

# 科普期刊助力科学教育类课后服务新实践

## ——以《科学大众》为例

葛璟璐 吕朝琪 陈建祥

江苏省科学传播中心, 210009, 南京

**摘要** 教育部等 18 部门联合发文,对加强新时代中小学科学教育工作提出了指导意见,要求将科学教育作为课后服务最基本的、必备的项目。本文从《科学大众》“盘活存量、打造品牌、研发课程、虚拟展馆”四位一体课后服务实践案例出发,探索科普期刊“进校园”助力社会大课堂形成的有效途径。

**关键词** 科普期刊;《科学大众》;双减课后服务;科技社团;期刊运营与传播

**Popular science journals help after-school services in science education: taking *Popular Science* as an example**//GE Jinglu, LYU Chaoqi, CHEN Jianxiang

**Abstract** The Ministry of Education, along with 17 other departments, has recently issued a document that provides guidance on enhancing science education in primary and secondary schools in the new era, and stated that science education is a basic and necessary obligation among after-school services. This article described the practice of the four-in-one after-school service of *Popular Science*, the revitalization of existing resources, the cultivation of distinctive brands, the development of tailored courses, and the creation of virtual exhibitions, to explore effective strategies for science popular journals to establish a dynamic social mega-classroom by engaging with educational institutions

**Keywords** science popularization journal; *Popular Science*; after-school services with dual reductions; science and technology clubs; journal operation and communication

**Authors' address** Jiangsu Science Communication Center, 210009, Nanjing, China

**DOI**:10.16811/j.cnki.1001-4314.2024.01.015

教育部等 18 部门发布《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》是深入贯彻落实习近平总书记重要讲话精神,着力在教育“双减”中做好科学教育加法,一体化推进教育、科技、人才高质量发展而提出的意见。意见指出,在青少年群体中持续、广泛、创新开展形式多样的科普活动,吸引、启迪、培育有兴趣的孩子积极主动参与科学实践探索,是提高全民科学素质、实施人才强国战略、加强科技创新的有效途径。而科普期刊是科技期刊中市场化程度最高的期刊类别,也是我国的主流科普阵地之一,是组织开展科普活动的有效内容载体。在经济社会高质量发展的新时代,面对全民科学素质提升新要求和媒体融合大势,科普期刊对社会公众仍具有独特的科普价值<sup>[1]</sup>。随着党中

央、国务院《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》部署要求,科普期刊进校园迎来了前所未有的大好机遇。如何响应国家战略发展要求及媒介技术迭代所需,探寻一条适合自身期刊的创新发展之路成为期刊人颇为关心的重要问题<sup>[2]</sup>。

“双减”政策出台 2 年来,科学教育得到了空前的重视,社会各界面向青少年群体开展了丰富多彩的科学普及工作,起到积极的作用,但同时还存在一些不足。笔者通过对江苏省 100 余所学校的调研发现,学校普遍存在科普资源匮乏、活动良莠不齐、“双减”课堂科学含量不足、信息技术应用缺失等问题。科普期刊进校园开展“双减”服务,尽管在实施过程中会受到政策、经费、人员、内容等多重因素影响,但是能广泛参与中小学的科普类课后服务一定是未来科普期刊占领市场的重要指标。作为 2019 年成功入选“中国科技期刊卓越行动计划”5 种科普期刊之一的《科学大众》,与时俱进,守正创新,紧抓国家、省级层面政策红利,坚守“科普期刊是普及科学知识、交流科学信息、推广科技应用、倡导科学方法、弘扬科学精神的主要传播载体之一<sup>[3]</sup>”,贯彻落实党的二十大报告精神,充分发挥科普期刊的社会效益,围绕校园科普阵地建设展开设计,针对学校科学类“双减”服务难点,探索出了一条发挥“社会大课堂”作用的有效路径。

### 1 盘活期刊存量,建设融媒体中心

科普资源是科普工作的基础和工具,也是科普能力的载体。伴随着我国公民科学素质建设的不断推进,怎样提高科普资源的利用效率,怎样开发出更多优质并具有原创 IP 的科普资源,在科普信息化推进过程中怎样实现“互联网+”科普,使科普资源真正服务于公众,特别是对青少年群体起到实效,是提振科普事业发展的基本保障,是提升我国公民科学知识水平的有效举措。新媒体以其高效的传播、超强的互动、广域的受众以及便捷的获取成为出版界内容传播开拓发展的不二之选。其表现形式丰富多彩,给受众带来传统期刊无法比拟的便捷与感官冲击<sup>[4]</sup>。对于任何一家科

