# 金融发展视角下海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响

徐伟呈，赵彩云

（中国海洋大学经济学院　青岛　266100）

**摘要**：随着海洋强国战略的实施，探究海洋科技创新对于海洋经济的影响成为实现海洋强国目标的重要推动力。文章基于 2008—2019 年中国 11 个沿海地区的面板数据，构建面板模型，在金融发展视角下探讨海洋科技创新对于海洋经济高质量发展的调节效应以及门槛非线性作用。结果表明：海洋科技创新对于海洋经济高质量增长具有显著促进作用；在海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响过程中，金融发展规模和效率表现出正向调节效应，而金融发展结构的调节效应暂不显著；在海洋科技创新作用于海洋经济高质量发展的过程中，金融发展规模存在双门槛效应以及最佳金融发展水平区间，金融发展结构和效率均存在单门槛效应，即当金融发展结构大于单一门槛值时，海洋科技创新对海洋经济高质量增长表现显著正向作用，当金融发展效率大于单一门槛值时，海洋科技创新对海洋经济高质量增长的促进作用增大。

**关键词**：海洋科技创新；金融发展；海洋经济高质量增长；调节效应；门槛效应

**中图分类号**：F06；P74　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1005－9857(2023)02－0039－11

# The Influence of Marine Science and Technology Innovation on the High-quality Development of Marine Economy Under the Background of Financial Development

XU Weicheng，ZHAO Caiyun

（School of Economics，Ocean University of China，Qingdao 266100，China）

**Abstract**：With the implementation of the strategy of marine power，exploring the impact of marine science and technology innovation on the marine economy has become an important driving force for the goal of marine power. Based on the panel data of 11 coastal provinces and cities in China from 2008 to 2019，a panel model was built to explore the adjustment effect and threshold effect of marine science and technology innovation on the high-quality development of the marine economy under the perspective of financial development. It was found that：①marine science and technology innovation had a significant promotion effect on the high-quality growth

**收稿日期**：2022-06-01；**修订日期**：2022-12-16

**基金项目**：青岛市社会科学规划基金项目“数字金融驱动青岛市经济高质量增长的机理、效应及政策优化”(QDSKL2101029).

**作者简介**：徐伟呈，副教授，研究员，硕士生导师，博士，研究方向为宏观经济、区域经济和国际经济

**通信作者**：赵彩云，硕士研究生，研究方向为宏观经济和区域经济

of the marine economy; ② In the process of the impact of marine science and technology innovation on the high-quality development of marine economy, financial development scale and efficiency had shown a positive adjustment effect, while the adjustment effect of the financial development structure was not significant; ③ Financial development scale had a double threshold effect, indicating that there was a level of best financial development; Financial development efficiency and structure had a single threshold effect. When the financial development structure was greater than a single threshold value, marine science and technology innovation had a significant positive effect on the high-quality growth of the marine economy. When the efficiency of financial development was greater than a single threshold value, the promotion of marine science and technology innovation on the high quality of marine economy would increase.

**Keywords**: Marine science and technology innovation, Financial development, High-quality growth of marine economy, The adjustment effect, The threshold effect

## 0 引言

21 世纪以来,我国加大了海洋开发力度,海洋经济规模不断增大,增速不断提高。党的十八大明确提出建设“海洋强国”的战略,党的十九大再次强调“海洋强国”战略的重要地位。毋庸置疑,在经济复杂的现实背景下,海洋科技创新是提升海洋发展核心竞争力的关键因素,加快海洋科技创新步伐是实现海洋强国战略的重要保障。众多研究表明,科技创新是经济增长的重要动能。同样,海洋科技创新在增强海洋经济动能过程中也扮演了相当重要的角色。那么海洋科技创新发展是否能够有效驱动海洋经济高质量发展?在国内金融深化改革的大背景下,金融发展在其中又扮演怎样的角色?这是亟待研究的重要问题。研究金融发展、海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响不仅对于我国实现“海洋强国”战略具有十分重大的现实意义,还能够为金融改革政策的制定提供理论指导。

因此,本研究基于我国 11 个沿海地区的面板数据,在对海洋科技创新水平和海洋经济高质量发展水平综合指标进行测度的基础上,构建面板模型实证研究金融发展水平、海洋科技创新以及海洋经济高质量增长之间的关系。

## 1 文献综述

对科技创新与经济发展关系的研究一直是学术界关注的重点,多数学者认为科技创新可以成为经济高质量发展的驱动力。Brun 等[1]将研究样本分为沿海和非沿海地区,分析发现我国沿海地区技术创新可以显著促进沿海地区经济发展;Kale 等[2]利用印度数据构建科技创新综合指数,实证证明科技创新能够促进印度经济发展;吴新中等[3]运用 SBM-DDF 模型表明技术创新改进已然成为长江经济带工业绿色发展的重要动能;涂正革等[4]从偏向性技术进步的角度,实证研究证明资本偏向型技术进步是省际经济增长的重要驱动力。在海洋经济层面,Andersson 等[5]基于能源角度,认为海洋能源技术创新是海洋经济的重要推动力;谢子远[6]基于主成分分析法,在对海洋科技发展水平进行评价的基础上,认为海洋科技与海洋经济间的联系是正向的;徐胜等[7]在构建海洋创新因子的基础上,认为技术投入是海洋经济结构转型的重要影响因子;杜军等[8]从时间效应出发,运用 VAR 模型研究得出海洋科技创新对海洋经济增长的长期影响是正向显著的,并且海洋科技创新是海洋经济增长的格兰杰原因;秦琳贵等[9]研究表明科技创新显著驱动海洋经济绿色全要素生产率的提升;宁凌等[10]认为海洋科技创新与海洋全要素生产率二者之间存在双向增强机制,但是长期来看这种双向增强机制的提升幅度不大。

