

# 湖北高质量创新与电子及通信设备 制造业耦合协调关系研究

朱新玲<sup>1, 2</sup> 贺岚静<sup>11</sup>

(1 武汉科技大学 恒大管理学院, 武汉 430065;

2 湖北产业政策管理研究中心, 武汉 430065)

**【摘要】:** 在高质量创新理念下, 基于创新驱动与制造业转型升级相互作用的耦合机理, 引入耦合协调度模型, 分析湖北省高质量创新与电子及通信设备制造业耦合协调阶段、耦合滞后类型与耦合协调收敛性。在此基础上, 运用 VEC 向量误差修正模型, 研究两者的动态长期均衡关系, 实证研究发现: 湖北省高质量创新与电子及通信设备制造业从轻度失调发展到良好协调, 两者非均衡差异较小, 但仍未形成优质协调机制; R&D 经费投入正向作用于电子及通信设备制造业利润总额和出口交货值, 在初期新增资金投入科技研发活动对于提升制造业经济效益存在一定的滞后效应, 随时间推移正向作用会逐渐趋于平稳。

**【关键词】:** 高质量创新 耦合协调 VEC 向量误差修正模型

## 0 引言

作为中国“2025 计划”中新一代信息基础产业, 电子及通信设备制造业是集技术密集、知识密集、资金密集于一体的创新驱动产业, 具有研制开发投资高、创新和风险并存的特点, 制造业转型升级与创新驱动深度融合为该行业的提质增效创造有利条件。本文基于创新驱动战略研究高质量创新与电子及通信设备制造业耦合关系, 以为高质量创新驱动产业发展提供理论支持和实践指导。

关于影响高质量创新的因素, 主要围绕创新投入、创新产出、技术创新、组织创新及生产率提升展开讨论。Schumpeter 在《经济发展理论》中指出生产方法和生产技术的革新在经济发展中起到关键作用<sup>[1]</sup>。Joseph 提出风险资本、科技人员的投入对于科技园区创新水平起到至关重要的作用<sup>[2]</sup>。Corrocher 发现不同创新行为对生产率提升有促进作用, 多种创新行为协同发挥更显著的正向作用<sup>[3]</sup>。卢晓芳提倡推进模仿创新转变为自主创新<sup>[4]</sup>。

关于影响电子及通信设备制造业发展的因素, 主要从创新效率、转化效率和研发机构等方面分析。Wang 等提出创新效率水平成为中国电子及通信设备制造企业发展效率及转化效率的关键要素。<sup>[5]</sup>李广瑜等从高层性、先进性、自主性对高技术产业创新

---

**作者简介:** 朱新玲, 经济学博士, 武汉科技大学恒大管理学院副教授、硕士生导师, 湖北产业政策与管理研究中心研究员, 研究方向: 技术经济、科技创新;

贺岚静, 武汉科技大学恒大管理学院硕士研究生, 研究方向: 财务管理。

**基金项目:** 湖北省技术创新专项软科学项目——“湖北省科技创新能力综合评价及外溢效应研究”(项目编号: 2016ADC087; 项目负责人: 朱新玲) 成果之一; 湖北省教育厅哲学社会科学重点研究项目——“湖北省环境税的实施效应与税制建设研究”(项目编号: 20D015; 项目负责人: 朱新玲) 成果之一

绩效进行分析<sup>[6]</sup>。李鑫认为企业生产经营、创新机构发展、技术创新投入与产出是关键因素<sup>[7]</sup>。吴甲东等认为对外开放程度、技术水平、科技人才会正向影响电子及通信设备制造业的全球价值链地位<sup>[8]</sup>。

关于创新驱动制造业发展的传导机制，多数学者从技术创新对制造业发展的影响角度展开研究。Hanlon 以专利申请数衡量技术创新<sup>[9]</sup>，Nage1 等以研发投入衡量技术创新，均证明技术创新促进制造业发展<sup>[10]</sup>。潘文卿等基于微笑曲线探究中国制造业转型升级，技术水平对全球价值链提升起到了一定的积极正向作用<sup>[11]</sup>。

