科普资源配置对公民现代化素质的影响研究

——基于 31 个省域的模糊集定性比较分析

杨帮兴 尤芮可

(东北大学文法学院, 沈阳 110169)

[摘要] 科普资源是促进开展科普活动、提高公民现代化素质的基本条件保障。以我国大陆 31 个省(自治区、直辖市)为案例,通过模糊集定性比较分析方法,探讨科普资源配置对公民现代化素质影响的组态效应。结果表明:单一科普资源并不构成高公民现代化素质的必要条件;存在 4 条驱动高公民现代化素质形成的科普资源配置路径,分别为“科普人才驱动”型、“科普人才+科普创作”型、“科普人才+科技场馆”型、“科普人才+科技场馆+科普创作”型;中国科普资源配置与公民现代化素质存在由东向西递减的显著地域性差异。研究提出进一步加强科普人才、科普经费投入保障,发挥区域科普资源比较优势,促进区域科普资源协同配置等建议。

[关键词] 科普资源 科学普及 公民现代化素质 fsQCA

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2022.05.008

公民现代化素质是公民符合现代化发展要求和服务于经济现代化建设过程中所具有的知识性、创新性、竞争性等特质素质^[1-3]。为更好地促进区域经济现代化发展,中国各省域不断加强科学普及力度,通过发展壮大科普人才队伍,建设科普基地、科普展览馆,开展科普进校园、科普进社区,举办全国科普日、科普竞赛活动等方式投入大量人力、物力和财力,极大地激发了公众参与科普的热情,提升了公众的科学素质,为我国经济发展和现代化建设提供了充分的智力保障。然而,由于中国东西部区域和城乡两际经济发展不均衡,以及科普资源错配等,中国公民

现代化素质呈现出明显的区域差异特征。以公民现代化素质的关键构成——公民科学素质为例,第 11 次中国公民科学素质抽样调查结果显示,中国东西部地区的公民科学素质水平差距加大,2020 年东部和西部地区差距为 4.83 个百分点,比 2015 年增加了 1.15 个百分点;城乡差距依然明显,2020 年城乡居民的公民科学素质水平差距达 7.3 个百分点^[4]。可见,矫正科普资源错配和提升科普资源转化为现实生产力的能力,探索不同科普资源配置提升公民现代化素质的有效路径,进而提升区域经济现代化发展水平和服务于中国特色社会主义现代化建设仍是我国的一

收稿日期: 2022-04-19

作者简介: 杨帮兴,东北大学文法学院博士研究生,研究方向:科技政策、公共经济, E-mail: neuphd_y@163.com。

项长期任务。

基于以上分析,本研究在提出“公民现代化素质”概念的基础上,以我国大陆31个省(自治区、直辖市)为案例,通过模糊集定性比较分析方法(fsQCA)探讨科普资源要素配置对公民现代化素质的多重并发因果关系,为区域科普资源合理化配置、促进中国公民现代化素质和经济现代化发展建设提供参考。

1 概念界定及文献述评

1.1 公民现代化素质的概念界定

从社会发展的视角来看,现代化是以实现工业化、民主化、信息化、城市化等为中心的社会变革和转型过程,其核心是高度发达的经济现代化和人的现代化^[5-6]。其中,经济现代化是现代化的关键基础,它不仅包括经济增长、工业化和知识化,还包括与世界经济前沿差距的变化^[7];人的现代化被定义为社会治理和国家现代化的起点与决定性因素,它是人的价值观念、思维方式和行为方式由“传统人”向“现代人”的转变,更是人的素质全面提升发展的过程^[8-9]。经济现代化和人的现代化相互作用且密不可分,具有现代化素质的劳动人口对经济现代化建设具有重要意义。

结合现代化内涵,本研究将狭义视角下的公民现代化素质定义为:在社会现代化过程中,为实现人的自我价值和全面发展,公民通过知识的获取和反思性运用,科学素质和能力的提升,公民权利和义务的发展,个人生活方式、行为模式和价值观念的变化等所具备的符合社会现代化发展要求和服务于现代化建设的知识性、创新性、竞争性特质,主要包括科学文化素质、创新劳动素质、知识转化素质、社会参与素质等多方面现代化

