

高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调及时空演化

——基于浙江省的经验分析

熊璞¹, 李超民²

(1. 上海财经大学浙江学院工商管理系, 浙江 金华 321015; 2. 上海财经大学公共政策与治理研究院, 上海 200433)

摘要: 借鉴物理学耦合理论, 分析高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调机理, 构建两者耦合协调发展评价指标体系, 运用耦合协调度模型对浙江省 11 个地级市 2005—2019 年的耦合协调度进行评价, 并利用空间统计工具分析时空演化过程。研究表明: 2005—2019 年, 浙江省高等教育集聚综合发展指数总体呈现“波动上升”的发展态势, 区域创新能力综合发展指数呈现“持续上升”的发展态势, 全省高等教育与区域创新能力均得到发展和提升, 但 11 个地级市的发展情况并不均衡; 浙江省高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调度“持续上升”, 整体耦合协调类型由 2005 年的“濒临失调衰退”进入 2019 年的“勉强协调发展”; 浙江省高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调发展水平呈现“极化与均衡并存”“中心与边缘梯度分异”的空间分布格局, 以杭州为极点的单极化格局向以杭州、宁波、嘉兴为中心的多中心、扁平化发展格局转变, 大致呈现出“浙东北—浙西南”的梯度化差异。基于研究发现, 提出促进浙江省高等教育与区域创新协调发展的对策建议。

关键词: 高等教育集聚; 区域创新能力; 耦合协调度; 时空演化

中图分类号: G649.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)13-0211-10

党的十九届五中全会提出把科技自立自强作为国家发展的战略支撑, 深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略, 完善国家创新体系, 加快建设科技强国。科技创新能力的提升, 离不开科技人才的支持, 高等教育作为科技创新人才培养的重要阶段和关键环节, 在促进国家科技创新中发挥重要作用, 承载创新人才培养和科学知识创新的功能, 在技术成果应用转化与支持区域产业发展方面发挥桥梁作用^[1]。“十三五”时期, 中国科技创新能力整体提升, 重大创新成果快速增加, 全社会研发经费支出从 1.42 万亿元增长到 2.44 万亿元, 研发投入强度从 2.06% 增长到 2.40%, 基础研究经费从 716 亿元增长到 2020 年 1 504 亿元, 技术市场合同成交额从 0.98 万亿元增长到 2.8 万亿元。世界知识产权组织(WIPO)发布的《2020 年全球创新指数》(GII 2020)报告显示, 中国创新能力综合排名从 2015 年的第 29 位跃升至 2020 年的第 14 位, 进入创新型国家行列。与此同时, “十三五”时期中国高等教育实现突破性进展^[2], 高等教育进入普及

化发展新阶段, 在校总人数达到 4 002 万人, 其中研究生在校人数 286.4 万人, 普通本科在校人数 1 750.8 万人, 专任教师人数 176.1 万人, 建成世界规模最大的高等教育体系, 高等教育毛入学率由 2015 年的 40.0% 提升至 2019 年的 51.6%, “十三五”期间授予博士学位 33 万人, 硕士学位 339 万人。

中国的高等教育发展和科技创新能力双双实现了“新跃升”, 但是, 高等教育和科技创新之间是否存在资源错配? 两者的耦合协调状态如何? 如何对两者的耦合协调度进行定量分析? 进一步地, 如何协调高等教育集聚与区域创新能力之间的关系? 如何以高等教育集聚为支撑, 提升区域创新能力? 这些问题引起了学界和政府的共同关注, 也是本文集中探讨的重要问题。

本文基于浙江省高等教育和科技创新的发展现状, 探讨高等教育集聚与区域创新能力之间的耦合互动机制, 利用 2005—2019 年 11 个地级市的面板数据进行实证分析, 对于正确认识高等教育集聚与区域创新能力提升的耦合协调关系, 推动浙江省

收稿日期: 2025-01-06

基金项目: 浙江省哲学社会科学规划课题(25NDJC051YBMD)

作者简介: 熊璞(1989—), 男, 湖南娄底人, 硕士, 副研究馆员, 研究方向为高等教育与区域创新; 李超民(1963—), 男, 河南偃师人, 博士, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为高等教育政策。

高等教育与区域创新协调发展及优化提升,构建与区域创新能力提升相适应、相匹配的高等教育集聚体系具有重要意义和价值。

1 文献回顾与机理分析

1.1 文献回顾:高等教育与区域创新的关系考察

近年来,学界围绕高等教育与区域创新之间的关系开展了广泛的研究,涌现了大量的研究成果,大致得出了区域创新效应的“高等教育有效论”和“高等教育无效论”两种不同的研究结论。

“高等教育有效论”认为,高等教育的发展对科技创新具有显著的正向作用,有助于区域创新能力提升。夏泽翰等^[3]认为高等教育对培养创造力、推动创新研究以及增进社会福祉至关重要,是可持续和前瞻性发展的基础。汪树坤和赵婷婷^[4]认为高校作为科技第一生产力、人才第一资源和创新第一动力的交汇点,在科技创新、区域发展等国家重大战略中都发挥着重要作用。卓泽林^[5]认为高等教育的作用更多地转向知识创新和科技创新,在全球科技战略布局中的作用愈加突出。柳翔浩^[6]认为高等教育是技术创新的重要源泉,国家和政府需要采取措施支持高等教育融入国家创新体系。钟之阳和周欢^[7]基于区域创新系统理论,构建了高等教育对区域创新效率的影响模型,认为高等教育对区域科技创新具有非常明显的支撑作用,是推动区域科技创新的重要力量。张丽华等^[8]选取中国17个资源型省份的省级面板数据,分析高等教育对区域科技创新能力的影响,得出高等教育对区域创新能力具有正向促进作用的研究结论。王琦等^[9]借助省级数据和微观企业数据,实证检验高等院校对区域创新的影响,并得出理工类和文科类高校对区域创新都具有显著影响的研究结论。

“高等教育无效论”认为,高等教育的发展对科技创新的作用并不显著。刘延松^[10]在高等教育动力机制分析的基础上,以西安科技大学为例,运用模糊评价方法进行创新动力分析,得出创新能力不强、创新动力机制尚未形成的研究结论。Brown^[11]认为高等教育的知识溢出效应被夸大,高等教育在区域创新系统中的作用并不显著,尤其是在不发达地区表现更为明显。王家庭等^[12]利用全国省级面板数据分析高等教育资源对区域创新能力的影响,研究发现高校创新能力对区域创新能力影响不显著,部分地区高等教育资源配置失当。顾拓宇^[13]认为区域高等教育布局差异、创新政策不足以及结构趋同等问题导致区域创新主体缺失、创新环境建设

