

参赛队号：（由大赛组委会办公室填写）

2021 年（第七届）全国大学生统计建模大赛

参赛学校：成都信息工程大学

论文题目：全面二孩政策下未婚妇女生育意愿的影响因素和影响路径

参赛队员：王德琦、张渝俊、章萍

指导老师：邹永红、张凤

目 录

摘 要	3
一、 前言	1
二、 模型构建	2
(一) 影响因素选取	2
(二) 生育意愿的影响因素——集成模型	4
(三) 生育意愿的影响路径——贝叶斯网络	7
三、 数据说明和预处理	10
(一) 数据说明	10
(二) 变量赋值	11
四、 探索性特征分析	12
(一) 个体特征基本情况	12
(二) 交叉分析	14
五、 生育意愿的影响因素	17
(一) 确定最优基础分类器	17
(二) 特征重要性	19
(三) 集成模型	21
六、 生育意愿影响路径	22
(一) 贝叶斯网络构建	22
(二) 影响路径构建	24
七、 结论与建议	24
(一) 结论	25
(二) 建议	26
参考文献	1
附 录	4
致 谢	5

摘 要

全面二孩政策放开后,出生人口的增长并不如预期,是什么因素制约了出生率的反弹和稳定?生育意愿是重要原因。二孩、三孩对出生率和生育率提升贡献有限,婚育意愿值得重视。基于国家社会科学基金项目的调查数据,我们聚焦于未婚妇女,从调查的20~49岁育龄妇女样本中,提取未婚妇女样本,构建Stacking集成模型探究其生育意愿的影响因素,并在此基础上利用贝叶斯网络构建了生育意愿的影响路径。Stacking集成模型优于生育意愿影响因素中普遍使用的Logit回归模型;影响路径将Stacking集成模型淡化的特征纳入路径中,可以更全面、直观的看出未婚妇女的个人特征和主观性因素对生育意愿的影响,为后续已婚未育妇女、已婚已育妇女研究的改进与拓展提供了方向。本文首次在人口生育领域使用这两个模型。

我们首先使用10折交叉验证训练了10种最流行的分类器,然后挑选出最优的三种利用Stacking算法进行集成,集成模型的精度为95.05%,交叉验证后的精度为93.84%,均优于基分类器。模型结果显示,受传统因素影响和经济精力条件是最重要的两个变量。但是该模型淡化了结婚意愿的重要性,而在描述性分析中结婚意愿与生育意愿关系较大。

考虑到集成模型忽略了各因素间的相互影响关系,可能会将部分深层影响变量排除在显著性变量之外。本研究接着创造性地利用贝叶斯网络构建不同群体生育意愿的影响路径,形成影响因素的可视化网络。在合理的假设下,我们把回归分析中得到的显著变量和其父节点变量纳入模型,训练出两种结构下不同群体生育意愿影响因素的贝叶斯网络,并选取正确率为94.48%的结构作为未婚妇女生育意愿的影响路径。结果显示,结婚意愿被纳入路径中,且受个人月收入的影响。受传统习俗影响依然是主导因素。如果要提高未婚妇女的生育意愿,应该以环境因素和结婚意愿为出发点。

通过上述研究,对于未婚妇女,本文认为在影响妇女的生育意愿的因素中,受传统因素影响、经济和精力条件最为重要;亲朋好友的观念、长辈的观念同样会影响其生育意愿。最后,3年内有结婚意愿也是影响生育意愿的关键因素。因此,要提高未婚妇女的生育意愿,我们认为应当:稳定和扩大就业面,保障百姓家庭经济收入来源;不断完善再生育服务平台,增加幼儿托收教育机构;加大生育政策调整的宣传力度,提高群众对相关政策的知悉度和认可度;大力推进新兴城镇化建设进程,加快农业转移人口的市民化,从而解决生育率低下的问题。

关键词: 生育意愿, 影响, Stacking 集成, 贝叶斯网络

Abstract

After the opening of the two children policy, the growth of the birth rate is not as expected. What factors restrict the rebound and stability of the birth rate? Fertility intention is an important reason. Then second and the third children have a limited contribution to the birth rate and its improvement. The desire to marry and have children deserves attention. Based on the survey data of the National Social Science Foundation project, we focus on unmarried women. The sample of unmarried women was extracted from the sample of women of childbearing age of 20 ~ 49 years old, to build a Stacking integrated model to explore the influencing factors of their fertility intention, and on this basis, use Bayesian network to construct the influencing path of fertility intention. Stacking integrated model is better than logit regression model which is widely used in influencing factors of fertility intention; By incorporating the characteristics of stacking integrated model into the influence path, we can more comprehensively and intuitively see the influence of unmarried women's personal characteristics and subjective factors on their fertility intention. It provides a direction for the improvement and expansion of the research on married childless women and married women with children. This paper uses these two models in the field of population fertility for the first time.

Firstly, we use 10-fold cross validation to train 10 most popular classifiers, and then select the best three classifiers to integrate by using stacking algorithm. The accuracy of the integrated model is 95.05%, and the accuracy after cross validation is 93.84%, which is better than the base classifier. The results show that traditional factors and economic energy are the two most important variables. However, the model weakens the importance of marriage intention, and in descriptive analysis, marriage intention has a greater relationship with fertility intention.

Considering that the integration model ignores the interaction between various factors, some deep influence variables may be excluded from the significant variables. This study then creatively uses Bayesian network to construct the influence path of different groups' fertility intention, and forms the visual network of influencing factors. Under reasonable assumptions, we put the significant variables and the parent node variables obtained from the regression analysis into the model, trained the Bayesian networks of the influencing factors of different groups' fertility intention under the two structures, and selected the structure with the correct rate of 94.48% as the influencing path of unmarried women's fertility intention. The results show that marriage intention is included in the path, and is affected by personal monthly income. The influence of traditional customs is still the dominant factor. If we want to improve unmarried women's fertility intention, we should take environmental factors and marriage intention as the starting point.

Through the above research, for unmarried women, this paper holds that among the factors that affect women's fertility desire, traditional factors, economic and energy

conditions are the most important; The concept of relatives and friends, the concept of elders will also affect their fertility intention. Finally, the willingness to marry within three years is also a key factor affecting the willingness to have children. Therefore, in order to improve unmarried women's fertility desire, we believe that we should stabilize and expand employment, protect the source of income of the people's families. Besides, it is suggested that the company continue to improve the service platform for reproduction and increase the number of children's collection education institutions. For the government, it needs to strengthen the propaganda of the adjustment of birth policy and improve the public's awareness and recognition of the relevant policies; In order to solve the problem of low fertility rate, we should vigorously promote the process of new urbanization and speed up the citizenization of agricultural transfer population.

Keywords: fertility intention, impact, stacking integration, Bayesian network

图表清单

图 1 集成模型总体架构	4
图 2 5 折交叉验证示意图	5
图 3 网格搜索	6
图 4 分类器结合可能从三个方面带来好处 (Dietterich 2000)	7
图 5 Stacking 集成模型	7
图 6 生育意愿分的直方图, 分别为年龄、个人月收入 and 学历	12
图 7 分生育意愿条形图	13
图 8 喜欢孩子程度、受长辈影响和受亲朋好友影响点图	13
图 9 受传统因素影响和经济精力条件点图	14
图 10 年龄与其他四个变量的小提琴图	14
图 11 个人月收入与其他四个变量的小提琴图	15
图 12 学历与其他四个变量的小提琴图	17
图 13 变量间相关程度热力图	17
图 14 分类器精度	18
图 15 学习曲线	19
图 16 四种分类器的重要性特征	20
图 17 特征重要性相似度	21
图 18 混淆矩阵	22
图 19 TAN 结构网络 (上) 和马尔可夫毯结构网络 (下)	23
图 20 TAN (上) 和马尔可夫毯 (下) 路径系数	23
图 21 未婚妇女生育意愿的影响路径	24
表 1 显著变量的父节点设定	9
表 2 基础变量设定	11
表 3 影响变量设定	11
表 4 5 种分类器超参数调整后精度对比	19
表 5 集成模型结果	21
表 6 折交叉验证后的模型精度	22
表 7 未婚妇女不同结构贝叶斯网络正确率对比	23

全面二孩政策下未婚妇女生育意愿的影响因素和影响路径

一、前言

近年来,我国面临生育水平下降的问题,很多研究表明,2000年以来我国总和生育率非常低(陈卫,2015)。全面二孩政策后,出生人口数量持续下降。从现实情况来看,近年来,我国的人口出生率经历了一个起伏走低的过程,2013出生率为12.08‰,经过小幅上扬至2016年的12.95‰。全面二孩政策后,人口出生率持续下降至10.48‰。

从人口结构来看,生育旺盛期人群应当是23岁到35岁的育龄妇女群体。1985年到1997年,人口出生率由21.04‰降至16.57‰,在出生人口性别比不出现大的波动下,育龄妇女预备人群数量必然下降,这是造成二孩政策后人口出生率再次走低的直接原因。

从结婚率来看,育龄妇女的生育意愿降低则是人口出生率走低的间接原因。从结婚登记人数来看,2013年至2019年我国结婚登记人口从高于1346万对持续下降到低于930万对。截至到2020年,已下降至813.1万对。结婚是生儿育女的必要前提,结婚人口下降从侧面反映了生育意愿的下降。

