

2010 年北京市流动人口预测

李永浮¹, 鲁 奇², 周成虎²

(1. 清华大学人居环境研究中心, 北京 100084; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 针对北京市流动人口样本数据量小、不连续等特点, 本文采用 Logistic 曲线拟合和等维递补灰色预测理论, 预测“十一五”期间北京流动人口的增长情况。首先, 通过 Logistic 曲线拟合与外推, 掌握流动人口增长的总趋势; 其次, 选定不同长度的人口序列以建立多个等维递补灰色模型, 检验并分析各种预测结果的合理性与不足; 最终确定北京市流动人口增长预测的高、中、低方案。实践表明, 灰色等维递补预测法对“小样本”、“贫信息”的人口预测是切实可行的。

关键词: 流动人口; 灰色系统理论, 等维递补灰预测; Logistic 模型

文章编号: 1000-0585(2006)01-0131-10

1 引言

人口迁移流动是指人的居住位置发生了跨越某一地区界线的空间移动。在我国, 人口迁移与人口流动的根本区别在于前者的户籍登记地发生相应改变。流动人口是指那些户籍未经变化的临时性移民, 即离开常住户口所在地, 在另一行政区域内停留居住并从事各种活动的人口, 包括暂住人口和非暂住人口。因为统计口径不同(时间长短和行政区域范围大小), 流动人口统计量也随之变化。

人口迁移流动既是人口系统发展过程中的一种规律性的人口现象, 本质上更是一种社会经济现象, 其发生与发展必将引发社会经济系统的连锁反应。一个多世纪以来, 人口学、地理学、经济学和社会学等众多学科都对人口迁移流动的成因、机制及运动规律进行过探讨, 产生了许多有深远影响的理论模式, 虽然各自研究侧重点存在差别^[1~8]。

人口迁移流动的开山之作是雷文斯坦(E. G. Ravenstein, 1985)的《人口迁移规律》, 雷氏在论文中提出人口迁移的 7 条规律, 概括迁移流向及迁移者的某些特征, 探讨迁移成因和影响因素(距离、性别、城乡类型、技术水平、经济水平等), 并首次分析迁移动机。毋庸置疑, 这篇地理学家的杰作对人口学和人口迁移流动研究有着巨大的贡献。

引力模型是美国社会学家吉佛(G. K. Zipf, 1949)提出。他认为: 两地间的迁移总人数 M_{ij} 与两地人口数的乘积 $P_i P_j$ 成正比, 与两地距离 D_{ij} 成反比。此后, 美国人口学家罗理对引力模型进行改进, 用若干宏观经济指标反映人口迁移规律。可以说, 引力模型为人口迁移规律研究从定性描述转向定量计算作出了重要贡献。

发展经济学同样关注发展中国家的人口迁移流动问题, 相继建立多个人口迁移模型。

收稿日期: 2005-04-03; 修订日期: 2005-08-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70173022); 中国—欧盟科技合作项目 EU-INCO-DEY(SUSDEY-CHINA)(ICA4-CT-2002-10004)

作者简介: 李永浮(1970-), 男, 江苏连云港人, 在站博士后。从事区域与城市规划、城市地理信息系统和城市经济研究。E-mail: liyongfu@tsinghua.edu.cn

其中,“刘易斯—费景汉—拉尼斯人口流动模型”是在英国经济学家刘易斯人口迁移模型的基础上,经美国耶鲁大学费景汉和拉尼斯修正而成。美国发展经济学家托达罗(M. P. Todaro)则针对农村人口流入城市与城市零售业同步增长的矛盾,提出了著名的“托达罗人口流动模型”:农业劳动者迁入城市的动机决定于城乡预期收入差异(d),而非实际收入,差异越大则流入城市的人口数量(M)越多,即: $M=f(d), f' > 0$ 。由于预期收入是预期实际收入与预期就业概率的乘积,故此,托达罗模型成功构建了人口迁移量与城市就业概率与城乡收入差异之间的联系,强调预期是它与传统人口流动模式的主要差别^[9]。

社会网络分析法也在人口流动研究得到应用。社会网络分析发端于英国人类学,后来美国社会心理学家莫雷诺(Moreno),1932年创建社会测量学为其奠定计量分析基础。社会网络分析通过对实体、关系、网络在形式上和内容上进行严格的定义和归纳,从而可用数学方法定量描述社会网络,基本方法有图示法、矩阵法和多元统计分析法^[10]。目前,社会网络分析法已成为收集定量资料与测量社会网络变量的必备工具,进而从一种量化社会关系的具体方法发展成为一种社会网络理论框架。自我中心网络分析是社会网络分析两个分支研究之一,它以网络范围、网络密度及网络多元性、强弱联系等为核心概念,以个体行为如何受到其人际网络的影响及个体如何通过人际网络结合成社会团体为主要研究内容,在社区、社会阶层、流动人口、社会变迁等整个社会学研究领域都有着广泛应用。有关寻找职业的社会网络分析就是自我中心网络分析在人口迁移流动研究中的典型运用。

