经验的中学理科教师总共336人,问卷全部回收并均确认有效。其中东部地区193人(57.44%);中部地区57人(16.96%);西部地区86人(25.60%)。男教师189(56.25%);女教师147(43.75%)。调查涉及高二学生1910人,经确认有效问卷1864份,对应东部794人(42.60%),中部573人(30.74%),西部497人(26.66%)。其中男生1095人,占58.74%;女生769人,占41.26%。

研究者经过对初步统计资料的梳理,基于教师问卷重置了对应影响因素和实施状况的指标体系,并对其进行了相关性分析。根据分析结果,结合部分学生数据,确认了影响教师评价的关键因素,并对其进行了影响力排序。

## 二、研究假设

### 1. 影响因素假设

研究者基于Delphi法的要求<sup>[1]</sup>获得的专家意见显示:数字化实验的装备和使用率是衡量数字化实验实施状况

的重要指标。研究者以此作为假设,获得了基于教师问卷中相关问题的4个影响因素(见表1)。其中影响因素Y2-1——数字化实验室的占比,得自问卷中第2题(数字化实验室的数量)的答案与第1题(实验室总体数量)答案的比值。其余影响因素命名及对应的函数关系与之相同。

表1 影响因素的涵义

No.	编号	涵义
01	Y2-1	数字化实验室的占比
02	Y5-1	实验室平均数字化实验仪器套数
03	Y29-8	数字化演示实验占比
04	Y31-9	数字化分组实验占比

### 2. 数字化实验实施状况指标假设

反映教师对数字化实验实施状况评价的指标,得自教师问卷中筛选出的15个问题(见表2)。其命名方式为“Y+原问卷题号”。

表2 实施状况评价指标及评价对象

No.	编号	评价对象
01	Y3	学校实验室数量是否满足教学要求
02	Y6	学校数字化仪器设备是否满足教学要求
03	Y18	演示实验中的学生参与度
04	Y19	演示实验中学生的提问情况
05	Y35	学生在演示实验中的态度
06	Y36	学生在演示实验中的观察效果
07	Y37	演示实验对学生认知的促进效果

作者简介:李鼎,在读博士研究生,副主任。上海市中小学数字化实验系统研发中心,200072  
艾伦,教授,本刊特约撰稿人。首都师范大学,100048

表2(续)

08	Y38	学生在分组实验中的态度
09	Y39	学生在分组实验中的表现
10	Y40	学生实验技能状况
11	Y41	学生实验水平提升情况
12	Y42	学生在实验中的表现与其考试成绩的相关性
13	Y43	数字化实验仪器的教学价值
14	Y45	学生对实验仪器的选择倾向
15	Y48	数字化实验的发展前景

### 三、数据分析

#### 1. 双变量相关性分析

将数据代入SPSS做双变量相关性分析,并简化结果数据,以便更加清晰地展现变量之间的关系(见表3)。

表3 简化后的变量关系

影响因素 \ 实施指标	Y2-1	Y5-1	Y29-8	Y31-9
Y3	-0.204**	-0.095	-0.020	-0.023
Y6	-0.192**	-0.181**	-0.052	-0.038
Y18	-0.084	-0.056	-0.132*	-0.170**
Y19	-0.090	-0.092	-0.198**	-0.111*
Y35	0.037	0.020	-0.048	0.025
Y36	-0.019	-0.075	-0.149**	-0.052
Y37	-0.070	-0.036	-0.138*	-0.128*
Y38	-0.031	-0.073	-0.024	0.018
Y39	-0.114*	-0.009	-0.087	-0.072
Y40	-0.107	-0.030	-0.220**	-0.166**
Y41	-0.058	-0.066	-0.203**	-0.121*
Y42	0.076	0.009	-0.109*	-0.058
Y43	0.167**	-0.001	0.147**	0.125*
Y45	0.098	-0.045	0.026	0.020
Y48	0.019	0.105	0.060	0.029

