

基于投入产出架构的新冠肺炎疫情冲击路径分析与应对政策*

□刘世锦 韩 阳 王大伟

摘要: 本文通过将网络分析法应用于投入产出体系,将我国各省经济部门及部门间关系转化为宏观经济网络内的“节点”和“弧”,从区域间、经济部门间“层层传导”的传播视角分析了疫情的经济冲击路径。研究发现:(1)湖北省具有较强的“内向型”特征,疫情对湖北省内带来的经济冲击大于省外。(2)江苏、广东、浙江、山西、内蒙古、陕西等省区与湖北省的经济依存度较高,面临较为直接的经济冲击风险。(3)在经济恢复发展中应对上下游影响力较大、或处于核心战略位置、或自身稳定性不强的3类行业给予特别关注,例如湖北省的农业、交通运输业和建筑业。结合疫情冲击路径特征,提出湖北省和相关省区经济恢复发展、通过改革激发新增长动能的政策建议。

关键词: 新冠肺炎疫情 投入产出 网络分析 冲击路径 新增长动能

DOI:10.19744/j.cnki.11-1235/f.2020.0066

一、引言

2020年年初,新冠肺炎疫情爆发于湖北省并迅速向全国蔓延。国家采取坚决有效措施,在较短时间内基本控制住了疫情。经济受到疫情的严重冲击,经历了1个多月前所未有的几乎停摆状态。目前国内经济正在逐步恢复,但国际疫情加剧,将会对我国经济带来另一波冲击。世界贸易组织、国际货币基金组织等提出,全球经济深度衰退已不可避免。国际疫情何时缓解,有很大不确定性。正如有关人士所说,全球疫情何时结束,不取决于疫情结束最快最早的国家,而是最差的国家。在这种背景下,我们将不得不面对并适应这样一个现实,即从常规增长模式转入相当长时期的“战疫增长模式”。这种增长模式的显著特点是,需要支付一个“战疫折扣成本”,就是说,总是要拿出部分资源去内防反弹、外防输入,经济难以开足马力运转,实现潜在增长率。

这次经济大幅下滑,是由于意外的超级外部冲击,而非经济内部出了问题,如需求严重不足、杠杆率过高等。应对冲击的短期政策要聚焦于“恢复”、“救助”、“避险”。恢复就是把中断了的供求重新连接,有人强调扩大需求,其实当务之急是恢复需求。救助是要帮助那些处境艰难、甚至日子过不下去的企业和个人,重点是中小微企业和低收入人群。避险是要防控经济中已有结构性矛盾可能引起的风险,重点是防止金融体系由于流动性紧张引发的停摆和混乱。与此同时,应着眼长远,立足于仍然较大的结构性潜能,通过实质性深化改革,加快形成中国经济增长的“新风口”。

湖北是这次国内疫情的“震中”,经济受损程度最为严重,恢复振兴面临很大挑战。无论是湖北还是全国,疫后经济恢复和发展,都应着眼于国民经济相互关联的复杂结构,对疫情冲击作出细致准确的评估,进而制定并实施针对性强、切实管用的政策措施。

当前的相关研究多采取对比“非典”疫情带来的冲击,或通过监测相关典型行业的高频数据及企业调研数据,以直接估计新冠肺炎疫情对消费、投资、外贸、就业等重要指标或旅游业、

注:韩阳为本文通讯作者。

交通运输业等典型行业的影响(夏杰长、丰晓旭,2020;张夏恒,2020;沈国兵,2020;祝坤福等,2020)。我国拥有34个省级行政区域,各省诸部门构成了一个高度密集的区域“宏观经济系统”,行业间存在错综复杂的关联性。此次疫情爆发于省会城市武汉和湖北省,正是借助于这种系统内的省际间、行业间的联动关系,才形成对更大范围经济活动的直接和间接冲击。因此,很有必要从由点到面的传播视角对疫情冲击路径进行深入剖析。

投入产出体系描绘了国民经济各部门间的平衡关系,第I象限由中间投入和中间使用的交叉部分组成,水平方向上反映了某部门产品在各个部门间的分配,垂直方向上反映了某部门对各个部门产品的中间消耗(夏明、张红霞,2013)。除此之外,投入产出体系还蕴含了丰富的行业结构信息,对新冠肺炎疫情的冲击下哪些行业对其上下游行业的冲击较大,哪些行业和行业间的联动会较大幅度影响经济系统的整体资源传输效率,哪些行业更易于将冲击传递给外界,经济政策应重点关注哪些领域等,提供很有现实意义的路径分析线索。然而,以直接消耗系数矩阵A和通过里昂惕夫逆矩阵计算出的完全消耗系数矩阵B为基础的经典投入产出分析框架,多专注于量化分析行业间的直接和间接关系,并未尝试从行业层面挖掘上述经济结构类线索。

作为一个融合了图论、物理学、统计学等要素的新兴交叉领域,网络分析法通过分析构成网络的节点(Node)和节点间的边(Edge)或弧(Arc)的结构属性,可将复杂系统内“行动者”以及“行动者”之间的关系特征进行刻画,具体包括中心度、可聚类性、对称性、反身性、传递性等多个特征属性(沃瑟曼、福斯特,2018)。同时由于网络分析法强大的泛化能力,目前已被广泛应用于多种复杂系统,例如人际关系网络(沃瑟曼、福斯特,2018)、流行病传播网络(杰克逊,2019)、全球航运网络(Zhang and Zeng, 2019)、国际秩序网络(Snyder and Kick, 1979)、石油运输网络(Liu et al., 2020)等。类似的,投入产出体系也是一个典型的网络系统,每个经济部门以及部门间的资源传输关系便是构成宏观经济网络的“节点”和“弧”,将网络分析法应用于投入产出体系,便可输出投入产出表内的结构信息。

自Smith和White(1992)起,全球贸易网络便吸引了学界的较多关注。例如Schaffer-Smith等(2018)筛选出了1986~2013年间的全球大豆贸易网络结构中的重要成员国为巴西、中国和美国。肖伶俐和李敬(2019)研究了中国与中东欧国家的货物贸易格局结构特征。Xu和Liang(2019)基于2009年世界投入产出表计算了世界41个主要经济体共计1435个经济部门的中心度、可聚类性等结构属性,发现中国的金属制品、石油精炼等部门的中心度较高,在国际贸易系统中有着重要的资源传输能力;同时,美国的公共管理和国防部门对于上游行业的影响力较大,巨额的国防开支显著拉动了全球上游行业的发展。类似的研究还包括Cerina等(2015),他们的主要贡献在于以时间序列的方式将多张世界投入产出表排列,动态化地观察国际经济结构变动趋势。

除此之外,还有多篇文献聚焦于国内各经济部门组成的经济网络,其中较为经典的当属Acemoglu等(2012)从网络结构角度研究了宏观经济波动,他们认为行业的不对称是经济危机的根源,因为看似来自边缘行业的微弱冲击完全有可能由于结构不对称而引起整个经济系统的大幅波动。该重要论断也被多项后续投入产出网络研究予以证实(Tsekeris, 2017; Zhang, 2018; Turco, 2019; Contreras, 2020)。同时,由于Sonis和Hewings(1998)开创性地从数学推理的角度提供了将网络分析法应用于区域间投入产出表,以研究经济冲击通过网络系统进行区域间传播的新思路,部分学者也开始尝试从区域维度进行网络分析,例如李敬等(2014)运用网络分析法测度了中国区域经济增长的空间关联关系,并解构了关系背后的影响因素。

综上,网络分析法已成为经济研究尤其是投入产出领域的一种新分析范式,尽管国内学者对此领域的关注度相对较低,在国际上已有丰富的研究成果。但不可否认的是,已有相关研究存在一定局限。首先,从图论角度来说,投入产出架构是一个典型的有值有向图,即行业间的产品传输既有方向、又有数量。但出于简化的目的,大多数研究将行业间关系表达为无向图或简单有向图,仅强调行业间是否有关联,而忽略了重要的数量信息。其次,多数研究关注行业间的邻接关系,即“直接距离”,也有部分文献借鉴了图论中“测地线距离”概念,强调行业间的“最短距离”。但事实上,“直接距离”和“最短距离”均不一定能真实反映行业间的关系——看似没有直接联系的两个行业却有可能通过某个“中间行业”的串联而形成联动,在利用投入产出架构分析经济结构特征时,行业间的“最长路径”更具经济学价值。再次,由于网络系统中存在多种特征属性,例如中心

度、可聚类性、对称性等,仅针对某一属性进行分析易于得出相对片面的结论。遗憾的是,国内外目前尚无相对综合的投入产出网络分析。最后,区域间投入产出表除了提供了行业间关系信息,还提供了宝贵的区域间关系信息,将网络分析法应用于区域间投入产出表可获得丰富的多维信息,但相关研究成果甚少。

针对上述不足,本研究将网络分析法应用于中国省市区区域间投入产出表构建的有值有向图,并综合分析了中国省市区间及行业间的结构特征属性;通过对湖北省整体以及湖北省内经济部门的综合分析,从区域间、经济部门间“层层感染”的视角勾勒出此次新冠肺炎疫情的经济冲击传播路径。本文第二部分构建了区域间投入产出架构的网络分析框架。第三、第四部分基于投入产出数据分别从区域和行业维度进行新冠肺炎疫情冲击路径实证分析。第五部分总结疫情冲击路径特征并提出政策建议。

