

第三章 应用引力方程 分析双边贸易

目 录

- A. 概述和学习目标
- B. 分析工具
 - 1. 引力方程：理论方程
 - 2. 估计方法
 - 3. 高级引力建模问题
 - 4. 数据来源
- C. 应用
 - 1. 建立数据库估计引力模型
 - 2. 度量非关税壁垒的影响
- D. 练习
 - 1. 估计区域贸易协定的影响
 - 2. 计算关税等值

注释

参考文献

表 目 录

表 3.1 引力数据库说明（节选）

表 3.2 香蕉市场的引力估计

专 栏 表

专栏 3.1 应用引力模型估计贸易创造和贸易转移

专栏 3.2 应用分解数据分析引力模型的注意事项

A. 概述和学习目标

本章将要介绍引力模型，它是国际贸易分析非常有用的工具。在对引力模型的理论基础进行简要介绍后，我们将引导读者了解引力模型“母体”估计的可能替代方法。然后，我们将转向讨论高级引力模型问题，比如如何处理零贸易流量，以及如何计算非关税贸易壁垒的关税等值。在本章结尾将给出引力分析的数据来源，并说明如何构建引力数据库。

有了这些分析工具之后，我们将回顾加入 WTO 对贸易的影响。应用部分将指出得到无偏差结果对正确分解估计方程的重要性，介绍如何解释回归分析结果（包括贸易转移和贸易创造的推论），讨论一些潜在的估计问题，如内生性和异方差问题。

在本章，将会学习：

- 引力方程的逻辑基础是什么；
- 哪里可以找到估计所需要的数据；
- 应该了解哪些需要注意的主要度量问题；
- 应该了解哪些需要注意的主要计量经济学估计问题；
- 如何呈现并解释结果；
- 如何建立数据库，并进行回归来估计标准的重力模型；
- 如何利用引力模型计算数量限制（Quantitative Restriction, QR）的关税等值（从价或从量）。

学完本章，掌握一些计量经济学知识，熟悉 STATA 应用，读者就能正确应用 STATA 运行引力方程，并能对其做谨慎的解释。

B. 分析工具

1. 引力方程：理论方程

自从简·丁伯根（1962）的开创性工作以来，任何两个国家之间的双边贸易规模都可以用一个叫“引力方程”的定律来进行近似估计，这个“引力方程”定律类似于牛顿的万有引力理论。¹正如行星间相互吸引与它们的大小和邻近度成比例，国家间贸易与它们各自的 GDPs 和邻近度成比例。最初，引力方程被认为仅仅是经济体的规模、它们之间的距离和它们之间的贸易三个量之间经验上的稳定关系。当时著名的国际贸易模型如李嘉图模型，它根据国家间技术差异来解释贸易模式，还有赫克歇尔-俄林模型（Heckscher-Ohlin

model, H-O 模型), 它认为国家间要素禀赋差异是贸易的基础。引力方程假定标准的李嘉图和 H-O 模型都不能为引力模型提供基础。例如, 在 H-O 模型中, 国家规模和贸易流量结构毫无关系。

引力方程非凡的稳定性以及对双边贸易流量的解释力促使研究人员对其进行理论解释。尽管实证分析早于理论研究, 但我们知道现在大部分贸易模型需要引入引力才能分析。对引力模型提供理论依据的第一个重要尝试是安德森 (1979) 的工作。他选择了一个特定模型背景, 其中货物根据原产国 (所谓的阿明顿假设) 进行区分, 消费者对所有不同产品都具有不同偏好。这个结构意味着无论什么价格, 一个国家都会从其他国家消费一定数量的每一种产品。所有的货物都进行贸易, 所有国家都进行贸易, 处于均衡状态时, 一国国民收入就是国内外对该国生产的特定产品需求总和。基于这个原因, 国家越大, 进出口就越多。贸易成本被模型化为“冰山”成本, 也就是说只有一小部分的货物完好地运达目的地, 其余部分在运输过程中融化了。显然, 如果进口以到岸价格 (Cost, Insurance, Freight, CIF) 度量, 则运输成本减少了贸易流量。

随后的研究进一步表明, 引力模型虽然是一个没有理论基础 (早期对引力模型的批评) 的纯粹经济计量工具, 但并未超出贸易理论的范围。² 尤其是伯格斯坦德 (1985 和 1989) 指出引力模型直接受到克鲁格曼垄断竞争贸易模型的影响。在这种模式下, 同质国家进行差异化产品的贸易, 因为消费者有各种各样的品种偏好。垄断竞争模型克服了阿明顿模型的缺陷, 即阿明顿模型中假定产品是根据生产区位区分的。企业区位是内生决定的, 各国从事不同产品的专业化生产。迪尔朵夫 (1998) 认为引力模型可能源自对贸易的传统要素比例的解释。伊顿和科蒂姆 (2002) 从李嘉图类型的模型中推导出类似的引力方程, 赫尔普曼等 (2008) 和钱尼 (2008) 从异质性企业差异化产品的国际贸易理论模型中也得出了一个类似的引力方程。³

在通常的表述中, 引力方程具有以下乘法形式:

$$X_{ij} = GS_i M_j \phi_{ij} \quad (\text{式 3.1})$$

其中 X_{ij} 是 i 对 j 出口的货币价值, M_j 表示所有进口方的特定要素, 其构成了进口方的总需求 (比如进口国的国内生产总值)。 S_i 是出口方的特定要素 (比如出口国的国内生产总值), 其代表出口方愿意供应的总出口量。 G 是诸如世界自由化水平等不依赖于 i 或 j 的变量。 ϕ_{ij} 表示出口方 i 进入市场 j 的便利程度 (即双边贸易成本的倒数)。

最近关于引力方程理论基础研究的贡献是为了使用引力方程估计得出正确的推论, 它们从经济理论方面强调了引力模型中使用规范和变量的重要性。在这方面特别重要的贡献是安德森和范文库帕 (2003) 的论文, 他们指出控

制相对的交易成本对特定的引力模型至关重要。他们的理论结果表明，双边贸易是由相对交易成本，即 j 国从 i 国的进口倾向由 j 国对 i 国的贸易成本相对于其总体对进口的“阻力”（加权平均贸易成本）以及国家 i 出口商所面临的平均“阻力”来决定的，而不是简单地由国家 i 和国家 j 之间的绝对贸易成本决定的（安德森和范文库帕，2003）。将这些所谓的“多边阻力条件”（下称“Multilateral Trade-Resistance, MTR”）术语纳入研究的原因在于，在其他条件相同的情况下，两个被其他大贸易经济体系包围的国家，比如说比利时和荷兰互为邻国，且分别与法国和德国接壤，但是如果假设它们被海洋包围（如澳大利亚和新西兰），或由广袤的沙漠和山区包围（如吉尔吉斯共和国和哈萨克斯坦），则它们之间的贸易会变得更少。

更为特别的是，安德森和范文库帕研究表明，在世界由 N 个国家构成且各种产品都可由原产地加以区分的背景下，一个从理论上能够得到很好解释的引力方程形式如下：

$$X_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y} \left(\frac{t_{ij}}{\prod_i P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (\text{式 3.2})$$

其中 Y 代表世界的 GDP， Y_i 和 Y_j 分别代表国家 i 和国家 j 的 GDP， t_{ij} （1 加上所有贸易成本的关税等值）是 j 从 i 进口产品的成本， $\sigma > 1$ 表示替代弹性， \prod_i 和 P_j 代表出口商和进口商的市场进入容易程度或国家 i 的外向型和国家 j 的内向型多边阻力条件。如果一个国家远离世界市场，则它们取值就低，其中远离程度由物理因素决定，比如距离大市场的物理距离，高关税壁垒的政策因素或其他贸易成本等。这一结果解决了因在引力方程（式 3.1）中分别使用出口国和进口国的 GDP 代替 S_i 和 M_j 表征而没有控制多边阻力条件时可能产生的严重估计错误。

为简单起见，我们忽略了方程（式 3.1）的时间指数。然而，方程（式 3.1）所有的变量都会随着时间的推移而变化。此外，我们只考虑了汇总数据，但引力模型也可以使用部门数据来运行（见专栏 3.2）。

2. 估计方法

考虑到引力方程的连乘性质，估计引力方程（式 3.1）的标准程序一般是对所有变量简单地取自然对数，得到对数线性估计方程，然后通过普通最小二乘回归（显然比非线性估计方法更容易）来估计。这时的估计方程为：

$$\ln X_{ij} = \ln G + \ln S_i + \ln M_j + \ln \phi_{ij} \quad (\text{式 3.3})$$

或者，在安德森和范文库帕模型的具体例子中：

$$\ln X_{ij} = a_0 + a_1 \ln Y_i + a_2 \ln Y_j + a_3 \ln t_{ij} + a_4 \ln \prod_i + a_5 \ln P_j + \varepsilon_{ij} \quad (\text{式 3.4})$$

其中 α_0 是常数项, $\alpha_3 = 1 - \sigma$, ε 为误差项。

在实践中, 引力方程将两个国家之间的贸易额的自然对数值与以下几个术语相关联: 各国 GDP 的对数值; 度量两国之间的贸易壁垒和贸易激励的构成术语; 度量两个国家彼此间及其与世界其他国家之间的贸易壁垒的术语。这些规范使得一些参数估计更容易解释: 对数估计的方程参数是有弹性的。比如, 在一个引力方程中, GDP 参数用对数来估计时反映的是贸易对 GDP 的弹性, 即 GDP 增加 1% 时贸易额变化的百分比。

通常, 许多因素都被用来描述贸易成本 ϕ_{ij} 。典型的情况是在实证研究中用双边距离来替代贸易成本。然而, 在习惯上也经常使用其他变量。这些哑变量包括岛屿、内陆国家和共同边界等。⁴ 它们被用来反映一个假设, 即距离增加了运输成本, 内陆国家和岛屿运输成本比较高, 但较邻近国家的运输成本就比较低。将共同语言、邻接或其他相关文化特征, 比如作为殖民地的历史作为哑变量来表示信息成本。搜寻成本在彼此相互了解商业惯例、竞争力和交易可靠性的国家贸易中可能更低。相邻国家的企业、具有共同语言的国家或其他相关文化特征的企业比那些在不太相似环境中经营的企业可能彼此了解更多, 更容易理解对方的商业惯例。因此, 企业更可能在自己熟悉商业环境的国家去寻找供应商或客户。关税壁垒一般以是否存在区域贸易协定作为哑变量。很少有研究使用双边关税的信息, 其中一个原因就是缺乏随着时间推移的数据。

估计方程 (式 3.4) 的问题在于所谓的多边抵制条款 (Multilateral Resistance Terms, MRTs) 是无法直接观察的。可能还有其他几种方法替代多边抵制条款。一种是用迭代的方法来估计多边贸易壁垒对价格提高的影响 (安德森和范文库帕, 2003)。然而, 这种方法不经常使用, 因为它的估计值需要一个非线性最小二乘 (Non-Linear Least Square, NLS) 程序才能获得。一个更简单, 且经常使用的替代方法是用一个所谓“偏远”的变量来替代这些指数。一个更简单且广泛使用的方法是使用进口商和出口商的国别效应 (罗斯和范文库帕, 2001; 芬斯阙, 2004; 鲍尔温和塔利奥尼, 2006)。后面部分将主要介绍这两个简单的方法。⁵

a. 控制多边贸易抵制 (Multilateral Trade Resistance, MTR)

在选择多边贸易抵制估计方法时, 一个重要的考虑因素是具体研究兴趣。

i. 情景 a: 研究兴趣聚焦于双边变量系数

距离和其他双边变量对双边贸易流量影响的无偏估计可以通过以下方式获得: 在方程 (式 3.4) 中使用进口商和出口商哑变量 (安德森和范文库帕, 2004 年), 或用国别效应取代多边阻力指数。⁶ 这些国别哑变量是二进制

(0, 1) 变量, 描述了所有的国家特定特征, 能控制一国总的进口/出口水平。在引力方程中, 当出口国为哈萨克斯坦时该变量将被设置为 1, 否则就设置为 0。当进口国是哈萨克斯坦时, 另一变量将被设置为 1, 否则就设置为零, 其他每一个国家都是这样设置。

