

开篇词：艾伦教授曾为首都师范大学教育技术系主任、硕士研究生导师，是我国教育技术装备学科理论与研究体系最早的开拓者和构建者之一。自2010年起为我刊撰稿，笔耕不辍，著述颇丰，至今十年矣！“彼采艾兮”在专栏，辟此专栏希冀更多关注艾伦教授教育装备理论研究的同仁共同交流。

初中理科实验操作考试特征分析

艾 伦 李 鼎

摘 要：学生实验操作考试的本质是以应试的方式攻克应试教育的壁垒，从而达到促进素质教育发展的目的。通过对学生实验操作考试本质和特征的分析，指出它存在的缺陷，提出改进的建议，预测它发展的方向。

关键词：初中理科实验；实验操作考试；动手能力测评；教育装备中心

DOI:10.13492/j.cnki.cmee.2020.02.001

2019年11月20日，教育部发布了《关于加强和改进中小学实验教学的意见(教基〔2019〕16号)》(以下简称《意见》)。《意见》在“二、主要举措”中的“6.健全实验教学评价机制”部分明确提出：“把学生实验操作情况和能力表现纳入综合素质评价；2023年前要将实验操作纳入初中学业水平考试，考试成绩纳入高中阶段学校招生录取依据；在普通高中学业水平考试中，有条件的地区可将理化生实验操作纳入省级统一考试。”《意见》中的4个“纳入”指出了在中小学实验教学评价方面具体采取的措施，而学生实验操作将成为评价的重点。

一、实验操作考试的本质

其实，初中结业理科实验操作考试并不是什么新生事物，这项教学工作从20世纪80年代开始发起，到今天已经存在30多年。在这30多年的发展中，人们积累了许多经验，也有不少的期刊文章、学位论文等文献反映了对这个项目的研究，但是对于实验操作考试本质属性的探讨却非常罕见，而只有认清了实验操作考试的本质属性，才能定位它的目的、意义以及作用，才能使它得到进一步的发展。

《意见》的“一、总体要求”部分指出了推行学生实验操作考试的目的是：“强化学生实践操作、情境体验、探索求知、亲身感悟和创新创造，着力提升学生的观察能力、动手实践能力、创造性思维能力和团队合作能力，培育学生的兴趣爱好、创新精神、科学素养和意志品质。”从中可以清楚地看出，推行学生实验操作考试，强化学生实践操作是教育教学改革进程中学生素质教育的要求。应试教育仅仅关注学生在应对课堂知识卷面考试方面能力(即应试能力)的提高，而素质教育更加注重学生除了应试能力以外其他方面能力的发展。关于学生能力，《意见》中则强调了观察能力、动手能力、创新思维能力和团队合作能力。通过在校的教育教学，学生的各种能力是否提高了，提高了多少，都需要进行测量评价，学生理科实验操作考试则是在这种情况下提出的一种测量评价方法。而选择了组织学生实验考试、进行学业成绩加分的方法确实能够增加学校与学生本人的重视，并得到社会与学生家长的认可，是推行素质教育有效且成功的措施。简言之，实验操作考试的本质就是以应试的方式攻克应试教育的壁垒，从而达到促进素质教育发展的目的。

作者简介：艾伦，教授，本刊特约撰稿人。首都师范大学，100048

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

以应试的方式攻克应试教育的壁垒,存在着逻辑上的缺陷,虽然会取得一些成绩,但实验操作考试的发展也一定会遇到限制。指出实验操作考试存在的缺陷,提出它改进的建议,预测发展的方向是本文论证的主要目的。

二、实验操作考试的特征

在了解实验操作考试本质的基础上,归纳出实验操作考试的特征,对于进一步发现和掌握事物的规律、分析它存在的缺陷、找出阻碍它发展的原因、提出改进或彻底革新的方法等都具有十分重要的意义。

2019年12月,上海市中小学数字化实验系统研发中心收集了全国22个省、自治区、直辖市初中理科实验操作考试的试卷和考试规定。通过对这些资料的分析可以发现,目前全国范围内的学生实验操作考试主要具有以下特征。

(1) 学段特征: 实验操作考试的学段都定位在初中三年级(或称九年级)毕业之前。

(2) 学科特征: 实验操作考试的学科一般都定位在物理、化学、生物三个学科,有一些地区将信息技术学科也纳入了实验操作考试。

(3) 仪器设备特征: 各地实验操作考试使用的都是传统仪器设备,没有发现有使用数字化仪器设备(数字传感器)的情况。

(4) 测量方式特征: 学生在考场的实验台上对规定的实验内容进行操作,按照操作规范完成实验的全过程,得出实验结果。有时还需要分析实验结果得出实验结论。

(5) 评价方式特征: 大多数情况下,是监考教师在现场对学生实验操作步骤的规范性和实验结果的正确性做出判断并进行打分;也有很多地区采取现场视频监视,并将记录的视频传输到服务器上,后期通过考场视频情况进行打分。同时,视频录像也为考试的公平性和公正性创造了条件,当出现纠纷时,可调用现场记录的视频进行裁决。

