

# 地缘经济学分析框架

沈启荣      何韬      刘潍嘉      金晨旭      王嘉一      张之行

## 1 模型设定

### 1.1 阶段博弈

#### 1.1.1 国家与部门

世界上存在  $N$  个国家。每个国家  $n$  由一个代表性消费者、一组生产部门  $\mathcal{I}_n$  和一组本地要素  $\mathcal{F}_n$  组成。定义  $\mathcal{I} = \bigcup_{n=1}^N \mathcal{I}_n$  为所有国家生产部门的并集， $\mathcal{F} = \bigcup_{n=1}^N \mathcal{F}_n$  为所有国家本地要素的并集。

设每个国家内的每个部门由连续的同质企业组成，每个部门  $i \in \mathcal{I}$  生产一种差异化产品，价格为  $p_i$ （产品 1 为计价物）。要素  $f$  的价格为  $p_f^\ell$ ，要素在国际间不可流动。

#### 1.1.2 消费者

国家  $n$  的代表性消费者具有如下偏好：

$$U_n(C_n) + u_n(z)$$

其中  $C_n = \{C_{ni}\}_{i \in \mathcal{I}}$  为消费向量， $z$  为用于刻画总量外部性的向量。

消费者的预算约束为：

$$\sum_{i \in \mathcal{I}} p_i C_{ni} \leq \sum_{i \in \mathcal{I}_n} \Pi_i + \sum_{f \in \mathcal{F}_n} p_f^\ell \bar{\ell}_f$$

其中  $\Pi_i$  为部门  $i$  的利润， $\bar{\ell}_f$  为要素  $f$  的禀赋。

定义马歇尔需求函数：

$$C_n(p, w_n)$$

其中  $w_n = \sum_{i \in \mathcal{I}_n} \Pi_i + \sum_{f \in \mathcal{F}_n} p_f^\ell \bar{\ell}_f$  为消费者财富。

定义消费间接效用函数：

$$W_n(p, w_n) = U_n(C_n(p, w_n))$$

则阶段博弈总间接效用为

$$W_n(p, w_n) + u_n(z)$$

### 1.1.3 企业

位于国家  $n$  的部门  $i$  中的企业，使用中间投入品  $x_i = \{x_{ij}\}_{j \in J_i}$  和本地要素  $\ell_i = \{\ell_{if}\}_{f \in \mathcal{F}_n}$  生产产出  $y_i$ ，生产函数为：

$$y_i = f_i(x_i, \ell_i, z)$$

假设  $f_i$  是递增、严格凹的函数，满足稻田条件，且  $f_i(0, \ell_i, z) = 0$ （即无法获得中间投入的企业不能进行生产）。

阶段博弈分为三个子时期：

1. 期初：企业  $i$  下达投入品订单  $(x_i, \ell_i)$ ；
2. 期中：供应商  $j$  决定接受 ( $a_{ij} = 1$ ) 或拒绝 ( $a_{ij} = 0$ ) 订单；
3. 期末：若订单被接受，企业  $i$  支付货款  $p_j x_{ij}$  或窃取价值的  $\theta_{ij}$  部分。

企业  $i$  的阶段博弈支付为：

$$p_i f_i(x_i \cdot a_i, \ell_i, z) - \sum_{j \in J_i} p_j a_{ij} x_{ij} - \sum_{f \in \mathcal{F}_n} p_f^\ell \ell_{if} + \sum_{j \in S_i} \theta_{ij} p_j a_{ij} x_{ij}$$

其中  $S_i \subset J_i$  为企业  $i$  窃取投入品的部门集合。

## 1.2 重复博弈

设无限期离散时间  $t = 0, 1, \dots$ ，每期为一个阶段博弈，所有参与者具有相同贴现因子  $\beta$ 。

供应商采用触发策略：若企业  $i$  窃取其投入品，则永久将其排除在交易之外 ( $B_{ij} = 0$ )。  $B_{ij} = 1$  表示供应商信任企业  $i$ 。定义  $B_i = \{j | B_{ij} = 1\}$  为信任企业  $i$  的供应部门集合。

### 1.2.1 触发策略与激励相容

供应商存在两种触发策略：个体触发与联合触发。

个体触发：企业窃取部门  $j$  的投入品，则仅部门  $j$  将其排除；

联合触发：企业窃取部门  $j$  或  $k$  的投入品，则部门  $j$  和  $k$  同时将其排除。

个体触发下存在 3 个激励相容约束（单独窃取  $j$ 、单独窃取  $k$ 、同时窃取两者），联合触发下仅存在 1 个激励相容约束（仅同时窃取两者是非占优策略）。

