

未来中国粮食增产将主要依靠什么？^{*}

——基于粮食生产“十连增”的分析

田 甜 李隆玲 黄 东 武拉平

内容提要：2004~2013 年，中国粮食产量实现了“十连增”。本文通过对粮食产量公式的分解得到粮食增产来源于作物单产、播种面积和种植结构调整三方面的因素，并进一步测算了以上三方面因素在“十连增”期间对粮食增产的贡献。结果表明，作物单产水平提高对中国粮食增产的贡献率最大。为此，本文进一步构建了粮食单产的 C-D 生产函数模型，分析各种投入、政策、气候和农户行为对单产的影响。结果表明，财政支农力度、种子和机械作业是推动粮食单产提高的重要因素；同时，温度和降水量对小麦和玉米单产有显著的正向影响，农户预期种粮收益对水稻和玉米单产有显著的正向影响。可见，未来中国粮食单产的提高将日益依赖于优良品种和机械投入，而这些必须有政府农业科研和推广以及农业机械化方面的政策支持。

关键词：粮食 产量 贡献率 单产 影响因素

一、引言

近年来，中国粮食生产面临的风险和约束日益增加。一方面，干旱、洪涝等自然灾害出现得越来越频繁；另一方面，由于城镇化和工业化的发展，耕地数量减少、质量下降，水资源日益缺乏且分布不均，使得中国粮食生产面临较大挑战。然而，在面临诸多不利因素的情况下，2013 年，中国粮食生产实现了“十连增”，且自 2007 年以来连续 7 年总产量稳定在 5 亿吨以上，粮食逐年增产保障了中国粮食安全和社会稳定。中国粮食生产“十连增”是如何实现的？未来是否还能继续维持较高的粮食产量？为此，有必要对过去十年中国粮食增产的主要来源及其影响因素进行分析，探索如何巩固中国粮食生产能力，保持粮食产量持续稳定增长。

关于中国粮食增产原因的已有研究表明，几十年来中国粮食产量增加的直接推动力是单产水平的提高（林毅夫，1995）。在近年来中国粮食增产的相关研究中，朱晶等（2013）对中国粮食产量“九连增”主要影响因素的贡献率进行了分析，认为单产水平对粮食增产的贡献率最大，并且由于耕地和水资源的稀缺性，未来中国粮食持续增产的重点一定是在单产水平的提高上。高云等（2013）分析了中国粮食增产潜力的影响因素。研究结果表明，依靠增加耕地面积提高粮食产量的难度相对较大，而提高粮食单产更能提升粮食增产潜力。还有一些学者从种粮补贴（黄季焜等，2011）、务农人口老龄化（席利卿等，2014）、农业机械化（彭代彦，2005）、耕地集约利用（徐国鑫等，2012）、技

^{*}本文研究得到国家自然科学基金项目“粮食市场化改革以来农户粮食经营行为及其对粮食市场的影响研究”（项目编号：71273262）、中央高校基本科研业务费专项基金项目“城镇化对我国粮食安全的影响”和教育部“新世纪优秀人才支持计划”（编号：NCET-11-0487）的资助，特表感谢。

术进步（魏丹、王雅鹏，2012）等方面分析了粮食产量变化的影响因素。从粮食单产影响因素的现有研究来看，谢彦明、高淑桃（2005）和星焱、胡小平（2013）分别从全国层面分析了影响中国粮食单产的因素，认为化肥投入、机械化水平、有效灌溉面积比例以及财政支农等均对中国粮食单产有显著作用；而大部分研究主要从区域层面分析粮食单产的影响因素（例如陈祺琪等，2012；金京淑、刘妍，2010；何秀丽等，2006；王美青等，2006），表明化肥投入、机械化水平以及灌溉水平对区域粮食单产水平均有显著影响。此外，殷培红等（2010）、麻吉亮等（2012）研究了气候变化对中国粮食单产的影响。结果显示，粮食单产对气候变化非常敏感，且在气候变化背景下中国粮食供应的稳定性下降。

综上所述，目前关于粮食单产影响因素的多数研究没有把生产要素、制度因素和气候条件均考虑在内。本文将综合生产要素、制度和气候等因素，并加入农户行为的相关变量，对影响中国粮食单产水平的因素进行分析。

