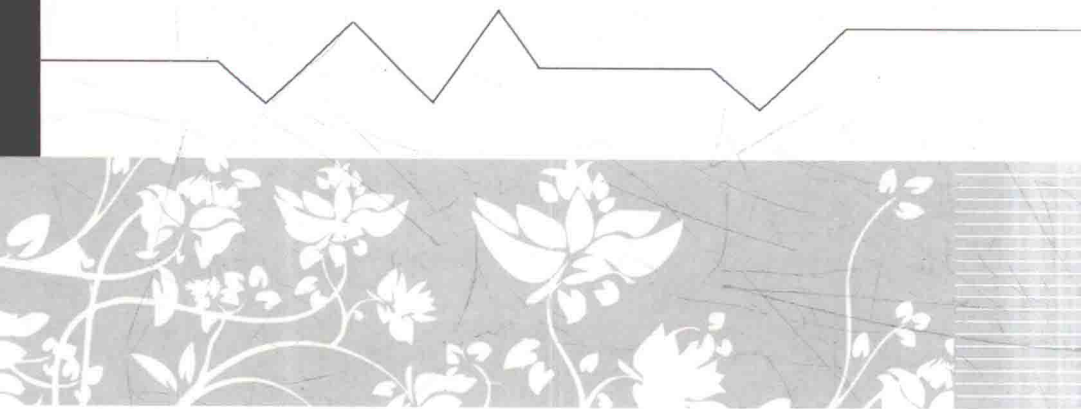


中央高校基本科研业务费专项资金资助项目
Fundamental Research Funds for the Central Universities

贸易中的引力模型： 理论基础与实证应用

The Gravity Model in International Trade:
Theoretical Foundation and Empirical Evidence

林发勤 著



中国财经出版传媒集团



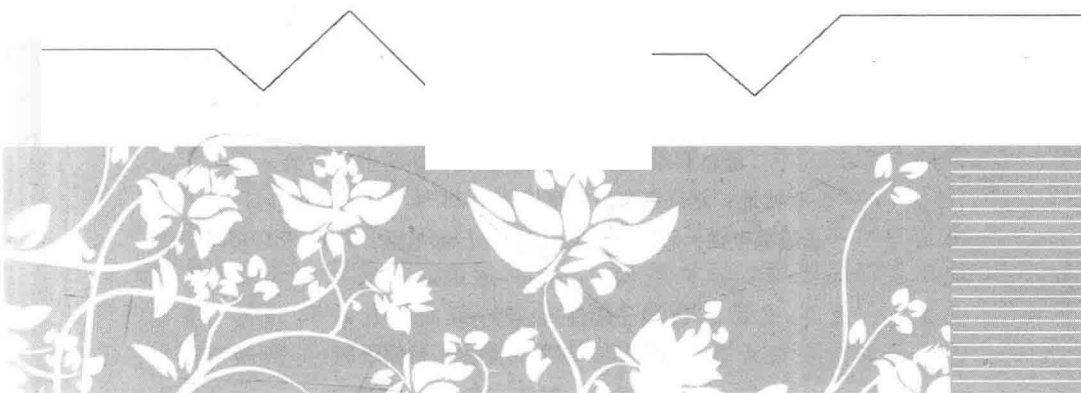
经济科学出版社
Economic Science Press

中央高校基本科研业务费专项资金资助项目
Fundamental Research Funds for the Central Universities

贸易中的引力模型： 理论基础与实证应用

The Gravity Model in International Trade:
Theoretical Foundation and Empirical Evidence

林发勤 著



中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

贸易中的引力模型：理论基础与实证应用/林发勤著.

—北京：经济科学出版社，2016. 10

ISBN 978 - 7 - 5141 - 7415 - 1

I. ①贸… II. ①林… III. ①贸易理论 - 研究

IV. ①F710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 261619 号

责任编辑：王 娟

责任校对：王苗苗

责任印制：李 鹏

贸易中的引力模型：理论基础与实证应用

林发勤 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编辑部电话：010 - 88191217 发行部电话：010 - 88191522

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：http://jjkxcbs. tmall. com

北京季蜂印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 11.25 印张 200000 字

2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 7415 - 1 定价：32.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 举报电话：010 - 88191586)

电子邮箱：dbts@ esp. com. cn)