二、区域间投入产出架构的网络分析框架

区域间投入产出表的第I象限(即“中间投入—中间使用”矩阵)反映了区域部门间产品的消耗和分配关系,这种产品流动关系的集合便构成了“宏观经济网络”。其中每个经济部门是该网络系统中的节点(Node),部门间的有向、有值关系便是构成网络的弧(Arc)。由于兼具区域和行业维度的双重属性,本章从两个维度构建网络分析框架。

(一)区域维度的结构特征刻画

1. 区域内经济互动密切度

在网络分析法中,密度指图中实际存在的边(Edge)与可能存在的边的比例,即现有的边数 L 占最大可能边数的比率,即:

$$\Delta = \frac{L}{g(g-1)/2} \quad (1)$$

其中, Δ 指图的密度, L 指图中实际存在的边数, g 指图中的行动者个数。

密度衡量了行动者之间的互动密切程度,取值范围为 $<0, 1>$,取值越大,则图内行动者间的整体关系越密切。同时,如果图 G_s 的点集是图 G 点集的子集,且图 G_s 的边集是图 G 边集的子集,则图 G_s 是图 G 的子图。“宏观经济网络”是一个完整的图,每个区域内的部门集合便是该图内的子图。通过将子图密度应用于各区域,便可了解不同区域内各部门互动程度的差异。但传统的密度概念并未考虑行动者间关系的方向及强度,根据沃瑟曼和福斯特(2018)的建议,我们将有值有向子图密度定义为:

$$\Delta'_s = \frac{\sum v_s}{g_s(g_s - 1)} \quad (2)$$

其中, Δ'_s 指有值有向子图的密度, $\sum v_s$ 指子图中实际存在的弧的强度之和, g_s 指子图中的行动者个数。

本文将通过式(2)计算我国区域内经济互动密切度,以明晰各省内经济部门的协同程度。

2. 区域间经济互动密切度

除了区域内经济互动密切度,区域间经济互动密切度也具备重要分析价值。尤其是可通过该指标筛选出和湖北省经济依存度较高的省区市以明确冲击传播路径。但在相关文献中,关于子图间密度的论述较少,并未同时考虑行业间关系的方向和强度(Tsekeris, 2017)。因此,我们将有值有向图的区域间经济互动密切度定义为:

$$\Delta'_{ij} = \frac{\sum v_{ij}}{g_i g_j} \quad (3)$$

其中, Δ'_{ij} 指有值有向子图 G_i 和有值有向子图 G_j 之间的密度, $\sum v_{ij}$ 指从子图 G_i 中节点出发、以子图 G_j 中节点为终点的实际存在的弧的强度之和, g_i 、 g_j 分别指子图 G_i 和 G_j 的行动者个数。

3. 内外活跃指数

同时,我们定义了内外活跃指数,以全面反映各区域经济活动的“内向型”或“外向型”特征:

$$EI Index_s = \frac{\sum v_s^{external} - \sum v_s^{internal}}{\sum v_s^{internal}} \quad (4)$$

其中, $EI Index_s$ 为区域 s 的内外活跃指数, $\sum v_s^{external}$ 指从子图 G_s 中节点出发、以子图外节点为终点的实际存在的弧的强度之和, $\sum v_s^{internal}$ 指子图 G_s 内实际存在的弧的强度之和。

某区域的内外活跃指数越大, 说明该区域的经济越依赖于和其他区域间经济部门的互动, 即该区域经济的“外向型”程度越高; 反之, 则说明该区域经济发展的主要驱动力为区域内经济部门联动。

(二) 行业维度的结构特征刻画

1. 上下游紧密度

在生产过程中, 行业间形成了相对稳定的上下游关系, 若区域内某行业受到外部冲击, 其影响力会通过该行业的上下游联动路径进一步扩散 (Sonis and Hewings, 1998; Acemoglu et al., 2012)。同时, 由于行业属性的差异, 不同行业即使受到同等量级的冲击, 其对于上下游行业的影响力也有所不同。在网络分析法中, 节点的“入度”和“出度”分别计算了邻接至和邻接自某节点的其他节点数, 可在一定程度上衡量该节点和其他节点的“上下游关系”。然而, “邻接”的行业间直接关系未必反映真实关系, 同时“入度”和“出度”未将关系强度考虑在内, 我们需要重新描述相对真实的行业关系, 并在此基础上定义行业的上游和下游紧密度。

首先, 投入产出架构中的行业间消耗与分配关系符合网络分析法中的传递性特征, 即如果行业 i 是行业 j 的供应方, 行业 j 是行业 k 的供应方, 则行业 i 也是行业 k 的供应方。但在邻接关系中, 行业 i 却不一定和行业 k 相关; 并且, 即使行业 i 和行业 k 存在直接关系, 从行业间真实拉动的角度来说, 这条直接路径也未必是两个行业间拉动力度最强的关系路径 (Xu and Liang, 2019)。也就是说, 我们在评价行业间关系时不能仅关注直接连接, 还要将通过“中间行业”形成的非直接连接考虑在内。同时, 传统的投入产出架构包括了行业自循环现象 (self-loop), 但考虑到本文研究目标是某行业和其他行业的冲击传播路径, 我们认为行业间关系不存在反身性。因此, 令 A 为直接消耗系数矩阵, 我们需在不考虑行业自循环的基础上搜寻行业 i 和行业 j 之间包括直接消耗和间接消耗等多条路径在内的“最强关系路径”, 用以重塑行业间关系。式 (5) 即表达了上述最强关系:

$$\text{Max} \prod_{i \neq k_1 \neq k_2 \neq \dots \neq j} a_{ik_1} a_{k_1 k_2} \dots a_{k_{n-1} j} \quad (5)$$

通过数学转换, 上式相当于:

$$\text{Min}(\log(\frac{1}{a_{ik_1}}) + \log(\frac{1}{a_{k_1 k_2}}) + \dots + \log(\frac{1}{a_{k_{n-1} j}})) \quad (6)$$

然后, 我们可利用 Dijkstra 算法对式 (6) 进行求解, 计算出不同行业间的最强关系路径, 并通过汇总得到最强路径矩阵 Q 。同时利用最强路径矩阵 Q 中的元素 q_{ij} 与 j 行业总产出 x_j 的乘积计算出 j 行业通过最强路径对 i 行业的实际拉动量 w_{ij} , 并通过汇总得到最强拉动矩阵 W 。

接下来, 我们基于最强拉动矩阵 W 将下游紧密度和上游紧密度定义为:

$$Closeness_i^{downstream} = \frac{\sum_{j=1} w_{ij} / I_i}{I_i / (g - 1)} \quad (7)$$

$$Closeness_j^{upstream} = \frac{\sum_{i=1} w_{ij} / J_j}{J_j / (g - 1)} \quad (8)$$

其中, I_i 为行业 i 作为起点通过最强路径实际邻接的行业数量, J_j 为行业 j 作为终点通过最强路径实际邻接的行业数量, w_{ij} 为行业 j 通过最强路径对行业 i 的实际拉动量, g 为行业总数。

式 (7) (或式 (8)) 取值越大, 说明该行业与其下游 (或上游) 行业的紧密度越高, 越有能力对下游 (或上游) 行业产生快速且显著的内在影响。

2. 中心度

根据网络分析相关理论,两个不相邻的行动者之间的相互作用依赖于“其他行动者”,这些“其他行动者”潜在地在某种程度上控制着这两个不相邻行动者的相互作用。如果一个行动者能在系统中控制较多资源,同时能活跃地充当“经纪人”,那么该行动者便在网络中处于中心地位(沃瑟曼、福斯特,2018)。

由于最短路径和直接路径无法准确反映投入产出框架内的行业间关系,我们借鉴 Xu 和 Liang(2019)的处理方法,基于最强路径矩阵 Q 重新定义行业中心度:

$$Betweenness_i = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1, t \neq i}^n x_{st} \quad (9)$$

与行业中心度相似,我们也可基于最强路径矩阵 Q 通过计算行业间路径关系的中心度探测出宏观经济网络中资源传输能力较强的关键路径:

$$Betweenness_{ij} = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n x_{st} \quad (10)$$

3. 行业对称性

对称性是有向关系对的另一特征。如果对于行业 i 和行业 j 来说,当且仅当存在 R_{ij} (行业 i 直接提供产品给行业 j) 时也存在 R_{ji} (行业 j 直接为行业 i 提供产品),则 i 和 j 之间存在一定对称性。在宏观经济网络系统中,对称性对于系统整体的稳定性有着重要意义,多项研究均发现行业结构的不对称是经济波动的根源(Acemoglu et al., 2012; Contreras, 2020)。

学界对于行业对称性的测算方法研究较少,且大多数并未考虑关系强度(Zhang, 2018)。在此,我们基于行业对称性的概念提出对称系数 S_i 的衡量方法:

$$S_i = \frac{\sum \text{Min}(v_{ij}, v_{ji}) / \text{Max}(v_{ij}, v_{ji})}{k_i} \quad (11)$$

