综合研究

河北省粮食产量趋势性的影响因素定量研究

李新旺[1], 许 皞[2]

(1 河北省水土保持工作总站, 河北 石家庄 050011; 2 河北农业大学 资源与环境学院, 河北 保定 071001)

摘 要: [目的] 对河北省粮食产量趋势性影响因素进行定量研究,为保障国家粮食安全提供科学支撑。[方法] 运用 EMD 方法提取河北省 1978—2015 年粮食产量趋势量,利用 C-D 生产函数与全要素生产率(TFP)对该省的粮食产量影响因素进行定量化研究。[结果] 河北省粮食总产发展趋势呈现明显的阶段性:快速增长,缓慢发展,停滞不前甚至下降 3 个阶段;各投入要素对河北省粮食总产趋势增长的贡献率依次为:粮食作物播种面积(51.99%)>有效灌溉面积(38.68%)>科技进步(12.73%)>农林牧渔业劳动力(−2.86%)>支持农业生产和事业支出(−0.55%)。[结论] 粮食作物播种面积、有效灌溉面积和科技进步是促进河北省粮食总产增长的 3 个主要因素。

关键词: 粮食产量; 趋势性; 经验模态分解(EMD); 全要素生产率(TFP); 河北省

文献标识码: A **文章编号**: 1000-288X(2019)02-0221-06 **中图分类号**: F307.11

文献参数: 李新旺, 许皞. 河北省粮食产量趋势性的影响因素定量研究[J]. 水土保持通报, 2019, 39(2): 221-226. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2019.02.035; Li Xinwang, Xu Hao. Quantitative study on effecting factors of grain output tendency in Hebei Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(2): 221-226.

Quantitative Study on Effecting Factors of Grain Output Tendency in Hebei Province

Li Xinwang[1], Xu Hao[2]

(1. *Hebei Provincial General Station of Soil and Water Conservation*, *Shijiazhuang*, *Hebei* 050011, *China*; 2. *College of Resources and Environmental Sciences*, *Agricultural University of Hebei*, *Baoding*, *Hebei* 071001, *China*)

Abstract: [Objective] The development trend and main influencing factors of grain output in Hebei Province was studied in order to provide scientific basis for guaranteeing the grain security of China. [Methods] The trend of grain yield in Hebei Province from 1978 to 2015 was extracted by EMD method. The influencing factors of grain yield in Hebei Province were quantitatively studied by C-D production function and total factor productivity(TFP). [Results] The grain total output of Hebei Province displayed obvious gradualness. In details, it contained rapid increase stage, slow development stage and stagnation or even decline stage, respectively. For the grain yield influencing factors, their rank of contribution was: the planting area (51.99%)>the effective irrigated area(38.68%)>the scientific and technological progress(12.73%)>the agriculture forestry animal husbandry and fishery labor force(−2.86%)>the government expenditure on agricultural production and undertakings(−0.55%). [Conclusion] The main influencing factors to promote the growth of grain output of Hebei Province are the planting area, the effective irrigated area and the scientific and technological progress.

Keywords: **grain output; tendency; empirical model decomposition(EMD); total factor productivity(TFP); Hebei Province**

收稿日期:2018-09-10 **修回日期**:2018-10-08

资助项目:国土资源部公益性行业项目"环渤海盐碱土地景观整治与植物修复技术集成"(201311060)

