

文章编号:1005-3085(2007)08-0054-07

# 丁克现象与中国人口增长

孙 蕾, 赵 兴, 李云辉

指导教师: 贺明峰

(大连理工大学创新实践学院, 大连 116023)

**编者按:** 论文在考虑人口发展的老龄化、性别比失调、人口城镇化等现象的同时, 还考虑了丁克家庭现象。作者利用带迁移项的人口发展偏微分方程, 通过仔细讨论确定各项系数, 并离散化求解, 预测了这些现象对我国人口发展的影响。

**摘 要:** 本文考虑到多孩生育政策区存在少育现象, 引入扩展丁克现象概念, 结合宋健-于景元的人口发展模型, 建立城镇乡三个子模型, 分别给出了生育模式、死亡率、人口迁移率等参数的确定方式。而对总和生育率函数, 除考虑常规的相关因素之外, 还通过引入体现扩展丁克现象的丁克系数来体现其对人口增长的负作用。利用上述模型, 文章给出了现行政策下人口的预测值。预测结果表明了调整生育政策的必要性和紧迫性。为此, 我们提出了两套政策调整方案, 并做出了人口预测, 其中特别讨论了丁克现象对人口发展的影响。

**关键词:** 宋健-于景元模型; 丁克现象; 总和生育率

**分类号:** AMS(2000) 91D10

**中图分类号:** O29

**文献标识码:** A

## 1 模型假设

- 1) 忽略国境间人口流动对人口统计的影响;
- 2) 短期为五十年左右, 长期为一百年左右;
- 3) 不考虑所查统计数字中的人口漏报现象;
- 4) 不考虑各地方生育法规的灵活性政策对全国人口政策的影响;
- 5) 不考虑针对少数民族的特殊政策;
- 6) 不考虑多胞胎的情况;
- 7) 国内社会经济形势基本稳定;
- 8) 没有重大影响人口发展的社会政治事件和严重的流行性疾病、严重的自然灾害等。

## 2 人口增长产生的新情况

我国计划生育的人口政策在控制人口数量方面取得了非凡的成绩, 但随着经济的发展, 近年来中国的人口发展出现了一些新的情况<sup>[1-4]</sup>, 如人口老龄化日趋严重, 出生人口性别比长期持续偏高, 城镇人口数量激增等。丁克家庭主要是指夫妻双方有生育能力而自愿不生育的新型家庭模式。早在 20 世纪 80 年代, 欧美发达国家就已盛行。我们考虑丁克家庭是一个社会现象, 在一个国家的经济现代化进程中是不可避免的。在中国, 由于城镇化进程的加快, 子女在生活、教育等费用也在不断增加, 有些多孩生育政策区也出现了少育现象。

## 3 模型的建立

宋健-于景元的人口发展模型, 将我国人口发展状况的研究从定性分析引入定量分析, 得



到了广泛的应用<sup>[6-8]</sup>。由于人口政策的变动和生育意愿、生育模式的改变, 现今人口的生育模式、总和生育率等参数已经发生了巨大的变化, 本文在宋健-于景元模型的基础上, 重新考虑现在人口状况及生育观念的改变, 特别考虑了丁克现象在中国对人口长期发展的影响。

### 3.1 宋健-于景元的人口发展方程

引起人口结构变化的三大因素是出生、死亡和迁移, 宋健-于景元的人口发展方程描述了人口年龄结构与出生率、死亡率和迁移人口数的关系, 从动力学角度反映了人口的变迁过程, 其连续的人口发展方程为

$$\frac{\partial p(a, t)}{\partial a} + \frac{\partial p(a, t)}{\partial t} = -\mu(a, t)p(a, t) + g(a, t), \quad (1)$$

