

粮食估产的“通道-概率模型”的验证

郑宏艳¹, 李敬亚¹, 刘书田¹, 黄治平¹, 米长虹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:本文应用全国、31个省、6个典型地区和16个典型县的数据对粮食估产的“通道-概率模型”进行了系统性的验证和讨论。研究结果如下:(1)国家级估产由于地域空间尺度足够大,不同地区气象条件对产量影响的互补性强,所以估产误差小,因此国家级可以不使用小趋势修正和气候年型修正;省级、地区级和县级的估产由于同处一个气候区,因此气象条件对产量影响的互补性不强,必须使用小趋势修正和气候年型修正,县级估产还必须增加根据作物适时长势和专家经验的修正。(2)小趋势修正有两个公式:当预测误差小于10%时,使用 $Y \times (1-K)$ 修正;当预测误差大于10%时,使用 $Y/(1+K)$ 修正。(3)估产单元气候年型可以自动划分,一般分为5级,波动大的预测单元可以使用7级,其中超丰年和超欠年的修正参数必须根据实时气象条件和作物适时长势具体确定。(4)研究表明:“通道-概率”估产理论和方法是科学的、实用的和准确的;在小趋势修正和气候年型修正基础上,如能结合作物长势调查和当地专家经验,估产误差可以达到3%以下。

关键词:粮食估产;通道-概率模型;验证

中图分类号:S114 文献标志码:A 文章编号:2095-6819(2016)04-0390-07 doi: 10.13254/j.jare.2015.0194

引用格式:

郑宏艳, 李敬亚, 刘书田, 等. 粮食估产的“通道-概率模型”的验证[J]. 农业资源与环境学报, 2016, 33(4): 390-396.

ZHENG Hong-yan, LI Jing-ya, LIU Shu-tian, et al. Verification of "Channel-Probability Model" of Grain Yield Estimation[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2016, 33(4): 390-396.

Verification of "Channel-Probability Model" of Grain Yield Estimation

ZHENG Hong-yan¹, LI Jing-ya¹, LIU Shu-tian¹, HUANG Zhi-ping¹, MI Chang-hong¹, 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 "channel-probability model" of grain yield estimation 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) Due to the geographical spatial scale was large enough, different climate zones and different meteorological conditions could compensated, and grain yield estimation error was small in the scale of nation. Therefore, it was not necessary to modify the grain yield estimation error by mirco-trend and the climate year types in the scale of nation. However, the grain yield estimation in the scale of province was located at the same of a climate zone, the scale was small, so the impact of the meteorological conditions on grain yield was less complementary than the scale of nation. While the spatial scale of districts and counties was smaller, accordingly the compensation of the impact of the meteorological conditions on grain yield was least. Therefore, it was necessary to use mrico-trend amendment and the climate year types amendment to modify the grain yield estimation in districts and counties. (2) Mirco-trend modification had two formulas, generally, when the error of grain yield estimation was less than 10%, it could be modified by $Y \times (1-K)$; while the error of grain yield estimation was more than 10%, it could be modified by $Y/(1+K)$. (3) Generally, the grain estimation had 5 grades, and some had 7 grades because of large error fluctuation. The

收稿日期: 2015-08-11

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程(2014-cxgc-hyl)

作者简介: 郑宏艳(1986—), 女, 辽宁铁岭人, 硕士, 助理研究员, 主要从事粮食产量研究、数据挖掘和GIS应用研究。

E-mail: zhenghongyan5540@163.com

* 通信作者: 侯彦林 E-mail: bjyours@sina.com

parameters modified of super-high yield year and super-low yield year must be depended on the real-time crop growth and the meteorological condition. (4)By plenty of demonstration analysis, it was proved that the theory and method of “channel-probability model” was scientific and practical. In order to improve the accuracy of grain yield estimation, the parameters could be modified with micro-trend amendment and the climate year types amendment. If the assessment can be further combined with the real-time crop growth survey and local expert experience, the grain estimation precision will be within 3%.

