

青少年高校科学营对科学兴趣的影响研究

蒋程¹ 詹琰¹ 王伟² 茅羽佳² 王聪^{1*}

(中国科学院大学人文学院, 北京 100043)¹

(中国科协青少年科技中心, 北京 100080)²

[摘要] 校外科学营类活动是学校正式教育之外面向青少年开展科学传播活动的重要途径之一。以2019年青少年高校科学营为例, 以科学兴趣为主要探究变量, 使用大样本($n=11\ 980$)遍历性问卷调查方法探讨校外科学营类活动对学生科学兴趣的影响。研究发现, 青少年高校科学营活动对学生科学兴趣的发展能够起到较为正面的影响, 对学生的科学兴趣感知和科学专业选择倾向有较好的提升作用, 在吸引青少年进入科学共同体从事科学职业方面也有着良好的促进作用。

[关键词] 科学传播 媒介素养 中国科学家

[中图分类号] N4; G6 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2021.02.011

科学技术是国家经济与社会发展的核心动力, 科技高速发展离不开大量的优秀科技人才。青少年是我国科技人才的重要来源, 是科技领域持续发展的重要后备力量。大量研究表明, 青少年科学兴趣与其后续选择科学技术作为专业和职业之间具有显著相关性^[1-4], 如何提升青少年的科学兴趣, 吸引更多优秀青少年学习科学技术并在未来选择科学技术作为职业, 已经成为政府及社会各界广泛关注的问题。我国《全民科学素质行动计划纲要(2006-2010-2020年)》与《“十三五”国家科技创新规划》中, 特别强调了对青少年科学兴趣的培养。

已有科学兴趣培养相关研究认为, 正式的学校教育^[5-6]与非正式的校外经历, 如博物馆、科学中心、水族馆等^[7]都有利于青少年

科学兴趣的培养, 但校外科学营活动与科学兴趣之间的关系受关注程度较低。已有部分学者对参与短期集中科学营活动的青少年开展了科学兴趣提升效果的研究, 发现相较于未参营的青少年, 参营者的科学兴趣得到了明显提升^[8-11]。一方面, 参营者能够在之后的学习中选择更多的科学技术知识并倾向于选择理工科专业^[8-10]; 另一方面, 参营者能够对科学保持较为长期的参与^[11]。

我国在新一轮高考改革之后, 出现了比较明显的“理科萎缩”现象, 选择理工类科目的考生数量大幅减少^[12]。在这种情况下, 如何提高青少年对科学的兴趣成为一个亟待解决的问题。在改变学校内“唯分数”与“填鸭式”教育的同时, 校外教育因其补充性的特点, 反而更容易在培养青少年科学兴趣

收稿日期: 2020-03-18

* 作者简介: 王聪, 中国科学院大学人文学院副教授, 研究方向: 科学传播、科技政策、科学与社会, E-mail: wangcong@ucas.ac.cn。

方面有所作为。青少年高校科学营是在国内五十余所知名大学和中国科学院多个研究所的支持下,由中国科协、教育部联合主办的高水平科技类校外科学教育活动,旨在发挥高校的科学教育优势,实现教育科普资源共享,激发青少年科学兴趣^[13]。2019年,该活动依托全国55所知名高校、6家科研院所和8家企业,面向来自全国各地的11200名学生和780名带队教师,举办了53个常规营、14个专题营、1个西部营共68个分布于各个主要科学技术领域的科学营活动。本研究以参加2019年青少年高校科学营的学生为主要研究对象,采用问卷调查法,考察面向青少年的校外科学传播活动对于提高科学兴趣的作用。

1 指标体系的建立与问卷的基本情况

对于兴趣,学术界目前没有形成一个被广泛接受的统一概念和测量方法^[14],本文采用希迪(Hidi)和瑞宁格尔(Renninger)的概念与框架,将兴趣定义为“一种参与一些特别主题、实践、想法的心理状态或经过一段时间再

次参与的心理倾向”,以情境触发兴趣、情境兴趣保持、个体兴趣出现、个体兴趣发展四个阶段划分兴趣发展过程^[15]。由于本研究主要基于单次大样本问卷调查的结果,不具备长期跟踪调查的条件,因此,本研究将希迪和瑞宁格尔四阶段中的兴趣保持和个体兴趣的出现归为一类,从而采用三阶段的分析框架。具体而言,情境触发兴趣指青少年科学营活动本身对参与学生科学兴趣的影响;情境兴趣保持指参与学生对自己未来文理分科、高考科目、大学专业选择的预期;个人兴趣发展主要指学生对未来职业的预期,具体如图1所示。

