

附 录

附录一 新冠肺炎疫情与全球贸易的特征事实分析

表 A1 新冠肺炎疫情的全球演变趋势（2020年1-10月）

| 时间 | 累计确诊病例（万人） | 累计死亡病例（万人） | 受波及国家/地区数（个） |
|-----|------------|------------|--------------|
| 1月 | 0.99 | 0.02 | 19 |
| 2月 | 8.60 | 0.29 | 56 |
| 3月 | 87.59 | 4.44 | 180 |
| 4月 | 327.36 | 23.67 | 187 |
| 5月 | 618.25 | 37.46 | 188 |
| 6月 | 1040.00 | 50.84 | 188 |
| 7月 | 1760.00 | 67.53 | 188 |
| 8月 | 2550.00 | 85.06 | 188 |
| 9月 | 3400.00 | 101.44 | 188 |
| 10月 | 4610.00 | 119.53 | 190 |

注：根据 JHU-CSSE 的原始数据加总得到，统计时间截止至 2020 年 10 月 31 日。

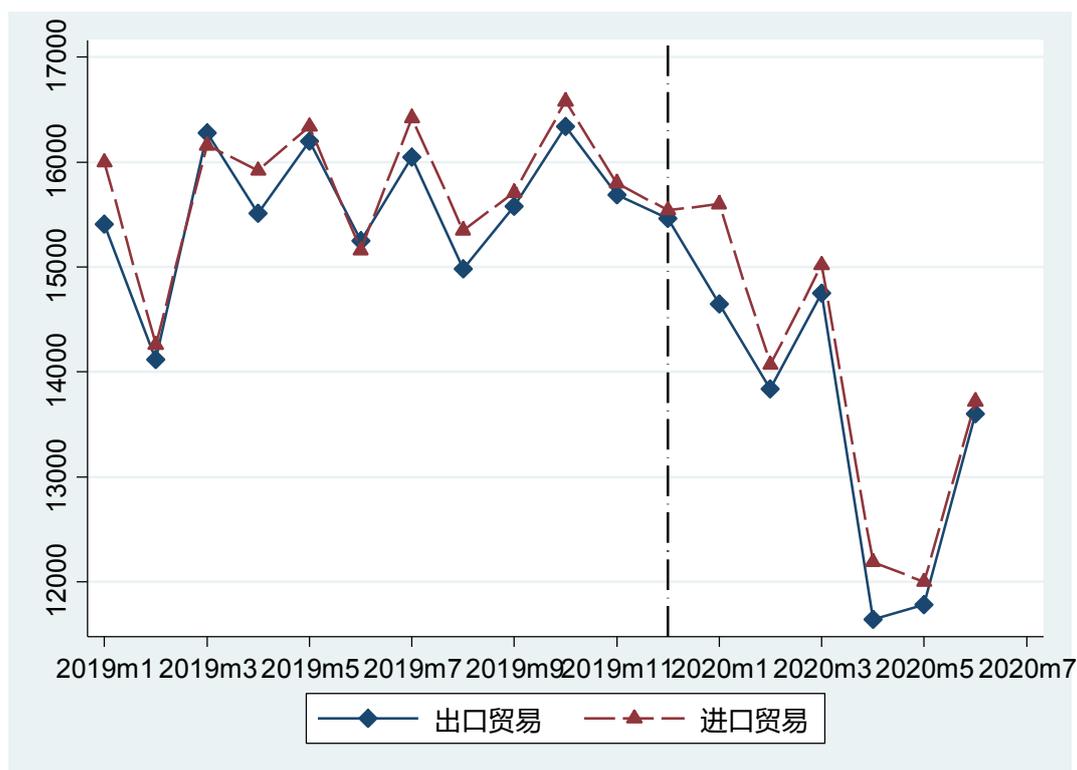


图 A1 全球进、出口贸易的变化趋势（2019年1月-2020年6月）

注：原始数据来自 IMF-DOTS，计价单位为亿美元，表 2 同。

表 A2 2020年1-6月全球进、出口贸易的同比下降幅度（%）

| 时间 | 出口贸易 | 进口贸易 |
|----|--------|--------|
| 1月 | -4.93 | -2.50 |
| 2月 | -1.98 | -1.33 |
| 3月 | -9.40 | -7.05 |
| 4月 | -24.95 | -23.43 |

| | | |
|------|--------|--------|
| 5月 | -27.28 | -26.56 |
| 6月 | -10.82 | -9.50 |
| 1-6月 | -13.48 | -11.98 |

