

## 浅析人口数量与人口教育水平的相关性

杨耀臣

### 一、引言

“控制人口数量,提高人口素质。”精辟地概括了中国的人口发展战略。人口数量与人口素质两者的关联是人们所关心的。

本文作为对人口数量和人口素质相关性量化研究的雏论,将从构成社会第一生产力的最积极因素——人口的教育水平——去揭示人口数量与人口素质的内在联系。

为了使问题描述得准确、真实和直观,我们把研究粒子运动规律中最行之有效的办法——蒙特卡罗方法——移植到人口学中。如果把粒子与物质作用的“反应截面”代之反映人的“生——长(受教育)——婚——育——死”等一系列过程的概率,称作一系列与人口再生产有关的“分布函数”,则人的文化水平(人的素质的重要侧面)将存在于绝大部分分布函数中。

使用均匀分布的随机数发生器,按照人口的诸多分布函数,抽取数以十万计的人口样本,跟踪这些样本及其在此期间内出生的子女的全部生命过程。如此,我们便将数以十万计的今天的人,“搬”进了计算机,按照他(她)们未来15年(或更长)将要进行的生活历程,在计算机里用几小时的时间,全比例模拟完毕。只要有准确的现今的(或过去的)人口普查资料即可准确地得到未来15年(或更长)逐年的人口状况。实际上把只能调查今天和过去的人口普查工作拓展到用计算机去“普查”未来。

我们研制的“人口战略的蒙特卡罗研究”软件包(PSMC),每次运行可得到约60 000余条各种情况的人口数值信息。

本文作为PSMC系列应用工作之一,首先浅析人口数量(含人口结构)与人口的文化水平之间的相关性,从中得到一个极重要的引论,即解决中国的人口问题的根本出路在于提高全民教育水平。

### 二、人口分布函数

本工作所应用的“人口研究的蒙特卡罗软件包(PSMC)”主要采用如下分布函数。

(1) 年龄分布函数(不分性别)

$$FA(I), (I=0, \dots, IT), \text{ 且 } \sum_{I=0}^{IT} FA(I) = 1$$

其中变量I为年龄, IT为考虑的最大年龄, 本工作取 $IT=100$ 。

(2) 性别按年龄分布函数(女性)

$$FSW(I), (I=0, \dots, IT)$$

其中I与IT的含义同(1)。

(3) 死亡分布函数

a,  $FDP(J, I)$ , ( $J=1, \dots, JPRE$ ;  $I=0, \dots, IT$ )是目前按年龄分布死亡率的预测前 $JPRE$ 年的变化趋势。其中 $I$ 与 $IT$ 的含义同(1),变量 $J$ 为历史年数, $JPRE$ 为考虑的最高历史年数,本工作取 $JPRE=10$ 。

b,由 $FDP(J, I)$ 通过“趋势外延法”得到预测区间( $K=1, \dots, KT$ )的 $KT$ 年各年的更真实的死亡率:

$$FD(K, I), (K=1, \dots, KT; I=0, \dots, IT)$$

其中变量 $I$ 与 $IT$ 含义同(1),变量 $K$ 为预测年数, $KT$ 为预测终止年数,本工作取 $KT=15$ 。所以 $FD(K, I)$ 的意义为:在第 $K$ 年死于第 $I$ 岁的人占该年龄人数的比率。

(4)人口按年龄、教育水平的分布函数

$FJ(J, I)$ , ( $J=1, \dots, JT$ ;  $I=0, \dots, IT$ ),且不同年龄值,对 $J$ 归一,即 $\sum_{J=1}^{JT} FJ(J, I)=1$ 。

以上分布函数的原始数据取自安徽省第三次人口普查数据,故文中的“当前”应为1982年。

(5)女性按教育水平(文盲—大学)初婚年龄分布函数

$$FM(I, J), (I=0, \dots, IT; J=1, \dots, JT)$$

其中变量 $J$ 标识教育水平,即 $J=1$ ,文盲; $J=2$ ,小学; $J=3$ ,初中; $J=4$ ,高中、中专; $J=5$ ,大专; $J=6$ ,大专以上。 $JT$ 为教育水平档次总数,本工作取 $JT=6$ 。其意义为:对于文化程度为 $J_0$ 的女性,在第 $I$ 岁结婚者占具有该文化程度总已婚女性之比率,并满足按教育档次( $J$ )归一,即