本文共分四个部分：首先，提出本文研究的背景和意义；其次，对粮食增产的贡献率进行分解，即通过测度单产水平、播种面积和种植结构对粮食增产的贡献率，分析单产对粮食增产的重要性；再次，分析粮食单产的影响因素；最后，得出研究结论及政策启示。

二、“十连增”期间中国粮食增产贡献率的分解

粮食产量是由单产和播种面积决定的，粮食总产量可以表示为各作物播种面积与单产的乘积之和，即：

$$Q_t = \sum_{i=1}^n Y_{i,t} \times S_{i,t} \quad (1)$$

（1）式中， Q_t 为 t 期粮食总产量， $Y_{i,t}$ 为 i 品种粮食作物在 t 期的单产， $S_{i,t}$ 为 i 品种粮食作物在 t 期的播种面积。对（1）式两边全微分，得：

$$dQ_t = \sum_{i=1}^n (S_{i,t} dY_{i,t} + Y_{i,t} dS_{i,t}) \quad (2)$$

（2）式表示，粮食总产量的增量等于各作物由于单产变化的产量增量和由于播种面积变化的产量增量之和。（2）式两边同乘以 $1/Q_t$ ，即 $1/Y_{Q_t} S_{Q_t}$ ，其中， Y_{Q_t} 为 t 期粮食加权平均单产

（ $Y_{Q_t} = \sum_i Y_{i,t} \times C_{S_{i,t}}$ ）， S_{Q_t} 为 t 期的粮食总播种面积，经恒等变形，可得到粮食产量增长率的关系式：

$$R_{Q_t} = \sum_{i=1}^n (R_{Y_{i,t}} + R_{S_{i,t}}) \times C_{S_{i,t}} \times \frac{Y_{i,t}}{\sum_{i=1}^n Y_{i,t} \times C_{S_{i,t}}} \quad (3)$$

（3）式中， R_{Q_t} 、 $R_{Y_{i,t}}$ 、 $R_{S_{i,t}}$ 分别表示 t 期粮食总产量增长率、 i 品种粮食作物的单产增长率和播种面积增长率， $C_{S_{i,t}}$ 为 i 品种粮食作物在 t 期的播种面积与粮食总播种面积之比。

从(3)式可以看出,粮食增产来源于作物自身单产水平、播种面积和种植结构调整三个方面的贡献,其中,种植结构调整是通过高产作物替代低产作物来提高粮食总体加权单产水平。因此,要准确测度每个贡献因子对粮食增产的贡献率,需要假定某一因子不变的情形作为参照,并与实际情形进行对比,进而测度该因子对粮食增产的贡献率。具体而言,测算思路与方法如下:

将 t 期粮食总产量表示为粮食总播种面积与粮食平均加权单产的乘积,即:

$$Q_t = S_{Q_t} \times \sum_{i=1}^n Y_{i,t} \times C_{S_{i,t}}。图1将粮食增产贡献分解分为三个过程:$$

过程一:假定各作物单产 Y_i 、播种面积占比 C_{S_i} 均保持不变(即种植结构保持不变),仅粮食总

播种面积发生变化,此时粮食产量 $Q_{t_s} = S_{Q_{t+1}} \times \sum_{i=1}^n Y_{i,t} \times C_{S_{i,t}}$,因此,由总播种面积变化引起的产

量增量为 $\Delta Q_S = Q_{t_s} - Q_t$ 。

过程二:在过程一的基础上放宽假设条件。该过程进一步假设各作物单产 Y_i 发生变化,种植结

构仍然保持不变,此时粮食产量 $Q_{t_y} = S_{Q_{t+1}} \times \sum_{i=1}^n Y_{i,t+1} \times C_{S_{i,t}}$,因此,由各作物单产水平变化引起

的产量增量为 $\Delta Q_Y = Q_{t_y} - Q_{t_s}$ 。

过程三:进一步假设种植结构也发生变化,此时粮食产量

$Q_{t_c} = S_{Q_{t+1}} \times \sum_{i=1}^n Y_{i,t+1} \times C_{S_{i,t+1}} = Q_{t+1}$,由种植结构变化引起的产量增量为 $\Delta Q_C = Q_{t+1} - Q_{t_y}$ 。