其中, k_i 为和行业 i 有邻接关系的行业数量,若行业 i 和行业 j 存在双向关系——即双方互为供给方和需求方,则 $\text{Min}(v_{ij}, v_{ji})$ 表示该双向关系中较弱的产品流强度, $\text{Max}(v_{ij}, v_{ji})$ 表示较强的产品流强度。

在对称系数 S_i 的计算中,分母衡量行业 i 和邻接行业之间的最大潜在双向关系对,分子衡量具备双向关系的行业 i 和其他邻接行业之间的实际对称程度。对称系数 S_i 的取值范围为 $<0, 1>$, 取值越大说明该行业的对称性越强。

4. 行业集聚倾向

在网络系统中,行动者之间存在复杂的直接或间接关系,行动较为一致的行动者之间存在较强的集聚性,有相互聚集融合的倾向(Leonidov and Serebryannikova, 2019)。在经济结构分析中,对行业的集聚倾向进行测算有助于了解该行业对系统内其他行业的同向引领作用。

Fagiolo(2007)借助于物理结构分析法将网络系统拆分为若干个三元图结构(见图1),针对有值有向图内节点提出了较为科学的集聚倾向算法。本文借鉴 Fagiolo 集聚系数对行业集聚倾向予以量化,首先需对投入产出表的“中间投入—中间使用矩阵 Z ”归一化处理为矩阵 Z' :

$$z'_{ij} = \frac{z_{ij}}{\text{Max}_{i,j=1, \dots, n}(z_{ij})} \quad (12)$$

接下来,分别计算行业 i 的4种结构实际强度:

$$c_i^A = \sum_{j=i}^n \sum_{k \neq i, j} z'_{ik} z'_{kj} z'_{ji} \quad (13)$$

$$c_i^B = \sum_{j=i}^n \sum_{k \neq i, j} z'_{ik} z'_{jk} z'_{ji} \quad (14)$$

$$c_i^C = \sum_{j=i}^n \sum_{k \neq i, j} z'_{ji} z'_{jk} z'_{ki} \quad (15)$$

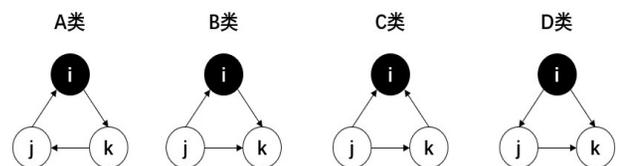


图1 有值有向三元图的4种结构

$$c_i^D = \sum_{j=i} \sum_{k=i,j} z_{ij}^{\frac{1}{2}} z_{jk}^{\frac{1}{2}} z_{ik}^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

其中, c_i^A 、 c_i^B 、 c_i^C 、 c_i^D 分别表示行业 i 的 A 类、B 类、C 类、D 类结构实际强度, z'_{ij} 为矩阵 Z' 中的对应元素。

下一步, 计算行业 i 的 4 种结构潜在最强强度:

$$C_i^A = d_i^{in} d_i^{out} - d_i^{*} \quad (17)$$

$$C_i^B = d_i^{in} d_i^{out} - d_i^{*} \quad (18)$$

$$C_i^C = d_i^{in} (d_i^{in} - 1) \quad (19)$$

$$C_i^D = d_i^{out} (d_i^{out} - 1) \quad (20)$$

其中, C_i^A 、 C_i^B 、 C_i^C 、 C_i^D 分别表示行业 i 的 A 类、B 类、C 类、D 类结构潜在最强强度, d_i^{in} 为行业 i 的入度, d_i^{out} 为行业 i 的出度, d_i^{*} 为和行业 i 存在双向关系的邻接行业数量。

最后, 式(21)综合衡量了行业 i 对其他行业的潜在带动程度, 即集聚倾向:

$$C_i^* = \frac{c_i^A + c_i^B + c_i^C + c_i^D}{C_i^A + C_i^B + C_i^C + C_i^D} \quad (21)$$

三、新冠肺炎疫情冲击路径的区域维度分析

我们主要分析全国各省区市的经济发展特征, 筛选出和湖北省经济依存度较高的省区市, 从区域维度明确新冠肺炎疫情冲击传播路径并展现都市圈、城市群的高度协同作用。

(一) 数据来源

本研究需要使用能反映中国省际间各部门经济联动的投入产出表, 较为权威的为刘卫东等(2018)编制的“中国 2012 年 31 省区市区域间投入产出表”, 以及 Mi 等(2018)编制的“China Multi-Regional Input-Output MRIO Table in 2012”。两者均反映了中国 2012 年省际经济部门的相关平衡关系, 但前者包含全国 31 省区市的 42 部门, 后者包含 30 省区市的 30 部门(将房地产、金融等 10 余个服务类部门统一合并为“other services”单部门)。考虑到此次新冠肺炎疫情对于服务业的直接冲击较为明显, 有必要尽量细化服务业分类, 因此本文选取刘卫东等(2018)编制的中国 2012 年 31 省区市区域间投入产出表作为相关数据来源。

(二) 省内经济互动密切度

通过式(2)可计算出我国 31 省区市内经济互动密切度, 以明晰各省内经济部门间的协同程度(见表 1)。江苏、山东、广东、浙江、河南等传统经济强省的省内经济互动密切度较高, 居于全国 31 省区市的前 5 名。湖北省的省内经济互动密切度排名为第 9 位, 总体来说省内部经济生产互动程度较高, 也反映出武汉都市圈、长江中游城市群内的高度协同作用。若湖北省内经济部门受到疫情冲击, 会显著削弱全省、乃至以武汉为中心的长江中游城市群内的综合生产能力。

(三) 省间经济互动密切度

类似于省内经济互动密切度, 我们利用式(3)测算出省间经济部门之间的互动密切程度。表 2 展示了从湖北省内部门出发、以其他省内部部门为终点的“省间密

表 1 省内经济互动密切度

| 省份 | 密切度 | 国内排名 | 省份 | 密切度 | 国内排名 | 省份 | 密切度 | 国内排名 |
|----|--------|------|-----|--------|------|----|-------|------|
| 江苏 | 392591 | 1 | 福建 | 119682 | 12 | 重庆 | 45656 | 23 |
| 山东 | 386918 | 2 | 安徽 | 112106 | 13 | 云南 | 43956 | 24 |
| 广东 | 316491 | 3 | 北京 | 103349 | 14 | 甘肃 | 35263 | 25 |
| 浙江 | 234574 | 4 | 江西 | 84183 | 15 | 新疆 | 34092 | 26 |
| 河南 | 217577 | 5 | 内蒙古 | 79673 | 16 | 贵州 | 30462 | 27 |
| 辽宁 | 199478 | 6 | 天津 | 77528 | 17 | 宁夏 | 12846 | 28 |
| 河北 | 182707 | 7 | 陕西 | 75728 | 18 | 海南 | 11924 | 29 |
| 四川 | 159430 | 8 | 吉林 | 71175 | 19 | 青海 | 11131 | 30 |
| 湖北 | 129159 | 9 | 山西 | 66691 | 20 | 西藏 | 1690 | 31 |
| 上海 | 125103 | 10 | 广西 | 62180 | 21 | | | |
| 湖南 | 124275 | 11 | 黑龙江 | 58206 | 22 | | | |

意味着湖北省疫情对经济的冲击,将会以更大幅度波及至上述省区。从空间角度看,中国当前城市化进程的突出特点是人口特别是年轻人口向一线城市、几大经济圈和内地若干中心城市集聚,形成了若干个成规模的都市圈、城市群。上述省间关系也反映出长江中游城市群和长三角、珠三角、呼包鄂榆城市群之间密切的经济依赖关系,区域间协同效应显著。

(四)内外活跃指数

同时,我们还可结合省内及省间经济互动密切度,利用式(4)计算全国各个省区市的经济活动内外活跃指数,以综合评价各省经济生产的“内向型”或“外向型”特征(见表4)。

西藏、海南、宁夏、内蒙古、新疆等省区的经济活动内外活跃指数位居全国前列,说明经济活动较多依赖于和其他省区市经济部门的互动。而湖北省的经济活动内外活跃系数排名全国29名,仅高于四川和北京,说明湖北省的经济对外依存度相对偏低,经济发展更多依赖于省内经济部门协同,新冠肺炎疫情对湖北省内经济带来的影响程度将大于省外。

四、新冠肺炎疫情冲击路径的行业维度分析

本节我们从行业维度分析全国31省共1302个经济部门组成的“宏观经济网络”的系统结构,并以湖北省42部门作为重点多维度地模拟出新冠肺炎疫情通过高度密集的“部门间联动网络”向外蔓延的潜在路径。

(一)湖北省经济结构概况

湖北省经济发展势头良好,其现价GDP的国内占比逐年上升,2018年达到4.57%。三大产业中,湖北省的第一产业实力强劲,全国比重稳定在5.7%左右;第二产业发展迅猛,已由2004年的3.1%升至2018年的4.8%;第三产业相对平稳,但住宿和餐饮业的比重上升较快(见图2)。

