

中国中心城市交通联系 及其空间格局

王海江 苗长虹 著



科学出版社

中国中心城市交通联系 及其空间格局

王海江 苗长虹 著

国家自然科学基金面上项目(41371133)

国家自然科学基金重点项目(41430637)

河南省高校哲学社科学研究优秀学者资助项目(2016-YXXZ-19)

河南省高校哲学社科创新团队支持计划(2016-CXTD-04)

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书立足于区域空间联系及其地理集聚机理研究,重点研究中国中心城市间的交通联系及其空间格局。研究基于中心地理论、空间相互作用理论,通过构建区域空间联系理想模型,探索要素流动视角下区域空间结构演变的一般性地学规律。通过对中心城市空间经济联系的量化表达,分析中国区域经济联系的时空格局与区域差异。依据中心城市外向功能联系及其对外服务能力的时空变异,探讨区域空间结构模式的形成与演化过程。结合中国中心城市间航空、铁路及公路等交通联系巨量数据资料,运用基于O-D网络的GIS空间分析法,深入分析中国交通联系的空间集聚、等级体系、网络结构及空间图谱,对中国交通联系的地理集聚及分布格局进行清晰而精细的空间解构。

本书可供经济地理学、交通地理学、区域经济学等领域的研究者,城乡规划、交通运输规划部门的专业技术人员,以及政府相关部门的管理者参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国中心城市交通联系及其空间格局/王海江,苗长虹著. —北京:科学出版社,2016.6

ISBN 978-7-03-048352-2

I. ①中… II. ①王…②苗… III. ①城市交通-交通运输管理-研究-中国 IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 112639 号

责任编辑:周 炜 张晓明 / 责任校对:蒋 萍

责任印制:张 倩 / 封面设计:左 讯

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 6 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2016 年 6 月第一次印刷 印张:13 1/2

字数:272 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

城市间的空间相互作用现象普遍存在,空间上,在分离城市之间建立空间联系的前提是两城市之间相互交换了某种有形或无形的“媒介”,通过“媒介”的相互交换,两城市间才可以产生相互作用力,形成各种现实的空间联系。随着时代进步,借助现代化交通运输设施及信息通信技术,区域内的有形资源和人员的交换更加迅速,无形的资金、技术和信息的交流更加便捷,城市间的相互作用得以加强,区域间的经济联系更加密切,区域一体化进程向纵深发展。

在经济全球化与区域一体化进程加快的背景下,城市与区域间的各种联系不断深化。区域内多个城市之间时刻进行着人口、资源、资金、技术、信息等要素的交流与联系,这些“媒介”的流动与交换形成区域间的要素流,构成“流”的空间。加强城市间的交通运输联系,加深区域间的空间经济联系是提高城市、区域乃至国家竞争力的基本要求。

该书基于中心地理论、空间相互作用理论,通过建立区域空间联系理想模型,对城市间要素流的空间流动与集聚情况进行理论演绎,模拟推演区域空间联系的演变过程,探索流视角下区域空间结构演变的一般性地学规律。通过对由城市非基本和基本活动产生的内向、外向功能联系的深入解析,将区域空间联系的研究内涵向城市流、内外生增长、流空间理论方面进行拓展,并开展相应的实证研究。主体研究以全国中心城市交通联系网络为研究视角,探讨航空网、公路网、铁路网等现代化交通方式的空间联系网络、地理集聚机理及其空间分布格局,深入揭示交通基础设施与区域城镇体系发展演化的关系机理,并试图在全国尺度上对流空间进行地理学意义上的理论诠释和空间解构。

该书对区域交通运输体系规划建设有较强的实践指导意义,对全国乃至区域城镇体系空间规划有重要参考价值,同时对缩小区域发展差距、平衡区域发展,有着较强的政策引导及实践应用价值。

纵观该书的研究成果,可以从三方面来体现:理论上,构建要素流动视角下的区域空间联系理想模型,进而深入解析基于内生、外生增长及其耦合路径下的区域空间联系及其地理集聚机理,这也是经济地理学在区域空间联系研究方面的一种新的研究视角和思路;方法上,应用基于 O-D 联系网络的 GIS 空间分析法,实现在大尺度空间内对巨量的交通联系数据进行精细的空间解构;实证上,基于航空、铁路和公路客运联系巨量数据,全面分析并清晰刻画出全国中心城市交通联系的地理集聚及其空间格局。

