

文章编号:1006-4346(2003)02-0001-06

# 人口目标规划可行性分析方法与应用研究

王广州

(中国人口信息研究中心,北京 100081)

**摘要:**以人口普查汇总数据为基础,将人口分析方法与遗传优化建模方法相结合,提出人口与计划生育目标规划可行性分析方法。以人口普查汇总数据为例展示人口与计划生育目标规划可行性分析方法计算与分析过程。

**关键词:**目标规划;可行性分析;遗传算法;总和生育率

**中图分类号:**C92-03

**文献标识码:**A

## On the Feasibility Analysis Method and Application of Goal Planning of Population and Family Planning

WANG Guang-zhou

(China Population Information and Research Center, Beijing 100081, China)

**Abstract:** This paper based on the tabulation data of census combining the demographic analysis methods with genetic algorithms to discuss about the new method of goal planning of population and family planning. Taking the population census data as an example, this paper demonstrated the process and steps for the calculation process.

**Key words:** goal planning; feasibility analysis; genetic algorithms; age-specific fertility rate

### 1 研究背景

人口规划是区域发展规划的重要组成部分,是区域规划的基础。人口目标规划不仅与区域经济、社会、环境以及区域可持续发展密切相关,而且与人口系统自身的发展规律和发展过程密切相关。由于任何规划都离不开对规划目标的分析与研究,因此充分论证规划目标是规划研究工作的重要任务,只有切实可行的目标才能够成为指导今后行动的重要依据。人口目标规划也不例外。在人口目标规划过程中也需要对规划目标的可行性进行充分论证。

人口目标规划一方面是指导计划生育工作目标的重要组成部分,另一方面是计划生育相

收稿日期:2003-02-12

作者简介:王广州(1965-),男,中国人口信息研究中心研究人员。

关规划的重要基础。在具体工作与实践中,根据人口规划目标制订相应的人口政策,通过具体的人口政策实施来实现相应的人口目标,因此,人口目标与人口政策及相关服务之间的互动关系是人口目标实现的重要保障。可见,人口规划目标的设定必须从人口系统的自身特点出发,以人口发展规律为依据,将计划生育工作的数量目标与人口规划目标相结合。具体地,把规划目标分解为可操作的阶段性目标,并对目标的可行性进行深入、细致的分析,这不仅对制定和实施具有可操作性的人口与计划生育政策具有指导意义,而且对充分把握人口系统的发展过程具有很大的帮助。由于人口目标规划可行性分析方法的研究可以从数量特征方面把握人口与计划生育政策的实施过程和影响程度,因此该项研究有利于在更大的范围内开展与计划生育政策实施过程密切相关要素的变化过程研究。

虽然人口规划在区域规划中占据比较突出的位置,它不仅是区域发展规划研究的重要方面,而且也是人口研究的重要方面,但从已有研究文献来看,人口规划方法方面的研究却比较少。国内比较著名且有广泛影响的研究是蒋正华教授关于《人口分析与规划》和《区域人口与经济协调发展规划研究》等方面的研究。而国外由于社会、经济、文化和发展历史背景的不同,人口规划仅仅以人口预测为基础,是区域规划或城市规划的一部分,没有单独的人口与计划生育相结合的目标规划方面的专门研究。

