区域科技创新与可持续发展空间差异研究
——以山东省国家可持续发展实验区为例

刘守珍，李俊莉
（山东曲阜师范大学 地理与旅游学院，山东 日照 276826）

摘　要：[目的] 探讨不同区域实验区科技创新与可持续发展关联性的空间差异，为山东省可持续发展提供决策参考。[方法] 从科技创新与可持续发展层面选取 29 个指标，运用灰色关联模型计算出 2009—2015 年鲁东、鲁中、鲁西实验区总体的科技创新与可持续发展度及协调度关联度，2015 年各实验区科技创新与子系统发展度、可持续发展度及协调度关联系数，并进行分类。[结果] 三大区域实验区科技创新与可持续发展度关联度较高，呈现自西向东阶梯式分布，与协调度关联度相对较低，呈现“中间高两头低”的格局；各实验区关联性显著，科技创新在推动经济、社会、环境协调可持续发展方面做出重大贡献，但不同区域科技支撑侧重领域不同；各实验区科技创新与可持续发展度、协调度关联系数差异明显。鲁东以中、高关联型为主，鲁中以高关联型为主，鲁西为高关联型。[结论] 实验区科技创新与可持续发展关联性的空间差异较大，需因地制宜探索适合该区域发展的模式。

关键词：国家可持续发展实验区(CNSCs)；科技创新；可持续发展度；协调度；区域
文献标识码：A　　**文章编号**：1000-288X(2018)04-0259-07　　**中图分类号**：F290

文献参数：刘守珍，李俊莉. 区域科技创新与可持续发展空间差异研究[J]. 水土保持通报，2018，38(4)：259-265. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2018.04.042. Liu Shouzhen, Li Junli. Regional spatial differences of scientific-technical innovation and sustainable development[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(4): 259-265.

Regional Spatial Differences of Scientific-technical Innovation and Sustainable Development
—A Case Study of CNSCs in Shandong Province

LIU Shouzhen, LI Junli
(*College of Geography and Tourist, Qufu Normal University, Rizhao, Shandong* 276826, *China*)

Abstract: [Objective] To explore the spatial differences about relevance between scientific-technical innovation and sustainable development of China National Sustainable Communities(CNSCs) in different regions, and to provide decision reference for sustainable development of Shandong Province. [Methods] By selecting 29 index from two aspects of scientific-technical innovation and sustainable development, using grey correlation model calculated the correlation degree of scientific-technical innovation with sustainable development degree and coordination degree of CNSCs in eastern, central and western of Shandong Province in 2009—2015, calculated and classified correlation coefficient of scientific-technical innovation with subsystem development degree, sustainable development degree and coordination degree of every CNSCs in 2015. [Results] There was a high relevance between scientific-technical innovation and sustainable development degree in CNSCs of three region, showed the ladder distribution from west to east. A low relevance between scientific-technical innovation and coordination degree, showed the pattern of “high in the middle and low in the two ends”; There had a significant relevance of every CNSCs, and scientific-technical innovation made contributions to the promotions of economy, society and environment coordinated and sustainable development, but it focused

收稿日期：2017-11-09　　**修回日期**：2018-04-09
资助项目：国家自然科学基金项目“国家可持续发展实验区转型机理与途径研究：以山东省为例”(41601613)
第一作者：刘守珍(1992—)，女(汉族)，山东省新泰市人，硕士研究生，研究方向为人文地理。E-mail：652327322@qq.com。
通讯作者：李俊莉(1976—)，女(汉族)，陕西省富平县人，博士，副教授，主要从事环境与可持续发展方面的研究。E-mail：qfljl@163.com。

on different aspects. The differences of correlation coefficient is obvious between scientific-technical innovation with sustainable development degree and coordination degree, the east is mainly moderate correlation type and high correlation type, the center is mainly high correlation type, the west belongs to high correlation type. [Conclusion] There was great difference in the spatial differences about relevance between scientific-technical innovation and sustainable development of CNSCs, and it was necessary to explore path which suits for local conditions.