当然,该书也有许多有待于进一步研究的问题,例如,对区域空间联系及其地理集聚机理的理论解析需要不断深入。如何完整清晰地透视流空间这个复杂的空间网络体系,仍有许多问题没有解决。不同交通方式的空间集聚与分布存在着较大的差异,如何将航空、铁路、公路等多种交通联系整合在一个框架下进行研究,需要在后续的研究中不断完善。

王海江在硕士、博士的各阶段就一直跟随我进行相关领域的研究工作,该书是其近 10 年研究工作的汇集和总结,也是其长期学习和积累的成果体现。在其硕士阶段,我就注意到他努力和勤奋,在博士阶段更加刻苦和钻研。多年来,其大量参与我的各种项目研究工作,理论与实践能力得到极大的提高,同时对相关研究主题也有了自己的深刻认识和独到见解,体现出一个科研工作者应有的思维与敏锐。

王海江现工作于河南理工大学,近年来,他在《地理研究》、《地理科学》、《经济地理》、《人文地理》等期刊上不断发表许多较高水平的学术论文,并在博士期间就申请到了国家自然科学基金的面上项目,对此,作为他的博士生导师,我由衷地感到高兴和欣慰,也希望他在今后的研究与教学工作中能够不断继续成长进步,为地理学相关领域的研究作出自己独有的贡献!

苗长虹

教育部人文社会科学重点研究基地

河南大学黄河文明与可持续发展研究中心执行主任

河南大学环境与规划学院教授、博导

2015 年 7 月

前 言

区域空间联系是不同客体之间基于空间法则下的相互作用现象,交通联系是空间联系重要的现实形式之一。研究基于中心地理论和空间相互作用理论,通过区域空间联系理想模型,构建基于内生增长、外生增长及其耦合路径下的区域空间联系模型,对城市间要素流的空间流动与集聚情况进行理论演绎,模拟推演区域空间联系的演化过程,探索要素流动视角下区域空间结构演变的一般性地学规律。通过对全国中心城市空间经济联系的量化研究,分析中国区域经济联系的时空格局与区域差异。依据全国中心城市外向功能联系及其对外服务能力的时空变异,探讨区域空间结构模式的形成与演化过程。结合全国地级以上中心城市间客观翔实的航空、铁路及公路等交通联系巨量的数据资料,运用基于 O-D 网络的 GIS 空间分析方法,深入分析我国中心城市航空、铁路及公路交通联系的空间分布、等级体系及网络结构等空间集聚与分布特征,在国家、区域及城市群空间尺度上对全国中心城市交通联系的地理集聚及分布格局进行清晰的空间解构。

本书共分 10 章内容。

第 1 章为绪论。主要阐述研究的意义、框架和方法。

第 2 章为相关研究进展。梳理国内外相关文献及研究进展。

第 3 章为区域空间联系及其地理集聚机理研究。基于中心地理论、空间相互作用理论,通过建立区域空间联系的理想模型,对城市间要素流的空间流动与集聚情况进行理论演绎,模拟推演区域空间联系的演变过程,探索要素流动视角下区域空间结构演变的一般性地学规律。

第 4 章为中国中心城市空间经济联系格局与变化。借助空间相互作用力模型,综合测度全国中心城市的省域空间经济联系,通过测算各省区中心城市间的经济联系强度,研究各省区经济联系空间分布格局。

第 5 章为中国中心城市外向功能联系与空间格局。基于中心城市外向功能联系研究视角,依据全国地级以上中心城市对外服务能力及其变化情况,探讨区域空间结构模式的形成与演化过程。

第 6 章为中国中心城市航空联系及其空间格局。基于全国国内航班运营信息数据,在大尺度数据空间内刻画每一条运营航线,深入解析全国通航中心城市间航空联系的网络结构,并分运距区段绘制中国城市空间相互作用联系与航空联系的网络结构图谱,进而分析区域间航空联系的网络结构差异,揭示中国航空联系的网络结构及区域结构特征。

