

地图和地理信息系统在经济学中的应用

王智勇

(中国社会科学院人口与劳动经济研究所,北京 100028)

【摘要】 地理信息系统(GIS)是一种为了获取、存储、检索、分析和显示空间定位数据的信息系统,它具有强大的空间数据处理能力,多采用地图来表达结果,适合于进行空间表达和空间分析,可以应用于许多与地理和空间相关的研究领域,目前已经在自然科学和社会科学的许多领域得以广泛应用。在经济学研究中,许多主题也与地理空间有密切关系,例如区域经济发展和人口、劳动就业等领域,因而都可以采用地理信息系统来加以表达和分析,尤其是进行空间分析。以经济学研究中技术的时空扩散、人口迁移分析和区域分类与区域经济发展的研究为例子,具体说明了GIS技术在经济研究中的应用。此外,指出了现有应用的不足,并对未来的应用加以展望。

【关键词】 地理信息系统;技术扩散;人口迁移;区域分类;空间分析
【中图分类号】F011 **【文献标识码】**A **【文章编号】**2095-3410(2014)03-0141-11

近些年来,随着地理信息系统技术的发展和运用,越来越多的社会科学,尤其是经济学、人口学和社会学都在逐渐采用地理信息系统技术。而在经济学中,区域经济学、劳动经济学、人口经济学等学科研究中有不少与地理和空间相关,故而在采用地理信息系统技术上走在其他经济学学科之前。那么在经济学中,地理信息系统到底可以得到怎样的应用?如何有效地在经济研究中运用地理信息系统技术?

起源于加拿大的地理信息系统(Geographic Information System, GIS)技术是一种强大的空间数据分析系统技术。它以计算机为基础,以图层分析为基本思路,包括图层叠加、缓冲区分析、拓扑分析等各种复杂的空间运算和分析,最终以各种地图和图表为表达形式,非常适合于表达和分析与空间和区位相关的各种问题。GIS技术在近三十年来得到了迅速的发展,被广泛运用于气象、地震、洪水及灾害监控、交通、网管、商业定位等各个领域。在我国,随着地理信息系统的发展,随着社会经济对空间和区位等因素的日益重视,地理信息系统在社会科学领域得到了越来越广泛的应用。在经济学领域,研究

人员同样越来越多地引入地理信息系统技术来加以分析和应用。因此,GIS在经济学研究中也具有广阔前景。

本文的组织安排如下。首先简要介绍了地理信息系统及其基本特征,指出在空间分析方面具有独特的作用,总结了国内已有的应用研究,指出具体实例不足和应用操作不细致是现有研究的主要问题。接着,以具体的经济学研究实例来展示地理信息系统在空间表达、时空动态演化、区域划分、空间分析等经济研究中的应用。文章的最后,对地理信息系统在经济学的应用进行总结,并指出存在的不足并展望未来。

一、地理信息系统技术简介

地理信息系统是一种为了获取、存储、检索、分析和显示空间定位数据的信息系统。地理信息系统的处理对象是空间实体,其处理过程正是依据空间实体的空间位置与空间关系进行的(吴信才, 2002^[1])。

地理信息与人类的生产和生活密切相关。人类生活在地球上,80%以上的信息与地球上的空间位

【作者简介】王智勇(1975-),男,江西会昌人,中国社会科学院人口与劳动经济研究所副研究员,博士。主要研究方向:劳动经济学和区域经济学。

置有关。在人类历史长河中,地图一直与人类相伴随,因其能够确定地理位置和指引方位,故而无论在军事还是在生产及生活中,人们都需要利用它。虽然可以根据不同的需要,绘制不同的专题地图,但地图在其发展过程中的很长时间里一直是传统意义上相对单一的功能,而且都是手工所绘制的。计算机出现以后,关于机器制图的研究也就成为了地图学家们的一个重要研究内容,希望由计算机来代替手工绘图。与此同时,人们开始用电子计算机来收集、存储和处理各种与空间和地理分布有关的图形和属性数据。机器制图虽然使人们摆脱了手工制图的繁杂工序,然而却没有能够进一步扩充地图的功能。地理信息系统技术则在这方面有了重大的突破,它使得电子地图不仅具有显示、查询、输入和输出的基本功能,而且具备了空间分析的功能。地理信息系统的核心是空间图形数据库,而关键技术则是建立图形元素的空间拓扑关系和图形与属性的联动关系(李裕伟,1998^[2])。

加拿大测量学家 R. T. Tomlinson 于 1963 年最早提出地理信息系统这一术语,并且建立了世界上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统(CGIS),用于自然资源的管理和规划。以此为里程碑,世界各国都开始了对地理信息系统的广泛研究。美国环境系统研究所(Environmental System Research Institute, ESRI)在开发 GIS 软件平台方面所取得的成就令业界所瞩目。该所推向市场的大型 GIS 平台软件 ARC/INFO(后改名为 ArcGIS),得到市场的广泛认可,目前已经在业界居于主导地位,引导着 GIS 软件平台的基本方向,现如今, ArcGIS 已经成为广大地理信息系统应用者的主要工作平台。

几十年来, GIS 随着研究的深入开展,在许多方面都已经取得了突破性的进展,也已经被广泛应用于各个领域。在国外, GIS 被广泛地应用于社会科学,例如用来确定连锁店的最佳地理位置、犯罪行为的区域分析、选民的区域分布等等。在我国, GIS 更多地被应用于自然科学,例如确定地震带的空间分布、城市规划、交通控制等等。近年来,随着地理信息系统技术的日益发展, GIS 在我国的社会科学许多领域都得到应用,例如在考古学、社会学、经济学等领域。

GIS 分析和处理的是空间数据,换言之,与空间相关的数据都可以用 GIS 来加以分析和处理。在经济学尤其是世界经济和区域经济的研究中,有相当一部分数据与空间相关,因而可以用 GIS 来进行分析。例如,对某项新技术在一个国家的扩散情况进行分析,对一个国家一定时期人口迁移的情况进行分析,以及对于地区经济发展的影响、国家间贸易往来、资金的跨国流动进行分析等等,都可以用 GIS 来加以表达和分析。

简单举例来说,城市周边地区的地价与它们所处的位置有着密切的关系,一般而言,离城市越近的土地,其价格也就越高,在进行空间统计分析时,可以利用一些 GIS 软件中的不规则三角网(TIN)模块来估计土地价格等高线,利用 GIS 的空间表达模板,可以很容易地在地图上画出城市周边土地的等价线,类似于地形图中的等高线(Lonnie et al, 2000^[3]; Kennedy, G. et al, 2002^[4])。而 GIS、GPS (Globe Positing System, 全球定位系统)和 RS (Remote Sensing, 遥感)三者相互结合(也称为“3S”技术),应用于农业生产领域,以便精确控制作物的生长、收获及销售,近些年已经成为农业经济学所研究的一个热门问题(Upton et al, 2001^[5]),这种基于“3S”技术的农作物生产与销售方式通常也被称为精准农业。