Sobotka(2009)的研究表现,生育意愿越低,生育率上扬的可能性越低。尽管从生育意愿到生育行为的发生还存在着一系列中介变量(Miller & Pasta, 1993),生育意愿也不会全部转化为生育行为,但是要研究行为,必须要研究行为发生的动机,因此对生育意愿的研究是研究生育水平变化的出发点。与计划生育时期不同,二孩政策后,对于生育意愿的束缚减小,但林天水(2020)等人的研究表明,政策放开对于生育意愿的释放已经殆尽。杨晓畅(2018)、尚丽(2019)等则认为,二孩政策放开后的许多研究中,更多的考虑个体基本特征因素,往往没有考虑个体自身感受到的因素如经济条件、对孩子的态度以及来自自己周围环境

的影响等。因此，对现阶段未婚妇女生育意愿的研究有一定的现实意义。

纵观现有研究，可以发现全国性的研究对于影响因素的讨论已然缺乏创新。从数据研究方法来说，几乎所有该方面的研究都使用描述性统计和 Logit 回归分析的方法来探究哪些因素影响了生育意愿，这种方法对数据要求严格，自变量过多的情况下效果较差。而且，单一的讨论生育意愿的影响因素忽略了影响因素之间可能存在的相互作用，这些相互作用可能会使得回归模型得到的结果有所偏差。因此，本文借助国家社科基金项目^①调查得到的数据，深入探究生育意愿的影响因素以及影响路径。我们在机器学习方法的基础上，训练出一个集成模型，通过选择出来的个体特征（影响因素）预测生育意愿。该模型精度超过 Logit 回归，且不受自变量之间的影响。最后，利用集成模型的结果，使用贝叶斯网络构建生育意愿的影响路径。从而直观的、全局性的透析未婚妇女的生育意愿影响过程。

二、模型构建

（一）影响因素选取

1. 生育意愿的界定

生育意愿的概念较为复杂。在生育意愿维度中，最受关注的是意愿生育子女个数，这直接影响着生育水平。生育意愿有三个层次。理想子女数实际上是一种生育态度，且变化缓慢，因此，郑真真（2014）认为理想子女数作为衡量生育意愿的指标有很好可信度、有效性以及稳定性。本文中，生育意愿指打算生育子女数，一方面理想子女数作为一种理想状态下的意愿，很难通过调查的方法获得相关数据；另一方面，本文研究是我国生育水平低下的背景下进行的，我们希望研究结果能够为提高生育水平提供参考，所以采用与生育行为最为密切的打算生育子女数作为生育意愿的度量。

^① 本研究为国家社会科学基金项目（西部项目“全面两孩政策下生育意愿影响因素扰动及生育行为测度研究”（17XJK003））的阶段性成果

2. 生育意愿的影响因素

生育意愿是生育问题研究种的一环，关于其研究主要集中在：第一，生育意愿和生育率之间的关系。许多研究（如 Dommermuth, 2015；Kuhnt, 2016）都认为生育意愿能够在一定程度上预测生育行为，而且短期内更准确。第二，生育意愿变化情况。Liefbroer（2009）的研究发现个体会调整其生育意愿。其他研究也专注于不同特征的个体生育意愿的变动如随年龄不同而变动（Gray, 2013；Hayford, 2009）、随地区的不同而变动（庄亚儿, 2021；张旭, 2012）、随子女个数不同而变动（吕江洪, 2013；马小红, 2007）等。第三，影响生育意愿的主要因素，这个问题是生育意愿研究的重点之一。

从国内的研究结果来看，关于生育意愿的影响因素的研究集中于实证方面，更多适应政策的需要。计划生育时期，相关研究主要集中在讨论个体特征对于生育意愿的影响。如庄渝霞（2008）利用描述性统计和多元线性分析了厦门市不同代别农民工的个人特征、流动经历和生育特征对其生育意愿的影响。陈宇（2007）的研究中除了年龄、户口、单位、学历、收入以及健康状态等个人基本特征外，还加入了夫妻双方各自的兄弟姐妹个数。张亮（2011）考虑了社会经济地位和性别偏好对生育意愿的影响。单独二孩时期，研究重点在于生育二胎的影响因素，如吕江洪（2013）利用回归分析对比了一孩和二孩家庭的生育意愿。谭雪萍（2015）从成本效用角度出发使用因子分析方法研究了单独二孩的生育意愿。全面二孩放开后，中国出生率下降，政策的刺激效应衰退。因此，相关研究主要集中在政策对于生育意愿的影响，同时也考虑了主观原因。例如，林天水（2020）利用 Logit 回归模型探究了诸如喜欢孩子和经济压力等因素对生育意愿的影响。其他研究如牛敏静（2019），马赫（2019）等多倾向于讨论政策对于生育意愿的影响。

基于前人研究，我们在个体特征（客观因素）的基础上，加入主观因素。客

观因素包括年龄、民族、户口类型、目前居住地、文化程度、就业状况、个人月收入（元）、3年内有无结婚意愿。主观因素包括喜欢孩子、传统习俗影响、长辈影响、亲朋好友影响、经济条件影响 5 个变量，这些变量囊括了近年研究中的大部分因素。

（二）生育意愿的影响因素——集成模型

为了构建生育意愿的预测的集成模型，我们使用了 10 种在分类方面非常成熟的算法进行训练，并通过分层 K 折交叉验证程序评估了每个分类器的平均准确度。然后使用精度最高的分类器进行超参数调整之后构建集成模型。集成模型使用 Stacking 框架。该模型根据训练集未婚妇女的特征及其生育意愿来训练模型，然后通过测试集未婚妇女的特征来预测其生育意愿。我们将整个模型分为 3 个步骤，如图 1 所示。

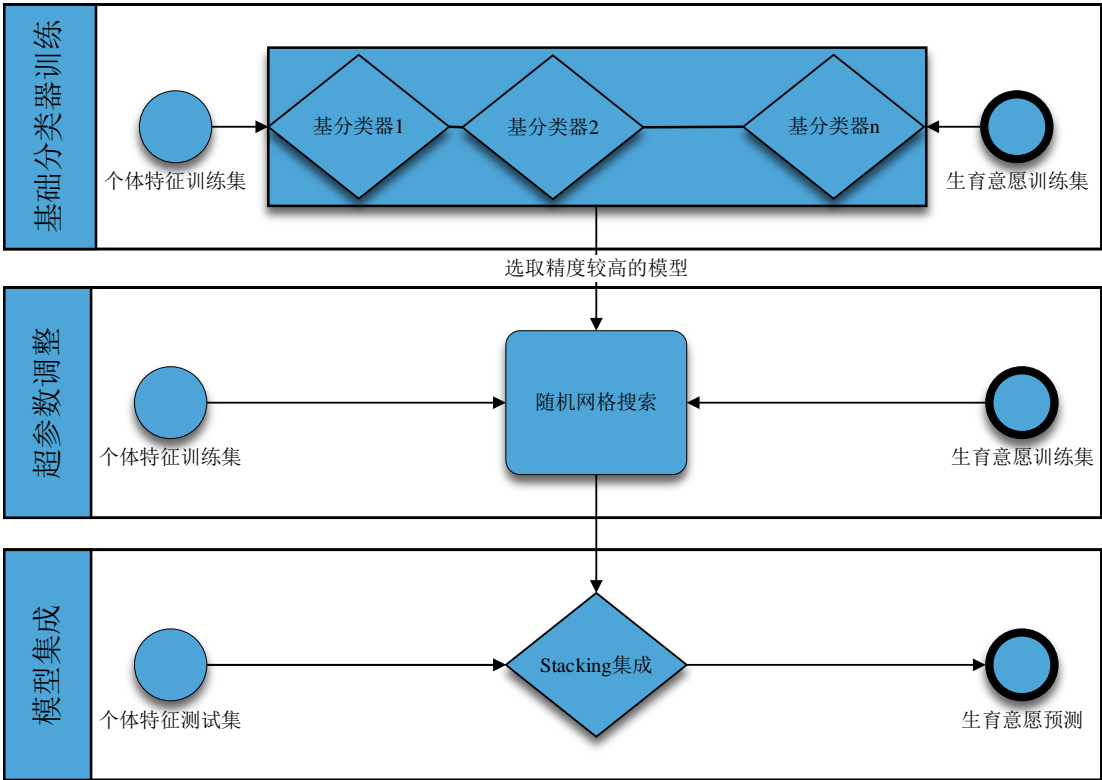


图 1 集成模型总体架构

1. 基础分类器训练

首先，我们使用 10 种分类器对模型进行训练，基础分类器有支持向量机分类(SVC)、决策树(DT)、自适应增强学习(AdaBoost)、随机森林(Random Forest)、极端随机树(Extra Trees)、梯度增强学习(Gradient Boosting)、多层感知机(MLP)、K-最近邻(KNN)、逻辑回归(Logistic regression)和线性判别分析(Linear Discriminant Analysis)。这 10 种分类器是目前最为流行的机器学习算法之一，出于篇幅的原因，我们不对其做详细介绍。由于有关生育意愿的影响因素的研究，几乎所有学者都采用的逻辑回归，这种方法对数据要求较为严格。因此，我们应用多种模型根据个体特征建立生育意愿的分类器。为了得到可靠稳定的模型，我们使用 K 折交叉验证的方法遍历数据集。

我们首先将数据集划分为训练集和测试集。然后将训练集分为 K 个子集。在模型训练时会遍历所有子集，迭代时，将 K 各子集种的一个用作验证集，将其其他子集作为训练集。如图 2 所示，为 5 倍交叉验证的过程。

