

我国科普服务与经济发展关系的区域差异研究

——基于灰色关联与空间相关性的实证分析

王诗云 黄丽娜*

(武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079)

[摘要] 为提升公民科学素养,培养创新型科技人才,保持地区经济平稳增长,推进科技普及一直是我国在科技教育领域的重要方针。论文选取 2010—2014 年各省科普经费、科普人员、科普设施、科普图书、科普活动等方面的科普服务相关指标,采用灰色关联分析法对科普与经济发展间的关联性进行定量分析,并利用空间关联分析法探讨省间和省关联度的空间差异特征。实证研究表明,各省科普与经济发展的关联度有明显的区域差异,并且在空间上具有聚集性。

[关键词] 科技普及 区域差异 灰色关联分析 空间关联分析

[中图分类号] F012

[文献标识码] A

[DOI] 10.19293/j.cnki.1673-8357.2016.06.002

科学普及是国家经济发展的一项广泛而基础的工作。2002 年 6 月 29 日,我国颁布了世界上第一部科普法《中华人民共和国科学技术普及法》,明确给出了科普的定义:适用于国家和社会普及科学技术知识、倡导科学方法、传播科学思想、弘扬科学精神的活动。随着人民生活与科学技术的联系日益紧密,政府对于建设文明型社会、知识型社会的推动力度逐年递增,科学普及也受到了社会的普遍关注。

科学普及对于社会发展的影响是我国科普研究领域的重要内容之一。任嵘嵘等探讨了科普与科技进步关联特征,提出应建立以政府投入为主导,社会资本广泛参与的多元化投入体系,加大科普经费的利用效率,形成科普促进科技进步的可持续激励机制;重视科

普人才,尤其是高端科普人才的培养,推动不同类别科普人才的协调发展^[1]。李庆炬发现我国公众的科学素养提高缓慢等问题,并提出进一步健全科普工作机制,拓宽经费来源渠道,创新科普的内容、形式、方法,实现科普与经济的有效结合的改进举措^[2]。刘烨、刘炯采用了投入类科普指标和部分产出类科普指标对我国科普服务差异性测度进行了评估分析^[3]。也有不少文献是基于分析函数进行的科普数据研究,郑念与张利梅采用柯布-道格拉斯生产函数,选取 1990—2007 年我国 GDP 数据各生产要素,从技术进步对经济增长的促进作用方面探讨了科普投入对经济增长的贡献率^[4]。张立军等采用改进的 CRITIC 法进行指标赋权,在此基础上运用分形模型对我国 31 个省(市、自治区)的科普能力进行评价与分析,得

收稿日期: 2016-05-06

基金项目: 新世纪版《中华人民共和国国家大地图集》编研项目 (2013FY112800); 国家基础科学人才培养基金 (J1103409)。

* 通讯作者: E-mail: linahuang@whu.edu.cn。

出我国区域科普事业发展并不均衡,大致呈现东部、中部、西部依次递减的趋势^[5]。任嵘嵘、郑念、赵萌将熵权法和 GEM 相结合确定指标权重,利用我国省、自治区的科普统计数据对其科普能力进行测算,从而验证了该方法的可行性和实用性^[6]。

总体而言,我国学者关于科普对社会发展影响的研究成果主要集中于全国尺度的科普与经济发展关系的宏观分析,而从中观尺度研究各省的科普建设与经济发展的关联,探讨区域之间的科普对于经济发展的影响差异则刚刚起步。基于此,文章通过 2010—2014 年全国 31 个省(自治区)的科技普及指标体系,利用灰色关联模型与空间关联模型研究各省科技普及与经济发展间的定量关系,分析关联度在省内和省间的分布特征,探索其空间分布规律,从而为国家或各省在推进科普产业发展、对科普投入进行分配使用的指导决策提供依据。

1 中国科普与经济发展现状

根据《中国科技统计年鉴》中关于科普服务的统计数据,近年来我国科技普及各项指标投入平稳增长,总体呈缓慢上升趋势(如图 1 所示)。科普专职人员五年共增长约 1 万人,起伏不明显,总体持平;科技馆数量逐年增加,增长个数维持在一年约 20 个;科普图书储量从 2011 年的 5 698 万册增长至 2013 年的 8 860 万册;科普经费也逐年增长,2014 年约为 2010 年的 1.5 倍。总体来看,我国对于科普服务的重视逐年增强,投入逐年递增,科普经费与科技馆数量增长显著,科普图书、科普活动与科普专职人员走势平稳。

