

清華大學

中國經濟研究中心



學術論文

农业科技创新的扩散、要素的流动
与我国农业的规模经济性研究

张永林 李子奈 刘玲玲
清华大学中国经济研究中心
No. 200009 2000 年 3 月

Working Paper

National Center for Economic Research

At
Tsinghua University, Beijing

论文摘要

本文中，我们提出“农业科技创新的扩散”概念和农业科技创新的扩散与要素流动相结合的思路，以此在机理上研究我国农业科学与技术的发展落后；农业科技的发展与实用的低效率结合；农业资源配置的落后问题。

关键词：农业科技创新的扩散；要素流动；规模经济

农业科技创新的扩散、要素的流动 与我国农业的规模经济性研究

张永林 李子奈 刘玲玲
清华大学中国经济研究中心
No. 200009 2000 年 3 月

作者简介

张永林，清华大学经济管理学院博士后；李子奈，清华大学经济管理学院教授，博士生导师；刘玲玲，清华大学经济管理学院副教授。通讯地址：清华大学经济管理学院，邮编：100084，电话：010-62772086，传真：010-62785562。

Diffusion of Agricultural Scientific and Technological Innovation, Factor Flow and Scale Economy in China

Zhang Yonglin, Li Zinai and Liu Lingling
National Centre for Economic Research at Tsinghua University
(NCER)

Abstract

In this article, we build the concept of “diffusion of agricultural scientific and technological innovation” and follow the path of combination of innovation diffusion and factor flow. Beyond this, we access the problems of our agricultural science and technology and its inefficient utilization, agricultural resource allocation.

key words: diffusion of agricultural scientific and technological innovation, factor flow, scale economy

农业科技创新的扩散、要素的流动 与我国农业的规模经济性研究^[*]

张永林 李子奈 刘玲玲
(清华大学中国经济研究中心)

引言

农业科技创新在我国农业经济发展中乃至在整个国民经济中的地位、作用与意义现在已经为人们所共识了，我国农业科技的创新和进步的落后事实与现状也已经为人们所共识，农业科技的发展与实际应用的低效率结合更是人们的共识。到目前，对于解决这些问题人们还是集中在机制、体制和政策、措施等研究上。我们认为，首先应该把机理性的研究搞透，然后再研究问题的解决。本文中，我们首先提出“农业科技创新的扩散”概念，以其改变至今仍居主导地位的“农业科技推广”的思维模式与行为模式。然后，我们提出农业科技创新的扩散与要素流动相结合的思路，以其改变我们缺乏分工与市场落后的“小农经济”和至今仍以“农业科技推广”体系为一统天下的农业经济体制模式。最后，我们严格地分析和证明了在实现农业科技创新的扩散和要素的流动后，我国农业所实现的规模经济性与资源利用的效率性。

一、实现我国“农业科研和技术创新的扩散”

我国过去从中央到地方有一套很完整的农业科学技术研究与推广体系，现在，这个体系仍在运行。本文这里我们提出我国“农业科研和技术创新的扩散”（以下简称“农业科技创新的扩散”）概念及其思想。

1、我国“农业科技创新的扩散”概念的内涵。

A. 我们目前在农业科研与技术创新的应用与使用过程中，仍是“推广”的思想和做法。这种“推广”的做法和行为主要是由政府机构和国家的农业科研机构（学校）执行并完成，是国家与政府的自觉性行为和单向选择。而“农业科技创新的扩散”过程中不仅有国家和政府的职能和主导作用，也有民间和社会主动的、自发的积极性，更有市场体系在其中的功能和效率。政府的职能和市场机制相结合；单向的选择和资源的自由配置（民间和市场。注意，这二者并不是一回事。我国目前有很多民间的农业科研结构，如农民科技协会。性质上它们是属于“俱乐部”式的。）相结合；国家、政府的自觉行为和社会的主动自发活动相结合；国家和政府的“公共性”提供与社会的产业化供给相结合；这就使得“农业科技创新的扩散”不仅比“农业科技推广”有了更加广阔的资源，也有了更加全面和高效率的体系与机制。

“产业化”、“市场化”和“社会化”是“农业科技创新的扩散”所包含的新内容。它们即能很好地解决我国农业科研与技术创新和成果使用的结合问题，又能很好地加快我国农业科学技术的研究与开发。