将 GIS 技术应用于中国现实经济问题的研究,同样具有广阔的前景。在这方面,国内一些学者很早就进行了尝试。贾冰媛和王学军(1990)应用早期的国产 GIS 平台(PURSIS),采用多图层叠加的方式对海南省的土地利用状况进行了划分^[6]。孔云峰和林琿(1999)认为,地理信息系统“提供了认识空间现象的思维方式和解决空间问题的方法,可用于定义、分析、表现复杂的空间经济现象”,他们以广东省为例,分析了地理信息系统在商业和区域经济中的潜在应用,但并没有具体的应用展示^[7]。王声跃和张文(2002)也提出了区域地理信息系统的框架,但并没有具体应用^[8]。类似地,吴仲文和刘宁宁(2008)总结了地理信息系统在区域经济中的应用,指出可能的应用领域,但也没有给出具体应用事例^[9]。唐根年等(2002)在研究浙江省区域经济时,采用了地理信息系统的数据库,结合系统聚类分

析法,对浙江省的县级区域进行了划分^[10]。史嵘和肖龙阶(2006)认为 GIS 作为技术手段,为区域经济决策提供交互式的、可视化的信息,他们利用 GIS 技术对江苏省地级市的区域差异进行了研究^[11]。肖根如和帅菲(2007)用 GIS 分析了全国的区域差异^[12]。此外,地理信息系统还用于区域经济研究中的空间分析,尤其是空间自相关的分析。陈斐和杜道生(2002)较早地把空间自相关 Moran I 指数与县域经济发展关联起来,通过构建空间相邻矩阵,测量了县域经济发展的空间相关程度^[13]。段建峰和雷怀英(2011)以山西省县域经济为例,分析了经济空间结构、聚集格局的分布和演化过程,并采用 Moran I 指数对其空间聚集效应进行了研究^[14]。针对不同区域,采用 Moran 指数来进行区域差距的研究日益增多,或者借助于空间分析软件 GeoDA 来计算空间联系局域指标(LISA),形成 LISA 集聚图(王世杰和赵军,2010^[15]),或者借助于 ESDA 技术(谷国锋和张秀英,2009^[16]),或者进一步再分析区域增长的收敛性(陈浩和邓祥征,2011^[17])。可以说,方法基本相似,只是研究的区域有所不同。

近年来,随着区域经济研究的深入以及空间经济计量学的发展,地理信息系统在区域经济研究中的应用越来越广泛。举例来说,利用中国知网的期刊数据库,采用“地理信息系统”和“经济”对文章的篇名进行查询,可以得到主题文献数量的分布,如图 1 所示,总体而言,文献数量呈现指数增长态势,特别是自 1998 年以来,相关文献数量增长迅猛。

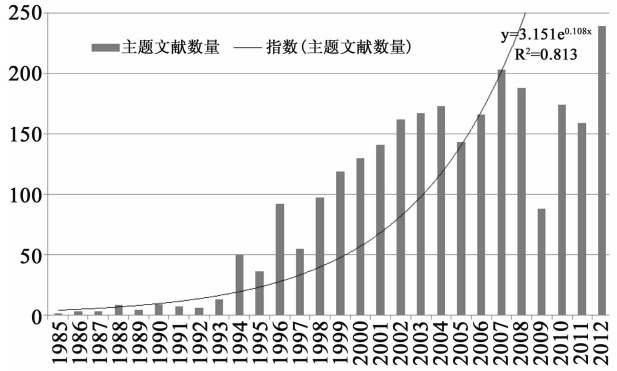


图 1 “地理信息系统”与“经济”主题文献数量分布(中国知网数据)

然而,现有国内关于 GIS 在经济学中的应用多以框架分析为主,较少有具体的实例说明,而且在应用的细节上尚不够清楚。在进行空间自相关分析

时,多数仅以单个变量为分析对象,没有考虑到多个变量之间的相互影响。在涉及区域经济的分析中,对于影响区域经济发展的诸多因素并没有形成综合有效的测量与分析。这些都不利于 GIS 在经济学中的推广。本文尝试结合具体实例阐述 GIS 在经济学中的应用,就 GIS 技术的时空扩散分析、中国人口迁移基本规律分析、区域划分与区域经济分析和空间相关与缓冲区分析为例来加以说明地图和 GIS 在经济学中的应用。

二、GIS 技术在中国科研教育机构的时空扩散分析

新技术的扩散是技术经济学研究的一个重要内容,它往往涉及空间和时间的扩散分析,而时间和空间往往又是密不可分的两个分析角度,因此经常需要同时进行时空扩散的动态分析。在研究这一问题时,往往首先需要了解技术时空扩散的基本情况,也就是说,需要进行时间和空间的扩散表达。在这方面,GIS 技术就具有强大的时空表达能力,可以直观地将技术时空扩散的动态过程予以表达。

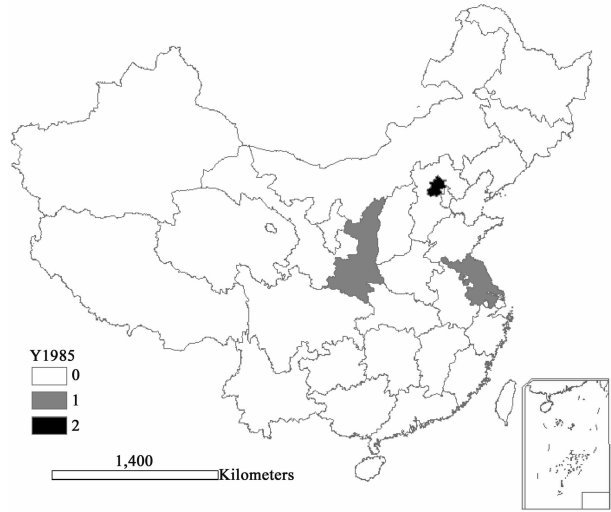


图 2 1985 年科研教育系统 GIS 用户分布

GIS 技术本身在中国的兴起与扩散最近几年得到了广泛的关注。限于数据的可获得性,要全面地研究 GIS 在全国各个部门的扩散几乎不可能,但就某个行业或者部门内的扩散进行研究,在一定程度上可以基本反映 GIS 技术本身的扩散规律。相对而言,GIS 在科研和教育机构的扩散数据可以通过文献反映出来,而且 20 世纪 90 年代以前,GIS 的用户主要分布于国内的教育科研机构,因此文献计量学

