

粮食生产潜力短期预测的“趋势-波动模型”的验证

米长虹¹, 刘书田¹, 郑宏艳¹, 李敬亚¹, 黄治平¹, 侯彦林^{1*}, 王农¹, 蔡彦明¹,
王铄今², 侯显达³

(1.农业部环境保护科研监测所, 天津 300191; 2.北京农业信息技术研究中心, 北京 100089; 3.北京优雅施软件研发服务中心, 北京 100089)

摘要:应用全国、31个省、6个典型地区和16个典型县的数据对粮食生产潜力短期预测的“趋势-波动模型”进行了系统性的验证和讨论。研究表明:(1)预测误差大小反映短期生产潜力的预测精度, 预测误差大的主要原因是经济发达地区高产农田被大量占用和(或)蔬菜、水果种植面积大幅度增加而短期内使粮食单产下降;(2)小趋势修正方法是“趋势-波动模型”中不可缺少的一部分, 它能将大趋势预测不能包括的短期如气象因素、科技投入、社会因素等影响纳入预测中, 提高预测精度;(3)就我国近些年来的实际情况而言, 越是经济发达的地区短期生产潜力的波动越大; 同样发达地区短期潜力存在增加-下降-回升阶段;(4)就短期生产潜力预测精度而言: 国家级大于省级、省级大于地区级、地区级大于县级; 不同省、不同地区、不同县之间预测精度差别比较大, 这与境内气候的互补性和农田抗御自然灾害的能力有关。

关键词:粮食生产潜力; 短期预测; 趋势-波动模型; 验证

中图分类号: S114 文献标志码: A 文章编号: 2095-6819(2016)02-0194-07 doi: 10.13254/j.jare.2015.0192

引用格式:

米长虹, 刘书田, 郑宏艳, 等. 粮食生产潜力短期预测的“趋势-波动模型”的验证[J]. 农业资源与环境学报, 2016, 33(2): 194-200.

MI Chang-hong, LIU Shu-tian, ZHENG Hong-yan, et al. Verification of "Trend-Volatility Model" in Short-Term Forecast of Grain Production Potential [J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2016, 33(2): 194-200.

Verification of "Trend-Volatility Model" in Short-Term Forecast of Grain Production Potential

MI Chang-hong¹, LIU Shu-tian¹, ZHENG Hong-yan¹, LI Jing-ya¹, HUANG Zhi-ping¹, HOU Yan-lin^{1*}, WANG Nong¹, CAI Yan-ming¹,
WANG Shuo-jin², HOU Xian-da³

(1. Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture, Tianjin 300191, China; 2. Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100089, China; 3. Software Development and Service Center of Beijing Yours, Beijing 100089, China)

Abstract: The "trend-volatility model" in short-term forecasting of grain production potential was verified and discussed systematically by using the grain production data from 1949 to 2014, in 16 typical counties and 6 typical districts, and 31 provinces, of China. The results showed as follows: (1) Size of forecast error reflected the precision of short-term production potential, the main reason of large prediction error was a great amount of high yield farmlands were occupied in developed areas and a great increase of vegetable and fruit planted that made grain yield decreased in a short time; (2) The micro-trend amendment method was a necessary part of "trend - volatility model", which could involve the short-term factors such as meteorological factors, science and technology input, social factors and other effects, while macro-trend prediction could not. Therefore, The micro-trend amendment method could improve the forecast precision. (3) In terms of actual situation in recent years in China, the more developed the areas was, the bigger the volatility of short-term production potential was; For the short-term production potential, the stage of increasing-decreasing-recovering also existed in developed areas; (4) In the terms of forecast precision of short-terms production potential, the scale of national was higher than the scale of province, the scale of province was higher than the scale of district, the scale of district was higher than the scale of county. And it was large differences in precision between different provinces, different districts and different counties respectively, which was concerned to the complementarity of domestic climate and the ability of the farmland resistance to natural disasters.

Keywords: grain production potential; short-term forecast; trend-volatility model; verification

收稿日期: 2015-08-11

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程项目(2014-cxgc-hyl)

作者简介: 米长虹(1968—), 男, 副研究员, 主要从事农业数据挖掘与资源生态研究。E-mail: mch68@sina.com

* 通信作者: 侯彦林 E-mail: bjyours@sina.com

粮食产量预测包括短、中、长期生产潜力预测和当年估产2部分,笔者基于粮食产量历史数据建立了粮食生产潜力预测和估产的理论、方法,并应用一些案例进行了初步验证^[1-5],本文应用全国、31个省(直辖市、自治区,以下简称省)、6个典型地区和16个典型县(县、市、区,以下简称县)数据对其中的粮食生产潜力短期预测的“趋势-波动模型”进行了系统性的验证和讨论。