第7章为中国中心城市铁路联系及其空间格局。依据全国地级中心城市间完整的交互式铁路客运数据,从全国中心城市铁路联系的空间集聚、任意两中心城市之间的铁路联系、细分车次类型的空间分布等多角度解析全国铁路客运联系的空间格局,清晰刻画中心城市之间铁路客运联系的空间集聚、网络结构与分布特征。

第8章为中国中心城市公路联系及其空间格局。依托全国地级以上中心城市间的公路长途客运联系数据,对全国尺度内的公路客运联系网络结构及其空间格局进行清晰而翔实的空间解构。

第9章为中国中心城市交通联系空间格局的总体特征。①交通联系在区域中心城市、大城市及特大城市的中心集聚特性突出;②在经济发达与人口密集地区的区域性地理集聚明显;③由综合交通枢纽形成区域性乃至全国性中心城市;④依托大的交通干线形成全国城镇体系空间结构的骨架;⑤由交通联系引导的区域一体化进程加快;⑥交通联系的空间分布地域性差异显著。

第10章为结论、创新和讨论。主要结论有:①通过构建的空间联系理想模型可以深入解析区域空间联系及其地理集聚机理;②区域空间经济联系强弱与网络状况表征了区域及城市群的演化阶段与发育程度;③中心城市对外服务能力是区域空间结构形成演化的主要动力;④基于O-D联系网络的GIS空间分析法能够在在大尺度空间内对巨量数据实现精细的空间展现;⑤全国航空客运联系区域分布极不平衡,区域差异与等级分化十分明显;⑥全国铁路客运联系呈现向东倾斜的“开”字形空间分布格局;⑦全国公路客运联系的区域性集聚与中心城市集聚并存;⑧获得了对中国中心城市交通联系空间分布格局特征的总体认识。

本书在理论层面,研究构建了要素流动视角下的区域空间联系理想模型,进而深入解析基于内生、外生增长及其耦合路径下的区域空间联系及其地理集聚机理;方法层面,研究通过基于O-D网络的GIS空间分析方法,实现了在大尺度空间内对巨量的交通联系数据进行精细的空间解构;实证层面,研究基于全国交互式的航空、铁路和公路客运联系巨量数据资料,全面深入分析并清晰刻画出全国中心城市交通联系的地理集聚及其空间格局。

限于作者的学识和能力,本书关于区域空间联系及其地理集聚机理、中国交通联系时空格局等的研究还不够完善,尤其是对流空间的形式与结构研究方面,其深度和广度有待进一步拓展。书中难免有许多不足之处,敬请广大读者与同仁提出批评指正。

王海江

2015年8月于河南理工大学

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	3
第 2 章 相关研究进展	9
2.1 新经济地理学	9
2.2 内生增长理论与技术进步	11
2.3 中心地理论与交通原则	12
2.4 交通地理学与交通联系	17
2.5 空间相互作用与空间联系	23
2.6 城镇体系与城市群一体化	26
2.7 文献启示	33
第 3 章 区域空间联系及其地理集聚机理研究	36
3.1 要素流动视角下的区域空间联系理想模型	36
3.2 区域空间联系及其地理集聚机理	39
3.3 交通联系的距离衰减规律	42
3.4 中心城市外向功能联系与区域空间结构演化	50
3.5 流空间的解构:空间联系网络与区域发展	52
3.6 本章小结	52
第 4 章 中国中心城市空间经济联系格局与变化	54
4.1 研究方法及数据来源	55
4.2 全国省域经济联系的空间结构及变化	56
4.3 中心城市空间经济联系与城市群形成的关系	59
4.4 本章小结	61
第 5 章 中国中心城市外向功能联系与空间格局	63
5.1 中心城市对外服务能力及其空间格局	63
5.2 中心城市生产性服务业空间集聚与格局变化	71
5.3 中心城市生产性服务业对外服务能力的空间格局	83
5.4 本章小结	92