式中  $p(a, t)$  为  $t$  年末年龄为  $a$  的人口密度分布,  $p(a, t) = \frac{\partial N(a, t)}{\partial a}$ ,  $N(a, t)$  表示某地区  $t$  时刻年龄小于  $a$  的人口数。  $\mu(a, t)$  为  $t$  时刻年龄为  $a$  的死亡率。  $g(a, t)$  为某地区  $t$  时刻年龄  $a$  岁的人口净迁移数。下面给出式(1)的初始条件

$$\begin{cases} p(a, 0) = p_0(a), \\ p(0, t) = \varphi(t), \end{cases} \quad (2)$$

式中

$$\varphi(t) = \beta(t) \int_{a_1}^{a_2+1} k(a, t)h(a, t)p(a, t)da,$$

$a_1, a_2$  分别代表育龄妇女年龄的上下极限,  $\varphi(t)$  表示连续情况下  $t$  时刻出生婴儿总数。  $\beta(t)$  为  $t$  时刻妇女平均生育率, 即总和生育率。  $h(a, t)$  为妇女生育模式函数。  $k(a, t)$  为  $t$  时刻年龄为  $a$  岁的妇女人口比重<sup>[7]</sup>。

### 3.2 城、镇、乡三个子模型的确定

宋健-于景元模型中, 作者提供了较为系统的方法进行人口预测。通过对有关数据的分析, 我们发现城镇乡之间存在其自身人口增长的固有特性。因此本文将整个模型分为三个子模型: 城市人口预测模型  $sys(1)$ , 城镇人口预测模型  $sys(2)$  和乡村人口预测模型  $sys(3)$ 。这三个模型各自独立, 却又因人口流动而互相联系: 三者之间的人口迁移函数之和总为零。即存在如下关系

$$\begin{cases} sys(1): g(a, t) = \gamma_1 G(a, t), \\ sys(2): g(a, t) = \gamma_2 G(a, t), \\ sys(3): g(a, t) = \gamma_3 G(a, t), \end{cases} \quad (3)$$

其中  $G(a, t)$  为流动人口总量。假定年龄对人口流动的总比例没有太大影响, 流入城市的人口数占全国人口流动总人数的比例为  $\gamma_1$  ( $0 < \gamma_1 < 1$ ), 镇人口流动数的人口数占全国人口流动总人数的比例为 ( $0 < \gamma_2 < 1$ ), 流出乡村的人口数占全国人口流动总人数的比例为  $\gamma_3$  ( $-1 < \gamma_3 < 0$ )。且  $\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 0$ 。

### 3.3 人口发展方程参数函数的确定

**育龄人口的确定** 对研究人口发展来说, 起作用的是处于生育期内女性人口所占的比例。育龄人口计算公式为

$$w(t) = \sum_{a=a_1}^{a_m} k(a, t)p(a, t), \quad (4)$$

其中  $a_1$  为生育最低年龄,  $a_m$  为生育最高年龄。



**总和生育率函数** 总和生育率是反映人口生育水平的重要指标,是社会人口平均的意义下一个妇女在整个育龄区内的生育总数。本文从计划生育工作中遇到的实际情况出发,综合考虑现行生育政策、丁克现象等众多因素,对政策生育率和不同程度超生情况下的总和生育率进行推算和分析,对总和生育率给出了改进公式

$$\beta(t) = (1 - b(t) - d(t))z_1(t)z_2(t)(1 + c(t)), \quad (5)$$

其中  $b(t)$  为不孕不育症的患病率,  $d(t)$  为扩展的丁克现象影响函数,  $z_1(t)$  和  $z_2(t)$  分别为政策生育系数和生育缺陷政策性调整系数,  $c(t)$  为超生比率或称漏报比率。下面本文分项展开讨论。

