

# Estimating Output Elasticities of Agricultural Production Factors in China Based on the Least Cost Method

Yu Guan<sup>1</sup>, Min Ghen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Statistics, Zhejiang A & F University, Hangzhou Zhejiang

<sup>2</sup>Zhejiang Survey Organization, National Bureau of Statistics, Hangzhou Zhejiang

Email: [guanyu@zafu.edu.cn](mailto:guanyu@zafu.edu.cn)

Received: Feb. 6<sup>th</sup>, 2015; accepted: Feb. 21<sup>st</sup>, 2015; published: Feb. 28<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Based on market hypothesis of the minimum cost method, using historical production cost benefit survey data and related literature, combined the weighted average of farming, forestry, animal husbandry, fishery, this paper estimates that the current output elasticities of the investment proportion of the agricultural production material consumption (capital), labor and land are about 0.55, 0.3 and 0.15 respectively. It overcomes un-robustness of the popular regression optimize method. In addition, the contribution rates of scientific and technological progress on the farming, forestry, animal husbandry, fishery and mega-agriculture are measured.

## Keywords

Agriculture, Products Factor, Output Elasticity, Least Cost Method

---

# 基于最小成本法的我国农业生产要素产出弹性的估算

管宇<sup>1</sup>, 陈敏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>浙江农林大学统计系, 浙江 杭州

<sup>2</sup>国家统计局浙江调查总队, 浙江 杭州

Email: [guanyu@zafu.edu.cn](mailto:guanyu@zafu.edu.cn)

收稿日期：2015年2月6日；录用日期：2015年2月21日；发布日期：2015年2月28日

## 摘要

本文基于最小成本法的市场假设，利用历年农产品生产成本收益调查数据和相关文献，结合农林牧渔业分项产值构成进行加权平均，估算得到目前我国农业生产物质消耗(资本)、劳动和土地投入比重即产出弹性分别约是0.55、0.3和0.15。它克服了目前流行的回归优化而带来的不稳健性。另外，测算了全国农林牧渔业和大农业的科技进步贡献率。

## 关键词

农业，生产要素，产出弹性，最小成本法

## 1. 引言

弹性是经济学中的一个重要概念，它定量地描述了一个经济变量相对于另一个经济变量变化的反映程度。在农业生产率评价时，会涉及资本  $K$ 、劳动  $L$ 、土地  $M$  三大投入要素，它们关于产出  $Y$  的产出弹性分别为：

$$\alpha = \frac{\partial Y/Y}{\partial K/K}, \quad \beta = \frac{\partial Y/Y}{\partial L/L}, \quad \gamma = \frac{\partial Y/Y}{\partial M/M}$$

问题是上述三个公式中的分子  $\partial Y/Y$  是彼此不一样的。譬如对于资本来说，要求在劳动和土地不变条件下，资本增加 1%，产出增加  $\alpha\%$ 。在现实生产中，人们很难控制其它条件不变，而只让一个生产要素变化的，由此造成了“如何合理估计生产要素产出弹性”这一难题。

## 2. 要素产出弹性估算方法

周方[1][2]利用成本函数和成本构成给出生产要素产出弹性的一个计算公式，但需要有完整的投入产出表。文献[3]列举多种估计要素产出弹性的方法：最大利润法、最小成本法、经验确定法、时间序列回归法、横截面数据回归法(包括随机前沿模型)等等。

### 2.1. 最小成本法和最大利润法

本设  $Y$  是产出， $X = (X_1, \dots, X_q)$  为诸投入要素， $P_Y, P_1, \dots, P_q$  分别是产出  $Y$  和诸投入要素的价格。在产出  $Y$  一定的条件下，成本最小化模型如下：

$$\min C = \sum_{i=1}^q P_i X_i, \quad \text{约束条件为 } Y = g(X)$$

如果生产函数  $Y = g(X)$  是  $X$  的  $r$  阶齐次函数，利用 Lagrange 乘数法求解得产出弹性

$$\alpha_i = \frac{\partial Y/Y}{\partial X_i/X_i} = r \cdot \frac{P_i X_i}{\sum_{j=1}^q P_j X_j}, \quad i = 1, \dots, q$$

