

时空回归模型在中国各省区人口预测中的应用

刘钦普

(南京晓庄学院地理科学学院, 江苏 南京 210017)

[摘要] 综合回归分析和时间序列分析的思想, 构建中国各省人口时空回归模型, 对各省的人口发展进行预测. 其基本方法是首先运用相邻两年各省的人口数据建立回归方程, 然后将来年人口数量作为自变量, 预测下一年的数量. 得到因变量数值再作为自变量, 逐年往前滚动进行预测. 经检验, 中国各省人口时空回归模型的预测准确率绝大多数在 90% 以上.

[关键词] 时空回归模型, 人口预测, 中国

[中图分类号] TP79 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2009) 03-0119-06

Application of Spatio-Temporal Regression Model
to the Population Prediction of Each Province in China

Liu Q inpu

(College of Geography Science, Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing 210017, China)

Abstract Combining the methods of regression and time-series analysis, the paper designs a spatio-temporal regression model to predict the population of each province in China. It first uses two abutting years' data to establish a regression model. Then use this model to predict future years' population. The results show that the accuracy of predicting values by themodel for almost provinces in China is above 90%.

Key words spatio-temporal model, population predicting, China

人口预测是一个非常重要的理论和实践问题, 它对于国民经济计划的制定和社会战略目标的实现具有重要的参考价值. 常见的人口预测方法有数学方法、社会经济模型法、时间序列法. 人们还不断开发出一些新的模型, 如莱斯利矩阵法等^[1].

我国人口预测的研究主要集中在对人口预测模型的创新和实证分析上. 创新模型有灰色系统预测模型^[2]、BP 神经网络的预测模型^[3]、逆系统方法^[4]、非线性动力学方法^[5]等. 但更多研究是利用模型进行区域实证分析. 例如, 姜爱平、赵进文、范柏乃等以时间序列分析方法为基础运用自回归模型对中国人口进行了预测^[6-8]. 朱再清以 2000 年的“五普数据”为基数, 运用灰色系统中的 GM (1, 1) 模型的原理与方法, 对湖北省 2010、2015、2020 年人口总量进行预测^[9]. 马小红、侯亚非对北京未来 50 年人口变动趋势进行预测研究^[10]. 张爱婷、朱文琦对未来 50 年陕西人口总量及老龄化发展趋势进行预测^[11].

从以上人口预测的方法创新和诸多实证研究不难看出, 区域人口预测已经成为人口预测的主流研究方向. 但大多研究都是对单一区域进行人口预测研究, 采用的方法虽然各不相同, 但都比较复杂. 本文设计一种比较简单易行的自变量和因变量交替移动预测法, 建立区域人口预测时空回归模型, 对我国各省区的人口发展进行预测.

1 回归时空模型的基本原理

笔者所设计的自变量和因变量交替移动预测法主要运用相关和回归分析法, 并吸收时间序列法的一

收稿日期: 2009-04-13
基金项目: 江苏省高校哲学社会科学研究项目 (08SJD7900055)、南京晓庄学院自然科学基金 (2007NXY06) 资助项目.
通讯联系人: 刘钦普, 教授, 博士, 研究方向: 资源环境与应用统计. E-mail: liuqinpu@163.com

些思想,把时间和空间结合起来建立时空回归模型,对人口的发展进行异步预测.即用今天的某事物的某一个原因预测明天或者后天的某种结果.这既有时间序列法的思想,即今天的条件会稳定地延续下去,又是因果分析的方法,因为明天或后天的结果是基于今天的基础发生的.对于区域人口变化的预测来说,是用今年的人口数去预测明年或后年的人口数.这里既有时间序列的演替关系,又有前因后果的因果相关关系.

可对我国不同区域不同时间人口进行预测的回归模型我们称之为人口时空回归模型,其模型表达式如下:

$$\begin{bmatrix} y_1(n+1) \\ y_2(n+1) \\ \dots \\ y_m(n+1) \end{bmatrix} = a + b \begin{bmatrix} x_1(n) \\ x_2(n) \\ \dots \\ x_{lm}(n) \end{bmatrix}, \tag{1}$$

式中 y 表示未来时间人口(因变量)的预测值; x 表示过去时间的人口(自变量)的实际值; m 表示 m 个空间区域 ($m = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$), n 表示某一年份, a 为回归常数, b 为回归系数.