前 言

国内使用引力模型的研究非常多，大家都很熟悉这个模型，熟悉到什么程度呢？可能熟悉到期刊编辑部看到使用引力模型的文章就觉得太低端，品位不那么高。在中国知网上搜索国内重要期刊上关于引力模型的文章，发现国内经济学界最为权威的期刊《经济研究》上近10年来没有发表过真正直接应用引力模型来分析国家间贸易流量的论文，虽然有的文章有所提及。

确实引力模型这个话题是很古老的话题，但引力模型却一直在发展的过程中，国外的主要经济学期刊一直都有直接应用引力模型的文章，不管是在理论上还是在实证应用上，这也说明了国内外期刊在选题上的一些差别。如果从知识积累的角度去看，有必要对这一领域进行适当的总结。虽然自己在引力模型领域也没有做出拿得出手的研究成果，只是有一些粗浅的探索，也许让比我更优秀的国内贸易经济学家写的话，会好很多，但希望笔者的拙作能够抛砖引玉，让更优秀的学者对这一领域进行更好地探索，以饕有需要的同行和学生。

本书共包括19章，除了第1章对于引力模型进行简介，最后一章第19章对引力模型在非贸易领域的研究进行简介和对引力模型的研究方向进行拓展外，其余17章主要为三个部分：第一部分（第2~4章）主要介绍了引力模型的阿明顿（Armington）假设前提下的基本理论推导和异质企业理论背景下引力模型的相关前沿拓展；第二部分（第5~9章）介绍引力模型估计方法上的进展，包括固定效应方法，对数引力模型的方法，零贸易变量处理问题，比率引力模型等；第三部分（第10~18章）主要对最近国外一流学术期刊上在实证上应用引力模型的文献进行了一定程度的综述，包括距离效应之谜、自贸区、WTO、移民、语言、举办大型赛事、网络、政治因素等对贸易的影响，当然其中也包含了我们最新的一些研究成果，以期读者对这些应用有一个大概的了解和把握，因此这些章节



是本书内容最为丰富的部分。

因为本书主要是为了想利用引力模型做研究的同行和同学准备的，主要介绍的还是实证方面的内容，理论部分介绍了基本的基础理论，主要是对阿明顿假设下的理论基础做了详细的介绍和证明，而对于理论的最新发展只有简单的涉及，没有做深入的推导介绍。其中关于安德森（Anderson）和范·温克尔帕（Van Wincoop, 2003）的引力模型，部分内容来自于笔者当时参与翻译罗伯特·芬斯特拉（Robert. Feenstra）教授的《高级国际贸易：理论与实证》（第一版）中第5章关于引力模型的内容（唐宜红教授主译）。还有一点需要说明的是，本书中引用的文献主要来自英文期刊，国内也有很多人利用引力模型做了大量的研究，但由于精力和时间有限，我们没有把这些文献包括进来，这里要向这些研究者表达歉意。

最后，我们需要强调的是本书中所出现的国家有可能指的是国家或地区，当然，我们在书中适当的地方也尽量加以区别。

林发勤

2016年暑假于家中

目 录

第 1 章 引力模型简介	1
--------------------	---

第一部分 引力模型的经济学理论基础

第 2 章 引力模型的基本理论：规模效应和经验证据	7
---------------------------------	---

第 3 章 引力模型的基本理论与边界效应	11
----------------------------	----

3.1 边界效应简介	11
3.2 引力模型的理论推导之一	13
3.3 引力模型的理论推导之二	16
3.4 引力模型的理论推导之三	17
3.5 贸易成本如何影响贸易	19
3.6 贸易的边界效应再估计	21
3.7 固定效应方法估计	26
3.8 边界效应的研究扩展	26

第 4 章 引力模型理论的扩展	30
-----------------------	----

4.1 EK 模型中引力方程简介	30
4.2 异质企业理论框架下的引力模型	32

第二部分 引力模型的常用估计方法

第 5 章 贸易数据和固定效应的运用	39
--------------------------	----



第6章	对数引力模型的估计	42
第7章	零贸易变量和广度边际	46
第8章	其他估计方法和拓展	51
8.1	比率引力模型	51
8.2	一个综合方法	52
第9章	引力模型中的贸易成本	54

第三部分 应用引力模型的实证研究

第10章	距离效应之谜	61
第11章	自由贸易协定的贸易效应研究	69
第12章	WTO 对贸易的促进作用	84
第13章	移民网络对于贸易的促进作用	103
第14章	语言和贸易	111
第15章	举办奥林匹克或者世界杯和贸易	116
第16章	网络如何影响贸易	122
第17章	战争和腐败如何影响贸易	125
17.1	战争和贸易	125
17.2	腐败与贸易	132