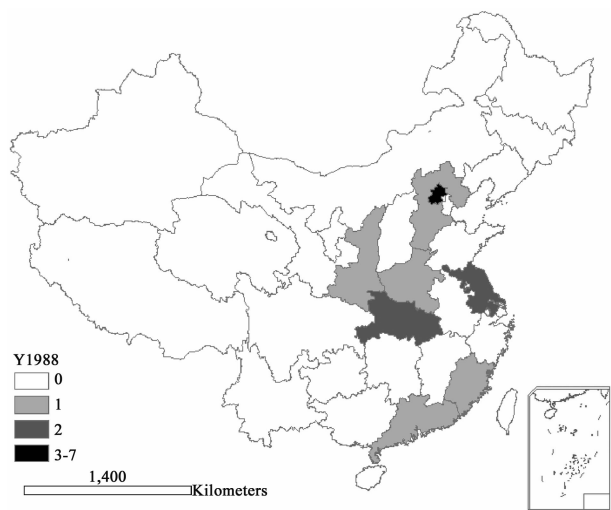


图 3 1988 年科研教育系统 GIS 用户分布

成为一种有效的数据获取方式。在获取了 GIS 技术在中国科研教育机构的时空扩散相关数据以后(王智勇,2002^[18]),就可以用 GIS 来加以表达。

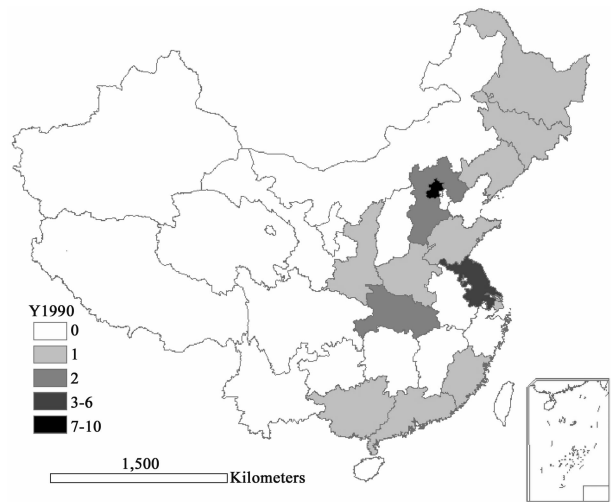


图 4 1990 年科研教育系统 GIS 用户分布

图 3 至图 8 进一步显示了 GIS 技术的时空扩散过程。图中以颜色的深浅不同来表示采纳 GIS 技术机构数量的多少。这样,当我们把多幅图放到一起时,在时间和空间范围内 GIS 技术的扩散情况就得以清晰地显示了。换言之,这一组图既从时间的角度也从空间的角度表达了 GIS 技术的扩散,利用 GIS 软件的图形输出模块,比较好地解决了时间和空间尺度同时表达的问题。从 GIS 技术的时空扩散动态过程中可以看出 GIS 技术时空扩散的几个基本特征:

首先,GIS 技术在科研教育系统的扩散与一个地区原有的科研教育实力有着密切的联系,往往科

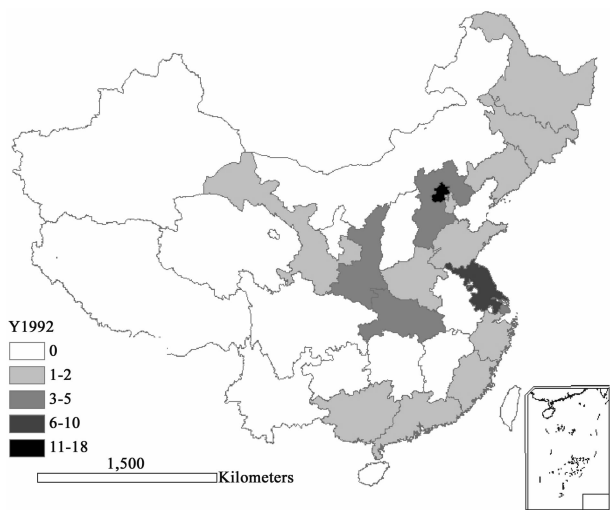


图 5 1992 年科研教育系统 GIS 用户分布

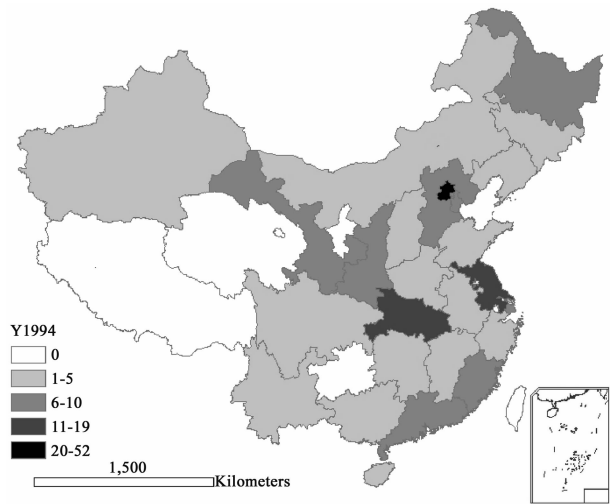


图 6 1994 年科研教育系统 GIS 用户分布

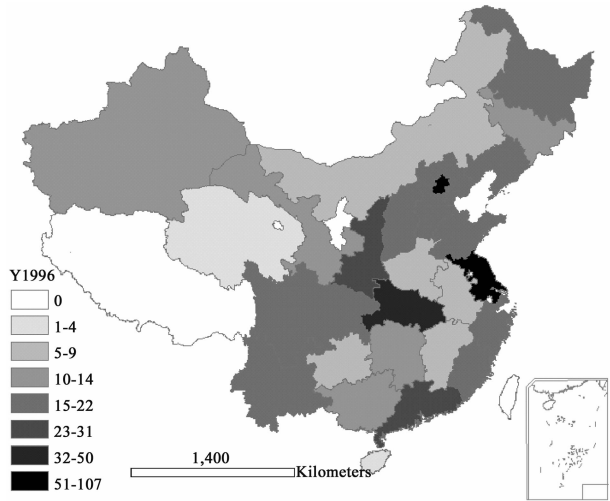


图 7 1996 年科研教育系统 GIS 用户分布

研教育实力越强的地区越早接受和采纳 GIS 技术。

其次,GIS 技术在科研教育系统的扩散与一个地区的经济发达水平密切相关。经济发展水平越高

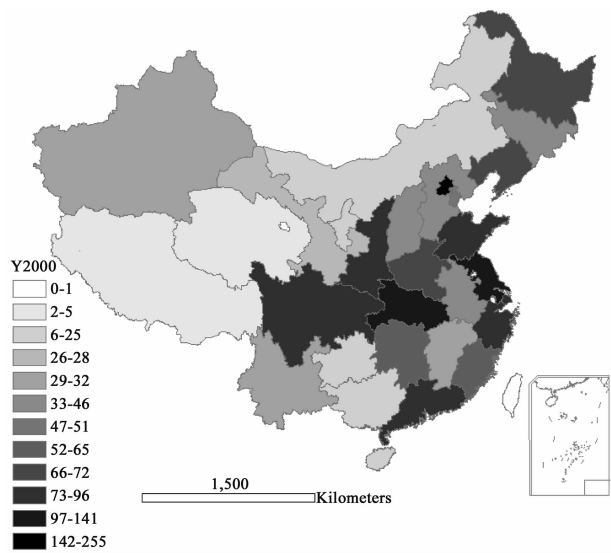


图8 2000年科研教育系统GIS用户分布

的地区,往往越早接受和采纳GIS技术,并且从采纳数量来看也更占有优势。

再次,GIS技术在科研教育系统的扩散是一种跳跃式的扩散过程。从总体上说,科研教育水平和经济发展水平越高的地区越有可能更早接受和采纳GIS技术,并且采纳者的数量也越多,但GIS技术从一个地区到另一个地区的扩散并不是连续而是跳跃式的进程,换言之,技术扩散的地缘联系并不十分密切,空间传递性并不显著(王智勇等,2007^[19])。

