

GIS 高等教育空间结构演变及研究取向分析

罗明良¹, 汤国安²

(1. 西华师范大学国土资源学院, 四川 南充 637009; 2. 南京师范大学虚拟地理环境
教育部重点实验室, 江苏 南京 210046)

摘要: 综合地图学与地理信息系统(GIS)普通高等院校高考招生信息及研究生招生简章, 对GIS硕士及博士点方向的学科取向特征及GIS高等教育的省际空间结构演化进行研究。结果表明, 国内GIS研究布局侧重空间数据分析与建模、GIS设计与应用两大模块; GIS数据采集、管理、地理信息服务有所涉及; 在GIS研究前端如GIS空间认知、地理信息本体, 及GIS拓展延伸的软科学问题上投入力量不足。综合硕士点、博士点及GIS专业本科招生高校信息, 以省域为基本统计单元, 基于重力模型分析其空间结构特征。结果显示, 2005~2008年, GIS高层次教育发展迅速, 国家尺度上形成北京市、江苏省两大中心; 区域尺度上2005年与2008年差异明显, 广东、云南步湖北、四川、甘肃及吉林之后成为新的区域性GIS教育中心, 全国六大区域GIS教育中心初步形成。

关键词: GIS高等教育; 研究领域; 空间结构; 重力模型

中图分类号: G64 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2013)02-0251-06

自20世纪末以来, GIS及其相关技术在国内受到广泛关注, 国产GIS软件的产业化、国家地理空间基础设施建设及数字地球战略相继实施^[1]。随着GIS理论研究的深入及应用领域的拓宽, GIS教育已成为GIS人才培养的根本和地理信息产业发展的重要推动力^[2]。GIS教育主要指高等院校中对本科以及大中专学生的GIS教育, 其教育的目的包括推广普及GIS教育、培养GIS初级人才等^[3]。中国GIS研究与教育自20世纪80年代以来取得了迅速发展; 大部分综合性大学、师范院校、理工大学已开设GIS本科专业; 自黄杏元教授《地理信息系统概论》教材出版以来, 相关教材陆续问世^[4]。GIS相关技术的发展, 使得GIS发展进一步深化并即将成为一种人们必须掌握的科学技术, 并给GIS教育带来新的挑战^[5-7]。

邵全琴等较早对国内对GIS高等教育及人才培养及其存在的问题进行了研究, 提出了相应的解决办法, 探讨了GIS人才培养的方向、途径及人才流失等问题^[3]。21世纪以来, GIS教育研究得到迅速发展。至2011年中期, 以“GIS高等教育”为

主题词检索到科研论文500余篇, 进一步遴选得到120篇代表性论文, 占全部论文的24%。论文数量呈波浪式攀升趋势(图1), 关注的焦点包括GIS基本问题与学科体系^[8-10]、GIS课程教学实践与教材建设^[4, 11, 12]、GIS人才培养策略与模式^[5, 13]、GIS发展状况及存在的问题^[6, 7]等。

GIS高等教育硕士、博士培养中的研究方向研究较为薄弱, 仅见于对GIS博士点研究方向及其省域分布的统计分析^[14], 尚未对比国内外GIS研究的差异; GIS教育空间格局研究存在欠缺, 仅见于早在2002年对GIS应用“岭南现象”的研究^[15], 以及对GIS扩散差异及成因的研究^[1, 16], 但基于GIS教育学位点, 在国家尺度及区域尺度上的空间联系及其相互关系研究尚有待开展。本文基于教育部相关信息, 汇总分析GIS高等教育学位点研究方向, 对比国际GIS研究团体与组织的研究议程, 明确了国内GIS研究领域布局的特点及不足; 基于学士、硕士、博士三级学位点数据, 借鉴相邻学科空间格局研究, 以省域为基本统计单元, 探讨了国家尺度以及区域尺度, GIS教育机构的空间分布特征。

收稿日期: 2011-11-15; **修订日期:** 2012-05-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(41101348)、四川省科技厅应用基础研究规划项目(2010JY0089)及四川省教育厅自然科学基金重点项目(09ZA120)资助。