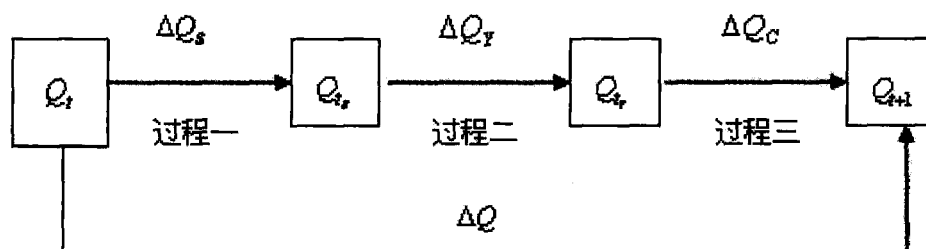


图1 粮食产量增长贡献分解过程

由上可知,实际粮食产量增量 $\Delta Q = Q_{t+1} - Q_t = \Delta Q_S + \Delta Q_Y + \Delta Q_C$,由此可以分别得到粮食播种面积、各作物单产水平和种植结构调整对粮食增产的贡献率:

播种面积贡献率:

$$\varphi_s = \frac{\Delta Q_s}{\Delta Q} \quad (4)$$

单产贡献率：

$$\varphi_y = \frac{\Delta Q_y}{\Delta Q} \quad (5)$$

结构调整贡献率：

$$\varphi_c = \frac{\Delta Q_c}{\Delta Q} \quad (6)$$

按照上述思路和方法，本文对“十连增”期间粮食单产水平、粮食播种面积和粮食种植结构调整三个因子对粮食增产的贡献率进行测算，计算所使用的数据来自历年的《中国统计年鉴》^①。从表 1 中的计算结果可以看出：粮食单产水平提高对中国粮食增产贡献最大。2004~2013 年的 10 年中有 6 年单产的贡献率高于结构调整和播种面积的贡献率。其中，2008 年单产贡献率最高，为 81.53%。播种面积增加对中国粮食增产的贡献排在第二位。尤其是 2009 年，在粮食平均单产水平下降的情况下实现粮食增产，播种面积贡献率高达 514.18%。而粮食种植结构调整贡献率 2009 年最高，为 93.57%。从贡献率的年平均值和 2013/2003 整体来看，三个贡献因子的贡献率存在较大差异。主要原因是，不同粮食作物播种面积的变化方向不同，总的播种面积贡献率是各作物播种面积正负贡献率相抵之后的结果，各个粮食品种播种面积有增有减，而单产水平是逐年提高的，因此，当时间跨度拉大时，单产的正向贡献就显现出来了。

表 1	2004~2013 年期间中国粮食增产因子贡献率分解				单位：%
年份	粮食产量增长率	单产贡献率	面积贡献率	结构调整贡献率	
2004/2003	9.01	61.88	24.53	13.59	
2005/2004	3.10	10.80	84.85	4.35	
2006/2005	2.90	37.26	22.50	40.24	
2007/2006	0.72	-45.65	90.67	54.98	
2008/2007	5.41	81.53	20.22	-1.75	
2009/2008	0.40	-507.75	514.18	93.57	
2010/2009	2.95	51.19	27.70	21.11	
2011/2010	4.53	74.01	14.02	11.97	
2012/2011	3.22	58.99	17.76	23.25	
2013/2012	2.10	42.33	32.22	25.45	
年平均值	3.43	-13.54	84.86	28.68	
2013/2003 整体	39.76	48.58	31.74	19.68	

注：①计算中将粮食品种分为小麦、水稻、玉米、豆类、薯类及其他六类；②“2013/2003 整体”是以 2003 年为基期、2013 年为报告期计算的 10 年整体增长率和贡献率。

^①国家统计局（编）：《中国统计年鉴》（2004~2014 年，历年），中国统计出版社。

从年平均值和 2013/2003 整体来看，结构调整贡献率分别为 28.68%和 19.68%。这意味着，除扩大粮食总播种面积和提高粮食作物单产水平外，粮食作物内部种植结构调整即高产作物对低产作物的种植替代，成为推动中国粮食总产量增加的又一重要途径。从 2004~2013 年的情况来看，主要是单产较高的玉米替代小麦，但是，为保证未来中国口粮绝对安全，小麦和水稻种植面积的减少将必然受到政策的约束，因此，未来粮食内部种植结构调整的潜力将不会很大。