附录二 计量方程的理论推导

首先，假定世界存在 n ($n=1,2,3,\dots,N$) 个国家，各国生产特定产品 k ($k=1,2,3,\dots,K$)。按照 Anderson (1979) 的做法，进口国 j 代表性消费者的 CES 效用函数可以表示如下：

$$U_j = \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \left[f(\phi_i) c_{ijk} \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \quad (\text{A1})$$

其中， c_{ijk} 表示进口国 j 对出口国 i 生产的产品 k 的消费量； ϕ_i 表示出口国 i 境内新冠肺炎疫情的发生强度； $\sigma (> 1)$ 表示产品间替代弹性；函数 $f(\phi_i)$ 反映了进口国 j 代表性消费者对出口国 i 生产的产品 k 的青睐程度，此处采用 $f(\phi_i) = \theta \phi_i^{-1}$ 这一函数形式来进行刻画 (θ 表示影响青睐程度的其它因素)，并假定其为出口国 i 新冠肺炎疫情发生强度 ϕ_i 的递减函数 $f'(\phi_i) < 0$ ，在给定其它因素不变的前提下，出口国 i 新冠肺炎疫情的恶化会导致其出口产品在国际市场上的受欢迎程度下降。

为简化起见，并同 Anderson 和 van Wincoop (2003) 等的研究保持一致，假定 j 国从 i 国进口的所有产品价格均为 p_{ij} ，各种产品在 j 国的消费量因此一致，式 (A1) 所示的效用函数从而可改写为：

$$U_j = \sum_{n=1}^N N_i \left[\theta \phi_i^{-1} c_{ij} \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \quad (\text{A2})$$

进口国 j 的消费者在其预算约束 $Y_j = \sum_{n=1}^N N_i p_{ij} C_{ij}$ 内实现效用的最大化，其中， Y_j 表示进口国 j 的国内生产总值。求解上述目标规划问题进而可以得到每种产品的需求函数 $C_{ij} = (p_{ij}/P_j)^{-\sigma} (Y_j/P_j) (\theta \phi_i^{-1})^{\sigma-1}$ ，其中 j 国的加总价格指数被定义作

$P_j = \left[\sum_{n=1}^N N_i (p_{ij}/\theta \phi_i^{-1})^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$ 。综上，可以得到 i 国对 j 国的如下出口表达式：

$$X_{ij} = N_i Y_j (p_{ij}/P_j)^{1-\sigma} (\theta \phi_i^{-1})^{\sigma-1} \quad (\text{A3})$$

为防控新冠肺炎疫情，许多国家/地区纷纷采取了限制出行、关闭公共场所、禁航禁运、封锁边境等干预政策，这些应对措施实质上是一把“双刃剑”，在遏制新冠肺炎疫情扩散蔓延的同时也可能引发贸易限制效应。为刻画新冠肺炎疫情对跨国贸易成本的影响，此处引入

“冰山型”贸易成本建模思路，即考虑货物运输沿途的耗损，出口国 i 至少需要发出 $T_{ij} \geq 1$ 单位的产品才能确保最终 1 单位产品运达进口国 j 。基于此，产品的到岸价 p_{ij} 可以视同“冰山型”贸易成本 T_{ij} 与离岸价 p_i 的乘积： $p_{ij} = T_{ij} p_i$ 。鉴于贸易成本同时受到进、出口国的新冠肺炎疫情的影响，我们将上述等式具体表示作 $p_{ij} = T_{ij}(\phi_i, \phi_j) p_i(\phi_i)$ ，式 (A3) 因而可转化为：

$$X_{ij} = N_i Y_j \left(T_{ij}(\phi_i, \phi_j) / P_j \right)^{1-\sigma} p_i^{1-\sigma} (\theta \phi_i^{-1})^{\sigma-1} \quad (\text{A4})$$

