# 网络位置、多维邻近性与合作创新绩效研究

## ——以大湾区生物医药行业为例

彭建平[1,2]，黄镇亨[2]

（1. 中山大学马克思主义学院，广州 510275；2. 广州新华学院管理学院，广州 510140）

**摘要**：在文献回顾的基础上，通过近10年大湾区生物医药企业联合申请的专利数据，构建合作创新网络，通过网络结构特征提取和多维邻近性计算，利用相关分析、负二项回归分析对理论假设进行实证分析。研究发现：网络中心位置和网络中介位置对合作创新绩效有显著正向作用；地理邻近性和组织邻近性对合作创新绩效有显著正向影响；技术邻近性与合作创新绩效之间呈倒“U”型关系。研究发现不但拓展和丰富了影响合作创新绩效的关键因素，同时对优化大湾区创新网络结构、提升企业合作创新绩效、增强科技竞争力有着重要的现实指导意义。

**关键词**：网络位置；多维邻近性；合作创新绩效；创新网络；大湾区

**中图分类号**：F273.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1671－1807(2026)05－0121－09

2019年2月中共中央、国务院印发了《粤港澳大湾区发展规划纲要》，意味着粤港澳大湾区步入实质性发展历程。但针对当前国际环境，企业面临挑战。首先，大湾区面临着实力强大的国内外同行的激烈竞争，加上美国的贸易战；其次，生物技术产业具有不确定性高、前期投入大的特征，广东省生物技术产业还需接受产业升级的挑战。尽管广东省的生物科技公司数量不少，但是产品趋同性问题显著，技术水准不高，企业体量较小。企业创新能力不足、创新机制不成熟严重影响了大湾区生物医药企业的自主创新水平。因此需要提高大湾区生物医药企业的关联度，促进资源共享，提高合作创新效率。

在此背景下，如何提升合作创新能力，寻找合作创新的机制就显得非常重要。从前人研究发现要实现合作创新，合作方在网络结构和邻近性会对创新影响较大。基于文献回顾发现：①目前关于邻近性与合作创新的研究更多关注单一维度，如地理邻近性或者技术邻近性的独立作用，综合多个维度的邻近性对创新的影响机制研究不多；②现有研究分析网络结构特征、多维邻近性对合作创新的单独影响较多。因此，基于前人的研究盲点，从多个视角进行创新绩效前因后果讨论，研究从理论假设出发，利用专利数据和企业间的合作关系，实证影响合作创新绩效的关键变量。研究发现，网络结构和地理邻近性、组织邻近性对合作创新绩效存在显著正向影响，技术邻近性对合作创新绩效的倒“U”型影响。通过把社会网络结构特征与多个邻近性放入同一计量模型，既是对传统理论的拓展和丰富，又为解释合作创新提供了更深入的理论支持。

## 1 文献回顾与理论假设

### 1.1 网络位置与合作创新绩效

在合作创新中，网络位置对于企业创新有着显著的影响，企业在选择不同类型的合作伙伴时，应该对自己所处的网络位置有清晰的认识。企业从网络中接触、理解和利用知识的能力受到不同网络位置的影响，而理想的网络位置有助于企业更加便捷地从有价值的信息中获利[1]。依据网络位置给企业带来益处不同，现有研究主要存在两类网络位置特征，网络中心位置与网络中介位置，两种特征都会影响企业从外部获取资源的效率，从而影响企业合作创新绩效。

占据网络中心位置的企业能够桥接不同的创新主体，从而促进知识的流动与创新成果的整合[2]。一方面，这种促进作用的重要机制在于技能互补。处于中心位置的企业能够与不同类型的合作者整

**收稿日期**：2025-09-16

**基金项目**：国家自然科学基金(71072086)；广州新华学院项目(2024YLZY019)

**作者简介**：彭建平(1961—)，男，广西横县人，博士，教授，研究方向为信息管理、合作创新管理；通信作者黄镇亨(1994—)，男，广东汕头人，硕士，讲师，研究方向为创新管理、供应链管理。

合技术资源，实现不同程度上的技能互补[3]；另一方面，比起单个或少数几个企业自行研发，合作伙伴更多的企业能享有更多知识；企业合作主体越多，参与项目规模越大，就会接触学习更多知识，也就是所谓的规模效益，给企业带来的收益也更高[4]。

研究认为网络的中心位置越高，企业越可以从其他合作主体获取更多有价值的知识，学习互补的技术能力并赢得进行创新活动的规模效益。据此，提出如下假设。

H1：网络中心位置对合作创新绩效具有正向影响，中心位置越高，合作创新绩效越高。

波特的结构洞理论认为结构洞能给企业带来多元化的信息，而创新大多情况下在丰富信息的环境和复杂的情况下产生，从而结构洞对企业创新会产生一定的激励作用，从而提高创新绩效。处于高中介位置的行动者附近存在丰富的结构洞，在合作伙伴数量一定的情况下，企业能够从网络中获得丰富而特殊的资源。这是因为处于中介位置的企业扮演了信息“中转站”的角色，因此在信息传递过程中，企业能够借助中间人的优势获得、识别并积累自身的知识储备[5]。虽然处于中介位置的企业获取的信息资源流动性不高，但是信息较为特殊，有其特有价值，这也为培养创新提供了机遇。

此外，高中介位置的企业在某些核心决策上面临较少的限制，拥有更大的竞争力，在信息交流与及时合作过程中享有更大优势，从而提升企业的合作创新绩效[6]。据此，提出如下假设。

