

## **Part I**

# 目录

## **Part II**

# 摘要

## **Part III**

# 假设

## **Part IV**

# 人口增长的简单模型

### 1 引述

就是抄一抄百科

### 2 模型概述

我们从人口的产生与消亡这两方面来看待人口的变动。人口的增长，一方面被人口的产生所促进，另一方面被人口的消亡所限制，所以是一个动态平衡的过程。一大波新出生的人口，在达到适育年龄的时候，会反过来对人口的增长起到促进作用；而当他们走向衰老乃至死亡的时候，又会加剧人口的减少。因此我们要使用科学的方法来看待这个问题。下面我们分别着手处理这个两个问题。

#### 2.1 人口的衰老

随着时间的流逝，一部分人口会衰老一岁，而剩下不幸的人则会因为各种各样的原因死去。其中死亡率是一个随着年龄而变化的数据，一般情况是婴儿的死亡率较高，然后随着年龄的增长而下降，到 40、50 岁时开始逐步回升。

Table 1: 人口增长的简单模型			
符号	含义	相关的其他参数	备注
$a$	年龄		
$e$	受教育水平（枚举量）		$e_0$ : 小学及以下 $e_1$ : 中学 $e_2$ : 大学及以上
$r$	地区（枚举量）		$r_0$ : 城 $r_1$ : 镇 $r_2$ : 乡
$t$	考察的时间段		
$I$	出生婴儿数	$e, r, t$	
$N$	总人口数	$a, e, r, t$	
$W$	女性人数	$a, e, r, t$	
$\beta$	生育率	$a, e, r$	
$\delta$	平均死亡率	$a$	
$\lambda$	修正系数	$a, e, r$	
$\mu_p$	男女比例		

2.2 人口的出生

各个年龄层次的适育妇女，都有可能在考察的时间段内生育：对于个人而言，这是一个概率性事件；但是对于群体而言，生育事件的随机性就被大量的人群基数所磨灭，成为一个比率。因此，一段时间内婴儿的出生数目，等于平均生育率乘上适育妇女的人数。

但是，不同地区、学历的妇女在生产意愿上有着不同的态度。为了简化问题，我们认为地区与教育带给人的影响是近似独立的，因此可以直接对平均生育率进行修正。在这种假设下，一段时间内婴儿的出生人数，等于各年龄层的适育妇女乘上修正后的生育率之和。

3 记号表

见 Table1。

Table 2: 来自第六次人口普查的数据

$I(r_k, e_l, 2010)$	$e_0$	$e_1$	$e_2$
$r_0$			
$r_1$			
$r_2$			

#### 4 数据引用

#### 5 方程的建立

首先，考虑人口的自然衰老：

$$N(a+1, t+1) = N(a, t) \cdot (1 - \delta(a)) \quad (1)$$

这里  $\delta(a)$  指的是  $a$  岁人口的平均死亡率。

再考虑所有地区，由受各种教育水平的妇女生育的婴儿数：

$$N(0, t+1) = \sum_{r_k} \sum_{e_l} I(r_k, e_l, t) \quad (2)$$

这里  $I(r_k, e_l, t+1)$  表示在  $t$  这个考察时间段内，在  $r_k$  地区，受到  $e_l$  教育水平的妇女生育的婴儿数目。

考察  $I(r_k, e_l, t)$  是由各个不同年龄阶段的适龄妇女所生育的：

$$I(r_k, e_l, t) = \sum_a \beta(a, r_k, e_l) W(a, r_k, e_l, t) \quad (3)$$

这里  $\beta(a, r_k, e_l)$  是  $r_k$  地区，受到  $e_l$  教育水平的妇女的生育率， $W(a, r_k, e_l, t)$  是这段时间这类妇女的总人数。

总人口数与总女性数之间存在着简单的比例关系：

$$N(a, r, e, t) = W(a, r, e, t) \cdot (1 + \mu_p) \quad (4)$$

这里  $\mu_p$  表示的是男性与女性人数的比例。

教育水平与地区对于生育率的修正，即  $\beta(a, r_k, e_l)$ ，是这样构成的：

$$\beta(a, r_k, e_l) = \overline{\beta(a)} \cdot \lambda_{r_k} \cdot \lambda_{e_l} \quad (5)$$