由上式可以发现，出口贸易不仅取决于进口国的国内生产总值、总价格指数、进口国和出口国的新冠肺炎疫情发生强度以及产品的离岸价格，还与出口国的产品种类 N_i 有关。考虑到现实中变量 N_i 难以观测，因此采取与 Yu (2010) 相同的做法，在均衡条件下利用垄断竞争模型推导得出 $N_i = Y_i / (p_i \bar{y}_i)$ ，其中 Y_i 、 \bar{y}_i 各表示出口国 i 的国内生产总值及企业的均衡产出水平；继而将 $N_i = Y_i / (p_i \bar{y}_i)$ 代入式 (A4)，整理即可得到如下引力方程：

$$X_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{p_i^\sigma \bar{y}_i} \left[\frac{T_{ij}(\phi_i, \phi_j)}{P_j} \right]^{1-\sigma} (\theta \phi_i^{-1})^{\sigma-1} \quad (\text{A5})$$

为估计上述引力方程，我们对等式 (A5) 两边进行对数化并添加时间下标 t ，进而可得：

$$\begin{aligned} \ln X_{ijt} = & \ln(Y_{it} Y_{jt}) - \sigma \ln p_{it} + (1-\sigma) \ln T_{ijt} + (\sigma-1) \ln P_{jt} \\ & + (\sigma-1) \ln \theta_t - (\sigma-1) \ln \phi_{it} - \ln \bar{y}_{it} \end{aligned} \quad (\text{A6})$$

式中，贸易成本 T_{ijt} 包含了人为成本、自然成本两部分，对此一方面通过控制进、出口方各自的新冠肺炎疫情发生强度以及双方是否同属于 WTO 成员、是否签署区域贸易协定、是否建立货币联盟等因素来捕捉人为成本，另一方面则通过纳入进、出口双方的人文地理、历史关联等因素来对自然成本进行控制。另外，针对进、出口国的月度国内生产总值、价格指数、企业的均衡产出水平、进口国对出口国产品的青睐程度等因素不可观测的问题，我们采取将其放入随机扰动项 ω_{ijt} 并通过控制出口方、进口方及月度固定效应等方式来予以应对。经过上述变形转换，最终可以得到如下形式的基准计量方程：

$$\ln x_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 covid_{it} + \beta_2 covid_{jt} + \eta \bar{Z} + \delta_i + \delta_j + \delta_t + \omega_{ijt} \quad (\text{A7})$$

附录三 变量的描述性统计

| 表 A3 | | 变量的描述性统计 | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|
| 变量 | 均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
| lnex_fob | 12.56054 | 4.202082 | 0 | 24.40962 |
| lnim_cif | 12.21038 | 4.319585 | 0 | 24.35132 |
| coviddeath_i | 2.426265 | 2.937567 | 0 | 11.75763 |
| coviddeath_j | 2.43853 | 2.934683 | 0 | 11.75763 |
| lnidist | 8.662622 | 0.824469 | 2.349362 | 9.901043 |

| | | | | |
|------------|----------|----------|---|---------|
| contig | 0.020577 | 0.141963 | 0 | 1 |
| comlang | 0.159728 | 0.366355 | 0 | 1 |
| colony | 0.014771 | 0.120637 | 0 | 1 |
| comcol | 0.099798 | 0.299731 | 0 | 1 |
| curcol | 0.000845 | 0.029059 | 0 | 1 |
| col45 | 0.009443 | 0.096717 | 0 | 1 |
| smctry | 0.01106 | 0.104584 | 0 | 1 |
| landlocked | 0.288561 | 0.453095 | 0 | 1 |
| wto | 0.717466 | 0.450233 | 0 | 1 |
| rta | 0.293474 | 0.455355 | 0 | 1 |
| comcur | 0.023658 | 0.151981 | 0 | 1 |
| lnsi_i | 3.103382 | 1.594343 | 0 | 4.61512 |
| lnsi_j | 3.112626 | 1.587848 | 0 | 4.61512 |