**引理 1.** 存在  $J_i$  的一个划分  $\mathcal{S}_i$ ，使得订单  $(x_i, \ell_i)$  对所有窃取行动  $\mathcal{P}(J_i)$  激励相容，当且仅当它对所有  $S \in \sum(\mathcal{S}_i)$  激励相容（其中  $\sum(\mathcal{S}_i)$  为  $\mathcal{S}_i$  中元素的所有可能并集）。对于  $S \in \sum(\mathcal{S}_i)$ ，激励相容约束为：

$$\sum_{j \in S} \theta_{ij} p_j x_{ij} \leq \beta [\nu_i(J_i) - \nu_i(J_i \setminus S)] \quad (1)$$

其中  $\nu_i(B_i)$  为企业  $i$  在拥有信任供应商集合  $B_i$  时的延续价值。

企业  $i$  选择订单  $(x_i, \ell_i)$  最大化阶段利润：

$$\Pi_i(x_i, \ell_i, J_i) = p_i f_i(x_i, \ell_i, z) - \sum_{j \in J_i} p_j x_{ij} - \sum_{f \in \mathcal{F}_n} p_f^\ell \ell_{if}$$

并满足激励相容约束式(1)。

### 1.2.2 市场均衡

定义  $D_j = \{i \in \mathcal{I} | j \in J_i\}$  为从部门  $j$  采购投入品的部门集合。市场出清条件为：  
产品市场：

$$\sum_{n=1}^N C_{nj} + \sum_{i \in D_j} x_{ij} = y_j$$

要素市场：

$$\sum_{i \in \mathcal{I}_n} \ell_{if} = \bar{\ell}_f$$

外部性基于均衡投入品数量：

$$z_{ij}^* = x_{ij}^*$$

均衡为一组价格  $\mathcal{P} = (p, p^\ell)$  和配置  $\{x_i, C_n, y_i, \ell_i, z_{ij}\}$ ，满足：

1. 企业在给定价格下最大化利润；
2. 消费者在给定价格下最大化效用；
3. 所有市场出清。

## 2 霸权权力

假设国家  $m$  为霸权国，它具有以下独特能力：(i) 协调其网络中的企业以形成联合威胁；(ii) 向其本国企业及这些企业的下游外国部门提出“接受或放弃”（take-it-or-leave-it）的契约。

定义霸权国可缔约的企业集合为  $\mathcal{C}_m = \mathcal{I}_m \cup \mathcal{D}_m$ ，其中  $\mathcal{D}_m = \bigcup_{i \in \mathcal{I}_m} D_i \setminus \mathcal{I}_m$  为外国下游部门的集合。

霸权国向企业  $i \in \mathcal{C}_m$  提供的契约  $\Gamma_i = \{\mathcal{S}'_i, \mathcal{T}_i, \tau_i\}$  规定：

1. 一个可行的联合威胁  $\mathcal{S}'_i$ ；
2. 从企业  $i$  到霸权国消费者的非负转移支付  $\mathcal{T}_i = \{T_{ij}\}_{j \in \mathcal{J}_{im}}$ ，其中  $\mathcal{J}_{im} = \mathcal{I}_m \cap \mathcal{J}_i$  是企业  $i$  从霸权国采购的投入品集合；
3. 对投入品和要素购买征收的税收（楔子） $\tau_i = \{\{\tau_{ij}\}_{j \in \mathcal{J}_i}, \{\tau_{if}^\ell\}_{f \in \mathcal{F}_n}\}$ ，该税收在均衡中以一次性转移的方式完全返还给接受契约的企业，因此是收益中性的。

## 2.1 企业参与约束 (Firm Participation Constraint)

企业  $i$  规模微小，将其决策视为对总量向量  $z$  和价格不产生影响。在接受契约的情况下，企业选择最优配置以最大化自身价值：

$$V_i(\Gamma_i) = \max_{x_i, \ell_i} \Pi_i(x_i, \ell_i, \mathcal{J}_i) - \sum_{j \in \mathcal{J}_i} [\tau_{ij}(x_{ij} - x_{ij}^*) + T_{ij}] - \sum_{f \in \mathcal{F}_n} \tau_{if}^\ell (\ell_{if} - \ell_{if}^*) + \beta \nu_i(\mathcal{J}_i) \quad (2)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j \in S} [\theta_{ij} p_j x_{ij} + T_{ij}] \leq \beta [\nu_i(\mathcal{J}_i) - \nu_i(\mathcal{J}_i \setminus S)] \quad \forall S \in \Sigma(\mathcal{S}'_i) \quad (3)$$

若企业  $i$  拒绝契约，它将保留其外部选项的价值  $V_i(\mathcal{S}_i)$ 。因此，企业自愿接受霸权国契约的条件为其参与约束（Participation Constraint）：

$$V_i(\Gamma_i) \geq V_i(\mathcal{S}_i) \quad (4)$$

霸权国能够通过提出联合威胁放松企业的激励相容约束，从而在参与约束中创造出“松弛量”（slack）。我们定义对企业  $i$  的“施压点”（pressure point）为一个严格增加企业  $i$  利润的可行联合威胁  $\mathcal{S}'_i$ ，即满足  $V_i(\mathcal{S}'_i) > V_i(\mathcal{S}_i)$ 。这就是霸权国权力的来源。