第一作者:李新旺(1981—),男(汉族),河北省广宗县人,博士,研究方向为土壤与土地资源可持续利用。E-mail:lxw12311@sina.com。

通讯作者:许皞(1963—),男(汉族),河北定兴县人,教授,博士生导师,主要从事土壤及土地资源管理等研究。E-mail:xuhao@sina.com。

“国以民为本,民以食为天,食以粮为源”,粮食是人类繁衍生存的物质基础,是国家安全战略的重要组成部分,更是国民经济发展的基础,尤其像我们这样的人口大国,粮食问题解决不好将直接影响我国甚至世界的发展和稳定[1-2]。所以研究我国粮食产量发展特征并找出其影响因素,对于稳定我国粮食生产具有非常重要的现实指导意义[3-4],也是当今的热点话题。目前,学者们[5-9]关于粮食产量问题的研究主要集中于粮食产量的波动变化及其影响因素分析,对粮食发展趋势及其影响因素的研究较为少见。但是,刘会玉[10]利用经验模态分解(EMD)法对我国粮食产量的波动量和趋势量进行分解研究发现,粮食趋势量对我粮食总产发展的贡献率达到了 98.13%,而波动量仅占极小部分,说明趋势量是我国粮食生产发展的主要内容。蒋乃华[11]也认为研究粮食产量变动必须以粮食的供求关系的长期趋势作为出发点,而不能把注意力仅仅集中于某一年的粮食波动,否则,粮食问题的解决将会顾此失彼,甚至本末倒置。虽然目前学者们对粮食产量的趋势变化及其影响因素也有研究,如吴凯[12]采用回归分析与双向差分析建模对河北省粮食产量发展趋势影响因素进行了分析;张素文[13]通过灰色关联分析对湖南省粮食变化趋势的影响因素进行了研究;陈卫平[14]对全国玉米生产增长及其要因进行了计量经济分析;等等。但是他们均以历年粮食产量表征粮食发展趋势量,没能弄清粮食发展趋势的真正内涵,也无法准确地分析粮食发展趋势。此外,尽管有的学者[10,14-15]提取出了粮食产量趋势量,但是这些研究往往没有对影响因素作进一步深入研究。所以本研究认为研究粮食产量趋势量发展特征并定量化分析其影响因素显得尤为必要。基于此,本文以河北省为例,利用目前提取趋势量最好方法 EMD 提取出河北省粮食产量和各投入要素的趋势量,并在此基础上运用 C-D 生产函数及全要素生产率(TFP)定量化研究各影响因素对粮食产量发展趋势的影响大小。以期为粮食产量趋势性研究提供方法支撑,为河北省乃至全国的粮食生产持续稳定增产提供理论依据。

1 研究方法与数据

1.1 粮食产量趋势性的提取方法

经验模态分解(empirical model decomposition,EMD)方法[10]是一种全新的处理非平稳数据序列的方法,可以相对一个信号同时将不同尺度(频率)的波动或趋势逐级分解开来,非常适合用于具有非线性和非平稳特征的经济系统时间序列数据的分析。波动分量具有显著的缓变波包的特性,不同波动分量本身既是平稳信号,又具有非线性特征,其缓变波包特征意味着不同特征尺度波动的波幅随时间发生变化,趋势分量则是单调函数或者是均值函数,可以代表其长期变化趋势或平均态。

1.2 粮食产量影响因素贡献定量化方法

本文应用生产函数结合全要素生产率分析进行粮食产量形成的影响因素分析。全要素生产率分析方法[14]能够分析包括科技进步在内的物质资料投入要素对粮食产量形成的影响。此处的科技进步为广义科技进步的含义,包含了制度政策创新和技术进步两方面的内容。C-D 生产函数[18]可以测算粮食总产趋势量影响因素的生产弹性,这些弹性系数从相对量的角度反映了它们对粮食趋势量增长的重要程度。首先,将各要素的估计系数乘以 100 转换成贡献百分比,并与这个变量的增长率相乘,再与总产出增长率相除得到该变量变化对总产出增长率的贡献百分比。

依据 TFP 内涵,可以认为粮食产量的增长是由于生产中物质要素投入的增加以及科技进步(即 TFP 的增长)两方面的影响,计算公式为:

$$1=\frac{dA_t}{A_t}/\frac{dY_t}{Y_t}+\alpha\frac{dX_{1t}}{X_{1t}}/\frac{dY_t}{Y_t}+\alpha_2\frac{dX_{2t}}{X_{2t}}/\frac{dY_t}{Y_t}+\cdots\cdots+\alpha_n\frac{dX_{nt}}{X_{nt}}/\frac{dY_t}{Y_t} \quad (1)$$

式中:$\frac{dA_t}{A_t}/\frac{dY_t}{Y_t}$,$\alpha\frac{dX_{nt}}{X_{nt}}/\frac{dY_t}{Y_t}$——科技进步和物质要素投入对粮食产量增长的贡献。

所以,全要素贡献率公式为:

$$\delta=\alpha_n\cdot 100\cdot\frac{dX_{nt}}{X_{nt}}/\frac{dY_t}{Y_t} \quad (2)$$