1 材料与方法

1.1 数据来源

从统计年鉴中整理出全国、31个省、6个典型地区和16个典型县多年粮食单产数据,建立数据库,数据项包括行政单元名称、年代、单产、总产、播种面积等指标。

1.2 粮食生产潜力短期预测的“趋势-波动模型”

模型要点^[1]:(1)选择一个趋势内的所有样本年,以 $n=10$ 年为时间步长,分别计算10年移动平均单产;对所有10年移动平均单产进行直线回归;(2)用回归方程预测下一年的10年移动平均单产即为下一年的短期单产潜力;(3)使用前一年的预测误差对预测结果进行修正,亦称小趋势修正方法,即式(1):

$$Y_{\text{潜修}} = Y_{\text{潜}} \times (1 - \text{前一年预测误差}\%) \quad (1)$$

2 结果与分析

2.1 国家级验证

应用统计年鉴中全国1979—2014年的粮食单产数据,分别对1979—2009、1979—2010、1979—2011、1979—2012年和1979—2013年的粮食单产分别进行步长 $n=10$ 和 $n=20$ 移动平均单产统计,见表1,预测2010—2014年的短期粮食单产潜力。

全国2010—2014年短期单产潜力预测值、预测误差、修正值及修正误差见表2和表3,最大误差和计算平均误差均将误差进行绝对值操作后计算,下同。由表2可知, $n=10$ 单产时,预测的最大误差为3.73%,平均误差为2.93%,修正后最大误差为0.98%,平均误差为0.61%。由表3可知, $n=20$ 单产时,预测的最大误差为0.45%,平均误差为0.39%,修正后最大误差为0.12%,平均误差为0.06%。

为更好地分析生产潜力短期预测精度,现定义标准见表4。

由表4可知,以步长为10年的移动平均单产进行生产潜力预测,国家级尺度的预测精度高,以步长

表1 全国单产与10年和20年单产(1979—2014)($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)
Table 1 The yield and the yield of 10 years moving average and 20 years moving average in China(1979—2014)($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)

年份	单产	$n=10$ 单产	$n=20$ 单产	年份	单产	$n=10$ 单产	$n=20$ 单产
1979	2 785.00	/	/	1997	4 376.00	4 031.70	/
1980	2 734.00	/	/	1998	4 502.00	4 124.00	3 697.10
1981	2 827.00	/	/	1999	4 493.00	4 210.10	3 782.50
1982	3 124.00	/	/	2000	4 261.00	4 242.90	3 858.85
1983	3 396.00	/	/	2001	4 267.00	4 282.00	3 930.85
1984	3 608.00	/	/	2002	4 399.00	4 321.50	3 994.60
1985	3 483.00	/	/	2003	4 333.00	4 341.70	4 041.45
1986	3 529.00	/	/	2004	4 621.00	4 397.50	4 092.10
1987	3 637.00	/	/	2005	4 642.00	4 437.70	4 150.05
1988	3 579.00	3 270.20	/	2006	4 716.00	4 461.00	4 209.40
1989	3 632.00	3 354.90	/	2007	4 748.32	4 498.23	4 264.97
1990	3 933.00	3 474.80	/	2008	4 950.78	4 543.11	4 333.56
1991	3 876.00	3 579.70	/	2009	4 870.55	4 580.87	4 395.48
1992	4 004.00	3 667.70	/	2010	4 973.15	4 652.08	4 447.49
1993	4 131.00	3 741.20	/	2011	5 165.90	4 741.97	4 511.99
1994	4 063.00	3 786.70	/	2012	5 298.70	4 831.94	4 576.72
1995	4 240.00	3 862.40	/	2013	5 376.80	4 936.32	4 639.01
1996	4 483.00	3 957.80	/	2014	5 385.00	5 012.72	4 705.11

注:“/”表示数据空,下同。

表2 全国短期单产潜力预测值及预测误差(2010—2014, $n=10$)
Table 2 The short-term yield predication result and predication error in China(2010—2014, $n=10$)

预测年份	预测值/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	预测误差/%	修正值/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	修正误差/%
2010	4 573.89	-1.68	/	/
2011	4 617.83	-2.62	4 695.41	-0.98
2012	4 678.83	-3.17	4 801.42	-0.63
2013	4 752.19	-3.73	4 902.83	-0.68
2014	4 839.47	-3.46	5 019.98	0.14

表3 全国单产潜力预测值及预测误差(2010—2014, $n=20$)
Table 3 The short-term yield predication result and predication error in China(2010—2014, $n=20$)