通过上面的分析可知，“十连增”期间中国粮食总产量的增长主要依赖于粮食单产水平的提高。那么，究竟是什么因素推动中国粮食单产水平的提高？未来中国粮食生产如何继续通过提高单产水平来实现增产？中国粮食单产水平的提高主要是由三大主粮水稻、小麦和玉米单产水平的提高实现的，下面将进一步分析“十连增”期间三大主粮单产水平的影响因素。

三、“十连增”期间粮食单产的影响因素分析

(一) 变量选取与数据分析

在变量的选择上，已有研究表明，要素投入对粮食增产有显著作用（麻吉亮等，2012；谢彦明、高淑桃，2005），因此，本文选取劳动力、固定资产折旧、种子费、化肥费、农药费及机械费作为生产要素变量。需要特别说明的是，由于灌溉设施建设投资主要来自政府财政，会在财政支农力度变量中体现，因此，本文没有选取灌溉费这个变量。社会因素也是影响粮食生产的重要因素，主要是指制度和政策环境，中国粮食“十连增”离不开财政的大力支持，本文选取中国农业政策中代表性较强的财政支农支出作为政策变量。对于气候因素，本文主要考虑温度、降水量以及日照时间。各个变量的选取及说明如表 2 所示。

表 2		变量选取及说明	
变量名称	符号	品种	单位及说明
单位面积产量	<i>Y</i>	—	公斤/亩
劳动力	<i>Labor</i>	—	工日/亩
固定资产折旧	<i>Asset</i>	—	元/亩
种子费	<i>Seed</i>	—	元/亩
化肥费	<i>Fer</i>	—	元/亩
农药费	<i>Pes</i>	—	元/亩
机械费	<i>Mech</i>	—	元/亩
财政支农力度	<i>FSupport</i>	—	%，（财政支农资金/农业总产值）×100%
土地经营规模	<i>LC</i>	—	亩，农村住户平均每人经营耕地面积
温度	<i>Tem</i>	水稻	摄氏度，样本省份主要城市温度平均值（黑龙江省为 5~8 月，其他为 5~10 月）
		小麦	摄氏度，样本省份主要城市 3~6 月温度平均值
		玉米	摄氏度，样本省份主要城市 6~9 月温度平均值
降水量	<i>Rf</i>	水稻	毫米，样本省份主要城市降水量平均值（黑龙江省为 5~8 月，其他为 5~10 月）
		小麦	毫米，样本省份主要城市 3~6 月降水量平均值
		玉米	毫米，样本省份主要城市 6~9 月降水量平均值

(续表 2)

日照时间	L_t	水稻	小时，样本省份主要城市累计日照时数平均值（黑龙江省为 5~8 月，其他为 5~10 月）
		小麦	小时，样本省份主要城市 3~6 月日照时数
		玉米	小时，样本省份主要城市 6~9 月日照时数
预期种粮收益	R^{-1}	—	元/亩，每亩净利润的滞后项

除上述因素外，农户行为也是影响粮食生产的关键因素，本文主要考虑预期种粮收益和土地经营规模两个方面。预期种粮收益是农户根据已知信息对未来种粮收益的预测，会对其粮食生产投入行为产生影响（星焱、胡小平，2013），根据蛛网理论的静态预期方法，本文选取粮食生产净利润的前期值作为农户预期种粮收益。土地经营规模会影响粮食生产的边际成本，进而影响农户的生产行为。已有的研究中土地经营规模对粮食单产的影响，结论并不相同。许庆等（2011）认为，土地经营规模扩大对粮食单产水平产生了负向影响；星焱、胡小平（2013）则认为，该影响不显著。“十连增”期间土地经营规模对粮食单产的影响究竟如何，需要进行实证检验。

本部分所使用的数据为省级面板数据，分别来自 2005~2014 年的《全国农产品成本收益资料汇编》^①、《中国统计年鉴》^②、《中国农村统计年鉴》^③和国家气象局中国气象数据网^④，文中涉及费用的数据均以 1978 年为基期的居民消费价格指数进行了消胀处理。本文研究基于粮食产量排名选取产量高位省份作为样本省份，这主要是由于以下两个原因：第一，这些省份数据具有可获得性；第二，有些产量较少省份的数据不具有代表性，不能反映全国整体情况，比如，西北地区水稻产量仅占全国水稻总产量的 1.09%，其单产水平却是全国平均水平的 1.2 倍，运用此数据分析可能会使结果产生偏差。本文研究最后选定的粮食生产省份为：水稻 9 个、小麦 5 个、玉米 8 个（详见表 3），水稻、小麦和玉米样本省份产量之和分别占相应粮食品种全国总产量的 76.12%、75.99%和 73.45%，它们基本可以代表全国粮食生产情况。