素质。

1.2 文献述评

关于科普资源配置,学者们既关注科普资源的开发利用及共建共享^[10-11];也关注科普资源的投入产出效率。例如,徐政和党梦雅指出,经济发展水平的差异造成了科普投入产出效率的差异^[12];吴华刚指出,我国各省域科普资源建设水平虽然都有一定程度的提升,但省域间仍然存在较大的差异和差距,发展不均衡的态势依然存在^[13];刘广斌和李建坤指出,我国科普资源综合效率呈缓慢波动下降的趋势,地区间的效率水平差距较大,东部地区应重点关注科普资源的合理利用,中部地区应控制科普资源配置和利用效率的平稳提升,西部地区应重点加强对科普资源的合理配置^[14];杨传喜和吴昊天指出,科普资源错配造成了10%~15%的科普产出缺口,在不增加科普投入的情况下通过改善科普资源错配可以使科普产出提高近10%^[15]。以往研究虽然指出我国科普资源配置存在区域不均衡以及资源错配的发展态势,但对何种资源投入组合能够产生高/低的配置效益,以及如何通过优化科普资源配置路径进而提升公民现代化素质等方面未进行深入探讨。

对公民现代化素质的研究较为匮乏。较为相关的有英克尔斯(Inkeles)和史密斯(Smith)提出了“现代性素质质量表”,认为现代人模式包括分析模式、观念模式和行为模式三个组成部分^[16];朱娅等根据英克尔斯和史密斯所提出的“现代性素质质量表”,结合我国农民的生存现状设计了包含公共事务、收入分配、知识获得、教育期望等26个维度的“中国农村劳动力现代化素质质量表”,并据此进行了问卷调查研究,结果显示沟通能力、主观意识、内在涵养等7个概括性因子代表性地刻画了中国农村劳动力的现代化素质^[17]。

既有研究在科普资源配置的组态及其差异化配置路径对科学普及和公民现代化素质的影响等方面存在不足。因此,本研究在探讨公民现代化素质概念的基础上,构建科普资源配置与公民现代化素质指标体系,通过fsQCA方法就科普资源配置对公民现代化素质的多重并发因果关系进行研究。

2 变量设计

科普资源是科普社会实践和科普事业发展中所需要的一切有用物质。本研究参考徐政和党梦雅^[12]、刘广斌和李建坤^[14]等学者的研究成果,选取科普人力资源(科普专职人员和兼职人员)、科普财力资源(年度科普经费筹集额)、科普物力资源(科技馆数量及科普图书出版总量)、科普服务资源(科普专题活动次数)4个方面的6个具体指标建立科普资源配置指标体系。首先,科普人力资源是开展科普活动和提升公民现代化素质的智力基础^[18]。科普专职人员和兼职人员通过科普创作与设计、科普研究与开发、科普策划与组织、科普产业经营与管理、科普传媒等多方面的科普创新创作与活动^[19],能够丰富科普内涵,拓宽公众参与科普的渠道,有效提升公民的现代化素质。其次,科普财力资源是进行科普创新创作与开展科普活动的资金基础,政府通过科普经费投入能够引导和支持各类科普事业开展,是提升公民现代化素质的基本财力保障。再次,科技场馆、科普图书等物力资源是开展科普活动、传播科学知识的普遍物质载体,为公民参与相关科普活动、获取科学知识提供场域和物资支持,是提升公民现代化素质的重要渠道。最后,科普服务资源,如科技下乡、全国科普日、科技进校园等科普专题活动有利于营造崇尚