(二)上下游紧密度

上文已论证,行业间的直接路径和最短路径皆不能客观反映行业间的真实关系,相比之下,“最强路径”在关系描述中更具优势。因此,我们首先将中国2012年31省区市区域间投入产出表的第I象限经过式(5)至式(6)的转换,并通过Dijkstra算法求得最强路径矩阵 Q 以及最强拉动矩阵 W 。

基于最强拉动矩阵 W ,我们利用式(7)和式(8)分别计算出湖北省42行业对于下游和上游行业的潜在影响力,结果如表5、表6所示。

湖北省的农林牧渔产品和服务、金属冶炼和压延加工品、化学产品、食品和烟草、非金属矿物制品、交通运输、仓储和邮政等部门的下游紧密度在全国1302个部门中排名靠前,与下游行业的紧密程度较高。以交通运输业为代表的湖北部门受到疫情冲击后对省内外下游行业的直接影响较大。

湖北省的建筑、食品和烟草、交通运输设备、

表2 湖北省对省外经济依存度

| 省份 | 依存度 | 国内排名 | 省份 | 依存度 | 国内排名 | 省份 | 依存度 | 国内排名 |
|----|------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| 江苏 | 3110 | 78 | 北京 | 714 | 467 | 内蒙古 | 310 | 696 |
| 广东 | 1698 | 209 | 陕西 | 628 | 506 | 新疆 | 277 | 727 |
| 浙江 | 1369 | 262 | 重庆 | 577 | 532 | 甘肃 | 231 | 755 |
| 山东 | 1352 | 263 | 河北 | 487 | 587 | 贵州 | 201 | 777 |
| 安徽 | 1169 | 304 | 吉林 | 388 | 652 | 海南 | 188 | 784 |
| 河南 | 1161 | 308 | 天津 | 380 | 658 | 宁夏 | 111 | 833 |
| 上海 | 1153 | 315 | 山西 | 363 | 666 | 西藏 | 44 | 882 |
| 辽宁 | 783 | 424 | 四川 | 362 | 667 | 青海 | 40 | 889 |
| 福建 | 751 | 444 | 广西 | 359 | 668 | | | |
| 江西 | 749 | 446 | 云南 | 353 | 671 | | | |
| 湖南 | 732 | 455 | 黑龙江 | 335 | 681 | | | |

表3 外省对湖北省经济依存度

| 省份 | 依存度 | 国内排名 | 省份 | 依存度 | 国内排名 | 省份 | 依存度 | 国内排名 |
|-----|------|------|-----|-----|------|----|-----|------|
| 山西 | 2469 | 125 | 浙江 | 906 | 385 | 重庆 | 384 | 654 |
| 内蒙古 | 1763 | 201 | 新疆 | 754 | 439 | 广西 | 382 | 657 |
| 陕西 | 1679 | 214 | 辽宁 | 753 | 443 | 云南 | 371 | 661 |
| 山东 | 1657 | 220 | 黑龙江 | 729 | 457 | 宁夏 | 292 | 713 |
| 广东 | 1580 | 225 | 天津 | 679 | 483 | 吉林 | 278 | 726 |
| 江苏 | 1381 | 259 | 湖南 | 563 | 538 | 海南 | 230 | 756 |
| 河北 | 1312 | 275 | 江西 | 506 | 579 | 青海 | 153 | 806 |
| 北京 | 1134 | 324 | 福建 | 488 | 585 | 西藏 | 17 | 910 |
| 河南 | 1120 | 328 | 四川 | 486 | 588 | | | |
| 安徽 | 933 | 370 | 甘肃 | 404 | 642 | | | |
| 上海 | 911 | 383 | 贵州 | 402 | 643 | | | |

表4 经济活动内外活跃指数

| 省份 | 内外指数 | 国内排名 | 省份 | 内外指数 | 国内排名 | 省份 | 内外指数 | 国内排名 |
|-----|------|------|----|------|------|----|-------|------|
| 西藏 | 0.42 | 1 | 甘肃 | 0.20 | 12 | 江苏 | 0.11 | 23 |
| 海南 | 0.34 | 2 | 云南 | 0.19 | 13 | 辽宁 | 0.10 | 24 |
| 山西 | 0.29 | 3 | 上海 | 0.19 | 14 | 广东 | 0.10 | 25 |
| 宁夏 | 0.29 | 4 | 重庆 | 0.19 | 15 | 山东 | 0.09 | 26 |
| 内蒙古 | 0.28 | 5 | 河北 | 0.17 | 16 | 福建 | 0.09 | 27 |
| 新疆 | 0.27 | 6 | 广西 | 0.16 | 17 | 浙江 | 0.09 | 28 |
| 黑龙江 | 0.26 | 7 | 安徽 | 0.16 | 18 | 湖北 | 0.08 | 29 |
| 陕西 | 0.25 | 8 | 吉林 | 0.14 | 19 | 四川 | 0.07 | 30 |
| 天津 | 0.22 | 9 | 河南 | 0.13 | 20 | 北京 | -0.36 | 31 |
| 贵州 | 0.21 | 10 | 江西 | 0.13 | 21 | | | |
| 青海 | 0.21 | 11 | 湖南 | 0.11 | 22 | | | |

基于投入产出架构的新冠肺炎疫情冲击路径分析与应对政策

疫情影响与防控

化学产品、农林牧渔产品和服务等部门的上游紧密度在全国1302个部门中排名靠前,与上游行业的紧密度较高。以建筑、食品烟草、交通运输设备为代表的湖北部门受到疫情冲击后对上游行业的直接影响较大。

(三)行业中心度

基于网络分析法中的“中心度”概念,我们可基于最强路径矩阵 Q 利用式(9)计算出各行业的中心度,以衡量该经济部门在经济系统网络中所承担的资源传输功能。该指标可在一定程度上识别出宏观经济系统中位