在进行人口预测时,可用去年和今年两年的不同区域的人口数量的实际值,建立时空回归方程,然后用今年的人口实际值代入方程,去预测明年的人口数.然后再用明年的预测值作为自变量,去预测后年的人口数,以此类推,逐年向后移动,一直预测到所需的年份.

2 中国各省人口预测时空回归模型的建立

2.1 相关分析

运用交替移动预测法的前提之一是各个区域之间不同时期的数据具有一定的相关性.所以在建立时空回归模型之前,首先要做相关分析.如果各年份数据相关性不明显,则预测的结果误差较大,建立时空模型的意义不大.人口的发展是一个渐变的过程,一个区域未来几年的人口是在前面几年人口数量的基础上进行的.我们选取中国各省从 2000 年到 2007 年的人口数量(见表 1)进行相关分析,结果发现中国各省区各年之间的人口数量的相关性非常明显(见表 2),相邻年份的数据几乎是完全相关,距某年较远的年份,相关性稍差.因此完全可以运用交替移动预测法.

表 1 2000~ 2007 年全国各省(市、自治区)人口数^[12]

万人

Table 1 Provincial population data in China from 2000 to 2007 (10 thousand persons)

	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
北 京	1 382	1 383	1 423	1 456	1 493	1 538	1 581	1 633
天 津	1 001	1 004	1 007	1 011	1 024	1 043	1 075	1 115
河 北	6 744	6 699	6 735	6 769	6 809	6 851	6 898	6 943
山 西	3 297	3 272	3 294	3 314	3 335	3 355	3 375	3 393
内蒙古	2 376	2 377	2 379	2 380	2 384	2 386	2 397	2 405
辽 宁	4 238	4 194	4 203	4 210	4 217	4 221	4 271	4 298
吉 林	2 728	2 691	2 699	2 704	2 709	2 716	2 723	2 730
黑龙江	3 689	3 811	3 813	3 815	3 817	3 820	3 823	3 824
上 海	1 674	1 614	1 625	1 711	1 742	1 778	1 815	1 858
江 苏	7 438	7 355	7 381	7 406	7 433	7 475	7 550	7 625
浙 江	4 677	4 613	4 647	4 680	4 720	4 898	4 980	5 060
安 徽	5 986	6 328	6 338	6 410	6 461	6 120	6 110	6 118
福 建	3 471	3 440	3 466	3 488	3 511	3 535	3 558	3 581
江 西	4 140	4 186	4 222	4 254	4 284	4 311	4 339	4 368
山 东	9 079	9 041	9 082	9 125	9 180	9 248	9 309	9 367
河 南	9 256	9 555	9 613	9 667	9 717	9 380	9 392	9 360
湖 北	6 028	5 975	5 988	6 002	6 016	5 710	5 693	5 699
湖 南	6 440	6 596	6 629	6 663	6 698	6 326	6 342	6 355
广 东	8 642	7 783	7 859	7 954	8 304	9 194	9 304	9 449
广 西	4 489	4 788	4 822	4 857	4 889	4 660	4 719	4 768

	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
海 南	787	796	803	811	818	828	836	845
重 庆	3 090	3 097	3 107	3 130	3 122	2 798	2 808	2 816
四 川	8 329	8 640	8 673	8 700	8 725	8 212	8 169	8 127
贵 州	3 525	3 799	3 837	3 870	3 904	3 730	3 757	3 762
云 南	4 288	4 287	4 333	4 376	4 415	4 450	4 483	4 514
西 藏	262	263	267	270	274	277	281	284
陕 西	3 605	3 659	3 674	3 690	3 705	3 720	3 735	3 748
甘 肃	2 526	2 575	2 593	2 603	2 619	2 594	2 606	2 617
青 海	518	523	529	534	539	543	548	552
宁 夏	562	563	572	580	588	596	604	610
新 疆	1 925	1 876	1 905	1 934	1 963	2 010	2 050	2 095
全 国	128 192	128 784	127 518	128 374	129 415	128 324	129 131	129 919

表 2 中国各省 2000~ 2007 年各年之间人口数量的相关系数 (显著性水平为 0.01)

