

# 科技创新走廊节点创新能力评价与协同提升研究——以福厦泉科创走廊为例

魏国江<sup>1</sup>, 王萌<sup>1</sup>, 杨斌<sup>2</sup>

<sup>1</sup>福建师范大学经济学院, 福建 福州

<sup>2</sup>福建江夏学院经济贸易学院, 福建 福州

收稿日期: 2022年12月11日; 录用日期: 2023年1月23日; 发布日期: 2023年1月30日

## 摘要

创新是建设现代化国家的第一动力, 科技创新走廊是实现区域创新协同、提高创新水平的重要手段。福厦泉科技创新走廊是福建创新发展的重要平台。本文评价了福厦泉科技创新走廊各节点创新能力、创新与经济社会发展的耦合协调度, 发现各市创新水平差距大, 部分节点创新与经济耦合协调度低, 但协同创新具有较大空间, 深入分析了科创走廊空间组织模式、不同节点创新差异化定位、节点协同模式等。

## 关键词

科创走廊, 区位熵, 耦合协调度, 协同

## Research on the Evaluation and Synergetic Improvement of the Node City Innovation Capability of the Science and Technology Innovation Corridor: Taking the Fuxiaquan Science and Technology Innovation Corridor as an Example

Guojiang Wei<sup>1</sup>, Meng Wang<sup>1</sup>, Bin Yang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Economics, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

<sup>2</sup>School of Economics and Trade, Fujian Jiangxia University, Fuzhou Fujian

Received: Dec. 11<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2023; published: Jan. 30<sup>th</sup>, 2023

文章引用: 魏国江, 王萌, 杨斌. 科技创新走廊节点创新能力评价与协同提升研究——以福厦泉科创走廊为例[J]. 社会科学前沿, 2023, 12(1): 292-300. DOI: 10.12677/ass.2023.121041

## Abstract

Innovation is the first power to build a modern country, and the science and innovation corridor is an important means to achieve regional innovation synergy and improve innovation level. Fuxiaquan Science and Innovation Corridor is an important platform for Fujian's innovation and development. This paper evaluates the innovation capability of each city of the Fuxiaquan Science and Technology Innovation Corridor, and the coupling and coordination of innovation and economic and social development. The thesis finds that there is a large gap in the innovation level of each city, but there is a large space for collaborative innovation. It deeply analyzes the spatial organization mode of the science and technology innovation corridor, the differential positioning of innovation at different nodes, and the node coordination mode.

## Keywords

Science and Innovation Corridor, Location Entropy, Coupling Degree, Synergy

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

我国经济社会已开启全面建设社会主义现代化国家新征程，国际国内环境发生重大变化，大力促进科技创新是我国高质量发展的必然要求。世界各地为促进创新采取了各种创新实践，科创走廊是行之有效的措施之一。科创走廊是相关城市在一定空间上集聚创新要素和新兴产业、改革制度供给，形成科技创新体系，这是多地跨行政区域合作与协同发展的一种重要形式，可以强化地区资源和产业基础，是促进中国科技创新从外源性向内生性转变的有益实践[1]。福建省在福厦泉国家自主创新示范区的基础上，以福州、厦门、泉州为中心，推动沿福厦泉轴线打造科技创新走廊。打造区域协同的福厦泉科创走廊可以实现创新驱动与超越发展。但是福厦泉科创走廊依托的科学城三市经济发展水平、创新能力差距大，如何合理分工、集中各地的创新资源、构建区域协同的创新走廊是发挥协同优势、集聚优势建立创新高地的关键。

## 2. 文献综述

我国学者龙开元于 2004 年在我国区域创新体系研究多基于行政区域的背景下提出了跨行政区创新体系概念。随后贾蓉[1]、孙超英[2]、王鹏[3]等分别阐述了长三角两省一市跨行政区域创新体系建设经验，归纳了跨行政区域创新系统的创新主体多元性、内在联系紧密性、地理范围模糊性三个核心特征与发展需要的动力支持。叶一军[4]梳理了跨行政区域创新主体间的几种典型协同创新模式，并指出创新主体间协同创新的制约因素。2016 年后随着浙江创新跨区域的实践，人们开始使用科创走廊概念，并对之进行了系统研究。