第 6 章 中国中心城市航空联系及其空间格局	94
6.1 数据来源与研究方法	95
6.2 航空联系的网络与等级结构	95
6.3 航空联系与空间相互作用联系的相关性	98
6.4 航空联系与空间相互作用联系结构图谱对比	101
6.5 航空联系的区域差异	104
6.6 本章小结	106
第 7 章 中国中心城市铁路联系及其空间格局	108
7.1 数据来源与研究方法	108
7.2 铁路客运联系的空间格局	110
7.3 铁路客运中心的规模分布	113
7.4 铁路客运联系的距离衰减规律	114
7.5 铁路客运联系的空间集聚	116
7.6 铁路客运的主要联系方向	118
7.7 不同空间尺度下的铁路客运空间联系	121
7.8 铁路客运联系的空间结构图谱	126
7.9 本章小结	132
第 8 章 中国中心城市公路联系及其空间格局	134
8.1 数据来源与研究方法	136
8.2 公路客运联系的空间格局	136
8.3 公路客运联系的距离衰减规律	138
8.4 公路客运联系的空间自相关	142
8.5 主要城市群的公路客运联系	144
8.6 不同空间尺度下的公路客运联系	146
8.7 本章小结	150
第 9 章 中国中心城市交通联系空间格局的总体特征	152
9.1 中心城市交通联系空间格局的总体特征	152
9.2 航空、铁路与公路交通联系空间格局的差异	155
9.3 交通联系与空间经济联系格局比较	157
9.4 交通联系与外向功能联系格局比较	158
9.5 要素流动视角下的交通联系与空间格局研究探讨	159
第 10 章 结论、创新与讨论	161
10.1 主要结论	161
10.2 创新之处	165
10.3 有待进一步研究的问题	166
参考文献	168
附录	181

第 1 章 绪 论

随着经济全球化、区域经济一体化发展日益深化,中国正在积极稳妥地推进新型城镇化进程,并着力提高城镇化质量与水平。在中国交通联系网络化进程加速的前提下,以中国中心城市间的航空、铁路和公路交通联系网络及中国城镇体系空间格局为对象,应用新经济地理学、空间经济学、内生增长、中心地等相关理论,借助现代 GIS 技术手段与分析方法,深入研究中国中心城市交通联系的地理集聚机理及其空间分布格局。

1.1 研究背景

1. 区域经济一体化进程中城市群融合发展速度加快

在全球城镇化进程与经济全球化进程双重加快的时代背景下,城市群的快速扩张与区域融合已呈现出具有普遍意义的不可阻挡之势,城市群正作为国家参与全球竞争与国际分工的全新地域单元,深刻影响着国家的国际竞争力和 21 世纪全球经济的新格局。

20 世纪 90 年代以来,我国区域经济一体化的步伐在加快,正在形成的众多城市群日益成为中国区域空间结构的主体。长三角、珠三角、京津冀、山东半岛、辽东半岛、海峡西岸、长株潭、武汉、成渝、环鄱阳湖、中原、哈大长、江淮、关中、天山北坡等城市群发育较为成熟;南北钦防、晋中、银川平原、呼包鄂、酒嘉玉、兰白西、黔中和滇中等城市群则正处于发育形成过程中。其中,长三角、珠三角、京津冀城市群发育最好,经济实力与区域影响力最强,成为中国的三大城市群。城市群是中国未来经济发展格局中最具活力和潜力的核心地区,以城市群为主体形态,推动大、中、小城市和小城镇协调发展,是未来中国城市发展的重要方向。

2. 国家新型城镇化战略成为推动区域协调发展的有力支撑

改革开放以来,我国东部沿海地区率先开放发展,形成了长三角、珠三角、京津冀等一批城市群,有力推动了东部地区快速发展,成为国民经济重要的增长极。但与此同时,中西部地区发展相对滞后,一个重要原因就是城镇化发展很不平衡,中西部城市发育明显不足。随着西部大开发和中部崛起战略的深入推进,东部沿海地区产业转移加快。在中西部资源环境承载能力较强地区,加快城镇化进程,