此外,比较著名的理论模式还有:推—拉理论、成本—效益理论、流转理论、人类生态理论、生命周期理论等。20世纪90年代初以来,我国学者也从不同角度展开了人口迁移流动研究,并取得可喜成果^[10~17]。但就总体来看,上述理论模式多偏重于定性说明与解释;即便有数学模型,也因过于简单(仅考虑两个地区间的人口流动),或数据获取困难,而无助于城市流动人口的定量预测。目前,流动人口定量预测方法可粗分为两类:因素解析法和趋势预测法。所谓因素解析法,就是先剖析流动人口的内部结构(例如,性别结构、年龄结构、就业结构等),将全部流动人口划分为若干组成部分,再分别对各个部分作预测,最后汇总求得流动人口的总量。相反,趋势预测法就是只分析以往流动人口的总量数据资料,运用数学方法揭示其数量变化规律,进而外推出未来一段时期的变化趋势。例如,数学函数拟合法(线性函数、指数函数、Logistic曲线等)、GM(1,1)模型、神经网络预测法,等等。此外,也可根据常住人口与流动人口之比例来推断未来流动人口数量,由于此法误差太大,一般不用。

在实际研究工作中,上述两类方法都有运用的案例^[18~24],有成功也有失败。但是,倘若系统的结构复杂,影响因素众多且相互交织在一起,或者系统各个部分变化剧烈,难以预料,那么趋势预测法所固有的整体性思维的优势就将突显出来,预测结果往往较为理想。正是基于上述思想,本文综合运用等维递补灰色预测法和Logistic曲线拟合法,建模预测北京市流动人口在“十一五”期间的增长变动趋势。

2 理论方法

2.1 灰色理论与灰预测

灰色理论是由我国学者邓聚龙于20世纪80年代前期提出、用于控制和预测的新理论和新技术。与研究“随机不确定性”的概率统计和研究“认知不确定性”的模糊数学不

同,灰色系统理论的研究对象是“部分信息已知,部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”的不确定性系统。其次,一般统计方法依据随机原则进行抽样调查,以获取大量样本;而灰色理论则遵循现实优先的原则,即注重对系统未来发展趋势起主导作用的现实信息。再者,灰色系统模型对试验观测数据及其分布并无特殊要求和限制。综上所述,灰色理论并不要求大量的历史数据,甚至有 3~4 个数据即可建模预测^[25]。

灰色理论已初步形成了较为完善的一套模型、方法和技术体系^[26]。灰色预测是其中的重要应用之一,主要包括数列预测、系统协调预测、突变预测、季节灾变预测和拓扑预测等。灰色数列预测主要是指利用 GM 模型,对系统的时间序列进行数量大小的预测。灰色数列预测属单数列的预测——只运用预测对象自身的时间序列,而与预测对象相关联的其他因素没有参与运算和建模。因此,灰色数列预测特别适用于因素众多、结构复杂、互补性好、涉及面广、层次较高、综合性强的社会经济系统及其主行为特征的预测^[25]。例如,人口预测、劳力预测、产品产量预测、各业产值预测及病虫害发生趋势预测等。

一般情况下,通过数据序列长度的取舍以获得不同的预测结果,从而组成一个预测灰区间——灰靶,供决策者选择使用。倘若数据序列较短(4~5 个),便难以建立长期的预测模型;数据变化较大,模型所得灰区间过大而失去意义;系统明显受外部因素的控制与干扰,等等。如此种种情况,都会导致 GM(1,1) 模型的直接预测结果差强人意。此时,可用“等维递补灰预测法”弥补直接建模法之不足。

2.2 等维递补灰预测法

2.2.1 等维递补灰预测法的原理

所谓“等维灰数递补动态预测”,是指只用已知数列建立的 GM(1,1) 模型之第一个预测值,而非全部采用。将其补充在已知数列之后,同时为不增加数据序列的长度,去掉数列的第一个已知数值,保持数据序列的等长(等维),建立新的 GM(1,1) 模型以预测下一个值,再将预测值加入到数据序列之后,同时去掉该数列的第一个数据。如此逐个预测,依次递补,直到完成预测目的或达到一定的精度要求为止^[27,28]。所以,等维递补灰预测法的优势可概括为两个方面。

首先,及时补充和利用新的信息,提高灰色区间的白化度,即使是预测灰数,在多数情况下也是有效信息。当然,这种递补并非无止境的,因为灰度也随着递补次数的增加而增大,有用信息量在减少。