随着我国科创走廊的建设，学者对该问题的研究也日益深入。在科技创新走廊的研究方面，学者邓琦[5]、林贤[6]等提出我国科创走廊建设的主要问题、模式与对策建议，提出要发挥中心城市、科技创新巨头优势，补足科技创新短板，优化创新生态系统，加强协调联动，利用好国内外资源发展科技创新，

需要强化重大科研基础设施等，提高原创基础科学知识能力。

综观既有研究成果，理论研究主要集中在科创走廊的功能、要素、组织模式，实证研究主要集中在创新效率、建设经验方面，对科创走廊各节点的协同创新研究鲜有涉足，对科创走廊的宏观运行有较多关注，但对科创走廊微观运行机制与模式研究不充分，对科创走廊不同节点的功能定位依据，不同节点间的协调机制，科创走廊与外部科学中心、创新中心、科创走廊的协同模式研究较少。

### 3. 福建省各地市创新能力评价

福建省作为我国改革开放前沿、海峡经济区的重要省份、海上丝绸之路的起点与全国首个生态文明试验区，更需提高创新能力实现高质量发展超越。但福建省相对于珠三角与长三角地区科技创新能力较弱。福建省 2021 年研发经费内部支出仅为 842 亿元(见图 1)，2021 年我国总体研发投入强度为 2.44，福建省只有 1.98，在东部地区处于最低水平，在全国排 16 名，只相当于 2012 年全国平均水平。福建省不仅创新投入不高，创新产出数量与质量也相对较低。从每年人均申请专利分析来看，2018 年福建省每万人申请专利为数 37 件，在东部沿海省市处于最低位置，与处于第一的浙江省相差 31.4 件；2020 年福建只比山东略高，与最高的江苏省仍然相差 42 件。

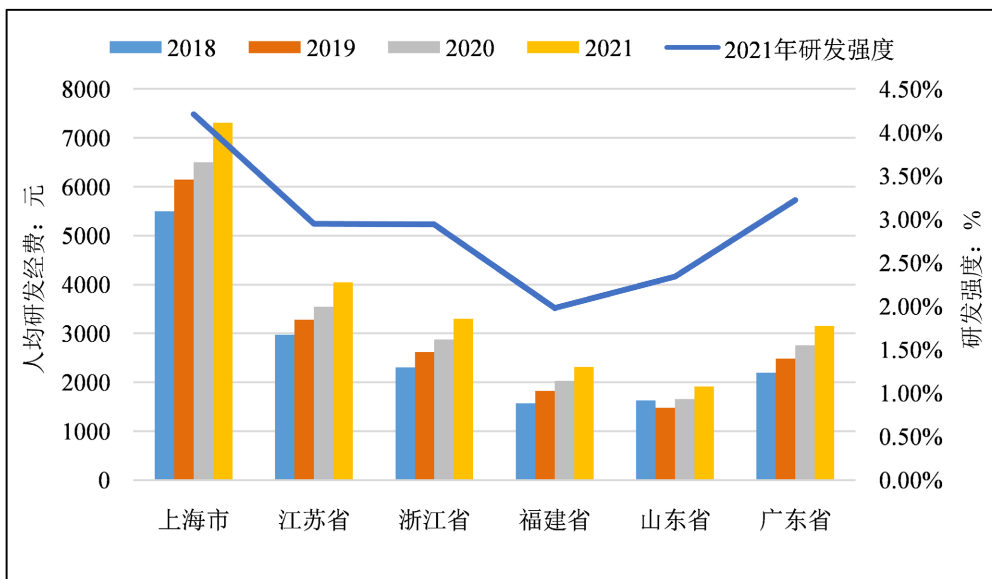


Figure 1. Internal R & D expenditure per capita of eastern coastal provinces and cities  
图 1. 东部沿海省市人均 R & D 经费内部支出

福建省各地经济发展水平差距较大，创新能力也参差不齐。福州与厦门的人才集聚与科研机构高于其他市，为分析不同城市的创新水平本文采用熵权法对福建东部各市的科技创新能力进行评价。本文采用线性比例法对指标进行标准化处理，如式(1)所示：

$$INO_{ij} = ino_{ij} / \max(ino_{ij}) \tag{1}$$

其中  $INO_{ij}$  为标准化后的创新指标值， $ino_{ij}$  为初始指标值。然后进行数据熵权法处理，具体过程为：先对决策矩阵  $X = (x_{ij})_{m \times n}$  按式(1)进行标准化归一处理，然后计算第  $j$  个指标的熵值，如式(2)所示：

