新冠肺炎疫情下中国产业关联效应损失之度量

宋　宇　李悦洋
(澳门科技大学商学院，澳门　999078)

〔摘　要〕　本文试图构建一个新的模型——假设权重抽取法，对新冠肺炎疫情下中国国民经济产业关联效应受到的损失进行度量，以解决传统假设抽取法存在的不适当使用假设、过于依赖行业中间投入、未能准确反映外部冲击对产业间关联之影响等问题。使用 2000~2020 年中国及各一级行政区的经济运行数据及最新编制的投入产出表，本文计算得出新冠肺炎疫情下 2020 年中国产业关联效应的损失。结果表明，中国国民经济第 1 季度的总体关联效应损失度为 29.01%，前 2、3 季度及全年的总体关联效应损失度分别缩减至 21.26%、18.76%和 15.63%，其中建筑业及第三产业中的住宿和餐饮业的总体关联效应损失较大。国民经济总体关联效应对比新冠肺炎疫情前依然存在相当的损失，但恢复状况相对理想。本文根据实证结果提出相应的政策建议。

〔关键词〕　新冠肺炎疫情　投入产出分析　产业关联效应　假设抽取法　权重　产业政策
DOI:10.3969/j.issn.1004-910X.2021.07.019
〔中图分类号〕F062.9；F124　〔文献标识码〕A

引　言

新型冠状病毒肺炎疫情（以下简称新冠肺炎疫情）的爆发，给中国国民经济带来了巨大的损失。根据中国国家统计局公示资料，2020 年第 1 季度中国国内生产总值为 206504 亿元，按可比价格计算，同比下降 6.8%。而 2020 年全年中国国内生产总值为 1015986 亿元，按可比价格计算，同比增长 2.3%。中国 GDP 同比增速逐渐由负转正，但新冠肺炎疫情仍未结束，如何以更加全面的视角评判国民经济在新冠肺炎疫情下的损失，为中国经济恢复提供坚实的理论资料基础显得尤为重要。评定国民经济运行的常规指标如：国内生产总值、国民收入和经济增长率等，可以很好的衡量新冠肺炎疫情下遭受的直接经济损失。但新冠肺炎疫情下三大产业受到的间接损失会引发经济总量的连锁反应，连锁反应通过循环和因果积累不断强化放大、不断扩大影响，最终产生损失的乘数效应，对国民经济结构的稳定和未来发展产生持续性影响。何维达等（2020）通过实证分析证明，中国产业结构与国民经济增长质量间存在长期稳定的关系，且合理的产业结构对国民经济增长有着显著的正向作用[1]。于斌斌（2015）证明了产业结构的变动是导致中国经济发展速度变化的重要原因[2]。因此，有必要构建一个度量模型以便衡量新冠肺炎疫情下产业关联效应所受到的损害，进而精准评估新冠肺炎疫情下经济总量遭受的损失，为未来产业政策的制定提供参考。

不同于简单直观的经济指标，产业关联效应（Linkage）是指一个产业自身各项要素变化引起的各类关联关系对其他产业产生的直接与间接效应，主要用于衡量国民经济产业结构内在的联动关系，对整体国民经济有着更加深远的影响。邓仲良和张可云（2020）运用产业关联效应以探究中国经济增长的空间分异[3]。李磊等（2018）用其研究外商直接投资对中国企业对外直接投资的影响[4]。研究产业关联效应的方法中，投入产出

收稿日期：2021-03-30
基金项目：2019/2020 澳门基金会-可持续发展研究所研究及学术子项目 5“基于投入产出视角的澳门博彩业推动及拉动指数构建”（项目编号：MF-19-001-TISD）。
作者简介：宋宇，澳门科技大学商学院副教授，博士，博士生导师。研究方向：区域经济与金融。李悦洋，通讯作者，澳门科技大学商学院硕士研究生。研究方向：区域经济与金融。

方法（Input Output Analysis）不仅研究框架较为稳定，还可以运用投入产出模型，对产业之间的关联机制进行分解，将产业关联效应进行细分，相对于计量分析方法有着一定的优势[5]。投入产出模型在各个生产部门与最终需求间建立数量联系，可用于定量衡量产业间结构的变动对国民经济造成的影响[6]。而假设抽取法（Hypothetical Extraction Method，HEM）以投入产出模型为基础，假定从一个经济体系中抽取某一产业，依据抽取前后社会总产出的差异评价该产业对整体经济的影响以及与其他产业的关联效应[7]，在国民经济中的很多领域得到广泛运用。但传统产业关联效应的研究方法存在不适当使用假设、过于依赖行业的中间投入[8]与未能准确反映外部冲击对产业间关联的影响等问题。Sánchez-Chóliz 和 Duarte[8]、Duarte 等[9]发展出集成假设抽取法（Generalized HEM，GHEM）将外部用水量引入投入产出模型，解决了过分依赖中间投入的缺陷，但仍未解决外部冲击的问题。因此本文在 GHEM 的基础上合理利用假设，根据新冠肺炎疫情下国民经济所受实际损失的特点，构建了一个新的投入产出模型——假设权重抽取法以解决这些问题。

新模型可能的边际贡献在于解决了以往产业关联效应研究的一些缺陷，对外部冲击于产业间关联效应造成的损失进行了具体的度量，以研究新冠肺炎疫情期间产业结构内部受到的影响而不再仅局限于直观的经济指标。中国的新冠疫苗已成功研发与生产并逐渐展开接种工作，新冠肺炎疫情的结束可能已逐步进入倒计时，但这并不意味着对于新冠肺炎疫情期间中国经济现状的研究失去价值。相反，新冠肺炎疫情作为自 2003 年爆发的非典后规模最大的公共卫生安全事件，现今中国经济的发展规模、市场环境与产业结构对比以往已有巨大差异。在此基础上本文所研究的产业关联效应损失跳脱了以往直观的经济指标的研究模式，更加具有独到性。因此本文无论对新冠肺炎疫情后半段与结束后的经济恢复建设，还是未来对同类大规模公共卫生事件的预防都具有其独到的指导意义。