附录四 实证研究环节涉及的指标变量及技术细节说明

1. 遗漏变量问题检验

表A4 遗漏变量检验结果

| 核心解释变量 | 检验方式 | 出口情形 | 进口情形 |
|--------------|--------------|---------------------|---------------------|
| coviddeath_i | 判别区间 | [-0.01048,-0.00576] | [-0.00963,-0.00860] |
| | AET 统计量 | 5.552464 | 9.347788 |
| | δ 统计量 | 2.219725 | 26.06255 |
| coviddeath_j | 判别区间 | [-0.01089,-0.00903] | [-0.01055,-0.00675] |
| | AET 统计量 | 14.58799 | 7.752502 |
| | δ 统计量 | 5.831838 | 2.780576 |

2. 月度 GDP 指标的构造。借鉴 Egger 和 Gassebner（2015）的做法，我们分别以样本经济体 i 在 2020 年上半年中各月的进、出口占比作为权重，在此基础上将其与样本经济体上半年的 GDP 相乘，即得到月度 GDP 的近似表达式，具体如下：

$$\begin{cases} GDP_{im}^{EX} = \frac{EX_{im}}{\sum_{m=1}^6 EX_{im}} \times GDP_i \\ GDP_{im}^{IM} = \frac{IM_{im}}{\sum_{m=1}^6 IM_{im}} \times GDP_i \end{cases} \quad (A8)$$

其中， GDP_{im}^{IM} 、 GDP_{im}^{EX} 分别表示样本经济体 i 在月份 m 基于进、出口权重估算得到的月度 GDP， IM 、 EX 分别表示样本经济体 i 的月度进、出口总额， GDP_i 表示样本经济体上半年的 GDP。在上述变量中，月度进、出口额可以通过 IMF-DOTS 数据直接获取；半年度 GDP 则可以利用 2020 年第一、第二季度的 GDP 数据加总得到，季度 GDP 的原始数据来自 CEIC 数据库。

3. 多边贸易阻力项的构造。借鉴 Kancs（2007）的做法，采用某一样本经济体的对外贸易自由度的倒数来刻画其面临的多边阻力，贸易自由度的计算公式为：

$$\varphi_{ijm} = \sqrt{E_{ijm} E_{jim} / E_{iim} E_{ijm}}, \text{ 其中分子表示样本经济体双边出口额的乘积，分母则表示样本}$$

经济体内部贸易额的乘积。由于样本经济体的国内贸易额缺乏现成的衡量指标，因此我们综合运用 Wei (1996) 等人的方法来进行构造。基于市场出清这一前提假设，将经济体 i 在 2020 年 m 月份的国内贸易额 X_{im}^{dom} 表示为其收入水平 Y_{im} 与出口总额 EX_{im} 之间的差额：

$$X_{im}^{dom} = Y_{im} - EX_{im};$$

考虑到现实中 GDP 数据通常包含了不可贸易品诸如服务贸易等成分，

因此参照 Anderson (1979) 的做法，将经济体 i 的总收入水平 Y_{im} 近似地表示作

$$Y_{im} = s \times GDP_{im},$$

其中参数 s 表示 GDP 中用于可贸易品的份额，借鉴 Novy (2013) 的做法

我们将其数值设定为 0.8；在计算样本经济体国内贸易额的过程中涉及到月度 GDP 指标，其构造方法前面已作了详细的介绍，此处不再赘述；综上，我们可以将样本经济体各月的国内贸易额表示作 $X_{im}^{dom} = 0.8 \times GDP_{im} - EX_{im}$ ；在上述基础上，进一步计算经济体 i 面临的多边

