区域实践

滇桂黔产业关联网络特征比较与协同路径探讨

钱佳乐，曹颖琦

（大理大学经济与管理学院，大理 671003）

摘要：以云南、广西、贵州为研究对象，基于2012年与2017年投入产出表数据，运用复杂网络分析方法构建三省份产业关联网络，从总体结构与个体特征双维度对比分析网络特征的异同，并探究其产业协同发展路径。研究发现，滇桂黔虽地理毗邻、经济体量相近，但产业结构存在显著异质性；从产业差异互补性、核心产业规模集聚效应、产业链纵向衔接三个维度来看，三省份具备显著的协同发展空间与跨区域协同潜力。据此，围绕上述三大关键方向针对性设计滇桂黔产业协同发展路径，以期推动三省份从分散发展向协同联动转型，构建优势互补、互利共赢的区域发展共同体，为区域经济高质量发展与沿边开放格局构建提供支撑。

关键词：产业关联；产业结构；投入产出；复杂网络

中图分类号：F127 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)08－0115－09

云南、广西、贵州三省份地理空间毗邻、经济体量相近，却因资源禀赋、产业基础与政策导向的差异，产业发展呈现“同中有异、异中有补”的特征。在国家加快构建“双循环”新发展格局、持续推进共同富裕战略的背景下，滇桂黔作为西部多民族交汇区与连接中国与东盟、南亚东南亚的重要门户，其产业协同发展既是三省份优化资源配置、推动经济提质增效的现实需求，更是破解区域发展不平衡不充分问题、增强区域综合实力的关键抓手，同时为服务国家战略布局、提升沿边区域开放水平提供重要支撑。

产业关联反映在生产过程中，不同产业之间由于相互依赖的投入与产出关系而产生的技术与经济上的联系。对这种联系进行量化分析，进而探究产业空间结构，是深入把握区域经济运行规律、提升资源配置效率的关键所在。对于产业关联的研究，通常是根据投入产出表计算影响力系数、感应力系数及区域间乘数、反馈及溢出效应等指标[1-3]，从而考查单一地区或地区间产业关联情况。例如许宪春等[4]利用2002年全国投入产出表测算并衡量当时国内各产业关联程度，并提出促进产业结构调整的建议；柳坤等[5]基于2007年数据，运用投入产出分析探究河南省产业关联，识别河南省的优势产业及影响；李元亨等[6]通过构建并分析长三角地区区域间投入产出模型，考察该地区产业经济联系的动态演变及发展趋势。随着经济发展和产业结构多样化，传统的投入产出分析已难以全面反映产业间的复杂关系，Campbell逐步将网络分析引入进来[7]；之后由于复杂网络分析方法的逐渐成熟与应用，众多学者利用投入产出表建立产业关联网络，对其产业结构特征进行分析。例如，方爱丽[8]对2002年中国42个部门的产业关联网络特征进行系统分析；王茂军和杨雪春[9]基于2002年四川省各部门投入产出数据构建产业关联网络，系统分析其特征并辨别产业间的有效关联；王浩宇和孙启明[10]通过搭建京津冀地区的复杂网络模型，全面分析比较区域内产业联系，并识别出核心产业；杨卜玮等[11]利用2012—2020年投入产出表数据建立并分析建筑业关联网络，对建筑业产业链升级、经济高质量发展提供理论依据与实践参考。对于滇桂黔三省份的产业关联研究，彭邦文[12]利用投入产出模型对滇中城市群的产业网络结构及其效应进行测度；张温馨[13]研究分析广西14个地级市与重庆的产业联系与协同；熊超等[14]利用贵州省2017年投入产出表构建大数据产业网络，分析大数据产业在贵州经济发展中的重要性。

收稿日期：2025-12-08

基金项目：国家社会科学基金重大项目(23&ZD127)

作者简介：钱佳乐(2000—)，女，山东泰安人，硕士研究生，研究方向为区域经济；通信作者曹颖琦(1978—)，女，河北蔚县人，博士，教授，硕士研究生导师，研究方向为宏观经济统计。

产业关联网络是当前研究区域经济结构、产业间互动关系的重要工具，通过分析并有效利用网络中各产业部门间不同程度的互动与关联，识别关键产业与发展优劣，有助于发掘区域间产业协同合作潜力，推动高效联动，实现更大的经济价值。既有研究大多集中于特定产业领域或发达城市群的产业关联网络，对滇桂黔三省份的比较研究相对较少，类似地对地理邻近且经济体量相似地区的关注不足，特别是缺少从复杂网络视角出发，整合产业关联特征比较、协同关系识别与协同路径设计的系统性分析框架。研究采用复杂网络分析方法，从总体网络结构和个体关联特征两方面深入挖掘滇桂黔三省份产业关联网络异同[15]，探讨其协同路径，不仅丰富复杂网络方法在区域经济中的运用、为跨区域产业网络比较提供可借鉴的研究思路，更有助于推动三省份形成优势互补、协同发展的产业格局。

1　数据来源与研究方法

1.1　研究区域

研究选取云南、广西、贵州为研究对象。2023年，云南总面积为39.41万 km^2，常住人口为4 673万人，地区生产总值为30 021.1亿元；广西总面积为23.76万 km^2，常住人口为5 027万人，地区生产总值为27 202.4亿元；贵州总面积约为17.62万 km^2，常住人口为3 865万人，地区生产总值为20 913.3亿元。三省份地理空间紧密相连，经济规模相当、发展阶段接近、产业结构具有相似性，具备较强的产业发展可比性，便于在相近发展水平下探讨产业结构差异与协同发展路径。