1 文献综述

传统 HEM 以投入产出模型为基础，假定从一个经济体系中抽除某一产业，依据抽除前后社会总产出的差异评价该产业对整体经济的影响以及与其他产业的关联效应[10]。传统 HEM 被用于衡量农业[11]、工业[12,13]、建筑业[14,15]及第三产业[16-18]等产业关联波及效应及产业战略地位。目前，HEM 在国际上已成为流行的产业关联研究范式之一[19]。但传统 HEM 存在不适当使用假设、过于依赖行业的中间投入[8]与未能准确反映外部冲击对产业间关联的影响等问题。传统方法人为割裂一个产业和剩余多个产业的关联，破坏了投入产出系统的完整性[7]。依据传统方法的假设，或是完全抽取目标产业的内外部投入产出以衡量总体关联效应；或是整体消除其投入行业以衡量其拉动效应；或是完全抽取其产出行业以衡量其推动效应[20]。鉴于复杂经济体系内部存在着千丝万缕的相互制衡关联，若强行从原有产业结构中完全抽除某些产业的关联影响，剩余各行业之间实际上无法保持原有投入产出技术经济关系，这有悖于投入产出核算的基本平衡原理[19]。更重要的是，一个复杂经济体即使在新冠肺炎疫情等巨灾冲击下也很难发生某个产业的整体“消失”。

最近的研究者结合纵向合成测算法（Vertically Integrated Processes）对传统 HEM 进行修改，创立了 GHEM，并通过纵向集成消耗形式，将投入产出“表外”数据——各产业实际水资源消耗并入“表内”[8]。通过将直接水资源消耗系数与完全消耗系数和最终使用结合，较好解决了传统方法过于依赖中间投入的分析缺陷。GHEM 被广泛应用于分析经济体系中各产业的水资源利用[21,22]、能源消耗[7,23]及污染排放[24-26]等研究领域。但是，GHEM 依旧延续传统方法的假设，对产业相关投入、产出进行整体抽取[27,28]。该方法并未解决在施行假设消除的过程中不当使用分析假设等问题，导致其得出的产业关联度量结果和经济解释依然存在各种偏差。另外，GHEM 仅仅量化了水资源使用、能源消耗及污染排放等实体资源消

耗的关联效应，并未考虑虚拟消耗（比如巨灾等）的关联效应。

毛国柱等学者在 HEM 的基础上，使用比例对重点行业减排进行虚拟场景的设定，以此分析各重点行业污染物减排贡献比等[29]。虽然过往学者引入比例以测量相应场景下的污染物排放量，但构建的场景系人为规定，并不能反映现实中的实际状况；且测量的主体为污染物的排放量，亦无法测算真实场景下行业间关联效应的损失。因此有必要提出一个新的投入产出模型以解决上述问题。

2 研究方法

2.1 传统 HEM

传统 HEM 立足于投入产出分析，投入产出模型假设一个经济系统由 n 个行业组成，可表示为：$x=Ax+y$，其中 $x=(x_i)$ 是 i 行业的产出向量，$y=(y_i)$ 是 i 行业的最终需求向量，$A=(A_{ij})$ 是直接消耗系数矩阵。该经济系统亦可表示为：$x=(I-A)^{-1}y$，其中 $(I-A)^{-1}$ 是列昂捷夫（Leontief）逆矩阵。传统 HEM 基于投入产出模型，将经济系统中的所有行业或行业分为两部分，D_s 代表所研究的行业或多个行业构成的行业块，D_{-s} 则代表其余所有行业构成的行业块，行业矩阵 D 可表示为：

$$D=\begin{bmatrix} D_{s,s} & D_{s,-s} \\ D_{-s,s} & D_{-s,-s} \end{bmatrix} \tag{1}$$

根据投入产出模型的原理，可将其总产出分解为：

$$\begin{bmatrix} X_s \\ X_{-s} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} A_{s,s} & A_{s,-s} \\ A_{-s,s} & A_{-s,-s} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} X_s \\ X_{-s} \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix}\leftrightarrow\begin{bmatrix} X_s \\ X_{-s} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \tau_{s,s} & \tau_{s,-s} \\ \tau_{-s,s} & {}_{-s,-s} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{2}$$

其中 $(I-A)^{-1}=\begin{bmatrix} \tau_{s,s} & \tau_{s,-s} \\ \tau_{-s,s} & \tau_{-s,-s} \end{bmatrix}$。

将行业块抽取后，假设行业块 D_s 不再与其他行业进行交易，则抽取后的经济系统构成可分解为：

$$\begin{bmatrix} X_s^* \\ X_{-s}^* \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} A_{s,s} & 0 \\ 0 & A_{-s,-s} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} X_s^* \\ X_{-s}^* \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \tau_{s,s} & 0 \\ 0 & \tau_{-s,-s} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{3}$$

根据式（2）、（3），可得到抽取的行业对总产量造成的影响：

$$X-X^*=\begin{bmatrix} X_s-X_s^* \\ X_{-s}-X_{-s}^* \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \tau_{s,s}-(I-A_{s,s})^{-1} & \tau_{s,-s} \\ \tau_{-s,s} & \tau_{-s,-s}-(I-A_{-s,-s})^{-1} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{4}$$

