基于熵值法的长三角地区生物医药产业集群竞争力分析

Competitiveness Analysis of Pharmaceutical Industry Cluster in the Yangtze River Delta Based on Entropy Method

张琪绮[1,2]，卜琳麟[1,2]，苏　红[2*]

（1. 中国医药工业研究总院，上海 201203；2. 中国医药工业信息中心，上海 200040）

ZHANG Qiqi[1,2], BU Linlin[1,2], SU Hong[2*]

（*1. China State Institute of Pharmaceutical Industry, Shanghai 201203;*
2. China National Pharmaceutical Industry Information Center, Shanghai 200040）

摘要：为探究符合长三角地区生物医药产业的发展思路，在区域一体化背景下，将长三角三省一市作为研究样本，并结合生物医药产业的自身特征，从规模、竞争、创新、成长 4 个方面，构建长三角地区生物医药产业集群竞争力评价指标体系，并运用熵值法对数据进行处理，分析 2014—2018 年长三角地区生物医药产业竞争力水平。结果显示，创新对长三角地区生物医药产业集群竞争力的影响最大，上海各项竞争力均位居第一，其次是江苏、浙江，安徽竞争力稍逊一筹，需重点关注。建议结合长三角一体化发展政策环境和产业发展趋势，发挥上海龙头带动作用，苏浙皖在错位发展的基础上深化协助，从而促进长三角地区生物医药产业集群竞争力提升。

关键词：生物医药产业；产业集群竞争力；熵值法

中图分类号：R95　　**文献标志码**：C　　**文章编号**：1001-8255(2022)05-0754-06

DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2022.05.024

随着新一轮科技革命和产业变革的深入发展，生物医药成为我国着力打造的重要战略科技力量。生物医药产业作为公认的朝阳产业和国际化高技术产业，与国家稳定、国民健康以及经济发展密切相关，越来越受到重视。产业集群是具有竞合关系，在某一特定领域内互相联系的、在地理位置上集中的公司和机构集合，其发展情况是考察地区产业发展水平的重要指标[1]。长三角地区生物医药产业集群作为我国产业集群的代表，在中国社会经济发展中具有举足轻重的地位。而在长江三角洲区域一体化发展上升到国家战略层面的今天[2]，其生物医药产业也将在此背景下进行更为细化深入的协作。因此，通过建立指标体系研究长三角地区生物医药产业如何进行资源承接，从而促进整体产业结构调整具有重要意义。

收稿日期：2021-09-01

作者简介：张琪绮(1997—)，女，硕士研究生，专业方向：医药产业研究。

通信作者：苏　红(1981—)，女，副研究员，硕士生导师，从事医药产业研究。

E-mail：suhong@pharmadl.com

1　评价指标体系的构建

产业集群竞争力最早要追溯到 20 世纪 80 年代迈克尔波特教授的竞争力研究，而随着学术的发展，近年来产业集群竞争力的评价成为各界学者研究的热点。目前产业集群竞争力的评价研究有 2 种方式：一种以定向分析为主，剖析影响产业集群竞争力的因素，从而寻找影响产业集群的关键点[3—5]；另一种是基于数学模型的定量评价，将产业集群竞争力相关评价指标代入到数学模型中，根据数据结论进行竞争力剖析[6—8]。关于竞争力指标体系的构建，许多学者从不同角度选取变量，开展了广泛研究。孙冰等分别从规模、市场、效益、成长等方面，构建了区域高技术产业竞争力的评价指标体系，并同时实证了技术创新与产业竞争力的相关关系[9]。赖丽云从行业实力、行业效益、运营能力与市场绩效 4 个角度对区域产业竞争力进行评价[10]。续鸣等选取我国不同区域医药产业的产出规模、产出效率、技术创新、盈利能力的截面数据构建指标体系，比较产业竞争力的地域差异，分析形成原因[11]。叶琦林则结合区域特点，从创新投入、人才、产出、