**不孕不育症的患病率** 不孕不育症的患病率是指某时点或时区内,某人群中出现不孕不育症的百分率。可以通过普查或随机抽样得到该概率。为简化模型,我们认为不孕症患病率每年保持稳定,并且取  $b(t) = 0.08$ 。

**扩展的丁克现象影响系数** 本文将由多孩生育政策区的少育现象与丁克现象统称为扩展的丁克现象,定义函数  $d(t)$  为扩展的丁克现象影响系数(下文简称为丁克影响系数)。针对不同地区,丁克影响程度不同。但是通过丁克现象抑制人口增长的总趋势是一致的,并且丁克影响与人口增长呈负相关。在模型中我们针对城镇乡三个子系统分别给出了丁克影响系数

$$\begin{cases} sys(1): d(t) = 0.05e^{0.03(t-2000)}, \\ sys(2): d(t) = 0.04e^{0.03(t-2000)}, \\ sys(3): d(t) = 0.03e^{0.03(t-2000)}. \end{cases} \quad (6)$$

**政策生育系数和生育缺陷政策性调整系数** 政策生育系数是体现生育政策的调控因子,不同的区域对应不同的生育政策。本模型选取城镇乡三个子系统,对应不同的生育政策:城市系统允许生一孩,镇系统允许生一孩半(第一胎为女孩的允许生第二胎),乡村系统允许生两孩。生育缺陷政策性调整系数是指子女有生育缺陷的家庭政府给予一定的生育放宽政策,允许再生一胎。由于生育缺陷率是一定的,宏观来看,生育缺陷政策性调整系数就与政策生育系数相辅相成的。在我们的模型中,城镇乡三个子系统分别有不同的生育系数和对应的不同的生育缺陷政策性调整系数。

$$\begin{cases} sys(1): z_1(t) = 1; & z_2(t) = 1.07, \\ sys(2): z_1(t) = 1.483; & z_2(t) = 1.05, \\ sys(3): z_1(t) = 2; & z_2(t) = 1. \end{cases} \quad (7)$$

对于一孩半政策(实行独女户生二孩),政策生育系数还必须考虑到男女婴儿出生比例的影响:假设我国正常的出生性别比为 107:100,那么,实行一孩半政策的政策生育系数为  $100 \div (100 + 107) + 1 = 1.483$ 。

**超生比率或称漏报比率  $c(t)$**  第五次人口普查前,由国家计生委组织实施的 1990-2000 年间漏报清理工作即发现 1000 万左右的漏报人口,平均每年大约漏报 100 万人。我们根据实际对城镇乡三个子系统分别给出了 1%, 30%, 40% 的漏报比率。在 50 年后三个系统的漏报比率均定为零。

$$\begin{cases} sys(1): c(t) = 1\%, t < 2005; c(t) = 0.01 - 0.0002(t - 2005), t \leq 2055; c(t) = 0, t > 2055, \\ sys(2): c(t) = 30\%, t < 2005; c(t) = 0.3 - 0.006(t - 2005), t \leq 2055; c(t) = 0, t > 2055, \\ sys(3): c(t) = 40\%, t < 2005; c(t) = 0.4 - 0.008(t - 2005), t \leq 2055; c(t) = 0, t > 2055. \end{cases} \quad (8)$$



从上文对总和生育率的影响因素的分析, 我们直观的看到不育率  $b(t)$ , 丁克比率  $d(t)$  和超生比率  $c(t)$  是国家很难宏观控制的变量, 而  $z_1(t)$  和  $z_2(t)$  为国家政策性调整的相关系数。假设医疗条件仍然无法大幅提高不育症的治愈率, 在国家人口政策不变的情况下, 丁克现象的不断凸现将渐渐成为影响我国总和生育率的主导因素之一。

**总和生育率函数的确定** 通过上面对影响总和生育率函数的参数的讨论, 我们总结出了城镇乡三个子系统的总和生育率模型及中国人口总和生育率模型如下

$$\begin{cases} sys(1): \beta(t) = 1.0807(0.92 - 0.05e^{0.03(t-2000)}), \\ sys(2): \beta(t) = 2.024295(0.92 - 0.04e^{0.03(t-2000)}), \\ sys(3): \beta(t) = 2.8(0.92 - 0.03e^{0.03(t-2000)}). \end{cases} \quad (9)$$