预测年份	预测值/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	预测误差/%	修正值/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	修正后误差/%
2010	4 434.14	-0.30	/	/
2011	4 493.24	-0.42	4 506.72	-0.12
2012	4 556.22	-0.45	4 575.36	-0.03
2013	4 621.39	-0.38	4 642.19	0.07
2014	4 686.31	-0.40	4 704.12	-0.02

为20年的移动平均单产进行生产潜力预测,国家级尺度的预测精度极高。

2.2 省级验证

参照2.1的研究方法对各省进行了验证,结果见

表 4 生产潜力短期预测精度分级标准

Table 4 The grading standards of short-term predication precision of grain production potential

项目	极高	高	合格	低	极低
$n=10$	$E \leq 1\%$	$1\% < E \leq 2\%$	$2\% < E \leq 5\%$	$5\% < E \leq 10\%$	$10\% < E$
$n=20$	$E \leq 0.5\%$	$0.5\% < E \leq 1\%$	$1\% < E \leq 2\%$	$2\% < E \leq 5\%$	$5\% < E$

注: E 表示绝对误差。

表 5 和表 6。

根据表 4 标准,各省的生产潜力短期预测精度分布见表 7。

由表 7 可知,以步长为 10 年的移动平均单产进

行生产潜力预测,有 16 个省的预测精度在高以上,10 个省预测精度为合格,合格率占 83.87%,而误差修正后,其精度高以上 29 个省,2 个省合格,合格率 100%。以步长为 20 年的移动平均单产进行生产潜力预测,31 个省的预测精度均为合格以上,误差修正后,其精度均在高级以上。说明“趋势-波动”模型预测粮食潜力在全国和省级尺度上方法可靠,特别是经过误差修正后,预测精度得到很大的提高。

2.3 典型地区验证

参照 2.1 的研究方法,对 6 个典型地区的案例进行验证,结果见表 8 和表 9。6 个典型地区分别隶属于

表 5 省级短期单产潜力预测结果误差分析(1979—2014, $n=10$)(%)

Table 5 The short-term yield predication error results analysis in 31 provinces(1979—2014, $n=10$)(%)

省别	2010 年		2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		平均	修正后平均
	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后		
北京	-13.24	/	-14.67	-3.38	-15.43	-3.02	-17.01	-4.21	-15.71	-1.37	15.21	3.00
天津	-9.13	/	-8.75	-0.43	-7.81	0.26	-7.11	0.15	-5.96	0.72	7.75	0.39
河北	-3.30	/	-4.22	-1.06	-4.87	-0.86	-4.93	-0.29	-4.50	0.20	4.36	0.60
山西	-1.68	/	-3.86	-2.25	-3.85	-0.14	-3.20	0.53	-2.05	1.08	2.93	1.00
内蒙古	-3.19	/	-4.67	-1.63	-4.99	-0.55	-5.71	-1.01	-5.26	0.15	4.76	0.84
辽宁	-0.86	/	-1.99	-1.15	-1.28	0.68	-1.48	-0.21	0.66	2.15	1.25	1.05
吉林	-3.62	/	-5.53	-2.11	-7.64	-2.53	-8.86	-1.90	-8.68	-0.59	6.87	1.78
黑龙江	-0.92	/	-3.62	-2.73	-4.57	-1.12	-9.19	-5.04	-10.78	-2.58	5.82	2.87
上海	-0.98	/	-0.08	0.90	0.17	0.25	-2.69	-2.85	-2.51	0.11	1.29	1.03
江苏	0.72	/	0.38	-0.35	-0.22	-0.60	-1.85	-1.63	-2.12	-0.31	1.06	0.72
浙江	-1.07	/	-0.58	0.48	0.01	0.60	0.78	0.77	1.41	0.62	0.77	0.62
安徽	1.38	/	1.12	-0.27	1.07	-0.07	-1.17	-2.23	-1.70	-0.55	1.29	0.78
福建	-0.82	/	-0.89	-0.08	-0.80	0.08	-0.63	0.16	-0.32	0.31	0.69	0.16
江西	-1.74	/	-1.83	-0.12	-1.99	-0.19	-2.33	-0.39	-1.68	0.61	1.91	0.33
山东	-3.78	/	-3.72	-0.08	-4.41	-0.86	-3.71	0.54	-2.75	0.85	3.67	0.58
河南	0.21	/	0.27	0.05	0.28	0.01	-1.05	-1.32	-0.51	0.53	0.46	0.48
湖北	-1.15	/	-1.45	-0.32	-1.69	-0.26	-1.89	-0.24	-1.89	-0.03	1.61	0.21
湖南	-2.01	/	-1.71	0.26	-2.06	-0.39	-1.86	0.17	-1.61	0.22	1.85	0.26
广东	2.38	/	1.00	-1.41	-0.74	-1.73	-1.59	-0.86	-3.75	-2.21	1.89	1.55
广西	-0.87	/	-0.05	0.81	-0.72	-0.66	-1.19	-0.48	-2.21	-1.05	1.01	0.75
四川	1.45	/	-0.40	-1.84	-0.96	-0.56	-1.43	-0.48	-1.55	-0.15	1.16	0.76
贵州	2.94	/	5.17	2.08	4.07	-1.31	4.63	0.37	4.27	-0.56	4.22	1.08
云南	1.76	/	0.97	-0.80	0.16	-0.82	-0.21	-0.37	-0.63	-0.42	0.75	0.60
西藏	4.84	/	5.58	0.46	5.98	0.07	6.26	-0.10	6.59	-0.08	5.85	0.18
陕西	-1.75	/	-2.35	-0.64	-2.51	-0.23	-1.97	0.49	-0.37	1.60	1.79	0.74
甘肃	-1.33	/	-1.89	-0.59	-3.23	-1.40	-3.08	0.06	-3.05	-0.07	2.52	0.53
青海	-4.34	/	-3.11	1.10	-2.25	0.78	-0.91	1.32	0.11	1.02	2.14	1.06
宁夏	0.42	/	0.75	0.33	0.30	-0.45	-1.22	-1.52	2.0	0.81	0.94	0.78
新疆	2.53	/	2.57	-0.02	2.36	-0.27	1.89	-0.51	1.20	-0.71	2.11	0.38
海南	-0.69	/	-1.70	-1.02	-3.01	-1.36	-3.71	-0.82	-4.43	-0.88	2.71	1.02
重庆	-2.00	/	-1.97	-0.01	-1.05	0.89	0.34	1.39	1.44	1.10	1.36	0.85