活力、主体与环境 6 个方面评价上海生物医药产业竞争力[12]。

本研究在已有的相关研究基础上，根据科学性、系统性、针对性、可比性原则，结合生物医药产业集群发展的影响因素，对可获得的数据进行反复筛选，最终建立了评价长三角地区生物医药产业集群竞争力的指标体系。由于生物医药产业集群竞争力评价体系是一个综合而全面的概念，因此在选取指标时，既要遵循产业集群建立的基本原则，又要考虑到生物医药产业自身的特殊性，从不同层次选择指标。在现有文献以及听取有关专家意见的基础上，结合生物医药产业内涵与指标筛选原则，将生物医药产业竞争力设为第一层，即目标层；将评价体系中的 4 个基础要素作为一级指标（准则层），分别为规模、经营、创新和成长竞争力四方面；另外，各一级指标细化为 3 ～ 5 个二级指标（指标层），如表 1 所示。

表 1 指标体系的建立

Tab.1 Establishment of Indicator System

一级指标	二级指标
规模竞争力	企业数/个
	从业人员平均人数/万人
	年末资产总计/亿元
	百强企业数/个
经营竞争力	主营业务收入/亿元
	利润总额/亿元
	资本负债率/%
创新竞争力	研发(R&D)经费内部支出/万元
	研究人员折合全时人员当量/人年
	有研发机构的企业数/个
	有效发明专利数/件
	新产品开发项目数/项
成长竞争力	从业人员年平均增长率/%
	主营业务收入年平均增长率/%
	新项目数增长率/%
	专利数增长率/%
	融资增长率/%

规模竞争力是生物医药产业集群竞争力所有资源聚集的重点背景，对产业集群的建设起到了最基础的保障以及支撑作用；经营竞争力能够体现出产业集群的运营管理能力，反映了集群整体的协同效率与应对内外部突发风险的能力；创新竞争力是指产业集群拥有的核心技术或创新成果，拥有创新动力源才能实现其核心竞争力；成长竞争力是产业集群的前景反映，属于指标体系中“动”的部分，体现出一个产业集群的发展趋势以及潜在能力。

2 研究方法及数据来源

2.1 研究方法

在对拥有多个指标的体系进行综合评价时最先要做的就是对各指标赋予权重。确定指标权重有多种方式，最常用的如德尔菲法（专家咨询法）、变异系数加权法、层次分析法和熵值法等。相对于其他方法来说，熵值法以实际数据作为基础，更具备客观性以及可操作性，可利用数据的波动来反映该因素对于评价目标的重要程度。因此，本研究采用熵值法进行赋权。

2.2 数据来源

本研究实证分析数据均源于公开数据，以 2015—2019 年的《中国高技术产业统计年鉴》以及各地统计局信息为主。由于 2017 年公开数据存在缺失，故采用计算平均数的方式估计 2017 年数据。另外，由于产业集群具有复杂性，为方便比较分析，本研究将上海、江苏、浙江和安徽视作生物医药产业集群单位，它们共同组成了长三角生物医药产业集群。

3 结果与实证分析

3.1 权重指标的确定

用熵值法计算权重可分别求出各二级指标的信息熵值、信息效用熵从而得出权重（表 2）。权重值的大小可以反映出对应指标对于评价目标的重要度，其值一般为 0 ～ 1，数值越接近 1 就说明指标越重要，该指标的波动对评价结果的影响力就越大。

从表 2 中数据可见，在一级指标的权重（即二级指标的权重总和）中：创新 (0.332) > 规模 (0.237) > 经营 (0.234) > 成长 (0.196)，说明创新是对长三角生物医药产业集群竞争力起最主要影响的因素。在二级指标权重方面，处于前 3 位的是主营业务收入 (0.111 097) > 融资增长率 (0.103 748) > 从业人数 (0.087 078)。说明除了创新因素影响重要之外，企业的经营能力、对资本的吸引能力以及整个产业的

