现代科技馆体系协同发展的实践、机制与策略研究

钱　岩　刘　巍　莫小丹

（中国科学技术馆，北京 100101）

[摘　要] 现代科技馆体系是普及科学知识、弘扬科学精神、提升全民科学素质、实现基本公共文化服务均等化的重要力量。本文基于 2012 至 2024 年现代科技馆体系建设的发展数据和实践案例，借鉴协同学理论，总结科技馆体系协同发展实践，分析问题、模式和机制，探讨未来发展策略。研究表明，在协同实践方面，主要存在着科普资源总量不足、区域分配不平衡、内外协同顶层设计不完善等问题；在协同模式及机制建设方面，进行以问题为导向的协同发展模式与机制探索，总结出省域内协同、区域协同、跨领域协同模式，增加科普资源供给总量、缩小区域供给差距，连接科普资源与科普活动并推进体系信息化建设。最后提出体系未来协同发展的策略，即加强省域内协同、完善区域协同、促进跨领域协同，更好为基层科普服务均等化和全民科学素质提升服务。

[关键词] 科技馆　现代科技馆体系　协同发展

[中图分类号] G269.23　[文献标识码] A　[DOI] 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.04.007

党的十八大以来，在习近平总书记“科技创新与科学普及同等重要”重要论述的指导下，我国政府年度科普投入总量持续增长，从 2011 年的 105.3 亿元 [1] 增长到 2022 年的 191 亿元 [2]，我国公民科学素质显著提升，科普事业取得重大发展成就。值得注意的是，在总量增长的情况下，客观上还存在中央政府和地方政府、不同区域财政科普投入不平衡，社会力量对科普投入明显不足的问题 [3]。在此背景下，我国科技馆的建设也呈现出发展不平衡、不充分状态。

2012 年 11 月，为贯彻落实党的十八大提出的“普及科学知识，弘扬科学精神，提高全民科学素养”“完善公共文化服务体系，提高服务效能”“完善促进基本公共服务均等化”等精神，改善科技馆发展的不平衡、不充分状况，中国科协提出建设现代科技馆体系。十余年间，由实体科技馆、流动科技馆、科普大篷车、数字科技馆、农村中学科技馆组成的现代科技馆体系在政策支持和科普投入持续增加的背景下取得了良好的建设成效。尽管如此，也依然不可忽视其在发展中呈现

收稿日期：2024-05-20
作者简介：钱岩，中国科学技术馆党委书记、副馆长，研究方向：科普政策、科学传播、科学教育等，E-mail：qianyan@cstm.org.cn。

出的不平衡、不充分状态，存在着体系区域间发展不平衡、体系内部协同机制的顶层设计不完善、体系外部协同能力需进一步提升等问题。

据此，本文直面目前我国现代科技馆体系建设中呈现的问题，借鉴协同学理论，探讨其如何在协同学理论指导下加强顶层设计，同时基于科技馆建设实践总结协同模式及其成效，并尝试提出现代科技馆体系未来协同发展的策略。

1 概念界定及研究回顾

1.1 现代科技馆体系的概念及服务目标

现代科技馆体系是中国公共文化服务体系的重要组成部分，是科普资源、组织与基础设施共同构成的网络集成，为社会提供科普公共产品和服务[4]。现代科技馆体系以实体科技馆为依托，统筹流动科技馆、科普大篷车、农村中学科技馆、数字科技馆等协同发展[5]，其中实体科技馆居于核心地位，是科技馆体系人才、资源、组织、机制的依托和保障，中国科协推动有条件的地区，即大多数市辖区人口 50 万以上、中等以上经济发展水平的城市[6]，开展实体科技馆建设；在尚不具备兴建实体科技馆条件的地区，用流动科普设施提供服务支撑，在县级行政区域开展流动科技馆巡展，在乡镇及边远地区开展科普大篷车活动，在中西部欠发达地区兴建农村中学科技馆；同时开发数字科技馆，搭建科技馆体系的枢纽和平台，为数字化时代的科普转型提供网络资源和平台条件[7]。现代科技馆体系旨在依靠 5 个组成部分的协同推进，通过共建、汇聚、共享各类科普资源实现基本公共文化服务均等化。

1.2 现代科技馆体系协同发展的理论基础

协同学是一门交叉学科，专注于研究开放系统通过内部子系统之间相互作用，形成有序结构和规律。其创始人赫尔曼·哈肯（Hermann Haken）认为，系统的协同效应能提升系统整体性功能[8]。协同学在自然科学领域和社会科学领域得到了广泛应用，主要用于对各种复杂系统的分析[9]。科技馆体系作为一个具有自组织性、关联性的有机整体[10]，也可将协同学理论应用于其中。在协同视域下，科技馆体系内部具有多级结构，省、市、县科技馆的角色、作用、服务对象、科普能力也不尽相同，需要因时因地进行协调；各组成部分之间存在复杂交互作用、双向甚至多向交流，可通过协同形成有序结构。另外，科技馆体系作为一个开放系统，不断与外界进行信息和资源交换，通过跨领域协同可获得持续发挥科普服务功能的外部动力。这种多层次、多维度的整合与联合，使得科技馆体系能够实现整体效能大于部分之和的协同效应，是科技馆体系加快高质量发展的题中之义。