$$\sum_{I=0}^{IT} FM(I, J_0)=1, (J_0=1, \dots, JT)。$$

(6)生育女性按教育程度(文盲—大学)初育年龄分布函数

$$FB(I, J), (I=0, \dots, IT; J=1, \dots, JT)$$

其中变量 $I, J$ 的含义均同上。其意义为:教育程度为 $J$ 的女性,在第 $I$ 岁生育第一胎者占具有该文化程度的总生育女性之比率,并满足按教育档次( $J$ )归一,

$$\sum_{I=0}^{IT} FB(I, J_0)=1, (J_0=1, \dots, JT)。$$

(7)不同文化程度和生育女性一生生育总数分布函数

$$FN(NB, J), (NB=1, \dots, NBT; J=1, \dots, JT)$$

其中变量 $NB$ 为标识胎数, $NBT$ 为考虑的最高胎数,本工作取 $NBT=5$ ;变量 $J$ 的含义同上,且不同 $J$ 值对 $NB$ 归一,即 $\sum_{NB=1}^{NBT} FN(NB, J_0)=1, (J_0=1, \dots, JT)。$

(8)不同文化程度的生育女性,两胎间隔年数分布函数

$$FI(I, J), (I=1, \dots, IDET; J=1, \dots, JT), \text{且} \sum_{I=1}^{IDET} FI(I, J_0)=1。$$

其中变量I标识两胎间隔年数, IDET为两胎最长间隔年数, 本工作取IDET=8。

人口研究的蒙特卡罗方法就是以上述诸多人口分布函数为基础, 通过随机抽样完成大宗人口样本的马尔可夫过程去实现人口仿真计算机模拟, PSMC把人口的数量(含结构)和教育水平以及它们的相互制约的关系, 有机地联系在一起。同时, 这种方法是从大宗具体的个体人样本入手, 由微观到宏观, 因此是完全模实的。只要原始数据(指人口普查材料)准确可靠, 则原则上可以获得无限准确的预测结果。当然高精度是以高计算机运行费用为代价。这种方法主要存在的是技巧误差, 如均匀分布的随机数发生器的设计, 若均匀性不好, 则会引起抽样偏向稠密区; 若随机数序列周期不够长, 则引起随机性不够; 或者为了节省机时, 样本总数不够多, 也会带来较大的统计误差。但是, 这些都不是方法本身的固有症结, 是技术性问题, 完全可以克服。

本文以第i年总死亡率的误差为例, 其表达式为:

$$e^{(i)} = x\sigma^{(i)} / \left\{ \sqrt{N_T} \left[ \sum_{n=1}^{NT} \left( \sum_{i_1=1}^{KAT} \sum_{i_2=0}^{IT} \sum_{i_3=1}^{JT} \sum_{i_4=1}^{MT} NPD_n(i, i_1, i_2, i_3, i_4) \right) / N_T \right] \right\}$$

式中

$$\sigma^{(i)} = \left\{ \left[ \sum_{n=1}^{NT} \sum_{i_1=1}^{KAT} \sum_{i_2=0}^{IT} \sum_{i_3=1}^{JT} \sum_{i_4=1}^{MT} NPD_n(i, i_1, i_2, i_3, i_4) / N_T \right] - \left[ \sum_{n=1}^{NT} \sum_{i_1=1}^{KAT} \sum_{i_2=0}^{IT} \sum_{i_3=1}^{JT} \sum_{i_4=1}^{MT} NPD_n(i, i_1, i_2, i_3, i_4) / N_T \right]^2 \right\}^{1/2}$$

x为置信系数, 当x=1.96时置信度为95%。

NT为样本总数。KAT为代总数, IT为截止年龄, JT为最高文化程度, MT为性别数。本工作取NT=100 000, KAT=2, IT=100, JT=6, MT=2。即本工作仅考虑到当代人及其下一代, 性别只考虑男、女两性。

### 三、小结与讨论

#### (一) 人口数量与人口教育水平有强相关性

表1给出了安徽省1982年人口按年龄的文化程度分布函数。以此真实分布函数为基础, 我们“制定”了一系列按年龄的文化程度分布函数。其说明和意义列于表2, 如此得到了6组可供比较的结果。