培育形成新的增长极,有利于促进经济增长和市场空间由东向西、由南向北梯次拓展,推动人口经济布局更加合理、区域发展更加协调。

《国家新型城镇化规划(2014—2020)》将构建以陆桥通道、沿长江通道为两条横轴,以沿海、京哈京广、包昆通道为三条纵轴,以轴线上城市群和节点城市为依托,以其他城镇化地区为重要组成部分,形成大、中、小城市和小城镇协调发展的“两横三纵”城镇化战略格局。《国家新型城镇化规划(2014—2020)》提出了更加优化的城镇化格局建设目标:“两横三纵”为主体的城镇化战略格局基本形成,城市群集聚经济、人口能力明显增强,东部地区城市群一体化水平和国际竞争力明显提高,中西部地区城市群成为推动区域协调发展的新的重要增长极。城市规模结构更加完善,中心城市辐射带动作用更加突出,中小城市数量增加,小城镇服务功能增强。通过优化提升东部地区城市群,培育发展中西部地区城市群,促进各类城市协调发展,不断优化城镇化布局和形态。

3. 国家交通基础设施建设尤其是交通联系网络化进程加快

改革开放以来,我国经济建设的巨大成就使得交通基础设施网络日益完善,并形成了覆盖广泛的空间网络,部分交通方式(如铁路和公路)已经进入了普适化时期和优化升级发展阶段。国家交通运输“十二五”规划要求按照“适度超前”的原则,继续加强交通运输基础设施建设,保持适度规模,优化交通运输结构,推进综合运输体系建设,增强交通运输保障能力。国家新型城镇化战略提出要强化综合交通运输网络支撑,即完善综合运输通道和区际交通骨干网络,强化城市群之间交通联系,加快城市群交通一体化规划建设,改善中小城市和小城镇对外交通,发挥综合交通运输网络对城镇化格局的支撑和引导作用。航空网、高速公路网、高速铁路网、城际轻轨等现代化快速交通运输方式迎来了大发展时期。

未来,中国交通设施网络面临的基本问题是对既有资源的优化调整,从传统的设施建设向各种运输网络资源的有效组合转化。这种趋势将推动交通设施网络资源的重新组合和空间优化,其反映的科学问题是交通地理学的研究前沿和未来热点,即迈向中等发达国家进程中现代化综合运输体系应如何建设。从地理学视角研究这一问题,综合运输体系发展研究、城市群交通联系研究、交通联系网络化研究、物流网络研究等将是交通地理学的重要研究内容。尤其是在交通技术进步与城市化、区域发展的协同过程-耦合关系、交通联系网络化的经济-资源环境效应、城市群交通基础设施建设的社会-环境效应研究等方面需要更多的理论与实证研究成果出现。

1.2 研究意义

以全国中心城市交通联系网络为研究视角,探讨航空网、公路网、铁路网等现代化交通方式的空间联系网络、地理集聚机理及其空间分布格局。将新经济地理学、内生增长理论等的相关理论研究成果应用于交通地理学与城市地理学领域,试图对在综合交通网络化作用下产生的区域空间联系地理集聚做出经济地理学的规范解释,进而在中国城镇体系空间格局形成与演化方面进行理论与实证研究,以期对交通联系与区域发展的协同过程、交通联系网络化与区域城镇体系结构变化、中国城镇体系空间结构演化机制等研究领域有所突破和拓展。

1. 理论意义

(1) 构建要素流动视角下的区域空间联系理想模型,拓展经济地理学研究新的内涵。由于 Krugman 开创性的工作,新经济地理学研究在地理学、经济学界呈现出繁荣的局面,关系转向、演化转向等不断拓展经济地理学新的研究领域。本书试图将关系、演化、尺度、路径依赖、规模报酬递增等引入交通地理学、城市地理学等学科研究领域,通过对由城市非基本和基本活动产生的内向、外向功能联系的深入解析,将区域空间联系的研究内涵向城市流、内外生增长、流空间理论方面进行拓展。构建要素流动视角下的区域空间联系理想模型,探索基于内生、外生增长及其耦合路径下的区域空间联系模型,分析要素流的空间集散,阐明其内在地理集聚机理。通过交通联系网络与区域空间结构演进的关联,提出并探讨关系经济地理学与区域空间联系、演化经济地理学与交通路径依赖、路径锁定与交通联系网络路径创新、交通因子内生增长与要素流空间集聚、中心城市规模集聚与城市群一体化发展等学科命题。