也有学者认为,科技创新与经济发展之间的关系并非简单的线性促进作用。王泽宇等[11]在构建海洋科技创新能力和海洋经济发展程度综合指数的基础上,运用协调度模型发现二者协调发展度呈

下降趋势；吴传清等[12]发现，科技创新对绿色全要素生产率的影响呈现先升后降的非线性特征；周国富等[13]运用空间模型检验证明区域创新能力尚未形成对于全要素生产率的促进作用；李健等[14]发现科技创新因素对珠三角、长三角及京津冀三大城市群绿色全要素生产率的影响为负；王春娟等[15]在构建系统评价指标体系的基础上，运用协调度模型研究表明，科技创新和海洋经济发展水平的协调度逐年上升；狄乾斌等[16]运用空间计量模型，发现海洋科技创新效率可以驱动本地区海洋经济发展，然而对相邻地区却未表现出推动作用。

此外，部分学者开始聚焦于在其他条件影响下，海洋科技创新对海洋经济的影响效果。纪建悦等[17]实证检验表明海洋科技创新对海洋全要素生产率增长作用过程中，存在海洋产业结构的单一门槛效应，跨越海洋产业结构单一门槛值后，海洋科技创新对海洋全要素生产率增长的正向作用显著增长；杜军等[18]研究发现在考虑环境规制的影响下，长江流域以北区域海洋技术创新显著制动海洋经济绿色全要素生产率的提升，长江流域以南区域海洋技术创新对海洋经济绿色全要素生产率的作用效果不显著；赵巍等[19]选取苏、沪、浙、鲁、粤沿海 5 个地区为研究样本，运用耦合度模型测算得出金融发展、科技创新与海洋经济发展系统的协调度基本上实现良好协调水平，但还未达优质协调水平。

纵观文献，主流文献的研究重点大致体现在 4 个层面。①从历史维度视角出发，利用协调模型考察某国家或者区域的科技进步或创新驱动与经济发展的相互动态影响效应。②从区域异质性视角切入，应用 VAR、PVAR 及面板因果检验等方法，研究科技创新和经济发展的双向因果关系。③利用面板门槛模型和调节模型等方法，剖析在其他因素作用下科技创新对于经济发展的影响。④随着空间计量经济学的兴起，海洋科技创新对海洋经济发展的空间效应也逐渐成为学者的研究重点。

现有研究聚焦于科技创新和区域经济发展的较多且成果颇丰，但是关于海洋科技创新能否有效驱动海洋经济高质量发展的研究少之又少，并且在海洋经济层面大多采用单一指标或者效率指标进行衡量。关于海洋层面，研究大多集中于海洋科技创新与海洋经济发展的线性关系与直接影响，而金融发展水平作为影响海洋经济发展的重要因素一直未得到足够的关注，将金融发展水平、海洋科技创新和海洋经济高质量发展纳入统一框架的研究更是乏善可陈。

本研究的边际贡献在于 2 个方面：①跳出已有文献对科技创新与经济发展关系的研究惯性，运用调节效应模型，更加关注在金融发展水平的调节背景下，海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响。②通过引入非线性面板门槛模型，考察金融发展水平、海洋科技创新水平对海洋经济高质量增长的非线性作用特征，这是对现有研究的有益补充，并进一步为海洋经济研究增砖添瓦。

## 2　研究设计

### 2.1　样本描述

鉴于现有统计资料的可获得性，选取 2008—2019 年 11 个沿海地区的面板数据进行分析。数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》以及《中国海洋经济统计年鉴》。另外，对于仅涉及物价因素的变量，以 2003 年为基期进行价格指数的平减。

### 2.2　变量选择

#### 2.2.1　海洋经济高质量发展

本研究从海洋经济规模，海洋经济结构，海洋环境污染和海洋就业状况 4 个层面衡量海洋经济高质量发展。

由于选取的二级指标对海洋经济的表征程度不尽相同，须对各个指标赋予权重。选择客观赋权的熵权法，根据数据离散程度的不同进行指标赋权。具体思路如下：设有 $r$ 年，$n$ 个沿海地区，$m$ 个指标，$x_{\theta ij}$ 为第 $\theta$ 年 $i$ 地区的第 $j$ 个指标值。首先，对指标数据进行标准化处理为 $x'_{\theta ij}=x_{\theta ij}/x_{\max}$；其次，得到 9 个二级指标权重为 $y_{\theta ij}=x'_{\theta ij}/\sum_{\theta}\sum_{i}x'_{\theta ij}$，第 $j$ 项指标对应的熵值为 $e_j=-k\sum_{\theta}\sum_{i}\ln(y_{\theta ij})$，$k>0$，$k=\dfrac{1}{\ln(rn)}$；最后，得到各指标的权重为：

$$w_j=\frac{1-e_j}{\sum_{j}(1-e_j)}$$

利用本研究的数据，计算得到一、二级指标的最终权重，结果见表 1。此处权重的测算使用 Matlab R2021a 软件完成。计算海洋经济高质量发展的最终指标。

$$H_{\theta i}=\sum_{j}(w_{j}x_{\theta ij})$$

**表 1 海洋经济高质量发展评价指标体系及权重**

**Table 1 Evaluation index system and weight of high-quality development of marine economy**

| 一级指标（权重） | 二级指标（权重） |
|---|---|
| 海洋经济规模（0.465 5） | 人均海洋生产总值（0.186 4） |
| | 海洋生产总值（0.187 3） |
| | 海洋生产总值增速（0.091 8） |
| 海洋经济结构（0.339 1） | 海洋生产总值占地区生产总值的比重（0.103 6） |
| | 海洋第三产业产值占海洋生产总值的比重（0.039 1） |
| | 海洋第三产业增加值占海洋产业增加值比重（0.017 3） |
| | 海洋第三产业总值与第二产业总值的比值（0.179 2） |
| 海洋环境污染（0.113 7） | 单位生产总值废水排放量（0.113 7） |
| 海洋就业状况（0.081 7） | 涉海就业人员增长率（0.081 7） |

