

# 我国医药企业产学研合作的社会网络分析

## ——以 176 家上市公司为例

王兴秀<sup>1</sup>

(1 长春大学 管理学院, 长春 130022;

2 吉林省人体健康状态辨识与机能增强重点实验室, 长春 130022)

**【摘要】:** 在手工收集我国 176 家医药上市公司 1992—2019 年产学研合作数据的基础上, 利用社会网络分析方法对合作网络的时空演化过程进行刻画和分析, 探讨发展规律。研究表明: 我国医药企业产学研合作网络规模稳步增长, 网络密度较低; 网络结构呈现去中心化趋势, 合作模式趋于固定化; 区域内部合作比例下降, 跨区域合作具有小世界特点; 区域合作发展不平衡, 应进一步提高区域协同创新能力。

**【关键词】:** 医药企业 产学研合作 社会网络分析

### 0 引言

随着国民生活水平的提高以及人口老龄化的到来, 与健康相关的需求日益旺盛。医药企业承担保障人们健康的重大使命, 提升其技术创新能力具有重要的战略意义。但是, 相比于跨国医药巨头, 我国医药企业技术创新整体水平较低, 研发强度不高, 具有自主知识产权的新药数量较少<sup>[1]</sup>。此外, 医药企业创新风险高, 因为专利药和创新药的研发费用高、周期长、成功率低<sup>[2]</sup>。在此背景下, 医药企业大多与高校、科研院所、医院等进行合作创新, 构建产学研合作网络。

国内外学者对医药企业合作创新的研究集中于合作现状、合作绩效的影响因素等方面。Owen-Smith 等(2002)采用网络可视化方法对欧美生命科学产业与公共研究组织之间的合作进行比较, 指出美国合作网络具有较高的多样性, 其基础科学和临床发展紧密结合, 而欧洲合作网络更倾向于区域专业化<sup>[2]</sup>。吴慧和顾晓敏(2017)以 2016 年上海市医药制造业产学研合作为研究对象, 提出网络行动者属性有利于创新绩效提升, 小世界特性则削弱创新绩效<sup>[3]</sup>。赵杨升等(2019)对 1985—2016 年医药制造业专利合作进行分析, 指出大企业参与合作的带头作用不明显, 合作多为从属关系<sup>[4]</sup>。

上述研究具有重要参考价值, 但缺乏对我国医药企业产学研合作网络的时空演化分析。本研究选取 176 家医药上市公司作为研究对象, 手工收集其 1992—2019 年的专利合作数据, 采用 UCINET 软件分阶段进行刻画, 分析其时空演化特征, 探讨发展规律及存在的问题, 并提出相关建议。

---

**作者简介:** 王兴秀, 管理学博士, 长春大学管理学院讲师, 吉林省人体健康状态辨识与机能增强重点实验室成员, 研究方向: 联盟网络与创新。

**基金项目:** 吉林省教育厅“十三五”科学研究规划项目——“社会网络视阈下吉林省医药生产企业创新生态系统测度、评价及发展研究”(项目编号: JJKH20200596SK; 项目负责人: 王兴秀)成果之一; 长春大学春蕾项目——“跨制度联盟网络对企业创新的影响机制——以大健康产业为例”(项目编号: SKC201901; 项目负责人: 王兴秀)成果之一

## 1 样本选择与数据处理

本文数据来源于中国国家知识产权局专利检索与分析系统。研究对象为 176 家医药制造上市公司,包括江苏恒瑞医药股份有限公司、上海复星医药(集团)股份有限公司等。检索时间限定为 1992 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日,检索方式为常规检索。整理 176 家医药上市公司与其他行为主体联合申请专利的数据,最终得到 1043 次合作事项。

在数据处理过程中,首先采集和整理上市公司和合作伙伴的所属区域、类型等基本信息。而后运用社会网络分析软件 UCINET6.212 软件构建专利合作网络,即将参与合作的主体设为节点,合作事项设为边,分阶段绘制 1992—2019 年的合作网络图,并计算出整体网络各项指标,从而分析动态演化特点。最后,按合作主体所属的省级地理位置进行分类,以地理位置为节点,合作事项为边,绘制跨区域合作网络,并计算网络指标,进而分析合作的空间演化特点。