通过对现有文献的研读发现：第一，关于高质量创新方面，国内外学者集中在创新投入产出效率、企业生产率提升、经济效益质量方面进行探究，对创新合作与创新共享因素的研究尚不多见。第二，关于高质量创新与电子及通信设备制造业方面，多集中于关于创新要素对电子及通信设备制造业产业绩效和国际竞争力的影响进行研究，但是少有文献探究电子及通信设备制造业对高质量创新的作用，两者相互作用的内在机理需进一步丰富。本文在完善高质量创新评价体系的基础上，对高质量创新与电子及通信设备制造业的耦合协调关系进行研究。

## 1 高质量创新与电子及通信设备制造业耦合机理分析

### 1.1 高质量创新对电子及通信设备制造业的引领作用

高质量创新从质量、效率、动力 3 个方面引领电子及通信设备制造业的发展。创新需求的增加促使企业加大研发经费和人力投入，实现高端化发展，同时又以优化资源配置效率的方式推动产业结构升级，最终推进制造业高质量发展。企业利用新技术、新工艺、新材料等对现有生产工艺进行改造提升，实现生产智能化、高效化；通过创新改造淘汰落后产能，提高生产效率。高质量创新促使制造业逐步向技术密集型制造业转化，加速制造业发展；同时通过推动企业、高校、科研机构创新合作为制造业动力变革提速。

### 1.2 电子及通信设备制造业对高质量创新的促进作用

电子及通讯设备制造业通过市场需求、技术溢出和人才溢出对高质量创新产生促进作用。新产品和新技术的市场需求为高质量创新转化提供前进目标。新产品开发经费和技术改造经费的投入将推动科技创新成果向市场转化。

电子及通信设备制造业具备产业集聚和知识密集的特点，汇集大量新工艺、新设备、新技术等创新要素，可为高质量创新提供优良的技术研发环境，创造出更多的创新成果，提高整个行业的创新效率。

电子及通信设备制造业属于产品和技术更新换代较快的创新驱动产业，高研发经费和高技术的特征决定了该行业投入高素质的研发人才，这些人才不仅可以集中在企业研发内部，更会流向高质量创新体系中，成为前沿技术研发的主干力量，使人才汇聚在创新密度大的区域，通过承载的思维、技术和经验有效促进创新机构的管理水平和技术水平，加快知识和创新的迅速增长。

## 2 数据测算

### 2.1 电子及通信设备制造业评分测算

电子及通信设备制造业属于研制开发投资高、固定成本高、技术和资金密集的创新驱动产业，从经济效益、固定资产两个方面构建指标体系，选取 2010—2018 年作为样本进行研究，数据由《湖北省统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》整理而来，先对原始数据进行离差标准化，再运用熵值法测算各指标权重及综合评分，如表 1 所示。

表 1 电子及通信设备制造业指标权重结果

| 一级指标                     | 二级指标                         | 单位 | 权重    |
|--------------------------|------------------------------|----|-------|
| 经济效益 (X <sub>1</sub> )   | 资产总计 (X <sub>11</sub> )      | 亿元 | 0.117 |
|                          | 主营业务收入 (X <sub>12</sub> )    | 亿元 | 0.113 |
|                          | 利润总额 (X <sub>13</sub> )      | 亿元 | 0.177 |
|                          | 出口交货值 (X <sub>14</sub> )     | 亿元 | 0.106 |
| 固定资产投资 (X <sub>2</sub> ) | 全部建成投产项目数 (X <sub>21</sub> ) | 个  | 0.094 |
|                          | 项目建成投产率 (X <sub>22</sub> )   | %  | 0.076 |
|                          | 新增固定资产 (X <sub>23</sub> )    | 亿元 | 0.121 |
|                          | 投资额 (X <sub>24</sub> )       | 亿元 | 0.103 |
|                          | 固定资产交付使用率 (X <sub>25</sub> ) | %  | 0.094 |