1.2　数据来源

投入产出表中各部门间的投入产出互动关系，为产业关联网络的构建提供核心的数据支撑与依据。根据国务院办公厅印发的《关于进行全国投入产出调查的通知》规定，中国投入产出表在每逢末位2和7的年份进行编制[16-17]。截至目前，31省份（因数据缺失，未包含港澳台地区）2022年投入产出表尚未公开发布，2017年投入产出表仍是当前可获得的最新官方数据[18]。为兼顾数据的时效性，并有效地揭示产业关联结构特征的动态变化及地区对比，选取云南、广西、贵州三省份官方统计局发布的2012年与2017年42部门投入产出表数据，分别构建三省份的有向产业关联网络。42个产业部门如表1所示。

1.3　研究方法

复杂网络分析是一种融合图论与系统科学的交叉研究方法，其核心在于通过量化网络中节点与连边的拓扑结构特征，揭示复杂系统的内在规律、动态演化及功能特性[19-20]。从总体网络结构与个体关联特征两个层面选取指标，开展滇桂黔产业关联网络特征分析。

表1　42产业部门代码

代码	部门	代码	部门
01	农林牧渔产品和服务	22	其他制造产品和废品废料
02	煤炭采选产品	23	金属制品、机械和设备修理服务
03	石油和天然气开采产品	24	电力、热力的生产和供应
04	金属矿采选产品	25	燃气生产和供应
05	非金属矿和其他矿采选产品	26	水的生产和供应
06	食品和烟草	27	建筑
07	纺织品	28	批发和零售
08	纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品	29	交通运输、仓储和邮政
09	木材加工品和家具	30	住宿和餐饮
10	造纸印刷和文教体育用品	31	信息传输、软件和信息技术服务
11	石油、炼焦产品和核燃料加工品	32	金融
12	化学产品	33	房地产
13	非金属矿物制品	34	租赁和商务服务
14	金属冶炼和压延加工品	35	研究和试验发展
15	金属制品	36	综合技术服务
16	通用设备	37	水利、环境和公共设施管理
17	专用设备	38	居民服务、修理和其他服务
18	交通运输设备	39	教育
19	电气机械和器材	40	卫生和社会工作
20	通信设备、计算机和其他电子设备	41	文化、体育和娱乐
21	仪器仪表	42	公共管理、社会保障和社会组织

1.3.1 总体网络结构指标

选取聚类系数、网络密度、平均路径长度三大指标,反映产业关联网络的整体结构特征。

(1)聚类系数:衡量网络中节点与其邻居节点形成紧密团体的倾向,反映产业部门的关联抱团特征,体现产业集聚程度。计算公式为

$$C=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{2E_i}{k_i(k_i-1)} \tag{1}$$

式中:E_i 为节点 i 的 k_i 个邻居节点之间实际存在的边数;n 为网络中节点总数。

(2)网络密度:为节点间实际连边数与理论最大连边数的比值,衡量节点间的连接紧密程度,比值越高则产业部门间的关联越密切。计算公式为

$$D=\frac{T}{n(n-1)} \tag{2}$$

式中:T 为网络中实际连接的边数;$n(n-1)$ 为可能存在的最大边数。

(3)平均路径长度:为网络中各节点间最短路径的均值,衡量产业链的传导效率与整体纵深属性,值越小则产业间信息、资源的流通越便捷。计算公式为

$$L=\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1,j\neq i}^{n}d_{ij} \tag{3}$$

式中:d_{ij} 为 i 与 j 之间的最短路径长度。

1.3.2 个体关联特征指标

选取度中心性、中介中心性、接近中心性三大核心指标,剖析单个产业部门在网络中的地位与作用。

度中心性 $C_D(i)$ 是指节点直接连接的边数占比,反映某一部门与多少个部门存在直接联系,即产业部门的关联覆盖度。根据供需方向,又可将其分为出度和入度。出度中心性衡量产业部门的前向关联覆盖度,入度中心性衡量产业部门的后向关联覆盖度。计算公式为

$$C_D(i)=OD_i+ID_i \tag{4}$$

式中:OD_i 为节点出度值;ID_i 为节点入度值。

中介中心性 $C_B(i)$ 用于评估某节点在网络中充当“桥梁”或“枢纽”的能力,其数值取决于该节点在所有最短路径中出现的频率,即当两个部门要产生联系时必须经由该部门作为中介的概率。计算公式为

$$C_B(i)=\sum_{j}^{n}\sum_{k}^{n}\frac{P_{jk}(i)}{P_{jk}} \tag{5}$$

式中:$P_{jk}(i)$ 为 j、k 最短路径中经过 i 的数目;P_{jk} 为 j、k 之间的最短路径数目。

接近中心性 $C_C(i)$ 是指某一节点到网络中其余各节点最短路径之和的倒数,反映节点通过最短路径快速抵达其他所有节点的能力,衡量产业部门的纵向关联强度。根据供需方向,可进一步分为出接近中心性 $C_{C,out}(i)$ 和入接近中心性 $C_{C,in}(i)$。出接近中心性高的部门通常位于产业链上游,部门的前向关联强度较大,为后续生产提供原材料或零部件;而入接近中心性高的部门则位于产业链下游,直接为消费者提供价值与服务,后向关联强度较大。计算公式为

$$C_{C,out}(i)=\frac{1}{\sum_{j\neq i}d_{ij}};C_{C,in}(i)=\frac{1}{\sum_{j\neq i}d_{ji}} \tag{6}$$