从现有研究的文献可以看到,由于以往人口目标规划的具体实践中往往是以人口预测为基础,以人口发展历史过程为规划预测的根本点和出发点,因此,其分析与规划的结果虽然对区域发展研究具有较高的参考价值,但是,由于缺乏对目标实现的客观条件和相关政策实施过程进行科学有效的论证,因此,对规划目标的实施过程和必要条件缺乏可操作性的配套政策,因此,规划的实施方案或多或少具有一定的盲目性且显得比较粗糙。虽然蒋正华教授在《人口分析与规划》中对人口目标与计划生育工作目标之间的关系的数学表达方法进行了比较详细的论述,但仍旧缺乏比较详细和便于操作的计算方法。因此,对应用者来说在具体人口规划应用过程中仍面临很多困难。此外,第五次人口普查工作已经结束,全面、科学和有序的人口控制与规划工作将在全国范围内展开。在新数据的基础上,随着全国人口规划与计划研究工作的全面展开,目标规划的研究结果将成为人口政策制定的重要依据,并对今后一段时间计划生育工作产生重要的影响。然而,由于人口普查数据的详细结果刚刚全面发布,人口数据的质量和可靠程度需要进一步检验和修正。因此,对目标规划与分析方法的研究不仅可以对人口与计划生育目标规划本身具有重要意义,而且可以通过对历史数据的分析从一个侧面检验、分析第五次人口普查数据质量,为数据调整、分析与检验提供参考。基于上述研究背景和基本思路,本文试图将人口数量规划目标与人口系统本身的内在规律结合起来,探讨人口目标与计划生育行动、计划生育需求与服务之间的确切关系。从人口数量目标出发,分析人口与计划生育目标的实施过程和对对应龄妇女服务规模之间相互关系,最终目的在于基于人口系统的数量关系、特征和结果,为计划生育服务目标、规模研究提供参考。

## 2 方法

在一个封闭系统中,人口规划目标受出生人口和死亡人口两方面因素影响,由于死亡因素在短时间内相对稳定,数量特征比较确切,可以通过预测方法进行确定,不是人口目标规划和政策干预的目标,因此,出生人口数量目标便成为人口规划目标的决定性因素。人口目标与计划生育工作目标之间是通过出生人口数联系在一起。虽然可以通过近似计算的方法将总和生育率与出生人口数之间建立联系,也就是,把时期总和生育率通过与一般生育率(GFR)或粗

出生率(CBR)的近似关系,即:  $TFR \approx 30 \times GFR \approx 30 \times 4 \frac{1}{2} \times CBR$  等方法对总和生育率进行简捷的近似计算(David P. Smith, 1992; Samuel H. Preston, et al, 2001),但由于其假设条件太强或近似程度相对较差,因此在生育研究过程中受到一定的限制。然而,仅仅建立总和生育率和出生人口之间的关系对于人口目标规划来说是远远不够的。人口目标规划需要得到出生人口数与年龄别生育率之间建立确切的数量关系,才能对不同年龄别育龄妇女的生育过程和生育状况提供必要的服务、进行政策性干预和控制。由此可见,只有将人口与计划生育规划目标与年龄别生育率结合起来,才能为进一步制定具有可操作性的人口与计划生育政策奠定基础。

由于人口规划是对现有人口条件下的人口发展目标的指导,因此在规划目标人口中存在两个部分,即人口目标的确定部分和不确定部分。人口目标的确定部分是指已经出生的人口群体,而不确定部分则是指未来将要出生的人口部分。对于确定人口部分对未来人口规划目标的影响可以通过存活分析来确定,而对于不确定部分的分析和研究则相对比较复杂,它不仅涉及到对不确定部分进行对应目标的分解,还涉及到出生人口预测问题。通过出生人口预测将育龄妇女的年龄别生育率与人口规划目标联系在一起。

本项研究试图以人口普查数据为基础,将人口分析方法与遗传优化建模方法相结合对人口规划和计划生育目标的可行性进行分析。具体可行性进行分析方法需要解决的关键问题包括人口预测、人口规划目标的分解和根据出生人口目标运用遗传算法优化求解与之相对应的年龄别生育率等,最后根据年龄别生育率确定计划生育人口与服务目标。在上述几个部分中,人口预测模型主要解决解决各年度育龄妇女年龄结构问题;人口规划目标的分解是对现有目标不确定部分按时间序列分解。而通过遗传算法得到年龄别生育率和育龄妇女年龄结构相结合可以建立年龄别生育率与规划目标出生人口数之间的相互关系;将规划出生人口数与模型预测出生人口相结合得到遗传算法评估函数,解决遗传算法的目标优化问题,通过评估函数筛选得到最优年龄别生育率。根据对应的年龄别生育率预计相应的采取计划生育措施的育龄妇女人数与结构。简而言之,其具体计算步骤包括:对现有人口进行存活分析、人口规划目标设定与分解、基于遗传算法年龄别生育率优化模型建立和育龄妇女计划生育目标的确立四部分,下面本文将对上述四部分予以详细叙述。