注: \*表示在 <0.05水平上显著相关, \*\*表示在 <0.01水平上显著相关

#### 2. 针对分析结果的释义

研究者按照实施状况评价指标的排序得出了上述相关性在教学层面的对应解释。

##### (1) Y2-1与Y3显著相关

说明教师对学校目前配备的实验室能否满足教学要求的评价(Y3),在很大程度上受数字化实验室占比(Y2-1)的影响。

##### (2) Y2-1, Y5-1均与Y6显著相关

说明教师对学校目前配备的数字化仪器设备能否满足教学要求的评价(Y6),在很大程度上受数字化实验室占比(Y2-1)和数字化仪器套数(Y5-1)的影响。此结论及

上一题的结论与丁莹<sup>[2]</sup>的调查结果高度一致。

##### (3) Y29-8, Y31-9均与Y18显著相关

说明教师对学生在演示实验中参与度的评价(Y18),在很大程度上受数字化演示实验占比(Y29-8)和数字化分组实验占比(Y31-9)的影响。

学生调查显示:对演示实验、分组实验和数字化实验的期待这三项分列学生对实验教学系列期待的第一、二、三位(见表4)。

表4 学生对未来实验教学的期望(多选题)

选项	人数小计	总体占比
A.期望教师多做些演示实验	1 338	71.78%
B.请学校增加实验课时,让我们多做些分组实验	1 027	55.10%
C.请教师增加对我们的实验指导	858	46.03%
D.期望有更多的机会做自己设计的实验	780	41.84%
E.期望能多做些数字化实验	864	46.35%
F.期望多做些野外探究实验	616	33.05%
G.期望多做些STEM实验和发明创造	559	29.99%
H.期望学校多做些实验比赛	337	18.08%
I.期望高考的时候能有实验加分	421	22.59%
J.最好少做或别做实验了!高考不考,没啥用处	84	4.51%
学生总数合计: 1 864人		

因此,该显著相关性可以解释为:因为数字化实验、演示实验和分组实验占比的提高,迎合了学生的期待,所以才影响和提升了学生在演示实验中的参与度。魏慧军<sup>[3]</sup>研究也发现了这一规律。

##### (4) Y29-8, Y31-9均与Y19显著相关

说明教师对学生在演示实验中提问情况的评价(Y19),在很大程度上受数字化演示实验占比(Y29-8)和数字化分组实验占比(Y31-9)的影响。研究者认为数字化演示实验和分组实验能够提高实验效率,让教师释放更多的课堂时间用于提问,学生也因此将获得更多答题的机会,并最终影响教师对其表现的评价。

##### (5) 没有一个因素与Y35呈相关性

说明教师对学生在演示实验中态度的评价(Y35),与本研究所设置的4个影响因素都没有关系。结合表4,研究者认为演示实验自身具备对学生的较强吸引力,而与实验室和实验手段无关。

##### (6) Y29-8与Y36显著相关

说明教师对演示实验中学生观察效果的评价(Y36),在很大程度上受数字化演示实验占比(Y29-8)的影响。研究者认为其原因在于数字化实验具备图像输出、过程显

示、瞬态捕捉和微小量放大等功能<sup>[4]</sup>,借助投影仪、电子黑板等电教设备,可将实验数据的变化予以前所未有的突出和强化,从而显著改善学生的观察效果,而且基本消除了传统演示实验中因学生座位、教室照明等因素造成的观察效果下降的现象。

(7)Y29-8, Y31-9均与Y37显著相关

说明教师对演示实验在改善学生认知的效果方面的评价(Y37),在很大程度上受数字化演示实验占比(Y29-8)和数字化分组实验占比(Y31-9)的影响。研究者认为数字化实验演示实验和分组实验占比的提高,迎合了学生期待,扩展了实验经历,优化了观察效果,从而改善了学生在演示实验中的认知效果。