中国人口总和生育率模型为

$$\beta(t) = \eta_1\beta_1(t) + \eta_2\beta_2(t) + \eta_3\beta_3(t), \quad (10)$$

其中加权因子  $\eta_i(t) = w_i(t)/w(t)$ ,  $i = 1, 2, 3$ 。分别代表城镇乡三个子系统中育龄妇女人口占中国育龄妇女总人口的比值, 这个比值不仅与本系统的年龄结构有关, 还与育龄人口的迁移规模有关。

生育模式函数  $h(a, t)$  可以比较准确地用  $\chi^2$  概率密度函数来刻画[5]。本文采用

$$h(a) = \begin{cases} \frac{1}{2^{\frac{n(t)}{2}} \Gamma(\frac{n(t)}{2})} (a - a_1)^{\frac{n(t)}{2} - 1} e^{-\frac{a - a_1}{2}}, & a \geq a_1, \\ 0, & a < a_1, \end{cases} \quad (11)$$

其中  $a \in (15, 49)$ ,  $a_1 = 15$ 。  $n(t)$  由下式确定,

$$n(t) = \begin{cases} n_0 + \frac{t-2000}{5}, & t \leq 2050, \\ n_0 + 10, & t > 2050. \end{cases} \quad (12)$$

根据城、镇、乡三个子系统的各自的生育特点分别建立生育模式函数。

$$\begin{cases} sys(1): h(t) = \chi^2(a - a_1, n(t)), & n_0 = 12, \\ sys(2): h(t) = \frac{1}{1.483} \chi^2(a - a_1, n(t)) + \frac{0.483}{1.483} (a - a_2, n(t)), & n_0 = 11, \\ sys(3): h(t) = \frac{1}{2} \chi^2(a - a_1, n(t)) + \frac{1}{2} \chi^2(a - a_2, n(t)), & n_0 = 10. \end{cases} \quad (13)$$

**死亡率函数** 在假定没有意外(战争、灾害等)的情况下同一年龄的死亡率在一定时间段内是一个比较恒定的量(每一年死亡率会递减0.00607%, 足以忽略), 因此模型中认为死亡率函数是随年龄变化的函数。以2001年的人口数据为基础, 我们计算出年龄别死亡率, 得到了城镇乡年龄别死亡率图(图1)。

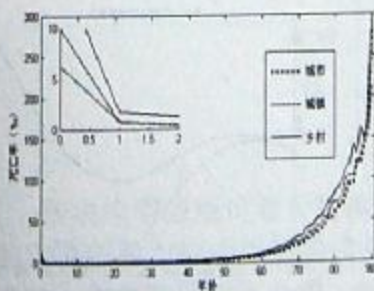


图1: 城镇乡年龄别死亡率

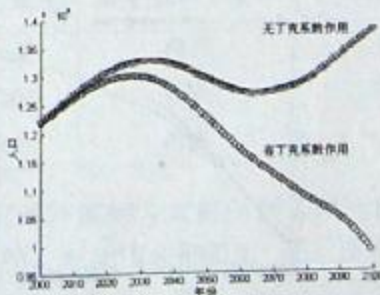


图2: 扩展丁克现象的影响

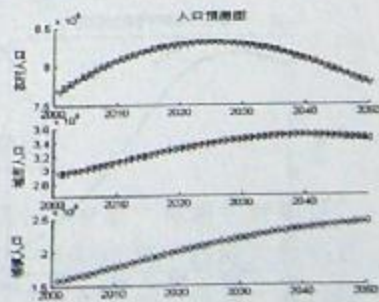


图3: 子系统人口预测图



由上图可以看出,在不同的子系统中年龄初始阶段和末期,三个子系统死亡率还存在着较大的差异。模型中我们用映射关系得到三个系统年龄与死亡率对应关系。

**人口迁移函数** 经过对多年的年龄别迁移率的对比分析,我们发现随时间变化迁移人口中年龄组成没有明显差异,但在数量上有逐年增长的趋势。我们利用 matlab 的优化工具箱中的 cftool 工具,将 2002 年各年龄段迁移数进行拟合,在置信区间为 90% 的基础上,得出拟和迁移函数。

$$g(a, t) = \begin{cases} 1500(|a - 30| + 30) + (\sin(a) + \ln(t)/10), & a \in (0, 60], \\ 1200 \sin(a + t), & a = 0; a \in [60, 90]. \end{cases} \quad (14)$$