H2：网络中介位置对合作创新绩效具有正向影响，中介位置越高，合作创新绩效越高。

### 1.2 多维邻近性与合作创新绩效研究

目前，众多学者关于邻近性维度的提法有数十种。多维邻近性理论框架中，常被探讨的主要维度包括地理、技术、社会[7]及组织邻近性。近期研究表明，多维邻近性的影响呈现动态性特征。在新能源汽车产业中，地理与技术邻近性显著促进合作创新绩效，且二者影响趋势随网络演化阶段变化[8]；而在长江中游城市群，地理邻近性与制度邻近性的交互作用强于独立效应[9]。有研究基于超网络理论构建了新兴技术创新超网络演化模型，实证表明在新能源汽车领域，地理邻近性与技术邻近性的交互作用与超度择优连接机制共同促进了多元合作关系的形成与网络均衡发展[10]。沈丽珍等[11]则关注其他因素对创新网络格局的影响。在半导体产业中，在创新网络形成过程中，地理邻近性的负向作用、技术邻近性由正转负的作用，以及社会邻近性的正向作用，其强度均呈减弱态势[12]。反观航空制造业，对产业集群协同创新而言，地理邻近和组织邻近具有正向影响，而技术邻近则呈负向影响[13]。

现有文献已充分探讨了多个产业的维度邻近性对企业创新绩效的影响，然而针对医药行业合作创新绩效的多维邻近性研究尚显不足。

### 1.3 地理邻近性与创新绩效

大量文献研究指出，地理邻近是提高企业之间创新绩效的关键影响要素。马小凡等[13]研究证实，地理邻近对产业集群协同创新具有正向影响。此外，地理邻近对广东环保产业技术合作创新有正向促进作用[14]。对于中小企业而言，由于空间距离较近，企业能更轻易地获得新颖且先进的知识[15]。对于农产品电商集群，地理邻近性通过知识治理与共享的链式中介显著提升协同创新绩效[16]。

但是随着网络通信技术的进步和通行便捷程度的提高，“面对面”的沟通形式不再像过往那么重要，许多新式的交流方式能在一定程度上发挥与当面交流相同的效果，因为“地理促进论”或许不再灵验。Schwartz等[17]对406个研发合作项目的大型数据集展开研究，结果表明地理邻近对项目的创新绩效并不产生明显的作用。此外，地理邻近并非总是积极的，它可能通过非自愿知识溢出和过度接近导致的锁定效应抑制创新[12]。

针对上述地理邻近影响存在争议的情况，夏丽娟等[18]认为创新的产生更大程度上取决于隐性知识，而隐性知识的传递与理解需要通过面对面的接触和交流才能够实现。虽然信息技术的发展为线上交流提供了有利途径，但仍然替代不了当面沟通的重要性，后者还涉及主体间的相互信任与允诺，这对于关系的维系至关重要。进一步研究发现，地理邻近性的正向作用程度也跟其他维度邻近性相关[19]，基于上述分析，提出如下假设。

H3：地理邻近性对合作创新绩效产生正向影响，地理距离越近，越有助于合作创新绩效的提高。

### 1.4 技术邻近性与创新绩效

技术邻近刻画了创新网络中创新合作者在知识基础或技术经验方面的相似水平，对合作创新绩效具有显著作用[20]。关于技术邻近性与合作创新绩效主要存在以下3种关系：第1种观点认为二者存在正向关系[21]，即创新主体间的技术相似程度越

高,合作创新绩效越好;第2种认为二者存在负向关系,即主体间技术相似性越高,合作创新绩效越低[13];第3种认为二者取决于阶段性的不同,即存在正向关系也存在负向关系[12]。

技术邻近性合作创新绩效之间不是单纯的正相关或负相关的线性关系。创新主体之间的技术知识需要接近到双方能够进行理解和交流的程度,如果主体间技术基础相差过大,即技术邻近性过小,则相互之间不能进行良好的沟通互动,但随着技术水平更加邻近,主体间能进行有效的知识互补并能孕育出创新成果。然而随着技术邻近性的进一步加大,一方面技术结构的高度趋同虽利于知识扩散,然而过度邻近将导致组织僵化,陷入技术锁定的创新困境[22],另一方面,过度技术邻近易触发竞争性排斥,在国家层面,这种竞争关系会因战略市场考量而直接抑制合作意愿[23]。基于以上分析,提出如下假设。

H4:技术邻近性对合作创新绩效产生倒"U"型的影响,过大或过小的技术邻近性均会阻碍合作创新绩效的提高。

### 1.5 组织邻近性与创新绩效

组织邻近指企业在组织主体特性方面的相似程度,涉及组织架构、组织文化、组织规章制度、组织所处社会地位等方面[24]。应秋阳和操友根[25]对福厦泉科创走廊的研究发现,产业-学研合作作为组织邻近性的典型体现,已成为该区域协同创新的主要模式,显著提升了创新网络的广度和深度。首先,如果合作者的组织邻近性较大,他们往往依照相同的行业标准或法则,促成的归属感有助于双方合作交流。其次,较高组织邻近下的企业会享有类似的信息传播机制,如相同的语言传达方式、认知模式、知识水平、思想理念等,这些相同程度的机制也有利于双方协作互动[26]。此外,企业合作中组织邻近性较高能够降低在协作过程中因为对章程法则的认知成本,相同的理念能够使得互动过程更加便捷顺畅,减少曲解或误会的可能,从而推动创新合作的展开[27]。进一步研究表明,企业依托所属集团的内部资源与全产业链布局(高组织邻近),能与多方主体开展深度合作;而隶属同一集团所固有的紧密联系(高关系邻近),则有效降低了合作中的不确定性及相关交易成本[28]。现有研究对组织邻近性的测量维度存在差异[29]。部分学者关注组织性质相似性,另有研究则侧重合作关系特征[30]。