阻力，具体计算公式为 $mres_{im} = \left(\sum_j \frac{GDP_{jm}}{GDP_m} \varphi_{ijm} \right)^{-1}$ ，其含义表示经济体 i 与贸易伙伴 j 的

双边贸易自由度的加权平均值的倒数，其中权重为贸易伙伴 j 的经济规模占比。

4.其他稳健性检验

本节缩尾处理、野聚类自助法得到的估计结果均基于原文表1第(1)、(4)列所对应的基准计量模型。一方面，从表A5的缩尾处理后的估计结果可以发现，在进、出口情形下，进、出口双方的疫情发生状况变量均在1%的统计水平上显著为负；另一方面，基于野聚类自助法得到的核心变量估计系数的标准误与原文表1第(1)、(4)几乎一样，同时从图A2、A3来看核心变量估计系数对应的95%置信区间与列示于表A7的基准估计结果非常近似。由此可见不存在任何实质性的差异。

表A5

缩尾处理后的估计结果

| | 出口 | 进口 |
|--------------|------------------------|------------------------|
| | (1) | (2) |
| coviddeath_i | -0.00961*** (0.003) | -0.00866*** (0.003) |
| coviddeath_j | -0.0101*** (0.003) | -0.00979*** (0.002) |
| Controls | ✓ | ✓ |
| Exporter FE | ✓ | ✓ |
| Importer FE | ✓ | ✓ |
| Time FE | ✓ | ✓ |
| Observations | 102,953 | 114,818 |
| R-squared | 0.715 | 0.721 |

表A6

基于野聚类自助法的估计结果

| | 出口 | 进口 |
|--------------|----------------------------|-----------------------------|
| | (1) | (2) |
| coviddeath_i | -0.0105*** (0.00256029) | -0.00963*** (0.00267613) |
| coviddeath_j | -0.0109*** | -0.0105*** |

| | | |
|--------------|--------------|-------------|
| | (0.00262786) | (.00238602) |
| Controls | ✓ | ✓ |
| Exporter FE | ✓ | ✓ |
| Importer FE | ✓ | ✓ |
| Time FE | ✓ | ✓ |
| Observations | 102,953 | 114,818 |
| R-squared | 0.715 | 0.721 |

