云南省特色产业的科技创新与产业创新的耦合度分析

孙佳[1]，张建娟[2*]，张睿铭[3]，李璐[3]， 杨睿[2]
1.大连理工大学国际教育学院，辽宁 大连 116023
2.大连理工大学滇西产业发展研究院，云南 保山 678000
3.大连理工大学经济与管理学院，辽宁 大连 116023
DOI:10.61369/RER.2026010003

摘　　要： 云南作为西南多民族边疆省，特色产业高质量发展依赖科创与产业创新协同。本文以2015–2023年云南省经济发展数据为样本，采用熵值法与耦合协调度模型测度二者关系。结果显示，二者对接呈三阶段递进特征，绿色能源、生物医药、高原特色农业三类特色产业对接驱动差异显著，创新要素分布不均加剧区域差异。据此提出差异化科技投入等建议，为云南高质量发展提供支撑。

关 键 词： 耦合协调；机理分析；创新要素聚集

Analysis of the Coupling Degree between Technological Innovation and Industrial Innovation in Yunnan Province's Characteristic Industries

Sun Jia[1], Zhang Jianjuan[2*], Zhang Ruiming[3], Li Lu[3], Yang Rui[2]
1.School of International Education, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116023
2.Dianxi Research Institute, Dalian University of Technology , Baoshan, Yunnan 678000
3. School of Economics and Management, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116023

Abstract: As a multi–ethnic border province in Southwest China, Yunnan's high–quality development of characteristic industries relies on the synergy of scientific and technological innovation and industrial innovation. This article takes the economic development data of Yunnan Province from 2015 to 2023 as a sample, and measures the relationship between the two using entropy method and coupling coordination degree model. The results show that the docking between the two exhibits a three–stage progressive feature, with significant differences in driving the docking of three characteristic industries: green energy, biomedicine, and high–altitude characteristic agriculture. The uneven distribution of innovation factors exacerbates regional differences. Based on this, suggestions such as differentiated technology investment are proposed to provide support for high–quality development in Yunnan.

Keywords: coupling coordination; mechanism analysis; aggregation of innovative elements

引言

在全球科技竞争加剧与国内经济转型升级背景下，科技创新与产业创新融合是高质量发展核心动力[1]，党的二十届三中全会亦强调二者融合发展[2]。习近平总书记指出欠发达地区更需创新驱动，且要求云南建设面向南亚东南亚辐射中心[3]。当前云南依托绿色能源等特色产业培育新质生产力[4]，但面临创新链与产业链脱节等瓶颈，亟需协同创新破解难题[5]。

现有研究以经济学家约瑟夫·熊彼特的创新理论为基础[6]，认可二者“技术支撑–价值转化”双向机制，以耦合协调度模型为主要工具[7]，但多聚焦高技术产业整体与东部等区域，缺乏对多民族边疆省份特色产业集群的系统分析，难以解释云南特色产业资源约束下的技术适配特征。据此，本文以云南2015–2023年经济发展数据为样本，构建耦合评价模型揭示时空规律与区域瓶颈，为边疆地区探索特色适配路径提供政策靶向，兼具实证价值与实践意义。

一、研究设计

（一）指标体系构建

本文结合耦合协同内涵、数据特性及既有研究，构建科技创新与产业创新两目标层评价体系，如表1所示。前者参考黄敦平等提出的评价体系[8]，包含创新环境、投入、产出三个领域层；后者借鉴朱江丽等做法[9]，涵盖产业规模、结构、效益三个领域层。结合云南实际及数据局限删改指标，增设工业三废处理相关

基金项目：项目名称：云南省科技厅创新引导与科技型企业培育计划，项目编号：202404AL030028。
作者简介：孙佳（1985.09–），女，汉族，辽宁省瓦房店人，管理学博士，副教授，主要从事：产业经济学与区域国别学方向的教学科研工作。
通讯作者：张建娟（1990–.05–），女，汉族，云南保山人，本科，助理研究员，主要从事工作：社科研究方面工作。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution–Non Commercial 4.0 International License.