(8)没有一个因素与Y38呈相关性

说明教师对学生在分组实验中态度的评价(Y38),与本研究所设置的4个影响因素都没有关系。结合表4,研究者认为分组实验与演示实验类似,自身具备对学生很强的吸引力而与实验手段无关。其他研究也证实:分组实验能够凭借一系列直接操作经验,促使学生获得自主意识、合作意识和社会经验<sup>[5]</sup>,因而产生对学生的吸引力。

(9)Y2-1与Y39显著相关

说明教师对学生在分组实验中表现的评价(Y39),在很大程度上受数字化实验室占比(Y2-1)的影响。

学生调查数据(见表5)显示:认为数字化分组实验效果占优的学生占比为47.59%(选项c+d+e),而持否定态度的占比为9.50%。

表5 学生对数字化实验在分组实验中的表现评价

选项	人数小计	总体占比
a.效果不好,看不明白	177	9.50%
b.跟使用非数字化仪器差不多	344	18.45%
c.比使用非数字化仪器效果好一些	382	20.49%
d.比使用非数字化仪器效果好多了	400	21.46%
e.效果很好,非数字化仪器根本没法比	105	5.64%
以上答题人数合计	1 408	75.54%
未回答本题人数合计	456	24.46%
学生总数	1 864	100%

因此,学生更喜欢数字化分组实验,意味着学生在其中的表现极有可能好在于非数字化分组实验中的表现。而提高数字化实验室的占比(Y2-1),等价于提高数字化分组实验的占比(Y31-9),能够促进其在分组实验中表现的提升。

(10)Y29-8, Y31-9均与Y40显著相关

说明教师对学生的实验技能的评价(Y40)——学生在该题列出的14项子技能的表现之和,在很大程度上受数字化演示实验占比(Y29-8)和数字化分组实验占比(Y31-9)的影响。

能力的提升来自经验的积累。学生调查给出了学生高一阶段数字化演示和分组实验的经历(见表6、表7)。

表6 学生高一期间数字化演示实验经历

选项	人数小计	比例
A.用过七八次	358	19.21%
B.用过五六次	381	20.44%
C.用过三四次	456	24.46%
D.用过一两次	200	10.73%
E.没用过	411	22.05%
以上答题人数合计	1 806	96.89%
未回答本题人数合计	58	3.11%
学生总数	1 864	100%

表7 学生高一期间数字化分组实验经历

选项	人数小计	比例
A.使用过七八次及以上	385	20.65%
B.使用过五六次	302	16.20%
C.使用过三四次	178	9.55%
D.使用过一两次	428	22.96%
E.没使用过	495	26.56%
以上答题人数合计	1 788	95.92%
未回答本题人数合计	76	4.08%
学生总数	1 864	100%

对人教版高一理、化、生教材(2019年版)的实验统计显示,三科教材明确规定的数字化实验仅有7个(物理6个、化学1个),另有2个生物数字化实验属于建议实施。因此,如果学生高一期间在数字化演示实验和分组实验方面的经历分别达到“三四次”(表6、表7中的C选)的水平,即能满足甚至略高于教材要求。由表6和表7中A、B选项之和分别为39.65%、36.85%,A、B、C选项之和分别为64.11%,46.40%,可见多数学生已拥有了较为丰富的数字化实验经历;又因学生对数字化实验存在明显喜好(表5),所以极有可能是数字化实验经历的增长促成了学生实验技能的提升。

(11)Y29-8, Y31-9均与Y41显著相关

说明教师对学生实验水平提升情况的评价(Y41),在很大程度上受数字化演示实验占比(Y29-8)和数字化分组实验占比(Y31-9)的影响。研究者认为对上一题的解答亦适用于本题。