## 2.1 对现有人口进行存活分析

对现有人口的存活分析方法实际是构造人口存活转移矩阵,通过人口存活分析确定人口规划目标中确定人口部分的估计。人口存活转移矩阵表达式为:

${}_n P_{t_2}(x+n) = {}_n P_{t_1}(x) \times [{}_n L(x+n) / {}_n L(x)]$ ; 式中  $x$  的取值范围是 0 岁到 100 岁;  ${}_n P_{t_1}(x)$  是在  $t_1$  时刻年龄在  $x$  岁至  $x+n$  岁的人口数;  ${}_n P_{t_2}(x+n)$  是在  $t_2$  时刻年龄在  $x+n$  岁至  $x+2n$  岁的人口数;  ${}_n L(x)$  确切年龄在  $x$  至  $x+n$  队列存活人年数;  ${}_n L(x+n)$  确切年龄在  $x+n$  至  $x+2n$  队列存活人年数。

虽然对年龄别育龄妇女的预测分析是人口预测的一部分,但对年龄别育龄妇女的预测具有特殊性,其特殊性表现为:如果预测期限较短的话,如小于 15 年,对年龄别育龄妇女人口的变化趋势的预测只与年龄别人口死亡参数估计密切相关,与生育率参数估计关系不大或毫无关系。其原因在于,未来各年龄组年龄别育龄妇女人口已经出生,因此,对年龄别育龄妇女人口预测,实际上是对现有人口进行存活分析,而不需要考虑新增人口状况。同样道理,即便预测期

限超过15年,那么,对未来年龄别育龄妇女人口的预测分析只有低年龄组年龄别育龄妇女人口与出生有关。此外,由于人口死亡在短期内相对比较稳定且变化趋势比较确切,因此,整个年龄别育龄妇女人口预测分析精度相对较高。由于对育龄妇女的存活分析不仅影响人口规划中确定部分人口总量,而且影响不确定部分人口——出生人口状况,因此,育龄妇女人口预测的精度直接影响目标规划的可行性分析。

## 2.2 人口规划目标设定与分解

由于人口规划目标由确定部分和不确定部分组成,因此,人口目标规划研究实际上是对不确定人口部分与人口规划目标之间关系的探讨和研究。对人口规划目标的不确定部分的分解既要考虑目标实现的时间特征,又要考虑目标实现的人口特征。由于从人口特征本身来看,生育过程受育龄妇女的数量和结构两方面因素影响,因此在人口规划目标的分解过程中考虑的重要因素包括育龄妇女人数和平均年龄。一方面,育龄妇女规模大小是影响生育规模的重要因素,另一方面,育龄妇女的年龄构成则是影响相应生育进度和水平的重要因素。只有考虑到上述两方面因素的影响才能既保持生育水平的相对稳定,又使人口规划目标实现的难度分解。当人口规划总目标设定后,人口目标的实现过程实际上是一个目标优化的过程。优化目标根据研究的问题不同而不同,如可以设定总和生育率处于比较稳定的状态,也可以设定出生人口规模处于比较稳定的状态,还可以设定规划期末新增出生人口规模稳定等。本文以出生人口规模和出生性别比处于比较稳定的状态来分解总规划目标,具体分解算法为:

$$P_0 = (T_{pop} - T_0) \left( \sum_{i=0}^{\infty} ({}_nL_x^m / {}_nL_0^m + ({}_nL_x^f / {}_nL_0^f) \times (1/SR)) \right)^{-1}$$

式中 $P_0$ 为规划期内每年出生人口规模; $T_{pop}$ 为规划期末总人口规模, $T_0$ 为规划期初现有人口且存活到规划期末的总人口规模; ${}_nL_x^m$ 为男性人口确切年龄在 $x$ 至 $x+n$ 队列存活人年数, ${}_nL_0^m$ 为男性人口确切年龄在0至 $n$ 队列存活人年数; ${}_nL_x^f$ 为女性人口确切年龄在 $x$ 至 $x+n$ 队列存活人年数, ${}_nL_0^f$ 为女性人口确切年龄在0至 $n$ 队列存活人年数; $SR$ 为出生性别比。