表 2　指标权重的确定

Tab.2　Determination of Index Weight

一级指标	二级指标	熵值	信息效用值	权重
规模竞争力	企业数/个	0.885 744	0.114 256	0.056 542
	从业人员平均人数/万人	0.824 039	0.175 961	0.087 078
	年末资产总计/亿元	0.914 195	0.085 805	0.042 462
	百强企业数/个	0.896 514	0.103 486	0.051 212
经营竞争力	主营业务收入/亿元	0.775 502	0.224 498	0.111 097
	利润总额/亿元	0.839 716	0.160 284	0.079 319
	资本负债率/%	0.911 528	0.088 472	0.043 782
创新竞争力	研发(R&D)经费内部支出/万元	0.858 504	0.141 496	0.070 022
	研究人员折合全时人员当量/人年	0.860 219	0.139 781	0.069 173
	有研发机构的企业数/个	0.861 162	0.138 838	0.068 707
	有效发明专利数/件	0.863 937	0.136 063	0.067 333
	新产品开发项目数/项	0.885 052	0.114 948	0.056 884
成长竞争力	从业人员年平均增长率/%	0.956 525	0.043 475	0.021 514
	主营业务收入年平均增长率/%	0.968 686	0.031 314	0.015 496
	新项目数增长率/%	0.966 725	0.033 275	0.016 467
	专利数增长率/%	0.920 859	0.079 141	0.039 164
	融资增长率/%	0.790 352	0.209 648	0.103 748

从业人员数（尤其是相关人才）这些细节因素也影响了生物医药产业的竞争力。生物医药产业有异于其他产业，产品的生产周期长，资本及人力投入巨大，同时对于技术的质量水平及更新速度要求都非常高，种种因素都使其受到高风险性挑战。综上所述，对于生物医药产业来说，结合区域自身的产业特点进行合理的战略规划以及定位布局有利于充分调动每个集群的产业竞争优势。

3.2　长三角地区生物医药产业集群竞争力综合分数

空间承载力是产业的基础保障，不同省市的地理面积基数不同会导致基数偏差。比如上海作为一个直辖市，和其他省份相比地域面积较小，而地域面积大的省份就会由于本身基数大、拥有较多资源而产生占有优势，对研究结果产生较大影响。为尽量消除这种偏差，本研究采用“得分 / 地域面积”来计算长三角地区生物医药产业集群每平方千米的竞争力分数。首先对其综合竞争力水平进行研究，具体结果如图 1 所示。

从图 1 中可以明显看出，在消除地理面积带来的误差后，上海生物医药产业集群的综合竞争力分数 5 年来始终位居第一，虽然波动幅度较大但遥遥领先于其他 3 个省份，且分数远高于平均值，充分反映了上海生物医药产业集群在长三角地区产业集群中的地位。江苏、浙江、安徽的综合竞争力分数

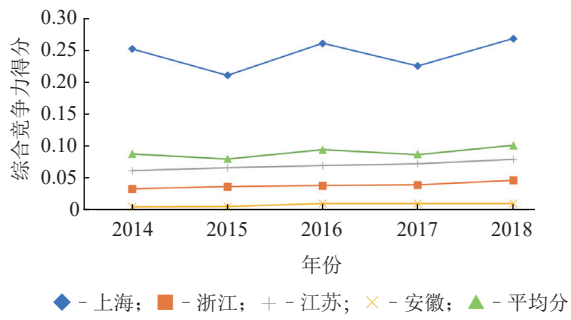


图 1　2014—2018 年江浙沪皖竞争力综合得分

Fig.1　Comprehensive Scores of Jiangsu, Zhejiang, Shanghai and Anhui from 2014 to 2018

波动较小并呈现出平稳上升的趋势，总体竞争力分数低于平均水平。江苏生物医药产业集群的综合竞争力水平虽位居第二，但与上海相比还有一定差距。浙江综合竞争力水平排名第三，平均分数低于 0.05。安徽每平方千米的综合竞争力水平最低，与平均分数相差较大，在长三角地区生物医药产业集群中处于劣势。为研究导致竞争力分数高低差异的具体原因，以及基于长三角一体化发展对集群整体布局提供参考，需要对详细指标再进行系统分析。