### 2.2.2 海洋科技创新指标

从海洋科技创新支撑、海洋科技创新投入、海洋科技创新产出 3 个层面衡量海洋科技创新能力。科技支撑是海洋科技创新的硬性条件，科技创新投入是海洋科技创新的软性条件，科技创新产出是海洋科技创新市场需求的体现。选取能够衡量海洋科技创新支撑、海洋科技创新投入、海洋科技创新产出的 12 项二级指标（表 2）。根据熵权法得出海洋科技创新的最终指标。

海洋科技创新支撑：以普通高校海洋专业专科以上毕业生数量和涉海科技人员占涉海就业人员比率表征海洋研发基础设施的软件条件，以海洋科研机构数量表征海洋研发基础设施的硬件条件。海洋科技创新投入：以单位经费投入强度、海洋科研从业人员数和科研机构硕士以上学历人员数分别反映海洋科研资金投入状况、人才总体投入状况和高学历科技人员投入状况。海洋科技创新产出：以发表科技论文数、人均科技论文数、出版科技著作数、发明专利授权数、科技课题数和海洋科研教育管理服务业增加值反映海洋科技创新成果产出水平。

**表 2 海洋科技创新评价指标体系及权重**

**Table 2 Evaluation index system and weight of marine science and technology**

| 一级指标（权重） | 二级指标（权重） |
|---|---|
| 海洋科技创新支撑（0.260 7） | 涉海科技人员占涉海就业人员比率（0.096 9） |
| | 普通高校海洋专业专科以上毕业生数（0.073 4） |
| | 海洋科研机构数（0.070 5） |
| 海洋科技创新投入（0.314 6） | 单位经费投入强度（单位生产总值经费投入）（0.095 9） |
| | 海洋科研从业人员数（0.090 9） |
| | 海洋科研机构硕士以上学历人员数（0.127 8） |
| 海洋科技创新产出（0.444 7） | 发表科技论文数（0.116 7） |
| | 人均科技论文数（0.106 2） |
| | 出版科技著作数（0.018 2） |
| | 发明专利授权数（0.008 5） |
| | 科技课题数（0.014 1） |
| | 海洋科研教育管理服务业增加值（0.181 0） |

### 2.2.3 金融发展水平

从金融发展规模、结构、效率 3 个层面考察金融发展水平。①以金融业产值占 GDP 的比重表征金融发展规模[20]；②金融发展结构可以由融资结构来表征[20-21]，以金融机构贷款和股票市值分别代表间接融资和直接融资，以股票市值/（贷款总额＋股票市值）表征金融发展结构；③以金融机构贷款总额占金融机构存款总额的比重表征金融发展效率，金融机构的存贷比代表金融市场的储蓄投资转化效率，可以反映金融市场的资源配置效率与竞争程度[22-24]。

### 2.2.4 其他变量

研发投入（RD）：研发经费支出占 GDP 的比重；对外开放度（TO）：进出口贸易总额占 GDP 的比重，其中进出口贸易数据单位为万美元，根据年均汇率折算为人民币之后再进行核算；人均 GDP（LNP-GDP）：采用地区人均 GDP 表征经济发展水平，以 2003 年为基期进行消费者价格指数平减，并进行对数化处理（表 3）。

**表 3　变量说明及描述性统计**

**Table 3　Description of variables and descriptive statistics**

| 变量类型 | 变量名称 | 变量符号 | 均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 被解释变量 | 海洋经济高质量发展 | EC | 3.874 4 | 0.371 5 | 3.170 3 | 4.709 9 |
| 解释变量 | 海洋科技创新 | ST | 3.680 0 | 0.589 0 | 2.180 7 | 4.999 1 |
| 调节/门槛变量 | 金融发展规模 | FINS | 0.067 4 | 0.031 4 | 0.022 1 | 0.174 0 |
| | 金融发展结构 | FINI | 0.753 7 | 0.115 0 | 0.429 0 | 0.922 3 |
| | 金融发展效率 | FINE | 0.750 7 | 0.124 6 | 0.489 3 | 1.136 0 |
| 控制变量 | 研发投入 | RD | 1.993 7 | 1.313 5 | 0.460 4 | 6.311 1 |
| | 对外开放度 | TO | 0.485 3 | 0.355 8 | 0.087 5 | 1.566 2 |
| | 人均 GDP | LNPGDP | 10.278 7 | 0.497 0 | 8.902 0 | 11.412 9 |

### 2.3　模型方法

#### 2.3.1　基本模型设定

本研究重点研究海洋科技创新(ST)对海洋经济高质量发展(EC)的影响，因此把海洋科技创新(ST)作为自变量，把海洋经济高质量发展(EC)作为因变量建立面板实证模型，进一步选择能够影响海洋经济高质量增长的研发投入(RD)、对外开放度(TO)和人均 GDP(LNPGDP)作为控制变量，增加研究结果的可靠性。具体模型(1)构建如下：

$$EC_{it}=\mu_i+\alpha_1 ST_{it}+\alpha_2 RD_{it}+\alpha_3 TO_{it}+\alpha_4 LNPGDP_{it}+\varepsilon_{it}^{1}$$

本研究重点关注的是在不同的金融发展水平下，海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响，由此引入海洋科技创新和金融发展水平的交互项构建模型(2)。另外，采用去中心化方法降低多项式或者交互项所带来的不利影响。在创建交互项之前，用海洋科技创新和金融发展水平减去其均值来降低该新变量与交叉项的相关性。为与原来的变量符号进行区分，用“′”表示该变量的中心化形式。引入交互项的模型(2)如下：

$$EC_{it}=\eta_i+\lambda_1 ST_{it}+\lambda_2 FIN_{it}+\lambda_3 ST'_{it}\times FIN'_{it}+\lambda_4 RD_{it}+\lambda_5 TO_{it}+\lambda_6 LNPGDP_{it}+\varepsilon_{it}^{2}$$