表 3 样本省份选取

	水稻	小麦	玉米
省份	黑龙江、江苏、安徽、江西、湖北、湖南、广东、广西、四川	河北、江苏、安徽、山东、河南	河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、山东、河南
产量占比 (%)	76.12	75.99	73.45

(二) 研究方法 with 模型构建

单产函数是建立在总产量生产函数基础上的，而总产量生产函数通常采用柯布—道格拉斯 (C-D) 函数。对数形式的 C-D 函数不仅可以做到变量的无量纲化，减少异方差性，而且变量的系数也正好是要素的产出弹性。由于 R^{-1} 中含有负值，故该变量没有设为对数形式。具体的模型形式如下：

^①国家发展和改革委员会价格司（编）：《全国农产品成本收益资料汇编》（2004~2014 年，历年），中国统计出版社。

^②国家统计局（编）：《中国统计年鉴》（2004~2014 年，历年），中国统计出版社。

^③国家统计局农村社会经济调查司（编）：《中国农村统计年鉴》（2004~2014 年，历年），中国统计出版社。

^④国家气象局中国气象科学数据共享服务网（data.cma.gov.cn）。

$$\begin{aligned} \ln Y_{i,kt} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln Labor_{i,kt} + \alpha_2 \ln Asset_{i,kt} + \alpha_3 \ln Seed_{i,kt} + \alpha_4 \ln Fer_{i,kt} \\ & + \alpha_5 \ln Pes_{i,kt} + \alpha_6 \ln Mech_{i,kt} + \alpha_7 FSupport_{i,kt} + \alpha_8 \ln LC \\ & + \alpha_9 \ln Tem_{i,kt} + \alpha_{10} \ln Mech_{i,kt} + \alpha_{11} \ln Lt_{i,kt} + \alpha_{12} R_{i,kt}^{-1} + \mu_{i,kt} \end{aligned} \quad (4)$$

(4) 式中, i 代表不同粮食品种, k 代表样本省份, t 代表年份, α_0 为常数项, α_1 、 α_2 、...、 α_{12} 为相应的变量系数, $\mu_{i,kt}$ 为残差项。

(三) 实证分析结果及解释

实证检验时, 本文分别建立水稻、小麦和玉米单产方程, 经 Hausman 检验, 不存在个体随机效应, 表 4 为固定效应模型估计结果。

表 4 模型估计结果

变量	水稻		小麦		玉米	
	系数估计值	标准误	系数估计值	标准误	系数估计值	标准误
劳动力	0.0873***	0.0284	-0.1067	0.0770	0.0098	0.0349
固定资产折旧	-0.0046	0.0063	-0.0474	0.0323	0.0093	0.0136
种子费	0.1457***	0.0342	-0.0877	0.0758	0.1118**	0.0516
化肥费	0.0095	0.0096	-0.1138	0.0811	0.0503**	0.0244
农药费	-0.0071	0.0202	0.0449	0.0621	0.0522	0.0375
机械费	0.0556***	0.0156	0.2236***	0.0790	0.0120	0.0240
财政支农力度	0.5825**	0.2677	1.4638**	0.6382	1.3709***	0.3784
土地经营规模	-0.0142	0.0604	-0.3979**	0.1695	0.1998	0.1605
温度	0.0294	0.1793	0.4174**	0.1941	0.5560*	0.3581
降水量	-0.0092	0.0144	0.0277*	0.0149	0.0499*	0.0257
日照时间	-0.0811**	0.0321	-0.1299**	0.0543	-0.0624	0.0740
预期种粮收益	0.0001***	0.0000	0.0002	0.0001	0.0003**	0.0001
常数项	6.0103***	0.5738	5.4196***	0.6155	3.7016***	1.1776
样本数	90		50		80	
R ²	0.7143		0.8533		0.6196	
F 检验	12.5000***		13.5700***		7.0600***	
Hausman 检验	62.5500***		22.6900***		37.6300***	