其次,每预测一步灰参数做一次修正,模型得到改进。如此一来,在灰参数不断修正的同时,模型也逐步改进,因而预测值都产生于动态之中。

2.2.2 数据预处理

等维序列预测适合于对增长迅猛的时间序列进行数量大小的预测,为减低原始数据随机波动影响,先要对原始数据进行平滑处理,这里采用三点平滑法。

为了避免小数循环,采用如下公式计算。

$$X^{(0)}(t) = \{X^{(0)}(t-1) + 2X(t) + X(t+1)\} / 4$$

两个端点分别为: $X^{(0)}(1) = \{3X^{(0)}(1) + X^{(0)}(2)\} / 4$

$$X^{(0)}(m) = \{X^{(0)}(m-1) + 3X^{(0)}(m)\} / 4$$

2.2.3 数列 $X^{(0)}$ 建模的可行性检验

对于欲建模的数列 $X^{(0)}$,可否建立精度较高的 GM(1,1) 模型,一般用 $X^{(0)}$ 级比 $\sigma^{(0)}(k)$ 的大小与所属区间,即其覆盖来判断^[26]。若级比 $\sigma^{(0)}(k)$ 满足: $\sigma^{(0)}(k) \in (e^{-2/n+1}, e^{2/n+1})$,

其中, $\sigma^{(0)}(k) = X^{(0)}(k-1) / X^{(0)}(k)$

则认为该数列 $X^{(0)}$ 可作 GM(1,1) 建模。

3 北京流动人口数据的特点与选择

首先, 样本数据不连续。从 1976~2000 年间, 北京市流动人口的调查统计是间断性的, 无法建立一个完整的时间序列; 自 2001 年北京市才开始流动人口的动态监测, 加之 2000 年的第五次人口普查所提供的流动人口资料, 方可构建 2000~2003 年的流动人口短时间序列。其次, 样本数据量偏小, 信息量少。1976~2003 年间, 样本数据共有 13 个。

显然, 上述数据量少、残缺不全和不连续等特点, 造成普通的时间序列建模和预测方法无法使用。但是, 依据灰色预测的短序列、现时性和贫信息(难以准确界定影响因素及其影响大小)等特点, 易知灰色数列预测法对北京市流动人口预测较为合适。而且, 将多个预测模型结合使用, 可提高预测的准确性与可信度。为此, 本文依据建模要求, 对现有数据进行选择与处理, 然后采用灰色数列等维递补法建模并预测; 此外, 辅以 Logistic 曲线拟合预测法, 最终确定北京市未来流动人口的变动情况。建模所用数据与方法如下。

(1) 用 1976~2003 年间的全部数据(1994 年除外)(见表 1), 进行 Logistic 曲线拟合、外推。城市环境容量有限, 流动人口增长率也随着密度上升而降低。因为城市流动人口系统就如同生态系统中的种群, 其数量增长理应符合“与密度有关的种群增长模型”^[29], 这种“慢—快—慢”的增长变化趋势可用生长曲线来描述, Logistic 曲线是其中最为典型的一种。所以, 本文通过 Logistic 曲线拟合与外推, 确定流动人口变动的总体趋势, 以辅助灰色预测。由于各种原因所致, 1994 年的流动人口数值过大, 从 28 年的全过程和实际拟合结果来看, 它是一个异常值。所以, 作 Logistic 曲线拟合时将 1994 年流动人口数据忽略不用。

(2) 通过插值运算求得 1998 和 1999 年的流动人口总数, 从而建立 1997~2003 年的连续序列, 再用等维递补法建模预测。之所以选择 1997~2003 年时间段, 主要原因有: 遵循“现实信息优先原则”; 1997 年数据为外来人口普查数据, 比较准确可信; 灰色建模维数不宜太大, 5~8 个数据较为适宜。研究表明, 数列维度(即数列的长度)不等则预测结果必然不同^[30]。所以, 应采用“变长等维递补灰色预测”——分别采用不同维数的数列来建模, 并通过实际值的检验以确定适宜的序列长度及预测模型。

(3) 采用 2000~2003 年的 4 个短序列数据构建等维递补灰色模型。因为这 4 年数据是通过人口普查(2000)和动态监测(2001~2003)所获得, 可信度高; 它们是最新数据, 所含信息量最大, 对未来影响也最强; 4 个数据已满足灰色建模的要求, 用“小样本”数据作预测恰恰是等维递补灰色预测法的特长。

表 1 北京市流动人口增长情况(1976~2003)

Tab. 1 The increase of floating population in Beijing (1976-2003)

年 份	流动人口(万)	年 份	流动人口(万)
1976	17.11	1994	287.7
1979	26.49	1997	242.4
1984	70	2000	308.4
1985	87	2001	328.1
1987	115	2002	386.6
1988	133	2003	409.5
1990	200		