Keywords: grain yield estimating; channel-probability model; verification

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^[1-3]。本文应用全国、31 个省(以下将省、自治区、直辖市统称为省,下同)、6 个典型地区和 16 个典型县(以下将县、市、区统称为县)数据对粮食估产的“通道-概率模型”进行了系统性验证和讨论。

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(区、直辖市)、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,包括行政单元名称、年代、单产、总产、播种面积等指标。

1.2 粮食估产的“通道-概率模型”

估产方法和步骤参考文献[4],其中第(8)步为连续逐年预测时可使用前一年估产误差作为小趋势误差修正参数^[2],即公式 $Y_{潜修} = Y_{潜} * (1 - \text{前一年预测误差}\%)$,而气候年型估产的误差为 $e_{气修} = (\text{最接近当年产量的气候年型产量} - \text{当年产量}) / \text{当年产量} * 100\%$ 。计算平均误差时均将误差进行绝对值操作后计算。

2 结果与讨论

2.1 国家级验证

以全国 1979—2014 年单产数据为研究对象,其中 1979—2011 年用来建模,2012—2014 年用来验证,结果见表 1。

表 1 结果说明全国粮食估产与实际产量误差低于 3%,小趋势修正后 2013 年误差 0.19%,气候修正后误差 1.04%。而 2014 年预测误差为 0.82%,小于 1%,精度较高,小趋势修正后误差为 1.56%,气候修正后误差为 0.84%,大于未修正误差,这主要为全国尺度地域间气象条件对产量影响的互补性,原则上可以不使用小趋势误差修正和气候年型修正。根据实际产量与当年各年型产量的比较,2013 年气候偏丰年,2014 年为气候平产年。

为更好地分析估产精度,现定义以下估产精度分级标准,见表 2。

由表 1 可知,国家级尺度上应用“通道-概率模型”进行估产精度高。

2.2 省级验证

参照 1.2 的研究方法对各省进行了验证,结果

表 1 全国 2012—2014 年粮食估产结果(kg·hm⁻²)
Table 1 The result of grain yield estimation in China(2012—2014)(kg·hm⁻²)

年份	每年各通道平均产量					估产(或实际产量年型对应产量)	实际产量	估产误差/%
	丰产年	偏丰年	平产年	偏欠年	欠产年			
2012 年	5 470.90	5 355.75	5 180.92	5 003.98	4 884.62	5 187.07	5 298.70	-2.11
概率	0.09	0.18	0.52	0.09	0.12			
气候修正		▲				5 355.75		1.08
2013 年	5 546.77	5 432.85	5 260.19	5 085.75	4 968.27	5 255.95	5 376.80	-2.25
概率	0.09	0.18	0.47	0.15	0.12			
小趋势修正						5 366.68		-0.19
气候修正		▲				5 432.85		1.04
2014 年	5 623.09	5 510.26	5 339.60	5 167.54	5 051.88	5 340.65	5 385.00	-0.82
概率	0.06	0.23	0.46	0.17	0.09			
小趋势修正						5 460.69		1.56
气候修正			▲			5 339.60		-0.84

注:“▲”为实际产量所在年型。

表 2 估产精度分级标准

Table 2 The grading standards of precision of grain yield estimation

项目	极高	高	合格	低	极低
平均误差 ^a	$E^b \leq 1\%$	$1\% < E \leq 2\%$	$2\% < E \leq 5\%$	$5\% < E \leq 10\%$	$E > 10\%$

注:a:估产平均误差与修正后估产误差;b:绝对误差小于或等于 0.5%为精度极高,其他以此类推。

见表 3。

表 3 结果说明各省粮食估产量与实际产量误差大多在 10%以内,少数在 10%上下,极个别的达到了 15%左右,如 2014 年辽宁省。据 2014 年辽宁省国民经济和社会发展统计公报^[6],辽宁省受自 1951 年以来最严重的旱灾影响,2014 年全年粮食总产量 1 753.9 万 t,比 2013 年减产 441.7 万 t,下降 20.1%,由于重大灾害影响,使得辽宁省的预测结果偏高。因此,估产误差较大时,应进行小趋势修正和气候年型修正。

根据表 2,将各省的估产精度分布列于表 4。

修正前估产精度合格率为 51.61%,利用小趋势修正后精度合格率为 87.10%,精度得到显著提高,而经过气候修正后估产合格率达到 100%,这说明省级估产同处一个气候区,气象条件对产量影响的互补性不强,应用气候年型修正可以进一步提高估产精度。

2.3 典型地区验证

参照 1.2 的研究方法对各典型地区进行了验证,结果见表 5。根据表 5,将典型地区估产精度分布列于表 6。

表 5 和表 6 结果说明各典型地区的估产误差高于 5%,精度低,主要由于地区级地域间气象条件对产量影响的互补性小,原则上要使用小趋势修正和气候年型修正,经过小趋势修正后,除遵义市估产精度不合格外均合格,总的精度合格率为 83.33%,经气候修正后,除吉林市不合格外均合格,总的精度合格率为 83.33%,表明使用小趋势修正和气候年型修正可以显

表 3 各省(市)2013—2014 年粮食估产误差及气候年型

Table 3 The grain yield estimation and types of climate year in 31 provinces(2013—2014)