(2) 基于中心城市交通联系研究视角,深入揭示交通基础设施与区域城镇体系发展演化的关系机理。传统交通地理学较多地研究单一交通运输方式或者综合交通运输枢纽,对于交通网络也局限在传统交通方式上。本研究试图依据中国中心城市的交通联系网络体系(航空网、公路网、铁路网),对交通联系网络化下的区域空间联系、区域空间结构的演化机理进行深入的理论与实证研究。通过相关研究,可以从交通联系视角深入揭示交通基础设施网络对区域城镇体系的作用机制,考察交通基础设施与区域发展的关系机理,探讨调整和优化交通基础设施网络与区域发展关系的机制与途径,对中国区域发展和交通联系网络建设具有重要的科学支撑价值,也会对区域交通联系规划、区域规划、城镇体系空间规划等提供有价值的理论参考。

2. 实践意义

(1) 对区域交通运输体系规划建设有较强的实践指导意义。中国中心城市交通联系的地理集聚与空间格局研究涉及航空网、铁路网、公路网等交通联系网络,通过对全国中心城市间的各种交通联系网的空间集聚、地域分布、网络结构及区域差异等进行深入分析,探讨区域交通网络化发展模式及其对区域发展的影响,研究内容与成果将会对城市与区域发展、交通运输体系规划建设等有较强的实践指导意义。

(2) 对全国以及区域城镇体系空间规划有重要参考价值。研究涉及中国全部地级以上中心城市,涵盖全国主要大都市区、城市群(圈)、都市区、区域中心城市及重要交通枢纽中心,能够全面认识和反映各交通联系网络化背景下中国区域空间结构的时空演变格局,对全国以及区域城镇体系空间规划有积极的实证参考价值。

(3) 对缩小我国区域发展差距,平衡区域发展有着较强的政策引导及实践应用价值。中国中心城市交通联系与空间格局研究涉及中国主要城市群、三大经济区、北上广深都市区等区域经济一体化发展较快地区,同时也在探讨不同发展水平地区交通基础设施的差异,并涉及不发达或欠发达地区的交通联系路径。研究将会强化对全国区域发展水平与差距的整体认识,探讨如何通过对交通联系网络体系建设与完善,努力摆脱交通路径依赖,实现交通联系网络路径创新。这方面研究对缩小我国区域经济发展差距,平衡区域发展有着较强的政策引导及实践应用价值。

3. 研究框架

具体研究思路与框架如图 1-1 所示。

4. 主要方法

综合运用理想模型推演、量化模型测度、相关性分析、回归分析、GIS 空间分析、网络分析、空间自相关分析等研究方法,采取理论分析与实证研究相结合、理想实验推演与计量模型计算、理论模拟分析与时空图谱展现等技术手段,在全国航空、铁路及公路客运联系交互式巨量的数据资料支撑下,对中国中心城市交通联系地理集聚及时空格局演变进行研究。

研究涉及的主要关键技术包括:区域空间联系理想模型推演、空间经济联系量化测度模型、中心城市对外服务能力的城市流强度模型、基于 O-D 联系网络的 GIS 空间分析等技术手段。