表6 省级短期单产潜力预测结果误差分析(1979—2014, $n=20$)(%)Table 6 The short-term yield predication error results analysis in 31 provinces(1979—2014, $n=20$)(%)

省别	2010年		2011年		2012年		2013年		2014年		平均	修正后平均
	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后		
北京	0.05	/	0.05	0.00	-0.01	-0.06	-0.01	0.00	0.17	0.18	0.06	0.06
天津	0.84	/	0.76	-0.08	0.88	0.11	0.46	-0.43	0.33	-0.13	0.65	0.19
河北	-0.07	/	-0.20	-0.13	-0.38	-0.18	-0.51	-0.13	-0.09	0.42	0.25	0.22
山西	1.93	/	0.29	-1.65	-0.28	-0.57	-0.20	0.08	-0.57	-0.37	0.65	0.67
内蒙古	1.65	/	1.15	-0.53	0.74	-0.41	0.04	-0.70	-0.35	-0.39	0.79	0.51
辽宁	1.43	/	1.12	-0.32	1.03	-0.10	0.95	-0.09	1.04	0.08	1.11	0.15
吉林	-0.13	/	-0.86	-0.73	-1.61	-0.76	-1.91	-0.34	-1.51	0.38	1.20	0.55
黑龙江	0.93	/	0.21	-0.72	0.06	-0.15	-1.61	-1.67	-2.21	-0.63	1.00	0.79
上海	-0.30	/	-0.24	0.06	-0.23	0.01	-0.60	-0.36	-0.75	-0.16	0.42	0.15
江苏	-1.05	/	-1.28	-0.24	-0.96	0.31	-0.84	0.11	-0.83	0.01	0.99	0.17
浙江	-0.62	/	-0.43	0.19	-0.28	0.15	0.25	0.53	0.50	0.25	0.42	0.28
安徽	-1.21	/	-2.48	-1.30	-2.07	0.37	-1.41	0.63	-1.48	-0.09	1.73	0.60
福建	-0.22	/	-0.18	0.04	0.04	0.21	0.16	0.12	0.21	0.05	0.16	0.11
江西	-0.07	/	-0.11	-0.04	-0.17	-0.06	-0.29	-0.12	-0.26	0.03	0.18	0.06
山东	-0.15	/	0.40	0.15	0.25	-0.15	0.59	0.34	0.73	0.14	0.42	0.20
河南	0.14	/	0.19	0.05	0.43	0.24	1.07	0.64	0.98	-0.10	0.56	0.26
湖北	-1.03	/	-1.99	-1.53	-1.71	-0.71	-0.85	0.05	-0.32	0.15	1.18	0.61
湖南	-1.29	/	-1.26	0.01	-1.24	0.00	-0.99	0.24	-0.76	0.23	1.11	0.12
广东	-0.61	/	-0.64	-0.03	-0.84	-0.21	-0.84	-0.01	-1.08	-0.25	0.80	0.13
广西	0.73	/	1.01	0.28	1.15	0.13	0.96	-0.20	0.01	-0.95	0.77	0.39
四川	-0.63	/	-0.88	-0.25	-0.90	-0.03	-1.30	-0.41	-1.52	-0.24	1.05	0.23
贵州	-0.10	/	2.06	2.16	1.52	-0.57	1.83	0.29	1.50	-0.36	1.40	0.85
云南	0.06	/	0.06	0.00	-0.16	-0.22	-0.41	-0.25	-0.45	-0.04	0.23	0.13
西藏	0.56	/	0.77	0.21	1.16	0.38	1.19	0.02	1.21	0.00	0.98	0.15
陕西	-0.14	/	-0.35	-0.21	-0.66	-0.31	0.13	0.79	-0.45	-0.58	0.35	0.47
甘肃	0.55	/	0.08	-0.47	-0.57	-0.66	-0.50	0.07	-0.89	-0.40	0.52	0.40
青海	0.27	/	0.20	-0.07	0.37	0.18	0.47	0.09	0.27	-0.20	0.32	0.14
宁夏	-0.15	/	0.04	0.18	-0.59	-0.63	-0.67	-0.08	-1.02	-0.35	0.49	0.31
新疆	0.61	/	0.39	-0.23	0.36	-0.03	-0.01	-0.37	-0.24	-0.23	0.32	0.22
海南	-0.29	/	0.09	0.38	0.33	0.23	0.52	0.19	0.36	-0.16	0.32	0.24
重庆	-0.99	/	-0.25	0.73	-0.04	0.21	0.15	0.19	0.65	0.50	0.42	0.41