作者简介: 罗明良(1978-), 男, 河南信阳人, 副教授, 硕士生导师, 主要研究GIS空间分析等。E-mail: lominlean@163.com

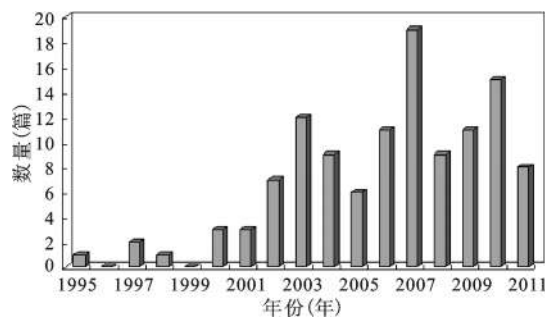


图1 中国GIS高等教育研究论文数量变化

Fig. 1 The number of articles on GIS higher education in China

1 数据来源及研究技术路线

1.1 数据来源

各省、市、自治区GIS硕士、博士学位点数据来源于国家教育部研究生招生网(<http://www.chinayz.com.cn>), GIS本科开设院校依据国家教育部全国普通高校招生信息网(<http://gaokao.chsi.com.cn>)。统计口径为在地理学一级学科下,设立“地图学与地理信息系统”学士点、硕士点、博士点的高校及科研院所(“地图学与地理信息工程”列入工学范畴,不纳入统计;未设立二级学科学位授予点、依托其他学科进行GIS研究生教育的高校及科研院所,未纳入统计)。除上述3个不同层次教育外的高职、高专教育,未列入分析(香港、澳门、台湾数据不全,不列入分析,下同)。

以上述约定为前提,可查询得到自20世纪90年代以来,各个年份不断新增的GIS本科教育高校(图2),可以看出,中国GIS本科高等教育发展至今,业已经历两次高速增长期,即2001~2002年和2004年;2003年尽管相对低增长,仍新增十余所高校。至2007年左右,GIS本科高等教育发展基本

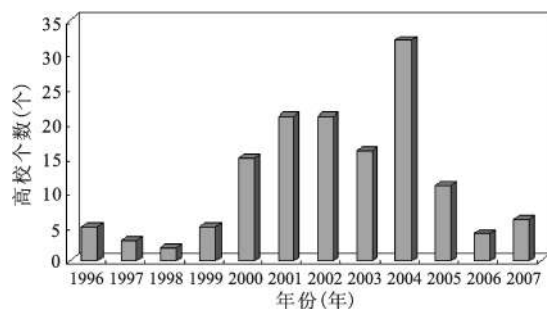


图2 开设GIS本科教育高校、研究所的数量变化

Fig. 2 Number of universities and institutes granting GIS bachelor degree in China

趋于稳定;GIS硕士、博士教育发展不断蓬勃发展,使得这一时期的GIS高层次毕业生源队伍不断壮大,学士、硕士、博士比例达到新高。

1.2 空间格局研究技术路线设计

本路线旨在揭示GIS教育空间联系大致情况,采用一般重力模型度量^[17,18]:

$$T_{ij}=kP_iP_j/d_{ij}^b (i \neq j; i=1,2,3,\dots,n; j=1,2,3,\dots,m) \quad (1)$$

式中, T_{ij} 是 i 和 j 之间的引力, n 和 m 为纳入统计的省市区数量, P_i 和 P_j 是以各省市区GIS学士、硕士、博士三级学位点加权之和为度量的GIS教育规模, d_{ij} 为两城市之间的距离(本文取航空距离), b 为距离摩擦系数。通过计算各省市区和其他各个省市区的引力值 T_{ij} , 可以得到引力矩阵。研究认为, 摩擦系数 b 取1和2时可以近似揭示国家尺度和省区尺度的空间联系状态^[17], 本文沿用这一思路。

考虑到全国各省、市、自治区高校除江苏、湖北、河南、四川等有限省份外, 绝大部分开设GIS学士、硕士及博士教育的高校、科研院所均位于省会城市, 本研究以省域为统计单元, 统一以省会城市为中心, 取航空距离计算城市间距离; 省内格局不纳入讨论。