### 2.2 高质量创新评分测算

本文从创新环境、政府引导、合作共享、创新效率和创新转化 5 个维度高质量创新进行综合评价，具体指标体系见文献[12]。选取 2010—2018 年作为样本，数据由《中国高技术产业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》整理而来，经离差标准化后通过熵值法测得各指标权重及综合评分。由综合评分数据可得图 1。由图 1 可知 2010—2018 年湖北省电子及通信设备制造业综合评分呈现持续上升趋势，2011—2013 年评分增幅波动较大，随后湖北省加大对电子及通信设备制造业投资，2015 年综合评分增幅陡然上升，2016—2018 年呈现平稳增长态势，2018 年行业综合评分同比增长 5.37%。高质量创新综合评分在总体上同样具有逐渐上升的趋势，2011—2015 增幅波动较大，2016—2018 年增长速度持续放缓。两系统的差值在 2016—2018 年内虽有略微波动，总体上处于 0.035 至 0.050 范围内，变化幅度较小。

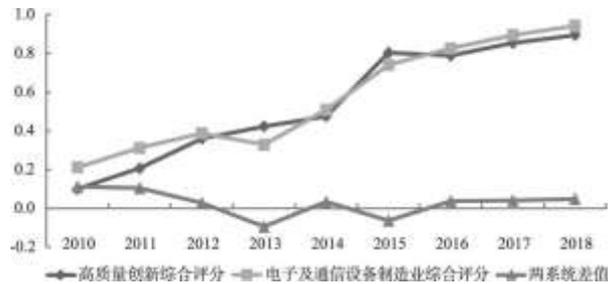


图 1 湖北省电子及通信设备制造业与高质量创新综合评分及差值

### 2.3 耦合协调度测算

构建耦合协调度模型可以测度高质量创新与电子及通信设备制造业间的相互影响程度，耦合协调度是基于复合系统整体视角测度两系统间的和谐一致程度，公式中 C 为复合系统耦合度，且  $C \in [0, 1]$ ，m 为子系统个数，此处  $m=2$ ， $U_i$  为子系统 i 的综合评

分。

$$C = m \left\{ \frac{U_1 \cdot U_2 \cdots U_m}{\prod (U_i + U_j)} \right\}^{1/m}, i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

$$C = 2 \frac{(U_1 \cdot U_2)^{1/2}}{U_1 + U_2} \quad (2)$$

$$D = (C \cdot T)^{1/2} \quad (3)$$

$$T = aU_1 + bU_2 \quad (4)$$

其中 D 为系统耦合协调度，T 为综合协调指数，公式中 a, b 分别表示该复合系统中贡献度系数，此处取 a=b=0.5, 高质量创新与电子及通信设备制造业被认为同等重要。湖北省各年份高质量创新与电子及通信设备制造业的耦合协调度存在一定差异，为了进一步研究这些差异的特点，运用  $\sigma$  收敛方法对各年份耦合协调度进行收敛性分析，若  $\sigma_{t+1} < \sigma_t$  表明高质量创新与电子及通信设备制造业之间的差距呈逐渐缩小趋势。

$$\sigma_t = \{N^{-1} \sum_{m=1}^N [\bar{X}_m(t) - N^{-1} \sum_{m=1}^N X_m(t)]^2\}^{1/2} \quad (5)$$

表 2 表示 2010—2018 年湖北省高质量创新与电子及通信设备制造业间耦合协调度呈现持续递增的规律，耦合协调阶段从轻度失调发展到良好协调，但两系统间仍未形成优质协调机制，尚有较大的提升空间。从 2012 年开始湖北省两系统差值在 0.1 以内，持续以同步发展为主导类型。由图 2 可知在 2010—2018 年耦合协调度  $\sigma$  值总体呈先波动下降而后渐趋平稳的态势，表明湖北省高质量创新综合评分与电子及通信设备制造业评分之间差距逐渐减少。2016—2018 年湖北省高质量创新与电子及通信设备制造业同步发展趋势渐强，两系统的非均衡差异较小，这一阶段制造业增长速度逐渐趋于平稳，创新开始作为新要素带动生产，发展模式从低水平模仿创新向自主创新转变；而创新质量提升的过程中投入大、周期长、转化低效等创新困境一定程度上影响高质量创新发展速度，导致高质量创新评分低于制造业评分。湖北省高质量创新与电子及通信设备制造业协调发展仍有很大提升空间，区域指导政策不仅要考虑两系统的耦合协调等级，更要重视其内部发展水平高低，在创新质量与产业技术升级方面寻求突破。