普期刊出版单位而言,个体科普资源量比较有限,在融媒体时代大发展的当下,原有传统科普内容亟待蜕变。《科学大众》敏锐地抓住了一次重大机遇。2017年,为推动江苏科普工作的创新发展和公民科学素质的有效提升,江苏省科协深入探索政府和社会资本合作模式,联合市场主体持续打造“门户网站+手机App+信息科普大屏+微信”四位一体江苏“科普云”信息服务系统。在项目立项之初,《科学大众》就打破传统出版思路,成立数字出版部,主动参与项目组织实施建设,率先提出“内容为王、精准分类”的科普资源开发建设思路,成功入选科普资源牵头实施单位。为丰富科普资源内容,创新科普工作形式,提高科普资源的综合质量,《科学大众》建立了以市场为导向、以需求为目标、与各类科普资源商合作的科普资源开发体系。通过科普资源研发机制、采购机制、发布机制和资源评估反馈办法,逐步形成了以《科学大众》《江苏科技报》《今日科学》为核心层,江苏省科协直属事业单位、江苏省级学会和江苏省内高校院所科普资源为紧密层,国内科普资源研发生产出版单位(包括科普作家、科普博主等)优选内容为外延层的科普研发矩阵。6年来,通过该项目在江苏地区的成功落地,《科学大众》也同步建成自有融媒体中心;截至2023年9月,科普资源总量达到了9.5TB,其中原创内容超过3.8TB、视频4077个、图片3635篇、电子书541部、音频182个。

### 1.1 创新体制机制,资源共建共享

科普期刊参与科普资源共建共享,旨在使科普期刊社会效益最大化,从长远看,也有利于科普期刊取得更好的经济效益<sup>[5]</sup>。作为科普云服务系统资源开发主体单位,《科学大众》拥有大批科普内容,且利用该项目的开展重点打造了一批优质科普资源,树立了科普品牌,充实了融媒体中心资源库。与苏州梦想人科技有限公司、上海视辰科技有限公司开展合作、推出的4D版本的《科学大众·小诺贝尔》(低年级版、中高年级版),运用增强现实技术将纸质图书转化为可以4D互动体验的图书,是一种体验更真实更生动、信息更全面的数字读物。与荔枝台合作打造《格雷斯童话》精品栏目,深受广大家长和读者欢迎。与江苏凤凰电子音像出版社合作,将杂志漫画改编成3min原创科普动画——《小诺爱科学》,它以科学小精灵小诺和呆萌可爱并好学的小女孩小璐为主角,通过2人的见闻,将生活中遇到的一些科学现象用浅显易懂的语言、科学准确的图解介绍给观众;其内容涵盖物理、化学、生物、天文、地理等学科的科学常识,特别适用于社区居民家庭和学校进行科普宣传;其动画作品也成功列入国家出版基金扶持项目。同时,《科学大众》依靠江苏省科

协直属事业单位和省级学会整合资源、建设内容库,科普内容覆盖物理、化学、生物、天文、地理、消防、环保、应急避险、健康养生等等,并与各单位签订长期合作协议,在整合存量科普资源的基础上,实时补充融媒体中心资源库内容。

### 1.2 定位定岗定责,精准精确精细

在建设融媒体中心的过程中,《科学大众》向全社会广泛征集科普内容或产品,通过在全网发布《科学大众杂志社有偿征集科普资源通告》,吸引了国内外30余家单位报名,包括百度、腾讯、果壳网、Discovery、江苏凤凰传媒集团、北京科技报社等,极大丰富了科普资源库,真正实现了数据“数量高”的特征,同时在全社会形成了大科普效应。在资源编校方面,《科学大众》邀请了中国科学院方成院士、中国工程院贡德院士为首的科学家、资深科普专家30余人分别组成科普资源编审委员会、专家指导委员会,对开发的科普资源的科学性、学术性进行把关。依托《科学大众》《江苏科技报》和江苏科普影视中心高端人才资源打造优质科普资讯,责任编辑严格通过三审三校制度发布科普资源。新媒体当中包含着许多的内容,通过网络技术,将微博、微信等众多社交软件变成了人们最重要的沟通载体;这些沟通载体非常受欢迎,将人们的生活方式、工作方式、学习方式等各方面都进行了改变,并促进信息传播有更好的发展<sup>[6]</sup>。

