

2013 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

承诺书

我们仔细阅读了中国大学生数学建模竞赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们将受到严肃处理。

我们参赛的题目是：_____

我们的参赛报名号为（如果赛区设置报名号的话）：_____

所属学校（请填写完整的全名）：_____

参赛队员（打印并签名）： 1、_____

2、_____

3、
指导教师或指导教师组负责人（打印并签名）：_____

日期：_____年____月____日

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

2013 高教社杯全国大学生数学建模竞赛
编号专用页

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

全国统一编号（由赛区组委会送交全国前编号）：

全国评阅编号（由全国组委会评阅前进行编号）：

中国人口增长预测模型

摘 要

本题要求根据给出的2001年到2005年人口数据，对我国人口的增长建立模型并做出预测。建立差分模型，从2005年开始预测，按照城市、城镇、乡村和男女将人口分为六类。以2001年的数据为基础，递推的算出其它年份各年龄所对应的人数，进而达到预测人数的目的，与实际数据进行对比分析，检测模型的正确性。

近年来，中国的人口变化有新的特点。例如，老龄化、出生率，死亡率，性别比，以及乡村人口城镇化等因素，这些都影响着中国人口的增长。

举城市男性人数为例，我们建立这样的数学模型：

$$\begin{cases} X_{i+1}^1(t+1) = (1 - \zeta_1^{(1)})X_i^1(t) + g_i^{(31)}(t), \\ X_i^1(0) = X_i^{(1)}, \\ X_0^{(1)} = \varphi^{(1)}(t) = (1 - \omega^{(1)}(t)) \sum_{i=15}^{49} Y_i^{(1)}(t-1)\alpha_i^{(1)}(t-1) \end{cases}$$

其中, $X_i^{(1)}(t)$ 为 t 年 i 岁城市的男性的人数, $\zeta_i^{(1)}$ 为城市 i 岁男性 2001 ~ 2005 年间的平均死亡率, $g_i^{(31)}(t)$ 为 t 年从乡村转入城市的 i 岁人的人数, $X_i^{(1)}$ 为基年(2001) 年 i 岁的城市男性的人数, $\varphi^{(1)}(t)$ 为 t 年出生的城市的男婴数, $\omega^{(1)}(t)$ 为 t 年的城市女婴占概念总婴儿数的比例, $Y_i^{(1)}(t)$ 为 t 年城市 i 岁女性人数, $\alpha_i^{(1)}(t)$ 为城市 i 岁女性的生育率. 其中, $\omega^{(1)}(t)$ 通过 SPSS 的自回归函数求得:

$$\omega^{(1)}(t) = \frac{100}{100 + 111.146 + 0.105(t - 1993)}, t = 1994, \dots, 2005$$

其它待估参数在之后的模型中详细介绍. 本模型先通过算六类人口的人数，进而讨论分析全国总人数，抚养比，老龄化等一系列问题.

关键词: 人口预测, 人口迁移, 差分方程, 自回归

1 问题的重述

中国是一个人口大国,人口问题始终是制约我国发展的关键因素之一.根据附录2的数据,运用数学建模的方法,对中国人口做出分析和预测是一个重要问题.

近年来中国的人口发展出现了一些新的特点,如老龄化进程加速、出生人口比持续升高以及乡村人口城镇化等因素,这些都深深影响着中国人口的增长.2007年初发布的《国家人口发展战略研究报告》还做了进一步的分析.

研究人口的方法有很多.例如:时间序列法,偏微分方程法,差分方程法,灰色系统理论.本文通过建立差分方程的方法,考虑男女人口的发展趋势,进而预测总人口的发展趋势,分析了模型的优缺点,并提出一些改进的方法.

2 问题分析

本题要求通过2001 ~ 2005年的数据,从我国的实际情况和人口增长的特点出发,建立人口增长的数学模型,对我国人口增长的中长期趋势进行预测.由题中所给数据,不同性别,不同地区包括城、镇、乡,将人员分为6类.

我们对模型进行分析,人口的增长不仅仅由出生率和死亡率决定,还有很多社会因素,包括城市化进程、老龄化、性别比等.除了考虑这些因素,人口的增长还受社会教育水平等多方面的影响.

在建立的模型中,采用老年人的衡量标准是60岁,有劳动能力的人的衡量标准是15 ~ 59岁,孕期妇女的衡量标准是15 ~ 49岁.

3 模型假设

1. 忽略中国人口出国和外国人口迁移的情况.
2. 假定没有影响人口的非正常增长的意外情况发生.
3. 假定迁移人数的男女性别比按1:1来处理.
4. 假定人口迁移只有乡村往城市迁移,乡村往城镇迁移两种情况,没有城市往乡村,城镇迁移的情况.
5. 假定每年的,每个年龄阶段的平均出生率,平均死亡率和性别比恒定不变.
6. 假定每年乡村迁入城市的比率为0.6,乡村迁入城镇的比率为0.4.

4 符号约定

$X_i^{(j)}(t)$:表示第 t 年 i 岁男性人数($j = 1, 2, 3$ 分别表示城,镇,乡);

$D_i^0(t)$:表示第 t 年 i 岁男性的人数的死亡率;

$Y_i^{(j)}(t)$:表示第 t 年 i 岁女性人数($j = 1, 2, 3$ 分别表示城,镇,乡);

$D_i(t)$:表示第 t 年 i 岁女性人数的死亡率;

C_t :表示第 t 年实际总人数与附录2表中所给对应年份总人数的比例($t = 2001, \dots, 2005$)

$g_i^k(t)$:表示第 t 年 i 岁人口的迁入数($(k=31)$ 表示乡村向城市迁移, $(k=32)$ 表示乡村向城镇迁移)

5 模型的建立与求解

5.1 问题的进一步分析

城镇乡人口的出生率和死亡率是不同的, 不同年龄、不同性别的死亡率也是不同的. 在对平均死亡率的基础上, 将不同年龄、性别的人的死亡率分别考虑. 根据题中所给的2001~2005年的数据, 只考虑年龄对死亡率的影响, 对死亡率进行平均. 2005年后的各年龄阶段的死亡率认为不变, 等于计算得到的平均死亡率. 对1549妇女的生育率做类似处理.

5.2 数据的预处理

国家统计局公布的2001~2005年的全国总人数见表1.

表 1 2001~2005年全国总人数表

年份	2001	2002	2003	2004	2005
人数(万人)	127627	128453	129277	129988	130756

题目中所给的2001年的中国人口的1%的调查数据见表2.

表 2 2001年地区人数表

类别	市男	市女	镇男	镇女	乡男	乡女	总数
人数(人)	147907	147465	80279	77976	394690	372242	1220559

国家统计局给出的2001年的中国人口的总数是12.7627亿人. 如果根据国家统计局公布的人口总数, 2001年的全国1%的人数应该是1276.27万人, 与附录2表中所给的1220.559万人有明显的偏差. 所以题目中所给的各项人数不是在1%的条件下给出的准确数据. 我们认为题目中所给的各项数据的比例是准确的. 分别对2001~2005年人口数据做出修正. 引入修正值

$$C_{2001} = \frac{1276270}{1220559} \approx 1.0456$$

例如: 对2001年的数据:

$$\text{城市男} = 147907 \cdot C_{2001}$$

$$\text{城市女} = 147465 \cdot C_{2001}$$

表 3 2001年地区人数修正表

类别	市男	市女	镇男	镇女	乡男	乡女	总数
人数(万人)	15466	15420	8394	8154	41271	38923	127627

对之后的4年数据做同样的修正.

表 4 2002年地区人数修正表

类别	市男	市女	镇男	镇女	乡男	乡女	总数
人数(万人)	16803	16804	8213	7904	40566	38164	128453

表 5 2003年地区人数修正表

类别	市男	市女	镇男	镇女	乡男	乡女	总数
人数(万人)	16779	16843	9961	9705	39222	36718	129227

表 6 2004年地区人数修正表

类别	市男	市女	镇男	镇女	乡男	乡女	总数
人数(万人)	16677	16889	10060	9901	39360	37100	129988

表 7 2005年地区人数修正表

类别	市男	市女	镇男	镇女	乡男	乡女	总数
人数(万人)	18149	18092	11276	11117	36661	35461	130756

5.3 模型建立

根据给定的数据,考虑生育、老龄化、死亡以及迁入(迁出)引起的人口变化,我们建立离散的人口发展模型.

