

青少年高校科学营对营员科学素质提升效果研究

赵 博 陈 玲 *

(中国科普研究所, 北京 100081)

[摘 要] 提升公民科学素质是我国科普工作的重要目标, 青少年是实现这一目标的重要人群。青少年高校科学营是我国近年来开展的大型科技主题夏令营活动, 其本质是非正规科学教育活动, 目的在于提升营员的科学素质。本研究通过大样本 ($N=10393$) 问卷调查的方式, 首次证实了其提升营员科学素质的积极效果, 分析了其中体现的前沿性及多学科性的特质, 并比较了不同群体营员所受影响情况。根据研究结果, 本研究为活动未来的进一步发展提出了建议。

[关键词] 科学素质 高校科学营

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2018.04.008

1 研究背景及问题

科学素质是公民素质的重要组成部分。提升公民的科学素质, 对于公民自身的生活与发展、创新型国家的建设以及社会主义和谐社会的构建都有重要意义。国务院 2016 年颁布的《全民科学素质行动计划纲要实施方案 (2016—2020 年)》对提升公民的科学素质提出了明确目标, 即“到 2020 年……公民具备科学素质的比例超过 10%”。其中也明确指出, 青少年是实现这一目标的重要人群, 要以重点人群科学素质行动带动全民科学素质整体水平跨越提升。同时还要求推进义务教育阶段及高中阶段的科技教育。而青少年科技教育又可分为正规教育 and 非正规教育, 本研究关注的就是一项非正规科技教育

活动——青少年高校科学营 (下文简称“科学营”)。

科学营由中国科协和教育部共同主办, 高校与科研院所或企业承办, 是每年暑期开展的科技主题夏令营活动。来自全国各地的高中生营员体验为期一周的科技主题活动。科学营具有规模大、操作性强、口碑好的特点。以 2017 年为例, 科学营顺利完成了 10 560 名营员及 1 056 名带队教师的接待任务。在各分营活动开展期间, 中央及地方各媒体进行了百余次的报道, 对其予以肯定。

然而, 以科学营为对象开展的研究却非常少见, 也未见从营员的科学素质提升视角展开的研究。以“高校科学营”“科学营”“科技夏令营”为关键词的中文文献数据库检索结果

收稿日期: 2018-03-26

* 通信作者: E-mail: chenling@cast.org.cn。

中,仅有2篇关于科学营的研究论文。其中一篇着重分析了2013年参营营员的参营动机和学习兴趣,另一篇则着重分析了高校在活动中的角色和功能。其余的检索结果包括相关报道、营员感言、活动内容介绍等等。

因此,本研究针对科学营在营员科学素质提升方面的影响展开研究。不同文献中对于科学素质的内涵有多种阐述,本研究主要参照《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020年)》中的观点,结合2018年教育部普通高中理科各学科课程标准文件中对学科核心素养的描述,认为科学素质主要包括:了解科学技术知识、掌握科学探究与工程学设计的思想和方法、认同并形成科学精神以及在真实情境下应用科学技术解决问题的能力。研究过程中聚焦于营员的科学知识、方法、兴趣和能力。

基于上文所述的研究目的,本研究提出了三个问题:科学营是否对营员的科学素养具有提升效果?科学营对于不同性别、地域和文理分科背景的营员是否具有不同的影响效果?科学营对营员科学素质的影响方面是否体现出独有特色?

2 研究方法

2.1 研究对象

本研究以2017年度科学营为例,通过问卷调查和文本分析的方式开展研究。问卷调查工作通过在线平台展开,共收集营员的有效问卷9412份,有效问卷回收率达到总体(10560人)的89.13%;共收集带队教师的有效问卷981份,有效问卷回收率达到总体(1056人)的92.90%。问卷来源覆盖63个分营(共举办65个)。整体来看,调查样本量大、有效问卷回收率较高、对各分营覆盖面较广,具备充分的代表性。文本分析对象为科学营管理文件、各分营在网上公示的活动日程、部分分