对于横截面数据, 即当所感兴趣的变量信息只能在一个具体的年度获得时, 使用国别固定效应估计时实证引力方程的基准形式为:

$$\ln X_{ij} = a_0 + a_1 I_i + a_2 I_j + a_3 \ln t_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (\text{式 3.5})$$

其中 t_{ij} 是国家 i 和国家 j 之间贸易成本的对数, I_i 是一个哑变量, 当国家为 i 时等于 1, 否则就等于 0。在有 n 个国家的截面数据中, 如果单向的贸易没有合并, 则有 $2n^2$ 个国家配对 (观察单位), 但只有 $2n$ 个这样的固定效应, 所以估计仍然是可能的。

在引力文献中, 通常假定贸易成本的形式为:

$$t_{ij} = d_{ij}^{\delta_1} \cdot \exp(\delta_2 \text{cont}_{ij} + \delta_3 \text{lang}_{ij} + \delta_4 \text{ccol}_{ij} + \delta_5 \text{col}_{ij} + \delta_6 \text{landlock}_{ij} + \delta_7 \text{RTA}_{ij}) \quad (\text{式 3.6})$$

其中 d_{ij} 是双边的距离, cont_{ij} 、 lang_{ij} 、 ccol_{ij} 、 col_{ij} 、 landlock_{ij} 和 RTA_{ij} 为哑变量, 分别表示两国是否有共同边界、共同的语言和共同的殖民者, 一方是否在某个时间点是另一方的殖民地, 是否两个国家中有一个是内陆国家 (包括两个国家都是内陆国的情况), 或两个国家是否是区域贸易协定的成员国 (专栏 3.1 将更深入地讨论贸易协定对贸易影响的估计问题)。所有这些变量都被发现是双边贸易的重要决定因素。

In STATA

```
* generate importer and exporter dummies
```

```
tab (importer), gen(importer_)
```

```
tab (exporter), gen(exporter_)
```

```
reg lnexports lndist cont lang ccol col landlock RTA importer_* exporter_*, robust  
alternatively
```

```
xi: reg lnexports lndist cont lang ccol col landlock RTA i. importer i. exporter, robust
```

Note that a gravity equation deals with observations that may be heterogeneous in a variety of ways. The assumption of homoskedasticity of the error term . under which all disturbances affecting individual observations are drawn from a common distribution . being likely to be violated, robust standard errors should be used systematically.⁷

注意: 引力方程所处理的观察值可能在许多方式上都是异质性的。误差项的同方差假设——在该假设下所有干扰单个观察值的误差项都来自同一分布很可能不成立, 所以应该系统地使用稳健的标准误差。⁷

当可以收集不同时间段的信息时，引力方程的基准形式为：

$$\ln X_{ijt} = a_0 + a_1 I_{it} + a_2 I_{jt} + a_3 I_{ijt} + a_4 I_t + u_{ijt} \quad (\text{式 } 3.7)$$

其中 I_t 是特定年度每年一次的哑变量。例如，假设我们的样本期跨度为 2001 - 2006 年。我们将定义一个变量 I_t ，如果年度等于 2001，则 $I_t = 1$ ，否则为 0，对 2002 年，…，2006 年，我们可以用同样方法设置哑变量，这就给出了这样的 6 个哑变量，其中在一个时间只有一个 I_t 非 0。⁸ I_{it} 和 I_{jt} 是进口商和出口商随时间变化的单独影响。对一个有 T 个期间的样本，就有 T 个这样的变量。请注意， I_{it} 是指进口商随时间变化的影响，得以让我们考虑 MRT 可能会随时间而改变的事实。总共有 $2nT$ 个这样的变量。

使用面板数据（随着时间推移的双边贸易数据）具有减少因国家间异质性所产生的偏差的优势。尽管单一的横截面即国别配对的贸易倾向只能由观察国别配对的特征（如共同的语言、共同的货币）来控制，但在面板数据中，一个国别配对的异质性可以用国别配对的固定效应来控制。但是，请注意，如果研究的兴趣集中在估计双边时变系数的系数，那么因为完全共线性，固定效应估计就不是一个可行的选择。研究者如果想控制这些情况下的随机影响，则豪斯曼检验可以用来检验随机效应模型是不是合适的选择。

In STATA

```
tab (year), gen (year_)
```

```
gen impyear = group(importer year)
```

```
gen expyear = group(exporter year)
```

```
tab (impyear), gen (impyear_)
```

```
tab (expyear), gen (expyear_)
```

```
xreg lnexports lndist cont lang ccol col landlock RTA impyear_* expyear_* year_* ,  
robust
```

或者随机影响

```
xreg lnexports lndist cont lang ccol col landlock RTA impyear_* expyear_* year_* , re  
robust
```

如果双边变量的取值是随着时间变化的，如同设置哑变量表示国家是否属于同一区域贸易协定 (Regional Trade Agreement, RTA; 也见专栏 3.1) 的情况，那么就能控制固定效应 (国别配对效应)。

```
xreg lnexports RTA impyear_* expyear_* year_* , fe robust
```

或随机效应

```
xreg lnexports lndist cont lang ccol col landlock RTA impyear_* expyear_* year_* , re  
robust
```

注：对相对较短的时间期限，可使用不随时间变化的出口商和进口商国别效应，并控制那些国别因素，比如进口国和出口国的 GDP。请参阅下文。

专栏 3.1 应用引力模型估计贸易创造和贸易转移

引力方程提供了一种通过事后分析贸易流量来寻找贸易转移证据的方法。假设国家 i 和国家 j 属于一个共同的区域贸易协定，而 k 国不属于。在区域贸易协定（Regional Trade Agreement, RTA）形成后，如果 i 国从 j 国多进口而减少从 k 国的进口，那么就可能发生贸易转移。相反，如果国家 i 从国家 j 和国家 k 增加进口，则可能发生贸易创造。我们将分析如何让这个猜想得到实证检验。

假设我们的兴趣是找出南方共同市场（MERCOSUR）是贸易转移还是贸易创造。然后，让 M 代表 MERCOSUR，我们构建两个哑变量：

$\text{BothinM} = 1$ 如果 i 国和 j 国都是南方共同市场（MERCOSUR）的成员，否则取值为 0。

$\text{OneinM} = 1$ 如果进口方（ i ）属于南方共同市场（MERCOSUR），但出口方（ j ）不是。

然后，我们估计扩展的引力方程：

$$\ln X_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 I_{it} + \beta_2 I_{jt} + \beta_3 \ln(\text{dist}_{ij}) + \beta_4 \text{cont}_{ij} + \beta_5 \text{lang}_{ij} + \beta_6 \text{ccol}_{ij} + \beta_7 \text{col}_{ij} + \beta_8 \text{landlock}_{ij} + \beta_9 \text{OneinM}_{ijt} + \beta_{10} \text{BothinM}_{ijt} + \varepsilon_{ijt} \quad (\text{式 3.8})$$

β_9 和 β_{10} 的系数为正数（并且显著），则表示存在着贸易创造；如果一个变量的系数为正值但第二个为负值，则表示存在贸易转移。

使用引力模型估计 RTA 的影响存在着两个重要的局限性。首先，区域贸易协定可能是内生变量。也就是说，RTA 的形成和贸易流动之间的因果关系中可能后者是因，前者是果；因此区域贸易协定是由贸易流量决定的，而不是相反。这会影影响传统的引力基础估计，偏差程度可能会相当大（见第 3 部分 d）。其次，最近的文献中有很多模型认为形成区域一体化协定是为了追求其他非贸易目标（如李茂，2006），或者他们有“非传统”的收益（见 Ethier，1998）。事实上，“南南协定”在诸如公共资源管理的非贸易维度比纯粹贸易自由化维度可能更成功。因此，对区域贸易协定的完整分析应该避免局限于贸易创造和贸易转移，虽然这些都是成员国福利非常重要的问题。

ii. 情景 b：研究兴趣依赖于国别变量

上面讨论的国别效应方法给出了引力模型系数的无偏估计，但它有明显

的缺点：它回避了对国别解释变量的局部影响的直接估计。例如，许多引力研究尝试估计基础设施的质量、机构的质量或规制体系质量对贸易的影响。这些变量将和国别特定哑变量完全共线性。⁹ 在本节中，我们将讨论解决这个问题的两个方案：在较短采样周期中使用时间不变的出口商和进口商哑变量，并计算偏远度变量。

短采样周期中出口商和进口商哑变量

例如，假定我们的兴趣是检验决定贸易流量的一国 GDP 的相关性。

$$\ln X_{ij} + a_0 + a_1 \ln(\text{GDP})_{it} + a_2 \ln(\text{GDP})_{jt} + a_3 \ln(t_{ij}) + a_4 I_i + a_5 I_j + \mu_{ij} \quad (\text{式 3.9})$$

但是，如果多边贸易抵制（Multilateral Trade Resistance, MTR）是随时间变化的，这一研究很可能是不完全的，因为一国贸易的地理构成也在变化。然而，在相当短的采样周期，它们不可能变化很大（见鲍尔温和塔利奥尼 2006 年的讨论）。请注意，可以将全部控制变量和其他变量加到这个基本方程中，比如机构质量和基础设施质量。

STATA

```
gen lnGDPexp = ln (GDPexp)
```

```
gen lnGDPimp = ln (GDPimp)
```

```
xtreg lnexports lnGDPexp lnGDPimp lndist importer_ * exporter_ * year_ * , robust
```

度量偏远度

一个经常使用的用来控制出口国和进口国的多边抵制条款的方法是使用它们的替代指标，即“偏远度”，通常可以用下列公式来计算：

$$\text{Rem}_i = \sum_j \frac{\text{dist}_{ij}}{\text{GDP}_j \text{IGDP}_w} \quad (\text{式 3.10})$$

这个公式用来衡量一个国家与其贸易伙伴的加权平均距离（海德，2003），其中权重是伙伴国在全球 GDP 中的份额（记为 GDP_w ）。

使用这个程序通常会面临两个批评：一个批评认为它理论上是不正确的，因为在贸易壁垒类型中它只考虑了距离（安德森和范文库帕，2003）；另一个批评涉及内部距离的正确度量问题，因为我们还需要指定某国与它自己的距离（Head 和 Mayer，2000 年建议使用国土面积的平方根乘以约 0.4）。

最近，拜尔和伯格斯坦德（2009）建议估计多边阻力条件的线性近似值（借助于一阶泰勒级数展开），这样可以避免使用安德森和范文库帕（2003）的非线性程序。按照这一方法，OLS 简化形式的引力方程为：

$$\ln X_{ij} = \beta_0 + \ln \text{GDP}_i + \ln \text{GDP}_j - (\sigma - 1) \ln t_{ij} + (\sigma - 1) \left[\sum_j \theta_j \ln t_{ij} - \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \theta_i \theta_j \ln t_{ij} \right]$$

$$+ (\sigma - 1) \left[\sum_i \theta_i \ln t_{ij} - \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \theta_i \theta_j \ln t_{ij} \right] \quad (\text{式 3.11})$$

其中，为了简化起见，时间指标被省略掉了， θ 表示 GDP 份额， t 为贸易成本。方括号中的部分是多边阻力条件的线性近似值。直观来看，括号的第二项是偏远条件的一种形式（而不是仅由地理距离这一术语的反映的总体贸易成本），第二项是度量世界贸易成本的术语。最重要的是，这些线性关系显示 i 和 j 之间的双边贸易相对更多地取决于双边贸易成本而非多边成本、取决于多边成本而非世界贸易成本。需要注意的是，伯格斯坦德和拜尔的估计方程（式 3.11）用距离和边界替代贸易成本，并将 θ 取值为 $1/N$ （其中 N 是国家数）。

如何用 STATA 计算偏远度

- 计算 GDP 在世界 GDP 中的份额

```
bys exporter year: egen gdptotal = sum(gdp)
```

```
gen gdpshare = gdp / gdptotal
```

- 计算空间加权 GDP 的份额

```
bys exporter year: egen remoteness = total(dist * gdpshare)
```