式中:α_n,$\frac{dX_{nt}}{X_{nt}}$,$\frac{dY_{nt}}{Y_{nt}}$——各自变量弹性系数、各自变量平均增长率、因变量平均增长率。

科技贡献率:TFP $=1-\sum\delta$

1.3 数据资料来源

本研究所有数据全部来源于 1978—2015 年《河北省农村统计年鉴》。粮食生产的多要素投入包括自然投入、物质投入和社会投入。一定区域范围内光温水等自然投入在几十年的短期尽管存在波动,但不会有大幅变化[16-17]。本研究不考虑光、温、水分的变化,重点分析影响粮食产量趋势性的物质投入与社会投入因素。河北省地处北纬 36°03′—42°40′,东经 113°27′—119°50′之间,华北平原北部,主要粮食作物包括稻谷、小麦、玉米、大豆、高粱、大麦、薯类等品种。结合河北省粮食生产投入产出实际情况,选择了如下投入要素指标:社会投入(X_1 农林牧渔业劳动力;X_2 粮食作物播种面积;X_3 有效灌溉面积;X_4 支持农业

生产和事业支出;X_5 农村居民家庭平均每人每年纯收入);物质投入(X_6 农村用电量;X_7 农业机械总动力;X_8 农用化肥施用量);自然因素(X_9 农作物成灾面积);粮食总产量表示多要素产出。

2　结果与分析

2.1　粮食产量趋势性分析

运用 EMD 对粮食总产量进行趋势性提取,可以得出河北省 1978—2015 年的粮食总产的趋势量(图 1)。经计算粮食产量趋势量方差贡献率可达 90.67%,这说明,河北省粮食总产量变化在 1978—2015 年中是以趋势变化为主的,这再一次证明了趋势性研究的重要性和必要性。由图 1 可知,河北省粮食产量变化分为 3 个阶段:1978—1989 年为第 1 阶段,该阶段粮食总产趋势值增长率从 1979 年的 0.009 0增加到 1989 年的 0.031 7,平均为 0.022 6,略大于全国平均的 0.022 5,说明自家庭联产承包责任制实行以来,河北省粮食生产呈持续较快发展态势;1989—2002 年为第 2 阶段,该阶段粮食总产趋势值增长率平均为 0.018 8,全省的粮食产量增加缓慢;2003—2015 年为第 3 阶段,该阶段粮食总产趋势值增长率呈迅速降低趋势,一直减低至 −0.014 0,说明河北省粮食产量趋势出现增速减缓的迹象,粮食安全压力不断加大,应该引起政府部分的高度重视。

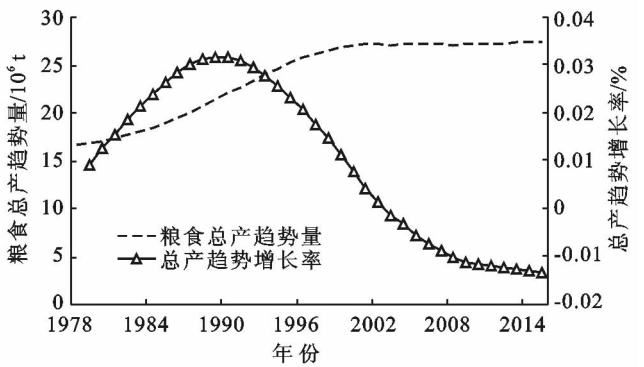


图 1　河北省粮食总产趋势量和趋势增长率

2.2　粮食产量趋势性影响因素定量化分析

将河北省粮食生产各投入要素趋势量同样通过 EMD 求算,结果详见表 1。

将各要素变量代入公式(2),最终模型为:

$$\ln Y_t=\ln A=a_1\ln X_{1t}+a_2\ln X_{2t}+a_3\ln X_{3t}+a_4\ln X_{4t}+a_5\ln X_{5t}+a_6\ln X_{6t}+a_7\ln X_{7t}+a_8\ln X_{8t}+a_9\ln X_{9t} \quad (3)$$

式中:a_i——弹性系数,表示产出 y 随各项投入因子的变化幅度,即当投入因子 x_i 变化 1%时,产出的变化百分比。因此,弹性系数 a_i 越大,相对应的投入因子 x_i 对农田产出 y 的影响就越大。