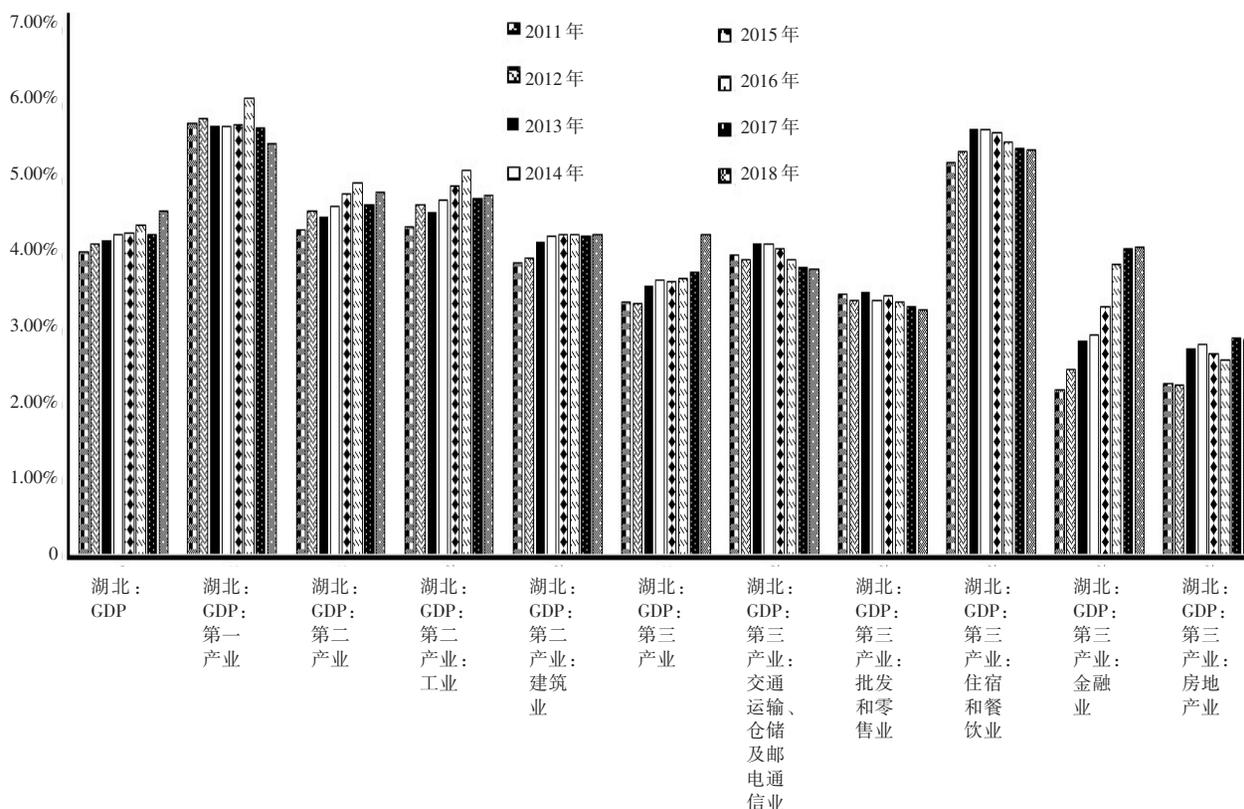


图2 湖北省重点产业及行业GDP的全国占比

资料来源:国家统计局、湖北省统计局、Wind。

表5 湖北省各行业下游紧密度

| 行业 | 紧密度 | 国内排名 | 行业 | 紧密度 | 国内排名 | 行业 | 紧密度 | 国内排名 | 行业 | 紧密度 | 国内排名 |
|-------------|-------|------|----------------|------|------|-----------------|------|------|----------------|-----|------|
| 农林牧渔产品和服务 | 22419 | 67 | 非金属矿和其他矿采选产品 | 6651 | 293 | 专用设备 | 2243 | 580 | 煤炭采选产品 | 919 | 762 |
| 金属冶炼和压延加工品 | 17824 | 97 | 纺织品 | 6444 | 301 | 通信设备、计算机和其他电子设备 | 2100 | 595 | 废品废料 | 743 | 815 |
| 化学产品 | 16758 | 106 | 石油、炼焦产品和核燃料加工品 | 5064 | 360 | 信息传输、软件和信息技术服务 | 1677 | 639 | 文化、体育和娱乐 | 662 | 835 |
| 食品和烟草 | 13003 | 143 | 电气机械和器材 | 4740 | 375 | 居民服务、修理和其他服务 | 1659 | 642 | 燃气生产和供应 | 364 | 948 |
| 非金属矿物制品 | 11974 | 161 | 住宿和餐饮 | 4513 | 393 | 其他制造产品 | 1540 | 654 | 金属制品、机械和设备修理服务 | 314 | 978 |
| 交通运输、仓储和邮政 | 11819 | 165 | 公共管理、社会保障和社会组织 | 4301 | 411 | 石油和天然气开采产品 | 1523 | 656 | 仪器仪表 | 267 | 1008 |
| 电力、热力的生产和供应 | 11284 | 173 | 造纸印刷和文教体育用品 | 4014 | 428 | 纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品 | 1500 | 659 | 水利、环境和公共设施管理 | 207 | 1043 |
| 金融 | 9591 | 213 | 建筑 | 3928 | 432 | 木材加工品和家具 | 1456 | 666 | 水的生产和供应 | 176 | 1061 |
| 租赁和商务服务 | 7997 | 255 | 金属制品 | 3392 | 467 | 房地产 | 1335 | 685 | 卫生和社会工作 | 49 | 1179 |
| 批发和零售 | 7797 | 257 | 通用设备 | 3129 | 494 | 交通运输设备 | 1169 | 713 | | | |
| 金属矿采选产品 | 7390 | 266 | 科学研究和技术服务 | 2850 | 522 | 教育 | 954 | 755 | | | |

于核心战略位置的行业。

湖北省的金属冶炼和压延加工品、非金属矿物制品、农林牧渔产品和服务、食品和烟草、交通运输、仓储和邮政、石油加工、化学产品等部门在宏观经济系统中的中心度排名位于前10%，在资源传输方面对系统的重要性较高(见表7)。上述行业多为第一、第二产业中的基础行业，并非疫情中受损最重的部分服务类行业，但正是这些相对低调的行业为宏观经济运转提供了必要原材料并处于资源传输的核心战略位置，是经济系统中的支柱，实际重要性远高于在GDP份额中的表现。若未能从疫情中及时恢复，会对湖北省和全国经济系统正常运行造成相当大的内在影响，而这一点在短期和表面上容易被忽略，有关政府机构和企业应有足够重视。这与Daly(1995)提出、Cahen-Fourot等(2020)论证的经济系统“倒金字塔”行业结构在本质上是一致的。

(四)路径中心度

除了行业中心度，我们还可将行业间关系作为分析对象，利用式(10)计算每条路径的中心度，以反映该路径在经济系统网络所承担的资源传输功能。该指标可在一定程度上辨识出位于宏观经济系统中核心位置的

表6 湖北省各行业中上游紧密度

| 行业 | 紧密度 | 国内排名 | 行业 | 紧密度 | 国内排名 | 行业 | 紧密度 | 国内排名 | 行业 | 紧密度 | 国内排名 |
|-------------|-------|------|----------------|------|------|-----------------|------|------|----------------|-----|------|
| 建筑 | 34702 | 19 | 金属制品 | 5042 | 357 | 科学研究和技术服务 | 2730 | 544 | 文化、体育和娱乐 | 814 | 875 |
| 食品和烟草 | 20516 | 74 | 纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品 | 5028 | 358 | 造纸印刷和文教体育用品 | 2401 | 585 | 煤炭采选产品 | 407 | 993 |
| 交通运输设备 | 14709 | 120 | 批发和零售 | 4896 | 366 | 通信设备、计算机和其他电子设备 | 2382 | 590 | 燃气生产和供应 | 403 | 997 |
| 化学产品 | 12612 | 147 | 租赁和商务服务 | 4737 | 372 | 非金属矿和其他矿采选产品 | 2236 | 615 | 仪器仪表 | 360 | 1013 |
| 农林牧渔产品和服务 | 11520 | 164 | 住宿和餐饮 | 4319 | 393 | 信息传输、软件和信息技术服务 | 2233 | 616 | 水利、环境和公共设施管理 | 343 | 1020 |
| 交通运输、仓储和邮政 | 11040 | 172 | 公共管理、社会保障和社会组织 | 4082 | 406 | 金属矿采选产品 | 2142 | 633 | 石油和天然气开采产品 | 281 | 1052 |
| 金属冶炼和压延加工品 | 9692 | 197 | 通用设备 | 3142 | 491 | 教育 | 2032 | 645 | 废品废料 | 198 | 1103 |
| 电力、热力的生产和供应 | 9412 | 201 | 金融 | 2975 | 514 | 木材加工品和家具 | 1725 | 688 | 水的生产和供应 | 158 | 1131 |
| 非金属矿物制品 | 9009 | 209 | 石油、炼焦产品和核燃料加工品 | 2942 | 520 | 房地产 | 894 | 851 | 金属制品、机械和设备修理服务 | 133 | 1148 |
| 纺织品 | 5216 | 347 | 卫生和社会工作 | 2804 | 538 | 其他制造产品 | 845 | 864 | | | |
| 电气机械和器材 | 5191 | 351 | 专用设备 | 2786 | 539 | 居民服务、修理和其他服务 | 826 | 873 | | | |

表7 湖北省各行业中中心度

| 行业 | 中心度 | 国内排名 | 行业 | 中心度 | 国内排名 | 行业 | 中心度 | 国内排名 | 行业 | 中心度 | 国内排名 |
|----------------|---------|------|----------------|---------|------|-----------------|--------|------|----------------|-------|------|
| 金属冶炼和压延加工品 | 7235612 | 42 | 非金属矿和其他矿采选产品 | 226605 | 192 | 木材加工品和家具 | 437254 | 455 | 金属制品、机械和设备修理服务 | 26005 | 838 |
| 非金属矿物制品 | 539534 | 59 | 金属制品 | 1629520 | 239 | 信息传输、软件和信息技术服务 | 33891 | 490 | 通用设备 | 9238 | 917 |
| 农林牧渔产品和服务 | 484193 | 73 | 租赁和商务服务 | 162682 | 241 | 交通运输设备 | 228052 | 547 | 仪器仪表 | 6299 | 939 |
| 食品和烟草 | 4286036 | 91 | 电气机械和器材 | 145647 | 253 | 石油和天然气开采产品 | 221166 | 552 | 卫生和社会工作 | 4896 | 954 |
| 交通运输、仓储和邮政 | 4199754 | 95 | 金属矿采选产品 | 130531 | 263 | 其他制造产品 | 17143 | 602 | 文化、体育和娱乐 | 4827 | 956 |
| 石油、炼焦产品和核燃料加工品 | 3634314 | 114 | 公共管理、社会保障和社会组织 | 950582 | 320 | 煤炭采选产品 | 96818 | 672 | 水利、环境和公共设施管理 | 1005 | 1049 |
| 化学产品 | 318325 | 133 | 纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品 | 859373 | 342 | 居民服务、修理和其他服务 | 81794 | 693 | 水的生产和供应 | 904 | 1055 |
| 电力、热力的生产和供应 | 2909126 | 147 | 金融 | 852743 | 345 | 燃气生产和供应 | 62278 | 726 | 房地产 | 397 | 1093 |
| 住宿和餐饮 | 2842628 | 152 | 批发和零售 | 550209 | 415 | 废品废料 | 53631 | 753 | 教育 | 14 | 1170 |
| 纺织品 | 2619073 | 168 | 专用设备 | 540474 | 422 | 通信设备、计算机和其他电子设备 | 39027 | 785 | | | |
| 建筑 | 2438853 | 182 | 造纸印刷和文教体育用品 | 457619 | 447 | 科学研究和技术服务 | 37620 | 791 | | | |