指标体现绿色可持续发展导向[10]。

表1. 云南省科技创新与产业创新指标体系

目标层	领域层	指标层	数据来源
科技创新系统	创新主体	创新平台密度	科研机构数量
		政策支持力度	省级专项政策数量
			州市配套政策数量
		科技人员数量	科研机构科技人员数量
	科技投入	R&D投入强度（R&D经费内部支出/GDP）	R&D经费内部支出、GDP
		新产品开发经费投入（新产品开发经费支出/GDP）	新产品开发经费支出、GDP
	科技产出	专利产出强度（专利申请数/GDP）	专利申请数、GDP
		发明专利占比（发明专利数/专利申请数）	发明专利申请数、专利申请总数
		有效专利储备（有效发明专利数/专利申请数）	有效发明专利数量、专利申请总数
产业创新系统	产业规模	新产品开发强度（新产品销售收入/GDP）	新产品销售收入、GDP
		新产品开发活跃度	新产品开发项目数
		新产品出口占比（新产品出口/新产品销售收入）	新产品出口额、新产品销售收入
	产业结构	产业结构优化指数〔1-(最大产业占比-最小产业占比)〕	第一产业、GDP
			第二产业、GDP
			第三产业、GDP
		农林牧渔与工业协同〔(农林牧渔业产值×工业产值)/(农林牧渔业产值+工业产值)〕	农林牧渔业产值
			工业产值
	产业效益	绿色能源生产弹性系数	历年能源生产弹性系数

（二）数据处理与计算

本文计算数据来自《云南统计年鉴》、各州市政府官网以及云南省科技厅官网等公开经济数据。

1.数据标准化处理与指标权重确定

指标量纲不同会导致评价结果存在一定差异，因此在计量分析之前先进行标准化处理。其中，正向指标与负向指标分别为：

$$y_{ij}=\frac{x_{ij}-\min(x_j)}{\max(x_j)-\min(x_j)} \quad (1)$$

$$y_{ij}=\frac{\max(x_j)-x_{ij}}{\max(x_j)-\min(x_j)} \quad (2)$$

式中：x_{ij}表示i个评价对象（2015-2023年各年份）的第j个指标原始值；y_{ij}为标准化处理后的值。

本研究采用熵值法分别计算科技创新系统与产业创新系统各指标的权重[11]，具体步骤如下：

计算第j个指标的熵值：

$$e_{ij}=\frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}y_{ij}} \quad (3)$$

$$z=-\frac{1}{\ln n}\sum_{i=1}^{n}e_{ij}\ln(e_{ij}) \quad (4)$$

本式中：当$e_{ij}=0$时，令$e_{ij}\ln(e_{ij})=0$，以避免对数运算错误。

$$w_j=\frac{1-z_j}{\sum_{j=1}^{m}(1-z_j)} \quad (5)$$

式中：w_j为第j个指标的权重，$0\le w_j\le 1$，且$\sum_{j=1}^{m}w_j=1$（m为指标总数）。

通过上述步骤，分别计算得到云南省科技创新系统与产业创新系统各指标的熵值法权重，以云南省各指标经过熵值法处理后为例，结果如表2所示。

表2. 各指标的熵值法权重

科技创新系统	权重	产业创新系统	权重
创新平台密度	12.50%	新产品开发强度	16.45%
政策支持力度	12.24%	新产品开发活跃度	17.07%
科技人员数量	12.58%	新产品出口占比	16.31%
R&D投入强度	12.51%	产业结构优化指数	16.98%
新产品开发经费投入	12.67%	农林牧渔与工业协同	16.36%
专利产出强度	12.85%	绿色能源生产弹性系数	16.82%
发明专利占比	11.82%	–	–