式中:d_{ij} 为从节点 i 到节点 j 的最短路径长度;d_{ji} 为从节点 j 到节点 i 的最短路径长度。

2 滇桂黔三省份产业关联网络的构建与特征比较

2.1 滇桂黔三省份产业关联网络构建

以 42 个产业部门为节点,各产业部门间的投入产出关系为连边,构建滇桂黔有向产业关联网络,具体步骤如下。

(1)确定邻接矩阵:提取投入产出表中各部门的生产消耗关系与总投入,以直接消耗系数为邻接矩阵基础,剔除对角线元素消除产业部门的自环效应。

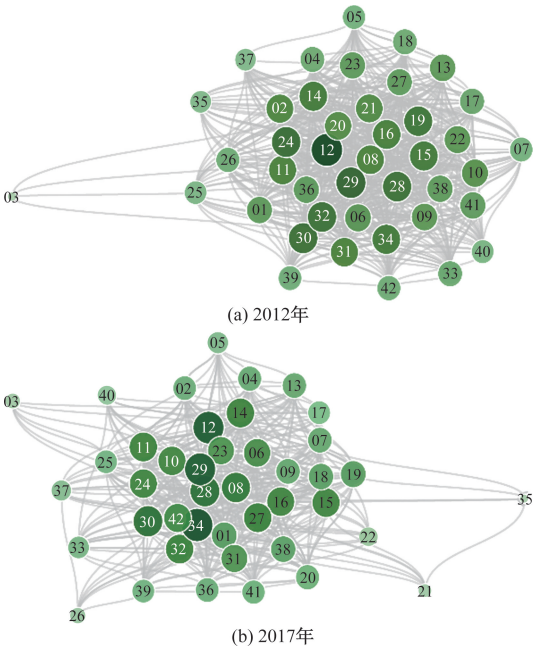
(2)设定阈值并转化(0~1)矩阵:为识别关键产业关联、过滤次要联系,设定阈值为 0.5%,将邻接矩阵中超过阈值的数值赋值为 1(表示部门间存在连接关系),其余赋值为 0(表示部门间无连接关系),完成邻接矩阵向(0~1)矩阵的转化。

(3)构建网络并计算指标:以转化后的邻接矩阵为基础,利用 R 软件分别构建云南、广西、贵州的有向产业关联网络如图 1~图 3 所示,边的方向则表示部门投入、产出流向,并进一步采用 R 软件计算整体网络结构指标和个体关联指标。

2.2 总体网络结构指标分析

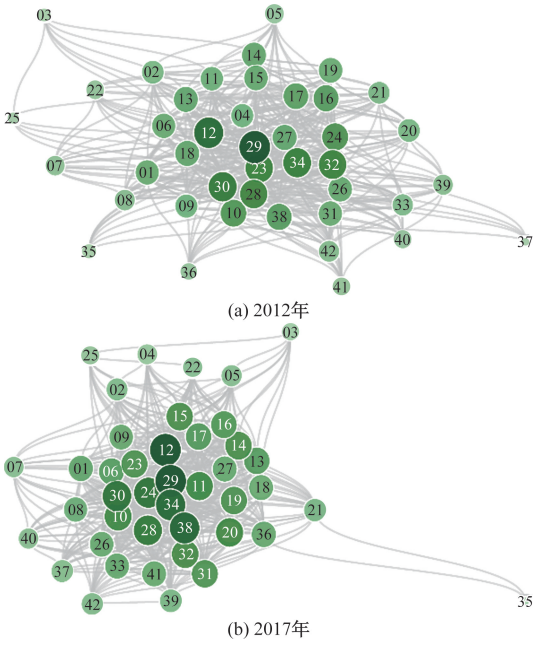
观察上述构建的云南、广西和贵州产业关联网络,2012 年和 2017 年,三省份产业关联网络的整体形态与结构未发生显著变动,核心产业部门的布局也相对稳定。

表 2 列出各网络的总体结构指标计算结果,由于三省份网络均呈现非联通状态且包含多个强联通组件,因此选择在节点间存在联通路径的最大强联通组件中计算平均路径长度,以保障该指标的可计算性。由表 2 进一步发现,三省份的网络总体结构指标均有小幅波动,但网络结构整体保持稳定。云南聚类系数与网络密度小幅下降,云南逐渐减少传统的本地依赖性产业,淘汰落后产能,增强跨领域



(a) 2012年　(b) 2017年

图 1　云南产业关联网络



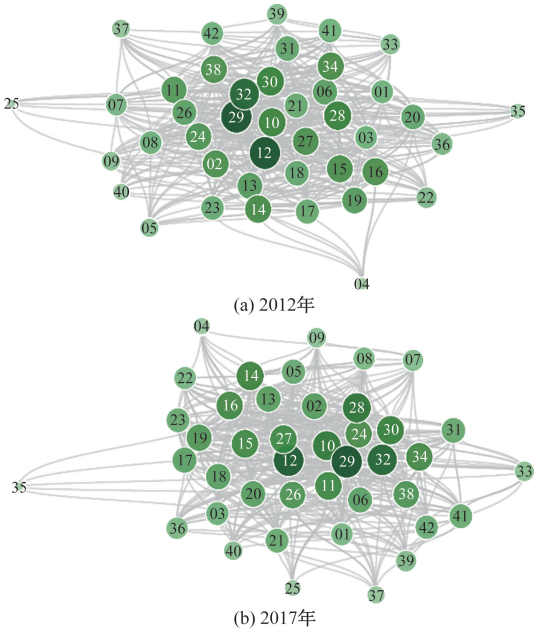
(a) 2012年　(b) 2017年

图 2　广西产业关联网络

协作；广西和贵州的产业集聚程度相对增强，产业链条趋于优化，内部协作强化推动了信息流通效率的提高。总体来看，目前广西产业关联网络的聚类系数与密度更大，产业协同密切；云南产业关联网络的平均路径长度最大，产业链内部扩散效应较弱；贵州产业关联网络的整体连接性和效率处于中间水平。