Keywords: China National Sustainable Communities(CNSCs); scientific-technical innovation; sustainable development degree; coordination degree; region

自人类开启可持续发展新文明时代以来,中国坚持"科教兴国"和"可持续发展"两大国家基本发展战略,贯彻落实科学发展观,成为发展中国家实现人口、经济、资源、环境协调发展的表率[1]。但与此同时,科技创新驱动区域可持续发展的效果却并不显著,成为战略实施中一个最大的难题。因此,依靠科技创新突破资源环境约束关系到区域经济社会安全,关系到可持续发展目标的实现。国外关于科技创新与可持续发展相互作用关系的研究主要集中于可持续创新[2]、科技创新同可持续发展子系统的互动分析[3-4]。国内研究起步较晚,从为数不多的实证成果来看,主要包括科技创新与可持续发展的理论探讨、可持续创新能力评价指标体系构建等方面[5-6]。此外,科技创新与可持续发展子系统的互动关系也是研究热点,如科技与经济、环境的关系探究[7-8]。综合国内外研究成果,呈现出三方面特征:研究内容上,既有可持续发展理念在科技创新中的理论探讨,也有科技创新与可持续发展子系统之间的实证研究,但对两者之间的关系分析缺乏整体性思考;研究尺度上,多集中在中观、微观尺度,对科技创新与可持续发展之间的深入研究特别是宏观层面的研究相对不足;研究方法上,量化手段仍然较为单一。国家可持续发展实验区(简称"实验区")是依靠科技创新实践区域可持续发展战略的示范基地,自 1986 年创建以来,实验区积极发挥科技示范引领作用,带动地方经济社会环境全面、协调、可持续发展,在体制机制创新、科技创新、城镇建设、社区管理、生态环境保护、资源开发利用、城市转型发展等方面积累了丰富经验,已成为地方政府实施可持续发展战略、开展科技成果转化应用的载体和平台,示范和带动作用明显[9]。截止 2016 年底,已建成实验区 189 个,涵盖全国 90%以上的省、市、自治区。目前,实验区研究主要侧重于某地域单元的评估评价方面,以可持续发展水平或协调性分析为主[10-12],对于科技创新对可持续发展系统的驱动研究鲜有涉及,更缺少多个实验区发展空间格局的探索[13]。在经济社会进入新常态的背景下,实验区建设亟需注入新的理念。本文依据已有成果[14],结合实验区发展实际情况,将 13 个不同类型的实验区划分到 3 大区域中进行研究,分别是鲁东地区、鲁中地区、鲁西地区。致力于分析实验区可持续发展的空间相似性及差异性,为山东省实验区可持续发展实践提供一个新的可供借鉴的模式。

1 研究区域选择与实验区概况

改革开放以来,山东省经济社会保持了持续快速健康发展,GDP 总规模由 1978 年的 225.5 亿元增加到 2015 年的 6.3 万亿元,多年盘踞全国第 3 位。但与此同时,也出现了城市人口剧增、资源耗竭、环境污染、生态破坏等一系列问题,这些瓶颈问题严重制约着山东省未来的可持续发展[15]。山东省是最早建设实验区的省份之一,起步于 1991 年,经过 20 a 多的建设,实验区各项工作都取得了长足进步,对地区经济、社会和人口、资源、环境的协调和可持续发展起到了积极作用。但实验区发展在一定程度上仍处于高投入低产出的阶段,经济结构性矛盾长期突出。目前全省共有国家级实验区 14 个(跨行政区划型因数据欠缺,不予考虑),鲁东地区 7 个、鲁中地区 5 个、鲁西地区 1 个(图 1)。在区域发展过程中,实验区面临的可持续发展问题不尽相同。因此,探究新常态下山东省实验区科技创新驱动发展的空间差异,明确制约实验区发展的现实问题,具有重要的实践意义。