根据经济发展研究的文献,目前大多数学者认为经济发展水平在地域上的差异主要来源于国内体制改革所引起的经济结构变化、市场化程度、城市化水平等因素^[7]对地区差距的影响^[8]。对 2010—2014 年全国经济发展数据进行分析(如图 2 所示)。人均国内生产总值逐年稳步增长,五年增长率高达 52.4%;居民消费水平由 10 919 元上升至 17 806 元,逐年递

增,涨幅显著;进出口总额历年增长率依次为 17.4%、3.3%、5.7%、2.3%。各个指标的增长情况均出现明显下滑,可见增长现状虽得以维持,但增长幅度的减少体现了我国经济发展的前景并非一帆风顺。由此可见,研究我国科技普及与经济发展间的相互关系是必要且具有一定前瞻性的。

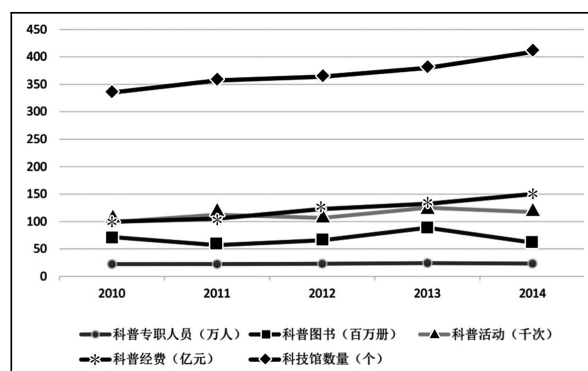


图 1 2010—2014 年我国科普发展情况

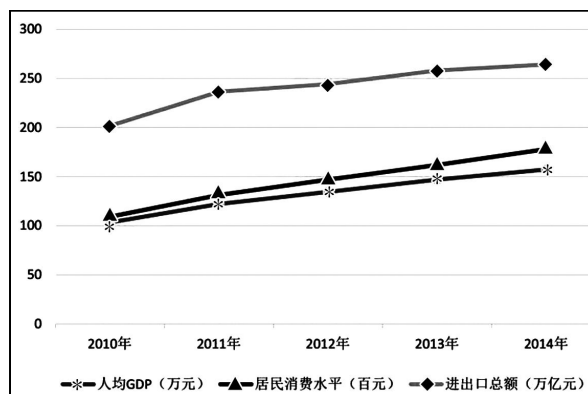


图 2 2010—2014 年我国经济发展情况

2 关联分析方法

2.1 灰色关联分析模型

灰色关联分析模型通过线性插值的方法将系统因素的离散行为观测值转为分段连续的折线,进而根据折线的几何特征构造测度关联程度^[9],广泛应用于环境研究与产业结构分析领域,用于判断不同指标之间的联系是否紧密。早期的灰色关联分析模型通常根据接近性来测度相似性,此类模型以邓聚龙教授提出的灰色关联分析模型为代表^[10]。此次研究中,我们采用以行为因子序列的几何接近度来分析因子间的影响程度,并评价因子对主行为的贡献。该方法实际上是一种曲线间几何形状的比

较分析,即几何形状越接近,灰色关联度就越大,反之越小^[11]。用灰色关联分析法计算指标数列与参考数列关联度的步骤为:

(1) 确定参考数列和比较因子数列。本文选择人均地区生产总值为参考数列,科普经费、科普人员、科技馆数量、科普图书、科普活动5项科普指标作为比较因子数列,进而将各省五年的数据依次排列。

(2) 对数据进行无量纲化处理。由于系统中各因素的物理意义,不同系统中数据的量纲不一定相同,需要对数据进行无量纲化处理来提高分析结果的可靠性^[12]。由于我国科普发展呈现出平稳波动的特征,采取均值化处理方法进行无量纲处理,其适用于无明显升降趋势的客观数值,处理结果充分保留了各指标变异程度的信息^[13]。均值化后的参考数列为 $Y(k)$, 比较因子序列为 $X_i(k)$ (其中, i, k 取 $1, 2, 3, \dots, N$)。

(3) 计算差数列:

$$\Delta_i(k) = |y(k) - x_i(k)|$$

(4) 计算灰色关联系数。比较因子中第 i 行, 第 k 列数据的关联系数为:

$$\delta_i = \frac{\min \min \Delta_i(k) + \rho \max \max \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max \max \Delta_i(k)}$$

