

清華大學

中國經濟研究中心



學術論文

我国农业中技术与人力资本的挤出问题研究

张永林 李子奈 侯红娅

清华大学中国经济研究中心

No.200023 2000年12月

Working Paper

National Center for Economic Research

At

Tsinghua University, Beijing

我国农业中技术与人力资本的挤出问题研究

The Crowding-out of Technology and Human Capital in China's Agriculture

清华大学中国经济研究中心 张永林 李子奈 侯红娅
电话：010—62772086 邮编：100084

摘要：本文提出了我国农业经济和生产中，技术和人力资本的“规模效应”概念，以技术与人力资本在农业资源要素流动和集聚过程中的规模效应为线索对我国农业生产和经济中技术与人力资本的挤出原因、过程、作用和经济后果进行了深层机理研究，旨在从根本上搞清我国农民收入、农业生产和农村经济发展缓慢的结症。最后，根据本文工作我们在注释中就我国农业问题、农业经济研究和目前的农业经济理论提出了一些思考。

关键词：要素的流动和集聚 规模效应 技术与人力资本挤出

【Abstract】 In this paper the “scale effect” of technology and human capital in the flow and agglomeration of agricultural factor is defined. Based on it, the cause, process, effect and result of the crowding-out of technology and human capital is studied, which is aim to solve the bottleneck of increasing the peasants' income, improving the agricultural production and developing the rural economy. Lastly, suggestions about the China's agriculture, the research on the agro-economy and the present theory is given in the notes.

一、技术和人力资本在我国农业生产中的规模效应

技术和人力资本在农业资源要素流动与集聚中的规模效应

用 G 表示农业科学和技术（以下行文中就简称“技术”）成果与资源， N 为农业生产者集合， $s \subseteq N$ 是使用 G 的农业生产者集合，“ $|*|$ ”代表着集合中元素的数量。用 $f_i(x_i)$ ($i \in N$) 表示生产者 i 的生产函数（或收益函数），其中 x_i 是 i 能够使用的生产资源。我们把 x_i 记为 $x_i = q_i + G$ ， q_i 是 i 使用的私有资源^[*]。由于 G 的公共性、不可分性、非排他性和共享性，那么，随着这些农业技术和其它农业生产要素在流动和配置（交换与分配）过程中的积聚与扩散，每一个生产者的私有生产资源和能够使用的公共资源都会扩大。这样，对于 $s \subseteq N$ 来说， $x_i = x_i(s)$ 就是 s 的增函数。如果能有

$$x_i(k) \leq \sup \{x_i(k), \forall i \in k, \forall k \subset s \subset N\} < \frac{\sum_{i \in s} x_i(s)}{|s|} \quad (1.1)$$

成立，那么农业生产资源（或要素）的流动和集聚是最好的。就是说参与这样经济活动的生产者越多，每一个生产者所拥有可使用的私有生产资源和公共资源就越多，个体的生产资源与要素和社会的生产资源与要素都得到了增加。

设 c_i 是 i ($i \in N$) 在获得 $x_i = x_i(s)$ 的过程中所支付的成本。那么 i 在这样的农业生产或经济活动中便受到如下的约束

$$\begin{aligned} f_i(x_i(s)) - f_i(q_i) &\geq 0 \\ q_i^s + c_i &\leq V_i, \quad q_i^s \geq 0 \quad i \in s, \forall s \subseteq N \end{aligned} \quad (1.2)$$

^[*]在生产理论中，生产资源包括资本、技术和劳动等要素。本文的分析把技术、知识、信息、管理等统归为农业的科学和技术。 $f_i(x_i)$ 中的 x_i 是指私人的总资源。

其中 V_i 代表 i 的财产所有。

引用如下概念^[1]

定义 1.1: 一个 n 人合作的**特征函数**是指定义在 2^N 上的实值函数 $v(s)$ ($s \subseteq N$)。其中 $v(s)$ 表示合作集合 s 可以通过协调其成员的策略来保证合作获得最大赢得。

定义 1.2: 设 $s \subseteq N$, $i \notin s$, 令 $s_i = s \cup \{i\}$ 。如果有

$$\frac{v(s)}{|s|} \leq \frac{v(s_i)}{|s_i|} \quad \forall i \notin s, \forall s \subseteq N \quad (1.3)$$