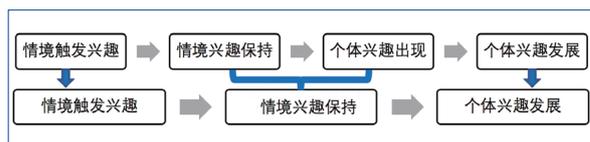


图1 兴趣研究模型

本研究采用问卷调研方法,以李克特五点式量表为主要结构,从情境触发兴趣、情境兴趣保持、个体兴趣发展3个维度,共设立了8个问题。在此基础上,进一步设计了两个与科学兴趣和职业愿景相关的开放性必答问题,具体维度参见表1。

表1 科学兴趣数据变量问题对应表

科学兴趣	对应问题
情境触发兴趣	SQ1: 科学营增加了我对科技的兴趣 SQ8: 在参加本次科学营前,你对科学技术有哪些印象?本次科学营活动是否改变了你对科学技术的看法?是否增加了你对科学技术的兴趣?
情境兴趣保持	SQ2: 我希望在高中文理分科时选择理科 SQ3: 我希望在高考时选择理科作为考试科目 SQ4: 我对于本次科学营相关的理工科专业有了进一步的了解 SQ5: 我希望在就读大学时选择理工科专业 SQ6: 如果可能,我愿意报考与本次科学营相关的专业 TQ1: 我了解到,有往届营员报考了与科学营内容相关的专业
个体兴趣发展	SQ7: 科学营改变了我对未来职业的设计 SQ9: 在参加科学营之前,你对未来的职业有哪些规划?本次科学营活动对你原来的职业规划是否有影响?你是否愿意尝试与科学技术相关的职业?

在问卷发放方面,本研究因各类条件具备,采用了遍历性调查的方式,向所有参与2019年青少年高校科学营的学生和带队教师发出问卷,共收回学生问卷9944份,回收率88.79%;共收

回教师问卷689份,回收率88.33%。参与调查的学生全部由高一年级(63.38%)与高二年级(36.62%)学生组成,分布于全国各地,来自30多个民族,其中男性稍多(58.41%),且一半以

上已就读理科 (57.58%)。总体来说, 本研究的数据具有较好的代表性。

2 青少年高校科学营对提高科学兴趣的作用

2.1 情境触发兴趣

对于问题 SQ1, 学生的整体评价比较高, 共有 95.10% 的学生认为青少年高校科学营对其科学兴趣产生了正向的提升作用, 其中 76.07% 的学生非常认同这一看法, 即活动能够作为触发的情境, 整体提高青少年对科学的兴趣, 具体如表 2 所示。

表 2 SQ1 回答分布

SQ1: 科学营增加了我对科技的兴趣	非常符合 /%	符合 /%	态度居中 /%	不符合 /%	非常不符合 /%
	76.07	19.03	4.12	0.58	0.20

由于参加青少年高校科学营的学生背景差异较大, 本文通过引入学生的性别、民族、地区、年级、参加类似主题科学营次数等人口统计学指标与学生科学兴趣感知问题进行交叉分析 (见表 3)。验证发现, 不同性别、民族、地区、年级、参加类似主题科学营次数对学生科学兴趣提高具有显著性差异。具体而言, 男生整体提升幅度高于女生; 汉族学生提升幅度显著高于少数民族学生; 来自内地 (大陆) 的学生提升幅度高于港澳台学生; 在东中西部地区学生中, 东部地区和中部地区学生科学兴趣的提升又高于西部地区

学生, 其中东部学生对科学兴趣的提升程度最高; 高二年级的兴趣提升程度略高于高一年级; 对参加类似主题科学营次数大于两次的学生的科学兴趣提升程度高于参与两次及以下的学生。从统计结果中可以看出, 即使是同一活动, 对不同群体的效用程度也有较大差异。

在文本问题中, 学生对 SQ8 问题的回答有利于进一步探索该活动对提高青少年科学兴趣的具体作用机制。在对 9 944 条回答进行了初步筛选后, 研究人员共提取出与科学兴趣主题

相关的 4 035 条回答。本文采用 Nvivo11 软件对相关文本数据进行质性分析, 词频共现 (见图 2) 发现, “科学技术” “生产力” “实验室” “机器人” “人工智能” 等词汇是学生在评述科学兴趣时所使用的高频词汇。