(6) 评价内容特征: 以评价学生实验的操作过程为主要目标,体现了学生动手能力的高低。

(7) 考场组织特征: 一般是在一个考点对理、化、生3科或理、化2科进行抽考,即学生通过抽签决定是考

哪一科的哪一个考题。

(8) 组织管理机构特征: 对学生开展实验操作考试的具体组织机构多为各地教育装备管理部门(教育技术设备中心或教育技术装备站)。

(9) 地区分布特征: 在全国范围内对初中学生进行实验操作考试的普遍性方面,中西部地区学校要远高于东部地区学校,乡村学校要高于城市学校。

(10) 时间分布特征: 可检索到的关于实验操作考试的文章最早出现在1983年,到2020年已有37年。

三、实验操作考试部分特征分析

以下对实验操作考试的地区分布、时间分布、组织管理机构、考查学生能力以及实验仪器设备等特征进行较为详细的数据分析,并证明其成立的可靠性和可信性。

1. 地区分布特征分析

上海市中小学数字化实验系统研发中心于2019年10月9日至10月25日在全国10个省、自治区、直辖市范围内,针对1 862名高中二年级学生(包括男生1 093人,女生769人)参与实验教学的情况进行了问卷调查。在这10个省、自治区、直辖市中,东部地区有4个,中部和西部地区各有3个。每个抽样4所学校,其中,由于西部地区一处调研地所属的一个学校回收的问卷为无效问卷,所以实际参与问卷调研的学校为39所(包括城市学校19所,乡村学校20所)。提交有效问卷被试学生所在学校的情况详见表1。

表1 被试学校和学生分布情况

地区	省市	城乡	学校数量	学生数量
东部	山东	城市	1	51
		乡村	3	147
	上海	城市	2	105
		乡村	2	101
	北京	城市	2	100
		乡村	2	97
福建	城市	2	96	
	乡村	2	97	
中部	湖北	城市	2	98
		乡村	2	84
	安徽	城市	2	109
		乡村	2	92
	河南	城市	2	91
		乡村	2	97

表1(续)

西部	青海	城市	2	101
		乡村	2	99
	贵州	城市	2	102
		乡村	2	100
	陕西	城市	2	42
		乡村	1	53
合计			39	1 862

在问卷调查中,有一个问题是该学生在初中三年级毕业前是否参加过物理、化学、生物3个学科的实验操作考试。对1 862名被试学生回答该题的统计情况详见表2。

表2 学生参加实验操作考试情况

	未参加过实验操作考试	参加过实验操作考试	合计
学生人数	343	1 519	1 862
学生数占比	18.42%	81.58%	100%
未参加过实验操作考试学生东中西部统计(共343人)			
	学生数	学生数占比	备注
东部地区学生数	234	68.22%	
中部地区学生数	42	12.25%	
西部地区学生数	67	19.53%	
合计	343	100.00%	
未参加过实验操作考试学生城乡统计(共343人)			
	学生数	学生数占比	备注
城市学校学生数	207	60.35%	
乡村学校学生数	136	39.65%	
合计	343	100.00%	

表2中呈现的数据反映出如下规律。

(1)所有被试高中二年级学生在初中阶段没有参加过实验操作考试的人数占比为18.42%。本次问卷调查具有一定的代表性,这个结果指出,在三年前(于2017年)全国范围内大约有不足20%的学生或学校是不进行初中实验操作考试的。

(2)在所有未进行实验操作考试的343名学生中,东部地区学校的占比最高,达到了343人中的68.22%;中部地区学校的占比最低,为12.25%;西部地区的学校居中,为19.53%。中西两部学生数的总和(42+67=109)也不足东部学生数的一半。可以看出,东部地区学校进行初中实验操作考试的学校比例偏低,中部地区偏高。

(3)在所有未进行实验操作考试的343名学生中,城市学校与乡村学校的学生比例约为6:4,说明城市学校对实验操作考试的重视程度要比乡村低。

2.时间分布特征分析

为了查询到在全国范围内对初中学生施行理科实验操作考试的起始时间和逐年分布情况,笔者利用超星发现(<http://www.zhizhen.com/>)和超星读秀(<https://www.duxiu.com/>)进行了大规模检索,结果如下。