营提交的活动案例、总结和营员感言。

2.2 研究工具

研究面向营员和带队教师设计了调查问卷。问卷中包含李克特五段量表共12题,内容聚焦于科学素质,分别询问营员在科技知识、方法、能力和兴趣方面的收获。营员和带队教师在“非常符合、比较符合、中立、比较不符合、非常不符合”五个选项中做出选择。营员根据自身感受对题目表述做出相应选择,带队教师则根据自己对营员行为表现的观察结果对题目表述做出相应选择。同时,问卷另有3题收集营员的背景信息,分别为性别、居住城市 and 文理分科(带队教师问卷不含该题)。

问卷编订完成后分别进行了信效度检验。利用分析软件SPSS20检验得出各份问卷的信度系数克隆巴赫 α 值分别为营员卷0.896、教师卷0.923,均高于0.7的检验标准。这表明各份问卷的信度令人满意。而在效度方面,采用了专家效度检验,即邀请相关专家对问卷内容进行了审阅并根据其意见进行修订。最终编订的问卷在信效度方面都达到了比较令人满意的程度。

2.3 分析方法

研究将问卷调查得到的数据通过分析软件SPSS20进行统计学分析。从获得的文本材料中提取科学营活动的类型、频次、内容所属学科等信息。在针对本研究的问题进行分析讨论时,将以问卷调查结果为主,文本分析结果为辅。

3 研究结果与讨论

3.1 科学营对营员科学素质的四个方面均有提升效果

图1展示了营员对自身、带队教师对营员在科学素质各方面收获的认同程度。问卷中的题目所使用的表述均为“新的收获”或

“提升”，因此该认同程度直接反映了营员在已有基础上的发展变化。营员对于自身在知识、方法、兴趣、能力方面的收获认同度依次为 4.53、4.41、4.60 和 4.50。四个方面的认同度均比较高，这说明营员确实察觉到自身科学素质各方面有所提升。带队教师对于营员在知识、方法、兴趣、能力方面的收获认同度则依次为 4.63、4.47、4.66 和 4.55。该结果说明带队教师发现了营员科学素质各方面有所提升。相较之下，带队教师给出的认同度略高于营员给出的认同度，但相对差异不大，这可能是二者判断视角的不同所带来的差异。此外，也可以看出无论是营员还是带队教师，对于科学兴趣提升效果的认同度最高，对于科学方法提升效果的认同度则最低，但是四个方面的认同度相对差异不大。上述分析表明，科学营确实对营员的科学知识、科学方法、科学兴趣和科学能力具有提升效果，这也提升了营员的总体科学素质。

经文本资料分析后发现，2017 年科学营共开展专家讲座 166 场，平均每分营 2.55 场，其中邀请院士 45 位；开展实验室开放活动 398 次，平均每分营 6.12 次，其中国家级重点实验室 128 个，省部级重点实验室 109 个；参观活动 388 次，平均每分营 5.97 次，其中高校参观 121 次，科技馆或展览参观 96 次，企业、生产基地、厂房参观 49 次；开展动手实践类活动 290 次，平均每分营 4.46 次，活动内容包括科学探究、工程设计、新技术体验或操作等等。从文本分析结果可以看出，科学营活动的类型多、密度大、内容丰富。也正是这些丰富的活动内容使得科学营发挥了提升营员科学素质的教学效果。