采用 SPSS 软件对公式(3)进行回归分析,最终确定河北省 1978—2015 年粮食生产模型:

$$\ln Y=1.82\ln X_1-3.62\ln X_2+0.97\ln X_3-0.01\ln X_4-0.01 \quad (4)$$

估计结果显示,该时期粮食总产量 Y 主要受到 X_1 农林牧渔业劳动力(T 检验值 20.05,显著水平 0.00)、X_2 粮食作物播种面积(T 检验值 −15.01,显著水平 0.00)、X_3 有效灌溉面积(T 检验值 9.62,显著水平 0.00)和 X_4 支持农业生产和事业支出(T 检验值 −1.88,显著水平 0.07)的影响。上述指标通过 T 检验,说明这些因子对模型均有独立的显著影响。该模型测定系数 $R^2=1$,调整 $R^2=0.999$,说明模型的拟合程度较好,F 统计检验值为 7 495.46,显著水平 0.00,说明该模型整体检验显著。加入或更换其它自变量因子后其 T 检验值均未能通过检验。

粮食生产模型〔公式(4)〕显示,1978—2015 年农林牧渔业劳动力的生产弹性系数正向最大,为 1.82;有效灌溉面积的生产弹性系数次之,为 0.97;粮食作物播种面积的生产弹性系数负向最大,达到了 −3.62;支持农业生产和事业支出的生产弹性系数负向次大,为 −0.01。前面采用 C-D 生产函数测算出了河北粮食总产趋势量的 4 大影响因素的生产弹性,这些弹性系数从相对量的角度反映了它们对粮食趋势量增长的重要程度。为了解在某个特定时期内各个因素对粮食总产趋势增长的作用,还必须计算各个因素对粮食总产趋势量增长的贡献率。经公式(2)计算可以得出结果详见表 2。由表 2 可知,1978—2015 年河北省粮食总产趋势量增长了 1.72%,其中,粮食作物播种面积贡献率最大,达 51.99%;有效灌溉面积次之,为 38.68%;科技进步的贡献率为 12.73%,处于第 3 位置;农林牧渔业劳动力和支持农业生产和事业支出两个因素的贡献率较小,且均是抑制粮食总产趋势量的增长。

2.2.1　*粮食播种面积*　由于近年来河北省农业结构调整力度的加大,经济作物面积逐年上升,粮食作物面积随之下调,1978—2015 年总体呈现下降趋势(图 2),其趋势量 38 a 间下降了 8.52%。由以上计算可知,粮食作物播种面积趋势量对粮食总产趋势发展的贡献率为 51.99%,位于 4 个因素之首,表明总产趋势量在 1978—2015 年每增长 1%,粮食播种面积的增长贡献 51.99%。但是,1978—2015 年的粮食播种面积趋势量的平均增长率却是 −0.33%,表明粮食播种面积对粮食总产趋势增长的贡献是负向的。