B. “扩散”与“推广”比较，克服了时间上的时滞性、空间上的距离性和方向上的选择性。通过广播电视、报刊杂志、图书、远程教育等各种方式和措施对现代农业科研与技术创新进行全方位、多渠道、大范围的扩散，即可以大大地降低农业科技创新的使用成本与费用从而极大地提高现代农业科技的利用效率，又可以使得现代农业科技创新从研究到利用的过程见效快、范围广、效益大，从而更好地实现并发挥现代农业科技在我国的经济效益和社会效益。

“信息化”（使用现代的信息技术、信息手段和信息市场）是“农业科技创新的扩散”的最大优势和特点。它不仅可以解决与实现现代农业科技的效益与效率问题，它也能够推

^[*]本文属于 1999 年度国家软科学研究项目（批准号：99040）。

动和促进现代农业科技的研究与发展。

C.就象自然界里的“扩散”过程中包含着“再生和繁殖”一样，在“农业科技创新的扩散”过程中也包含着农业科技创新的“再生和繁殖”。

在以往的农业科技推广过程中，农业科技的使用者仅仅是农业科技的接受者，而在“扩散”中农业科技创新的使用者也可以成为农业科技创新的研究者由于提供者。“扩散”的过程不仅是接受和使用的过程，也是新的开发与新的研究过程。“扩散”的结果不仅是量的增加（增加农业科研与创新成果的转化与应用），更是质的提高（提高我国农业的科学技术与创新水平），是一个量与质的共同发展过程（发展我国的农业科技事业）。就是说“扩散”是一个动态的发展过程（而“推广”的过程仅仅是一个转化与应用的静态增加过程）。是一个不断发展与创新的过程。这一点非常重要。

D.“扩散”不只是单一的某种农业技术或某些科学方法简单的使用，“推广”，普及。扩散中不仅有多种、多方面现代农业科技的交叉和应用，更有现代科学、现代知识的学习。

科学和知识是改造社会的动力。我国人力资本低下的农业生产，经济落后的农村不仅需要先进的农业科技，更需要现代的科学和知识。现代先进、复杂的农业科学和技术是综合科学知识的学习和应用，难以被单一的使用，也难以被单一的掌握。实现高校益的农业生产、稳定的农业经济增长、持续的农村经济发展不可能只由某些农业科技的使用，而必须在农业科技创新的扩散中让我国的农民学习先进的科学和知识，解决我国农业经济发展中的“人力资本”问题。这是“扩散”的一个极其深远的含义。

E.“农业科技创新的扩散”含义中，不仅要有满足农业科技创新的供需以及发展所必需的产业、信息、市场等微观环境，也要有更加有效地保证我国农业科技创新的发展所需要的宏观政策软环境。

在我们过去农业科技的推广中，因为没有社会和私人个体的参与，只是国家和政府的行为，所以也就没有社会和私人个体的行为与作用。但是，随着我国农业科学和技术发展的需要，随着我国农业科技创新的“产业化”、“市场化”和“社会化”发展，由于农业科技产品的非完全竞争性（如公共性、正外部性等）、产权难以明晰性、农业生产的不确定性等因素，所以国家和政府的宏观政策（金融、财政、税收）越来越重要。国家和政府的宏观政策是保障我国农业科技发展的软环境条件。

2、政府和市场相结合，国家和社会相结合是我国“农业科技创新的扩散”基础。

首先，从我国农业科学技术研究及其成果的内在性质来看这两种结合的必然性和这种基础的必要性。

就象有些商品的自然属性一样，我国农业科技及其成果的内在性质就决定了在我国农业科技创新的扩散中必须有这两种结合。比如气象、水利、生态环境、主要粮食品种的培育等等这些属于完全公共品或不可分性质的农业科学和技术；具有广泛长远经济效益、生态效益和社会效益的农业高科技与基础性研究；对我国农业科技发展、我国农业和国民经济发展都具有决定性作用和战略意义的农业科技创新等，都是很难通过市场系统实现其供给与需求的。但有些经济性强、时效性强、其投入可以通过交易得到直接回报的农业科技创新成果在市场上去配置资源就更有效率。