而与此相反,如果合作双方的组织邻近性较低,由于双方的组织目标、组织结构等方面的互异,合作过程中往往存在步调不一致、交流协调方面的屏障。同时,还可能滋生道德风险与逆向选择问题,从而使企业间的创新合作浮于表面,不能进行高效的知识交互和技术创新的提升[31]。而组织邻近可以减少企业在选择合作伙伴时的风险顾虑,降低不确定性,促进企业创新合作的顺利开展,从而提高合作创新绩效。基于以上分析,提出如下假设。

H5:组织邻近性对合作创新绩效具有正向影响,组织越相似,越有利于合作创新绩效的提升。

## 2 研究设计

在文献回顾和理论推导的基础上,利用二手数据来量化研究变量,通过统计模型对理论假设进行检验。

### 2.1 数据来源与样本选取

生物医药产业是中国的战略性新兴产业,行业稳健发展关乎人民身体健康和生活质量,对国民经济和社会发展起到不可或缺的作用。近年来中国的生物制药产业正在飞速发展,涌现了大批进行积极活跃创新的生物制药企业,该研究领域有大量的创新成果以专利形式公布,生物医药产业的专利呈迅猛成长的态势,这为研究生物医药产业提供了充足的数据支持。利用生物医药行业的专利数据对研究假设进行实证分析,选取大湾区9个城市的生物医药产业和专利数据为研究对象。

研究的数据主要来源于国家知识产权局专利检索数据库和天眼查平台。国家知识产权局专利检索数据库涵盖了全球海量的专利数据,提供全面、准确、及时的专利情报。天眼查采集了全国逾1.8亿的社会实体信息,包含背景信息、发展历程、知识产权等300多种数据维度,获得央行企业征信报备,具有较高的权威性。

数据的获取是从天眼查平台检索生物医药产业的企业,城市限定为大湾区9座城市(深圳、广州、东莞、佛山、惠州、珠海、肇庆、中山、江门),剔除营业状态为注销、没有专利信息、成立时间短于一年的企业,最终得到166家生物医药企业。然后将166个企业名称导入国家知识产权局专利检索数据库,申请日设置为2009—2018年共10年的时间跨度,共检索出30余万条专利数据。接着进行专利数据筛选,剔除申请人数小于2、申请人类型为个人的专利数据。由于有些公司在此期间更换名字,因此需要做好公司名称的匹配,并最终得到822条专利

数据。由于专利成果的产出存在一定的滞后性，因此选择 6 年动态时间窗口方法处理合作网络数据，形成 2009—2014 年、2010—2015 年、2011—2016 年、2012—2017 年、2013—2018 年这 5 个专利合作时间矩阵，研究数据窗口对次年合作创新绩效的影响。由于一些企业没有参与到每一个时间窗口的合作创新中，最终得到 567 个观测值，其中 2009—2014 年、2010—2015 年、2011—2016 年、2012—2017 年、2013—2018 年分为 5 个时间段，分别获取 85、104、115、129、134 个观测值。

### 2.2　网络构建

专利合作网络能够较好地刻画大湾区生物医药产业的创新行为，揭露企业合作过程中技术经验的流动和信息知识的传播。基于以上获得的专利合作数据，构建企业合作创新网络，并计算所需的基本网络结构特征，对理论假设进行验证。

创新网络的构建是提取网络变量的关键，通过专利把企业间的关系构建起来。由于样本横跨 10 年涉及 166 家企业的 5 个时间窗口的 822 条数据，数据量较大，需要通过计算机编程来实现。同时需要留意公司更名的问题，需要将曾用名用最新的名称替换。通过 Python 编程语言对数据关系进行处理，形成了不同时期的创新网络。通过分析 2009—2018 年大湾区近 10 年的生物医药企业创新合作网络结构演化图（图 1）可知，企业与企业、科研单位、高校和机关团体的合作次数逐年增加，网络连接越来越多，合作规模逐渐增大。越来越多的网络节点嵌入企业合作网络中，为创新活动提供更多异质性知识和技术资源，对合作创新绩效的提高起到重要影响。