- 根据 Head(2003) 计算空间加权 GDP 份额

```
bys exporter year: egen Remoteness_head = total(dist/gdpshare)
```

注：对进口商可以应用同样的程序

b. 经验和教训

最近，找出引力方程背后经济理论基础的尝试已经明确指出了传统方法的三种典型错误。鲍德温和塔利奥尼（2006）分别将这些错误称之为金牌错误、银牌错误和铜牌错误。

金牌错误：传统上，引力方程中采用 GDP（可能还有其他变量）对数替代 $\ln S_i$ 和 $\ln M_j$ ，忽略了安德森和范文库帕提出的多边抵制条款、海德（2003）、拜尔和伯格斯坦德（2007）提出的“偏远度”。这些忽略的条件是和贸易成本相关的，因而，估计存在偏差。

银牌错误：平均互惠贸易流量。建立引力模型的理论表明贸易最好采用分开处理的方式（在时间 t 从 i 到 j 的出口是一个观察值，在时间 t 从 j 到 i 的出口就是另外一个观察值）。

铜牌错误：贸易流量不适当的压低，通常因使用美国（US）总体价格指数而造成。引力是将名义国内生产总值分配到名义进口的消费函数；因而不适当的压低可能通过虚假的相关性而产生偏差。然而，请注意，哑变量和国别效应已将这些问题考虑进去了。因此，如果仔细处理金牌错误就不会产生铜牌错误。

3. 高级引力建模问题

a. 零贸易流量问题

一个讨论最多的问题是如何处理在某一给定年度两个给定国家之间的零贸易。这既是一个估计问题，也是一个度量问题，对所有引力估计都有影响。这个问题源于这样一个事实，即估算引力模型的标准方法是取对数，并估计其对数的线性关系。因此，由于对零的对数没有定义，零贸易流量将从估计中被剔除。

传统上，有三种可供选择的方法用来处理零贸易：(i) 将那些观察值为零贸易的样本去除；(ii) 在对贸易值取对数之前增加一个很小的常数（比如 1 美元）；或 (iii) 应用分层次估计模型。

如果零贸易额是随机分布的，则第一种方法是正确的，例如，零贸易额是随机丢失的数据或随机取整的误差。这种方法的依据是因为这些零没有任何信息，因此它们是可以被剔除的。

但是，如果报告数据中的零贸易是真正的零交易，或者如果它反映了系统对非常小的贸易流动产生的取整误差，那么将零贸易流量剔除出样本将导致有用信息的损失，并且会产生不一致的结果。例如，如果零贸易反映了由于距离遥远或地处内陆或相关经济规模太小而产生非常高运输成本的情况，那么这种情况下，观察到的零是包含贸易信息的，应该和其他数据一样进行处理。

在样本中保留零贸易额需要使用适当的估计技术。如果使用 OLS 估计方法，策略 (ii) 和 (iii) 就是不正确的。首先，用小的贸易值去防止模型观察值的缺失是事后的，并不能保证它反映了潜在的预期值，因而产生了一致估计。其次，OLS 水平层次的使用没有得到连乘形式引力方程理论上的支持。

一旦我们确认了真正的零贸易，我们应该使用什么样的估计呢？这个问题的答案部分取决于问题的原因，我们认为是零贸易流量的来源：零贸易可能是取整误差的结果，也可能是被简单丢掉的观察值，或者是企业决定不出口的结果。

有关贸易的实证研究文献采取了各种方法。经常使用的一种方法是应用 Tobit 估计，在贸易取对数时左边设限，给零贸易加上一个常数。但是，这种解决零贸易问题方法的适当性受到了质疑。Tobit 模型反映的情况是有一些观察值被删除了（观察不到），于是被记录为零。该模型中的零是因为小额贸易被调整为零或者实际贸易量为零的情况反映了“预期的”负贸易。对低于一些正值的贸易流量设限对一些国家是一个合理的假设，但在其他要求高度精确报告贸易数据的国家很难理解。因此，从这个角度看，运用 Tobit 估计只能

是部分合理的。

关于第二个假设，林德斯和格罗特（2006 年第 5 页）指出，“目前还不清楚哪一个优化框架将证实负预期贸易的合理性，即使这是模型中那些还没明确确定的随机分布因素造成的。因此，Tobit 模型不是解释一些贸易流量丢失原因的恰当模型。”

一种替代方法是使用泊松最大似然（Maximum Likelihood, ML）估计。这种方法可应用于贸易水平，从而可直接估计非线性形式的引力模型，并避免剔除零贸易。Santos Silva 和滕雷罗（2006）在一篇很有影响力的论文中指出，当存在异方差性（贸易数据经常存在）时，PPML 是一种可靠的方法。这种方法已被用于许多引力方程的参数估计中，比如斯特兰德和维尔赫姆森（2006）的例子。

在截面数据中，用来实现这些技术的 STATA 命令是：

```
gen lnexports1 = ln(exports + 1)
```

```
tobit ln(exports1) lndist cont lang ccol col landlock RTA exporter_ * importer_ * , ll
```

(o) robust

或

```
poisson exports lndist cont lang ccol col landlock RTA exporter_ * importer_ * , robust
```

在面板数据的例子中，命令是 `xttobit` and `xtpoisson`。在这种情形下，固定效应选项 (fe) 能让我们计算国别配对的固定效应。¹⁰

更为重要的是，两个国家之间存在正（非零）贸易的可能性与一些不可观察的国别配对特征相关。此时需要选用赫克曼模型。在这个背景下，零贸易流量是企业决定不向特定市场出口的结果。因此，将这些决策模型化时需要合适的估计程序，以更正贸易量估计过程中产生的这些选择性偏差。正如我们在后面 3b 部分还要进一步讨论的那样，使用赫克曼方法来解决样本选择偏差存在一个重要缺点，即只有当我们选定了一个变量，它一方面能够解释企业决定是否出口到一个特定市场，但另一方面又不会影响贸易额时我们才能对结果有信心。

在对样本选择问题做更深入讨论之前，还需要再强调下面这个问题的重要性，即区分两个国家之间在 t 年的零报告贸易是否为真实的零贸易而不是简单的报告错误。与真实的零贸易不同，报告错误要么从样本中删除，要么通过插值技术在缺失的观察值之前或之后（当它们在一个趋势附近相当稳定时）加入额外的贸易值来进行处理。问题在于，研究人员通常不知道真正看到的是什么。同样，也没有完美的修正，它只是对应该如何处理零贸易观察值的判断问题。在横截面数据中，它实际上不可能从缺失的观察值中确定零贸易。在面板数据中，一个很好的经验法则是绘制所考虑国家的整个时间序列图。

对那些夹在通常是正贸易值之间的零贸易观察值应该有所质疑。请注意，报告错误出现的次数与人均收入负相关（有两个原因：富裕国家有更好的统计体系；另外它们的贸易量大，大的贸易量也不大可能不报告）。在部门水平（见专栏 3.2）估计引力方程比在汇总水平估计时这个问题发生更频繁，原因是相对于两国间整个双边贸易，在一个特定产品上不发生贸易更为常见。

专栏 3.2 应用分解数据分析引力模型的注意事项

通过利用引力方程的逻辑来分析部门贸易流动（某种特定产品的贸易）并不简单。在垄断竞争模型中，比较大的国家生产更多种产品，这有助于增加他们的贸易。也就是说，它们并不一定在每种产品上进行更多贸易，但他们进行更多种类型产品的贸易。因此，在特定部门 k ，国家 i 和国家 j 之间的贸易流量会增加 i 国的 GDP 的想法不一定能得到保证。最近的实证研究（例如，赫梅尔和科莱诺，2005 年）表明，随着经济的发展，贸易的扩展既有广度空间（更多产品）扩展，也有深度空间（每一种产品更多贸易量）扩展。因此，在冒着出口国 GDP 系数显著不相关风险的前提下，我们可以使用引力方程框架预测一种特定产品的贸易。

在分析部门贸易流量时，贸易壁垒显得特别重要。当然，它们在总体水平上也很重要，但将贸易壁垒汇总为总指数时失掉了很多有用信息，这也正好说明了在汇总引力方程中它们通常不存在的理由（贸易壁垒被打包成国别固定效应或误差项）。当分析部门贸易流动时，汇总不再是一个好的理由，因此贸易壁垒要在方程中明确。其实，在部门层面上，引力方程成为分析贸易壁垒如何影响贸易流量的一个好工具。这是本案例研究的重点，我们将在方程中同时使用关税和非关税壁垒，并根据观察到的贸易流量影响推导后者的关税等值。

总体上来说，部门贸易流量的数据库构建与估计问题和以往案例研究类似，仍使用汇总的贸易流量。然而，值得注意的是国内生产总值（GDPs）并不总是能够很好地表征需求和供应，当把国别固定效应包括进来时，它们应该和部门哑变量进行互动。有两个问题值得特别注意：零贸易和异质性。

相对于汇总贸易流量，零贸易问题当然更频繁地出现在部门贸易流量分析中。同样，我们应该如何对待它们也是一个判断问题。在某些情况下，比如大宗商品，无贸易国别配对的频繁出现反映了由于距离遥远或经济规模

大小产生非常高的运输成本。这种情况下，贸易流量观察值为零就能反映一定信息，所以应该与非零贸易量同样对待（例如，使用一个泊松或托比特回归）。在其他情况下，农产品如香蕉的生产需要特定的条件，无贸易国别配对可能只是反映了一个事实，即两个国家都不适合生产这种产品。例如，我们似乎找不到挪威和瑞典互不进行香蕉贸易的信息资料。这些国别配对可以从样本一起去掉而不会发生重要信息的缺失。最后，零贸易流动也可能是出口部门企业自我选择的结果，它们因为一些出口目标国过高的固定出口成本而选择不出口。在这种情况下，如果可获得企业层面的信息，则可选用赫克曼模型或企业特定截取水平的 Tobit 模型（就如克洛泽等人 2009 年建议的那样）。使用 STATA 中的 `cnr`（截取正态回归）命令可以对截取观察值的改变进行检验。

最后，部门贸易流动相对于汇总水平的贸易流动可能更具有异质性，因为在汇总水平部门特殊性被平均化了，所以异常值和异方差应该进行特殊处理。

b. 零贸易和异质性

一般贸易理论假设企业是相同的，其行为特征可以用代表性企业来描述。这些模型只能将零贸易流量解释为度量误差、信息缺失或限制性交易成本带来的后果，但这些因素不能解释数据中明显存在的零贸易。赫尔普曼，梅里兹和鲁宾斯坦（以下称为 HMR，2008）在一个模型中用异质性企业解释了国家之间零贸易流量，在这个模型中企业的生产率存在差异，同时存在着固定出口成本。在这种情况下，可变的贸易成本减少了出口企业出口的数量，同时，固定的进入成本又降低了一个企业决定出口的可能性。零贸易成本可能伴随着较高的双边固定贸易成本。该模型另一个有趣的特点是它可以解释国别配对之间不对称的贸易流。

在梅里兹（2003 年）异质性企业垄断竞争模型的基础上，HMR 将模型进行了具体化，贸易价值的异质性估计能够通过一个两阶段程序得到。在第一阶段，Probit 方程被用来估计企业进入出口市场的深度，其也是引力方程中不可观察的变量。第一阶段的 Probit 估计为：

$$\rho_{ij} = \Pr(T_{ij} = 1) \Theta(\gamma_0 + \xi_j + \zeta_i - \gamma d_{ij} - k\phi_{ij}) \quad (\text{式 3.12})$$

其中国家 i 和国家 j 发生正贸易流量的概率为 ρ ，其依赖于进口商和出口商哑变量（ ξ 和 ζ ）和双边贸易成本，其中 d 为贸易成本变量， ϕ 表示双边固定的进入成本。

HMR 第二阶段方程是正贸易值的引力模型，利用第一阶段的结果来更正由忽略零贸易流量带来的样本选择偏差（标准的赫克曼修正项、密尔比值的

倒数), 并估计那些选择进入出口市场企业的 (不可观察的) 出口份额。根据这些条件, 扩大的引力方程为:

$$x_{ij} = \beta_0 + I_j + I_i + \gamma d_{ij} + \ln \{ \exp[\delta(z_{ij} + \eta_{ij})] - 1 \} + \beta_\eta \eta_{ij} + e_{ij} \quad (\text{式 3.13})$$