2.3　个体关联特征指标分析

滇桂黔三省份 2012—2017 年产业关联网络的整体形态与结构未发生显著变动，网络核心特征保持较高稳定性。鉴于 2017 年是较新时间节点，其网络状态更能体现产业关联的近期实际特征，因此根据前文所述方法计算 2017 年滇桂黔各省份产业部门的度中心性、中介中心性和接近中心性指标，来衡量各自产业关联网络的个体关联特征[21]（度中心性与中介中心性基于全网节点计算，接近中心性在最大强联通组件中计算）。



(a) 2012年　(b) 2017年

图 3　贵州产业关联网络

2.3.1　度中心性：产业关联覆盖度分析

云南、广西、贵州三省份排名前 10 的核心产业部门主要集中在制造业和服务业领域（表 3），这些产业部门与其他大多数部门都可以建立直接的供给或需求联系。

化学产品（12）、交通运输、仓储和邮政（29）、批发和零售（28）、石油、炼焦产品和核燃料加工品（11）、租赁和商务服务（34）这五个产业部门在滇桂黔产业关联网络中均显现较大的关联覆盖度，均处于网络核心地位。它们不仅自身展现出较强的集聚效应，更对周边产业具有重要的辐射和带动作用，是支撑当地经济发展的关键力量[22]。

为更深入理解 42 个产业部门在网络中的具体功能与影响力方向，识别各部门的供需定位，聚焦滇桂黔各产业部门的“出度”与“入度”指标分析，并借助旋风图（图 4）进行可视化呈现与比较（出/入度中心性排名前 10 部门已突出显示）。在消除自环后，部分节点的出/入度为 0。

由图 4 各部门的出、入度情况来看，滇桂黔三省份出、入度值较高的部门大多数为第二产业部门，是中间投入最活跃的参与者；第三产业中流通类部

表 2　滇桂黔三省份总体网络结构指标

指标	云南		广西		贵州	
	2012 年	2017 年	2012 年	2017 年	2012 年	2017 年
聚类系数	0.756 3	0.645 6	0.630 3	0.715 7	0.624 3	0.648 5
网络密度	0.403 0	0.303 1	0.299 7	0.378 0	0.313 0	0.322 3
平均路径长度	1.697 0	2.000 8	1.924 6	1.647 9	1.996 4	1.883 3

表 3　度中心性前 10 部门序列

指标	云南	广西	贵州
度中心性	34,12,29,28,30,08,11,14,27,32	12,29,38,34,24,30,28,20,10,11	29,12,32,28,10,14,30,11,15,16

门也较为均衡地参与产业链运转,公共服务类部门的出、入度相对较低。出度中心性高的部门意味着在产业链中前向关联覆盖度较大,一般与其他产业部门产生供给联系;入度中心性高的部门则有较大的后向关联覆盖度,与其他部门产生需求联系。

大多数部门倾向于仅作为供给方或需求方,呈现出较为明显的单向功能特征。例如,建筑(27)在三省份中均表现为入度高,表明其消耗大量金属产品、化学产品等,是区域内核心需求引擎;金属制品、机械和设备修理服务(23)在三省份中均为出度较高的部门,作为生产性服务业的核心组成,该部门通过提供设备维护、零部件修复等技术服务直接辐射到大量第二产业部门;此外,食品和烟草(06)、金属冶炼和压延加工品(14)等产业部门的入度较高,同是三省份产业链中后向关联覆盖度较大的部门,这些部门吸收和整合各类生产要素的能力也较强;金属制品(15)、石油、炼焦产品和核燃料加工品(11)等产业部门的出度较高,在三省份均显出较强的前向带动作用,为大多数产业提供必要的生产资料和服务[23]。

图 4 中同时具有较强供给和需求能力的"双向枢纽型"部门则较少。化学产品(12)、批发和零售(28)、交通运输、仓储和邮政(29)、住宿和餐饮(30)等部门的出、入度值相当,显示出较强的双向交互能力。化学产品部门(12)不仅向多个制造业部门提供原材料,同时其生产过程本身也依赖能源、矿产等上游部门的大量投入,在网络中扮演着极其重要的位置。批发和零售业(28)作为连接生产与消费的关键环节,天然具备"集散中心"的双重功能。交通运输、仓储和邮政业(29)在提供物流服务的同时,又依赖能源、设备及基础设施投入,因此也表现显著的双向连通性。住宿和餐饮(30)对食品加工、日用品等上游部门存在巨大采购需求,又面向旅游、商务等提供服务,尤其在云南、广西、贵州等旅游资源丰富的地区,该部门更显现其重要地位。这