通过对文本开展进一步的探究, 本研究匹配出这些高频词的代表性回答。梳理之后发现, 该活动主要从科学的重要性、层次性、可接近性、趣味性四个方面向学生展示了科学技术的魅力, 从而提高了学生的科学兴趣。

重要性主要指学生在青少年高校科学营各类活动中因体会到了科学对于社会经济发展、

表 3 人口统计学指标 (SQ1 科学营增加了我对科技的兴趣)

指标	指标维度	非常符合 /%	比较符合 /%	居中 /%	不符合 /%	非常不符合 /%	卡方检验
性别	男	77.40	18.10	3.70	0.50	0.20	$p=0.003$
	女	74.20	20.30	4.70	0.70	0.20	
民族	汉族	76.60	18.50	4.10	0.60	0.10	$p=0.00$
	少数民族	72.00	22.80	4.30	0.40	0.60	
地区	内地 东部	81.60	15.20	2.50	0.60	0.20	$p=0.00$
	(大陆) 西部	74.50	21.40	3.50	0.40	0.20	
	中部	80.40	15.90	3.20	0.30	0.20	
	港澳台地区	45.40	35.40	16.20	2.60	0.40	
年级	高一	75.40	19.80	3.90	0.70	0.20	$p=0.014$
	高二	77.10	17.80	4.50	0.40	0.20	
参加类似主题科学营次数	零次	76.20	19.00	4.00	0.50	0.20	$p=0.032$
	一次	74.70	19.80	4.30	0.90	0.30	
	两次	75.60	18.80	5.30	0.30	0.00	
	三次及以上	80.90	12.00	4.90	1.10	1.10	



图2 SQ8 文本回答词频云图

综合国力提升、民众生活水平提升的重要作用，提高了其对科学的兴趣。各承办高校利用有自身特色的科技资源为参营学生开展类型丰富、主题多样的科普活动，学生通过对诸如青蒿素、人工智能、宇宙历史、地质变迁等各类科学主题的历史与未来，以及当下应用深入了解，切实感受到了科技对国家和个人的重要性。

层次性主要指对科学相关内容有了进一步了解，丰富了自身对于科学技术工作流程、产生过程的层次性认识，从而对科学产生了兴趣。青少年高校科学营的参营学生均处于高中阶段，集中的应试目的性学习使其对科学只有整体上的浅层认知程度，科学营通过类型多样的集中科普活动使学生在细致入微

的动手活动中深层次地了解探索，扩展了知识宽度，增加了对科学的兴趣。

可接近性主要指通过走进科学，使得学生对于自身与科学技术、科学研究工作的距离感降低甚至消失，从而激发他们的科学兴趣。科学营活动改变了较大一部分学生对于科学“高高在上”的距离感，通过走进实验室、与科学家面对面等活动体会到科学的“平易近人”之处，产生进一步学习了解的想法和信心。

趣味性指学生因参加该活动体会到了科学研究和科学发现的趣味性，从而提升了科学兴趣。学生在科学营种类多样的科普活动中了解到科学技术的产生过程、应用实践，科学知识“走出”课本，用生动具象的方式与学生接触。趣味极强的探索学习过程使学生感受到科学的魅力，对科学的认知从“晦涩难懂”转变到“生动有趣”，对科学的兴趣进一步增加。

2.2 情境兴趣保持

在本次调查中，我们将学生对高中文理科的选择倾向、高考科目选择倾向以及大学专业选择倾向界定为科学营对其科学兴趣保持方面的影响。基于学生的SQ2、SQ3、SQ4、SQ5、SQ6问题和教师问卷中的TQ1共6个问题的回答考察情境兴趣保持（见表4）。

表4 人口统计学指标（情境兴趣的保持）

问题	对象群体（文理科）	非常符合/%	符合/%	态度居中/%	不符合/%	非常不符合/%
SQ2	未来会进行文理分科学生	72.82	14.49	8.33	2.18	2.18
SQ3	高中阶段不进行文理分科学生	68.58	16.47	10.60	2.46	1.88
	所有学生	69.17	23.23	6.16	0.87	0.57
	高中阶段不进行文理分科学生	70.11	22.42	5.99	0.90	0.58
SQ4	未来会进行文理分科学生	68.89	24.33	5.12	1.15	0.51
($p=0.00$)	已就读理科学生	71.22	22.98	4.99	0.65	0.16
	已就读文科学生	53.35	26.22	15.21	2.04	3.18
SQ5	所有学生	63.41	18.15	12.65	2.89	2.90
SQ6	所有学生	55.09	22.26	17.69	2.98	2.00
TQ1	所有教师	57.85	20.78	17.30	2.76	1.31