三、中国省际人口迁移的基本分析

人口迁移的基本规律及其内在机理一直是人口经济学研究的一个重要问题。人口迁移既涉及地区经济差异分析,也涉及地缘分析,这也就是人口迁移的收益与成本分析。一个经济发展水平较高的地区显然首先会吸引邻近地区人口的迁入,其次才是较远地区人口的迁入;由于地域的相邻性,迁移人口从一个地区迁到另一个邻近地区也更容易适应迁入地的生活,因为相邻的两个地区无论是从气候还是生活习惯都比较接近,这样就大大地降低了迁出人口的迁移成本,使得迁移具有更大的现实可能性。在人口迁移的分析中,必然会涉及不同地域的相对地理位置关系,然而如果仅仅用普通数据来表达则显然不够直观,以中国的行政区划为例,虽然研究者们都比较熟悉中国各省区的地理分布,然而每个省区与周边省区之间具体是如何接壤的这样一个问题却往往难以用文字语言来准确描述。利用GIS的空间

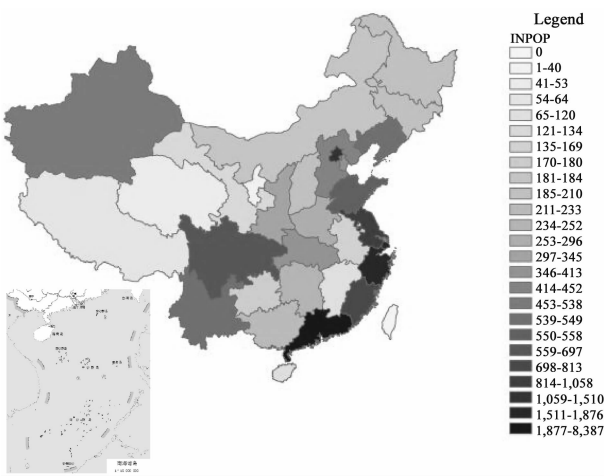


图9 各省区迁入人口数量分布

表达能力,可以更好地表达区域相邻关系,从而更好地探寻人口迁移的基本规律。

以2000年的人口普查数据为例来加以说明。图9显示的是中国各省区15岁以上迁入人口的基本情况。可以明显地看到,迁入人口较多的省区基本都集中在沿海地区。这在很大程度上反映了沿海较高的经济发展水平对于外来人口的吸引。此外,还可以看到,新疆、四川和云南这三个省份也是迁入人口较多的地区。这三个地区相对比较特殊,是政府政策指引下导致的人口迁入,例如新疆建设兵团等。广大的西部地区迁入人口较少,在很大程度上是因地区经济发展水平较低而无力吸引外来人口所导致。

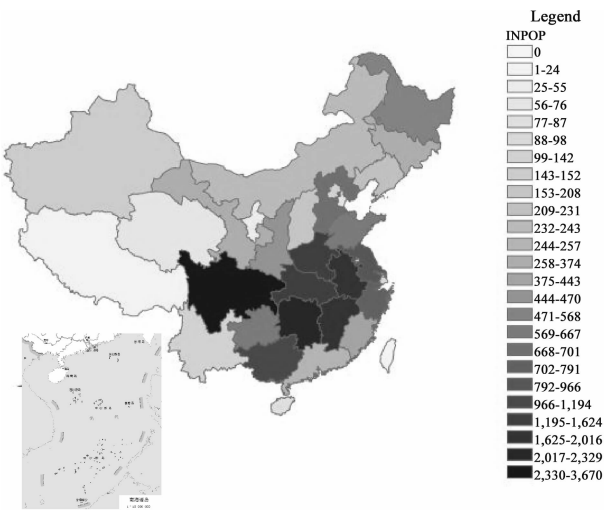


图10 各省区迁出人口数量分布

与迁入人口相对应的是各省区迁出人口的基本情况。图10显示的是各省区15岁以上迁出人口的基本情况。从图中也比较明显地可以看出迁出人口

的一些基本特征。迁出人口较多的地区基本上都是中南部地区,如湖南,江西和湖北等。西部地区的四川迁出人口数量最多。由于中部地区与沿海发达地区距离较近,因此在沿海发达地区较高经济发展水平的吸引下,其迁出人口数量也就较多。以广州为中心的珠江三角洲较多地吸引了来自邻近的广西、湖南、江西和湖北等省区的外来人口。而以上海为中心的长江三角洲则较多地吸引了来自邻近的安徽、河南和湖北等省区的外来人口。广大的西部地区迁出人口则相对要少得多,这在很大程度上是由于距离沿海发达地区较远、迁移成本较高所导致的。

利用 GIS 的空间表达功能,还可以对具体的省区迁出及迁入人口流向加以详细分析,从中可以更好地揭示人口迁移的一些基本影响因素。

迁入人口最多的省区为广东省,而迁出人口最多的省区为四川省(包括了重庆市的数据),以下分别以这两个省区来加以分析。

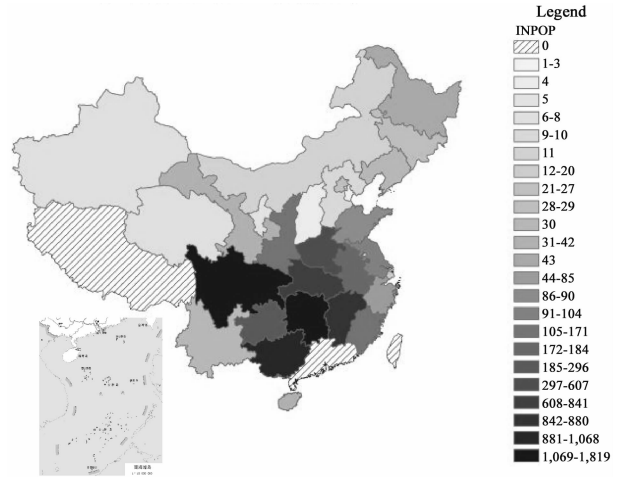


图 11 广东省迁入人口来源数量分布

图 11 显示了迁入人口最多的广东省迁入人口来源数量分布情况。可以看到,迁入人口主要来自与广东省相邻的广西,湖南,江西以及相对较近的四川、湖北、河南等省区。而距离广东较远的新疆、内蒙古和青海等省区迁入广东的人口数量相对就少得多。西藏迁入广东的人口数量为零,很大程度上反映了高原地形及宗教等因素在迁移成本中所起的重要作用。这说明,地缘相邻性在人口迁移中具有重要的影响作用。此外,从图中也可以看到,北京、陕西、甘肃和江苏等省份也有较多数量的人口迁入广东,这几个省份的教育与科研实力相对较强,这在一