创新和科学理性的社会氛围,对公民的教育、就业、生活等方面发挥潜移默化的影响。

科普资源的合理化布局和优化配置能够提升区域公民的科学文化素质、创新劳动素质、知识转化素质、社会参与素质等多方面的现代化素质,增强公民服务于经济现代化建设的能力,有利于区域科技创新与成果转化等经济产出的增长,有利于公民生活质量、网络活跃、就业状况和参公意愿^①与能力的改善和提升,有利于促进区域高等教育的发展等。由于人的现代化与经济的现代化为相互影响的共生关系,根据上文对“公民现代化素质”的界定,本研究侧重对公民就经济发展、劳动成果转化和现代化建设贡献方面所反映的科学知识转化为现实生产力的素质进行测量,通过区域经济产出、就业状况、生活质量、网络活跃、创新与转化、参公意愿和高等教育普及7个方面综合衡量地区公民在经济社会现代化建设中所反映的公民现代化素质(见表1)。

首先,公民现代化素质是国家经济和社会发展的基础,公民现代化素质越高,其所具备的科学素质、知识运用与转化能力越高,公民的价值创造、知识创新、成果转化等能力越高,进而越有利于推动区域性的创新能力及生产力发展,对地区经济产出的促进作用也就越大^[8]。因此,选用国内专利申请授权量、技术市场成交额和地区生产总值、社会消费品零售总额分别对反映公民现代化素质的创新转化和经济产出能力进行测量。

其次,公民现代化素质是公民提升自身生活质量、增加劳动就业机会和追求美好生活的必要能力。公民现代化素质越高,越能顺应社会发展趋势和市场的人力资本需求,自身

①参公意愿指公民参与社会治理和公共事务管理的意愿。

失业概率越低，就业质量越好，通过劳动创造增加可支配收入和追求丰富、高品质生活质量的能力也就越大，对网络社交等需求也就越多。因此，选用全体居民人均可支配收入、人均消费支出和私人汽车拥有量测度公民生活质量，选用区域每百人使用计算机数、邮电业务总量和互联网宽带接入用户数测度公民网络活跃度和对科技信息的获取能力，选用城镇登记失业率测量公民就业状况。

最后，公民现代化素质是促进公民参与社会治理和公共事务管理的基础能力。公民现代化素质越高，其参与公共事务的能力和意愿就越大，因此，选用社会组织单位数和社会团体单位数作为衡量公民参公意愿的指标。此外，现代化的核心是人的素质现代化，而实现人的素质现代化的关键途径是高等教育^[9]。高等教育是培养高级专门人才和职业人员的主要社会活动，高等教育普及度越高，公民现代化素质就越高。因此，选用每十万

人口高等学校平均在校生数测度区域高等教育发展水平。

3 数据来源与研究方法

3.1 数据来源

本研究各指标数据均来源于2020—2021年的《中国科技统计年鉴》^①以及国家统计局公布的官方数据。

3.2 研究方法

定性比较分析(QCA)是以集合和布尔代数等技术手段为基础，从整体视角开展案例层面的比较分析方法。QCA将每个案例视为条件变量的“组态”，旨在通过案例间的比较找出条件组态与结果间的因果关系，它能够弥补一般计量模型未考虑因素之间联动匹配并将主体外部环境和内部属性看作相互独立的线性变量关系的不足^[20]。根据变量类型，QCA可分为csQCA(清晰集定性比较分析)、mvQCA(多值集定性比较分析)、

fsQCA(模糊集定性比较分析)。其中，csQCA和mvQCA只适合处理类别问题，而fsQCA可处理类别问题以及程度变化和部分隶属的问题，通过将模糊集数据转换为真值表，保留了真值表分析处理定性数据、有限多样性和简化组态的优势，使得fsQCA具有质性分析和定量分析的双重属性^[21-22]。