数据来源: 1976、1979 和 1988 年流动人口数据来自冯晓英的《北京地区流动人口的演变及其特征》; 1984、1985 和 1987 年来自张庆五:《关于城市流动人口问题的思考》; 1990 年流动人口数据来自《1990 北京市第四次人口普查资料》; 1994 流动人口数据来自《1994 年北京市流动人口调查资料》; 1997 年流动人口数据来自《1997 北京市外来人口普查资料》; 2000 年流动人口数据来自《2000 北京市第五次人口普查资料》; 2001~2003 年的流动人口数据来自《2001~2003 年北京市流动人口动态监测调查数据公报》。

4 数据分析、建模与预测

4.1 1976~2003 年的 Logistic 曲线拟合与预测

Logistic 曲线拟合法，实质就是以时间 T 为自变量建立的回归模型——倾向线的拟合。由于流动人口增长符合生态系统中种群的增长变动规律，故其总体趋势为非线性的 S 型增长。S 型增长曲线主要有 Logistic 曲线和 Gompertz 曲线。由于 Gompertz 曲线更适用于拟合与预测那些本身发展密切依赖于人口数量的增减和居民消费能力高低的产业的发展过程、Gompertz 曲线趋于极限 L 的速度较慢^[31]，而且用它们对北京市流动人口的拟合效果十分相近，所以选用 Logistic 曲线更为合适。本文 Logistic 曲线拟合是在 DPS 数据处理系统辅助下完成的^[32]，它采用非线性最小二乘法（Marquardt 法），从而避免在估计 K, a, r 值时的相互依赖性，使曲线参数有客观标准，拟合精度大大提高。

4.1.1 曲线拟合与外推

$$y = K / (1 + a \times \exp(-rt)) \quad (1)$$

这个 Logistic 曲线方程是美国生物学家和人口统计学家 Pear，在大量研究生物繁殖和生长过程、各国人口增长情况之后所提出的，它是用于模拟生长过程的数学模型。

采用表 1 中的数据（1994 年除外），用 DPS 软件作拟合所得的 Logistic 曲线方程为：

$$y = 789.6252 / (1 + 23.5601 \times \exp(-0.112445 \times t)) \quad (2)$$

其中，确定系数较大 ($R^2 = 0.9731$)，

回归方程统计检验达极显著水平 ($P < 0.001$)，结合回归图（图 1）判断，认为拟合效果较为满意。将该模型用于外推预测，所得结果见表 2。

表 2 基于 Logistic 曲线拟合法的北京市流动人口预测（2004~2010）

Tab. 2 The prediction for Beijing's floating population based on Logistic model (2004~2010)

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
流动人口预测值 (万人)	414.8	436.9	458.6	480.0	500.9	521.2	540.8

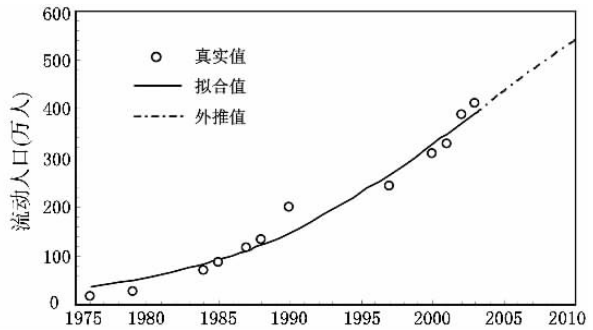


图 1 北京市流动人口 Logistic 曲线拟合与外推(2004~2010)

Fig. 1 The prediction for Beijing's floating population based on Logistic model (2004~2010)

4.1.2 Logistic 模型的启示

由于 Logistic 模型是基于长期数据所建立的，它所反映的是渐进式变化趋势，而排除了随机变动部分。所以，用该模型所作的外推结果数值偏小，趋于保守。在该模型中， $K = 789.6252$ 万人，K 的理论意义是曲线的水平渐近线，此外代表流动人口总数的增长极限，从北京城市环境容量来看，这个结果符合实际情况。

对于 Logistic 模型 $y = K / (1 + a \times \exp(-rt))$ ，将其在区间 $(0, K)$ 中的拐点记为 (t_r, y_r) ，易知： $t_r = \ln a / r$ ， $y_r = K / 2$ 。拐点是事物有高速发展变为缓慢发展的转折点，在拐点之后则意味着事物的发展速度逐渐减慢，处于发展和成熟阶段。在北京市流动人口 Logistic 模型中，其拐点为 $(28.0987, 394.8126)$ ，这说明北京流动人口增长在第 28 年(2003 年)和第 29 年(2004 年)之间增长速度最快；这之前为快速发展阶段，呈加速发展状态，

这个结果完全符合 2003 年之前的流动人口增长情况。

显然, 2004 年之后的流动人口变动的总体趋势应该是逐渐减慢。所以, 在做灰色建模预测时, 流动人口增长率也应该呈逐渐降低的渐变过程, 才是符合实际情况的。下面所建立的多个灰色模型都充分考虑到这一点, 以求预测更为准确可靠。