## 2.2 霸权国最大化问题 (Hegemon Maximization Problem)

霸权国的目标是最大化其代表性消费者的效用：

$$\mathcal{U}_m = W_m(p, w_m) + u_m(z) \quad (5)$$

其中本国消费者的总财富为本国企业利润、要素收入以及从外国企业收取的转移支付之和：

$$w_m = \sum_{i \in \mathcal{I}_m} \Pi_i(\Gamma_i) + \sum_{f \in \mathcal{F}_m} p_f^\ell \bar{\ell}_f + \sum_{i \in \mathcal{D}_m} \sum_{j \in \mathcal{J}_{im}} T_{ij}$$

由于本国企业缴纳的转移支付和税收对本国消费者而言属于内部转移，因此在总体财富核算中相互抵消，唯有从外国 ( $\mathcal{D}_m$ ) 榨取的转移支付构成了霸权国的净财富流入。

霸权国选择一组契约  $\Gamma = \{\Gamma_i\}_{i \in \mathcal{C}_m}$  以最大化 (5)，受限于企业的参与约束 (4)、联合威胁的可行性、总量向量的决定条件  $z_{ij}^* = x_{ij}^*$ ，以及市场出清决定的均衡价格  $P$ 。

## 2.3 最大化联合威胁的最优性

我们首先说明，霸权国总是倾向于整合其可用的所有威胁，以最大限度地发挥其作为“全球执法者”的能力。

**命题 1** (最大化联合威胁的最优性). 对于霸权国而言，向所有与之缔约的企业提供带有最大化联合威胁的契约 (即  $\mathcal{S}'_i = \bar{\mathcal{S}}_i, \forall i \in \mathcal{C}_m$ ) 是弱最优的。

上述命题的直觉在于，联合威胁扩大了可行配置的集合，因而弱增加了目标实体的利润。霸权国可以通过提供最大化联合威胁最大化自身的“微观权力” (Micro-Power)。

## 2.4 列昂惕夫逆矩阵与带有外部性的网络传导

霸权国在要求目标实体采取代价高昂的行动并榨取转移支付时，会考虑到这些行动对一般均衡价格  $P$  和总量外部性  $z$  的影响。这种在网络中的放大与传导可以通过广义的列昂惕夫逆矩阵 (Leontief inverse) 来刻画。

**命题 2** (网络放大效应). 总量外部性向量  $z^*$  和价格向量  $P$  对某一外生扰动变量  $e$  的总体响应为：

$$\frac{dz^*}{de} = \Psi^z \left( \frac{\partial x^*}{\partial e} + \frac{\partial x^*}{\partial P} \frac{dP}{de} \right) \quad (6)$$

$$\frac{dP}{de} = - \left( \frac{\partial ED}{\partial P} + \frac{\partial ED}{\partial z^*} \Psi^z \frac{\partial x^*}{\partial P} \right)^{-1} \left( \frac{\partial ED}{\partial e} + \frac{\partial ED}{\partial z^*} \Psi^z \frac{\partial x^*}{\partial e} \right) \quad (7)$$

其中， $\Psi^z = (\mathbb{I} - \frac{\partial x^*}{\partial z^*})^{-1}$  是总结了通过  $z$ -外部性进行内生放大的广义列昂惕夫逆矩阵， $ED$  代表所有商品和要素的超额需求向量。

如果处于固定价格且无外部性的环境， $\Psi^z$  会退化为单位矩阵，传导仅通过标准的价格超额需求渠道进行。

## 2.5 霸权国的最优契约与效率

设  $\eta_i \geq 0$  为霸权国对企业  $i$  参与约束 (4) 的拉格朗日乘子，反映了霸权国对该部门的边际权力价值。定义企业总转移支付  $\bar{T}_i = \sum_{j \in \mathcal{J}_{im}} T_{ij}$ 。

**命题 3** (霸权国最优契约). 霸权国提供的最优契约具有以下特征：

1. 对于位于国家  $n$  的外国企业  $i \in \mathcal{D}_m$ ，若  $\bar{\mathcal{S}}_i$  是对其的施压点：

(a) 投入品楔子满足:  $\eta_i \tau_{ij}^* = -\mathcal{E}_{ij}$

(b) 转移支付满足:  $\bar{\Lambda}_i + \eta_i \geq \frac{\partial W_m}{\partial w_m} + \Xi_{mn}$ , 当  $\bar{T}_i^* > 0$  时该式取等号。