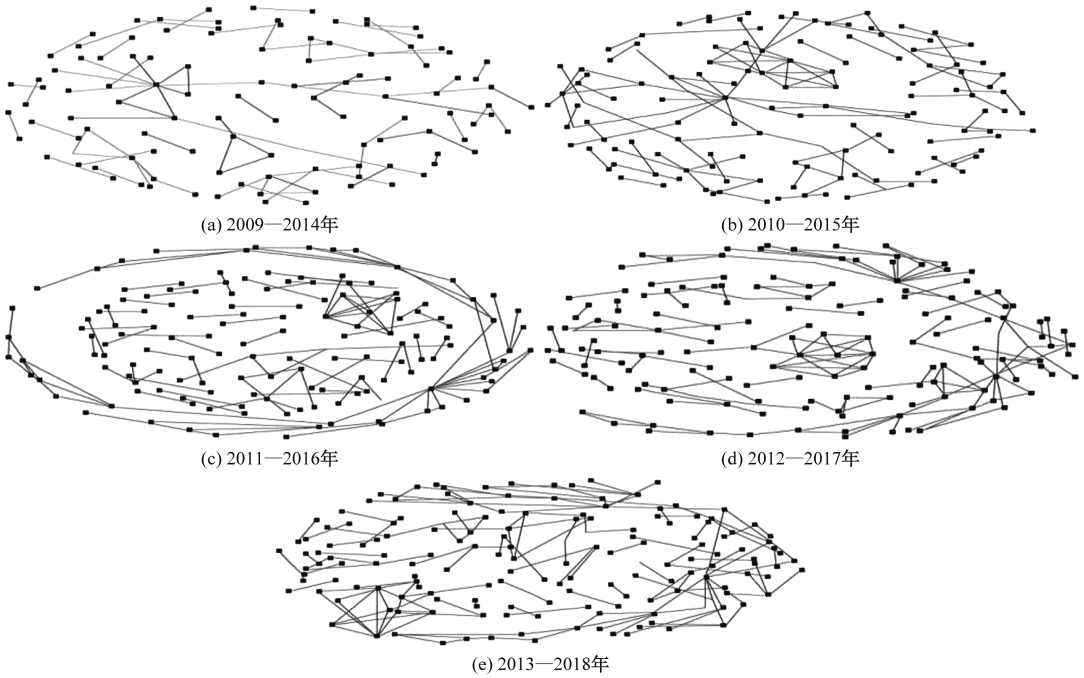
表 1 列示了根据网络图计算出的网络特征值。从表 1 可见，网络的节点数和边数都呈现逐渐增长的趋势，网络规模越来越大。网络密度整体较小并且略有下降，说明大湾区的生物医药创新网络处于较为疏松的状态，创新网络的规模由扩张向平稳进阶。随着网络的演进，网络距离和平均度逐渐趋于稳定。

### 2.3　变量测量

因变量是合作创新绩效，用企业参与联合申请的专利数（CP）来衡量。考虑到专利从申请到审查有一定的时间滞后，选取 2015—2019 年逐年联合申请的专利数来衡量 2009—2018 年 10 年的企业合作创新绩效，如用 2015 年共同申请的专利数衡量 2009—2014 年合作创新绩效，以此类推。变量定义见表 2。

**表 1　5 个时间段整体创新网络结构特征**

| 基本网络指标 | 2009—2014 年 | 2010—2015 年 | 2011—2016 年 | 2012—2017 年 | 2013—2018 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 网络节点数 | 111 | 135 | 147 | 170 | 175 |
| 网络边数 | 158 | 226 | 256 | 308 | 320 |
| 网络密度 | 0.025 9 | 0.025 0 | 0.023 9 | 0.021 4 | 0.021 0 |
| 平均度 | 4.88 | 5.78 | 7.31 | 6.33 | 7.10 |
| 网络距离 | 2.28 | 2.38 | 3.74 | 3.94 | 3.95 |



(a) 2009—2014年　(b) 2010—2015年　(c) 2011—2016年　(d) 2012—2017年　(e) 2013—2018年

**图 1　大湾区生物医药 10 年企业创新网络演化图**

**表 2　变量定义**

| 变量类型 | 变量名称 | 变量符号 | 测度方法 |
|---|---|---|---|
| 因变量 | 合作创新绩效 | CP | 企业参与联合申请的专利数 |
| 自变量与调节变量 | 网络中心位置 | Cen_pos | 网络节点的度数 |
| | 网络中介位置 | Bro_pos | 限制度的相反数 |
| | 地理邻近性 | Geo | 合作双方的公路距离平方根的倒数[32] |
| | 技术邻近性 | Tec | 简化的计算公式[18] |
| | 组织邻近性 | Org | 与合作方是否属于同一集团或组织、是否存在参股、控股关系等[33] |
| 控制变量 | 企业年龄 | FA | 申请专利数的年份减去企业成立时间 |
| | 企业规模 | FS | 员工人数按区间划分赋值 |
| | 企业知识宽度 | KW | 考察年份前 5 年内申请专利涉及 IPC 大类数量 |
| | 企业研发能力 | R&D | 考察年份过去 5 年企业申请专利数 |

## 3　研究模型及假设检验

### 3.1　研究模型及描述性统计

研究的因变量为合作创新绩效,是离散非连续且非负的整数,属于计数数据,而最小二乘法(ordinary least squares,OLS)的假设是因变量在正负无穷上连续,则采用常规的线性回归模型可能带来有偏估计或无效估计[34]。对于计数数据,一般采用泊松回归模型或负二项回归模型来分析。由于泊松回归模型需要被解释变量的条件期望与条件方差相等,即分散均匀,而这一假定在大部分情况下不能满足,因此采用负二项式模型进行回归分析[35]。根据研究背景,构建式(1)所示的计量模型,探究网络位置、多维邻近性对合作创新绩效的影响。

$$\begin{aligned}CP_{i,t+1} = \exp(&\alpha_0+\beta_1 Cen_pos_{i,t}+\beta_2 Bro_pos_{i,t}+\\&\beta_3 Geo_{i,t}+\beta_4 Tec_{i,t}+\beta_5 Org_{i,t}+\\&FA+FS+KW+R\&D+\varepsilon_{i,t}) \quad (1)\end{aligned}$$

式中:$\alpha_0$ 为常数项;$i$ 为生物医药公司;$t$ 为年份或年份时间段;$CP_{i,t+1}$ 为生物医药公司 $i$ 在第 $t+1$ 年联合申请的专利数;$Cen_pos_{i,t}$ 为企业 $i$ 在 $t$ 年份时间段的网络中心位置;$Bro_pos_{i,t}$ 为企业 $i$ 在 $t$ 年份时间段的网络中介位置;$Geo_{i,t}$、$Tec_{i,t}$、$Org_{i,t}$ 分别为企业 $i$ 在 $t$ 年份时间段的地理邻近性、技术邻近性以及组织邻近性;FA、FS、KW、R&D 分别为控制变量企业年龄、企业规模、企业知识宽度以及企业研发能力;$\beta_1$ ～$\beta_5$ 为待估参数,为不可观测效应;$\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项。