滞后和新技术不足。

梳理上述文献可以发现,关于高等教育与区域创新的关系问题已有一定的研究基础,为本文的研究提供了有益的参考借鉴,但已有的研究仍存在进一步完善的空间。一是现有研究主要关注高等教育对区域创新的单向影响,较少关注区域创新对高等教育产生的影响,忽略了两之间事实上相互依赖、相互制约的互动协调关系。二是现有的研究单独分析高等教育发展或区域创新能力提升的成果较多,而将高等教育与区域创新整合到统一的分析框架,探讨两者耦合协调关系的成果较少,聚焦于高等教育集聚与区域创新能力提升的成果更是少见。三是现有的研究综合运用各类回归方法进行宏观计量分析的较多,侧重对因果关系的考察,但是高等教育集聚和区域创新能力提升,受经济发展、政府政策、人口分布、交通条件等多个因素不同程度的影响,两者是相对独立的系统,采用从物理学研究演化而来的耦合协调度方法更适合分析两系统之间的协调状况。

鉴于此,不同于已有的研究,本文首先试图在理论上阐明高等教育集聚与区域创新能力提升的耦合机理,再构建高等教育集聚-区域创新能力提升系统耦合协调指标体系,进一步以浙江省11个地级市作为研究对象,测算其高等教育集聚指数、区域创新能力指数和综合发展指数,最后采用耦合协调度模型评价浙江省2005—2019年的耦合协调发展水平,从时序演变和空间分布格局两方面对两系统的耦合协调关系进行分析,以期对系统深入认识浙江省高等教育与区域创新的耦合协调现状及分布特征提供实证支撑,为优化提升高等教育与区域创新的协调发展提供新的启发和思路,为更好地制定高等教育与区域创新发展政策提供参考建议。

1.2 高等教育与区域创新的耦合机理

耦合是一个物理学概念,是指两个及以上系统通过受自身和外界的各种相互作用而彼此影响的现象,是一种相互促进、相互制约的动态关联关系^[14]。如图1所示,高等教育集聚-区域创新能力提升是一个复杂而开放的系统,两者相对独立又彼此联系,存在明显的耦合关系,具体的耦合机理体现在以下两个方面。

(1)基于要素流动的高等教育集聚对区域创新能力的知识外溢作用。高等教育集聚使得地区科技人才、知识产出和研发活动不断增加,区域内创新要素不断富集,创新要素流动放大了知识外溢作

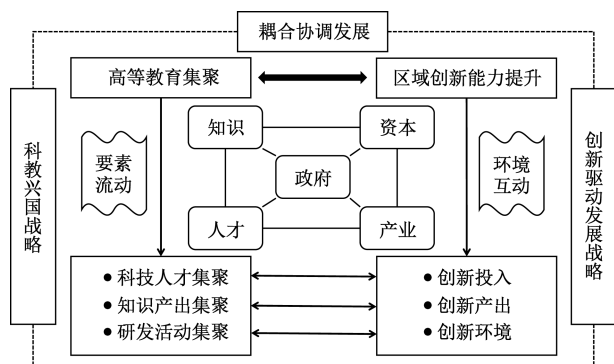


图1 高等教育集聚与区域创新能力提升的耦合关系

用,促进了区域创新能力提升。具体来说,高等教育集聚主要通过3种形式提升区域创新能力。一是科技人才集聚,高等学校本身是科技人才的集聚地,同时,培养科技创新人才也是高等教育的基本任务和重要使命,高等教育提高了人力资本的综合素质,为科技创新提供了坚实的人才支撑和智力保障。二是知识产出集聚,高等教育集聚能够增强人力资本的知识要素与技术要素,进而赋能区域创新^[15],得益于良好的科研创新条件,高等学校的知识生产职能不断强化,高等学校研究人员产生了大量高水平的研究成果,这些成果进入生产领域,将改进生产技术,提高产品科技含量,促进科技创新能力提升。三是研发活动集聚,科学研究是高等教育的基本职能,是培养高层次人才的重要途径,是服务经济社会的现实需要,高等学校开展的科学研究活动,会通过政产学研合作、学术交流、科技成果转化、技术合作等途径,产生客观上的知识外溢效应,提升科技创新水平,助推区域创新能力提升。

(2)基于环境互动的区域创新能力提升对高等教育集聚的支持作用。高等教育的发展并不是孤立存在的,需要和所在地区的其他社会主体发生经济、科技、文化上的互动联系。区域创新能力的提升,可以有效解决高等教育在发展过程中遇到的学科建设、师资队伍、人才培养、社会服务等方面的问题,从而促进高等教育更好发展。具体来说,区域创新能力提升主要在3个方面促进高等教育的发展。一是在创新投入方面,高等学校与企业合作创新是科技创新的一种重要方式,随着产教融合的深化实施,高等学校深度参与企业的研发活动,创新资源不断流入高等学校,促进了高等教育的发展。二是在创新产出方面,创新产出大幅提升,使得更多的师生参与高水平的科学研究活动成为可能,提

高了师资队伍的综合素质和人才培养的质量,提升了高等教育的人才培养质量。三是在创新环境方面,创新环境影响创新质量和创新效益^[16],良好的创新环境可以放大公共创新基础条件的效应^[17],为科技创新提供了便利条件,有助于提升科研人员的创新积极性,吸引更多的科技人才集聚,提升高等教育整体发展水平。

2 指标体系与数据来源

2.1 指标体系构建

2.1.1 高等教育集聚

高等教育集聚是指一定数量的高等院校在特定地理空间上的聚集,通过相互间的协作配合,提高教育资源的利用效率,降低创新成本,放大知识和技术溢出效应,实现优势互补,从而有利于区域创新能力提升^[18]。基于此,本文借鉴大多数学者关于高等教育集聚的测度方法^[19-22],使用区位熵指数(LQ)计算高等教育集聚度,LQ值越大,表明高等教育集聚水平越高。

$$LQ = (EP_i/P_i)/(EP/P) \quad (1)$$

式中: EP_i 为浙江省*i*地级市高等教育发展水平,用每年普通高等学校在校生人数表示; P_i 为*i*地级市人口总数; EP 为浙江省高等教育发展水平,用全省普通高等学校在校生人数表示; P 为浙江全省人口总数。

