

分类号 C8/308
UDC _____

密级 _____
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

论文题目 区域中心城市辐射能力统计测度研究
——以兰州市为例

研究生姓名: 王彤

指导教师姓名、职称: 郭海明 教授

学科、专业名称: 统计学 应用统计硕士

研究方向: 经济统计应用

提交日期: 2022年5月30日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 王彤 签字日期： 2022.5.30

导师签名： 郭洪斌 签字日期： 2022.5.30

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定， 同意
(选择“同意”/“不同意”)以下事项：

1.学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2.学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊(光盘版)电子杂志社”用于出版和编入CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分內容。

学位论文作者签名： 王彤 签字日期： 2022.5.30

导师签名： 郭洪斌 签字日期： 2022.5.30

Research on the Statistical Measurement of the Radiation Ability of Regional Central Cities : A Case Study in Lanzhou

Candidate : Wang Tong

Supervisor: Guo Haiming

摘要

随着世界经济全球化和区域经济一体化的不断深入,城市间经济协作逐渐成为 21 世纪全球以及区域竞争的主要载体。城市与区域之间相互依存,相互推进。在中国现行社会主义市场经济机制下,中心城市与区域内其他城市相比具有更为重要的作用,主导着区域经济的发展,其辐射带动能力的强弱决定了区域经济发展的速度和质量。

兰州作为西部重要的区域中心城市,也是甘肃省唯一的中心城市,近年来经济增长较快,发展活力明显增强,城市辐射能力也日益提高。习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的重要讲话,指明兰州应加快建设现代化中心城市。为此,本文根据区域经济学相关理论,以兰州市综合辐射能力为主要研究内容,基于“经济发展水平、科技文化水平、城市规模、对外开放、对外联系能力”五个维度,共选取 28 个相关指标构建兰州市辐射能力综合评价指标体系,采用层次分析法计算了兰州市辐射能力综合排名,通过断裂点模型以及场强模型测算兰州城市辐射范围及辐射能力的强弱,选取灰色关联度模型分析影响兰州市辐射能力的各个因素,从而全面认识和把握了兰州市在城市辐射过程中存在的突出问题,并提出促进其辐射能力提升的对策建议,这有助于提高兰州城市发展水平,推进甘肃以至西部地区经济社会的协调发展。通过上述分析研究,得到以下相关结论:

①兰州市综合辐射能力在 2009-2019 年间总体呈现上升趋势,在增长幅度上升方面,经济发展水平增长幅度最快;其次是科技文化水平以及对外开放水平;城市规模和对外联系能力上升幅度较小。

②通过对兰州与重庆、成都、西安、银川、乌鲁木齐、西宁六个城市的对比分析发现:兰州在经济发展水平处于中下游水平;在科技文化水平方面,稳定在中等水平;在城市规模方面,除重庆以外,包含兰州在内的其他六个城市差距不大;在对外开放水平方面,虽未在排在前列,但近年来提升较为明显,在对外联系能力方面,处于中等水平。

③兰州市的辐射范围在不断扩大,而且辐射范围方向性更加明显,综合辐射范围在向西和向东即西宁、银川以及西安方向呈现扩张趋势,在向南即成都和重庆方向呈现收缩趋势。

④兰州市综合辐射能力与各因素均呈现正相关关系，从一级指标来看，对外联系能力和经济发展水平对兰州辐射能力影响最大，其次是科技文化水平，而对外开放对兰州市辐射能力影响最小。具体来看，排名前三的指标分别是地区生产总值、货运总量以及邮电业务总量，三者影响程度非常接近；其次是固定资产投资、科研经费投入、专利授权数，分别排第四、五、六位；进出口总额和旅游人数关联度较低，排第七和第八位。

根据上述研究发现，兰州市存在的突出问题是：总体经济实力不强；科技创新能力不足；交通区位优势有待改善；对外开放程度不高。

据此提出推进兰州市辐射能力的建议为：优化产业结构；打造综合交通枢纽；加快数字智能化基础设施建设；营造科技文化创新氛围；升级人才引进模式；改善投融资环境。

关键词： 区域中心城市；城市辐射能力；层次分析法；断裂点模型；灰色关联度；因素分析

Abstract

As the world economy globalization and deepening of regional economic integration, economic cooperation among cities gradually become the world's leading carriers, as well as regional competition in 21st century. Interdependence between cities and regions, promote each other. Under the existing mechanism of socialist market economy in China, relative to the general city in the region, the center city dominates the economy development of the region. Their radiating strength determines the speed and quality of regional economic development.

As an important central city in the West and the only regional central city in Gansu Province, Lanzhou has witnessed rapid economic growth, significantly enhanced development vitality and increasingly improved urban radiation capacity in recent years. The General Secretary Xi Jinping pointed out that Lanzhou should speed the progress of the construction of a modern city at the Symposium on Ecological Protection and High-Quality Development of the Yellow River Basin. The article takes the comprehensive radiation capacity of Lanzhou as the main research contents according to relative theory of the regional economics. Based on the level of the economy development, science technology and culture level, scale of the city, opening-up, external contact ability, a total of 28 relevant indicators are selected to build a comprehensive evaluation index

system of Lanzhou's radiation capacity. The comprehensive ranking of Lanzhou's radiation capacity is calculated by using analytic hierarchy process. The radiation range and radiation capacity of Lanzhou are calculated by using the fracture point model and field strength model. The grey correlation model is selected to analyze various factors affecting Lanzhou's radiation capacity, So as to comprehensively understand and grasp the prominent problems existing in the process of urban radiation in Lanzhou, and put forward countermeasures and suggestions to promote the improvement of its radiation capacity, which will help to improve the urban development level of Lanzhou and promote the coordinated economic and social development of Gansu and even the western region. Through the above analysis and research, the following relevant conclusions are obtained:

① From 2009 to 2019, the comprehensive radiation capacity of Lanzhou showed an upward trend. In terms of the growth rate, the growth rate of economic development level was the fastest; The second is the level of science, technology and culture and the level of opening to the outside world; The scale of the city and its ability to connect with the outside world increased slightly.

② Compared Lanzhou to Chongqing, Chengdu, Xi'an, Yinchuan, Urumqi and Xining, it is found that the Lanzhou is in the middle and lower reaches of economic development level; In terms of scientific,

technological and cultural level, it is stable at the medium level; In terms of urban scale, there is little gap between the other six cities, including Lanzhou, except Chongqing; In terms of the level of opening to the outside world, although it is not in the forefront, it has improved significantly in recent years and is at a medium level in terms of external relations.

③The radiation range is expanding constantly, with the directionality of the radiation range is more obvious. The comprehensive radiation range shows an expansion trend in the West and East, i.e. Xining, Yinchuan and Xi'an, and a contraction trend in the south, i.e. Chengdu and Chongqing.

④There is a positive correlation between Lanzhou's comprehensive radiation capacity and various factors. From the perspective of primary indicators, the level of external relations and economic development have the greatest impact on Lanzhou's radiation capacity, followed by the level of science, technology and culture, and the opening-up has the least impact on Lanzhou's radiation capacity. Specifically, the top three indicators are regional GDP, total freight volume and total post and telecommunications business volume, and the impact of the three is very close; Followed by investment in fixed assets, investment in scientific research funds and number of patents, ranking fourth, fifth and sixth respectively; The correlation between the total import and export volume and the number of tourists is low, ranking seventh and eighth.

According to the above research findings, the prominent problems

existing in Lanzhou are: the overall economic strength is not strong; Lack of scientific and technological innovation ability; The advantages of traffic location need to be improved; The degree of opening to the outside world is not high.

Accordingly, the suggestions to promote the radiation capacity of Lanzhou are as follows: optimize the industrial structure; Build a comprehensive transportation hub; Accelerate the construction of digital intelligent infrastructure; Create an atmosphere of scientific, technological and cultural innovation; Upgrade the talent introduction mode; Improve the investment and financing environment.

Key words: Regional central city; Urban radiation capacity; Analytic hierarchy process; Fracture point model; Grey correlation degree; factor analysis

目 录

1 引言	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究意义	2
1.4 国内外研究综述	3
1.5 研究思路和研究方法	7
1.5.1 研究思路	7
1.5.2 研究方法	7
1.6 研究框架	7
1.7 创新之处	8
2 区域中心城市辐射的相关理论	9
2.1 区域中心城市辐射的概念	9
2.2 区域中心城市辐射的作用机制	9
2.3 区域中心城市辐射的表现形式	11
2.4 区域中心城市辐射力的影响因素	12
2.5 相关的区域发展理论	13
3 兰州市发展概况	16
3.1 地理位置	16
3.2 行政区划	16
3.3 人口发展情况	16
3.4 经济发展水平	17
3.5 科技教育水平	20
3.6 城市建设和环境情况	20
4 兰州市辐射力测评指标体系及方法	22
4.1 测评指标体系的构建	22
4.1.1 指标体系构建原则	22

4.1.2 评价指标体系.....	23
4.2 评价方法的选取及指标权重的确定.....	26
4.2.1 评价方法选取.....	26
4.2.2 确定指标权重.....	27
5 兰州市辐射能力及范围测度.....	32
5.1. 兰州市辐射能力的测度分析.....	32
5.1.1 数据来源及预处理.....	32
5.1.2 兰州市辐射力的计算.....	32
5.2 兰州市与周边省份中心城市辐射能力对比分析.....	34
5.3 兰州市辐射范围的测度分析.....	37
5.3.1 辐射范围测算方法的选取.....	37
5.3.2 辐射范围的测算.....	38
6 兰州市辐射能力影响因素分析.....	43
6.1 影响因素测评指标体系.....	43
6.2 影响因素测评模型.....	44
6.3 影响因素测评分析.....	45
6.3.1 灰色关联系数计算.....	45
6.3.2 灰色关联度计算.....	45
7 结论.....	48
7.1 辐射能力方面.....	48
7.2 辐射范围方面.....	48
7.3 辐射能力影响因素方面.....	49
8 对策建议.....	50
8.1 优化产业结构.....	50
8.2 打造综合交通枢纽.....	50
8.3 加快数字智能化基础设施建设.....	51
8.4 营造科技文化创新氛围.....	51
8.5 升级人才引进模式.....	52

8.6 改善投融资环境.....	52
参考文献	53
附：研究生在读期间参与完成的科研成果	58
致 谢	59

1 引言

1.1 研究背景

1950年,Fransois Perroux 等人提出“增长极”理论,认为经济增长并非在所有行业及空间均匀分布,而是最先出现在具有创新能力的增长点,然后由于其自身的不断扩大,开始逐渐以各种方式向外进行扩散以及辐射,从而带动区域经济发展,这一理论被许多国家用来解决不同的区域发展和城市规划问题^[14]。随着世界经济全球化和区域一体化的不断深入,城市间经济协作逐渐成为21世纪全球以及区域竞争的主要载体。城市与区域之间相互依存,彼此推动。在我国现实的经济活动中,相对于区域内的一般城市,中心城市其主导着区域经济的发展,具有更为重要的作用。特别是改革开放以来,我国城市经济快速发展,区域中心城市发挥着巨大的作用。随着城镇化进程的不断加快,城市在区域发展中的地位不断提高,中心城市对周边地区的辐射也日渐明显。区域中心城市作为区域经济发展最重要的经济增长点和聚集地,其对周边城市的辐射能力是带动整个区域快速发展的关键。然而,目前我国城市的功能、体系还不完善,相对于工业化来说,城市化发展还较为迟缓。因此,完善区域中心城市的功能及体系,进一步加强区域中心城市在区域经济发展中的协调作用,更好的发挥区域中心城市的辐射带动作用,是推动我国城市化发展、加快经济增长的重要环节。

近年来,兰州经济虽然实现了速度效益的同步增长,但也面临着经济社会转型的重大压力。在新经济时代,兰州经济社会发展既有机遇也有挑战。2020年,兰州地区生产总值2886.740亿元,较上年增长1.740%;固定资产投资比上年增长3.4%;一般公共预算收入增加6%;城镇居民人均可支配收入和农村居民人均可支配收入分别增长5.400%和7.700%;城镇新增就业8.240万人;全年规模以上工业新兴产业、高技术产业、装备制造业增加值分别比上年增长14.900%、22.000%和22.000%;公路通车总里程9700公里,货运周转量比上年增长3.640%^①。兰州经济社会快速发展的同时,在城乡居民收入、城市化进程、基础设施建设等多方面与发达地区相比仍存在较大差距。

^①参见《2020年兰州市国民经济和社会发展统计公报》

2012年12月底，甘肃省人民政府启动了《甘肃省城镇体系规划(2013-2030年)》的组织编制工作，2014年经住房城乡建设部组织的专家技术审查后正式公布，提出：确定以兰州市为甘肃省区域中心城市，天水、酒泉—嘉峪关、平凉—庆阳为区域副中心城市。经过五年多的实施，兰州市作为区域中心城市的功能是否充分发挥？与兰州市空间相邻同一等级的区域中心城市相比，其辐射能力有多强？辐射范围有多大？怎样进一步提升其辐射带动作用以取得发展主动权？这一系列问题的全面研究和准确认识，对推动兰州自身发展水平、更好发挥中心城市辐射能力、为促进整个区域发展具有重要意义。

1.2 研究目的

从我国区域经济发展现状来看，各个地区都在坚定不移地加快中心城市各方面发展，进而带动周边地区，从而实现区域间协调发展。本文基于相关理论，结合兰州市的实际情况，从辐射流和辐射源两个方面出发，多维度构建兰州市辐射能力指标体系，通过实证分析方法，量化测定兰州市辐射力综合水平，准确认识兰州市辐射力发展现状，进一步分析判别其辐射力影响因素，以期为兰州城市建设和发展提供政策参考。

1.3 研究意义

1.3.1 理论价值

首先，中心城市发展战略是区域不平衡发展理论的重要应用，该理论对于促使区域均衡发展具有重要的指导作用。通过理论与实践相结合，应用实证分析方法测定兰州市辐射能力，有助于对中心城市发展战略和区域不平衡发展理论的深刻理解与认识。

其次，区域中心城市辐射力是包含多层次多因素的综合作用结果，兰州市的发展有其具体情况，构建多层次的辐射能力影响体系，量化测定兰州市辐射能力综合水平，有益于丰富区域中心城市辐射能力评价的研究内容。

1.3.2 现实意义

首先,通过对兰州市的实证研究,分析中心城市在辐射带动发展中面临的问题,从而得出进一步增强中心城市辐射效应的优化路径,以期更好地推动兰州市以及甘肃省整体经济发展。

其次,通过对兰州市辐射作用的研究,既可以有效促进区域均衡发展,推进区域经济一体化,同时也能为其他西部区域中心城市提高自身辐射水平提供一定的借鉴。

1.4 国内外研究综述

从经济发展规律来看,区域中心城市辐射能力是区域综合能力的—一个重要体现,相关的研究越来越受到重视和关注。国外学者基本基于辐射能力相关理论进行研究,几乎没有进行实证分析研究;国内学者对中心城市辐射力做了大量的研究,其研究领域主要集中在中心城市的内涵、中心城市指标体系、中心城市辐射力范围测算方法以及辐射力影响因素等四个方面。

1.4.1 区域中心城市内涵的研究

国家中心城市最早在 2005 年由住房和城乡建设部依据《城市规划法》编制《全国城镇体系规划》时提出。经过多年研究,明确了中心城市的基本内涵,即是在全国社会活动中处于重要地位,具有综合功能、起着主导作用的大城市、特大城市^[15]。目前,国外并没有提出国家中心城市的概念界定,但其对世界城市的概念界定与国家中心城市极为相似。英国规划学者 Geddes (1915) 提出世界城市是指全球大多数重要的商务活动都须在这些城市所进行^[1]。随后不断有学者对其进行补充,德国城市地理学家 Walte Christaller (1933) 提出了“中心地理论”,认为城市主要是向周边地区提供货物及服务^[16]。Fransois Perroux (1950) 为解决落后地区的开发问题提出了“增长极理论”,该理论表明某区域利用自身城市特色通过不同的渠道将人才、能源、技术、资金等优势向发达地区集中,再通过扩散效应向周边区域辐射,从而带动整个区域多元化发展^[14]。随后 j.b.boudeville (1957) 将增长极理论引用到区域开发当中,他强调经济空