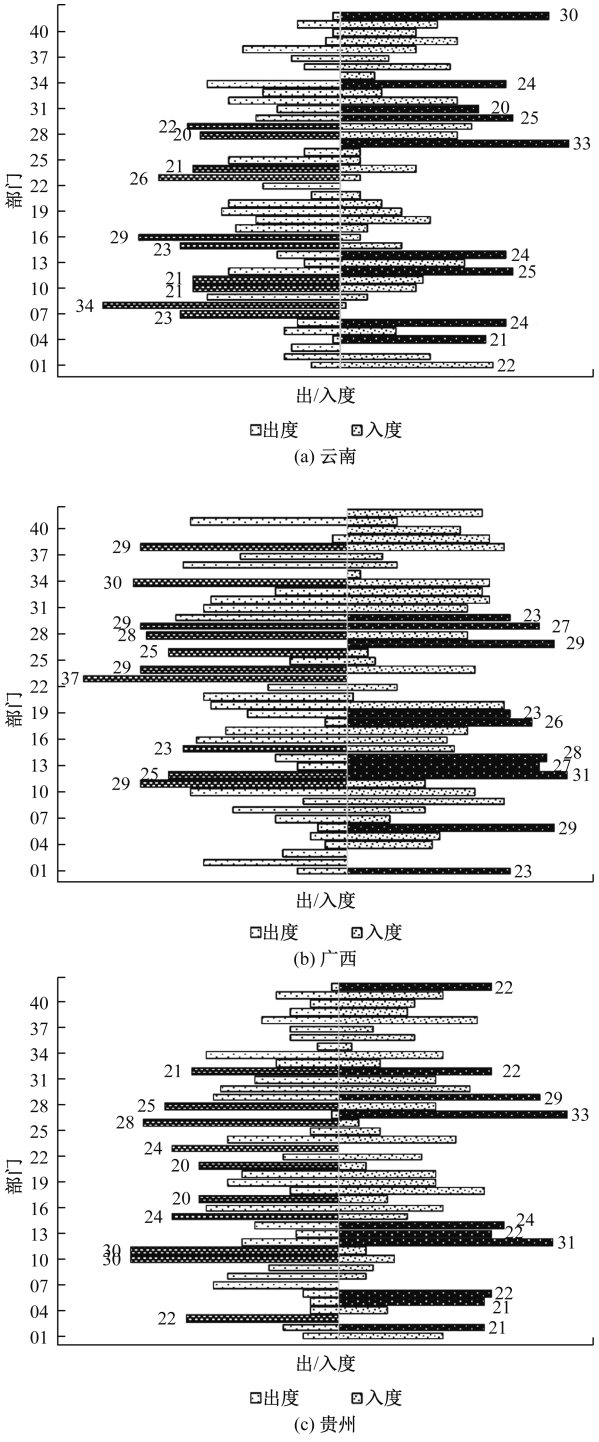


图 4　云南、广西、贵州三省份 42 部门出、入度旋风图

些兼具高供给与高需求特征的部门,是产业网络中的关键枢纽。

除了上述具有共同功能的产业部门，云南、广西、贵州42部门的出、入度情况还展现出各自地方特色。

云南租赁和商务服务(34)、公共管理、社会保障和社会组织(42)等部门入度较高，对上游产业的发展具有较大需求拉动；纺织品(07)及纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品(08)、通用设备(16)等部门出度较高，云南纺织制造业在省内具有较强的供给能力，对本地产业体系形成支撑，云南依托自身资源优势充分发展特色旅游服务业及基础制造业等。广西中心性较高的部门还涉及电力、热力生产和供应(24)、通信设备、计算机和其他电子设备(20)、信息传输、软件和信息技术服务(10)等高端制造业领域，交通运输设备(18)及电器机械和器材(19)等部门入度中心性较高。广西能源基础设施完善，交通运输条件优越，生产性服务业表现突出并且具备较强的辐射能力。贵州石油和天然气开采(03)、专用设备(17)、仪器仪表(21)等部门出度高，为省内其他产业发展提供产品及服务，非金属矿物制造业(13)等部门入度高，对上游部门的零部件需求较大。贵州金融服务(32)部门出、入度相当，供给和需求较为均衡，该部门在对其他产业提供融资需求的同时也依托部分产业的技术、服务等支持，呈现出独特的“双向平衡”结构。贵州金属加工制造业发展较好，装备制造能力较强，充分发展新兴大数据产业。

2.3.2　中介中心性：产业中介性分析

中介中心性反映该产业部门在整个网络中的桥梁和枢纽作用，即其在连接其他产业、促进资源与信息流动中具有关键作用。如表4所示，云南、广西、贵州的金属制品(15)、化学产品(12)、交通运输、仓储和邮政(29)、金融(32)、住宿和餐饮(30)五个产业部门均在各省份内部产业网络中占据重要的中介枢纽地位。进一步比较发现，各省份在关键中介产业上也呈现出差异化：云南金属冶炼和压延加工品(14)、租赁和商务服务(34)以及批发和零售业(28)在产业网络中的中介作用较为突出，其中，金属冶炼和压延加工是产业链上游的重要环节，连接原材料开采与高端制造。广西在通信设备、计算机和其他电子设备(20)以及居民服务、修理和其他服务(38)领域的产业中介性较高，反映出近年来广西在电子信息产业和生活性服务业方面快速发展，其在产业网络中的连接功能日益增强。贵州与云南类似，在批发和零售业(28)、金属冶炼和压延加工品(14)以及租赁和商务服务(34)等产业部门表现出较强的中介性。

表4　中介中心性前10部门序列

指标	云南	广西	贵州
中介中心性	34，15，14，12，29，28，32，30，10，42	12，30，38，29，20，15，10，24，34，32	29，28，12，14，20，34，15，16，32，30

2.3.3　接近中心性：产业纵向关联强度分析

各省份42个产业部门接近中心性的大小分布趋势与出、入度趋势基本一致(图5，出/入接近中心性排名前10部门已突出显示)。第二产业部门是中间投入的主要活动者，滇桂黔三省份高接近中心性部门均以第二产业为主，涵盖石油、炼焦产品和核燃料加工品(11)、非金属矿物制品(13)等资源加工部门以及化学产品(12)、金属制品(15)、电气机械与器材(19)等制造业部门。它们入接近中心性高，被其他多部门依赖；同时出接近中心性高，对上游原料或设备需求多，体现出工业在产业网络中的枢纽地位。批发和零售(28)、交通运输、仓储和邮政(29)等第三产业的流通服务类部门由于部门领域特性而贯穿产业链上下游，上游可延伸至制造业的供应链管理，下游则触及居民消费和社会服务的方方面面。