3.3　长三角地区生物医药产业集群竞争力综合评价

长三角地区生物医药产业集群竞争力的一级指标和二级指标的综合得分详见表 3、表 4。

表 3 江浙沪皖各一级指标综合得分

Tab.3 Scores of the First Level Indexes of Jiangsu, Zhejiang, Shanghai and Anhui

一级指标	省市				四省市5年平均分
	上海	浙江	江苏	安徽	
规模竞争力	0.632	0.014	0.020	0.003	0.134
创新竞争力	0.049	0.015	0.025	0.003	0.018
经营竞争力	0.045	0.006	0.017	0.001	0.014
成长竞争力	0.087	0.006	0.008	0.004	0.021

表 4 江浙沪皖各二级指标得分情况

Tab.4 Scores of the Secondary Indexes of Jiangsu, Zhejiang, Shanghai and Anhui

二级指标	省市			
	上海	浙江	江苏	安徽
企业数/个	0.000 4	0.002 5	0.005 0	0.001 9
从业人员平均人数/万人	0.002 4	0.003 9	0.007 5	0.000 5
年末资产总计/亿元	0.019 3	0.023 0	0.003 3	0.000 3
百强企业数/个	0.039 8	0.004 3	0.004 6	0.000 1
研发(R&D)经费内部支出/万元	0.015 1	0.001 9	0.005 0	0.000 2
研究人员折合全时当量/人年	0.012 2	0.004 8	0.006 0	0.000 3
有研发机构的企业数/个	0.000 6	0.003 0	0.006 0	0.001 2
有效发明专利数/件	0.008 7	0.002 3	0.004 3	0.000 5
新产品开发项目数/项	0.013 0	0.004 0	0.004 5	0.000 5
主营业务收入/亿元	0.006 0	0.002 3	0.009 0	0.000 4
利润总额/亿元	0.018 0	0.002 5	0.006 0	0.000 2
资本负债率/%	0.021 0	0.001 3	0.001 2	0.000 2
从业人员年平均增长率/%	0.013 0	0.001 2	0.001 0	0.001 4
主营业务收入年平均增长率/%	0.017 0	0.000 9	0.000 8	0.000 7
新项目数增长率/%	0.014 0	0.000 9	0.000 8	0.000 8
专利数增长率/%	0.025 0	0.001 4	0.002 0	0.000 8
融资增长率/%	0.018 0	0.011 0	0.003 0	0.000 3

3.3.1 规模竞争力

从表 3 可知，上海作为长三角地区的领头产业集群，其规模竞争力分数远高于四省市平均值，浙江、江苏、安徽规模竞争力和均值相差较大。江苏和浙江的规模竞争力水平相差不大，前者略高。安徽每平方千米的规模竞争力分数最低，说明安徽生物医药产业集群在规模竞争力上并不具有优势。而根据表 4 中二级指标得分情况可以看出，江苏的企业数量和从业人员平均数都最多，说明江苏对于企业和从业人员的吸引力较大。上海的百强企业数处于领先地位，从经济层面看来，上海收益水平高、综合实力强的企业较多。浙江最大的规模竞争力优势在于拥有最多的年末总资产，充足的资金为浙江生物医药产业的发展提供了有力保障。安徽和长三角其他省市相比，在从业人员数、年末资产以及百强企业方面并不具有优势，多项指标均处于长三角地区生物医药产业集群末位。

3.3.2 创新竞争力

创新是生物医药产业发展的内核动力。就创新竞争力而言，上海作为我国创新活动最活跃的地区之一，其创新竞争力和长三角其他省市相比分数最高。江苏创新竞争力分数低于上海，但也高于平均水平，这与江苏企业基数大有很大关系。浙江、安徽创新竞争力低于平均水平，而浙江又远高于安徽。上海生物医药产业集群在研发经费投入、研发人员折合全时当量、有效发明专利数以及新产品开发项目数 4 个指标都位居第一，但是有研发机构的企业数得分却是最低的，这一方面可能是由于上海每平方千米的企业数量较少，另一方面是上海虽然聚集了很多国内外的生物医药企业，但它们在国内设立了公司和工厂却没有把研发机构或者核心团队放在中国。江苏生物医药产业具有基础优势，有研发机构的企业数得分最高；浙江在创新竞争力方面表现一般，多个二级指标分数都低于上海和江苏；安徽创新竞争力中 R&D 经费支出以及研究人员折合当量这 2 个指标的分数显著低于其他 3 个省市。