本研究选用fsQCA来分析科普资源配置对公民现代化素质的影响

表1 科普资源配置与公民现代化素质指标体系

一级指标	二级指标	具体指标	单位	属性
科普资源配置	科普人力资源	科普专职人员	万人	+
		科普兼职人员	万人	+
	科普财力资源	年度科普经费筹集额	亿元	+
		科技馆数量	个	+
	科普物力资源	科普图书出版总量	万册	+
		科普服务资源	科普专题活动次数	次
公民现代化素质	创新与转化	国内专利申请授权量	项	+
		技术市场成交额	亿元	+
	经济产出	地区生产总值	亿元	+
		社会消费品零售总额	亿元	+
	生活质量	全体居民人均可支配收入	元	+
		全体居民人均消费支出	元	+
		私人汽车拥有量	万辆	+
	网络活跃	每百人使用计算机数	台	+
		邮电业务总量	亿元	+
	就业状况	互联网宽带接入用户数	万户	+
		城镇登记失业率	%	-
	参公意愿	社会组织单位数	个	+
社会团体单位数		个	+	
高等教育	每十万人口高等学校平均在校生数	人	+	

注：“+”代表正向的积极指标，该指标值越大评价就越好；反之，“-”代表负向的消极指标，该指标值越小评价就越好。

①由于年鉴出版与数据之间的滞后，2021年《中国科技统计年鉴》内统计数据实际为2020年数据，以此类推。

机制主要出于以下原因：首先，科普资源投入及公民现代化素质提升是一个涉及多种资源要素投入并由多重并发因果引发的复杂议题。fsQCA 能够利用组态思维检验多要素的联动匹配效应，识别驱动公民现代化素质提升或降低的多条等效路径，以及发掘各要素之间存在的潜在替补关系。其次，fsQCA 遵循因果关系非对称性假设，且能够精准定位各等效路径覆盖的地区案例，这有助于对中国各省份不同科普资源的投入以产生高/低公民现代化素质的条件组合差异及诱因进行深入解释。

3.3 数据处理与校准

由于公民现代化素质的下属指标众多且量纲不一，因此，研究首先对具体指标进行无量纲化处理以消除统计单位不同造成的偏差。在对公民现代化素质各具体指标无量纲化之后，采用主成分分析法确定权重并加权生成各项二级指标，随后将二级指标进行加和生成公民现代化素质综合指数。

对于正向指标使用正向化 (MMS) 无量纲处理，公式为：

$$x(i, j)'_t = \frac{x(i, j)_t - x_{\min}(j)_t}{x_{\max}(j)_t - x_{\min}(j)_t} \quad (1)$$

对于负向指标使用负向化 (NMMS) 无量纲处理，公式为：

$$x(i, j)'_t = \frac{x_{\max}(j)_t - x(i, j)_t}{x_{\max}(j)_t - x_{\min}(j)_t} \quad (2)$$

其中， $x(i, j)_t$ 为第 i 个地区第 j 个指标的原始数值， $x(i, j)'_t$ 为无量纲化处理后的第 i 个地区第 j 个指标的数值， $x_{\min}(j)_t$ 、 $x_{\max}(j)_t$ 分别代表第 j 个指标的最小值和最大值， t 代表年份， $i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$ 。

采用直接法对变量数据进行校准。将

2020 年科普资源配置的 6 个条件变量和 1 个结果变量的完全隶属、交叉和完全不隶属校准点分别设为样本数据的上四分位数、中位数与下四分位数。此外，由于 fsQCA 在运行过程中无法自主辨识条件值为交叉点 (0.5) 的数据，因此，将所有校准后显示为 0.5 的条件值人工调整为 0.501。各变量校准及描述性统计结果见表 2。

表 2 变量校准及描述性统计分析结果

变量	模糊集校准			描述性分析			
	完全隶属	交叉点	完全不隶属	Mean	Sd	Min	Max
科普专职人员	1.06	0.73	0.52	0.8	0.43	0.09	1.7
科普兼职人员	6.22	4.84	2.96	5.05	3.1	0.23	14.61
科普经费筹集额	7.96	3.84	2.28	5.54	4.58	0.53	20.42
科技馆数量	26	18	11	18.48	10.87	2	5
科普图书出版量	311.58	88.52	32.38	317.86	585.86	0.97	2 934.49
科普专题活动次数	4 669.5	3 405	2 443.5	3 516.48	1 928.75	180	8 261
公民现代化素质	2.61	2.06	1.46	2.22	1.08	0.82	5.22