Table 2 Correlation coefficients of provincial population between years from 2000 to 2007 in China (significance level is 0.01)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2000	1	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998	0.998	0.997
2001	0.997	1	1	1	1	0.994	0.993	0.991
2002	0.997	1	1	1	1	0.994	0.993	0.992
2003	0.997	1	1	1	1	0.994	0.993	0.992
2004	0.998	1	1	1	1	0.996	0.995	0.994
2005	0.998	0.994	0.994	0.994	0.996	1	1	1
2006	0.998	0.993	0.993	0.993	0.995	1	1	1
2007	0.997	0.991	0.992	0.992	0.994	1	1	1

2.2 时空模型的建立

我们利用 2000~ 2002 年的数据建立时空回归方程,并用 2003~ 2007 年的数据进行检验. 为了消除偶然因素的影响,在建立模型时将前两年的数据进行加权平均,假设 2001 年的权重为 0.7,2000 年的权重为 0.3 则:

$$x = 0.3x_{n-1} + 0.7x_n.$$
 (2)

用计算出的 2000 年和 2001 年的加权平均数作为自变量,2002 年的人口数作为因变量,建立时空回归模型如下:

$$y = 10.3 + 1.00468x$$
 (3)

所建立的回归模型效果如何? 它所揭示时空规律性强不强? 用它来进行预测精度如何? 所有这些问题都需要进行显著性检验. 如果经过检验是显著的,则说明建立的回归模型是有效的. 否则,就毫无意义. 我们知道,各省 2002 年人口数量 y 值的差异是由两个因素引起的,一是由于变量 x 的取值不同,即各地的 2000 年和 2001 年的人口数量不同,另一个是受其它偶然因素而引起的. 为了从 y 的总的变差中把这两个因素区别开来,就需要进行方差分析. 也就是将 y 的总离差平方和分解为两个部分,即回归平方和与剩余平方和. 回归平方和越大,则剩余平方和越小,线性关系越密切,回归效果越好,方程的预测精度就越高.

通过方差分析 (见表 3) 可知,其假设检验显著性概率为 0.000 远远小于 0.01 的显著性水平. 说明 y 和 x 之间的关系是非常密切的,回归方程是有效的.

表 3 时空回归模型方差分析表

Table 3 Analysis of variance table on spatio-temporal regression model

变差	自由度	平方和	均方	F 统计量	显著性
回归分析	1	2.12E+08	2.12E+08	61 000.94	9.58E-50
残差	29	100 657.4	3 470.946		
总计	30	2.12E+08			

2.3 时空模型的应用

为了检验回归方程 (3) 能否准确地对全国各省人口数量进行预测,我们分别选择 2002 年到 2006 年各

省的人口数作为自变量,代入方程 (3), 分别对 2003 到 2007 年的人口数进行预测, 然后将预测值与实际数据相对比. 结果发现, 各省 2003 年到 2007 年人口的预测值与实际值相比很接近, 相对误差除个别在 15% 以下外, 绝大多数省的相对误差在 10% 以下, 平均相对误差在 5% 以下 (见表 4), 也就是说, 预测的准确度绝大多数都在 90% 以上. 特别是对全国人口数来说, 预测的准确度在 98% 以上.

表 4 全国各省 (市、自治区) 2003~ 2007 年人口预测数及与实际值的相对误差

万人

Table 4 Prediction values of provincial population in China and their relative errors to the observed data (10 thousand persons)