间的区域特征，认为经济空间是经济变量在地理空间之中或之上的运用。他将增长极由抽象空间转换为地理空间，与区域发展相结合，即：极化空间和极化区域^[3]。Gunnar Myrdal（1957）、Albert Otto Hirschman（1958）通过不同角度进一步丰富和发展了增长极理论，使其成为流行观点^{[4][5]}。武志伟（2002）研究金融发展在中心城市经济增长中的作用时，指出中心城市是区域经济中最大的生产集散中心、金融活动集散中心、商品贸易集散中心、人才集聚中心以及综合服务中心^[16]。王兴平（2002）等认为中心城市是指城市整体实力具有区域影响力，由一定数量的城市所组成的城市群体的中心，总是和区域相联系而发展^[17]。郭宝华（2007）阐述了区域中心城市是在特定区域范围内，综合实力较强，具有强大的聚集效应、扩散效应和辐射能力，能够主导和带动整个区域快速发展的城市^[18]。张占仓（2017）认为国家中心城市就是处于国家城镇发展体系最高层，是综合实力较强、发展活力充足、各项功能齐全、辐射带动能力强的全国性的经济发展中心、科教文化中心以及对外开放中心^[19]。

1.4.2 区域中心城市辐射力指标体系研究

中心城市辐射力是一个综合的社会系统，需要利用一套科学系统的指标体系具体反映。因此，用何种指标来测算中心城市辐射力的大小及范围一直是学术界所研究的重点。

韩建清（1995）等通过非农业人口、人均国民收入、百元产值实现利税、交通状况指数、自然资源组合度、人均居住面积、行政强度系数、固定资产总值、人均服务业人数等 12 个指标测算了山西省城市经济的影响区范围^[20]。冯德显等（2006）选择经济综合能力、产业结构、科技发展水平、基础设施状况、开放水平、人力资源情况等方面作为评价郑州辐射水平的指标。阙菲菲（2013）结合北部湾的发展状况，选定了地区 GDP、人均 GDP、行政区面积、全社会固定资产投资、年末总人口、年末就业总人数、农村居民人均纯收入、公路总里程、社会消费品零售总额、劳动生产率等多个代表性指标^[21]。栾强（2016）通过观察中心城市对周围城市的影响，选定了经济实力、经济结构、科技创新等作为评价中心城市辐射力的指标^[22]。卢小丽（2018）从经济综合水平和产业结构状况两个维度出发，选取了固定资产投资、财政收入、人均财政收入以及二三产业增加值等 12 个指

标^[23]。

综上, 尽管不同学者研究时选定的指标互不相同, 也各有侧重, 但通过分类梳理不难发现, 应将经济发展、技术水平、对外开放、基础设施、交通运输等纳入中心城市辐射能力评价指标体系。

1.4.3 区域中心城市辐射力及范围评价研究

在中心城市辐射力及范围评价方面, 国外学者提出了较多理论模型, 较少进行实证研究, 而这些理论模型也逐渐成为我国学者对城市辐射能力进行分析所采用的方法。从已有的文献来看, 大多学者主要采用主成分分析法、层次分析法、因子分析法、断裂点理论模型、引力模型、威尔逊模型等分析中心城市的辐射能力及范围。

W.J.Reily (1929) 通过调查美国 150 个城市, 结合万有引力理论, 提出了“零售引力规律”, 确定了根据城市规模建立的商品零售区范围^[6]。P.D.Converse (1949) 在 W.J.Reily 的基础上提出了断裂点模型^[15]。顾朝林 (1992) 通过 R 型因子分析法, 对我国 432 个城市进行综合评价分析^[24]。李博 (2009) 等采用层次分析法对桂林的辐射力进行了综合评价。并且通过断裂点模型对其辐射范围进行分析^[25]。范巧 (2013) 利用引力模型分析了重庆两路寸滩保税港区和西永综合保税区对中国 31 个大陆省份和市内 38 个区县的辐射能力^[26]。高建飞 (2017) 采用层次分析法对邯郸辐射力进行评价, 对邯郸在晋冀鲁豫接壤地区影响范围进行了量化测定^[27]。龙海明 (2017) 等选用金融竞争力和金融辐射水平作为主要变量, 利用主成分分析法和断裂点模型对金融辐射能力进行评价^[28]。陈雨亭 (2017) 等通过改进后的威尔逊模型对不同环境下的机场, 进行辐射范围研究^[29]。魏作磊 (2019) 采用层次分析法构建中心城市辐射力评价指标, 分析了 2011—2017 年广州和深圳辐射力能力, 结果表明广州和深圳辐射能力与北京、上海还存在一定差距^[30]。范增 (2020) 基于城市辐射理论, 通过熵值法建立综合评价指标体系, 将西安与其他 8 个国家级中心城市辐射带动作用进行比较分析, 认为西安的产业结构不完善, 科技创新能力不足^[31]。

1.4.4 区域中心城市辐射力影响因素研究

学者们研究中提到的影响因素大同小异, 另一方面, 学者们根据区域发展实

际，指出不同因素对城市辐射能力的影响程度并不相同。

阙菲菲(2013)采用因子分析法对广西北部湾地区城市的综合实力进行排名，结果表明经济走势是其主要影响因素^[32]。何龙斌(2014)对上海、北京、广州的经济辐射进行比较分析，发现影响这三座城市辐射力的主要因素是核心城市的地理条件、经济基础、行政因素及产业结构^[33]。刘兰(2015)对经济发展水平、科技发展水平、对外开放程度三个影响因素进行分析，结果显示武汉市的经济水平、产业结构、科技以及对外开放水平均有待提高^[34]。栾强(2016)利用灰色关联度方法，从货运总量、客运总量、金融服务、消费水平、政策支持等方面构建指标体系，得到金融业是影响辐射力最重要的因素^[35]。郭倩倩(2017)等采用灰色关联度模型对影响因素进行分析，认为科技教水平是制约宁波辐射水平的主要因素^[36]。王金营(2018)等以京津冀 154 个县域单位作为研究对象，发现县域经济发展水平低是京津冀地区发展落后的重要影响因素^[37]。陈子真(2019)等采用广义最小二乘法对影响大湾区内城市间经济辐射力的因素进行分析，发现交通基础设施是影响其辐射能力的最重要因素^[38]。

综上所述，经济水平、科技发展水平及交通设施水平为影响城市辐射能力最为重要的因素。

1.4.5 文献述评

对于区域中心城市的概念，相关研究的文献较少，目前学术界对其内涵并无统一的定义。对于区域中心城市辐射能力实证分析方面，国外学者几乎没有研究，而国内学者研究主要集中在“评价指标体系的建立、中心城市辐射能力及范围、中心城市辐射能力影响因素”三个方面。以上研究都得了一定的成果，但也存在一些不足。从指标体系的构建来看，大多学者构建指标较少，不够全面细化。从研究对象来看，现有区域中心城市辐射力研究的主要目标均为中东部相对比较发达的地区，而对西部地区关注度不高。从研究方法来看，在进行中心城市辐射力研究时，大多侧重时间或空间进行单独的对比分析，鲜有学者对中心城市辐射能力和范围同时采用时间和空间两个维度进行综合分析。

对此，本文以兰州市为研究对象，从五个维度构建指标体系，对兰州市辐射能力及范围进行时间和空间上的对比分析，分析兰州市辐射能力影响因素，以期对兰州市提升辐射能力、加快城市建设提供建议措施。

1.5 研究思路和研究方法

1.5.1 研究思路

首先，研究以区域中心城市辐射的相关理论为基础，通过构建科学系统的评价指标体系，对兰州市的辐射带动强度及范围进行测度。其次，针对兰州城市的辐射能力现状，进一步量化分析其影响因素及存在的突出问题。最后，综合前述分析并结合新时代经济社会发展的现实要求，提出强化兰州城市辐射能力的基本对策，以期促进兰州市辐射力的高效发挥。

1.5.2 研究方法

一是文献分析法。利用中国知网等文献数据库对相关文献资料进行查阅，结合相关专业理论知识从理论层面为具体的分析研究奠定基础。

二是统计描述分析。借助统计图表和概括性指标的计算，就相关问题紧扣实际展开定量描述。

三是计量模型分析。通过科学遴选评价指标，采用层次分析法对兰州城市辐射能力进行测度，进一步采用断裂点模型和场强公式对兰州市辐射范围进行测算，最终利用灰色关联度模型对其辐射力影响因素进行科学判别。

1.6 研究内容

研究主要包括以下四方面内容：

首先，梳理区域经济协调发展的相关理论，界定区域中心城市辐射能力的概念。综合运用城市经济学、城市地理学以及区域发展等相关理论，对中心城市辐射能力的概念、作用机制、表现形式、影响因素等进行梳理和界定。

其次，构建兰州市辐射力综合评价指标体系。基于区域中心城市辐射相关理论，结合兰州市的城市发展实践，根据指标体系构建原则，从“经济发展水平、科技文化水平、城市规模、对外开放水平、对外联系能力能力”等维度出发，构建测定区域中心城市辐射能力的指标体系。

再次，对兰州市辐射力进行实证分析。主要包括三方面内容：一是在收集大量统计数据的基础上，结合理论知识及利用层次分析法、断裂点模型、场强公式，

对兰州城市辐射能力效度和范围进行测度与综合评价；二是对兰州市与周边区域中心城市辐射能力进行比较分析；三是进一步采用灰色关联度模型量化分析影响兰州市辐射能力及其范围的主要因素。

最后，根据前述测评结果，探究兰州城市辐射能力存在的突出问题，结合兰州经济社会发展目标和发挥中心城市功能，提出推动兰州城市发展的政策建议。

1.7 创新之处

首先，从构建指标体系来看，现有研究选取的指标较少，不够细化，本文从五个维度出发，从多个层面构建指标，可以更加直观具体的反映兰州市辐射能力制约因子。

其次，从研究对象来看，现有区域中心城市辐射力研究的主要目标均为相对比较发达的地区，而对欠发达地区关注度不高，通过对兰州城市辐射能力进行研究，扩充了区域中心城市辐射能力研究的内容。

最后，从研究方法来看，在进行中心城市辐射力研究时，大多侧重时间或空间进行单独的对比分析，鲜有学者对中心城市辐射能力和范围同时采用时间和空间两个维度进行综合分析。通过时空结合方式对兰州城市辐射力和范围进行统计测度分析，扩展了区域中心城市辐射能力研究的视角。

2 区域中心城市辐射的相关理论

2.1 区域中心城市辐射的概念

“辐射”原本是一个物理学的概念，指的是能量以波或者是次原子粒子移动的形态传送^[39]。在这个过程中，能量高的物体和能量低的物体进行相互传播。在区域发展领域，厉以宁（2000）表示：基于物理学的辐射理论和区域发展过程中的辐射过程有着极大的相似，在区域发展中的辐射是指发展水平较高的地区与发展水平较低的地区通过交通、信息传播和人员流动等媒介进行人才、资本、信息、技术等方面的传递以及思维方式、思想观念之间的传播^[40]。其特点可以概括为以下六方面：第一，城市辐射的前提是资源的流动以及区域的对外开放；第二，一个城市自身发展能力要高于周边地区，综合实力较强的地区在辐射中起主导作用；第三，辐射强度与城市的规模以及各项功能相关。城市规模越大、等级越高、各项功能越突出，则城市的辐射功能就越强；第四，两个地区之间综合实力相差越大，辐射水平就会越高；第五自然资源和劳动力的辐射通常表现为单向辐射，即主要由周边落后地区向中心城市流动；第六，辐射的结果是为了达到区域间的平衡，而非扩大地区间的差距^[40]。

目前，在经济研究中，学术界对于辐射并没有给出统一的定义，结合上述含义、特点以及国内外研究成果，本文将辐射理解为以综合发展水平相对较高的地区（即中心城市）作为辐射源，通过交通、互联网等作为媒介，把人才、技术、产业等资源从中心城市输送到发展较差的城市，通过这种流动和传播使得区域均衡发展。

2.2 区域中心城市辐射的作用机制

一般而言，中心城市的作用机制可以分为两种，即市场作用机制和政府作用机制。市场作用机制主要包括聚集作用机制、扩散作用机制以及分工合作机制，政府作用机制则主要是指政府的政策协调机制。

2.2.1 市场作用机制

第一，聚集作用机制。聚集作用机制源自于聚集经济。聚集经济是指各类社会经济活动在某一特定区域集中而产生的经济现象，是过程是城市不断发展和壮

大的具体表现，是城市存在和发展的重要原因和动力。在市场经济的条件下，由于中心城市具有较好的资源以及区位优势，这会促使周边城市的各种资源向其流动并不断聚集，使得中心城市经济规模不断扩大，综合实力日益增强，这种集聚作用不但会帮助周边城市提高资源的利用率，而且可从一定程度上减少城市经济在基础设施上的投入。由于中心城市在集聚作用下，集中了整个区域的主导产业以及新型产业，通过各种优化升级使得集聚作用不断增强，辐射带动作用的强度及辐射范围也逐渐扩大。然而，聚集经济并不是一定会产生预期效益，也不是说所聚集的经济规模越大产生的经济效益会越多。当规模过大会导致产业过度聚集在某个特定的区域，从而破坏原本合理的经济结构和比例，从而引起一系列的城市问题。但是，毫无疑问聚集经济对城市发展的带动作用非常明显，不仅会让规模经济发展和产业结构升级，而且会促进产业之间的关联性，在相邻区域形成以中心城市为核心的经济区域。

第二，扩散作用机制。扩散作用机制是一个非常重要的经济社会现象，源自于发展的外部性，主要是由于聚集不经济而产生的。随着中心城市综合实力不断增强，各种资源就会通过一定的媒介（交通、通讯）等向周边城市扩散，进而缩小中心城市和周边城市之间的地区差异。这是因为在中心城市最先开始发展的初期，各种资源不断向中心城市聚集，但是随着中心城市的不断发展和壮大，资源的过度聚集使得中心城市开始逐步失去原本的优势，而同时周边城市拥有了新的优势，各项资源由中心城市向周边扩散的过程中逐渐形成新的次中心城市，最终实现区域一体化。

第三，分工合作机制。分工合作作用机制主要是由于企业为了寻找可以实现利益最大化，将生产基地或总部从中心城市向中小城市迁移。在市场经济条件下，一个区域会通过地区间的部门分工按照优势部门进行一定专业化的生产。随着经济社会的发展，一个城市的生产大循环已经不仅仅只是在自身开展，只有城市之间的相互协作，才能将整个区域纳入更加广阔的经济空间。由于产业分工使得不同的城市侧重不同的产业发展并开始迅速崛起，与单一的城市相比，城市群既可以广泛的进行专业化的分工合作，同时也可以充分发挥规模效益。因此，中心城市的快速发展的同时，部分劳动密集、耗能高、不具备发展优势的产业不得不向周边地区转移，而中心城市具有了商务、信息、金融等更多新型产业，这种分工

合作促进了产业要素的流动，同时也使城市之间的联系更加紧密，使得整个区域成为了具有多功能的综合区域。

2.2.2 政府作用机制

政府作用机制主要体现为政策协调机制。政策协调机制是指政府利用政策工具来协调区域中心城市和其他周边城市之间的关系。区域之间的差异过大会引起区域之间的非良性竞争，从而会误导区域经济主体的行为。因而调节区域之间的差距，实现区域协调发展，成为了经济社会发展首要目标之一。区域中心城市是整个区域发展的核心，政府会通过制定一系列有助于中心城市发展的政策及战略措施，以便更好的发挥其在区域发展中的调节引导作用；在整个区域发展中，为了减少中心城市与其他城市之间的差距以及城市之间不正当的竞争等问题，政府往往也会通过制定干预政策进行宏观调控，从而实现区域内部的协调发展，而且，政府也会通过提供基本公共服务以及交通通讯等基础设施，促使区域间的公平竞争。通过建立地方发展的法律法规，消除政策实施过程中的随意性以及主观性，引导区域内城市发展。

2.3 区域中心城市辐射的表现形式

通常，区域中心城市辐射主要体现在中心城市与周边城市的合作与竞争中，包括经济发展、科技文化以及基础设施等领域，最终表现为城市提供的产品、服务以及市场等对周边地区的影响，主要通过技术扩散、资本流动、人才输出以及产业扩散，使得各城市之间相互促进发展，区域经济关系越来越紧密。

技术扩散。技术是社会的直接生产力，它决定着生产要素的质量和生产的方式。技术扩散是由中心城市通过消费生产等方式为周边地区使用、吸收的过程。主要通过示范和教学、技术的转让以及人员的流动等方式来实现。这是由于中心城市与周边城市相比，科技创新能力更强、资金充足、技术先进、生产条件更为优越，各项基础设施更加完善，因此技术发挥的作用及其吸引力就会更大。技术扩散可以加速区域科技进步，从而实现整个区域的经济的发展。