2.2 新的投入产出模型——假设权重抽取法

传统 HEM 实现了单个行业各项关联效应的测算，很好地衡量了行业间的关联性。但现实的经济运行中，大多数情况下，各个行业或部门会受到外部因素影响，致使该行业或部门熔断，而非完全崩溃[29]，因而本文试图建立一个新的投入产出模型，以解决传统假设提取法的缺陷。本文引入反映行业具体冲击程度的矩阵 w，并结合纵向集成方法创立了一个新的方法——假设权重抽取法。矩阵 w 参考了毛国柱等学者运用比例进行虚拟场景设定[29]的思维，采用实际的经济损失代替虚拟的减排设定，不仅解决了场景设定脱离实际的问题，还能更好地反映外部因素对经济系统造成的冲击。

$n\times1$ 矩阵 w 反映行业受到外部冲击后所造成的损失程度，形式如式（5）：

$$w=[w_1\cdots w_i\cdots w_n]' \tag{5}$$

其中

$$w_i=\left[\sqrt[(a-b+1)]{\frac{N_a}{N_{b-1}}}\times100\%-100\%\right]-\left(\frac{IV_1-IV_0}{IV_0}\right)\times100\% \tag{6}$$

其中，a 为计算平均时期的终止年份，b 为计算平均时期的起始年份，N 为相应年份的数值，IV_1 为本期该行业增加值，IV_0 为去年同期该行业增加值。当 $w_i>0$ 时，行业的投入产出受到负面的影响。当 $w_i<0$ 时，行业的投入产出受到正面的影响。增加值是行业在一定时间内生产或服务产生的货币价值总额与其消耗的货币价值总额之间差

值。国民经济各行业增加值之和，即为国内生产总值。产业增加值的期望同比变动率与实际同比变动率之间的差值代表产业受到冲击后的损失程度，即 w_i。

2.2.1 总体关联效应损失度

参考 Miller 和 Lahr 的观点[30]，为了度量产业关联效应的损耗，本文分别从总体关联效应损失度、前向关联效应损失度、后向关联效应损失度这 3 个指标对产业关联效应进行研究。

总体关联效应包含了前向关联效应和后向关联效应，代表了行业整体的关联效应[31]。总体关联效应损失度可以衡量行业整体的关联效应损失，用于研究新冠肺炎疫情下行业整体受到的损失。假设新冠肺炎疫情期间外部因素影响导致 $D_s^{\#}$（经济系统中的某个行业块）本行业块内部之间的投入产出按照 w_s 减少，并使其对其他行业块的产出和投入按照 w_s 和 w_{-s} 减少，则新冠肺炎疫情下此经济系统的产出为：

$$\begin{bmatrix} X_s^{\#} \\ X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-w_s)A_{s,s} & (1-w_s)A_{s,-s} \\ (1-w_{-s})A_{-s,s} & A_{-s,-s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_s^{\#} \\ X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-w_s)(I-A_{s,s})^{-1} & (1-w_s)(I-A_{s,-s})^{-1} \\ (1-w_{-s})(I-A_{-s,s})^{-1} & (I-A_{-s,-s})^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{7}$$

总体关联效应损失量可表示为：

$$X^{Total} = X - X^{\#} = \begin{bmatrix} X_s - X_s^{\#} \\ X_{-s} - X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_{s,s} - (1-w_s)(I-A_{s,s})^{-1} & \tau_{s,-s} - (1-w_s)(I-A_{s,-s})^{-1} \\ \tau_{-s,s} - (1-w_{-s})(I-A_{-s,s})^{-1} & \tau_{-s,-s} - (I-A_{-s,-s})^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (w_s(I-A_{s,s})^{-1} & w_s(I-A_{s,-s})^{-1} \\ w_{-s}(I-A_{-s,s})^{-1} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{8}$$

总体关联效应损失度可表示为：

$$\frac{X^{Total}}{X} \times 100\% \tag{9}$$

2.2.2 前向关联效应损失度

前向关联效应反映了对其他行业直接和非直接的“出口”效应，可以刺激其下游行业的发展(亦称作推动力效应)[31]。前向关联效应损失度可以细化新冠肺炎疫情下行业受到的影响，衡量新冠肺炎疫情下行业推动力受到的损失。假设新冠肺炎疫情期间外部因素导致 $D_s^{\#}$ 对其他行业的产出按照 w_s 减少，但不影响本行业块内部之间的投入产出和对其他行业块的投入，则新冠肺炎疫情下此经济系统的产出为：

$$\begin{bmatrix} X_s^{\#} \\ X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{s,s} & (1-w_s)A_{s,-s} \\ A_{-s,s} & A_{-s,-s}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_s^{\#} \\ X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I-A_{s,s})^{-1} & (1-w_s)(I-A_{s,-s})^{-1} \\ (I-A_{-s,s})^{-1} & (I-A_{-s,-s})^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{10}$$

前向关联损失量可表示为：

$$X^{Forward} = X - X^{\#} = \begin{bmatrix} X_s - X_s^{\#} \\ X_{-s} - X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_{s,s} - (I-A_{s,s})^{-1} & \tau_{s,-s} - (1-w_s)(I-A_{s,-s})^{-1} \\ \tau_{-s,s} - (I-A_{-s,s})^{-1} & \tau_{-s,-s} - (I-A_{-s,-s})^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & w_s(I-A_{s,-s})^{-1} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{11}$$

前向关联效应损失度可表示为：

$$\frac{X^{Forward}}{X} \times 100\% \tag{12}$$

2.2.3 后向关联效应损失度

后向关联效应反映了从其他行业直接和非直接的“进口”的效应，可以刺激自身与其上游行业的发展（亦称作拉动力效应）[31]。后向关联效应损失度可以细化新冠肺炎疫情下行业受到的影响，衡量新冠肺炎疫情下行业拉动力受到的损失。假设新冠肺炎疫情期间外部因素导致 $D_s^{\#}$ 本行业块内部之间的投入产出按照 w_s 减少，并使其对其他行业的投入按照 w_{-s} 减少，但不影响其对其他行业的产出，则新冠肺炎疫情下此经济系统的产出为：

$$\begin{bmatrix} X_s^{\#} \\ X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-w_s)A_{s,s} & A_{s,-s} \\ (1-w_{-s})A_{-s,s} & A_{-s,-s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_s^{\#} \\ X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-w_s)(I-A_{s,s})^{-1} & (I-A_{s,-s})^{-1} \\ (1-w_{-s})(I-A_{-s,s})^{-1} & (I-A_{-s,-s})^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{13}$$