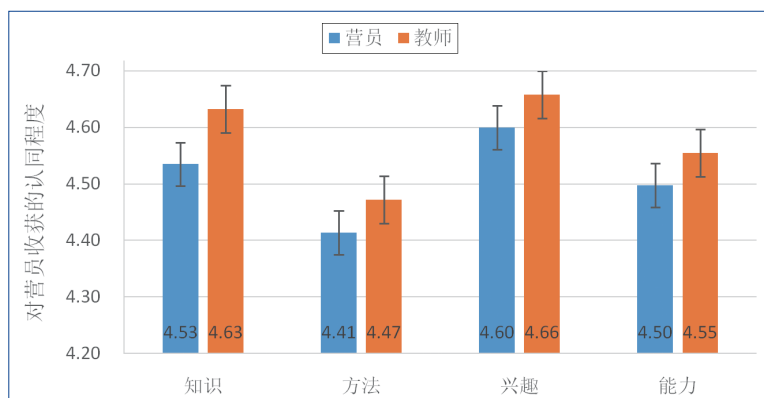


图1 科学营对营员科学素养的影响效果

3.2 科学营对不同营员群体的影响差异分析

3.2.1 科学营对不同性别营员的影响无明显差异

本研究分析了不同性别的营员对于自身在科学素质各方面收获的认同程度，其结果见图2。其中男性营员样本数为 5 310，女性营员样本数为 4 102，均具备较好代表性。男性营员在知识、方法、兴趣、能力方面收获的认同度依次为 4.54、4.43、4.50 和 4.64，其中最高的一项为提升科学能力，最低的一项为获得科学方法。而女性营员在这四个方面则依次为 4.52、4.39、4.55 和 4.49，最高的一项为提升科学兴趣，最低的一项为获得科学方法。从性别之间进行比较可以看出，男性营员在科学知识、方法和能力方面得到提升的认同度高于女性营员，而女性营员在科学兴趣方面得到提升的认同度则高于男性营员。就具体数值比较来看，上述差异值较小。

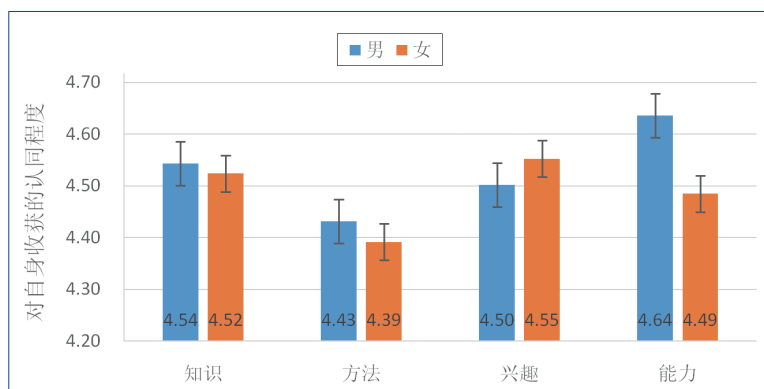


图2 科学营对男女营员科学素养的影响效果比较

3.2.2 科学营对不同地域营员的影响存在差异

本次调查共有来自 35 个地域（省、自治

区、直辖市、特别行政区、新疆建设兵团)的营员参与,本研究分析了不同地域的营员对于自身在科学素质各方面收获的认同程度,其中部分结果见图3至图6。由于地域数量较多,图中仅选取每个方面认同度最高和最低的4个地域的结果,以从高到低的排序方式进行展示。各地域的样本量最低为74(海南),最高为482(湖北),考虑到样本量本身大小以及各地域营员名额本身存在差异,可以认为调查的样本足够具有代表性。

从这组图中可以看出,各地域营员在科学知识、方法、兴趣和能力方面收获的认同度最高可达4.72、4.67、4.78和4.71,而最低则为3.92、3.86、3.83和3.87。数值上的差值较为明显,说明科学营对于不同地域的营员起到的影响效果有所差异。而就具体地域来看,各方面认同度最高的地域没有明显的集中趋势,而认同度最低的地域则较为明显地集中在台湾、香港、澳门和西藏。本研究认为不同地域的营员在科学素质水平上存在差异,这可能会使得科学营对他们的影响效果不同。这种观点可能在一定程度上解释上述四个区域的营员认同度低的现象。近年来的大型国际科学素质评测PISA的结果显示,台湾、香港和澳门的学生表现较为出色,展现了较高的科学素质,其地域的各类正规与非正规科学教育活动的开展也更为丰富。科学营的活动内容对于台湾、香港和澳门的营员而言可能不够满足其自身进一步发展的需要。而西藏则地处我国最西部,科学教育资源相对匮乏。科学营的活动对于西藏营员而言可能