2.1.2 区域创新能力

区域创新能力是一个复合的、系统的概念,需要综合考虑多种因素建立指标体系进行评价。国内外得到广泛认可的区域创新能力评价指标体系包括由经合组织(OECD)发布的*Measure the Digital Economy: A New Perspective*和由中国科技发展战略研究小组与中国科学院大学联合发布的《中国区域创新能力评价报告》,本文在参考上述报告及已有相关研究成果的基础上^[23],遵循指标选取的科学性、代表性、完备性等原则,结合浙江省的客观现实,从创新投入、创新产出、创新环境3个方面构建区域创新能力综合评价指标体系,见表1。

2.2 数据来源

根据数据的可得性和有效性原则,选取2005—2019年浙江省11个地级市的城市面板数据进行分析。数据来源于Express Professional Superior(EPS)统计分析平台、《浙江统计年鉴》《浙江教育年鉴》《浙江科技统计年鉴》、浙江省统计局网站,少量缺失数据利用插值法补充。

表 1 区域创新能力评价指标体系及指标权重

目标层	准则层	指标层	单位	指标属性	指标权重
区域创新能力	创新投入	财政科技支出	万元	正向	0.074 020
		财政教育支出	亿元	正向	0.063 664
		从事科技活动人员数	人	正向	0.145 232
		全年用电量	亿 kW·h	正向	0.063 502
		实际使用外资金额	万美元	正向	0.109 278
	创新产出	专利申请授权量	项	正向	0.088 723
		工业企业主营业务收入	亿元	正向	0.071 171
		工业企业利税总额	亿元	正向	0.082 388
	创新环境	国际互联网用户数	万户	正向	0.077 402
		每百人公共图书馆藏书量	册	正向	0.070 773
		每万人境内公路里程	km	正向	0.045 923
		普通高等学校数	所	正向	0.107 924

注:指标权重用改进的熵值法确定,利用 EXCEL 测算得到。

3 研究方法

3.1 数据预处理

3.1.1 数据标准化

为了消除各个指标量纲和单位的差异,需要对指标数据进行标准化处理,由于各指标属性均为正向,参考王文静和刘诗琳^[24]的方法,采用正向极差标准化方法对原始数据进行归一化处理,计算公式为

$$X_{\theta ij} = 0.1 + \frac{x_{\theta ij} - \min x_{\theta ij}}{\max x_{\theta ij} - \min x_{\theta ij}} \times 0.9 \quad (2)$$

式中: $x_{\theta ij}$ ($\theta=1, 2, \dots, r; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$) 为第 θ 年 i 地级市第 j 指标的原始数值; $X_{\theta ij}$ 为标准化之后的值; $\max x_{\theta ij}$ 为样本期内第 j 指标的最大值; $\min x_{\theta ij}$ 为样本期内第 j 指标的最小值。

3.1.2 改进的熵值法确定指标权重

在计算高等教育集聚及区域创新能力两大系统的综合发展指数前,需要对标准化之后的数据进行指标赋权,大多数学者采用熵值法确定指标权重,但是,传统的熵值法只能用于截面数据的处理,为实现对面板数据的应用,参考梁雯等^[25]的方法,加入时间变量,采用改进的熵值法依次计算各指标权重,使得权重的确定更加科学合理,具体计算过程如下。

(1) 计算第 i 个地级市第 j 指标的贡献度 $P_{\theta ij}$ 。

$$P_{\theta ij} = \frac{X_{\theta ij}}{\sum_{\theta=1}^r \sum_{i=1}^n X_{\theta ij}} \quad (3)$$

式中: r 为样本区间内的年份数, $r=15$; n 为样本区间内地级市的个数, $n=11$ 。

(2) 计算第 j 指标的熵值 E_j 。

$$E_j = - \frac{1}{\ln(m)} \sum_{\theta=1}^r \sum_{i=1}^n P_{\theta ij} \ln P_{\theta ij} \quad (4)$$

(3) 计算第 j 指标的权重 w_j 。

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^m (1 - E_j)} \quad (5)$$

式中: m 为样本区间内指标的个数, $m=12$ 。

3.1.3 综合发展指数计算

完成指标赋权后,采用线性加权法对高等教育集聚与区域创新能力两大系统的综合发展指数进行计算,计算公式如下:

$$HE = \sum_{j=1}^m w_j X_{\theta ij} \quad (6)$$

$$RI = \sum_{j=1}^m w_j X_{\theta ij} \quad (7)$$

式中: $\sum_{j=1}^m w_j = 1$; HE 为高等教育集聚综合发展指数, HE 的计算只涉及高等教育区位熵指数 1 个指标,权重为 1; RI 为区域创新能力综合发展指数。

根据上述方法,计算出浙江省 11 个地级市 2005—2019 年 HE 和 RI 的结果,见表 2、表 3。

3.2 空间耦合模型

3.2.1 耦合度函数

耦合度函数用来测度两个或两个以上系统相互作用的强度与影响程度^[26]。根据已有的研究,得到一般的耦合度函数公式为

$$C_n = n \left[\frac{U_1 U_2 \cdots U_n}{(U_1 + U_2 + \cdots + U_n)^n} \right]^{\frac{1}{n}} \quad (8)$$

式中: C_n 为耦合度; U_n 为不同的系统; n 为系统的个数。当任意系统值为 0 时,耦合度为 0,当全部系统值均为 0 时,耦合度无意义。本文研究高等教育集聚和区域创新能力两个系统,结合上文 HE 和 RI 的计算结果,可建立耦合度函数:

$$C = 2 \sqrt{\frac{HE \times RI}{(HE + RI)^2}} \quad (9)$$

表 2 2005—2019 年浙江省 11 个地级市高等教育集聚综合发展指数

年份	杭州	宁波	嘉兴	湖州	绍兴	舟山	温州	金华	衢州	台州	丽水
2005	1.000	0.426	0.166	0.166	0.180	0.312	0.172	0.243	0.119	0.106	0.190
2006	0.966	0.424	0.178	0.172	0.198	0.359	0.176	0.243	0.109	0.109	0.197
2007	0.924	0.405	0.189	0.176	0.207	0.392	0.179	0.259	0.107	0.113	0.255
2008	0.895	0.392	0.209	0.182	0.218	0.400	0.184	0.273	0.106	0.116	0.256
2009	0.891	0.392	0.212	0.182	0.221	0.384	0.184	0.283	0.104	0.118	0.240
2010	0.914	0.382	0.255	0.175	0.213	0.362	0.175	0.271	0.100	0.114	0.233
2011	0.911	0.382	0.268	0.175	0.217	0.363	0.171	0.267	0.102	0.115	0.233
2012	0.908	0.376	0.276	0.176	0.223	0.356	0.170	0.265	0.105	0.113	0.235
2013	0.890	0.369	0.278	0.173	0.266	0.348	0.168	0.262	0.108	0.112	0.235
2014	0.892	0.374	0.285	0.175	0.276	0.342	0.172	0.277	0.112	0.114	0.138
2015	0.910	0.394	0.243	0.205	0.293	0.361	0.180	0.140	0.114	0.118	0.230
2016	0.853	0.409	0.303	0.184	0.327	0.395	0.191	0.144	0.117	0.123	0.152
2017	0.797	0.393	0.303	0.176	0.335	0.347	0.187	0.251	0.127	0.121	0.148
2018	0.790	0.376	0.306	0.179	0.341	0.362	0.187	0.256	0.119	0.122	0.148
2019	0.763	0.373	0.299	0.182	0.342	0.370	0.204	0.255	0.125	0.123	0.143

表 3 2005—2019 年浙江省 11 个地级市区域创新能力综合发展指数

年份	杭州	宁波	嘉兴	湖州	绍兴	舟山	温州	金华	衢州	台州	丽水
2005	0.407	0.268	0.172	0.139	0.178	0.114	0.177	0.160	0.110	0.142	0.119
2006	0.436	0.275	0.175	0.153	0.185	0.117	0.191	0.173	0.123	0.153	0.136
2007	0.472	0.310	0.195	0.162	0.202	0.125	0.204	0.187	0.128	0.162	0.146
2008	0.500	0.318	0.205	0.169	0.212	0.129	0.207	0.193	0.133	0.166	0.152
2009	0.537	0.342	0.220	0.181	0.228	0.133	0.212	0.202	0.137	0.177	0.157
2010	0.595	0.394	0.253	0.193	0.245	0.138	0.235	0.213	0.146	0.192	0.168
2011	0.636	0.445	0.271	0.202	0.256	0.144	0.240	0.225	0.152	0.199	0.176
2012	0.678	0.482	0.289	0.210	0.272	0.150	0.272	0.238	0.158	0.215	0.181
2013	0.720	0.515	0.325	0.220	0.288	0.158	0.308	0.248	0.163	0.220	0.187
2014	0.729	0.520	0.332	0.226	0.300	0.178	0.321	0.260	0.165	0.230	0.191
2015	0.777	0.541	0.346	0.236	0.332	0.174	0.326	0.251	0.169	0.243	0.194
2016	0.810	0.564	0.364	0.241	0.333	0.179	0.348	0.260	0.173	0.261	0.201
2017	0.842	0.601	0.382	0.254	0.336	0.184	0.365	0.281	0.187	0.283	0.201
2018	0.900	0.636	0.412	0.275	0.356	0.186	0.393	0.301	0.197	0.304	0.208
2019	0.938	0.658	0.446	0.292	0.357	0.196	0.410	0.315	0.202	0.317	0.217

式中: C 为两系统耦合度, $0 \leq C \leq 1$, $C=0$ 时,表示两系统耦合度最低,呈无序状态, $C=1$ 时,表示两系统处于最优的耦合状态。

3.2.2 耦合协调度函数

为了避免两系统综合发展水平均较低而耦合度较高的伪评价结果,进一步利用耦合协调度函数测算两系统的协调水平,公式为

$$D = \sqrt{CT}, T = \alpha HE + \beta RI \quad (10)$$

式中: α 和 β 为待定系数, $\alpha + \beta = 1$,分别表示高等教育集聚和区域创新能力对整个系统耦合协调作用的贡献大小,考虑到两者在整个系统中同等重要,选取 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

为了更加准确地表示浙江省 11 个地级市高等教育集聚与区域创新能力两系统的耦合协调程度,确定耦合协调度可接受区间和对应评价标准划分,见表 4。

表 4 高等教育集聚与区域创新能力耦合协调判定标准

区间	耦合协调度 D	协调发展类型	区间	耦合协调度 D	协调发展类型
可接受 区间	$0.9 < D \leq 1.0$	优质协调发展	过渡区间	$0.5 < D \leq 0.6$	勉强协调发展
	$0.8 < D \leq 0.9$	高度协调发展		$0.4 < D \leq 0.5$	濒临失调衰退
	$0.7 < D \leq 0.8$	中级协调发展	不可接受区间	$0.3 < D \leq 0.4$	轻度失调衰退
	$0.6 < D \leq 0.7$	初级协调发展		$0 \leq D \leq 0.3$	严重失调衰退

4 实证分析

4.1 综合发展水平分析

将2005—2019年以5年为周期划分为2005—2009年、2010—2014年和2015—2019年3个时期,分别计算3个时期高等教育集聚和区域创新能力综合发展水平的平均值,以直观展现各时期的综合发展特征。

4.1.1 高等教育集聚综合发展水平

图2是根据上文的计算公式得出的3个不同时期,浙江省11个地级市及全省高等教育集聚综合发展指数的均值。从图2中可以看出,浙江省11个地级市高等教育集聚水平整体不均衡性特征明显。

(1)从发展指数排名来看,杭州在3个时期的高等教育集聚水平均排在首位,而衢州在3个时期均排名最后一位,且省内其他地区的排名在3个时期基本稳定。杭州、宁波和舟山在3个时期均依次排名前3位,台州和衢州在3个时期均排名最后两位,其他6个地区则在第4至第9位徘徊。这表明高等教育集聚是一个长期发展的过程,和地区发展基础密切相关,高等教育的发展需要持续的积累和投入,不可能在短时期内一蹴而就。

(2)从发展水平差异来看,借助变异系数^①衡量各地区高等教育集聚水平的差异,3个时期浙江省11个地级市高等教育集聚水平的变异系数分别为0.774、0.726和0.659,变异系数不断缩小,但仍远远高于0.15,表明近年来随着各地区高等教育的发展,地区间集聚水平差距有所缩小,但存在的差异仍然较大。此外,从与全省的均值比较来看,3个时期高等教育集聚水平高于全省均值的地区分别为3个、3个和5个,也在一定程度上说明了地区间高