其中 I_j 和 I_i 表示出口商和进口商的单独影响, 大括号中的部分表示出口到国家 i 的企业所占份额的估计, z 是来自第一阶段 Probit 潜变量的固定变量 $-\eta$ 密尔比值的倒数。

由于方程 (式 3.13) 的 δ 是非线性的, 所以它采用非线性最小二乘法进行估计。

请注意, 还有几个与使用 HMR 方法相关的估计问题。首先, 在第一阶段估计使用的固定效应 Probit 可能诱发所谓“附带参数的问题”, 从而导致模型所有参数产生不一致估计, 尤其是在短面板数据情况下更严重。一个可能的解决方案是采用随机效应 (桑托斯席尔瓦和滕雷罗, 2005, 第 786 页)。第二, 由于回归允许对贸易深度和贸易广度有不同影响, HMR 模型的估计需要排除限制变量 (即, 进入第一阶段但不进入第二阶段方程的成本变量) 以帮助识别这些影响。然而, HMR 建议使用企业进入管制成本或表示宗教共同性程度的变量; 最近研究表明 HMR 的 Probit 模型存在错误 (见桑托斯席尔瓦和滕雷罗, 2009)。

第三, 第二阶段的回归估计在大样本情况下可能产生有问题的结果, 因为需要大量出口商和进口商的哑变量。为了解决这个问题, 它可能需要使用其他软件。

尽管存在这些缺点, 我们下面将提供在 STATA 中运行 HMR 模型的主要命令。此外, 在应用部分, 将会有一个说明 HMR 估计方法的例子。

STATA 命令

```
/* first stage, probit */
probit rho ldist contig colony comlang_off religion xi_* zeta* , robust
* Compute the inverse Mills ratio
predict z_hat, xb
predict pr, pr
gen pdf_z_hat = normalden(z_hat)
gen cdf_z_hat = normprob(z_hat)
gen eta_hat = pdf_z_hat / cdf_z_hat
/* Second stage, non-linear estimation */
nl (limport = {constant} + {xb: ldist contig colony comlang_off xi1 - xiN zeta1 - zetaN} +
{etastar} * z_hat + ln(exp(exp({delta = 1}) * (z_hat + eta_hat)) - 1)), vce
(robust)
* 注意宗教、认同度变量不进入第二阶段。
```

c. 度量总体贸易成本、计算非关税壁垒的关税等值

尽管引力方程通常用来衡量贸易成本对双边贸易流量的影响，但反过来，它也可以度量双边贸易成本或将贸易成本分解为关税和非关税两部分（海德和里斯，2001；杰克斯等，2008；诺威，2009）。引力方程用于理论上解决贸易成本而不是贸易流量，它将这些成本表示成贸易数据观察值的函数。相比其他替代方法，这一方法的优点是要求较少的数据，其他替代方法要么基于不同国家的价格差异，要么基于对特定贸易成本的直接度量。¹¹在不同国家确实很难获得可比较商品可靠的价格数据，也很难确定众多的贸易成本构成。

贸易成本的代数表达式很容易获得。第一步先使用引力方程（式 3.2）找到国家 i 的内部贸易表达式：

$$X_{ii} = \frac{Y_i Y_i}{Y} \left(\frac{t_{ii}}{\prod_i P_i} \right)^{1-\sigma} \quad (\text{式 3.14})$$

其中 t_{ii} 代表诸如国内运输成本的国家内部贸易成本。特别地，方程（式 3.14）表明国家内部贸易并不仅仅取决于一个国家的经济规模，而且取决于多边阻力。另外，一个经济体国内距离越近，则有更高的国内贸易。第二步将贸易流量 X_{ij} 的引力方程等式（式 3.2）乘以反方向贸易流量 X_{ji} 引力方程的对应值 $X_{ji} = Y_j Y_i / Y (t_{ij} / \prod_j P_i)^{1-\delta}$ ，将（式 3.14）替换为这个表达式，并重新排列贸易成本。得到的贸易成本表达式为：

$$\frac{t_{ij} t_{ji}}{t_{ii} t_{jj}} = \left(\frac{X_{ii} X_{jj}}{X_{ij} X_{ji}} \right)^{1/(\delta-1)} \quad (\text{式 3.15})$$

双边贸易成本相对于国内贸易成本的关税等值可以表示为在两个方向上贸易壁垒的几何平均值：

$$\tau = \left(\frac{t_{ij} t_{ji}}{t_{ii} t_{jj}} \right)^{1/2} - 1 \quad (\text{式 3.16})$$

它表示国际贸易比国内贸易成本高出的程度，即双边贸易相对于国内贸易的成本。根据这一方法，可从引力模型中推导出总体贸易成本而不用通过成本函数。此外，它既没有假定国内贸易成本是零，也没有假定它们在不同国家（ t_{ii} 可能与 t_{jj} 不同）取相同值，也没有假定双边贸易成本对称（ t_{ij} 可能与 t_{ji} 不同）。

诺威（2009）指出很多种模型都采用了类似的贸易成本度量方法。差别在于隐含的贸易成本对贸易流量的灵敏度不同。在安德森和范文库帕（2003）模型中它取决于所谓的产品差异化程度，在李嘉图（Ricardian）模型中取决于国家相对生产率的异质性，在异质性企业模型中取决于企业的异质性程度。

通过使用贸易流量数据，方程（式 3.15）就可以用来估计总体贸易成

本,即包括关税和非关税贸易壁垒的成本。但是,需要注意的是贸易成本水平的精确估计取决于替代弹性参数 σ (表示不同企业生产率异质性的参数,或者表示不同国家生产率异质性的参数),但与时间变化无关。由于研究文献没有就这些参数的精确值达成共识(一般地,假定这些参数变化范围为5到10,见安德森和范文库帕,2004年),所以,在对待贸易成本随着时间变化方面没有什么争议(除弹性变化),贸易成本也不会受弹性水平的影响。

计算方程(式3.15)的困难在于获得国家内部的贸易数字。一种方法是通过生产和出口之间的差异来估计这些数字(见魏,2006年和诺威,2009年)。使用国内生产总值(GDP)而不是生产数据往往会夸大国家内部贸易及贸易成本,因为GDP增长的份额当中有一部分是不可贸易的“服务”。

在特定的假设下,即国内贸易成本为零、双边贸易成本对称时(如用地理平均值来度量双边贸易成本),也可能通过假设一个任意的贸易成本函数,如方程(式3.6)中的对数线性形式将总体贸易成本[可从方程(式3.15)计算]分解为各种不同的成本构成。例如,仅通过估计以下方程即可将总体贸易成本分解为关税和非关税成本构成:¹²

$$\ln \tau_{ij} = \delta_1 \ln(\text{distance}_{ij}) + \delta_2 \ln(1 + \text{tariff}_{ij}) + \delta_3 \text{NTB}_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (\text{式 } 3.17)$$

其中 NTB_{ij} 是一个哑变量,它表示是否存在非关税壁垒(Non-Tariff Barriers, NTB)。海德和里斯用年度作为哑变量估计了非关税壁垒的影响(非关税壁垒包括除关税以外的交通运输成本、东道国偏见、技术贸易壁垒等)。杰克等(2008)用随机效应和年度哑变量估计类似的方程。

STATA 命令

```
gen internal_tradeii = productionii - totalexportsi
gen lntotal_trade_costs = ln(exportsij/internal_tradeii * exportsji/internal_tradejj)
regress lntotal_trade_costs lndist lntariff lnNTB
```

为了计算配额的关税等值,我们只需要计算其对贸易成本的影响与配额相同的关税。

$$\text{tariff equivalent}^{13} = \exp(\delta_3/\delta_2) - 1 \quad (\text{式 } 3.18)$$

进一步探讨这个问题请参考应用二中的内容。

d. 内生性

当估计贸易政策的影响时,内生性问题经常出现在引力模型中。典型的例子是,区域性贸易协定不一定是纯粹的外生变量:国家可能与已经有很多贸易往来的伙伴形成区域贸易协定(Regional Trade Agreements, RTAs)(根

据“自然贸易伙伴”的假设)。这样的话,引力方程右边的区域贸易协定(RTA)哑变量就与误差项相关,因为有一些没有观察到的国别配对特征解释了它们为什么进行了很多贸易,同时也是它们更可能形成区域贸易协定(RTA)的原因。除反向的因果关系外,内生性问题可能会因缺失变量的偏差引起。也就是说,区域贸易协定可能是由那些在回归中被忽略了某些特征(和平关系、共同的法律渊源等)的国家签署,而这些特征可以促进贸易。

没有一个简单的办法来解决区域贸易协定(RTA)的内生性问题。在面板数据中,国别配对固定效应的使用有助于克服部分由于忽略变量偏差带来的内生性问题,尽管缺失随时间变化的变量仍然是一个问题。

通常,我们会使用工具变量(Instrumental Variable, IV)的方法。工具变量(IV)常见的技术问题就是找出与PTA哑变量相关而与贸易无关的工具。不幸的是,还没有解决这个问题的完美方法。可以使用一个由豪斯曼和泰勒(1981)开发的工具变量技术变量;也可以使用广义矩方法(Generalized Method of Moments, GMM)估计,特别是在目前差异作为滞后水平工具时,可用系统GMM方法,反之亦然。然而,广义矩方法(GMM)估计通常对所使用的滞后阶数很敏感。

另外,内生性问题可以通过尝试识别自然试验来解决。例如,弗兰克尔(2010)使用14个非洲国家作为自然试验案例来研究货币联盟对贸易的影响。使用企业层面的数据时,可能需要删除大型企业而研究小企业贸易对区域贸易协定(Regional Trade Agreements, RTA)的影响,因为加入区域贸易协定(RTA)对小企业来说可能是一个外生变量。另一种方法是考察区域贸易协定对贸易广度空间的影响。

最近有关FTA对贸易影响的分析已采用非参数(配对)计量经济学的方法(拜尔和伯格斯坦德,2006年)。其他研究使用Probit模型来估计两国之间形成区域贸易协定的可能性;这些模型使用了区域贸易协定的经济学和政治经济学决定因素(如曼斯菲尔德和莱因哈特,2003;拜尔和伯格斯坦德,2004;曼斯菲尔德等,2008)。然而,这些方法主要解决选择性偏差而不是内生性问题。

4. 数据来源

引力方程估计需要双边贸易数据、国内生产总值、距离、关税,可能还需要其他的双边贸易决定因素,包括毗邻(共同边界)、共同的语言、殖民关系、汇率等。有丰富的数据库可供研究者获得这些变量。

正如第一章中所讨论的那样,在国际货币基金组织(International Monetary Fund, IMF)的DOTS、COMTRADE、BACI或在尼西塔和奥拉列格开发的世界银行的贸易、生产和保护数据库等都可以获得双边贸易流量的数

据。¹⁴在引力模型中，贸易流量通常用当前的国际价格（美元）来表示，进口统计数据通常优先于出口统计数据。关税数据库包括 TRAINS、IDB 和 CTS。¹⁵非关税壁垒方面的数据可以在 TRAINS 及凯、尼西塔和奥拉列格中找到。¹⁶

按照当前汇率进行转换、用当前美元表示的国内生产总值可以在国际货币基金组织的国际金融统计（International Financial Statistics, IFS）、世界银行的世界发展指数（World Development Indicators, WDI；可在线获取）及其他大量指数中获取。其他相关数据也在佩恩表（Penn World Tables, PWT）¹⁷中找到，目前包括的时间序列数据有：

- 人口；
- 人均国内生产总值（相对于美国的购买力平价，以不变美元计算）和增长率；
- 汇率；
- 国民支出分类（消费、投资和政府支出及其价格指数）¹⁸；
- 开放度（现行价格和不变价格）；
- 国民生产总值占国内生产总值的比例；
- 活期储蓄。