表 1 农田生产投入要素趋势量一览表

年份	投入要素指标								
	X_1/万人	$X_2/10^3$ hm^2	$X_3/10^3$ hm^2	X_4/亿元	X_5/元	$X_6/10^4$ kW·h	$X_7/10^4$ kW	$X_8/10^4$ t	$X_9/10^3$ hm^2
1978	1 639.40	7 221.04	3 617.50	3.58	116.69	27.30	1 083.63	70.86	1 427.30
1979	1 648.70	7 208.23	3 618.10	3.70	118.50	28.03	1 142.58	69.55	1 425.60
1980	1 658.70	7 192.67	3 610.30	3.43	120.61	30.36	1 219.46	70.93	1 422.50
1981	1 669.20	7 174.58	3 596.50	2.90	141.98	33.71	1 314.25	77.10	1 418.70
1982	1 679.80	7 154.18	3 580.30	2.27	175.78	37.11	1 426.97	86.81	1 414.70
1983	1 690.40	7 131.72	3 565.40	1.71	211.06	39.60	1 557.61	97.45	1 411.30
1984	1 700.60	7 107.40	3 555.90	1.39	268.03	41.08	1 706.17	106.59	1 409.20
1985	1 710.10	7 081.46	3 555.60	1.40	337.73	42.72	1 872.65	113.36	1 409.10
1986	1 718.80	7 054.12	3 568.10	1.78	413.24	45.90	2 057.05	118.46	1 411.60
1987	1 726.40	7 025.26	3 595.90	2.39	488.40	50.63	2 259.38	123.13	1 417.30
1988	1 732.50	6 995.19	3 638.40	3.08	580.40	55.28	2 479.63	128.54	1 426.90
1989	1 737.00	6 964.26	3 690.50	3.78	669.15	58.30	2 717.80	135.26	1 440.50
1990	1 739.50	6 932.83	3 749.30	4.42	754.15	60.96	2 973.89	143.72	1 457.90
1991	1 739.60	6 901.23	3 812.80	4.96	838.82	66.56	3 247.90	154.70	1 478.10
1992	1 737.20	6 869.81	3 879.10	5.35	915.14	76.00	3 539.84	169.92	1 499.90
1993	1 732.20	6 838.91	3 948.00	5.58	1 056.60	88.49	3 849.69	189.42	1 522.60
1994	1 724.90	6 808.85	4 019.70	5.68	1 285.07	102.33	4 177.47	210.71	1 545.70
1995	1 715.70	6 780.31	4 093.60	5.74	1 449.63	117.46	4 523.17	230.85	1 568.70
1996	1 705.20	6 753.83	4 167.70	5.83	1 536.08	134.27	4 886.80	247.52	1 591.20
1997	1 693.50	6 728.95	4 239.70	5.98	1 693.93	152.97	5 268.34	260.48	1 612.80
1998	1 679.80	6 705.81	4 306.90	6.20	1 918.24	172.98	5 667.81	270.54	1 633.20
1999	1 664.90	6 684.54	4 367.00	6.47	2 166.59	193.53	6 085.19	278.57	1 651.90
2000	1 649.80	6 665.30	4 418.00	6.81	2 395.32	213.99	6 520.50	285.18	1 667.70
2001	1 635.40	6 648.23	4 458.30	7.19	2 611.15	233.24	6 973.73	290.98	1 680.40
2002	1 622.50	6 633.46	4 488.40	7.61	2 826.13	250.27	7 444.89	296.38	1 690.10
2003	1 611.80	6 621.15	4 507.90	8.03	3 051.31	263.78	7 933.96	300.77	1 697.00
2004	1 604.00	6 611.71	4 517.10	8.40	3 302.02	271.60	8 440.96	303.19	1 701.00
2005	1 599.70	6 605.47	4 517.30	8.67	3 557.15	273.71	8 965.88	302.68	1 702.20
2006	1 592.10	6 587.79	4 613.57	8.01	3 202.00	286.19	8 243.82	319.49	1 728.57
2007	1 587.20	6 566.84	4 669.36	8.28	3 403.57	304.86	8 661.21	328.99	1 745.78
2008	1 582.90	6 545.89	4 725.15	8.54	3 605.14	323.54	9 078.59	338.50	1 763.00
2009	1 573.80	6 534.93	4 780.94	8.81	3 806.71	342.21	9 495.98	348.01	1 780.22
2010	1 569.60	6 523.98	4 836.73	9.18	4 008.29	360.88	9 913.37	357.52	1 797.44
2011	1 562.50	6 493.02	4 892.52	9.54	4 209.86	379.56	10 330.76	367.02	1 814.65
2012	1 560.80	6 472.07	4 948.31	9.67	4 411.43	398.23	10 748.14	376.53	1 831.87
2013	1 556.30	6 461.11	5 004.10	9.89	4 613.01	416.90	11 165.53	386.04	1 849.09
2014	1 549.90	6 450.16	5 059.89	10.04	4 814.58	435.58	11 582.92	395.54	1 866.31
2015	1 540.60	6 449.20	5 115.68	10.21	5 016.15	454.25	12 000.31	405.05	1 883.52

表 2 分析指标对总产量的贡献率

指 标	平均增长率/%	贡献率/%
有效灌溉面积	0.83	38.68
农林牧渔业劳动力	−0.09	−2.86
支持农业生产和事业支出	4.28	−0.55
粮食作物播种面积	−0.33	51.99
粮食总产量	1.72	—
全要素生产率(TFP)	—	12.73