变量描述性统计见表 3。从表 3 中可以看出,合作创新绩效的均值为 2.612,说明企业在 2015—2019 年联合申请的平均专利为 2.612 件,最小值为 0.000,最大值为 94.000。网络中心位置的平均值为 7.180,说明 2009—2018 年企业合作的平均次数约为 7,最小值为 1.000,最大值为 57.000。网络中介位置平均值为 0.970,最小值为 0.266,最大值为 1.912。地理邻近性的平均值为 0.295,最小值为 0.000,原始距离接近 0,说明有些合作双方位置非常靠近,最小值为 0.065,原始距离为238 km,地理距离比较远。技术邻近性平均值为 0.701,说明整体合作双方的技术经验比较接近。最小值为 0.010,最大值为 1.000,技术相似度基本重合。组织邻近性平均值为 0.474,最小值为 0.000,最大值为 1.000。

### 3.2　相关性分析

用 Stata14.0 对变量两两之间进行相关性分析,结果见表 4。合作创新绩效与网络中心位置、网络中介位置、组织邻近性存在显著的正向关系,与前文的研究假设一致。自变量之间除了企业知识宽度与企业规模存在较高的相关性(0.654)之外,其他变量之间的关系都在允许范围。

**表 3　变量描述性统计**

| 变量 | 样本数 | 均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 合作创新绩效 | 567 | 2.612 | 7.048 | 0.000 | 94.000 |
| 网络中心位置 | 567 | 7.180 | 8.743 | 1.000 | 57.000 |
| 网络中介位置 | 567 | 0.970 | 0.322 | −1.912 | −0.266 |
| 地理邻近性 | 567 | 0.295 | 0.226 | 0.065 | 1.000 |
| 技术邻近性 | 567 | 0.701 | 0.306 | 0.010 | 1.000 |
| 组织邻近性 | 567 | 0.474 | 0.500 | 0.000 | 1.000 |
| 企业年龄 | 567 | 13.492 | 9.122 | 0.000 | 45.000 |
| 企业规模 | 567 | 2.681 | 1.497 | 1.000 | 6.000 |
| 企业知识宽度 | 567 | 3.594 | 3.279 | 0.000 | 23.000 |
| 企业研发能力 | 567 | 37.462 | 100.901 | 0.000 | 1 116.000 |

**表 4　相关性分析**

| 变量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 合作创新绩效 | 1 | | | | | | | | | |
| 2. 网络中心位置 | 0.284*** | 1 | | | | | | | | |
| 3. 网络中介位置 | 0.429*** | 0.335*** | 1 | | | | | | | |
| 4. 地理邻近性 | 0.028 | −0.137*** | 0.193*** | 1 | | | | | | |
| 5. 技术邻近性 | −0.095** | 0.034 | −0.076* | 0.090** | 1 | | | | | |
| 6. 组织邻近性 | 0.125*** | 0.369*** | 0.294*** | 0.134*** | 0.063 | 1 | | | | |
| 7. 企业年龄 | −0.007 | 0.068 | 0.076*** | −0.106** | −0.219*** | 0.148*** | 1 | | | |
| 8. 企业规模 | 0.095** | 0.205*** | 0.186*** | −0.176*** | −0.218*** | 0.271*** | 0.429*** | 1 | | |
| 9. 企业知识宽度 | 0.479*** | 0.353*** | 0.319*** | −0.111*** | −0.321*** | 0.132*** | 0.115*** | 0.654*** | 1 | |
| 10. 企业研发能力 | 0.495*** | 0.314*** | 0.242*** | −0.101** | −0.115** | 0.200*** | 0.058 | 0.213*** | 0.291*** | 1 |

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$。

### 3.3　负二项回归分析

利用 Stata14.0 软件，基于收集到的面板数据，采用负二项回归的方法依次验证前文提出的 5 个研究假设。首先对单独检验网络位置和 4 个控制变量进行回归，然后逐步代入多维邻近性不同维度对合作创新绩效的影响。表 5 显示，6 个模型的 Prob > chi2 值都小于 0.01，表明模型整体显著性良好。

模型 1 为合作专利数（CP）与控制变量企业年龄（FA）、企业规模（FS）、企业知识宽度（KW）、研企业发能力（R&D）的回归。模型 2 和模型 3 在模型 1 的基础上分别加了解释变量网络中心位置（Cen_pos）和网络中介位置（Bro_pos）；模型 4 在模型 1 的基础上加入了解释变量地理邻近性（Geo）；模型 5 在模型 1 的基础上加入了解释变量技术邻近性（Tec）以及技术邻近性的平方项（Tec_sq）；模型 6 在模型 1 的基础上加入了解释变量组织邻近性（Org）。

由表 5 可知，模型 2～模型 6 都通过了显著性检验，表明数据结果与模型的拟合程度较好。模型 1表明控制变量企业规模（FS）对合作创新绩效具有显著的正向影响，说明企业的规模越大，拥有从事技术创新的人员也越多，企业越有能力进行合作