滇桂黔三省份金属制品、机械和设备修理服务(23)和批发和零售(28)等部门出接近中心性高，呈现较大的前向关联强度，它们为下游产业提供关键的原材料和零部件支持。三省份后向关联强度较大的产业部门主要集中在工业制造业、建筑业以及少部分服务业领域，例如建筑(27)、金属冶炼和压延加工品(14)等部门，它们位于产业链下游，起到拉动上游产业发展的作用。由于省内现实资源因素、部门本身与其他部门联结较少、多个联通组件无法互通等多重因素，导致有些产业部门的出/入接近中心性为0，仅表现为单向关联深度。例如，建筑(27)部门在三个省份中均表现出较高的入接近中心性，反映其对上游建材的高度依赖；然而，出接近中心性在云南和广西却为0，这不仅与多个强联通组件之间节点无法相互可达有关，更是由于建筑业作为产业链的终端需求载体，其建筑物、基础设施等产出不构成对其他部门的中间投入品，导致该部门无法通过供应链再向下游传递资源。

从出接近中心性来看，云南纺织制造(08)、通用设备(16)和金属制品(15)等产业部门也显示出较强的前向关联强度，这与云南丰富的原材料资源和制造业基础有关。广西在租赁和商务服务(34)、石油、炼焦产品和核燃料加工品(11)以及居民服

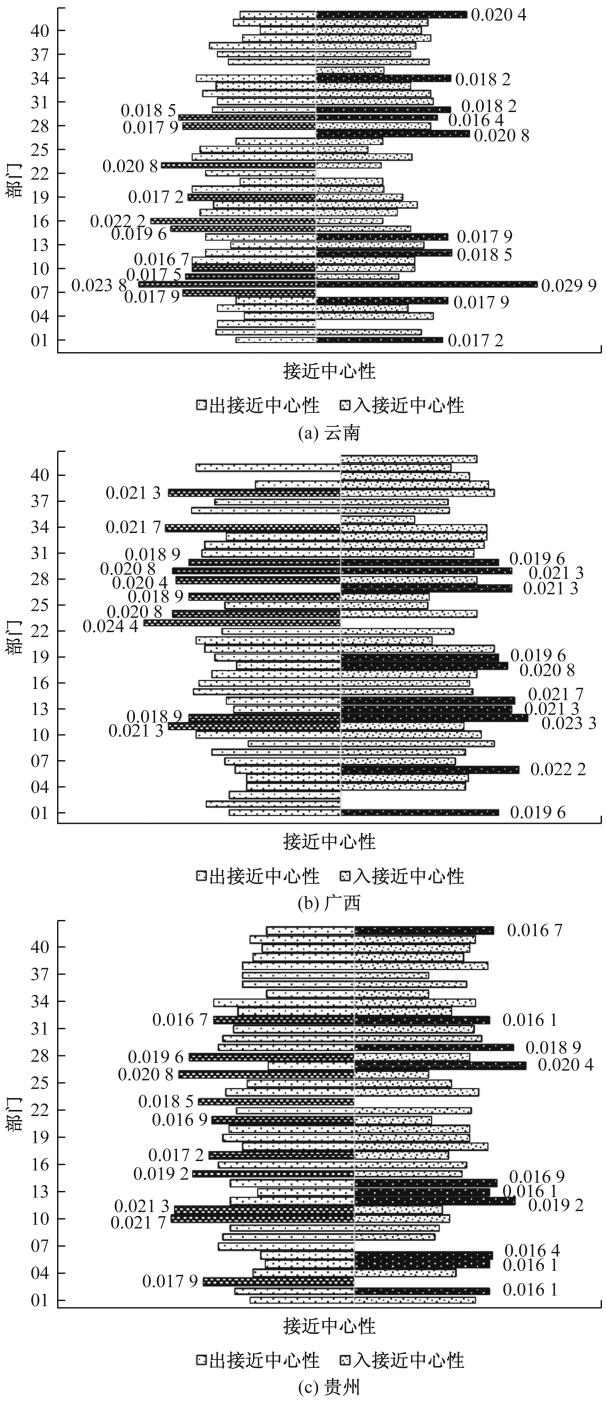


图 5　云南、广西、贵州三省份 42 部门出、入接近中心性旋风图

务、修理和其他服务(38)等方面表现出较高的出接近中心性。贵州造纸印刷和文教体育用品(10)、石油、炼焦产品和核燃料加工品(11)以及金属制品(15)等部门的数值较高,说明贵州资源型经济和文化产业持续壮大的同时也积极为其他产业发展提供支持。

从入接近中心性来看,云南公共管理、社会保障和社会组织(42)、住宿和餐饮(30)以及租赁和商务服务(34)部门;广西非金属矿物制品(13)、交通运输设备(18)等部门以及贵州煤炭采选产品(02)、非金属矿和其他矿采选产品(05)等部门的后向关联强度也较大,在各地的产业体系中充分汲取各类生产要素并面向市场提供服务。

3　滇桂黔三省份产业协同发展路径设计

在深入研究滇桂黔三省份产业关联网络的总体结构特征及个体关联特征的基础上,发现三省份产业体系间具备一定的协同潜力。因此,将进一步探讨三省份可能实现产业协同发展的基础条件,并以此为依据提出区域间产业联动与协同发展的可行路径。