### 1.3 聚焦移动终端,加快落地推广

《科学大众》始终坚持“内容为王”,不断提升优质科普内容资源创作和传播能力,加大科普资源集成、开发和配送力度。作为《科学大众》的主办单位,江苏省科学传播中心已成为中国科协科普中国落地应用的首批签约单位。融媒体中心的科普资源通过网盘、U盘等媒体传输,无偿提供给苏州、镇江、常州、宿迁等多地开展科普宣传工作,每年组织超过20场专题推广活动,特别是针对基层科普信息员、科普志愿者进行资源使用宣讲。《科学大众》持续开展专家人才库队伍建设,建立科普新媒体策划、采编队伍,熟悉运用新媒体工具及平台技术人员队伍以及新媒体市场运营人员队伍,盘活存量资源,完成了融媒体数据库的初期建设工作,探索出了一条“理论+运用”的成功道路。

## 2 提升政治站位,唱响主旋律品牌

针对校园科学“双减”服务活动品牌良莠不齐的痛点,自2022年9月起,《科学大众》紧贴时代科普热点,结合线上线下平台,开展了多样的科学家精神系列活动。习近平总书记指出,科学家精神是科技工作者在长期科学实践中积累的宝贵精神财富。根据《关于

加强新时代中小学科学教育工作的意见》要求,中国科协、教育部决定共同实施科学家(精神)进校园行动,旨在大力弘扬科学精神和科学家精神,将价值引领融入立德树人全过程,用新时代科学家精神铸魂育人。长期以来,两院院士怀着强烈的爱国热情和神圣的历史使命,以求真的科学精神和精深的学术造诣,奋战在科学探索与技术变革的最前沿,为中国科技事业的发展作出了彪炳史册的重大贡献,是国家的财富、人民的骄傲、民族的光荣<sup>[7]</sup>。杂志开展了童心筑梦科学家精神传播、科学家精神主题巡展等系列活动;通过校园巡展、校园文化墙、主题挂图、课后服务课程及专题科普活动等多种形式,引导广大中小學生走近科学家,了解科学家精神,增强科学探索的好奇心,真正崇尚科学、热爱科学,立志为党成才、为国奉献。

### 2.1 特色品牌活动引领

为了大力弘扬科学家精神,在全社会形成尊重知识、崇尚创新、尊重人才、热爱科学、献身科学的浓厚氛围<sup>[8]</sup>,《科学大众》积极开展“大手拉小手共话强国梦”科学家精神传播活动。活动邀请两院院士、知名科学家走进中小学校,围绕新时代科学家精神、科技创新、科学探索、学习与成长等主题,与广大青少年开展对话分享。2年来,超过6位院士、17位科学家参与活动,院士专家向青少年学生分享了自己的科研故事、成长经历,为线上线下的观众带来了科学家精神的“豪华大餐”;活动通过科普中国、人民网、荔枝新闻等平台在线直播,超过300万人次观看。

### 2.2 专业展览资源支撑

《科学大众》在江苏省科学教育综合示范学校、科普教育基地、新时代文明实践中心等场所举办科学家精神巡展,大力弘扬爱国、创新、求实、奉献、协同、育人的科学家精神;发挥科学家精神教育基地作用,组织青少年进行现场学习;发挥科技创新“国家队”作用,组织参观高校科研院所实验室。展览围绕“众心向党自立自强——中国共产党领导下的科学家”主题,以中国共产党的坚强领导和伟大指引为主线,以科学家精神内涵为框架,立体呈现了百年来在党的坚强领导下,科技工作者投身科学救国,科技报国、兴国、强国伟大事业的感人故事,如中国科协及中国科学院、中国工程院成立的故事,科学家们50年代归国潮,“两弹一星”,“西迁”等故事,并充分结合了当下科技发展进程中的实事,如北斗团队“上九天揽月”、钟南山院士及医药科研工作者抗击疫情等。

### 2.3 校园主题课程建设

《科学大众》在江苏省中小学校打造“科学家精神”专栏,提供优质数字资源,运用“互联网+”思维为

中小学校提供了“科学家精神”电子宣传栏。2023年9月,《科学大众》推出首批“科学家精神”系列挂图(电子版)供全省中小学校下载使用,挂图适合小学、中学及科普教育基地等多场景展示,起到了很好的教育、科普作用。针对小学高年级、初中学生开展的科学家精神课后服务课程,共计12课时,配合有大科学装置搭建、科学家故事分享、科学家精神实践基地现场教学等内容,满足完整学期的课后服务。《科学大众》计划在2023—2024学年向全省10所中小学校投放200套课程资源包,开展“科学家精神”系列课程试点,通过讲好科学家的故事,用科学家精神涵养广大青少年的家国情怀<sup>[9]</sup>。