第 18 章 国际关系和贸易	142
18.1 领导人访问如何影响贸易	142
18.2 国家间友好关系如何影响贸易	144
第 19 章 引力模型的其他应用及其拓展	149
19.1 引力模型在非贸易领域的应用情况简介	149
19.2 引力模型可以用来构造贸易的工具变量	150
19.3 引力模型研究可能的拓展方向	150
参考文献	152
后记	169

第 1 章

引力模型简介

过去 50 多年来,引力模型一直被当作令人信赖的工具被用来进行跨国贸易流量的实证分析,作为事后分析手段,引力模型是国际贸易实证研究中最成功的模型之一。成千上万的论文,不管是已经发表还是没有发表的都在使用引力模型进行贸易方面的研究。引力模型除了深受学术界的欢迎外,在贸易政策界也很受欢迎,其中一个特点就是引力模型在使用上具有相当程度的灵活性,使我们可以较为容易地研究不同贸易政策对贸易的影响。所以迪尔多夫 (Deardorff, 1998) 把引力模型比喻成生活中的客观存在事实 (a fact of life), 黑德和迈尔 (Head and Mayer, 2014) 也形象地把引力模型比喻为工具箱 (Workhorse, Toolkit) 和食谱 (Cookbook)。

贸易中的引力模型起源于牛顿 (Newton) 由于苹果落地获得灵感而提出的物理学上面的“万有引力”公式,她发表在 1687 年牛顿所写的《自然哲学的数学原理》上,即两物体之间的引力与他们之间的质量成正比,与他们之间的距离成反比。

$$F_{i,j} = G \frac{M_i M_j}{D_{i,j}^2} \quad (1.1)$$

其中, $F_{i,j}$ 代表两物体之间的引力, M 代表质量, D 表示两物体之间的距离, G 为万有引力常量,近似地等于 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ (牛顿平方米每二次方千克)。1962 年,首届 (1969 年) 诺贝尔经济学奖得主简·丁伯根 (Tinbergen) 认为可以把类似的方程运用到国际贸易流量的估算上,认为两个国家之间的贸易量很有可能和他们的经济规模成正比,而与两国之间的距离成负相关的关系,以至于后来更多的人认为这种社会交互影响会发生在贸易之外更广的变量上,如 FDI、旅游、移民等等,我们在最后一个章节中会介绍引力模型在非贸易领域方面的一些研究进展。我们可以用完全类似的方程来描述这样的国家间贸易引力关系:



$$F_{i,j} = G \frac{M_i^\alpha M_j^\beta}{D_{i,j}^\theta} \quad (1.2)$$

其中， $F_{i,j}$ 可代表*i*到*j*的贸易流量，如*i*地区到*j*地区的出口，也可表示*i*地区来自*j*地区的进口，或表示两地区的总贸易流量（出口加进口）。 M 代表两地区的经济规模，如 F 为贸易货币流量， M 通常代表了两地区的国内生产总值（GDP）或者国民生产总值（GNP）。如 F 为移民流量， M 代表人口规模可能就更加合适。 D 表示两地区之间的距离，通常是经济中心之间的地理距离，也可以用政治中心（首都）之间的地理距离。在贸易流量的方程中，经济规模和地理距离对贸易流量的弹性是不确定的，不同于物理上的引力方程，（ α 和 β 不一定为1， θ 也不一定为2）。事实上，我们的确发现了这样的基本模式：与GDP（距离）成正（反）比，且弹性接近1。

黑德和迈尔（2014）描述了日本2006年与欧盟国家的贸易（与希腊为1），左边为日本的出口，右边为日本的进口，横轴为欧盟国家的GDP，希腊设为1（中等规模国家）。可以发现，贸易量对数和GDP对数的简单回归拟合值显示日本对欧盟出口相对于欧盟国家GDP的弹性为1.00，进口GDP弹性为1.03。事实上，根据黑德和迈尔（2014），日本和欧盟之间贸易与GDP正相关的结论，弹性接近于1，不仅仅在2006年成立，在其他年份也成立，虽然不一定精确为1，但是估计弹性的置信区间总是包含了1。贸易与经济规模成正比的这种关系，也不仅仅局限于日本，美国和欧盟的贸易也显示了这样的基本格局，图1-1描述的就是美国与欧盟的贸易与欧盟国家GDP之间的关系，纵轴是美国与欧盟各国的贸易占美国与欧盟总贸易的比重，横轴代表欧盟各国的GDP占欧盟总GDP的比重，简单的回归结果也显示两者之间的弹性约为1。