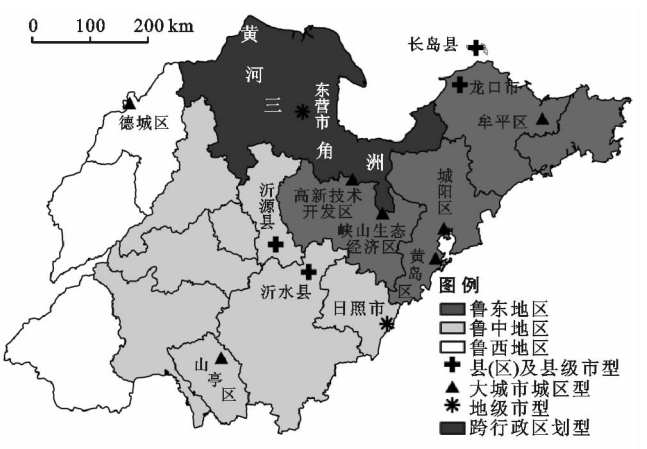


图 1 山东省国家级实验区分布

2　理论阐释

2.1　科技创新与可持续发展关系研究

可持续发展理论与实践的核心,是追求经济子系统、社会子系统、环境子系统的协调发展。整个系统发展的可持续能力虽然由这些子系统共同作用而决定,但最根本最关键的因素还取决于科学技术进步与创新的作用[16]。科技创新是起点,作为一种生产要素的"新组合"直接注入的是经济子系统、社会子系统与环境子系统。科技创新作用的结果改变了系统的结构状态。可持续发展是系统结构呈现出来的一种发展状态,处于被动的地位,它主要是科技创新对系统结构状态发生正作用的结果,主要体现在对经济增长的促进、对社会形态的进化,对自然生态和资源的保护与节约上[17]。结构的改变使功能产生变化,同样地,系统也会因为科技创新的负作用而呈现出不可持续发展的状态,此外,某种功能的发展也会对系统结构的变化起到反馈作用,也就是说,可持续发展对科技创新的制约是间接的,可持续发展与科技创新之间的互动机制如图 2 所示。

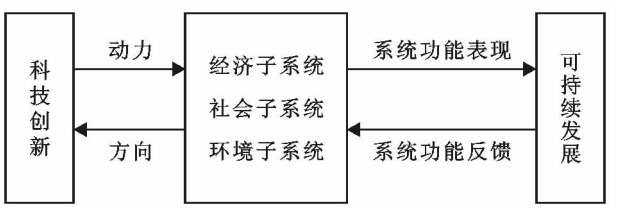


图 2　科技创新与可持续发展互动机制

2.2　实验区科技创新与可持续发展

实验区是我国实施"科教兴国"和"可持续发展"两大战略,依靠科技创新引导区域可持续发展的有益尝试。实验区的主旨是通过体制创新、科技创新、技术集成和技术与管理的结合,解决制约本地区可持续发展的关键问题,建立符合社会主义市场经济需求、依靠科技创新促进经济与社会协调发展的新机制。因而,实验区建设的核心是以科技创新助推可持续发展,具体表现为:①强调科学发展,即以科技为引领,探索和推广新型经济发展模式,走内涵发展道路;②强调创新发展,即不断创新发展观念、意识、途径,创新发展机制和模式以及科学的评价体系,探索建设创新型发展的实验区;③强调和谐发展,即改革、探索社会管理体制与机制,协调人与人、人与社会、人与自然之间的和谐与发展;④强调区域可持续发展,即各地不仅要结合自身特点,探索不同协调发展模式,也要加强已有模式和经验在区域的推广,共同促进区域的可持续发展。强调在先进科学技术的支撑下,控制人口增长,提高人口素质,合理开发资源,保护生态环境,实现经济、社会、环境的持续协调发展,从而推动整个系统的综合进步[18]。

3　研究方法与过程

3.1　指标体系构建

建立合理的评价指标体系是进行研究的基础,以科技部针对实验区开展的创新能力监测指标为基础,依据科学性、系统性、典型性等原则,选取反映科技创新与可持续发展的 29 个指标,构建实验区评价指标体系(表 1)。其中,可持续发展包括经济、社会、环境 3 个子系统,子系统之间相辅相成,共同致力于可持续发展复合系统。科技创新仅包含科技子系统,是实现可持续发展必不可少的动力支持系统。