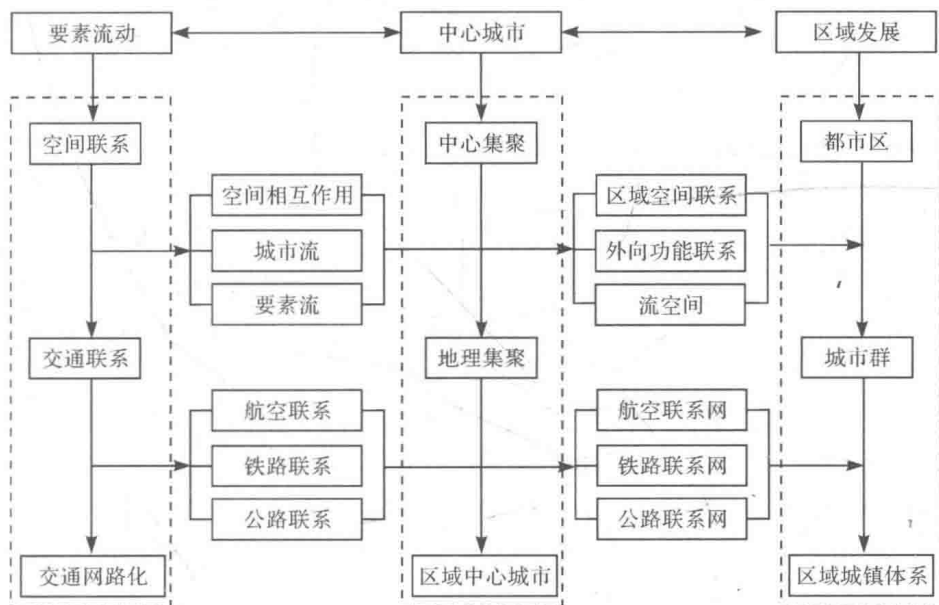


图 1-1 研究思路与框架

1) 区域空间联系的要素流动理想模型理论推演

基于 Christaller 中心地理论,同时也为了与空间相互作用原理对接,将空间联系放在六角形的理想化区域城市系统中,分别对位于区域中心的 G 级城市及四周的 B 级城市进行不失一般性的抽象化处理。将各级城市理解定义为由已有要素、内生要素和外生要素三种类型的要素组成。为方便量化计算空间联系量,将各要素抽象化地赋予可以比较的标准化单位值,城市的规模(或质量)用其所含要素的总和表示,即不同要素的单位数量值之和。由此可以清晰勾勒区域的空间联系网络、要素的规模与组织结构、要素的空间流动等情况。研究采用演绎的方法,在开放系统、封闭系统两种路径条件下分阶段对区域的空间联系网络及演化进程进行推演。进而在区域系统开放条件下,由单纯内生增长路径、单纯外生增长路径、内生与外生耦合增长路径三种情形下,建立其对应的要素流动理想模式,逐次推演不同发展路径下区域内要素的流动与集聚情况。

2) 空间相互作用原理及空间联系量化测度模型

采用由空间相互作用原理产生的重力模型来量化计算空间联系强度。城市的“质量”由反映城市规模的市区总人口数与反映经济规模的国内生产总值的几何平均值来确定,城市间的距离根据不同研究对象可采用运营里程或者空间直线距离,对于距离衰减指数,省级尺度为 2,全国尺度为 1。研究选取的模型方案为

$$R_{ij} = \frac{\sqrt{P_i G_i} \sqrt{P_j G_j}}{D_{ij}^b} \quad (1-1)$$

式中, R_{ij} 为两城市空间联系强度; P_i 、 P_j 为两城市市区总人口数; G_i 、 G_j 为两城市市区的 GDP; D_{ij} 为两城市间的距离; b 为距离衰减指数(苗长虹和王海江, 2006, 2012)。

3) 中心城市对外服务能力的城市流强度模型

城市流强度是指一城市在区域城市体系中向其他城市输出的经济流量, 它表征的是该城市对外服务能力的强弱, 公式为

$$F = NE \quad (1-2)$$

式中, F 为城市流强度; N 为城市功能效益, 即一城市单位外向服务功能量所产生的实际影响; E 为城市外向服务功能量。

借助区位熵的原理, 可以计算出城市各产业部门从业人员的基本部分, 从而准确测算城市的对外服务功能量。若城市某个产业部门从业人员的区位熵大于 1, 则可认为该城市的这一部门存在外向服务功能, 因为该城市的总从业人员中分配给这一部门的比例超过了全国的分配比例, 该部门可以为城市以外区域提供服务。

若 E_{ij} 表示 i 城市 j 部门的外向功能, 当 $E_{ij} > 0$ 时, 即为 i 城市 j 部门从业人员中的基本活动部分, 则有

$$E_{ij} = G_{ij} - G_i \frac{G_j}{G}, \quad i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m \quad (1-3)$$

式中, G_{ij} 为 i 城市 j 部门从业人员数量; G_i 为 i 城市从业人员数量; G_j 为全国 j 部门从业人员数量; G 为全国总从业人员数量。