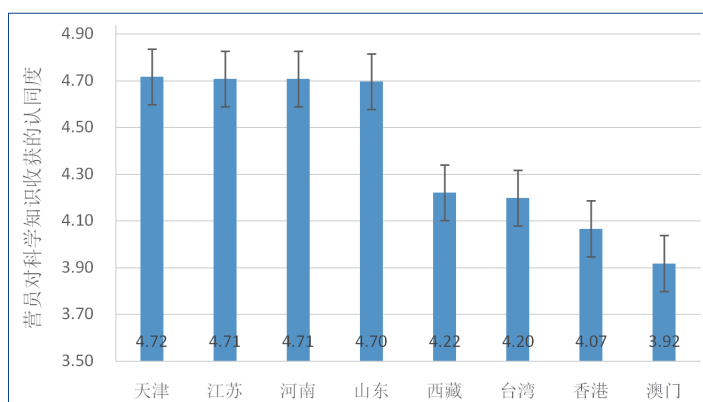


图3 不同地域营员在科学知识方面所受影响差异

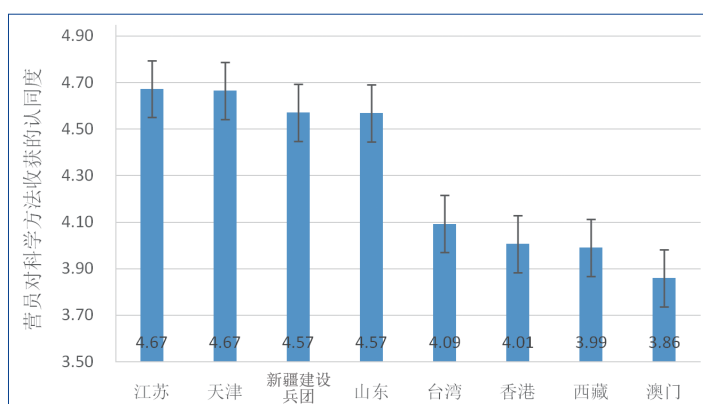


图4 不同地域营员在科学方法方面所受影响差异

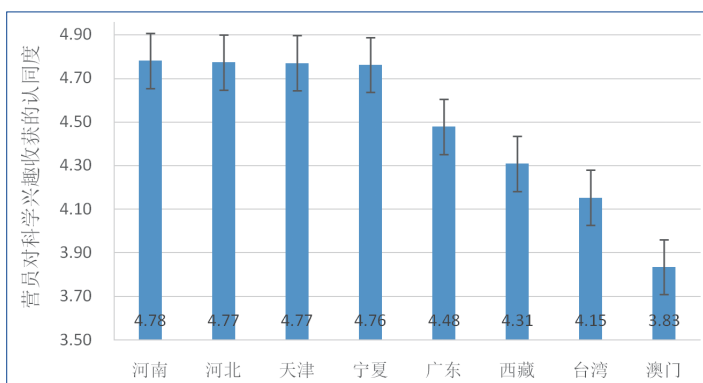


图5 不同地域营员在科学兴趣方面所受影响差异

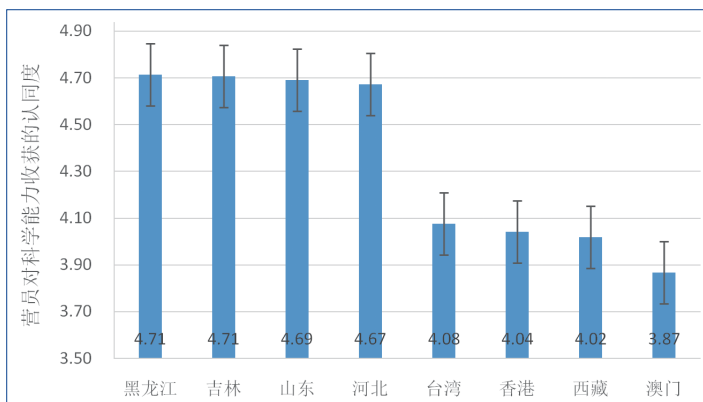


图6 不同地域营员在科学能力方面所受影响差异

超出了其发展范围上限。另一方面,这四地在某些其他变量方面也明显有别于大部分其他地区,例如生活习惯、语言使用等等。这些也可能影响到科学营发挥其教育效果。总体来说,科学营对于不同地域营员的影响确实存在差异,而产生这些差异的具体原因还有待进一步的研究深入探索。

3.2.3 科学营对不同文理分科背景营员的影响无明显差异

本研究将营员的文理分科背景分为就读文科、就读理科与文理未分科/不分科三类,并比较了科学营对于不同类别营员的影响效果,结果见图7。结果表明,在科学知识和科学方法两个方面,科学营对就读理科营员的影响效果最好,就读文科的营员次之;而在科学兴趣和科学能力两个方面,科学营对就读理科营员的影响效果最好,文理未分科或不分科的营员次之。从具体数值的比较来看,不同分科背景营员的认同度的差异并不明显。尽管不同文理分科背景的营员所学理科课程模块和具体要求有所差别,但是分析结果表明不同分科背景营员的提升效果没有明显差别。可能有多种原因形成这一结果,例如科学营的活动内容可能对营员已有的科学素质要求不高,或者科学营可能在设计活动内容和实施的过程中为不同文理分科背景的营员都创设了顺利发展的路径。