其中  $\overline{\beta(a)}$  是平均生育率， $\lambda_{r_k}$  与  $\lambda_{e_l}$  分别是地区与教育水平分别对于生育率的修正；为了记号上的方便，令  $\lambda_b$  为生育修正参数矩阵，其中

$$\lambda_b(k, l) = \lambda_{r_k} \cdot \lambda_{e_l} \quad (6)$$

Table 3: 人口增长简单模型的修正

符号	含义
$I_i$	作为第 $(i + 1)$ 胎出生的婴儿数目
$W_i$	生育了 $i$ 个孩子的妇女数目

在进一步完善模型之前，我们给出  $\lambda_b(k, l)$  的计算公式与结果。事实上，根据等式 3 与等式 5，我们可以立即得到：

$$\lambda_b(k, l) = \frac{I(r_k, e_l, t)}{\sum_a \overline{\beta(a)} W(a, r_k, e_l, t)}. \quad (7)$$

利用表 2 中的数据，代入  $t = 2010$ ，我们得到了  $\lambda_b(k, l)$  的矩阵形式：

$$\lambda_b(k, l) = \begin{vmatrix} ??? & ??? & ??? \\ ??? & ??? & ??? \\ ??? & ??? & ??? \end{vmatrix}. \quad (8)$$

## 6 小结

蛤

## Part V

# 人口增长模型修正与应用

## 7 假设

明确地列出哪些因素是要考虑的，而哪些还是不考虑

## 8 记号表

## 9 数据引用

## 10 模型的修正

### 10.1 依据生育情况区分妇女

首先, 适育妇女数, 依照她们已生育孩子的数目, 可分为  $W_0$ 、 $W_1$ 、 $W_2$  这三类, 分别表示未生孩子、已生一个孩子与生了两个及以上的妇女数目。在这样的分类下, 等式 3 将被修正为如下带有下标的形式:

$$I_i(r_k, e_l, t+1) = \sum_a \beta_i(a, r_k, e_l) W_i(a, r_k, e_l, t) \quad (9)$$

这里  $I_i$  是作为第  $(i+1)$  胎出生的婴儿数目, 而  $W_i$  是生育过  $i$  胎的妇女数目。

同时, 由于计划生育政策, 已生育的妇女将会受到较大的政策阻力, 因此她们的生育率将会减小, 亦即:

$$\beta_i(a, r_k, e_l) = \overline{\beta(a)} \lambda_i \cdot \lambda_b(k, l) \quad (10)$$

其中  $\lambda_i$  是已生  $i$  胎妇女受到政策阻力的修正因素。在第一次修正后, 中国人口增长趋势大致如图所示。

考虑到当二胎政策出台后, 已生一胎的妇女生育意愿将会增大, 因此等式 5 中  $\beta_1(a, r_k, e_l)$  将会比原来大, 被修正为:

$$\beta(a, r_k, e_l) = \eta_a \cdot \overline{\beta(a)} \cdot \lambda_b(k, l) \quad (11)$$

其中  $\eta_a$  是  $a$  岁已生育一胎的妇女在政策放开后的相对生育意愿。

## 11 数据预测

蛤

## 12 小结

蛤

## Part VI

### 把其他人的论文批判一番

#### 13 你们啊，naive

蛤

#### 14 西方的人口模型我哪个没算过

蛤

#### 15 开放二胎不知道比你们高到哪里去了

蛤

#### 16 你问我支不支持计划生育，那我当然是支持的

蛤

#### 17 我今天算是得罪了你们

蛤

#### 18 小结

蛤

## Part VII

### 北京市的人口增长模型

#### 19 讨论

蛤

## **20 模型的再次修正**

蛤

## **21 模型的预测**

蛤

## **22 小结**

蛤

## **Part VIII**

## **政策对社会造成的影响**

蛤

## **Part IX**

## **养老金模型**

蛤

## **Part X**

## **总结**

蛤

## **参考文献**

蛤