其次，从我国农业的科技研究及其成果的供给和需求来看这两种结合的必然性和这种基础的必要性。

我国是一个幅员辽阔的农业大国，但又是一个十分分散、复杂多样、区域性强、发展不平衡，并且到目前为止仍是以家庭经济为主的农业落后大国。既有主导的农业产品（粮食）供求，又有供需多样化的经济产品。这就决定了我们既要有选择、有目的地去推广某些农业科技创新成果，用高效率的手段去完成那些具有大规模经济性的农业科技创新成果的普及任务，又要多渠道、灵活及时地满足对农业科技的供求，发展高价值、高效益的农业。对于关系到社会民生和国家稳定的农业科技问题必须由政府来办，但国家和政府也不可能把那些多样、复杂和分散的农业科技需求都包下来。

再次，从发展我国农业的科技创新水平，加快我国农业经济的发展来看这两种结合的必然性和这种基础的必要性。

我们目前还是农业科技水平很落后的农业大国。我国农业经济建设和发展，乃至整个国民经济的发展和稳定都迫切需要现代的、先进的农业科学和技术。在这种情况下，根据我们目前的国情，那些费用高、周期长、产生的经济效果和社会效果大、需要赶超世界

先进水平的农业高科技和基础，提高我国八亿农民的文化和素质的工作等乃是国家和政府的任务。但是这也要调动和发挥社会的积极性。必须认识到，要提高我国农业科技的水平，发展我国的农业科技事业只靠国家和政府是完不成的。从未来发展看，私人和社会在我国农业科技事业中的作用将越来越大。尤其是市场在我国农业科技发展中的资源配置作用。

最后，我国现在是地区之间发展不平衡的发展中国家，扶贫性的科技开发、对少数民族地区的科技支持、涉及到国家利益和某些特殊资源的利用的农业科技创新就要有定向性、单向性和选择性，这样的事情还是以国家为主。市场和社会对于那些分散的、多样的、区域经济所需要的农业科技就更有作为。

二、实现农业生产要素的充分流动

过去，我们在研究我国农业的科技创新与发展时很少考虑要素的流动与配置问题，而在研究农业的要素流动与配置问题时不把科技创新与进步作为一个影响的因素，我们认为，二者是有机结合不可分的。

1、科技的创新和进步一定会引致资源的配置，即引致生产要素的流动。

科技的创新和进步从以下几个方面引致资源的配置发生变化。首先，科技的创新和进步一定要提高时间的生产力和劳动的价值，从而引致劳动要素的流动；其次，科技的创新和进步一定要改变在生产中的要素投入组合，因为土地等自然资源被节约使用；再次，科技的创新和进步会加快生产要素的流动速度。

2、要素的流动是科技创新扩散的载体，科技创新和扩散的过程最终都要由资源的配置和要素的流动来完成。

这是显然的事情，因为人类的一切生产活动和经济行为都是资源和要素的配置与使用。

3、农业科技创新和扩散的社会效益要由要素的流动和配置去实现。

我们知道，现代农业科技创新过程和成果往往是高成本的，因此需要高效率的要素流动和相当规模的资源配置与之适应。另外，由于现代农业科技创新成果的公共性，所以在使用过程中，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，故存在着经济的正外部性，这就是说，应该保障农业生产要素的充分流动，以便最大效率地利用农业科技创新和扩散的这些经济正外部性。

如果能够保障农业农业生产要素的充分流动，使得农业的生产者个体在农业生产经济活动中通过要素的流动与资源的有效配置能够把这些农业科技创新和扩散中的经济正外部性内部化，最有效地利用现代农业科技创新成果的公共性，实现农业科技创新的规模经济效益，那么，要素的流动性越大，资源有效配置的市场越大，农业科技创新和扩散的规模经济效益就越大。

4、农业生产要素的流动和配置会推动农业科技的创新和扩散。

这可以从两个方面来分析。一个是从需求。由于我国农业经济发展的需要和农业生产者个体利益（最大化）的需求，在农业生产要素的流动和配置中，都急需农业科技的创新和扩散。一个是从供给。在农业科技的创新和扩散中，无论是政府作用还是市场功能，只要能够保障农业生产要素的充分流动就可以推动农业科技的创新和扩散。