成立, 就称这样的经济环境与其经济活动具有**规模性经济效应**。

这个定义中就是说在经济活动的组织中(市场上), 随着参与者或合作的扩大, 所有的人的个体利益和整体利益都增加, 资源的规模性效率也越好。注意, 定义(1.3)与我们常说的规模经济是有区别的。人们常说的规模经济是对资源的边际收益而讲的。当然, 由边际收益递增性质可以推得定义(1.3)^[2]。所以定义1.2具有更普遍的含义。

现在, 定义 $v(s)$ 及其经济含义为

$$v(s) \equiv \max f_i(x_i(s)) - c_i \quad \forall i \in s, \forall s \subseteq N, \\ s.t.: \quad \sum_{i \in s} c_i^s \leq \sum_{i \in s} V_i$$

(1.4) 其中的 $f_i(x_i(s))$ 满足(1.2)的条件。

要注意, 在(1.2)和(1.4)定义的生产活动中, 农民不仅达到了技术资源和生产要素的增加与扩大, 而且使用技术资源和生产要素的成本, 尤其是使用技术资源的成本也是下降的。同时, (1.4)式的生产活动强调农民要实现个体的利益最优。

定理 1.1: 在(1.4)式的经济活动中, 如果其中的 x_i ($i \in N$) 满足(1.1), 并且有

$$f_i(x_i(s \cup k)) - f_i(x_i(s)) \geq f_i(x_i(T \cup k)) - f_i(x_i(T)) \\ \forall k \subset N \setminus T, T \subseteq s \subseteq N, \quad i \in N$$

(1.5)

$$c_i^{s \cup \{j\}} - c_i^s \geq c_i^{T \cup \{j\}} - c_i^T \\ \forall T \subseteq s \subseteq N, \forall j \in N/s, i \in N \quad (1.6)$$

那么其农业生产具有规模性经济效应。也就是, 技术和人力资本在农业生产中, 通过资源和要素的流动和集聚实现了规模效应。

(条件(1.5)式的经济含义是很清楚的。就是每个生产者拥有和使用的技术资源与生产要素越多时, 其生产水平(或生产效率)的提高是越快的。这其中就要求有人力资本的提高及其在农业生产中的作用发挥。而条件(1.6)是说在使用农业技术资源和生产要素的生产活动中不存在着成本支付的外部性或社会成本。)

证明:

第一步, 先证明在(1.4)式的生产活动中当满足(1.5)和(1.6)的条件时, 对于任意集合 k 和 s , $k \subset s \subseteq N/\{j\}$, $j \in N$, 都有

$$v(s \cup \{j\}) - v(s) \geq v(k \cup \{j\}) - v(k) \quad \forall j \in N/s \quad (1.7)$$

成立。

因为由(1.5)和(1.6), 对于 $\forall k \subseteq s \subseteq N$, 有

$$[f_i(x_i(s \cup \{j\})) - c_i^{s \cup \{j\}}] - [f_i(x_i(s)) - c_i^s] \geq \\ \geq f_i(x_i(k \cup \{j\})) - f_i(x_i(k)) + c_i^s - c_i^{s \cup \{j\}} \geq \\ \geq f_i(x_i(k \cup \{j\})) - f_i(x_i(k)) + c_i^k - c_i^{k \cup \{j\}} = \\ = [f_i(x_i(k \cup \{j\})) - c_i^{k \cup \{j\}}] - [f_i(x_i(k)) - c_i^k] \quad (1.8)$$

把(1.8)加总再结合条件(1.1)就可证得(1.7)成立。

第二步, 再证明当(1.7)成立时有(1.3)式成立。

由 (1.7) 知, 在集合 N 中所有的元素 i 和 j 其作用是对称的, 即可以写成

$$v(s \cup \{i\}) \equiv v(|s|+1) \quad \forall s \subset N, \quad \forall i \in N \quad (1.9)$$

于是, 由 (1.7) 有

$$\begin{aligned} \frac{v(|s|)}{|s|} &= \frac{v(|s|) - v(|s|-1) + v(|s|-1) - \cdots + \cdots - v(|T|) + v(|T|)}{|s|} \\ &\geq \frac{(|s|-|T|)(v(|T|+1) - v(|T|) + v(|T|))}{|s|} \\ &\geq \frac{(|s|-|T|) \frac{v(|T|)}{|T|} + v(|T|)}{|s|} = \frac{v(|T|)}{|T|} \end{aligned} \quad (1.10)$$