等教育发展水平存在较大差异,但差异在缩小的发展现状。

(3)从发展变化类型来看,11个地级市高等教育集聚水平在3个时期的发展变化呈现波动上升、持续上升、波动下滑和持续下滑4种类型。其中,湖州、温州和衢州属于波动上升的类型;嘉兴、绍兴和台州属于持续上升的类型;宁波、舟山和金华属于波动下滑的类型;杭州和丽水属于持续下滑的类型。上述变化类型呈现较大差异性的原因,既与本地区高等教育的发展情况有关,又与高等教育集聚指标的选取有一定的联系,根据区位熵指标定义,高等教育集聚水平与地区总人口的数量密切相关,近年来,各地区人口总数变化明显,以杭州为例,由于杭州总人口数量的增幅高于同时期普通高等学校在校人数的增幅,导致杭州高等教育集聚水平呈现持续下滑的变化类型。

4.1.2 区域创新能力综合发展水平

图3是3个时期浙江省11个地级市及全省区域创新能力综合发展指数的均值。从图3中可以看出,浙江省11个地级市区域创新能力表现出一定程度的不均衡性特征。

(1)从发展指数排名来看,杭州和宁波在3个时期的区域创新能力均排名前两位,而丽水、衢州和舟山在3个时期均排名最后3位,其他6个地区的排名则在第3至第8位徘徊,11个地级市区域创新能力排名相对稳定,或出现头部地区和尾部地区的固化现象,要实现区域创新能力排名的快速上升,面临较大的难度和挑战。

(2)从发展水平差异来看,3个时期区域创新能力综合发展指数的变异系数分别为0.467、0.521和

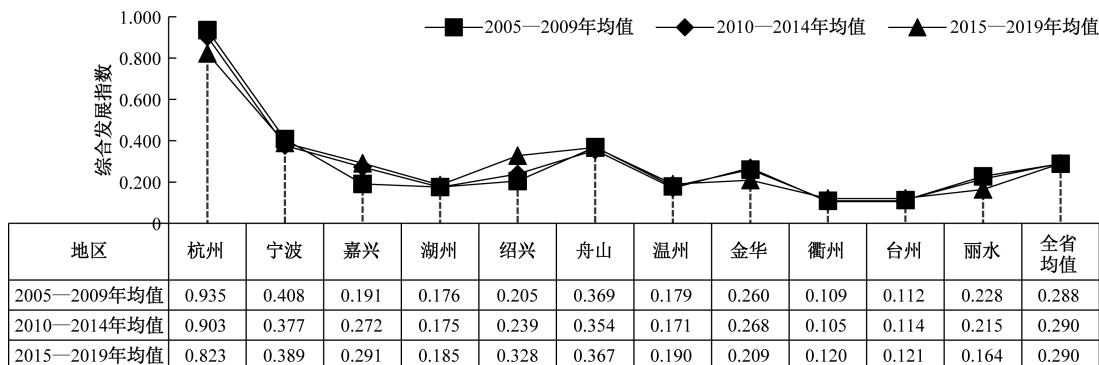


图2 高等教育集聚综合发展指数

^①变异系数是样本标准差与均值之比,变异系数越大,样本之间的差异越大,一般认为变异系数大于0.15,则表示样本之间存在较大差异。

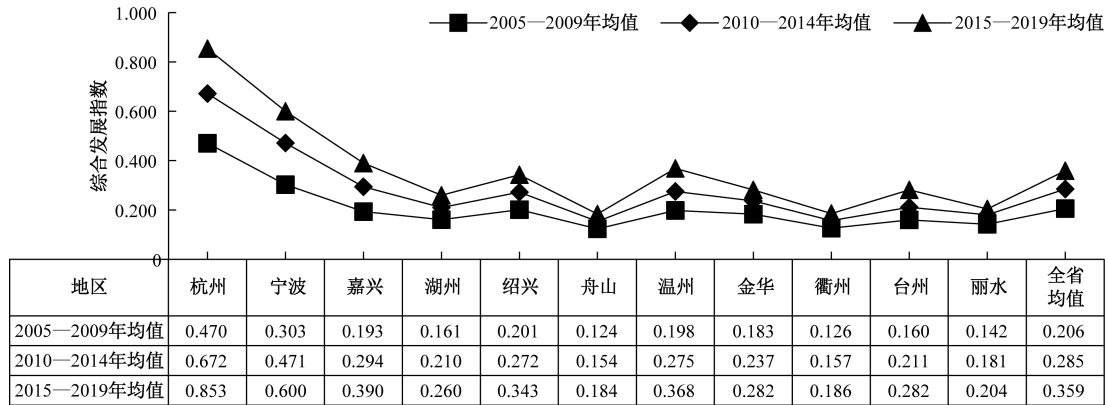


图3 区域创新能力综合发展指数

0.538, 变异系数不断增加, 表明浙江省 11 个地级市之间区域创新能力的差异不断扩大, 排名首位的杭州 2005—2009 年年均值是排名最后一位舟山的 3.81 倍, 这一数字在 2015—2019 年年均值已变成 4.64 倍, 区域创新能力的地区间分异现象显著。

(3) 从发展变化类型来看, 不同于高等教育集聚在 3 个时期呈现 4 种不同的发展变化类型, 区域创新能力的发展变化类型较为单一, 11 个地级市的区域创新能力在三个时期内呈现统一的持续上升态势, 2005—2019 年, 各地区的区域创新能力均得到了不同程度的提高, 提高幅度从 43.8%(丽水)到 101.65%(嘉兴)不等。

4.2 耦合协调度分析

根据式(8)~式(10)计算 2005—2019 年浙江省 11 个地级市高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调度, 计算结果见表 5。

基于表 5 的计算结果对浙江省高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调度进行分析。

4.2.1 时序演变分析

根据前文确定的耦合协调类型评价标准, 绘制 2005—2019 年浙江省 11 个地级市高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调类型时序演变图(图 4)。从图 4 中可以看出, 样本期内, 浙江省高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调水平不断提升, 耦合协调类型由“失调”向“协调”不断优化, 具体表现在以下几方面。