表7 各省生产潜力短期预测精度分布

Table 7 The distribution of short-term predication precision of grain production potential in 31 provinces

n	误差	极高	高	合格	低	极低
$n=10$	修正前	5	11	10	4	1
	修正后	22	7	2	0	0
$n=20$	修正前	14	10	7	0	0
	修正后	24	7	0	0	0

吉林省、山东省、甘肃省、浙江省、湖北省、贵州省,代表中国6个主要气候和粮食产区。

按照表4分级方法对6个典型地区进行分析(表

10),结果表明,步长 n 为10年进行预测时,1个地区精度极高,1个地区精度高,2个地区精度合格,2个地区精度在低以下;在进行误差修正后,2个地区精度极高,3个地区精度高,1个地区精度合格;步长 n 为20进行预测时,1个地区精度极高,4个地区精度高,1个地区精度合格,在进行误差修正后,2个地区精度极高,4个地区精度高。说明“趋势-波动”模型预测粮食潜力在地区级尺度上也是可靠的,经过误差修正后,预测精度也得到很大的提高。

2.4 典型县验证

参照2.1的研究方法,对6个典型地区的16个

表 8 典型地区短期单产潜力预测结果误差分析(n=10)(%)

Table 8 The short-term yield predication error results analysis in 6 typical districts(n=10)(%)

地区	2008 年		2009 年		2010 年		2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		平均	修正后平均
	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后		
吉林省吉林市	3.52	/	5.58	1.86	6.46	0.52	6.18	-0.69	5.43	-1.08	/	/	/	/	5.43	1.04
山东省泰安市	/	/	1.53	/	-0.71	-2.23	-2.68	-1.99	-5.39	-2.86	-6.04	-0.98	/	/	3.27	2.02
甘肃省天水市	/	/	-13.87	/	-13.34	-1.33	-10.81	1.09	-9.29	0.52	-7.25	1.36	/	/	10.91	1.08
浙江省丽水市	/	/	/	/	0.62	/	0.96	0.33	1.04	0.08	0.94	-0.12	0.68	-0.27	0.85	0.20
湖北省黄冈市	/	/	/	/	-1.22	/	-3.76	-2.59	-2.17	1.51	-1.44	0.70	-0.10	1.34	1.74	1.54
贵州省遵义市	/	/	2.89	/	3.37	0.38	5.64	2.08	5.31	-0.64	6.48	0.83	/	/	4.74	0.98

表 9 典型地区短期单产潜力预测结果误差分析(n=20)(%)

Table 9 The short-term yield predication error results analysis in 6 typical districts(n=20)(%)