#### 2.3.2　门槛模型

由前文的分析可知，海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响在金融发展水平维度上存在异质性。为进一步分析在海洋科技创新对海洋经济高质量发展影响过程中金融发展水平发挥的非线性作用，设定门槛模型(3)进行讨论。在门槛数未知的情况下，可先假设只有 1 个门槛。具体而言，模型(3)的基本设定如下：

$$EC_{it}=\nu_i+\beta_1 ST_{it}\times I(q_{it}\leqslant\gamma)+\beta_2 ST_{it}\times I(q_{it}\geqslant\gamma)+\beta_3 RD_{it}+\beta_4 TO_{it}+\beta_5 LNPGDP_{it}+\varepsilon_{it}^{3}$$

式中：$I$ 为指示函数，条件成立则取值为 1，否则取值为 0；$q_{it}$ 为门槛变量，包括金融发展规模(FINS)、金融发展结构(FINI)和金融发展效率(FINE)；$\gamma$ 为特定的门槛值。

## 3　实证结果

### 3.1　基本回归结果

运用模型(1)对海洋科技创新(ST)与海洋经济高质量发展(EC)之间的线性关系进行回归，再引入金融发展水平和海洋科技创新的交互项建立模型(2)，对金融发展带来的边际影响进行估计。在采用静态面板模型考察海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响效应之前，须先筛选面板数据模型估计方法。对于模型(1)而言，根据 Hausman 检验得出，$p$ 值为 0.466 2，接受原假设，选择随机效应模型进行估计。对于模型(2)而言，根据 Hausman 检验得出，$p$ 值分别为 0.006 9、0.040 7 和 0.038 1，拒绝随机效应模型是最有效率的原假设，采用固定效应模型进行估计(表 4)。

**表 4　基准回归结果和调节效应检验**

**Table 4　Results of baseline regression and test results of adjustment effect**

| 项目 | 模型(1) | 模型(2) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | FINS | FINI | FINE |
| ST | 0.192 4***<br>(0.002) | 0.170 6*<br>(0.086) | 0.168 6***<br>(0.000) | 0.178 8***<br>(0.004) |
| FINS | — | 0.581 2***<br>(0.000) | — | — |
| FINI | — | — | 0.222 6*<br>(0.084) | — |
| FINE | — | — | — | 0.241 0*<br>(0.055) |
| ST′×FINS′ | — | 0.056 4**<br>(0.041) | — | — |
| ST′×FINI′ | — | — | 0.018 3<br>(0.875) | — |
| ST′×FINE′ | — | — | — | 0.046 7***<br>(0.000) |
| RD | 0.356 0***<br>(0.008) | 0.293 7***<br>(0.009) | 0.258 4**<br>(0.040) | 0.082 8***<br>(0.000) |

续表 4

| 项目 | 模型(1) | 模型(2) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | FINS | FINI | FINE |
| TO | 0.370 3***<br>(0.003) | 0.510 5***<br>(0.000) | 0.567 1***<br>(0.000) | 0.492 2***<br>(0.008) |
| LNPGDP | 0.878 6***<br>(0.000) | 0.679 0***<br>(0.009) | 0.936 6***<br>(0.000) | 0.775 5**<br>(0.042) |
| 常数项 | −0.534 3*<br>(0.054) | −0.369 1***<br>(0.000) | −0.155 6***<br>(0.003) | −0.254 6**<br>(0.038) |
| Hausman 检验 | 7.67 | 12.14 | 10.77 | 11.14 |
| $p$ 值 | 0.466 2 | 0.006 9 | 0.040 7 | 0.038 1 |
| 年份固定 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| 地区固定 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 132 | 132 | 132 | 132 |

注：***、**、* 分别表示在 1%、5%、10%水平上显著。

在模型(1)中，海洋科技创新(ST)的系数在 1%水平下显著为正，表明在控制其他变量影响的前提下，海洋科技创新对海洋经济高质量发展具有正向影响，即海洋科技创新促进海洋经济高质量发展。模型(2)估计结果显示，在引入调节变量即金融发展规模、结构、效率后，海洋科技创新(ST)估计系数分别是 0.170 6、0.168 6和 0.178 8，且分别在 10%、1%和 1%统计水平下显著，这说明海洋科技创新对海洋经济高质量发展的作用是显著正向的。由调节变量的估计系数可知，金融发展规模、结构、效率的估计系数分别为 0.581 2、0.222 6 和 0.241 0，并分别通过 1%、10%和 10%的显著性水平检验。观察交互项的估计系数，海洋科技创新(ST)与金融发展规模(FINS)交互项的系数显著为正且显著，与金融发展效率(FINE)交互项的系数显著为正且显著，但与金融发展结构(FINI)交互项的系数显著为正且不显著。结果表明，海洋科技创新与海洋经济高质量发展的关系受金融发展规模和金融发展效率的正向调节，但金融发展结构的正向调节作用还不明显。

金融的基础功能是实现资金从盈余的部门到短缺的部门的流通，从而实现资源调控的合理分配。金融规模的不断壮大会增加资金资源的供给，金融发展规模的扩大可以为海洋科技创新需求提供资金支持，缓解海洋科技创新推动海洋经济发展过程中面临的融资压力；金融发展结构的提升使得直接融资比例上升，降低融资成本，但目前我国直接融资市场的参与程度还不高，金融结构的优化尚未显示出突出的调节作用；金融发展效率的提升有效提升闲置资金的转化率，金融发展效率在海洋科技创新与海洋经济高质量发展的关系中起到显著正向调节作用。