#### 4 人口预测结果与分析

利用宋健-于景元模型(1)(2)的离散化形式<sup>[9]</sup>,并将(3)-(15)式确定的各参数进行相应的离散化,死亡率直接采用图 1 的离散结果,就可以通过编程进行相应的人口预测,得到的具体结果如下:

##### 4.1 丁克现象的考虑与否对人口预测结果的影响

图 2 是丁克现象的考虑与否对人口预测结果影响的对比图。从人口走势图(图 2),我们能初步做出“中短期丁克现象对人口发展趋势有一定阻滞,长期丁克现象将对人口走势起到主导下降的作用”的判断。

中国人口大约在 2010 年左右不再按未考虑丁克现象的现有政策下人口发展预测进行增长,人口走势逐渐平稳下滑。这种现象可能会暂时缓解中国的人口压力。长期看来,中国人口受丁克现象的影响愈加明显,人口走势呈线性下降趋势。

##### 4.2 城镇乡人口及总人口的长短期预测

**中短期(至 2050 年)预测结果及分析** 农村人口呈拱形发展趋势,因为城市经济发展迅猛引起城乡预期收入差异增大,导致农民迁移到城市的动机变强,流入城市的人口增多,从而农村人口又有回落。城镇人口呈明显上升趋势,是因为资源承载力等原因,个别大城市人口趋于饱和,人口密度大引起的住房紧张促使人口向城市周边地区转移。城市人口出现了缓慢上升趋势,这是由于大量农民工的流入所致。由此可以看出,中国的城镇化速度非常快,虽然这在数值上平衡了一部分城市人口的缺失,但从长远看来,农民工的大量流入将使城市平均人口素质下降。

**针对丁克现象和人口迁移两个人口影响因素的对比分析** 在保持其它参数相同的条件下,为了进行对比研究,我们针对丁克现象和人口迁移分别进行了长期预测和短期预测,得到如图 4 的预测结果。

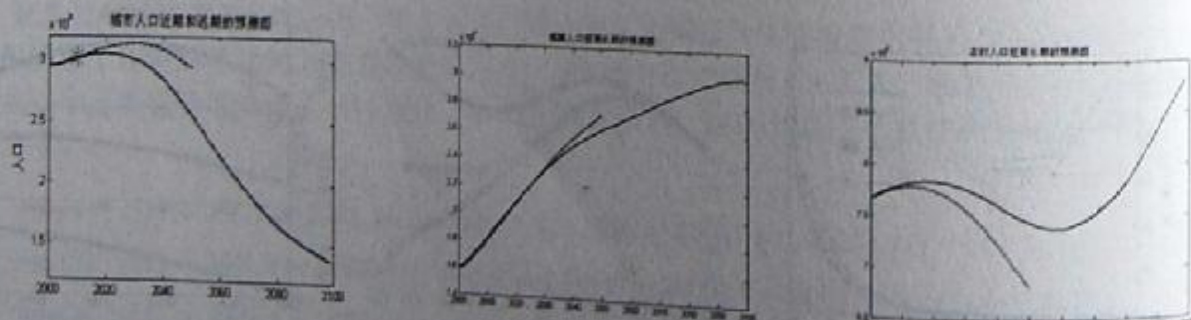


图4: 人口预测



图4中实线代表考虑丁克现象但未考虑迁移的长期预测结果, 虚线代表考虑迁移。但未考虑丁克现象的中短期预测结果。由于实线与虚线考虑的是不同的两套参数变化, 人口发展趋势自然会在一定的时间点上发生分叉。城镇乡三个子系统的分叉时间点各不相同, 这说明丁克现象与人口迁移在不同的系统中影响人口发展的程度和其起主导作用的起始时间各不相同。