	预测值					相对误差				
	2003	2004	2005	2006	2007	2003	2004	2005	2006	2007
北京	1 440. 0	1 457. 0	1 474. 1	1 491. 3	1 508. 6	0. 011	0. 024	0. 042	0. 057	0. 076
天津	1 022. 0	1 037. 1	1 052. 3	1 067. 5	1 082. 8	- 0. 011	- 0. 013	- 0. 009	0. 007	0. 029
河北	6 776. 8	6 818. 9	6 861. 1	6 903. 6	6 946. 2	- 0. 001	- 0. 001	- 0. 001	- 0. 001	0. 000
山西	3 319. 7	3 345. 6	3 371. 5	3 397. 6	3 423. 9	- 0. 002	- 0. 003	- 0. 005	- 0. 007	- 0. 009
内蒙古	2 400. 4	2 422. 0	2 443. 6	2 465. 4	2 487. 2	- 0. 009	- 0. 016	- 0. 024	- 0. 029	- 0. 034
辽宁	4 233. 0	4 263. 1	4 293. 4	4 323. 8	4 354. 3	- 0. 005	- 0. 011	- 0. 017	- 0. 012	- 0. 013
吉林	2 721. 9	2 745. 0	2 768. 1	2 791. 4	2 814. 8	- 0. 007	- 0. 013	- 0. 019	- 0. 025	- 0. 031
黑龙江	3 841. 2	3 869. 5	3 897. 9	3 926. 4	3 955. 1	- 0. 007	- 0. 014	- 0. 020	- 0. 027	- 0. 034
上海	1 642. 9	1 660. 9	1 679. 0	1 697. 2	1 715. 4	0. 040	0. 047	0. 056	0. 065	0. 077
江苏	7 425. 9	7 471. 0	7 516. 2	7 561. 8	7 607. 5	- 0. 003	- 0. 005	- 0. 006	- 0. 002	0. 002
浙江	4 679. 1	4 711. 3	4 743. 7	4 776. 2	4 808. 8	0. 000	0. 002	0. 032	0. 041	0. 050
安徽	6 378. 0	6 418. 2	6 458. 5	6 499. 1	6 539. 8	0. 005	0. 007	- 0. 055	- 0. 064	- 0. 069
福建	3 492. 5	3 519. 2	3 546. 0	3 572. 9	3 599. 9	- 0. 001	- 0. 002	- 0. 003	- 0. 004	- 0. 005
江西	4 252. 1	4 282. 3	4 312. 7	4 343. 2	4 373. 8	0. 000	0. 000	0. 000	- 0. 001	- 0. 001
山东	9 134. 8	9 187. 9	9 241. 3	9 294. 9	9 348. 7	- 0. 001	- 0. 001	0. 001	0. 002	0. 002
河南	9 668. 3	9 723. 9	9 779. 8	9 835. 9	9 892. 2	0. 000	- 0. 001	- 0. 043	- 0. 047	- 0. 057
湖北	6 026. 3	6 064. 9	6 103. 6	6 142. 5	6 181. 5	- 0. 004	- 0. 008	- 0. 069	- 0. 079	- 0. 085
湖南	6 670. 4	6 711. 9	6 753. 6	6 795. 6	6 837. 7	- 0. 001	- 0. 002	- 0. 068	- 0. 072	- 0. 076
广东	7 906. 1	7 953. 4	8 001. 0	8 048. 8	8 096. 8	0. 006	0. 042	0. 130	0. 135	0. 143
广西	4 854. 9	4 887. 9	4 921. 1	4 954. 5	4 988. 0	0. 000	0. 000	- 0. 056	- 0. 050	- 0. 046
海南	817. 1	831. 2	845. 4	859. 6	874. 0	- 0. 007	- 0. 016	- 0. 021	- 0. 028	- 0. 034
重庆	3 131. 9	3 156. 8	3 181. 9	3 207. 1	3 232. 4	- 0. 001	- 0. 011	- 0. 137	- 0. 142	- 0. 148
四川	8 723. 9	8 775. 1	8 826. 5	8 878. 1	8 930. 0	- 0. 003	- 0. 006	- 0. 075	- 0. 087	- 0. 099
贵州	3 865. 3	3 893. 7	3 922. 2	3 950. 9	3 979. 7	0. 001	0. 003	- 0. 052	- 0. 052	- 0. 058
云南	4 363. 6	4 394. 3	4 425. 2	4 456. 2	4 487. 4	0. 003	0. 005	0. 006	0. 006	0. 006
西藏	278. 6	290. 2	301. 8	313. 5	325. 3	- 0. 032	- 0. 059	- 0. 090	- 0. 116	- 0. 145
陕西	3 701. 5	3 729. 1	3 756. 9	3 784. 8	3 812. 8	- 0. 003	- 0. 007	- 0. 010	- 0. 013	- 0. 017
甘肃	2 615. 4	2 638. 0	2 660. 7	2 683. 4	2 706. 3	- 0. 005	- 0. 007	- 0. 026	- 0. 030	- 0. 034
青海	541. 8	554. 6	567. 5	580. 5	593. 5	- 0. 015	- 0. 029	- 0. 045	- 0. 059	- 0. 075
宁夏	585. 0	598. 0	611. 1	624. 3	637. 5	- 0. 009	- 0. 017	- 0. 025	- 0. 034	- 0. 045
新疆	1 924. 2	1 943. 5	1 962. 9	1 982. 4	2 002. 0	0. 005	0. 010	0. 023	0. 033	0. 044
全国	130 438	129 356	130 281	131 210	132 144	- 0. 016	0. 000	- 0. 015	- 0. 016	- 0. 017

我们用此方程对全国各省 2010 年、2020 年和 2030 年的人口数量进行预测, 并将各省的结果加起来, 得到全国的人口数. 它们分别是 13. 5 亿、14. 47 亿和 15. 49 亿 (表 5).