表 1　实验区科技创新与可持续发展系统综合评价指标

目标层	系统层	要素层
可持续发展	经济子系统	P_1人均 GDP(0.286 7);P_2第三产业占 GDP 比重(0.019 2);P_3人均财政收入(0.593 4);P_4 GDP 增长率(0.053 9);P_5财政收入增长率(0.046 8)
	社会子系统	P_6新生儿死亡率(0.116 2);P_7城镇居民人均可支配收入(0.010 1);P_8农民人均纯收入(0.016 2);P_9城镇居民人口比重(0.107 9);P_{10}城镇居民基本医疗保险覆盖率(0.012 3);P_{11}农民社会养老保险覆盖率(0.026 3);P_{12}城镇登记失业率(0.060 6);P_{13}城乡基本公共服务支出占财政支出比重(0.126 7);P_{14}每万人拥有公共交通车辆(0.173 5);P_{15}年度刑事案件立案数占实有人口的万分比(0.350 2)
	环境子系统	P_{16}单位 GDP 能耗(0.072 5);P_{17}单位 GDP 水耗(0.178 2);P_{18}饮用水水质达标率(0.000 1);P_{19}空气质量达到二级以上天数占全年比重(0.007 2);P_{20}工业固体废物综合利用率(0.001 3);P_{21}工业废水达标处理率(0.001 5);P_{22}人均公共绿地面积(0.670 7);P_{23}农村生活垃圾无害化处理率(0.056 6);P_{24}森林覆盖率(0.011 9)
科技创新	科技子系统	P_{25}本级科学技术支出占当年本级财政一般预算支出比例(0.246 5);P_{26}万人拥有专业技术人员数(0.285 9);P_{27}规模以上工业企业科技活动经费占主营业务收入比重(0.048 4);P_{28}万人专利授权数(0.266 4);P_{29}高新技术产业产值占工业总产值比重(0.152 8)

注:仅列出 2009 年实验区各指标权重。

3.2 子系统发展度

本文选用 TOPSIS 熵权法计算子系统发展度。TOPSIS 熵权法是将 TOPSIS 与指标熵权相结合的一种方法。权重反映了各个指标在“指标集”中的重要性程度，分为主观赋权法和客观赋权法两大类[19]。熵权法是一种在综合考虑各因素提供信息量的基础上计算一个综合指标的客观赋权方法[20]，其过程是通过对具有不确定因素的多层指标进行权重分配并计算汇总，然后根据指标本身的计算结果实现客观赋权，避免了以人的主观判断进行赋权的局限性，能够更客观有效地反映真实情况[21]（表1）。理想解法，直译为逼近理想解的排序方法，是一种有效的多指标决策方法[22]。其原理是通过测度指标体系的理想解与负理想解来对评价对象进行排序，计算简便、精确。其计算步骤为：

（1）数据归一化处理，对评价指标构成的判断矩阵进行归一化处理得到结果 $\boldsymbol{B}$：

当 x_{ij} 为正向指标时，$z_{ij}=\dfrac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_{ij})^2}}$

当 x_{ij} 为负向指标时，$z_{ij}=\dfrac{\dfrac{1}{x}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\dfrac{1}{x_{ij}}\right)^2}}$

（2）确定指标熵权，第 i 个指标的熵 H_i 可定义为：$H_i=-K\sum_{j=1}^{n}f_{ij}\ln f_{ij}$

式中：$f_{ij}=\dfrac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^{n}r_{ij}}$，$K=\dfrac{1}{\ln n}$，假定当 $f_{ij}=0$ 时，$f_{ij}\ln f_{ij}=0$，在指标熵值确定后就可以根据以下公式确定指标熵权：$W_i=\dfrac{1-H_{ij}}{m-\sum_{i=1}^{m}H_i}$

（3）确定各指标权重集，$\boldsymbol{A}=(a_{ij})_{n\times n}$，$\boldsymbol{A}=\boldsymbol{B}\times W_i$

（4）确定最优方案 A^+ 和最劣方案 A^-

$A^+=(\max a_1,\max a_2,\max a_3,\cdots,\max a_n)$，

$A^-=(\min a_1,\min a_2,\min a_3,\cdots,\min a_n)$

（5）计算每一个评价对象 A^+ 和 A^- 的距离 D_i^+，D_i^-

$$D_i^+=\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(\max a_{ij}-a_{ij})^2},$$

$$D_i^-=\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(\min a_{ij}-a_{ij})^2}$$