得到引力矩阵 T_{ij} 后, 选取各省市区(i)最大引力方向 T_{ij}^{Max} :

$$T_{ij}^{\text{Max}}=\max(T_{i1}, T_{i2}, \dots, T_{ij}, \dots, T_{i(n-1)}, T_{in}) \quad (2)$$

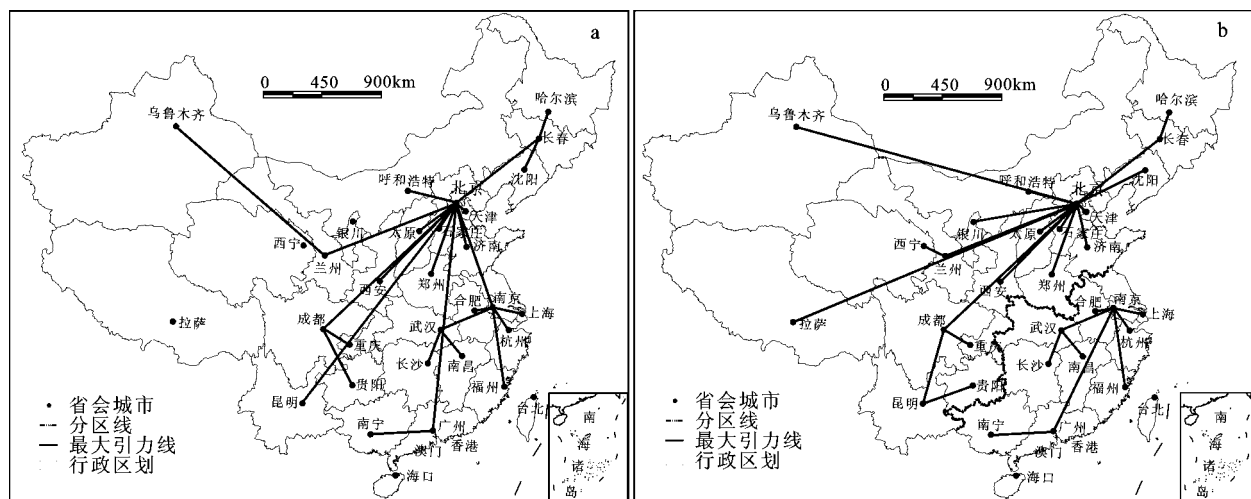
由此可得到各个省市区(C_i)对应的引力最大省市区(C_i'); 将 C_i 及 C_i' 两两连线得到各个省市区“最大引力连接线”分布图。由教育部相关数据可知, 2005年、2008年高校学士、硕士、博士学位点相对比例分别是6.89:3.73:1和4.68:3.30:1, 接近7:4:1和5:3:1; 2005~2008年各级别增长率为10%、40%及53%。3 a来GIS硕士点、博士点相对增长较快; 本科教育受基数影响, 增长率较低, 但总体基数已经达到145所。考虑到GIS学士、硕士及博士教育分属不同教育层次, 计算GIS教育规模时, 以本科学士点为基准, 硕士和博士点分别加权、然后求和。

2 学位点空间格局

2.1 全国尺度格局演化

以省域为基本单元, 基于重力模型得到最大引力联结线分布(图3), 联结线越多的城市在GIS教育体系中影响力愈大, 教育的中心性地位愈强。

借鉴文献^[17]中的等级划分方法, 结合图3a, 可见2005年北京市是GIS教育惟一全国性中心, 即I

图3 2005年(a)和2008年(b)全国尺度GIS教育空间格局($b=1$)Fig. 3 Spatial pattern of GIS education in China in 2005(a) and 2008 (b) ($b=1$)

级中心,其影响覆盖了除尚未开展GIS教育外的所有省份(2005年西藏、青海、宁夏及海南尚未开设GIS专业本科教育)。吉林、甘肃、四川、江苏、广东等省市区成为II级中心,而湖北因空间尺度上距离江苏较近,成为III级中心。横向对比全国其他II级中心,可以发现该格局较不稳定:全国除江苏省外的其他II级中心影响范围最大仅2个省级单元,如四川之于重庆、贵州,吉林之于黑龙江,辽宁;甘肃、广东影响范围仅1个省级单元;江苏省作为II级中心影响范围覆盖了7个省份之多,是全国II级中心影响范围均值的近3倍;湖北作为III级中心,影响范围覆盖湖南、江西2省,接近全国II级中心影响范围的均值。由此可以认为全国GIS教育格局即将面临新的变化。