证完

我们知道, 农业科学和技术 (本文以下的工作中, 为行文方便就简称“技术”, 其含义中也包括了有关的知识和信息), 它的本身就是一种资源。但是, 这种资源具有特殊性, 其中之一就是使用中的非排他性和不可独占性, 尤其是这些资源的共享性; 另外, 是它的经济外部性, 就是技术资源在生产活动中非常重要的溢出效应^[3]; 再次, 是它所具有的资源公共性; 还有, 就是它在使用中的学习成本低。农业技术资源的这些性质在我国目前的农业经济中是极其重要的。通过定理 1.1 及其证明可以看到, 农业技术资源和人力资本要素的这些特殊性质在我国的农业生产与经济中, 如果农业生产要素和资源 (其它的物质要素和自然资源) 的流动性和集聚性越好, 农业技术要素与人力资本的规模性经济效益就越好。因为农业生产要素的流动和配置市场越大, 农业资源的集聚性和流动性越好, 那么, 农业技术资源的公共性、共享性、溢出性、学习成本低等性质与人力资本结合所产生的规模性效益与使用价值就越大。

这就是我们所提出的农业技术和人力资本在我国农业生产和经济中的“规模效应”概念的内涵与意义。

技术和人力资本的规模效应与我国农业生产的经济效率

为了深入地研究技术和人力资本的规模性效应在我国农业经济与生产中的效果和意义, 我们引入经济学研究中非常重要的概念——“经济核心”^[2]。

定义 1.4: 在特征函数为 v 的 n 人合作中, **分配集** $E(v)$ 是指如下的分配向量全体

$$E(v) = \{Y^n = (y_1, y_2, \dots, y_n) \in R^n \mid (1) y_i \geq v(i) (i \in N), (2) \sum_{i \in N} y_i = v(N)\} \quad (1.11)$$

定义 1.5: n 人合作对策的**核心**是如下的分配集

$$C(v) = \{Y^n \in E(v) \mid (1) \sum_{i \in s} y_i = v(N), (2) \sum_{i \in s} y_i \geq v(s) \forall s \subseteq N\} \quad (1.12)$$

所谓的“经济核心”的概念^[4]是指在那些具有合作对策性质 (或合作类型) 行为的经济活动中资源配置效率性。这种活动的整体合作利益大于部分合作利益; 合作中的资源配置效率性不能被任何其它的配置方案优越。

在完全私人产品的经济中, 竞争经济的“核心”与帕累托最优是一致的。但若经济活动含有公共产品, 则“经济核心”一般不与帕累托最优相同^[5]。

“经济核心”是一种稳定的均衡。

定理 1.2: 在满足定理 1.1 条件的生产活动中存在着经济核心。即生产要素 q_i 和技术资源 G ($i \in N$) 都可以达到最优配置。

证明: 由定理 1.1 再根据[2] (102 页—110 页) 的结论即可得证。

* * *

农业生产要素与技术资源的充分流动和集聚, 使得农业生产者个体在农业生产经济活动中能够把这些农业技术内生。我们知道, 现代农业科技创新过程和成果往往是高成本

的，因此需要有高效率的要素流动和相当集聚程度的资源配置与之适应。另外，由于现代农业技术成果的公共性和共享性，在使用过程中与之相配置的要素和资源越多，其经济效益就越大。再者，由于农业科技在使用中的非排他性和效用的溢出性而存在的经济正外部性，所以应该保障农业生产要素的充分流动和集聚，以便最大效率地利用农业科技的经济价值和社会效用。但是，我国目前的农业经济却难以作到这些。尽管定理 1.1 中的条件 (1.5) 和 (1.6) 是相当一般的要求，可在我国，目前这也是很不容易的事情。

二、我国农业生产中技术与人力资本的挤出

我国是农业技术资源和农业人力资本都非常匮乏的农业大国，可矛盾的是，又有那么多的农业技术不能进入农业生产，又有那么多的农业科技资源不能被农业经济利用，又有那么高的高素质劳动力从农业流动出来。下面，对这些问题就我国农业生产中的技术与人力资本的挤出在原因、过程和后果上进行机理分析。