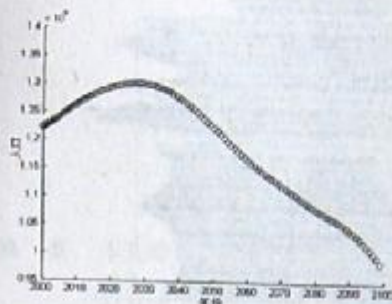


图5: 城镇乡年龄别死亡率

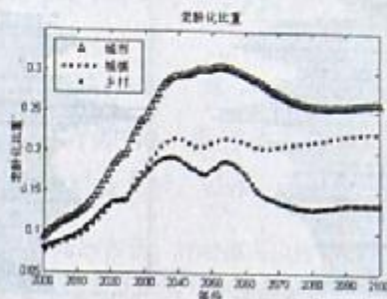


图6: 扩展丁克现象的影响

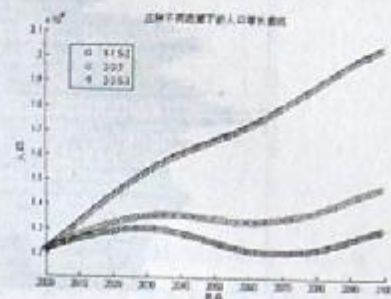


图7: 子系统人口预测图

### 长期(2050年至2100年)预测结果及分析

我们将分城镇乡的人口总量进行各年份上的加合, 得出了人口总量长期预测图, 结果表明, 中国人口将在2035年达到人口高峰, 随后平稳下降, 长期看来中国人口总量大致呈线性下降趋势。

### 4.3 人口老龄化

由图6可知, 城市、镇、乡村的老年人口比重在未来的50年内均在不断攀升, 其中城市的老龄化程度最为严重, 在2050年左右其老年人比重达到了现在的三倍以上, 乡村和镇也均在2倍左右。我们分析在老龄化进程中起关键作用的因素就是总和生育率, 城市因长期的低生育水平迎来了老年人口比重高峰。高峰之后, 老年人比重有所下降, 但仍然很高。

## 5 政策调整对人口发展预测结果的影响

基于上文对人口发展预测结果的分析, 我们得出了“依照现行生育政策, 中短期人口结构不协调, 长期人口结构将严重失衡”的结论。对此我们尝试调整总和生育率函数中的政策生育系数, 以试图弥补预测结果中人口发展不平衡的因素。总和生育率函数是随时间和政策变化的一个变量, 为保证总和生育率处在人口健康发展的区间内, 有必要随时间调整我国生育政策。然而生育政策的制定和执行有一定的延迟性, 政策不能单纯是时间的函数。因此, 为防止人口沿着模型中预测结果的走势发展下去, 在中短期制定出新的生育政策是必要的。表1为现行政策与本文提出的两套政策调整方案。

表1: 政策调整方案

	现行政策	政策调整方案一	政策调整方案二
城市	一孩	两孩	两孩
镇	一孩半	两孩	两孩半
乡村	两孩	两孩	三孩

按照模型的规定进行模拟, 对两种调整方案都得到了相应结果, 图9是“普遍生育两孩”的生育政策对应的年龄结构分布图。对比图8和图9, 可见新政策下年龄结构中低龄人数明显增加, 使年龄结构更合理, 说明适度回升的生育率, 在稳定低生育水平的前提下改善了人口结构, 人口总量也能够正常范围内小幅波动。



现行政策下, 预测出的人口高峰年 2035 年的年龄结构出现两大问题: 一是老龄人口的比重过大, 二是年龄分布不够协调。新政策下, 2035 年的 0-15 岁人口比重明显加大, 年龄结构基本稳定。