其中  $r$  大于 1、小于 1 和等于 1 时，分别称为递增报酬型、递减报酬型和不变报酬型，表明按技术用扩大生产规模来增加产出是有利的、不利的和中性的。

类似有最大利润法，其产出弹性公式是：

$$\alpha_i = \frac{\partial Y/Y}{\partial X_i/X_i} = r \cdot \frac{P_i X_i}{P_Y Y}, \quad i = 1, \dots, q$$

章上峰等人[4]研究时变弹性生产函数模型，针对1978~2008年我国经济指标数据，用半参数变系数Profile估计方法得到不同时期资本和劳动力时变产出弹性与资本和劳动力收入份额统计值相当吻合的结果，即佐证了最小成本法的可行性。周方[1][2]利用成本函数和成本构成给出生产要素产出弹性的一个计算公式，但需要有完整的投入产出表。文献[3]列举多种估计要素产出弹性的方法：最大利润法、最小成本法、经验确定法、时间序列回归法、横截面数据回归法(包括随机前沿模型)等等。

### 2.2. 经验回归优化分析法

经验回归优化分析法包括纵向的时间序列回归、横向的横截面和面板数据回归法(包括线性回归、对数线性回归、非线性回归)。回归法容易实现，而且能利用线性或非线性模型的许多新方法如半参数方法，因此被许多文献采用[5]-[11]。但是，回归法存在以下几个问题：(1) 回归方程和系数可能通不过显著性检验；(2) 回归系数可能为负数，虽然在极端情形下弹性可以取负值，如严重超量施肥导致粮食减产，但宏观生产数据(如农业生产数据是合并许多农户生产得到的)中弹性系数不应该是负的；(3) 回归法是基于现有数据的优化分析，回归系数对模型和数据都相当敏感。

表1罗列使用回归方法估算我国农业三大要素产出弹性的部分文献，结果差异较大，显然主要是其中原始数据来源和处理不同造成的。

### 2.3. 我们的选择

虽然中国农业生产和主要农产品销售价格一定程度上还受到国家调控，除主要粮食价格受国家调控逐年稳步提高外，多数农产品价格几乎完全市场化，不同年份间波动较大。无论是地方政府还是农业生产者，都无不在现有的体制下设法使自己的生产或经营尽可能成本最小化和利润最大化。

目前最权威的国家统计局农村统计数据，多数是通过抽样调查获取的：抽样857个县(约占全国的35%)，每个调查县的调查户数为30~100户。农业生产严重地受制于地理、土壤、气象等因素，农产品价格波动远高于工业产品，农业统计指标明显多于其它行业。农村农业统计数据既复杂又波动明显，通常无法用简单的某个统计模型直接套用，这是农业经济文献非常之多，但结果差异很大的原因。

如果生产环境理想且统计数据近似准确，那么各种模型的结果应该相近。由于农业生产存在太多不确定的干扰因素(如地理、天气)，在原始数据误差没法控制的前提下，应该尽可能采用相对稳健的估计方法。综合现有各种方法和文献，我们建议使用“最小成本法”即要素产出弹性等于该要素成本占总成本的比重，它远比经验回归稳健得多。最大利润法涉及产出价格，波动较大的农产品价格会造成其测算结

Table 1. Output elasticities data of material capital, labor and land investment proportion

表1. 资本、劳动、土地三大要素产出弹性文献数据

作者	朱希刚[5]	朱喜等[6]	孙秋霞等[7]	雷玲等[8]	白秀广等[9]	刘威[10]	孙兆明[11]
时间	1972~1994	2003~2007	1996~2006	2001~2007	2000~2009	2004~2008	1980~2010
对象	农业	农业	农业	陕西农业	苹果九产区	规模奶牛	海水养殖
资本比重	0.55	0.443	0.446	0.567	0.0818	1.508	0.724
劳动比重	0.20	0.213	0.53	0	0.5722	-0.508	<-0.763
土地比重	0.25	0.345	0.024	0.433	-	-	0.133