对城市男性的人数变化: $X_i^{(1)}(t)$ 代表第 t 年 i 岁城市男性的人数,到了下一年,他们从 i 岁长成 $i+1$ 岁,在其成长的过程中,会有死亡,其死亡率表示为 $D_i^{(0)}(t)$,即 t 年 i 岁的城市男性只有一部分在 $t+1$ 年长成 $i+1$ 岁, $X_i^{(1)}(t)$ 下一年的人数为 $X_i^{(1)}(1-D_i^{(0)}(t))$,并且在这一年会有乡村的男性迁入城市,即: $g_i^{(31)}(t)$. 所以城市男性在 $t+1$ 年 $i+1$ 岁的人数 $X_{i+1}^1(t+1)$ 为城市男性 t 年 i 岁的存活人数和乡村迁移到城市人数之和,即:

$$X_{i+1}^1(t+1) = X_i^{(1)}(t)(1 - D_i^{(0)}(t)) + g_i^{(31)}(t).$$

通过统计数据可得上方程的初始条件为 $X_{i+1}^1 = X_i^{(1)}$,即基年 i 岁的城市的男性人数;而其边界条件为 $X_0^{(1)}(t) = \varphi^{(1)}(t)$,其中 $\varphi^{(1)}(t)$ 为 t 年城市出生的男婴数.

而城市出生的男婴数为城市总婴儿中男的比例与当年城市出生总婴儿数之积.城市的总婴儿数是育龄期妇女(15 ~ 49岁的妇女)的人数与生育率之积,用 $\omega^1(t)$ 表示城市中的女婴比例,则:

$$\varphi^{(1)}(t) = (1 - \omega^{(1)}(t)) \sum_{i=15}^{49} Y_i^{(1)}(t-1) \alpha_i^{(1)}(t-1).$$

其中 $Y_i^{(1)}(t-1)$,表示城市 i ($i=15,16,\dots,49$) 岁女性的人数.

由此可得出城市男性的离散人口分布的差分方程为:

$$\begin{cases} X_{i+1}^1(t+1) = (1 - \zeta_1^{(1)})X_i^1(t) + 0.5g_i^{(31)}(t), \\ X_i^1(0) = X_i^{(1)}, \\ X_0^{(1)} = \varphi^{(1)}(t) = (1 - \omega^{(1)}(t)) \sum_{i=15}^{49} Y_i^{(1)}(t-1) \alpha_i^{(1)}(t-1) \end{cases}$$

同样的分析,可得出以下模型:

城市女性:

$$\begin{cases} Y_{i+1}^1(t+1) = (1 - \xi_1^{(1)})Y_i^1(t) + 0.5g_i^{(31)}(t), \\ Y_i^1(0) = Y_i^{(1)}, \\ Y_0^{(1)} = \omega^{(1)}(t) \sum_{i=15}^{49} Y_i^{(1)}(t-1) \alpha_i^{(1)}(t-1) \end{cases}$$

城镇男性:

$$\begin{cases} X_{i+1}^{(2)}(t+1) = (1 - \zeta_i^{(2)})X_i^{(2)}(t) + 0.5g_i^{(32)}(t), \\ X_i^{(2)}(0) = X_i^{(2)}, \\ X_0^{(2)} = (1 - \omega^{(2)}(t)) \sum_{i=15}^{49} Y_i^{(2)}(t-1)\alpha_i^{(2)}(t-1) \end{cases}$$

城镇女性:

$$\begin{cases} Y_{i+1}^{(2)}(t+1) = (1 - \xi_i^{(1)})Y_i^{(2)}(t) + 0.5g_i^{(32)}(t), \\ Y_i^{(2)}(0) = X_i^{(2)}, \\ X_0^{(2)} = \omega^{(2)}(t) \sum_{i=15}^{49} Y_i^{(2)}(t-1)\alpha_i^{(2)}(t-1) \end{cases}$$

乡村男性:

$$\begin{cases} X_{i+1}^{(3)}(t+1) = (1 - \zeta_i^{(3)})X_i^{(1)}(t) - 0.5(g_i^{(31)}(t) + g_i^{(32)}(t)), \\ X_i^{(3)}(0) = X_i^{(3)}, \\ X_0^{(3)} = (1 - \omega^{(3)}(t)) \sum_{i=15}^{49} Y_i^{(3)}(t-1)\alpha_i^{(3)}(t-1) \end{cases}$$

乡村女性:

$$\begin{cases} Y_{i+1}^{(1)}(t+1) = (1 - \xi_i^{(3)})X_i^{(1)}(t)0.5(g_i^{(31)}(t) + g_i^{(32)}(t)), \\ Y_i^{(3)}(0) = Y_i^{(3)}, \\ Y_0^{(3)} = \omega^{(3)}(t) \sum_{i=15}^{49} Y_i^{(3)}(t-1)\alpha_i^{(3)}(t-1) \end{cases}$$

其中 $\zeta_i^{(j)}$ 表示*i*岁男性的5年的平均死亡率, $\xi_i^{(j)}$ 表示*i*岁女性平均5年的死亡率, $\alpha_i^{(j)}$ 表示*i* (*i* = 15, 16, ..., 49)岁女性平均5的生育率.

5.4 模型的求解

要确定上述人口发展的差分方程模型,就需要对各地区男(女)的死亡率、女婴所占的比例以及迁入(迁出)的人数进行估计,即估计 $\zeta_i^{(j)}, \xi_i^{(j)}, \omega^j(t), g_i^{(31)}, g_i^{(32)}$.

5.4.1 对 $\omega^{(j)}$ 的估计:

利用SPSS先对 $\varepsilon^{(j)}$ 进行估计.以各年代对应的性别比为因变量,各年代为自变量,对参数 $\varepsilon^{(j)}$ 进项估计:

分析—回归—曲线估计,即可得:

$$\varepsilon^{(1)}(t) = 111.146 + 0.105(t - 1993), t = 1994, 1995, \dots, 2005,$$

$$\varepsilon^{(2)}(t) = 117.384 + 0.0842(t - 1993), t = 1994, 1995, \dots, 2005,$$

$$\varepsilon^{(3)}(t) = 116.8165 + 0.4356(t - 1993), t = 1994, 1995, \dots, 2005,$$

进一步由 $\omega^j(t)$ 的定义可得:

$$\omega^{(1)} = \frac{100}{100 + 111.146 + 0.105(t - 1993)}, t = 1994, 1995, \dots, 2005,$$

$$\omega^{(2)} = \frac{100}{100 + 117.384 + 0.0842(t - 1993)}, t = 1994, 1995, \dots, 2005,$$

$$\omega^{(3)} = \frac{100}{100 + 116.8165 + 0.4356(t - 1993)}, t = 1994, 1995, \dots, 2005,$$

5.4.2 $\zeta_i^{(j)}(t)$ 的估计:

不考虑年龄的变化,男性在时间 $t(t = 2001, 2002, \dots, 2005)$ 年有其相应的死亡率 $\zeta_i^{(j)}(t), (t = 2001, 2002, \dots, 2005)$, 平均死亡率

$$\zeta_i^{(j)}(t) = \frac{\sum_{t=2001}^{2005} \zeta_i^{(j)}(t)}{5};$$

$\xi_i^{(j)}(t)$ 的估计与 $\zeta_i^{(j)}(t)$ 的估计一样.

5.4.3 $g_i^{(31)}(t)$ 和 $g_i^{(32)}(t)$ 的估计:

在本题附录1《国家人口发展战略研究报告》中关于流动人口的陈述“按人口城镇化水平年均增长1个百分点测算,今后20年将有3亿农村人口陆续转化为城镇人口”.对此,假设2001年的流动人口数的基数为 a ,年平均增长率为 $p_0 = 0.01$, 则 $a + ap_0 + ap_0^2 + \dots + ap_0^{20} = 3 \times 10^8$,可以解得 $a = 1.3625 \times 10^7$.按照人口统计学有关迁移的阐述,每一年大约只有十分之二的流动人口留在城市,成为城市居民,参与城市的人口统计中,影响着城市人口的模型.在城市迁入的主要人口中,主要是以农民工,个体工商户和学生为主,造成迁移人数随年龄的变化是两边低,中间高.故我们作出如下假设:假设农村迁移人口的函数为幂函数,则我们按年龄段将人数分为三段,其比例分别为2:7:1;

设 q_0 为人口城镇化的年平均增长率0.01; q_1 为滞留系数,为20%; q_2^i 为各年龄段迁入的比率($i = 1, 2, 3$); $q^{(31)}$ 为农村迁入城市的比率,估计为0.6; $q^{(32)}$ 为农村迁入城镇的比率,估计为0.4;由此可分别得到:

$$g_i^{(31)} = \begin{cases} a(1+q_0)^{(t-1)}q_1q_2^1q^{(31)} & i < 18 \\ a(1+q_0)^{(t-1)}q_1q_2^2q^{(31)} & 18 \leq i \leq 35 \\ a(1+q_0)^{(t-1)}q_1q_2^3q^{(31)} & i > 35 \end{cases}$$

$$g_i^{(32)} = \begin{cases} a(1+q_0)^{(t-1)}q_1q_2^1q^{(32)} & i < 18 \\ a(1+q_0)^{(t-1)}q_1q_2^2q^{(32)} & 18 \leq i \leq 35 \\ a(1+q_0)^{(t-1)}q_1q_2^3q^{(32)} & i > 35 \end{cases}$$

再结合所建立的微分方程,利用Mathematica和SPSS软件,我们得到各地区各年龄段男女人口的详细数据,在此基础上对数据进行详细的分析和预测.