表 2 湖北省高质量创新与电子及通信设备制造业协调等级与协调类型

| 年份   | U_1   | U_2   | U_2-U_1 | 协调类型 | C     | D     | 协调等级 |
|------|-------|-------|---------|------|-------|-------|------|
| 2010 | 0.100 | 0.212 | 0.112   | 高创滞后 | 0.733 | 0.381 | 轻度失调 |
| 2011 | 0.207 | 0.312 | 0.105   | 高创滞后 | 0.751 | 0.504 | 勉强协调 |
| 2012 | 0.359 | 0.388 | 0.028   | 同步发展 | 0.779 | 0.611 | 初级协调 |
| 2013 | 0.423 | 0.329 | -0.094  | 同步发展 | 0.799 | 0.611 | 初级协调 |
| 2014 | 0.475 | 0.509 | 0.034   | 同步发展 | 0.792 | 0.701 | 中级协调 |
| 2015 | 0.803 | 0.740 | -0.063  | 同步发展 | 0.799 | 0.762 | 中级协调 |

|      |       |       |       |      |       |       |      |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 2016 | 0.788 | 0.825 | 0.037 | 同步发展 | 0.803 | 0.805 | 良好协调 |
| 2017 | 0.853 | 0.894 | 0.041 | 同步发展 | 0.883 | 0.878 | 良好协调 |
| 2018 | 0.894 | 0.942 | 0.048 | 同步发展 | 0.878 | 0.898 | 良好协调 |

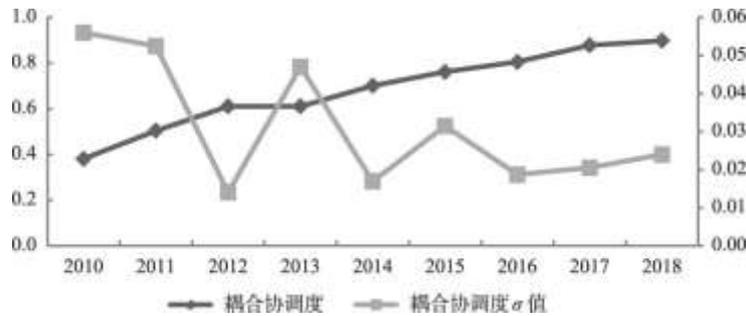


图2 湖北省高质量创新与电子及通信设备制造业耦合协调度与收敛检验

### 3 高质量创新与电子及通信设备制造业内在关系分析

#### 3.1 单位根检验与协整检验

选取 R&D 经费投入指标与电子及通信设备制造业利润总额指标、出口交货值指标进行湖北省高质量创新与电子及通信设备制造业的内在关系分析，分别计为 X, Y, Z, 为消除样本中的指数增长特征，进行对数处理分别计为  $\ln X, \ln Y, \ln Z$ 。运用 ADF 方法检验变量，结果表明在 5% 的显著性水平下，变量  $\ln X, \ln Y, \ln Z$  都是非平稳序列，一阶差分后全部为平稳序列，因此这些时间序列满足在一阶差分后同阶单整。

进一步利用 LR、FPE、AIC、SC 及 HQ 这 5 种判别准则得到 1 阶为最佳滞后阶数，通过 Johansen 协整检验发现在 5% 显著性水平下存在 2 个协整关系，即所选的 3 组时间序列数据之间存在长期均衡关系。

#### 3.2 VEC 向量误差修正模型

##### 3.2.1 VEC 误差修正方程

进一步采用 VEC 误差修正模型研究短期偏离均衡该如何修复至均衡状态问题。设  $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{kt})'$  为一 k 维随机时间序列， $t=1, 2, \dots, T$ ，如果  $y_t$  不受 d 维外生的时间序列影响，VEC 模型如下：

$$\Delta y_t = \alpha \beta' y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (6)$$

$$\Delta y_t = \alpha e c m_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (7)$$