1.3 科技馆协同发展相关研究回顾

近年来，国内外学者围绕博物馆协同发展已开展了较丰富的研究。学者们关注不同组织之间协同合作的必要性及其潜在价值，提出“全球博物馆社区”概念，以 7P 营销策略支持博物馆协同发展，强调博物馆通过协同合作应对挑战，提升社会价值和功能[11]；阐述了科学博物馆第四代模式的演变及决定性驱动因素，指出发展合作伙伴关系在促进社会变革和文化创新方面的重要性[12]。学者们也关注博物馆的协同合作方式，提出博物馆可以开展团队合作、外包、联合体以及对话等多样化合作模式[13]；加强博物馆与大学[14]、教育机构、企业、基金会及政府机构之间[15]的合作，建设博物馆联盟[16-17]等以应对资源限制和创新挑战。学者们也从社会发展趋势、场馆的功能定位、协同机制的类型等方面对场馆协同发展予以关注，尤其聚焦于政策背

景与本土化实践。在政策、法律及战略层面，汤书昆[18]、张秀华[19]指出科普工作相关领域之间协调性不够，组织分散以及工作重叠等问题，强调科普社会化协同法治保障的重要性，并提出建立更高协同水平的共创合作模式。郑奕从长三角博物馆一体化的现状出发，指出其尚未在文化层面建立起完善的协同发展运行机制，并建议从理念上、行动上、文化上多管齐下，以统筹协调为前提，实现协同与错位发展并举[20]。

专门针对科技馆协同合作的研究也日益增多，学者们从现代科技馆体系不同组成部分之间、省域内横向与纵向协同等方面，研究多元主体参与科技馆协同发展的模式及共建共享机制，认为通过内外部协同，科技馆可以更高效地整合资源[21-23]；重视联盟、集群的作用，分析中国的科技馆联盟如何促进资源共享与科学普及[24]，着眼于区域协同，提出以“自上而下纵向拓展、多点聚集横向整合”的策略来充分激发集群化运营的动力和活力；针对科技馆跨领域协同育人，探讨科技馆与学校的“馆校合作”模式，提出构建家校社科学教育共同体的策略，以全面提高学生的科学素质[25-26]。

总体而言，虽然现有研究已涉及科技馆与不同组织间的合作，但对于协同发展顶层设计和效果实证分析尚不充分。本文在以上学者的研究基础上，首次提出一个更加全面、系统的协同模式，深入讨论如何通过整体顶层设计强化科技馆在区域整合、资源共享方面的作用，以构建跨界协同平台和科普资源汇聚中心，为现代科技馆体系的未来发展提供新思路。

2 现代科技馆体系建设初期协同发展面临的问题

2.1 科普资源总量不足，区域分配不平衡

根据《科学技术馆建设标准》（建标101—2007），在现代科技馆体系建设之初的2014年底，全国建成“达标”科技馆129座，东、中、西部地区①数量分别为61座、39座、29座，年服务观众4 100万人次。东部地区科技馆数量接近总数的50%，西部地区科技馆数量仅占总数的22%，东部地区明显高于中、西部地区②。其中县级馆26座，约占全国科技馆的20%[27]。

截至2014年底，流动科技馆共配发143套流动展览，展出629站，接待观众2 612万人次，覆盖地域包括全国27个省（自治区、直辖市）。科普大篷车全国共计配发865辆，累计行驶里程达2 397.5万千米，服务公众1.6113亿人次，配发范围包括除港澳台外的各省（自治区和直辖市）[6]。这两项流动科普资源面向中西部地区及基层市县倾斜，但资源总量都不足，流动科技馆还需解决年巡展站点过少、巡展覆盖目标服务区域周期过长等问题。

截至2015年底，全国28个省（自治区、直辖市）和新疆生产建设兵团112个县的171所学校建有面向农村青少年的农村中学科技馆，受益人数超100万人次[28]。农村中学科技馆也面临着资源总量不足、覆盖面需进一步扩大面临的问题。

在数字科技馆建设方面，2012年全国99座“达标”科技馆中有57座开设官方网站，26座科技馆建有数字科技馆（其中23个属于中国数字科技馆二级子站）[6]。其存在的问题

①东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南，中部地区包括山西、安徽、江西、河南、吉林、黑龙江、湖北和湖南，西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆。

②数据来源于中国科协2012年全国科技馆合理布局研究课题、中国科协科普部2012年全国科技馆免费开放情况专项调查、2014年全国科技馆发展研究——中国科协科普部“十三五”发展规划研究，转引自参考文献[6]。