果的不稳定性，因此该法不太适合于农业生产测评。

### 3. 农业生产要素投入比重即产出弹性的估算

历年《全国农产品成本收益资料汇编》(简称《汇编》)和《中国农村统计年鉴》(简称《农村统计》)有相当详细的主要农产品成本收益调查统计数据，据此我们以农产品产值比重作为权重，进行加权平均，近似估算出三大要素占总成本的比重，进而估计产出弹性。

#### 3.1. 农业(种植业)

以 2010 年种植业物质要素产出弹性为例，解说其中的估算过程。按国家统计局的统计分类指标，种植业划分为谷物及其他作物、蔬菜及园艺、水果坚果及饮料、中药材 4 大类。其中中药材类生产成本收益数据欠缺，中药材产值比重很轻 2010 年只占 1.34%忽略不计，因此种植业生产成本就用谷物及其他作物、蔬菜及园艺、水果坚果及饮料 3 大类来估算，按 2010 年产值分别取权重 48.47%、36.54%、14.99%。每个大类又由若干子类组成，由小及大逐级向上加权平均。这样近似估算整个种植业的生产成本，结果见表 2。

#### 3.2. 林业

林业生产包括林木培育和种植、竹木采运和林产品 3 大类。历年《汇编》和《农村统计》中数据中林业的很少。本节林业产品成本数据主要来自“中国期刊网”学术论文。

刘强等人[12]调查了 2010 年浙江省临安市 32 个农户 96 块已经进入采收期的山核桃年投入产出情况；汪渐锋和沈月琴[13]调查 2009 年浙江省 2 个“竹子之乡”安吉和临安的 227 户农户，分析农户现有的竹林经营模式及其成本收益；董爱宏[14]给出 2012 年河北板栗种植的成本分析；黄世国等人[15]调查了 2004 年海南民营橡胶生产情况，并估计国营农场加上还有一部分社会成本，使得橡胶总成本大概 9000 元/吨。汇总上述文献数据，计算得要素投入比重得表 3。

据我们了解，目前平原农田租赁时间较短，每公顷租金 1000 元以上，一般占生产成本的 10%~20%；山林租赁时间较长，每公顷租金约 100 元，一般不超过生产成本 5%。考虑到租山地生产时改造成本较高，

Table 2. Investment proportion of Chinese farming in 2010

表 2. 2010 年全国种植业分项比重

	谷物及其他作物	蔬菜及园艺	水果坚果及饮料	中药材	种植业成本
产值(可比价格/亿元)	14781.3	11140.7	4571.6	429.2	32036.9
产值比重(%)	48.47	36.54	14.99	-	-
物质比重(%)	43.08	41.11	50.08	-	43.41
劳动比重(%)	38.01	47.61	42.91	-	42.25
土地比重(%)	18.91	11.28	7.01	-	14.34

Table 3. Proportion of forest products in literature [12]-[15]

表 3. 文献[12]-[15]林业产品投入比重

产品	生态山核桃	山核桃	笋用林	材用林	笋材两用林	板栗	玉米	民营橡胶	国营橡胶
物质比重(%)	27.15	15.14	54.35	23.00	28.17	18.37	42.86	32.41	53.33
劳动比重(%)	72.85	84.86	45.65	77.00	71.83	81.63	57.14	67.59	47.37
地区	浙江	浙江	浙江	浙江	浙江	河北	河北	海南	海南

林业生产要素的土地投入比重取 10%。林木培育和种植相对地较接近于普通的种植业，平时需要施肥、施药、修剪等，物质和劳动投入比重相近，都取 45%；竹木采运和林产品主要都是开始的较大投入，后期的管理、采运、采收中人工费用比重极高，竹木采运和林产品的劳动比重分别取 55% 和 60%，见表 4。

### 3.3. 畜牧业

畜牧业统计主要涉及牲畜饲养、猪的饲养、家禽饲养、狩猎和捕猎动物和其他畜牧业，其中牲畜饲养包括牛、羊及其奶产品，家禽饲养包括肉禽和禽蛋。《汇编》与《农村统计》中有较全面的畜牧业分项目生产成本，经过 2 次加权平均可估算出畜牧业的综合生产成本，请见表 5。