后向关联效应损失量可表示为：

$$X^{Backward} = X - X^{\#} = \begin{bmatrix} X_s - X_s^{\#} \\ X_{-s} - X_{-s}^{\#} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_{s,s} - (1-w_s)(I-A_{s,s})^{-1} & \tau_{s,-s} - (I-A_{s,-s})^{-1} \\ \tau_{-s,s} - (1-w_{-s})(I-A_{-s,s})^{-1} & \tau_{-s,-s} - (I-A_{-s,-s})^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_s(I-A_{s,s})^{-1} & 0 \\ w_{-s}(I-A_{-s,s})^{-1} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_s \\ Y_{-s} \end{bmatrix} \tag{14}$$

后向关联效应损失度可表示为：

$$\frac{X^{Backward}}{X} \times 100\% \tag{15}$$

3 实证分析

3.1 数据来源与行业划分

本文采用国家统计局和中国投入产出学会最新公示的 2018 年中国投入产出表及各一级行政区（基于数据的可获得性，不包含港、澳、台地区）统计局最新公示的地方投入产出表（其中北京、安徽、广东、四川、重庆为 2017 年投入产出表，其余地区为 2012 年投入产出表）作为基本的投入产出资料，并根据国家统计局 2018 年修订后的《三次产业划分规定(2012)》和《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）将所有行业分为 3 个产业（第一产业、第二产业和第三产业）和 12 个行业（农林牧渔业、工业、建筑业、批发和零售业、交通运输、仓储和邮政业、住宿和餐饮业、信息传输、软件和信息技术服务业、金融业、房地产业、租赁和商务服务业与其他服务业）。矩阵 w 的取值根据国家统计局及各省市统计局公示的 1999~2020 年全国及各地区经济运行情况确定。

3.2 关联效应的损失

3.2.1 总体关联效应的损失

根据式（8）、（9），结合国家统计局最新发布的 2018 年中国投入产出表及对应的矩阵 w，可以得到中国的国民经济总体损失度以及各个行业在 2020 年各时段的国民经济总体关联效应损失度（表 1）。新冠肺炎疫情刚刚爆发的 2020 年第 1 季度，全国国民经济总体关联效应损失度达到了 29.01%；其中建筑业总体关联效应损失度高达 70.57%，损失最为严重；住宿和餐饮业的总体关联效应损失度也高达 55.77%；农林牧渔业在新冠肺炎疫情下总体关联效应实现了小幅增长。2020 年全年全国国民经济总体关联效应损失度随时间推移逐步降至最低点；除农林牧渔业外所有行业的总体关联效应损失度再度出现不同程度的降低，且行业间排序情况相对稳定。总体而言，2020 年 4 个时段的全国行业总体关联效应损失度总体呈明显的下降趋势，第 1 季度出现的巨量损失在后续的时段中得到了有效的控制。

表 1 全国行业总体关联效应损失度

单位:%

行业	2020 年第 1 季度	排序	2020 年前 2 季度	排序	2020 年前 3 季度	排序	2020 年全年	排序
农林牧渔业	-3.10	11	-0.67	11	-0.59	11	0.55	11
工业	22.61	8	17.00	8	14.68	8	12.23	8
建筑业	70.57	1	46.29	1	39.87	1	32.89	1
批发和零售业	32.86	3	23.03	6	19.58	6	16.60	5
交通运输、仓储和邮政业	32.28	4	23.43	5	21.12	5	16.16	6
住宿和餐饮业	55.77	2	44.38	2	36.25	2	28.75	2
信息传输、软件和信息技术服务业	15.70	10	13.98	9	11.65	9	10.11	9
金融业	24.86	7	9.87	10	15.19	7	12.63	7

续　表

行业	2020 年第 1 季度	排序	2020 年前 2 季度	排序	2020 年前 3 季度	排序	2020 年全年	排序
房地产业	17.73	9	19.62	7	9.21	10	7.65	10
租赁和商务服务业	25.74	6	24.07	4	23.35	4	20.60	4
其他服务业	31.52	5	24.76	3	24.51	3	20.64	3
合计	29.01		21.26		18.76		15.63	

注：负值表示增长度。

为应对新冠肺炎疫情，2020 年中国及国内各级政府出台了多项政策以减少人员流动和外出，全国各地的生产就业情况均受到不同程度的影响。可以看到，总体关联效应损失严重的行业大多为劳动密集型行业。除此之外，住宿和餐饮业由于依赖人员流动，其总体关联效应损失度相对较大，仅次于建筑业。农林牧渔业的劳动力构成主要是流动性较低的本地农村人口，受新冠肺炎疫情影响最小。随着新冠肺炎疫情逐步得到控制，国家及各级政府出台了各项经济刺激与鼓励政策，各行业在新冠肺炎疫情初期遭受的巨额损失得到了有效控制，其总体关联效应损失度逐步降低。

根据式（8）、（9），结合各地区的最新投入产出表及各地区对应的矩阵 w，可以得到各地区的国民经济总体关联效应损失度，并依此绘制出了地区国民经济总体关联效应损失度示意图（图略）。可以得知，2020 年第 1 季度总体关联效应损失度有 10 个地区达到 24%以上，其中作为受新冠肺炎疫情影响最大的地区，湖北省的国民经济总体关联效应损失度达到了 67.12%，远超全国各个地区。在 2020 年全年资料中，所有地区总体关联效应损失度降至 4 个时段中的最低点，总体关联效应损失度达 12%以上的地区仅余 13 个省（区、市），全国 31 个省（区、市）的总体关联效应损失度均低于 24%。