青少年高校科学营参营主要面向高一与高二年级的学生。虽然各地的高考制度和文理科分科状况存在差异，但概括来讲主要有

文理分科和文理不分科自选科目参加高考两个大类。青少年高校科学营调查问卷中将变量“文理科”具体划分为“高中阶段不进行

文理分科”“未来会进行文理分科”“已就读理科”“已就读文科”四个类别。

在文理分科意愿 (SQ2) 方面, 还未进行文理未分科但将来会进行文理分科的学生中, 有 87.31% 的学生表示会在文理分科中选择理科, 72.82% 的学生意愿较为强烈。在高考科目选择 (SQ3) 方面, 高中阶段不进行文理分科的学生中有 85.05% 的学生愿意在高考时选择理科作为其考试科目, 68.58% 的学生意愿较为强烈。

在专业了解 (SQ4) 方面, 有 92.40% 的学生认为该活动让他们对一些理工科专业有了更多的了解, 69.17% 的学生非常认同。但学科背景对于这一问题的回答有显著的影响, 通过卡方分析发现, 文理分科背景对于学生理解理工科专业有显著性差异 ($p < 0.01$), 由于缺乏相关理科背景知识, 文科学生对理工科专业的认可度虽然也达到了 79.57%, 但相比于其他三组学生 92.00% 以上的认可程度, 文科学生表现出了较为明显的差异性。该活动在加强学生对理工科专业理解程度方面, 对于理科生和不分文理的学生群体的作用更

加明显。

在大学专业选择意愿 (SQ5) 方面, 参加该活动的学生中有 81.56% 的学生愿意选读理工科专业, 其中, 63.41% 的学生意愿较为强烈。

由于青少年高校科学营涉及 68 个营地, 每个营地都设有不同的主题, 甚至一个营地还会根据情况再细分为若干个方向, 因此, 学生在参加该活动期间对某一个学科大类通常都有更加深入的认识。在是否愿意报考与本次科学营相关的专业 (SQ6) 的回答中, 77.35% 的学生表示愿意在大学的專業选择中报考与该次活动相关的专业, 55.09% 的学生意愿强烈。

因调查方法的局限, 本研究很难进行长时间的纵向跟踪调研。该活动还配备了大量的带队教师, 他们大多数是当地中学教师, 能够了解往年参加该活动的学生的最终报考情况, 因此, 本研究通过带队教师对往届营员报考情况进行了解, 能够在一定程度上弥补纵向研究的缺失。调查发现 (TQ1), 78.63% 的带队教师了解到往届营员有报考与

表 5 SQ7 回答分布

SQ7: 科学营改变了我对未来职业的理想	非常符合 / %	符合 / %	态度居中 / %	不符合 / %	非常不符合 / %
	57.24	22.76	15.26	2.84	1.91

科学营内容相关专业的情况。也就是说, 该活动对学生未来的专业选择不仅具有倾向性的影响, 而且可能产生实质性的效果。

2.3 个人兴趣发展

在个人兴趣发展方面, 本研究主要关注学生较为长远的以科学为职业的意愿。如表 5 所示, 80.00% 的学生表示青少年高校科学营改变了他们关于职业的理想。

在对 SQ9 (在参加科学营之前, 你对未来的职业有哪些规划? 本次科学营活动对你原来的职业规划是否有影响? 你是否愿意尝试与科学技术相关的职业?) 问题的回答中可以



图 3 SQ9 文本回答词频云图

发现,大多数学生都表示科学营活动对其从事科学职业倾向有较为正面的影响。在对文本回答进行筛选之后,剩下9472条与学生职业转变相关的文本信息,用Nvivo11软件对这些信息进行分析,得到词云图(如图3所示),其中“科学技术”“计算机”“工程师”“理工科”“人工智能”“物理学”“自动化”等词语出现频率较高。

进一步对学生的回答进行梳理后发现,青少年科学营对学生科学职业选择倾向的影响主要有明确、强化、改变、建立、加深印象5种影响方式。

其一,在明确职业规划方面,主要指学生之前只有一个模糊的科学技术相关职业倾向,但该活动使得学生对其中的某个科学技术领域产生兴趣并激发了较为具体的职业预期,如已有从事科研工作职业规划的学生在科学营的活动中明确自己具体想要研究的方向,对于某一领域的模糊概念进一步明晰,或在科学营活动中接触到其他更多的科学技术相关学科和专业,从事科学技术职业的具体领域发生了改变,如从计算机转向化学,从土木工程转向生物学,从医学转向其他科学学科等。