6 模型的分析 and 预测

6.1 人口的分析 and 预测

设 t 年男性的总人数为 $X(t)$,那么 t 年代男性的总人数

$$X(t) = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^m X_i^{(j)}(t);$$

$$Y(t) = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^m Y_i^{(j)}(t);$$

全国总人口 $Z(t) = X(t) + Y(t)$,用Mathematica软件可算出 $X(t)$ 和 $Y(t)$,

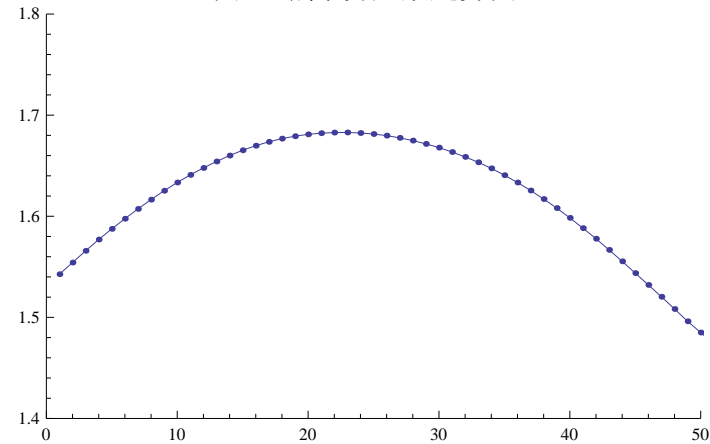
6.1.1 城市总人口的预测

对城市男人数的估计,见下表:

表 8 2001 ~ 2050年城市男人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	1.5427	2011	1.64093	2021	1.68216	2031	1.66355
2002	1.55422	2012	1.64779	2022	1.68278	2032	1.65872
2003	1.56585	2013	1.65418	2023	1.68289	2033	1.65338
2004	1.577	2014	1.66004	2024	1.68234	2034	1.6474
2005	1.58753	2015	1.66528	2025	1.68135	2035	1.6406
2006	1.59757	2016	1.6698	2026	1.67975	2036	1.63339
2007	1.60727	2017	1.67361	2027	1.67755	2037	1.6255
2008	1.61646	2018	1.6768	2028	1.67485	2038	1.61703
2009	1.62523	2019	1.67917	2029	1.67157	2039	1.6081
2010	1.63339	2020	1.68104	2030	1.66791	2040	1.59841
2011	1.64093	2021	1.68216	2031	1.66355	2041	1.58824
2012	1.64779	2022	1.68278	2032	1.65872	2042	1.57778
2013	1.65418	2023	1.68289	2033	1.65338	2043	1.56672
2014	1.66004	2024	1.68234	2034	1.6474	2044	1.55543
2015	1.66528	2025	1.68135	2035	1.6406	2045	1.54378
2016	1.6698	2026	1.67975	2036	1.63339	2046	1.53207
2017	1.67361	2027	1.67755	2037	1.6255	2047	1.52038
2018	1.6768	2028	1.67485	2038	1.61703	2048	1.50828
2019	1.67917	2029	1.67157	2039	1.6081	2049	1.49612
2020	1.68104	2030	1.66791	2040	1.59841	2050	1.48501

图 1 城市男人数趋势图

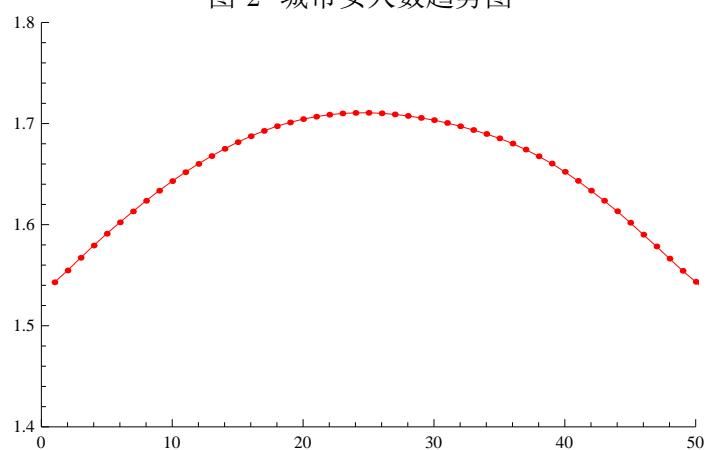


对城市女人数的估计,见下表:

表 9 2001 ~ 2050年城市女人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	1.54301	2011	1.65187	2021	1.70681	2031	1.70057
2002	1.55466	2012	1.6601	2022	1.70875	2032	1.69731
2003	1.56722	2013	1.66782	2023	1.70998	2033	1.69361
2004	1.57939	2014	1.67502	2024	1.71054	2034	1.68971
2005	1.59105	2015	1.68158	2025	1.71064	2035	1.68535
2006	1.60228	2016	1.68746	2026	1.71011	2036	1.68023
2007	1.6131	2017	1.69274	2027	1.70903	2037	1.67429
2008	1.6236	2018	1.69737	2028	1.70756	2038	1.66761
2009	1.63359	2019	1.70108	2029	1.70558	2039	1.66044
2010	1.64305	2020	1.70439	2030	1.70338	2040	1.65227
2011	1.65187	2021	1.70681	2031	1.70057	2041	1.64332
2012	1.6601	2022	1.70875	2032	1.69731	2042	1.63365
2013	1.66782	2023	1.70998	2033	1.69361	2043	1.62366
2014	1.67502	2024	1.71054	2034	1.68971	2044	1.61325
2015	1.68158	2025	1.71064	2035	1.68535	2045	1.60192
2016	1.68746	2026	1.71011	2036	1.68023	2046	1.59011
2017	1.69274	2027	1.70903	2037	1.67429	2047	1.57846
2018	1.69737	2028	1.70756	2038	1.66761	2048	1.5664
2019	1.70108	2029	1.70558	2039	1.66044	2049	1.55437
2020	1.70439	2030	1.70338	2040	1.65227	2050	1.54349

图 2 城市女人数趋势图

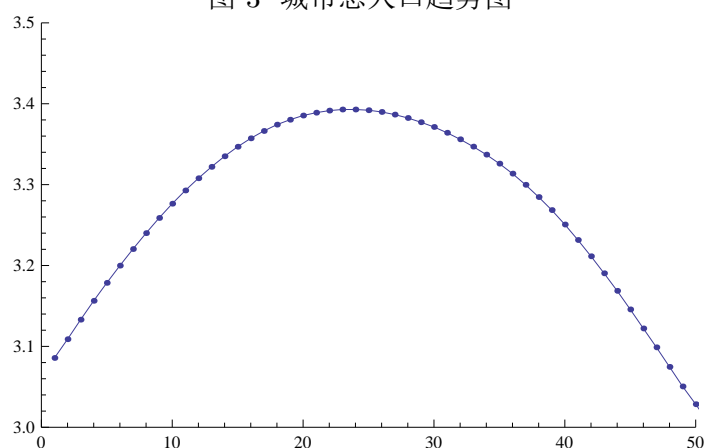


对城市总人数的估计,见下表:

表 10 2001 ~ 2050年城市总人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	3.08571	2011	3.2928	2021	3.38896	2031	3.36412
2002	3.10889	2012	3.30789	2022	3.39153	2032	3.35603
2003	3.13306	2013	3.322	2023	3.39287	2033	3.34699
2004	3.15639	2014	3.33506	2024	3.39288	2034	3.33711
2005	3.17858	2015	3.34685	2025	3.39199	2035	3.32595
2006	3.19986	2016	3.35725	2026	3.38986	2036	3.31361
2007	3.22037	2017	3.36635	2027	3.38659	2037	3.29979
2008	3.24006	2018	3.37417	2028	3.38241	2038	3.28464
2009	3.25882	2019	3.38025	2029	3.37715	2039	3.26854
2010	3.27645	2020	3.38543	2030	3.37129	2040	3.25068
2011	3.2928	2021	3.38896	2031	3.36412	2041	3.23156
2012	3.30789	2022	3.39153	2032	3.35603	2042	3.21142
2013	3.322	2023	3.39287	2033	3.34699	2043	3.19038
2014	3.33506	2024	3.39288	2034	3.33711	2044	3.16868
2015	3.34685	2025	3.39199	2035	3.32595	2045	3.1457
2016	3.35725	2026	3.38986	2036	3.31361	2046	3.12218
2017	3.36635	2027	3.38659	2037	3.29979	2047	3.09884
2018	3.37417	2028	3.38241	2038	3.28464	2048	3.07468
2019	3.38025	2029	3.37715	2039	3.26854	2049	3.05049
2020	3.38543	2030	3.37129	2040	3.25068	2050	3.02851

图 3 城市总人口趋势图



分析预测:

从表中数据可以看出:城市男性人数先增后减,在2023年达到最大值1.68289亿人;城市女性人数先增后减,2025 年达到最大值1.71064亿人;城市总人口数先增后减,在2024年达到最大值3.39288亿人.这种变化趋势是合理的.伴随着经济社会的发展,城镇化进程的加快,农村大量的劳动力涌入城市,同时,由于教育水平的提高,大量的人到城市求学,造成城市的人口在前20年

左右有增长趋势.而随着80年代的计划生育,造成20年后城市总的人数减少.