（注：在这部分，因为有了第一部分的基础，所以在工作中只做了必要的研究，没有做更多的累述。另外，所有的结论都可以做微观的优化经济分析，但考虑的篇幅所限以及我们本文是想把第三部分做重点的数理模型研究，因此就都省略了。）

* * *

总结与结论：

本文这两部分工作，我们首先提出了我国“农业科技创新的扩散”概念，分析了它的内在涵义、与我们传统的“农业科学和技术推广”的区别以及扩散的条件。然后我们分析了农业科技创新的扩散与农业生产要素的流动的关系机理。我们认为，现在应该建立多元结构并存（国家，集体，私人）的体制和多种机制（政府，市场，民间）同时发挥作用的体系去发展我国的农业科学和技术研究与应用事业，解决农业科技创新与应用的低效率结合问题，提高我国农业经济发展中的人力资本，推动我国的农业经济发展乃至整个国民经济的发展。

三、农业科技创新的扩散、要素流动与农业的规模经济性^[1]

现在，我们来研究在实现了农业科技创新的扩散与生产要素的流动之后我国农业所实现的规模经济性与效率。在研究中，我们使用对策论的思想、方法与工具。

我们知道，农业的科技创新与任何知识、信息一样，它的本身就是一种资源，但是，这种资源具有特殊性，其中之一就是它的经济外部性；另外，使用中具有非排他性和不可独占性；再次，就是它所具有的资源公共性，这一点在我国目前的农业经济中尤为重要。（这些特殊性我们本部分的工作中在具体研究时还将深入讨论）农业科技创新资源的这些特殊性质都说明，在实现了其扩散和辐射之后，农业生产者所拥有和可使用的知识资源与要素都增加了，尤其是伴随着农业生产要素的流动，这个增加过程是加速进行的。而这些又说明了什么呢。它们说明：**农业科技创新的扩散与要素的流动相结合可以通过两个渠道来解决我国农业的资源利用与经济增长问题：一个是在并不需要增加土地和劳动资源的情况下通过增加科技知识资源而实现的生产力提高（人力资本提高）；另一个则是通过由于农业科技创新资源的特殊性与要素的流动相结合所产生的规模经济效益。**过去，人们只注意并研究了前者，而后者却一直没有被人们充分认识，更没有得到解决。

下面我们就来研究这些问题。

我们的研究分两种情况，一种是先不考虑农业科技成果的使用者需要支付费用和价格的情况（如包括着象水利、气象、农业生态与环境、扶贫性开发、支持少数民族地区、经济信息等由国家或政府提供无偿使用的农业科学技术）；另一种则是考虑使用者需要支付费用和价格的情况，就是农业的科技创新完全是由市场完成的。在这两种情况中，我们都要求其它要素的流动就完全通过市场配置去完成。

先来研究第一种情况。

设 G 表示某些农业科技创新成果。 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 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（要素）。我们把 x_i 记为 $x_i = q_i + G$ ， q_i 是 i 的私有资源^{***}（其中包括资本，劳动等）。由于 G 的公共性、不可分性和非排他性，所以这样的生产活动是具有合作性的。根据在第一部分和第二部分的研究结果我们知道，随着农业科技创新的扩散（“再生”和“繁殖”，提高和发展）和农业生产要素的流动，农业生产中的人力资本也获得了提高，因此，在这种合作性的经济活动中，每一个生产者的私有生产资源 q_i 和能够使用的公共资源 G 都会扩大。如信息、技术和知识等，其中有些成为共享的资源。这样，对于 $s \subseteq N$ 来说， $x_i = x_i(s)$ 就是 s 的增函数。如果有

$$x_i(k) \leq \sup \{x_i(k), \forall i \in k, \forall k \subset s \subset N\} < \frac{\sum_{i \in s} x_i(s)}{|s|} \quad (2.1)$$

成立，那么我们就称在这个生产过程中实现了**生产资源的扩大和完全流动**。

定义 2.1: 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 2.2: 设 $s \subseteq N$ ， $i \notin s$ ，令 $s_i = s \cup \{i\}$ 。如果有

$$\frac{v(s)}{|s|} \leq \frac{v(s_i)}{|s_i|} \quad \forall i \notin s, \forall s \subseteq N \quad (2.2)$$