## 2 分析结果

### 2.1 总体情况

从 1992—2019 年,医药上市公司参与 1043 次合作,合作申请 3998 项专利。最早的产学研合作为 1992 年丽珠医药集团股份有限公司与中国药科大学合作申请 1 项发明专利。依据图 1,可将医药上市公司产学研合作划分为 1992—2001 年、2002—2006 年、2007—2012 年和 2013—2019 年 4 个阶段。第一阶段年均合作专利申请量为 5 项,参与合作的上市公司年均 2.4 家。第二阶段年均专利申请量为 58.8 项,其峰值为 2005 年,其专利申请量为 104 项,年均 12.2 家上市公司参与合作。第三阶段年均合作专利申请量为 192.83 项,参与合作的上市公司年均 29.5 家。第四阶段年均专利申请量为 360.14 项,年均 44.29 家上市公司参与合作。

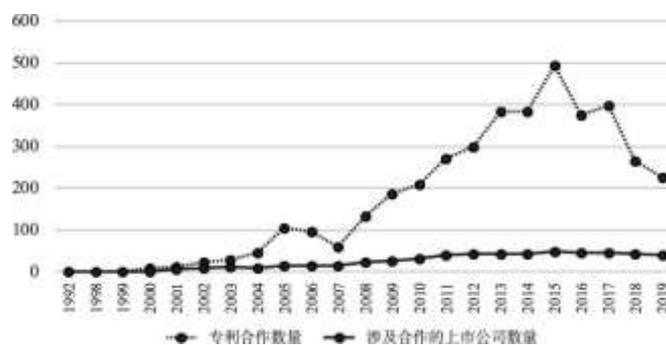


图 1 我国医药上市公司产学研合作概况

### 2.2 医药上市公司产学研合作网络结构演化过程

在合作网络中,节点为专利申请人,边代表合作关系。节点越大表明与其合作的主体越多,边越粗表示合作频率越高。图 2 中的节点由上市公司、其他企业、高校、科研院所、医院、个人及其他机构构成。节点的形状代表专利申请人所属类型,其中圆形为上市公司,正方形是高校,圆角正方形为科研院所,三角形是其他企业,菱形为医院,加号代表个人及其他机构。

在 1992—2001 年,医药上市公司主要与高校及科研院所合作,其中恒瑞医药是网络重要节点。此阶段整体网络结构较为松散,参与合作的上市公司及相关企业较少。在 2002—2006 年,合作网络规模具有小幅增长,网络结构较为紧密,合作主体类型较为多样化,除高校、科研院所外,以上市公司子公司为代表的其他企业、医院和个人是重要的合作对象。大部分上市公司合作网络开始融合,例如华海药业、海正药业、恒瑞医药等均属于同一大型的复杂网络,其中浙江大学、中国药科大学等高校处于重要节点。

另外,以复星医药集团为代表的部分上市公司形成独立的合作网络。在 2007—2012 年,合作规模大幅度扩张,参与的主体数量成倍增长,主体类型趋于稳定,上市公司的子公司为主要合作对象。网络结构多样化,新和成、华海药业与浙江大学、上海医药工业研究院等组成复杂合作网络。除开放星型网络外,还出现封闭二方组(dyad)、三方组(triad)和 5 点网络。在 2013—2019 年,参与合作上市公司为 99 家,占总体的比例为 56%,网络规模大幅增长,网络结构更为复杂。其中以东阿阿胶、新和成为代表的上市公司,以浙江大学为代表的高校在网络中处于重要位置。大部分上市公司均已形成独立合作网络,呈现两种合作模式:一为依赖大量子公司或关联公司形成的内向型创新模式,典型代表为凯莱英医药集团和复星医药集团;二为依赖不同类型合作伙伴形成的外向型创新模式,典型代表为新和成和东阿阿胶。大部分采用外向型创新模式的公司融入整体网络。