3.1　协同基础分析

(1)产业发展差异互补。基于产业协同理论和比较优势理论,各地区通过发挥各自比较优势实现资源要素互通,以弥补单一区域产业短板,实现资源高效配置与整体效益最大化。云南依托丰富的自然资源和旅游资源,形成以特色旅游服务业、资源型产业为核心的产业结构,具备较强的生态农业和文旅产业优势;广西凭借沿海区位和能源基础设施优势,高端制造业、数字化服务及交通物流服务突出;贵州以金属加工制造业和新兴大数据产业为核心,装备制造能力较强,在资源型经济和社会治理数字化方面具有潜力。因此,凭借云南优渥的原材料和文旅资源、贵州特色的加工制造和大数据、广西突出的物流运输能力,三省份可形成“资源开发-加工制造-市场流通”的全链条互补格局。

(2)共同核心产业规模效应。区域内相似产业通过集聚与协作实现规模报酬递增,三地从竞争走向合作,形成规模经济与范围经济优势。化学产品(12)、交通运输、仓储和邮政(29)、批发和零售(28)、石油、炼焦产品和核燃料加工品(11)均为滇桂黔三省份度中心性、中介中心性较高的产业部门,具备联合扩大生产、降低交易成本的基础。三省份可协商建立公开透明的统一大市场,共同优化化工产业布局,集中采购原料、共享技术标准,逐渐打造规模优势。另外,对于金属制品(15)、金融(32)等中介枢纽型部门,可通过建立区域金属制品产业联盟、联合开发绿色金融产品等跨区域协作来强化其枢纽功能,促进技术扩散、资源高效配置与区域市场一体化。

(3)节点产业链衔接潜力。基于产业链纵向协同和区域分工理论,通过滇桂黔省际上下游环节的功能整合与空间联动,可实现资源、制造与流通的

高效衔接，提升区域整体产业链韧性。上游环节：云南纺织、农产品加工及贵州金属矿采选可为广西制造业提供原材料；中游环节：贵州装备制造及广西电子设备生产可承接云南的资源加工需求；下游环节：广西港口及云南边境口岸物流优势可助力三省份特色农产品、制造业产品、大数据产品等走出去。

3.2 实现路径设计

依据对云南、广西、贵州2012年与2017年投入产出表的深入分析和对其产业网络结构的解析，三省份在能源资源互补、产业规模集聚、产业链纵向联动等领域存在显著协同潜力，下面是协同发展路径设计。

(1)资源与发展优势互补，打造智能产业新业态。搭建智能供需平台，云南定向输出标准化金属矿、橡胶、咖啡等原材料，贵州利用大数据与智能制造能力，实时响应原料供给信息，动态优化贵州、广西装备制造企业的生产加工计划，实现原料与加工产能精准匹配；同时，贵州通过大数据分析云南普洱茶、鲜花等农产品的成熟周期，提前调配云南、广西冷链物流优势资源，减少损耗率。在此基础上，结合贵州装备制造技术与广西港口物流优势及能源保障，共建智能制造飞地园区，重点发展新能源汽车关键零部件、智能装备等高端制造产业，推动跨区域协同发展。

(2)产业规模发展，共建跨区域现代材料与制造产业集群。滇桂黔三省份矿产资源丰富，是全国重要的有色金属和磷化工基地。为避免原料争夺、低端产能竞争，三省份加快建立公开透明的区域统一大市场，共建区域性集中冶炼与精深加工基地，共享先进技术和研发资源，提升产品附加值；推动云南锡铜冶炼、广西铝材深加工、贵州锰系新材料协同发展，协同布局高端磷肥、精细磷化工、可降解材料等高附加值化工产品，打造特色鲜明、互补性强的现代材料产业集群，形成集聚效益和规模优势。此外，在中西部地区承接东部产业转移的背景下，滇桂黔三省份实现差异化承接、链条化布局。广西承接新能源汽车、先进装备制造、工程机械制造等产业的整机制造、组装集成等主体环节；贵州承接原材料精深加工、关键零部件制造、新材料研发等上游环节，布局新能源电池材料、数据中心配套设备等高附加值上游产业；云南承接金属冶炼、非金属材料初加工、生物基材料等依赖本地资源的前端环节。通过“广西主终端、贵州强支撑、云南保资源”的协同模式，实现错位发展、链式集聚、合作共赢。

(3)产业链纵向协同，加快区域联动。在能源与矿产加工链方面，贵州煤炭和电力资源总产出具有明显优势，可为广西金属冶炼产业提供稳定能源保障；广西积极消纳滇黔两省的清洁电力资源，同时承接上游云南输出的锡、铜、铝等金属矿产，发展精深加工和高端制造。在健康食品产业链方面，云南优质的烟叶、高原果蔬、食用菌与广西的热带水果、优质水产品，可作为原材料输送至贵州的白酒酿造、生态食品加工企业，共同开发健康食品市场。另外，依托贵州大数据平台，三省份特色产品或品牌可通过数据驱动，高效对接下游云南、广西的零售终端、冷链物流体系及国际物流通道，降低流通损耗与交易成本，携手开拓粤港澳大湾区及东南亚、南亚国际市场，提升整体竞争力。

(4)协同机制保障。为保障区域协同发展的长效推进，滇桂黔三省份合力构建多层次、宽领域的协同机制。在政策协调方面，建立三省份联席会议制度，统筹协商重大产业布局，统一产业准入标准与环保要求，避免重复建设和资源错配；在基础设施方面，加快推进云桂高铁复线、黔桂运河等关键项目建设，提升区域内人流、物流、信息流的联通效率；在资金保障方面，可联合设立产业协同基金，重点支持跨省合作项目落地实施，形成利益共享、风险共担的投融资机制，全面增强区域协同发展动能；最后，在人才创新领域，探索共建人才飞地，推动三省份科研院所、高校人才、数据工程师等跨省协作，打造区域性创新高地。