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n INO_{ij} \ln INO_{ij} \quad (1 \leq j \leq m) \tag{2}$$

其中,  $e_j$  为熵值,  $k = \frac{1}{\ln(mn)}$ , 且  $k > 0$ , 使得  $e_j \geq 0$ 。

计算第  $j$  项指标的差异系数, 如式(3)所示:

$$g_j = 1 - e_j \quad (1 \leq j \leq m) \quad (3)$$

确定指标权重, 计算第  $j$  项指标的权重, 如式(4)所示:

$$\omega_j = g_j / \sum_{j=1}^m g_j \quad (1 \leq j \leq m) \quad (4)$$

最后对不同主体的指标值进行加权求和, 求得由多指标构成的创新水平衡量指标  $Z_i$ , 公式如(5)所示:

$$Z_{ij} = \sum_{j=1}^m \omega_j INO_{ij} \quad (5)$$

本文分别采用全社会创新、规模以上工业企业创新、高技术企业创新、科研机构创新、高校创新五个分指标衡量区域总体创新水平, 各分指标又包括多项细分指标, 具体指标如表 1。

**Table 1.** Index system of regional innovation at all levels

**表 1.** 区域创新各级指标体系

一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
全社会创新水平	R & D 人员当量	高技术企业创新	R & D 人员当量
	R & D 经费内部支出		R & D 经费内部支出
	R & D 经费外部支出		R & D 经费外部支出
	申请专利		新产品开发费用
	万人发明专利拥有量		新产品销售收入
规模以上工业企业创新	R & D 人员当量	科研机构创新	研发经费内部支出
	R & D 经费内部支出		申请专利
	R & D 经费外部支出		科技论文
	专利申请量		著作与行业标准
	新产品开发经费		R & D 人员当量
	新产品销售收入	R & D 内部支出	
	引进境外技术经费	高校创新	R & D 外部支出
	消化吸收经费		申请专利
	购买境内技术经费		发表科技论文
	技术改造经费		著作

本文全部数据来源于福建科技统计年鉴, 2020 年福建省各市创新水平如图 2。

从结果看, 总体均值为 0.27, 福州的创新均值最高为 0.763, 南平的创新均值最低为 0.044, 莆田、三明、南平与龙岩的均值都在 0.1 以内, 创新水平明显不足。福州、厦门在福建科技创新中具有绝对领先水平, 处于第一梯队, 泉州与宁德处于第二梯队, 其他各市处于第三梯队, 福建省科技创新水平呈现

明显的层次性特征。从各项指标具体情况分析，福州市各项指标都较高，研究机构与高校创新能力是福州的主要优势；厦门各项指标差距相对较大，高技术创新与全社会创新具有优势，而研究机构创新水平最低；泉州的科技创新水平优势体现在规模以上工业企业与全社会创新能力方面，但高技术企业与研究机构创新力低是主要短板，这主要是因为泉州产业中传统制造业比重大，现代高新技术产业优势不突出；宁德的科技创新能力主要体现在高技术企业和规模以上工业企业方面，主要原因为宁德发展相对较晚，产业发展具有后发与弯道超车优势，但研究机构 and 高校创新力低是最大弱项。