其二,在强化职业选择的方面,主要指学生在参与科学营之前已存在从事科学技术相关职业的规划,但青少年科学营活动为其更详细地介绍了相关学科,促使其进一步强化了原来的职业倾向。在科学营的各类实践探索活动中,学生们对相关科学领域的应用场景、研究情景进一步了解,已有相关职业倾向的学生强化了自己从事该领域科学研究相关工作的意愿。

其三,在改变职业规划方面,主要指学生在参加该活动之前已有与科学技术无关领域的明确规划,但参加了科学营活动后,进一步了解到科学技术的发展现状及其对于个人发展和社会发展不可或缺的作用,从而表

达出愿意在未来从事科学技术相关职业或进入科研领域工作的职业倾向,其改变主要是从文学、政治、艺术、经管等人文社科领域转向科学技术相关领域。

其四,在建立职业规划方面,主要指学生在参加科学营之前没有明确的职业规划,通过参与各类活动,逐步对某一科学技术领域产生兴趣,并将其纳入自己未来从业选择方向中,使部分仍没有规划的学生在对各个科学学科的认识深化中对科学技术类相关职业产生兴趣。

其五,在加强印象方面,主要指学生在参加该活动之前没有从事科学技术职业的相关规划,参加之后还是没有明确的职业倾向,但对与科学技术相关的学科有了进一步的了解,开阔了科学视野,增长了见识,学生表达出在条件适合的情况下愿意从事相关职业的愿景。

综合各类影响机制可以发现,青少年高校科学营活动能够通过明确、强化、改变、建立、加深印象等方式在一定程度上影响青少年对未来职业的规划,有利于个人兴趣发展。

3 科学共同体情境下的科学传播与面向青少年的科学传播目的

对于被传播的科学,“传播连续区”模型将其大体分为4种类型,分别是内行专家层面的传播(intraspecialist level)、专家间的传播(interspecialist level)、教育层面的传播(pedagogic level)、科普层面的传播(popular level)^[16]。其中,内行专家层面的传播和专家间的传播可以归结为科学共同体情境下的科学传播,教育层面的传播和科普层面的传播属于科学共同体情境外的传播。

对于青少年来说,他们接触到的基本是科学共同体情境外的传播,尤其对于学业繁重的高中生,他们接受的科学传播主要来自课本,

也就是教育层面的传播。教育层面的传播展示的一般是已经发展完全的理论体系^[16]，课本上的科学是去掉了不确定性的、争议性的、细节已经“黑箱化”的、内部一致的、历史中的理论科学，而不是一个处于变化中的、正在和当代社会相互作用的科学。

对于青少年群体来说，开展科学传播的目的不仅仅是提高他们的科学素养，更重要的是提高他们对科学的兴趣，吸引他们选择科学作为学习的专业和职业，进入科学共同体情境。但教育层面的科学传播展示的更多的是远离日常生活和当代科学研究、“黑箱化”的理论科学，虽然有利于帮助学生打下坚实的基础，但不利于缩小青少年与科学之间的距离感，不利于激发青少年对科学的兴趣。

青少年高校科学营之所以能够在一定程度上激发青少年对科学的兴趣，主要是它将青少年引入了大学和科研院所等真正进行科学研究的情境，开展的是科学共同体情境下的科学传播。一方面，科研人员能够通过更具体和更鲜活的案例将科学与当代社会联系起来，帮助青少年了解科学对于社会发展和日常生活的重要作用，从而减少青少年与科学之间的距离感，激发他们的兴趣，如“教授讲座时提到了青蒿素的问题，我国原来一直是青蒿素生产的大国，而美国发明了突破性技术，将我国完全反超，我更加意识到科技的力量”。另一方面，科学共同体情境为青少年提供了一个亲身接触当代科学的机会，有利于减少距离感，提高趣味性，激发其对科学的兴趣，如“这次科学营，让我也能进入实验室，动手做实验，它确实让我知道科学活动也是‘平易近人’的，这的确增加了我对科学技术的兴趣”，又如“本次的酵母对