3.3.3 经营竞争力

经营能力反映了产业集群产出的成果在市场上的竞争能力以及集群对于产业的运作能力，是集群在把自身优势外化为市场竞争优势中所表现出的能力，可以直接影响集群的发展、收益甚至是生存的能力。江苏生物医药产业集群的经营竞争力以 0.017 的分值排在第二位，而上海以 0.045 的分值排在第一位，二者的经营竞争力分数均高于平均水平；浙江和安徽均低于长三角地区生物医药产业集群的经营竞争力平均水平。浙江的经营竞争力综合分数只有上海的 12%，安徽的分数不到上海的 1.8%。二级指标中，上海拥有最高的负债率和利润总额，江苏由于企业数量多，其主营业务收入高于上海；浙江、安徽各项指标则位列第三和第四。这说明上海作为一座超一线城市有着现代化的经营水平，与外界企业之间的合作交流令上海拥有着先进的管理水

平。江苏由于生物医药产业起步较早并且拥有较大的产业基数，也积累了一定的经营管理经验。而虽然浙江创新能力强，安徽也已经具有了一定的产业规模，但二者对于产业集群的经营管理能力还有待提升。

3.3.4 成长竞争力

集群成长竞争力反映了生物医药产业集群利用资源自身增长的能力，成长竞争力分数越高就说明集群的资源转化能力强、发展潜力越大。数据表明，上海生物医药产业集群的成长竞争力以 0.087 的分值排在第一位，远高于平均水平；其余 3 个省份没有显著差异。上海生物医药产业集群在成长竞争力各项二级指标上的分数均位居第一；江苏在专利增长率分数方面略高于浙江和安徽；浙江在融资增长率上表现亮眼；其他各项指标上，安徽、浙江和江苏没有太大差距。上海近年来对于生物医药产业的重视使得生物医药产业快速成长。浙江在融资增长率方面表现突出，对资本的吸引能力有较大提高，这说明其重视对融资渠道的建设，对拓宽融资渠道或者对当地生物医药产业的投资业务给予福利，更有利于吸引外来资本大量累积。安徽的从业人员年平均增长率得分较其他二级指标高，说明安徽近年来重视对生物医药产业相关人员的吸引和其采取的人才吸引政策初见成效。江苏的专利增长率分数较高，表明江苏在生物医药研发上的投入有着较快的成果产出，虽然其专利数增长率由 2014 年的 41% 降低到了 2018 年的 12.4%，但总体增速仍高于浙江和安徽。

4 提升长三角地区生物医药产业集群竞争力的建议

4.1 发挥比较优势，实现错位发展

对于长三角地区生物医药产业集群而言，必须要注重集群的整体规划，充分基于各地产业基础并结合长三角一体化发展政策环境和产业发展趋势，深化完成生物医药产业集群合作机制，发挥集群比较优势，鼓励错位发展。不同省份可以通过发挥自身优势，在已有的产业基础上进行调整，例如江苏可以利用其规模优势承接长三角产业资源转移、建立合作网络等，从而避免低水平同质化建设。

4.2 建立产业创新联盟，深化协作机制

产业创新联盟作为一种协作平台，具有打通产业上下游链条、促进科学发展与成果转化、维护科研从业者权力等多方优势。基于协作开发、优势互补、利益同享、风险共担的创新联盟，是促进长三角四地协同创新的重要组织模式。应大力建设并优化长三角地区生物医药产业集群技术联盟、产学研联盟以及产业专项技术学（协）会等新型创新联盟，利用其招商引流、技术共享、人才引进等方面的优势，在更大范围内整合创新资源，服务于生物医药产业持续创新变革。