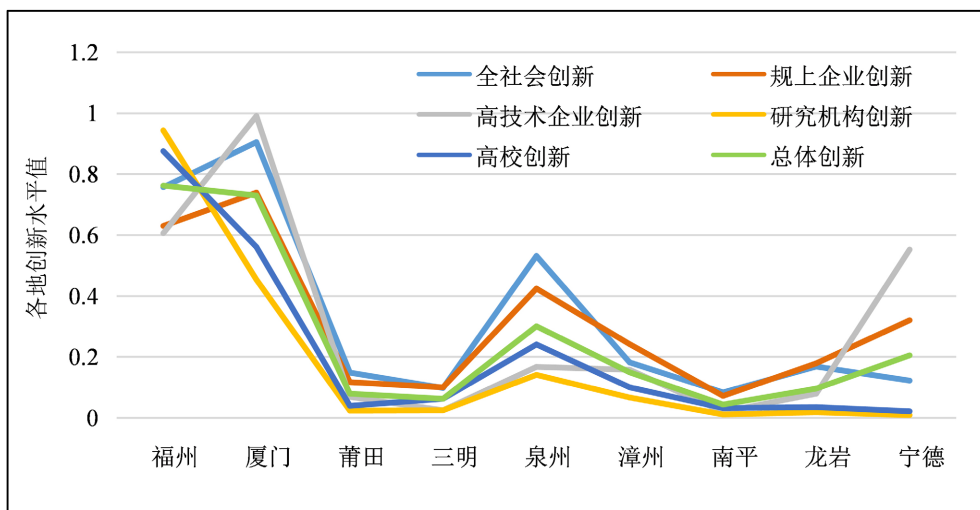


Figure 2. Innovation level of cities in Fujian Province  
图 2. 福建省各地市创新水平

#### 4. 福厦泉科创走廊各市科技创新协调度

区域经济社会发展是一个均衡、协调的系统，科技创新与区域经济发展相互促进[7]。当经济总量达到一定水平后，经济发展主要依靠科技带动，科技成为经济发展第一动力。但也存在经济发展主要依靠资源驱动，科技创新滞后的现象。新发展理念要求经济社会协调发展，科技创新与经济水平协调发展是实现高质量发展的重要保证。本文分别采用区位熵和耦合协调模型测算各区域的创新与经济社会发展的协调性。

##### 4.1. 创新区域熵

熵权法综合计算的创新水平反映了区域创新水平的绝对值及各区域之间的相对水平，但不能反映创新水平与区域经济发展之间的耦合协调性。本研究先采用区位熵分析区域创新水平与经济社会发展的关系。区位熵在衡量某一区域要素的空间分布情况，最早分析产业发展，反映某一产业部门的专业化程度，以及某一区域在高层次区域的地位和作用等方面。本研究用之分析创新水平在区域中的地位，其公式如(6)：

$$LQ_{ij} = (z_{ij}/z_j) / (z_i/z) \tag{6}$$

其中， $LQ_{ij}$  就是  $j$  地区的  $i$  创新在全福建省的区位熵， $z_{ij}$  为  $j$  地区的  $i$  创新的相关指标，即公式(5)计算所得的熵权值； $z_j$  为  $j$  地区所有创新的相关指标； $z_i$  指在全省范围内  $i$  创新的相关指标； $z$  为全省所有创新的相关指标。 $LQ_{ij}$  的值越高，地区创新集聚水平就越高，一般来说：当  $LQ_{ij} > 1$  时，理论解释为  $j$  地区

的区域创新在全省具有优势；当  $LQ_{ij} < 1$  时，认为  $j$  地区的创新在全省具有劣势。区位熵方法可在一定程度上反映出地区层面的创新集聚水平。福建省各市 2020 年的创新区位熵计算结果如表 2。

**Table 2.** Competitiveness of location entropy  
**表 2.** 区位熵的竞争力

	全社会创新	规上企业创新	高技术企业创新	研发机构创新	高校创新
福州	1.179196	1.095556	1.002424	2.620057	2.083317
厦门	2.342676	1.937301	2.87792	1.992014	2.166406
莆田	0.701739	0.54246	0.413366	0.208614	0.269296
泉州	0.771828	0.659287	0.288035	0.351933	0.554734
漳州	0.514432	0.732368	0.650277	0.351993	0.427574
宁德	0.589443	1.755297	2.428353	0.084482	0.16217

从结果看，福州、厦门区位熵各指标全部大于 1，宁德的规模以上工业创新和高技术企业创新区位熵大于 1，其他各市的区位熵值都小于 1。从创新的 5 个方面的均值分析，厦门最高达 2.263，其次为福州达 1.596，宁德达到 1.004，区位熵具有两极分化趋势。厦门在全省创新中具有领先优势，各项指标均较高且均衡；而福州作为省会城市拥有较多的研发机构与高校，具有较强的竞争优势；宁德虽然发展较晚，但在现代产业发展中规模以上工业企业数量多，企业研发经费投入高，尤其是高技术企业数量大，科技实力强，具有较大创新优势；而泉州虽然经济总量大，是福建省 GDP 最早超万亿的城市，但创新并不具备集聚优势，尤其是高技术创新处于垫底水平，创新与经济社会发展不协调；其他各市的创新区位熵都处于较低水平，创新能力低，创新没有成为经济社会发展的重要支撑。