（6）计算各评价对象与最优方案的接近程度 C_i，$C_i=\dfrac{D_i^-}{D_i^++D_i^-}$

式中：C_i 越接近于1表明子系统发展度越好。

3.3 可持续发展度

可持续发展度计算公式为：

$$T=\sum_{i=1}^{k}C_iW_i \tag{1}$$

式中：T——实验区可持续发展度；C_i——各子系统发展度；W_i——子系统权重即 $W_i=\dfrac{1}{3}$；K——子系统个数。

3.4 协调度 U

$$U=\frac{\min(C_i)}{\max(C_i)} \tag{2}$$

式中：U——协调度；$\min C_i$，$\max C_i$——各子系统在相应年份中的最小值和最大值，U 值越大，表示 $\min C_i$ 与 $\max C_i$ 越接近，意味着3个子系统的发展水平彼此越接近，协调度水平越高。$0\leqslant U\leqslant 1$，该指数反映实验区各子系统之间协调程度的静态特征[23]。

3.5 灰色关联度

灰色关联分析法是根据因素之间发展态势的相似或相异程度，衡量因素之间关联程度的一种系统分析方法[24]，实质上就是各评价对象与理想对象的接近程度，评价对象与理想对象越接近，其关联度就越大[25]。计算公式为：

$$P_{oi}=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{m}\frac{\Delta_{\min}+\Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(k)+\rho\Delta_{\max}} \tag{3}$$

式中：P_{oi}——母序列 O 与子序列 i 的关联度；n——比较序列数据个数；$\Delta_{oi}(k)$——比较序列与母序列的绝对差值；$\Delta_{\min}$，$\Delta_{\max}$——所有绝对差值中的两级最小值与最大值；ρ——分辨系数，$\rho\in(0,1)$，一般取 $\rho=0.5$。

4 结果分析

选取山东省13个实验区2009—2015年的数据为样本，以均值法求出鲁西、鲁中、鲁东实验区总体科技创新发展度、可持续发展度及协调度，并以科技创新作为参考序列，计算关联系数及关联度，结果详见表2。以2015年为例，计算得到13个实验区子系统发展度、可持续发展度、协调度与科技创新的关联系数，并通过 SPSS 16.0 软件对科技创新与可持续发展度、协调度的关联系数进行聚类。

4.1 实验区总体空间分异

由表2可知，2009—2015年各区域实验区总体科技创新与可持续发展度关联系数虽有所波动但基本保持在0.5以上，说明两者存在密切关系。关联度大小地域差异明显，自西向东依次为：0.508<0.768<0.885，呈现阶梯式分布。其中，鲁东实验区关联系数最高，7 a 来都达0.8以上。究其原因，鲁东凭借优越的沿海区位优势及半岛城市群政策的影响，积极搭建创新平台载体、集聚各类创新资源，切实增强创新驱动可持续发展能力，两者发展水平均较高。鲁中次之

在 0.6 以上,相较鲁东实验区,在知识和人才聚集方面缺乏足够的吸引力和聚集力,科技事业基础差,科技支撑可持续发展的能力不强。鲁西实验区关联系数最弱,但提升最多,从 2009 年的 0.433 增至 2015 年的 0.637。主要得益于德城区近年来大力推广应用 LED 新光源,太阳能、生物质沼气等新能源技术,不断提高自主创新能力增强可持续发展,成效显著。但值得注意的是,科技创新与协调度关联性不高,关联度呈现"中间高两头低"的格局。即鲁中实验区科技创新促进子系统协调发展的能力最强,鲁西和鲁东较弱。主要是因为鲁中实验区科技创新动力不足,子系统之间投入差距较小。而鲁东、鲁西实验区科技事业基础高,促进子系统协同发展能力却较差,关联度因此降低。

表 2　实验区总体关联系数及关联度

年份	鲁西		鲁中		鲁东	
	科技+可持续发展度	科技+协调度	科技+可持续发展度	科技+协调度	科技+可持续发展度	科技+协调度
2009	0.433	0.480	0.676	0.804	0.827	0.630
2010	0.583	0.380	0.757	0.933	0.818	0.770
2011	0.345	0.382	1.000	0.848	0.976	0.481
2012	0.536	0.465	0.801	0.828	0.977	0.480
2013	0.503	0.476	0.681	0.730	0.868	0.462
2014	0.519	0.526	0.828	1.000	0.925	0.574
2015	0.637	0.573	0.629	0.833	0.804	0.617
关联度	0.508	0.469	0.768	0.854	0.885	0.574