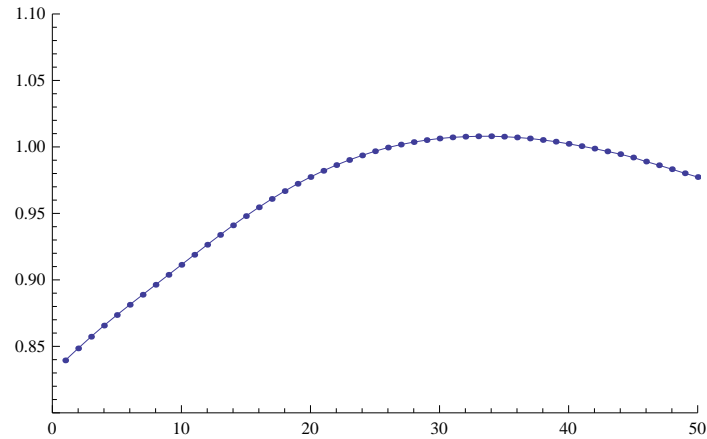
6.1.2 镇人口数的估计

对镇男人数的估计,见下表:

表 11 2001 ~ 2050年镇男人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	0.839451	2011	0.918883	2021	0.982048	2031	1.00719
2002	0.848472	2012	0.926435	2022	0.986344	2032	1.00771
2003	0.857246	2013	0.933818	2023	0.990175	2033	1.00799
2004	0.865638	2014	0.941013	2024	0.9936	2034	1.00804
2005	0.873579	2015	0.947977	2025	0.996763	2035	1.00771
2006	0.881279	2016	0.954591	2026	0.999521	2036	1.00713
2007	0.888824	2017	0.960875	2027	1.00177	2037	1.00635
2008	0.896321	2018	0.966781	2028	1.00364	2038	1.00522
2009	0.90381	2019	0.972281	2029	1.00514	2039	1.00395
2010	0.911339	2020	0.977368	2030	1.00634	2040	1.00232
2011	0.918883	2021	0.982048	2031	1.00719	2041	1.00058
2012	0.926435	2022	0.986344	2032	1.00771	2042	0.998737
2013	0.933818	2023	0.990175	2033	1.00799	2043	0.996637
2014	0.941013	2024	0.9936	2034	1.00804	2044	0.994558
2015	0.947977	2025	0.996763	2035	1.00771	2045	0.992031
2016	0.954591	2026	0.999521	2036	1.00713	2046	0.989003
2017	0.960875	2027	1.00177	2037	1.00635	2047	0.986213
2018	0.966781	2028	1.00364	2038	1.00522	2048	0.983241
2019	0.972281	2029	1.00514	2039	1.00395	2049	0.980181
2020	0.977368	2030	1.00634	2040	1.00232	2050	0.977342

图 4 镇男人数趋势图

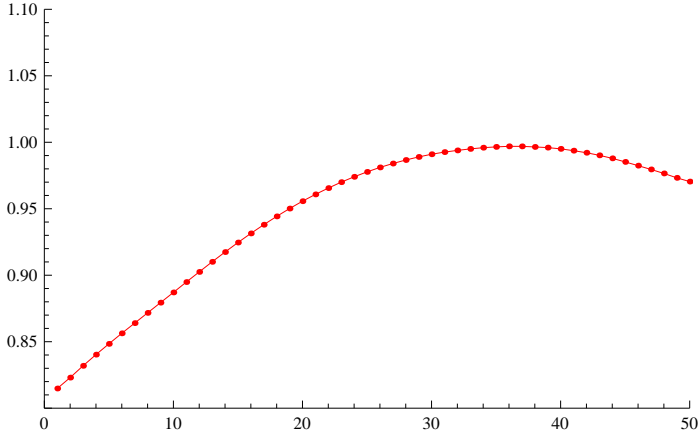


对镇女人数的估计,见下表:

表 12 2001 ~ 2050年镇女人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	0.81481	2011	0.894875	2021	0.960795	2031	0.992612
2002	0.823013	2012	0.902489	2022	0.965534	2032	0.993877
2003	0.831873	2013	0.910076	2023	0.969999	2033	0.995017
2004	0.840289	2014	0.917429	2024	0.974025	2034	0.995921
2005	0.848378	2015	0.924591	2025	0.977715	2035	0.996529
2006	0.856308	2016	0.93145	2026	0.981083	2036	0.996945
2007	0.863982	2017	0.937987	2027	0.984008	2037	0.996918
2008	0.871691	2018	0.944252	2028	0.986659	2038	0.996494
2009	0.879374	2019	0.950143	2029	0.98897	2039	0.995987
2010	0.88706	2020	0.955676	2030	0.990991	2040	0.995046
2011	0.894875	2021	0.960795	2031	0.992612	2041	0.993686
2012	0.902489	2022	0.965534	2032	0.993877	2042	0.992136
2013	0.910076	2023	0.969999	2033	0.995017	2043	0.990174
2014	0.917429	2024	0.974025	2034	0.995921	2044	0.987914
2015	0.924591	2025	0.977715	2035	0.996529	2045	0.98523
2016	0.93145	2026	0.981083	2036	0.996945	2046	0.982418
2017	0.937987	2027	0.984008	2037	0.996918	2047	0.979569
2018	0.944252	2028	0.986659	2038	0.996494	2048	0.976563
2019	0.950143	2029	0.98897	2039	0.995987	2049	0.973244
2020	0.955676	2030	0.990991	2040	0.995046	2050	0.970435

图 5 镇女人数趋势图

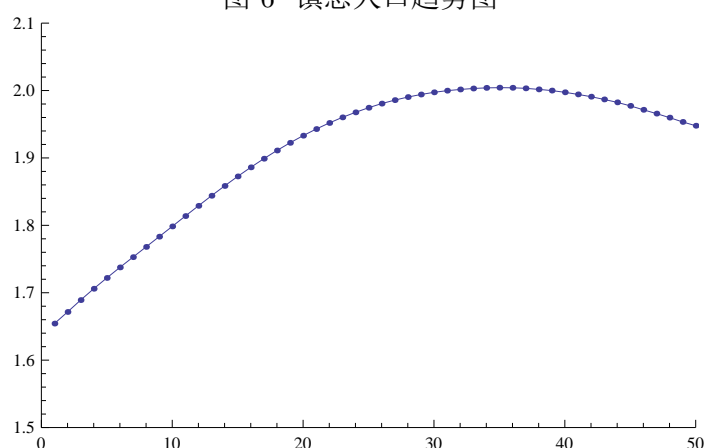


对镇总人数的估计,见下表:

表 13 2001 ~ 2050年镇总人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	1.65426	2011	1.81376	2021	1.94284	2031	1.9998
2002	1.67148	2012	1.82892	2022	1.95188	2032	2.00158
2003	1.68912	2013	1.84389	2023	1.96017	2033	2.00301
2004	1.70593	2014	1.85844	2024	1.96763	2034	2.00396
2005	1.72196	2015	1.87257	2025	1.97448	2035	2.00423
2006	1.73759	2016	1.88604	2026	1.9806	2036	2.00408
2007	1.75281	2017	1.89886	2027	1.98577	2037	2.00327
2008	1.76801	2018	1.91103	2028	1.9903	2038	2.00172
2009	1.78318	2019	1.92242	2029	1.99411	2039	1.99994
2010	1.7984	2020	1.93304	2030	1.99733	2040	1.99737
2011	1.81376	2021	1.94284	2031	1.9998	2041	1.99427
2012	1.82892	2022	1.95188	2032	2.00158	2042	1.99087
2013	1.84389	2023	1.96017	2033	2.00301	2043	1.98681
2014	1.85844	2024	1.96763	2034	2.00396	2044	1.98247
2015	1.87257	2025	1.97448	2035	2.00423	2045	1.97726
2016	1.88604	2026	1.9806	2036	2.00408	2046	1.97142
2017	1.89886	2027	1.98577	2037	2.00327	2047	1.96578
2018	1.91103	2028	1.9903	2038	2.00172	2048	1.9598
2019	1.92242	2029	1.99411	2039	1.99994	2049	1.95342
2020	1.93304	2030	1.99733	2040	1.99737	2050	1.94778

图 6 镇总人口趋势图



分析与预测:

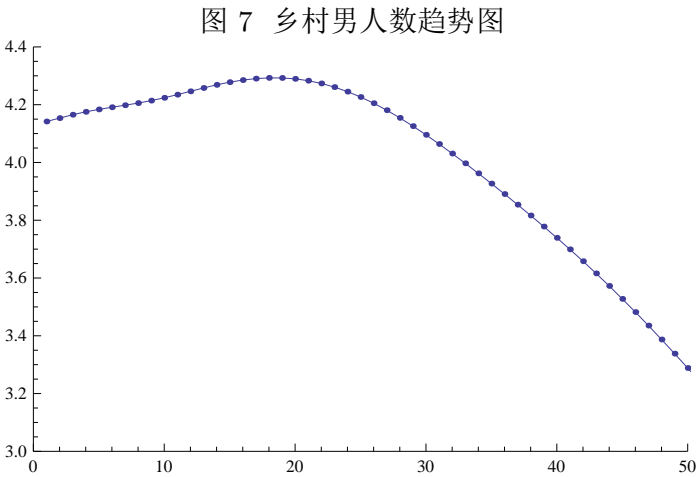
从表中数据可以看出:城镇男性人数先增后减,在2034年达到最大值1.00804亿人;城镇女性人数先增后减,2036 年达到最大值0.996945亿人;城镇总人口数先增后减,在2035年达到最大值2.00408亿人.镇的各类人数在前30年内保持连续增长的势头.可能是城镇化进程的加快,大量的乡村人口进入城镇.而随着80 年代的计划生育的实施,造成20年后城镇人口呈现降低的趋势.

6.1.3 乡人口数的估计

对乡男人数的估计,见下表:

表 14 2001 ~ 2050年乡村男人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	4.14186	2011	4.23473	2021	4.28312	2031	4.06395
2002	4.15352	2012	4.2463	2022	4.27359	2032	4.03092
2003	4.16526	2013	4.25791	2023	4.26098	2033	3.99712
2004	4.17532	2014	4.26875	2024	4.24523	2034	3.96237
2005	4.18369	2015	4.27802	2025	4.22661	2035	3.92689
2006	4.1912	2016	4.2852	2026	4.20513	2036	3.89074
2007	4.19817	2017	4.29029	2027	4.18094	2037	3.85392
2008	4.20558	2018	4.29281	2028	4.15442	2038	3.81643
2009	4.21416	2019	4.29256	2029	4.12579	2039	3.7782
2010	4.22388	2020	4.2895	2030	4.09578	2040	3.73912
2011	4.23473	2021	4.28312	2031	4.06395	2041	3.69921
2012	4.2463	2022	4.27359	2032	4.03092	2042	3.65815
2013	4.25791	2023	4.26098	2033	3.99712	2043	3.616
2014	4.26875	2024	4.24523	2034	3.96237	2044	3.57263
2015	4.27802	2025	4.22661	2035	3.92689	2045	3.52777
2016	4.2852	2026	4.20513	2036	3.89074	2046	3.48212
2017	4.29029	2027	4.18094	2037	3.85392	2047	3.43538
2018	4.29281	2028	4.15442	2038	3.81643	2048	3.38713
2019	4.29256	2029	4.12579	2039	3.7782	2049	3.33821
2020	4.2895	2030	4.09578	2040	3.73912	2050	3.28838

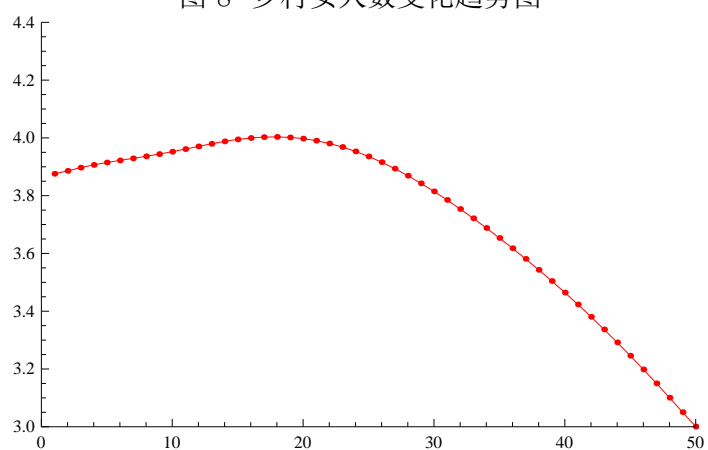


对乡女人数的估计,见下表:

表 15 2001 ~ 2050年乡村女人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	3.87578	2011	3.96127	2021	3.99053	2031	3.78521
2002	3.88581	2012	3.97052	2022	3.98063	2032	3.75382
2003	3.89705	2013	3.97963	2023	3.96848	2033	3.72167
2004	3.90646	2014	3.98795	2024	3.95322	2034	3.68815
2005	3.9148	2015	3.99484	2025	3.93576	2035	3.6536
2006	3.92204	2016	3.99964	2026	3.91596	2036	3.61795
2007	3.92909	2017	4.00276	2027	3.89359	2037	3.58123
2008	3.93623	2018	4.00337	2028	3.8692	2038	3.54325
2009	3.94396	2019	4.00157	2029	3.84277	2039	3.50462
2010	3.95224	2020	3.99756	2030	3.81488	2040	3.46457
2011	3.96127	2021	3.99053	2031	3.78521	2041	3.42333
2012	3.97052	2022	3.98063	2032	3.75382	2042	3.38064
2013	3.97963	2023	3.96848	2033	3.72167	2043	3.33699
2014	3.98795	2024	3.95322	2034	3.68815	2044	3.29209
2015	3.99484	2025	3.93576	2035	3.6536	2045	3.2459
2016	3.99964	2026	3.91596	2036	3.61795	2046	3.19852
2017	4.00276	2027	3.89359	2037	3.58123	2047	3.15025
2018	4.00337	2028	3.8692	2038	3.54325	2048	3.10054
2019	4.00157	2029	3.84277	2039	3.50462	2049	3.05049
2020	3.99756	2030	3.81488	2040	3.46457	2050	3.0007

图 8 乡村女人数变化趋势图

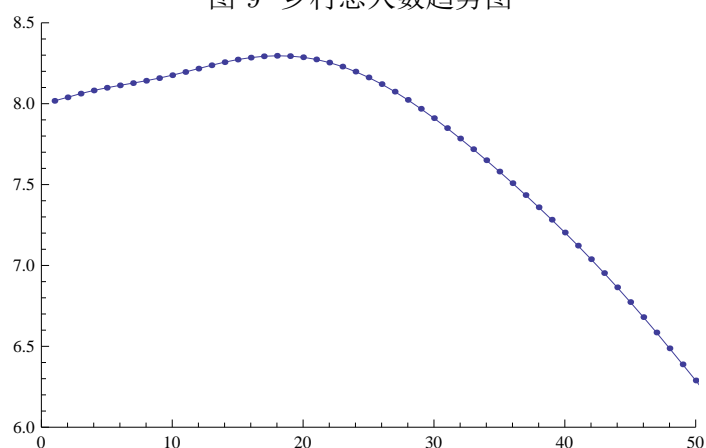


对乡村总人数的估计,见下表:

表 16 2001 ~ 2050年总人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	8.01765	2011	8.19601	2021	8.27365	2031	7.84915
2002	8.03932	2012	8.21681	2022	8.25422	2032	7.78474
2003	8.06231	2013	8.23754	2023	8.22945	2033	7.71879
2004	8.08178	2014	8.25669	2024	8.19845	2034	7.65052
2005	8.0985	2015	8.27286	2025	8.16237	2035	7.58049
2006	8.11324	2016	8.28484	2026	8.12109	2036	7.50869
2007	8.12726	2017	8.29304	2027	8.07453	2037	7.43514
2008	8.14181	2018	8.29618	2028	8.02362	2038	7.35968
2009	8.15811	2019	8.29412	2029	7.96856	2039	7.28281
2010	8.17612	2020	8.28706	2030	7.91066	2040	7.20369
2011	8.19601	2021	8.27365	2031	7.84915	2041	7.12254
2012	8.21681	2022	8.25422	2032	7.78474	2042	7.03879
2013	8.23754	2023	8.22945	2033	7.71879	2043	6.95299
2014	8.25669	2024	8.19845	2034	7.65052	2044	6.86471
2015	8.27286	2025	8.16237	2035	7.58049	2045	6.77367
2016	8.28484	2026	8.12109	2036	7.50869	2046	6.68064
2017	8.29304	2027	8.07453	2037	7.43514	2047	6.58563
2018	8.29618	2028	8.02362	2038	7.35968	2048	6.48767
2019	8.29412	2029	7.96856	2039	7.28281	2049	6.3887
2020	8.28706	2030	7.91066	2040	7.20369	2050	6.28908

图 9 乡村总人数趋势图



分析与预测:

从表中数据可以看出:乡村男性人数先增后减,在2018年达到最大值4.29281亿人;乡村女性人数先增后减,2018 年达到最大值4.00337亿人;乡村总人口数先增后减,在2018年达到最大值8.29618亿人.乡的各类人数在前20年内保持连续增长的势头.尽管乡村有大量的人口迁入城市 and 城镇,但没有造成乡村人口短期的减少.可能原因是乡村人口的基数大,并且乡村妇女的生

育率要明显高于城市和城镇.随着80 年代的计划生育的实施和大量的人口迁入城市和城镇,造成后30年内乡村人口呈现剧烈降低的趋势.