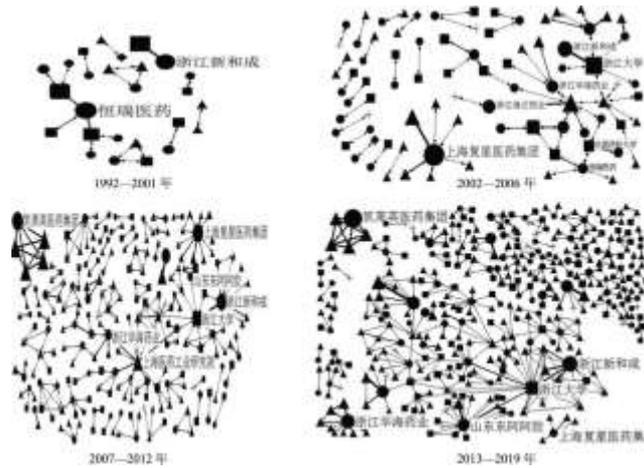


图 2 医药上市公司产学研合作网络结构演化

合作网络规模不断扩大,合作主体从 26 个增至 383 个。网络传递性呈现先下降后上升的趋势,网络资源转移和信息扩散的便利性不断提高。网络密度由 0.09 下降至 0.05,网络成员联系呈现松散态势。网络关联度呈上升态势,第二阶段达到最大值,网络的凝聚力高。各阶段网络效率均高于 0.9,信息传递效率较高。网络聚类系数从 0.67 上升至 12.97,网络中平均局部密度增加。网络的平均距离整体呈现增长态势,连接 2 点之间的最短路径的平均长度均大于 1。网络连通子图和最大连通子图数量呈现增长趋势,网络朝着更为连通的方向演化<sup>[5]</sup>。见表 1。

表 1 产学研合作网络结构特征

年份		1992—2001	2002—2006	2007—2012	2013—2019
规模		26	85	226	383
传递性		40%	2.70%	28.41%	25.85%
密度		0.09	0.08	0.07	0.05
关联性	关联度	0.12	0.23	0.11	0.15
	效率	0.91	0.99	0.99	0.99
小世界分析	聚类系数	0.67	0.33	6.48	12.97
	平均距离	1.07	1.21	1.10	1.15

连通子图	数量	9	20	50	69
	最大连通	8	40	73	153
	子图规模				

### 2.3 医药上市公司产学研合作网络空间演化过程

#### 2.3.1 区域内部合作演化分析

第一阶段 10 个地区参与合作,集中在东部且合作次数相对较少,其中广东、江苏等区域有内部合作。第二阶段 18 个地区参与合作,江苏、浙江和上海的合作次数急剧增加,其中广东、江苏等 8 个地区存在内部合作,内部合作比例呈下降趋势。在第三和第四阶段,参与合作地区扩展至除青海、澳门和台湾外的 31 个省市自治区。区域合作模式演变具有 3 种类型。第 1 类内部合作比例不断上升,典型代表为天津、云南等,可能的原因为区域边界对合作产生较强的影响,或区域内合作资源逐渐丰富,跨区域合作成为次优选择。第 2 类内部合作比例呈下降趋势,由内部合作转为外部合作。第 3 类内部合作比例变化不大,可进一步细分为 3 种情况:一为内部合作比例始终较低,典型代表为上海、北京等,该地区地理边界对合作影响较弱,或它们在其他地区合作的最佳选择;二为不存在内部合作关系,例如海南、吉林等,主要依赖于外部合作;三为内部合作比例相对较高,例如浙江,可能内部资源丰富的同时也积极参与跨区域合作,如图 3 所示。

#### 2.3.2 跨区域合作网络演化分析

在跨区域合作网络中,节点为地区,边代表合作关系。节点越大指与其合作的地区越多,边越粗则为合作频率越高。节点形状表示合作地区所属类型,其中圆形为东部地区,正方形为中部地区,三角形为西部地区。在第一阶段,参与合作地区较少,网络规模较小,集中在东部地区,例如浙江、江苏等。网络分化是分别以北京和上海为核心的两个独立网络,其中上海与浙江合作紧密,北京与天津、江苏合作紧密。在第二阶段,参与合作地区扩展为 18 个,除东部外,中部和西部也加入合作。河南和湖北形成二方组。其他地区构建了一个以上海、浙江为核心节点的复杂网络。