若 N_{ij} 为 i 城市 j 部门的外向功能效率, 用 i 城市 j 部门从业人员人均 GDP 表示, 则有

$$N_{ij} = \frac{GDP_{ij}}{G_{ij}} \quad (1-4)$$

由此, i 城市全部产业部门的城市流强度 F_i 为

$$F_i = \sum_{j=1}^m N_{ij} E_{ij} \quad (1-5)$$

4) 基于 O-D 联系网络的 GIS 空间分析

O-D 联系网络, 即在一定区域空间地域内, 由某一交通运输方式将其中的两个中心城市连接在一起, 形成一个空间联系 O-D 路径, 两中心城市互为该联系路径的起点(origin)和终点(destination), 区域内各中心城市间由不同交通运输方式下的诸多空间联系路径相互交织、沟通, 形成网络化的 O-D 联系网络(简称 O-D 网络)。

全国各中心城市之间交互式的交通联系信息是近于海量的数据, 中心城市间的空间联系网络极其复杂。研究运用的 GIS 网络分析方法, 构建基于 O-D 联系网

络的 GIS 空间分析平台,能够在大数据空间内清晰刻画全国航空、铁路及公路等交通联系中的任何一条联系路径,实现对区域空间联系网络从整体到局部的完整解构。

5. 主要内容

(1) 区域空间联系及其地理集聚机理研究。基于中心地、空间相互作用理论,通过建立区域空间联系的理想模型,对城市间要素流的空间流动与集聚情况进行理论演绎,模拟推演区域空间联系的演变过程,探索空间联系视角下区域空间结构演变的一般性地学规律。构建基于内生、外生增长及其耦合路径下的区域空间联系模型,分析要素流的空间集散,阐明其内在地理集聚机理。探讨由中心城市外向功能联系主导而形成区域空间结构模式演化过程。

(2) 中国中心城市空间经济联系格局与变化。借助空间相互作用力模型,综合测度全国地级以上中心城市间及各省域空间经济联系,分析全国经济联系空间分布格局,并深入研究空间经济联系与城市群演化发育之间的关系。

(3) 中国中心城市外向功能联系与空间格局。基于城市流的中心城市外向功能联系研究视角,依据全国地级以上中心城市对外服务能力及其变化,分析我国中心城市对外服务能力的空间格局及其分布差异,探讨区域空间的结构与演化过程。

(4) 中国中心城市航空联系及其空间格局。基于全国国内航班运营信息数据,运用基于 O-D 网络的 GIS 空间分析法,通过在大尺度数据空间内刻画每一条运营航线,深入解析全国通航中心城市间航空联系的网络结构,分运距区段绘制中国城市空间相互作用联系与航空联系网络结构图谱,进而分析全国区域间航空联系的网络结构差异,揭示中国航空联系的网络结构、分布特征及地域差异。

(5) 中国中心城市铁路联系及其空间格局。依据全国地级中心城市间完整的交互式铁路客运数据,采用基于 O-D 网络的 GIS 空间分析方法,从全国中心城市铁路联系的空间集聚、任意两中心城市之间的铁路联系、细分车次类型的空间分布规律等多角度解析全国中心城市铁路客运联系的空间格局,精确而清晰地刻画中心城市之间铁路客运联系的空间集聚、网络结构与分布特征。研究揭示了全国铁路客运联系分布格局呈现向东倾斜的“开”字形结构特征。

(6) 中国中心城市公路联系及其空间格局。依托全国地级以上中心城市间的公路长途客运联系数据,运用基于 O-D 网络的 GIS 空间分析方法,对全国尺度内的公路客运联系网络结构及其空间格局进行清晰和翔实的空间解构。

(7) 中国中心城市交通联系空间格局的总体特征。交通联系在区域中心城市、大城市及特大城市的中心集聚特性突出;交通联系在经济发达与人口密集地

区的区域性地理集聚明显;由综合交通枢纽形成区域性乃至全国性中心城市;依托大的交通干线形成全国城镇体系空间结构的骨架;由交通联系引导的区域一体化进程加快;交通联系的空间分布地域性差异显著。