萨默斯和赫斯顿（1991）对 PWT 初始形式进行了描述。目前的版本为 PWT6.3，涵盖了 189 个国家在 1950 - 2007 年之间的数据。并非所有序列数据都可以在 PWT6.3 版本中找到，因此可能要用早期版本，但用户应该注意到基准年度的变化（6.3 版本中 2005 年为基准年度，6.2 版本中 2002 年为基准年度，6.1 版本中 2000 年为基准年度，6.0 版本基准年为 1996 年，5.6 版本的基准年为 1985 年）。

完整的引力数据库可以从蒂埃里·迈耶（Thierry Mayer）网站上获取。¹⁹关于 STATA 中的宏观数据，一个很好的数据来源是 STATA 网站的 MACRODAT 数据库。²⁰一些引力协同变量数据可以从安德鲁·罗斯（Andrew Rose）网站和 CEPII 网站获取。²¹这些数据包括双边的距离——通常是两个首都之间的“大圈”距离，即从地球表面测量的最短距离而非管实际的公路或航海路线——共同的语言、共同的边界（不管该国是一个岛国还是一个内陆国家）等；见 Haveman 的网页。²²现存的区域贸易协定（RTAs）及它们加入生效的年度，还有区域贸易协定（RTAs）的一些内容都可以从 WTO 网站中找到。²³

C. 应 用

1. 建立数据库估计引力模型

引力方程的估计需要大量的前期数据收集和数据组织工作。一个原因就

是引力模型估计通常涉及大量数据库。这有优点也有缺点。优点是应用大量数据进行的估计通常更精确、更稳定。缺点是大样本带来了繁琐的处理工作，并要占用大量计算能力。

通常，引力模型数据库的庞大规模是由其基本原理造成的，即使研究人员只对影响特定贸易关系的因素感兴趣，如特定自由贸易园区的创建是否将贸易从特定的国家中转移进来，但是，研究需要根据引力方程对所有国家都进行估计，而并不是只估计涉及的相关国家。另外，引力方程既能进行横截面数据的估计，也能进行国家面板数据的估计。在第一情况下，观察单元是一对国家；因此对 n 个国家而言就有 $n(n-1)$ 个观察值。在第二种情况下，观察单元为在一年中的一对国家，因此有 $Tn(n-1)$ 个观察值， T 是面板数据覆盖的时间期限数。因此，引力方程中样本量通常是非常庞大的（在一个时间跨期为 10 年、有 100 个国家和地区的面板数据中共有 100 000 个观察值）。²⁴ 然而，无论什么时候，都要尽可能优先考虑面板数据。

另外一个有关建立引力模型数据库的困难是将来各种不同数据源的数据（见 B 部分的四）合并为一个单一的数据库。由于获得的数据有不同的格式或分类，研究人员需要花费时间去组织这些信息。本节将帮助我们解决这一过程中可能出现的问题。

作为构建引力方程估计数据库典型步骤的例子，我们举一种简单的情形，用一个在国家水平汇总数据进行估计的标准引力模型，同时附加一个用于说明是否为 WTO 成员的哑变量（见罗斯，2004 年）。为了实现这个目标，我们从联合国商品贸易统计（UN COMTRADE）提取 1990 - 2005 年间双边贸易的原始数据，从世界银行的世界发展指数提取同一时期各国的 GDP 数据，从 CEPII 网站提取一组双边协同变量（距离、共同的语言、边境等），从 WTO 网站获得有关加入 GATT/WTO 的信息。这部分参考的执行文件将在下面文件夹提供：“Chapter3\Applications\1_Building a database and estimating a gravity model”。

为了便于说明，我们将整个过程分为九个步骤：

步骤 1：将数据导入 STATA

虽然 CEPII 提供的数据为 STATA 格式，但 GDP、贸易流量、加入 WTO 数据格式为 .txt、.csv 或 .xls（数据见文件夹：Datasets/Original or Datasets/Stata）。显然，我们需要将数据导入 STATA 以便能够调用它们。只有当所有数据都是 STATA 格式时我们才可以对数据进行操作。请注意，由于国内生产总值数据是由比荷卢经济联盟地区提供而不是比利时和卢森堡分别提供，我们需要调整所有协同变量数据，获得这两个国家各自相对应的 GDP 数据。匹配 GDP 协同数据有不同的方法：（1）选择两个国家中的一个国家作为该地区的代表性国家；（2）两个国家之间变量（例如距离）的平均值。在执行文件

中，我们将展示这种匹配命令。

使用“insheet”命令将数据导入 STATA：

```
insheet tradeflows. cvs, clear
save tradeflos. dta
insheet joinwto. cvs, clear
save joinwto. dta
```

步骤 2：创建所有可能的国别配对年度组合

我们首先来检查双边贸易流量数据是否正确和完整。通常，最好首先是随机检查数据输入的正确性。对于这一点，应该随机挑选一些观察值，然后返回原始数据集验证其是否正确。

然后，我们可能希望得到一个包括零贸易流量在内的完整双边贸易数据库。STATA 中的命令 fillin 将创建所有国别配对和年度的可能组合。结束时必须有 $n * n * T$ 个观察值，其中 n 是国家数， T 是时间期数。然后，如果我们接受所有没有报告的信息是零的假设（赫尔普曼等，2007 年采用这种方法），则可能需要将所有丢失的观察值全部换为零。

```
use tradeflows. dta, clear
fillin importer exporter year
replace imports = 0 if imports = .
```

步骤 3：重塑和合并国家特定数据与双边贸易流数据

在我们的数据库中，每个观测值由三个指标确定：进口商、出口商和年度。贸易数据用“长”格式表示，即每个变量的信息用向量的形式来显示。

由 WDI 提取的 GDP 数据则采用“宽”的格式，即它们以 $n \times T$ 矩阵的形式来显示。在将国家特定的 GDP 数据合并到我们的数据库之前，需要将矩阵形式的数据转换为向量形式的数据。在 STATA 中，“转换”命令可以帮助我们实现这种转换（注意，转换命令的字母 i 、 j 用来表明观察值的横截面和时间维度）。特别地，将国家 A、B、C 在不同年度，如 1990 - 1992 年的 GDP 数值用列名为 gdpyear 的数据列来显示。也就是说，对给定形式的文件：

（宽形式）

$i \dots \dots$	变量 $_{ij} \dots \dots$		
国家	1990 GDP	1991GDP	1992GDP
A	5 000	5 500	6 000
B	2 000	2 200	3 300
C	3 000	2 000	1 000

我们可以转换为：

(长形式)

i j 变量 _ij
国家 - 年度 - GDP

A	1990	5 000
A	1991	5 500
A	1992	6 000
B	1990	2 000
B	1991	2 200
B	1992	3 300
C	1990	3 000
C	1991	2 000
C	1992	1 000

仅仅通过使用命令：

```
reshape long gdp, i (country) j (year)
```

国别特定信息（比如长形式的 GDP 数据）也可以合并到一定时期的双边贸易流量信息数据库。然而，合并前需要指出数据是参考进口国还是参考出口国。一个简单的方法是将 GDP 数据保存两次：第一次首先将参考的变量国家作为出口国，并将其保存为文件 `gdp_exporter`，第二次再将参考的变量国家作为进口国，并保存为文件 `gdp_importer`。在 STATA，简单地使用下面的命令：

```
use gdp.dta, clear
rename country exporter
rename gdp gdp_exporter
sort exporter year
save gdp_exporter.dta
use gdp.dta, clear
rename country importer
rename gdp gdp_importer
sort importer year
save gdp_importer.dta
```

现在，可以将两个 GDP 数据文件与贸易流量数据进行合并。记住需要根据将要使用的变量对数据进行分类以使两个数据库的观察值相匹配。例如，需要将数据与出口国 GDP 数据合并，可使用 STATA 命令：

```
use tradeflows, clear
sort exporter year
merge exporter year using gdp_exporter /* gdp_exporter must be sorted by exporter
year */
save gravity
```

在合并一国加入 WTO 年度信息数据库时也可以使用同样的程序。

步骤 4：合并国别配对的特定数据

使用 STATA 的“merge”命令可以合并从 CEPII 获得的双边协同变量。另外，也可以选择使用“joinby”命令。使用 STATA “merge”命令的优点是可以自动创建一附加的名为“merge_”的变量，这样就能对不同数据库观察值的匹配情况进行检查。注意，由于信息并不因时间而改变，所以进口商和出口商标识是唯一的匹配变量。

```
use gravity.dta, clear
sort exporter importer
merge exporter importer using cepii.dta /* cepii.dta must be sorted by exporter and
importer */
```

步骤 5：产生新的国别配对变量

双边变量可以通过使用国别特定信息来产生，如像罗斯（2004）那样，我们假定想要研究加入 WTO 对贸易的影响。如果我们有一国加入年度的信息，我们就能很容易地生成一组变量来表明出口国和进口国都是 WTO 成员（Both in）或两国中仅有一国是 WTO 成员（One in）。

```
/* Generate dummies for WTO membership status */
gen onein = 0
gen bothin = 0
replace onein = 1 if (join_exporter <= year & join_importer > year) | (join_importer <=
year & join_
exporter > year) /* the symbol | corresponds to the operator “or” */
replace bothin = 1 if (join_exporter <= year & join_importer <= year)
```

步骤 6：生成哑变量

正如上文所讨论的那样，获得引力方程无偏估计的一个简单方法，就是使用国别固定效应。在横截面数据中（如数据只在某些特定年度可以获得），因为引力模型中的观察单元为一个国别配对而不是一个国家，所以可以使用出口国和进口国方面的国家哑变量，通常被称为“国别固定效应”。因此，尽管在横截面数据中有 n^2 个观察值，但出口国方面有 n 个哑变量，进口国也有

n 个哑变量，总共有 $2n$ 个（明显小于 n^2 ）自由度。然而，需要注意的是在横截面数据中使用出口国和进口国固定效应将因为完全共线性问题而不能估计国别特定变量的系数（例如 GDP）。

```
/* Country dummies */
tab exporter, gen(exporter_)
tab importer, gen(importer_)
```

在面板数据中，时间效应（一组虚拟变量，每年一个）应包括在内，以控制全球经济的影响（全球经济增长或放缓）。此外，一组随时间变化的出口商和进口商因固定效应也应包括在内，以控制随时间变化的多边阻力条件。还有，请注意随时间变化的固定效应与随着时间变化的国家特定变量有完全的共线性。因此，这使得估计国别特定变量如 GDP 的影响变得不可能。

```
/* Time dummies */
tab year, gen(year_)
/* Country-time dummies */
tab gdp_exporter, gen(exporteryear_)
tab gdp_importer, gen(importeryear_)
```

在一些情况下，通过使用国别配对效应可能会改善估计质量。比如，假定在两个国家之间存在运输垄断，这将减少这两个国家之间的贸易，但这不影响它们各自与第三国之间的贸易。因而在国别效应分析中就不用控制它。国别哑变量在 STATA 中很容易生成：

```
/* Pair dummies */
egen pairid = group(importer exporter)
tab pairid, gen(pair_)
```

注意在面板数据构建模型时，国别配对因素是作为随机项而不是固定效应的（见布鲁诺，2005 或卡雷尔，2006）²⁵。这种方法提供了单独估计双边因素影响的可能性，这些双边因素包括距离、共同边界等，否则它将与固定效应相混淆。然而，作为国别效应，随机影响估计将无法观察的国别配对特征用误差项来表示。如果它们碰巧与以下回归项相关（如 GDP）则估计就会不一致。这可以通过使用豪斯曼检验来检验。

表 3.1 是引力数据库在 STATA 编辑器中的浏览图。

步骤 7：数据转换

通常，引力方程估计采用对数线性形式。因此需要对方程中的连续变量（除哑变量外）取自然对数。注意这样做的时候零贸易流量被剔除出了样本。²⁶

```
gen limports = ln(import)
/* idem for gdp exporter, gdp importer and distance */
```