4.2　各实验区空间分异

由表 3 可得,实验区科技创新与子系统发展度、可持续发展度、协调度关联性显著,除个别实验区外,关联系数都达 0.5 以上,即科技创新不断推动经济、社会、环境结构发生重大变革,促使系统协调可持续发展能力的增强:鲁东实验区的科技创新在促进经济发展与社会进步,改善环境领域方面做出重大贡献,但与环境关联系数略显不足,尤以潍坊市的两个实验区最为典型,高新区、峡山区科技创新与环境关联系数分别为 0.356 和 0.334,即科技在恢复生态环境,保护和维持自然资源领域支撑甚少。因此,其与可持续发展度、协调度的关联性较低;鲁中地区受地理条件限制,科技创新动力不足,与协调度关联系数反而较高(表 2),且生态环境较为脆弱,近年来实验区的科技主要投入于环境系统,治理环境问题,除沂源县外,关联系数都在 0.89 以上。但在创造经济效益方面比较薄弱,日照市科技与经济的关联系数仅 0.448,引领作用未能充分发挥;鲁西实验区,也就是德城区作为相对欠发达的区域,经济总量偏小,生态产业优势不明显,经济发展与环境保护矛盾突出。虽 2015 年科技创新对子系统的投入较高且颇为均匀,但由于 2009—2014 年科技创新与可持续发展发展度的关联系数较低(表 2),导致科技转化成果滞后,科技创新促进系统协调可持续发展的能力有待于进一步完善。

表 3　各实验区关联系数

区域	实验区	关联系数				
		科技+经济	科技+社会	科技+环境	科技+可持续发展度	科技+协调度
鲁西	德城区	0.806	0.856	0.721	0.869	0.789
鲁中	东营市	0.636	0.866	0.904	0.830	0.955
	日照市	0.448	0.722	0.891	0.668	0.904
	沂水县	0.724	0.654	0.939	0.781	0.947
	沂源县	0.806	0.676	0.623	0.694	0.665
	山亭区	0.736	0.699	0.956	0.803	1.000
鲁东	长岛县	0.694	0.504	0.909	0.663	0.762
	牟平区	0.856	0.717	0.916	0.865	0.900
	龙口市	0.705	0.990	0.767	0.970	0.834
	黄岛市	0.772	0.960	0.597	0.748	0.743
	城阳区	0.651	0.792	0.842	0.832	0.985
	高新区	0.624	0.628	0.356	0.499	0.361
	峡山区	0.644	0.805	0.334	0.518	0.799

4.3 各实验区聚类分异

通过 SPSS16.0 软件中的平方欧式距离对 13 个实验区 2015 年的科技创新与可持续发展度及协调度的关联系数进行系统聚类，根据聚类结果，结合表 3，按关联系数的高、中、低将其划分为 5 种类型(图 3)。①低可持续—低协调关联型。该类型的特点是科技创新与可持续发展度、协调度的关联系数均不足0.5，仅包含高新区，分别为 0.499，0.361。主要是因为高新区子系统之间发展极不平衡，尤其是科技与环境子系统差距较大，资源环境面临的压力日益突出的同时科技创新在环境治理领域投入严重不足(0.356)，导致其与可持续发展度以及协调度的关联系数在 13 个实验区中最低。②低可持续—高协调关联型。科技创新与可持续发展度的关联系数在 0.5 左右，与协调度的关联系数在 0.8 左右，仅包含峡山区，关联系数分别为 0.518，0.799。受经济实力限制，峡山区科技创新体系不够完善，高新技术企业数量偏少，带动作用不强。自建立实验区以来就大力实施水净、地绿、天蓝 3 大工程，环境子系统不断得到优化，但科技与其关联系数仅为 0.334，说明科技对环境子系统的支撑作用还未凸显。③中可持续—中协调关联型。科技创新与可持续发展度、协调度的关联系数 0.6～0.8，主要包括长岛县、黄岛市、沂源县。长岛县群众因受传统“靠海吃海”观念的影响，科技平台建设薄弱，自主创新能力不强，支撑可持续发展能力不高。黄岛市科技创新在环境领域投入不足，因此其与可持续发展度、协调度的关联系数也相对不高。沂源县始终坚持创新驱动发展战略，着力提升科技进步水平和科技创新能力。虽是传统农业县，但科技发展迅速。同时，受地理条件限制，科技对经济、社会、环境子系统的协调引领作用尚未充分发挥，致使关联系数随之降低。④中可持续—高协调关联型。科技创新与可持续发展度的关联系数在 0.6 以上，与协调度的关联系数在 0.9 以上，主要包括日照市，关联系数为 0.668，0.904。日照市的科技创新能力较弱，高新技术产业规模总量小，支撑实验区协调可持续发展的能力还有待提高。⑤高可持续—高协调关联型。科技创新与可持续发展度的关联系数在 0.8 左右，与协调度的关联系数 0.8～1，主要包括沂水县、山亭区、牟平区、城阳区、东营市、龙口市、德城区 7 个实验区。此类实验区的科技创新发展程度虽高低不等，但注重将科技渗透到经济、社会、环境各领域，成效显著。