ρ 为分辨系数,取值范围为 $0 \sim 1$, 此处取 $\rho = 0.5$ 。

(5) 计算灰色关联度。第 i 行比较因子与参考序列的灰色关联度为:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \delta_i(k), k = 1, 2, \dots, n$$

2.2 空间关联分析模型

在进行灰色关联分析基础上,本文进一步计算关联度的空间相关性,从而分析科普与经济发展关联的空间特征。目标变量的空间相关性分为全局指标 (Global Moran's I) 和局部指标 (Local Moran's I), 前者用于验证整个研究区域某一要素的空间模式,后者用于分析整个大区域中,局部小区域单元上的某种现象与相邻局部小区域单元上同一现象的相关程度^[14]。用空间关联模型分析关联度的空间分布特征步骤为:

(1) 计算空间权重矩阵。由于此处省级面要素是不规则多边形,选取依据连通性确定权重的 k -nearest neighbors 方法,即一个要素在特征空间中的 k 个最邻近要素中的大多数属于某个类,则该要素也属于这个类别。 k 邻近方法的重点在于 k 值的选取, k 值较小容易发生拟合, k 值较大则会导致近似误差的增大。经过试验,本文选取要素总数的 25% 来建立空间权重矩阵,矩阵记为 W_{ij} , 当 i, j 边界相邻时, W_{ij} 为 1, 否则即为 0。

(2) 通过各省关联度计算 Moran's I 指数 (I_i)。

对 Global Moran's I 的定义为:

$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_j W_{ij}} \times \frac{\sum_i \sum_j W_{ij} (x_i - \bar{X})(x_j - \bar{X})}{\sum_i (x_i - \bar{X})^2}$$

对 Local Moran's I 的定义为:

$$I_i = \left[\frac{(x_i - \bar{X})}{\sigma_x} \right] \sum_j W_{ij} \left[\frac{(x_j - \bar{X})}{\sigma_x} \right]$$

I_i 的取值在 $0 \sim 1$ 之间, 当 $I_i = 0$ 时, 地区 i 的关联度与其所有相邻地区 j 的关联度不相关; 当 $I_i > 0$ 时, 地区 i 的关联度与其所有相邻地区 j 的关联度呈正相关, 且 I_i 越大, 关联性越强; 当 $I_i < 0$ 时, 地区 i 的关联度与其所有相邻地区 j 的关联度呈负相关, 且 I_i 越小, 关联性越强。

(3) 制作 LISA 集聚图

由于局部空间自相关的存在, 将 Moran 散点图与 LISA 显著性水平相结合, 可以得到 LISA 集聚图, 图中标识出对应于 Moran 散点图不同象限, 并且 LISA 显著的相应区域^[15]。以 HH (该区域属性值高, 相邻区域属性值也高)、HL (该区域属性值高, 相邻区域属性值低)、LH (该区域属性值低, 相邻区域属性值高)、LL (该区域属性值低, 相邻区域属性值也低) 为评价指标, 用省级分辨率的底图利用质底法作图。