2008年,江苏省成为继北京之后的第二个GIS教育中心(图3b),该地区云集11个本科GIS教育院校、10所高校招收硕士研究生,3所高校设立GIS专业博士点。与北京市的8个本科招生院校、15个硕士点高校及7个博士点院所(含中国科学院相关研究所)相比,虽有差距,但在全国仍十分罕见。由此全国GIS教育可划分为两大板块,其中江苏、上海、浙江、福建、广东、广西、江西、湖南、湖北、安徽构成中南及东南教育大区,计9个省、市、区。新疆、青海、西藏、宁夏、内蒙古、山西、陕西、四川、重庆、贵州、云南、河南、山东、河北、天津、辽宁、吉林、黑龙江等省、市、自治区属北京为中心的教育大区。

中南及东南教育大区已初步具有一定的层次

特征,除江苏省I级中心外,该区还存在湖北省及广东省两个II级中心,初步形成国家级教育中心、区域性教育中心、地区教育点三重格局。基于武汉大学、中山大学等在GIS科研与教育上的重大影响力,可以认为该区域教育格局相对均衡,三大教育中心并起,借助优良的区位条件与经济支撑,可望在未来得到快速发展。

以北京市为中心的教育大区覆盖全国19个省、市、自治区,各省市区分属国家西北、西南、中部、东北等不同区域,内陆省份众多。该区域层次性稍弱,以北京市为I级中心,吉林、甘肃、四川及云南分别为东北、西北及西南地区的II级中心,其他地区形成服务当地的枝节节点。

2.2 区域中心形成

基于重力模型计算空间联系,当 $b=1$ 时,揭示国家尺度上的空间联系状态^[17]。考虑到区域性GIS教育中心对GIS从业者及受教育者颇有参考价值。通过调整摩擦系数 b ,使 $b=2$ 以便观察区域性GIS教育空间结构。

图4a显示至2005年,全国共形成5个区域性教育中心省份,其中心为北京、甘肃、四川、江苏及广东;南北各有3个、2个区域性教育中心。对比陈述彭先生对GIS在中国应用产生“岭南”现象的研究^[15],除甘肃省外其他4个中心省份均位于“岭南”,可见1997~2005年中国GIS教育、科研及应用空间拓展的方向与趋势。其中北京市的特殊性及良好的教育、科研条件^[16],江苏省、广东省的项目推广及经济因素影响^[16]促进了其中心性地位的形

成。四川省、甘肃省均为地区性教育强省,成为区域性教育中心毋庸置疑。这一时期另一特征是北京市、江苏省作为区域性教育中心省份,影响范围较大,所影响范围内的吉林省、湖北省再次形成区域内细分的中心,预示格局调整即将到来。

图4b显示,历经3a发展演化,至2008年国内已形成6个区域性GIS教育中心,南北各3个中心省份;依据前述2008年国家级中心北京市、江苏省“二分”的原则,4个区域性中心隶属北京市所在的分区,2个隶属江苏省所在的中南及东南沿海分区。对比2005年区域性教育格局,吉林省“夺取”东北区域中心的位置,影响周边辽宁及黑龙江省;甘肃省区域中心性进一步增强,影响范围扩大到周边的新疆、宁夏及青海,层次结构明晰;四川、云南则在西南区域形成“双核中心”,影响范围涵盖西藏、重庆及贵州;湖北处于中部三省的中心地位,形成湖南、湖北及江西三角格局;江苏省则将广东省纳入影响范围下,形成东南沿海区域的“双核中心”;北京市影响范围覆盖内蒙古、天津、陕西、山西、河北、河南及山东7省、市、区,区域内尚存在河南省次中心。云南、河南、广东的中心地位是否能快速确定以形成新的区域影响格局,尚有待观察。