资本流动。资本流动是资本由货币形式转变为商品形式，再由商品形式向货币形式转变的过程。资本要素在地区间的流动势必会引起地区经济发展的变化。较之周边城市，中心城市资金会比较充足、政策支持力度更大，从而拥有比周边

城市更优越的吸引外资的条件。中心城市获得其他地区的投资，吸收一定的资本流入。同时，周边地区由于发展较差，会有一些资金流向有先进技术、优越的市场条件以及能够引进优质人才的地区。资本的流动不仅可以因为中心城市自身实力而具有更加长远的发展，而且可以推动周边城市的发展。

人才输出。人才输出是在人才密集、人才积压以及不能够发挥自身作用的地区，有组织有目的的将人才支援到其它地区。就目前情况而言，中心城市的人才辐射能力还没有显现出来，而普遍存在的情况则是大量人才由落后地区向发达地区流入，这主要是因为中心城市具有更多的工作机会、更好的工作条件和待遇，可以掌握更为先进的技术、获得更好的效益。而随着中心城市规模的不断扩大，出现的各种“城市病”导致出现人才外流；同时，政府为了实现区域社会协调发展而在落后地区实施的各项人才引进政策、落户政策也会使得人才由中心城市向外输出。

产业扩散。产业扩散是指产业从发展成熟、发展水平较高的城市扩散到发展水平较低的城市。通常，这种扩散是从中心城市中一些已经处于劣势或者没有发展潜力，但是对于周边城市可能具有发展优势的产业先开始，而对于新的技术新型产业则先从中心城市开始发展，等产业发展、技术掌握相对成熟的时候，再向周边城市进行扩散。产业扩散使得各种经济资源得到了重新组合，实现了产业结构的调整以及区域资源的有效利用。

2.4 区域中心城市辐射力的影响因素

综合国内外学者关于中心城市辐射能力的理论研究以及实证分析结果，可将影响中心城市辐射带动能力的因素分成以下几方面：

一是经济实力、科技文化水平。经济实力反映了一个城市经济发展的规模、结构以及人民生活质量，决定着城市的发展水平和在整个区域中的影响力。中心城市作为区域中的核心城市，其经济综合实力必然也处于领先地位，可以说，经济实力越强，其辐射带动能力就越强；科技创新是指中心城市投入一定的科技资源（如资金、技术）后所取得相应的科技创新成果。现代社会，科技创新是社会发展的第一动力。只有具备持续高效的创新能力才可以使中心城市的辐射带动作用发挥到最大。

二是产业结构。理论上，中心城市辐射力主要是通过产业之间的转移发挥作用。中心城市只有不断的进行产业优化升级，才会促进产品和技术向周边城市进行扩散，从而带动周边城市进行产业优化升级，以平衡区域间各城市发展。中心城市如果与周边城市的产业联系程度较弱，那么周边城市接受中心城市产业转移的能力也会受到一定的影响，从而降低中心城市的辐射能力，中心城市产业越多，向周边城市转移产业的种类越多，其辐射带动能力越强

三是交通通讯体系。只有构建了完整的对外交通体系，才有利于空间扩散。对外交通是城市形成、存在和发展的重要条件之一，是中心城市有效发挥自身功能和对周边城市进行辐射的必要途径。中心城市进行辐射的结果主要是将中心城市的人员、产业、信息、技术等转移到周边城市，从而促使区域快速发展。在整个传递过程中，完善的交通和通畅的通讯缺一不可。高效便捷的交通体系才能保证人员和产业的流通顺利完成；通畅无阻的通讯设备才能保障信息和技术的传递。只有构建完善的对外交通体系和通讯设施，才可以提高各要素在区域间的流动，加快区域发展，提高城市辐射能力。

四是城市体系。城市体系是在社会生产过程中逐渐形成的，在一个相对完整的区域内，将规模等级以及发展水平均存在差异的不同城市相互联系、彼此推动而形成的城市群体。在中心城市辐射过程中，首先会辐射到周边等级较低、规模较小的地区，然而将这些地区作为媒介，进一步扩大中心城市辐射范围。中心城市只有具备完整的城市体系，才能更好的发挥辐射带动作用。

2.5 相关的区域发展理论

梳理相关文献资料，在城市辐射力的理论研究与实证分析中，涉及到的相关理论基础主要包括以下几方面：

一是增长极理论。增长极理论是 1950 年由法国经济学家佩鲁在《经济空间理论的应用》中提出来的，这一理论被认为是西方区域经济学中经济区域观念的基石。他指出：经济增长不会按照同样的速度、在相同的地区均衡增长，它会首先在少数区位条件较为优越的点上发展，进行资本、技术、劳动力等要素的聚集，从而形成一个增长极^[14]。周边地区的资金、能量、信息、人才等都向发达地区（即中心城市）进行聚集，随后再将创新成果和经济动力扩散到周边城市。另一位法

国经济学家 Boudeville 将区域经济学中的区位理论运用到增长极理论的研究中,认为增长极可以从三个方面来看:即产业发展、空间角度以及物质形态^[9]。很快这一理论就被国内学者所接受,并且丰富和发展了这一理论,比如“让一部分人先富,先富带动后富”就蕴含着增长极理论。中心城市作为增长极,可以根据自身的综合实力和优势优先发展,从而带动周边地区共同发展。

二是区域发展不平衡理论。不平衡发展理论遵循了经济非均衡发展的规律,其主要思想是首先应集中资本于直接生产性活动的部门,获得较大收益后扩大产品产出、增加资本投入,当直接生产性部门发展到一定规模,再利用这部分获得的收益去其它部门进行投资,然而不平衡发展理论存在着许多不足之处^[42]。因此, Hoffmann 等西方经济学家提出区域发展不平衡理论,这一理论主张通过资源的有效利用,让不发达地区迅速发展起来,实行区域差别对待,应该选择少数的部门或者产业进行投资,使其快速发展,就此带动其他部门或者产业的发展^[42]。

三是中心—外围理论。Milton Friedmann 最先基于区域发展的不平衡提出了中心—外围理论,认为世界应划分为两部分:一是生产多样化的工业中心,二是为“工业中心生产原材料”的外围^[43]。在经济发展的初期,中心区域经济发展水平较高、规模较大,处于引领地位,此时外围区域由于综合实力较弱,规模较小,被中心区域所引导。当中心区域发展的越来越好,其对外围区域的扩散带动作用就会越来越大,中心和外围区域的界限就会越来越弱。从区域发展角度来看,也可以理解为,将区域中心城市看作是中心区域,不管是其产业发展,还是基础设施都较为成熟完善,而被看作是外围的周边城市,其各方面发展都相对落后。而中心城市城市辐射力的研究最终就是要分析外围区域接受中心区域辐射的程度、中心区域的辐射范围以及如何采取有效的措施去带动外围地区发展^[59]。

四是空间相互作用理论。空间相互作用是由美国 E.L.Ullman 提出来的,他强调地表上的任何一个城市都不可能单独存在,为了确保生产、生活的正常进行,区域间总会进行商品、人口和劳动力、资金、技术、信息等的相互运输过程,从而维持自身的发展,这种区域间资源相互流动被称为是空间相互作用。对地区相互关系的建立和联系都有极大的作用^[43]。一方面,空间相互作用可以加强区域之间的联系,获得更多的发展机会,使得周边城市向中心城市学习更多的发展经验,促进周边城市的发展。也正是这种相互作用,才将在一定空间内关联较弱、缺乏

联系的不同城市结合成一个整体。另一方面，空间相互作用也会引起区域之间对各种资源的竞争，并有可能对部分区域具有破坏性。其内容主要为（1）空间相互作用的强度会随着距离的增加而减少；（2）空间相互作用的大小由规模和距离决定，与规模成正比，与距离成反比；（3）反映了空间的聚集能力。

3 兰州市发展概况

3.1 地理位置

兰州市位于中国西北部，是甘肃省的省会，地处中国陆域版图的几何中心，是西部地区有国际影响力的现代化中心城市，面向“一带一路”、辐射中亚西亚南亚的现代化、国际化大都会，也是甘肃省唯一的区域中心城市。市中心位于北纬 36°03′、东经 103°40′，北与武威市、白银市接壤，东与定西市接壤、南与临夏回族自治州接壤，地处青藏高原向黄土高原过渡地带，城区海拔约为 1520 米，在西北地区处于“座中六联”的独特位置，区域优势明显。

3.2 行政区划

兰州市现辖城关、七里河、西固、安宁、红古 5 个区，永登、榆中、皋南 3 个县以及兰州新区、兰州高新技术产业开发区和兰州经济技术开发区 3 个国家级开发区,27 个乡、34 个镇、52 个街道办事处。总面积 1.31 万平方公里，建成区面积 366.8 平方公里，在西部省会城市中排第六。

3.3 人口发展情况

截止 2019 年底，兰州市常住人口为 379.090 万人，与 2009 年的 332.180 万人相比，增加了 46.910 万人；常住人口中，城镇人口 307.328 万人，占 81.070%；乡村人口为 71.762 万人，占 18.930%，与 2009 年相比，城镇人口增加了 96.858 万人，乡村人口减少了 49.038 万人，城镇人口比重上升 19.710%，城镇化率在西部 12 个省会城市排名从第六上升到第二，表明兰州市目前城镇化建设取得了较为显著的成效。

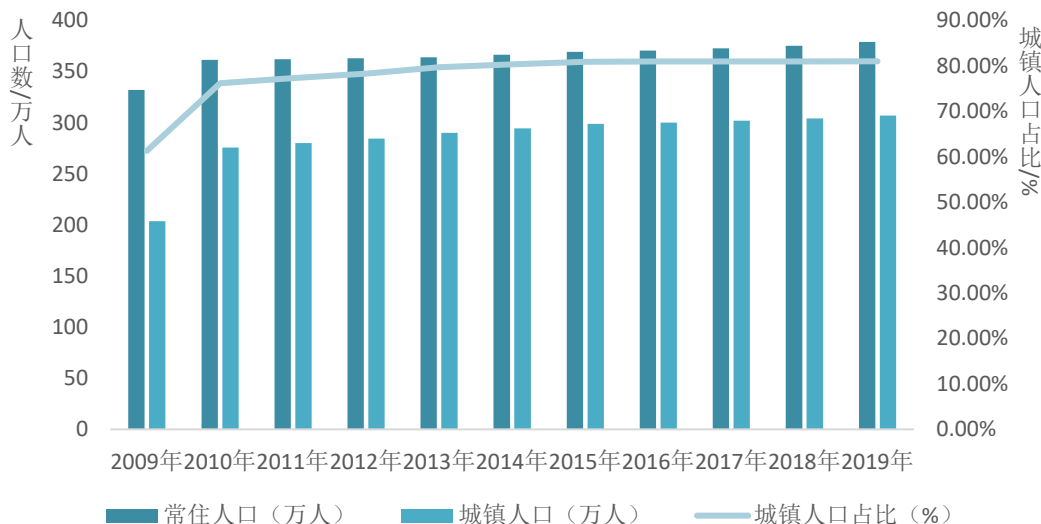


图 3.1 2009-2019 年兰州市人口发展趋势图

3.4 经济发展水平

(1) 地区生产总值

通过图 3.3 和图 3.4 可看出，在 2009-2019 年，兰州市地区生产总值各个年份均保持较高增长速度，兰州市经济实力明显增强，在西部 12 个省会城市中排第七。地区生产总值总量从 2009 年的 925.98 亿元上升到 2019 年的 2837.36 亿元，增加了 1.64 倍。2019 年兰州市人均地区生产总值达到 74864.385 元，为 2009 年的 2.685 倍。

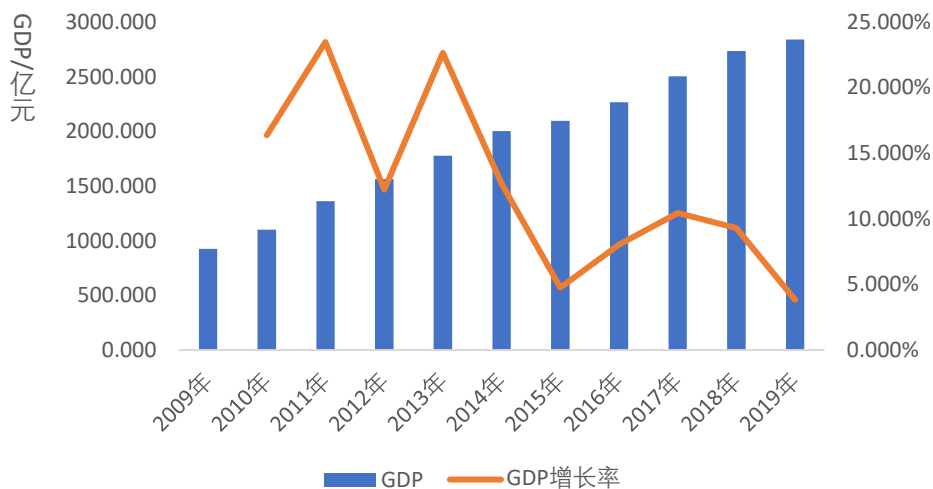


图 3.2 2009-2019 年兰州市 GDP 及 GDP 增长率趋势图

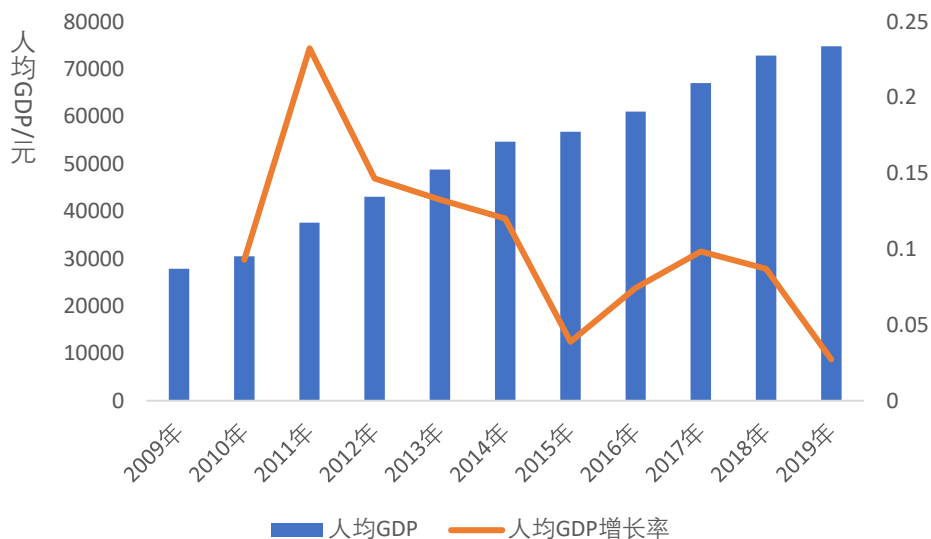


图 3.3 2009-2019 年兰州市人均 GDP 及其增长率趋势图

(2) 产业结构

在经济快速增长的同时，兰州市的产业结构也发生了巨大变化。2009 年兰州市三次产业结构比为 3.310: 46.830: 49.870；而到 2019 年，这一比例已经变化为 1.820: 33.320: 64.860。从一、二、三次产业占比来说，第一产业比重平均每年下降 0.135%，第二产业比重平均每年下降了 1.228%，而第三产业比重平均每年提高了 1.363%。由此可以看出，兰州市更加重视第二产业以及第三产业的发展，且第三产业相对较高。

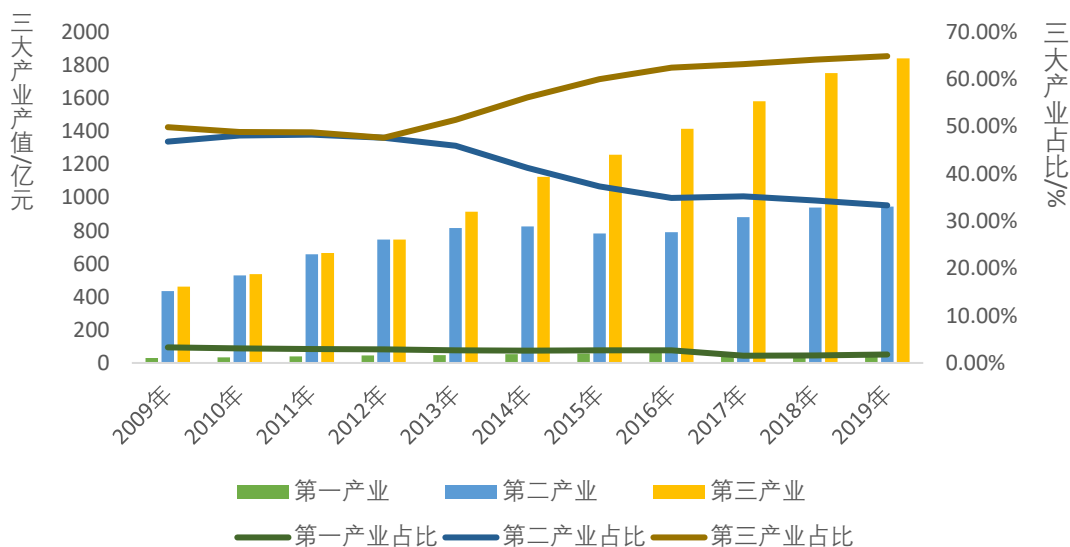


图 3.4 2009-2019 年兰州市产业结构变化图

(3) 居民收入与消费水平

2019 年，兰州市居民人均可支配收入按常住地分，城镇居民人均可支配收入 43200.000 元，远低于全国平均水平，比 2009 年增长 30439.3 元；农村居民人均可支配收入 13604.500 元，比 2009 年增加 9603.5 元。城乡居民人均收入比值为 3.177，比 2009 年缩小 0.012。