2. 对于本国企业  $i \in \mathcal{I}_m$ , 若  $\bar{\mathcal{S}}_i$  是对其的施压点:

(a) 投入品楔子满足:  $\left(\frac{\partial W_m}{\partial w_m} + \eta_i\right) \tau_{ij}^* = -\bar{\mathcal{E}}_{ij}$

(b) 不收取转移支付:  $\bar{T}_i^* = 0$

3. 若  $\bar{\mathcal{S}}_i$  不是对企业  $i$  的施压点, 则霸权国不施加影响,  $\bar{T}_i^* = 0$  且  $\tau_i^* = 0$ 。

为了更直观地理解霸权国操纵世界经济网络的动机, 我们可以将外国企业的最优税收公式展开为三种外部性:

$$\tau_{ij}^* = -\frac{1}{\eta_i} \mathcal{E}_{ij} = -\frac{1}{\eta_i} \left[ \underbrace{\epsilon_{ij}^z}_{\text{直接影响}} + \underbrace{\epsilon^{zNC} \frac{dz^{*NC}}{dz_{ij}} + \epsilon^{Pm} \frac{dP^m}{dz_{ij}}}_{\text{间接影响: 投入产出放大效应}} \right] \quad (8)$$

具体而言:

- **直接影响** ( $\epsilon_{ij}^z$ ): 衡量了增加部门  $i$  对投入  $j$  的直接使用对霸权国产生的社会价值。这不仅包括其对霸权国整体经济和国防安全的外部性, 还囊括了霸权国刻意“构建权力” (Building Power) 的动机——即通过扭曲企业行为, 使其外部选项恶化或当前利润上升, 从而在边际上更难以脱离霸权国的掌控。
- **通过外部性的间接放大** ( $\epsilon^{zNC} \frac{dz^{*NC}}{dz_{ij}}$ ): 霸权国利用投入产出网络, 通过施压可控实体来影响其无法直接控制的非缔约部门 (NC) 的行为。
- **通过价格体系的间接放大** ( $\epsilon^{Pm} \frac{dP^m}{dz_{ij}}$ ): 涵盖了传统的贸易条件 (Terms of Trade) 操纵与金钱外部性。

## 2.6 战略性部门与地缘经济权力的本质

在上述分析框架中, 我们厘清了使一个经济部门成为“战略性部门”的两种根本权力来源:

- **微观权力 (Micro-Power)**: 这是霸权国在不违背目标实体参与约束的情况下, 可通过契约强加给目标实体的最大私人成本 (如马克加成或政治让步)。具有微观权力的战略性部门通常控制着广泛使用、替代性差且具有极高附加值的核心投入品 (如 SWIFT 系统或半导体技术)。
- **宏观权力 (Macro-Power)**: 这是霸权国要求目标实体采取代价高昂的行动为其本国带来的宏观社会价值。能提供宏观权力的战略性部门, 往往由于处于网络中心 (列昂惕夫逆矩阵的枢纽) 而对一般均衡具有极强的放大影响 (如研发和信息技术部门)。

霸权国的最优策略是将二者结合：高度重视对产生宏观权力的部门施加微观权力，利用目标实体仅考虑自身私人成本的局限，强行兑现对霸权国有利的宏观社会收益。

## 2.7 有效配置与全球计划者

为了确立效率基准，我们考虑一个拥有与霸权国完全相同强制手段、但目标是全球福利最大化的全球计划者（Global Planner）。其最大化问题为：

$$\max \sum_{n=1}^N \Omega_n [W_n(p, w_n) + u_n(z)] \quad (9)$$

其中  $\Omega_n$  为分配给国家  $n$  消费者的帕累托权重，设定该权重排除了无谓的跨国财富转移偏好。

**命题 4** (全球计划者的最优契约). 从全球计划者视角的霸权最优契约同样具有最大化联合威胁  $S'_i = \bar{S}_i$ ，但一切转移支付为零  $\bar{T}_i = 0$ 。投入品楔子满足：

$$\left( \Omega_n \frac{\partial W_n}{\partial w_n} + \eta_i \right) \tau_{ij}^* = -\mathcal{E}_{ij}^p$$

(对于所有存在施压点的部门  $i \in \mathcal{C}_m$  均成立，且其中  $\mathcal{E}_{ij}^p$  代表对全球整体的外部性追踪向量)。

命题 4 深刻揭示了地缘经济学的二重性：一方面，霸权国确实充当了“全球执法者”，像全球计划者一样提供了最大化联合威胁，缓解了国际贸易中普遍存在的承诺与执行难题；但另一方面，霸权国在微观上榨取转移支付，并在宏观上为一己之私操纵外部性（利用  $\mathcal{E}_{ij}$  取代  $\mathcal{E}_{ij}^p$  设定扭曲性契约），无可挽回地造成了全球价值的毁灭。