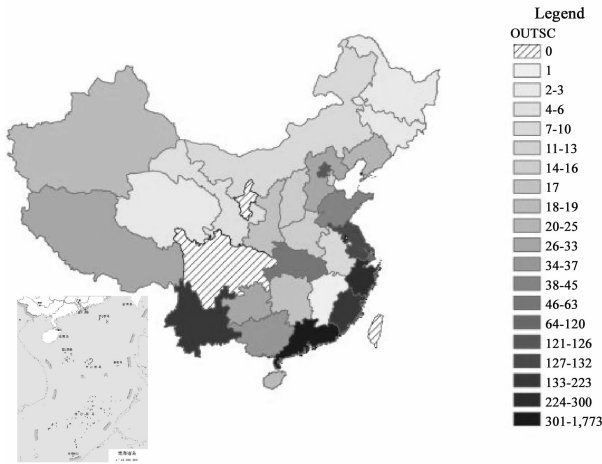


图 12 四川省迁出人口数量分布

定程度上反映了广东省对于高素质人才的吸引。

图 12 显示迁出人口最多的四川省(包括重庆市数据)迁出人口去向数量分布情况。从图中可以看出,四川省的外迁人口主要分布于沿海发达地区,这在很大程度上反映了经济发展水平对于外迁人口的强有力吸引。此外,还可以注意到,四川迁入新疆、西藏和云南的人口数量也比较多,这种情况反映的是政府政策对于人口迁移的影响。可以看出,四川省人口迁出至周边地区的数量相对也较多,例如迁出至陕西、湖北、湖南和贵州等省区的人口数量相对较多,这同样反映了迁移过程中的地缘邻近性因素的影响。

人口迁移的数据包含了较多的信息,特别是空间分布的信息,而以 GIS 来表达则更加方便与直观,更有利于发现其中的基本规律。以上的分析表明,省际人口迁移中,除了经济水平的区域差异以外,地缘因素也值得引起注意。

四、区域分类与区域经济分析

区域经济发展的不平衡,一个很重要的因素在于不同的地理位置,即相当一部分区域差异可以归因于地理因素。事实上,任何一个地区的经济发展都离不开它所处的地理位置和基本的地理特征。区位对于区域经济而言,具有重要的影响。在很大程度上,区位优势是通过降低运输成本而促进地区经济发展的,具有良好区位优势的地区往往有良好的交通条件,运输成本低,因而容易吸引外来投资,逐渐改变原有的产业结构,通过发展新兴产业,改变落后的产业结构,从而有力促进地区经济发展,这在许

多的研究中都得到印证(王智勇、Geir Inge Orderud, 2007^[20])。然而,如何才能有效地表达一个地区的交通条件?

交通条件指数是区域经济分析中的一个重要变量,用于测量地区交通条件,但如何量化是一个难点。国内一些研究采用对铁路沿线县域经济发展水平进行对照来印证交通条件的重要性(肖燕和孙

壮,2012^[21]),但并没有经过回归分析。交通主要是公路和铁路以及航空运输,水运也是一种运输方式,但相比于现代交通工具,其作用要小得多。以地形地势最为复杂的云南省为例,受地形地势的影响,云南省境内交通成本相对要高。云南省的交通以公路为主,骨干公路覆盖了云南省一半以上的县市,铁路在云南省分布非常有限,主要集中于昆明周边地区。

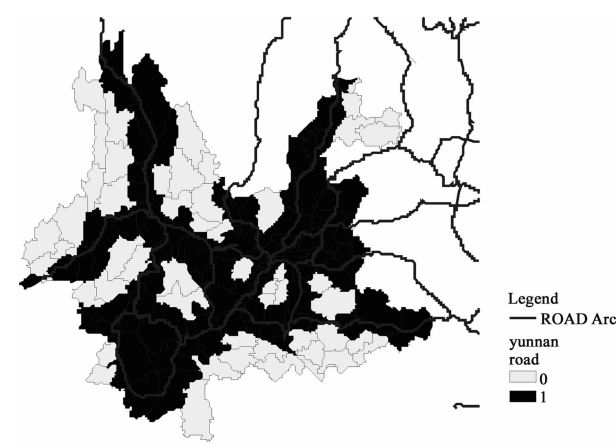


图 13 云南省公路分布

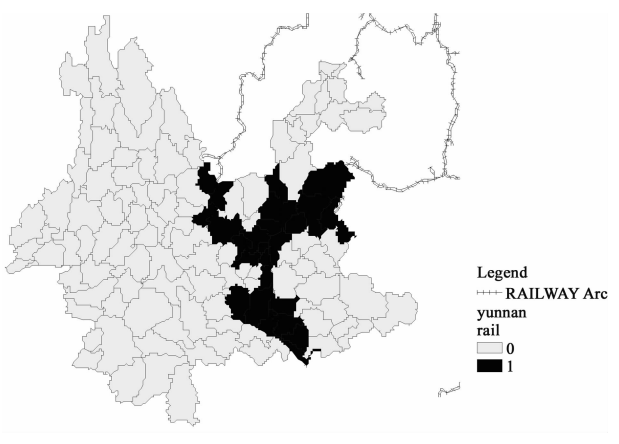


图 14 云南省铁路分布

注:以上两图的交通数据均截止 1988 年,虽然比较老旧,但能清楚地反映县市交通条件差异。而且,在 20 世纪 80 年代末期,公路和铁路的修建基本上不是由县区一级政府决定的,更多的是在省一级政府甚至国家决定。90 年代中后期以来,随着经济的发展,各县市在修路方面有了更多的自主权,故而交通路线数据与县市经济发展水平有很强的相关性。因此,这套旧交通路线数据可以用来进行回归分析,避免变量的内生性。

云南的大多数县市都没有铁路线经过,由于铁路比公路在一定程度上有更高的效率,使得运输成本更加低廉,故而铁路交通对于所经县市区域的影响理论上是非常显著的。1910 年滇越铁路(昆明至越南河内)的全线开通运营给云南经济带来极为显著的影响,密切了云南与世界各国的贸易往来,极大地促进了云南矿产品的出口,逐渐地“出现了围绕滇越铁路形成的以昆明为中心的近代商业网络”(顾继国和杨金江,2001。^[22])