### 3.4. 渔业

渔业包括捕捞与养殖，又分别对应有内陆(淡水)和海洋。《汇编》和《农村统计》中只列有 2003~2007 年淡水鱼农户精养成本调查数据。戴俊和何坪华[16]调查分析比较了武汉地区 184 个黄鳝网箱养殖户成本收益水平状况，网箱养殖的土地成本明显低于非网箱养殖。还有 3 种海产品大菱鲆、大黄鱼、对虾养殖成本数据，请见表 6。

考虑到近年来过度捕捞导致的“近海无鱼”现状，渔业越来越依赖于水产养殖。据了解目前鱼塘租赁每年每亩上升到 5000~10000 元，明显高于农田和山林。综合各因素和现有数据，我们建议水产品(不分海水和淡水)养殖要素投入物质、劳动和土地比重分别取 75%、15% 和 10%。

**Table 4. Investment proportion of forest products**  
**表 4. 林业生产要素成本比重**

	林木培育和种植	竹木采运	林产品	加权平均
物质比重(%)	45	35	30	36.67
劳动比重(%)	45	55	60	53.33
土地比重(%)	10	10	10	10

**Table 5. The output value and investment proportion of animal husbandry in 2010**  
**表 5. 2010 年畜牧业产值及其要素比重**

	牲畜饲养	猪的饲养	家禽饲养	狩猎和捕猎动物	其他畜牧业	畜牧业
产值(亿元)	4287.1	8639.8	5145.4	17.1	761.7	20266.3
物质比重(%)	83.61	86.39	94.02	-	-	87.90
劳动比重(%)	16.31	13.52	5.54	-	-	11.91
土地比重(%)	0.08	0.09	0.44	-	-	0.19

**Table 6. Investment proportion of aquaculture in literature [16]-[19]**  
**表 6. 文献[16]-[19]水产养殖投入比重**

产品	黄鳝网箱	黄鳝网箱	黄鳝网箱	大菱鲆	大黄鱼	对虾	农户淡水鱼
物质比重(%)	94.34	92.94	91.45	88.86	90.88	82.25	80.97
劳动比重(%)	2.68	2.68	5.22	11.14	9.12	7.47	14.06
土地比重(%)	2.98	4.40	3.34	-	-	10.28	4.97
地区	武汉仙桃	武汉汉南	武汉洪湖	渤海湾	福建	广东	全国 2007 年

### 3.5. 大农业

根据前面分析计算结果，对农(种植)、林、牧、渔业的要素比重再进行加权平均，权重为它们在总产值中的比例。为使用方便，对要素比重进行取整，得表 7。取整原则：大的数往下取，小的数往上取；由于中国劳动力过剩，凡劳动力指标往下取整；因我国农村土地归集体所有不能真正流转，目前农业土地成本偏低，故往土地要素上取整。

利用取整后的农(种植)、林、牧、渔业的要素比重结合 1990~2010 年各年各产值比例，进行加权计算并取整得大农业生产的物质、劳动和土地投入比重，即各生产要素的弹性系数，见图 1，其中 2010 年的要素比重分别是 58.79%、30.21%和 11.01%，取整后为 55%、30%和 15%。为方便对农业生产率的测算比较，我们建议 2000 年至今大农业生产的物质、劳动和土地投入产出弹性就取 55%、30%和 15%。

### 4. 农业科技进步贡献率

科技进步贡献率是我国各级政府比较关注的指标，通常是基于生产函数索罗余值法[7] [8]。在产出增长率中扣减资本、劳动和土地投入增长的份额，剩下的可解释了科技进步所带来的，其中投入要素弹性采用上节的估算值。

科技进步贡献率测算数据取自《农村统计》，其拥有历年完整的基于不变价格下的农、林、牧、渔业产值和大农业总产值、增加值的指数以及劳动力人数、播种面积、造林面积、养殖面积等。具体地，资金投入对应于物质消耗，但农业物质消耗数据不是很完整，本文用中间消耗(产值减去增加值)近似；现有的农业生产率测评文献几乎一致地选用从事农业劳动力人数近似作为劳动投入，我们也如此做。