黑德和迈尔（2014）也清晰地描述了另外一个基本的判断，即贸易与距离成反比。我们发现贸易与GDP成正比，且弹性接近于1，因此我们可以把GDP放到方程左边，看贸易（出口或进口）占GDP的比重与地理距离的关系。文中有图表述的是法国的贸易占贸易伙伴国GDP的比重与地理距离之间的散点图，可以看到两者负相关，且弹性也接近于1，特别是法国的进口，距离弹性为-0.894。

另外，值得一提的是，虽然丁伯根首先应用了引力模型来分析贸易流量，但在丁伯根之前，贝克尔曼（Beckerman, 1956）就分析研究了距离对欧洲贸易的影响。后来，林内曼（Linnemann, 1966），艾特肯（Aitken, 1973）、萨丕尔（Sapir, 1981）等人也利用引力模型来分析了国家之

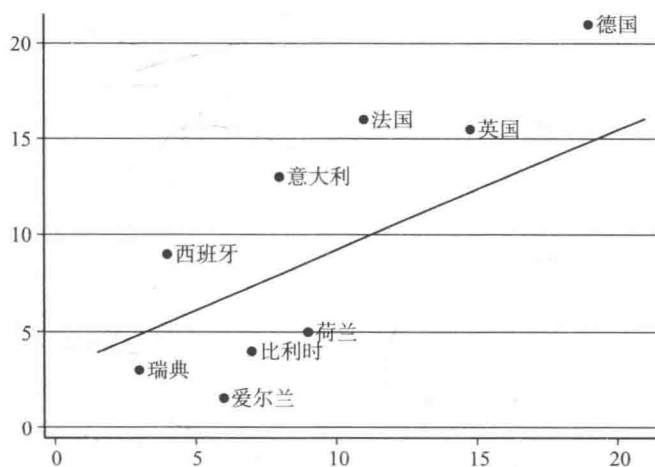


图 1-1 美国与欧盟国家的贸易

注：横轴代表欧盟各国 GDP 占欧盟总 GDP 的比重，纵轴代表美国与欧盟各国的贸易占美国与欧盟整体贸易的比重。

资料来源：克鲁格曼，奥伯斯法尔德和梅利茨（Krugman, Obsfeld and Melitz, 2012）中的图 2.2。

间的贸易流量。很显然，早期的引力模型缺少经济学理论上支持，并且对引力模型本身的经济解释也不够，因为它是以对现实贸易的直观判断为依据的，直接根据物理上的引力模型进行的直观判断和类比，黑德和迈尔（2014）称之为幼稚的引力方程（naïve gravity）。以至于迪尔多夫（1984）提出所谓引力模型的理论基础也许是个伪命题，到底有没有理论基础是值得怀疑的。

然而事实上，在丁伯根之前的两年，萨维奇和多伊奇（Savage and Deutsch, 1960）就写了类似贸易的引力方程，但模型本身确实有很多问题，后来安德森（1979）开始对引力模型完善。可以说自从安德森（1979）开始，引力模型开始寻求正式的理论基础，但是这些努力始终没有得到贸易经济学家的一致认可，其中的一大原因就是这些模型本身太复杂了，而不能直接拿来使用和分析贸易问题。以至于弗兰克尔等（Frankel et al., 1997, p. 53）把这种所谓的理论基础看成了一种尴尬（The equation has... gone from an embarrassing poverty of theoretical foundations to an embarrassment of riches!）。但在这之后的几年中，引力模型在理论上的发展之快和成熟之度让人应接不暇，其中影响最大的当属安德森和范·温克尔帕（2003）。当然除了安德森和范·温克尔帕（2003）之外，还有很多文献在这一领域做了大量的贡献，我们稍后会做介绍。

第一部分 引力模型的经济学 理论基础

本部分（第2~4章）主要介绍了引力模型的相关理论基础，包括在不纳入贸易成本时，规模以及规模相似度对贸易的影响，阿明顿假设前提下的基本理论推导和边界效应等的实证探索，我们也介绍异质企业理论背景下引力模型的相关前沿拓展。部分内容来自于笔者当时参与翻译罗伯特·芬斯特拉教授的《高级国际贸易：理论与实证》中第5章关于引力模型的内容（唐宜红教授主译）。