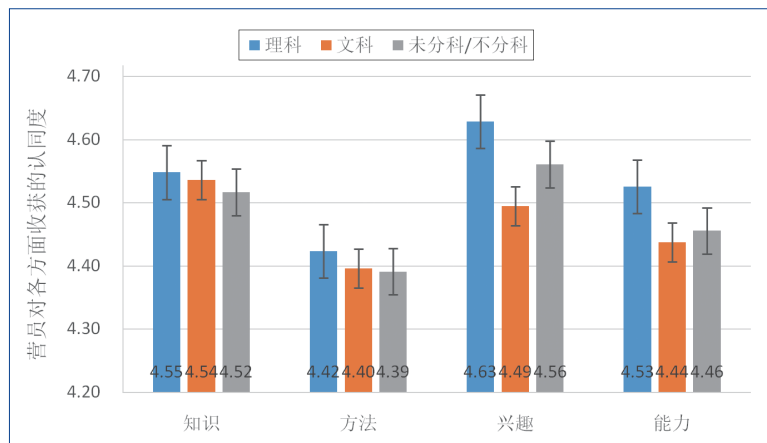


图7 不同分科背景的营员所受影响差异比较

3.3 科学营体现出前沿性和多学科性的特点

本研究针对科学营对营员的影响在科学领域前沿性及多学科性两个方面开展了调查,其结果见图8。营员和带队教师对于营员收获到前沿领域科学知识的认同度分别为4.50和4.60,较高的认同度说明了科学营对营员在科学知识方面的影响具有前沿性的特点。而根据文本资料的整理分析,可以看出这些前沿知识介绍了各学科近期的新发展,它们对推动学科发展起到关键作用,是各学科研究的热点,同时也对国家发展的方方面面具有重要意义。具体领域如兵器、航空、航天、船舶、干细胞、人工智能、纳米材料等等。对科技前沿知识的介绍包括新现象与规律的发现以及新技术与产品的面世。比照营员所在学段的理科课程标准内容,发现科学营的前沿知识内容可以与之做出自然衔接,即在已有课程内容基础上进一步展开介绍。例如高中生物学课程中对干细胞的全能性和相应技术进行了基本介绍,而在科学营相关的活动中则对其相关研究发现和技术发展应用进行了补充。这体现了正规与非正规科学教育之间有效互补的积极效果。而科学营之所以能发挥这样的效果,得益于承办单位自身在科研资源方面独有的优势。基于科研资源开展适当的活动设计,形成了其科技知识前沿性的特性,成为了科学营的自身特色。

营员和带队教师对于营员收获到多学科知识的认同度分别为4.58和4.67,收获到多学科能力的认同度分别为4.34和4.50。较高的认同度说明了科学营在营员科学知识和能力方面的影响具有多学科性的特点。根据文本资料的整理分析,这种多学科性经由两种方式实现:一种是利用彼此独立的若干项活动分别指向不同的学科领域,使营员在

多个学科均有所收获,例如分别邀请不同学科的科研人员做报告;另一种是在单项活动中纳入不同学科的内容,使营员于活动中在多个学科均有收获,例如在一项机器人设计竞赛中引导学生运用物理学、信息技术与工程学相关知识。也有不少分营将这两种方式混合使用,无论哪种方式,都有助于营员通过多学科的了解开阔自身的科技视野。在科学营中,营员接触到多种分类更为细致的学科专业以及各种交叉学科专业,并将其与自己经历的高中理科课程联系在一起,这又体现了正规与非正规科学教育的紧密结合。此外,在单项活动中纳入不同学科内容的方式也符合当前科学教育倡导的 STEM(科学、技术、工程学、数学)教育理念,将多学科内容有机整合,培养学生解决复杂实际问题的综合能力。这同样体现了科学营在活动设计方面符合主流科学教育理念。可以看出科学营对营员的影响确实体现了多学科的特性,而这同样得益于承办单位对自身多学科科研资源的有效利用,也再次体现了科学营的自身特色。