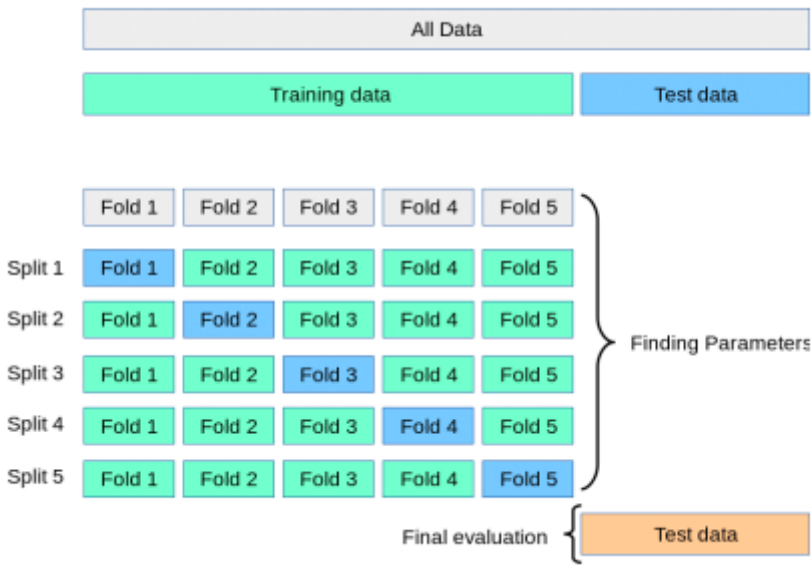


图 2 5 折交叉验证示意图

通过在相同训练数据的不同子集上对模型进行 K 次训练和测试，我们可以更准确地表示我们的模型在从未见过的数据上的表现如何。与仅使用一个训练和验证集相比， K 折 CV 能更好地表示模型的性能。

2. 超参数调整

我们对精度最高的模型进行超参数调整。一般来说，模型参数一旦设定，在整个训练期间不能改变，我们定义超参数为一些在模型训练之前可以任意设置的参数。比如，极端随机树模型中，树的最大深度就属于超参数。为了寻找使得我们的分类器在生育意愿选择方面的最佳超参数，我们使用随机网格搜索交叉验证。如图 3 所示，随机搜索从预先设置好的参数网格中为参数组合随机选择一组值，然后对模型进行评估。随机选择超参数可以降低计算量。

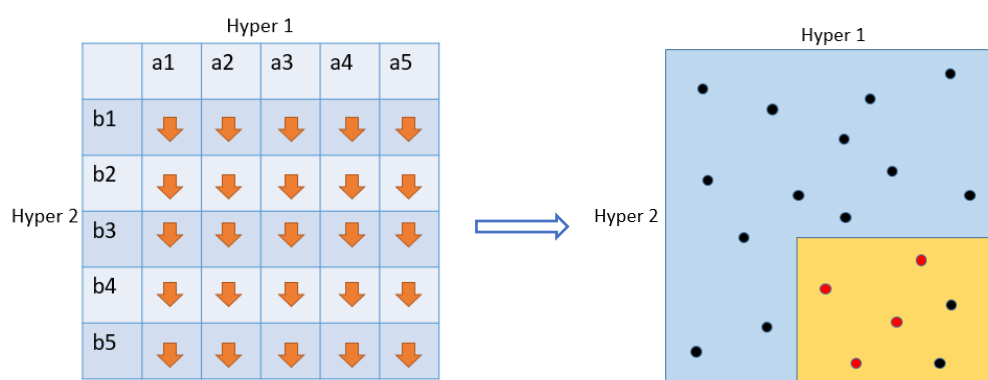


图 3 网格搜索

3. 使用 Stacking 框架集成模型

完成超参数调整后，我们将最优的模型进行集成，得到集成分类器。Dietterich (2000) 认为集成模型有很多好处（见图 4）。

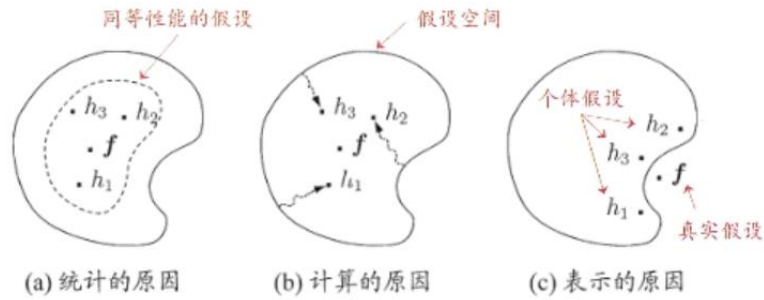


图 4 分类器结合可能从三个方面带来好处 (Dietterich 2000)

我们使用 Stacking 集成分类器将模型进行集成。具体步骤为 (见图 5)

- (1) 将训练集 D 分割为 D_1, D_2, \dots, D_k , 这些子集互不相交;
- (2) 令 $D'_j = D - D_j$, 其中 $j=1, 2, \dots, n$; 在 D'_j 上训练一个弱学习器 L_j 。将 D_j 上的输出 D'_j ;
- (3) 在 k 个弱学习器以及相应的输出 D'_j , 加上原本的类标签构成新的训练集 D_n ;
- (4) 在 D_n 训练次学习器 L , L 为最后的学习器。

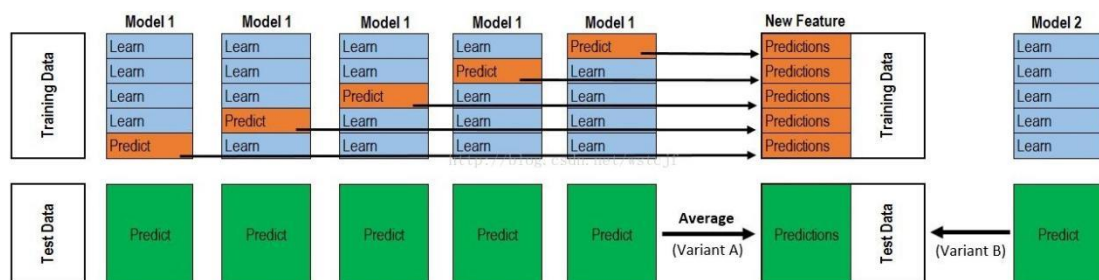


图 5 Stacking 集成模型

(三) 生育意愿的影响路径——贝叶斯网络

1. 条件假设

一般来说, 未婚妇女个体特征之间可能会存在联系, 前述分类器可能会忽略这种内在联系对解释变量产生的影响。考虑变量间可能存在的影响, 我们使用贝叶斯网络来描述研究对象和各个变量间的影响路径, 并且利用 Junction Tree 算法计算各变量对于生育意愿的重要性, 即如果要预测生育意愿, 这些变量所占比重

大。变量重要性可以用来表示其他变量对于目标变量影响程度，即路径系数。

贝叶斯网络的节点表示随机变量 X_1, X_2, \dots, X_n 。若两个节点间以一个单箭头连接在一起，表示其中一个节点是父节点（原因），另一个是子节点（结果），两节点就会产生条件概率值。为了构建贝叶斯网络，首先对文中涉及的所有变量做以下假设：（1）如果一个变量 X 对另一个变量 Y 存在影响，那么 X 是 Y 的父节点；（2）所有变量不会出现互相影响的关系，即不会出现 X 是 Y 的父节点且 Y 是 X 的父节点；（3）变量间存在条件独立关系（定义见 Daphne Koller, 2015）

这样的假设对于本文要研究的社会现象和通过调查获得的时点数据是合理的。在某一时间点，一个变量和另一个变量之间往往只是单向关系，尽管以后另一个变量可能会对前一变量产生影响。例如，假设当前，户口会影响目前居住地，一般来说户口是农村的居民很大可能居住在农村。如果该居民居住在城镇，以后可能会把户口迁为城镇户口，但是这种影响只会发生在一段时间后，在某一个时间点变量间只能表现出单向影响关系。其次，假设（3）说明如果一个变量对另一个变量产生影响，那么其父节点不会通过该变量影响另一个变量，这样，可以极大的简化整个概率图中的影响路径。有了这些假设，我们即可构造有向无环的贝叶斯网络。

2. 节点变量设定

由于本文使用的变量较多，如果通过数据之间学习的方法获得贝叶斯网络，会使得概率图复杂且难以区分一些重要的影响路径和变量。因此，借助前述集成模型，我们首先选出重要性特征靠前的变量，然后分析这些变量的父节点变量，通过这些变量学习得到贝叶斯网络。通过逆向寻找的方法，能够确保不会出现环，寻找父节点变量时应该遵循客观因素影响主观因素、发生时间在前影响发生时间在后两个原则。表 1 给出了主观性变量及其父节点变量。

表 1 显著变量的父节点设定

主观性变量	父节点变量
结婚意愿	年龄，个人月收入，目前居住地，文化程度，就业状况
喜欢孩子	学历
传统习俗	户口，目前居住地
长辈影响	传统习俗，户口，目前居住地，家庭月收入
亲朋好友	年龄，户口，目前居住地，就业状况
经济精力	年龄，目前居住地，文化程度，就业状况，个人月收入

上述这种依赖经验得到的父节点变量虽然缺乏客观的依据，但是从各个群体的贝叶斯网络来看，除了显著的影响变量外，其他基础变量均会被纳入模型中，因此，以这些变量进行训练得到的贝叶斯网络是可信的。我们分别构建树扩展简单贝叶斯网络结构（TAN）和马尔可夫毯结构的贝叶斯网络（显著性水平 0.01），然后比较二者的正确率，取正确率高的结构作为所需要的影响路径。同时，我们计算各个变量影响生育意愿的路径系数（即预测变量重要性），并与神经网络训练得到的变量路径系数对比，路径系数越高，父节点对子节点的影响越大。在正确率较高的结构下，取路径系数明显较大的节点作为该群体生育意愿的影响路径。需要说明的是，神经网络中把所有变量都看成同一个层的节点，忽略变量间的相互影响，因此，神经网络无法获得影响路径。