省(市)	年份	估产 误差/%	小趋势修正后 误差/%	气候修正后 误差/%	估产平均 误差/%	小趋势修正后平均 误差/%	气候修正后平均 误差/%	气候年型
北京	2013	3.12	1.87	3.46	7.04	1.17	2.14	平产
	2014	10.96	0.47	0.81				偏欠
天津	2013	6.27	4.36	2.30	6.91	3.34	2.11	偏欠
	2014	7.54	2.31	1.92				偏欠
河北	2013	5.95	1.40	1.02	4.67	1.68	0.92	丰产
	2014	3.39	1.95	0.81				偏丰
山西	2013	7.15	0.90	0.47	6.97	0.90	0.43	丰产
	2014	6.78	0.89	0.38				丰产
内蒙古	2013	11.12	5.99	0.81	8.89	7.97	0.61	丰产
	2014	6.66	9.94	0.40				偏丰
辽宁	2013	8.49	4.62	1.49	12.86	15.90	1.80	偏丰
	2014	17.22	27.17	2.11				欠产
吉林	2013	3.85	0.17	3.20	3.33	3.47	3.37	平产
	2014	2.80	6.76	3.53				平产
黑龙江	2013	17.33	19.33	5.49	16.92	10.16	4.74	丰产
	2014	16.51	0.99	3.98				丰产
上海	2013	5.63	4.76	2.64	5.22	2.93	2.77	偏欠
	2014	4.81	1.09	3.00				偏欠
江苏	2013	1.86	0.08	1.35	1.39	0.53	0.88	平产
	2014	0.91	0.97	0.41				平产
浙江	2013	4.70	6.08	0.90	3.75	4.06	0.81	偏欠
	2014	2.80	2.04	0.72				偏欠
安徽	2013	3.54	1.48	2.20	1.90	2.39	1.61	平产
	2014	0.26	3.29	1.01				平产
福建	2013	0.74	1.66	0.92	0.61	0.96	0.79	平产
	2014	0.48	0.26	0.65				平产
江西	2013	0.11	0.06	0.09	0.09	0.06	0.12	平产
	2014	0.06	0.06	0.14				平产

表3 各省(市)2013—2014年粮食估产误差及气候年型(续)
Table 3 The grain yield estimation and types of climate year in 31 provinces(2013—2014)(Continued)

省(市)	年份	估产 误差/%	小趋势修正后 误差/%	气候修正后 误差/%	估产平均 误差/%	小趋势修正后平均 误差/%	气候修正后平均 误差/%	气候年型
山东	2013	5.53	2.03	0.00	6.24	1.53	0.82	偏欠
	2014	6.94	1.03	1.64				偏欠
河南	2013	3.15	1.11	2.27	4.40	1.59	2.11	平产
	2014	5.64	2.06	1.95				偏欠
湖北	2013	2.68	0.13	2.78	2.70	0.38	2.79	平产
	2014	2.72	0.63	2.80				平产
湖南	2013	2.71	4.40	1.80	2.06	2.41	1.87	偏欠
	2014	1.40	0.41	1.94				平产
广东	2013	10.44	4.60	0.97	8.53	3.05	0.52	欠产
	2014	6.61	1.49	0.07				偏欠
广西	2013	0.24	1.25	0.44	0.25	1.19	0.42	平产
	2014	0.26	1.12	0.39				平产
四川	2013	4.45	4.15	1.73	2.37	4.15	1.09	平产
	2014	0.29	4.15	0.45				平产
贵州	2013	16.41	6.63	2.76	10.87	8.08	3.08	偏欠
	2014	5.33	9.52	3.39				平产
云南	2013	2.27	1.65	0.48	2.40	0.98	0.27	偏丰
	2014	2.53	0.31	0.05				偏丰
西藏	2013	8.80	0.47	2.79	9.98	0.92	3.66	欠产
	2014	11.15	1.37	4.52				欠产
陕西	2013	4.96	3.33	0.62	3.83	2.74	1.26	偏丰
	2014	2.69	2.14	1.89				偏丰
甘肃	2013	8.45	0.17	1.67	8.42	0.41	1.79	丰产
	2014	8.38	0.64	1.91				丰产
青海	2013	6.56	0.79	2.19	5.81	1.31	2.92	偏欠
	2014	5.06	1.83	3.65				偏欠
宁夏	2013	3.86	0.71	0.41	5.05	1.66	0.27	偏丰
	2014	6.23	2.61	0.12				丰产
新疆	2013	10.61	2.37	1.26	10.42	1.36	1.38	欠产
	2014	10.22	0.35	1.49				欠产
海南	2013	3.89	1.88	1.14	2.06	1.47	1.37	偏欠
	2014	0.23	1.06	1.60				偏欠
重庆	2013	3.92	0.35	0.84	3.40	0.34	0.68	平产
	2014	2.87	0.32	0.51				平产