3 学位点研究方向布局

GIS高等教育在300余个研究方向招收硕士研究生,130余个方向供博士生选择,其中存在部分重复或含义相近的方向。为避免陷入“地理信息科学”或“地理信息系统”的争论,以下讨论中将

RS及其相关理论与技术研究搁置,仅讨论除此外的GIS研究方向布局特征。

为便于在国际视野下审视GIS研究方向布局,在孔云峰^[8]等的研究基础上,综合美国国家地理信息分析与应用中心(NCGIA)、大学GIS联盟(UCGIS)、开放地理空间协会(OGC)、国家地理空间信息基础设施(NSDI)、空间综合社会科学研究中心(CSISS)、国际学术会议地理计算(GeoComputation, GC)的主题方向、数字地球(Digital Earth, DE)、数字地理图书馆(Digital Geolibrary, DG)等主要研究机构与团体在GIS方面研究的侧重点及重点研究方向,将其归纳为地理(空间)信息本体及空间认知表达、空间数据采集/处理/质量及不确定性、空间数据组织与管理、地理分析与建模、数据输出与可视化理论、GIS设计与开发、GIS结构体系/规范与标准、地理空间信息基础设施与地理信息服务、网络GIS等新一代GIS技术、数字地球与数字区域、地理信息科学与技术(GIS&T)相关的社会与机构问题、GIS与社会科学的结合、空间数据发布及数据集描述。统计国内GIS硕士点、博士点研究方向,按国际GIS重点研究领域分类汇总,得到各个领域对应的研究方向个数,见表1。GIS硕士点及博士点研究方向布局呈现如下特征。

1) 研究集中于“空间数据处理与分析”、“GIS设计与应用”。“空间数据处理与分析”方面,分析方法研究远多于地理计算的研究。其既是地理信息科学的精髓所在,又是当前急需加强研究的重点领域。该领域存在层次较为明显的研究纵深结

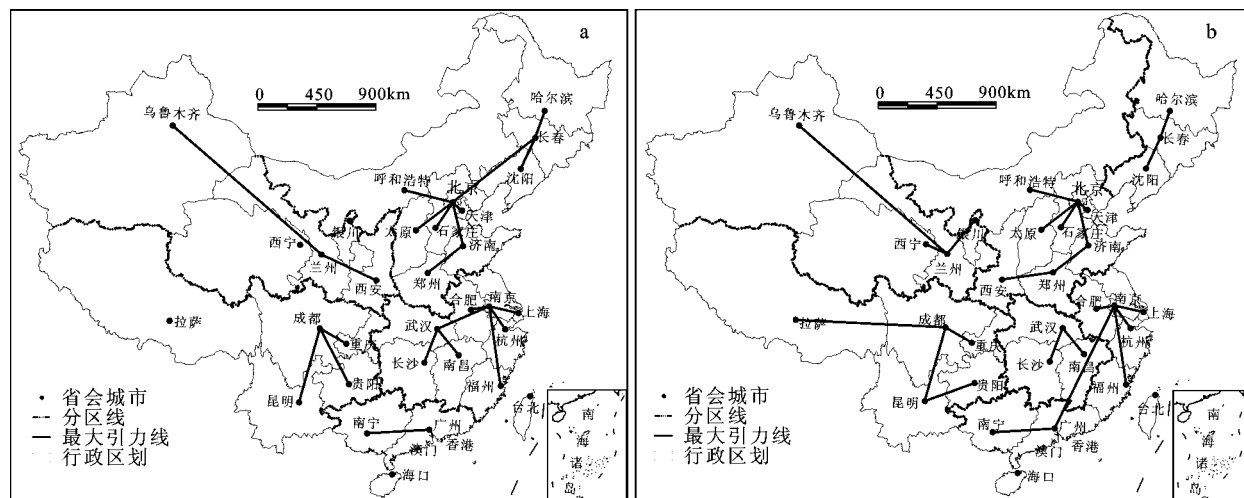


图4 2005年(a)和2008年(b)全国尺度GIS教育空间格局($b=2$)

Fig. 4 Spatial pattern of GIS education in China in 2005(a) and 2008(b) ($b=2$)