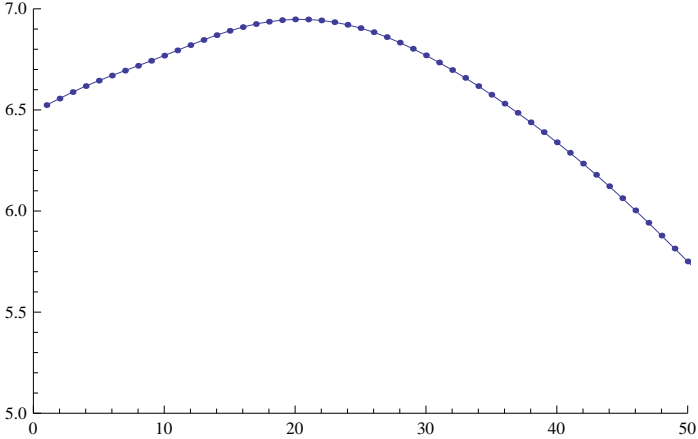
6.1.4 全国总人数的估计

对全国男性总人数的估计,见下图:

表 17 2001 ~ 2050年全国总男人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	6.52401	2011	6.79455	2021	6.94732	2031	6.73468
2002	6.55621	2012	6.82052	2022	6.94272	2032	6.69734
2003	6.58835	2013	6.84591	2023	6.93404	2033	6.65849
2004	6.61796	2014	6.8698	2024	6.92117	2034	6.61781
2005	6.6448	2015	6.89128	2025	6.90473	2035	6.5752
2006	6.67005	2016	6.90959	2026	6.8844	2036	6.53126
2007	6.69427	2017	6.92477	2027	6.86025	2037	6.48577
2008	6.71836	2018	6.93639	2028	6.83291	2038	6.43868
2009	6.7432	2019	6.94401	2029	6.8025	2039	6.39024
2010	6.76861	2020	6.94791	2030	6.77003	2040	6.33985
2011	6.79455	2021	6.94732	2031	6.73468	2041	6.28804
2012	6.82052	2022	6.94272	2032	6.69734	2042	6.23467
2013	6.84591	2023	6.93404	2033	6.65849	2043	6.17936
2014	6.8698	2024	6.92117	2034	6.61781	2044	6.12262
2015	6.89128	2025	6.90473	2035	6.5752	2045	6.06358
2016	6.90959	2026	6.8844	2036	6.53126	2046	6.0032
2017	6.92477	2027	6.86025	2037	6.48577	2047	5.94197
2018	6.93639	2028	6.83291	2038	6.43868	2048	5.87865
2019	6.94401	2029	6.8025	2039	6.39024	2049	5.81452
2020	6.94791	2030	6.77003	2040	6.33985	2050	5.75074

图 10 全国总男人数趋势图

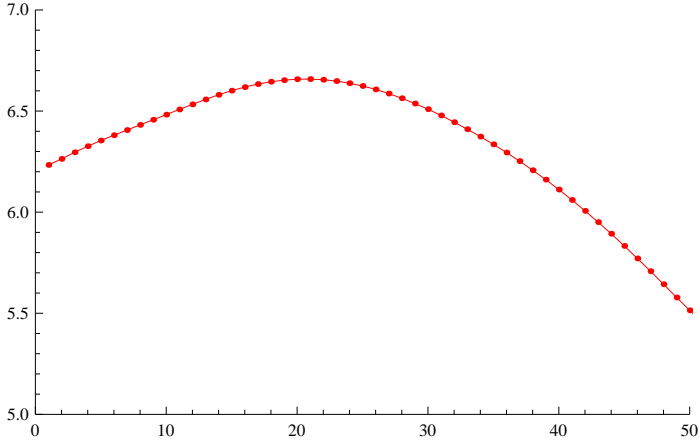


对全国女性总人数的估计,见下图:

表 18 2001 ~ 2050年全国总女人数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	6.2336	2011	6.50802	2021	6.65813	2031	6.47839
2002	6.26348	2012	6.53311	2022	6.65492	2032	6.44501
2003	6.29614	2013	6.55753	2023	6.64846	2033	6.4103
2004	6.32614	2014	6.5804	2024	6.63778	2034	6.37377
2005	6.35424	2015	6.60101	2025	6.62411	2035	6.33547
2006	6.38063	2016	6.61854	2026	6.60715	2036	6.29512
2007	6.40617	2017	6.63348	2027	6.58664	2037	6.25243
2008	6.43152	2018	6.64499	2028	6.56341	2038	6.20736
2009	6.45692	2019	6.65279	2029	6.53732	2039	6.16104
2010	6.48235	2020	6.65763	2030	6.50925	2040	6.11189
2011	6.50802	2021	6.65813	2031	6.47839	2041	6.06034
2012	6.53311	2022	6.65492	2032	6.44501	2042	6.00642
2013	6.55753	2023	6.64846	2033	6.4103	2043	5.95083
2014	6.5804	2024	6.63778	2034	6.37377	2044	5.89325
2015	6.60101	2025	6.62411	2035	6.33547	2045	5.83305
2016	6.61854	2026	6.60715	2036	6.29512	2046	5.77105
2017	6.63348	2027	6.58664	2037	6.25243	2047	5.70828
2018	6.64499	2028	6.56341	2038	6.20736	2048	5.6435
2019	6.65279	2029	6.53732	2039	6.16104	2049	5.5781
2020	6.65763	2030	6.50925	2040	6.11189	2050	5.51463

图 11 全国总女人数趋势图

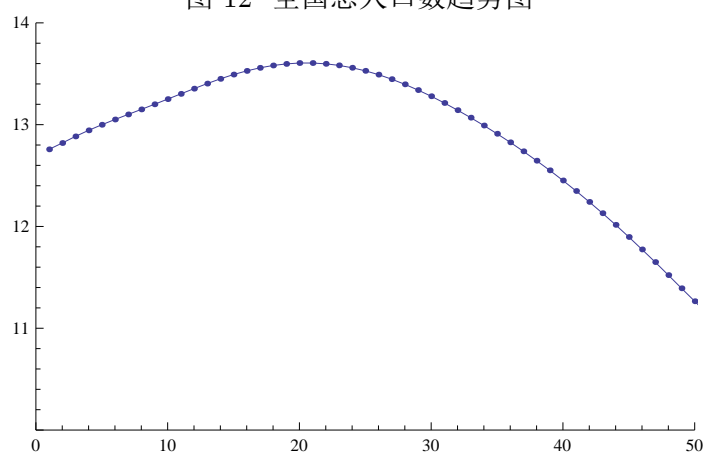


对全国总人数的估计,见下图:

表 19 2001 ~ 2050年全国总人口数预测表

年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)	年份	人数(亿)
2001	12.7576	2011	13.3026	2021	13.6055	2031	13.2131
2002	12.8197	2012	13.3536	2022	13.5976	2032	13.1423
2003	12.8845	2013	13.4034	2023	13.5825	2033	13.0688
2004	12.9441	2014	13.4502	2024	13.559	2034	12.9916
2005	12.999	2015	13.4923	2025	13.5288	2035	12.9107
2006	13.0507	2016	13.5281	2026	13.4916	2036	12.8264
2007	13.1004	2017	13.5583	2027	13.4469	2037	12.7382
2008	13.1499	2018	13.5814	2028	13.3963	2038	12.646
2009	13.2001	2019	13.5968	2029	13.3398	2039	12.5513
2010	13.251	2020	13.6055	2030	13.2793	2040	12.4517
2011	13.3026	2021	13.6055	2031	13.2131	2041	12.3484
2012	13.3536	2022	13.5976	2032	13.1423	2042	12.2411
2013	13.4034	2023	13.5825	2033	13.0688	2043	12.1302
2014	13.4502	2024	13.559	2034	12.9916	2044	12.0159
2015	13.4923	2025	13.5288	2035	12.9107	2045	11.8966
2016	13.5281	2026	13.4916	2036	12.8264	2046	11.7742
2017	13.5583	2027	13.4469	2037	12.7382	2047	11.6502
2018	13.5814	2028	13.3963	2038	12.646	2048	11.5221
2019	13.5968	2029	13.3398	2039	12.5513	2049	11.3926
2020	13.6055	2030	13.2793	2040	12.4517	2050	11.2654

图 12 全国总人口数趋势图



分析与预测:

从表中数据可以看出:全国男性总人数先增后减,在2020年达到最大值6.94791亿人;全国女性总人数先增后减,2021年达到最大值6.65813亿人;全国总人口数先增后减,在2020年达到最大值13.6055亿人.全国人数在前20年内保持连续增长的势头,与前面城、镇、乡的变化趋势相一致,这是合理的.随着80年代的国家计划生育政策的实施,造成后30年内全国人口呈现剧烈降低

的趋势.