表4 各省估产预测精度分布

Table 4 The distribution of precision of grain yield estimation in 31 provinces

项目	极高	高	合格	低	极低
平均误差 修正前	3	2	11	11	4
小趋势修正后	9	9	9	2	2
气候修正后	13	8	10	0	0

著提高预测精度。遵义市估产精度低主要为遵义市部分地方的旱地作物和无水源灌溉的稻田,出现了较重旱象,造成粮食产量损失 12.4 万 t^[7],遵义市 2011 年属超欠年,致使 2012 年估产误差和修正后估产误差

都偏高。

2.4 典型县验证

参照 1.2 的研究方法对各典型地区的县进行了验证,结果见表 7。

根据表 7,典型县估产精度分布见表 8。

表 8 结果说明县级估产单元的空间尺度比地区级的空间尺度还要小,所以县级地域间气象条件对产量影响的互补性更小,这样使得预测误差较大,修正前估产精度合格率为 0%,小趋势修正后估产精度合格率为 43.75%,气候年型修正后估产精度合格率为 68.75%,精度得到很大的提高。以上结果说明,县级估产还必须结

表 5 典型地区 2011—2014 年粮食估产误差及气候年型

Table 5 The grain yield estimation and types of climate year in 6 typical districts(2011—2014)

典型地区	年份	估产误差/%	小趋势修正后误差/%	气候修正后误差/%	估产平均误差/%	小趋势修正后平均误差/%	气候修正后平均误差/%	气候年型
吉林吉林市	2011	35.11	1.15	9.50	30.76	3.80	6.12	欠产
	2012	26.41	6.44	2.74				欠产
山东泰安市	2012	5.87	1.41	2.27	6.75	1.36	1.39	偏欠
	2013	7.62	1.31	0.51				偏欠
甘肃天水市	2012	17.94	1.46	5.94	15.93	3.18	3.68	丰产
	2013	13.92	4.90	1.41				丰产
浙江丽水市	2013	5.06	0.78	0.56	5.59	1.07	0.56	偏丰
	2014	6.12	1.36	0.56				偏丰
湖北黄冈市	2013	11.68	2.75	0.33	10.99	2.00	0.76	欠产
	2014	10.30	1.24	1.18				欠产
贵州遵义市	2012	21.44	20.90	3.01	25.94	14.16	2.29	偏欠
	2013	30.44	7.41	1.57				欠产

表 6 典型地区估产预测精度分布

Table 6 The distribution of precision of grain yield estimation in 6 typical districts

项目	修正前	极高	高	合格	低	极低
平均误差		0	0	0	2	4
小趋势修正后		0	3	2	0	1
气候修正后		2	1	2	1	0

合作物长势和专家经验进行进一步地修正。

3 讨论

3.1 关于估产误差

国家级估产由于地域空间尺度足够大,包括不同气候区,气象条件对产量影响的互补性很强,所以估产误差小,因此国家级可以不使用小趋势修正和气候

表 7 典型县粮食估产误差及气候年型

Table 7 The grain yield estimation and types of climate year in 16 typical counties

典型县	年份	估产误差/%	小趋势修正后误差/%	气候修正后误差/%	估产平均误差/%	小趋势修正后平均误差/%	气候修正后平均误差/%	气候年型
永吉县	2011	30.22	36.12	1.44	28.70	19.23	2.02	欠产
	2012	27.18	2.34	2.60				欠产
桦甸市	2011	47.26	3.72	9.50	37.90	3.33	6.89	欠产
	2012	28.53	2.93	4.28				欠产
东平县	2008	1.23	0.71	0.94	1.58	1.33	0.88	偏丰
	2009	1.92	1.95	0.81				欠产
宁阳县	2008	11.52	2.56	0.72	10.72	2.57	0.58	偏欠
	2009	9.92	2.58	0.44				偏欠
新泰市	2008	14.73	3.49	1.16	11.74	6.49	2.80	偏欠
	2009	8.74	9.48	4.44				平产
甘谷县	2012	25.17	4.36	8.07	24.02	3.73	6.08	丰产
	2013	22.86	3.09	4.09				丰产
清水县	2012	19.78	1.39	6.64	18.33	2.51	4.42	丰产
	2013	16.87	3.63	2.20				丰产
武山县	2012	12.10	4.44	3.43	11.00	3.48	1.79	偏丰
	2013	9.89	2.51	0.14				偏丰
青田县	2013	3.23	3.16	3.26	5.20	3.66	2.09	平产
	2014	7.16	4.16	0.92				偏丰
云和县	2013	4.09	3.00	0.36	8.93	6.06	3.06	偏欠
	2014	13.77	9.12	5.75				欠产