其中  $\beta' y_{t-1} = e c m_{t-1}$  即为误差修正项，反映的是变量之间的长期均衡关系，根据误差修正模型运算结果可以得到误差修正方程为：

$$\Delta \ln X_t = -0.1423 \times ecm_{1,t-1} + 0.6812 \times ecm_{2,t-2} - 0.3418 \times \Delta \ln X_{t-1} + 3.0865 \times \Delta \ln Y_{t-1} + 0.0635 \times \Delta \ln Z_{t-1} + 0.1262 \quad (8)$$

$$\Delta \ln Y_t = 0.0232 \times ecm_{1,t-1} - 0.1824 \times ecm_{2,t-2} - 0.0018 \times \Delta \ln X_{t-1} + 0.1361 \times \Delta \ln Y_{t-1} + 0.0064 \times \Delta \ln Z_{t-1} + 0.0350 \quad (9)$$

$$\Delta \ln Z_t = 0.1761 \times ecm_{1,t-1} + 2.8696 \times ecm_{2,t-2} - 0.8543 \times \Delta \ln X_{t-1} - 5.4603 \times \Delta \ln Y_{t-1} + 0.8194 \times \Delta \ln Z_{t-1} + 0.3095 \quad (10)$$

由 VEC 误差修正方程可知, 对于向量误差  $\Delta \ln X_t$  第一个修正量  $ecm_{1,t-1}$  的符号为负, 绝对值为 0.1423, 第二个修正量  $ecm_{2,t-2}$  的符号为正, 绝对值为 0.6812, 表示  $\ln X$  在短期偏离均衡状态时第一个修正量方向为负向、修正幅度为 0.1423, 第二个修正量方向为正向、修正幅度为 0.6812 至均衡状态。同理  $\ln Y$  第一个修正量方向为正向、修正幅度为 0.0232, 第二个修正量方向为负向、修正幅度为 0.1824 至均衡状态;  $\ln Z$  在短期偏离均衡状态时第一个修正量方向为正向、修正幅度为 0.1761, 第二个修正量方向为正向、修正幅度为 2.8696 至均衡状态。

### 3.2.2 脉冲响应分析

建立  $(\ln X, \ln Y)$  和  $(\ln X, \ln Z)$  的 VAR 模型, 并做脉冲响应分析, 从图 3 可知, 当 R&D 经费发生一个单位的正向变化时利润总额在第 1、2 期受到的影响不明显, 到第 3 期时产生正向变化。从图 4 可知, 当 R&D 经费发生一个冲击时, 出口交货值在初期变化近似于 0, 到第 3 期时产生正向变化, 此后该正向冲击逐渐减弱在第 6 期开始趋向于 0。结果表明高质量创新对电子及通信设备制造业发展具有相互关联性, 但是由于存在滞后效应, 第 3 期时正向作用突显出来。由于 R&D 人员 R&D 经费投入, 发明专利等知识创新产出增加, 高质量创新中的创新效率得到提升, 但知识创新成果与制造业产品或技术创新产出之间还存在向市场转化的环节, 随着期数增加创新产出由实验室和研究院的知识创新, 真正转化形成企业的关键核心技术, 优化工艺流程和提高产能利用率, 进而增加企业的创新经济效益。