受地形地势的影响,航空在云南经济发展中也起到越来越大的作用,特别是对于云南的旅游行业而言,意义更加重大。云南是全国机场分布最多的省份之一,目前有 12 个机场分布在各处。促进旅游资源的开发是许多机场建设的一个重要初衷,比如大理机场、香格里拉机场和西双版纳机场等等。在这些机场开通运营之后,显著地促进了该区域及邻近区域的经济的发展,特别是第三产业得到快速发展。

从图 15 可以看到,云南的机场相当一部分分布

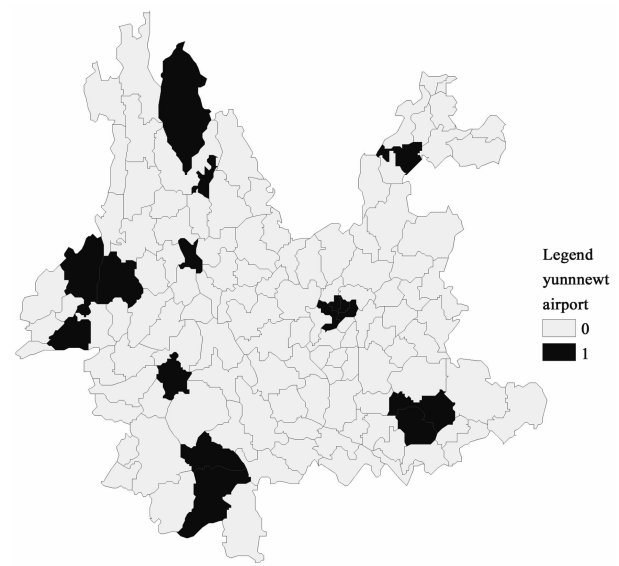


图 15 云南机场分布

于外围区域,这些区域多数属于公路和铁路不容易修建的区域,航空则成了一个重要的交通方式。通过地理信息系统软件 ArcGIS,可以很方便地把公路和铁路交通图与行政区划图层叠加,从而确定公路

和铁路线是否经过某个县市(用 0 和 1 来表示)。同样,可以确定机场所在的县区,而把机场附近的区域设定为显著受到交通条件影响的县区。无论是何种交通方式,都可以将县区划分成有无某种交通设施,可用虚拟变量加以表达,从而通过回归分析确定它们对于县域经济发展的影响程度(王智勇, 2012^[23])。

除了采用交通条件来对区域加以区分以外,往往还可以根据城市的中心对外围影响来加以划分。在分析县域经济增长与城市化之间的关系过程中,我们常常需要考虑城市体系以及城市的辐射范围,以对应于空间经济计量学中关于地理质心和地理距离的要求。仍以云南省为例,为了准确划分云南省不同县域的城市化进程及其所处的地理位置对县域经济发展的影响,我们首先确定云南省的城市等级体系,然后再确定城市影响距离,从而可以确定城市影响的县域范围,把云南省的县域经济加以划分成不同的类别。

每一个省的城市体系都是由省会城市、地级市、县级市和县构成的,云南省也不例外。昆明是云南省省会,而且也是最大的城市,在云南省的经济发展中呈现一枝独秀的格局。在很大程度上,不同城市体系的一个显著区别就在于人口规模的差异。我们以 2000 年普查数据为基础,来确定不同规模的城市,并加以划分。根据五普数据,云南省除了昆明市以外,其他的城市都没有超过一百万人口的规模。值得注意的是,云南省 17 个地级地区中,并非每个地区都设市,例如文山地区境内就没有市,州政府设在文山县(2010 年文山撤县设市)。因此,可以根据不同的城市规模来加以分类。

为了测量不同的县域所处的地理位置对其经济

表 1 云南省城市等级体系划分

城市等级	城市名称	人口规模	城市特征
1	昆明市	>200 万	省会城市
2	保山市,昭通市,曲靖市,大理市,楚雄市,个旧市,景洪市,玉溪市,路西市,思茅市,宣威市	10~90 万	地级市或者州政府驻地市及小城市
3	丽江纳西族自治县,临沧县,文山县,中甸县,泸水县,瑞丽市	<10 万	州政府驻地县
4	所有其他县	<10 万	边缘县

资料来源:2000 年第五次全国人口普查数据。

的影响,我们把所有县市加以区位分类。考虑到不同城市的影响范围存在一定的差异,我们设定省会城市的影响距离为 50 公里,地级市、县级市及州政府驻地县的影响距离为 40 公里。也就是说,假定在这一距离范围内(相当于 1 小时左右的车程,无论是自驾车还是客运车)的劳动力可以比较方便地到城市就业,从而形成城乡一体化的劳动力市场。

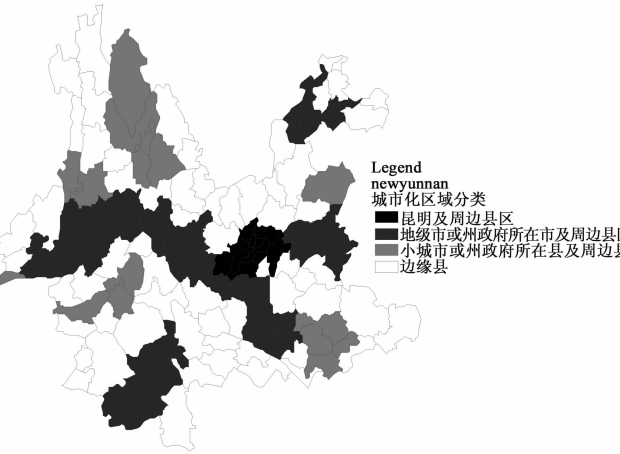


图 16 云南省县域区位划分

从图 16 可以看到,根据不同的城市等级及其影响距离对云南省全部县域加以分类,划分成四类县域:(1)昆明及其周边县区,这是以省会城市为核心的区域。(2)地级市或州政府驻地及周边县区,这是主要受地级市影响的区域。(3)小城市或州政府所在地及周边县,这是以小城市及州政府驻地为核心的区域。(4)边缘县,这是没有受到任何城市或州政府驻地县影响的县域,他们几乎没有受到城市化的影响。

为了进一步验证区域划分的合理性,可以用县域社会经济数据来加以印证,考虑从县域经济发展水平、城市化和工业化等几个指标体系来衡量。

表 2 云南省县域经济分类比较

区位	人均 GDP (元)	城市化率 (%)	二产比例 (%)	面积 (KM ²)	人口 (万人)
1	25885.16	23.09	46.65	1384.4	65.54
2	16315.69	15.59	41.03	2646.98	41.4
3	13580.68	16.8	34.15	3346.86	32.25
4	10163.36	10.39	35.3	3366.69	31

资料来源:云南统计年鉴 2011[M]. 北京:中国统计出版社,2011.