表2中6种社会形态导致的15年内逐年的人口总数如图1所示。从图1可以清楚地看到人口的文化水平对人口的强反作用。

图1中的曲线“0”基本反映了大陆内地诸省份的人口形势。即这些省份大体上处于全文盲和半文盲社会和普及了小学教育的社会之间, 且较靠近普及小学的社会。图中A点是安徽省“四普”真实数据, 即安徽省人口形势比文中的“现实”社会还要严峻。A点偏离了曲线“0”是可以理解的, 因为曲线“0”的与婚、育有关的分布函数所采用的数据是江、浙等先进省份的数据。

#### (二) 人口教育水平与人口年龄结构的运动密切相关

按国际惯例, 我们把人口划分三大年龄段: 0~15岁为少年儿童组; 16~65岁为青壮年组; 66岁及以上的为老年组。并定义抚养系数为

$$\text{抚养系数} = \frac{\text{少年儿童人口数} + \text{老年人口数}}{\text{青壮年人口数}}$$

图2描述了6种人口素质的社会的抚养系数的变化与运动。从中可以得出如下明确的结论：即随社会文化素质的提高，社会抚养系数下降趋势逐年增强。

表1 1982年安徽省人口按年龄的文化程度分布函数

IA (年龄)	JA (文化程度)					
	1. (文盲半文盲)	2. (小学)	3. (初中)	4. (高中)	5. (大专及大专在校生)	6. (大学)
0~5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6~9	0.52443	0.47557	0.0	0.0	0.0	0.0
10~14	0.21712	0.68907	0.09344	0.00036	0.0	0.0
15~19	0.20036	0.28954	0.43349	0.07334	0.00317	0.00010
20~24	0.30132	0.18231	0.31200	0.19596	0.00640	0.00202
25~29	0.44234	0.24618	0.18989	0.11498	0.00166	0.00496
30~34	0.49371	0.30229	0.15639	0.04148	0.00065	0.00548
35~39	0.471420	0.30838	0.17235	0.03746	0.00045	0.00994
40~44	0.55949	0.25076	0.13205	0.04377	0.00110	0.01284
45~49	0.66572	0.21567	0.08234	0.02615	0.00093	0.00919
50~54	0.72996	0.17147	0.07278	0.02054	0.00622	0.00463
55~59	0.78507	0.14072	0.05479	0.01597	0.00052	0.00293
60~100	0.78120	0.08860	0.03026	0.00801	0.00025	0.00168

资料来源：《安徽省第三次人口普查资料汇编》1984年。

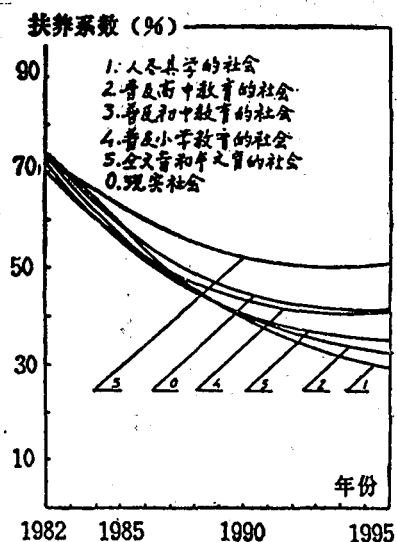
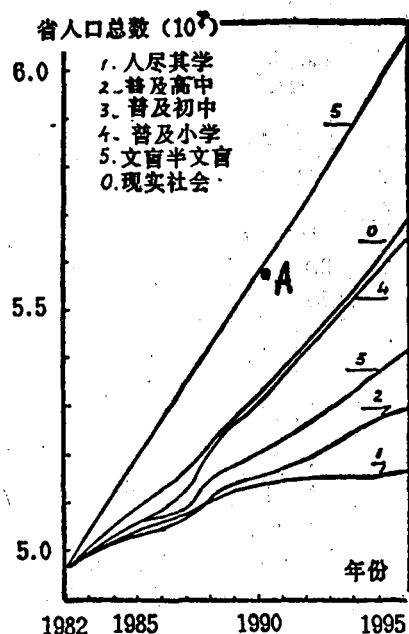