成立，就称这样的经济环境具有**外部规模报酬递增性质**。既外部规模经济性。

所谓外部规模经济性就是说在经济活动的组织中（市场上），随着参与者的扩大，所有的人其利益都增加。外部规模经济性并不排斥内部规模报酬递增性质，它们是可以共存的。

在使用 G 中的生产活动中，其合作的经济行为是

$$v(s) \equiv \max_{i \in s} \{ \sum f_i(x_i(s)) \mid x_i \geq 0 \text{ 且满足 (2.1) 式条件} \} \quad \forall s \subseteq N \quad (2.3)$$

^{***} 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。

命题 2.1: 如果在 (2.3) 式的经济活动中, 其成员的生产函数 (或收益函数) 是相同的连续凹函数, 那么在 (2.3) 的生产活动中可以实现其外部规模经济性。

证明: 我们先来证明由 (2.1) 式的条件可得到

$$\frac{\sum_{i \in k} x_i(k)}{|k|} \leq \frac{\sum_{i \in s} x_i(s)}{|s|} \quad \forall k \subseteq s \subseteq N \quad (2.4)$$

因为由 (2.1) 显然有

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{i \in k} x_i(k)}{|k|} &\leq \frac{|k| \sup\{x_i(k), \forall i \in k, \forall k \subseteq s \subseteq N\}}{|k|} \\ &= \sup\{x_i(k), \forall i \in k, \forall k \subseteq s \subseteq N\} < \frac{\sum_{i \in s} x_i(s)}{|s|} \end{aligned} \quad (2.5)$$

由 $f(\cdot)$ 的凹性、连续性和 $\frac{\sum_{i \in N} x_i(N)}{n}$ 的有界性易知 $v(s) \leq |s| f(\frac{\sum_{i \in s} x_i(s)}{|s|})$ 。根据连续

函数在闭区间 $[0, \frac{\sum_{i \in N} x_i(N)}{n}]$ 上可达到极大值的性质有

$$v(s) = |s| f\left(\frac{\sum_{i \in s} x_i(s)}{|s|}\right) \quad \forall s \subseteq N \quad (2.6)$$

其实, 根据凹函数的性质, 当 $x_i = x_j (i \neq j)$ 时 (2.6) 式便成立。这时也有着极强而重要的经济含义。那就是: 当所有的农业生产者之间存在对称关系或是同质的 (即相同的生产水平) 时, 生产中农业科技创新成果的作用和效益、生产要素流动过程中的资源配置效率性都最高, 规模经济效益最好。

再由 $f(\cdot)$ 在 $[0, \frac{\sum_{i \in N} x_i(N)}{n}]$ 上的单调连续性, 对于 $\forall k \subseteq s \subseteq N$ 有

$$\frac{\sum_{i \in k} x_i(k)}{|k|} \leq \frac{\sum_{i \in s} x_i(s)}{|s|} \Rightarrow f\left(\frac{\sum_{i \in k} x_i(k)}{|k|}\right) \leq f\left(\frac{\sum_{i \in s} x_i(s)}{|s|}\right) \quad (2.7)$$

把 (2.6) 和 (2.7) 结合就可完成命题 2.1 的证明。

注意, 在命题 2.1 的经济活动中, 当生产者的条件相同或对称时, 农业科技的社会效益和经济作用是最佳的 (见附录一的证明)。这一点对于那些开发、扶贫、区域性经济发展的农业科技其作用的实现特别重要。

第二种情况。

设 V_i 是 i 的个体财产约束, $i \in N$ 。 $p(G)$ 表示 G 的价格 (如果 G 是由政府提供, 那么 $p(G)$ 由政府决定。在这种情况下往往是带有给予使用者补偿性的供给。如果 G 是由社会或市场提供, 那么 $p(G)$ 由 G 的供需市场决定)。要注意, 象科学、技术、知识、信息这些农业科技成果它们在被使用中不同于一般物质形态的产品, 它们的私有性和公共性往往可以互相转化。公共的产品在扩散和流动使用过程中可生产出私有的科学、技术、知识、信息。而私有的科学、技术、知识、信息也可以在要素的流动配置过程中成为公共的产品。所以这种情况中 G 的使用虽然象有些公共品一样需要支付价格 (费用), 但它的使用过程、作用过程及结果完全不同于一般的公共品, 这是科学、技术、知识、信息的特殊性质。但不是失一般性, 我们仍可以和第一种情况一样把 $q_i^s + G$ 写为