种植业土地要素投入采用播种总面积扣减掉受灾部分，即播种总面积-0.2×受灾面积-0.65×成灾面，其中受灾面积损失比例 20%是取 10%~30%的中值，成灾面积损失比例 65%取 30%~100%的中值。林业面积基于 1997 年中国林业出版社出版的《中国森林》数据，当时我国大陆林业用地为 260919 千公顷，再加上每年新增的林地面积。畜牧业没有土地数据，我们采用上年末存栏头数代替，存栏头数从某种程度上反映养殖场大小。我们按大概体重进行折算：1 头大牲畜 = 3 头猪 = 10 头羊。另外，朱希刚[5]建议用能繁母畜头数代替土地要素，想法挺不错，但目前仅有能繁母猪和母羊且年份不完整的数据。水产养殖

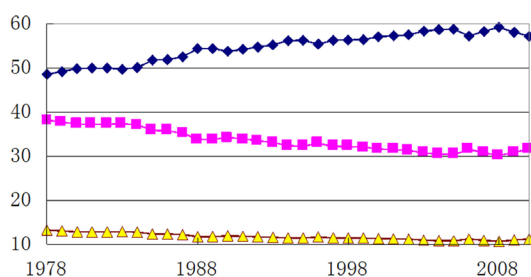


Figure 1. Investment proportion of Chinese mega-agriculture from 1978 to 2010 (up to bottom: material, labor, land)  
图 1. 全国大农业 1978-2010 年要素投入比重(自上至下为物质、劳动、土地)

Table 7. Investment proportion of farming, forestry, animal husbandry, fishery production inputs in 2010  
表 7. 2010 年农林牧渔业生产要素投入比重

	种植业	林业	牧业	渔业	大农业
物质比重 (%)	42.5	40	80	75	55
劳动比重 (%)	42.5	50	15	15	30
土地比重 (%)	15	10	5	10	15



**Table 8.** The contribution rates of scientific and technological progress on Chinese farming, forestry, animal husbandry, fishery (forward for 5 years on average)**表 8.** 全国农林牧渔业科技进步贡献率（往前数 5 年平均）

年份	大农业	种植业	林业	畜牧业	渔业
2000	39.38	56.96	47.06	20.79	18.99
2005	41.29	60.44	56.68	17.75	19.55
2010	47.55	71.67	52.59	23.60	17.62

面积完全按《农村统计》中数据。

表 8 列出全国农林牧渔业科技进步贡献率计算结果,每个数据代表所对应年份往前数 5 年的平均值。明显地,种植业最高,林业第 2、大农业居中、畜牧业和渔业最低。

## 5. 结论

目前农业生产率评价方法主要有:基于生产函数的回归方法(包括对数超越方程、随机前沿分析法)、基于线性规划的数据包络分析方法,显然它们对于指标选取和原始数据都非常敏感的。变动其中一个指标或一组原始数据,最终结果就可能差异很大。本文跳出国内学者普遍采用的回归优化估计方法,回到生产函数和弹性系数的最初始的经济学范畴,基于“生产成本最小化”的市场假设,用要素成本比重来估计弹性系数。基于农产品生产成本调查数据,利用分项产值构成(数据来自历年《中国农村统计年鉴》),进行加权平均得要素投入比重;综合多方面因素,对诸要素比重进行适当调整,最终确定各生产要素的弹性系数。显然,投入比重受原始数据影响,相对于回归优化或线性规划优化方法来说少得多,自然具有极高的稳健性,如此得到的弹性系数离比较合理的真实目标应该相差不会远了。

农业部朱希刚等人[5]在二十世纪 90 年代前期,用回归分析分段估计弹性系数。本文大农业生产要素弹性系数与我国政府官方采用的朱希刚方法相近,资本(即物质消耗)弹性系数都取 0.55,劳动和土地弹性系数我们的与朱法分别是 0.3、0.15 和 0.2、0.25。目前,土地归集体所有,我国农产品综合成本中实际的土地成本都不超过 10%,因此土地弹性系数应该取小的。增加单位面积土地,必须伴随有增加相当的资金加入才能使土地明显地增加产值;反之,有了资金,人们往往会在现有土地上设法更多地生产(如立体种植、网箱养殖)。