从控制变量的回归结果看，研发投入(RD)、对外开放度(TO)，人均 GDP(LNPGDP)与海洋经济高质量发展之间存在着显著的正相关关系。在控制变量中，人均 GDP 的影响作用最大，其次是研发投入和对外开放度。总体而言，人均 GDP、研发投入和对外开放度是海洋经济高质量发展的重要区位条件。

### 3.2 稳健性检验

为保证结果的可靠性，采用缩尾处理的方法对模型(1)进行稳健性检验。为防止异常值对估计结果产生不利影响，对样本数据进行 5%和 95%水平的缩尾处理，然后进行重新估计(表 5)。可见，海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响系数在 1%统计水平上显著为正，参数估计结果未产生实质性的变化，证实前文研究结论的可靠性。

另外采用替换调节变量的方法对模型(2)进行稳健性检验。具体而言，采用金融业产值的对数替换金融业产值/GDP 来衡量金融发展规模；采用股票市值占 GDP 的比重替换股票市值/(贷款总额＋股票市值)来衡量金融发展结构；采用私人信贷占贷款总额的比重替换金融机构存贷比来衡量金融发展效率(表 5)。检验发现核心解释变量和交互项回归系数的方向与显著性与前文实证结果并无显著差异，表明参数估计结果可信度强。

表 5 稳健性检验结果

Table 5 Robustness test results

| 项目 | 模型(1)(缩尾处理) | 模型(2)(替换变量) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | FINSR | FINIR | FINER |
| ST | 0.605 4***<br>(0.000) | 0.691 7***<br>(0.002) | 0.596 4***<br>(0.000) | 0.688 5***<br>(0.000) |
| FINS | — | 0.494 1**<br>(0.011) | — | — |
| FINI | — | — | 0.304 9*<br>(0.079) | — |
| FINE | — | — | — | 0.304 9*<br>(0.064) |
| ST′×FINS′ | — | 0.117 2***<br>(0.000) | — | — |
| ST′×FINI′ | — | — | 0.104 6<br>(0.779) | — |
| ST′×FINE′ | — | — | — | 0.095 7***<br>(0.000) |

续表 5

| 项目 | 模型(1)(缩尾处理) | 模型(2)(替换变量) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | FINSR | FINIR | FINER |
| RD | 0.435 6*** (0.000) | 0.345 0** (0.024) | 0.154 8*** (0.000) | 0.423 3* (0.085) |
| TO | 0.480 1*** (0.000) | 0.811 7*** (0.002) | 0.112 1*** (0.000) | 0.629 7*** (0.009) |
| LNPGDP | 0.766 2** (0.028) | 0.682 9* (0.051) | 0.419 5*** (0.000) | 0.615 1*** (0.000) |
| 常数项 | −1.000 5** (0.000) | −1.146 3*** (0.000) | −1.725 6*** (0.000) | −1.659 4*** (0.000) |
| Hausman 检验 | 8.54 | 13.19 | 13.84 | 10.66 |
| $p$ 值 | 0.201 1 | 0.010 4 | 0.007 8 | 0.030 7 |
| 年份固定 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| 地区固定 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 132 | 132 | 132 | 132 |

注：***、**、* 分别表示在 1%、5%、10%水平上显著。

### 3.3　门槛效应分析

为进一步分析海洋科技创新对海洋经济高质量发展影响的非线性特征，探讨金融发展水平在此过程中的作用，构造以金融发展水平为门槛变量的面板门槛模型。

首先确定门槛的个数，由自抽样 300 次的检验结果(表 6)，金融发展规模的三重门槛不显著，单一门槛和双重门槛均显著，对应的自抽样 $p$ 值分别为 0.040 0 和0.000 0；金融发展结构和效率的双重门槛和三重门槛特征并不显著，单一门槛特征显著，对应的自抽样 $p$ 值分别为 0.026 7 和 0.000 0。

**表 6　以金融发展水平为门槛变量的门槛效果自抽样检验**

**Table 6　Self-sampling test of threshold effect with financial development level as threshold variable**

| 门槛变量 | 门槛个数 | $F$ 值 | $p$ 值 | 10% | 5% | 1% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FINS | 单一门槛 | 21.09** | 0.040 0 | 15.769 8 | 18.888 5 | 27.070 4 |
| | 双重门槛 | 20.29*** | 0.000 0 | 11.089 9 | 12.553 8 | 15.658 5 |
| | 三重门槛 | 9.94 | 0.483 3 | 19.842 4 | 29.733 3 | 38.488 4 |
| FINI | 单一门槛 | 27.54** | 0.026 7 | 15.551 8 | 21.217 6 | 32.305 6 |
| | 双重门槛 | 10.34 | 0.400 0 | 18.720 9 | 22.277 5 | 28.167 5 |
| | 三重门槛 | 6.89 | 0.610 0 | 15.116 3 | 18.256 1 | 24.349 9 |
| FINE | 单一门槛 | 20.71*** | 0.000 0 | 16.307 5 | 19.788 7 | 24.789 4 |
| | 双重门槛 | 16.62 | 0.130 0 | 17.954 9 | 21.263 0 | 25.921 5 |
| | 三重门槛 | 6.83 | 0.390 0 | 24.548 7 | 38.617 1 | 60.508 0 |

注：***、** 分别表示在 1%、5%水平上显著；$p$ 值和临界值是采用 Bootstrap 自主抽样法重复 300 次得到的结果。

因此，在以金融发展结构和效率为门槛变量分析海洋科技创新对海洋经济高质量发展影响的门槛特征时，采用单一门槛模型进行估计，金融发展规模则采用双重门槛模型进行估计(表 7)。

**表 7　以金融发展水平为门槛变量的门槛估计值与其置信区间**

**Table 7　Threshold estimate with financial development level as threshold variable and its confidence interval**

| 门槛变量 | 门槛个数 | 门槛值 | 95%的置信空间 |
|---|---|---|---|
| FINS | 双重门槛 | 0.071 1 | [0.060 0，0.081 6] |
| | | 0.139 8 | [0.130 3，0.152 2] |
| FINI | 单一门槛 | 0.885 4 | [0.850 0，0.895 8] |
| FINE | 单一门槛 | 0.903 1 | [0.850 7，0.906 4] |