$$x_i(s) = q_i^s + G \quad \forall i \in s, \forall s \subseteq N \quad (2.8)$$

其中 $x_i(s)$ 是 s ($\forall s \subseteq N$) 的增函数。 q_i^s 是 i 在生产要素流动过程中所获得的私人要素和资源。

注意, 在情况二中也使用者的生产函数是相同的, 生产条件相同或对称, 但为了

使所的分析问题更具一般性，我们还是以生产函数不同为主。

设 t_i 是 i ($i \in N$) 在使用 G 的过程中所支付 $p(G)$ 的部分。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

$$\begin{aligned} f_i(x_i(s)) - f_i(q_i) &\geq 0 \\ q_i^s + t_i^s &\leq V_i, \quad q_i^s \geq 0 \quad i \in s, \forall s \subseteq N \end{aligned} \quad (2.9)$$

其中 t_i^s 表示 i 在 $s \subseteq N$ 中的支付部分。现在，农业生产者的经济行为就是

$$\begin{aligned} v(s) &\equiv \max_{x_i} f_i(x_i(s)) - t_i^s \quad \forall i \in s, \forall s \subseteq N \quad x_i \text{ 满足} \quad (2.1) \\ s.t.: \quad \sum_{i \in s} t_i^s &= p(G) \end{aligned} \quad (2.10)$$

其中的 $f_i(x_i(s))$ 满足 (2.9) 的条件。

现在我们给出合作规模收益递增的另一种定义。

定义 2.3: 一个合作经济 v 说是具有规模收益递增性质，是指对于任意集合 k 和 s ， $k \subset s \subseteq N/\{j\}$ ， $j \in N$ ，都有

$$v(s \cup \{j\}) - v(s) \geq v(k \cup \{j\}) - v(k) \quad \forall j \in N/s \quad (2.11)$$

定义 (2.11) 就是说当参与经济活动的人增加时，合作的整体利益与个体利益都增加。而且，参与合作的人越多时利益的增加就越快。

注意，由 (2.11) 可推得 (2.2) 结果。从 (2.11) 式可以看出定义 2.3 中内含了内部规模经济性。因为 (2.11) 式中体现着边际收益递增性质。

定义 2.4: 一个合作对策 v 称为凸对策，是指

$$v(s \cup k) + v(s \cap k) \geq v(s) + v(k) \quad \forall k \subset N, s \subset N \quad (2.12)$$

成立。

引理 2.1: 设 v 是一个合作对策，那么 v 是凸对策的充分必要条件是 v 具有规模收益递增性质^[2]。

命题 2.2: 在 (2.10) 的经济活动中，如果

$$\begin{aligned} f_i(x_i(s \cup k)) - f_i(x_i(s)) &\geq f_i(x_i(T \cup k)) - f_i(x_i(T)) \\ \forall k \subset N \setminus T, T &\subseteq s \subseteq N \end{aligned} \quad (2.13)$$

并且支付变化是线性递减的，那么其合作具有边际收益递增性质。其中 $i \in N$ 。

所谓的支付变化线性递减既对 $\forall T \subseteq s \subseteq N$ 有

$$t_i^{s \cup \{j\}} - t_i^s \geq t_i^{T \cup \{j\}} - t_i^T \quad \forall j \in N/s \quad (2.14)$$

成立。就是说在共同使用农业科技成果的生产活动中不存在着支付的负外部性。

证明: 我们来证明在 (2.10) 式的生产活动中当满足 (2.13) 的条件时有 (2.12) 成立。因为由 (2.13) 以及支付的线性变化性，对于 $\forall k \subseteq s \subseteq N$ 有

$$\begin{aligned} [f_i(x_i(s \cup \{j\})) - t_i^{s \cup \{j\}}] - [f_i(x_i(s)) - t_i^s] &\geq \\ \geq [f_i(x_i(k \cup \{j\})) - t_i^{k \cup \{j\}}] - [f_i(x_i(k)) - t_i^k] &\geq \\ \geq [f_i(x_i(T \cup \{j\})) - t_i^{T \cup \{j\}}] - [f_i(x_i(T)) - t_i^T] &\geq 0 \end{aligned} \quad (2.15)$$