将各个地区的投入产出表按行业划分规则划分为 3 个产业，并结合对应的矩阵 w 与式（8）、（9），可以得到各地区各产业的产业总体关联效应损失度（图 1）。2020 年第 1 季度第一产业总体关联效应损失最严重的地区为湖北，损失度达到了 49.68%，随后逐步缩减至 14.20%，在 2020 年全年的资料中降至第 2 位。而全年第一产业总体关联效应损失最严重的地区为海南，其总体关联效应损失度为 14.75%。纵观其 4 个时段的资料，可以发现海南第一产业总体关联效应损失度虽一直处于下降趋势，但其恢复速度对比其他地区仍有一定差距；另外，天津市的第一产业总体关联效应实现了 10.94%的增长。4 个时段中，第二产业总体关联效应损失最严重的地区始终为湖北省，其第 1 季度的损失度达到了 69.63%，全年总体关联效应损失度下降至 23.74%，恢复效果显著。纵观 4 个时间段，第三产业总体关联效应损失均为湖北省，但其全年总体关联效应损失度为 24.69%，相比第 1 季度的 66.23%降幅同样达到一半以上。综合所有地区的 3 个产业来看，随着时间的推移大部分地区各产业的总体关联效应损失度逐步降低，总体关联效应恢复形势总体向好。

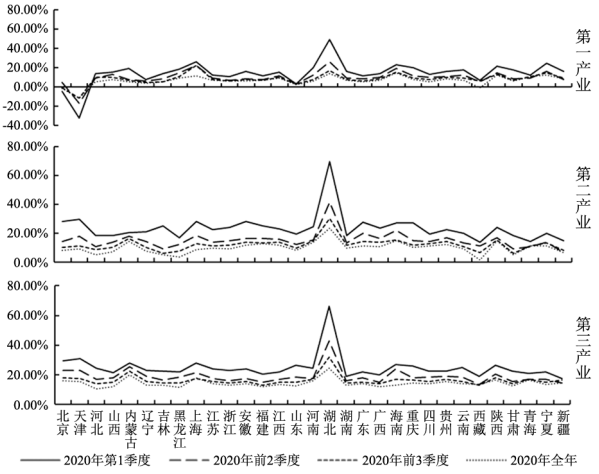

图 1　地区产业总体关联效应损失度

在全国大部分地区各产业都受到了不同损失的情况下，天津市的第一产业的增长度在第 1 季度一度突破了 30%。天津第一产业实现增长的原

因较为复杂，主要原因是天津第一产业本身体量较小，主要依靠国外进口与国内省外流入。另一个主要原因是天津市统计局公布的 2020 上半年天津第一产业投资大幅增长，增长率高达 93.8%。虽然 2020 年第 1 季度天津市第一产业实现了正增长，但其占天津市国民生产总值比重不足 1.1%，难以填补其他产业造成的损失，因此天津市第 1 季度第一产业总体关联效应损失度依然高达 29.35%。

3.2.2　前向关联效应的损失

根据式（11）、（12），结合国家统计局最新发布的 2018 年中国投入产出表及对应的矩阵 w，可以得到中国各个行业的前向关联效应损失度（表 2）。新冠肺炎疫情下，2020 年第 1 季度住宿和餐饮业的前向关联效应损失度达 27.89%，损失最为严重，其在后 3 个时段的损失有所缓解，损失度逐步缩减至 14.06%，在一定程度上削弱了该行业对其他行业的推动力。租赁和商务服务业前向关联效应同样损失严重，全年前向关联效应损失度超过了 17%，前向关联效应的恢复速度并不理想。4 个时间段中农林牧渔业的前向关联效应均实现小幅增长。新冠肺炎疫情下人口流动与实体消费受到重大影响，而从实证结果中可以发现，推动力受损严重的行业大多高度依赖人口流动与实体消费。

表 2　全国行业前向关联效应损失度　　单位:%

行业	2020 年第 1 季度	排序	2020 年前 2 季度	排序	2020 年前 3 季度	排序	2020 年全年	排序
农林牧渔业	-5.34	11	-2.80	11	-2.47	11	-1.32	11
工业	10.61	6	7.99	5	6.84	6	5.69	6
建筑业	0.42	10	0.22	10	0.18	10	0.15	10
批发和零售业	18.19	4	12.46	4	10.49	4	8.93	4
交通运输、仓储和邮政业	20.29	3	14.72	3	13.25	3	9.94	3
住宿和餐饮业	27.82	1	22.37	1	18.02	2	14.06	2
信息传输、软件和信息技术服务业	2.99	8	3.13	8	2.49	7	2.25	7
金融业	14.72	5	4.43	7	8.73	5	7.24	5
房地产业	4.33	7	5.92	6	1.83	9	1.50	9
租赁和商务服务业	20.35	2	19.55	2	19.18	1	17.02	1
其他服务业	2.11	9	1.75	9	2.03	8	1.73	8

注：负值表示增长度。

根据式（11）、（12），结合各地区的最新投入产出表及各地区对应的矩阵 w，可以得到各地区各产业的产业前向关联效应损失度（图 2）。4 个时间段中，北京的第一产业前向关联效应损失度最为突出，天津的第一产业前向关联效应损失度在所有时间段中均位居第二，紧随其后。相比第一产业，大部分地区第二产业前向关联效应损失较小，4 个时间段内各地区第二产业前向关联效应损失度大多低于 10%，仅北京在第 1 季度和上半年超过了 10%。各地区的第三产业前向关联效应损失度也相对较低，前 3 个时间段中前向关联效应损失最严重的地区为湖北，但其全年损失度降低至 6.23%，低于河南和安徽，最终所有地区的总体关联效应均低于 10%；北京 4 个时间段的第三产业前向关联效应损失度均低于 1%，前向关联效应损失度在所有地区中最低。