第 2 章

引力模型的基本理论： 规模效应和经验证据

关于引力模型的理论基础发展有两个层次，第一个层次是从理论上证明双边贸易流量与国家 GDP，即经济规模成正比，这里不考虑贸易成本即距离因素，这里关键的一点是从新贸易理论规模经济的角度来解释双边贸易量与国家经济规模呈正相关的关系。第二个层次是引入贸易成本。第一个层次也是形式最简单的引力方程，两国之间的双边贸易额刚好与国家 GDP 的乘积成比例。因此，较大的国家之间贸易量将会较大，相对规模接近的国家之间也是如此。这个方程在实证上表现得特别好，从最早被丁伯根（1962）提出以来就已被熟知。这一部分我们的目标就是要在自由贸易的假设下，即以所有国家具有相同的价格为前提，导出这个简单形式的引力方程。后面我们将放松这个假设，允许国家间贸易壁垒引起的价格差异来讨论第二个层次。

假设国家专业化生产差异化的产品，每个国家生产的产品不同于其他国家，并且不同国家的需求函数是相同的，偏好是同位的，贸易是自由的（没有关税或运输成本）。那么，任何国家生产的一种商品会按照购买国 GDP 大小而成比例地出口至购买国。从形式上来说，考虑一个多国框架（ n 个国家）， k 表示行业。令 y_k^i 表示国家 i 的商品 k 的产量，由于所有国家的价格相同，我们将其标准化为一个单位，那样 y_k^i 实际上度量的就是产值。每个国家的 GDP 总量可以算出为 $Y^i = \sum_k y_k^i$ ，世界 GDP 为 $Y^w = \sum_i Y^i$ 。令 s^j 表示国家 j 占世界总消费的份额，假设贸易在每个国家都是均衡的，那么 s^j 也表示国家 j 占世界 GDP 的份额。从国家 i 至国家 j 的出口额为

$$X^{ij} = \sum_k x_k^{ij} = \sum_k s^j y_k^i = s^j \sum_k y_k^i = s^j Y^i = \frac{Y^i Y^j}{Y^w} = \frac{Y^i Y^j}{Y^w} = s^i Y^j = X^{ji} \quad (2.1)$$



将第一项和最后一项相加，我们便得出两国间的双边贸易等于：

$$X^{ij} + X^{ji} = 2 \frac{Y^i Y^j}{Y^w} \quad (2.2)$$

其中左边代表 i 国和 j 国的双边贸易流量，右边 Y^i 代表 i 国 GDP， Y^j 为 j 国 GDP， Y^w 为世界总 GDP，两边同时除以 $Y^i + Y^j$ ，可以得到：

$$\frac{X^{ij} + X^{ji}}{Y^i + Y^j} = 2 \frac{Y^i}{Y^i + Y^j} \frac{Y^j}{Y^i + Y^j} \frac{Y^i + Y^j}{Y^w} \quad (2.3)$$

如果我们假设这两个国家属于“地区 A”。这样，他们在地区 GDP 中的相对份额可表示为 s^{ir} 和 s^{jr} ， s^{rw} 为 A 地区占世界 GDP 的比重， $s^{rw} = s^i + s^j$ ，这样方程就可以写成：

$$\frac{\text{Bilateral trade}}{\text{Regional income}} = 2s^{ir}s^{jr}s^{rw} \quad (2.4)$$

因为 $s^{ir} + s^{jr} = 1$ ，所以 $2s^{ir}s^{jr} = 1 - (s^{ir})^2 - (s^{jr})^2 \leq \frac{1}{2}$ ，定义为规模离散指数 (SDI)，两国经济规模越相似，SDI 越大。因此，最后可以得到：

$$\frac{\text{Bilateral trade}}{\text{Regional income}} = \text{SDI}(s^i + s^j) \quad (2.5)$$

对数线性化后得到：

$$\ln\left(\frac{\text{Bilateral trade}}{\text{Regional income}}\right) = \ln(\text{SDI}) + \ln(s^i + s^j) \quad (2.6)$$