(1)期刊文章检索情况。最早出现的相关文章是《物理教师》杂志于1983年第5期上刊登的由辽宁省朝阳教育学院附中张玉峰撰写的《应重视实验操作考试》一文;以及《湖南教育》杂志于1983年第12期上刊登的由湖南省茶陵一中物理教研组刘循义撰写的《组织物理实验操作考试的作法》一文。

(2)报纸文章检索情况。在报纸上公开报道初中理科实验操作考试的文章最早出现在2001年2月15日《河北工人报》上,文章名为《今年我省中考有新动作》(作者李芳)。

(3)年鉴记录检索情况。最早记录初中实验操作考试的是河北省晋州市地方年鉴,记录时间段为1997年至2000年。

(4)省市范围检索情况。2009年全国有5个省、自治区、直辖市在全地区各个县范围内开展了初中理化生实验操作考试,到2018年已经达到了22个省、自治区、直辖市,图1展现了这一发展的趋势变化情况。由图可见,2017年全国在省、自治区、直辖市内全面开展初中实验操作考试的省市数量为20个,按照全国有不含港、澳、台在内的31个省、自治区、直辖市计算,没有全面开展初中实验操作考试的省市数量为11个,占比为35.48%。考虑到这11个省、自治区、直辖市中的一些区县开展了初中实验操作考试,所以在2017年实际未进行实验操作考试的学校或学生的占比应该小于35.48%,这一测算结论与前面表2展示出18.42%的统计数据基本吻合,没有发生数值上的矛盾。

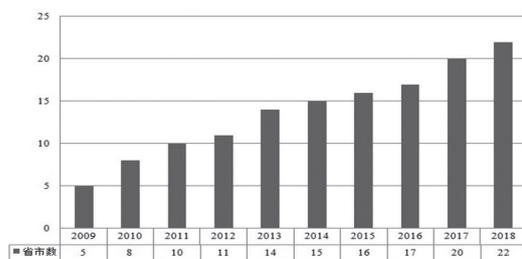


图1 全国进行初中理科实验操作考试的省、自治区、直辖市数量变化

3. 组织管理机构特征分析

利用超星发现(<http://www.zhizhen.com/>),以“实验操作考试”为关键词进行精确检索,得到中文相关的年鉴条目共计398条。这些条目信息显示了全国各地的年鉴或地方志中记录的当地初中实验操作考试的详细情况,其中基本上都涉及了当地实验操作考试组织工作的机构名称。当使用“装备中心”为辅助关键词在检索结果中继续检索时,可得到111个相符的条目;而当用“仪器站”为辅助关键词在检索结果中继续检索时,可得到53个相符的条目;总计有164个条目中明确指出实验操作考试工作的具体组织机构为当地的教育技术装备中心、教育技术装备站、教学仪器站等单位,其他条目中则基本标明是由当地教育厅、教育局等行政机关直接进行组织的。

4. 考查目标特征分析

实验操作考试工作的建立确实推动了初中阶段实验教学的开展,使得实验教学常态化,从而对《意见》中指出的“提升学生的观察能力、动手实践能力、创造性思维能力和团队合作能力”4个方面起到了促进作用。但是必须指出,实验操作考试本身的测量评价目标却不能针对上述全部4个方面的能力进行,这是由实验操作考试的本质决定的。实验操作考试的本质是以应试的方式攻克应试教育的壁垒,为了应对这个考试,学生会在考前根据考试组织者预先规定的考试科目和考试题目在教师的指导下反复进行实验操作训练。考生对实验内容是熟悉的,考试现场又都是采取学生独立操作,所以观察能力、创造性思维能力和团队合作能力在此都不能体现,也都无法测量评价,考场唯一能够测量评价的能力只有学生的动手能力。

5. 实验仪器设备特征分析

从上海市中小学数字化实验系统研发中心收集的全国22个省、自治区、直辖市初中理科实验操作考试的试题可以看出,所有的实验规定使用的都是传统的仪器设备,没有发现哪个地区使用数字传感器或数字仪器设备进行实验操作考试。造成这一现象的原因主要是使用数字化仪器设备进行实验在各地初中阶段还非常罕见,而传统实验仪器设备具有多年的使用经验,操作规范性