3. 模型构建

（1）树扩展简单贝叶斯网络结构（TAN）

首先，我们 TAN 下的定义条件互信息值

定义：设 X_i 为个体特征变量， F 为生育意愿变量。那么个体特征间的条件互信息为

$$I_{ij} = (X_i, X_j | F) = \sum_{X_i, X_j; F} p(X_i, X_j; F) \log_2 \frac{p(X_i, X_j; F)}{p(X_i | F)p(X_j | F)} \quad (1)$$

计算各特征的互信息值后，以互信息值来构建贝叶斯网络。步骤如下：

1) 计算各特征之间的互信息值（即可能存在的互相影响），然后按照从大到小排序，依次列出每一个节点对，在这一过程中应该保证无闭环，构造最大权重跨度

树，直到选择完 $n-1$ 条边。

2) 构建上述的无向图后，接下来为整个无向图确定边的方向。我们随机选取一个属特征节点作为某一个变量的根节点，由根节点向外的方向为特征节点之间的方向。这样便确定好了子节点。

3) 最后，为每一个特征节点人为的添加个体特征变量父节点。

(2) 马尔可夫毯 (MB)

我们首先定义本文研究对象的 MB。

定义：设 X_i 为个体特征变量， F 为生育意愿变量；全集 $U = \bigcup_i X_i \cup F$ ，若有

$$F \perp \{U - \bigcup_i X_i - \{F\}\} | \bigcup_i X_i \quad (2)$$

则称能满足上述条件的最小变量集 $\bigcup_i X_i$ 为 F 的 MB。

网络中的每一组节点在条件上独立于 X_i ，当条件为生育意愿 F 时，即当条件为 X_i 的 Markov 覆盖时，概率具有 Markov 性质；正式地说，对于 X_i 和 X_j ，我们有

$$P(X_i | F, X_j) = P(X_i | F) \quad (3)$$

这样，我们便可以根据前述方法构建 MB 结构的贝叶斯网络。

三、 数据说明和预处理

(一) 数据说明

本文数据来源于问卷调查，其中未婚妇女共 1242 份数据，有关未婚妇女的变量共 14 个，其中个体特征包括 13 个变量。个体特征变量分为两类，一类是客观性的变量如年龄、出生地类型、个人月收入等变量；另一类是通过访问未婚妇女的是否打算生育的原因得到的，这部分变量属于主观性变量，即未婚妇女主观感受到的对自身生育意愿影响的因素。生育意愿包括打算生育和不打算生育两种类型。

（二）变量赋值

由于问卷中的数据大部分不属于数值型变量，为方便后续建模，我们有必要对这些变量进行设定。基础变量设定规则为见表 2。设定后的变量的数值属于名义变量，不能作比较，但是有些变量可以依大小进行排序（如个人月收入以及文化程度）。

表 2 基础变量设定

变量	设定规则
年龄	20-49，定量
民族	1=汉族，0=其他
户口类型	1=城市，2=农村
目前居住地	1，2，3，4=大城市，地级市，小城市，农村
文化程度	1 2 3 4 5 6 7 分别表示未上过学-研究生及以上
就业状况	1=非农与在学 0=其他
就业单位性质	-3=未就业 1-10=10 种类型企业单位
个人月收入	0=500 及以下，1=501-5000，2=5001-10000，3=10001 及以上
有无结婚意愿	1=有，0=无

为方便分析，我们把被调查者各自选择的原因归类并赋值，按照排序高低分别赋值 3、2、1。将有无生育意愿人群选择的影响因素所赋的值相加，即可得到被调查者某一因素对于其是否有生育意愿的影响值。赋值结果越高，影响程度越大，需要注意的是，这种影响是指对生育意愿的整体影响，而不是对想生或不想生育的单向影响。所有群体影响变量设定规则见表 3。

表 3 影响变量设定

变量	赋值
喜欢孩子	0-6 表示影响程度
传统习俗影响	
长辈影响	
亲朋好友影响	
经济条件影响	

四、探索性特征分析

(一) 个体特征基本情况

1. 客观因素

图 6 列出了不同年龄、个人月收入和学历的生育意愿以及直方图。对于年龄，未婚者多集中于 20-25 岁之间，不同年龄段打算生育子女的未婚妇女虽然都多于不打算生育妇女，但是有相当一部分妇女不打算生育。从工资来看，处于 5000 元以下妇女占比较高，这部分妇女的生育意愿也相对偏低，而处于 5000 元以上的未婚妇女不打算生育的占比非常小。这在一定程度上意味着生育意愿与经济条件有很大的关系。从学历来说，处于 6 等级，即大专和本科学历的人群最多，但是这部分人群中不打算生育的妇女占比也非常高。



图 6 生育意愿分的直方图，分别为年龄、个人月收入和学历

图 7 中出了四个变量分生育意愿的条形图，从左到右，从上到下依次为民族、户口类型、居住地类型和结婚意愿。从图来看，其他民族妇女的平均生育意愿微低于汉族，且误差较大。说明其他民族妇女倾向于少生育。从户口类型来看，城镇户籍的妇女生育意愿较农村户籍妇女低。从居住地类型来看，从农村到大城市，生育意愿逐渐下降。由此可见，城市未婚妇女生育意愿低下，这部分人群应该是主要关注点。从结婚意愿来看，没有结婚意愿的生育意愿较低，结婚时生育的必要前提，对于大部分妇女来说，生儿育女时成家后家庭完美的必要一环。因此，促进结婚一定程度上可以促进生育。

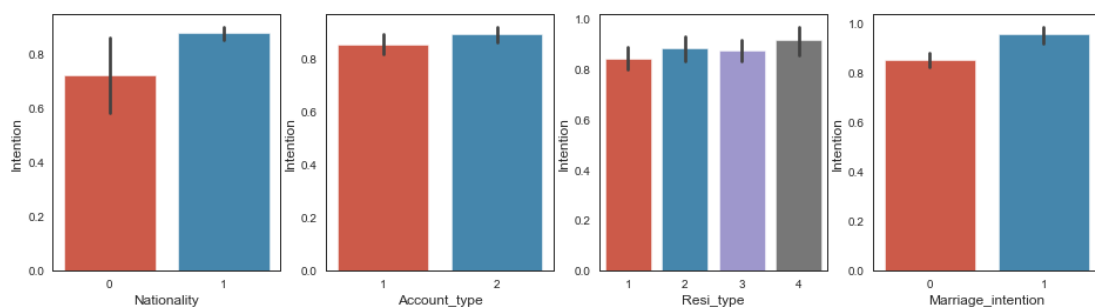


图 7 分生育意愿条形图

2. 主观性因素

图 8 中列出了喜欢孩子程度、受长辈影响和受亲朋好友影响点图。三个变量都表现出中间部分生育意愿高，而两端部分生育意愿低。图 n 中的横坐标都代表了该变量对生育意愿影响的程度，中间高、两端低的趋势表明喜欢孩子程度、受长辈影响和受亲朋好友影响对生育意愿的影响都不大。

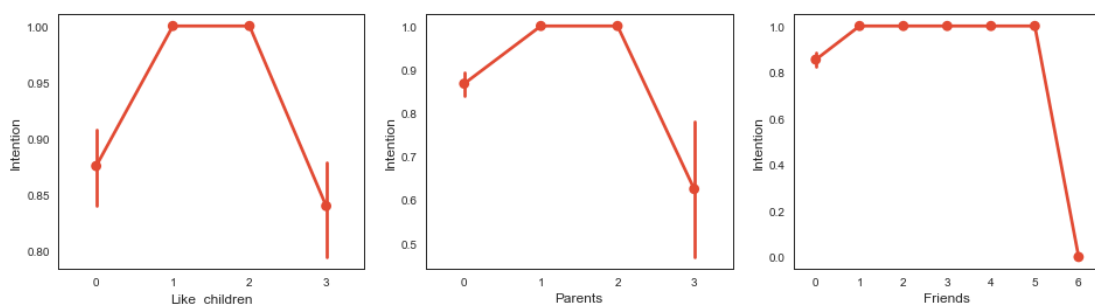


图 8 喜欢孩子程度、受长辈影响和受亲朋好友影响点图

对于另外两个主观性因素，受传统观念影响和经济精力条件表现出与前三种因素不同的趋势。受传统观念影响非常大时，生育意愿非常强烈；在受传统观念影响处于 3 的状态下，生育意愿非常低。主观性变量是由打算生育和不打算生育两个方面的选择结果合并得到的，受传统因素影响等于 3 时生育意愿较低意味着在不打算生育的妇女中，有较大一部分未婚妇女选择了受传统观念影响这个选项。而从经济精力条件图可以看出，经济精力条件影响程度对生育意愿有着一定的负向作用。在经济精力条件影响程度较高时，未婚妇女不打算再生育，由此可见，大部分未婚妇女在决定生育意愿时，都会考虑自身经济和精力条件带来的影响。

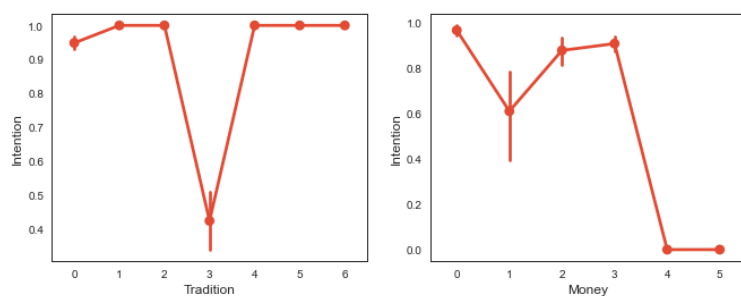


图 9 受传统因素影响和经济精力条件点图

(二) 交叉分析

本文变量较多，如果全部使用交叉分析会非常繁杂。5 个主观性因素是分组变量，组与组之间的差距不大，因此不适合做交叉分析。我们分别以年龄、个人月收入 and 学历为一个维度，其他 4 个变量为另一维度做交叉分析。