4.2 2000~2003 年的短序列灰色建模与预测

4.2.1 数据处理与检测 首先, 为了减弱数据随机波动的不利影响, 对 2000~2003 的数列 $X^{(0)}$ 采用三点滑动平均法处理, 方法见 2.2.2, 三点滑动平均后的序列 $X^{(1)}$ 为:

313.325 (2000 年), 337.8 (2001 年), 377.7 (2002), 403.775 (2003 年)

其次, 对序列 $X^{(1)}$ 进行级比检验, 具体步骤见 2.2.3。所得结果为:

$\sigma = (\sigma(1), \sigma(2), \sigma(3)) = (0.927545885, 0.894360604, 0.935421955) \in (0.67, 1.49)$

显然, 数列 $X^{(1)}$ 建立 GM(1,1) 模型是完全满足建模条件的。

4.2.2 数据建模与预测 采用序列 $X^{(1)}$, 运用等维递补灰色动态法, 建立 GM(1,1) 模型并预测。预测结果, 2010 年的流动人口为 543 万, 而增长率降至 2.47%。这显示出模型的收敛较快, 即流动人口年增长率的迅速降低。所以, 该模型的预测结果偏低。

模型系数		年增长率	预测结果
$\hat{a} = 0.0878$	$\hat{u} = 298.363$	$Z = 9.18$	$X_0(2004) = 442.6909$
$\hat{a} = 0.0691$	$\hat{u} = 343.385$	$Z = 7.15$	$X_0(2005) = 466.3023$
$\hat{a} = 0.0550$	$\hat{u} = 380.760$	$Z = 5.66$	$X_0(2006) = 487.501$
$\hat{a} = 0.0451$	$\hat{u} = 413.185$	$Z = 4.62$	$X_0(2007) = 505.5674$
$\hat{a} = 0.0364$	$\hat{u} = 442.142$	$Z = 3.71$	$X_0(2008) = 520.5401$
$\hat{a} = 0.0299$	$\hat{u} = 466.479$	$Z = 3.03$	$X_0(2009) = 533.3243$
$\hat{a} = 0.0244$	$\hat{u} = 487.538$	$Z = 2.47$	$X_0(2010) = 543.9707$

4.3 1997~2003 年的变长等维灰色建模与预测

4.3.1 数据处理与检测 首先, 对 1998 和 1999 年的流动人口数据进行插值运算, 得到 1997~2003 年流动人口序列 $X^{(0)}$ 为:

$X^{(0)} = (242.4, 264.4, 286.4, 308.4, 328.1, 386.6, 409.5)$

其次, 对序列 $X^{(0)}$ 进行三点滑动平均以减弱其随机性, 所得序列 $X^{(1)}$ 为:

$X^{(1)} = (247.9, 264.4, 286.4, 307.8, 337.8, 377.7, 403.8)$

然后对数列 $X^{(1)}$ 进行级比检验, 以检验其建立 GM(1,1) 模型的可行性。结果为:

$\sigma = (\sigma(1), \sigma(2), \dots, \sigma(6)) = (0.938, 0.923, 0.930, 0.911, 0.894, 0.935) \in (0.7788, 1.284)$

结果表明, 用数列 $X^{(1)}$ 建立 GM(1,1) 模型是完全可行的。

4.3.2 数据建模与预测 如前所述, 采用不同长度的数列建模, 所得预测结果会有不同。究竟采用几维序列建立灰色模型呢? 经验表明, 灰色建模的数据长度不宜过大, 5~8 个数据较为适宜。故此, 笔者分别采用了五维、六维和七维序列来建模预测 (方法同上, 从略), 得到结果见表 3。

从表 3 的预测值来看, 4 套方案的最终结果悬殊较大。前二个模型的预测值在 600 万左右 (2010 年), 且 2003 年的预测值与真实值较为接近; 而后两个预测结果达到 650 万人及以上 (2010 年), 它们的增长速度始终保持在 7% 和 6% 以上, 所以结果偏大。

表 3 基于等维递补灰色法的北京市流动人口预测 (2004~2010)

Tab. 3 The prediction for Beijing's floating population based

on several isodimensionally fill-vacancies-in-the-proper-order grey system models (2004~2010)