和统一性比较容易控制,便于实验操作考试的标准化。

四、对实验操作考试改进的意见和建议

对实验操作考试本质和特征的分析有助于教育者对它存在的问题有更加深刻的理解,在提出改进措施时有更加清晰的认识。将从以下对实验操作考试提出改进意见和建议。

1. 动手能力测量指标的量化

动手能力的测量是可以量化的,这里以一个统计数据为例说明。在前文提到的上海市中小学数字化实验系统研发中心对全国学生进行问卷调查的同时还对教师也进行了问卷调查,对教师的问卷调查使用了问卷星,而且教师们统一是通过手机端问卷星App作答的。问卷星在记录教师答卷问题的同时还自动记录了教师完成答卷使用的时间,笔者将答卷用时作为一个变量(TM)与教师的年龄变量(X3)和教龄变量(X5)用SPSS做了相关性分析。其中,变量分配见表3,SPSS相关性分析的结果见表4。

表3 教师问卷变量命名

答卷用时	地区码	性别	年龄	学科	教龄
<i>TM</i>	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X3</i>	<i>X4</i>	<i>X5</i>

表4 SPSS相关分析输出结果

		<i>TM</i>	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X3</i>	<i>X4</i>	<i>X5</i>
<i>TM</i>	Pearson相关性	1	-0.208**	0.105	0.176**	0.030	0.170**
	显著性(双侧)		0.000	0.054	0.001	0.587	0.002
	N	336	336	336	336	336	336

注:**在0.01水平(双侧)上显著相关

由表4可知,教师答卷用时与教师的年龄和教龄在小于0.01水平上具有显著相关性,而且相关系数(0.176和0.170)大于0,说明这种相关性是正相关。对这一现象的解释是:教师的年龄越大或教龄越长,则答卷用时就越多,而答卷用时反映了对手机的操作能力,用时越多则说明操作能力越弱。所以通过对一个人进行一个项目操作作用时的测量是完全可以评价出他的动手能力的。

对于学生的实验操作考试过程,只要在考试成绩单上增加一个“正确完成实验用时”的记录栏,监考教师

如实填写学生完成实验的时间,就可以得到对该考生动手能力量化测量与评价的结果。对同一个实验内容,使用相同的仪器设备,不同学生完成实验的不同用时形成了他们之间动手能力的区分度;对两个地区学生完成实验平均用时的对比,可以测量出两地之间学生动手能力的差异性;对同一地区学生逐年完成实验平均用时的对比,可以估算出该地区学生动手能力逐年提高的程度。

2. 实验操作考试的STEAM化

STEAM教育被认为是培养创新型人才的重要途径。笔者曾在本刊2018年第22期刊登的《教育装备在课程STEAM化中的作用与配备》一文中讨论了中小学STEAM教育的目标与评价问题,此处则进一步提出,实验操作考试的STEAM化将成为考试方式与内容改进的可行路径。具体实现如下。

(1)实验操作考试可以改变为实验设计竞赛形式,竞赛获奖水平完全可以作为学生升学录取的参考条件,是对学生核心素养的有效评价手段,同时考查了学生的创新思维能力。

(2)设计竞赛的实验内容不再限定在理、化、生3科,可以通过现场给出对一个具体事物的各种性质的测量要求,使学生通过观察和分析,最后完成整体实验设计。这样可以评价学生的观察能力和分析能力。

(3)竞赛过程不再仅限于一名学生单独操作,可以两名学生同时进行,在此过程中教师(或裁判)可以观察两名学生在合作方面的表现,对他们的团队合作能力做出评价。

(4)竞赛内容除了具体实验过程外,还应包括学生撰写的研究报告,里面既有实验设计的目标、实现

的方法、操作的过程、测量的结果,最后还有研究的结论。

通过这样的改进,整个过程中应试的元素将大幅减少,除了动手能力外,对学生观察能力、分析能力、创新思维能力和团队合作能力的评价也能够实现,是提高学生核心素养的有效措施。另外,虽然目前中小学各种竞赛活动也很多,但是它们基本上都趋向于工程设计类,而对于注重科学测量并与理科实验教学直接相关的竞赛却基本上没有出现。学生理科实验操作竞赛活动确实可以成为改进实验操作考试的一个选项。

3. 实验仪器设备使用的改进

数字化实验教学装备主要由数字传感器测量仪器设备构成,它们的应用为学生做探究性与创新型实验提供了优越的条件。实验设计竞赛时,除了传统的测量仪器设备外,同时为学生准备数字化实验教学装备,学生根据自己设计的实验过程要求自主选择仪器设备,完成整个STEAM化的实验设计和测量过程。另外,考虑到使用现场视频图像采集和网络服务器记录,对实验操作过程进行自动化分析以及使用人工智能技术进行评价的要求,运用数字传感器将使得整个系统更加可能实现和更加容易实现。

五、结语

目前实施的初中理科实验操作考试,其本质限制了它进一步的发展,分析它的特征,发现它的缺陷,提出改进的方法,可使中小学实验教学良性发展,为中小学生学习核心素养教育过程的实施和目标的实现发挥重要作用。