注: *、**和***分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著。

从表 4 中的估计结果可以看出, 种子费、机械费、财政支农力度、温度、降水量、日照时间和预期种粮收益对三种粮食作物单产的影响总体上是显著的。劳动力对水稻单产影响显著, 且为正向作用, 但对小麦和玉米单产影响不显著。这主要是由于随着农村劳动力外出务工, 农业机械化水平不断提高, 中国粮食生产已进入机械较快替代劳动力的阶段, 而相对于水稻而言, 玉米和小麦生产中机械替代劳动力相对容易, 因而投入其生产的劳动力越来越少。

种子投入对水稻和玉米单产水平影响显著。种子优劣是关乎粮食能否增产的首要因素。近年来, 中国育种技术不断提高, 加上国家良种补贴政策的实施, 种子投入对粮食单产水平有显著的正向作用。特别是水稻和玉米品种的种类相对较多, 种子对其单产的贡献也相对较大。长期以来, 施用化肥是推动中国粮食单产水平提高的最重要的农业技术之一。从本文模型估计结果来看, 化肥投入对

玉米单产的提高有显著的正向作用，但其产出弹性较小。张利庠等（2006）研究认为，化肥施用量对粮食的增产效应不断下降，单位质量化肥投入所带来的实际粮食产量增加量不断减少。机械费对水稻和小麦单产有显著的正向作用，可见，机械化水平提高是粮食单产提高的一个重要原因。

农药费对三种粮食作物单产增加的影响均不显著。陈祺琪等（2012）在对 1999~2008 年河南省粮食单产的影响因素进行灰色关联分析时，也指出单位面积农药施用量与粮食单产的关联度越来越小。这主要是由于随着人民生活水平的提高，人们更加注重食品的绿色和健康，国家也明确提出，在“十二五”期间绿色防控覆盖面积达到农作物种植面积的 50% 以上，因此，绿色循环农业成为中国农业的发展趋势，未来农业病虫害将主要通过有效的物理措施、生物技术以及矿物源农药来防治。

需要特别强调的是，财政支农为粮食产量“十连增”做出了重要贡献。模型估计结果表明：财政支农力度对水稻、小麦和玉米单产水平的提高均有显著的正向作用，且对小麦和玉米单产的作用要高于水稻。中国从 2004 年开始对粮食生产进行补贴，包括粮食生产直接补贴、农机具购置补贴、良种补贴以及农业生产资料综合直接补贴等，且补贴数额逐年增加；同时，于 2006 年取消了农业税。财政支农通过改善农业基础设施、补贴农业生产、鼓励农业科研和技术推广以及促进农村社会事业发展等措施，极大地改善了农民的生产和生活条件，有效地刺激了农民的种粮积极性，在推动农业科研和技术推广和农业机械化方面也发挥了重要作用，进而促进了粮食单产水平提高。

土地经营规模对小麦单产有显著的负向作用，但对水稻和玉米单产影响不显著。可能的原因是，随着土地经营规模的扩大，农民精耕细作的程度降低，导致小麦单产下降。许庆等（2011）在对 2000 年河南、吉林、江西、四川和山东 5 个省份的粮食生产进行研究时，也得出了土地经营规模扩大会降低粮食单产的结论。预期种粮收益对水稻和玉米单产有显著的正向作用，但对小麦单产则影响不显著，这与星焱、胡小平（2013）的研究结论一致。主要原因是：随着预期种粮收益的提高，农民会增加物质投入或提高精耕细作程度，这是粮食生产“十连增”期间粮食单产水平提高的重要原因之一。长期以来，小麦的生产收益与水稻和玉米相比处于较低水平，抑制了预期种粮收益对小麦单产的刺激作用，从三种粮食作物的每亩成本利润率来看，2004~2013 年间水稻和玉米的平均每亩成本利润率分别为 37.66% 和 30.37%，而小麦的只有 22.43%。

温度和降水量对小麦和玉米单产有显著的正向作用，但对水稻单产影响不显著。近年来，中国小麦和玉米主产区（特别是华北地区）日益面临水资源短缺，水资源成为制约小麦和玉米单产的关键因素。水稻为南方地区的重要作物，南方水资源相对丰富。日照时间对水稻和小麦单产有显著的负向作用，但对玉米单产影响不显著。