也较明显，主要包括各地科技馆官网基础建设缓慢、网站内容贫乏、不重视手机互联网应用开发、没有打通科学普及与科学教育的线下线上传播渠道等。

2.2 现代科技馆体系内外协同的顶层设计尚不完善

除物质基础需进一步夯实外，现代科技馆体系协同发展的顶层设计也需进一步完善。该体系在建立之初，各级实体馆之间尚未建立起资源、项目、活动的交流、共享机制与平台。流动科技馆的政策导向机制相对薄弱，社会协同发展效能偏低，相关政策文件缺位，基层单位在执行项目时没有依据，亦缺乏有力的考核指标[29]。科普大篷车的展览资源未建立共享机制，资源利用率较低，严重影响了其职能发挥[30]。农村中学科技馆的科普资源缺少统一管理和资源更新[31]。各级科技馆没有建立运用信息化技术进行项目管理、资源共享、线上线下活动协同的机制，缺乏有力的信息化协同管理工具。

体系内部存在对省级科技馆赋能赋权不够，省级科技馆参与积极性激发不够，省级科技馆对省域内基层场馆的辐射、带动作用不足等问题。而在对外协同方面，体系自建设以来便存在各主体间缺乏联动、合作动力不足、协同不紧密、制度保障不健全等问题[23]。

3 现代科技馆体系以问题为导向的协同发展实践与机制探索

针对上述问题，现代科技馆体系在增加科普资源供给总量的基础上，不断开展省域内协同、区域协同、跨领域协同模式的实践探索，建立科普资源与科普活动连接，并同步信息化建设为协同发展提供保障。

3.1 增加科普资源供给总量，缩小资源配置的区域差距

随着国家科普投入的增加，体系增加了科普资源供给总量，并优先配给资源匮乏地区。在实体馆建设方面，截至 2023 年底，全国建成达标科技馆 477 座，其中东部地区 153 座，占比 32.08%；中部地区 143 座，占比 29.98%；西部地区 181 座，占比 37.95%，整体而言，东、中、西部科技馆数量均衡分布[32]。

从省级、地级、县级行政区划的分布来看，全国共有省部级科技馆 31 座，地市级科技馆共有 194 座，两者占全国科技馆总数的 40.67%；县级科技馆有 248 座，占全国科技馆总数的 51.99%[32]，与 2014 年相比有了极大提升。

在流动科普设施的资源建设和服务方面，流动科技馆面向全国各省份累计配发 657 套科普展览资源，巡展 5 909 站，覆盖全国 29 个省份 1 888 个县级行政区，每个县服务近 3 次，累计服务公众人数 1.8 亿人次。科普大篷车累计配发 1 764 辆，车载展品及资源 2 000 余件套，行驶里程累计约 5 465.3 万公里，累计服务公众共计 3.45 亿人次①。面向更加基层的农村学校，累计建设农村中学科技馆 1 174 座，直接服务公众累计 1 465 万人次②。

在数字科技馆建设方面，中国数字科技馆作为全国科技馆信息化工作的引领者，其资源总量达 18.55TB，日均页面浏览量 415 万，用户数 1 700 余万③。全国科技馆中有 56.50%的科技馆建设或使用了网络平台，其中 23.27%的科技馆设有官方网站，网站年度浏览总量达 16.67 亿次；55.77%的科技馆开设了微信公众号或小程序，微信关注用户量达 4 130.97 万；10.27%的科技馆设有官方微博账号，微博

①数据来源于流动科技馆、科普大篷车项目统计，由中国科学技术馆相关部门提供。
②数据来源于中国科技发展基金会农村中学科技馆项目统计，由中国科学技术馆相关部门提供。
③数据来源于中国数字科技馆统计，由中国科学技术馆相关部门提供。

粉丝量共 1 299.46 万；6 座科技馆设有移动端 APP[32]。

经过十余年建设发展，现代科技馆体系科普资源分布区域不平衡的状况有了明显改善，区域间、城乡间公民科学素质差距缩小。第十三次中国公民科学素质抽样调查数据显示，东、中、西部地区公民科学素质水平差距首次缩小，分别达到 16.39%、13.12% 和 11.51%；城镇居民和农村居民具备科学素质的比例分别达到 17.25% 和 9.16%，农村居民科学素质增速高于城镇[33]。现代科技馆体系也取得线下服务公众超过 10 亿人次[34]、中国数字科技馆在线服务公众 11.9 亿人次①的良好社会成效。

3.2 构建现代科技馆体系协同模式的实践探索

3.2.1 省域内协同模式的实践

省域内协同即由省级科技馆牵头，统筹共享省域内科普资源，引领带动本省市、县科技馆共同发展，已有地方馆因地制宜制定了自己的协同机制。比如北京开启“科技馆之城”建设，整合全市科普资源，目标于 2025 年建立 100 多个前沿科技资源科普化示范项目，推动 1 000 多个场馆基地做优科技教育体验，动员 10 万余名科技科普志愿者参与科普服务[35]，目前已整合百余家场馆、设计 29 条主题参观线路，为市民提供科普服务[36]。福建省科技馆牵头开展总分馆体系建设，先后将 19 家科普场馆冠名为省馆分馆，涉及多个专业领域，室内展示面积达 9 万平方米，室外展示面积 54 万平方米，展品 5 700 余件，逐步构建了“综合 + 专业”的科技馆联动模式[37]。