**表 5　网络位置、多维邻近性对合作创新绩效的影响实证结果**

| 变量 | 模型 1 | 模型 2 | 模型 3 | 模型 4 | 模型 5 | 模型 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FA | −0.008<br>(0.008) | −0.011<br>(0.008) | −0.014**<br>(0.007) | −0.007<br>(0.008) | −0.011<br>(0.008) | −0.008<br>(0.007) |
| FS | 0.137***<br>(0.044) | 0.120***<br>(0.044) | 0.039<br>(0.039) | 0.146***<br>(0.045) | 0.096**<br>(0.043) | 0.091**<br>(0.042) |
| KW | 0.142***<br>(0.020) | 0.127***<br>(0.020) | 0.096***<br>(0.018) | 0.144***<br>(0.020) | 0.126***<br>(0.023) | 0.144***<br>(0.020) |
| R&D | 0.000 5<br>(0.000 4) | 0.000 4<br>(0.000 4) | 0.000 3<br>(0.000 3) | 0.000 5<br>(0.000 4) | 0.000 6<br>(0.000 4) | 0.000 2<br>(0.000 4) |
| Cen_pos | | 0.029***<br>(0.005) | | | | |
| Bro_pos | | | 3.205***<br>(0.203) | | | |
| Geo | | | | 0.613**<br>(0.260) | | |
| Tec | | | | | 3.807***<br>(0.951) | |
| Tec_sq | | | | | −3.486***<br>(0.791) | |
| Org | | | | | | 0.491***<br>(0.122) |
| 常数项 | −1.845***<br>(0.282) | −1.810***<br>(0.286) | 2.243***<br>(0.340) | −2.068***<br>(0.298) | −2.248***<br>(0.381) | −1.881***<br>(0.286) |
| Prob > chi2 | 0.000 0 | 0.000 0 | 0.000 0 | 0.000 0 | 0.000 0 | 0.000 0 |
| 样本数 | 567 | 567 | 567 | 567 | 567 | 567 |

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$；括号内为标准误。

创新。企业知识宽度(KW)系数为正且显著,表明企业自身拥有的技术知识范围和过往的技术经验越多,企业技术研发能力越雄厚,对合作主体更加有吸引力,从而促进合作创新。企业年龄(FA)具有负向影响但不显著,可能由于企业年龄越长,企业越接近成熟从而存在惯性,缺乏合作创新的动力。企业研发能力(R&D)具有正向影响但不显著。

模型 2 考察网络中心位置对合作创新绩效的影响,系数为正且在 $P < 0.01$ 的水平上显著,表明较高的网络中心位置能够促进合作创新绩效,假设 H1 得到验证。由此可见,网络中心位置的提高有助于企业更多地接触外部技术知识,从而提高合作创新绩效。

模型 3 考察网络中介位置对合作创新绩效的影响,系数为正且在 $P < 0.01$ 的水平上显著,表明较高的网络中介位置能够促进合作创新绩效,假设 H2 得到验证。由此可见,网络中介位置越高的企业在信息流动中有着更大的资源控制优势,利于提升合作创新绩效。

模型 4 考察地理邻近对合作创新绩效的影响,系数为正且在 $P < 0.05$ 的水平上显著为正,表明较近的地理距离能够促进合作创新绩效,假设 H3 得到验证。说明地理距离越近,面对面的交流越有利于隐性知识的传播,降低合作成本,从而提升合作创新绩效。

模型 5 考察技术邻近对合作创新绩效倒"U"型的影响,一次项系数为正,二次项系数为负且均在 $P<0.01$ 的水平上显著,表明技术邻近对合作创新绩效的影响存在临界值,临界值之前正向影响合作创新绩效,临界值之后负向影响合作创新绩效,假设 H4 得到验证。

模型 6 考察组织邻近对合作创新绩效的影响,系数为正且在 $P<0.01$ 的水平上显著为正,合作双方的组织越临近,越能够促进合作创新绩效,假设 H5 得到验证。

由此可见,组织邻近较高的合作方能够在相似的规则惯例下实现高效沟通,降低合作不确定性从而提升合作创新绩效。

## 4 结论与讨论

### 4.1 网络中心位置和网络中介对合作创新绩效的影响

处于网络中心位置的企业能够有更大机会接触外部合作者的技术信息,意味着有更多途径利用社会资源开展创新活动,与网络中其他成员进行技术交流和知识交互的时机更多。从信息传递效率来看,中心位置高的企业能够与外界保持紧密联系,减低信息采集成本,保持对外界新知识的敏感度。此外处于网络中心位置的企业有较高的声望,会有更多的创新主体倾向与其建立合作关系,能够促进合作创新的产出。处于网络中介位置的企业占据信息聚集的有利位置,获取多元化信息,整合并利于促进合作创新活动。同时中介位置高的企业可以通过对信息的控制和支配来获取关键资源,找到更理想的合作伙伴进行创新合作。关于网络中心位置和网络中介位置对合作创新绩效的正向影响假设得到验证,与前文的理论分析相一致。

### 4.2 多维邻近性对合作创新绩效的影响

地理邻近能够降低企业与外部合作者沟通交流的成本,面对面的沟通学习有利于隐性知识的传播,加强合作关系,提高信息资源的传递效率,促进合作创新。大多数学者的研究表明技术邻近性与创新绩效的关系呈现倒"U"型,一定程度上提升技术邻近有利于合作双方高效地认识和吸收知识[12],但是技术邻近性过高会造成知识高度重叠,导致知识搜寻壁垒,从而限制企业的合作创新,因而技术邻近性呈现倒"U"型的影响。组织邻近表明合作双方拥有相似的归属逻辑,有相同的行业准则和组织规范,能降低因为不同组织规则和价值观引起的合作困难,促进彼此知识转移和吸收,提升合作创新绩效[26]。关于地理邻近性对合作创新绩效的正向影响、技术邻近性对合作创新绩效的倒"U"型影响、组织邻近性对合作创新绩效的正向影响 3 个假设得到验证,与前文的理论分析相一致。