从各变量产出弹性的计算结果来看，对于水稻单产而言，财政支农力度、种子费和劳动力投入的影响较大。对于小麦单产而言，机械费、财政支农力度、温度和土地经营规模的产出弹性较大。对于玉米单产而言，财政支农力度、温度和种子费的影响较大。需要指出的是，对小麦和玉米单产来说，财政支农力度的产出弹性均大于 1，未来增加对农业的财政投入是提高粮食单产的重要途径。

四、未来中国粮食增产的关键因素

本文利用 2003~2013 年中国粮食各品种的产量和播种面积数据，测算了单产、播种面积和种植结构对中国粮食产量“十连增”的贡献。结果表明，单产对中国粮食增产的贡献率最大，其次是播种面积。粮食种植结构调整（即高产粮食作物对低产粮食作物的替代）在部分年份贡献率较大，这与朱晶等（2013）的研究结果一致。由此可以看出，未来中国粮食增产仍然将主要依靠单产水平的提高。首先，随着城镇化和工业化的推进，中国耕地面积继续呈现减少的趋势。其次，从种植结构

调整来看，受人口基数大且数量仍在增加的影响，中国的口粮需求短期内仍将刚性增加，因而通过粮食内部不同品种之间的结构调整（比如由单产较高的玉米替代单产较低的小麦），从而增加产量的潜力也不大。所以，未来中国粮食增产的潜力，将主要寄托于单产水平。

那么，未来中国粮食单产水平提高的潜力如何？有研究表明，中国粮食单产水平与发达国家相比仍然有较大差距，水稻、小麦和玉米平均单产分别约为世界单产前 10 位国家平均水平的 71%、60%和 67%（高云等，2013）。那么，未来中国粮食单产水平的提高将主要依靠哪些因素呢？

本文利用柯布一道格拉斯（C-D）函数构建了中国粮食单产水平影响因素模型，分析了生产要素、政策因素、气候因素以及农户行为对粮食单产的影响，这一模型估计结果是分析未来中国粮食单产水平关键决定因素的基础。实证研究结果表明，种子费、机械费、财政支农力度和预期种粮收益对粮食增产具有显著作用，因此未来提高我国粮食单产水平要增加农业技术研发与推广，进一步加大财政支农力度，提高农民种粮积极性。简而言之，未来中国粮食单产水平的提高需要继续依靠科技驱动、政策拉动和投入推动。

未来促进中国粮食增产，需要特别注意以下几点：

第一，种子是粮食单产水平提高的重要因素，未来要通过实施良种工程等加快选育和推广优良品种，增强科技转化为现实生产力的能力。

第二，鉴于中国劳动力成本不断上升，需要加快农业生产机械化进程，提高粮食生产效率。

第三，未来要保持粮食增产的可持续性，需要发挥种粮收益对粮农的刺激作用，采取“多生产、多补贴”的方式，并在制定粮食最低收购价时使种粮收益保持在合理水平上。

最后，需要特别强调的是，财政支农对粮食单产水平提高具有显著的贡献。目前中国各项农业政策正在面临调整和改革，但不管农业政策体系如何设计和改革，对于农业的财政支持必须加强。