我国农业生产中技术的挤出

用 $\pi(G, L)$ 表示农业生产技术供给的效益函数（也可以是技术的生产函数），其中的 L 代表从事除提供 G 的供给以外其它能创造收益的劳动。就是说，农业技术的提供者要在投入 G 所获得的收益和劳动投入其它经济活动所获得的收益之间进行选择。从我们前面的工作知道，只有当参与使用者的集合达到或超过一定规模时以及要素的流动性和资源配置的集聚性与之适应时，技术和成果的使用效益才更好。从另一角度看，要是这种供给由市场（社会）提供，那么提供者要在有收益保障情况下才能进行这项活动。要是这种供给由政府（国家）提供，那么在市场经济中，技术作为资源和产品，其使用和产出都必须要有回报。也就是说在 $\pi(G, L)$ 的实现过程中应有个约束条件 $G \geq G_0$ 。 G_0 是满足以上分析的供给。

现在，把农民的生产函数（收益函数）写成 $F_i(V_i - c_i^s, \sum_{h \neq i} G_h + G_i)$ 。式中

$\sum_{h \neq i} G_h + G_i$ 表示 i 在支付了 G 的部分价格 c_i^s 之后可以使用 G 。

1、现在，如果农民的生产行为是很分散的经济活动，在使用技术中的市场信息很不充分，那么，处于单独活动的农民个体在使用技术时的决策便是

$$\begin{aligned} \max F(V - p(G), G) \\ \text{s.t. } q + p(G) \leq V \end{aligned} \quad (2.1)$$

其中的 $P(G)$ 表示技术使用中所支付的价格。注意，这时我们没有 F 的下标记号，就是把某个 i 使用者作为代表。此时 $c_i = p(G)$ 。于是由生产投入的均衡分析可知，对于农民来说，要有，

$$\frac{\partial F / \partial G}{\partial F / \partial q} = \frac{p(G)}{p(q)} \quad (2.2)$$

其中 $q = V - p(G)$ 。 $P(G)$ 和 $P(q)$ 分别表示 G 和私人资源 q 的使用费用（边际成本）。

另外，在技术资源和产品的供求中，无论是从资源的社会配置还是从农民和技术提供者的双方选择上去，都要求有

$$\begin{aligned} \max F(V - c_i, G) \pi(G, L) \\ \text{s.t. } G \geq G_0 \end{aligned} \quad (2.3)$$

在农民的生产函数中， $V - c_i = q$ ，我们也可以把它统一为劳动 L 。其经济含义就是说农业生产者如果不使用农业技术，那么他就投入更多的劳动。生产中农民在投入劳动和使用技术之间进行优化配置。本文这部分研究，不论提供者还是使用者其投入都只考虑科技和劳动两种要素。

于是根据拉格郎日法则对 $F(L, G) \pi(G, L) + \lambda(G_0 - G)$ 求导得

$$\begin{aligned} F'_L \pi(G, L) + \pi'_L F(L, G) &= 0 \\ F'_G \pi(G, L) + \pi'_G F(L, G) - \lambda &= 0 \\ \lambda(G_0 - G) &= 0 \end{aligned} \quad (2.4)$$

由于 $G \geq G_0$ ，所以有 $\lambda = 0$ 。这样我们由 (2.4) 式便得到

$$\frac{F'_L}{F'_G} = \frac{\pi'_L}{\pi'_G} \quad (2.5)$$

从 (2.2) 和 (2.5) 我们可以看到，如果在农业生产中，技术资源失去了它的特殊性，技术产品完全有农民分散单独地投入使用，那么，农民个体就不仅要承担技术产品的供给成本 ((2.5) 式)，也还要支付它的市场价格 ((2.2) 式)，其中包括交易费用。

(2.2) 式也表明，农业技术资源在使用中没有发挥非排他性、效用溢出性和公共性。而 (2.5) 式则表明农业技术资源不仅没有发挥其公共性，更没有发挥它的共享性。

从这个分析我们可以看到，当农业生产处于分散、单一的小农经济状态，农村不存在技术和要素市场、产品市场时，必然的结果是，要么农业技术不存在供给，要么在使用农业技术时不仅技术资源或产品本身的价格很高，而且使用前的交易成本也很高，投入的产出和成本比较得不偿失。

特别是，如果农业的生产要素流动性和集聚性都很低时，不能充分发挥农业技术的规模效应，农业技术的生产作用和社会价值不能被农民的生产活动“内生”，那么，其最终的结果是，农民的生产成本和收入完全反向运动，农业技术的供需都严重降低，农民不得不用劳动或其它资源替代技术。