年 份	1997~2002(六维)		1998~2002(五维)		1997~2003(七维)		1998~2003(六维)	
	增长率 (%)	预测值 (万人)	增长率 (%)	预测值 (万人)	增长率 (%)	预测值 (万人)	增长率 (%)	预测值 (万人)
2003	8.94	401.5	9.25	403.7	—	—	—	—
2004	8.89	436.2	9.16	439.3	9.12	441.3	9.32	443.0
2005	8.57	470.8	8.22	470.3	9.00	479.3	9.09	480.8
2006	7.89	503.3	7.06	496.7	8.75	518.4	8.42	516.6
2007	7.15	523.1	6.28	524.0	8.24	556.6	7.63	549.2
2008	6.69	565.8	5.64	549.1	7.69	593.0	7.09	584.4
2009	6.28	597.2	4.97	572.2	7.33	633.4	6.65	619.0
2010	5.79	627.4	4.46	594.2	7.05	674.0	6.14	652.2

4.4 预测结果

流动人口的增长变化因受到多种因素的影响,其预测结果往往不是某个确定值,而只是一个变动区间。故此,下面为 2010 年北京流动人口的预测确定高、中、低方案。

(1) 低方案通过 Logistic 曲线拟合与外推,所得结果是流动人口变动的总趋势,结果偏于保守;同时,用 2000~2003 年数据建立短序列灰色模型所得的预测结果,收敛较快——2009 年和 2010 年的年增长率分别降至 3.03% 和 2.47%,此结果也偏低;而且,两种预测结果几乎完全相等。所以可将 540 万(2010 年)确定为低方案。这个方案只有在流动人口控制得力,经济发展无大波动的情况下才有可能实现。

(2) 中方案 2004 年之后,尽管北京市流动人口增长呈现逐渐减慢的趋势,但其减慢的速度难以确定。从 1998~2002 年 5 维序列所作的预测结果来看(见表 3),2010 年流动人口总数将达到 594 万,而年增长率降至 4.5%。在 2000~2003 年间,流动人口年增长率分别为 6.4%(2001)、17.8%(2002)和 5.9%(2003),因此 2010 年的 4.5% 的年增长率不算过高或过低,590 万作为中方案较为恰当。

(3) 高方案根据 1997~2002 年的 6 维序列所作的预测结果,将预测的高方案定为 630 万人。首先,城市经济发展保持强劲势头,如奥运经济和新一轮城市建设对城市发展的拉动作用,则经济快速发展必将拉动流动人口的高速增长,那么 2010 年的流动人口增长率保持在 5% 以上并非不可能。其次,虽然 630 万的流动人口对北京城市环境的压力非常大,但考虑到城市流动人口增长的惯性、新城市规划(尤其是大北京规划)和南水北调工程对京城用水压力的缓解等,北京流动人口的高速增长也未必不可,所以,630 万人作为 2010 流动人口预测的高方案当在情理之中。

本文所预测的流动人口,统计口径为在京居住一天以上的外来人口,以进城务工、经商者为主体。随着流动人口若干管理法规的废弃,农民工等流动人口的各种权益得到了有力保障,政府的人性化管理构建和谐社会的举措收效显著,今后来北京的务工和经商者必将激增。此外,出差、探亲、旅游、求医问药和会议考察等短期流动者同样会快速增加。假定社会发展相对平稳,没有特别大的起落,笔者更倾向于中等预测方案。

5 讨论与建议

5.1 流动人口对迁入城市有着利弊并存的影响,实为一把双刃剑

一方面,流动人口为城市注入了新鲜活力,成为城市发展的一支生力军,无法想象没

有流动人口的北京城市该如何正常运转! 每年春节期间北京城市市政和家政等服务行业的混乱景象即是有力的佐证; 另一方面, 激增的流动人口也加剧城市资源消耗与生存空间竞争。研究表明, 在 2008 年“南水北调工程”的水源未到之前, 北京水资源可承载的人口规模为 1450 万, 而预计 2008 年北京人口规模将达到 1550 万人^[33]。加之尚有居住半年以下的流动人口(未被计入常住人口), 北京市全部人口对水资源的消耗量无疑将会更大。故此, 建议市政府与相关部门未雨绸缪, 及时采取措施应对即将来临的巨大人口压力。

5.2 在数量增长的同时, 北京市流动人口还表现出从旧城区向郊区县扩散的态势

从表 4 不难看出, 旧城区(东城、西城、崇文和宣武)流动人口所占比重逐年下降, 2003 年所占全市流动人口比重不足 10%, 而且其绝对数量也从 2003 年开始下降; 近郊区(朝阳、丰台、石景山和海淀)集聚着全市半数以上的流动人口, 充分表明近郊区对流动人口有着巨大吸引力, 而低廉的生活成本正是流动人口聚居于此的根本动因。不过, 近郊区流动人口比例却呈下降趋势, 这种比例关系的相对变动无疑是远郊区流动人口的快速增长所造成的。在 1997~2003 年间, 无论是绝对数量还是相对比重, 远郊区都是流动人口变动幅度最大的地区, 分别增加了 94.5 万人和 13.9 个百分点。有研究表明, 北京市常住人口有着显著的郊区化扩散特点^[34,35]。所以, 在相同社会经济背景下, 北京流动人口与常住人口有着近乎相同的向郊区扩散态势。