## (12)Y29-8与Y42显著相关

说明教师对学生实验表现与考试成绩的关联性评价(Y42),在很大程度上受数字化演示实验占比(Y29-8)的影响。

研究者认为,作为任课教师存在以下评价形成机制:①他们充分了解自己学生的学科成绩;②因为任课教师不一定指导学生分组实验,故他们对学生的实验表现的评价主要来自课堂演示实验;③数字化演示实验能够显著提高效率、节省课堂时间,师生之间有更多的问答机会;④学业水平较高的学生能够获得更多的提问机会。上述机制极有可能导致了Y29-8与Y42之间的显著相关。

## (13)Y2-1, Y29-8, Y31-9均与Y43显著相关

说明教师选择实验仪器设备的倾向(Y43),在很大程度上受数字化实验室在实验室总体中占比(Y2-1)、数字化演示实验占比(Y29-8)和数字化分组实验占比(Y31-9)的影响。

研究者认为,由Onwuegbuzie等人<sup>[6]</sup>针对合作学习中“马太效应”的研究可推知:教师越频繁地使用数字化实验,就会对数字化实验越熟悉;越熟悉,就越倾向于使用且使用得也就越频繁。反之亦然。该机制应该能解释上述显著相关关系的成因。

## (14)没有一个因素与Y45呈相关性

说明在教师看来,学生对实验仪器设备的选择倾向(Y45)与本研究所设置的4个影响因素都没有关系。

研究者认为,上述结果与教师在实验教学中的掌控地位有关。学生的调查显示:选择教师确定分组实验方案时“不征求学生意见”和“征求意见但以教师意见为主”的比例合计为69.15%。研究者在美国高中进行的调查显示:68.63%的学生认为是教师决定了实验仪器的选择和使用。

## (15)没有一个因素与Y48呈相关性

教师问卷统计结果显示,认为数字化实验应用前景“非常好”和“比较好”的教师合计占比达到了90.48%。研究者认为,教师可能因为认识到了数字化实验的实施根本动因来自时代的需求、国家的政策以及课标和教材的明确要求,而将本研究设置的4个影响因素看作为落实课标、教材要求的必然结果,所以不认为这些因素与数字化实验的实施前景存在相关性。

## 四、结语

首先,本研究的专家意见、教师数据和学生数据及统计结论形成了三角互证,证明了本研究的信度和效度。

其次,每一个影响因素都至少与一个实施状况指标构成了显著相关,说明了影响因素的有效性。

再次,在影响因素中与实施指标构成的显著相关中,Y29-8出现频率最高,其次为Y31-9, Y2-1和Y5-1。这说明数字化的使用率——数字化演示实验和分组的占比对数字化实验实施产生的影响,远大于数字化实验的装备率——数字化实验室占比和实验室均数字化仪器套数对数字化实验实施产生的影响;

最后,在完成了配备数字化实验的基本装备之后,提升数字化实验实施效果的最根本措施是鼓励教师多做数字化演示实验,放手让学生多做数字化分组实验。CMEE

## 参考文献

- [1] 艾伦.教育装备论[M].北京:首都师范大学出版社,2016.
- [2] 丁莹.基于数字化信息系统(DIS)的高中物理实验教学[D/OL].[http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?\\_type=degree&id=Y2175078](http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?_type=degree&id=Y2175078).
- [3] 魏慧军.基于DIS的上海二期课改高中物理实验教学现状调查及分析[D/OL].[http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?\\_type=degree&id=Y931860](http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?_type=degree&id=Y931860).
- [4] 杨凤楼.数字化实验在高中物理教学中应用的调查与思考[J/OL].[http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?\\_type=perio&id=0120181105987588](http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?_type=perio&id=0120181105987588).
- [5] ALTUN S. The Effect of Cooperative Learning on Students' Achievement and Views on the Science and Technology Course[J/OL].[https://www.researchgate.net/publication/282299166\\_](https://www.researchgate.net/publication/282299166_).
- [6] ONWUEGBUZIE A J, COLLINS K MT, ELBEDOUR S. Aptitude by Treatment Interactions and Matthew Effects in Graduate-Level Cooperative-Learning Groups[J/OL].<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00220670309598811>.