## 3 研发原创课程,实践双循环模式

2019年教育部发布的《关于加强和改进中小学实验教学的意见》提出,实验教学是国家课程方案和课程标准规定的重要教学内容,是培养创新人才的重要途径。科学实验课是培养孩子们科学思维、探索未知兴趣和创新意识的有效方式。近年来,随着信息技术、新传播手段的运用,科普从“单向传播”变为“双向互动”,从“提供—参加”变为“点菜—下单”,科普期刊进校园的丰富多彩活动受到学校师生的喜爱。学校在开展“双减”服务中,优先喜欢选择科学类课程,但是社会层面参与校园课后服务的单位专业性、科学性高低不一。《科学大众》围绕课后服务实践,设计开发了原创的“金钥匙科学工坊”。在科学类课后服务课程设计上,《科学大众》遵循国际化的“STEM+”的教学理念和基本方法,构建了符合不同年龄段、地区差异的学生特点的课程体系,不仅包括项目式的任务驱动学习,更包括特色的主题拓展式学习。由此促进社会资源和科技资源向实验教学转化,搭建社会资源服务中小科学教育的大舞台,为科技界服务青少年科技创新人才培养提供平台<sup>[10]</sup>。

### 3.1 打造“有趣的”科学课堂

科学与教育密不可分,科学实验是培育小学生形成良好科学意识、树立科学学习态度、涵养科学精神的重要手段和有效路径<sup>[11]</sup>。《科学大众》开发的科学课堂以科普科幻创意创想、STEM研究性学习、校园智力竞技对抗为主题。基于国家级高新技术研究机构、教育系统、高校、省级学会、专业场馆等单位的技术支持、优质课程资源,《科学大众》整合学校与前沿科技的基础应用,为学校提供了跨界融合“STEM+”的主题课程;协助教师进行国家课程的校本化实施,同时与学校共建适合校情的校本化特色课程,满足学校1+X的实际需求。《科学大众》提供的科普资源包针对一至

九年级未成年人科学学习目标,主动对接教育部门、中小学校和一线科学教师需求,围绕科普科幻、航空航天、双碳、节能环保等主题,目前已开发分别适合小学低、中、高年级的3个主题课程,单个课程不低于15课时。课程设计的实践时长远远超过《科学》课程目标,让学生通过项目化主题协作学习方式,以目标任务为引领,带着问题学,而且课程强调团结协作与动手实践。

### 3.2 强化“实用性”互动设计

在我国课堂教学中,大部分教师仍然以传授科学知识为主,重理论、轻实践,缺少对学生科学方法的训练和科学思维的培养<sup>[12]</sup>。《科学大众》在设计课程时,将经典科技竞赛赛题转化成普适性项目化学习课程,整合阅读、观察、设计、实践、评价、协作等多种学习方式,重视课程育人,关注认知能力、科学观念、态度责任发展,基于零起点开展任务设计,由易到难、层层递进,搭建学习进阶,关注思维发展。《科学大众》着重突出实用性,以提高学校、学生的实践兴趣,特别是将《科学大众》组织青少年参加科技竞赛的优势发挥出来。例如,为低年级学生开发的《你好!海洋》《探索月球》《全能护林员》《点点游记》《嗨!机器人》5个单元科幻画创作学习,延伸引导学生参与江苏省中小學生金钥匙科技竞赛低幼年龄科幻画竞赛;而中高年级分别以《科技工坊》《研究性学习》开设了8个单元的模式建构学习,引导学生自主获得知识与信息,延伸引导学生参与江苏省“校园之间”智力竞技对抗活动。由此真正实现了课程即竞赛活动指导,学习即竞赛活动参与,作业即竞赛活动作品的闭环实践;这种方式采用一定外部刺激手段,增加学习意义,链接竞赛,受到了江苏省内投放学校的一致好评。