地区	2008 年		2009 年		2010 年		2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		平均	修正后平均
	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后	修正前	修正后		
吉林省吉林市	-2.18	/	-1.59	0.56	0.19	1.78	0.73	0.54	0.18	-0.55	/	/	/	/	0.97	0.86
山东省泰安市	/	/	-1.45	/	-0.92	0.51	-0.13	0.79	0.24	0.37	0.88	0.64	/	/	0.72	0.58
甘肃省天水市	/	/	-0.16	/	0.22	0.38	0.50	0.27	0.32	-0.18	0.63	0.30	/	/	0.37	0.28
浙江省丽水市	/	/	/	/	-1.13	/	-0.76	0.36	-0.51	0.25	-0.29	0.21	-0.17	0.12	0.57	0.24
湖北省黄冈市	/	/	/	/	-0.48	/	-1.56	-1.08	-0.34	1.21	0.72	1.07	1.07	0.35	0.83	0.93
贵州省遵义市	/	/	-1.23	/	-1.17	0.04	1.86	3.06	1.59	-0.30	2.06	0.43	/	/	1.58	0.96

表 10 典型地区生产潜力短期预测精度分布

Table 10 The distribution of short-term predication precision of grain production potential in 6 typical districts

项目	误差	极高	高	合格	低	极低
n=10	修正前	1	1	2	1	1
	修正后	2	3	1	0	0
n=20	修正前	1	4	1	0	0
	修正后	2	4	0	0	0

典型县案例进行了验证,结果见表 11 和表 12。其中,甘谷县步长 n=10 预测结果最大相对误差为 60.14%,平均相对误差为 53.36%。研究表明:当预测误差大于 10%以上时,应用式(2)和式(3)的除法方式的小趋势修正效果更好,表 11 中甘谷县的最后修正后误差为除法方式的小趋势修正后的结果。

$$Y_{n\text{趋势修}} = Y_{n\text{潜}} / (1 + K_{n-1}) \quad (2)$$

$$e_{\text{趋势修}} = (Y_{n\text{趋势修}} - Y_{n\text{潜}}) / Y_{n\text{潜}} \times 100\% \quad (3)$$

其中, $Y_{n\text{趋势修}}$ ——第 n 年的小趋势修正值;

$Y_{n\text{潜}}$ ——第 n 年的预测值;

K_{n-1} ——第 n-1 年的预测误差。

$e_{\text{趋势修}}$ ——小趋势修正后误差。

按照表 4 误差分级标准,典型县的生产潜力预测精度分布见表 13。

由表 13 可知,不论以步长为 10 年还是 20 年的

移动平均单产进行生产潜力预测,“趋势-波动”模型预测粮食潜力在县级尺度上都是可靠的,经过误差修正后,预测精度进一步提高。

3 讨论

3.1 关于预测误差含义的分析

预测误差大小反映短期生产潜力预测的精度,一般地由于科技进步持续性影响,单产不会降低,所以当预测误差呈现负值且比较大时,要么是科技进步促进单产增加的力度不够,要么影响单产的其他因素发生了一定程度的变化,如高产农田被大量占用或蔬菜、水果种植面积大幅度增加而短期内使粮食单产下降。

3.2 关于小趋势修正方法

小趋势修正方法是提高预测精度的一种实用而简便的修正方法,小趋势修正的内涵是对大趋势预测不能包括的短期如气象因素、科技投入、社会因素等影响的修正过程,是“趋势-波动模型”中不可缺少的一部分。2 种修正方法都可以使用。

3.3 关于短期生产潜力与经济状况的关系

就中国近些年来实际情况而言,越是经济发达的地区短期生产潜力的波动越大;同样发达地区短期潜力存在增加-下降-回升阶段,下降原因是经济快速

表 11 典型县短期单产潜力预测结果误差分析(n=10)(%)

Table 11 The short-term yield predication error results analysis in 16 typical counties(n=10)(%)