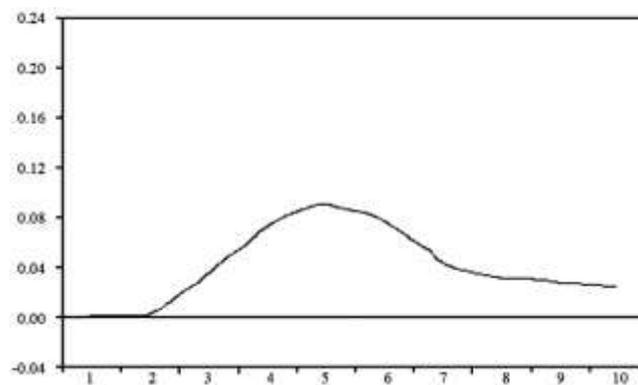


图 3  $\ln Y$  对  $\ln X$  的脉冲响应

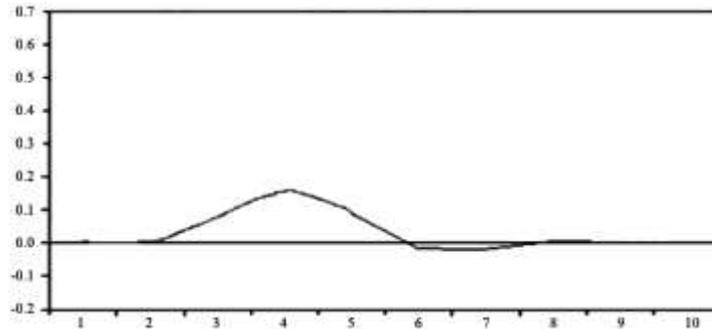


图 4lnZ 对 lnX 的脉冲响应

## 4 结论与建议

### 4.1 研究结论

高质量创新与电子及通信设备制造业的耦合协调度呈现持续递增的规律，耦合协调阶段从轻度失调发展到良好协调，以同步发展为主导类型，但仍未形成优质协调机制。耦合协调度  $\sigma$  值总体呈先波动下降而后渐趋平稳的态势，表明湖北省高质量创新综合评分与电子及通信设备制造业评分之间差距逐渐减少。

高质量创新与电子及通信设备制造业之间存在长期稳定的均衡关系，高质量创新显著影响制造业，新增资金投入到科技研发活动在初期对于推进制造业发展影响不明显，在第 3 期产生正向作用，随时间推移这种作用会逐渐趋于平稳。

### 4.2 政策建议

加大高质量创新投入，提高制造业自主创新能力。依据湖北“一芯两带三区”产业发展部署，从自主创新、区域布局、政策扶持等多方面推进高技术制造业迅猛发展，提高基础研究项目经费占比，加强基础前沿研究，推动企业向价值链中高端迈进，增强制造业“四化”发展能力，不断提升制造业高质量发展水平。

推动产品质量变革，促进关键技术效率提升，发挥创新引领效应。制造业高端化发展需要从产品质量入手，开展企业产品研发部门与创新机构合作和交叉学习，协同为创新质量助力，推动产品质量变革。提高湖北制造业的规模效率和纯技术效率，提高其技术创新水平，逐步建立集成电路、新型显示、智能终端等产业集聚群落，从而提升制造业的技术效率，更好地驱动对制造业升级，促进制造业全要素生产率的整体提高，向高效化发展。

坚持高质量创新驱动，加快推动制造业高质量发展。合理规划制造业发展布局，促进技术密集型制造业集聚发展，引入优质技术密集制造企业，在创新方面吸引外商投资，加强当地政府的科技研发投入。在政府干预下结合各地区实际情况，因地制宜制定适合该地区创新能力及企业特征的政策组合，营造良好的高质量创新环境，提高制造企业创新水平，鼓励技术密集型制造业集群式发展。

### 参考文献:

[1]SCHUMPETER J.Economic development theory[M].New York:Business Press,1912.

[2]JOSEPH Z.A comparison of innovation capacity at science parks across the Taiwan Street[M].Houston:Institute

---

of Technology Management, 2014:27-28.

[3]CORROCHER N. Do science parks sustain or trigger innovation? Empirical evidence from Italy[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019, 147:140-151.

[4]卢晓芳. 高质量发展中的创新组织方式转型研究[J]. 经济纵横, 2018(12):46-52.

[5]WANG Y, PAN J F, PEI R M, et al. Assessing the technological innovation efficiency of China's high-tech industries with a two-stage network DEA approach[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2020, 71:108-110.

[6]李广瑜, 史占中, 赵子健. 中国高技术产业创新影响因素的实证检验[J]. 经济与管理研究, 2016, 37(2):85-90.

[7]李鑫. 河南省电子及通讯设备制造业技术创新研究[J]. 合作经济与科技, 2016(11):36-39.

[8]吴甲东, 曾海鹰. 中国电子及通讯设备制造业全球价值链地位影响因素研究[J]. 生产力研究, 2019(12):79-83.

[9]HANLON W. Necessity Is the Mother of Invention: Input Supplies and Directed Technical Change[J]. Econometric, 2015, 83(1):67-100.

[10]NAGEL C, PATRICK J. Reputation for technological innovation: Does it actually cohere with innovative activity? [J]. Journal of Innovation & Knowledge, 2018(4):27-34.

[11]潘文卿, 李跟强. 中国制造业国家价值链存在“微笑曲线”吗?——基于供给与需求双重视角[J]. 管理评论, 2018(5):19-28.

[12]朱新玲, 贺岚静. 长江经济带高质量创新多维结构与综合评价研究[J]. 中南民族大学学报(自然科学版), 2020(6):544-550.