### 4.3 对企业的启示

(1)优化网络位置,充分利用位置优势。在企业合作过程中,企业需要关注其所嵌入的创新网络的位置,处于网络劣势的企业需要加强自身建设,拓宽合作伙伴,与其他创新主体创建联系,不断接近中心位置和中介位置进而获取更多位置优势。处于中心位置较高的企业,一方面需要努力维系好与其他合作伙伴的关系,以低成本获得更多技术资源,促进信息的传递和内化;另一方面需要不断增强自身技术创新能力,进一步巩固创新网络中的核心地位,促进创新主体间的信息共享,推动创新网络良好发展。处于网络中介位置的企业,应当充分发挥桥梁作用,一方面可以整合不同合作者的非冗余多元信息产出新的技术构念,推动合作创新,另一方面需要支持消除创新网络中的信息孤岛,为不

同企业搭建信息交流的途径，帮助创新主体间互相学习，促进新知识的产生，提高整体网络的创新水准。

(2)立足自身特色，合理选择合作创新伙伴。企业需要明晰自身实际情况，明确企业所处地理位置、行业环境、企业产品技术水平、企业组织文化等方面的定位，合理选择与之相匹配的创新主体展开合作。结合前文的分析结论，可以从以下3个方面展开：①选择地理邻近的合作伙伴的同时也要避免对其过度依赖。企业应恰当选择地理邻近的合作伙伴，合作过程中能够有效降低沟通成本，增加沟通频次与面对面的交流讨论能够促进隐性知识传播与转化。利用地理邻近优势，能够进一步发挥企业的网络位置优势作用，与大量合作者保持高效便捷的合作关系，加快知识学习的吸收。同时也可以通过多样化的线上交流方式如视频会议、电子邮件等形式降低对地理距离的依赖。②关注技术邻近的拐点。技术邻近对企业合作创新绩效是倒“U”型影响的，企业在选择合作伙伴时应评估自身与其知识技术背景的差异，在技术距离较大时，可以结合自身实际通过学习模仿创新的方式拓展知识范围，如生物医药企业可以获取分子生物学、基因组学、系统生物学等互补性知识，提升创新水平。但也要避免过大的技术邻近带来的负面效应，技术重合度太高难以激发创新。③合理利用组织邻近的正面作用。企业需要强化与同类组织的合作关系，拥有相近的组织管理机制、组织文化与认知模式等能够增进彼此间的信任和了解，减少沟通交易的障碍，促进合作创新。

### 4.4 研究局限

首先，样本存在局限性。由于时间精力有限，研究只选取了2009—2018年大湾区9个城市生物医药企业的合作专利数据，筛选出了166个企业的567条数据，样本量有限。同时也没有选取其他行业进行对比研究，其次，因变量测量问题。研究选取企业与其他创新主体联合申请的专利数作为合作创新绩效的测度，虽然专利数是目前众多研究者普遍采用的创新测度指标，能够相对客观反映创新产出水平，然而并非所有创新成果都以专利的形式呈现，因此单独用专利数来衡量创新绩效不够准确。再次，多维邻近性不够全面。研究只关注地理邻近、技术邻近和组织邻近的影响机制，但制度邻近、社会邻近等也是众多学者关注的焦点，邻近性的维度有待进一步拓宽。

## 参考文献


[1] 许洪皓，李树祥，刘佳源，等. 合作网络视角下企业网络位置对创新绩效影响研究：以医药制造业为例[J]. 科技管理研究，2023，43(22)：143-154.

[2] 范佳颖，马艳艳. 企业主导产学研合作与关键共性技术创新：结构性权力的调节效应[J]. 中国科技论坛，2024(2)：61-70.

[3] 朱晓艳，林春培，余传鹏，等. 跨界研发合作网络特征对其颠覆性创新绩效的影响研究[J]. 科研管理，2024，45(12)：122-132.

[4] SHAN W，KOGUT W B. Interfirm cooperation and startup innovation in the biotechnology industry[J]. Strategic Management Journal，2010，15(5)：387-394.

[5] WANG C，RODAN S，FRUIN M，et al. Knowledge networks，collaboration networks，and exploratoryinnovation[J]. Academy of Management Journal，2014，57(2)：484-514.

[6] 张娜，刘凤朝. 双层次合作网络构建对企业探索性创新绩效的影响[J]. 管理工程学报，2021，35(1)：1-11.

[7] 王展昭，冉青云. 多维邻近性、知识搜索与创新生态系统价值共创[J]. 科技和产业，2025，25(7)：355-363.

[8] 刘微微，金英哲，毕克新. 多维邻近性、创新开放度与合作创新绩效：基于网络演化视角[J]. 科研管理，2023，44(8)：162-172.

[9] 徐莹，邹芳，姜李丹，等. 多维邻近性对技术创新合作绩效的影响效应：以长江中游城市群合作网络为例[J]. 科技管理研究，2022(1)：51-61.

[10] 魏旭光，罗宜康，杨青松，等. 基于多维邻近性的新兴技术创新超网络演化研究：以新能源汽车产业为例[J]. 工业技术经济，2021(5)：56-64.

[11] 沈丽珍，饶悦，蒙晓雨，等. 区域创新网络格局演化与影响因素[J]. 科技管理研究，2023(13)：1-10.

[12] 贺正楚，周星宇，任宇新. 多维邻近性对创新网络形成的影响：以半导体产业专利为例[J]. 湖南师范大学自然科学学报，2025，48(1)：76-84.