### 3.3 建设“好用的”配套工具

在教育信息化营造的新文化形态下,探索教学方式创生与超越的趋向,是我们自觉思考、亟须回答的问题<sup>[13]</sup>。因此,《科学大众》配合课程的开发还搭建了教学网站,符合学生实践学习的规律,改变单纯读本教学,突破传统听、看学习效果,培养目标发生变化,运用新技术进行转型升级,将教学方式进行了变革,突出探究实践与综合性,不再是知识记忆,更多强调科学思维,发展情感态度与价值观。教学网站将教学资料、课程检索、教学心得等内容进行实时在线分享。科普资源包有完整的学生手册、教师教学大纲及教学课件(包括但不限于PPT、动画等)。《科学大众》提供相应的科普课程视频资源,特别是邀请省内知名科学、信息学科特级教师参与课程编制与配套课程视频录制,单个视频时长3~5 min,总量不低于300 min,数量不少

于60个,真正实现了“双师课堂”,有效缓解了江苏地区苏南苏北教育资源差异问题。课程还配套了器材套盒,每年为江苏省中小学校提供不少于800套配套器材(每套器材不少于4个主题、20组配件);在配送方面,向苏北地区特别是苏北农村地区倾斜,使得资源较为薄弱的县区的青少年学生坐在教室里就可以享受到一线教学资源,推动了教育均衡化发展。

## 4 虚拟线上展馆,创造数字化全景

在互联网、大数据时代背景下,传播渠道呈现出多样化、便捷化的发展态势,受众能够随时随地接收信息,这就造成传统媒体呈现信息的方式已经无法满足新媒体时代信息传播的需求<sup>[14]</sup>。随着现代科学技术的发展,展览馆的展览展示手段也在不断丰富,科普公众产品的服务属性正逐步得到体现。虚拟馆建设可以帮助用户更好地利用新技术,更便捷、更有效地获取科普信息服务。近年来,国家出台的系列科普规划和政策措施都以强化使命导向为前提,新时代科普工作的使命与建设科技强国的使命高度契合<sup>[15]</sup>。为推动科普形式创新,突出新技术社会实践,《科学大众》承建的“江苏网上科普馆”(www.jskp.cn)于2020年5月正式上线,有效服务校园教学资源。

### 4.1 新技术提升科普实践能力

国内领先的全虚拟网络科普馆的展览面积同比实体馆达到了10 500 m<sup>2</sup>。展馆以新媒体平台为依托,运用全景观展技术,采取多媒体互动叠加图文、音视频、3DMax等形式,720°全景展示展览现场,生动再现展览全貌。展馆拥有全景浏览、VR浏览、场景和热点切换、沙盘导航、分享及留言等多种功能,同时还拥有视频、图片、音频及外链等展示方式,以及独立开发包括蛟龙号在内的6个3DMax模型。观众可通过电脑或手机访问网上科普馆,详细了解展览内容,获得全方位、沉浸式、交互性的观展体验,身临其境感受科技工作者的魅力。展馆开发应用数字信息技术打造的网络虚拟现实空间,让跨地区、跨时区的展示、交流成为现实,填补了江苏省科学文化传播领域虚拟场馆的空白。

### 4.2 好内容充实科普服务产品

从科普类有声产品的意义、特点及现状出发,出版机构可借助“众筹思维”实现用户深度参与以了解用户需求<sup>[16]</sup>,不断积累资源形成合力,主动以优质内容充实产品。网上科普馆重点宣传展示了江苏科普成果、科技人物、科技成就,为公众提供了具有科学性、知识性、趣味性、互动性的科普文化服务。现有展厅包括科技创新厅、百年回望厅、科普资源厅、科技英才厅、数字科技馆、青少年科创教育成果厅、碳达峰碳中和展厅

和临展厅。临展厅主要有“野生动物保护展”“科普教育基地展”“党领导下的科学家主题展”等内容。此外,科技创新厅重点展示2019年以来国家科技奖、江苏科技奖获奖的代表江苏年度科技成就的成果、团队和人物;科普资源厅展示了江苏全民科学素质行动计划取得的成果,包括科技志愿服务、首席科普传播专家、获奖科普作品、科普资源建设、科普载体建设、新时代文明实践中心建设等内容;科技英才厅展示了江苏地区服务科技工作者方面的工作,包括院士风采、人才托举、人才服务、表彰奖励等方面的成果。