图1 六种文化素质的社会总人口随时间的变化 图2 六种人中素质的社会抚养系数的变化与运动

表2 六种按年龄文化程度分布函数说明

标号	社会文化程度	含义
0	现实社会	表1所给出的真实文化程度分布函数
1	人尽其学的社会	按相应年龄受完相应的标准教育
2	普及高中教育的社会	表1中属JA=1, 2, 3者均划入JA=4档, 余不变
3	普及初中教育的社会	表1中属JA=1, 2者均划入JA=3档, 余不变
4	普及小学教育的社会	表1中属JA=1的均划入JA=2档, 余不变
5	全文盲和半文盲社会	令全体人口均为文盲和半文盲

人口的总体文化程度的高低对一个社会的人口年龄中位数的变迁也发生重要影响, 我们将6种人口素质相对应的人口年龄中位数的变化描绘在图3上。由图3显而易见地看到, 文化程度很高的社会, 其人口趋于更成熟、活力

强, 具有更高的物质与文明生产的创造意识, 社会进步的步伐亦会更大; 反之, 对于一个文盲和半文盲的社会则使人看到, 存在于社会的是一股成熟缓慢的、不利于社会发展的社会力量。

图4、图5和图6分别描绘了在零年时具有相同年龄分布的全文盲社会、现实社会和“人尽其学”的高级社会的第8年和第15年时的人口精细年龄谱, 从微观上观察社会的文化水平对人口年龄结构的影响。