参考文献

- 1.陈祺琪、李君、梁保松：《河南省粮食单产影响因素分析及变化趋势预测》，《河南农业大学学报》2012 年第 2 期。
- 2.高云、陈伟忠、詹慧龙、何龙娟：《中国粮食增产潜力影响因素分析》，《中国农学通报》2013 年第 35 期。
- 3.何秀丽、张平宇、刘文新：《东北地区粮食单产的时序变化及影响因素分析》，《农业现代化研究》2006 年第 5 期。
- 4.黄季焜、王晓兵、智华勇、黄珠容：《粮食直补和农资综合补贴对农业生产的影响》，《农业技术经济》2011 年第 1 期。
- 5.金京淑、刘妍：《吉林省粮食单产影响因素分析》，《吉林农业科学》2010 年第 3 期。
- 6.林毅夫：《我国主要粮食作物单产潜力与增产前景》，《中国农业资源与区划》1995 年第 3 期。
- 7.麻吉亮、陈永福、钱小平：《气候因素、中间投入与玉米单产增长——基于河北农户层面多水平模型的实证分析》，《中国农村经济》2012 年第 11 期。
- 8.彭代彦：《农业机械化与粮食增产》，《经济学家》2005 年第 3 期。
- 9.王美青、卫新、胡豹、徐萍：《浙江省粮食单产影响因素分析》，《中国农学通报》2006 年第 8 期。
- 10.魏丹、王雅鹏：《技术进步对三种主要粮食作物增长的贡献率研究》，《农业技术经济》2010 年第 12 期。
- 11.席利卿、彭可茂、彭开丽：《中国务农人口老龄化对粮食增产的影响分析》，《北京社会科学》2014 年第 5 期。
- 12.谢彦明、高淑桃：《粮食单产影响因素的计量分析》，《新疆农垦经济》2005 年第 12 期。
- 13.徐国鑫、金晓斌、宋佳楠、周寅康：《耕地集约利用对粮食产量变化影响的定量分析——以江苏省为例》，《地理研究》2012 年第 9 期。
- 14.星焱、胡小平：《中国新一轮粮食增产的影响因素分析：2004~2011 年》，《中国农村经济》2013 年第 6 期。
- 15.许庆、尹荣梁、章辉：《规模经济、规模报酬与农业适度规模经营——基于我国粮食生产的实证研究》，《经济研究》

2011年第3期。

16.殷培红、方修琦、张学珍、戚发全：《中国粮食单产对气候变化的敏感性评价》，《地理学报》2010年第5期。

17.张利庠、彭辉、靳兴初：《不同阶段化肥施用量对我国粮食产量的影响分析——基于1952-2006年30个省份的面板数据》，《农业技术经济》2008年第4期。

18.朱晶、李天祥、林大燕、钟甫宁：《“九连增”后的思考：粮食内部结构调整的贡献及未来潜力分析》，《农业经济问题》2013年第11期。

（作者单位：中国农业大学经济管理学院）

（责任编辑：霜雪明）

（上接第12页）

15.张光南、洪国志、陈广汉：《基础设施、空间溢出与制造业成本效应》，《经济学（季刊）》2013年第1期。

16.张军、吴桂英、张吉鹏：《中国省际物质资本存量估算：1952-2000年》，《经济研究》2004年第10期。

17.Asphauer, D.A.: Is Public Expenditure Productive, *Journal of Monetary Economics*, 23(2): 177-200, 1989.

18.Evans, P. and Karras, G.: Are The Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States, *The Review of Economics and Statistics*, 76(1): 1-12, 1994.

19.Greene, W. H.: *Economic Analysis*, 5th Edition, Prentice Hall, 2002.

20.Holtz-Eakin, D.: Public-sector Capital and the Productivity Puzzle, *The Review of Economics and Statistics*, 76(1): 12-21, 1994.

21.Morrison, C. J. and Schwartz, A. E.: State Infrastructure and Productive Performance, *The American Economic Review*, 86(5): 1095-1111, 1996.

22.Mamatzakis, E. C.: Public Infrastructure and Productivity Growth in Greek Agriculture, *Agriculture Economics*, 29(2): 169-178, 2003.

23.Nadiri, M. I. and Manueas, T. P.: The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of US Manufacturing Industries, *Review of Economics and Statistics*, 76(1): 22-37, 1994.

24.Onofri, Alejandro and Fulginiti, Lilyan E.: Public Inputs and Dynamic Producer Behavior: Endogenous Growth in US Agriculture, *Journal of Productivity Analysis*, 30 (1): 13-28, 2008.

25.Pritchett, L.: *Mind Your P's and Q's: The Cost of Public Investment Is Not the Value of Public Capital*, policy research working paper series 1660, The World Bank, 1996.

26.Tan, S.; Heerink, N.; Kruseman, G. and Qu, F.: Do Fragmented Landholdings Have Higher Production Cost? Evidence from Rice Farmers in Northeastern Jiangxi Province, P. R. China. *China Economic Review*, 19(3): 347-358, 2008.

27.Teruel, R. G. and Kuroda, Y.: Public Infrastructure and Productivity Growth in Philippine Agriculture, 1994-2000, *Journal of Asian Economics*, 16(3): 555-576, 2005.

（作者单位：湖南农业大学经济学院）

（责任编辑：霜雪明）