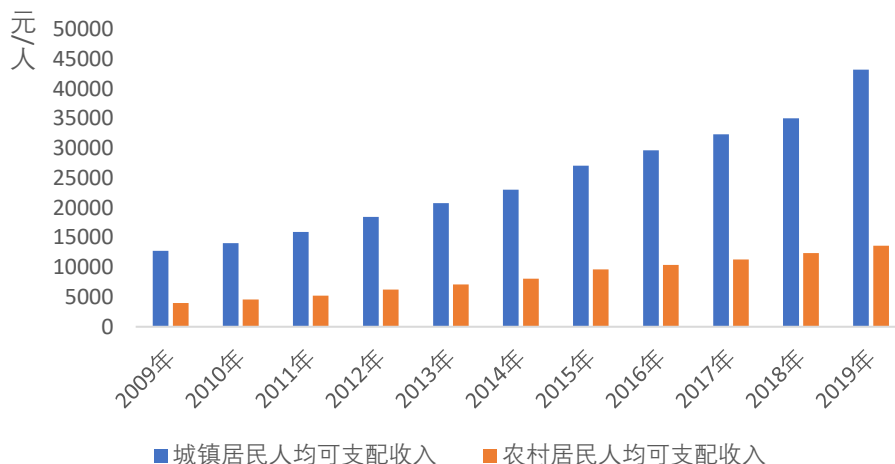


图 3.5 兰州市人均可支配收入变化图

由图 3.6 看出，2019 年城镇居民人均消费支出 27034.800 元，比 2009 年增加了 17381.400 元；农村居民人均消费支出 11245.000 元，与 2009 年相比增加了 7927.67 元。城乡居民人均消费支出比值为 2.404，比 2009 年缩小 0.985。

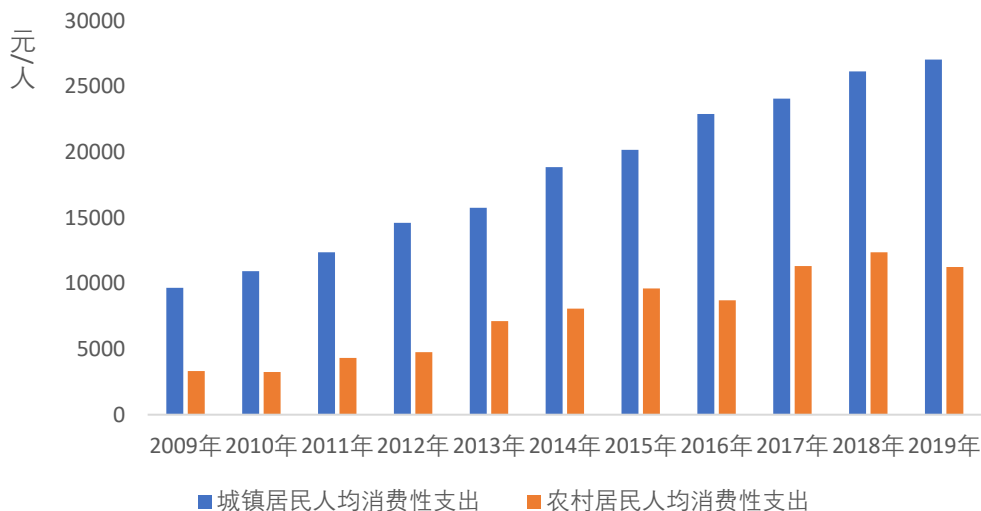


图 3.6 兰州市人均消费性支出变化图

3.5 科技教育水平

兰州市是重要的科研教育基地，拥有以中国科学院兰州分院为代表的各类科研机构 1200 多家，独立科学研究和技术服务业事业单位 66 家；拥有国家级企业技术中心 8 个，人才密度和综合科技实力在全国中大城市中处于中上游水平。2019 年底，兰州市通过了国家科技部创新型试点城市的验收，这也标志着兰州市正式进入国家创新型城市行列。

从教育方面来看，2019 年全市高等学校 23 个，比 2009 年增加了 4 个，在校学生数为 486557 人，毕业生数为 73427 人，与 2009 年相比分别增加了增加了 268382 人和 23234 人；中等职业学校 12 个，比 2009 年减少了 7 个，在校学生数和毕业生数与 2009 年相比均呈下降趋势；学龄儿童入学率为 100%，九年义务教育巩固率为 100.31%。

表 3.1 兰州市科技教育水平表

年份	2009 年	2019 年	增加值
普通高等学校数/个	19	23	4
普通高等学校在校学生数/人	218175	486557	268382
普通高等学校毕业生数/人	50193	73427	23234
中等职业学校数/个	19	12	-7
中等职业学校在校学生数/人	14356	4778	-9578
中等职业学校毕业生数/人	4324	1272	-3052

3.6 城市建设和环境情况

交通运输方面。兰州市位于大西北的“十字路口”，是全国九大物流区域、10 大物流通道以及 21 个全国性物流节点城市之一，有西北地区最为密集的铁路网；陇海、兰新、兰青、兰渝、包兰等铁路干线以及京藏、青兰、兰海高速等国家级高速公路交汇于此；兰州中川机场是西北地区的重要航空港；2019 年交通运输货运量 14114.620 万吨，与 2009 年相比，增加了 6756.350 万吨，年均增长率为 6%；其中铁路为 834.090 万吨，与 2009 年相比年均下降了 3.519%，公路为 13280.540 万吨，与 2019 年相比年均增长 7.994%；民用航空货运量为 7.200 万吨，在 2009-2019 年间年均增加 21.347 万吨。2019 年各种运输完成客运量为

7980.410 万人，与 2009 年相比年均增速为 8.993%，其中民用航空为 1530.300 万人，在全国城市机场客流量中排 29 名，在西部地区 12 个省会城市中排第六。

表 3.2 兰州市基础设施发展表

	2009 年	2019 年	年均增长率/%
完成货运量/万吨	7358.370	14121.810	6.736
其中：铁路	1202.330	834.090	-3.591
公路	6155.000	13280.540	7.994
民用航空	1.040	7.200	21.347
完成客运量/万人	3373.040	7980.410	8.993
其中：铁路	874.190	2837.250	12.494
公路	2346.240	3612.860	4.411
民用航空	152.610	1530.300	25.927

医疗卫生方面。截止 2019 末，全市共有医疗卫生机构 2275 个，全年总诊疗人次 2447.505 万人次，出院人数 92.025 万人；全年 315.803 万人参加基本医疗保险，医疗救助资助保险人数 35.301 万次，社会医疗保障体系不断完善。

城市环境方面。2019 年，兰州市城区污水处理率达 96%，与 2009 年相比提高了 43.300%；生活无害垃圾处理率为 100%；建成区园林绿地总面积累计达到 7868.460 公顷，平均每人的公园绿地面积为 13.060 米，比 2009 年增加了 4.040 米；全市空气质量达标天数为 296 天。

4 兰州市辐射力测评指标体系及方法

4.1 测评指标体系的构建

4.1.1 指标体系构建原则

测评综合辐射能力必须要有一套全面准确的量化指标。指标体系的构建是研究兰州市辐射能力的基础，关系到评价结果可信度。因此，构建科学合理的城市辐射力评价指标体系，应当遵循科学性、系统性、可得性、可比性、代表性原则。

(1) 科学性原则

所谓“科学性”原则，是指数据来源要可靠、指标的定义要清楚、层次要清晰、数量要适当，在确定指标体系时要结合兰州市实际情况以及辐射能力的表现形式，选取的指标要准确且不重复，同时计算方法必须科学规范，这样才能保证评价结果的准确性及客观性。

(2) 系统性原则

兰州市作为区域中心城市，本身就是一个社会系统。其指标体系要能够充分反映出经济、科技、交通运输等子系统的状态，同时各层次指标间要有严密的逻辑关系，才能够从多方面去测算兰州市辐射能力，也才能够更加合理客观的进行多个城市之间的辐射能力比较。

(3) 可得性原则

构建辐射力指标体系的目标就是为了将复杂的社会系统转变成可以进行比较的数据。这些具体数据能否获得，是进行辐射能力测算的首要前提。如果相关指标数据无法获得，那么构建的指标体系将失去意义。对此指标的数据应该是容易获取的，而且要确保数据质量。

(4) 可比性原则

选取的指标应该具有普遍可比性，只有可以进行比较的指标才能提供准确的信息资料，才能够进行科学的比较分析。可比性体现在空间和时间两个方面，指标体系必须能够满足不同城市辐射能力横向比较和同一城市不同年度纵向比较。

(5) 代表性原则

目前，表示城市综合辐射能力水平的指标很多，基于研究的可行性和必要性，只能选取部分指标进行考察分析。被选取的指标应该具备一定的代表性，这样才能够使用尽可能少的指标来反映研究内容，并使得结果真实有效。

4.1.2 评价指标体系

在遵循科学性、系统性、可得性、可比性以及代表性基本原则的同时，还应该从辐射源和辐射流两个方面出发构建兰州市辐射能力评价指标体系。这是由于区域中心城市的辐射能力主要通过辐射源和辐射流两个方面来体现，区域中心城市作为辐射源，其自身的综合实力对于其辐射能力的强弱起到了决定性作用；辐射流即指区域中心城市对周边城市的影响能力。

参考现有文献以及相关理论基础，依照指标设定思路和构建原则，遴选出适合反映辐射水平的指标，才能建立起符合兰州市辐射能力的评价指标体系。因此，本研究中的将经济发展水平、科技文化水平和城市规模这三个维度作为辐射源；对外开放水平和对外联系能力程度程度作为辐射流。具体指标如表 4.1。

(1) 经济发展水平

经济发展水平是一个地区经济发展现状以及未来发展潜力的标志，是影响中心城市辐射能力的基础和动力，直接决定着城市的整体发展。因此，从经济总量、产业结构、人均水平三个角度建立经济发展水平指标。在经济总量中，选取 GDP 和 GDP 增长率衡量中心城市经济实力和趋势，选取固定资产投资反映中心城市经济竞争力，选取社会消费品零售总额反映一段时期内人民物质生活水平的提高情况，选取财政收入体现政府的财力状况；在产业结构中，由于产业辐射主要体现在产业的高级化程度上，而第二产业和第三产业在经济要素上有较强的经济拉动效应，所以选取第二、三产业增加值占 GDP 比重衡量产业高级化程度；在人均经济发展水平中，选取人均 GDP 和人均 GDP 增长率反映一个地区人均创造的财富；选取城镇居民人均可支配收入和城镇居民人均消费性支出用以衡量城镇居民收入水平和消费水平。

(2) 科技文化水平

随着数字化时代的到来，科技文化发展已经成为时代发展的潮流，是城市发展的重要引擎。对此，选取科研经费投入、科学研究及技术服务从业人员数、专

利授权数、高等学校在校学生数和高等学校及科研院所数来衡量科技文化水平。科研经费投入反映地方政府对研究和实验发展项目的重视程度；科学研究及技术从业服务人员数从侧面反映科技活动的数量，该人数越多表明科技活动越多、城市对科技发展越重视；专利授权数反映了城市对专利发明的投入程度以及对知识产权的重视程度；高等学校在校学生数反映了城市高等教育普及程度，高等学校及科研院所数反映了城市对于高等教育普及的重视程度。

（3）城市规模

城市规模是城市发展程度的重要指标，是决定城市聚集效益、对外辐射能力的重要因素之一。因此，选取年末总人口数、城镇人口占总人口比重、城镇从业人员、建成区面积、人均绿地面积五个指标衡量城市规模。年末总人口数及城镇从业人员反映了城市吸引力强度，城镇人口占总人口比重反映了城镇化水平，建成区面积反映了该城市的城市化区域大小，人均绿地面积反映了城市居民的生活环境。

（4）对外开放水平

对外开放水平是指一个国家或者地区经济对外开放的程度，体现在对外交易的各个方面，通常从商品市场先开始，即进出口贸易；其次是国际旅游，是衡量一个城市对外发展的重要指标。故选取进出口贸易总额、实际利用外资总额、旅游人数以及旅游收入额反映对外开放水平。进出口贸易总额用来衡量城市对外商品贸易规模大小，实际利用外资总额反映城市外资利用水平，旅游人数和旅游收入额则反映了城市旅游业总体规模和发达程度。

（5）对外联系能力程度

对外联系能力程度是城市间紧密联系、建立更大范围的技术、知识、信息等关键要素共享的集中表现，是城市现代化发展的重要途径。可从客运总量、货运总量、互联网用户数以及邮电业务总量设置对外联系能力指标。客运总量和货运总量用来衡量一个城市的对外交通可达水平，互联网用户数和邮电业务总量用来衡量城市的信息化程度。

表 4.1 兰州市辐射能力评价指标体系

目标层	准则层	指标层	字母表示
城市 综合 辐射 能力 (A)	经济发展 (Y ₁)	GDP	Y ₁₁
		GDP 增长率	Y ₁₂
		固定资产投资总额	Y ₁₃
		社会消费品零售总额	Y ₁₄
		第二、三产业增加值占 GDP 比重	Y ₁₅
		地方财政收入	Y ₁₆
		人均 GDP	Y ₁₇
		人均 GDP 增长率	Y ₁₈
		城镇居民人均消费性支出	Y ₁₉
		城镇居民人均可支配收入	Y ₁₁₀
	科技文化 (Y ₂)	科研经费投入	Y ₂₁
		科学研究及技术服务从业人员	Y ₂₂
		专利授权数	Y ₂₃
		高等学校在校学生数	Y ₂₄
		高等学校及科研院所数量	Y ₂₅
	城市规模 (Y ₃)	年末总人口数	Y ₃₁
		城镇人口占总人口比重	Y ₃₂
		城镇从业人员	Y ₃₃
		建成区面积	Y ₃₄
		人均公共绿地面积	Y ₃₅
	对外开放 (Y ₄)	进出口贸易总额	Y ₄₁
		实际利用外资	Y ₄₂
		旅游人数	Y ₄₃
		旅游收入额	Y ₄₄
对外联系能 力 (Y ₅)	客运总量	Y ₅₁	
	货运总量	Y ₅₂	
	互联网用户数	Y ₅₃	
	邮电业务总量	Y ₅₄	

4.2 评价方法的选取及指标权重的确定

4.2.1 评价方法选取

目前,社会和自然科学发展领域的研究中,已有多种系统评价方法得到了广泛的应用。比如主成分分析法、熵值法、综合指数法、层次分析法等。这些方法在指标赋权和最后合成时,各有其优缺点。

在各种综合评价方法中,主成分分析法是利用降维的思想,在损失较少信息的前提下将原来的指标重新组合成一组新的互相无关的几个综合指标来代替原来的指标,在一定程度上可以减少指标选择和计算的工作量,然而这种方法也存在一定的局限性:主成分解释其含义时一般存在模糊性,不像原始变量的含义清楚^[44];熵值法是一种客观赋值法,根据各项指标的变异程度,根据信息熵来确定指标的权重,避免了人为带来的误差,但由于其忽略了指标本身的重要程度,有时确定的权重会和预期的结果相差较大,同时不能减少评价指标的维数^[44];综合指数法是对每项指标的折算指数进行加权平均得到综合评价值的方法,而在指标的选择上最好要使用同向指标,若指标不同向,要进行同向化处理^[45];层次分析法是通过两两比较的方式确定各个因素的重要程度,是一种定性和定量相结合的决策分析法,具有较广泛的实用性,然而由于层次分析法是主观赋值法,所以不可避免受到主观意愿的影响产生偏差^[45]。