从表 2 可以看到,根据不同城市规模和劳动力市场来加以划分的结果在统计上有着显著的差异,而且呈现明显的规律,即越是靠近大城市的县市,人

均 GDP 水平越高,城市化率也越高,而且人口规模越大。值得指出的是,县域经济发展也与县域面积密切相关,从表 2 中可以注意到,越是靠近大城市的县市,他们的面积越小,相反,越是边缘区域,县域面积越大。从另一个角度来看,只有县域面积小,才更有可能处于城市辐射范围之内,更容易与城市形成一体化的劳动力市场(王智勇,2013^[24])。如果对处于边缘区域的县域再进一步细分,则可以对云南省的县域形成更加细致的分类体系。

五、空间分析

空间分析是 GIS 的主要功能,也是 GIS 与计算机制图软件相区别的主要特征。空间分析是从空间物体的空间位置、联系等方面去研究空间事物,以及对空间事物做出定量的描述。随着空间经济计量学的发展,GIS 的空间分析模块也得到越来越多人的关注。

在区域经济发展中,存在着许多空间自相关的现象。Tobler(1970)^[25]曾指出“地理学第一定律”:任何东西与别的东西之间都是相关的,但近处的东西比远处的东西相关性更强。空间自相关分析在地理统计学科中应用较多,有多种指数可以用以计算自相关程度,但最主要的有两种指数,即 Moran 的 I 指数和 Geary 的 C 指数。Moran I 指数主要用来度量变量的空间自相关关系,其取值范围为[-1,1],如果大于 0,则表明呈现正相关,系数越大,则相关性越强,如果小于 0 则呈现负相关关系。在许多地理信息系统软件中,已经集成了空间自相关的分析模块,可以很方便地计算出自相关指数。例如,Arc-GIS9.3 以上版本就可以实现空间自相关指数的计算。我们以云南省为例,利用 ArcGIS 来计算一些经济变量的空间自相关(Moran I)指数。

表 3 云南县域经济主要指标 Moran I 指数				
变量\年份	2000	2005	2009	2010
GDP	0.063	0.052	0.162	0.191
二产比例	0.309	0.193	0.146	0.057
三产比例	-0.031	-0.13	-0.122	0.03
固定资产投资	0.009	0.017	0.148	0.131
人均 GDP	0.272	0.550	0.440	0.194
城市化率	0.193	0.171	0.16	0.166

资料来源:根据县域统计数据,基于欧式距离计算,P>0.01。

表 3 给出了云南省县域经济指标的 Moran I 指数变化。据此,可以从表中分析不同变量的演变,表

中的变量在 2010 年都呈现显著正相关关系,表明这几个变量在空间上呈现积聚的趋势,也就是说,经济发展水平高和低的县域都呈现集聚现象。但是也可以注意到,这几种变量 Moran I 指数的动态演变过程并不相同。最值得注意的是产业结构的变化。第二产业比例 Moran I 指数逐年降低,表明空间自相关性在削弱,意味着工业化空间聚集的现象在减弱,即呈现分散化的趋势。而第三产业比例则经历了从负值到正值的过程,第三产业从空间负相关转向正相关,表明第三产业的空间聚集趋势增强。如果采用 GeoDA 中的 LISA 分析模块,做出 LISA 图,可以分析积聚的空间态势及其演化,这在一些文献中已有介绍。

在经济研究中,有时候需要了某个变量的空间影响范围,比如铁路沿线多大范围的区域可能会受到影响?或者沿某个湖泊范围多远距离的区域会对湖泊的污染造成影响?这些问题的解决,在很大程度上可以用 GIS 的缓冲区分析(Buffer)功能来加以解决。以河南省县域经济发展为例,如果我们想确定铁路沿线区域受到铁路线影响的区域,则可以以铁路线为基线,设定沿线一定距离的区域可能会受到铁路的影响,在 ArcGIS 中,利用 Buffer 功能,就可以很方便地把这些区域给标示出来(见图 17)。

在图 17 中,以许多圆圈连成串而形成的一条带状区域就是以铁路线为基准而形成的缓冲区域,据此可以判断,缓冲区内包括的县市,设定缓冲区域虚拟变量,通过回归分析来确定铁路线对区域经济的影响程度。

六、结论

地图可以用来表达许多语言难以准确描述的信息,而以地图为主要载体的地理信息系统在空间表达和空间分析方面具有独到的优势。在经济学的研究中,不少问题都与空间相关,尤其是空间经济学的发展,使得地理信息系统在经济研究中的应用有着越来越广泛的空间。通过几个具体例子的分析,本文认为,地图和 GIS 技术为经济研究提供了便利的分析工具,并且未来其应用前景更加广阔。在涉及空间数据或者具有空间属性的数据时,都可以用 GIS 来加以表达与分析,它可以揭示与空间分布与变化相关的一些规律,特别是采用叠加和缓冲区分析,可