基于投入产出架构的新冠肺炎疫情冲击路径分析与应对政策

疫情影响与防控

行业间路径。

在621643组行业间路径中,与湖北省行业相关且中心度排名靠前的路径均为湖北省内部门之间的路径,这也印证了上文关于湖北省的经济活动主要依赖于省内部门互动的判断(见表8)。同时,在具体部门间互动关系中,“湖北省农林牧渔产品和服务—湖北省食品和烟草”、“湖北省非金属矿物制品—湖北省建筑”的路径中心度非常高,在宏观经济系统62万余条路径中的排名达到前30位,表现突出的仍然是第一、第二产业的基础行业间路径,进一步凸显了基础行业在复工复产进程中的重要性。

(五)行业对称性和集聚倾向

行业对称性从行业间双向关系出发,反映了在整体经济结构中,相邻行业间的供需稳定性;集聚倾向则反映了行业对系统内相近行业的同向带动能力。若将二者对比分析,可更加系统地评判行业结构稳定性。在对称性和集聚倾向形成的4个象限中,应重点关注对称性强且集聚倾向较低的行业和对称性差但集聚倾向较高的行业,前者与其他行业的双向关系较为平衡,不易于和其他部门产生“同向行动”,综合来看,这些行业受到疫情冲击后对于整个经济系统造成的影响相对可控;相反,后者由于拥有较强的“煽动性”,易于将行业冲击扩散至周边行业,再加上自身不对称地充当经济系统的单一生产者或消费者,受损后会严重影响整体结构,冲击系数较高。

为了了解在疫情冲击下湖北省行业间的稳定性差异,以便明确政策关注重点,本节对全国共计1302个经济部门分别计算对称系数(式(11))及集聚系数(式(21)),并进行对比分析(见表9)。结果显示,湖北省居民服务、水利环境公共设施管理、水的生产和供应等部门的对称性在国内总计1302个部门中排名较前,行业间平衡度较好,同时其集聚系数在省内42个部门中排名靠后,不易于和其他部门产生“同向行动”。综合来看,这些行业受到疫情冲击后对于整个经济系统造成的影响相对可控。相反,建筑、金属冶炼、金属制品、交通运输等行业的对称性较差,同时还有着较高的集聚倾向,易于将所受冲击传递给其他部门,还可能对整个经济系统供需结构造成较大影响,这是经济恢复中需要重点关注的领域。

五、疫情冲击路径特征与应对政策建议

我国经济正在由高速转向中速,经济结构和增长动能发生重要变化,同时这次疫情冲击与以往经济下滑特点不同,短期应对政策应关注3个问题。第一,经济恢复既取决于疫情持续时间,也与生产能力受损程度相关。如果疫情持续时间不长,生产能力受损有限,疫情过后可出现V型反弹;如果疫情持续时间较长,或生产

表8 湖北省相关行业路径中心度(部分)

| 行业间路径 | 中心度 | 国内排名 | 行业间路径 | 中心度 | 国内排名 |
|-------------------------------------|----------|------|----------------------------------|---------|------|
| “湖北—农林牧渔产品和服务”,“湖北—食品和烟草” | 20187078 | 11 | “湖北—非金属矿和其他矿采选产品”,“湖北—非金属矿物制品” | 2986696 | 427 |
| “湖北—非金属矿物制品”,“湖北—建筑” | 14606585 | 28 | “湖北—金属冶炼和压延加工品”,“湖北—金属制品” | 2879432 | 450 |
| “湖北—食品和烟草”,“湖北—农林牧渔产品和服务” | 7607902 | 117 | “湖北—化学产品”,“湖北—交通运输设备” | 2829915 | 460 |
| “湖北—金属矿采选产品”,“湖北—金属冶炼和压延加工品” | 7338772 | 124 | “湖北—租赁和商务服务”,“湖北—建筑” | 2720913 | 489 |
| “湖北—金属冶炼和压延加工品”,“湖北—建筑” | 6827099 | 143 | “湖北—科学研究和技术服务”,“湖北—建筑” | 2670770 | 504 |
| “湖北—金属冶炼和压延加工品”,“湖北—交通运输设备” | 6726966 | 146 | “湖北—电力、热力的生产和供应”,“湖北—化学产品” | 2449997 | 557 |
| “湖北—食品和烟草”,“湖北—住宿和餐饮” | 5306414 | 202 | “湖北—化学产品”,“湖北—卫生和社会工作” | 2338170 | 588 |
| “湖北—石油、炼焦产品和核燃料加工品”,“湖北—交通运输、仓储和邮政” | 4825404 | 234 | “湖北—电力、热力的生产和供应”,“湖北—金属冶炼和压延加工品” | 2294637 | 599 |
| “湖北—金融”,“湖北—建筑” | 4147288 | 285 | “湖北—金属冶炼和压延加工品”,“湖北—电气机械和器材” | 2192378 | 634 |
| “湖北—农林牧渔产品和服务”,“湖北—纺织品” | 4079061 | 291 | “湖北—化学产品”,“湖北—纺织品” | 2159818 | 651 |
| “湖北—纺织品”,“湖北—纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品” | 3702966 | 325 | “湖北—批发和零售”,“湖北—建筑” | 1856000 | 768 |
| “湖北—公共管理、社会保障和社会组织”,“湖北—农林牧渔产品和服务” | 3420613 | 354 | “湖北—电力、热力的生产和供应”,“湖北—建筑” | 1825145 | 789 |
| “湖北—食品和烟草”,“湖北—化学产品” | 3245204 | 386 | “湖北—化学产品”,“湖北—建筑” | 1810614 | 795 |
| “湖北—化学产品”,“湖北—农林牧渔产品和服务” | 3171633 | 402 | “湖北—金属冶炼和压延加工品”,“湖北—通用设备” | 1715816 | 848 |
| “湖北—租赁和商务服务”,“湖北—批发和零售” | 3024282 | 424 | “湖北—电力、热力的生产和供应”,“湖北—非金属矿物制品” | 1675640 | 883 |

能力受损严重,反弹就不那么容易。除了尽快控制住疫情之外,尽可能减轻生产能力受损,保护生产力,是短期政策的重点。第二,稳增长首先是稳消费,重点也是稳消费。以往遇到经济下滑,我们首先想到的是花钱搞投资,特别是搞基建投资,这与当时的增长阶段和经济结构有关。2008年应对国际金融危机冲击,实行4万亿刺激计划,当年支出法GDP增量中,投资所占比重为62.8%,消费比重为42.5%。到了2019年,支出法GDP增量中,投资比重已经降为17.2%,消费比重则上升到66.9%,居民消费比重为49.5%。这组数据表明,现阶段要稳增长,首先和重点是稳消费,尤其是居民消费。这个大头稳不住,经济整体就稳不住。相关的一个政策措施是给低收入人群直接补贴。这种补贴有助于稳消费、稳增长,缩小收入差距,保护和提升低收入人群的人力资本,部分补贴将转化为企业收入和政府财政收入。第三,不同地区经济结构不同,受冲击和恢复的程度、时间不同,应对政策不能一刀切,要有适度的差异化,但前提是对地区、行业间相互关联集群复杂性有必要了解,这正是本文试图研究的主要问题。

结合本文以上部分所讨论的疫情冲击路径特征,提出若干政策建议:(1)湖北省偏向于“内向型”经济特征,其经济发展更依赖于省内各部门间的互动,疫情对湖北省内带来的经济影响大于省外。经济恢复要立足于省内,国家财政政策、货币政策要对湖北省提供更多支持,重点救助受冲击严重的中小微企业,救助方式可包括减免企业税费、定向提供贷款、房租补贴、工资补贴、利息补贴等。对省内疫情严重地区的低收入人群发放不低于一个月收入水平的无限制消费券或直接货币补贴。(2)湖北省对江苏省、广东省、浙江省、山东省的经济依存度较高,山西省、内蒙古自治区、陕西省对湖北省的经济依存度较高。上述省区面临直接且较大的经济冲击风险,有关政府机构在本地经济恢复过程中,对受冲击严重的地区、行业和企业应给予特别关注,在救助资源安排上给予必要倾向。(3)湖北省的农林牧渔产品和服务、金属冶炼和压延加工品、化学产品、食品和烟草、非金属矿物制品、交通运输、仓储和邮政等经济部门的下游紧密度较高;建筑、食品和烟草、交通运输设备、化学产品、农林牧渔产品和服务、交通运输等经济部门的上游紧密度较高。这些行业在疫情冲击下对于省内外上下游行业的直接影响较大,尤其是农林牧渔产品和服务、交通运输业同时存在较强的上下游影响力,并在全国同行业GDP中占比较大,应在复工复产过程中给予优先保障。(4)湖北省的金属冶炼和压延加工品、非金属矿物制品、农林牧渔产品和服务、食品和烟草、交通运输、仓储和邮政、石油加工、化学产品等部门在全国宏观经济系统中的中心度排名靠前。上述行业多为第一、第二产业中的基础行业,并非疫情中受损最重的服务类行业,但这些行业在经济系统内处于传输资源的核心战略位置,若未能及时恢复,会对湖北省和全国经济系