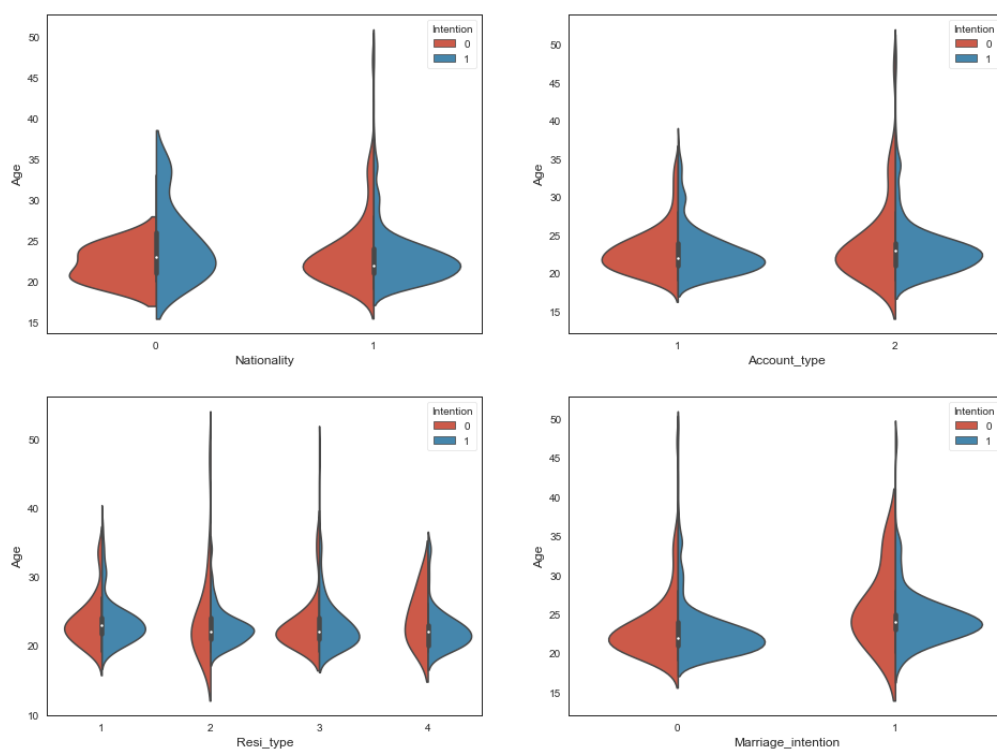


图 10 年龄与其他四个变量的小提琴图

图 10 中列出了不同年龄未婚妇女在民族，户口类型，居住地类型和结婚意愿四个变量下的生育意愿情况。从民族来看，其他民族中打算生育的妇女年龄相比汉族妇女波幅较大；而汉族不打算生育妇女的年龄波幅较大，其他民族不打算

生育妇女集中在 18 至 28 岁。这说明对于汉族妇女，不打算生育的未婚妇女中，有一部分是年龄较大者。从户口类型来看，不同户口类型的妇女随着年龄不同，其生育意愿相似。从居住地类型来看，居住在农村和小城市的不打算生育妇女年龄波幅较大，但是四个居住地的打算生育的妇女年龄集中程度相当，说明不管居住在哪里，打算生育的未婚妇女都集中的 20-30 岁之间。从结婚意愿来看，有结婚意愿的妇女中，有生育意愿的妇女比没有生育意愿的妇女的年龄较集中，这符合前述分析。

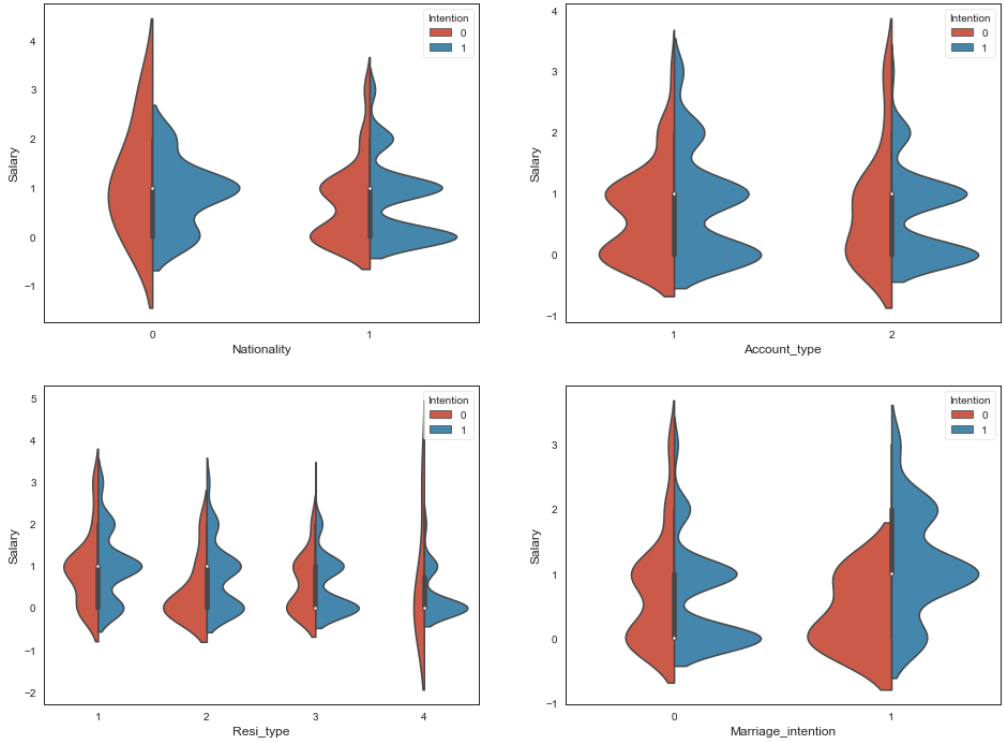


图 11 个人月收入与其他四个变量的小提琴图

图 11 列出了不同个人月收入的未婚妇女在民族，户口类型，居住地类型和结婚意愿四个变量下的生育意愿情况。从民族来看，其他民族不打算生育的妇女个人月收入比汉族妇女的波幅较大，说明对于其他民族的未婚妇女来说，个人月收入与其不打算生育关系不大。从户口类型来看，城镇打算生育的妇女的个人月收入波幅比农村户口的较大，一定程度上说明城镇妇女的生育意愿更受其收入的

影响，这一点从居住地类型也可以看出。在居住地类型图中，居住地为农村的不打算生育妇女相较于其他地区妇女波幅非常大，对于这部分妇女，个人月收入与生育意愿关系不大。从结婚意愿来看，没有结婚意愿且不打算生育的妇女个人月收入波幅超过有结婚意愿但不打算生育的妇女。并且，对于有结婚意愿和生育意愿的妇女的个人月收入波幅超过没有结婚意愿妇女的情况，说明结婚意愿与生育意愿成正比，且不受个人收入的影响，符合前述分析。

最后我们分析不同学历的未婚妇女在民族，户口类型，居住地类型和结婚意愿四个变量下的生育意愿情况。如图 12 所示，总体来看，不同民族、不同户口类型的未婚妇女的生育意愿在学历上的波动幅度相当；不同居住地类型和是否有结婚意愿两个变量下的未婚妇女在学历方面表现出一定的波幅差距。居住地为农村不打算生育的妇女较其他居住地类型的妇女波幅较大，对这部分妇女其学历与不打算生育无关。类似地，有结婚意愿但是无生育打算的妇女不会受学历的影响。

后续模型中，由于有些基础模型对变量间的相关性有一定要求，我们列出各变量间的相关性（见图 13）。整体来看，变量中相关性较大的是就业状况和工作类型，这可能是由于未婚妇女多处于上学阶段，因此其工作类型为未就业导致。如果忽略这一影响，从生育意愿列可以看出，与生育意愿相关性较大的是受传统因素影响和经济精力条件两个主观因素。另外，结婚意愿对生育意愿也有着一定的正向影响，这与前面分析的结果符合。