4 结果分析

4.1 单个条件必要性分析

依据 fsQCA 分析程序，在进行条件组态充分性分析之前首先需要对单个条件必要性进行检验，本研究对各条件 (包括非集 ~) 的检验结果见表 3。可见，科普资源配置的 6 个条件 (包括非集 ~) 一致性水平均低于临界值 0.9，即单一条件对高/低公民现代化素质解释力不足，不构成影响结果的必要条件^[21-22]。因此，需要从整体组态视角出发对科普资源配置影响公民现代化素质的多重并发因果关系进行考察。值得注意的是，科普专职人员、科普兼职人员和科普经费筹集额 3 个条件变量对高公民现代化素质的一致性均高于 0.8，且非科普兼职人员、非科普经费筹集额对低公民现代化素质的一致性也高于 0.8，这在一定程度上预示着科普专职人员、科普兼职人员和科普经费筹集额 3 个条件变量在提升公民现代化素质方面发挥关键作用。

表 3 必要条件分析结果

前因条件	高公民现代化素质		低公民现代化素质	
	一致性	覆盖度	一致性	覆盖度
科普专职人员	0.815	0.756	0.322	0.325
~ 科普专职人员	0.273	0.270	0.758	0.817
科普兼职人员	0.871	0.805	0.272	0.274
~ 科普兼职人员	0.215	0.214	0.806	0.871
科普经费筹集额	0.870	0.841	0.298	0.314
~ 科普经费筹集额	0.290	0.276	0.849	0.877
科技馆数量	0.780	0.755	0.315	0.331
~ 科技馆数量	0.310	0.294	0.768	0.791
科普图书出版量	0.747	0.730	0.323	0.343
~ 科普图书出版量	0.328	0.308	0.746	0.762
科普专题活动次数	0.785	0.767	0.324	0.344
~ 科普专题活动次数	0.329	0.309	0.781	0.798

4.2 条件组态充分性分析

参考费斯 (Fiss)^[22]、杜运周和贾良定^[20]等学者的研究建议, 结合本研究案例具体情

况, 将一致性阈值设置为 0.8, 案例频数阈值设定为 1, PRI 一致性阈值设置为 0.7。此外, 由于既有研究关于 6 个条件与高/低公民现代化素质的关系未有一致性结论, 且本研究中各科普资源配置结构、配置方式在何种状态下会导致高/低的公民现代化素质未有确切结论, 因此, 本研究将其设定为“存在或缺失”。遵从上述设定运行 fsQCA3.0, 结果整理后见表 4。

照核心条件分布情况可归为 4 类: (1) 以科普专职人员和科普兼职人员为核心条件的组态 1; (2) 以科普兼职人员和科普图书出版为核心条件的组态 2; (3) 以科普兼职人员和科技馆为核心的组态 3a、3b; (4) 以科普兼职人员、科技馆和科普图书出版为核心条件的组态 4a、4b。整体来看, 本研究正向解的总体一致性为 0.944, 表明满足这 6 条组态路径的省域中有 94.4% 的省份公民现代化素质较高; 解的总体覆盖度为 0.731, 表明该 6 条路径可以解释 73.1% 的高公民现代化素质的科普资源配置案例^[20]。解的一致性和覆盖度均高于临界值, 表明本研究分析结果有效。

表 4 科普资源配置产生高/低公民现代化素质组态路径

条件变量	产生高公民现代化素质组态						产生低公民现代化素质组态					
	1	2	3a	3b	4a	4b	1	2	3	4	5	6
科普专职人员	●	•	•	•	•	•	○	○		○	○	•
科普兼职人员	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	•	○
科普经费筹集额	○	•	•		•	•		○	○	●	○	○
科技馆数量	○		●	●	●	●	○		○	○	○	●
科普图书出版量	○	●		○	●	●			○	•	○	○
科普专题活动次数	•	•	○	○	•		○	○	○		•	•
原始覆盖度	0.114	0.533	0.162	0.142	0.485	0.482	0.526	0.584	0.450	0.128	0.075	0.071
唯一覆盖度	0.030	0.079	0.007	0.029	0.036	0.001	0.019	0.100	0.045	0.009	0.029	0.038
一致性	0.899	0.975	0.984	0.876	0.969	0.971	0.988	0.990	0.995	0.953	0.938	0.927
总覆盖度	0.731						0.763					
总一致性	0.944						0.975					