2、现在，如果存在农业的科技市场并且市场经济比较发达，农业技术资源和产品的共享性、公共性和溢出性等特殊性达到充分发挥，特别是如果能够实现 $\sum_{i \in N} c_i^n = P(G)$ ，那么，每个农民就可以实现

$$\begin{aligned} \max F_i(V_i - c_i^n, \sum_{h \neq i} G_h + G_i) \\ s.t: q_i + c_i^n \leq V_i \end{aligned} \quad (2.6)$$

由均衡分析得

$$\sum_{i \in N} \frac{\partial F_i / \partial G}{\partial F_i / \partial q_i} = \frac{p(G)}{p(q)} \quad (2.7)$$

这时，资源的社会配置和社会福利则是

$$\begin{aligned} \max \sum_i F_i(V - c_i^n, \sum_{k \neq i} G_k + G_i) \pi(G, L) \\ s.t: G \geq G_0 \end{aligned} \quad (2.8)$$

于是根据拉格郎日法则对 $\sum_i F_i(L, \sum_{k \neq i} G_k + G_i) \pi(G, L) + \lambda(G_0 - G)$ 求导得

$$\begin{aligned} \sum_i F'_{i(L)}(L, \sum_{k \neq i} G_k + G_i) \pi(G, L) + \pi'_L \sum_i F_i(L, \sum_{k \neq i} G_k + G_i) &= 0 \\ \sum_i F'_{i(G)}(L, \sum_{k \neq i} G_k + G_i) \pi(G, L) + \pi'_G \sum_i F_i(L, \sum_{k \neq i} G_k + G_i) - \lambda &= 0 \\ \lambda(G_0 - G) &= 0 \end{aligned} \quad (2.9)$$

由于 $G \geq G_0$ ，所以有 $\lambda = 0$ 。这样我们由 (2.9) 式便得到

$$\frac{\sum_i F'_{i(L)}}{\sum_i F'_{i(G)}} = \frac{\pi'_L}{\pi'_G} \quad (2.10)$$

由 (2.7) 和 (2.10) 得到的结果是达到了技术资源和其它生产要素的帕累托效率（完

全公共品中就是林达尔均衡)，而由 (2.2) 和 (2.5) 得到的结果是个纳什均衡。

比较这两种结果表明，因为 (2.2) 式说明农业科技成果的使用价格（费用）很高，每个农民在使用科技成果时都要支付很高的费用，农民承担不了。这时就会发生对农业科技的需求下降，于是，从需求方面发生农业技术的挤出问题。而当分散的单一小农经济生产者所支付的价格低于那些研究费用很高的农业科技成果时就会发生农业技术的供给不足。

既当 $\sum_{i \in N} c_i^n < P(G)$ 时，(2.7) 和 (2.10) 的结果就都不存在了。这时，就从供给方面也会发生农业技术的挤出问题，这种情况很类似于信息不完全时公共品的私人供给不足的问题。

我国农业生产中人力资本的挤出

设个体农民的生产函数为

$$F = f(z_1, z_2, \dots, z_n) \quad (2.11)$$

其中

$$z_i = z_i(x_i, l_i, E) \quad (2.12)$$

这里 z_i 表示生产的产品， x_i 是生产中使用的—般要素或产品（包括了前面的科技资源与产品，也包括—般的消费商品）， l_i 表示生产中使用的劳动要素（时间）。 l_i 即可能是生产者使用自己的劳动，又可能是生产者雇佣他人的劳动。 E 表示生产活动所处的环境要素，其中包括如土地要素流动、技术水平等。环境要素 E 的作用是影响投入要素的价格与投入的系数，影响生产的成本和收入、生产的产品的品种和数量。如果用 p_i 和 w_i 分别代表 x_i 和 l_i 的单位价格，那么，生产中的资源投入就是

$$\sum_i (p_i x_i + w_i l_i)$$

(2.13) 生产的投入必须在生产者的全部收入中支付。

用 V 表示其财产收入与资源禀赋， WL 表示其劳动收入，其中 W 是单位时间的劳动报酬（工资）。于是，生产中的投入约束为

$$\sum_i (p_i x_i + w_i l_i) \leq V + WL \quad (2.14)$$

在我们的分析中需要指出的是， WL 中即包括生产者过去通过劳动已经获得的收入，也包括如果不进行这种农业生产活动而将来在同一时期内通过从事其它的经济活动所能够获得的劳动收入^[1]。这样，他支付给被雇佣者的工资报酬与他放弃从事其它的经济活动所能够获得的劳动收入而投入该项农业生产的劳动成本总和不会超过 WL ，即

$$\sum_i w_i l_i \leq WL \quad (2.15)$$

同时也一定有

$$w_i \leq W \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.16)$$

另外，在最优化的均衡状态，生产者雇佣的劳动投入与自己的劳动投入决策都是

$$\frac{\partial F}{\partial l_i} = \frac{\partial f}{\partial l_i} > W \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.17)$$