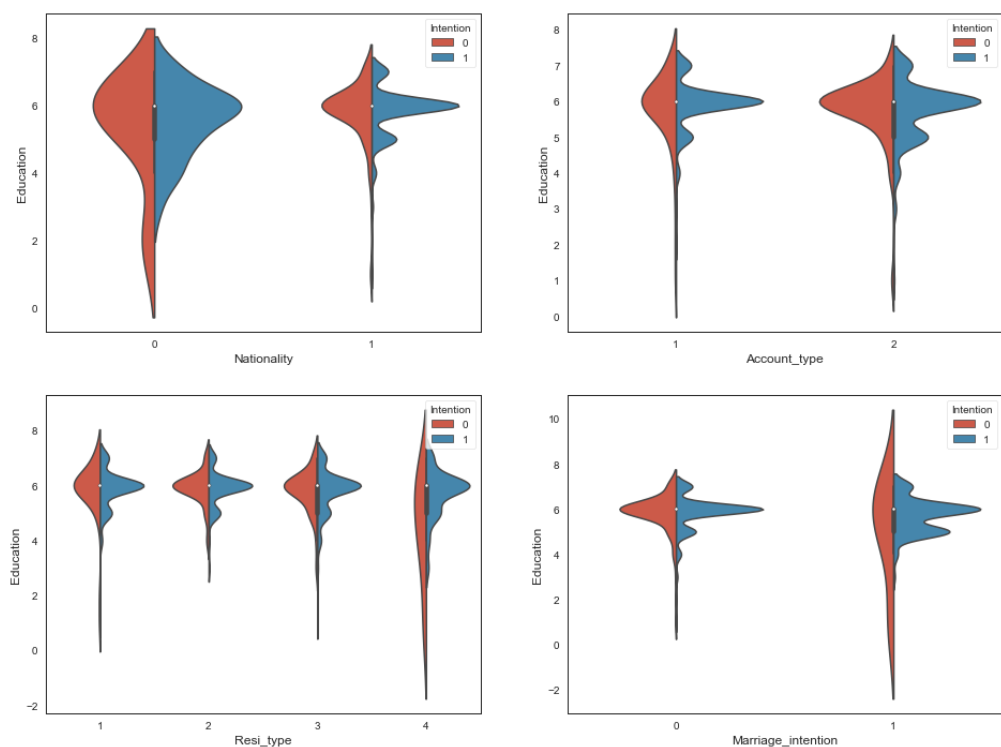


图 12 学历与其他四个变量的小提琴图

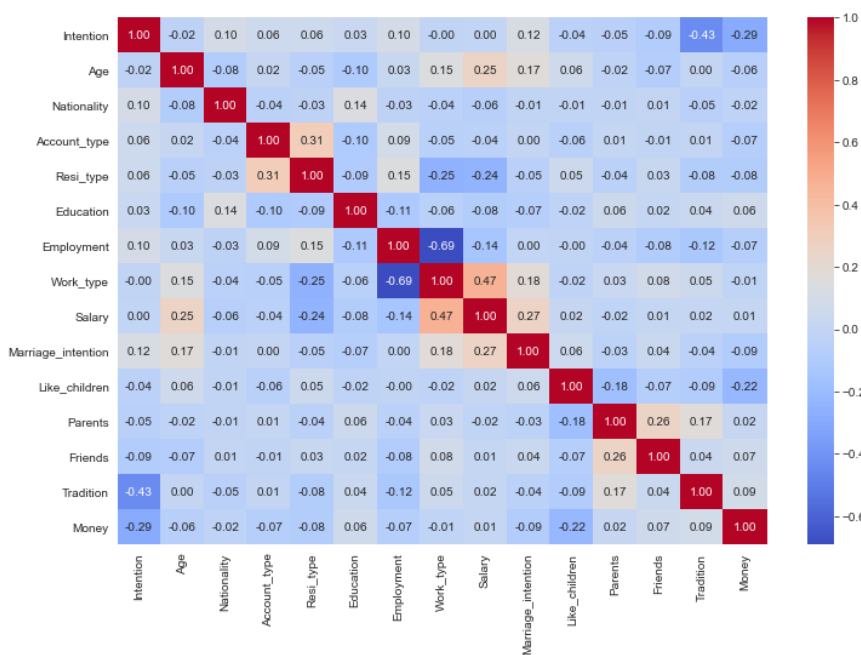


图 13 变量间相关程度热力图

五、生育意愿的影响因素

(一) 确定最优基础分类器

我们将数据按照 7:3 的比例随机将 1242 份数据集划分为训练集和测试集，

使用较为流行和准确的 10 倍交叉验证保证模型的稳定性。10 种模型的训练结果（具体见附件）见图 14。可以看出，有四个分类器的平均精度超过了 Logit 回归，分别为随机森林（RF）、极端随机树（ET）、梯度增强学习（GB）、多层感知机（MLP）以及判别分析。Logit 模型是现有生育意愿（二分类变量）的影响因素研究中最普遍使用的方法。这种方法能比较清晰的辨别出各因素的统计上的显著性，但是对自变量间的相关性要求较高，否则便会得到伪回归或者得到的模型精度较差。但是部分机器学习的方法对数据的相关性要求较低，尤其是树结构的分类器在二分类模型中往往能取得较好的成果。从我们的结果中也可以发现这一点。

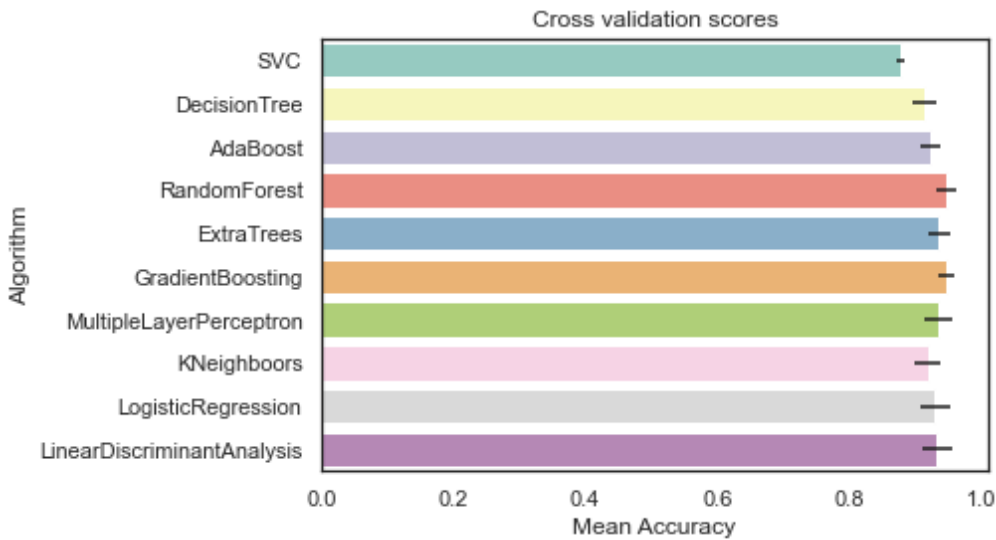


图 14 分类器精度

我们选取随机森林、极端随机树和梯度增强学习三种精度最高的分类器。接下来，我们对这几个分类器进行超参数调整，为了对比，我们也选取支持向量机和自适应梯度增强学习进行超参数调整。随机网格搜索交叉验证后的调整结果如表 4，经过参数调整后五种分类器精度都得到了一定程度的提升。但是精度最高的依然是随机森林、极端随机树和梯度增强学习三种分类器。

表 4 5 种分类器超参数调整后精度对比

分类器	调整前精度	超参数调整精度
支持向量机	87.80%	93.67%
自适应增强学习	92.40%	92.98%
随机森林	94.70%	94.93%
极端随机树	93.67%	95.16%
梯度增强学习	94.70%	94.82%

图 15 种显示了三种精度最高的分类器的学习曲线，从学习曲线来看，梯度增强学习分类器随着样本量的增加，精度有不断上升的趋势，可能存在过拟合的情况。而随机森林的训练精度和交叉验证精度比较接近，适合进行预测。对于极端随机数分类器，训练精度和交叉验证精度出现了偏离趋势，也可能存在过拟合情况。但总体来说，三种分类器的学习曲线都比较良好。

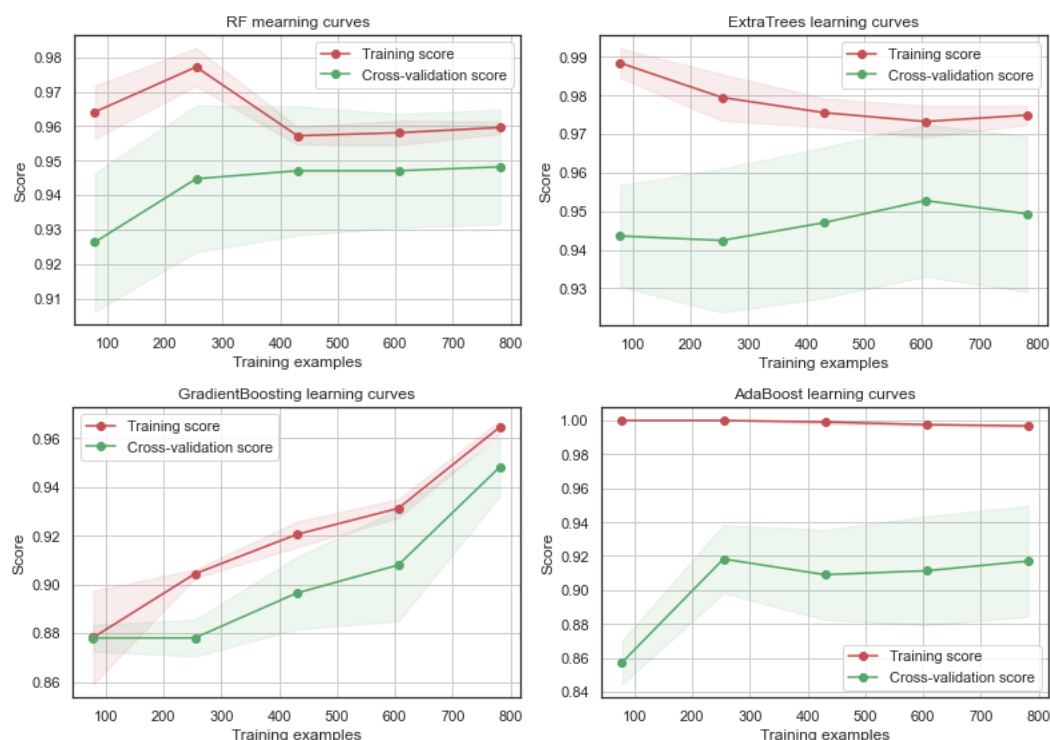


图 15 学习曲线

(二) 特征重要性

我们列出三种精度最高的模型的特征重要性，为了对比，我们也列出参数调

整后的自适应增强学习分类器的特征重要性。如图 16 所示，根据相对重要性，这四个分类器具有不同的最重要特征。这意味着他们的预测不是基于相同的特征。然而，它们在分类上有一些共同的重要特征，例如经济和精力条件和受传统因素影响都是重要性最高的两个特征。其次，对于精度最高的三个模型，喜欢孩子和个人月收入都被列为后续的重要性变量。而民族、工作类型均被三个模型列为最不重要的变量。图 17 画出了三个分类器的特征重要性的相似度，可以看出，尽管三个模型重要性特征有细微不同，但总体相差不大。