由表 8 的门槛效应回归结果可以发现，在金融发展规模高于或低于门槛值的不同区间内，海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响系数的大小和显著性均有所差异。当金融发展规模较低时(FINS≤0.071 1)，回归系数为−0.123 6，但是在 10%统计水平下不显著；当金融发展规模跨越第一个门槛值(0.071 1<FINS≤0.139 8)之后，核心解释变量的回归系数由负转为正，且在 5%统计水平下显著，这说明当金融发展规模处于适度水平时，海洋科技创新对海洋经济高质量发展显现出促进作用。当金融发展规模跨越第二个门槛值(FIN>0.139 8)即金融发展水平处于较高阶段时，核心解释变量的回归系数由正转为负，且在 5%统计水平下显著。海洋科技创新投入对海洋经济高质量发展的作用由正转负，这可能是因为当金融发展规模处于较高水平时，经济虚拟化程度高，金融规模的过度增长可能会使原本到海洋实体行业的海洋科技创新投入资金流向金融业，从而表现出负相关关系。

由表 9 的门槛效应回归结果可以发现，FINI≤0.885 4 时海洋科技创新(ST1)的回归系数是 0.082 3，未能通过显著性检验；而当 FINI>0.885 4 时海洋科技创新(ST2)的回归系数为 0.151 7，且在 1%的统计水平下显著。这表明当金融发展结构(FINI)达到该特定的门槛值时，海洋科技创新对海洋经济高质量发展显现出促进作用，此时提高海洋科技创新水平能够促进海洋经济高质量发展。

**表 8 以金融发展规模为门槛变量的门槛模型回归检验**

**Table 8 Regression test of threshold model with financial development scale as threshold variable**

| 项目 | 系数 | 标准差 | $T$ 值 | $p$ 值 | 95%的置信区间 |
|---|---|---|---|---|---|
| ST1(FINS≤0.071 1) | −0.123 6 | 0.089 8 | −1.38 | 0.172 | [−0.303 2,0.056 0] |
| ST2(0.071 1<FINS≤0.139 8) | 0.228 4 | 0.089 9 | 2.54 | 0.013 | [0.048 6,0.408 2] |
| ST3(FINS>0.139 8) | −0.200 7 | 0.090 0 | −2.23 | 0.048 | [−0.380 7,−0.020 7] |
| TO | 0.293 5 | 0.057 8 | 5.07 | 0.000 | [0.178 8,0.408 3] |
| RD | 0.324 6 | 0.056 8 | 5.71 | 0.000 | [0.211 9,0.437 3] |
| LNPGDP | 0.106 5 | 0.056 3 | 1.89 | 0.061 | [−0.005 2,0.218 3] |
| 常数项 | −2.696 6 | 0.909 8 | −2.96 | 0.004 | [−4.500 7,−0.892 5] |

**表 9 以金融发展结构为门槛变量的门槛模型回归检验**

**Table 9 Regression test of the threshold model with financial development structure as the threshold variable**

| 项目 | 系数 | 标准差 | $T$ 值 | $p$ 值 | 95%的置信区间 |
|---|---|---|---|---|---|
| ST1(FINI≤0.885 4) | 0.082 3 | 0.051 9 | 1.59 | 0.116 | [−0.020 6,0.185 3] |
| ST2(FINI>0.885 4) | 0.151 7 | 0.053 0 | 2.86 | 0.005 | [0.046 6,0.256 8] |
| TO | 0.527 5 | 0.092 0 | 5.74 | 0.000 | [0.345 1,0.709 9] |
| RD | 0.511 2 | 0.089 0 | 5.74 | 0.000 | [0.374 3,0.648 2] |
| LNPGDP | 0.479 0 | 0.060 7 | 7.89 | 0.000 | [0.358 6,0.599 5] |
| 常数项 | −3.764 9 | 0.976 5 | −3.86 | 0.000 | [−5.701 5,−1.828 3] |

由表 10 的门槛效应回归结果可以发现，当金融发展效率较低时(FINE≤0.903 1)，海洋科技创新(ST1)的回归系数为 0.276 0，通过 1%显著性检验，表明当金融发展效率较低时，提高海洋科技创新水平可以显著促进海洋经济高质量增长；当金融发展效率较高时(FINE>0.903 1)，海洋科技创新(ST2)的回归系数为 0.371 6，并在 1%显著性水平下显著，表明金融发展效率存在的“门槛效应”使得海洋科技创新与海洋经济高质量发展之间并非简单的线性关系，而是在超过金融发展效率特定门槛值之后其促进作用得到提高。

**表 10 以金融发展效率为门槛变量的门槛模型回归检验**

**Table 10 Regression test of threshold model with financial development efficiency as threshold variable**

| 项目 | 系数 | 标准差 | $T$ 值 | $p$ 值 | 95%的置信区间 |
|---|---|---|---|---|---|
| ST1(FINE≤0.903 1) | 0.276 0 | 0.062 5 | 4.41 | 0.000 | [0.151 9,0.400 2] |
| ST2(FINE>0.903 1) | 0.371 6 | 0.055 5 | 6.69 | 0.000 | [0.261 5,0.481 8] |
| TO | 0.635 5 | 0.090 7 | 7.00 | 0.000 | [0.455 6,0.815 6] |
| RD | 0.433 3 | 0.070 7 | 6.13 | 0.000 | [0.293 0,0.573 6] |
| LNPGDP | 0.245 2 | 0.113 5 | 2.16 | 0.033 | [0.020 1,0.470 4] |
| 常数项 | −3.160 4 | 0.720 8 | −4.38 | 0.000 | [−4.590 3,−1.730 5] |