2.2.2 *有效灌溉面积* 水资源与粮食生产的关系十分密切,有效灌溉面积在粮食生产中占有十分重要的地位。1978—2015 年河北省有效灌溉面积趋势量增长了 9.00×10^5 hm^2,增加了 24.87%,平均每年增长 1.72%。如图 3 所示,有效灌溉面积趋势量在研究期内呈平缓发展态势。其趋势增长率呈现先降低后升高又降低的 S 形发展,其中 1982 年增长率为−0.45%,

达到最低谷,1995 年增长率为 1.84%,达到最高峰。从影响程度来看,有效灌溉面积趋势量的弹性系数为 0.97,贡献率为 38.68%,均居 4 个总产趋势主导因素中正向第 2 位。这表明其对粮食总产趋势增长发挥了重要作用。

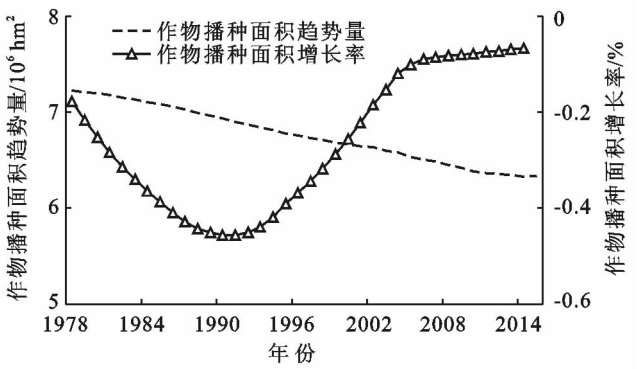


图 2　粮食播种面积趋势量及其趋势增长率

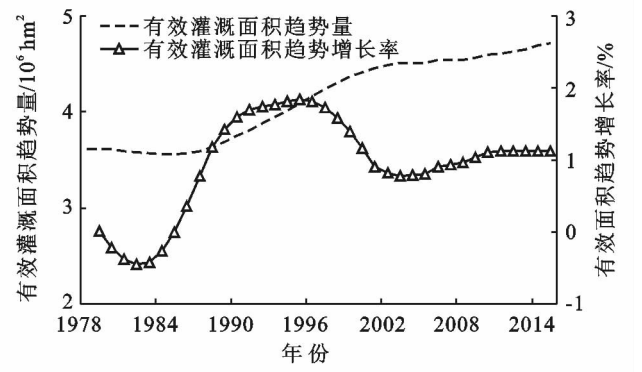


图 3　有效灌溉面积趋势量及其趋势增长率

2.2.3　*农林牧渔业劳动力*　如图 4 所示,河北省劳动力投入在在整个研究期内呈先升高后降低的走向。1978—1990 年是劳动力投入的增长期,劳动力趋势量从 1 639.4 万人增长到 1 739.6 万人,增长了 6.11%。1991—2015 年是减少期,劳动力趋势量从 1 739.6 万人降低到 1.60×10^7 人,降低了 8.04%。劳动力趋势年际增长率呈现先降低后升高的趋势,2000 年增长率降到最低谷为 −0.9%,2000—2015 年增长率虽然有所回升但仍为负值。从弹性系数看,劳动力趋势量的弹性系数为 1.82,居 4 个总产趋势主导因素中正向第 1 位。这表明劳动力趋势量对粮食总产趋势发展影响很大,劳动力趋势量每增加 1 个单位,粮食总产趋势量就上升 1.82 个单位。从贡献率看,劳动力趋势量对总产趋势量的贡献率为 −2.86%。这说明劳动力投入在粮食生产中已经过剩,提高劳动力素质是提升当前粮食生产效率的关键。