(1) 浙江省耦合协调度均值逐年递增。全省耦合协调度均值从 2005 年的 0.452 增加至 2019 年的 0.559, 增幅达到 23.7%, 整体耦合协调类型由“濒临失调衰退”进入“勉强协调发展”。

(2) 11 个地级市耦合协调类型不断“高级化”。2005 年, 11 个地级市中, 4 个地级市的耦合协调类

表 5 2005—2019 年浙江省 11 个地级市高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调度

年份	杭州	宁波	嘉兴	湖州	绍兴	舟山	温州	金华	衢州	台州	丽水
2005	0.799	0.581	0.411	0.390	0.423	0.434	0.418	0.444	0.338	0.350	0.388
2006	0.806	0.584	0.420	0.403	0.437	0.453	0.428	0.453	0.340	0.359	0.405
2007	0.813	0.595	0.438	0.411	0.452	0.470	0.437	0.469	0.342	0.368	0.439
2008	0.818	0.594	0.455	0.419	0.464	0.477	0.442	0.479	0.345	0.373	0.444
2009	0.832	0.605	0.465	0.426	0.474	0.475	0.444	0.489	0.345	0.380	0.441
2010	0.859	0.623	0.504	0.429	0.478	0.473	0.450	0.490	0.348	0.385	0.445
2011	0.872	0.642	0.519	0.434	0.485	0.478	0.450	0.495	0.353	0.389	0.450
2012	0.886	0.652	0.531	0.438	0.496	0.481	0.464	0.501	0.359	0.395	0.454
2013	0.895	0.660	0.548	0.442	0.526	0.484	0.477	0.505	0.364	0.396	0.458
2014	0.898	0.664	0.555	0.446	0.536	0.497	0.485	0.518	0.369	0.402	0.403
2015	0.917	0.679	0.538	0.469	0.558	0.501	0.492	0.433	0.373	0.412	0.460
2016	0.912	0.693	0.576	0.459	0.574	0.516	0.508	0.440	0.377	0.423	0.418
2017	0.905	0.697	0.583	0.460	0.579	0.503	0.511	0.515	0.393	0.430	0.415
2018	0.918	0.699	0.596	0.471	0.590	0.509	0.521	0.527	0.391	0.439	0.419
2019	0.920	0.704	0.604	0.480	0.591	0.519	0.538	0.532	0.399	0.444	0.420

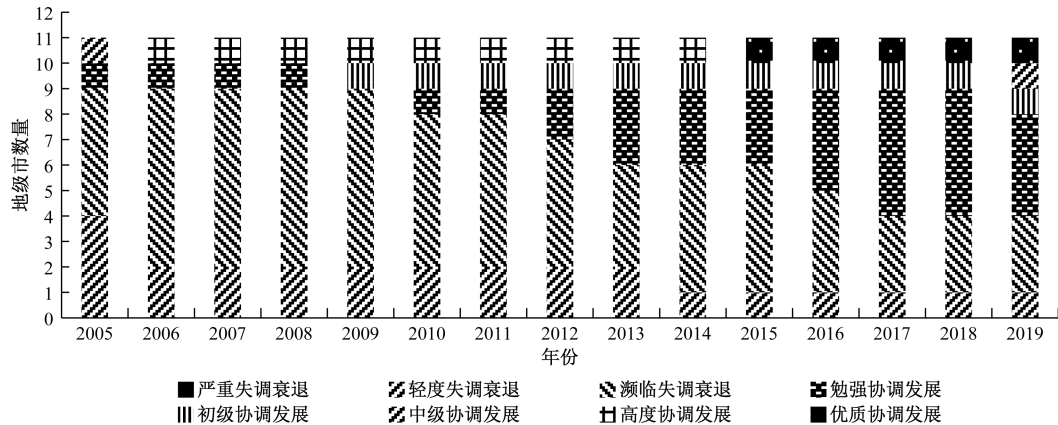


图 4 2005—2019 年浙江省 11 个地级市耦合协调类型演变情况

型属于“轻度失调衰退”(湖州、衢州、台州、丽水), 5 个属于“濒临失调衰退”(嘉兴、绍兴、舟山、温州、金华), 1 个属于“勉强协调发展”(宁波), 1 个属于“中级协调发展”(杭州)。到 2019 年, 11 个地级市中, 只有 1 个地级市的耦合协调类型属于“轻度失调衰退”(衢州), 3 个属于“濒临失调衰退”(湖州、台州、丽水), 4 个属于“勉强协调发展”(绍兴、舟山、温州、金华), 1 个属于“初级协调发展”(嘉兴), 1 个属于“中级协调发展”(宁波), 1 个属于“优质协调发展”(杭州), 除衢州外, 全部实现了耦合协调类型的“升级”, 且衢州 2019 年的耦合协调度为 0.399, 非常接近“升级”的临界值 0.4。

(3) 地区间耦合协调度差异化加剧。从样本期内耦合协调度的增长速度来看, 增速最快的地级市为嘉兴, 增幅达 46.9%, 增速最慢的为丽水, 增幅为 8.2%, 两地区增幅差异性明显, 最直接的后果就是反映在两地区耦合协调类型的巨大差异上, 同样的问题在省内其他 9 个地级市不同程度存在。

4.2.2 空间分布格局

选取 2005 年、2010 年、2015 年和 2019 年浙江省 11 个地级市的高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调度数据, 绘制 4 个年份的空间分布格局演化表(表 6)。从表 6 中可以看出, 浙江省高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调水平呈现“极化与均衡并存”“中心与边缘梯度分异”的空间分布格局, 具体表现在以下两方面。

(1) 单极化向多中心、扁平化发展的格局初现。2005 年, 浙江省以杭州为极点的单极化空间分布特征显著, 杭州的耦合协调度是唯一位于可接受区间的地级市(中级耦合协调), 其他地级市均位于过渡区间(勉强协调发展: 宁波; 濒临失调