资源协同的重点是流动科技馆项目。2022 年，中国科协发布《中国流动科技馆项目管理办法》《中国流动科技馆项目资产管理办法》《中国流动科技馆项目考核管理暂行办法》，制定考核指标、完善制度，以激发省级科技馆积极性并为其提供政策保障。流动科技馆项目还以区域换展的方式尝试资源共建共享，即“原则上每个省建一个试点，以地级市为巡展区域，区域内不少于 6 个县（市）共同实施巡展，每个县（市）配备不同的展览资源，每半年进行展览轮换。每站巡展时间 6 个月（含布、撤展），巡展周期不少于 3 年”[38]。2019 年，该项工作在内蒙古自治区巴彦淖尔市和四川省遂宁市两地 8 个县区场馆首次启动。其后，广西百色、玉林、贵港、贺州，江苏泰州、扬州，宁夏中卫等地均在当地省科协和省级科技馆统筹下，组织实施了区域换展工作。本机制为省级科技馆充分赋权的同时，也缓解了县级科技馆缺少展览资源的难题。

在活动协同方面，现代科技馆体系自 2018 年起组织开展“全国科技馆联合行动”，由省级科技馆发挥统筹联动作用，整合省域内市、县科技馆，高校、科研机构等社会主体力量，并外延全国形成教育活动的规模效应。

一方面，“全国科技馆联合行动”以“一月一主题”的方式，每月由一个省级科技馆面向全国科技馆、省域内的中小学生，牵头开展一个科普主题活动。以 2023 年为例，贵州、内蒙古、黑龙江等省级科技馆分别以“美丽中国”“筑梦航天”“礼赞科学家”等为主题，牵头组织开展 8 期主题联动科普活动、4 期行业交流研讨活动。活动成效明显，2023 年共联动全国 1 032 座科技馆、3 119 所中小学校、407 家科技企业及科研院所，开展各类活动 9 004 场次，受众达 3 877 万人次②。

另一方面，“全国科技馆联合行动”也在

①数据来自中国数字科技馆统计，由中国科学技术馆相关部门提供。
②数据由中国自然科学博物馆学会科技馆专委会提供。

全国范围内开展特大型科普活动。如中国科技馆牵头举办的“天宫课堂”活动，2021 年 12 月和 2022 年 3 月的两次天地互动科普，动员全国 200 余座实体科技馆、700 余个流动科技馆站点、500 余辆科普大篷车和 800 余所农村中学科技馆收看直播并开展现场活动，两次活动当天的海内外全网总点击量超 40 亿次，这也是我国科学教育活动单日内覆盖面最大和参与公众最多的重大科普实践[5]。

3.2.2 区域协同模式的实践

在新发展语境下，要继续走在前列，必须紧扣“一体化”和“高质量”两个关键点，不断探索更深层次的协同与更高质量的发展路径。现代科技馆体系中同一区域科技馆围绕国家区域发展战略，从原来的分散状态，凝聚目标，整合为合作状态，以区域协同模式实现了科普资源的汇聚。2018 年，上海科技馆、江苏省科学技术馆、浙江省科技馆等 8 家场馆发起成立长三角科普场馆联盟，汇聚长三角地区各类科普场馆、企业、高校、科研机构、社会团体和民间机构等各方力量，通过科普展览及科普影视等方式，实现同一区域科普场馆间的充分链接。在科普展览方面，联盟中的 8 家科普场馆于 2018 年共同策划完成“走进蔚蓝，探索深海——海洋知识科普展”；2019 年，汇聚长三角各省市科技馆、私人博物馆、专业博物馆和私人藏品，完成“玉成其美——中国民族文化与矿物珍宝特展”。在科普影视方面，上海科技馆 2012 年联合山东科技馆、广西科技馆共同投资制作了 4D 影片《剑齿王朝》，2014 年联合山东科技馆、江苏科技馆制作了 4D 影片《鱼龙勇士》[39]。2018 年，由广东科学中心、香港科学馆、澳门科学馆、广东科学馆等 13 家科技馆发起成立粤港澳大湾区科技馆联盟。联盟深化场馆间巡展合作，先后组织“了不得的疫苗”“疫苗——人类健康卫士”“变美记”科普主题展览，并到澳门科学馆、惠州科技馆等场馆展出[40]。其后京津冀科学教育馆联盟、东北三省一区科普场馆联盟以及中部地区科普场馆联盟也相继成立。这些联盟在推进各场馆之间的资源共建共享、项目合作与人才交流方面做出了有益尝试。