## 4 结语

本研究主要探讨在金融发展的背景下海洋科技创新对于海洋经济高质量增长的非线性影响。为此，运用调节效应模型和门槛效应模型，结合 2008—2019 年中国 11 个沿海地区的面板数据进行实证研究。①海洋科技创新对于海洋经济高质量

增长具有显著促进作用，提高海洋科技创新水平有利于海洋经济高质量增长。②以金融发展规模、金融发展结构和金融发展效率作为调节变量，检验证明金融发展规模和效率对海洋科技创新影响海洋经济高质量发展的正向调节效应，而金融发展结构的调节效应暂不显著。③金融发展规模在海洋科技创新影响海洋经济高质量发展的过程中存在双门槛效应，可以划分为 3 个阶段，即作用不显著阶段（FINS≤0.071 1）、促进作用阶段（0.071 1<FINS≤0.139 8）和制动作用阶段（FINS>0.139 8）。金融发展结构和金融发展效率在海洋科技创新影响海洋经济高质量发展的过程中均存在单一门槛效应，具体而言，当金融发展结构达到特定的门槛值时（FINI>0.885 4），海洋科技创新对海洋经济高质量发展的影响作用由不显著变为正向显著；当金融发展效率超越门槛值后（FINE>0.903 1），海洋科技创新对海洋经济高质量发展的正向影响变大。

基于上述结论，本研究提出 2 项政策建议。

（1）积极推动海洋科技创新。海洋科技创新既是破解当前海洋经济发展深层次矛盾的重要抓手，也是引领海洋经济发展的重要驱动力。①创造海洋科技创新良好环境，增大海洋科研机构建设和高校海洋领域建设的资金支持。②加大海洋科技创新投入的支持力度。一方面，对科研人员采取科研激励机制，调动高学历海洋科研人员的科技创新活力；另一方面，增大海洋科研经费投入，提高海洋科研经费的配置效率。③为发挥海洋科技创新的引领作用，政府需完善海洋创新相关政策，为海洋科技创新成果的转化提供政策支持，提高科技成果转化率。另外，要不断强化海洋科技知识产权的保护意识，加强海洋科技研发转化各个环节的紧密联系，切实将海洋科技创新的研发成果运用到各类海洋经济的生产活动中。

（2）将金融发展水平放在更突出的位置，这是助力实现海洋强国战略目标的重要保证。现阶段，金融与实体经济协调发展是未来经济发展的必然趋势，为提高金融发展规模对于海洋科技创新提振海洋经济的支持作用，政府应基于战略考虑对加快金融领域深化改革进行顶层设计。①各地应遵循市场规律适度扩大金融规模，结合目前战略重点，在扩大金融规模的同时防止金融的“脱实向虚”，避免金融过度虚拟化，营造良好的海洋经济金融支持环境。②继续深化资本市场改革，优化改善金融市场结构，提高金融市场整体融资效率。③加强对于落后地区的金融扶持力度，加强金融资源在沿海地区之间的流通，建立良好的海洋金融-经济-生态协调发展体系。

## 参考文献（References）：


[1] BRUN J F，COMBES J L，RENARD M F. Are there spillover effects between coastal and noncoastal regions in China? [J]. China Economic Review，2002，13(2－3)：161－169.

[2] KALE S，RATH B N. Does innovation matter for total factor productivity growth in India? Evidence from ARDL bound testing approach[J]. International Journal of Emerging Markets，2018，13(5)：1311－1329.

[3] 吴新中，邓明亮. 技术创新、空间溢出与长江经济带工业绿色全要素生产率[J]. 科技进步与对策，2018，35(17)：50－58.
WU Xinzhong，DENG Mingliang. Technological innovation，spatial spillover and industrial green total factor productivity in the Yangtze River Economic Belt[J]. Science & Technology Progress Policy，2018，35(17)：50－58.

[4] 涂正革，陈立. 技术进步的方向与经济高质量发展：基于全要素生产率和产业结构升级的视角[J]. 中国地质大学学报（社会科学版），2019，19(3)：119－135.
TU Zhengge，CHEN Li. The direction of technological progress and high-quality economic development：based on the perspective of TFP and industrial structure upgrading[J]. Journal of China University of Geosciences (Social Sciences Edition)，2019，19(3)：119－135.

[5] ANDERSSON J，VICO E P，HAMMAR L，et al. The critical role of informed political direction for advancing technology：the case of Swedish marine energy[J]. Energy Policy，2017，101：52－64.

[6] 谢子远. 沿海省市海洋科技创新水平差异及其对海洋经济发展的影响[J]. 科学管理研究，2014，32(3)：76－79.
XIE Ziyuan. Difference of the level of marine S & T innovation in coastal provinces in China and its influence on the development of marine economy[J]. Scientific Management Research，2014，32(3)：76－79.

[7] 徐胜，方继梅. 海洋经济结构转型的科技创新影响因子研究[J]. 中国海洋大学学报（社会科学版），2017(4)：1－6.
XU Sheng，FANG Jimei. Study on the influencing factors of scientific and technological innovation in the transformation of

marine economic structure[J].Journal of Ocean University of China (Social Sciences Edition),2017(4):1－6.

[8] 杜军,赵培阳,寇佳丽.基于 VAR 模型的海洋科技创新与海洋经济增长的互动关系研究[J].生态经济,2019,35(9):61－67.
DU Jun, ZHAO Peiyang, KOU Jiali. Research on the interactive relationship between marine science and technology innovation and marine economic growth based on VAR model [J].Ecological Economy,2019,35(9):61－67.

[9] 秦琳贵,沈体雁.科技创新促进中国海洋经济高质量发展了吗:基于科技创新对海洋经济绿色全要素生产率影响的实证检验[J].科技进步与对策,2020,37(9):105－112.
QIN Lingui,SHEN Tiyan.Does technological innovation promote the high quality development of China′s marine economy:empirical test based on effect of technological innovation on GTFP[J]. Science & Technology Progress Policy, 2020,37(9):105－112.