注: ● = 核心条件存在, ○ = 核心条件缺席, ● = 辅助条件存在, ○ = 辅助条件缺席, “空格”表示该条件可有可无。

况, 将一致性阈值设置为 0.8, 案例频数阈值设定为 1, PRI 一致性阈值设置为 0.7。此外, 由于既有研究关于 6 个条件与高/低公民现代化素质的关系未有一致性结论, 且本研究中各科普资源配置结构、配置方式在何种状态下会导致高/低的公民现代化素质未有确切结论, 因此, 本研究将其设定为“存在或缺失”。遵从上述设定运行 fsQCA3.0, 结果整理后见表 4。

从表 4 可见, 在科普资源配置产生高公民现代化素质组态中, 共计存在 6 条路径, 按

4.2.1 高公民现代化素质组态分析

组态 1 是以科普专职人员和科普兼职人员为核心条件, 以科普专题活动为辅助条件的“科普人才驱动”型路径, 以河北省为典型。科普人才是具备一定科学素质和科普专业技能、从事科普实践并进行创造性劳动、做出积极贡献的劳动者^[22], 在提升公民现代化素质及创新能力方面发挥着关键作用; 而科普专题活动作为调动公民参与科学的热情和扩展公民接触科学的便捷渠道, 也为促进区域公民现代化素质提升创造了积极氛围。2020

年，河北省科普专职人员 1.5 万人，位居全国第二；科普兼职人员 6.2 万人^①，同样位居全国前列。河北省投入大量科普专职、兼职人员，并通过开展各类科普专题活动，极大地推动了区域科学普及和公民现代化素质提升。因此，组态 1 说明在科普经费投入较低、科技馆数量少和科普图书资源不足的省份可以通过加大科普人才投入、开展各类科普专题活动等渠道提升公民现代化科学素质。

组态 2 是以科普兼职人员和科普图书出版为核心条件，以科普专职人员、科普经费筹集和科普专题活动为辅助条件的“科普人才+科普创作”型路径，以上海市、江苏省、广东省、浙江省、湖北省、四川省为主。科普图书是向公民普及科学知识，提升科学素质的重要专门化物质载体，也是科普创作的重要产物，凝结了简单易懂和丰富多彩的科学知识，具有趣味性、专业性、知识性、稳定性和易储存等特征。从省份地区分布来看，该路径以东部沿海地区为主。由于东部沿海地区经济发达，科普人力、财力和物力资源充裕，科普创新、创作积极性较突出，公民科学文化素质水平相对较高且接受科普和参与科普活动的意愿较足，因此该类地区在开展科学普及方面具有较大的优势和良好的效果，通过各类科普资源的投入也能够较快、较好地实现公民现代化素质提升的目的。

组态 3a、3b 是以科普兼职人员和科技馆为核心，以科普专职人员为辅的“科普人才+科技场馆”型路径，以北京市、山东省和安徽省为主。作为普及科学知识、提高公民科学文化素质水平的大型社会科学教育设施，科技馆具有展览教育、培训教育、实验教育等功用，允许公众亲自参与科学实验，掌握

科学原理和应用；科技馆不仅普及科学知识，更加注重弘扬科学精神、传播科学思想和科学方法。以山东省为例，2020 年，山东省科普专职人员 1.2 万人，科普兼职人员 6.2 万人，拥有科技馆 32 座^②，在全国均位居前列。科普人才与科技场馆的结合使得科普内容更加深入公众，有力促进了区域公民现代化素质的提升。组态 3a、3b 说明在科普图书出版量少、科普专题活动次数不足的省份可以通过加大科普人才的投入和加强与科技馆结合等方式提升公民现代化素质。