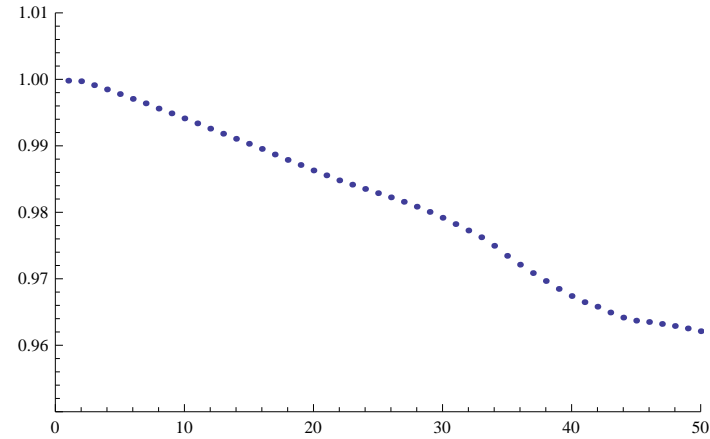
6.2 男女性别比的预测

城市男女比见下图:

表 20 2001 ~ 2050年城市男女性别比预测表

年份	男女比	年份	男女比	年份	男女比	年份	男女比
2001	0.9998	2011	0.993376	2021	0.985559	2031	0.978227
2002	0.999716	2012	0.992584	2022	0.9848	2032	0.977264
2003	0.999123	2013	0.99182	2023	0.984158	2033	0.976245
2004	0.998483	2014	0.991056	2024	0.983514	2034	0.974964
2005	0.997785	2015	0.990307	2025	0.982878	2035	0.973452
2006	0.997061	2016	0.989535	2026	0.982248	2036	0.972123
2007	0.99639	2017	0.988696	2027	0.981579	2037	0.970858
2008	0.995602	2018	0.98788	2028	0.980845	2038	0.969666
2009	0.994884	2019	0.987118	2029	0.980059	2039	0.968477
2010	0.994123	2020	0.986296	2030	0.979177	2040	0.967405
2011	0.993376	2021	0.985559	2031	0.978227	2041	0.966483
2012	0.992584	2022	0.9848	2032	0.977264	2042	0.965801
2013	0.99182	2023	0.984158	2033	0.976245	2043	0.964928
2014	0.991056	2024	0.983514	2034	0.974964	2044	0.964164
2015	0.990307	2025	0.982878	2035	0.973452	2045	0.963703
2016	0.989535	2026	0.982248	2036	0.972123	2046	0.963502
2017	0.988696	2027	0.981579	2037	0.970858	2047	0.963205
2018	0.98788	2028	0.980845	2038	0.969666	2048	0.962899
2019	0.987118	2029	0.980059	2039	0.968477	2049	0.96253
2020	0.986296	2030	0.979177	2040	0.967405	2050	0.962114

图 13 城市男女比趋势图

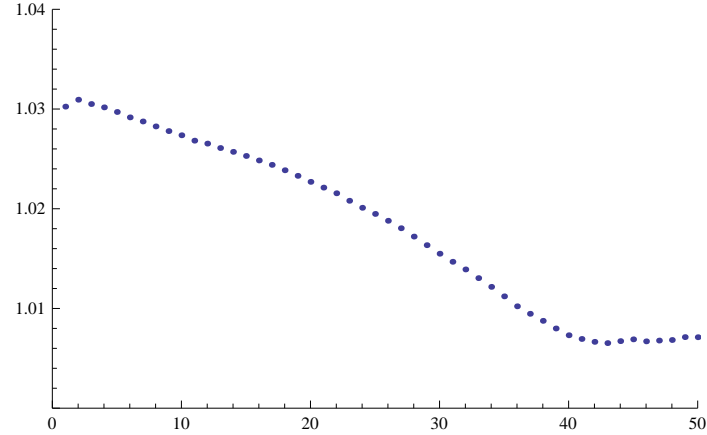


镇男女比,见下图:

表 21 2001 ~ 2050年镇男女性别比预测表

年份	男女比	年份	男女比	年份	男女比	年份	男女比
2001	1.03024	2011	1.02683	2021	1.02212	2031	1.01468
2002	1.03093	2012	1.02653	2022	1.02155	2032	1.01391
2003	1.0305	2013	1.02609	2023	1.0208	2033	1.01304
2004	1.03017	2014	1.02571	2024	1.0201	2034	1.01217
2005	1.0297	2015	1.02529	2025	1.01948	2035	1.01121
2006	1.02916	2016	1.02484	2026	1.01879	2036	1.01022
2007	1.02875	2017	1.0244	2027	1.01805	2037	1.00947
2008	1.02826	2018	1.02386	2028	1.01721	2038	1.00876
2009	1.02779	2019	1.0233	2029	1.01635	2039	1.00799
2010	1.02737	2020	1.0227	2030	1.01549	2040	1.00731
2011	1.02683	2021	1.02212	2031	1.01468	2041	1.00694
2012	1.02653	2022	1.02155	2032	1.01391	2042	1.00665
2013	1.02609	2023	1.0208	2033	1.01304	2043	1.00653
2014	1.02571	2024	1.0201	2034	1.01217	2044	1.00673
2015	1.02529	2025	1.01948	2035	1.01121	2045	1.0069
2016	1.02484	2026	1.01879	2036	1.01022	2046	1.0067
2017	1.0244	2027	1.01805	2037	1.00947	2047	1.00678
2018	1.02386	2028	1.01721	2038	1.00876	2048	1.00684
2019	1.0233	2029	1.01635	2039	1.00799	2049	1.00713
2020	1.0227	2030	1.01549	2040	1.00731	2050	1.00712

图 14 镇男女比趋势图

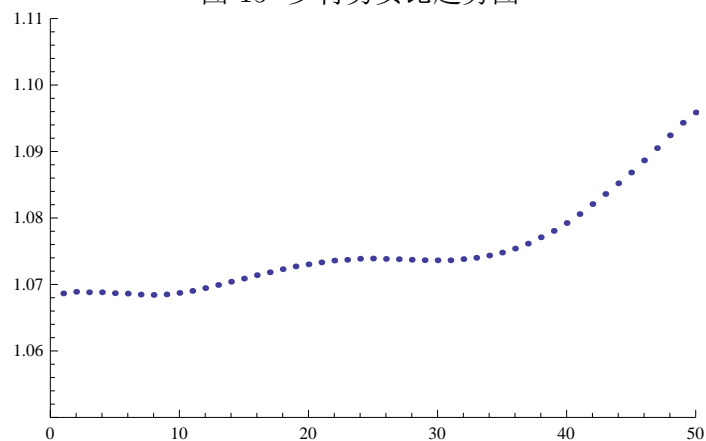


乡男女比,见下图:

表 22 2001 ~ 2050年乡村男女性别比预测表

年份	男女比	年份	男女比	年份	男女比	年份	男女比
2001	1.06865	2011	1.06903	2021	1.07332	2031	1.07364
2002	1.06889	2012	1.06946	2022	1.0736	2032	1.07382
2003	1.06882	2013	1.06993	2023	1.07371	2033	1.07401
2004	1.06883	2014	1.07041	2024	1.07387	2034	1.07435
2005	1.06869	2015	1.07089	2025	1.0739	2035	1.0748
2006	1.06863	2016	1.0714	2026	1.07384	2036	1.0754
2007	1.06848	2017	1.07183	2027	1.0738	2037	1.07614
2008	1.06843	2018	1.0723	2028	1.07372	2038	1.0771
2009	1.06851	2019	1.07272	2029	1.07365	2039	1.07806
2010	1.06873	2020	1.07303	2030	1.07363	2040	1.07924
2011	1.06903	2021	1.07332	2031	1.07364	2041	1.08059
2012	1.06946	2022	1.0736	2032	1.07382	2042	1.08209
2013	1.06993	2023	1.07371	2033	1.07401	2043	1.08361
2014	1.07041	2024	1.07387	2034	1.07435	2044	1.08522
2015	1.07089	2025	1.0739	2035	1.0748	2045	1.08684
2016	1.0714	2026	1.07384	2036	1.0754	2046	1.08867
2017	1.07183	2027	1.0738	2037	1.07614	2047	1.09051
2018	1.0723	2028	1.07372	2038	1.0771	2048	1.09243
2019	1.07272	2029	1.07365	2039	1.07806	2049	1.09432
2020	1.07303	2030	1.07363	2040	1.07924	2050	1.09587