在得到各指标权重及标准化值后，计算两个系统的得分，产业创新系统包含9项三级指标，其综合得分（记为U_1）计算公式为：

$$U_1=\sum_{i=1}^{9}w_{1j}\times y_{1j} \quad (6)$$

式中：w_{1j}为产业创新系统第j个三级指标的权重（通过熵值法计算）；y_{1j}为产业创新系统第j个三级指标标准化后的值。

科技创新系统包含10项三级指标，其综合得分（记为U_2）计算公式为：

$$U_2=\sum_{j=1}^{10}w_{2j}\times y_{2j} \quad (7)$$

式中：w_{2j}为科技创新系统第j个三级指标的权重（通过熵值法计算）；y_{2j}为科技创新系统第j个三级指标标准化后的值。

2.耦合协调度模型

分别从科技创新系统与产业创新系统的交互关系出发，构建二者的耦合协调度模型，以此评估云南省科技创新与产业创新的相互影响和协调程度。

计算系统耦合度，其表达形式如下：

$$C=\frac{\sqrt{U_1\times U_2}}{\frac{(U_1+U_2)}{2}} \quad (8)$$

式中：C表示科技创新系统与产业创新系统的耦合度，$C\in[0,1]$，越接近1说明二者之间的相互作用越强整体系统越有序；U_1为科技创新系统综合得分；U_2为产业创新系统综合得分。

计算系统协调度，其表达形式如下：

$$T=0.5U_1+0.5U_2 \quad (9)$$

式中：T为综合协调指数，反映两个系统的整体发展水平。

计算系统耦合协调度，其表达形式如下：

$$D=\sqrt{C\times T} \quad (10)$$

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

式中：D为科技创新系统与产业创新系统的耦合协调度，D∈[0,1]，数值越大表明二者协调发展水平越高。参照马永霞等做法，将耦合协调度分为10个等级（见表3）。

表3. 系统耦合协调度等级划分

等级	D值区间	耦合协调类别
1	[0，0.1)	极度失调
2	[0.1，0.2)	严重失调
3	[0.2，0.3)	中度失调
4	[0.3，0.4)	轻度失调
5	[0.4，0.5)	濒临失调
6	[0.5，0.6)	勉强协调
7	[0.6，0.7)	初级协调
8	[0.7，0.8)	中级协调
9	[0.8，0.9)	良好协调

二、研究发现

（一）云南省科技创新与产业创新对接的总体演进态势

基于2015—2023年熵值法与耦合协调度模型测算结果，云南省两大系统对接呈现“阶段递进、特色产业深度牵引”特征，从“低水平松散互动”逐步迈向“高质量系统融合”，可划分为三阶段：2015-2018年低位修复期，以传统特色产业为主导，产业科技需求模糊、科技供给滞后，呈“弱关联、低协同”的松散状态；2019-2021年加速提升期，特色产业专项政策精准介入，创新资源向优势产业聚焦，互动模式从“单向适配”转向“产业需求－科技供给－成果反馈”的双向响应闭环，实现协同提速；202-2023年优化提质期，形成多特色产业集群融合发展格局，区域创新联合体打破主体壁垒，对接模式从“单一产业驱动、政策主导”转向“多产业融合驱动、市场与政策协同”的系统联动，进入成熟阶段。

（二）特色产业对创新对接的驱动逻辑

依据资源依赖度、技术需求层次等差异，云南特色产业对创新对接的驱动逻辑分为三类：1.技术密集型产业（生物医药、绿色能源等）：核心为“需求精准牵引、供给定向响应”。产业技术依赖度高、需求明确，可牵引研发投入、人才等资源定向集聚，成果快速转化为产业竞争力，形成高效对接闭环，成为标杆类型。2.资源依赖型产业（高原特色种养、跨境农业等）：核心为“产业倒逼需求、科技响应突破”。早期依赖资源初级开发，科技需求滞后；随市场升级倒逼产业精深加工、跨境保鲜等技术需求，通过外引内育科技资源实现突破，对接从滞后走向协同。3.传统型产业（三七种植、茶叶加工等）：核心制约为“需求牵引弱、环节协同差”。长期集中于初级环节，高端技术需求缺失，科技资源集聚乏力，产业链环节割裂形成恶性循环，对接最薄弱。