年份	吉水县	桦甸县	东平县	宁阳县	新泰市	甘谷县	清水县	武山县	青田县	云和县	红安县	英山县	罗田县	遵义县	正安县	习水县
2004年 修正前	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.46
修正后	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2005年 修正前	/	/	5.51	5.10	6.80	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.58
修正后	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.89
2006年 修正前	/	/	4.27	4.48	6.36	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.71
修正后	/	/	-1.48	-0.85	-0.88	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.12
2007年 修正前	/	/	2.59	3.85	5.50	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.11
修正后	/	/	-1.78	-0.80	-1.21	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.62
2008年 修正前	-6.02	4.65	0.24	2.57	3.71	/	/	/	/	/	/	-0.02	/	/	5.41	-0.65
修正后	/	/	-2.36	-1.38	-1.99	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-1.76
2009年 修正前	-3.09	6.02	1.11	1.64	1.76	-60.14	-9.33	-11.17	/	/	/	0.14	-1.71	2.89	4.07	/
修正后	2.74	1.09	0.87	-0.97	-2.02	/	/	/	/	/	/	0.16	/	/	-1.56	/
2010年 修正前	-4.26	7.36	/	/	/	-56.76	-10.15	-5.88	3.25	-0.15	1.95	-0.36	-1.59	3.37	4.21	/
修正后	-1.30	0.90	/	/	/	8.49	-1.77	4.64	/	/	/	-0.50	0.10	0.38	-0.03	/
2011年 修正前	-4.11	6.57	/	/	/	-53.10	-10.47	-2.74	4.00	1.08	1.14	2.93	-2.95	5.64	5.75	/
修正后	-0.03	-1.27	/	/	/	8.47	-1.39	2.98	0.62	1.24	-0.82	3.29	-1.41	2.08	1.30	/
2012年 修正前	-1.13	2.56	/	/	/	-49.68	-9.32	-1.30	4.37	1.22	3.85	5.02	-3.91	5.31	4.27	/
修正后	2.93	-4.18	/	/	/	7.30	0.17	1.40	0.20	0.13	2.66	1.94	-1.08	-0.64	-1.73	/
2013年 修正前	/	/	/	/	/	-47.15	-8.97	0.57	4.56	0.54	5.43	/	/	/	/	/
修正后	/	/	/	/	/	5.03	-0.48	1.88	-0.01	-0.69	1.38	/	/	/	/	/
2014年 修正前	/	/	/	/	/	/	/	/	4.15	1.76	6.41	/	/	/	/	/
修正后	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.60	1.21	0.63	/	/	/	/	/
修正前平均	3.72	5.43	2.74	3.53	4.83	53.37	9.65	4.33	4.07	0.95	3.76	1.69	2.94	4.74	4.74	1.10
修正后平均	1.75	1.86	1.62	1.00	1.53	7.32	0.95	2.73	0.36	0.82	1.37	1.47	0.85	0.98	1.16	1.10

注:各县所获取数据的年度不统一,但各县均预测5年,误差取其平均。下同。

发展初期高产农田被大量占用和(或)蔬菜、水果种植面积大幅增加,回升原因是科技进步持续作用于中、低产田而使其单产得到稳步提高。

3.4 关于短期生产潜力预测精度分析

就短期生产潜力预测精度而言:国家级大于省级、省级大于地区级、地区级大于县级,不论以步长为10年还是20年的移动平均单产进行生产潜力预测,“趋势-波动”模型预测粮食潜力在国家级、省级、地区级和县级尺度上都是可靠的,经过误差修正后,预测精度普遍提高,证明“趋势-波动”模型预测短期粮食潜力的方法是科学的、准确的和实用的。

4 结论

(1)预测误差大小反映短期生产潜力的预测精度,预测误差大的主要原因是经济发达地区高产农田被大量占用和(或)蔬菜、水果种植面积大幅度增加而短期内使粮食单产下降;

(2)小趋势修正方法是“趋势-波动模型”中不可缺少的一部分,能将大趋势预测不能包括的短期如气象因素、科技投入、社会因素等影响纳入预测中,提高预测精度;

(3)经济越发达的地区短期生产潜力的波动越大,同样发达地区短期潜力存在增加-下降-回升阶段,下降由于经济快速发展初期高产农田被大量占用和(或)蔬菜、水果种植面积大幅增加,回升由于科技进步持续作用于中、低产田而使其单产得到稳步提高;

(4)就短期生产潜力预测精度而言:国家级大于省级、省级大于地区级、地区级大于县级;不同省、不同地区、不同县之间预测精度差别比较大,这与境内气候的互补性和农田抗御自然灾害的能力有关。

参考文献:

[1] 侯彦林,郑宏艳,刘书田,等. 粮食产量预测理论、方法及其应用 I. 科技进步增产理论、模型及其应用[J]. 农业资源与环境学报, 2014, 31(3):205-211.

HOU Yan-lin, ZHENG Hong-yan, LIU Shu-tian, et al. The theory,

表 12 典型县短期单产潜力预测结果误差分析(n=20)(%)

Table 12 The short-term yield predication error results analysis in 16 typical counties(n=20)(%)