通过以上协同路径，滇桂黔三省份可充分发挥各自优势，弥补产业短板，构建优势互补、链条完整、响应高效的区域产业共生网络，实现从单点优势向区域系统竞争力的跃升，打造西部地区高质量协同发展的新样板。

4 结论

本文通过对云南、广西、贵州产业关联网络结构特征的系统性分析，发现滇桂黔三省份的跨区域协同潜力主要源于产业差异形成的互补优势、核心产业集聚带来的规模效应、产业链上下游的衔接空间三个方面，有望从过去的各自发展逐步转向更加高效的协同合作。因此基于上述三个协同潜力，有针对性地提出推动优势互补产业对接、促进跨区域核心产业集群发展、加强省际产业链纵向联动等协同路径，旨在推动滇桂黔三省份产业协同进步，为三地区域经济一体化提供有力支撑与实践路径。未来研究可结合新发展格局下产业转型升级的最新变化，进一步优化和完善滇桂黔区域协同发展的路径设计。

参考文献

[1] 周松兰，刘栋. 产业关联度分析模型及其理论综述[J]. 商业研究，2005(5)：107-111.

[2] 胡华杰. 中国产业关联效果的实证分析与理性思考[J]. 河南社会科学，2005(6)：57-60.

[3] 邱秀琴. 基于投入产出表的北京市产业关联度分析[J]. 合作经济与科技，2011(18)：20-21.

[4] 许宪春，齐舒畅，杨翠红，等. 我国目前产业关联度分析——2002年投入产出表系列分析报告之一[J]. 统计研究，2006(11)：3-8.

[5] 柳坤，申玉铭，张旺，等. 河南省产业关联效应研究[J]. 地域研究与开发，2013，32(1)：29-34.

[6] 李元亨，詹宇波，金亮，等. 长三角地区区域间动态产业关联效应分析：基于中国区域间投入产出表的测度[J]. 经济问题探索，2024(6)：90-106.

[7] CAMPBELL J. The relevance of input-output analysis anddigraph concepts to growth pole theory[D]：Washington，USA：University of Washington，1970.

[8] 方爱丽. 基于复杂网络理论的投入产出关联分析[D]. 青岛：青岛大学，2008.

[9] 王茂军，杨雪春. 四川省制造产业关联网络的结构特征分析[J]. 地理学报，2011，66(2)：212-222.

[10] 王浩宇，孙启明. 京津冀区域关键产业识别与比较研究——基于复杂网络模型[J]. 华东经济管理，2016，30(12)：77-85.

[11] 杨卜玮，程菲雨，刘伊生. 产业网络视角下我国建筑业关联特征研究[J]. 河南科学，2024，42(12)：1841-1847.

[12] 彭邦文. 滇中城市群产业网络结构及其效应研究[D]. 昆明：云南师范大学，2016.

[13] 张温馨. 西部陆海新通道对广西与重庆产业协同发展的影响研究[D]. 南宁：南宁师范大学，2023.

[14] 熊超，王品，肖建雄，等. 基于投入产出表的贵州省大数据相关产业网络结构分析[J]. 绿色科技，2023，25(7)：267-271.

[15] 王玉娇，千庆兰，陈清怡. 战略性新兴产业创新网络演化特征及其影响因素——以广东省工业机器人产业为例[J]. 地域研究与开发，2024，43(4)：43-49.

[16] 尹翀. 产业网络分析导论[M]. 北京：社会科学文献出版社，2018.

[17] 宋翔. 福建省交通运输业投入产出分析[D]. 福州：福州大学，2020.

[18] 胡梦佳. 产业关联视角下成渝地区双城经济圈产业结构演化研究[D]. 重庆：西南大学，2022.

[19] 潘蕊，张妍，高天辰. 网络结构数据分析与应用[M]. 北京：北京大学出版社，2022.

[20] AN P L，QU S，YU K，et al. Mapping analytical methods between input-output economics and network scienc[J]. Journal of Industrial Ecology，2024，28(4)：648-679.

[21] 谭婧，张正松. 中国先进制造业与生产性服务业关联网络结构特征[J]. 科技和产业，2024，24(15)：10-18.

[22] 李冬冬. 京津冀制造业产业链解构与数字化空间重构研究[D]. 天津：天津理工大学，2022.

[23] 孙露，薛冰，耿涌，等. 基于投入产出表和社会网络分析的区域产业结构比较分析：以华东七省(市)为例[J]. 华东师范大学学报(自然科学版)，2015(1)：224-233.

Comparisonof Industrial Linkage Network Characteristics and Discussion of Cooperation Path in Yunnan，Guangxi and Guizhou

QIAN Jiale，CAO Yingqi

(School of Economics and Management，Dali University，Dali 671003，China)

Abstract：Focusing on China's Yunnan，Guangxi and Guizhou provinces/regions，the complex network analysis method was used to construct the industrial linkage network for each of the three regions based on the input-output table datafrom 2012 and 2017. Then，those similarities and differences of their industrial linkage networks from the perspectives of overall structure and individual characteristics were compared，and their coordinated development paths were explored. The study found that despite their being geographically adjacent and having similar economic scales，there are still some differences in their industrial structure. An analysis from three dimensions such as industrial complementarity，core industries scale agglomeration effect and industrial chain vertical integration，reveal significant scope for coordinated development and good cross-regional coordination potential. Based on these findings，targeted development strategies are proposed for Yunnan，Guangxi and Guizhou，centered on the three aforementioned key directions. This research and path design aim to actively promote the transition of the three provinces and regions from fragmented development to coordinated linkage，help build a regional development community with complementary advantages，mutual benefit and win-win outcomes，and provide support for high-quality economic growth of regional economy and border opening.

Keywords：industrial association；industrial structure；input-output；complex network