北京和天津的第一产业前向关联效应损失度远超其他地区。根据当地统计局公布的资料，北京和天津市第一产业产值占总国民经济产值的比重分别为 0.25%和 1.10%，规模过小，与行业间的推动与拉动结构较为脆弱，新冠肺炎疫情冲击易对其推动力和拉动力产生巨大的影响。除北京和

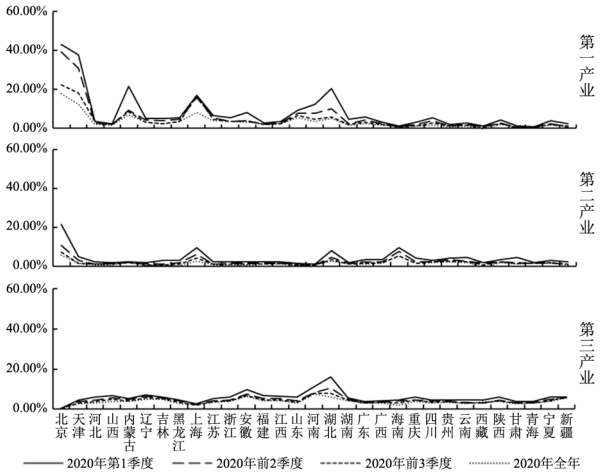

图 2　地区产业前向关联效应损失度

天津的第一产业前向关联效应损失度偏高外，各地区各产业的前向关联效应损失度整体低于总体关联效应，说明新冠肺炎疫情下各产业的前向关联效应所受冲击不大，各产业依然具有良好的推动其他产业的能力，在总体关联效应损失度相对较高的背景下，这样的结果不失为一个好消息。

3.2.3　后向关联效应的损失

根据式（14）、（15），结合国家统计局最新发布的 2018 年中国投入产出表及对应的矩阵 w，可以得到中国各个行业的后向关联效应损失度（表 3）。新冠肺炎疫情下，4 个时间段中建筑业的后向关联效应损失度均高于 30%，是后向关联效应损失最为严重的行业，严重影响了建筑业对自身及其上游行业的拉动效应。损失度紧随其后的行业为其他服务业，其 4 个时间段的前向关联效应损失度均超过了 18%。住宿和餐饮业全年的后向关联效应损失为 14.68%，在所有行业中位居第三。其余行业全年的后向关联效应损失度均低于 10%，后向关联效应的损失程度较轻。农林牧渔业后向关联效应在所有行业中位居末位。

表 3　全国行业后向关联效应损失度

行业	2020 年第 1 季度	排序	2020 年前 2 季度	排序	2020 年前 3 季度	排序	2020 年全年	排序
农林牧渔业	2.24	11	2.13	11	1.88	11	1.87	11
工业	12.00	7	9.01	7	7.84	7	6.54	6
建筑业	70.15	1	46.07	1	39.69	1	32.75	1
批发和零售业	14.67	4	10.57	6	9.09	5	7.67	5
交通运输、仓储和邮政业	11.99	8	8.71	8	7.87	6	6.22	7
住宿和餐饮业	27.95	3	22.00	3	18.24	3	14.68	3
信息传输、软件和信息技术服务业	12.71	6	10.86	5	9.16	4	7.86	4
金融业	10.14	9	5.44	9	6.46	9	5.38	9
房地产业	13.40	5	13.70	4	7.38	8	6.15	8
租赁和商务服务业	5.39	10	4.51	10	4.17	10	3.58	10
其他服务业	29.41	2	23.02	2	22.49	2	18.91	2

根据式（14）、（15），结合各地区的最新投入产出表及各地区对应的矩阵 w，可以得到各地区各产业的产业后向关联效应损失度（图 3）。湖北第 1 季度的第一产业后向关联效应损失度为 29.21%，为后向关联损失最为严重的地区，最终逐步缩减至 8.93%；另外，天津和北京的第一产业后向关联效应实现了大幅增长，增长率在第 1 季度一度达到了 69.54%和 47.89%，最终放缓至 23.28%和 19.05%。湖北 4 个时间段的第二产业后向关联效应损失度均超过 20%，位于所有地区中首位；北京和西藏的第二产业后向关联效应损失度均处于较低水平。湖北全年的第三产业后向关联效应损失度为 18.46%，高于其他地区。

第一产业的前向关联效应损失巨大的北京和天津却在后向关联效应方面出现了巨幅增长，可以理解为新冠肺炎疫情下北京和天津的第一产业对

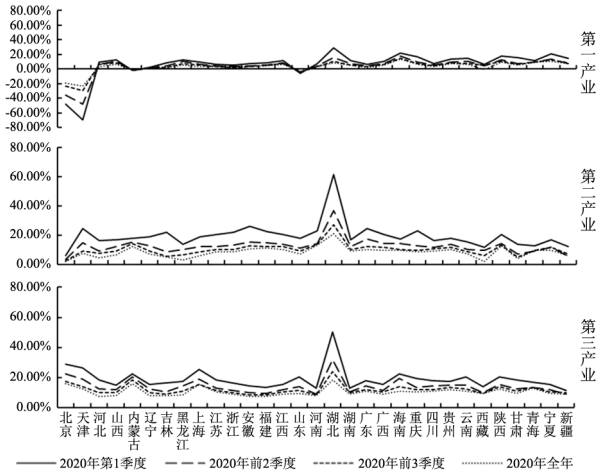

图 3　地区产业后向关联效应损失度

其下游产业的推动能力转化为了对其自身和上游产业的拉动能力，出现了巨大的产业结构变化。但两地第一产业规模过小易受外部冲击，且外部事件对第一产业造成的冲击对当地整体国民经济的影响相当有限，缺乏研究探讨的价值。而相对于前向关联效应的损失，各地区各行业的后向关联效应损失较高，可以发现在产业推动力与拉动力方面，新冠肺炎疫情下受到的影响更侧重于拉动力，将使各产业自身及其上游产业的发展受到一定限制。