陈楠等运用灰色等维递补动态预测方法^[1], 根据 2000~ 2002 年的数据对我国 2005~ 2020 年的人口总数进行动态灰色预测, 结果是 2010 年我国人口达到 13. 5 亿, 2020 年达到 14. 4 亿. 宋健等人利用人口发展方程所作的预测是, 2010 年我国人口达到 13. 5 亿, 2020 年达到 14. 2 亿. 本研究预测的结果与其十分接近. 本研究结果与有关学者对全国和部分省份 2010 和 2020 年的预测人口数也有吻合之处 (表 6). 可见本研究提出的时空回归模型有一定的可行性. 与其它模型相比, 本方法优点在于, 只是用了简单的回归分析的方法, 并且一个模型解决了多个省份的预测问题. 另外, 在各省的人口数据基础上得出全国的数据, 就更

有说服力.

表 5 全国及各省 2010~ 2030年重点年份人口预测值 万人

Table 5 Some key years' prediction values of provincial and national population (10 thousand persons)

	2010	2015	2020	2025	2030
北京	1 561. 0	1 649. 9	1 740. 8	1 834. 0	1 929. 3
天津	1 129. 1	1 207. 8	1 288. 3	1 370. 8	1 455. 2
河北	7 075. 3	7 294. 6	7 519. 0	7 748. 7	7 983. 9
山西	3 503. 2	3 638. 0	3 776. 0	3 917. 3	4 061. 9
内蒙古	2 553. 4	2 665. 7	2 780. 7	2 898. 5	3 019. 0
辽宁	4 446. 9	4 604. 0	4 764. 8	4 929. 4	5 097. 9
吉林	2 885. 6	3 005. 8	3 128. 8	3 254. 8	3 383. 7
黑龙江	4 042. 0	4 189. 5	4 340. 6	4 495. 2	4 653. 4
上海	1 770. 7	1 864. 5	1 960. 6	2 058. 9	2 159. 6
江苏	7 745. 9	7 981. 0	8 221. 7	8 468. 0	8 720. 2
浙江	4 907. 8	5 075. 8	5 247. 8	5 423. 8	5 604. 0
安徽	6 663. 2	6 872. 7	7 087. 2	7 306. 7	7 531. 4
福建	3 681. 8	3 820. 8	3 963. 1	4 108. 8	4 257. 9
江西	4 466. 6	4 624. 2	4 785. 5	4 950. 6	5 119. 6
山东	9 511. 7	9 788. 6	10 072. 0	10 362. 0	10 659. 0
河南	10 062. 9	10 352. 8	10 649. 5	10 953. 3	11 264. 2
湖北	6 299. 9	6 500. 8	6 706. 4	6 917. 0	7 132. 5
湖南	6 965. 3	7 181. 9	7 403. 7	7 630. 7	7 863. 1
广东	8 242. 1	8 489. 0	8 741. 6	9 000. 3	9 265. 0
广西	5 089. 4	5 261. 7	5 438. 1	5 618. 7	5 803. 5
海南	917. 4	991. 0	1 066. 4	1 143. 6	1 222. 7
重庆	3 309. 1	3 439. 3	3 572. 6	3 709. 1	3 848. 7
四川	9 087. 1	9 353. 9	9 627. 1	9 906. 6	10 192. 8
贵州	4 066. 9	4 215. 1	4 366. 7	4 521. 9	4 680. 8
云南	4 581. 8	4 742. 1	4 906. 2	5 074. 2	5 246. 1
西藏	360. 9	421. 5	483. 4	546. 8	611. 7
陕西	3 897. 7	4 041. 8	4 189. 4	4 340. 4	4 495. 0
甘肃	2 775. 5	2 893. 1	3 013. 5	3 136. 7	3 262. 9
青海	632. 9	699. 9	768. 4	838. 5	910. 3
宁夏	677. 6	745. 6	815. 2	886. 4	959. 4
新疆	2 061. 3	2 162. 0	2 265. 1	2 370. 7	2 478. 7
全国	134 972. 1	139 774. 4	144 690. 3	149 722. 3	154 873. 4