（三）特色产业视角下的创新对接机制解析

三类产业对接均遵循“需求牵引—资源集聚—成果转化”核心逻辑，差异在于各环节效率与匹配度：1.技术密集型产业：需求精准化推动资源定向集聚，成果适配度高、转化高效，形成“需求－资源－成果”正向循环；2.资源依赖型产业：需求倒逼启动机制，通过外引内育集聚资源，成果经试点优化逐步适配产业，实现从滞后到协同的动态调整；3.传统型产业：需求模糊分散导致资源集聚乏力，通用型成果适配度低，陷入“拉不动、聚不起、用不上”的低效困境。

此外，政策与创新要素分布发挥关键作用：专项政策可强化需求明确性、提升资源集聚效率、缓解需求分散问题；创新要素集聚的昆明、玉溪等地机制运行更高效，边缘地区因要素匮乏机制启动缓慢。两大系统高质量对接需“产业需求、科技供给、政策引导、要素支撑”形成合力。

三、对策与建议

一是精准匹配技术密集型产业需求。聚焦生物医药、绿色能源等产业，设立细分领域专项研发基金，重点攻关药用植物有效成分提取、清洁能源存储输送等核心技术；推动龙头企业与高校、科研机构共建专业实验室及中试基地，打造“研发—试验—生产”一体化链条，提升科技成果转化效率与针对性。

二是培育资源依赖型产业倒逼机制。通过政策引导与市场扶持，推动高原特色种养、跨境农业等产业延伸产业链，从初级产品向精深加工转型，催生明确科技需求；依托边境优势搭建跨境技术交流平台，引入先进加工与冷链物流技术，在产业集中区建设本地化研发中心，解决技术适配问题。

三是破解传统型产业发展瓶颈。针对三七种植、茶叶加工等产业，制定基础技术需求清单，组织研发适配的简易技术成果；建立产业链协同标准，推动种植户与加工企业长效合作，选派科技特派员提供定制化指导，打破“需求弱—供给不足”的恶性循环。

四是优化政策与要素支撑体系。建立政策实施效果跟踪评估机制，动态调整支持方向，避免“一刀切”；通过“创新飞地”“对口帮扶”等模式，推动昆明、玉溪等核心区域科研资源向边缘地区下沉，完善要素流动激励机制，保障各类产业高效对接。

参考文献

[1]杨丹辉.推动科技创新和产业创新深度融合[J].人民论坛,2025,(23):41-45.
[2]孙佳翔.溯源与启示：新质生产力理论的思想演进与当代实践[J].时代经贸,2025,22(12):184-186.
[3]刘贵军，张云珊.坚持以高质量发展统揽全局——学习习近平总书记在贵州和云南考察时的重要讲话精神[J].新湘评论,2025,(07):33-34.
[4]周密.“双碳”背景下新型能源体系构建驱动云南省绿色经济高质量发展[J].投资与合作,2025,(11):70-72.
[5]陈金华.“双碳”目标下曲靖公路运输经济推动区域绿色发展研究[J].交通企业管理,2025,40(05):11-16.
[6]盖凯程，韩文龙.以科技创新与产业创新深度融合培育和发展新质生产力[J].经济研究,2025,60(10):23-38.
[7]赵放，张淼，蒋国梁，等.科技创新和产业创新深度融合时空演化特征与机制研究——以高技术产业为例[J].科技进步与对策,2025,42(13):71-84.
[8]黄敦平，吴智洋.我国国家高新区科技创新能力综合评价[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2020,22(05):17-22.
[9]朱江丽，李子联.长三角城市群产业－人口－空间耦合协调发展研究[J].中国人口·资源与环境,2015,25(02):75-82.
[10]谢更新，张高锋，朱崟莹.深度融合生态与国家安全高质量推进西部大开发[J].中国经济报告,2024,(04):119-125.
[11]李小燕，吴延，黄茗权.基于双重差分（DID）模型分析的广西承接粤港澳大湾区新质生产力外溢对策研究[J].科技管理研究,2025,45(23):21-30.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.