#### 4.3 强互动扩大科普社会效益

进一步加大网络优质科普资源供给,丰富科普作品的形态和传播渠道,将有效帮助公众在深度体验和互动中持续提升自身科学素质<sup>[17]</sup>。科普馆上线3年来,在一期的基础上陆续新增了“百年回望——党领导下的中国科学家”“碳达峰碳中和”、江苏科技创新成果等多个主题展览。共展出600多个宣传展面、346个视频、33个音频、1247张图片、823个热点。上线至今,网上科普馆累计总浏览量突破225.54万次。该项目入选了2020年中国科协“全国科技工作者日”优秀网络特别活动。江苏省各地科协、教育系统充分利用馆内资源开展了很多科普活动,受到公众好评。特别是“青少年科创教育成果展”结合线下首届江苏省青少年科创教育成果展览活动,充分反映了江苏近年来在青少年科技教育方面的工作成效,宣传展示了我省在以科学教育综合示范学校、科普教育基地、科学家精神教育基地等为代表的阵地建设,以青少年科技创新大赛、中小学生金钥匙科技竞赛、青少年科技模型大赛、中小学信息技术创新与实践大赛等为代表的品牌科技活动,以青少年科技创新培源奖、中学生英才计划、创新后备人才培养计划等为代表的青少年科创人才培育行动上取得的丰硕成果。

#### 5 结束语

笔者认为,科普期刊迎来了最好的发展时期,一定要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,以社会主义核心价值观为引领,以人民为中心,深入研究新形势下出版单位应担负的文化责任与社会责任<sup>[18]</sup>,以高质量科普助力科技自立自强。期刊出版单位应统筹利用社会优质科学教育资源,通过科普讲座、科学实验、科技创作、创客活动、研学实践等方式不断创新活动内容,引导支持有兴趣的学生长期、深入、系统地开展科学探究与实验;应依托丰富的内容资源,大力实施技术创新和运营模式创新,不断提高传统出版业的生产能力和供给能力,推动产业结构调整,真正实现科普

出版产业的跨越式和可持续发展<sup>[19]</sup>。科技自立自强,童手创造未来。期刊界应共同努力,在全社会营造尊重科学、崇尚创新的良好氛围中,培育出更多具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体。

#### 6 参考文献

- [1] 苏婧,张品纯.新时代科普期刊发展特点与办刊理念的守正创新[J].出版广角,2022(9):6
- [2] 刘洋,李娜,李玉乐,等.创新探索“学术+科普”融合发展,全面助力医学科技期刊双翼齐飞[J].中国传媒科技,2022(9):14
- [3] 安佳.近代中国科普期刊发展历程[N].中国社会科学报,2023-05-08(5)
- [4] 胡德霖,成燕玲,李春雷,等.借助新媒体传播优势提升科技期刊自身传播力的策略研究[J].江苏科技信息,2017(19):11
- [5] 梁小建,孙明,张品纯.试论科普期刊参与科普资源共享的新机制[J].中国科技期刊研究,2012,23(1):19
- [6] 顾广众.传统媒体与新媒体的融合思考解析:混媒时代的思辨[J].中国传媒科技,2022(2):59
- [7] 王丽娜,陈广仁.科技期刊承担社会责任与提升影响力的创新路径:《科技导报》创设《卷首语》栏目的实践及成效[J].编辑学报,2023,35(4):439
- [8] 陈光.科学家精神的基本蕴涵[J].南京理工大学学报(社会科学版),2023,36(4):14
- [9] 赵加军.用科学家精神涵养青少年的家国情怀[J].华人时刊(校长),2023(8):10
- [10] 周丽,郑永和,裴新宁,等.如何补齐科学教育中的“实验”短板?[J].教育家,2023(1):17
- [11] 郑淑姬.小学科学实验有效教学实践探索[J].天津教育,2022(8):98
- [12] 严晓梅,裴新宁,郑永和.我国科学教育发展问题的思考与建议[J].科学与社会,2018,8(3):14
- [13] 冯永华.教育信息化促进教学方式变革[J].教育研究,2017,38(3):115
- [14] 王跟萍.大数据背景下传统媒体与新媒体融合发展战略探讨[J].中国传媒科技,2022(2):69
- [15] 叶琴.新时代科普工作在建设科技强国中的使命[J].科技中国,2022(10):88
- [16] 王欣,王洪涛.科普类有声产品出版运营创新研究[J].中国出版,2022(20):56
- [17] 冯华.打通科学普及“最后一公里”[N].人民日报,2023-09-04(19)
- [18] 孟旭浩.图书出版单位社会效益评价考核研究[J].科技与出版,2021(7):74
- [19] 何龙.新技术在科普出版中的应用[J].科普创作评论,2022,2(2):13

(2023-09-27收稿;2023-11-24修回)