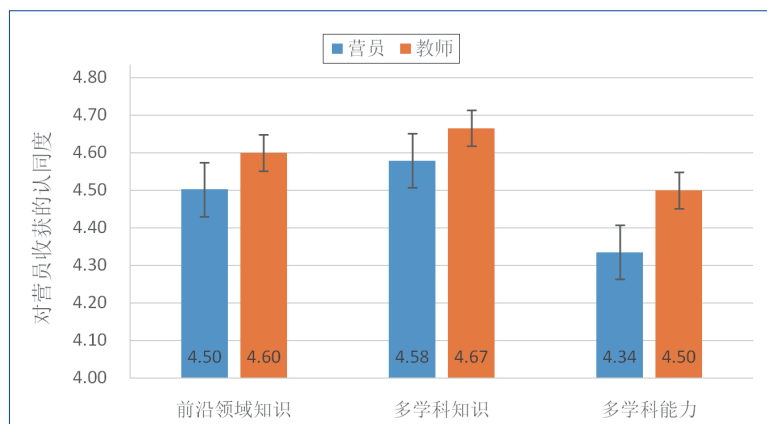


图8 科学营对营员影响的前沿性和多学科特点

4 结论与建议

本研究通过对2017年科学营营员和带队

教师展开的问卷调查以及相关文本资料的分析,证实了科学营确实能够提升营员科学素质水平,具体表现为营员在科学知识、方法、兴趣和能力方面的收获。科学营对不同性别的营员和不同文理分科背景的营员在科学素质提升方面的影响差异不大,对不同地域营员在科学素质提升方面的影响则有较大差异。科学营在提升营员科学素质方面具有前沿性和多学科性的特点,具体表现为营员收获科技前沿领域的知识、在多个学科领域得到知识和能力的提升。该特点主要源于科学营对于自身科研资源的有效利用,也是科学营的标志性特征。

上述发现表明科学营是一项具有良好教学效果的非正规科学教育活动,且体现出鲜明的活动特色。为了促进其未来更好发展,提出如下四点建议。第一、扩大活动规模,惠及更多高中生。科学营可以吸引更多的科研单位参与承办此类活动,增加营地数量,从而扩大规模。这样就能让更多高中生的科学素质得到提升。第二、进一步深入发掘承办单位的科研资源,将科研资源有效利用到

活动设计和实施之中,发挥科学营影响效果的前沿性和多学科性特色。第三、关注不同地域学生的具体特点,有针对性地设计开展活动。在设计活动前,应该充分了解和考虑参加活动学生的基本情况,使得活动的设计与之匹配,更好地发挥教学效果。第四、以评价促提升,针对科学营各项具体活动开展更为细致深入的评价研究。发现总

结各项活动的成功经验与薄弱环节,提出相应的对策建议,以细节的改进促进科学营整体教育效果的进一步提升。

参考文献

- [1] 教育部. 教育部关于印发《普通高中课程方案和语文等学科课程标准（2017年版）》的通知 [EB/OL]. [2017-12-29]. http://www.moe.edu.cn/srcsite/A26/s8001/201801/t20180115_324647.html.
- [2] 国务院办公厅. 全民科学素质行动计划纲要实施方案（2016-2020年）[EB/OL]. [2017-03-20]. http://www.gov.cn/jzhengce/content/2016-03/14/content_5053247.htm.
- [3] 孙小莉, 张志敏, 任福君. 提升高校科学营活动效果的策略探讨——来自高校视角的观察 [C]// 中国科普研究所. 中国科普理论与实践探索——第二十一届全国科普理论研讨会论文集. 北京: 科学普及出版社, 2014: 4.
- [4] 张志敏, 孟凡刚. 高校科学营活动效果相关分析与探讨——营员视角的观察 [C]// 中国科普研究所. 中国科普理论与实践探索——第二十一届全国科普理论研讨会论文集. 北京: 科学普及出版社, 2014: 7.
- [5] OECD. PISA 2015 Results (Volume I)[EB/OL]. [2018-01-01]. <http://www.oecd.org/publications/pisa-2015-results-volume-i-9789264266490-en.htm>.

(编辑 袁博)