[10] 宁凌,宋泽明.海洋科技创新、海洋全要素生产率与海洋经济发展的动态关系:基于面板向量自回归模型的实证分析[J].科技管理研究,2020,40(6):164－170.
NING Ling, SONG Zeming. The dynamic relationship between marine science and technology innovation, marine total factor productivity and marine economic development: an empirical analysis based on panel vector autoregressive model[J]. Science and Technology Management Research, 2020,40(6):164－170.

[11] 王泽宇,刘凤朝.我国海洋科技创新能力与海洋经济发展的协调性分析[J].科学学与科学技术管理,2011,32(5):42－47.
WANG Zeyu,LIU Fengchao.Analysis on the coordination between the innovation capacity of marine science and technology and the development of marine economy[J]. Science of Science and Management of S & T,2011,32(5): 42－47.

[12] 吴传清,邓明亮.科技创新、对外开放与长江经济带高质量发展[J].科技进步与对策,2019,36(3):33－41.
WU Chuanqing,DENG Mingliang.Technological innovation, opening to the outside world and high-quality development of the Yangtze River Economic Belt[J].Science & Technology Progress Policy,2019,36(3):33－41.

[13] 周国富,张春红.区域创新能力与全要素生产率的空间计量研究[J].华东经济管理,2019,33(6):61－68.
ZHOU Guofu, ZHANG Chunhong. Spatial econometric research about the regional innovation ability and total factor productivity[J].East China Economic Management,2019,33 (6):61－68.

[14] 李健,刘召.中国三大城市群绿色全要素生产率空间差异及影响因素[J].软科学,2019,33(2):61－64,80.
LI Jian,LIU Zhao.Spatial differences and influential factors of GTFP in China′s three major urban agglomerations[J].Soft Science,2019,33(2):61－64,80.

[15] 王春娟,刘大海,王玺茜,等.国家海洋创新能力与海洋经济协调关系测度研究[J].科技进步与对策,2020,37(14):39－46.
WANG Chunjuan,LIU Dahai,WANG Xiqian,et al.Research on coordination relationship between national ocean innovation capability and marine economy[J]. Science & Technology Progress Policy,2020,37(14):39－46.

[16] 狄乾斌,徐礼祥.中国海洋经济创新发展的时空差异[J].资源与产业,2020,22(3):65－73.
DI Qianbin,XU Lixiang.Temporal-spatial variance of innovative development of China′s marine economy[J].Resources & Industries,2020,22(3):65－73.

[17] 纪建悦,唐若梅,孙筱蔚.海洋科技创新、海洋产业结构升级与海洋全要素生产率:基于中国沿海 11 省份门槛效应的实证研究[J].科技管理研究,2021,41(16):73－80.
JI Jianyue, TANG Ruomei, SUN Xiaowei. Marine scientific and technological innovation, marine industrial structure upgrade and marine total factor productivity: empirical research based on threshold effect of 11 coastal provinces in China[J]. Science and Technology Management Research, 2021, 41 (16):73－80.

[18] 杜军,寇佳丽,赵培阳.海洋环境规制、海洋科技创新与海洋经济绿色全要素生产率:基于 DEA-Malmquist 指数与 PVAR 模型分析[J].生态经济,2020,36(1):144－153,197.
DU Jun, KOU Jiali, ZHAO Peiyang. Marine environmental regulation, marine science and technology innovation and marine economic green total factor productivity: an analysis based on DEA Malmquist index and PVAR mode[J].Ecological Economy,2020,36(1):144－153,197.

[19] 赵巍,李威,翟仁祥.沿海地区金融发展、科技创新和海洋经济系统的耦合协调发展研究[J].南京航空航天大学学报(社会科学版),2022,24(1):30－36.
ZHAO Wei, LI Wei, ZHAI Renxiang. Research on the coupling and coordinated development of finance, scientific and technological innovation and marine economic system in coastal areas[J].Journal of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics (Social Sciences),2022,24(1):30－36.

[20] 王立国, 赵婉好.我国金融发展与产业结构升级研究[J].财经问题研究,2015(1):22－29.
WANG Liguo,ZHAO Wanyu.Study on Chinese finance development and upgrading of industrial structure[J].Research on Financial and Economic Issues,2015(1):22－29.

[21] 罗超平,张梓榆,王志章.金融发展与产业结构升级:长期均衡与短期动态关系[J].中国软科学,2016(5):21－29.

LUO Chaoping, ZHANG Ziyu, WANG Zhizhang. Study on long-term equilibrium relationship and short-term dynamic relationship between financial development and the upgrading of industrial structure[J]. China Soft Science, 2016(5): 21－29.

[22] 张宽，黄凌云.金融发展如何影响区域创新质量？来自中国对外贸易的解释[J].国际金融研究，2019(9)：32－42.
ZHANG Kuan, HUANG Lingyun. How does financial development affect the quality of regional innovation? An explanation from China's foreign trade[J]. Financial Theory & Policy, 2019(9): 32－42.

[23] 章志华，孙林.OFDI 逆向技术溢出、异质性金融发展与经济增长质量[J].国际经贸探索，2021，37(3)：81－97.
ZHANG Zhihua, SUN Lin. OFDI reverse technology spillover, heterogeneous financial development and economic growth quality[J]. International Economics and Trade Research, 2021, 37(3): 81－97.

[24] 方福前，邢炜.经济波动、金融发展与工业企业技术进步模式的转变[J].经济研究，2017，52(12)：76－90.
FANG Fuqian, XING Wei. Economic volatility, financial development and the change of industrial enterprises' technological progress mode[J]. Economic Research, 2017, 52(12): 76－90.