不同植物叶片中糖类发酵差异探究，激起了我对生物领域的兴趣”。

综上所述，面向青少年的科学传播具有吸引青少年进入科学共同体的特殊目的，因此，有必要开展科学共同体情境下的科学传播，以激发青少年对科学的兴趣。

4 结语

本文通过对青少年高校科学营活动对学生科学兴趣的影响情况进行调研发现，该活动能够在情境中触发学生的科学兴趣，主要从科学的重要性、层次性、可接近性、趣味性4个方面吸引学生对科学的关注；能够在学生未来的文理分科、大学专业选择等方面的科学兴趣保持中提高学生继续学习理工科的倾向性；能够通过明确、强化、改变、建立、加深印象5种主要方式对学生选择科学类职业的倾向性产生一定积极作用。但由于参营学生在性别、民族、地区、年级等人口统计学背景方面存在差异，所以该活动对不同类型青少年的科学兴趣影响程度也存在差异。在科学传播活动中，对于不同的青少年群体，应该针对其各自的特点与状态，采用更有针对性的方式提高其科学兴趣。

此外，面向青少年的科学传播应更加重视科学共同体情境下的科学传播，减少青少年与科学之间的距离，激发其对科学的兴趣。高校与科研院所是真正能够进行科学研究的机构，他们所开展的科学共同体情境下的科学传播是科普场馆和中学课堂教学所不能替代的一种科学传播方式，对于激发青少年科学兴趣具有一定的作用。因此，应当进一步推进科技资源科普化，从而为更多的青少年提供接触科学共同体情境的机会。

参考文献

- [1] Maltese A V, Tai R H. Eyeballs in the Fridge: Sources of Early Interest in Science[J]. International Journal of Science Education, 2010, 32(5): 669-685.
- [2] Lacey T A, Benjamin W. Occupational Employment Projections to 2018[J]. Monthly Labor Review, 2009 (11) : 82-123.
- [3] Krapp A. Interest and Human Development during Adolescence: An Educational-Psychological Approach[J]. Motivational Psychology of Human Development, 2000: 109-128.
- [4] Falk J H, Dierking L D, Swanger L P, et al. Correlating Science Center Use with Adult Science Literacy: An International, Cross-Institutional Study[J]. Science Communication, 2016, 100: 849-876.
- [5] Xu J, Coats L T, Davidson M L, et al. Promoting Student Interest in Science the Perspectives of Exemplary African American Teachers[J]. American Educational Research Journal, 2012, 49(1): 124-154.
- [6] Bulunuz M, Jarrett O S. Developing an Interest in Science: Background Experiences of Preservice Elementary Teachers[J]. International Journal of Environmental & Science Education, 2010, 5(1): 65-84.
- [7] Gilbert, John K. Learning Science in Informal Environments: People, Places, Pursuits[J]. International Journal of Science Education, 2010, 32(3): 421-425.
- [8] Markowitz D. Evaluation of the Long-Term Impact of a University High School Summer Science Program on Students' Interest and Perceived Abilities in Science[J]. Journal of Science Education and Technology, 2004, 13(3): 395-407.
- [9] Atwater M M, Colson J J, Simpson R D. Influences of a University Summer Residential Program on High School Students' Commitment to the Sciences and Higher Education[J]. Journal of Women and Minorities in Science and Engineering, 1999, 5(2): 155-173.
- [10] Gibson H L, Chase C. Longitudinal Impact of an Inquiry-Based Science Program on Middle School Students' Attitudes toward Science[J]. Science Education, 2002, 86(5): 693-705.
- [11] Heck K E, Carlos R M, Barnett S C, et al. 4-H Participation and Science Interest in Youth[J]. Journal of Extension, 2012, 50(2): 14.
- [12] 潘昆峰, 刘佳辰, 何章立. 新高考改革下高中生选考的“理科萎缩”现象探究 [J]. 中国教育学刊, 2017(8): 39-44.
- [13] 张娟瑾. 青少年高校科学营发展现状与未来展望 [J]. 沈阳师范大学学报(社会科学版), 2018(5): 135-139.
- [14] 约翰·H. 福尔克, 科特·帕蒂森, 大卫·麦耶, 等. 科学资源对公众科学兴趣的贡献(上) [J]. 杨玉娟, 译. 自然科学博物馆研究, 2019(3): 78-85.
- [15] Hidi S, Renninger K A. The Four-phase Model of Interest Development[J]. Educational Psychologist[J], 2006(2): 111-127.
- [16] Bucchi M. Of Deficits, Deviations and Dialogues: Theories of Public Communication of Science[M]//Bucchi M, Trench B. Handbook of Public Communication of Science and Technology. New York: Routledge, 2008: 57-76.

(编辑 张英姿)