组态 4a、4b 是以科普兼职人员、科技馆和科普图书出版为核心条件，以科普经费筹集为辅助条件的“科普人才+科技场馆+科普创作”型路径。该路径下科普专职人员和科普专题活动 2 个条件变量处于可有可无的状态，因此基本属于科普全要素型组态，以上海市、北京市、广东省、福建省、江苏省、浙江省、湖北省、河南省、四川省、陕西省为典型。该组态说明，科学普及和公民现代化素质水平的提升涉及众多科普资源的持续性投入和有效匹配协同，只有发挥科普人才投入科普事业和科普创作的积极性，加大科普经费的投入支撑，加强科技场馆和科普图书的科学文化承载和传播内涵，并通过各种科普专题活动吸引广大公众参与科普，才能有效实现公民现代化素质的提升，提升科学和知识转化为现实生产力的能力。

4.2.2 低公民现代化素质组态分析

从表 4 可见，产生低公民现代化素质的组态路径共计 6 条，解的总体一致性为 0.975，表明满足这 6 条组态路径的省域中有 97.5% 的省份公民现代化素质不足，亟待进一步提升；解的总体覆盖度为 0.763，表明该 6 条路径可以解释 76.3% 的低公民现代化素质的科

①数据来源于 2021 年《中国科技统计年鉴》。

②同上。

普资源配置案例。解的一致性和覆盖度均高于临界值，表明研究分析结果有效。

从具体组态条件来看，组态 1、组态 2 和组态 3 均表现为核心条件和辅助条件缺失，覆盖省份为青海省、西藏自治区、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、黑龙江省、吉林省、辽宁省、山西省、甘肃省、贵州省等。组态 4、组态 5 和组态 6 表现为部分核心条件和辅助条件存在，大部分核心条件和辅助条件缺失，以重庆市、江西省、广西壮族自治区、新疆维吾尔自治区为代表。整体来看，产生低公民现代化素质的覆盖省份均分布于中部、西部和东北部，该区域省份在科普人才、科普图书和科普专题活动方面均存在不同程度的核心缺失。实际上，中部、西部和东北部省份由于经济发展落后于东部沿海地区，科

普资源投入不足和有效配置效率较低，严重影响了公民现代化素质的提升。

4.3 稳健性检验

QCA 结果稳健性的检验主要有 3 种：改变校准、改变一致性阈值以及调整案例^[23]。此外，由于科普资源投入到影响公民现代化素质产出之间可能具有一定的时间滞后性。因此，结合上述两方面，本研究将科普资源投入数据改为 2019 年进行稳定性检验，结果见表 5。可见，调整案例后的条件组态所反映出的路径内涵与上文分析结论基本一致，因此，研究结论具有一定的稳健性。此外，科普经费筹集在产生高公民现代化素质组态的稳健性检验出现的 4 条路径中均承担核心条件，揭示了科普经费在产生高公民现代化素质组态中的重要性。

表 5 稳健性检验

条件变量	产生高公民现代化素质组态				产生低公民现代化素质组态					
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
科普专职人员	●	●		●	○	○	○	●	●	○
科普兼职人员	●	●	●	●		○	○	○	○	○
科普经费筹集额	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●
科技馆数量	●	●	●	○	○	○	●	○	●	○
科普图书出版量	●		●	○	○		○	○	●	●
科普专题活动次数		●	●	○	○	○		●	○	●
原始覆盖度	0.477	0.496	0.450	0.074	0.397	0.498	0.166	0.077	0.078	0.122
唯一覆盖度	0.073	0.089	0.050	0.033	0.007	0.046	0.090	0.032	0.020	0.027
一致性	0.979	0.971	0.954	0.880	0.989	0.990	0.993	0.961	0.906	1.000
总覆盖度			0.656					0.704		
总一致性			0.950					0.977		

注：● = 核心条件存在，○ = 核心条件缺席，● = 辅助条件存在，○ = 辅助条件缺席，“空格”表示该条件可有可无。

5 结论与建议

5.1 研究结论

(1) 任何单个科普资源要素均无法对高/低公民现代化素质构成必要条件。中国各省域科普资源投入对公民现代化素质的影响存在复杂并发的多元组态，科普人力资源、财力资源、物力资源和服务资源的有效结合是促进公民现代化素质提升的有效路径。