表 3.1 引力数据库说明 (节选)

	importer	exporter	year	imports	gdp_exporter	gdp_importer	dist	onein	bothin	nonein
15657	IDN	BOL	1999	9.659	3.724e+09	1.400e+11	16992.25	0	1	0
15658	IDN	BOL	1999	219.247	6.285e+09	1.400e+11	17453.36	0	1	0
15659	IDN	BRA	1999	316304.1	5.870e+11	1.400e+11	15644.48	0	1	0
15660	IDN	BRB	1999	.85	2.468e+09	1.400e+11	18249.78	0	1	0
15661	IDN	BRN	1999	37654.51	4.600e+09	1.400e+11	1533.213	1	0	0
15662	IDN	BTN	1999	0	3.967e+08	1.400e+11	4169.54	1	0	0
15663	IDN	BWA	1999	0	5.623e+09	1.400e+11	8807.14	0	1	0
15664	IDN	CAF	1999	3763.993	1.051e+09	1.400e+11	9863.057	0	1	0
15665	IDN	CAN	1999	421145.6	6.610e+11	1.400e+11	15815.39	0	1	0
15666	IDN	CHE	1999	131234	2.480e+11	1.400e+11	11222.69	0	1	0
15667	IDN	CHL	1999	88932.25	7.300e+10	1.400e+11	15614.28	0	1	0
15668	IDN	CHN	1999	1242141	1.080e+12	1.400e+11	5220.879	1	0	0
15669	IDN	CEV	1999	40985.74	1.256e+10	1.400e+11	12371.63	0	1	0
15670	IDN	CMR	1999	2768.479	1.049e+10	1.400e+11	10640.69	0	1	0
15671	IDN	COG	1999	16.813	2.354e+09	1.400e+11	10134	0	1	0
15672	IDN	COL	1999	1769.524	8.630e+10	1.400e+11	19772.34	0	1	0
15673	IDN	COM	1999	31.135	2.229e+08	1.400e+11	6995.042	0	1	0
15674	IDN	CPV	1999	46.621	6.874e+08	1.400e+11	14614.75	1	0	0
15675	IDN	CRI	1999	142.145	1.580e+10	1.400e+11	18767.43	0	1	0
15676	IDN	CUB	1999	137.164	.	1.400e+11	17903.42	1	0	0
15677	IDN	CYM	1999	0	.	1.400e+11	10324.11	1	0	0
15678	IDN	CYP	1999	69.055	9.780e+09	1.400e+11	8922.735	0	1	0
15679	IDN	CZE	1999	10699.96	6.019e+10	1.400e+11	10765.36	0	1	0

注：下面的变量按照表中出现的顺序排列：

- 进口国 出口国 3 个字母的 ISO 编码 (这里是印度尼西亚)
- 出口国 进口国 3 个字母的 ISO 编码
- 年度 年度
- 进口 进口值 (单方), 以美元表示
- 出口国 GDP 出口国以当前美元表示的 GDP (从 WDI 或 PWT 获取)
- 进口国 GDP 进口国以当前美元表示的 GDP (从 WDI 或 PWT 获取)
- 距离 进口国和出口国之间的距离 (从 CEPII 数据库获取)
- 其中之一加入 在国别配对中只有一个国家是 WTO 成员
- 双方加入 两个国家都是 WTO 成员
- 没有一个加入 两个国家没有一个是 WTO 成员

重要的是, 如果需要对一段时间内的贸易流量进行平均, 理论基础表明应该首先对数据进行对数转换 (这是一个几何平均数)。

```
/* period (5 year) averages */
gen period = 1
replace period = 2 if year < 2000 & year > = 1995
```

```

replace period = 3 if year >= 2000
gen limports = ln(imports)
collapse (mean) limports lgdp_exporter ldist, by(period) /* non-time varying covariates
can also be added
to the variable list */
save av_gravity

```

步骤 8：确认面板数据、运行回归模型

面板数据是指获得的双边贸易流量信息随着时间变化而记录的情况。面板的单个数据和时间维度一旦确定，STATA 中有很多命令可以帮助生成滞后变量或增长率。命令 `xtset` 可以帮助描述面板数据的模式，如面板数据是否平衡。

```

use gravity.dta, clear
/* to identify the dimension of the panel */
xtset pairid year
/* generate the first-lag variable of imports */
gen Limports = L1.limports
/* generate the growth rate of import */
gen Gimports = limports-Limports

```

现在，数据库为进行回归分析做好了准备。回顾上文讨论的估计方法，观察 STATA 命令 `reg`、`tobit`、`ivreg`、`heckman`、`poisson`、`nl` 及其它们的时间序列数据（例如，`xtreg`、`xttobit`、`xtpoisson`）。例如，最简单的引力模型：

```

* for a cross section
xi: reg limports lndist other covariates i. exporter i. importer if year = 2000, robust
* for a panel
xtreg limports lndist other covariates exporter_ * importer_ * year_ * , robust fe /*
where the option fe
provides for country-pair fixed effects */

```

步骤 9：展示和解释回归结果

专业的回归结果展示通常包括下列信息：

- 因变量；
- 观察单元（国别配对、国别配对/时间）；
- 观察值的数量；
- 估计方法；
- 对每一种估计方法列出系数估计值列表，下标中包含 t 统计量（最好

列出标准差（以便于解释）和变量名（以便于读者理解）；

- 显示使用了哪些哑变量（固定效应、时间效应等），通常不报告这些变量的估计值；
- 离差平方和与标准检验（根据诸如同方差的残差特性或序列相关性缺省等进行）。

一个特殊的 STATA 包称为“outreg2”，它使得回归结果能以标准方式快速容易地展现。下面是参数的 t 估计值，星号为显著性水平，采用变量标记而不是变量名称以提高可读性，该 STATA 包可使用 STATA 的“findit outreg2”命令从网上免费下载。

由于关于距离和 GDP 对贸易影响的引力估计在不同研究中被证明是非常稳定的，据此可以对比一项新研究中估计的合理性。许多变量都用自然对数表示，因而从线性估计获得的系数可以直接作为弹性。例如，贸易对距离的弹性通常在 -0.7 和 -1.5 之间，因此两国之间的距离每增加 10 个百分点，则其贸易平均减少 7~15 个百分点。贸易对进口国 GDP 的弹性通常也是单一的，它表明在汇总水平上的进口收入弹性的单一性。如果估计显著偏离这些数量级，则表明可能在估计或者度量上存在错误。

然而，值得注意的是尽管连续变量自然对数的系数（例如 GDP、距离）表示弹性，但哑变量系数（例如，表明两国是否属于同一个贸易协定的哑变量）并不表示弹性。它们要做下面的转换从而可以被解释为弹性：弹性 = $\exp(a) - 1$ ，其中 a 是哑变量估计系数²⁷。正如安德森和范文库帕（2003）及芬斯阙（2004）所强调的，多边阻力条件对估计一般均衡是很重要的，比如两国之间区域性贸易协定的存在对双边贸易的比较静态影响。一旦涉及使用引力模型进行估计就需要计算在两国之间存在或不存地区贸易协定时回归方程（式 3.2）中的多边阻力条件 Π_i 和 P_j 估计，并且使用方程估计出地区贸易协定对贸易的影响：

$$\text{elasticity} = e^a \left(\frac{\Pi_i^{*1-\delta}}{\Pi_i^{1-\delta}} \right) \left(\frac{P_j^{*1-\delta}}{P_j^{1-\delta}} \right) - 1 \quad (\text{式 3.19})$$

其中 * 表示两国之间不存在地区贸易协定时多边阻力条件的估计。

2. 度量非关税壁垒的影响

正如 B.3 部分所示，引力模型可用于获得非关税壁垒的关税等值。在此应用中，我们将研究欧盟香蕉体制案，将其作为关税和配额相结合的一个特殊例子。尽管在理论部分将给出理论观点，但在实践中经济学文献通常假定存在对称的贸易成本、零国内贸易成本，贸易成本具有估计关税等值方程（式 3.6）的特定形式。

数据和相关文件可以在文件夹“第三章\应用\2_度量非关税壁垒的影响”

中找到。

让 τ_{ijt} 和 Q_{ijt} 分别表示 j 对 i 针对所要讨论的行业（这里是香蕉）在时间 t 实施的关税和配额，其他变量如前。一般地，在行业层面估计的引力方程为：

$$\ln X_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln(1 + \tau_{ijt}) + \beta_2 \ln Q_{ijt} + \beta_3 \ln GDP_{it} + \beta_4 \ln GDP_{ijt} + \beta_5 \ln dist_{ij} + \beta_6 I_i + \beta_7 I_j + \sum_{l=1}^T \beta_{7+l} I_l + u_{ijt} \quad (\text{式 3.20})$$

注意，1 加到关税上是因为方程取了对数，零关税取对数将为负无穷而 $\ln(1) = 0$ 。

表 3.2 给出了世界香蕉贸易在 1989 - 2004 年估计的引力方程回归结果。特别是本案例中回归的报告结果是以出口国和进口国汇率给出的。表示框架协议及 ACP（非洲、加勒比海和太平洋国家）的哑变量作为控制变量用来说明这些国家的优惠制度。像往常一样，行标题表示解释变量的名称。因此，例如，数 -1.150 出现在第 1 列和市场“applied, $\ln(1 + \tau)$ ”这一行表示上面方程中系数 β_1 的估计值，并给出了进口国家香蕉需求价格弹性的近似值，是对所有国家所有年度平均值的估计。²⁸在有足够多的国家和进口国没有国内生产时它也表示替代弹性。

香蕉贸易流量相对距离的弹性非常接近 1，就像在大多数引力方程一样（然而，目前的练习就这一点还不能与标准的引力估计进行直接比较，因为我们处理的是有特殊交通协议的单一商品）。贸易流量相对于进口国家 GDP 的弹性可以用香蕉消费的收入弹性近似值进行估计（因为在大多数进口国不生产香蕉），并且取值小于 1 的情况（根据不同的估计方法在 0.72 和 0.84 之间）。这可能有点轻微的低估，因为香蕉在家庭预算的份额会随着收入上升而增加（香蕉是作为一种“奢侈品”）。

汇率与贸易量显著相关，与出口国家汇率具有相同的预期符号（当出口国的货币相对美元贬值时香蕉出口量上升），但与进口国汇率变动不一致。除框架协议哑变量外，特殊的体制变量与贸易量高度显著相关，具有相同的预期符号。

现在，我们使用这些估计值回归估计配额的关税等值。让我们用标记有“^”的变量表示估计的系数和预测的贸易值。 Z_{ijnt} 表示除配额以外的解释变量，将其他从 β_0 到 β_5 的系数合并在一起，我们得到：

$$\ln \hat{X} = \sum_{n \neq 2} \hat{\beta}_n Z_{ijnt} + \hat{\beta}_2 Q_{ijt} \quad (\text{式 3.21})$$

注意：当实施配额时 Q_{ijt} 为 1，否则为 0。因此，存在配额的国别配对之间的贸易量与在没有配额时的贸易量之间的预期差额为：

$$\ln \hat{X}_{ijt,quota} - \ln \hat{X}_{ijt,noquota} = \sum_{n \neq 2} \hat{\beta}_n Z_{ijnt} + \hat{\beta}_2(1) - [\sum_{n \neq 2} \hat{\beta}_n Z_{ijnt} + \hat{\beta}_2(0)] = \hat{\beta}_2 \quad (\text{式 3.22})$$

关税为 τ_i^{ij} 时对贸易的影响与不征收关税时对贸易的影响之间差额也可以进行类似的计算：

$$\ln \hat{X}_{t,taniff}^{ij} - \ln \hat{X}_{t,no\ tariff}^{ij} = \sum_{l \neq 4} \hat{\beta}_l Z_{lt}^{ij} + \hat{\beta}_4(\ln(1 + \tau_t^{ij})) - [\sum_{l \neq 5} \hat{\beta}_l Z_{lt}^{ij} + \hat{\beta}_4(1)] = \hat{\beta}_4 \ln(1 + \tau_t^{ij}) \quad (\text{式 3.23})$$