衰退: 嘉兴、绍兴、舟山、温州、金华)或不可接受区间(轻度失调衰退: 湖州、衢州、台州、丽水), 地区间耦合协调类型出现断层。2010 年, 耦合协调度进入可接受区间的地级市增加至 2 个(杭州、宁波), 进入过渡区间的地级市增加至 7 个(嘉兴、湖州、绍兴、舟山、温州、金华、丽水), 位于不可接受区间的地级市减少至 2 个(衢州、台州), 但是, 地区间耦合协调类型出现断层的现象仍然存在。2015 年, 杭州的耦合协调度进一步提升, 进入优质协调发展阶段。进入过渡区间的地级市增加至 8 个, 位于不可接受区间的地级市进一步减少至 1 个(衢州)。2019 年, 耦合协调度进入可接受区间的地级市增加至 3 个, 分别是杭州(优质协调发展)、宁波(中级协调发展)、嘉兴(初级协调发展), 其他地级市的耦合协调度均有不同程度的提高, 地区间的相对差距缩小, 绍兴、舟山、温州和金华进入勉强协调发展阶段, 浙江省以杭州为极点的单极化格局向以杭州、宁波、嘉兴为中心的多中心、扁平化发展格局转变。

(2) 中心区域与边缘区域梯度化分异明显。总体上看, 浙江省高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调度从杭州、宁波、嘉兴等中心区域向边缘区域递减的非均衡性特征凸显, 大致呈现出“浙东北-浙西南”的梯度化差异。自 2010 年开始, 3 个中心区域的耦合协调度一直位于浙江省的前 3 名, 2010 年, 中心区域的耦合协调度均值为 0.662, 边缘区域的均值为 0.437, 两者相差 0.225。2015 年, 中心区域与边缘区域的均值分别为 0.711 和 0.462, 差值扩大至 0.249。到 2019 年, 耦合协调度均值分别变为 0.743 和 0.490, 差值进一步扩大至 0.253。中心区域与边缘区域的耦合协调度差值扩大, 地区间梯度化差异明显。

表 6 2005 年、2010 年、2015 年、2019 年浙江省耦合协调度空间分布演化

耦合协调度	2005 年	2010 年	2015 年	2019 年
0.0~0.3	—	—	—	—
0.3~0.4	湖州、衢州、台州、丽水	衢州、台州	衢州	衢州
0.4~0.5	嘉兴、绍兴、舟山、温州、金华	湖州、绍兴、舟山、温州、金华、丽水	湖州、温州、金华、台州、丽水	湖州、台州、丽水
0.5~0.6	宁波	嘉兴	嘉兴、绍兴、舟山	绍兴、舟山、温州、金华
0.6~0.7	—	宁波	宁波	嘉兴
0.7~0.8	杭州	—	—	宁波
0.8~0.9	—	杭州	—	—
0.9~1.0	—	—	杭州	杭州

5 结论与政策建议

5.1 结论

基于 2005—2019 年浙江省 11 个地级市的面板数据,运用耦合协调度模型,考察了浙江省高等教育集聚和区域创新能力的耦合发展情况,探究了两者耦合协调的时序演变及空间格局,得到以下结论。

(1)浙江省高等教育集聚综合发展指数总体呈现“波动上升”的发展态势,但 11 个地级市的发展情况并不完全一致。全省的高等教育集聚综合发展指数均值从 2005 年的 0.28 波动上升至 2019 年的 0.289,总体呈上升态势,但上升幅度不大。嘉兴、湖州、绍兴、舟山、温州、金华、衢州和台州综合表现为波动上升的发展类型,杭州、宁波和丽水则综合表现为波动下滑的发展类型。

(2)浙江省区域创新能力综合发展指数呈现“持续上升”的发展态势,且 11 个地级市发展态势趋于一致。全省的区域创新能力综合发展指数均值从 2005 年的 0.181 持续增长至 2019 年的 0.395,增幅 118.2%。具体到 11 个地级市而言,2005—2019 年各地区均实现了 71.9%~159.3%不等的增幅,增幅较大,但地区间的增幅差异表现明显。

(3)浙江省高等教育集聚与区域创新能力的耦合协调度“持续上升”,呈现整体均衡发展 with 区域梯度化发展的空间格局。浙江省耦合协调度均值从 2005 年的 0.452 提升至 2019 年的 0.559,增幅 23.7%,全省耦合协调类型由“濒临失调衰退”进入“勉强协调发展”阶段。整体均衡发展格局表现在随着 11 个地级市耦合协调度的持续提升,地区间的相对差距不断缩小,以杭州为极点的单极化格局向以杭州、宁波、嘉兴为中心的多中心、扁平化发展格局转变。区域梯度化差异主要表现在 11 个地级市

耦合协调度的绝对差距客观存在。2019 年,杭州的耦合协调度进入“优质协调发展”阶段,宁波进入“中级协调发展”阶段,嘉兴为“初级协调发展”阶段,绍兴、舟山、温州和金华均为“勉强协调发展”阶段,其他 4 个地区均处于“失调衰退”阶段,省内各地区耦合协调度的发展呈明显梯度化,浙东北-浙西南的梯度化分异明显。

5.2 政策建议

基于上述结论,为了更好地解决高等教育与区域创新两者的发展错位问题,提出以下政策建议。

(1)加强区域合作,促进协同发展。应注重建立不同区域高等教育集聚与区域创新系统间的交互促进网络,加强杭州、宁波、嘉兴等中心区域对衢州、丽水等边缘区域的辐射带动作用,拓宽两类地区在高等教育、技术创新等方面的合作领域,畅通合作渠道,缩小地区间的耦合协调度差异,促进各地区高等教育集聚与区域创新能力的协同发展,提升浙江省的整体耦合协调水平。

(2)发挥地区优势,因地制宜施策。各地级市应根据本地区的实际情况,准确识别阻碍因素,结合区位优势,因地制宜制定差别化的发展政策。对于衢州、台州等高等教育滞后区,地方政府应在大力促进高等教育发展方面,采取有效措施,加大地方财政的教育支出、引进国内外优质高等教育资源、培育特色优势学科等,提升高等教育发展水平。对于舟山、丽水等区域创新能力滞后区,则应采取突出企业的创新主体地位、加大对企业的技术创新投入、加大地方财政的科技支出、综合运用财税政策激发企业创新活力、强化知识产权保护等措施,增强区域创新能力。

(3)强化政府引导,加大资源投入。各级政府应积极推进创新驱动发展战略、科教兴国战略,促进高等教育发展水平和区域创新能力的持续提升。高等教育的发展高度依赖政府资源的投入,而科技创新,尤其是基础创新,由于其具有投入大、正外部性强等特点,也需要政府财政的有效介入。因此,地方政府应强化引导作用,加大资源投入力度,促进高等教育集聚水平和区域创新能力的进一步发展。