3 分析与讨论

3.1 灰色关联分析

根据 2010—2014 年《中国科技统计年鉴》、《中国统计年鉴》各省数据, 以经济发展中的人均地区生产总值 (万元) 为参考数

列，科普经费（万元）、科普人员（人）、科技馆（个）、科普图书（万册）、科普活动（次）为比较因子，根据数据特征选择均值化的数

据预处理方式，进行灰色关联分析，分别计算比较因子与参考数列之间的关联度，各省的科普与经济发展的关联度如图3所示。

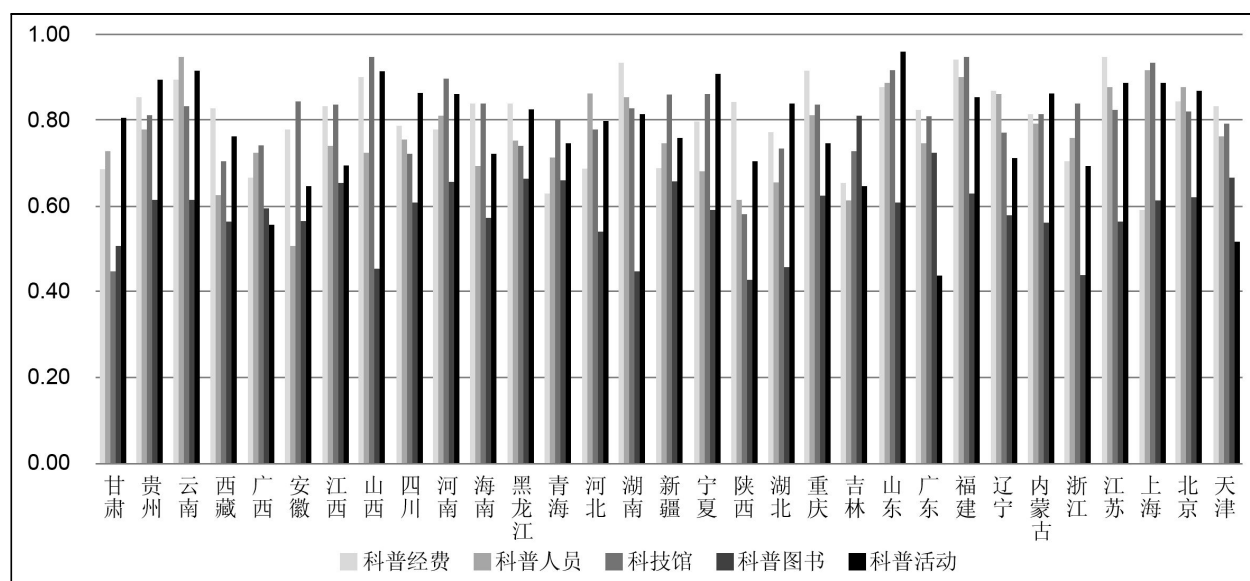


图3 各省科普与经济发展灰色关联度

总体而言，各省五种科普发展形式与经济发展的关联度均较高，可见发展科普事业与地区经济发展息息相关。进一步分析省间关联特征，可知科普经费与经济发展关联度普遍偏高，最高的是江苏省，关联度达到0.95，表明江苏省的科普经费与经济发展联系紧密。科普人员与经济发展关联度均较高，关联度最高的是云南省，达到0.95。根据云南省科普统计公报显示，省内科普人员数量与素质逐年提升，大学本科以上学历人员占科普人员总数的42.40%，对科普人才的有效利用对云南省近年来生产总值的平稳增长起到了推动作用^[6]，其他各省应充分借鉴优良经验，注重科普人才培养，真正实现科普人员与经济发展的相互促进。科技馆数量与经济发展关联度最高的是山西省，最低的是甘肃省。《中国科技统计年鉴》数据表明，五年内甘肃省科技馆数量基本保持在5个左右，无明显增长且在全国范围内处于较低水平，同时其人均生产总值逐年平稳增长，可见经济快速发展并未给甘肃省的科普设施发展带来实质性改观，只有主动学习对于科普设施的建造、更新及管理经验，才可能将经济发展的高效道路沿袭至科普事业。科普图书与经济发展关联度普遍偏低，表明了以

图书形式普及科学知识难以对地区经济发展起到推动作用，同时经济发展与科普传播的直接联系可以通过改变科普图书的传播内容、传播对象及传播途径来实现。科普活动与经济发展关联度最高的是山东省，达到0.96。以引领山东省经济稳步增长的青岛市北区为例，当地科协围绕全国科普日开展了社区科普宣传月活动，举办了科普示范楼院、示范家庭活动，发挥品牌效益，开展了“科普大讲堂”活动等，以多种渠道深人民众展开科普宣传^[7]。从科普活动与经济发展的双赢局面来看，山东省的科普活动举办经验值得其他各省学习，应该注重相邻省份间的交流，把科普活动深入社区、学校，从方式方法上提升科学知识的普及力度。

根据省内分析，在科普与经济发展灰色关联分析中，大部分省份呈现科普图书关联度低，科普经费、科普人员、科普设施、科普活动关联度均偏高的现象。山西省、江苏省、福建省、山东省、云南省均有高于0.95的高关联度数值出现，山西省、浙江省、湖北省、湖南省等地区均有低于0.5的较低关联度数值出现，比较分析各省在5项科普指标中的关联度大小为科普与经济发展的研究和今后的科普规划方向提供了地域性的数据基础。