式子 (2.17) 是这种生产中存在着对劳动和劳动服务需求的充分必要条件。

同样，生产者在生产中使用其它要素资源或产品（中间产品）替代雇佣的劳动和自己的劳动的投入决策亦都是

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial x_i} > W \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.18)$$

这样就可以看到，在农业生产的经济活动中，农民投入自己的劳动与使用雇佣的劳动、利用中间产品和服务的选择就取决于下面的重要因素：单位时间劳动的边际产出；时间的

^[1]就是说，我们的分析中假定，如果农业生产者不进行目前的这种生产活动，那么他就只能通过在劳动市场上的劳动供给而获得收入。中国目前的农民收入完全符合这个假定。

市场价值；同一单位成本（与投入的劳动比较）的中间产品和服务的边际产出。

我们知道，环境要素 E 对劳动和服务的边际产出、要素资源和中间产品的边际产出起着决定的作用。当农业的生产环境使得在农业生产中劳动的报酬很高时，农民不仅会更多地投入自己的时间，也会使用更多的技术和中间产品（包括服务）。因为，在农业生产中，农民使用技术、服务和中间产品的投入选择是由两个原因决定的：第一，自己的劳动的边际报酬；第二，技术、服务和中间产品在生产中的贡献。当自己的劳动的边际报酬提高时，一方面，他要用技术、服务和中间产品作为自己的劳动时间的替代，另一方面，他要用技术、服务和中间产品在生产中的贡献来取得收入效应，尤其是技术。

如果农业的生产环境不能使得农民把技术在生产中内生，实现不了前面所分析的规模效应，过于分散的农业经济和市场条件导致农业生产要素与资源的流动和集聚都困难，那么式（2.17）与（2.18）式不能得到保证。单位时间劳动的边际产出小于其市场价值，农业生产投入的中间产品和服务的边际收益下降，甚至低于劳动的投入。这样，必然的结果是，农业的生产不能更快地加入现代社会分工，相当大部分和区域的农业经济仍然停留在自给自足的状态。农业生产用低价值的劳动（时间）投入进行，人力资本从农业经济中被严重地挤出^[*]。

三、我国农业生产中技术与人力资本挤出的动态效应

技术和人力资本从我国农业生产中挤出的作用和影响是什么？最严重的后果是什么？影响我国农业经济发展的结症在那里？

效应之一——农业经济增长和农民收入提高缓慢

现在，不失其一般性为了方便把农民的生产函数（收益函数）都统一为

$$f_i(x_i) \quad x_i = q_i + G \quad \forall i \in N \quad (3.1)$$

因为随着时间的发展，在技术创新和要素的连续不断流动和集聚过程中，农业生产者掌握了农业科技知识、信息和管理，这样不仅使得 q_i 和 G 都扩大发展，既 $x_i(t) = q_i(t) + G(t)$ 都是时间 t 的函数，而且农业生产的人力资本连续提高，农业的生产方式和生产力发生根本性变革（不只是种地生产粮食，如生产的综合化、专业化、产业化，在农村和农业的内部产生更深入的分工。农业的现代化使得农业和工业之间的社会分工不对称性解决）。所以，我们现在可以把（3.1）式的生产函数写为

$$F_i(x_i(t)) \quad x_i(t) = q_i(t) + G(t) \quad \forall i \in N \quad t > 0 \quad (3.2)$$

而在第一部分的（1.4）和（1.8）的生产活动就可以统一为

$$v(N) = \max \left\{ \sum_{i \in N} F_i(x_i(t)), x_i(t) \text{ 满足 (1.1) 和 (3.2)} \right\} \quad (3.3)$$