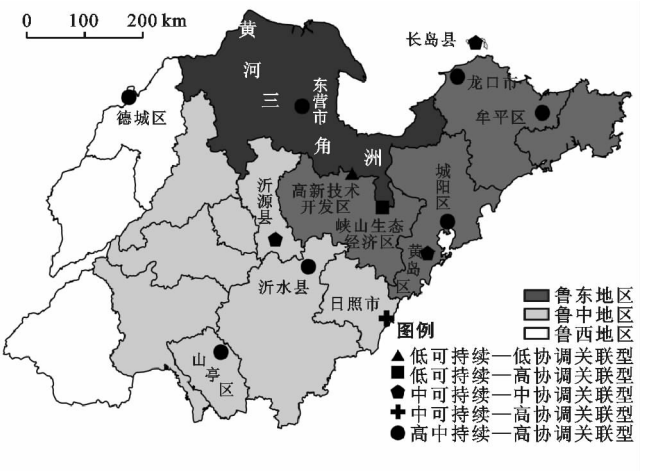


图 3 山东省国家级实验区分类

5 结 论

(1) 2009—2015 年，三大区域实验区科技创新与可持续发展度关联性显著，关联度呈现自西向东阶梯式分布；与协调度关联性并不显著，呈现“中间高两头低”的格局。科技对可持续发展子系统的投入与引领力度是制约关联系数大小的主导因素。

(2) 2015 年，各实验区科技创新与子系统发展度、可持续发展度、协调度关联性普遍较高，在推动经济、社会、环境系统协调可持续发展方面做出巨大贡献，但各区域内科技支撑侧重领域不同。

(3) 2015 年，各实验区科技创新与可持续发展度、协调度关联系数差异显著，不平衡矛盾突出。按关联系数大小具体分为 5 类。鲁东地区以高可持续—高协调关联型与中可持续—中协调关联型为主，鲁中高可持续—高协调关联型为主，鲁西高可持续—高协调关联型，各区域依靠科技创新驱动实验区协调可持续发展的能力还有待于进一步增强。

(4) 本文运用灰色关联度模型计算关联系数，以各实验区(区域)自身的科技创新作为参考序列，重在研究各实验区(区域)科技创新对可持续发展系统的支撑力度。研究中发现，该方法比较适用于实验区内部关联性的比较，在对不同实验区进行综合评价及排序时，不能明显的呈现某些实验区科技创新与可持续发展相互影响的比较优势。未来可以 13 个实验区发展的最优值作为参考序列，进行优劣排序，以突出不同实验区之间的相互比较。

6 对 策

根据以上分析结果，考虑到制约不同区域协调可持续发展的关键问题不同，以区域为视角，提出如下

相关对策:①鲁东地区。鲁东的科技创新在促进实验区协调可持续发展方面成效显著,但从空间分异来看,高新区与峡山区的科技在恢复生态环境,保护和维持自然资源领域支撑甚少。需进一步强化胶东半岛丘陵地区的生态涵养功能,保护独特山水景观,建设鲁东实验区区域绿心,以科技创新为内生驱力、以优势产业为依托,尽可能延伸产业链,促进一、二、三产业深度融合。②鲁中地区。鲁中由于受到地理条件限制,科技事业基础差,子系统之间投入差距小,科技创新促进实验区协调发展的能力反而最高。未来应继续加强区域创新体系建设,提高区域创新能力,将实验区建设成为区域技术成果推广和转化的有效平台和网络,探索出一条以循环经济为区域经济增长主要模式,以生态农业、有机农业的高效生态开发为主要特色的可持续发展模式。③鲁西地区。德城区深居内陆,地理位置远不如鲁东跟鲁中实验区优越,科技转化成果滞后。未来可围绕有基础、有潜力的产业,通过加快技术更新,技术创新等方式推动产业结构转型升级,实现经济由粗放式发展转向集约式发展,积极研发新技术,形成可复制、可推广的可持续能源产业示范模式。