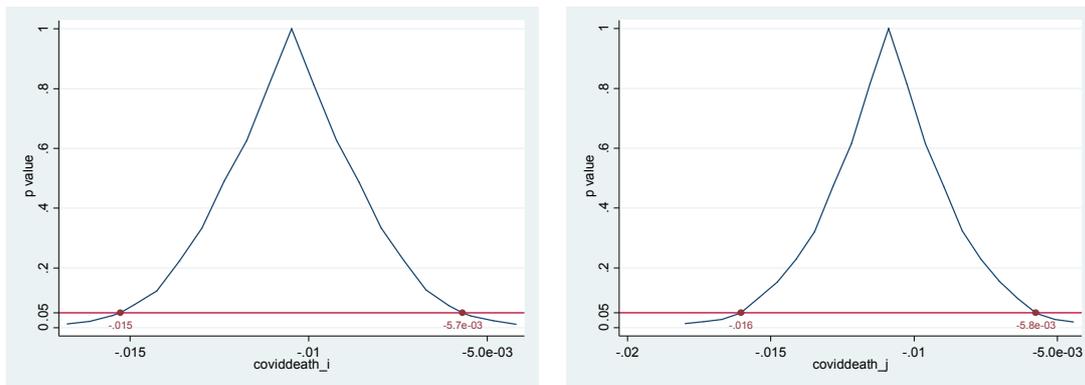


图 A2 出口情景下核心解释变量基于野聚类自助法得到的系数估计值的 95%置信区间

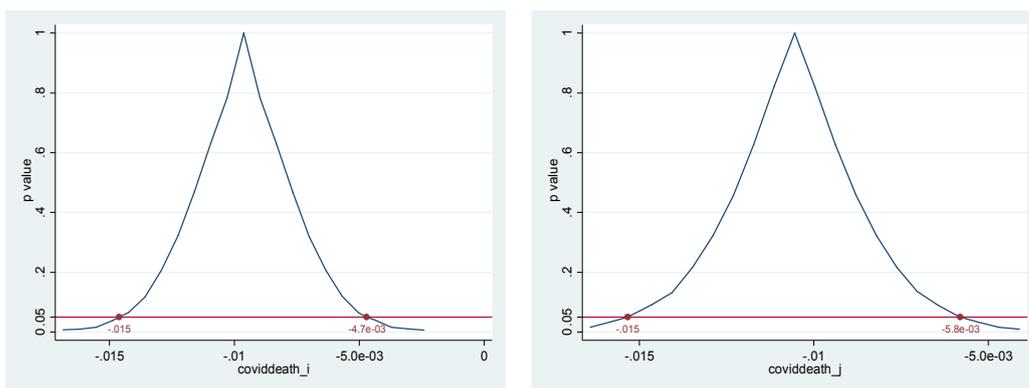


图 A3 进口情景下核心解释变量基于野聚类自助法得到的系数估计值的 95%置信区间

表 A7 基准估计结果中核心解释变量系数估计值的 95%置信区间

| 核心解释变量 | 出口情形 | 进口情形 |
|--------------|-------------------------|-------------------------|
| coviddeath_i | [-0.0154987,-0.0054618] | [-0.0148741,-0.0043833] |
| coviddeath_j | [-0.0160454,-0.0057438] | [-0.0152242,-0.0058706] |

5.贸易保护措施衡量指标的构造说明

若进、出口方在本文考察时间内存在实施贸易保护措施的行为，则该变量取值为 1，反之为 0。构造贸易保护措施指标所涉及的原始数据来自全球贸易预警数据库（GTA），该数据库涵盖了红色、黄色、绿色三类贸易措施，其中绿色贸易措施通常被认为不会对外国的商业利益造成歧视性影响，因此我们根据样本经济体在考察期内实施的红色、黄色贸易措施的具体情况来构造贸易保护措施衡量指标。

附录五 GETI 反事实分析框架的设定与测算结果

在运用 GETI 反事实分析框架对消除进、出口方双边新冠肺炎疫情情境下的贸易利得进行量化评估的过程中涉及到以下三个关键环节，具体说明如下：

1.数据和指标的调整修正。由于 GETI 反事实分析框架建立在一般均衡条件基础之上，

其必须同时纳入国内、外贸易两个维度，由于前文使用的贸易数据仅限于跨国层面，因此还须将国内贸易数据也一并囊括进来。针对样本经济体的国内贸易额普遍缺乏现成的统计指标这一问题，同前一样综合采用 Wei（1996）等人的方法来进行构造。

2. 双边贸易成本的求解。为得到双边贸易成本参数 τ_{ni} 的具体值，我们利用上述构建的涵盖了国内、外贸易两个维度的样本数据并基于正文表 3 第（9）列所示的指标变量和计量模型设定进行估计，然后将估计结果代入计算公式 $\tau_{ni} = \exp\left(\sum \eta \bar{Z}\right)$ ，即可求得参数 τ_{ni} 。