另外，每一个使用者的集合都必须支付 $P(G)$ 。所以，综合以上即可证得命题 2.2。

注意，在使用农业科技这种产权难以明晰，具有公共性的产品过程中，排除其支付费用和使用中的外部性对于其效率性的影响乃至农业科技的发展非常重要。因为其它的农业生产要素，如资本、劳动和产品等可以完全由市场配置解决，但农业的科技和知识目前在我国完全靠市场解决是不可能的。这一点已在第一部分做了研究和论证。

* * *

总结与结论:

• 这部分工作，我们研究了农业科技的创新在实现了扩散与农业生产要素充分流动之后，农业生产的规模经济性及资源配置效率性问题。通俗地概括，其核心结果是：**农业科技创新的成果越扩散，农业要素的流动和配置市场越大，那么，农业的规模效益就越好，科**

技在农业生产和农业经济中的作用和效益就越大，农业的生产资源利用效率也就越高。

• 通过本文这部分的分析和证明指出，在我国农业科技创新的扩散与农业生产要素的流动过程中其作用和意义不仅是通过提高农业生产的效率而实现农业的经济增长和发展，而且，具有同等重要意义的是通过产生农业的规模效益而实现农业的经济发展。这些规模经济效益主要靠市场的协调和组织（政府）的作用，在市场上和组织中通过资源和要素的流动与优化配置，在这个过程中扩大了公共资源和共享资源的供给，从而达到对所有参与者都更有利的资源配置状态和结果。

• 在本文这部分分析中我们按需要支付使用价格（费用）和不需要支付使用价格（费用）两种情况研究了农业科技创新的扩散及农业的规模经济效应问题，在其中的研究过程中我们暂却不考虑其它要素配置过程中的价格问题，并且在第一种情况中我们设参与者的生产（收益）函数是相同的，在第二种情况中我们设参与者的生产（收益）函数是不同的或相同的。

首先，我们说明为什么要分需要支付使用价格（费用）和不需要支付使用价格（费用）两种情况。这是我国农业科研和技术创新成果的内在性质和在被使用过程中的作用及其意义所决定的。象水利、气象、环境保护、农业基本建设等好多大范围、大规模使用的完全公共品性质的农业科技成果是不能收取价格和费用的。再如从国家利益和地区利益考虑，一些开发项目、扶贫项目、少数民族地区的农业科技等也是不能收取价格和费用的。这些科技成果不能在市场上进行资源的配置。但是，其他好多的农业科学技术从研究到被使用都可以通过市场或经济组织去进行资源的有效利用。

其次，我们说明为什么要在第一种情况中设参与者的生产（收益）函数是相同的，而在第二种情况中设参与者的生产（收益）函数是相同或不同的。在第一种情况中设参与者的生产（收益）函数是相同的，如果说从“不能收取价格和费用”这一点考虑倒是次要的，主要是由其内在性质和在被使用过程中的作用及其意义所决定。比如扶贫性农业科技成果，要把所有使用者同等对待，所有的使用者都是同样的利益受惠者。其实，就是在在第二种情况的很多农业科技使用中，生产者的条件与利益也往往是相同的。然而在第二种情况中设参与者的生产（收益）函数不同或相同是因为此时他们对其农业科研和技术创新成果的需求可能不一致，利益也不一致，他们需要（愿意）支付的价格（费用）不能统一。第二种情况就主要通过市场和社会（民间）完成了。

最后，其它要素的配置问题在本文的工作中，因为我们强调的是要通过市场活动去完成，所以，就不做更多的讨论而影响了核心问题的研究。

“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^[3]

参考文献

[1]“Induced Innovation In American Agriculture A Reconsideration”, Alan I. Olmstead, Journal of Political Economy, 1993, vol. 101, no. 1.

[2]Tatsuro Ichiishi, 《Game Theory For Economic Analysis》, Academic Press, 1983, New York.

[3]《经济增长与农业》，西奥多·W·舒尔茨，北京经济学院出版社。

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