评价方法的选择对最终评价结果有着显著影响,在选择评价方法时要充分考虑适用性、科学性和代表性,一方面要能够相对简单的对所研究的进行分析并得出所要的结论,另一方面也要能够将所考察的各项指标之间的关联充分体现。鉴于在兰州市辐射能力评价指标体系中,许多指标之间相互关联且在评价时所起到的作用也不一样,因此,选择层次分析法对所构建的指标体系中各项指标确定权重。

4.2.2 指标权重确定

层次分析法是由美国著名运筹学者 TL.satty 在 20 世纪 70 年代提出的一种解决多目标复杂问题的定性和定量相结合的决策分析方法。该方法将定量和定性结合起来，用决策者的经验去衡量目标能否实现的指标之间的相对重要程度，并合理的给每个决策方案给予权重，是一种新的、实用的决策方法^[45]。因此，选取层次分析法确定指标权重，以便尽可能全面准确的对兰州市辐射能力做出评价。具体操作步骤如下：

(1) 建立层次结构模型

层次分析法的第一步是建立层次结构模型，将城市辐射能力涉及到的因素分为三个层级，即：目标层、准则层和指标层（见图 4.1）。目标层是城市综合辐射能力，准则层是经济发展水平、科技文化水平、城市规模、对外开放水平以及对外联系能力程度。指标层则是目标层的细化，包括 GDP、GDP 增长率、固定资产投资、社会消费品总额、第二第三产业占 GDP 比重、地方财政收入、人均 GDP、人均 GDP 增长率、城镇居民人均消费性支出、城镇居民人均可支配收入、科研经费投入、科学研究及技术服务从业人员、专利授权数、高等学校在校学生数、高等学校及科研院所数量、年末总人口数、城镇人口占总人口比重、城镇从业人员、建成区面积、人均公共绿地面积、进出口贸易、实际利用外资、旅游人数、旅游收入额、客运总量、货运总量、互联网用户数、邮电业务总量等 28 个指标。

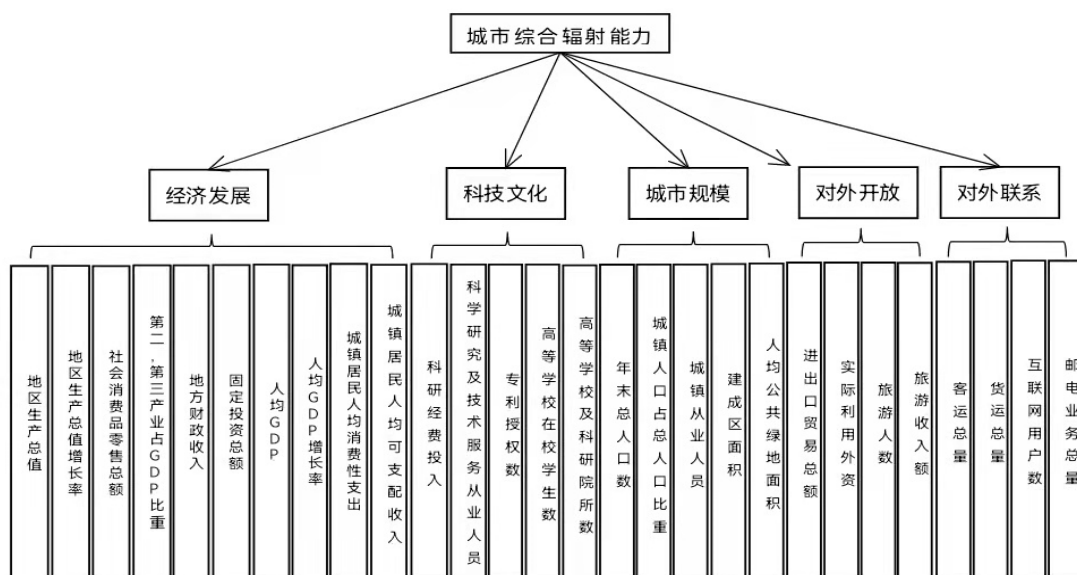


图 4.1 层次结构模型

(2) 建立判断矩阵

本文采用了专家评定法，邀请了 15 位相关领域专家对各个因子的重要程度进行打分，本次专家选取对象为城市建设管理人员及从事区域经济研究的专业人员；采用 Santy 的 1-9 标度方法^[47]，对各个指标的重要性程度进行评分。

表 4.2 判断矩阵元素的标度方法表

标度	含义
1	表示两个元素相比，具有相同重要性
3	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素稍微重要
5	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素极端重要
2、4、6、8	上述两相邻判断的中值

从经济发展、科技文化、城市规模、对外开放、对外联系能力五个方面进行分析，对总目标而言，各个指标的重要性程度是存在差别的，所以需要确定其相对权重。根据各专家对各指标打分的平均值，构造判断矩阵，一级指标的判断矩阵如表 4.3 所示，二级指标的判断矩阵如表 4.4—4.8 所示。

表 4.3 一级指标判断矩阵

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
Y_1	1.000	7.000	8.000	2.000	5.000
Y_2	0.143	1.000	5.000	1.000	3.000
Y_3	0.125	0.200	1.000	0.250	0.200
Y_4	0.500	1.000	4.000	1.000	1.000
Y_5	0.200	0.333	5.000	1.000	1.000

表 4.4 经济发展水平各指标的判断矩阵

	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}	Y_{17}	Y_{18}	Y_{19}	Y_{110}
Y_{11}	1.000	3.000	3.000	5.000	5.000	3.000	2.000	2.000	2.000	1.000
Y_{12}	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	2.000	2.000	1.000	0.333
Y_{13}	0.333	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	0.300	0.300	1.000	0.250
Y_{14}	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.300	0.500	3.000	1.000
Y_{15}	0.200	1.000	2.000	1.000	1.000	0.500	1.000	0.300	1.000	0.333
Y_{16}	0.333	2.000	1.000	2.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	0.333
Y_{17}	0.500	0.500	3.000	3.000	1.000	3.000	1.000	2.000	0.500	0.333
Y_{18}	0.500	1.000	1.000	0.333	1.000	0.500	2.000	1.000	1.000	0.200
Y_{19}	0.500	0.500	3.000	1.000	3.000	0.500	0.500	1.000	1.000	0.200
Y_{110}	1.000	3.000	4.000	1.000	3.000	3.000	3.000	5.000	5.000	1.000

表 4.5 科技文化水平各指标的判断矩阵

	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}
Y_{21}	1.000	3.000	2.000	3.000	2.000
Y_{22}	0.333	1.000	0.333	0.333	3.000
Y_{23}	0.500	3.000	1.000	0.400	3.000
Y_{24}	0.333	3.000	3.000	1.000	1.000
Y_{25}	0.500	0.333	0.333	1.000	1.000

表 4.6 城市规模各指标判断矩阵

	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	Y_{34}	Y_{35}
Y_{31}	1.000	0.500	0.333	3.000	2.000
Y_{32}	2.000	1.000	0.500	5.000	3.000
Y_{33}	3.000	2.000	1.000	3.000	3.000
Y_{34}	0.333	0.200	0.333	1.000	1.000
Y_{35}	0.500	0.333	0.333	1.000	1.000

表 4.7 对外开放各指标判断矩阵

	Y_{41}	Y_{42}	Y_{43}	Y_{44}
Y_{41}	1.000	3.000	5.000	3.000
Y_{42}	0.333	1.000	0.333	0.200
Y_{42}	0.200	3.000	1.000	0.333
Y_{44}	0.333	5.000	3.000	1.000

表 4.8 对外联系能力各指标判断矩阵

	Y_{51}	Y_{52}	Y_{53}	Y_{54}
Y_{51}	1.000	3.000	0.500	0.333
Y_{52}	0.333	1.000	0.500	0.333
Y_{53}	2.000	2.000	1.000	1.000
Y_{54}	3.000	3.000	1.000	1.000

(3) 一致性检验

为了检验判断矩阵的构建是否合理，需要进行判断矩阵的一致性检验。当 $CR < 0.1$ 时，就表示该判断矩阵通过了一致性检验，否则表示未通过一致性检验，这时就应该对判断矩阵重新进行评分，从而构造新的判断矩阵，直到其通过一致性检验。根据表 4.9 看出，各判断矩阵的 CR 均小于 0.1，通过了一致性检验。

表 4.9 各判断矩阵中的参数检验结果

判断矩阵	λ_{max}	CR
综合辐射力	5.439	0.098
经济发展水平	10.207	0.09
科技文化水平	5.235	0.052
城市规模	5.173	0.038
对外开放	4.263	0.098
对外联系能力	4.175	0.066

(4) 确定权重

因此，得到指标的权重如表 4.10 所示。

表 4.10 兰州市辐射能力指标权重表

目标层	准则层	指标层	字母表示
城市 综合 辐射 能力 (A)	经济发展 (Y ₁) (0.431)	GDP (0.125)	Y ₁₁
		GDP 增长率 (0.022)	Y ₁₂
		固定资产投资总额 (0.065)	Y ₁₃
		社会消费品零售总额 (0.042)	Y ₁₄
		第二、三产业占 GDP 比重 (0.028)	Y ₁₅
		地方财政收入 (0.049)	Y ₁₆
		人均 GDP (0.017)	Y ₁₇
		人均 GDP 增长率 (0.009)	Y ₁₈
		城镇居民人均消费性支出 (0.037)	Y ₁₉
		城镇居民人均可支配收入 (0.037)	Y ₁₁₀
	科技文化 (Y ₂) (0.185)	科研经费投入 (0.039)	Y ₂₁
		科学研究及技术服务从业人员 (0.019)	Y ₂₂
		专利授权数 (0.081)	Y ₂₃
		高等学校在校学生数 (0.023)	Y ₂₄
		高等学校及科研院所数量 (0.023)	Y ₂₅
	城市规模 (Y ₃) (0.090)	年末总人口数 (0.015)	Y ₃₁
		城镇人口占总人口比重 (0.012)	Y ₃₂
		城镇从业人员 (0.029)	Y ₃₃
		建成区面积 (0.028)	Y ₃₄
		人均公共绿地面积 (0.006)	Y ₃₅
	对外开放 (Y ₄) (0.095)	进出口贸易总额 (0.008)	Y ₄₁
		实际利用外资 (0.025)	Y ₄₂
		旅游人数 (0.044)	Y ₄₃
		旅游收入额 (0.018)	Y ₄₄
	对外联系能力 (Y ₅) (0.199)	客运总量 (0.027)	Y ₅₁
货运总量 (0.080)		Y ₅₂	
互联网用户数 (0.023)		Y ₅₃	
邮电业务总量 (0.070)		Y ₅₄	

5 兰州市辐射能力及范围测度

5.1.兰州市辐射能力的测度分析

由于兰州市既是甘肃省的区域中心城市，又是西北地区具有重要影响的大城市，所以，为了更好地认识兰州城市辐射能力，有必要在测算兰州城市辐射能力的基础上，将其与周边中心城市辐射能力进行时空对比分析。考虑到同为西部地区、邻近兰州的区域城市会具有更好的对比性，故而选择西宁、重庆、西安、成都、银川、乌鲁木齐做对比分析。

5.1.1 数据来源及预处理

测算中的指标数据来自于兰州、西宁、重庆、西安、成都、银川、乌鲁木齐七个城市的《统计年鉴》《国民经济与社会发展统计公报》和《中国城市统计年鉴》。在对兰州市进行辐射能力测度时，出于连续观察的需要，选取的数据区间为2009-2019年间；而在对兰州市与邻近城市进行对比分析时，由于数据的可得性，选取了三个特殊时间点，有关城市的数据时间为2009年、2014年以及2019年。另外，在辐射范围测算时，所有城市数据时间均为2009-2019年。

由于原始数据各个指标的数量级以及量纲不同，对其进行直接比较分析缺乏意义。因此，需要对原始数据按照下列公式进行标准化处理：

$$\mu_{ij} = d_{ij} / m_j \quad (5.1)$$

式中， d_{ij} 表示第*i*年关于第*j*项具体指标的原始数据， m_j 是第*j*项具体指标10年数据最大者， μ_{ij} 是各项指标的标准数据。

5.1.2 兰州市辐射能力的计算

参考刘兰等^[48]，某城市某年的辐射能力即为各指标对总目标的组合权重值与该指标权重的乘积，假设其综合辐射力为A，各个指标为 Y_i ($i = 1, 2, 3 \dots \dots 28$)，其组合权重值为 W_{pi} ($i = 1, 2, 3 \dots \dots 32$)，计算公式如下：

$$A = W_{p1} * Y_1 + W_{p2} * Y_2 + \dots W_{p32} * Y_{32} \quad (5.2)$$

其中，各指标权重值见表 4.10。

根据公式 (5.2)，可测算得到兰州市各年城市辐射能力如表 5.1 所示。为了更好地观察兰州城市辐射能力的动态变化及其趋势，可绘制图 5.1。

表 5.1 兰州市 2009-2019 年辐射能力得分表

时间	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	综合辐射力
2009	0.120	0.062	0.048	0.038	0.120	0.097
2010	0.163	0.073	0.093	0.047	0.116	0.124
2011	0.209	0.082	0.118	0.057	0.137	0.154
2012	0.224	0.087	0.096	0.058	0.144	0.159
2013	0.251	0.093	0.141	0.059	0.148	0.179
2014	0.278	0.101	0.163	0.082	0.139	0.196
2015	0.294	0.116	0.126	0.097	0.142	0.202
2016	0.323	0.126	0.138	0.115	0.151	0.222
2017	0.334	0.139	0.144	0.128	0.182	0.238
2018	0.358	0.159	0.146	0.174	0.156	0.253
2019	0.364	0.184	0.107	0.202	0.159	0.259

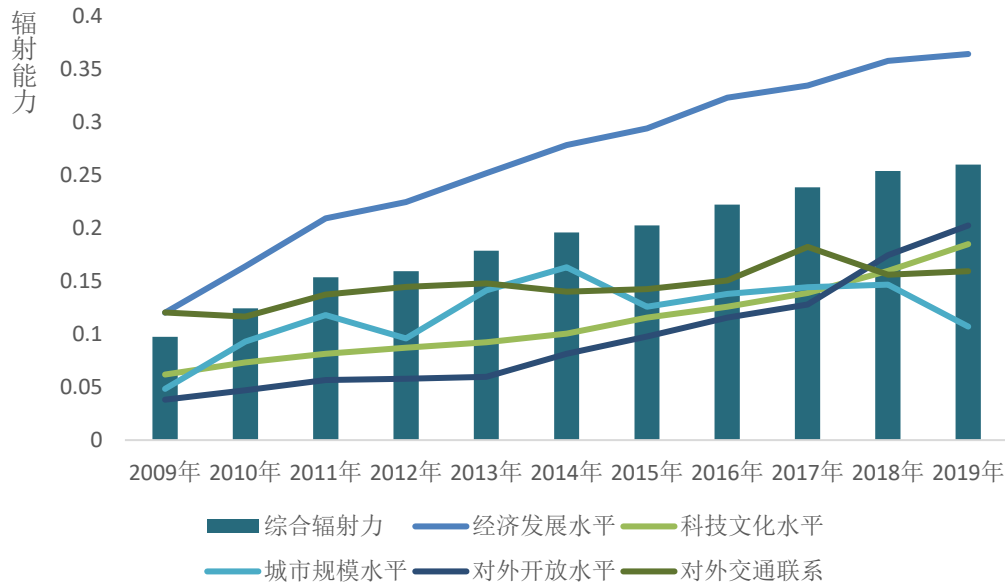


图 5.1 2009-2019 年兰州市综合辐射力趋势图

由表 5.1 和图 5.1 可以看出，2009-2019 年兰州市综合辐射力得分总体上呈现上升趋势，从 2009 年 0.097 上升到 2019 年的 0.259，增加幅度较为明显。

具体来看，2009-2019 年间影响兰州市综合辐射能力的各个维度都出现了不

同幅度的变化，其中，兰州市经济发展水平增长幅度较快，科技文化水平以及对外开放水平均存在小范围波动，但总体呈现上升趋势，然而城市规模、对外联系能力在 2014 年以及 2017 年均存在略微回落现象，表明影响兰州综合辐射能力因子在增长方面稳定性还需进一步增强。

5.2 兰州市与周边省份中心城市辐射能力对比分析

为了对兰州市辐射能力做出切实准确的评价，基于行政级别一致性原则、临近性原则、可比性原则，并更高一级的区域性中心城市，结合数据的可得性，选取西安、西宁、乌鲁木齐、成都、重庆、银川等六个城市，利用层次分析法，选取 2009 年、2014 年、2019 年三年数据进行横向对比分析。