4　结　论

根据国家统计局和各地区统计局公布的投入产出表与经济运行情况，运用假设权重抽取法，本文针对新冠肺炎疫情于国民经济造成的损失进行了多方位、多角度的研究。将这些损失进行细化，不再局限于单一的国民经济数据，而是针对不同的行业、产业间的关联效应将损失细分，并精确到各个一级行政区，将全国 31 个地区的数据进行对比，对新冠肺炎疫情下受到的损失有了更加立体、全面的认识。

（1）全国各个行业中，全年总体关联效应损失最严重的两个行业为建筑业与住宿和餐饮业，全年前向关联效应损失最严重的两个行业为租赁和商务服务业与住宿和餐饮业，全年后向关联效应损失最严重的行业为建筑业，3 项数据中农林牧渔业均位居所有行业末位。总体看来，关联效应损失较为严重的行业大多依赖人口流动与实体消费。而以农林牧渔业为代表的关联效应损失较低的行业以本地劳动力为主或可居家办公，新冠肺炎疫情下所受冲击较小，甚至有小幅增长的趋势。各个产业中第三产业的损失高于第二产业，第一产业的损失最低，与行业损失数据的特点基本相符。

（2）在全国各个地区中，湖北省最早出台相应的封城政策，各个行业被迫停摆。湖北省统计局公示数据显示，湖北省 2020 年全年地区生产总值按可比价格计算，同比下降 5.0%，同比下降幅度高于其余地区。经本文测算，在全国国民经济全年总体关联效应损失度仅为 15.63% 的情况下，湖北省国民经济全年总体关联效应损失度高达 23.17%。湖北省的其余各项损失数据也大多高于其他地区，新冠肺炎疫情下关联效应的损失尤为严重。但不能忽视的是，湖北省大部分关联效应损失远超其他地区的同时，其关联效应恢复速度也是其他地区无法比拟的。这其中既归功于湖北省政府和人民的不懈努力，也离不开全国上下对湖北省的援助与支持。

（3）除了个别地区的极端数据以及受新冠肺炎疫情影响较小的第一产业，新冠肺炎疫情初期中国各个地区大多数行业均遭受了不同程度的损失，但随着时间的逐步推移，大多数行业与地区的各项关联效应损失度均有不同程度的降低。这样的成绩离不开中国各级政府和广大人民群众共同的努力。

本文针对研究结论提出几点政策建议：（1）继续加大对总体关联效应损失严重的行业，如建筑业与住宿和餐饮业的扶持力度。虽然建筑业与住宿和餐饮业在政府和人民的共同努力下总体关联效应已得到有效恢复，但直到 2020 年结束，这两个行业总体关联效应损失依然处于较高的水平，有必要继续加大对建筑业与住宿和餐饮业的扶持力度以帮助两个行业的总体关联效应快速恢复；（2）密切关注及加强总体关联效应恢复较慢的行业，如租赁和商务服务业的恢复建设。历时 3 个季度，各行业的总体关联效应均实现不同程度的恢复，而租赁和商务服务业总体关联效应恢复状况并不尽如人意。政府及企业应携手寻找问题原

因并积极配合克服困难快速恢复，才能更好地实现中国国民经济整体快速复苏；（3）各级地方政府应互相借鉴与学习新冠肺炎疫情下产业关联效应的恢复经验。新冠肺炎疫情下各地国民经济总体关联效应所受损害程度并不相同，恢复速度也不一致，产业关联效应恢复速度较慢的地区应向产业关联效应恢复速度较快的地区学习宝贵经验，加快自身产业关联效应恢复的同时也能使其对往后可能出现的同类公共卫生安全事件的应对能力有所提升。

参 考 文 献

[1] 何维达，付瑶，陈琴. 产业结构变迁对经济增长质量的影响 [J]. 统计与决策，2020，(19)：101~105.

[2] 于斌斌. 产业结构调整与生产率提升的经济增长效应——基于中国城市动态空间面板模型的分析 [J]. 中国工业经济，2015，(12)：83~98.

[3] 邓仲良，张可云. 中国经济增长的空间分异为何存在?——一个空间经济学的解释 [J]. 经济研究，2020，55 (4)：20~36.

[4] 李磊，冼国明，包群. "引进来"是否促进了"走出去"?——外商投资对中国企业对外直接投资的影响 [J]. 经济研究，2018，53 (3)：142~156.

[5] 余典范，张亚军. 制造驱动还是服务驱动?——基于中国产业关联效应的实证研究 [J]. 财经研究，2015，41 (6)：19~31.

[6] 王文举，向其凤. 中国产业结构调整及其节能减排潜力评估 [J]. 中国工业经济，2014，(1)：44~56.

[7] Dietzenbacher E, Van Burken B, Kondo Y. Hypothetical Extractions from a Global Perspective [J]. Economic Systems Research, 2019, 31 (4): 505~519.

[8] Sánchez-Chóliz J, Duarte R. Production Chains and Linkage Indicators [J]. Economic Systems Research, 2003, 15 (4): 481~494.

[9] Duarte R, Sánchez-Chóliz J, Bielsa J. Water Use in the Spanish Economy: An Input-output Approach [J]. Ecological Economics, 2002, 43 (1): 71~85.