[参 考 文 献]

[1] 白春礼.坚持科技创新促进可持续发展[J].中国科学院院刊,2012,27(3):259-267.

[2] Valdas Samonis. Sustaining innovation: Theory and policies for New Europe [J]. Ekonomika,2004,8: 68-69.

[3] Hellström T. Dimensions of environmentally sustainable innovation: The structure of eco-innovation concepts [J]. Sustainable Development, 2007,15(3):148-159.

[4] Zweimuller, J. Schumpeterian entrepreneurs meet engel's law: The impact of inequality on innovation-driven growth [J]. Journal of Economic Growth, 2000,5(2): 185-206.

[5] 杨武,杨淼.基于科技创新驱动的我国经济发展与结构优化测度研究[J].软科学,2016,30(4):1-7.

[6] 程萍.建立推动可持续发展的"可持续科技创新"评价体系构想[J].武汉大学学报:社会科学版,2003,56(3):307-312.

[7] 杨武,杨淼.中国科技创新与经济发展耦合协调度模型[J].中国科技论坛,2016(3):30-35.

[8] 黄娟,汪明进.科技创新、产业集聚与环境污染[J].山西财经大学学报,2016,38(4):50-61.

[9] 董仁才,张娜娜,李思远,等.四个可持续发展实验区绿地系统可达性比较研究[J].生态学报,2017,37(10):3257-3263.

[10] 李俊莉,曹明明.国家可持续发展实验区发展水平的比较研究[J].水土保持通报,2011,31(6):160-164.

[11] 车晓翠,郭聃,李春丽.吉林省可持续发展实验区发展水平综合评价[J].科技视界,2016(4):85-86.

[12] 徐俊.县域国家可持续发展实验区协调性的实证研究[J].中国软科学,2008(9):90-93.

[13] 唐建设.安徽省可持续发展实验区建设分类评价研究[J].安徽农业大学学报,2014,23(1):38-41.

[14] 牟芳华.山东省经济区域划分及区域经济差距的测度分析[J].山东社会科学,2006(7):119-123.

[15] 任建兰.山东省可持续发展战略[M].山东 济南:山东人民出版社,2013.

[16] 程萍.科技创新与可持续发展关系研究[D].江苏 南京:河海大学,2001.

[17] 孟庆国,张玉新,侯世昌,等.可持续发展问题的技术根源与创新抉择[J].中国人口·资源与环境,2001,11(2):18-21.

[18] 科学技术部社会发展科技司,中国 21 世纪议程管理中心.国家可持续发展实验区报告(1986—2006)[M].北京:社会科学文献出版社,2007.

[19] 程启月.评测指标权重确定的结构熵权法[J].系统工程理论与实践,2010,30(7):1225-1228.

[20] 周利军,张淑花.基于熵权法的农业可持续发展评价:以绥化市为例[J].资源开发与市场,2008,24(11):982-984.

[21] 张卫民.基于熵值法的城市可持续发展评价模型[J].厦门大学学报,2004(2):110-116.

[22] 孙晓东,焦玥,胡劲松.基于灰色关联度和理想解法的决策方法研究[J].中国管理科学,2005,13(4):63-68.

[23] 李俊莉,丁桂英.日照国家可持续发展实验区发展状态评估研究[J].生态经济,2016,32(12):83-86.

[24] 于文良,王伯铎,吴良兴.陕西省可持续发展能力变化趋势和影响因素分析[J].干旱区资源与环境,2009,23(6):13-18.

[25] 宫继萍,潘竟虎,石培基.基于生态足迹和灰色关联度的甘肃省可持续发展研究[J].水土保持研究 2011,18(2):198-201.