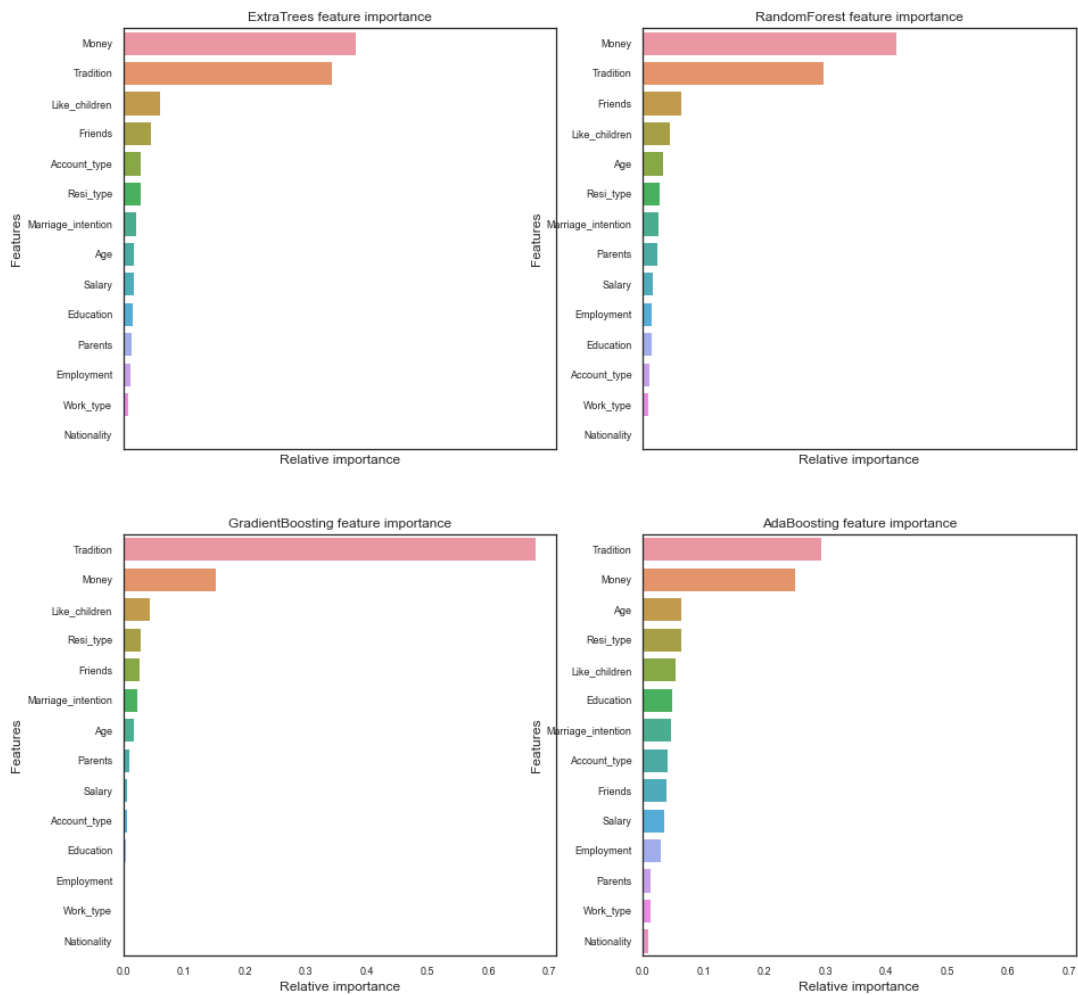


图 16 四种分类器的重要性特征

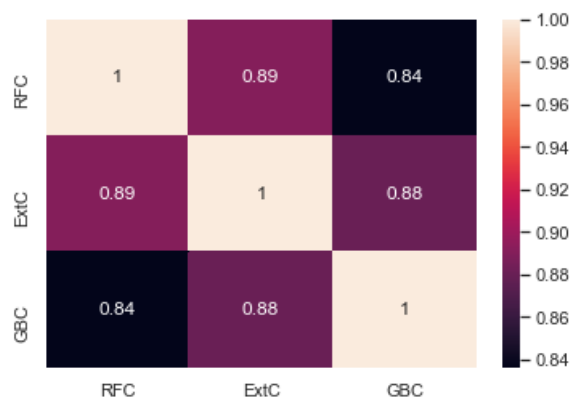


图 17 特征重要性相似度

如果我们把受传统因素影响、受亲朋好友影响、居住地类型定义为社会性影响，从最优的三个分类器的特征重要性来看，打算生育的预测似乎更多地与未婚妇女的经济精力以及社会学影响有关。不管哪一个分类器，结婚意愿的重要性都被置于后面，这与前述描述性分析的结果有略微出入。

（三）集成模型

将三个模型使用 **Stacking** 分类器进行集成，我们首先对集成后的模型进行直接训练，然后使用测试集测试，结果如表 5。

表 5 集成模型结果				
	精度	回测	原来总数	预测总数
无生育意愿	77%	0.77	48	37
有生育意愿	98%	0.97	325	314

两个状态下的预测精度差距较大，其中不打算生育妇女的预测精度较低，猜测可能是一方面打算生育妇女考虑的因素较大且较为复杂，另一方面数据较少，模型训练程度不够，预测精度只有 77%。打算生育妇女预测精度较高，这部分人群选择的原因较为集中，且数据量多，预测精度高。预测结果的混淆矩阵见图 18。预测总体精度为 95.05%，高于三种类型的基础分类器。然后，我们使用 10 折交叉验证对集成模型进行训练和测试，集成模型以及其他三类模型的预测精度见表 6。交叉验证训练后的模型比之间输入模型训练的精度低，但是 **Stacking** 集成模型的精度还是最高。



图 18 混淆矩阵

由表 6 可知，Stacking 集成模型的测试结果优于其他三种单体模型，但是优势不大。考虑到集成模型的稳定性较高的优点，我们依然使用集成模型作为未婚妇女生育意愿的预测模型。该模型相比 Logit 模型的精度高，稳定性较好，尤其对于未婚妇女的打算生育意愿的预测精度非常高。

表 6 折交叉验证后的模型精度

分类器	训练精度	测试精度
随机森林	94.93%	93.30%
Extree	94.93%	93.30%
GB	94.93%	87.67%
Stacking 集成	95.05%	93.84%

六、生育意愿影响路径

（一）贝叶斯网络构建

我们使用 SPSS 旗下的软件 Modeler 来构建贝叶斯网络。将未婚妇女生育意愿显著的自变量和各自的父节点变量纳入模型中。以生育意愿为目标变量，图 19 分别显示了 TAN 结构和马尔可夫毯结构的贝叶斯网络。图 20 分别显示了两种结构的预测变量重要性。TAN 结构中，重要性最高的变量为受传统习俗影响，其次是受亲朋好友影响和 3 年内结婚意愿，而文化程度和年龄等变量被淡化。马尔可