#### 4.2. 区域创新耦合协调度

由于区位熵只反映了创新相对值在区域经济社会发展相对值的比例关系，反映了创新的相对优势。为了更清晰地反映区域创新水平与经济社会发展的协调度，本文采用耦合协调度模型分析创新与区域经济的耦合状况。耦合协调度模型用于分析事物多指标的协调发展水平，是两个或两个以上系统之间平衡发展、实现协调性的动态关系，反映系统内部的相互依赖相互制约程度。耦合协调度模型共有 C、T 与 D 三种指数，其中，耦合度 C 公式如下：

$$C = \sqrt[3]{f(x)g(y)/f(x)g(y)} \quad (7)$$

$f(x)$  和  $g(y)$  分别表示两个子系统， $C$  值表示两个子系统的平均偏离程度，数值越小说明子系统间的度越高。协调指数  $T$  公式为：

$$T = \alpha f(x) \beta g(y) \quad (8)$$

$\alpha$  和  $\beta$  用于表示上述两个子系统对总系统的贡献程度。则耦合协调指数公式为：

$$D = \sqrt[3]{C \times T} \quad (9)$$

本研究分别对福建科创走廊节点城市的创新水平与经济社会发展之间的耦合协调程度进行测算， $D$  值结果见表 3。



从综合创新指标分析,福州、厦门的科技创新与经济社会发展处于较高协调状态,福州全部指标都高度协调,厦门在研发机构和高校创新处于比较协调,其他处于高度协调;泉州总体创新水平与经济社会发展处于比较协调区间,其中全社会创新和规模以上工业企业创新处于高度协调,其他处于比较协调状态。漳州和宁德的科技创新与经济社会发展处于轻度失调范围,而莆田处于严重失调状态,且全部指标均处于严重失调,创新水平较低,严重影响了区域经济高质量发展;宁德在规模以上工业企业创新和高新技术企业创新处于轻度失调;漳州规模以上工业企业创新处于比较协调,其他都处于轻度失调。

**Table 3.** D value of innovation coupling coordination among cities in Fujian Science and Innovation Corridor

**表 3.** 福建科创走廊各市创新耦合协调 D 值

	全社会创新	规上企业创新	高新技术企业创新	研发机构创新	高校创新	综合创新
福州市	0.937 <sup>†</sup>	0.941 <sup>†</sup>	0.869 <sup>†</sup>	0.984 <sup>†</sup>	0.984 <sup>†</sup>	0.981 <sup>†</sup>
厦门市	0.83 <sup>†</sup>	0.83 <sup>†</sup>	0.83 <sup>†</sup>	0.691 <sup>***</sup>	0.741 <sup>***</sup>	0.821 <sup>†</sup>
莆田市	0.297 <sup>*</sup>	0.288 <sup>*</sup>	0.27 <sup>*</sup>	0.22 <sup>*</sup>	0.229 <sup>*</sup>	0.27 <sup>*</sup>
泉州市	0.857 <sup>†</sup>	0.85 <sup>†</sup>	0.63 <sup>***</sup>	0.619 <sup>***</sup>	0.713 <sup>***</sup>	0.773 <sup>***</sup>
漳州市	0.459 <sup>**</sup>	0.549 <sup>***</sup>	0.477 <sup>**</sup>	0.396 <sup>**</sup>	0.432 <sup>**</sup>	0.482 <sup>**</sup>
宁德市	0.261 <sup>*</sup>	0.422 <sup>**</sup>	0.464 <sup>**</sup>	0.17 <sup>*</sup>	0.17 <sup>*</sup>	0.373 <sup>**</sup>

\*表示数值在 0.3 以内,严重失调;\*\*表示数值大于 0.3,小于 0.5,轻度失调;\*\*\*表示数值大于 0.5,小于 0.8,比较协调;†表示数值大于 0.8,高度协调。