表9 湖北省相关行业对称系数和集聚系数排名

| 行业 | 对称系数 | 国内排名 | 集聚系数 | 省内排名 | 行业 | 对称系数 | 国内排名 | 集聚系数 | 省内排名 |
|-----------------|------|------|---------|------|----------------|------|------|---------|------|
| 居民服务、修理和其他服务 | 0.25 | 97 | 5.6E-07 | 34 | 交通运输设备 | 0.18 | 737 | 2.8E-06 | 11 |
| 化学产品 | 0.25 | 102 | 5.3E-06 | 2 | 教育 | 0.18 | 752 | 7.8E-07 | 30 |
| 食品和烟草 | 0.24 | 128 | 3.6E-06 | 5 | 电气机械和器材 | 0.18 | 753 | 1.5E-06 | 19 |
| 水利、环境和公共设施管理 | 0.23 | 225 | 4.7E-07 | 37 | 石油、炼焦产品和核燃料加工品 | 0.18 | 793 | 1.1E-06 | 23 |
| 水的生产和供应 | 0.22 | 263 | 2.0E-07 | 41 | 交通运输、仓储和邮政 | 0.18 | 807 | 7.9E-06 | 1 |
| 租赁和商务服务 | 0.22 | 339 | 2.9E-06 | 10 | 农林牧渔产品和服务 | 0.18 | 841 | 3.3E-06 | 7 |
| 通信设备、计算机和其他电子设备 | 0.22 | 366 | 1.3E-06 | 20 | 煤炭采选产品 | 0.18 | 854 | 5.2E-07 | 35 |
| 纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品 | 0.21 | 397 | 1.3E-06 | 22 | 金属制品、机械和设备修理服务 | 0.17 | 945 | 4.1E-07 | 39 |
| 通用设备 | 0.21 | 425 | 1.3E-06 | 21 | 房地产 | 0.17 | 946 | 7.9E-07 | 29 |
| 石油和天然气开采产品 | 0.21 | 480 | 5.0E-07 | 36 | 卫生和社会工作 | 0.16 | 971 | 7.6E-07 | 31 |
| 纺织品 | 0.21 | 481 | 2.1E-06 | 15 | 专用设备 | 0.16 | 972 | 1.0E-06 | 25 |
| 造纸印刷和文教体育用品 | 0.20 | 489 | 1.6E-06 | 18 | 金属制品 | 0.16 | 1030 | 3.1E-06 | 9 |
| 批发和零售 | 0.20 | 537 | 3.6E-06 | 4 | 其他制造产品 | 0.15 | 1080 | 4.2E-07 | 38 |
| 仪器仪表 | 0.19 | 623 | 4.0E-07 | 40 | 住宿和餐饮 | 0.15 | 1093 | 1.7E-06 | 17 |
| 文化、体育和娱乐 | 0.19 | 650 | 5.9E-07 | 33 | 非金属矿和其他矿采选产品 | 0.14 | 1110 | 2.4E-06 | 13 |
| 金融 | 0.19 | 687 | 1.9E-06 | 16 | 金属冶炼和压延加工品 | 0.14 | 1135 | 4.1E-06 | 3 |
| 金属矿采选产品 | 0.19 | 706 | 2.4E-06 | 12 | 废品废料 | 0.12 | 1172 | 6.1E-07 | 32 |
| 燃气生产和供应 | 0.19 | 710 | 1.4E-07 | 42 | 非金属矿物制品 | 0.11 | 1196 | 2.1E-06 | 14 |
| 木材加工品和家具 | 0.19 | 720 | 8.8E-07 | 26 | 科学研究和技术服务 | 0.11 | 1197 | 8.6E-07 | 27 |
| 电力、热力的生产和供应 | 0.19 | 723 | 3.4E-06 | 6 | 公共管理、社会保障和社会组织 | 0.06 | 1253 | 1.1E-06 | 24 |
| 信息传输、软件和信息技术服务 | 0.19 | 727 | 7.9E-07 | 28 | 建筑 | 0.05 | 1259 | 3.2E-06 | 8 |

疫情影响与防控

统正常运行带来相当大影响,而这一点在短期和表面上容易被忽略,有关政府机构和企业应有足够重视。(5) 由于具有高对称性和低集聚倾向,湖北省居民服务、水利环境公共设施管理、水的生产和供应等部门对经济系统的冲击相对可控。相反,建筑、金属冶炼、金属制品、交通运输等行业的对称性较差、集聚倾向较高,易于将所受冲击传递给相关行业和企业,还可能引起整个经济系统供需结构的不稳定,这也是恢复和稳定经济中需要关注的。当然,如果这些行业恢复得快,对整个经济回升有较强的带动作用。

即使经济恢复较好,仍会留下一个增长硬缺口。与短期政策相配套的中长期政策,要聚焦于激发新增长动能。今后5~10年,都市圈和城市群加快发展是中国经济增长最大的结构性潜能。所谓都市圈,在空间形态上,就是在一小时通勤圈,或已有核心城市周边50~70公里左右范围内(不同地理环境有较大弹性),发展起一批小镇或若干小城,相互连接后形成新的城市网络体系。从增长动能角度看,小镇小城要新建改建大量居民住宅、公共基础设施,小镇小城之间要用轨道交通等连接,产业聚集的小镇小城也要有新的产业投资,这些不仅可以带动消费,也可带动大量投资。初步估算,今后10年,都市圈建设每年能够为全国经济增长提供至少0.5~1个百分点的增长动能,不仅为应对疫情冲击,更是为今后相当长一个时期中速高质量发展提供有力支撑。

都市圈建设潜力巨大,但面临着诸多思想观念、体制机制政策方面的阻力与约束。近期中共中央、国务院发布了“关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见”,核心是促进土地、劳动力、资本、技术、数据等生产要素的自由流动和市场化配置。这个文件对解决都市圈建设面临的诸多体制机制政策问题,可以说恰逢其时,切中要害。这也再次说明,实质性深化改革是最好的刺激政策。

以武汉为中心的都市圈和长江中游城市群,区位优势、产业优势、科技优势、人才优势突出,发展潜能和空间很大。建议以落实中央文件为契机,争取使武汉成为都市圈改革发展综合试验区,推出以要素市场化改革推动都市圈建设的一揽子改革发展计划,要点包括加快制定都市圈建设规划,并尽早公布,起到提振信心、稳定预期的作用;开工建设一批前期准备充分的都市圈轨道交通、通信工程等基础设施建设项目;制定规划,并着手分期建设主要面向外来人口特别是农村进城人口的安居房工程;推动农地入市、宅基地流转,选择若干小镇,开展核心城市老龄人口下乡养老社区建设试点;调整户籍政策和其他人口流动管理政策,为外来人口在都市圈小镇小城安居乐业、就业创业营造有利环境等。通过加快这些方面的改革和发展,不仅可为湖北经济恢复和持续增长提供动能,也可先行一步,积极探索,取得可复制、可推广的经验,对全国都市圈、城市群高质量发展起到重要促进作用。

(作者单位:刘世锦,中国发展研究基金会、哈尔滨工业大学(深圳)经济管理学院;韩阳,哈尔滨工业大学(深圳)经济管理学院;王大伟,北京腾景大数据应用科技研究院。责任编辑:李逸飞)

参考文献

- (1) 杰克逊:《人类网络》,北京中信出版社,2019年。
- (2) 李敬、陈澍、万广华、付陈梅:《中国区域经济增长的空间关联及其解释——基于网络分析方法》,《经济研究》,2014年第11期。
- (3) 刘卫东、唐志鹏、韩梦瑶等:《2012年中国31省市区区域间投入产出表》,北京中国统计出版社,2018年。
- (4) 沈国兵:《“新冠肺炎”疫情对我国外贸和就业的冲击及纾困举措》,《上海对外经贸大学学报》,2020年第2期。
- (5) 沃瑟曼、福斯特:《社会网络分析:方法与应用》,北京中国人民大学出版社,2018年。
- (6) 夏杰长、丰晓旭:《新冠肺炎疫情对旅游业的冲击与对策》,《中国流通经济》,2020年第3期。
- (7) 夏明、张红霞:《投入产出分析——理论、方法与数据》,北京中国人民大学出版社,2013年。
- (8) 肖伶俐、李敬:《网络分析视角下中国与中东欧国家的贸易竞争与贸易互补关系研究》,《西南大学学报(社会科学版)》,2019年第6期。
- (9) 张夏恒:《新冠肺炎疫情对我国中小微企业的影响及应对》,《中国流通经济》,2020年第3期。
- (10) 祝坤福、高翔、杨翠红、汪寿阳:《新冠肺炎疫情对全球生产体系的冲击和我国产业链加速外移的风险分析》,《中国科学院院刊》,2020年第3期。
- (11) Acemoglu, D., Carvalho, V. M., Ozdaglar, A. and Tahbaz-Salehi, A., 2012, “The Network Origins of Aggregate Fluctuations”, *Econometrica*, Vol.80, pp.1977~2016.
- (12) Cahen-Fourot, L., Campiglio, E., Dawkins, E., Godin, A. and Kemp-Benedict, E., 2020, “Looking for Inverted Pyramid: An Application Using Input-Output Networks”, *Ecological Economics*, Vol.169, pp.1~13.
- (13) Cerina, F., Zhu, Z., Chessa, A. and Riccaboni, M., 2015, “World Input-Output Network”, *PLoS ONE*, Vol.10, pp.1~21.(下转第51页)