表 3.2 香蕉市场的引力估计

因变量的值：贸易量	OLS	OLS 鲁棒性	OLS 鲁棒性	迭代	迭代
ln (1+t), 应用	-1.150 **	-1.150 **		-1.261 ***	
	-0.488	-0.497		-0.469	
ln (1+t), 非约束			-1.195 **		-1.136 **
			-0.582		-0.537
ln (1+t), 约束			-1.065		-1.486 **
			-0.675		-0.69
MFN 配额哑变量	-0.671 ***	-0.671 ***	-0.691 ***	-0.515 ***	-0.459 **
	-0.163	-0.165	-0.205	-0.157	-0.2
农业框架哑变量	0.426	0.426	0.428	0.395	0.387
	-0.29	-0.321	-0.322	-0.278	-0.279
ACP 哑变量	1.046 ***	1.046 ***	1.044 ***	0.993 ***	0.997 ***
	-0.218	-0.24	-0.24	-0.21	-0.21
科特迪瓦共和国 * 时间趋势	0.087 1	0.087 1	0.087 7	0.157 **	0.156 **
	-0.065 2	-0.075 6	-0.075 4	-0.062 7	-0.062 8
喀麦隆 * 时间趋势	0.211 ***	0.211 ***	0.212 ***	0.260 ***	0.258 ***
	-0.074 3	-0.078 7	-0.078 8	-0.071 4	-0.071 6
距离对数	-1.119 ***	-1.119 ***	-1.119 ***	-1.269 ***	-1.271 ***
	-0.063 1	-0.075 3	-0.075 3	-0.060 7	-0.060 7
进口商 GDP 对数	0.852 ***	0.852 ***	0.853 ***	0.729 ***	0.723 ***
	-0.28	-0.303	-0.304	-0.269	-0.269

续表

因变量的值: 贸易量	OLS	OLS 鲁棒性	OLS 鲁棒性	迭代	迭代
出口商 GDP 对数	0.178	0.178	0.177	0.251	0.252
	-0.219	-0.222	-0.222	-0.21	-0.21
进口商汇率对数	-0.051 4	-0.051 4	-0.051 1	-0.033 5	-0.034 6
	-0.088 4	-0.079 3	-0.079 4	-0.085 1	-0.085 1
出口商汇率对数	0.070 1 **	0.070 1 **	0.070 3 **	0.085 9 ***	0.085 4 ***
	-0.032	-0.027 4	-0.027 4	-0.030 8	-0.030 8
常数项	-14.44 *			-321.5 **	-11.74
	-8.063			-125.8	-7.754
观察值	6 983	6 983	6 983	6 969	6 983
高差平方和	0.58	0.81	0.81	0.62	0.62
库克韦斯伯格卡方	4.03				
隐含关税等值 (欧元/吨)	346	346	343	221	158

来源: 作者计算

注: 迭代估计 (第四和第五列) 使用了 STATA 的回归程序, 它使用的迭代加权采用了 Huber 离群最小二乘和 biweight 函数, 其中, 离群值越极端, 它在回归方程中赋予的权重也越小。在非常极端的情况下它将被完全剔除。另一种方法是分位数回归, 其最常见的形式是中位数回归。中位数回归也称为最小的绝对值回归, 能最大限度地减少残差绝对值总和, 而不是减少它们的平方值, 从而使离群值赋予较低权重。库克-韦斯伯格检验的统计数据显示, 在 10% 的水平, 同方差的假设被拒绝。变量标记为 “ $\ln(1 + \tau)$, applied” 使用了进口国对香蕉实施的适用关税而不考虑它们可能采取的其他措施。标有 “ $\ln(1 + \tau)$, constrained” 的变量使用 1994 年以后欧盟对美元香蕉的关税, 变量标记为 “ $\ln(1 + \tau)$, unconstrained” 的变量使用其他情况适用的关税。²⁹

配额 Q_i^j 的关税等值是指对贸易流量产生同样影响的关税。这相当于 (式 3.22) 和 (式 3.23) 左边的部分。但如果它们左边部分相等, 那么它们右边部分也应该相等; 因而配额 Q_i^j 的关税等值 $\tilde{\tau}$ 满足:

$$\hat{\beta} \ln(1 + \tau_i^j) = \hat{\beta}_2 \quad (\text{式 3.24})$$

或

$$\tilde{\tau} = \exp(\hat{\beta}_2 / \hat{\beta}_1) - 1 \quad (\text{式 3.25})$$

在对引力方程估计之后, 这些简单的计算可以通过编程获得欧盟配额的关税等值。在最后一步, 观察到的单位价值被用来将从价税转换为从量形式。

按照此方法计算出关税等值, 并根据 CIF 438 欧元/吨的单位价值将其转

换为特定的比率，计算结果报告显示在表 3.2 底部。最后一项估计（158 欧元/吨）使用“数量限制型限制性市场”的关税系数“ β_1 ”来获得。这一选择有其优点同时也有其缺点。一方面，被度量的是配额内关税的影响，它或许是不具有约束力的（虽然数据表明它们有约束力）。另一方面，由于“数量限制型限制性市场”是欧盟市场，系数度量的就是在欧盟市场上的替代弹性，那么如果不变的替代弹性不能按照面值取值，那么它就好比采用其他市场上的替代弹性更好。需要注意的是 158 欧元/吨的估计不包括 75 欧元/吨的配额内关税，所以它的价格差距为 $158 + 75 = 233$ 欧元/吨。估计值 158 欧元/吨这个有趣的特征是它大致等于进口许可证的市场估值。

```
reg lnvalue lnApptariff quotaregime frameworkregime ACPregime CIVtime CMRtime
lnDistance lnmGDP
lnxGDP lnrate lnrate Y2 - Y15 M2 - M96 X2 - X118
* Compute the quota's specific tariff equivalent, unit value = 438 euros/ton
gen t_advalorem = exp(_b[quotaregime] / _b[lnApptariff]) - 1
gen t_specific = t_advalorem * 438
```

需要注意的是，在此应用中配额以外的非关税壁垒，比如规制等也可以使用相同的方法转换成关税等值。比如，这些方法对于度量食品的动植物检疫等市场准入限制也有重要的参考意义。³⁰

D. 练 习

1. 估计区域贸易协定的影响

这个练习的目的是评估区域贸易协定对贸易的影响。练习集中在北美自由贸易协定（NAFTA）1985 - 2004 年期间的情况，但如果样本期间覆盖协议签订前后的一定年度，则类似的练习也可以应用在其他 PTA。包括解决方案的练习文件“AnalyzingBilateralTradeUsingGravity.do”可在“Chapter3 \ Exercises\1_Estimating the impact of a Regional Trade Agreement”中找到（在本练习中，使用 STATA 10）。

1) 准备阶段

将世界银行构建的贸易、保护和生产数据集（尼西塔和奥拉列格，2006）导入 STATA，这些数据集可以从文件夹“Chapter3\Datasets”获得，并将其与“Chapter3\Datasets\BilateralTrade.dta”文件夹中 1985 - 2004 年的贸易数据合并。然后，在国家水平汇总数据。需要注意的是，因为需要加载大型数据库，所以这个过程可能需要一段时间。出于这个原因，可能还需要将内存设置为

较高的水平（如 800m）。构建数据的数据资料可以在“Chapter3 \ Exercises \ Preliminary \ TPPGravity.do”中找到。

命令提示：`insheet, forvalues, foreach, append, merge, collapse`。

a. 定义一个北美自由贸易区内部贸易等于 1 的哑变量（比如加拿大、墨西哥和美国之间自 1994 年加入北美自由贸易协定并生效以来的贸易），定义另外一个哑变量表示每一个北美自由贸易区成员从世界其他地方进口（比如，建立哑变量来度量贸易创造和贸易转移）。

命令提示：`generate`。

b. 绘制北美自由贸易区内部进口和北美自由贸易区从世界其他地区进口随时间的演化，并加以评价。

命令提示：`twoway tsline, xtline, graph save`。

2) 平均的贸易创造和转移

a. 在引力方程中引入上述两个哑变量（国别配对固定效应模型和年度哑变量），估计所有国家，而不仅仅是所涉及的国家。

命令提示：`tsset, gen, replace, tabulate, xtreg, outreg2`。

b. 展示结构并解释与哑变量相关的系数（比如定量化贸易创造/转移）。

命令提示：`outreg2`。

3) 贸易创造和贸易转移的演化

a. 将两个北美自由贸易区的哑变量（表示北美自由贸易区之内和之外的国家对比）与年度链接，并将它们引入引力方程（仍然是国别配对固定效应模型和年度哑变量）。

命令提示：`levelsof, foreach, gen, replace, xtreg, outreg2`。

b. 解释贸易创造和贸易转移系数的演化。

4) 出口转移

a. 加入一个哑变量来描述北美自由贸易区对世界其他地区的出口情况，将第三个 RTA 哑变量加进引力方程。

命令提示：`gen, replace, xtreg, outreg2`。

b. 在其他变量的基础上，使用这个新变量重复问题 1b, 2b, 3a 和 3b。对结果进行评价。

命令提示：`collapse, gen, replace, twoway tsline, graph save, levelsof, foreach, tsset, xtreg, outreg2`。

2. 计算关税等值

练习的目的是使用引力模型来度量非关税壁垒的关税等值。练习应用杰克斯等（2008 年）开发出的方法。包含解决方案的文件“i_NTB.do”和“ii_

Tariff_Equiv. do”可以在“Chapter3\Exercises\2_Calculating tariff equivalent”中找到。

1) 准备阶段

将世界银行构建的贸易、保护和生产数据集（尼西塔和奥拉列格，2006）导入 STATA，这些数据集可以从文件夹“Chapter3\Datasets”获得，并将其与“Chapter3\Datasets\BilateralTrade. dta”文件夹中的数据和“Chapter3\Datasets\GravityData. dta”中的数据进行合并。然后在国家水平汇总数据。需要注意的是，因为需要加载大型数据库，所以这个过程可能需要一段时间。出于这个原因，可能还需要将内存设置为较高的水平（如 800m）。构建数据的数据资料可以在“Chapter3\Exercises\Preliminary\TPPGavity. do”中找到。

命令提示：insheet, forvalues, foreach, append, merge, collapse。

2) 引力估计

- a. 生成一个哑变量，当存在核心的非关税壁垒时等于 1。
- b. 用国别配对固定效应估计下面的引力方程：

$$\tau_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{distance}_{ij}) + \beta_2 \ln(t_{ijt}) + \beta_3 \text{Quota}_{ijt} + \text{TimeDummies} + u_{ijt}$$

然后，比较国别配对效应被假定为随机时与国别配对固定效应被出口国和进口国哑变量替代时两种情况下的结果。

命令提示：reg, xtreg。

3) 关税等值

- a. 对每一个引力估计结果，决定非关税壁垒的关税等值。

命令提示：estimates store, estimate restore。

b. 通过重新估计引力方程和计算关税等值，检验贸易成本度量的灵敏度，假定替代弹性 $\delta = 5$ 或 $\delta = 15$ ，并对结果进行评价。

注 释

1. 对引力方程清晰简明的介绍见海德（2003）的论述，高层次读者可以参考第五章芬斯阙（2004）详尽的解释。
2. 见芬斯阙等（2001），艾弗耐特和科勒（2002）和芬斯阙（2004）。
3. 这是延续梅里兹（2003）思路建立的模型，其中企业面临固定和可变的出口成本。由于企业生产率不同，只有生产率更高的企业才会发现出口是有利可图的。
4. 哑变量就是那些值只取 1 或 0 的变量。比如一个哑变量表示进口国是否为岛国，当进口国是岛国时，它的观察值就取 1，否则就取 0。
5. 不用直接控制 MRT 来估计引力方程的另外一种可选方法依赖于对基本引力方程的操作，目的是为了除掉其中一个或两个 MRT。一种方法包括标准化一定国家组之间的双边贸易流量（马丁等，2008；劳马里斯，2008）。还有一种方法就是所谓的“四联法”