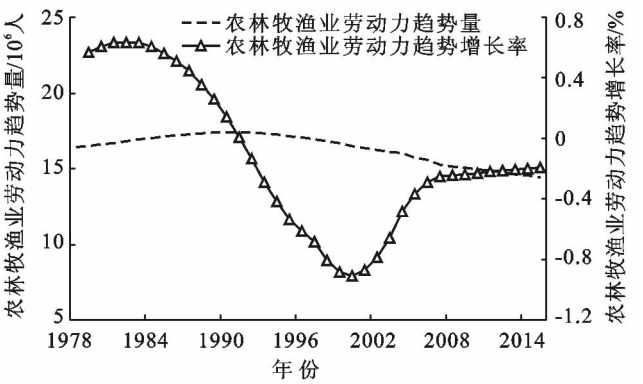


图 4　农林牧副渔业劳动力趋势量及其增长率

2.2.4　*支农支出趋势值*　支农支出趋势量在整个研究期内呈先降低后升高的发展态势(图 5)。1978—1984 年是减少期,支农支出趋势量从 3.58×10^8 元降到 1.39×10^8 元,共减少 61%。1984—2015 年是增加期,支农支出趋势量从 1.40×10^8 元增加到 8.67×10^8 元,翻了 5 倍,平均增长率为 4.28%。从影响大小来看,支农支出趋势量的弹性系数和贡献率分别为 −0.01 和 −0.55%,均在 4 个主导因素中处于最小值。究其原因,按经济性质,可将财政支农分为生产性支出与非生产性支出,而两者的比重是影响支农支出对粮食产量贡献的决定因素。而近几年来,河北省财政支农中的生产性支出的增长远远落后于非生产性支出的增长,阻碍了农业增长与农民增收[19]。

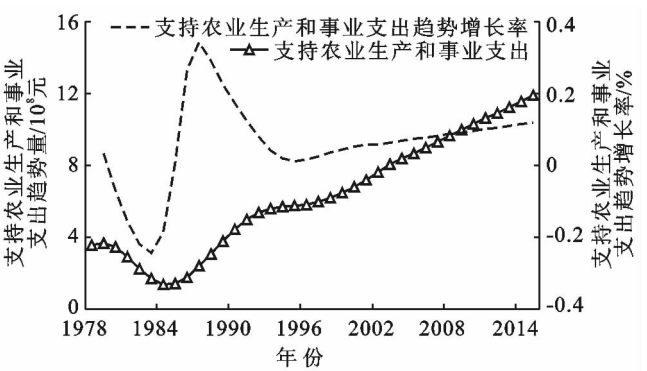


图 5　支持农业生产和事业支出趋势量及其增长率

2.2.5　*科技进步贡献*　由图 6 可知,河北省粮食总产的科技进步呈明显的阶段性发展,具体可以分为三个阶段:1978—1989 年为第 1 阶段,科技进步贡献率增长迅速,平均贡献率为 −9.46%;1990—1997 年为第 2 阶段,科技进步贡献率出现衰退迹象,平均贡献率为 −1.58。这说明两个发展阶段粮食总产趋势的增长绝大部分来自于投入要素的增加,尤其是中间投入品和劳动力投入的增加。1997—2015 年为第 3 阶段,科技进步贡献率迅猛增长,从 1997 年的 1.37%迅速上升到 2015 年的 87.93%。说明生产率的提高已

成为河北省粮食产出增长的重要源泉，即单位要素投入的增加将带来更多产出的增长，相反，单位要素投入的下降也将导致更多产出的下降。因此，提高种粮的收益，建立起可持续的粮食生产投入机制，对于未来粮食安全的实现将是非常重要的，否则，很容易造成粮食生产的大起大落。

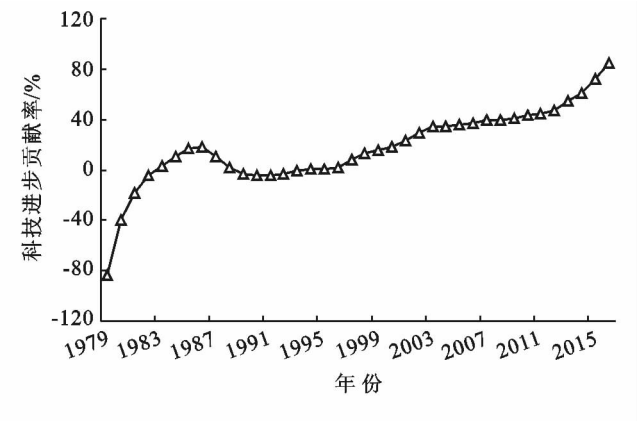


图 6 科技进步贡献率变化情况

3 结 论

(1) 采用 EMD 方法提取粮食产量趋势得出，河北省粮食产量趋势发展可以分为，快速增长，缓慢发展，停滞不前甚至下降 3 个阶段，其中前两个发展阶段粮食趋势年均增长率分别为 0.022 6，0.018 8 均高于全国同期水平，但第 3 阶段粮食总产发展趋势呈衰退迹象，表明河北省的粮食安全压力不断加大。