## 2.3 基于遗传算法年龄别生育率优化模型建立

遗传算法(Genetic Algorithms)是以生物进化机制为基础,通过计算机数值模拟方法来构造人工系统仿真模型,是运用计算机科学技术,采用生物进化理论解决组合优化等复杂问题的有效方法。遗传算法的具体算法和计算步骤和过程参见文献(刘勇等,2000;潘正君等,2000;邢文训等,2001;刘宝璇等,2001)。

由于可以把目标规划出生人口数作为优化目标,通过育龄妇女年龄结构和年龄别生育率建立出生人口预测模型,将规划目标与预测结果的吻合程度作为优化目标的判别函数,来筛选遗传算法中的染色体的好坏。也就是将规划出生人口作为优化目标,把对年龄别生育率的间接估计问题转化为基于遗传算法的全局优化求解问题,通过遗传算法不断地筛选较好的染色体(年龄别生育率),最终找到能够满足人口规划出生人口数与人口预测出生人口数相吻合的年龄别生育率,具体建模方法和年龄别生育率估计的具体实施步骤见文献(王广州,2002)。

## 2.4 育龄妇女计划生育工作实施目标的确立

由于可以将哈特莱特人(Hutterites)年龄别生育率近似地看作是一种自然生育率模式,因此和规划期内年龄别生育率进行比较得到育龄妇女潜在的生育率,与潜在生育率相对应的育龄妇女就是需要采取生育干预与控制的育龄妇女群体。具体育龄妇女计划生育工作目标的计算方法为:

$$T_c = \left( \sum_{x=15}^{49} (({}_nF_x^H - {}_n f_x) X \cdot {}_n W_x) \right)$$

上式中  $T_c$  为育龄妇女计划生育目标人口数;  ${}_n F_x^H$  为哈特莱特人(Hutterites)确切年龄在  $x$  岁和  $x+n$  岁之间的育龄妇女年龄别生育率,  ${}_n f_x$  为确切年龄在  $x$  岁和  $x+n$  岁之间的育龄妇女年龄别生育率;  ${}_n W_x$  为确切年龄在  $x$  岁和  $x+n$  岁之间的育龄妇女人口数。

### 3 应用实例

运用人口普查数据,可以对未来人口目标的实施过程进行可行性分析。为了更进一步阐述人口与计划生育目标规划实施过程和目标人口规划可行性分析方法的原理和计算过程,下面本文以1990年人口普查数据为例,以2000年全国总人口目标假定为12.6亿、12.5亿和12.4亿为规划目标来进一步展示上述分析方法数据需求、基本参数设定和实施过程。

首先,对1990年人口至2000年人口存活状态进行分析。确定规划期内确定人口部分和育龄妇女的年龄结构。育龄妇女的基本情况的计算结果见表1。

第二,假定1991年至2000年各年度出生人口规模不变,计算各年度出生人口数。如每年的出生人口规模为2065万。计算方法见2.2。

第三,根据各年度出生人口目标,运用遗传优化算法得到各对应年份的年龄别生育率,如可以计算2000年目标规划年龄别生育率(详细情况见图1)。具体遗传算法优化模型的建立方法和实施步骤见文献(王广州,2002)。