- (18) Barro, R. J., 1991, "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.106, pp.407~443.
- (19) Bosker, E. M. and Garretsen, H., 2010, "Trade Costs, Market Access and Economic Geography: Why the Empirical Specification of Trade Costs Matters", in: Bergeijk, P. A. G. and Brakman, S., *The Gravity Model in International Trade: Advances and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge, pp.193~223.
- (20) Branstetter, L. G., 2001, "Are Knowledge Spillovers International or Intranational in Scope? Microeconomic Evidence from the U. S. and Japan", *Journal of International Economics*, Vol.53, pp.53~79.
- (21) Brueckner, J. K. and Kim, H. A., 2001, "Land Markets in the Harris-Todaro Model: a New Factor Equilibrating Rural-urban Migration", *Journal of Regional Science*, Vol.41, pp.507~520.
- (22) Buzard, K., Carlino, G. A., Hunt, R. M., Carr, J. K. and Smith, T. E., 2020, "Localized Knowledge Spillovers: Evidence from the Spatial Clustering of R&D Labs and Patent Citations", *Regional Science and Urban Economics*, Vol.81, pp.1~20.
- (23) Cai, F., 2018, "Essential Conditions for China's Growth in Its Course of Reform", *China Economist*, Vol.13(1), pp.2~21.
- (24) Donaldson, D. and Hornbeck, R., 2016, "Railroads and American Economic Growth: A 'Market Access' Approach", *Quarterly Journal of Economics*, Vol.131(2), pp.799~858.
- (25) Fleisher, B. M. and Chen, J., 1997, "The Coast-noncoast Income Gap, Productivity and Regional Economic Policy in China", *Journal of Comparative Economics*, Vol.25, pp.220~236.
- (26) Harris, J. R. and Todaro, M. P., 1970, "Migration, Unemployment and Development: A Two-sector Analysis", *American Economic Review*, Vol.60, pp.126~142.
- (27) Kuo, C. C. and Yang, C. H., 2008, "Knowledge Capital and Spillover on Regional Economic Growth: Evidence from China", *China Economic Review*, Vol.19, pp.594~604.
- (28) Lucas, R. E. Jr., 1998, "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, Vol.22, pp.3~42.
- (29) Martin, P., 1999, "Public Policies, Regional Inequalities and Growth", *Journal of Public Economics*, Vol.73, pp.85~105.
- (30) Meijers, E. J., Burger, M. J. and Hoogerbrugge, M. M., 2016, "Borrowing Size in Networks of Cities: City Size, Network Connectivity and Metropolitan Functions in Europe", *Papers in Regional Science*, Vol.95(1), pp.181~198.
- (31) Romer, P. M., 1986, "Increasing Return and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, Vol.94, pp.1002~1037.



(上接第12页)

- (14) Contreras, M. G. A., 2020, "Detecting Diffusion Properties of Sectors in the Mexican Economy, 2012", *Investigación Económica*, Vol.79, pp.110~136.
- (15) Daly, H. E., 1995, "Consumption and Welfare: Two Views of Value Added", *Review of Social Economy*, Vol.53, pp.451~473.
- (16) Fagiolo, G., 2007, "Clustering in Complex Directed Networks", *Physical Review E*, Vol.76, pp.1~8.
- (17) Leonidov, A. and Serebryannikova, E., 2019, "Dynamical Topology of Highly Aggregated Input-Output Networks", *Physica A*, Vol.518, pp.234~252.
- (18) Liu, L., Cao, Z., Liu, X., Shi, L., Cheng, S. and Liu, G., 2020, "Oil Security Revisited: An Assessment Based on Complex Network Analysis", *Energy*, Vol.194, pp.1~13.
- (19) Mi, Z., Meng, J., Zheng, H., Shan, Y., Wei, Y. M. and Guan, D., 2018, "A Multi-Regional Input-Output Table Mapping China's Economic Outputs and Interdependencies in 2012", *Scientific Data*, Vol.155, pp.1~12.
- (20) Schaffer-Smith, D., Tomscha, S. A., Jarvis, K. J., Maguire, D. Y., Treglia, M. I. and Liu, J., 2018, "Network Analysis as a Tool for Quantifying the Dynamics of Metacoupled Systems: An Example Using Global Soybean Trade", *Ecology and Society*, Vol.23, pp.31~56.
- (21) Smith, D. A. and White, D. R., 1992, "Structure and Dynamics of the Global Economy: Network Analysis of International Trade 1965-1980", *Social Forces*, Vol.70, pp.857~893.
- (22) Snyder, D. and Kick, E., 1979, "Structural Position in the World System and Economic Growth, 1955-1970: A Multiple-Network Analysis of Transnational Interactions", *The American Journal of Sociology*, Vol.84, pp.1096~1126.
- (23) Sonis, M. and Hewings, G. J. D., 1998, "Economic Complexity as Network Complication: Multiregional Input-Output Structural Path Analysis", *The Annals of Regional Science*, Vol.32, pp.407~436.
- (24) Tsekeris, T., 2017, "Network Analysis of Inter-Sectoral Relationships and Key Sectors in Greek Economy", *Journal of Economic Interaction & Coordination*, Vol.12, pp.413~435.
- (25) Turco, A. L., Maggioni, D. and Zazzaro, A., 2019, "Financial Dependence and Growth: The Role of Input-Output Linkages", *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol.162, pp.308~328.
- (26) Xu, M. and Liang, S., 2019, "Input-Output Networks Offer New Insights of Economic Structure", *Physica A*, Vol.527, pp.1~13.
- (27) Zhang, M., 2018, "Sectoral Risk Research about Input-Output Structure of the United States", *Physica A*, Vol.491, pp.199~208.
- (28) Zhang, Q. and Zeng, Q., 2019, "Analyzing the Shipping Network of the Maritime Silk Road (MSR) Based on a Complex Network", *Journal of Coastal Research*, Vol.98, pp.344~349.

An Impact Path Analysis of COVID-19 Outbreak in China and Policy Response

Liu Shijin^{a,b}, Han Yang^b and Wang Dawei^c

(a. China Development Research Foundation, Beijing, China; b. School of Economics and Management, Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China; c. TJD Research Institute, Beijing, China)

Summary: In early 2020, COVID-19 epidemic broke out in Hubei province and spread rapidly to the whole country. China has taken resolute and effective measures to basically control the epidemic in a short period of time. But there is still with great uncertainty about when the international epidemic will ease. For China, there are 34 provincial administrative regions which constitute a highly intensive regional ‘macroeconomic system’. The post-epidemic economic recovery and development should make a detailed and accurate assessment of the impact path of the epidemic, and then formulate and implement targeted and practical policies and measures based on the complex structure of the national economy,

As a new interdisciplinary field integrating graph theory, physics, statistics and other elements, network analysis method focuses on ‘actors’ and their relationships in complex system by analyzing the structural attributes of nodes and edges or arcs between them, including centrality, clustering, symmetry, reflexivity, transitivity and so on. The input-output framework is a typical network system and contains rich information of industrial structure which provides a very meaningful path analysis clue for the impact of the epidemic. Applying the network analysis method to the input-output framework, the structural information behind the input-output table can be investigated.

However, it is undeniable that there are some limitations in existing researches of network analysis. First of all, input-output framework is a typical weighted directed graph but most researches simplify the interindustrial relationships by ignoring the important numerical information. Secondly, most studies focus on the adjacency between industries, i.e., the ‘direct distance’, and others emphasize the ‘shortest distance’ between industries. But in fact, neither ‘direct distance’ nor ‘shortest distance’ can truly reflect the interindustrial relationships. Thirdly, there are many characteristics in the network system, but unfortunately, there is no relatively comprehensive input-output network analysis. Lastly, the interregional input-output table not only provides the interindustrial relationship information, but also provides the valuable interregional relationship information. Applying the network analysis method to the interregional input-output table can obtain rich multi-dimensional information. But the relevant researches are not abundant.

In view of the above shortcomings, this paper applies the network analysis method to the interregional input-output table in China, and comprehensively analyzes the structural characteristics and attributes of regions and industries. Through the comprehensive analysis of the whole Hubei Province and the economic departments in Hubei Province, the characteristics of impact path is outlined from the perspective of communication. The results show that: (1) The internal-oriented development feature of Hubei Province indicates that the economic impact of the epidemic on Hubei Province is relatively large. (2) Provinces like Jiangsu, Guangdong, Zhejiang, Shanxi and Inner Mongolia face greater risk of direct economic shock because of high economic interdependency with Hubei Province. (3) Special attention should be paid to industries with great influence to their upstream or downstream industries, in strategic positions of macroeconomic network system, or with strong instability, like agriculture, transportation and construction in Hubei Province.

At this stage, China still has enough structural potential. The medium and long-term policies should focus on the release of new growth momentum. Wuhan as the center of the metropolitan area and the Yangtze River city cluster, has large potential for further development. It is suggested that a package of reform and development plans should be put forward to promote the construction of the metropolitan area through the market-oriented reform of factors.

Keywords: COVID-19 epidemic; input-output; network analysis; impact path; new growth momentum

JEL Classification: F0, F4