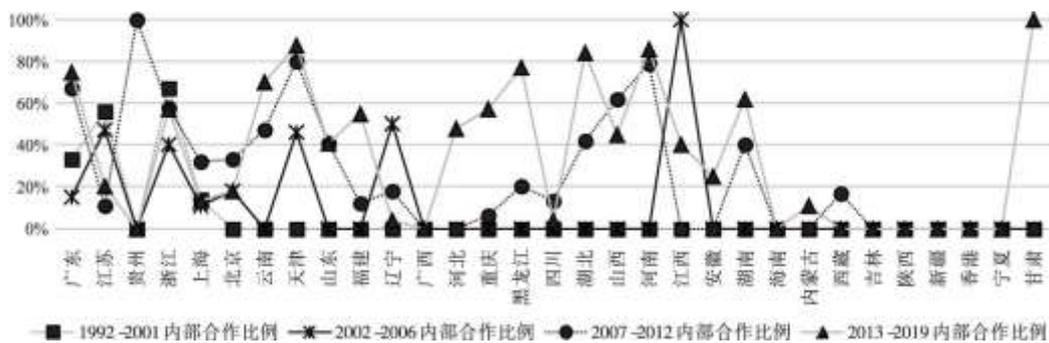


图 3 医药上市公司区域内部产学研合作所占比例

其中上海与浙江、重庆合作频繁。在第三阶段,参与合作的地区扩张为 27 个,网络较为紧密,各地区通过网络均可达。这个阶段上海、浙江和江苏是合作网络的重要节点,其中上海与江苏、浙江合作紧密,天津、辽宁和吉林合作频繁,北京占据结构洞位置。在第四阶段,合作规模继续增长,网络结构更为紧密。此阶段合作网络呈现多中心趋势,其中上海、江苏等东部地区占据中心位置,中部和西部则处于边缘。中心节点之间联系密切,其中上海与江苏、浙江联系密切,浙江与山东联系频繁,吉林、辽宁和天津相互联系紧密,见图 4。

跨区域合作网络规模由 10 个扩张为 30 个。网络传递性从 0 增长至 40.55%，网络的传递性不断增强，有利于合作资源的快速传递<sup>[5]</sup>。网络密度和关联性呈现上升态势，网络成员之间联系日趋紧密，网络凝聚力也不断增强。随着网络规模的变大，网络效率虽有所下降，但均高于 0.86，整体效率处于较优的水平。在前 3 个阶段，网络聚类系数和平均距离不断增加，而第 4 个阶段，聚类系数继续增长，平均距离有所下降，且第 3 和第 4 阶段网络行动者之间除甘肃外均可达，网络逐渐呈现小世界特点。网络的连通子图除第 3 阶段外，均为 2 个，大部分地区位于最大连通子图中。见表 2。

表 2 跨区域合作网络结构特征

年份		1992—2001	2002—2006	2007—2012	2013—2019
网络规模		10	18	27	30
传递性		0.00%	25.00%	22.62%	40.55%
网络密度		0.33	1.20	2.00	2.95
网络关联	关联性	0.47	0.60	1	0.93
	效率	1	0.90	0.93	0.87
小世界分析	聚类系数	0	3.909	10.803	12.196
	平均距离	1.29	1.519	3.51	1.86
连通子图	数量	2	2	1	1
	最大连通子图规模	6	14	27	29

### 3 讨论

#### 3.1 产学研合作网络规模稳步增长，网络密度较低

网络规模稳步增长说明我国医药上市公司对产学研越来越重视，专利合作积极性不断提高。一方面，《专利法》《药品注册管理办法》等法律法规不断完善<sup>[4]</sup>，使得药品知识产权保护力度进一步加强，且政府对药品研发提供补助，鼓励医药企业创新；另一方面，我国医药市场开放程度不断提高，医药企业竞争日益激烈，推动产学研合作。但是，合作网络的密度较低，节点间联系不强，合作网络范围需进一步拓宽。医药上市公司应与不同类型的合作对象建立持续合作关系，提高合作广度和深度。