根据前述方法，测算所得结果分别如表 5.2、5.3、5.4 所示。为了更直观地进行对比观察，可绘制各城市不同年份城市辐射能力直方图，如图 5.2 所示。

表 5.2 2009 年兰州市与周边区域中心城市辐射能力比较表

	Y_1	排名	Y_2	排名	Y_3	排名	Y_4	排名	Y_5	排名	A	排名
西安	0.234	3	0.128	3	0.095	2	0.108	3	0.033	3	0.155	3
西宁	0.105	7	0.014	7	0.049	6	0.035	6	0.020	7	0.062	7
乌鲁木齐	0.122	6	0.020	5	0.063	4	0.041	4	0.022	5	0.073	5
成都	0.343	2	0.135	2	0.078	3	0.161	2	0.056	2	0.210	2
重庆	0.350	1	0.163	1	0.142	1	0.194	1	0.071	1	0.236	1
银川	0.131	4	0.017	6	0.040	7	0.037	5	0.026	4	0.073	6
兰州	0.130	5	0.060	4	0.058	5	0.033	7	0.021	6	0.080	4

表 5.3 2014 年兰州市与周边区域中心城市辐射能力比较表

	Y_1	排名	Y_2	排名	Y_3	排名	Y_4	排名	Y_5	排名	A	排名
西安	0.239	3	0.134	3	0.059	2	0.097	3	0.043	3	0.157	3
西宁	0.115	7	0.016	7	0.045	6	0.038	7	0.018	7	0.067	7
乌鲁木齐	0.156	5	0.026	5	0.059	4	0.041	5	0.042	4	0.091	4
成都	0.333	2	0.183	1	0.059	3	0.123	2	0.044	2	0.204	2
重庆	0.438	1	0.144	2	0.144	1	0.197	1	0.073	1	0.269	1
银川	0.144	6	0.017	6	0.041	7	0.040	6	0.026	6	0.079	6
兰州	0.161	4	0.044	4	0.049	5	0.043	4	0.027	5	0.091	5

表 5.4 2019 年兰州市与周边区域中心城市辐射能力比较表

	Y_1	排名	Y_2	排名	Y_3	排名	Y_4	排名	Y_5	排名	A	排名
西安	0.251	3	0.150	3	0.055	2	0.061	3	0.088	3	0.169	3
西宁	0.110	7	0.014	7	0.045	6	0.041	5	0.066	7	0.074	7
乌鲁木齐	0.150	5	0.025	6	0.053	4	0.036	6	0.069	6	0.094	6
成都	0.336	2	0.165	2	0.062	3	0.119	2	0.120	2	0.216	2
重庆	0.381	1	0.169	1	0.144	1	0.162	1	0.184	1	0.268	1
银川	0.126	6	0.042	5	0.041	7	0.019	7	0.070	5	0.104	4
兰州	0.153	4	0.054	4	0.047	5	0.044	4	0.072	4	0.094	5

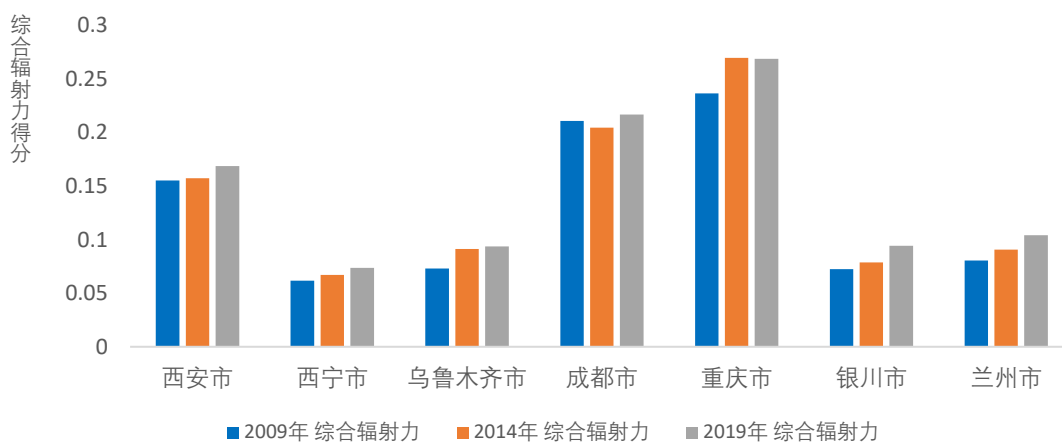


图 5.2 兰州市与周边区域中心城市综合辐射力比较直方图

从经济发展水平来看，各城市间经济发展辐射力存在明显差距，兰州经济发

展水平有小幅波动，在甘肃省处于经济绝对领先地位，但与西部其他城市相比，仍处于中下游水平，2019年兰州市地区生产总值为2837.36亿元，排名90名左右，而同样位于西部地区的西安市在2019年地区生产总值为9321.19亿元，是兰州市的3.28倍；成都市2019年地区生产总值为17012.65亿元，约为兰州市的6倍；重庆市2019年地区生产总值为23605.77亿元，约为兰州的8倍。兰州市作为甘肃省省会、西部地区重要的中心城市经济总量作为省会城市经济总体优势并不突出，与重庆、成都、西安相比经济基础较差，这主要是由于兰州市所处地理位置限制以及产业结构的不合理化。兰州位于我国西北地区，属于偏远地区，市场规模有限，引进资金上存在较大的困难，中大企业较少来兰州进行投资，限制了自身经济发展；产业层面，兰州第三产占比很高，但第二产业基础相当薄弱，经济结构并不合理，从一定程度上制约了兰州更加高效的提升辐射能力。

从科技文化水平来看，成都、重庆以及西安的得分远高于兰州和银川、乌鲁木齐、西宁。兰州在2009年、2014年以及2019年均排第四位，稳定在中等水平，但与成都、重庆、西安相比差距较大。就兰州科技文化力量来看，在全国大中城市中，兰州的人才密度和科技综合能力处于比较靠前的位置，具有较大的发展优势，尤其是拥有重离子加速器国家重点实验室、兰州大学、中科院兰州分院等全国知名的科研机构，然而这种优势与兰州整体发展融合的不够，与西安、成都和重庆相比财政经费较少，研发能力较低、人才流失严重。

从城市规模来看，除重庆之外，其他六个城市差距不大，重庆排名第一，西安和成都次之，排第二和第三。兰州在城市规模方面得分略低于乌鲁木齐，排第五位。这主要是由于受兰州特殊的地形限制，兰州是我国西北干旱地区典型的河谷盆地型城市，河谷地形在一定范围内提供的城市建设用地是非常有限的。

从对外开放水平来看，重庆作为“一带一路”以及长江经济带的重要联结点得分最高，成都次之，且这两城市与其余几个城市差距明显。兰州的对外开放水平从2009年的得分最低，到2014年以及2019年的排名第四，相比而言，提升较为明显。这主要是因为，“一带一路”倡议的提出，为兰州对外开放水平的提升提供了机遇以及平台，使其成为了西北地区重要的电子商务中心、现代物流中心以及现代服务业中心。但是从总体上看，西北地区的发展过度依靠资源开发的发展模式，使得对外贸易结构过于单一，而且由于历史丰富文化悠久，旅游资源

丰富，不少景点国际知名度极高，但开发程度不够，开放水平不高，因此吸引外资投资较弱，使得西北五个城市的对外开放水平远低于重庆和成都。兰州是一座典型的内陆城市，相比沿海城市，在城市吸引力和要素流动方面具有较多劣势，距离的长短与运输成本的高低对物流影响较大，内陆型城市对外开放最大的阻碍则是离海洋太远，运输成本极高，从一定程度上影响了兰州对周边地区的辐射。

从对外联系能力来看，重庆、成都、西安仍然位于前三，与重庆、成都相比，兰州差距较为明显。兰州虽已成为铁路、公路、航空兼备的综合性交通枢纽，陇海、兰新、包兰以及兰青等多条铁路汇聚地，交通运输综合能力不断提高，但以兰州为中心的综合交通运输体系不够完善，综合客货运输枢纽建设以及机场等集疏运体系建设相对滞后；公路等级低，交通基础设施与发达地区依旧存在明显差距，具有明显层次的综合交通枢纽体系还未建成。

综合辐射能力从整体上反映了城市的经济发展水平、科技文化水平、城市规模情况、对外开放水平以及对外联系能力能力。由图 5.2 可知，上述七个区域中心城市中，兰州的综合辐射力在 2009 年、2014 年、2019 年排名分别为 4、5、5，次于重庆、成都、西安，处在中下游水平。兰州与重庆、成都、相比，城市竞争力较弱，产业转型较慢，主要以传统产业为主，新型产业较少，对人才的吸附能力较弱，创新体系不完善导致顶尖人才和高端研发团队缺乏，对带动其他城市发展能力有限。

5.3 区域中心城市辐射范围的测度分析

区域中心城市辐射能力的强弱与其辐射范围紧密相关。如前所述，对于某个特定的区域中心城市来说，将其与行政级别一致、临近性、具有可比性的区域中心城市进行对比，可以更加准确的反映该地区辐射能力的强弱。为此，采用断裂点模型和场强模型对兰州辐射范围进行界定，并进行时间上的动态对比分析。

5.3.1 辐射范围测算方法的选取

对经济辐射范围的研究主要起源于国外，国外学者在研究中提出了一些理论模型。这些模型也逐渐成为了国内学者用来分析城市辐射范围的工具，主要有：断裂点模型、场强模型、威尔逊模型、Voronoi 图等。本文选取断裂点模型和场

强公式,主要是由于断裂点模型实际上就是研究城市的空间影响范围和经济区的划分,该模型认为将相邻两个城市之间的吸引力达到平衡的点成为断裂点,强调一个城市对周边地区的吸引力,与它的规模成正比,与城市间的距离成反比^[49];场强模型是根据物理学中有关概念演变而来,是引力概念的延伸,主要描述一定区域内某一点受周边城市辐射力的强弱,通过比较相关指标的大小判定;威尔逊模型主要是研究区域内各个节点的相互作用强度,然而它仅考虑距离因素,忽略了城市相互作用强度的特征^[29];Voronoi图是通过距离变换来计算区域之间的距离,但其并行算法和分布式计算方法极为复杂,所需的计算时间较长^[50]。

断裂点模型源自于断裂点理论,断裂点理论认为中心城市作为该区域的核心,可以对其相邻的地区产生较大的影响,这种影响被认为是辐射能力,其辐射范围由城市的规模以及相邻两城市之间的距离决定,相邻两城市的吸引力达到平衡点被称为断裂点^[49]。断裂点模型的公式为:

$$D_{AX} = D_{AB} / (1 + \sqrt{S_B/S_A}) \quad (5.3)$$

上式中, X 为两城市之间的辐射分界点, D_{AX} 为 X 点到 A 城市之间的距离, S_A 为城市 A 的综合辐射力得分, S_B 为城市 B 的综合辐射力得分, D_{AB} 为城市 A 和城市 B 之间的直线距离。其中,有关城市间的直线距离通过百度地图测距得到:兰州到西安直线距离为501公里,兰州到西宁直线距离为195公里,兰州到乌鲁木齐直线距离为1625公里,兰州到成都直线距离为599公里,兰州到重庆直线距离为766公里,兰州到银川直线距离为400公里。

为了科学准确的反映中心城市辐射能力的实际情况,参考熊正贤^[50],可进一步通过场强模型测算其在断裂点上的场强大小。城市场强作为引力概念的延伸,主要是描述区域范围内在某个点影响力的大小,具体计算公式如下:

$$F_{AI} = M_A / D_{AI}^2 \quad (5.4)$$

其中, F_{AI} 表示城市 A 在断裂点 I 处的场强, M_A 为城市 A 的城市规模, D_{AI} 为城市 A 到断裂点 I 的距离。 F_{AI} 越大,城市 A 在断裂点 I 的辐射能力越强。由于城市的本质是产业和人口集聚,因此,衡量城市规模的大小主要依赖城区人口规模。

5.3.2 辐射范围的测算

根据前述方法,运用公式(5.3)和(5.4),可计算得到有关年份兰州与相关

城市间的断裂点距离及场强大小，具体见表 5.5、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、5.10 所示。

表 5.5 2009—2019 年兰州与西安之间的断裂点距离及场强大小

年份	到断裂点的距离	断裂点距离占两城市 距离的比重	兰州在断裂点的场强*10 ³
2009	193.177	0.386	8.901
2010	197.961	0.395	9.228
2011	197.761	0.395	9.258
2012	197.643	0.394	9.294
2013	197.580	0.394	9.328
2014	197.687	0.395	9.378
2015	197.607	0.394	9.458
2016	197.945	0.395	9.457
2017	198.266	0.396	9.488
2018	199.313	0.398	9.449
2019	199.729	0.399	9.503

表 5.6 2009—2019 年兰州与西宁之间的断裂点距离及场强大小

年份	到断裂点的距离	断裂点距离占两城市 距离的比重	兰州在断裂点的场强*10 ³
2009	107.454	0.551	28.769
2010	109.457	0.561	30.183
2011	109.279	0.560	30.321
2012	109.134	0.560	30.482
2013	109.993	0.564	30.100
2014	109.902	0.564	30.342
2015	109.885	0.564	30.585
2016	110.720	0.568	30.227
2017	111.658	0.573	29.915
2018	111.668	0.573	30.102
2019	111.724	0.573	30.370

表 5.7 2009—2019 年 兰州与乌鲁木齐之间的断裂点距离及场强大小

年份	兰州到断裂点的距离	断裂点距离占两城市距离的比重	兰州在断裂点处的场强
2009	844.09984	0.51945	0.00047
2010	842.92138	0.51872	0.00051
2011	836.82663	0.51497	0.00052
2012	828.83109	0.51005	0.00053
2013	822.89020	0.50639	0.00054
2014	820.11761	0.50469	0.00054
2015	820.52696	0.50494	0.00055
2016	822.93136	0.50642	0.00055
2017	825.17312	0.50780	0.00055
2018	826.35982	0.50853	0.00055
2019	825.72077	0.50814	0.00056

表 5.8 2009—2019 年兰州与成都之间的断裂点距离及场强大小

年份	到断裂点的距离	断裂点距离占两城市距离的比重	兰州在断裂点的场强* 10^3
2009	201.816	0.337	8.156
2010	201.617	0.337	8.896
2011	201.595	0.337	8.910
2012	201.265	0.336	8.962
2013	200.906	0.335	9.022
2014	200.728	0.335	9.096
2015	200.184	0.334	9.216
2016	194.947	0.325	9.750
2017	194.851	0.325	9.823
2018	194.116	0.324	9.962
2019	193.764	0.323	10.097

表 5.9 2009—2019 年兰州与重庆之间的断裂点距离及场强大小

年份	到断裂点的距离	断裂点距离占两城市距离的比重	兰州在断裂点的场强* 10^3
2009	194.726	0.254	8.760
2010	200.296	0.261	9.014
2011	198.888	0.260	9.154
2012	198.312	0.259	9.231
2013	197.653	0.258	9.321
2014	197.346	0.258	9.410
2015	197.260	0.258	9.491
2016	196.559	0.257	9.591
2017	196.238	0.256	9.685
2018	196.266	0.256	9.744
2019	193.414	0.266	9.827

表 5.10 2009-2019 年兰州与银川之间的断裂点距离及场强大小

年份	到断裂点的距离	断裂点距离占两城市距离的比重	兰州在断裂点的场强*10 ³
2009	228.127	0.563	6.112
2010	229.302	0.573	6.878
2011	229.831	0.575	6.855
2012	229.479	0.574	6.894
2013	229.751	0.574	6.899
2014	229.992	0.575	6.928
2015	229.567	0.574	7.008
2016	230.123	0.575	6.997
2017	230.685	0.577	7.009
2018	231.429	0.579	7.008
2019	232.006	0.580	7.043

从断裂点距离来看：通过表 5.5-表 5.10 发现，2009 年-2019 年间，兰州与西安断裂点的距离逐渐增加，说明兰州对西安的辐射范围呈扩大趋势，且断裂点的距离与两城市距离的比重一直保持在 50%以下，这表明西安的综合辐射能力明显高于兰州综合辐射能力；兰州与西宁之间断裂点距离不断增加，但变化幅度很小，且兰州到断裂点的距离占两城市距离比重在 2009-2019 年均在 50%以上，说明兰州的综合辐射能力高于西宁的综合辐射能力；兰州与乌鲁木齐的断裂点距离占两城市距离比重略高于 50%，表明在 2009-2019 年兰州与乌鲁木齐的综合辐射能力相差不大，相对而言兰州略高于乌鲁木齐，兰州与成都之间的断裂点距离逐年缩小，表明其影响范围有缩小的趋势，进一步看断裂点距离占兰州和成都两城市之间距离的比重远低于 50%，表明成都的综合辐射能力明显高于兰州综合辐射能力；兰州与重庆之间的断裂点距离逐年缩小，兰州对重庆的影响范围缩小，断裂点距离占两城市直线距离的比重远小于 50%，进一步说明重庆的辐射能力远高于兰州辐射能力；兰州市与银川断裂点距离占两城市距离的比重超过了 50%，这表明兰州的综合辐射能力高于银川的综合辐射能力。