3.2 空间关联分析

为探究关联度在地理空间上的集聚情况,对各省科普经费、科普人员、科技馆、科普图书、科普活动与经济发展的关联度进行局部空间自相关分析,局部空间自相关能够研究范围内各空间位置与各自周围邻近位置的同一属性相关性,从而对关联程度进行定性与定量的评价。选择与面状分析要素最匹配的 k 最邻近方法建立空间权重矩阵,为避免过度拟合与近似误差过大的现象发生,经过反复实验,最终确定 k 值取样本总数的 25%,即 8 个效果最佳。在此基础上计算各评价指数的 Moran's I 指数(如表 1 所示),各项结果均大于 0,说明各省科普经费、科普人员、科技馆、科普图书、科普活动与经济发展的关联度具有局部空间自相关性且呈空间正相关。

表 1 科普与经济发展关联度的局部 Moran's I 指数

	科普经费与经济发展关联度	科普人员与经济发展关联度	科普设施与经济发展关联度	科普图书与经济发展关联度	科普活动与经济发展关联度
局部 Moran's I	0.08	0.05	0.08	0.02	0.03

在空间正相关的基础上,生成 LISA 集聚图(如图 4 所示)。科普经费与经济发展的关联度在北京和湖北省偏高,并且其周围地区关联度也高,表明在这片区域上呈现相互促进作用,关联度呈现空间聚集性;福建省关联度较高,但周围省份关联度较低,表明与其周围省份相比,福建省更注重科普经费投入与经济的协调发展;河北省虽然周围地区关联度高,但自身关联度偏低,尚未受到相邻区域发展的带动。

科普人员与经济发展的关联度在北京、天津、山东、河北、黑龙江与辽宁偏高,且其周围地区关联度也高,关联度在此处分布呈现集聚性;科普设施与经济发展的关联度则在北京、天津、山东、河北、江苏呈现出集聚性。表明这些地区在科普服务的人员、机构投入方面与经济协调发展形成了一定的区域效应。而科普活动与经济发展的关联度在西北地区的新疆、甘肃、青海、宁夏的集聚性明显,分析其原因可知,早在 1993 年甘肃省纺织工程学会组织了大型学术报告会与专题报告汲取科普工作的经验,自此开辟了陕西、甘

肃科学普及工作的指导道路,为区域经济在西部地区的平稳发展奠定了坚实基础^[18],促使了近年来西北地区的科普活动与经济发展的匹配度较高,并对周围有一定的辐射效应。

值得注意的是,福建省的科普服务与经济发展关联度与周围其他省相比尤为突出。福建省近五年来科普相关指标均稳步增长且发展均衡,与经济发展协调。而福建周围的江西、浙江和广州等省虽然经济发展迅速,但科普投入不稳定,甚至在个别科普指标中呈现下降趋势,科普服务水平与经济发展不相适应。这表明,福建与周围省份在科普与经济协调发展方面的交流合作较少,周围省份在努力发展经济的同时,应该利用区域优势积极向福建省学习先进经验,加大科普服务建设力度,推进科普与经济协调发展模式。

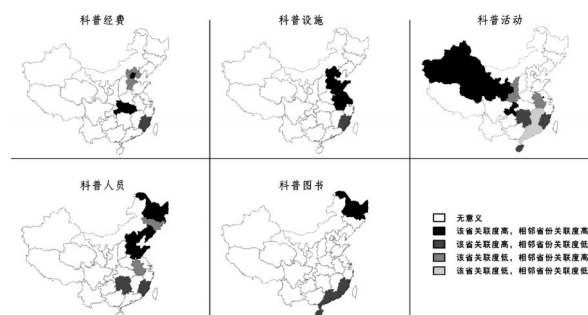


图 4 科普与经济发展关联度的 LISA 集聚分布图

4 小结

本文利用灰色关联模型分析我国各省内部科普经费、科普人员、科普设施、科普图书、科普活动与经济发展之间的关联程度,探讨了各省科普与经济发展的差异性。在此基础上,利用局部 Morans'I 模型分析了各省科普与经济关联的空间自相关特征。实证研究表明,我国 2010—2014 年间,各省的科普经费、科普机构、科普活动与经济发展密切相关;科普与经济发展的关联度有明显的空间聚集效应。研究结果对于推进我国改善科普发展结构,合理配置科普资源,促进科普改革与经济协调发展提供了有力的支持。