前述的推导是基于一个地区有两个国家的情况，不过赫尔普曼证明了该结论对多个国家的地区仍成立，如果所有国家的生产是完全专业化的，消费者偏好相同且同位，且世界范围内均为自由贸易，那么地区 A 的国家间进行的贸易总量与它们的 GDP 之比为：

$$\frac{\text{地区 A 的贸易总量}}{\text{地区 A 的经济规模}} = s^A \left[1 - \sum_{i \in A} (s^{ia})^2 \right] \quad (2.7)$$

为了理解这个指数的性质，假设地区 A 有 N 个国家，那么当所有国家有相同大小时 ($1/N$)，SDI 指数取得最大值 ($1 - 1/N$)。相反，当有国家是接近于 1 的份额时，该离散指数会接近 0。这个定理表明贸易总量相对于 GDP 之比将和离散指数成比例。

赫尔普曼 (Helpman, 1987) 用一组 OECD 国家的数据来验证模型，他采用最简单的验证方法，用图形表示了离散指数和贸易量相对于 GDP 的关系。这两个变量确实是随时间而增大，即国家经济规模变得更接近，贸易量也在增加。后来，赫梅尔斯和莱文斯 (Hummels and Levinsohn,



1995) 将这种比较扩展到了非 OECD 国家和地区。德巴拉 (Debaere, 2005) 对这个引力方程进行了最为全面的检验, 德巴拉使用 1970 ~ 1989 年 OECD 国家和非 OECD 国家和地区的样本进行了验证。表 2-1 汇报了估计结果。

表 2-1 将各对国家 (地区) 组合之间 (贸易量/GDP) 值
作为因变量的引力方程实证结果

	OECD 国家和地区				非 OECD 国家和地区			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
GDP 的来源	PWT	IFS	PWT	IFS	PWT	IFS	PWT	IFS
估计方法	OLS	OLS	IV ^a	IV ^a	OLS	OLS	IV ^a	IV ^a
(a) GDP 份额不变								
Ln (Dispersion)	1.01 (0.10)	0.55 (0.04)	1.97 (0.21)	2.10 (0.34)	-2.05 (0.85)	-0.14 (0.20)	-2.30 (1.69)	1.54 (0.71)
R ²	0.59	0.43	0.58	0.39	0.02	0.12	0.02	0.13
N	1820	1820	1820	1820	1320	1320	1320	1320
(b) GDP 份额变化								
Ln (Dispersion)	1.57 (0.11)	0.89 (0.06)	3.28 (0.25)	3.52 (0.24)	-0.96 (0.99)	0.40 (0.24)	-1.43 (1.77)	2.10 (0.73)
Ln ($s_t^i + s_t^j$)	1.30 (0.13)	0.47 (0.06)	2.54 (0.28)	2.76 (0.26)	1.98 (0.95)	0.99 (0.10)	7.51 (2.83)	4.39 (1.18)
R ²	0.61	0.45	0.60	0.43	0.02	0.14	0.02	0.14
N	1820	1820	1820	1820	1320	1320	1320	1320

注：括号内为标准差。由于 GDP 应该按照同一货币即美元来度量，这可以使用名义汇率或者购买力平价即 PPP 汇率从本国货币转换得到。前者即用美元表示的名义 GDP 可从国际基金组织的国际财经统计资料 (IFS) 得到，这是获得不同国家宏观经济数据的一个标准来源；后者即使用 PPP 汇率转换得到的真实 GDP 可以从宾州大学世界表格 (PWT) 经济数据库得到。IV 指的是利用国家人口作为 GDP 的工具变量而得到的结果，这样国家份额和离散指数就用这个第一阶段回归的预测值来计算。(a) 组 GDP 份额不变表示方程中控制不随时间变化的 ($s_t^i + s_t^j$)，实际上可以用国家对固定效应控制。(b) 组 GDP 份额变化表示方程中控制 ($s_t^i + s_t^j$)。

资料来源：德巴拉，2005 或芬斯特拉 (2004) 中的表 5-1。

我们特别感兴趣的是检验 SDI 系数是否接近于 1，就像理论上赫尔普曼方程所预测的那样。表 2-1 的 (1) ~ (4) 列显示的是 14 个 OECD 国家的估计结果，先看 (a) 部分，使用 PWT 得到的国家 GDP 做第 (1) 列回归，我们发现参数非显著地不同于 1。第 (2) 列回归使用 IFS 的名义美元 GDP，估计为 0.55 明显小于 1，不过仍为正且很显著。第 (3) 列和第