### (三) 社会文化水平对人口素质的自我作用

计算机模拟结果表明, 社会的文化水平对本社会的人口素质有着正反馈式自我作用。随着年代滚动和人口的新陈代谢, 人口的素质不会停滞在原有的结构上, 是高文化水平的社

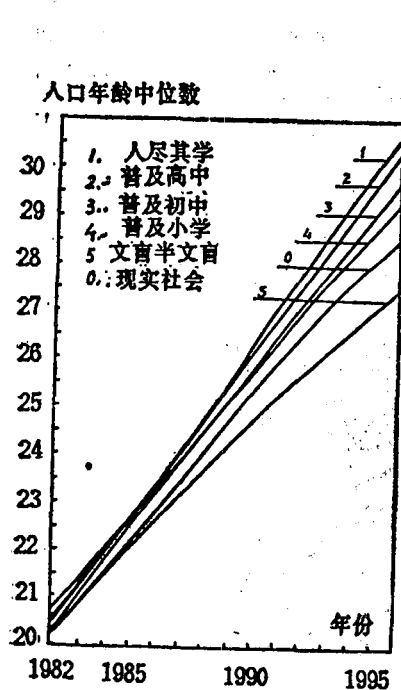


图3 不同文化水平的社会其年龄中位数随时间的变化

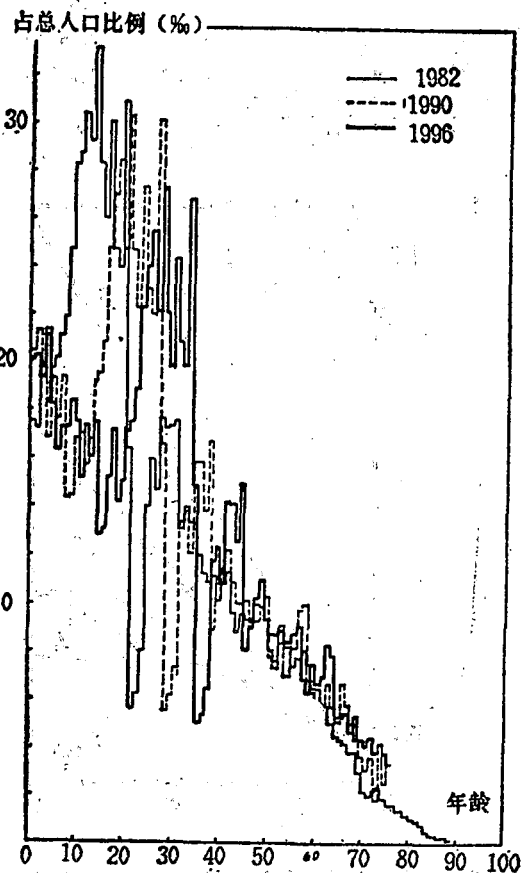


图4 全文盲和半文盲社会人口谱随时间的变迁图

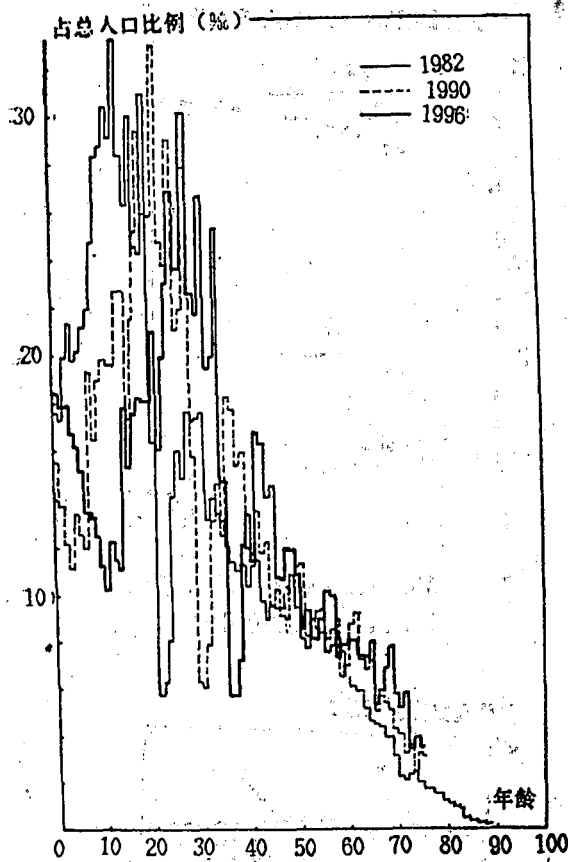


图5 现实社会的人口年龄谱随时间的变迁

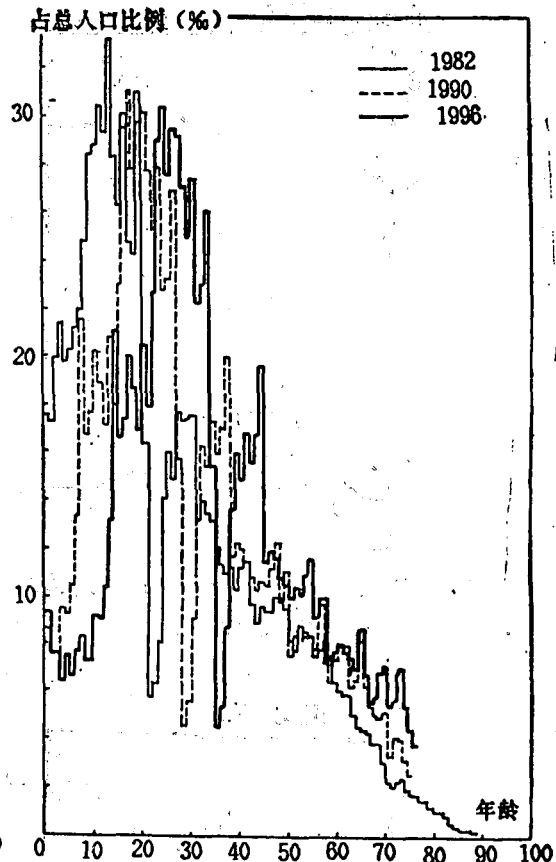


图6 “人尽其学”的高级社会的人口年龄谱随时间的变迁

会自动向更高的文化水平过渡，而低文化水平的社会则自动向更低的文化水平下滑。

六种不同文化水平的社会对自身素质的自我作用如图7~图12所示。我们从图9看到，对

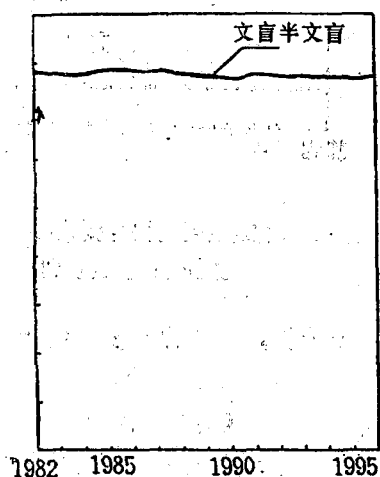