近年来国家着力于推广全国科技活动周,举办全国科普讲解大赛,使科普以更加亲民的方式走入人民生活。据统计,仅 2012 年一年,

国家完成了 10 余所科技馆的新建和改扩建工作,将流动科技馆巡展深入少数民族地区、革命老区等 41 个县域,受益人数达 174 万人次^[9],足以见得国家对于科普发展的重视提升,并取得了一定成效。根据实证分析,我国部分地区仍然存在科普发展与经济发展不协调的情况。着眼于部分省份科普人员、科普图书与经济发展关联度较低的现状,开辟创新型科普方式是促进科普与经济协同发展的必要手段之一。针对科普人员的缺乏和流失问题,国家可以通过在高等院校设立科普专业和成立科普人员培养基金等措施,强化科普人员培养机制。针对科普图书推广力不足的问题,可以丰富科普产品种类,建立科普示范基地,对优秀、创新的科普产品进行展览与推广;借助信息时代的新型传播方式,建立网络科普资源共享模式,增强对于科普信息的宣传力度及增大传播范围。

在地区间进行科普交流合作的基础上,根据关联度的集聚性分析,还可以将集聚度高的几个省归为一个科普工作区,由关联度高的省份传授科普工作经验,带领其他省份共同建设创新型科普工作区。例如,建立以黑龙江省为中心的“北部科普工作区”,带动内蒙古、吉林省的科普建设情况;建立包含北京、天津、河北省与山东省的“华北科普工作区”,举行跨地区的科普经验交流报告或展览;建立包括新疆省、西藏省、青海省、宁夏省和甘肃省的“西部科普工作区”,结合地域经济发展现状,进一步探讨科学合理的科普工作规划。在各个科普工作区内统一规划部署科普各项指标的投入情况,通过加强资金流动、人员交流与经验分享、设施创新统一化、分享传媒内容与途径、共同举办科普活动等具体措施加强科普工作区之间的交流合作,在一定区域内实现科普对经济发展的高效推进作用。

参考文献

- [1] 任嵘嵘,郑念,邢钢.科普与科技进步关联性研究[J].科研管理,2013,34(S1):290-295.
- [2] 刘庆炬.我国科普工作存在的问题与解决策略[J].淮南师范学院学报,2009(6):21-29.
- [3] 刘焯,刘炯.对我国科普服务均等化问题的观察与思考[J].未来与发展,2010(1):103-107.
- [4] 郑念,张利梅.科普对经济增长贡献率的估算[J].技术经济,2010,29(12):102-112.
- [5] 张立军,张潇,陈菲菲.基于分形模型的区域科普能力评价与分析[J].科技管理研究,2015(2):44-48.
- [6] 任嵘嵘,郑念,赵萌.我国地区科普能力评价[J].技术经济,2013(2):59-64.
- [7] 王小鲁,樊纲.中国地区差距:20 年变化趋势和影响因素[M].北京:经济科学出版社,2004:42-44.
- [8] 蔡昉,王德文,都阳.劳动力市场扭曲对区域差距的影响[J].中国社会科学,2010(2):4-14.
- [9] 刘思峰,蔡华,杨英杰,等.灰色关联分析模型研究进展[J].系统工程理论与实践,2013,33(8):2041-2046.
- [10] 邓聚龙.灰色系统理论的关联空间[J].模糊数学,1985(2):1-10.
- [11] 黄贯虹,方刚.系统工程方法与应用[M].广州:暨南大学出版社,2005.
- [12] 于凤玲,陈建宏.基于灰色关联与优势分析的能源消费与工业环境污染的实证研究[J].环境污染与防治,2012,11(34):93-97.
- [13] 叶宗裕.关于多指标综合平均中指标正向化和无量纲化方法的选择[J].浙江统计,2003(4):24-25.
- [14] 吴拥政.区域经济增长空间关联性的纵向变化与横向差异实证分析[J].经济研究导刊,2010(4):87-89.
- [15] 鲁凤,徐建华.中国区域经济差异的空间统计分析[J].华东师范大学学报,2007(2):44-51.
- [16] 云南省科学技术厅.2014 年度云南省科普统计主要数据公报[EB/OL]. [2016-04-30]. <http://www.ynstc.gov.cn/kjxx/201512090003.htm>.
- [17] 孙增余.青岛市北区积极开展社区科普工作 社区科普工作成绩显著[EB/OL]. [2016-04-30]. <http://www.sdast.org.cn/article.php?id=34738>.
- [18] 金顶.广泛交流多方合作搞好科普[J].北京纺织,1993(5):64.
- [19] 邱晨辉.2012 年我国共新建改扩建 10 座科技馆[N].中国在线—中国青年报,2013-02-01(3).

(编辑 袁博)