图 15 乡村男女比趋势图

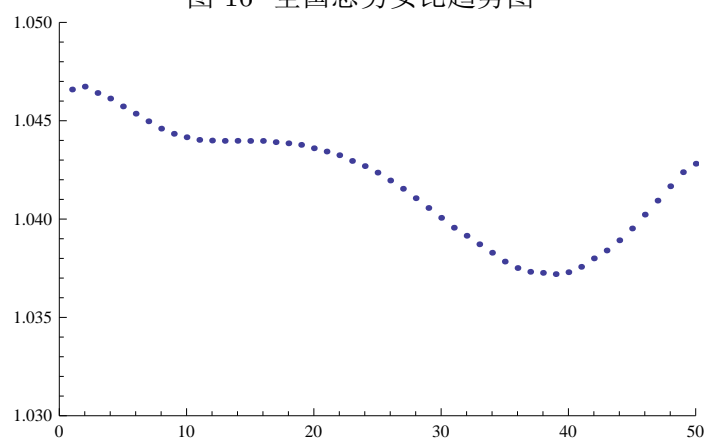


全国总男女比,见下图:

表 23 2001 ~ 2050年全国总男女性别比预测表

年份	男女比	年份	男女比	年份	男女比	年份	男女比
2001	1.04659	2011	1.04403	2021	1.04343	2031	1.03956
2002	1.04674	2012	1.04399	2022	1.04325	2032	1.03915
2003	1.04641	2013	1.04398	2023	1.04296	2033	1.03872
2004	1.04613	2014	1.04398	2024	1.04269	2034	1.03829
2005	1.04573	2015	1.04397	2025	1.04236	2035	1.03784
2006	1.04536	2016	1.04397	2026	1.04196	2036	1.03751
2007	1.04497	2017	1.04391	2027	1.04154	2037	1.03732
2008	1.0446	2018	1.04385	2028	1.04106	2038	1.03726
2009	1.04434	2019	1.04377	2029	1.04056	2039	1.0372
2010	1.04416	2020	1.0436	2030	1.04006	2040	1.0373
2011	1.04403	2021	1.04343	2031	1.03956	2041	1.03757
2012	1.04399	2022	1.04325	2032	1.03915	2042	1.038
2013	1.04398	2023	1.04296	2033	1.03872	2043	1.0384
2014	1.04398	2024	1.04269	2034	1.03829	2044	1.03892
2015	1.04397	2025	1.04236	2035	1.03784	2045	1.03952
2016	1.04397	2026	1.04196	2036	1.03751	2046	1.04023
2017	1.04391	2027	1.04154	2037	1.03732	2047	1.04094
2018	1.04385	2028	1.04106	2038	1.03726	2048	1.04167
2019	1.04377	2029	1.04056	2039	1.0372	2049	1.04238
2020	1.0436	2030	1.04006	2040	1.0373	2050	1.04281

图 16 全国总男女比趋势图



城市、城镇、乡村和全国的男女性对比,见下图(蓝色为男,红色为女):

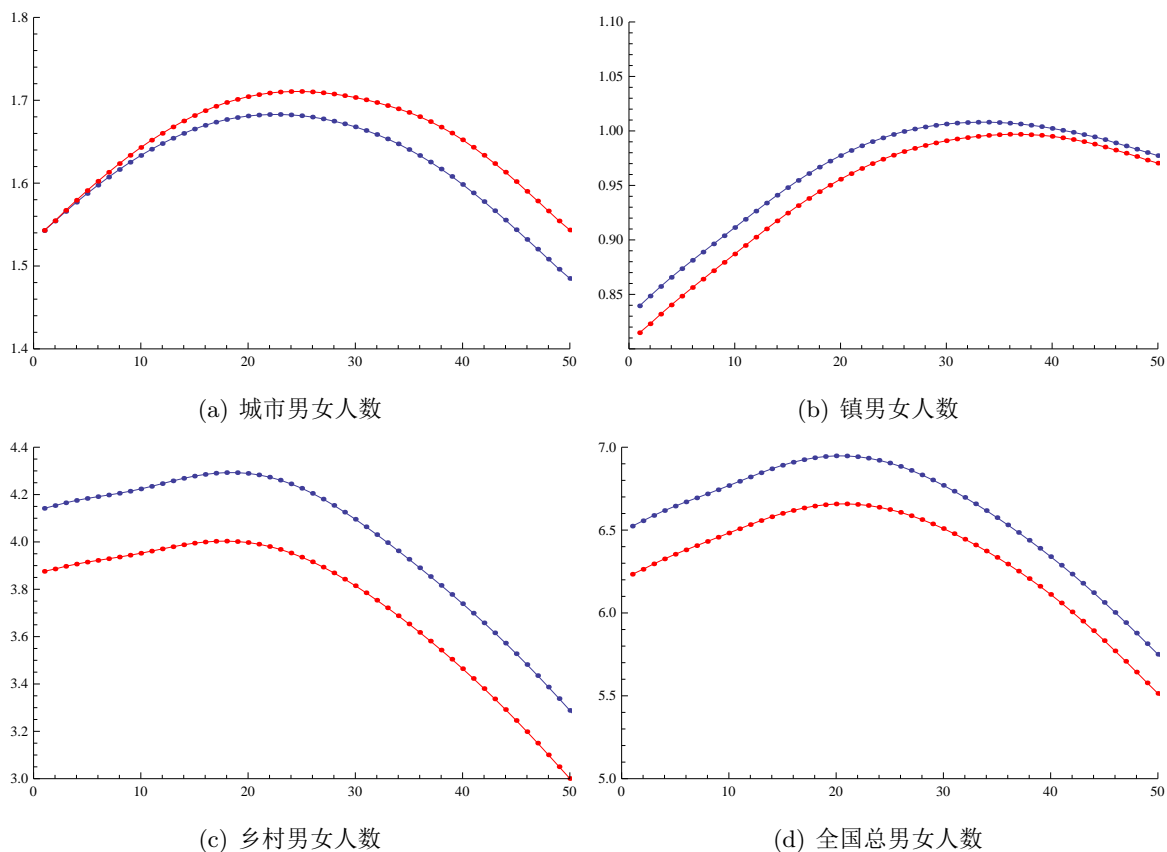


图 17 男女人数图

分析与预测:

从上表可以看出,城市男女比随时间的延长是逐步递减的,男女比趋势在1.0以下,镇男女性别比前40年持续下降,之后10年略有回升.可能原因是城镇对男女的干预没农村那么小,在城镇重男轻女的思想没农村那么严重.在乡村,男女比持续上升,可能与农村重男轻女的思想有关系.

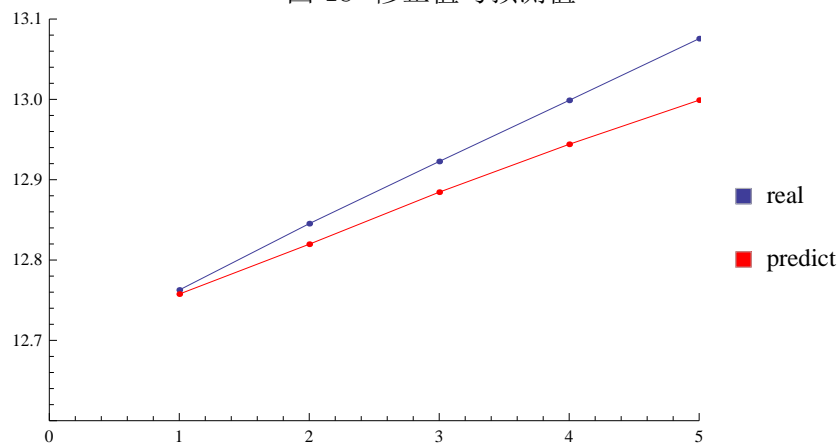
7 模型的检验

把用模型算出的2002,...,2005年的总人数与修正后的2002,...,2005年的数据进行对比,可得到如下的图:

表 24 2001 ~ 2050年全国总男女性别比预测表

年份(年)	2001	2002	2003	2004	2005
修正总人数(万)	127576	128453	129277	129988	130756
预测总人数(万)	127576	128197	128845	129441	129990

图 18 修正值与预测值



分析:预测值与修正值较为接近,相对误差在1%以内,模型建立得较为合理,可以预测中期(40 ~ 50年)的人数.

8 模型的评价

优点:

1. 可预测中期的各地方和性别的人数变化,并且较为合理,与真实值偏差不大.
2. 模型结构合理,使待估参数和待估函数尽可能地少,从而大大简化了模型的求解
3. 用自回归函数拟合女生的出生率,利于理论性分析,使得模型理论化程度高.

缺点:

1. 迁移人数的假设过于简单,没进行理论分析.概率密度函数可用正态分布去处理.
2. 很多参数的处理过于简单,例如死亡率和出生率,都是平均处理的办法.缺乏理论性的分析.
3. 模型只能进行短中期的人口预测,进行长期的预测不是很合理.

参考文献

- [1] 张庆利等编, SPSS宝典, 电子工业出版社,2011年版
- [2] 姚泽清, 郑旭东, 赵颖, 全国大学生数学建模竞赛赛题和优秀论文评析,国防工业出版社,2012年版