从场强大小来看：由表 5.5-表 5.10 综合分析，兰州在西宁断裂点处的场强最大，表明兰州对西宁的综合辐射能力最强，同时在辐射范围内对西宁的辐射力逐渐增强；对银川的辐射能力仅次于西宁，这主要是由于兰西银城市群的建设，以兰州为龙头，西宁、银川为两翼，且连接兰州和西宁的兰青铁路线，是西北枢纽的重要铁路干线，同时两地间的公路、管道、光缆、电网等的建设，进一步增强

了两市社会经济要素整合。兰州在西安、成都、重庆的断裂点场强较小，辐射能力较弱，这是由于这三城市综合发展水平较高，自身实力较强，西安是国家重要的科研、教育、工业基地，“一带一路”核心区，成都是国家重要的高新技术产业基地、商贸物流中心以及综合交通枢纽，重庆是西部大开发重要的支点，“一带一路”和长江经济带重要联结点。兰州对乌鲁木齐的辐射最弱，就其原因主要是两地距离较远，兰州由于自身发展水平的限制，辐射能力十分有限。



图 5.3 兰州市辐射范围趋势图

兰州与西安、西宁、乌鲁木齐、成都、重庆以及银川的断裂点距离，分别从2009年的193.177、109.454、844.099、201.816、194.726和228.127到2019年的199.729、111.724、825.721、193.96、193.414和232.006，增长率分别为3.631%、2.751%、-2.133%、-3.961%、-0.667%以及1.754%，这表明兰州辐射范围方向性开始凸显，兰州市综合辐射范围在向西和向东，即西宁、银川以及西安方向呈现扩张趋势，在向南即成都和重庆方向呈现收缩趋势，兰州与乌鲁木齐的距离相差太远，难以产生辐射效应，如图5.3所示。

6 兰州市辐射能力影响因素分析

6.1 影响因素测评指标体系

分析兰州市辐射能力影响因素，主要应从影响兰州市辐射水平的制约因素着手，以便进一步探究影响兰州市综合辐射水平的主要因素及短板。通过上一章对兰州综合辐射能力在经济发展水平、科技文化水平、城市规模、对外开放程度和对外联系能力水平等五大方面的测算，可以发现兰州城市辐射能力在这些方面并不均衡，兰州市城市规模水平与除重庆之外的几个城市相比差距很小。为此，本文考虑从这经济发展、科技文化、对外开放及对外联系能力四个方面去分析制约兰州城市辐射能力的主要因素，同时根据第四章层次分析法所计算的指标权重，选取四个方面各自指标权重最大的两个指标进行分析，以便更加全面直观的了解制约兰州市辐射水平的因素。

综上所述，最终确定的影响因素指标体系如下：

(1) 经济发展水平方面，选取国民生产总值以及固定资产投资情况。主要原因是一个城市的生产总值是该城市经济水平最直观的表现，是体现一个地区经济实力最为重要的指标之一；同时固定资产投资的增减对一个城市经济状况变化影响最大，固定资产投资的增加将导致生产能力的提升，增加潜在的国民收入，促进经济增长。

(2) 科技文化水平方面，选取科学研究及技术服务业从业人员数以及授权专利数。科学研究及技术服务业从业人员是一个城市科技文化软实力的重要体现，是衡量一个城市科技文化现代化水平的重要标志；专利授权数是自主知识产权的核心，是技术创新的灵魂，对引领经济转型和发展具有重要作用。

(3) 对外开放水平方面，选取旅游人数以及实际利用外资额。旅游人数是该城市旅游业发展规模的重要体现，对推进区域合作，提升城市竞争力具有重要作用；实际利用外资总额是一个城市经济发展的催化剂，是该地区外资利用水平的真实体现，是衡量该地区对外开放水平的重要指标。

(4) 对外联系能力能力方面，选取货运总量以及邮电业务总量。货运总量是交通基础设施建设规模的重要依据，在区域经济发展中起着重要作用；城市邮电业务总量综合反映了一定时期该城市对外联系能力程度。

6.2 影响因素测评模型

通过查阅文献资料发现,目前研究城市辐射能力影响因素分析方面的研究相对较少,在现有的研究中,仅有灰色关联分析、因子分析、多元线性回归分析。因子分析是根据原始变量的信息将众多原始变量进行重新组合,找出影响变量的共同因子,但在变量组合后因子的意义并不能完全确定,存在一些信息没有被提取。多元线性回归分析法一般对样本量以及样本的质量有较为严格的要求,计算过程较为繁琐。灰色关联分析是利用测算研究对象与待识别对象各个因素之间贴近程度的关联度,通过比较关联度来判断待识别对象和研究对象的影响程度,弥补了传统数理统计方法的不足,而且所需数据较少,原理简单易操作。为此,选取灰色关联分析方法。

灰色关联分析法最早是由邓聚龙教授在 1982 年提出,其主要来源于灰色系统理论,是描述事物之间紧密关系的定量分析方法,根据灰色关联系数来判断各因素的影响程度,灰色关联系数越大,表明因素的影响程度越高^[52]。具体步骤如下:

(1) 确定参考序列及比较序列

在此采用 2009-2019 年数据,选取兰州市综合辐射能力得分作为参考序列,记为 P_0 ; 建立的影响因素八个二级指标为比较数列,记为 P_i (i 表示第 i 项指标)。

$$\text{参考序列: } P_0 = [P_0(1), P_0(2), \dots, P_0(n)] \quad (n = 11) \quad (6.1)$$

$$\text{比较序列: } P_i = [P_i(1), P_i(2), \dots, P_i(n)] \quad (i = 1, 2, \dots, 8) \quad (6.2)$$

(2) 原始数据无量纲化处理

由于各影响因素指标数据具有不同的计量单位,为了避免分析结果产生偏差,需要对原始数据进行无量纲化处理,采用初值化法,公式如下:

$$P'_i = \frac{P_i}{\text{该列第一个不为空的数}} \quad (6.3)$$

(3) 求参考序列及比较序列的绝对差

$$\Delta_{0i}(t) = |P'_0(t) - P'_i(t)| \quad (6.4)$$

其中 i 表示第 i 序列, t 表示第 t 时刻, $P'_0(t)$ 表示参考序列第 t 时刻的值, $P'_i(t)$ 表示比较序列在 t 时刻的值, $\Delta_{0i}(t)$ 表示参考序列与比较序列的绝对差值。

(4) 计算灰色关联系数

记第 i 序列与参考序列关联系数为 $r_{0i}(t)$, 计算公式如下:

$$r_{0i}(t) = \frac{\min_i \min_t \Delta_{0i}(t) + \varepsilon \max_i \max_t \Delta_{0i}(t)}{\Delta_{0i}(t) + \varepsilon \max_i \max_t \Delta_{0i}(t)} \quad (6.5)$$

其中, ε 为分辨系数, 一般取值为 0.5, $\min_i \min_t \Delta_{0i}(t)$ 表示两极极小差, $\max_i \max_t \Delta_{0i}(t)$ 表示两极极大差。

(5) 计算灰色关联度

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{0i}(t) \quad (6.6)$$

6.3 影响因素测评分析

结合前面对兰州城市辐射范围内的六个城市辐射能力的对比研究, 根据上述选取的四个维度指标, 利用灰色关联分析, 考察不同因素对兰州城市综合辐射能力的影响。关联系数反映了各指标与综合辐射能力之间的关联程度, 关联系数越大则说明指标与综合辐射能力关联性越高。

6.3.1 灰色关联系数计算

如前所述, 为了实现数据之间的可比性, 首先对原始数据进行无量纲化处理, 然后计算初值对应分量差的绝对值序列矩阵, 并进一步求两极最大差与最小差, 即可得到关联系数矩阵如表 6.1。

表 6.1 兰州市辐射能力各影响因素灰色关联度系数矩阵数据表

时间	GDP	固定资产投资	旅游人数	实际利用外资	货运总量	邮电业务总量	从业人数	专利授权数
2009年	1	1	1	1	1	1	1	1
2010年	0.971	0.943	0.943	0.835	0.930	0.928	0.921	0.876
2011年	0.965	0.918	0.790	0.968	0.983	0.953	0.926	0.974
2012年	0.919	0.789	0.761	0.814	0.948	0.956	0.982	0.890
2013年	0.966	0.988	0.855	0.731	0.986	0.997	0.989	0.937
2014年	0.979	0.922	0.987	0.333	0.980	0.978	0.972	0.849
2015年	0.981	0.938	0.883	0.961	0.956	0.974	0.969	0.816
2016年	0.983	0.998	0.819	0.820	0.985	0.955	0.956	0.940

6.3.2 灰色关联度计算

根据公式(6.5), 可计算得到兰州市辐射能力影响因素的灰色关联度如表 6.2

所示。

表 6.2 兰州市辐射能力影响因素的灰色关联度及排序

一级指标	关联度	排名	二级指标	关联度	排名
经济发展	0.952	2	GDP	0.971	1
			固定资产投资	0.964	4
对外开放	0.866	4	进出口总额	0.894	7
			旅游人数	0.839	8
对外联系能力	0.969	1	货运总量	0.970	2
			邮电业务总量	0.969	3
科技文化	0.936	3	科研经费投入	0.935	5
			专利授权数	0.90691	6

由表 6.2 可知，兰州市综合辐射能力与各因素均呈现正相关关系，灰色关联度均在 0.800 以上。从一级指标来看，对外联系能力水平和经济发展水平对兰州辐射能力影响最大，关联度在 0.950 以上，其次是科技文化水平，对外开放对兰州市辐射能力影响最小。具体来看，排名前三的指标分别是 GDP、货运总量以及邮电业务总量，三者非常接近，高达 0.960 以上；其次是固定资产投资、科研经费投入、专利授权数，分别排第四、五、六位；进出口总额和旅游人数关联度较低，排第七和第八。

究其原因，2019 年重庆的 GDP 值约为兰州 GDP 的 8 倍，成都和西安的 GDP 值分别为兰州的 6 倍、3 倍。乌鲁木齐 GDP 值也略高于兰州，兰州 GDP 与其它城市 GDP 相比，差距较为明显，而 GDP 是经济发展水平最直接的体现，一个城市的辐射水平最先从经济辐射开始，这也导致了 GDP 水平对兰州市辐射能力影响最大。货运量直接反映了城市物流产业的发展水平，是区域协调发展的重要构成要素。2019 年，兰州市货运总量占甘肃省货运总量的 20%，然而与全国同类城市相比，兰州市货运总量绝对值偏低，兰州货运总量仅为重庆的八分之一，为成都的三分之一，物流规模较小，限制了城市的发展，成为了限制兰州市辐射能力的重要因素。邮电业务总量是对外联系能力的重要渠道，在全国同类城市中，兰州市邮电业务总量较低，导致在与其它城市的交流联系中缺乏竞争力，从而制约了其辐射能力的提升。对科研经费投入和专利授权数来说，科技是第一生产力，虽然兰州市综合科技实力在全国中大城市处于上游水平，然而兰州大型企业较少，对人才的吸附能力较弱；人才是支撑一个地区发展的第一资源，人才的缺失限制了其创新水平，同时兰州经济水平较低，导致没有足够的资金去支撑科技发展，

进一步限制了城市发展，从而对兰州辐射能力产生了一定影响。兰州市固定资产投资水平仅为全国平均水平，对城市发展的推动作用较弱，这也是限制兰州辐射能力发展的重要因素。进出口总额是一个城市国际影响力的体现，与辐射能力相互联系，较强的国际影响力可以让其辐射扩散的更远，而对于兰州来说，进出口总额在其经济总量中占比过低，其城市发展并不依赖进出口的推动，故导致兰州进出口总额对其辐射能力的影响并不明显。旅游人数是一个城市吸引力的体现，吸引力越大，城市辐射能力就越强，更能发挥其带动作用，近年来兰州市旅游业成为了兰州市最具活力的行业和增长势头最快的产业之一，对兰州市辐射能力的提升起正向推动作用。

7 结论

本文在前人研究的基础上,以兰州市为主要研究对象,主要从辐射源和辐射流两方面选取 5 个一级指标、28 个二级指标构建兰州市综合辐射能力评价指标体系,利用层次分析法计算其辐射带动力得分,通过与周边六个省份中心城市的对比,对兰州市辐射能力进行测算。同时,选取断裂点模型以及场强模型对其辐射范围进行分析,最后采用灰色关联模型对其辐射能力影响因素进行了探讨。对以上研究予以总结,得出如下结论:

7.1 辐射能力方面

(1) 兰州市综合辐射能力在 2009-2019 年间总体呈现上升趋势,其中,兰州市经济发展水平增长幅度较快,科技文化水平以及对外开放水平在小范围波动中趋于上升,城市规模、对外联系能力在 2014 年以及 2017 年均存在略微回落现象,这表明兰州市综合辐射能力的增长不够稳定。

(2) 通过对兰州与重庆、成都、西安、银川、乌鲁木齐、西宁六个城市的对比分析,能够发现:经济发展水平上,兰州经济发展水平有小幅波动,但仍处于中下游水平,与重庆、成都、西安相比经济基础较差;科技文化水平上,兰州科技文化水平不太突出,成都、重庆以及西安的得分远高于兰州、银川、乌鲁木齐、西宁,兰州稳定在中等水平,但与成都、重庆、西安相比差距较大;城市规模上,除重庆之外,包含兰州在内的其他六个城市差距不大;对外开放水平上,兰州的对外开放水平提升较为明显,但与重庆、成都差距大;对外联系能力水平上,兰州排名未在前列,但近年来提升较为明显,与重庆、成都相比差距较为明显。

7.2 辐射范围方面

(1) 兰州市的辐射范围在不断扩大,并呈现上升趋势。同时,兰州市辐射范围方向性更加明显,综合辐射范围在向西和向东即西宁、银川以及西安方向呈现扩张趋势,在向南即成都和重庆方向呈现收缩趋势。

(2) 兰州在西宁断裂点处的场强最大,且在 2009 年到 2019 年在断裂点处的场强不断增加,兰州对西宁的综合辐射能力最强,在辐射范围内对西宁的辐射

能力逐渐增加；兰州对银川的辐射能力仅次于西宁，对西安、成都、重庆这三个城市的辐射能力相对较弱；兰州对乌鲁木齐的辐射最弱，主要原因是两地距离太远，兰州由于自身发展水平的限制，辐射能力十分有限。

7.3 辐射能力影响因素方面

兰州市综合辐射能力与各因素均呈现正相关关系，灰色关联度均在 0.800 以上。从一级指标来看，对外联系能力水平和经济发展水平对兰州辐射能力影响最大，关联度在 0.950 以上，其次是科技文化水平，而对外开放对兰州市辐射能力影响最小。具体来看，排名前三的指标分别是地区生产总值、货运总量以及邮电业务总量，三者非常接近，高达 0.960 以上；其次是固定资产投资、科研经费投入、专利授权数，分别排第四、五、六位；进出口总额和旅游人数关联度较低，排第七和第八位。

8 对策建议

通过前文分析可知，经济发展水平是中心城市发挥辐射能力的基础，科技文化水平对中心城市自身的经济发展具有推动作用，科技创新的氛围一旦形成，更有利于中心城市对周边地区进行辐射带动，对外开放水平体现了中心城市与其它城市之间的联系程度以及对外界事物的接纳能力，对外联系能力能力关乎着辐射范围的大小以及辐射能力的强弱。兰州要想提高其综合辐射能力，必须补足短板，发扬优势，以更加均衡的姿态和更大的力度推动区域高质量发展。为此，有必要综合兰州市辐射过程中存在的问题及影响因素，为如何更好的提升兰州城市辐射能力提出对策建议。

8.1 优化产业结构

经济发展的主要动力来源于最具有发展潜力的产业，产业结构的优化升级是城市提高综合竞争力，保障城市快速发展的重要载体与动力。为此，兰州市应当：

（1）借鉴发达地区成功经验，以制造业高质量发展为主要方向，构建产业新体系，加快产业共性技术平台的搭建，构建制造业创新中心，形成具有影响力、辐射力以及带动力的产业链。