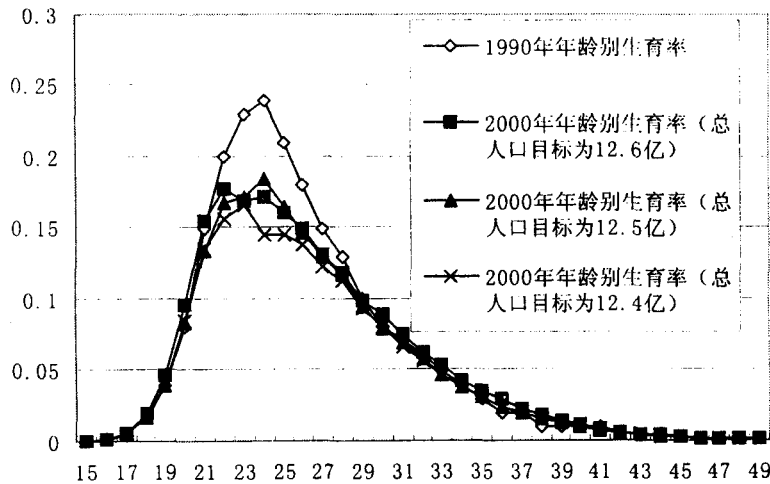


图1 2000年育龄妇女规划目标年龄别生育率

最后,以哈特莱特生育模式和生育水平为潜在生育水平,计算各年度育龄妇女需要采取生育干预的人口规模和结构,具体结果见表1。

从以上实例我们可以看到,通过上述分析方法将人口目标规划与计划生育具体实施过程及其相互关系比较确切的反映出来。但由于存活分析和低年龄组人口普查漏报的误差可能影响对育龄妇女和存活人口的估计。相关研究表明,由于人口普查的误差分布特征和误差相抵(王广州,2001)等原因对生育率的估计误差不会很大。

表1 1991年—2000年育龄妇女生育过程分析

	总和生育率			育龄妇女 (万人)	育龄妇女 平均年龄(岁)	采取避孕措施育龄妇女规模(万人) <sup>①</sup>		
	12.4亿	12.5亿	12.6亿			12.4亿	12.5亿	12.6亿
1991	1.78	1.87	1.99	30635	29.03	10063	9959	9856
1992	1.74	1.83	1.94	31132	29.27	10279	10179	10074
1993	1.71	1.80	1.91	31566	29.52	10452	10348	10244
1994	1.69	1.78	1.88	31989	29.81	10573	10469	10368
1995	1.69	1.77	1.87	32407	30.07	10657	10554	10452
1996	1.69	1.77	1.87	32791	30.33	10697	10590	10488
1997	1.70	1.79	1.89	33091	30.60	10692	10586	10483
1998	1.72	1.81	1.91	33538	30.77	10680	10574	10471
1999	1.75	1.85	1.95	33873	30.98	10668	10561	10459
2000	1.79	1.88	1.98	34123	31.20	10664	10557	10453

注释:

①采取避孕措施育龄妇女系指当年有生育风险需成功采取避孕措施育龄妇女人数。

参考文献:

[1]蒋正华. 人口分析与规划[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1984.  
 [2]蒋正华、杨林军等. 区域人口与经济协调发展规划研究[M]. 北京:中国展望出版社,1987.  
 [3]David P. Smith, *Formal Demography*, Plenum Press 1992.  
 [4]Samuel H. Preston, Patrick Heuveline and Michel Guillot, *Demography—Measuring and Modeling Population Processes*, Blackwell Publishers Ltd 2001.  
 [5]王广州. 年龄别生育率与总和生育率间接估计方法与应用研究[J]. 中国人口科学, 2002, (3).  
 [6]王广州. 人口年龄结构间接估计方法与应用研究[J]. 中国人口科学, 2001, (5).  
 [7]刘勇、康立山、陈毓屏. 非数值并行算法——遗传算法[M]. 北京:科学出版社, 2000.  
 [8]潘正君、康立山、陈毓屏. 演化计算[M]. 北京:清华大学出版社, 广西科技出版社, 2000.  
 [9]邢文训、谢金星. 现代优化计算方法[M]. 清华大学出版社, 2001.  
 [10]刘宝锭、赵瑞清. 随机规划与模糊规划[M]. 清华大学出版社, 2001.  
 [11]国务院人口普查办公室, 国家统计局人口统计司. 中国1990年人口普查资料[Z]. 北京:中国统计出版社, 1993.

[责任编辑:陈功]

(上接第74页)

参考文献:

[1]Weeks, John R. 2002. *Population*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.  
 [2]同[1].  
 [3]U. S. Bureau of the Census 2000. *Statistics Abstract of the United States*; 1999. Washington, D. C. : U. S. Government Printing Offices.  
 [4]Hillier, Susan and Barrow, Georgia, 1999. *Aging, the Individual, and Society*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.  
 [5]Dean, A., B. Kolodny and P. Wood. 1990. "Effects of social support from various sources on depression in elderly persons." *Journal of Health and Social Behavior* 31:148-161. [责任编辑:顾鉴塘]