3.2.3 跨领域协同模式的实践

我国高度重视科技、教育、文化等领域的融合发展，发布了关于深化产学研融合的若干意见，并致力于通过政策引导和支持来推动这些领域的协同发展。现代科技馆体系外部的科普资源和活动连接主要通过跨领域协同模式实现。

在与科技领域协同方面，我国科技馆一直致力于消除与高校、科研院所、企业等科技创新主体的协作壁垒，聚焦展览展示资源共建和智力资源共享。展览展示资源共建方面实施“中小科技馆共建行动”，联合中国海油集团共建海南省五指山市科技馆、甘肃省合作市科技馆；此外，上海科技馆与上海科学院签署战略合作协议，共建上海科普游戏数据库、素材库、资源库[41]；不仅如此，广东科学中心与广东省发改委、广汽集团合作，建成低碳与新能源汽车科普体验馆[42]。智力资源共享上，中国科技馆以打造展教研一体化创新策源地为目标，与清华大学共建展品创新设计实践基地；浙江省科技馆与浙江大学教育学院共建研究生联合培养基地，实现了场馆与高校的协同育人[43]。

在与教育领域的协同方面，首先，现代科技馆体系将优质科学教育资源输送教育部门，目前全国 124 家科技馆的虚拟漫游入驻教育部中小学智慧教育平台，提供在线浏览；其次，积极推进馆校合作，已与全国 18 个省市的 439 所学校共同开展“科技馆里的科学

课”；最后，发挥科技教师专业发展研修实践基地作用，协力建设高质量、专业化科学教师队伍。2023 年 8 月，中国科技馆联合山东、内蒙古、吉林等 5 家地方科技馆共同举办了“馆校合作中小学教师科学教育实践能力提升”项目，培训了 1 028 名中小学科学教师①。

3.3 信息化建设为协同发展提供保障

信息化手段在现代科技馆体系协同工作中发挥了数字科普资源汇聚与分发的重要作用，同时帮助科技馆为公众提供精准、多样的线上科普服务，也为现代科技馆体系的协同规划及顶层设计提供数据支持。通过面向全国推出掌上科技馆 APP、科学教育网络平台、流动科普资源共建共享平台、全国科技馆展品统筹管理系统等信息化平台，信息保障体系分别在观众服务、线上科学教育、展览资源共享、展品统筹管理等方面提供信息化功能支撑和共享服务。

目前，掌上科技馆 APP 已有 247 家科普场馆入驻，正在促进优质展览展品数字化转化，助力网络科普资源开发。流动科普资源共建共享平台入驻机构 157 家，汇集展览资源 105 套，可供全国科技馆使用巡展。全国科技馆展品统筹管理系统已有 26 家省市科技馆入驻，汇聚展品 3 339 件、全国服务商及厂商 174 家，实现展品巡检、报修、维护等全生命周期的信息化管理，提升了科技馆管理水平②。

4 未来科技馆事业协同发展策略

4.1 进一步赋能省级科技馆，加强省域内协同发展

省域内协同模式具有行政主体明确、抓手清晰的特点，是现代科技馆体系协同发展的重点。未来现代科技馆体系的省域内协同发展应在地方党委、政府的支持下，由地方科协等主管部门“按照‘省域统筹政策与资源、市域集散调配资源、县域组织落实’的发展思路构建省级科技馆体系”[44]，进一步为省级科技馆赋权赋能，让省级科技馆更好统筹省域内实体科技馆、流动科普设施、数字科技馆的管理与运行，牵头组织省域内大型科普活动，引领辐射市、县级科技馆发展，尤其加大对省域内中小科技馆发展的扶持力度，形成省域内科技馆的发展合力。

4.2 完善区域协同模式，增强资源汇聚功能

目前，长三角、粤港澳大湾区、京津冀、东北三省一区、中部地区等科普场馆联盟已通过区域协同模式在科普资源汇聚方面取得一定成效。面向未来，各大科普场馆联盟首先应充分发挥创始单位及资源头部单位的引领作用，为新建场馆资源建设提出建议；理清场馆资源间的互补优势，最大化发挥区域内部资源的服务效能。其次，应根据本区域科普资源分布特点进一步做好区域协同的顶层设计；完善联盟场馆间的合作机制，搭建信息交流共享平台，方便成员单位资源供求信息共享。最后，利用区域联盟优势，建立与社会多元科普主体的合作，逐步吸引汇聚体系外部科普资源。

4.3 促进与科技、教育领域的跨领域协同发展

4.3.1 强化与科技领域的协同，构建展教研一体化生态

为更好地提升科普能力，涵养科技创新土壤，现代科技馆体系应强化科技馆与高校、科研院所之间的协同合作。在探索展教研一体化生态建设方面，科技馆应广泛联系科技领域知名专家、高校实验室，建立征集科研