如果在农业技术和要素的连续不断流动和集聚过程中，农业技术的共享性、溢出性和公共性不断地得到提高。反过来，随着技术资源和生产要素的不断配置和创新，又能够促

^[*]迄今为止，有关的研究仍都认为，农业劳动力向非农业和城市的流动只是一般劳动力的转移。我们本文的工作证明和指出，我国目前农业劳动力向非农业和城市的流动不仅是一般劳动力的转移，更重要的是，从农业向非农业和城市转移的劳动力中大部分是农村中高素质的劳动力，他们是我国农业生产的人力资本。当然，我们并不是说这种转移和流动一定是低效率的。但是，在这里我们必须强调指出的是，我们认为，我国农业劳动力向非农业和城市流动与转移的效率性（劳动资源的配置）及其作用和意义要看两点：第一，从过程上，这些流动与转移是否是在良好的市场环境中进行的。就是说，这种劳动力的流动与转移是否是在有效率的市场上进行的。第二，从结果上，流动与转移后的资源配置效率、后果及其意义如何。无论是依据事实还是从我们本文工作，人们都可以看到，我国目前的农业劳动力向非农业和城市的流动与转移，其中相当大的部分是“非自愿”的。如果农村的经济环境可以使他们的人力资本得以实现其经济价值，比如小城镇发展，那么，无论是他们的经济收入，还是对农村的发展其意义都要比他们去在单一的城市劳动市场上通过靠劳动力的供给获取收入大得多。

进共享性和公共性的农业技术资源和其它生产要素的不断增加和扩大。那么就会有

$$x_i(t_2) > x_i(t_1) \quad \text{当} \quad t_2 > t_1 \quad \text{时} \quad \forall i \in N \quad (3.4)$$

我们把 (3.2) 式中的 $F_i(x_i(t))$ 做泰勒展开

$$\begin{aligned} F_i(x_i(t_2)) &= F_i(x_i(t_1)) + F'_i(\theta_i) (x_i(t_2) - x_i(t_1)) \\ x_i(t_2) > \theta > x_i(t_1), \quad \text{当} \quad t_2 > t_1 \quad \text{时}, \quad \forall i \in N \end{aligned} \quad (3.5)$$

将此结果代入 (3.3) 中

$$\begin{aligned} v(N(t_2)) &= \max_{i \in N} \{ \sum F_i(x_i(t_2)), x_i(t) \text{ 满足 (1.1) 和 (3.2)} \} \\ &= \max_{i \in N} \{ \sum F_i(x_i(t_2)) = F_i(x_i(t_1)) + F'_i(\theta_i) (x_i(t_2) - x_i(t_1)) \\ &\quad x_i(t) \text{ 满足 (1.1) 和 (3.2)} \} \\ &> \max_{i \in N} \{ \sum F_i(x_i(t_1)), x_i(t) \text{ 满足 (1.1) 和 (3.2)} \} \\ &= v(N(t_1)) \end{aligned} \quad (3.6)$$

由 (3.6) 马上可得其生产的生长是时间的增函数。这个结果对我们不是最重要的，最重要的是我们要分析这个动态增加过程中的增加因素和增加量的变化（二阶变化情况）。

从 (3.5) 可以看出

$$\begin{aligned} F'_i(\theta_i) (x_i(t_2) - x_i(t_1)) &> 0 \\ x_i(t_2) > \theta > x_i(t_1), \quad t_2 > t_1, \quad \forall i \in N \end{aligned} \quad (3.7)$$

是这样的动态过程中中的决定因素。而决定 $F'_i(\theta_i) (x_i(t_2) - x_i(t_1)) > 0$ 的增加变化又由 $x_i(t_2) - x_i(t_1) > 0$ 和 $F'_i(\theta_i) > 0$ 共同决定。虽然有 $x_i(t_2) - x_i(t_1) > 0$ ，但 $F'_i(x_i) > 0$ 的增加的变化不大（如果用二阶条件就是 $F''_i(x_i) \leq 0$ ），那么 (3.6) 式的动态效果就不佳。此情况就是，虽然农业技术资源和其它生产要素的增加了不少，但是农民收入、农业生产和农村经济的发展并不快，这是因为：

第一，太分散的家庭小农业生产不能把现代的农业技术内生化的；

第二，市场环境、农业的经济环境、历史和现实的原因使得农业的技术资源和生产要素不能实现充分流动和集聚，要素的流动成本和农业的分工成本太高；

第三，农民不能把技术和人力资本的规模效应内生化的，尤其是劳动的边际收入下降严重；

第四，农业技术资源、生产要素和中间产品交换与贸易过程中的交易费用太高致使农民难以把农业技术资源的共享性、效用的溢出性和公共性在生产中内部化。

第五，农业生产缺乏最根本的人力资本。

近年来，我国农业经济的增长和发展减慢，结症就在这里。

资源的增加不等于效率的提高。如果在 $x_i(t_2) - x_i(t_1) > 0$ 不断增加的过程中 $F'_i(x_i) > 0$ 的增加也很好（如果用二阶条件就是 $F''_i(x_i) \geq 0$ ），那么 (3.6) 式的就是我国农业经济发展所最希望的效果！