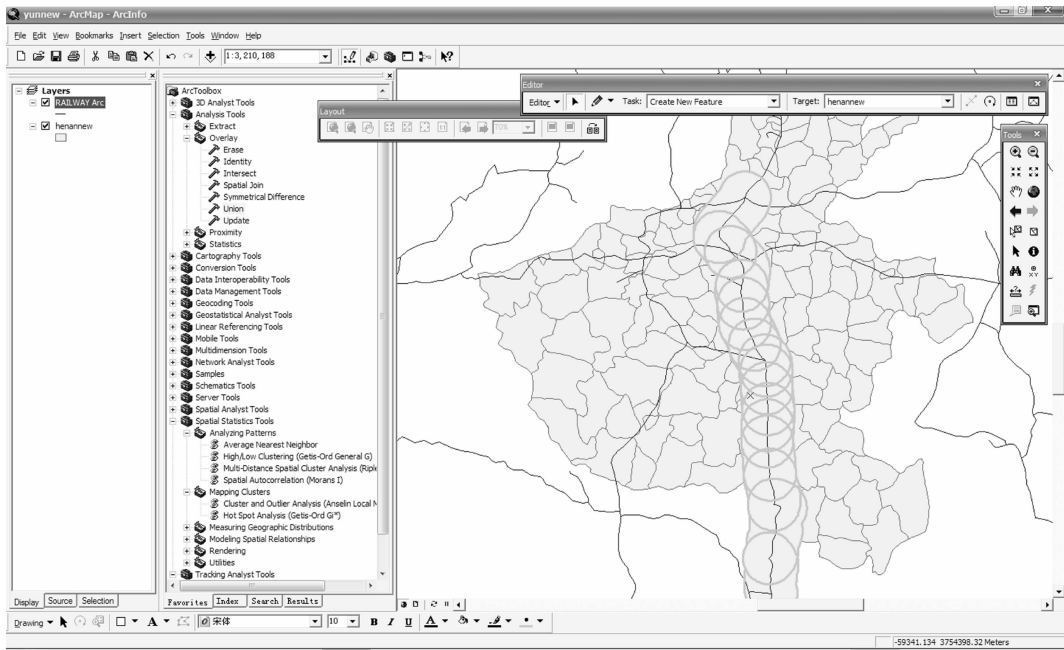


图 17 河南省铁路线分布与区域经济发展缓冲分析

以有效地观察到经济变量之间的相关关系。而且通过对区域进行分类,有助于深入分析和揭示区域经济发展中的内在机制,特别是关于地理因素对区域经济发展的影响,了解资源禀赋、人口积聚、产业结构变迁等因素在经济增长中的作用。在国际经济学研究中,往往会涉及国别比较,贸易和资金的国际往来分析,用 GIS 可以清晰地刻画出国与国的区别,贸易和资金的往来与变化等等。而在区域经济发展和区域分类研究等领域,总体而言,只要研究的对象涉及空间分布与区域比较,都可以利用 GIS 来加以分析。除了空间表达以外,利用 ArcGIS 等软件的缓冲区分析和图层叠加分析工具,可以更加深入地分析空间分布与变化的内在动因。

事实上,时至今日,把社会经济及人口数据与地理坐标相结合,已经成为经济学特别是区域经济学研究的一个重要发展方向,在这些领域的学术论文中,可以观察到越来越多的地图表达和空间分析结果。这些都充分说明了地理信息系统技术在经济研究中越来越多的应用。

然而,需要指出的是,尽管以空间经济计量为手段的空间分析已经取得了较大的进展,但采用地理信息系统技术来进行空间经济计量分析的功能与模块发展依然还有较长的路要走。尽管诸如 ArcGIS 这样的地理信息系统软件和诸如 GeoDA 这样的空

间分析软件能够实现加权空间回归分析,但受到算法等方面的限制,其结果并不理想,尚有较大的改进余地。而一些专门的经济计量分析软件,诸如 STATA、Eviews 等,在空间加权回归分析方面的功能模块依然较为薄弱,尚待发展。尽管如此,随着空间分析技术的进一步发展以及经济计量软件本身的改进,在主流经济计量分析软件中,势必会出现专门的空间分析模块。这也使得地理信息系统技术在经济研究中有更加广阔的应用前景。目前,一些统计分析软件已经在这方面取得了突破性的进展,比如 R 软件可以直接读取 shp 格式的地理数据文件,甚至可以利用互联网抓取相关的空间数据。从这个角度来看,GIS 在经济学研究中具有非常辽阔的应用前景。

参考文献:

[1] 吴信才. 地理信息系统在中国[N]. 中国教育报, 2002-01-18, 第 7 版.
[2] 李裕伟. 空间信息技术的发展及其在地球科学中的应用[J]. 地学前缘, 1998, (02): 335-340.
[3] Vandever, Lonnie R., Steven A. Henning, Gary A. Kennedy, and Huizhen Niu. Land Values at the Rural - Urban Fringe: A Spatial Econometric Analysis [J]. Valuation 2000: Papers and Proceedings, 2000, 101-113, ISBN 0-922154-60-0.

- [4] Kennedy, Gary A., Lonnie R. Vandever, Steven A. Henning, Huizhen Niu, and Donald L. Deckard. A Estimating Tract Value Relationships in the North Louisiana Timberland Market [J]. Southwestern Economic Review, 2002, 28: 1 (Spring): 123 - 134.
- [5] Upton Hatch, Bunny Brooks, Paul Mask and Joey Shaw, Spatial Analysis in Agriculture: An Overview of Precision Agriculture, in L. Upton Hatch, Spatial Technologies in Agriculture and Natural Resources, Proceedings of a Regional Workshop, 2001 [EB]/[OL]. <http://srdc.msstate.edu/publications/archive/223.pdf>.
- [6] 贾冰媛, 王学军. 地理信息系统技术在区域城镇发展用地评价中的应用——以海南省为例[J]. 地理研究, 1990, (04): 86 - 94.
- [7] 孔云峰, 林琿. 地理信息系统在区域商业和经济中的应用初探[J]. 经济地理, 1999, (05): 1 - 5.
- [8] 王声跃, 张文. 区域地理信息系统(REGIS) 探讨[J]. 玉溪师范学院学报, 2002, (03): 85 - 88.
- [9] 吴仲文, 刘宁宁. 地理信息系统在区域经济中的应用[J]. 管理观察, 2008, (21): 139 - 140.
- [10] 唐根年, 徐维祥, 卢丽华. 基于地理信息系统(GIS)的区域经济差异特征分区研究[J]. 经济师, 2002, (09): 238 - 239.
- [11] 史嵘, 肖龙阶. 地理信息系统在区域研究中的应用[J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版), 2006, (03): 53 - 57.
- [12] 肖根如, 帅菲. GIS技术在区域分析中的应用[J]. 地球空间信息, 2007, (01): 75 - 77.
- [13] 陈斐, 杜道生. 空间统计分析与GIS在区域分析中的应用[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2002, (04): 391 - 396.
- [14] 段建峰, 雷怀英. 基于GIS的县域经济空间结构及其聚集效应研究——以山西为例[J]. 宁夏社会科学, 2011, (06): 55 - 61.
- [15] 王世杰, 赵军. 基于GIS的甘肃省区域经济时空差异研究[J]. 测绘科学, 2010, (02): 170 - 172.
- [16] 谷国锋, 张秀英. 地理信息系统在区域差异研究中的应用[J]. 情报科学, 2009, (09): 1418 - 1423.
- [17] 陈浩, 邓祥征. 中国区域经济发展的地区差异GIS分析[J]. 地球信息科学学报, 2011, (05): 586 - 593.
- [18] 王智勇. GIS技术在中国的创新扩散研究[D]. 中国科学院地理科学与资源研究所博士论文, 2002.
- [19] 王智勇, 王劲峰, 何建邦. 技术的时空扩散研究: 以GIS在中国教育科研机构的扩散为例[J]. 经济地理, 2007, (01): 15 - 21.
- [20] 王智勇, Geir Inge Orderud. 人口流动与区域划分研究——以内蒙古为例[J]. 中国劳动经济学, 2007, (02): 101 - 121.
- [21] 肖燕, 孙壮. 山东省区域经济发展状况GIS评价[J]. 测绘科学, 2012, (05): 145 - 157.
- [22] 顾继国, 杨金江. 滇越铁路与云南近代进出口贸易[J]. 云南民族学院学报(哲学社会科学版), 2001, (05): 137 - 141.
- [23] 王智勇. 产业结构、交通、民族与县域经济发展——以云南省为例[J]. 云南财经大学学报, 2012, (05): 123 - 131.
- [24] 王智勇. 城市化对县域经济发展的影响——以云南省为例[J]. 城市问题, 2013, (01): 62 - 68.
- [25] Tobler W. A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit region[J]. Economic Geography, 1970, 46(2): 234 - 240.

(责任编辑:韩 斌)