(2) 采用 C-D 生产函数测算河北省各投入要素弹性系数表明，1978—2015 年，河北省农林牧渔业劳动力的生产弹性系数正向最大，为 1.82；有效灌溉面积次之，为 0.97；粮食作物播种面积负向最大，达到了 −3.62；支持农业生产和事业支出负向次大，为 −0.01；这说明该 4 要素对河北省粮食总产影响较大。

(3) TFP 计算结果表明，各投入要素对河北省粮食总产趋势增长的贡献率大小依次为：粮食作物播种面积(51.99%)＞有效灌溉面积(38.68%)＞科技进步(12.73%)＞农林牧渔业劳动力(−2.86%)＞支持农业生产和事业支出(−0.55%)，是影响河北省粮食总产趋势增长的 5 大因素。

[参 考 文 献]

[1] Brown L R. Who will feed China? Wake up call for a small planet [M]. NewYork: Norton & Company Inc., 1995:1-27.

[2] Can China feed itself? A system for evaluation of policy options[M]. (CD-ROM Vers. 1.1). IIASA Laxenburg: Science for Global Insight, 2006.

[3] 国土资源部信息中心，中国耕地资源安全态势分析(下篇)：中国 2003—2004 国土资源安全状况分析报告[R]. 北京：中国大地出版社，2005.

[4] 李天杰，郧文聚，赵烨，等. 土地质量、生产能力与粮食安全相关研究的现状及展望[J]. 资源产业，2006(1)：19-23.

[5] Santiageo R V, Jose M P, Gustavo A S. Internal variability of wheat yield in the argentine pampas during the 20th Century[J]. Agricultural Ecosystems and Environment, 2004, 103(1):177-190.

[6] 谢云. 中国粮食生产对气候资源波动响应的敏感性分析[J]. 资源科学，1999，11(6)：13-17.

[7] 刘明亮，陈百明. 我国近期粮食生产的波动性及其与农业自然灾害发生状况的相关分析[J]. 灾害学，2000，15(4)：78-85.

[8] 高涛，于晓. 近 50 年内蒙古自治区粮食产量波动影响因素分析[J]. 干旱区资源与环境，2003，17(2)：60-64.

[9] 齐跃普，门明新，许皞. 河北省粮食产量波动及其形成的影响因素定量化分析[J]. 农业系统科学与综合研究，2008，24(4)：403-407.

[10] 刘会玉，林振山等. 基于 EMD 的我国粮食生产波动多尺度分析[J]. 自然资源学报，2005，20(5)：745-751.

[11] 蒋乃华. 中国粮食生产与价格波动研究[D]. 江苏 南京：南京农业大学，1998.

[12] 吴凯，袁璋，许越先. 河北省粮食生产发展趋势及其地区差异[J]. 地理科学进展，2003，22(5)：499-507.

[13] 张素文，李晓青. 湖南省粮食生产变化趋势及影响因子研究[J]. 国土与自然资源研究，2005(1)：30-31.

[14] 陈卫平，我国玉米全要素生产率增长及其对产出的贡献[J]. 经济问题，2006(2)：40-42.

[15] 孙武，吴薇. 内蒙古高原东南部降水驱动的农业系统波动性分析[J]. 植物生态学报，2002，26(1)：23-28.

[16] 孙芳，杨修. 农业气候变化脆弱性评估研究进展[J]. 中国农业气象，2005，26(3)：170-173.

[17] 喻翠玲，冯中朝，李应生. 我国大豆产出增长的要素贡献率测度与分析[J]. 中国农村经济，2005(9)：67-70.

[18] 洪波，陈浩. 耕地非农化对粮食生产影响研究：基于耕地质量变化角度的分析[J]. 江西农业学报，2007，19(4)：127-129.

[19] 李剑，成同杰，曾祥静，等. 河北省财政支农生产性支出与非生产性支出的对比分析[J]. 河北农业科学，2006，10(1)：69-72.