## 基金项目

国家统计局项目(2012LY019)。

## 参考文献 (References)

- [1] 周方 (1995) 关于“规模收益不变”之假定及生产要素产出弹性系数的测算. *数量经济技术经济研究*, 2, 40-50.
- [2] 周方 (1997) 利用投入产出表直接计算资本产出弹性系数和劳动产出弹性系数. *数量经济技术经济研究*, 2, 39-40.
- [3] 吴敬学 (2007) 技术进步与农业经济增长. 中国农业科学技术出版社, 北京.
- [4] 章上峰, 许冰, 顾文涛 (2010) 时变弹性生产函数模型统计学与经济学检验. *统计研究*, 6, 91-96.
- [5] 朱希刚 (1997) 我国农业科技进步贡献率测算方法. 中国农业出版社, 北京.
- [6] 朱喜, 史清华, 盖庆恩 (2011) 要素配置扭曲与农业全要素生产率. *经济研究*, 5, 86-98.
- [7] 孙秋霞, 杨妍妍, 高齐圣 (2010) 我国农业科技进步贡献率的测算. *统计与决策*, 22, 148-149.
- [8] 雷玲, 张召华, 王礼力 (2011) 陕西省农业科技进步贡献率的测算与分析——基于 C-D 生产函数. *技术经济*, 5, 59-63.

- [9] 白秀广, 李纪生, 郑少锋 (2012) 偏技术进步、要素弹性与苹果生产效率的实证分析. *统计与决策*, **21**, 114-118.
- [10] 刘威, 张培兰, 马恒运 (2011) 中国牛奶生产要素产出弹性与规模报酬. *中国畜牧杂志*, **8**, 31-34.
- [11] 孙兆明 (2012) 我国海水养殖业生产要素弹性实证研究——基于超越对数生产函数. *中国渔业经济*, **3**, 133-139.
- [12] 刘强, 李世勇, 吴伟光 (2011) 山核桃生态化经营投入产出状况及农户选择意愿. *林业经济问题*, **6**, 520-525.
- [13] 汪浙锋, 沈月琴 (2010) 基于农户的竹林经营模式及成本收益分析——以浙江省为例. *林业经济问题*, **6**, 483-485.
- [14] 董爱宏 (2012) 板栗种植的成本分析. *河北林业科技*, **4**, 42-43.
- [15] 黄世国, 许能锐, 胡卫东, 谭招植, 黄宁 (2007) 海南民营橡胶生产成本调查分析. *广西热带农业*, **5**, 39-41.
- [16] 戴俊, 何坪华 (2011) 黄鳝网箱养殖的成本收益水平及主要影响因素分析. *华中农业大学学报: 社会科学版*, **2**, 55-59.
- [17] 杨德利, 王严, 曾鸣谦 (2012) 基于抽样调查的我国大菱鲆养殖成本收益分析. *中国渔业经济*, **1**, 67-72.
- [18] 廖红梅, 高超, 韩承义, 林培华, 高健 (2012) 宁德市大黄鱼成鱼养殖成本收益分析. *上海海洋大学学报*, **1**, 139-144.
- [19] 高雅, 吴晨 (2012) 广东省对虾工厂化养殖模式成本效益分析及其应对策略. *仲恺农业工程学院学报*, **1**, 56-61.



汉斯出版社为全球科研工作者搭建开放的网络学术中文交流平台。自2011年创办以来，汉斯一直保持着稳健快速发展。随着国内外知名高校学者的陆续加入，汉斯电子期刊已被450多所大中华地区高校图书馆的电子资源采用，并被中国知网全文收录，被学术界广为认同。

汉斯出版社是国内开源（Open Access）电子期刊模式的先行者，其创办的所有期刊全部开放阅读，即读者可以通过互联网免费获取期刊内容，在非商业性使用的前提下，读者不支付任何费用就可引用、复制、传播期刊的部分或全部内容。