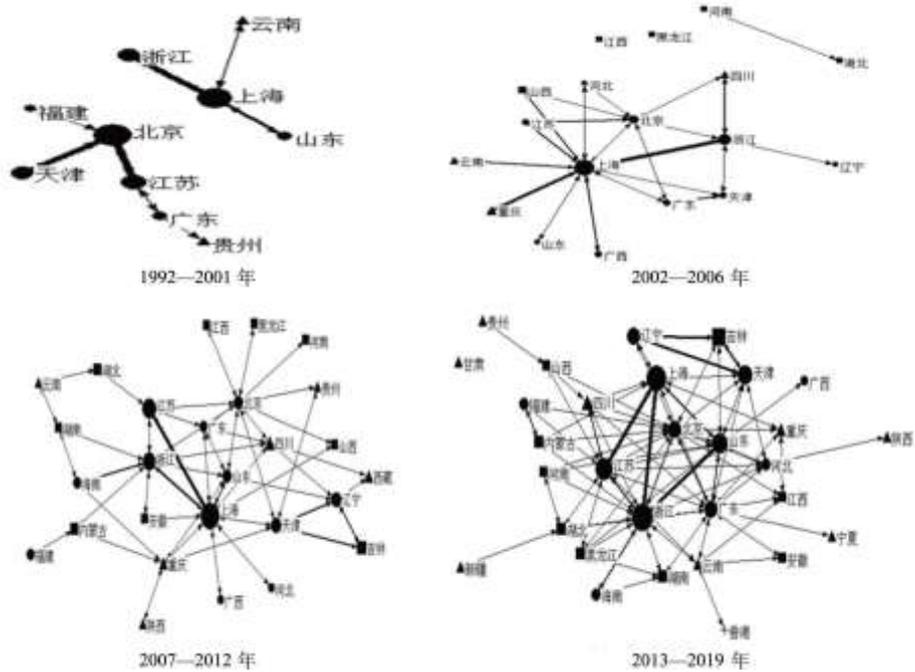


图 4 医药上市公司产学研跨区域合作网络

### 3.2 合作网络结构去中心化, 合作模式趋于固定化

结合合作网络密度、关联度和效率可知,合作网络整体呈现去中心化趋势。这种网络结构权力与信息较为分散,行动者地位较为平等,不易受个别行动者的影响<sup>[6]</sup>。合作网络由依赖高校、科研院所的松散网络演化为多种合作模式并存的多中心网络,这将进一步促进企业创新。但是,随着网络演化,由于合作惯性的影响,合作模式较为固定,且医药上市公司与子公司或关联公司形成封闭网络的现象非常普遍。这一内向型合作模式在创新资源获取等方面具有局限性,这些公司应尝试外向型合作模式,提高创新质量。

### 3.3 区域内部合作比例下降, 跨区域合作具有小世界特点

大部分地区内部合作比例呈下降趋势,外部合作范围不断扩大,跨区域合作成为医药上市公司合作的常态,表明医药产学研合作受到地理边界限制较小,这主要得益于交通、通信等技术的发展。跨区域合作网络从小规模松散网络演化为东中西地区共同参与的小世界网络,网络密度不断提高,区域间联系日益增强。不过,我国医药上市公司与国外组织进行产学研合作较少,应注重与国外知名药企、大学、科研机构等建立合作关系,提高国际合作水平。

### 3.4 区域合作发展不平衡, 协同创新需加强

在跨区域产学研合作网络中东部地区位于网络中心,中西部地区则处于网络边缘,东部地区合作规模大,中西部地区合作规模小,区域合作发展不平衡。中西部地区的医药上市公司应勇于打破区域限制,积极加强与其他区域的合作,融入东部创新圈。中西部地区的地方政府应积极创造条件,出台政策,提高创新补贴,鼓励区域内医药制造企业参与合作,缩小与东部地区的差距。在企业与政府的共同努力下,提高协同创新水平。

### 参考文献:

- 
- [1]王文涛, 付剑峰, 朱义. 企业创新、价值链扩张与制造业盈利能力——以中国医药制造企业为例[J]. 中国工业经济, 2012(4):52-64.
- [2]OWEN-SMITH J, RICCABONI M, PAMMOLLI F, et al. A Comparison of U.S. and European University-Industry Relations in the Life Sciences[J]. Management Science, 2002, 48(1):24-43.
- [3]吴慧, 顾晓敏. 产学研合作创新绩效的社会网络分析[J]. 科学学研究, 2017, 35(10):1578-1586.
- [4]赵杨升, 徐俐颖, 褚淑贞. 我国医药制造业专利合作发展研究与分析[J]. 药学进展, 2019(8):621-627.
- [5]HANNEMA R, RIDDLE M. 'Concepts and measures for basic network analysis', in The sage handbook of social network analysis[M]. London: SAGE Publications, 2014:340-369.
- [6]刘军. 整体网分析讲义: UCINET 软件实用指南[M]. 上海: 上海人民出版社, 2014.