4.3 借力产业优化重组，促进共享网络形成

长三角地区作为全国经济发达、环境高度开放以及创新能力突出的区域，未来进一步的区域产业融合将会实现地区间优势互补，实现可持续发展。

长三角四地应借力生物医药产业的优化重组，政府部门应引导生物医药产业进行科学整合、合理布局、整合并有效利用资源。政府可以通过第三方机构定期对企业的经营情况进行评估，从而对不同类型企业有针对性地进行引导帮扶。还应注重资源共享网络的形成，在鼓励企业兼并重组的同时，强调长三角地区生物医药产业资源共享网络平台的搭建，将生物医药领域的诸多先进技术与管理经验进行集群共享。

4.4 加快政策落地实施，助力长三角一体化发展创新起飞

自 2019 年度国务院发布《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》后，长三角地区纷纷出台省市级生物医药产业实施意见、行动方案等，各省机构相互合作以促进产业协同发展；国家药品监督管理局也在上海设立了药品审评检查和医疗器械审评检查两大长三角分中心，从机制层面对长三角地区生物医药创新给予支持。

为更好地提升生物医药产业的竞争优势，各地政府也需要在推动各项政策落地的基础上，打破行政藩篱的体制机制约束，不断落实细化，从而提高区域资源整体配置效率。还要发挥上海对生物医药产业的带动作用，强化苏浙皖的创新优势，将长三

角地区生物医药产业集群打造成为全国乃至世界的先驱者。

参考文献：

[1] PORTER M E. Clusters and the new economics of competition [J]. *Harv Bus Rev*, 1998, **76**(6): 77-90.

[2] 习近平. 共建创新包容的开放型世界经济——在首届中国国际进口博览会开幕式上的主旨演讲[Z]. 中华人民共和国国务院公报, 2018, (33): 5-8.

[3] CHAE G Y, LEE C Y. Competitiveness evaluation factors and strategic development for the port of Busan using the SWOT·AHP method [J]. *J Korea Port Econ Assoc*, 2020, **36**(1): 105-128.

[4] 张思文, 龚晓楠, 赵 迪. 辽宁省生物医药产业集群SWOT分析及对策研究[J]. 时代经贸, 2019, (32): 58-59.

[5] 刘辉军, 白福臣, 周 墨. 基于PEST-SWOT分析的我国海洋生物医药产业发展对策研究[J]. 广东海洋大学学报, 2017, **37**(5): 24-29.

[6] CHEN Z F, ZENG Y R. The research on promoting characteristic agricultural industry competitiveness based on GEM model - making JinJiang carrot industry as an example [J]. *Int J Agric Innovation Technol Globalisation*, 2020, **1**(3): 253-265.

[7] 郭冬梅, 谈 维, 林 洁. 基于经济一体化背景的京津冀国家级高新技术开发区医药产业集群竞争优势分析[J]. 中国药事, 2020, **34**(5): 556-563.

[8] 刘国新, 闫俊周. 评价产业集群竞争力的GEMS模型构建研究[J]. 科技进步与对策, 2010, **27**(2): 105-108.

[9] 孙 冰, 林婷婷. 我国高技术产业竞争力与技术创新的关系研究[J]. 中国科技论坛, 2012, (1): 23-29.

[10] 赖丽云. 江西省医药产业竞争力评价研究[D]. 南昌: 江西财经大学硕士学位论文, 2018.

[11] 续 鸣, 黑启明. 我国医药产业区域竞争力评价[J]. 统计与决策, 2020, **36**(23): 73-76.

[12] 叶琦林. 上海生物医药产业竞争力评价研究[D]. 上海, 上海工程技术大学硕士学位论文, 2020.

广告索引

封二：苏伊士水务技术（上海）有限公司

封三：天津市天大天发科技有限公司

封底：苏州海顺包装材料有限公司

中彩插 1：鲁南厚普制药有限公司

中彩插 2：《中国医药工业杂志》征订信息

697 页：公益广告