参考文献

- [1] 吴过. 高等教育对国家科技创新发展的影响:来自发达国家的经验证据[J]. 科技和产业, 2023, 23(12): 146-152.
- [2] 中华人民共和国教育部. “十三五”高等教育取得突破性进展[EB/OL]. (2020-12-04)[2024-06-01]. <http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2020/52717/mtbd/202012/>

- t20201204_503404.html.
- [3] 夏泽翰, 郑志强, 乔瑟普·玛利亚·加雷尔, 等. 科技创新与高等教育可持续发展(笔谈)[J]. 中国高教研究, 2024(12): 6-11.
- [4] 汪树坤, 赵婷婷. 我国区域高等教育发展水平与科技创新效率的耦合协调关系及空间溢出效应[J]. 教育与经济, 2024, 40(6): 37-47.
- [5] 卓泽林. 高等教育参与国际科技创新中心建设的全球视野与中国行动[J]. 比较教育研究, 2024, 46(10): 42-51, 102.
- [6] 柳翔浩. 高等教育融入国家科技创新体系: 途径、机制与政策支持[J]. 教育研究, 2018, 39(9): 113-121.
- [7] 钟之阳, 周欢. 区域创新系统视角下高等教育投入对区域科技创新效率影响研究[J]. 江苏高教, 2018(10): 29-34.
- [8] 张丽华, 侯胜, 王一帆. 金融发展、高等教育与资源型区域科技创新能力[J]. 经济问题, 2019(10): 95-102.
- [9] 王琦, 陶秋燕, 李廷洲. 文理科大学质量差异对区域创新的影响: 基于高等教育质量差异视角的实证分析[J]. 经济经纬, 2020, 37(2): 27-35.
- [10] 刘延松. 高等教育创新动力研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2005.
- [11] BROWN R. Mission impossible? entrepreneurial universities and peripheral regional innovation systems[J]. *Industry & Innovation*, 2016, 23(2): 1-17.
- [12] 王家庭, 谢郁, 倪方树, 等. 高等教育资源集聚对提升区域创新能力的影响研究[J]. 创新, 2016, 10(5): 39-48.
- [13] 顾拓宇. 区域创新体系建设与区域高等教育一体化探论[J]. 科技管理研究, 2019, 39(11): 29-34.
- [14] 刘海龙, 安芷莹, 王焕珂, 等. 京津冀城市群县域城市韧性与创新效率耦合协调时空演变及影响因素的空间异质性[J]. 地理研究, 2025, 44(2): 577-602.
- [15] 石曼丽. 高等教育集聚对区域创新效率的溢出效应研究[J]. 重庆高教研究, 2024, 12(3): 38-53.
- [16] GUAN J C, CHEN K H. Modeling the relative efficiency of national innovation systems[J]. *Research Policy*, 2012, 41(1): 105-121.
- [17] 陈凯华, 寇明婷, 官建成. 中国区域创新系统的功能状态检验: 基于省域 2007—2011 年的面板数据[J]. 中国软科学, 2013(4): 79-98.
- [18] 熊璞, 李超民. 中国区域创新能力空间差异的新解释: 基于高等教育集聚的视角[J]. 管理现代化, 2021, 41(6): 42-48.
- [19] 何宜庆, 童静, 王丹萸. 高等教育空间集聚、要素流动与区域创新绩效: 基于分位数回归分析[J]. 教育学术月刊, 2019(4): 12-20.
- [20] 王丹萸. 高等教育集聚、区域创新绩效对产业结构升级的影响分析[D]. 南昌: 南昌大学, 2018.
- [21] 陈书玉. 高等教育集聚程度对高等院校创新能力的影响[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2019.
- [22] 戴毅. 高等教育集聚对经济增长的影响[D]. 南昌: 江西财经大学, 2020.
- [23] 刘程军, 周建平, 蒋建华, 等. 区域创新与区域金融耦合协调的格局及其驱动力: 基于长江经济带的实证[J]. 经济地理, 2019, 39(10): 94-103.
- [24] 王文静, 刘诗琳. 金融集聚与区域创新能力耦合协调研究[J]. 经济问题探索, 2020(1): 147-155.
- [25] 梁雯, 许丽云, 司俊芳. 农业与物流业耦合协调发展研究: 基于中国省际面板数据的实证分析[J]. 经济与管理评论, 2018, 34(5): 150-161.
- [26] 宗鑫, 杨浩. 新型城镇化与城市低碳发展时空耦合关系及驱动力因素分析[J]. 生态经济, 2021, 37(4): 80-87.

Coupling and Coordinated Development and the Spatial-temporal Evolution between Higher Education Agglomeration and Regional Innovation: An Empirical Analysis Based on Zhejiang Province

XIONG Pu¹, LI Chaomin²

(1. Department of Business Administration, Shanghai University of Finance and Economics Zhejiang College, Jinhua 321015, Zhejiang, China;

2. Institute of Public Policy and Governance, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

Abstract: Drawing on the coupling theory in physics, the coupling and coordinative mechanism of higher education agglomeration and regional innovation was analyzed, an evaluation index system of the two was established. Using the coupling coordination model to measure the coupling coordination degrees of the 11 cities in Zhejiang Province from 2005 to 2019, the spatial-temporal evolution process was analyzed by using spatial statistical tools. The results show that from 2005 to 2019, the comprehensive development index of higher education agglomeration in Zhejiang Province presented a fluctuating upward trend, and the comprehensive development index of regional innovation showed a spiral upward trend, higher education and regional innovation ability in Zhejiang Province has undergone an overall development, but there is an imbalance in the 11 cities. The coupling coordination degree of higher education agglomeration and regional innovation in Zhejiang Province is generally on the rise, the overall coupling coordination types was “near maladjustment and decline” in 2005, while the types became “grudging coordinated development” in 2019. The coupling coordination development level of higher education agglomeration and regional innovation in Zhejiang Province presented the spatial pattern of “coexistence of polarization-balance” and “obvious gradient differentiation of center-periphery”, the single-polarization pattern with Hangzhou as the pole transferred to the multi-center pattern with Hangzhou, Ningbo, Jiaxing as the centers, presents a gradient difference between northeast Zhejiang and southwest Zhejiang. Based on this, some countermeasures and suggestions are put forward for the coordinated development of higher education agglomeration and regional innovation in Zhejiang Province.

Keywords: higher education agglomeration; regional innovation ability; coupling and coordination degree; spatial-temporal evolution