①数据由中国科学技术馆相关部门提供。
②数据来自中国数字科技馆，由中国科学技术馆相关部门提供。

成果、获取创意来源和科技成果科普转化机制，提升多样化科普资源汲取能力，将科技馆打造成高校、科研院所科技成果转化的展示平台。

4.3.2 深化与教育领域的协同，推动我国科学教育事业发展

现代科技馆体系在未来发展中首先需建立家、校、社协同育人长效机制。由科技馆负责搭建平台、吸纳专家，以“全员育人、全程育人、全方位育人”实践助力全民科学素质提升；与学校合作，充分调研中小学校的科学教育需求，结合国家课程标准，开发科学教育精品示范课程和活动，为学校科学教育赋能；吸纳更多社会资源，为协同育人保驾护航。其次，助力科技教师队伍建设，将科技馆打造成校内外科技教师专业发展的重要研修基地。最后，继续加强与教育行政部门合作，打通科技教师馆校双向认证路径，激励更多科技人才加入到科技教师教研体系中，为科学教育资源与活动开发服务。

参考文献

[1] 科技部：2011 年我国科普经费筹集额首次突破百亿 [EB/OL].（2012-12-31）[2024-06-28]. https://www.gov.cn/jrzg/2012-12/31/content_2302926.htm.

[2] 科技部发布 2022 年度全国科普统计数据 [EB/OL].（2024-01-11）[2024-06-28]. https://www.most.gov.cn/kjbgz/202401/t20240111_189336.html.

[3] 黎娟娟，高宏斌 . 构建多元协同科普投入体系的现状和思考 [J]. 科普研究，2021，16(3)：81-90.

[4] 马宇罡，莫小丹，苑楠，等 . 中国特色现代科技馆体系建设：历史、现状、未来 [J]. 科技导报，2021，39(10)：34-47.

[5] 殷皓 . 现代科技馆体系助力新时代科普事业高质量发展 [J]，求是，2022(18)：58-63.

[6] “中国特色现代科技馆体系‘十三五’规划研究”课题组 . 中国特色现代科技馆体系建设发展研究报告 [C]// 束为 . 科技馆研究报告集（2006—2015）上册 . 北京：科学普及出版社，2017：212-242.

[7] 殷皓 . 建设中国特色现代科技馆体系 实现国家公共科普服务能力跨越式发展 [C]// 殷皓 . 中国现代科技馆体系发展报告 . 北京：社会科学文献出版社，2019：1-19.

[8] 赫尔曼·哈肯 . 协同学——大自然构成的奥秘 [M]. 凌复华，译 . 上海：上海译文出版社，2005.

[9] 李汉卿 . 协同治理理论探析 [J]. 理论月刊，2014(1)：138-142.

[10] 常绍舜 . 从经典系统论到现代系统论 [J]. 系统科学学报，2011，19(3)：1-4.

[11] 比约恩·斯坦费斯，刘怡 . 博物馆通过协同发展成功应对挑战 [J]. 自然科学博物馆研究，2018(2)：66-73.

[12] Pedretti E，Iannini N M A. Towards Fourth-Generation Science Museums：Changing Goals，Changing Roles[J]. Canadian Journal of Science，Mathematics and Technology Education，2021，20(4)：1-15.

[13] Li C，Serrano C V. Assessing the Role of Collaboration in the Process of Museum Innovation[J]. Journal of Cultural Economy，2019，12(6)：590-606.

[14] Pierroux P，Sauge B，Steier R. Exhibitions as a Collaborative Research Space for University-Museum Partnerships[M]// Achiam M，Haldrup M，Drotner K. Experimental Museology：Institutions，Representations，Users. London：Routledge，2021：149-166.

[15] 尼尔·科特勒，菲利普·科特勒，温迪·科特勒 . 博物馆营销与战略 [M]. 刘硕，译 . 北京：机械工业出版社，2021：474.

[16] 杨瑾 . 博物馆联盟：基于亚文化视角的现状观察与建设原则 [J]. 博物院，2022(3)：33-39.

[17] 阮草，谷明朗，李响 . 破除学科壁垒构建联动机制——中国科技文化馆联合体建设的国际比较研究 [J]. 今日科苑，2021(7)：41-52.

[18] 汤书昆，郑斌，余迎莹 . 科普社会化协同的法治保障研究 [J]. 科普研究，2022(2)：15-20.

[19] 张秀华，程碧茜，王丽慧 . 以法律健全科普社会化机制——《科普法》执行效果分析及其修订的原则性思考 [J]. 自然辩证法研究，2022(6)：62-70.

[20] 郑奕 . 长三角博物馆协同发展机制研究 [J]. 东南文化，2022(2)：6-14.

[21] 刘玉花，谌璐琳，莫小丹 . 新格局下科技馆体系共建共享机制研究 [J]. 自然科学博物馆研究，2022(1)：31-38.