表 6 本研究部分结果与其他有关研究的对比

Table 6 Comparison of population prediction values between this research and others

	2010/万人		2020/万人	
	其他研究	本研究	其他研究	本研究
中国(陈楠等) ^[1]	135 239	134 972	144 183	144 690
中国(宋健等) ^[1]	135 054	134 972	141 837	144 690
中国(门可佩等) ^[13]	134 076	134 972	139 093	144 690
北京(马小红等) ^[10]	1 607	1 561	1 736	1 741
陕西(张爱婷等) ^[11]	3 705	3 898	3 770	4 189
湖北(朱再清) ^[9]	6 551	6 300	6 749	6 706
江苏(杨丽霞等) ^[14]	7 688	7 746	7 954	8 222

3 结论

运用时空回归法构建出的中国各省人口变化时空回归模型有一定的可行性和有效性. 运用模型对 2003~ 2007年的我国及各省人口进行预测, 与实际值相对比, 除广东、重庆和西藏的准确率在 85% 以上外, 绝大多数省份人口预测的准确率在 90% 以上. 研究表明, 我国 2010、2020、2030年的人口数分别为

13. 50 亿、14. 47 亿和 15. 49 亿, 大约以每 10 年增加 1 亿人的速度递增. 此预测结果与其他研究相比, 有很大程度的吻合.

运用时空回归模型同时对全国和各省的人口进行预测, 方法简单, 数据量少, 预测结果信息量大. 本模型运用当前短时间的区域资料代替长期的历史资料, 可以同时进行时间和空间的预测, 预测成本低. 这对于短期预测是非常有效的.

将时空回归模型与 GIS 技术相结合, 可以很容易进行空间显示, 便于进行动态时空模拟. 不仅可以对某些区域未来数年的时空变化进行预测, 还可以对过去的历史过程进行反演. 通过编制一定的计算机程序, 可以制成软件包, 对不同的自然和社会经济现象进行区域变化时空预测.

[参考文献]

- [1] 陈楠, 林宗坚, 王钦敏. 人口经济学中的 GIS 与定量分析方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 128-135.
- [2] 郝永红, 王学萌. 灰色动态模型及其在人口预测中的应用 [J]. 数学的实践与认识, 2002, 32(5): 813-820.
- [3] 尹春华, 陈雷. 基于 BP 神经网络人口预测模型的研究与应用 [J]. 人口学刊, 2005(2): 44-48.
- [4] 王晓雪, 米红, 陈均宇. 逆系统方法在人口预测中的应用 [J]. 中国地质大学学报: 社会科学版, 2004, 4(1): 29-34.
- [5] 王周喜, 胡斌, 王洪萍. 人口预测模型的非线性动力学研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2002(8): 53-56.
- [6] 姜爱平. 我国人口时间序列的变系数预测模型. 数理统计与管理 [J]. 2008, 27(5): 756-759.
- [7] 赵进文. 中国人口总量与 GDP 总量关系模型研究 [J]. 中国人口科学, 2003(3): 25-31.
- [8] 范柏乃, 刘超英. 中国人口总量预测模型新探——与赵进文教授商榷 [J]. 中国人口科学, 2003(6): 73-76.
- [9] 朱再清. 运用 GM (1, 1) 模型对湖北省人口发展趋势的预测 [J]. 统计与决策, 2006(16): 63-65.
- [10] 马小红, 侯亚非. 北京未来 50 年人口变动趋势预测研究 [J]. 市场与人口分析, 2004, 10(2): 46-49.
- [11] 张爱婷, 朱文琦. 未来 50 年陕西人口总量及老龄化发展趋势预测 [J]. 西北人口, 2004(6): 40-41.
- [12] 中华人民共和国国家统计局. 年度数据 (2000~ 2007) [EB / OL]. [http //www. stats. gov. cn/tjsj/ndsj/](http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/)
- [13] 门可佩, 官琳琳, 尹逊震. 基于两种新型灰色模型的中国人口预测 [J]. 经济地理, 2007, 27(6): 942-945.
- [14] 杨丽霞, 杨桂山, 苑韶峰. 数学模型在人口预测中的应用——以江苏省为例 [J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(3): 287-291.

[责任编辑: 陆炳新]