（2）培育并发展信息网络、人工智能等新兴产业，支持具有突出优势的产业聚集区，建设新兴产业园区。

（3）政府应加大资金支持力度，精准制定招商计划，形成以数据为纽带的东中西区域协调发展格局。

8.2 打造综合交通枢纽

交通是一个城市发展的动脉，没有完善的交通体系，城市的发展会受到极大的限制。作为城市发展的主要动力，交通对生产要素的流动以及城市竞争力有着重要作用。交通网络是各种辐射源发挥辐射效应的关键通道。完善交通网络设施是城市间相互交流、协调发展的关键，不仅有利于增强区域中心城市向周边城市辐射能力，同时进一步提升了城市发展水平。为此，兰州市应当：

（1）全面提升交通网络体系建设，优化完善兰州铁路枢纽功能布局，形成

以兰州城市群和都市圈为主体、差异化协调发展的格局。

(2) 协调并推进兰州与周边中心城市以及各个周边地区的高速铁路以及城际铁路网建设,对现有铁路进行优化升级,强化高速公路以及省级公路的维护建设。

8.3 加快数字智能化基础设施建设

新型数字基础设施建设,对实现创新驱动、深化改革新动能,进而推动兰州高质量发展具有重要意义。为此,兰州市应当:

(1) 打造具备高水平的工业互联网。充分发挥国家政策的作用,推动企业智能化改造,打造数字化车间和智能工厂,实现“造”和“用”的良性结合;发展协同高效的交通物流设施。

(2) 相关部门应加强对物流服务各个环节的质量监管,创新物流运输方式,支持不同运输方式企业之间进行资源共享、信息互通,搭建以兰州为中心的覆盖全省的交通物流服务网络体系。

(3) 应充分发挥好政府的组织、协调服务功能,推动计算机、电信网、广电网等资源的整合,加强信息服务平台的搭建。

8.4 营造科技文化创新氛围

城市的发展不仅要靠“硬件”,还要通过“以文化为核心、以科学技术为基础、以思想精神为动力”的“软件”提升。文化对城市发展具有重要作用,一个城市的发展不仅受到经济、技术等方面的制约,同样也受到文化的制约。而多元、开放、包容的城市文化可以更好的提供科技创新环境,有利于城市进行科技创新。因此,为兰州更好的进行科技创新,基于兰州市科技文化发展现状,未来兰州市应当:

(1) 立足于兰州市的科技创新资源,加强与国外知名大学和科研机构、国内的北京大学、中国科学技术大学等高校和中国科学院、中国社会科学院等科研机构间的项目研究与合作。

(2) 面向中小企业提供研发设计、检验检测等服务,提高专业服务能力以及网络化协同水平;建设远程视频服务网络系统实现行业间互联互通。

(3) 政府应贯彻落实相关政策，对出台的政策进行透彻系统的讲解，让高校、科研机构以及企业等充分了解，营造良好的科技文化创新氛围。

8.5 升级人才引进模式

随着市场经济的发展，在市场中自由流动的要素已经从资金、物质等逐渐扩展到人才的流动。从城市发展现状来看，人才是城市发展的重要动力之一，人才瓶颈在一定程度上制约了地区的发展，只有更好的吸引人才、培训人才、使用人才，才能更快的提高城市竞争力。

为此，兰州市应结合兰州发展情况设计制定新的人才政策。在制定政策的过程中，应深入实际，反复调研，加强制度创新、观念创新，通过多种方式引进、留住人才；同时建立灵活健全的人才鼓励机制，加大人才培养力度，打造高质量人才队伍，鼓励科技人才创业，推动兰州高新技术领域取得突破性进展。

8.6 改善投融资环境

在市场经济背景下，区域的投资环境对区域间物质、人才以及技术之间的流动具有极大的影响。兰州作为西部地区重要的中心城市，加强投资环境建设是增强兰州综合辐射能力的必然选择。

为此，兰州应积极转变思想观念、确立强烈的机遇意识、开放意识，培养全民的诚信意识，加大重视对投资软环境的改善，大力整顿和规范市场经济秩序，营造良好的市场氛围和公平竞争的环境，加大宣传，提高效率，落实各项服务措施。在硬环境方面，完善交通、通讯、电力等基础设施建设，提高信息化水平。另外在对外投资的过程中要有选择、有规划，避免盲目招商引资。

参考文献

- [1] Geddes P. Cities in evolution: an introduction to the Town-planning movement and the study of cities [M]. London: Williams and Norgate,1915.
- [2] Friedman. The World City Hypothesis: Development and Change[J]. Urban Studies,1986,117(2):69-83.
- [3] J.b.Boudeville.Problems of regional economic Planning[M]. Edinburgh: Edinburgh University Press.1971, 57-129.
- [4] Myrdal.G.Economic Theory and Underdeveloped Areas[M]. London: Gerald Duckworth & CoLtd.1957, 1-17.
- [5] Hirschman A O. The Strategy of Economic Development[M]. New Haven: Yale University Press.1958, 122-187.
- [6] Reilly WJ. Methods for the Study of Retail Relationship[D]. University of Texas Bulletin, 1929 (2944) :164.
- [7] Choi S R,Park D,Tschpegl A E.Banks and the world's major banking centers,2000[J].Review of World Economics,2013,139(3):550-568.
- [8] CARTER H. The study of urban geography[M]. London: Edward Arnold, 1972:45-67.
- [9] Boude ville,J.R.,Problems of Regional Economic Planning,Eding burgh.1966.
- [10]Sassen S. The Global City: New York, London, Tokyo [M]. Princeton University Press,1991.
- [11]Taylor P. J. Specification of the world city network[J]. Geographical Analysis, 2001(33).
- [12]Werner Sombart.Economic Theory and economic history(1929)[J].Journal of Institutional Economics,2006.
- [13]徐鑫淼.浅析增长极理论及其借鉴意义[J].中国联合商报, 2010 (12).
- [14]田美玲,方明.国家中心城市研究综述[J].国际城市规划,2015,30(02):71-74+80.
- [15]许学强,周一星,宁越敏.城市地理学[M].北京: 高等教育出版社. 2009.

- [16] 武志伟. 金融发展在中心城市经济增长中作用[J]. 上海金融, 2002(02):16-18.
- [17] 王兴平, 易虹. 新世纪的区域规划: 思路、框架与对策[J]. 城市发展研究, 2001(04):56-60+67.
- [18] 郭宝华, 李丽萍. 区域中心城市机理解析[J]. 重庆工商大学学报(西部论坛), 2007(02):35-38.
- [19] 张占仓. 建设国家中心城市的战略意义与推进对策[J]. 中州学刊, 2017(04):22-28.
- [20] 韩建清, 阎二旺. 山西省城市经济影响区的划分研究[J]. 地域研究与开发, 1995(02):46-48+56.
- [21] 冯德显, 贾晶, 乔旭宁. 区域性中心城市辐射力及其评价——以郑州市为例[J]. 地理科学, 2006(03):266-272.
- [22] 栾强, 罗守贵, 郭兵. 都市圈中心城市经济辐射力的分形测度及影响因素——基于北京、上海、广州的实证研究[J]. 地域研究与开发, 2016, 35(04):58-62.
- [23] 卢小丽, 周兵, 任政亮. 长江三峡库区中心城市经济辐射效应分析[J]. 理论月刊, 2018(11):140-146.
- [24] 顾朝林. 城市实力综合评价方法初探[J]. 地域研究与开发, 1992(01):5-11+62.
- [25] 李博, 贾志永, 靳取. 桂林区域性中心城市辐射力范围分析[J]. 广西财经学院学报, 2009, 22(01):37-41.
- [26] 范巧. 区域辐射能力、辐射区产业规划与特定地区产业定位评价——以重庆两路寸滩保税港区和西永综合保税区为例[J]. 开发研究, 2013(02):26-29.
- [27] 高建飞. 邯郸区域中心城市辐射力研究[J]. 统计与管理, 2017(04):79-85.
- [28] 龙海明, 凌炼, 周哲英. 现代金融区域辐射力研究——基于长沙对湖南省内其他市州辐射力的实证检验[J]. 财经理论与实践, 2014, 35(03):8-13.
- [29] 陈雨亭, 曾小舟, 王进贤. 基于改进 Wilson 模型的机场辐射范围研究[J]. 华东交通大学学报, 2017, 34(05):56-64. DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2017.05.009.
- [30] 魏作磊, 徐晨琛. 基于 AHP 方法的广州和深圳区域辐射力研究[J]. 岭南学刊, 2019(05):56-63.
- [31] 范增, 任怡康. 西安提升中心城市辐射能力的规划策略研究[J]. 城市建筑, 2020, 17(05):29-31.

- [32] 阙菲菲. 广西北部湾经济区城市群经济辐射能力研究[J]. 市场论坛,2013(04):16-17+91.
- [33] 何龙斌,李强. 中心城市经济辐射机理与边缘地区接受辐射的实现条件[J]. 陕西理工大学学报(社会科学版),2018,36(05):1-7+26.
- [34] 刘兰,罗凡. 武汉增强国家中心城市辐射力研究[J]. 江汉大学学报(社会科学版),2015,32(01):44-50+124.
- [35] 栾强,罗守贵,郭兵. 都市圈中心城市经济辐射力的分形测度及影响因素——基于北京、上海、广州的实证研究[J]. 地域研究与开发,2016,35(04):58-62.
- [36] 郭倩倩,陈永红. 宁波都市圈中心城市经济辐射力的评价及影响因素分析[J]. 科技与管理,2017,19(05):27-37.
- [37] 王金营,何岩浩. 京津冀县域经济发展:要素作用与城市辐射[J]. 河北学刊,2018,38(01):139-144.
- [38] 陈子真,雷振丹. 粤港澳大湾区城市间经济辐射力及影响因素分析[J]. 地域研究与开发,2019,38(05):57-62.
- [39] 祁关泉译. 物理学史[M]. 上海: 上海教育出版社.1986,3.15.
- [40] 厉以宁. 区域发展新思路[M]. 北京:经济日报出版社.2000.
- [41] Boude ville,J.R.,Problems of Regional Economic Planning,Eding burgh.1966.
- [42] 高国力. 区域发展不平衡发展论[M]. 经济科学出版社.2008.
- [43] 李小建. 经济地理学[M]. 高等教育出版社,2006.
- [44] 蒲括,邵朋. 精通 Excel 数据统计与分析[M]. 人民邮电出版社:, 2014.
- [45] 何跃. 宏观经济学数据挖掘理论与方法[M]. 四川大学出版社:四川大学哲学社会科学学术著作出版基金丛书, 201311.232.
- [46] 王倩. 多属性决策方法分析[J]. 电脑知识与技术,2011,7(03):641-643.
- [47] 唐元义,胡清峰,骆有德. 层次分析法的一种新标度法[J]. 鄂州大学学报,2005(06):40-41+48.
- [48] 刘兰,罗凡. 武汉增强国家中心城市辐射力研究[J]. 江汉大学学报(社会科学版),2015,32(01):44-50+124.
- [49] 闫卫阳,秦耀辰,郭庆胜,李圣权. 城市断裂点理论的验证、扩展及应用[J]. 人文

- 地理,2004(02):12-16.
- [50]刘帅,吴舒辞,王红,张江,李建军,王传立. 基于 Voronoi 图的林分空间模型及分布格局研究[J]. 生态学报,2014,34(06):1436-1443.
- [51]熊正贤. 城市综合实力定位与辐射范围的测算——以重庆涪陵区为例[J]. 统计与信息论坛,2009,24(01):76-80.
- [52]周文浩,曾波.灰色关联度模型研究综述[J].统计与决策,2020,36(15):29-34.
- [53]安虎森.空间经济学原理[M].北京:经济科学出版社,2005.
- [54]蔡永龙,陈琪.贵州县域交通可达性与经济发展水平的特征及其空间格局[J].贵州科学,2021,39(03):59-66.
- [55]曹清峰,倪鹏飞.中国城市体系的层级结构与城市群发展——基于城市全球竞争力、全球联系度及辐射能力的分析[J].西部论坛,2020,30(02):45-56.
- [56]弗朗索瓦·佩鲁.经济空间:理论与应用[J].经济学期刊,1950.
- [57]金斯伯格,日本三大都市圈——演变与发展[M],东京:古今书院,1994
- [58]孔佩伊,江航.自贸区中心城市金融竞争力及辐射力实证研究[J].产业与科技论坛,2017,16(21):87-89.
- [59]林晓,韩增林,郭建科,赵林.环渤海地区中心城市金融竞争力评价及辐射研究[J].地域研究与开发,2014,33(06):7-11.
- [60]孙久文. 区域经济学[M]. 北京: 首都经贸大学出版社, 2017.
- [61]唐升,李红昌,郝璐璐,喻文天.交通基础设施与区域经济增长:基于多种运输方式的分析[J].中国软科学,2021(05):145-157.
- [62]杨雷,王亚林.广东省中心城市科研机构的创新辐射效应[J].科技管理研究,2021,41(08):65-71.
- [63]杨维霞.西安国家中心城市经济辐射力探析[J].合作经济与科技,2019(23):11-13.
- [64]张虹冕,赵今明.区域性中心城市辐射带动效应研究——基于合芜蚌自主创新试验区的分析[J].管理现代化,2017,37(03):44-47.
- [65]张志元,牟卫康,张令凯.环渤海经济圈金融增长极的形成机理、效应分析及政策建议[C].中国海洋学会%中国太平洋学会.第四届海洋强国战略论坛论文集.2008:107-117.

- [66]赵娴,林楠.中国国家中心城市经济辐射力分析与评价[J].经济与管理研究,2013(12):106-113.

附：研究生在读期间参与完成的科研成果

1.参与课题研究

(1) 甘肃省电子商务技术与应用重点实验室基金项目《甘肃省农村电子商务发展研究》，(项目编号 2018 GSDZSW 65B11)

(2) 甘肃省哲学社会科学规划项目《甘肃省城乡融合发展统计测评研究》，(项目编号：2021YB072)

(3) 兰州财经大学自主立项项目《甘肃省区域中心城市辐射能力统计测度研究》

2.发表学术论文

(1) 郭海明,王彤,许梅.1999—2019 年我国非正规经济规模测算[J].天津商业大学学报,2022,42(02):52-60.

(2) 郭海明,许梅,王彤.数字经济核算研究综述[J].统计与决策,2022(09):5-10.

致 谢

终于到了要写致谢的时候，中途也写过几次片段，但一直拖着不愿意去为它画上一个圆满的句号，仿佛也是不愿意和这三年做正式的告别。行文至此，我的二十多年学生生涯即将结束，在兰财求学的时光也即将成为过往。此刻思绪万千，感慨良多，有好多想说的话，许多想感谢的人，百感交集，竟想不出什么华丽的辞藻，唯有表示最诚挚的感谢。

经师易遇，人师难求。首先感谢我的导师郭海明教授，从论文选题到提纲设计，再到最终定稿，都离不开您的指点与帮助，您以丰富的专业知识与卓越的研究素养一直启发着我，指引着我。在和您相处的三年里，除了学术上的指导和帮助之外，也教会了我与人相处注意细节，礼貌为先诚信为本的道理。我们可能不如其他师生交流的那么频繁，但是与您每一次聚会交流对我来说都是一次成长。

家人之爱，永记于心。感谢我的父母对于我 25 年的养育之恩，感谢你们对我一直以来的爱与支持，竭尽全力给我创造最好的条件，让我无忧无虑的成长，陪伴我度过人生每一个重要的时刻，让我勇敢无畏的去追求自己的人生之路，你们始终是最坚实的后盾，惟愿平安顺遂。

时间为证，岁岁年年。感谢 R 先生这一路的陪伴，无论什么时候，你都会义无反顾的支持我，成为我的底气，给我足够的安全感。春来夏往，秋收冬藏，我们来日方长。

山水一程，三生有幸。谢谢漂漂和款款这些年的不离不弃，包容我所有的坏脾气，陪我一起搞怪一起笑，何其有幸，遇到你们。同时，也谢谢 724 的美女们，在我情绪低落时耐心疏导，遇到有趣的事会想起我，了解我的缺点还愿意包容我，有你们很开心。

道阻且长，行则将至。最后，浅浅的感谢一下自己，感谢自己每一个选择，每一次尝试，每一份坚持，无论成败，让我能成为现在的我，不完美但永不后悔。也希望未来自己可以保持本心，做更好的自己。

感谢所有相遇，愿山河无恙，亲友安康，青春不散，初心不改！