### 4.3. 科创走廊各节点创新互补性及差异

科创走廊各市不同类型的创新也存在较大差异,通过极差和方差可以分析组内各数据的偏离程度,从而认识其内部协调性。福州、泉州与宁德的创新值内部极差都较大,福州创新极差为 0.326,宁德为 0.112,泉州为 0.093。福州的研发机构在全省最具优势,而规模以上工业企业创新在区内部创新相对最弱;泉州全社会创新相对较强,但研发机构创新最弱;宁德规模以上工业企业创新最强,但研发机构创新却最弱。说明各区域内部各种创新非常不均衡。福厦泉三地创新基础有较大差异。福州在研发机构和高校具有天然优势,但产业实体相对较弱,规模以上工业企业和高技术企业主体不多创新能力不强。厦门集聚了大量高技术企业和规模以上工业企业,但科研机构却不具优势,虽有厦门大学和其他高校,但总体创新力不及福州。泉州拥有大量的规模以上工业企业但创新水平不高。漳州和宁德虽不是科创走廊重要主体,但漳州的规模以上工业企业和高技术企业创新相对较强;宁德作为后发区域但在现代新兴产业具有后发优势,高技术企业创新接近福州,规模以上工业企业接近泉州、高于漳州。莆田处于科创走廊中心位置在科技产业化方面具备天然优势,虽创新不强,但与其他城市具有较强协同创新空间。

各种创新值极差也存在较大差距,且明显大于各区域内部不同创新间的差距。差距最大的为研发机构创新,极差为 0.555,最小的是规模以上工业企业创新,极差为 0.237。表明各区域的创新资源存在较大差距,创新资源具有互补性,区域间协同创新具有较好基础。

总体上看福建科创走廊创新差距大,短期内必须通过非均衡创新建立区域创新高地,通过辐射效应带动其他地区创新协调发展。福建省福州、厦门和泉州具有较强的创新基础,福厦泉国家自主创新示范区和福州、厦门、泉州 3 个国家创新型城市等创新主体已基本连成创新线,但三地创新差异化明显,推动沿福厦泉科技创新走廊高质量发展辐射带动全省创新发展是福建省创新的必然选择。

## 5. 福厦泉科创走廊节点城市创新能力协同提升建议

科创走廊建设是现代科技与经济深度融合及大科学背景下促进区域经济高质量发展的重要保障。在福厦泉科技创新走廊建设中要以协同创新作为重要方向，以节点城市创新资源共享作为重要手段，提高区域总体创新水平。

1) 福厦泉科技创新走廊要融入轴线更多城市。福厦泉科技创新走廊以自创区和福州、厦门、泉州 3 个国家创新型城市为主体，但福州、厦门、泉州的创新资源并不均衡。福州和泉州的高技术企业并不占优势，而漳州和宁德却具有创新优势，另外宁德规模以上工业企业创新也具有较强优势。而莆田虽然创新资源不具有优势，但产业基础较好。所以福厦泉科技创新走廊需要融入漳州、莆田和宁德，以增强走廊的创新资源，释放原始创新成果。

2) 福厦泉科技创新走廊需要合理定位创新功能。根据福厦泉科创走廊 6 个节点城市的主导产业及未来发展方向确立走廊的空间结构组织形式，应以“双中心、四基地”的空间组织结构为主，如图 3。

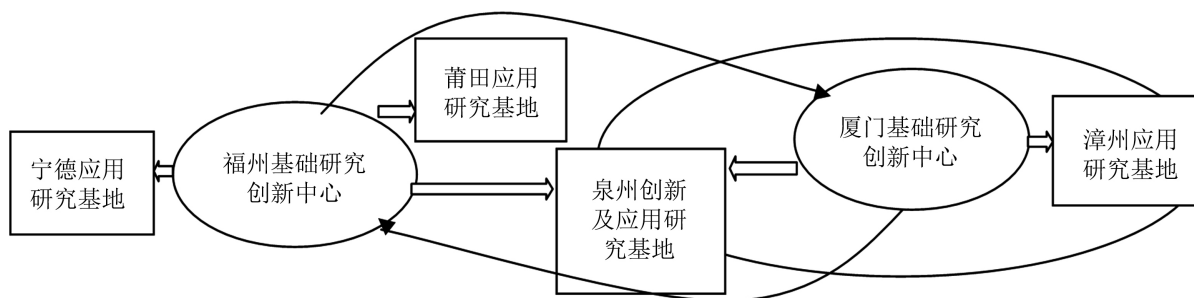


Figure 3. Spatial organization structure of Fuxia-Quan Kechuang Corridor  
图 3. 福厦泉科创走廊的空间组织结构