效应之二—农业的经济资源掠夺和生态环境破坏

技术和人力资本被挤出农业生产后，由于农民不能通过其生产力和生产水平的提高而增加收入，尤其是农民不能使用技术这样经济价值和社会效益都非常重要的共享资源来解决自己的收入问题，劳动的边际报酬下降。这样一来，农民为了提高收入就要尽可能地使用一切可利用的资源和条件，从中或者是通过原来资源的总量增加而增加产出和收入，或者是通过新资源的使用和投入（资源扩大）而增加产出，或者是通过可利用的资源和条件而直接增加收入。于是，在农业经济中，竭泽而渔式的掠夺式生产和生态环境破坏就在所难免了。

四、几点注释

一、我们本文中提出的技术和人力资本在我国农业生产中的“规模效应”概念并不是一般意义上的“规模经济”，我们文中的“规模效应”没有只对资源的存量变化提出要求。从全文工作可以看到，我们在分析中所提出的“规模效应”概念强调两方面的内容，一是农业生产资源和要素的流动性和集聚性，二是技术（包括知识、信息）这种无形资源和要素的积累与扩散。我们认为，如果没有这两个条件，人们所常说的“农业生产集约化经营”、“规模性生产”还是解决不了农业经济“增产不增收”的问题^[7]。

二、目前，制约我国农业生产要素流动与集聚的根本是管理体制与制度的问题。

比如，到目前为止，无论是理论研究还是实际操作，仍是以“农业劳动力转移”的提法与概念为主导。我们认为，在劳动要素的流动与转移中如果没有农业人口的流动与转移与之相结合，那么，且不说我国现在农业劳动力的转移成本因种种原因太高（比如，在外“务工”还要季节回乡“务农”，或照顾孩子上学，或逢年过节，等等。特别的，我们在这里要强调指出的是，如果没有劳动要素的完全流动和农业人口的转移，农村的家庭资源配置决策会决定着农业劳动力的转移。迄今为止，农村的家庭资源配置与农业劳动力转移的关系没有被人们发现并引起注意和研究），就是有转移也是不是完全的。要解决我国的城乡差别和工农差别（不对称），那么，农业劳动要素的流动必须是完全与自由的（比如，我国目前现行的户籍制度改革需要考虑了）。

三、农村的教育和农村人口的全面素质提高是我国农业发展的最根本物质基础。

土地要素不是农业技术使用与发展的土壤，人的素质才是技术使用与发展的土壤。“土地本身不是成为贫困的一个关键因素，而人是一个关键因素。”--西奥多·W·舒尔茨^[6]。不可能想像，怎样在教育非常落后和人口文化素质低下的农村能够实现现代化。所以，我们认为（这也是我们本文工作的本意），教育（人的因素）和制度是我国农业发展根本要素。

参考文献：

- [1] 《对策论及其应用》，（英）L.C.托马斯，王辉青译。
- [2] Tatsuro Ichiishi, Game theory for economic analysis, ACADEMIC PRESS, INC, 1983.
- [3] Duncan black, A theory of urban growth, Journal of political, economy, 1999, vol.107, no.21.
- [4] Shubik M, "Edgeworth markets games" contribution to the theory of games, MIT Press, 1959.
- [5] Jean claude Milleron, Theory of value with public goods: A survey article, Journal of economic theory, 5, 419-477, 1972.
- [6] 西奥多·W·舒尔茨，《经济增长与农业》，北京经济学院出版社
- [7] 张永林，李子奈，刘玲玲，“农业技术扩散、要素流动与农业的规模经济”，管理工程学报，2001，3

通信地址:

北京 清华大学

中国经济研究中心

电话: 86-10-62789695 传真: 86-10-62789697

邮编: 100084

网址: <http://www.ncer.tsinghua.edu.cn>

E-mail: ncer@em.tsinghua.edu.cn

Adress:

National Center for Economic Research

Tsinghua University

Beijing 100084

China

Tel: 86-10-62789695 Fax: 86-10-62789697

Web site: <http://www.ncer.tsinghua.edu.cn>

E-mail: ncer@em.tsinghua.edu.cn