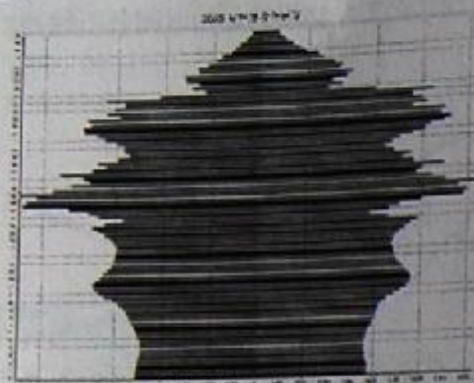


图8: 现行政策下的年龄结构

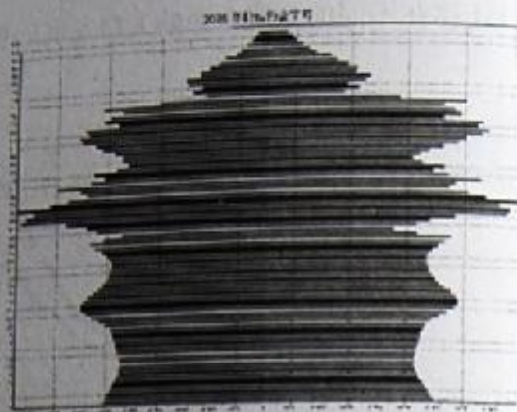


图9: 调整方案下的年龄结构

## 6 模型评价

模型优点是在宋健-于景元的人口发展模型的基础上, 考虑了扩展的丁克现象对总和生育率的影响, 并讨论了丁克现象对中国人口发展的影响趋势。本文的创新之处在于提出了考虑了扩展丁克现象影响的总和生育率函数、基于卡方分布函数的生育模式组合模型、死亡率分段函数和考虑了受经济-资源承载力双重影响的人口迁移模型。模型的缺点在于由于时间不足, 对数据的采集不够, 可能造成一定的误差。

### 参考文献:

- [1] 刘杰森. 社会学视野中的“丁克”家庭[J]. 社会, 2003, (3): 21
- [2] 刘改凤. 解析当今中国社会的丁克家庭[J]. 绥化师专学报, 2004, (2): 55-56
- [3] 肖爱树. 当代中国丁克家庭的社会历史学考察[J]. 苏州科技学院学报, 2004, (3): 59-60
- [4] 许珂. 丁克家庭的成因及社会功能分析[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2007, (03)
- [5] 帅江平. 生育模式概率分布模型的分析[J]. 人口研究, 1995, (03)
- [6] 郭志刚. 开展学术创新, 推动人口科学—兼评《21世纪中国人口系统模拟与决策》[J]. 市场与人口分析, 2002, (01)
- [7] 王承宽. 21世纪我国人口和计划生育管理问题研究[J]. 南京航空航天大学
- [8] 郭志刚. 关于生育政策调整的人口模拟方法探讨[J]. 中国人口科学, 2004, (02)
- [9] 袁振东. 数学建模[M]. 华东师范大学出版社

## DINK Phenomenon and Chinese Population Growth

SUN Lei, ZHAO Xing, LI Yun-hui

Advisor: HE Ming-feng

(School of Innovation Experiment, Dalian University of Technology, Dalian 116023)

**Abstract:** In this paper, we consider the less-bearing phenomenon in the multi-child birth policy region, and introduce the concept of the extended DINK concept. Based on the Song Jian- Yu Jingyuan population development model, we build three sub-models among city, town and countryside. We propose methods to determine the parameters of population such as fertility patterns, mortality and migration rate. As for the total fertility rate, except conventional correlation factors, we also introduce DINK expansion coefficients to reflect on the negative effects of population growth. Using the above model, we give the population prediction under the existing family planning policy. The result shows that the adjustment of fertility policy is in great necessity and urgency. In this respect, we propose two sets of adjustment policy programmes and make the population prediction, with the discussion of the extended DINK phenomenon in particular.

**Keywords:** Song-Yu population model; DINK phenomenon; sum of bearing rate