[13] 马小凡，王有远，刘祎凡. 多维邻近性对航空制造业产业集群协同创新的影响：以江西省为例[J]. 科技和产业，2023，23(6)：50-54.

[14] 卜姝华，林卓玲. 多维邻近性与区域新兴产业技术创新网络演化研究：以广东环保产业为例[J]. 科技与经济，2020，33(3)：11-15.

[15] KAPETANIOU C，LEE S H. Geographical proximity and open innovation of SMEs in Cyprus[J]. Small Business Economics，2019，52(1)：261-276.

[16] 曾凡益，孙剑，龚继红. 农产品电商集群企业地理邻近性对协同创新绩效的影响[J]. 华中农业大学学报(社会科学版)，2022(3)：96-107.

[17] SCHWARTZ M，PEGLOW F，FRITSCH M，et al. What drives innovation output from subsidized R&D cooperation? project-level evidence from Germany[J]. Technovation，2012，32(6)：358-369.

[18] 夏丽娟,谢富纪,付丙海. 邻近性视角下的跨区域产学协同创新网络及影响因素分析[J]. 管理学报,2017,14(12):1795-1803.
[19] 周青,陈佩夫,毛崇峰. 多维邻近性影响企业技术标准国际化能力的实证研究:来自 ITU 国际标准数据[J]. 科技进步与对策,2024,41(1):66-75.
[20] NATALICCHIO A, MESSENI A, GARAVELLI A C. The interplay between partners' technological diversification in joint-patenting: a study on firm-PRO collaborations[J]. Management Decision, 2017, 55(6): 1-18.
[21] 王宛秋,王雪晴,刘晓燕,等. 基于 TOE 框架的企业跨界技术并购绩效的提升策略研究:一项模糊集的定性比较分析[J]. 南开管理评论,2022,25(2):136-148.
[22] 苏屹,曹铮. 京津冀区域协同创新网络演化及影响因素研究[J]. 科研管理,2023,44(3):43-55.
[23] 高珺,余翔. 技术接近性对国际技术合作影响:基于"一带一路"国家专利合作的研究[J]. 科学学研究,2021,39(6):1050-1057.
[24] AKHTAR P, TSE Y K, KHAN Z, et al. Data-driven and adaptive leadership contributing to sustainability: globalagri-food supply chains connected with emerging markets[J]. International Journal of Production Economics, 2019, 211: 79-91.
[25] 应秋阳,操友根. 区域科创走廊协同创新网络结构分析:以福厦泉科创走廊为例[J]. 中国软科学,2024(S1):137-147.
[26] 王丽平,栾慧明. 组织距离、价值共创与产学研合作创新绩效[J]. 管理学报,2019,16(5):77-84.
[27] STEINMO M, RASMUSSEN E. How firms collaborate with public research organizations: the evolution of proximity dimensions in successful innovation projects[J]. Journal of Business Research, 2016, 69(3): 1250-1259.
[28] 唐艺轩,张炜晨,祖晓谦. 多维邻近性对建筑施工企业合作创新绩效的影响[J]. 科技和产业,2025,25(5):272-278.
[29] 赵炎,宣玲,陈文芳,等. 种子行业联盟网络中地理邻近性、组织邻近性、网络位置与创新绩效的研究[J]. 技术经济,2020,39(7):63-71.
[30] 刘俊婉,巩晓云,徐硕,等. 基于关系链接的科研团队创新绩效影响机制研究[J]. 软科学,2024,39(2):115-123.
[31] HEMMERT M, BSTIELER L, OKAMURO H. Brid-ging the cultural divide: trust formation in university-industry research collaborations in the US, Japan, and South Korea[J]. Technovation, 2014, 34(10): 605-616.
[32] 刘凤朝,闫菲菲,马荣康,等. 邻近性对跨区域研发合作模式的影响研究:基于北京、上海、广东的实证[J]. 科研管理,2014,35(11):100-108.
[33] KIRAT T, LUNG Y. Innovation and proximity: territories as loci of collective learning processes[J]. European Urban & Regional Studies, 1999, 6(1): 27-38.
[34] 陈强,鲍悦华. 基于专利的大学-企业知识流动网络分析:以中德生物医药领域为例[J]. 科学学研究,2014,32(3):380-388.
[35] PARUCHURI S. Intraorganizational networks, interorganizational networks, and the impact of central inventors: a longitudinal study of pharmaceutical firms[J]. Organization Science, 2016, 21(1): 63-80.

# Network Position, Multidimensional Proximity, and Collaborative Innovation Performance: Biopharmaceutical Industry in Greater Bay Area

PENG Jianping[1,2], HUANG Zhenheng[2]

(1. School of Marxism, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China;
2. School of Management, Guangzhou Xinhua University, Guangzhou 510140, China)

**Abstract**: Based on a literature review, a collaborative innovation network was constructed using patent data jointly applied by biomedical enterprises in the Greater Bay Area over the past decade. Through the extraction of network structural features and the calculation of multidimensional proximity, theoretical hypotheses were empirically tested using correlation analysis and negative binomial regression analysis. The findings reveal that both central and intermediary positions in the network exerted significant positive effects on collaborative innovation performance. Furthermore, geographical and organizational proximity are found to significantly enhance collaborative innovation performance, whereas technological proximity exhibits an inverted U-shaped relationship with collaborative innovation performance. The results not only extend and enrich the understanding of key factors influencing collaborative innovation performance but also provide practical insights for optimizing the innovation network structure in the Greater Bay Area, enhancing enterprises' collaborative innovation outcomes, and strengthening regional scientific and technological competitiveness.

**Keywords**: network position; multidimensional proximity; cooperative patents; innovation network; Great Bay Area