[22] 谌璐琳 . 多元主体参与的科技馆区域协同发展模式研究 [J]. 今日科苑，2022(2)：40-46.
[23] 莫小丹，马宇罡 . 构建现代科技馆体系社会化协同机制的思考 [J]. 科普研究，2023(1)：42-50.
[24] 王小明 . 跨界融合视域下科普场馆集群化运营发展路径 [J]. 科学教育与博物馆，2021(6)：474-480.
[25] 刘莹，阎绍泽，殷皓 . 基于新工科的校内外协同育人模式探索与实践 [J]. 中国大学教学，2021(4)：13-16.
[26] 齐欣 . 从馆校结合到家校社科学教育共同体——“双减”背景下科技馆科学教育发展的思考 [J]. 中国科技教育，2021(10)：14-18.
[27] 全国县级科技馆内容建设指导性规范研究报告 [R]. 中国科技馆内部资料，2015.
[28] 齐欣，朱幼文，蔡文东 . 中国特色现代科技馆体系建设发展研究报告 [J]. 自然科学博物馆研究，2016(2)：16-21.
[29] 龙金晶，乐雁，李昱 . 基于 SWOT 分析的中国流动科技馆项目发展策略研究 [J]，学会，2021(11)：54-58.
[30] “科技馆体系下科普大篷车发展对策研究”课题组 . 科技馆体系下科普大篷车发展对策研究报告 [C]// 束为 . 科技馆研究报告集（2006—2015）上册 . 北京：科学普及出版社，2017：292-320.
[31] 常娟，徐威聪，郗凯宁，等. 农村中学科技馆项目创新升级的思考 [J]. 自然科学博物馆研究，2022(1)：94-99.
[32] 王美力，杨洋，宋岳龙，等 .2023 年全国科技馆运行情况分析 [J]. 自然科学博物馆研究，2024(2)：5-12.
[33] 新华网 . 14.14%！我国公民科学素质水平新增长 [EB/OL].（2023-04-16）[2024-06-28]. http://www.news.cn/mrdx/2024-04/17/c_1310771558.html.
[34] 新华社 . 我国现代科技馆体系服务线下公众突破 10 亿人次 [EB/OL].（2023-09-10）[2024-06-28]. http://www.news.cn/tech/2023-09/10/c_1129855521.htm.
[35] 北京科协 . 让科技气息涌动京城，科技馆之城首批科技教育体验基地正式发布 [EB/OL].（2023-09-15）[2024-06-28]. https://new.qq.com/rain/a/20230915A0ATO500.
[36] 北京亦庄新城正变身“科技馆之城”[N]. 科技日报，2022-08-25(007).
[37] 中国科协 . 中国科协系统优秀工作案例（2012—2022）探索科技馆总分馆体系建设 [EB/OL].（2022-10-07）[2024-06-28]. http://yxgzal.cast.org.cn/art/2022/10/7/art_1749_198879.html.
[38] 中国科协 . 中国科协科普部关于申报 2024 年中国流动科技馆项目的通知 [EB/OL].（2023-03-13）[2024-06-28]. https://www.cast.org.cn/xw/tzgg/KXPJ/art/2023/art_3505bedd8e094650bec89c6c087127e7.html.
[39] 季民卿，张光斌，费翔 . 科学博物馆区域集群要素分析——以长三角科普场馆联盟为例 [J]. 自然科学博物馆研究，2022(2)：58-65.
[40] 南方网 . 粤港澳大湾区科技馆联盟召开 2023 年度成员大会 [EB/OL].（2024-01-22）[2024-06-28]. https://economy.southcn.com/node_0a4e34d391/8d8b0bc1b9.shtml.
[41] 上海科技馆 . 打造品牌、强化传播，上海科技馆跨界共建“大科普”[EB/OL].（2020-05-18）[2024-06-28]. https://www.shkjdw.gov.cn/c/2020-05-18/521320.shtml.
[42] 中国科学报 . 全国首个“低碳 & 新能源汽车”科普体验馆开馆 [EB/OL].（2019-11-17）[2024-06-28]. https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2019/11/432740.shtm.
[43] 浙江大学教育学院 . 我院与浙江省科技馆共建研究生联合培养基地签约授牌仪式顺利举行 [EB/OL].（2022-07-01）[2024- 06-28]. http://www.ced.zju.edu.cn/2022/0701/c26951a2600189/page.htm.
[44] 中国科协关于印发《现代科技馆体系发展“十四五”规划（2021—2025 年）》的通知 [EB/OL].（2021-12-17）[2024-06-28]. https:// www.cast.org.cn/xw/tzgg/KXPJ/art/2021/art_5c33709ca83042e0b0cabd3fec7b55b7.html.