年份	吉水县	桦甸县	东平县	宁阳县	新泰市	甘谷县	清水县	武山县	青田县	云和县	红安县	英山县	罗田县	遵义县	正安县	习水县
2004年 修正前	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-1.42
修正后	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2005年 修正前	/	/	-2.54	-0.43	-0.67	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-2.12
修正后	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.73
2006年 修正前	/	/	-2.39	-0.66	-1.37	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-1.10
修正后	/	/	0.08	-0.24	-0.71	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.00
2007年 修正前	/	/	-1.73	-0.63	-0.88	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-1.01
修正后	/	/	0.63	0.03	0.49	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.08
2008年 修正前	-1.58	-3.12	-1.24	-0.82	-1.15	/	/	/	/	/	/	-0.44	/	/	-0.71	-1.95
修正后	/	/	0.46	-0.20	-0.28	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.97
2009年 修正前	-0.35	-1.94	0.05	-1.31	-1.68	0.17	-1.34	1.35	/	/	/	-0.05	-0.79	-1.23	-0.12	/
修正后	1.23	1.12	1.30	-0.49	-0.55	/	/	/	/	/	/	0.38	/	/	0.59	/
2010年 修正前	0.50	0.21	/	/	/	0.74	-1.25	1.49	-0.34	-0.84	-0.03	0.41	0.06	-1.17	-1.27	/
修正后	0.86	2.15	/	/	/	0.55	0.07	0.12	/	/	/	0.46	0.84	0.04	-1.16	/
2011年 修正前	2.53	-0.08	/	/	/	1.30	-0.97	1.07	0.28	-0.03	0.93	1.55	-0.54	1.86	1.38	/
修正后	2.02	-0.28	/	/	/	0.56	0.27	-0.43	0.63	0.80	0.96	1.13	-0.60	3.06	2.67	/
2012年 修正前	2.98	-1.46	/	/	/	1.15	-0.42	0.20	0.34	0.47	2.13	2.59	-0.45	1.59	-0.40	/
修正后	0.37	-1.38	/	/	/	-0.17	0.54	-0.87	0.05	0.50	1.18	1.00	0.09	-0.30	-1.78	/
2013年 修正前	/	/	/	/	/	1.43	-0.27	0.16	0.71	0.35	2.35	/	-0.07	2.06	/	/
修正后	/	/	/	/	/	0.26	0.15	-0.05	0.36	-0.12	0.17	/	0.38	0.43	/	/
2014年 修正前	/	/	/	/	/	/	/	/	0.78	0.66	2.07	/	/	/	/	/
修正后	/	/	/	/	/	/	/	/	0.07	0.31	-0.33	/	/	/	/	/
修正前平均	1.59	1.36	1.59	0.77	1.15	0.96	0.85	0.85	0.49	0.47	1.502	1.01	0.38	1.58	0.78	1.52
修正后平均	1.12	1.23	0.62	0.24	0.51	0.39	0.26	0.37	0.28	0.43	0.66	0.74	0.48	0.96	1.55	0.70

表 13 典型县生产潜力短期预测精度分布

Table 13 The distribution of short-term predication precision of grain production potential in 16 typical counties

项目	误差	极高	高	合格	低	极低
n=10	修正前	1	2	10	2	1
	修正后	6	8	1	1	0
n=20	修正前	3	5	8	0	0
	修正后	7	6	3	0	0

method and its application of the grain yield forecast I . Theory, model and its application of scientific and technological progress in increasing grain yield[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3):205-211.(in Chinese)

[2] 郑宏艳, 刘书田, 王钰今, 等. 粮食产量预测理论、方法与应用 II . 粮食生产潜力短期预测理论、模型及其应用[J]. *农业资源与环境学报*, 2014, 31(3):212-219.
ZHENG Hong-yan, LIU Shu-tian, WANG Shuo-jin, et al. The theory, method and its application of grain yield forecast II . The theory, method and its application of short-term forecast of the grain yield potential[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3):212-219.(in Chinese)

[3] 刘书田, 王钰今, 米长虹, 等. 粮食产量预测理论、方法与应用 III . 粮食生产潜力中、长期预测理论、模型及其应用[J]. *农业资源与环境学报*, 2014, 31(3):220-226.

LIU Shu-tian, WANG Shuo-jin, MI Chang-hong, et al. The theory, method and its application of grain yield forecast III . The theory, method and its application of medium and long-term forecast of the grain yield potential[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3):220-226.(in Chinese)

[4] 米长虹, 王 农, 黄治平, 等. 粮食产量预测理论、方法与应用 IV . 粮食估产理论、模型及其应用[J]. *农业资源与环境学报*, 2014, 31(3):227-232.

MI Chang-hong, WANG Nong, HUANG Zhi-ping, et al. The theory, method and its application of grain yield forecast IV . theory, method and its application of grain yield estimation[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3):227-232.(in Chinese)

[5] 黄治平, 蔡彦明, 王钰今, 等. 粮食产量预测理论、方法与应用 V . 粮食潜力实现率及其评价方法[J]. *农业资源与环境学报*, 2014, 31(3):233-236.

HUANG Zhi-ping, CAI Yan-ming, WANG Shuo-jin, et al. The theory, method and its application of grain yield forecast V . The conversion rate of grain yield potential and its evaluation[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3):233-236.(in Chinese)