福州和厦门的创新资源较丰富，尤其在高校和科研机构创新方面具有天然优势，可以把福州和厦门作为基础研究创新中心，泉州作为创新及应用研究基地，加强科学城基础科学创新，打造区域创新高地。泉州在基础研究相对较弱的条件下要借力福州和厦门的科研资源提高产业创新实力并在应用研究上实现颠覆性创新。宁德可以依靠高新技术产业实力加大新能源及机电产业创新，以服务国家双碳目标。莆田可以依托福州的创新资源提升产业实力，逐步提高企业创新能力。漳州在承接厦门产业转移过程中要加大创新配套，承接厦门的创新业务，逐渐向高端价值链攀升。

3) 协同模式的选择要同时兼顾内部协同与外部协同。协同创新是科创走廊的重要任务，福厦泉科技创新走廊要协同安排创新资源的合作，既要安排内部协同又要安排外部协同。内部协同要加强资源要素、产学研协同、创新平台与空间协同，突破单个区域创新成果转化低、技术需求难以满足的问题。集中于着力构建“政府引导 + 市场先行”的组织协调机制、“科学 + 技术”的双源头创新策源地，夯实创新基石，加快原始创新平台建设、“科创 + 产业”的产城融合发展格局、“金融 + 科技 + 服务供给”的服务支撑体系，加强平台有机联系互动，强化协同创新产学研紧密结合、削弱行政壁垒等方面。外部协同要加强北与长三角、西与珠三角、东与台湾省的协同创新，提升区域创新能力。探索逐步推进一体化人才评价机制、认定标准，实现与珠三角、长三角地区国际人才互认互通互动，促进人才高效流动，共享海外引才渠道，联合开展国际人才招聘活动；提高国际人才综合服务水平，吸引和集聚全球高层次科技创新人才。

4) 要加强创新的集聚与整合，形成创新合力。20 世纪后科技发展的社会化、复杂性与系统化特征日渐突显，小科学发展为大科学成为重要趋势。现代科技创新是基于大科学背景下的科学共同体协同创新，



一方面需要较高的财力、物力的支持,另一方面,需要区域间科研人员、创新平台、产学研协同配合,共同完成科研任务。在此背景下,单个企业或单个区域实现重大科技创新的难度不断提高,需要政府作为科技创新的主要组织者与谋划者,组建既独立又联合的创新体。在科创走廊建设中要以大科学工程为载体、以大科学项目为抓手,通过组建大科学平台实现资源集聚,以在基础科学、数字产业关键技术、新能源、新材料领域实现突破。

## 基金项目

本文系福建省科技厅创新战略项目:福厦泉科创走廊节点创新能力协同提升研究(2021R0043)的阶段性成果。

## 参考文献

- [1] 贾蓉,柳卸林.长江三角洲跨行政区域创新体系的研究[J].科学学与科学技术管理,2006,27(8):44-50.
- [2] 孙超英,贾舒.对我国跨行政区域创新体系建设的若干思考——兼论建设成渝经济区区域创新体系的重大意义和现实基础[J].理论与改革,2007(6):5.
- [3] 王鹏.跨行政区域创新系统的核心特征与动力支持研究[J].未来与发展,2009(1):17-20.
- [4] 叶一军,顾新,李晖,等.跨行政区域创新体系下创新主体间协同创新模式研究[J].科技进步与对策,2014(16):29-33.
- [5] 邓琦.广深科技创新走廊深圳段的科技治理研究——基于与硅谷的比较分析[J].科技管理研究,2020,40(20):92-98.
- [6] 林贤.关于建设“福厦科创走廊”的建议[J].发展研究,2018(5):4.
- [7] 兰筱琳,黄茂兴.科技创新走廊建设的耦合协调性问题研究——以福厦泉科技创新走廊为例[J].经济研究参考,2019(21):99-111.