（编辑 颜　燕　和树美）

论文关键词写作指南

3~5 个实词为宜，尽可能选用《汉语主题词表》等词表提供的规范词。关键词应是从题目名、层次标题和正文中选出来能反映论文主题、论点、技术关键点等的词或词组，应紧扣文章主题，按重要性进行排列。关键词是文章的眼睛，同时也是方便他人准确检索和获取论文的重要标志词，一般请勿使用“分析”“研究”“对策”“建议”等无效检索词。

Exploring the Functions and Strategies of Informal Contexts to Promote Girls' Science Learning

Lv Yajie　Hao Shujun　Gao Xiaoyi

（Faculty of Education，Beijing Normal University，Beijing 100875）

Abstract：Girls' science learning has always been a critical issue in the international science education field，and science learning based on informal contexts，as a learning activity that occurs outside the framework of formal school education，plays a significant role in enhancing the scientific literacy of girls. Based on a systematic review and analysis of the literature，this paper finds that informal contexts have unique functions in promoting girls' science learning：they extend learning time and space，encouraging the cultivation of a growth mindset in girls' science learning；they create rich contexts，helping girls' interest in science；they take care of gender-specific qualities' helping girls to build a solid scientific identity；and they coordinate with the family and the school，laying the foundation of lifelong science learning for girls. There are four main strategies to promote girls' science learning through informal contexts：taking into account gender differences and relevance to stimulate girls' participation in science; innovating the content and form to enhance girls' interest in science and their identity；integrating resources from various sources to empower girls' science learning continuously；and implementing diverse assessments to highlight the diversity of girls' learning outcomes. This paper explores the functions and strategies of promoting girls' science learning from the perspective of informal contexts，aiming to provide new perspectives and ideas for dissolving gender differences in science learning and promoting girls' science learning.

Keywords：informal contexts；girls；science learning

CLC Numbers：G776　Document Code：A　DOI：10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.04.006

Study on the Practice，Mechanisms and Strategies of Synergistic Development of the Modern Science and Technology Museum System

Qian Yan　Liu Wei　Mo Xiaodan

（China Science and Technology Museum，Beijing 100101）

Abstract：The modern science and technology museum system is an essential force for popularizing scientific knowledge，promoting the spirit of science，improving the scientific literacy of the whole nation，and achieving the equalization of basic public cultural services. Based on the development data and practice cases of the construction of the modern science and technology museum system from 2012 to 2024，this paper draws on the theory of synergism，summarises the practice of synergistic development of the modern science and technology museum system，analyses the problems，modes，and mechanisms，and explores the future development strategies. The study shows that in terms of synergistic practice，there are mainly problems such as insufficient total amount of science popularization resources，unbalanced regional distribution，and imperfect top-level internal and external synergy design. In terms of synergistic mode and mechanism construction，we carried out problem-oriented research，summarised the synergistic development modes of intra-provincial synergistic mode，regional synergistic mode and cross-field synergistic mode，increased the overall supply of science popularization resources and reduced the regional supply gap，and connected resources and activities and promoted

the information construction of the the system. Finally, it proposes strategies for the future synergistic development of the system, i.e., strengthening intra-provincial synergy, improving regional synergy, and promoting cross-field synergy, to better serve the equalization of science popularization services at the grassroots level and the improvement of the scientific literacy for all people.

Keywords: science and technology museum; modern science and technology museum system; synergistic development

CLC Numbers: G269.23 Document Code: A DOI: 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.04.007

Research on the Pathways to the Science Popularization of Cutting-Edge Science and Technology Resources Based on the 5W1H Analytical Method

Qin Qing[1] Xu Yanlong[2,3] Tang Shukun[1]

(Department of Science and Technology Communication, University of Science and Technology of China, Heifei 230026)[1]

(School of Humanities, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)[2]

(China Science Publishing & Media Group, Beijing 100717)[3]

Abstract: Cutting-Edge science and technology resources are widely and abundantly present within innovation entities such as research universities, scientific research institutions, and high-tech enterprises. These resources possess characteristics of original innovation, leadership role, interdisciplinarity, disruptiveness, and high risk. Uncovering and disseminating their content in science popularization directly contributes to maximizing research benefits and enhancing public scientific literacy. Based on an analysis of the current state of the science popularization of cutting-edge science and technology resources domestically and internationally, this paper delves into the challenges faced by China in this regard, such as the lack of top-level design, ineffective conversion channels and the separation between creators and disseminators. Utilizing the 5W1H analytical method, a transformation model is constructed that encompasses four dimensions: drivers of transformation, agents of transformation, long-term and efficient transformation methods, and elements of transformation content. By analyzing the core principles, gradual logic, and practical case studies of the science popularization of cutting-edge science and technology resources, the paper proposes effective strategies from four perspectives: top-level design and guidance mechanisms, building a collaborative framework for socialized science popularization, applying combinatorial innovation methods, and providing multimodal popular science supply.

Keywords: popularization of science and technology resources; cutting-edge science and technology; 5W1H analytical method

CLC Numbers: N4 Document Code: A DOI: 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.04.008

Scientist Spirit Narrative Model and Knowledge Organization Based on Literature: Taking Academician Fang Jun's Information as an Example

Qiu Tian

(Wuhan Library, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071)