(Head 和 Mayer 的网站提供了使用这个方法的执行文件), 其通过比率的比率来去除两个 MRT。

6. 回想一下, 在引力方程中观察单元(“个体”)是国家组, 而不是一个单一国家。因此当我们谈到“国家效应”时, 那些效应与标准意义上的固定效应并不相同, 其指的是标志每一个国家组的哑变量。
7. 在 STATA 中, 使用估计命令“回归”之后, 使用“稳定”选项, 就可以很容易做到这一点。在离群值带来特别问题的情况下, 一种替代的估计方法, 比如胡贝尔的方法就比普通线性回归要好。离群值能从估计里检测到并剔除出去。检测离群值使用哈迪(Hadi)测试(STATA 命令为: hadimvo)。另一个使用国家对观察值带来的问题是与不同国家对相关的误差(也就是说, 国家对观察值是不独立的)。为了说明这一问题, 就应该纠正集群错误。在 STATA, 多路聚类使用选项“cluster”或命令“cgmreg”。
8. 注意“时间效应”不应该和“时间趋势”相混淆。前者是哑变量, 就像第 1 部分解释的那样, 一年一个取值。后者是一个变量, 从 1 开始, 每一个时期上升 1 个单位: 第一期为 1, 第二期为 2, 以此类推。前者更普遍, 因为它没有线性时间趋势的假设。例如, 如果生产在 t 年因为飓风低迷, 这个临时性的回落将由变量 I_t 表示, 它将会有一个负的系数。相反, 在时间趋势中, 它将被考虑。
9. 事实上, 后者可作为一系列固定效应的线性结合。
10. 注意标准的泊松模型对过度离散问题和过量零贸易流很敏感。为了克服这些问题, 布鲁加等(2001)建议使用修订的泊松固定效应估计(负二项分布, 零膨胀)。STATA 用来运行这些估计的命令是: “nb”用于负二项分布, “zip”和“zinb”用于零膨胀泊松和负二项分布。
11. 使用价格差额来度量贸易成本的出发点是当没有这些成本时套利将会均衡价格。
12. 见海德和里斯(2001)及杰克等(2008)。
13. 这个公式小变动就是 Kee 等(2009)计算的等值, 其中 $\text{tariffequivalent} = (\exp(\delta_3 - 1))/\delta_2$ 等值 14 见 <http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/0,contentMDK:21085384~pagePK:64214825~piPK:64214943~theSitePK:469382,00.html> for the latter。
15. 见第二章。
16. 可以在 http://siteresources.worldbank.org/INTRES/Resources/469232-1107449512766/OTRI_INDICES_2008.xlsx as of April 2011. 找到。
17. PWT 6.3 可以免费从下面网址获得: http://pwt.econ.upenn.edu/php_site/pwt_index.php。也可以在多伦多大学的 CHASS 中心不同数据接口获取, 网址为: <http://datacentre2.chass.utoronto.ca/pwt/>。国家代码在不同数据库并不相同, 但对照表可以在 Jon Haveman 的网页上获取: <http://www.maclester.edu/research/economics/PAGE/HAVEMAN/Trade.Resources/Concordances/OthMap/country.txt> as of April 2011。
18. 注意由于国家价格指数结合了 PPP 调整和汇率, 所以它们也能改变, 要么因为没有汇率调整的通货膨胀, 要么因为没有通货膨胀的汇率调整。这能导致年到年的跳跃。
19. 见 <http://econ.sciences-po.fr/thierry-mayer/publications> as of April 2011。
20. 见 <http://www.graduateinstitute.ch/md4stata> as of April 2011。

21. 见 <http://www.cepii.fr/anglaisgraph/bdd/gravity.htm> as of April 201。
22. 见 <http://www.maclester.edu/research/economics/page/haveman/trade.resources/tradedata.html> as of April 2011。
23. 见 <http://rtais.wto.org/UI/PublicMaintainRTAHome.aspx> as of April 2011。
24. 然而, 在实践中经常会出现国家/年度组的数据缺失, 要么是贸易, 或更常见的情况是其他研究者可能感兴趣的变量 (比如交通基础设施等)。
25. 在面板数据对固定和随机效应估计的情形下, STATA 使用的命令分别是: `xtreg ...`, `fe` and `xtreg ...`, `re`。
26. 见上述对零贸易流量估计的讨论。
27. 为了得出这个公式, 考虑 $X_{ij}(1)$ 是当哑变量等于 1 (例如, 两个国家都在一个区域贸易协定中, 都有共同的语言, 边界等) 时的贸易预测值, 而 $X_{ij}(0)$ 是当哑变量等于 0 时的贸易预测值。从而得出差值 $X_{ij}(1) - X_{ij}(0) = a$, 其中 a 就是哑变量的估计系数。也可以得出 $X_{ij}(1) / X_{ij}(0) = \exp(a)$, 这反过来说明贸易价值由于哑变量从 0 变为 1 时改变的百分比为: $X_{ij}(1) - X_{ij}(0) / X_{ij}(0) = \exp(a) - 1$ 。
28. 这并不是确切的进口需求价格弹性, 因为贸易是用美元来度量的, 所以我们真正度量的是 $d \ln(p^*q) / d \ln(1 + \tau)$, 而不是 $d \ln(p) / d \ln(1 + \tau)$ 。然而, 价格是隐含在贸易流量价值中的, p^* 是世界价格 (这也就是为什么我们给其打个星号的原因); 如果关税对世界贸易份额的影响足够小, 世界价格可以看做是固定的, 取近似值是可以接受的。
29. 对没有 OR 的国家组, 变量 “ $\ln(1 + \tau)$, 限制性” 就等于 0, 但变量 “ $\ln(1 + \tau)$, 无约束” 就取正值。它们不能都为零。
30. 有关非关税壁垒全量化方法的调查, 详细情况参见麦斯克斯等 (2001) 或贝格和布鲁诺 (2001)。

参 考 文 献

1. Anderson, J. E. and van Wincoop, E. (2003), “Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle”, *American Economic Review* 93: 170 – 92.
2. Anderson, J. E. and van Wincoop, E. (2004), “Trade costs”, *Journal of Economic Literature* 42: 691 – 751.
3. Baier, S. L. and Bergstrand, J. H. (2004), “Economic determinants of free trade agreements”, *Journal of International Economics* 64 (1): 29 – 63.
4. Baier, S. L. and Bergstrand, J. H. (2006), “Estimating the effects of free trade agreements on trade flows using matching econometrics”, mimeo, published in *Journal of International Economics* (2009) 77 (1): 63 – 76.
5. Baier, S. L. and Bergstrand, J. H. (2007), “Do free trade agreements actually increase members’ international trade?”, *Journal of International Economics* 71 (1): 72 – 95.
6. Baier, S. L. and Bergstrand, J. H. (2009), “Bonus vetus OLS: a simple method for approximating international trade-cost effects using the gravity equation”, *Journal of*

International Economics 77 (1): 77 – 85.

7. Baldwin, R. and Taglioni, D. (2006), “Gravity for dummies and dummies for gravity equations”, National Bureau of Economic Research Working Paper 12516, NBER.
8. Beghin, J. and Bureau, J. – C. (2001), “Quantification of sanitary, phytosanitary, and technical barriers to trade for trade policy analysis”, Iowa State University, Center for Agricultural and Rural
9. Development Working Paper 01 – WP – 291. Bergstrand, J. H. (1985), “The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence”, *The Review of Economics and Statistics* 67 (3): 474 – 81.
10. Bergstrand, J. H. (1989), “The generalized gravity equation, monopolistic competition and the factor-proportions theory in international trade”, *The Review of Economics and Statistics* 71 (1): 143 – 53.
11. Brun, J. – F., Carrère, C., Guillaumont, P. and de Melo, J. (2005), “Has distance died? Evidence from a panel gravity model”, *World Bank Economic Review* 19: 99 – 120.
12. Cameron, A. C. and Trivedi, P. K. (2005), *Microeconometrics: Methods and Applications*, Cambridge University Press.
13. Carrère, C. (2006), “Revisiting the effects of regional trade agreements on trade flows with proper specification of the gravity model”, *European Economic Review* 50: 223 – 47.
14. Chaney, T. (2008), “Distorted gravity: the intensive and extensive margins of international trade”, *American Economic Review* 98: 1707 – 21.
15. Crozet, M., Head, K. and Mayer, T. (2009), “Quality sorting and trade: firm-level evidence for French wine”, Centre for Economic Policy Research Discussion Paper 7295, CEPR.
16. Dixit, A. and Norman, V. (1980), *Theory of International Trade*, Cambridge University Press. Eaton, J. and Kortum, S. (2002), “Technology, geography and trade”, *Econometrica* 70: 1741 – 79.
17. Ethier, W. (1998), “Regionalism in a multilateral world”, *Journal of Political Economy* 106: 1214 – 45.
18. Evenett, S. and Keller, W. (2002), “On theories explaining the gravity equation”, *Journal of Political Economy* 110: 281 – 316.
19. Feenstra, R. (2004), *Advanced International Trade*, MIT Press. Feenstra, R., Markusen, J. and Rose, A. (2001), “Using the gravity equation to differentiate across alternative theories of trade”, *Canadian Journal of Economics* 34: 430 – 47.
20. Frankel, J. (2010), “The estimated effects of the Euro on trade: why are they below historical evidence on effects of monetary unions among smaller countries?”, in Alesina, A. and Giavazzi, F. (eds.), *Europe and the Euro*, University of Chicago Press.
21. Hausman, J. A. and Taylor, E. (1981), “Panel data and unobservable individual effects”, *Econometrica* 49: 1377 – 98.
22. Head, K. (2003), “Gravity for beginners”, mimeo, University of British Columbia.

23. Head, K. and Ries, J. (2001), "Increasing returns versus national product differentiation as an explanation for the pattern of US - Canada trade", *The American Economic Review* 91 (4): 858 - 76.
24. Helpman, E., Melitz, M. and Rubinstein, Y. (2008), "Trading partners and trade volumes", *Quarterly Journal of Economics* 123: 441 - 87.
25. Hummels, D. and Klenow, P. J. (2005), "The variety and quality of a nation's exports", *American Economic Review* 95: 704 - 23.
26. Jacks, D. S., Meissner, C. M. and Novy, D. (2008), "Trade costs, 1870 - 2000", *American Economic Review: Papers and Proceedings* 98 (2): 529 - 34.
27. Kee, H. L., Nicita, A. and Olarreaga, M. (2009), "Estimating trade restrictiveness indices", *The Economic Journal* 119: 172 - 199.
28. Krugman, P. (1980), "Scale economies, product differentiation and the pattern of trade", *American Economic Review* 70: 950 - 9.
29. Limao, N. (2006), "Preferential trade agreements as stumbling blocks for multilateral trade liberalization: evidence for the United States", *American Economic Review* 96: 896 - 914.
30. Linders, G. M. and de Groot, H. L. (2006), "Estimation of the gravity equation in the presence of zero flows", Tinbergen Institute Discussion Paper 2006 - 072/3.
31. Magee, C. (2003), "Endogenous preferential trade agreements: an empirical analysis", *Contributions to Economic Analysis and Policy* 2, Article 15.
32. Maskus, K., Wilson, J. and Otsuki, T. (2001), "Quantifying the impact of technical barriers to trade: a framework for analysis", in Maskus, K. and Wilson, J. (eds.), *Quantifying the Impact of Technical Barriers to Trade: Can It Be Done?*, University of Michigan Press.
33. Melitz, M. and Ottaviano, G. (2008), "Market size, trade and productivity", *Review of Economic Studies* 75: 295 - 316.
34. Novy, D. (2009), "Gravity redux: measuring international trade costs with panel data", mimeo, University of Warwick.
35. Rose, A. and van Wincoop, E. (2001), "National money as a barrier to international trade: the real case for currency union", *American Economic Review* 91 (2): 386 - 90.
36. Santos Silva, J. and Tenreyro, S. (2006), "The log of gravity", *The Review of Economics and Statistics* 88: 641 - 58.
37. Santos Silva, J. and Tenreyro, S. (2009), "Trading partners and trading volumes: implementing the Helpman-Melitz-Rubinstein model empirically", Center of Economic Performance (CEP) Discussion Paper 935.
38. Summers, R. and Heston, A. (1991), "The Penn World Table (Mark 5): an expanded set of international comparisons, 1950 - 1988", *Quarterly Journal of Economics* 101: 327 - 68.
39. Tinbergen, J. (1962), *Shaping the World Economy*, Twentieth Century Fund.