[10] Yuan W, Nan L, Guozhu M, et al. Air Pollutant Emissions from Economic Sectors in China: A Linkage Analysis [J]. Ecological Indicators, 2017, 77: 250~260.

[11] Yang Z, Cai J, Dunford M, et al. Rethinking of the Relationship Between Agriculture and the "Urban" Economy in Beijing: An Input-output Approach [J]. Technological & Economic Development of Economy, 2014, 20 (4): 624~647.

[12] 黄桂田，徐昊. 中国钢铁的产业关联效应及国际比较——基于投入产出表的研究 [J]. 经济问题，2018，(11)：1~8.

[13] Ünal E. Industrial Growth Models By Input-output Analysis and an Institutional Approach to the Automotive Industry in China and Turkey [J]. Evolutionary and Institutional Economics Review, 2020, 18 (1): 175~203.

[14] Song Y, Liu C, Langston C. Linkage Measures of the Construction Sector Using the Hypothetical Extraction Method [J]. Construction Management and Economics, 2006, 24 (6): 579~589.

[15] Zhu R, Hu X, Liu C. Structural Analysis of Inter-industrial Linkages: An Application to the Australian Construction Industry [J]. Construction Management and Economics, 2020, 38 (10): 934~946.

[16] Byeon J, Na J M, Shin W J. The Employment Linkaged Effect of Social Service Industry in South Korea Using the Hypothetical Extraction Method (HEM) [J]. Journal of Industrial Economics and Business, 2017, 30: 1237~1256.

[17] Yang X, Dabo G, E S A, et al. Assessing the Economic Impacts of IT Service Shutdown During the York Flood of 2015 in the UK [J]. Proceedings Mathematical, Physical, and Engineering Sciences, 2019, 475 (2224): 1~15.

[18] 曾燕萍. 中国服务业内部经济网络结构及其演变——基于投入产出表和社会网络分析 [J]. 企业经济，2020，(9)：128~135.

[19] 杨灿. 产业关联测度的虚拟消去法 (HEM) 问题研究 [J]. 统计研究，2020，37 (8)：3~21.

[20] Ali Y, Sabir M, Muhammad N. A Comparative Input-output Analysis of the Construction Sector in Three Developing Economies of South Asia [J]. Construction Management & Economics, 2019, 37 (11): 643~658.

[21] Deng G, Wang L, Xu X. Linkage Effect of Virtual Water Trade in China's Industrial Products—Based on Generalized Hypothetical Extraction Method [J]. Ecological Indicators, 2018, 93: 1302~1310.

[22] Chengyu H, Guohe H, Lirong L, et al. Multi-dimensional Diagnosis Model for the Sustainable Development of Regions Facing Water Scarcity Problem: A Case Study for Guangdong, China [J]. Science of the Total Environment, 2020, 734 (12): 139394.

[23] 陈磊，徐琳瑜. 基于行业关联研究的广东省能源消费分析 [J]. 中国环境科学，2017，37 (10)：3972~3980.

[24] Sajid M J, Li X, Cao Q. Demand and Supply-side Carbon Linkages of Turkish Economy Using Hypothetical Extraction Method [J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 228: 264~

275.

[25] 马忠，耿文婷. 基于假设抽取法的中国区域间碳排放关联分析 [J]. 环境科学研究，2020，33 (2)：312~323.

[26] Zhang L, Liu B, Du J, et al. Internationalization Trends of Carbon Emission Linkages: A Case Study on the Construction Sector [J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 270: 122433.

[27] Zhang Y J, Bian X J, Tan W. The Linkages of Sectoral Carbon Dioxide Emission Caused By Household Consumption in China: Evidence from the Hypothetical Extraction Method [J]. Empirical Economics, 2018, 54 (4): 1743~1775.

[28] Du H, Chen Z, Peng B, et al. What Drives CO_2 Emissions from the Transport Sector? A Linkage Analysis [J]. Energy, 2019, 175: 195~204.

[29] 毛国柱，骆胤成，王媛，等. 中国大气污染物重点行业减排分析——基于假设抽取法和价格传导影响系数 [J]. 中国环境科学，2018，38 (4)：363~371.

[30] Miller R E, Lahr M L. A Taxonomy of Extractions [M]. Lahr M L, Miller R E. Regional Science Perspectives in Economic Analysis: A Festschrift in Memory of Benjamin H Stevens. Amsterdam; Elsevier Science, 2001: 408~411.

[31] Cella G. The Input-Output Measurement of Interindustry Linkages [J]. Oxford Bulletin of Economics & Statistics, 1984, 46 (1): 73~84.

Measurement of Linkages Loss in China Under COVID-19 Epidemic

Song Yu　Li Yueyang
(Business School, Macau University of Science and Technology, Macau 999078, China)

〔**Abstract**〕 This paper attempts to construct a new model, the hypothetical weights extraction method, to measure the linkage losses in China under COVID-19. This paper solves the problems which are improper use of assumptions, excessive reliance on industry intermediate input, and failure to accurately reflect the impact of external shocks on the inter-industry linkages with the traditional method. Using the economic data of China from 2000 to 2020 (except Hong Kong, Macao and Taiwan) and the latest input-output tables, the paper obtains the linkage losses in China in 2020 under COVID-19. The results show that the total linkage loss of China in the 1st quarter was 29.01%, and the total linkage loss in the first two and three quarters, and the whole year was reduced to 21.26%, 18.76%, and 15.63% separately. Among them, the construction sector and the accommodation and catering sectors have a relatively large total linkage loss. The total linkage in china still has considerable losses compared to before the COVID-19, but the recovery situation is relatively acceptable. The paper puts forward corresponding policy recommendations based on the empirical results.

〔**Key words**〕 COVID-19 epidemic; input-output analysis; linkage; hypothetical extraction method; weights; industrial policy

〔**Jel classification**〕 I18; L16

(责任编辑：张舒逸)