表7 典型县粮食估产误差及气候年型(续)

Table 7 The grain yield estimation and types of climate year in 16 typical counties(Continued)

典型县	年份	估产 误差/%	小趋势修正后 误差/%	气候修正后 误差/%	估产平均 误差/%	小趋势修正后 平均误差/%	气候修正后 平均误差/%	气候 年型
红安县	2013	46.87	7.34	5.42	52.14	7.26	6.42	欠产
	2014	57.40	7.17	7.41				欠产
英山县	2012	56.72	8.42	7.91	49.22	9.00	4.15	欠产
	2013	41.71	9.58	0.38				欠产
罗田县	2012	6.64	4.23	0.68	6.73	2.43	0.66	丰产
	2013	6.81	0.62	0.64				丰产
遵义县	2012	17.42	11.63	3.58	22.89	10.48	5.03	欠产
	2013	28.36	9.32	6.47				欠产
习水县	2007	3.41	14.06	2.78	7.90	11.73	2.95	偏丰
	2008	12.38	9.40	3.12				丰产
正安县	2011	49.35	47.59	21.59	28.07	38.05	13.33	欠产
	2012	6.78	28.50	5.07				平产

表8 县级估产预测精度分布

Table 8 The distribution of precision of grain yield estimation in 16 typical counties

项目	极高	高	合格	低	极低
平均误差 修正前	0	0	0	4	12
小趋势修正后	0	1	6	5	4
气候修正后	3	1	7	4	1

年型修正。省级估产由于同处一个气候区,气象条件对产量影响的互补性不强,必须使用小趋势修正和气候年型修正。地区级和县级由于空间尺度更小,在使用小趋势修正和气候年型修正基础上,应该根据作物长势和专家经验进行进一步地修正。

3.2 关于小趋势修正

小趋势修正有2个公式:当预测误差小于10%时,使用 $Y \times (1-K)$ 修正;当预测误差大于10%时,使用 $Y/(1+K)$ 修正。

3.3 关于估产精度和气候年型

估产单元气候年型可以自动划分,一般分为5级年型即丰产年、偏丰年、平产年、偏欠年、欠产年表示估产年型;波动大的估产单元可以使用7级,即超丰年、丰产年、偏丰年、平产年、偏欠年、欠产年、超欠年,其中超丰年和超欠年的修正参数必须根据作物实时长势和实时气象条件具体确定。

由于本项研究不是实时估产,无法计算当年估产精度;作为基于历史数据的估产方法的验证,本研究使用估产值和历史年的真实数据计算估产误差和精度。结果表明:(1)“通道-概率模型”可直接进行国家

级估产,估产精度高;(2)省级估产使用小趋势修正和气候年型修正,估产精度也很高;(3)地区级估产使用小趋势修正和气候年型修正可以显著提高估产精度;(4)县级估产在小趋势修正和气候年型修正基础上,还必须增加根据作物适时长势和专家经验的修正。

4 结论

通过大量案例的实证,证明了所建立的“通道-概率”估产理论和方法是科学的、实用的和准确的;小趋势修正和气候年型修正是“通道-概率”模型的一部分,可以显著提高估产精度,县级估产还必须增加根据实时作物长势调查和当地专家经验进行修正。

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, 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,王铄今,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. (in Chinese)
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, 王铎今, 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, 王铎今, 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)
- [6] 辽宁省统计局. 二〇一四年辽宁省国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. http://www.ln.stats.gov.cn/tjsj/tjgb/ndtjgb/201502/t20150228_595099.html, 2015-02-28.
- Statistics Bureau of Liaoning Province. Statistical bulletin of national economic and social development in Liaoning Province, 2014[EB/OL]. http://www.ln.stats.gov.cn/tjsj/tjgb/ndtjgb/201502/t20150228_1595099.html, 2015-02-28.(in Chinese)
- [7] 遵义市农委. 遵义市 2011 年旱灾情况报告[EB/OL]. http://www.qagri.gov.cn/Html/2011_08_04/2_47104_2011_08_04_69938.html, 2011-08-04.
- Agriculture and Rural Committee in Zunyi. Drought situation report in Zunyi, 2011[EB/OL]. http://www.qagri.gov.cn/Html/2011_08_04/2_47104_2011_08_04_69938.html, 2011-08-04.(in Chinese)