(2) 存在 4 类科普资源配置组态能够有效促进公民现代化素质提升，分别为“科普人才驱动”型、“科普人才+科普创作”型、“科普人才+科技场馆”型，以及“科普人才+科技场馆+科普创作”型。在 4 类科普资源配置组态中，科普人才（尤其是科普兼职人才）、科技场馆和科普经费发挥核心作用。产生低公民现代化素质的组态路径各异且广泛存在核心条件缺失的状况。因此，在配置科

普资源、提升公民现代化素质时各省域应选择契合本省域实际情况的发展途径。

(3) 中国科普资源配置与公民现代化素质存在显著的地域性差异。科普资源投入充裕、公民现代化素质较高的地区广泛分布于东部沿海地区；科普资源投入不足、公民现代化素质相对较低的地区零散分布于中部地区，广泛集中于西部和东北部地区。

5.2 对策建议

根据研究结果，本研究对优化科普资源配置和提升公民现代化素质提出以下建议。

(1) 由于科普人才（尤其是科普兼职人才）、科普经费和科技场馆在提升公民现代化素质路径中发挥着核心作用。因此，各区域一要进一步加强科普专职、兼职人才的培养，持续发展壮大科普人才队伍；要深入挖掘和壮大科普兼职人才队伍，提升科普兼职人员的科学素质和服务于科学普及的积极性。二要进一步加强科普财政投入，建立政府引导、社会积极参与的多渠道科普资金投入运行机制。三要丰富各类科普文化载体和各类科普场馆、科普基础设施建设，建立校内外科学教育资源有效衔接机制，支持和指导高校、科研机构、企业、科学共同体等利用科技资源开展科普工作，鼓励科普组织通过线上、线下等渠道开展多元化的科普主题活动，丰富科普形式。

(2) 各省域在配置科普资源、提升公民现代化素质时应选择契合自身实际情况的发展途径。一是对于科普经费投入较低、科技馆数量少和科普图书资源不足的省份可以通过加大科普人才投入、开展各类科普专题活动等渠道提升公民现代化素质。二是对于科普图书出版量少、科普专题活动次数不足的省份可以通过加大科普人才的投入和加强与

科技馆科普形式的结合等方式提升公民现代化素质。三是对于各类科普资源均相对充足的省域，应注重发挥比较优势和加强科普核心资源的建设，可通过“科普人才+科普创作”“科普人才+科技场馆+科普创作”等路径促进公民现代化素质的提升。

(3) 针对公民现代化素质和科普资源配置存在的显著区域差异性，政府应着重关注和平衡东西部区域科普投入差距，注重对中部、西部及东北部区域科普资源投入倾斜。一是通过《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》等长期规划，引导社会科普资源向欠发达地区和农村倾斜，着力打造社会化协同、智慧化传播、规范化建设和国际化合作的全国性科学素质建设生态。二是以深化科普供给侧结构性改革为重点，破除制约科普高质量发展的体制机制障碍，创新组织动员机制，强化政策法规保障，推动科普内容、形式和手段等创新提升，并通过科普资源共建共享等方式鼓励科普要素在不同省际、区际的流动和共享，提升科普资源有效利用率。

5.3 研究局限与展望

首先，本研究虽然创新性地提出“公民现代化素质”这一概念，但对其具体内涵、定义、测度方式和影响因素等未进行系统化的深入梳理，仅从文献梳理和逻辑推导的方式对其狭义的概念进行界定。未来可通过专家咨询、访谈、扎根研究等方法对公民现代化素质的具体内涵、定义、影响因素等进行深入研究。其次，本研究利用统计数据，从经济范畴视角对区域公民的现代化素质水平进行侧面考证，难以体现出公民的现代化素质中可能涉及的价值观念、自主意识、思想道德等抽象特质，未来可通过量表开发、问卷调查等方式进行全面的

（下转第83页）