图7 全文盲和半文盲社会文盲和半文盲率随时间的变化

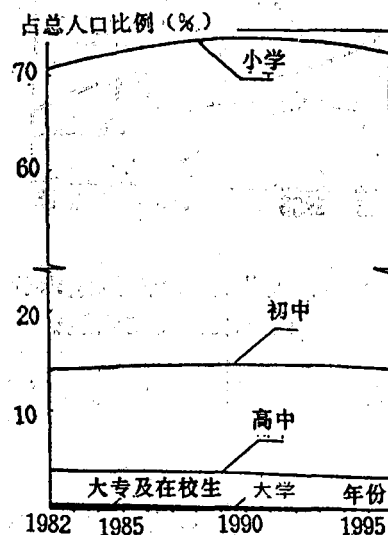


图8 普及小学教育的社会各种文化水平人口的比例随时间的变化

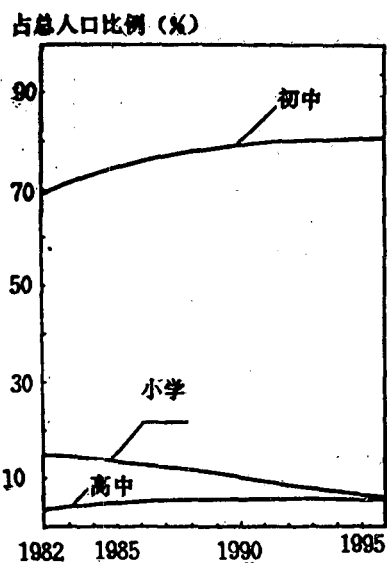


图9 普及初中教育的社会各种文化水平人口比例随时间的变化

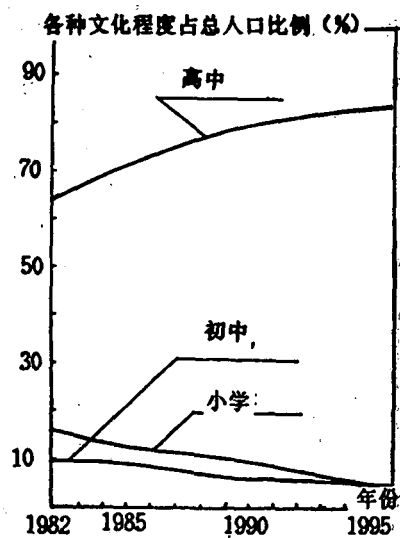


图10 普及高中教育的社会各种文化水平的人口比例随时间的变化

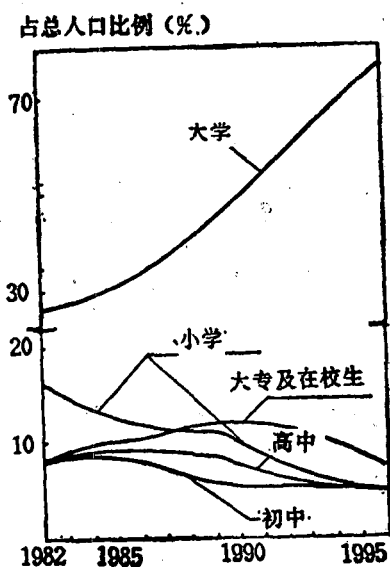


图11 “人尽其学”的社会各种文化水平的人口比例随时间的变化

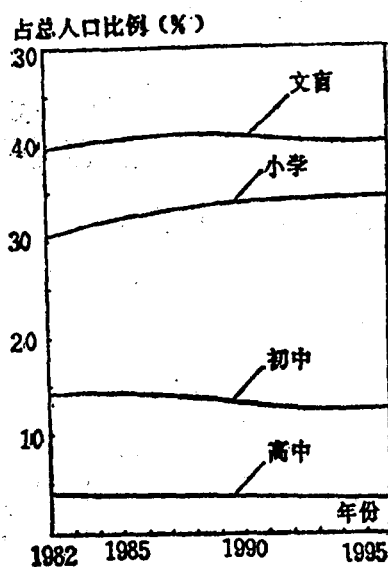


图12 现实社会各种文化水平的人口比例随时间的变化

于一个普及了初中教育的社会，这种社会的文化素质结构，基本上已发展到“准稳态”。

(本文责任编辑：郭汉英)

(作者工作单位：中国科技大学十五系人口管理与决策研究室)