表 4 北京市流动人口的空间分布变动表

Tab. 4 The change of spatial distribution of Beijing's floating population

年 份	总量 (万人)	旧城区 (万人)	占总量 之比 (%)	近郊区 (万人)	占总量 之比 (%)	远郊区 县 (万人)	占总量 之比 (%)
1997	229.9	36.8	16.0	144.5	62.9	48.6	21.1
2001	328.1	40.5	12.3	198.0	60.4	89.6	27.3
2002	386.6	46.5	12.0	223.9	57.9	116.2	30.1
2003	409.5	37.4	9.1	229.0	55.9	143.1	35.0
2003 比 1997	+179.6	+0.6	-6.9	+84.5	-7.0	+94.5	+13.9

资料来源: 同表 1。

5.3 在整体扩散的基础上, 北京流动人口仍具有小聚居的特点

由于流动人口进京势单力薄, 必须依靠血缘、亲缘和地缘关系才能在城市中落脚, 求生的本能促使他们居住在一起、工作中拉帮结派, 形成所谓的“浙江村”、“新疆村”、“河南村”和“安徽村”等。据笔者调查访问, 搬家公司、清洁卫生、市场运输都是流动人口集中的行业, 许多旧货市场的运输被一两个地区的运输司机所霸占, 其他地方的同行难以进入。而且, 2003 年北京流动人口动态监测结果显示: 北京市流动人口相对集中于河北、河南、安徽、山东、四川、江苏、湖北、黑龙江 8 个省, 占 73.7%, 较之 2002 年下降了 1.2 个百分点, 其中排在前三位的仍为河北、河南、安徽 3 省(该座次自 1997 年至今未变), 分别占 19.5%、16.0%和 7.9%。村落式聚居形式给城市管理带来了许多问题, 近郊区城乡结合部的管理工作相对薄弱, 也给流动人口中的犯罪分子以可乘之机, 当然绝大部分的流动人口都遵纪守法。据北京零点公司调查, 在京的安徽犯罪团伙主要有 3 类: 流窜抢劫、卖淫和票贩子^[36]。因此, 在充分保障流动人口合法权益的同时, 加强流动人口的管理尤显重要, 而以往的“轰赶”(1986~1990)、“引导”(管理力度不够)(1990~1992)、“合作介入”(1992~1995)和“大规模清理整顿”(1995~)等简单粗暴的方法都收效甚微, 乃是不足取的下策^[10], 正确疏导才为上策。

综上所述, 外来流动人口业已成为北京市总人口的有机组成部分, 为首都经济发展作出了不可磨灭的贡献。同时, 流动人口激增也给城市管理带来新的考验, 城市基础设施压力陡增和社会问题频繁发生尤为突出。为此, 城市建设、规划和管理部门都要求能够有效预测未来一段时期内的流动人口增长变化情况, 但有限的流动人口资料往往成为诸多人口预测方法的掣肘。实践表明, 对于短序列、贫信息的人口预测, 等维递补灰色动态预测不失为一种有价值的方法, 若与其他法结合使用定能取得更为可信的预测结果。

致谢: 本文承蒙王学萌研究员悉心指导, 谨致谢忱。

参考文献:

- [1] Rossi P H. Why Families Move. SAGE Publications, 1980.
- [2] Clark W A V. Human Migration. SAGE Publications, 1986. 51~74.
- [3] Stark O, Bloom O E. The new economics of labor migration. American Economic Review, 1985, 75: 150~180.
- [4] Clark G H, Meric Gertler. Migration and capital. Annals of the Association of American Geographers, 1983, 73 (1):18~34.
- [5] Wasserman S, Faust K. Social Network Analysis: Methods and Application. Cambridge University Press, 1994.
- [6] Granovetter N S. The Strength of West Ties. American Journal of Sociology, 1973, 78(6): 1360~1380.
- [7] Granovetter N S. Getting a Job: A Study of Contacts and Careers. University of Chicago Press, 1995.
- [8] Burt R. Structural Holes. Cambridge. MA: Harvard University Press, 1992.
- [9] 张善余. 人口地理学概论. 上海: 华东师范大学出版社, 1999. 376~387.
- [10] 蔡昉 主编. 中国人口流动方式与途径(1990~1999). 北京: 社会科学文献出版社, 2001. 178~191.
- [11] 蔡建明. 中国省级人口迁移及其对城市化的影响. 地理研究, 1990, 9(2): 122~129.
- [12] 王铮, 等. 人口扩散与空间相互作用的关系. 地理研究, 1991, 9(2): 122~129.
- [13] 李梦白, 胡欣, 等编著. 流动人口对大城市发展的影响及对策. 北京: 经济日报出版社, 1991.
- [14] 中国城市科学研究会编. 大城市流动人口研究. 北京: 中国出版社, 1992.
- [15] 王建民, 胡琪. 中国流动人口. 上海: 上海财经大学出版社, 1996.
- [16] 李玲. 改革开放以来中国国内人口迁移及其研究. 地理研究, 2001, 20(4): 453~462.
- [17] 顾朝林, 蔡建明, 等. 中国大中城市流动人口迁移规律研究. 地理学报, 1999, 54(3): 204~212.
- [18] 吴郁文, 万昌明. 广州市流动人口管理研究——现状、预测与对策. 热带地理, 1995, 15(1): 49~55.
- [19] 张伟, 傅雪冬. 基于神经网络的人口总量预测. 广东自动化与信息工程, 1999, 20(4): 13~17.
- [20] 吴郭泉. 广西藤县人口和土地需求量预测. 桂林工学院学报, 1999, 19(1): 58~65.
- [21] 元昕. 北京未来流动人口预测方法探讨及发展趋势. 人口与经济, 1999, 114(3): 52~56.
- [22] 王启栋, 王洁贞, 等. 用最优化组合预测法预测济南市人口. 中国卫生统计, 2001, 18(3): 179~180.
- [23] 房庆方, 等. 珠江三角洲经济区城市群规划中外来暂停人口的与预测. 城市规划, 1997(5): 22~25.
- [24] 李永胜. 人口统计学. 成都: 西南财经大学出版社, 2002.
- [25] 王学萌, 等. 灰色系统分析及实用计算程序. 武汉: 华中科技大学出版社, 2001.
- [26] 邓聚龙. 灰预测与灰决策. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
- [27] 王学萌, 等. 灰色系统模型在农村经济中的应用. 武汉: 华中理工大学出版社, 1989.
- [28] 王学萌, 等. 维灰数递补动态预测. 华中理工大学学报, 1989, 17(4): 9~16.
- [29] 李博 主编. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000. 51~54.
- [30] 郝永红, 王学萌. 灰色动态模型及其在人口预测中的应用. 数学的实践与认识, 2002, 32(5): 813~820.
- [31] 孙建军, 等. 定量分析方法. 南京: 南京大学出版社, 2002. 256~268.
- [32] 唐启义, 冯明光. 实用分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2002. 426~430.
- [33] 2008年北京人口将达到1550万. 北京青年报, 2004-04-01, A04版.
- [34] 周一星. 北京的郊区化及其引发的思考. 地理科学, 1996, 16(3): 198~208.

- [35] 冯健,周一星. 1990年代北京市人口空间分布的最新变化. 城市规划, 2003, (5): 55~62.
[36] 北京零点市场调查与分析公司. 裸人——北京流民的组织化状况研究报告. 1995. 97.

The prediction of Beijing floating population in 2010

LI Yong-fu¹, LU Qi², ZHOU Cheng-hu²

(1. Research Center for Science of Human Settlements, Tsinghua University, Beijing 100084, China;
(2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Population movement is a regular population phenomenon of population system development, and also the social and economic phenomenon in substance, which is bound to spark off the chain reaction of social and economic system. Since the last one hundred and more years, many scholars who were in the fields of demography, geography, economics, sociology and so on have studied the reason, regularity and mechanism of population movement. They brought forward many theoretical models with far-reaching influence, whose emphases were laid on different aspects of population movement. Unfortunately, the achievement in the research on floating population prediction was relatively less.

The available data of floating population in Beijing is characterized by its small amount and discontinuity. In view of this situation, the author predicted the amount of floating population in Beijing during the National "Eleventh Five-Year Plan" with the aid of both Logistic model and isodimensionally fill-vacancies-in-the-proper-order grey theory. Firstly, by means of the curve fitting and prediction of Logistic model, we got the general tendency of floating population increase. Secondly, the different-dimensional population time-series were used to construct several isodimensionally fill-vacancies-in-the-proper-order grey system models, then the rationality and deficiencies of predicted results were tested and analyzed. Finally, taking into account of the analysis, three schemes of low, middle and high levels are formulated.

On the one hand, the floating population has turned to be an organic part and been actively thrown themselves to Beijing's economic development. On the other hand, with sharp increase of the floating population, urban management faces up to a new test, such as the constant increase in the pressure of urban infrastructure and the frequent occurrence of social problems. Therefore, it is very necessary to predict the amount of floating population in future for various government departments such as urban management, urban planning or urban construction, etc. But the limited data often impedes us from accurately forecasting the changing amount of the floating population. As the above practice demonstrates, with the help of fill-vacancies-in-the-proper-order grey system models, it is feasible to forecast the change of population which is characterized by small amount of data and limited interrelated information.

Key words: grey system theory; isodimensionally fill-vacancies-in-the-proper-order grey prediction; floating population; Logistic model