表1 研究方向矩阵

Table 1 The matrix of master and Doctoral research

倡 导 者	NCGIA	UCGIS	GC	OGC	NSDI	DE	CSISS	DG
地理本体论、空间认知与表达	4*							
空间数据采集、精度、不确定性	6*							
空间数据组织与管理		11*						
地理分析与建模		75*						
数据输出与可视化理论		25*						
GIS设计与开发		56*						
GIS结构体系、规范与标准				6*				
地理空间信息基础设施与地理信息服务					6*			
新一代GIS技术(如网络GIS、移动GIS等)					14*			
数字地球与数字区域						17*		
GIS与社会科学的结合							3*	
空间数据发布及数据集描述								1*
GIS&T相关的社会与机构问题		0*						

注:总论性方向如GIS研究/设计/开发与应用、地图学与地理信息系统等描述模糊,无法细分,未列入统计;RS及其相关技术未列入统计。*表示国际研究组织将对应研究模块视为侧重点和主要方向。

构,涵盖“(GIS)空间分析”、“地理建模与模拟”、“地理空间数据挖掘与专家系统”、“决策支持模型”等,是GIS研究界从不同角度、不同侧面的探索的充分体现。“GIS设计与应用”方面,应用、设计与系统实现远多于项目管理与定义、地理信息科学技术设计,其研究方向涉及办公自动化、地籍管理、农业、海洋及项目管理等各方面。

2) “GIS新技术”及“数字地球与数字区域”研究发展迅速,“空间数据挖掘”研究特色鲜明。“GIS新技术”及“数字地球与数字区域”在位置服务、分布式计算、信息共享与发布等领域广为涉及,展示了面临地理信息新时代^[9],GIS研究者的开拓性工作,该领域研究紧密联系地理信息服务,是GIS&T回归社会的有力写照。空间数据挖掘及知识发现、空间数据挖掘与辅助决策等研究方向,体现了海量空间信息时代“数据-信息-地理知识发现”的迫切需求。此外有虚拟地理环境、数字地形分析、地理数据综合、基因地理学等特色鲜明的方向。

3) GIS基础性问题研究薄弱,GIS领域研究议程有待优化。涵盖概念基础、空间数据的GIS参考框架与空间认知方向总计不过10项,尤其在地理空间概念模型建立的研究方面,如概念基础的本体论、认识论及哲学透视^[2]等方研究较为薄弱。UCGIS给出的研究议程白皮书,将GIS领域研究规划为长期研究挑战和短期优先研究两个方面。国内GIS研究主要集中于短期优先研究,如3S集

成、GIS与决策等;在长期研究挑战中有所涉猎,设置了地理信息本体模型等方向;但总体上研究过于分散,系统性有待加强。

4) GIS与社会及其组织机构等相关研究尚未体现。多年来国内GIS研究界已在GIS组织机构及GIS教育传播^[1, 15, 16]等方面进行了探索,但尚未凝练为专题研究方向。此外在GIS相关软科学方面,如空间数据集描述、法律与伦理问题、地理空间信息资产与GIS批判方面十分欠缺。

4 结 论

1) 国内GIS研究方向集中于空间数据处理与分析、GIS应用与开发。在GIS概念基础、空间数据的GIS参考框架与空间认知,尤其是地理空间概念模型建立的本体论、认识论及哲学透视等方研究较为薄弱,研究中长期部署与短期缺乏统筹,研究议程有待优化。GIS组织机构及GIS教育传播尚未凝练为独立研究方向,空间数据集描述、法律与伦理问题、地理空间信息资产与GIS批判方面十分欠缺。

2) 基于重力模型的GIS教育空间格局将2008年全国GIS教育分为两大国家级中心、六大区域中心,解释了全国大部分省份GIS教育与地位,总体上与现实相符,表明重力模型在度量GIS教育空间格局上是有效的。

3) 研究的不足在于,国家级GIS教育重点实

验室、国家纵向项目资助等因素对 GIS 教育格局存在较大影响但尚未纳入计算,部分省份在全国影响力与实际状况有出入。GIS 教育格局基于省域尺度分析,将开设在非省会城市的 GIS 教育简化计算到省会城市,对省域内的 GIS 教育格局有一定影响。