3. 替代弹性参数的确定。替代弹性 ε 是本节反事实分析的重要参数之一，此处沿用 Head 和 Mayer（2014）的做法，将其经验值设定为-5.03。

由此得到的国别地区层面和洲际、收入分组层面的贸易福利收益改善效应（平均值）分别如表 A8、A9 所示。

表 A8 全球主要经济体的平均贸易福利收益改善效应

| 经济体 | 贸易福利收益比率 | 经济体 | 贸易福利收益比率 | 经济体 | 贸易福利收益比率 |
|--------|----------|--------|----------|-------|----------|
| 韩国 | 1.0348 | 马其顿 | 1.0224 | 芬兰 | 1.0176 |
| 乌拉圭 | 1.0337 | 澳大利亚 | 1.0223 | 土耳其 | 1.0172 |
| 毛里求斯 | 1.0308 | 哥伦比亚 | 1.0221 | 日本 | 1.0170 |
| 波黑 | 1.0306 | 肯尼亚 | 1.0221 | 尼日利亚 | 1.0167 |
| 爱沙尼亚 | 1.0298 | 沙特阿拉伯 | 1.0216 | 冰岛 | 1.0165 |
| 以色列 | 1.0294 | 加拿大 | 1.0214 | 南非 | 1.0164 |
| 墨西哥 | 1.0294 | 阿曼 | 1.0214 | 瑞士 | 1.0161 |
| 荷兰 | 1.0292 | 拉脱维亚 | 1.0210 | 博茨瓦纳 | 1.0157 |
| 马来西亚 | 1.0289 | 巴西 | 1.0206 | 爱尔兰 | 1.0157 |
| 印尼 | 1.0287 | 格鲁吉亚 | 1.0206 | 哈萨克斯坦 | 1.0156 |
| 保加利亚 | 1.0275 | 智利 | 1.0205 | 白俄罗斯 | 1.0153 |
| 吉尔吉斯斯坦 | 1.0274 | 巴拉圭 | 1.0202 | 俄罗斯 | 1.0146 |
| 波兰 | 1.0268 | 奥地利 | 1.0199 | 澳门 | 1.0144 |
| 乌克兰 | 1.0262 | 乌兹别克斯坦 | 1.0199 | 卡塔尔 | 1.0140 |
| 美国 | 1.0260 | 新西兰 | 1.0197 | 罗马尼亚 | 1.0138 |
| 中国 | 1.0253 | 厄瓜多尔 | 1.0192 | 德国 | 1.0136 |
| 挪威 | 1.0247 | 意大利 | 1.0191 | 丹麦 | 1.0136 |
| 克罗地亚 | 1.0244 | 英国 | 1.0189 | 葡萄牙 | 1.0130 |
| 立陶宛 | 1.0239 | 西班牙 | 1.0188 | 阿尔巴尼亚 | 1.0129 |
| 蒙古 | 1.0239 | 约旦 | 1.0188 | 瑞典 | 1.0129 |
| 加纳 | 1.0238 | 秘鲁 | 1.0185 | 希腊 | 1.0128 |
| 埃及 | 1.0237 | 泰国 | 1.0185 | 摩尔多瓦 | 1.0120 |
| 印度 | 1.0235 | 玻利维亚 | 1.0183 | 菲律宾 | 1.0112 |
| 塞浦路斯 | 1.0227 | 马耳他 | 1.0182 | 阿根廷 | 1.0030 |
| 巴林 | 1.0226 | 亚美尼亚 | 1.0180 | | |

注：表中的福利收益比率即消除新冠肺炎疫情后的福利收益与消除前的福利收益的比值；限于篇幅，此处仅以出口情形为例进行分析，同时略去了 74 个经济体考察期内各月的福利收益改善效应，备案。

表 A9 洲际、收入分组层面的平均贸易福利收益改善效应

| 洲际组别 | 贸易福利收益比率 | 收入组别 | 贸易福利收益比率 |
|------|----------|------|----------|
|------|----------|------|----------|

| | | | |
|--------|--------|-----------|--------|
| 亚洲（22） | 1.0214 | 中高等收入（22） | 1.0211 |
| 非洲（7） | 1.0213 | 中低等收入（14） | 1.0209 |
| 美洲（12） | 1.0211 | 高等收入（38） | 1.0201 |
| 大洋洲（2） | 1.0210 | | |
| 欧洲（31） | 1.0196 | | |

注：表中第（2）、（4）列的数值表示74个经济体分别按照洲际、收入层面归并后的贸易福利收益比率平均值；第（1）、（3）列括号内数值表示包含的经济体数目。