参考文献:

- [1] Kong Y. GIS diffusion in China : theoretical considerations and preliminary case studies[D]. Hong Kong: the Chinese University of Hong Kong, 2001.
- [2] 陈 军.论中国地理信息系统的发展方向[J].地理信息世界, 2003,1(1):6~11.
- [3] 邵全琴.中国的 GIS 教育与人才培养[J].首都师范大学学报(自然科学版),1995,16(4):87~91.
- [4] 沈 婕,汤国安,杨 红,等.我国地理信息系统专业教材建设应用与发展[J].地球信息科学, 2007, 9(4): 94~99.
- [5] Chen J, Li J, He J, et al. Development of geographic information systems (GIS) in China: an overview[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2002, 68(4): 325-332.
- [6] 边馥蓉.论我国地理信息产业、人才现状与存在问题[J].地理信息世界,2009,(5): 29~34.
- [7] O'Kelly M E. GIS and educational and instructional challenges [J]. Journal of Geographical Systems, 2000, 2(1): 23-29.
- [8] 孔云峰,李小建,乔家君,等.地理信息系统学科中几个基本问题探讨[J].地理与地理信息科学, 2006, 22(5): 1~9.
- [9] 杜培军,陈云浩,张海荣. UCGIS 地理信息科学与技术知识体系及对我国 GIS 研究的启示[J].地理与地理信息科学, 2007, 23(3): 6~10.
- [10] 韩志刚,孔云峰,秦耀辰.地理表达研究进展[J].地理科学进展, 2011, 30(2): 141~148.
- [11] 刘妙龙,黄佩蓓.国内外 GIS 课程内容的对比与启示[J].地理科学, 2002, 22(6): 747~752.
- [12] 周 卫,龙 毅,汤国安.地理信息系统实践教学基础设施建设[J].测绘通报, 2008, (8): 75~77.
- [13] 赵西安,杨 俊.可持续发展与我国 RS, GIS 教育[J].测绘通报, 2000, (6): 38~39.
- [14] 李建新.地图学与地理信息系统专业点的分布与研究方向[J].地球信息科学, 2006, 18(1): 26~29.
- [15] Chen S P, Zeng S, Zhong E S. The steps forward of GIS in China [J]. Chinese Geographical Science, 2000, 10(1): 1-6.
- [16] 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, 119(1): 15~21.
- [17] 顾朝林,庞海峰.基于重力模型的中国城市体系空间联系与层次划分[J].地理研究, 2008, 27(1): 1~12.
- [18] 朱道才,陆 林,晋秀龙,等.基于引力模型的安徽城市空间格局研究[J].地理科学, 2011, 31(5): 551-556
- [19] 李德仁,邵振峰.论新地理信息时代[J].中国科学(F 辑:信息科学), 2009, 39(6): 579~587.

Spatial Pattern and Research Directions of the Specialties in GIS Higher Education in China

LUO Ming-liang¹, TANG Guo-an²

(1. Land and Resources College, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637009, China; 2. Key Laboratory of Virtual Geographic Environment of Ministry of Education, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210046, China)

Abstract: This article focused spatial pattern and research directions of the specialties in GIS. The GIS research in China mainly focused on spatial data analysis and modeling, GIS design and application. GIS data acquisition, management and geographic information services have called the researchers' attention, while essential problems were in lack of strength, like GIS spatial cognition research, geographical information ontology, and the other soft science issues. Based on the information of universities offered bachelor, master and doctoral degree, gravity model was used to analyze the spatial structure of GIS higher education in China. From 2005 to 2008, GIS high-level education developed rapidly. The ratio among universities offered bachelor, master and doctoral degree increased from 7:4:1 to 5:3:1. Universities which offer master degree and doctoral degree increased quite faster than any other period. In 2005 there is only one GIS education center of Beijing in national scale while two of Beijing and Jiangsu. In regional scale there are five GIS education centers, which are Beijing, Jiangsu, Sichuan, Gansu and Guangdong in 2005, while six in 2008, which are Beijing, Jiangsu, Jilin, Sichuan, Gansu and Hubei.

Key words: GIS higher education; research directions; spatial structure; gravity model