夫毯结构中，变量重要性依次为经济精力条件、受传统习俗影、受长辈影响等。

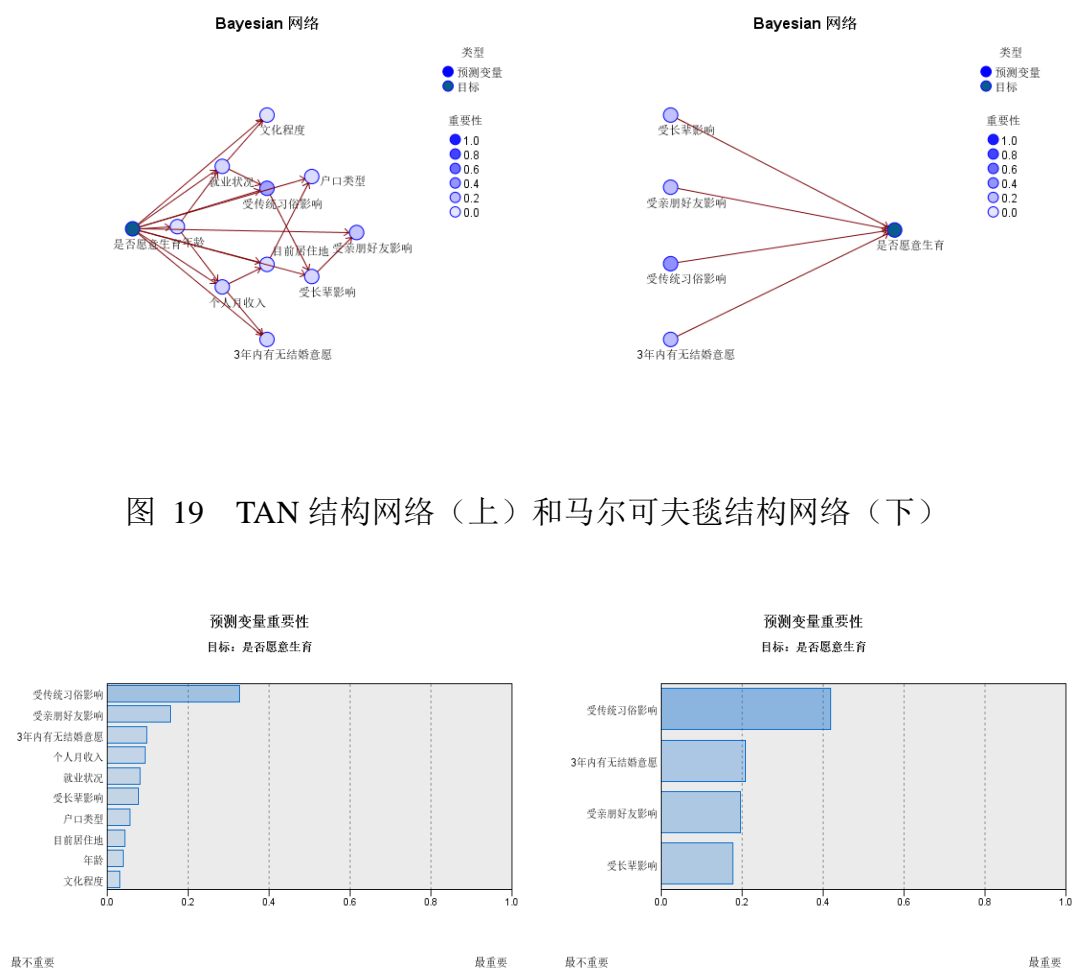


图 19 TAN 结构网络（上）和马尔可夫毯结构网络（下）

图 20 TAN（上）和马尔可夫毯（下）路径系数

贝叶斯网络的两种结构的正确率见表 7。TAN 结构比马尔可夫毯结构正确率略高，但是二者都有 90% 以上的正确率。因此，两种结构的网络图都可以用来作为未婚妇女生育意愿的影响路径图。从训练出的模型来看，马尔可夫毯结构下未婚妇女的影响路径较为单一，只有 3 个外部环境因素变量（三者都属于主观规范的范畴）和结婚意愿变量，而其他的变量与这四个变量之间没有关系。

表 7 未婚妇女不同结构贝叶斯网络正确率对比

模型	正确率
TAN	94.52%
马尔可夫毯	93.40%

（二）影响路径构建

出于 TAN 正确率较高的缘故，图 21 列出了在这种结构下，选取路径系数较高 4 个节点，分别是受传统观念影响、受亲朋好友影响、3 年内结婚意愿和个人月收入，及其父节点构成未婚妇女生育意愿的影响路径。个人月收入不仅对生育意愿有直接影响，而且还通过影响结婚意愿来影响生育意愿。

从影响路径可以看出，生育意愿的影响变量与前述集成分类器的结果不同，结婚意愿被纳入路径中，且受个人月收入的影响。受传统习俗影响依然是主导因素。个人月收入在 Stacking 集成模型中的重要性并没有很高，但是经济精力条件却很高，而在贝叶斯网络中，这些特征有着不同的表现。影响路径可以直观的看到各个特征之间的影响关系以及影响大小。从图 21 来看，如果要提高未婚妇女的生育意愿，应该以环境因素为出发点（如传统习俗和未婚妇女的亲朋好友）和结婚意愿为出发点。同时，由于影响环境因素的变量为就业状况和个人月收入，因此这两个变量也是应该关注的焦点。从结婚意愿来看，结婚意愿连续 7 年下降。这也许是造成未婚妇女生育意愿低下的直接原因。

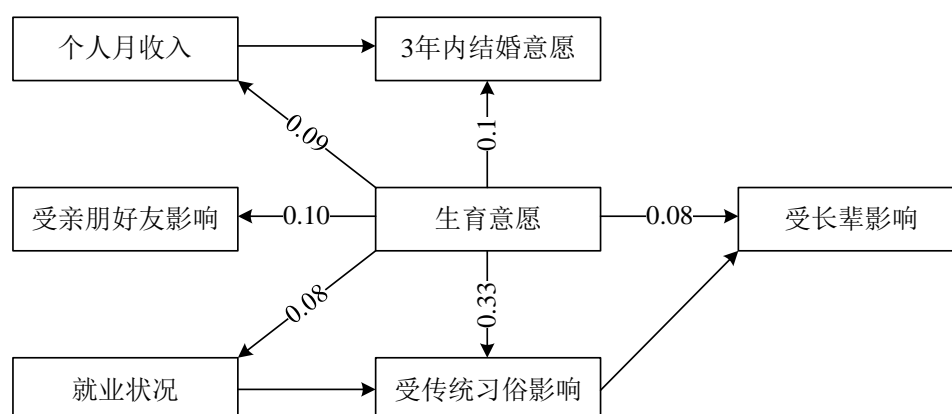


图 21 未婚妇女生育意愿的影响路径

七、结论与建议

本文针对近年来出生率持续下降的问题，围绕未婚妇女打算生育子女的影响

因素展开,从研究方向和研究方法上都进行了创新,得到了影响未婚妇女生育意愿的影响因素和影响路径。其中,Stacking 集成模型的结果优于传统的生育意愿影响因素探究的 Logit 回归模型;基于贝叶斯网络的影响路径进一步直观的展示了各变量的相互影响关系和最终对生育意愿的影响。

(一) 结论

1. 经济压力和缺乏精力是不打算生育选择的重要原因

探索性特征分析显示,经济负担与精力条件是接受调查的未婚妇女选择生育与否的重要原因。不打算生育的原因很多人认为是比较耗费精力且出于经济压力。同时,城市未婚妇女生育意愿较其他群体更低,且更受其收入的影响,能也是由于城市生活养育成本较高所带来的经济精力压力过重所导致的。同样的,集成模型的结果,也显示出了经济和精力条件对于生育意愿的重要影响。

2. 社会性因素是影响未婚妇女生育意愿的主要因素

从集成模型的结果来看,尽管各个模型重要性特征有细微不同,但总体相差不大。它们都显示出受传统因素影响是重要性程度前二的特征,且如果我们把受传统因素影响、受亲朋好友影响、居住地类型定义为社会性因素,从最优的三个分类器的特征重要性来看,打算生育的预测似乎更多地与未婚妇女的社会学影响有关。

3. 环境因素和结婚意愿是提高未婚妇女生育意愿的出发点

基于前面的集成模型,我们以贝叶斯网络构建了生育意愿的影响路径。对于未婚妇女,就业状况→传统习俗影响→生育意愿路径系数最大。除此之外,比较重要的路径有:长辈影响→亲朋好友影响→生育意愿,个人月收入→结婚意愿→生育意愿。总的来说,包括长辈、亲朋好友以及传统习俗影响在内的环境因素和结婚意愿是提高未婚妇女生育意愿的出发点。

4. 受传统习俗影响对未婚妇女的生育意愿影响显著

交叉分析结果显示,与生育意愿相关性较大的是受传统习俗影响和经济精力条件两个主观因素;集成模型结果显示,尽管各个模型重要性特征有细微不同,但是受传统习俗影响的重要程度总是排名前二,其对未婚妇女生育意愿的影响可见一斑;贝叶斯网络的影响路径结果也显示出受传统习俗影响对其生育意愿的显著影响。总的来说,受传统习俗影响对未婚妇女的生育意愿影响显著。

(二) 建议

随着 90 后、00 后年轻一代进入婚育期,人们的生育态度也在转变,晚婚晚育、少生优生成为社会主流婚育观。本文结合研究结论,从家庭收入提升、家庭政策支持、普惠托育服务、适婚适育年龄、人口素质提升、公共资源共享等角度切入,提出促进我国生育水平提升的对策建议。

1. 稳定和扩大就业面,保障百姓家庭经济收入来源

我们的模型结果表明,经济精力条件是制约生育的关键因素。经济发展水平提高和支持生育率回升的家庭政策是跨越中等收入陷阱和低生育率陷阱非常重要的条件(彭姣,2019)。充分和稳定的就业,是家庭收入最直接、最稳定的渠道。完善在职培训、终身学习机制,促进劳动者能力与经济社会发展需求的匹配;加强就业、失业的动态调查监测,保障百姓家庭收入稳定、持续增长。

2. 加大生育政策调整宣传力度,提高群众对相关政策的知悉度和认可度

国家应该积极创新宣传方式,大力宣传生育政策,助理良好婚育风气的形成。加大宣传力度,使群众了解国家生育政策调整以及各项婚育政策的重大意义,推动全社会各类群体认识到加强人口新政工作的重要性和紧迫性。

3. 大力推进新型城镇化建设,逐步实现基本公共服务均等化

研究表明,除了经济条件的影响外,养育公共资源的不均等也是原因之一。从外生的角度通过体制改革和政策调整,城乡保障体系的对接、城乡居民权力的

平等，从外部赋予农民能量，推进农民市民化。均等化的服务能从一定程度上降低未婚妇女对生儿育女的担忧，也会降低大众对生儿育女的担忧，从而改进社会现行的不婚不育观念。另一方面可以切实改善低收入人群生育后的子女教育医疗等问题，从根本上解决未婚妇女不想生的问题。

参考文献

- [1] 陈卫, 杨胜慧. 中国 2010 年总和生育率的再估计[J]. 人口研究, 2014(6): 16-24.
- [2] 朱勤. 2000-2010 年中国生育水平推算——基于“六普”数据的初步研究[J]. 中国人口科学, 2012(4): 68-77.
- [3] 杨凡, 赵梦晗. 2000 年以来中国人口生育水平的估计[J]. 人口研究, 2013(2): 54-65.
- [4] 崔红艳, 徐岚, 李睿. 对 2010 年人口普查数据准确性的估计[J]. 人口研究, 2013(1): 10-21.
- [5] 尹文耀, 姚引妹, 李芬. 生育水平评估与生育政策调整——基于中国大陆分省生育水平现状的分析[J]. 中国社会科学, 2013(06): 109-128+206-207.
- [6] 郝娟, 邱长溶. 2000 年以来中国城乡生育水平的比较分析[J]. 南方人口, 2011(5): 27-33.
- [7] 翟振武, 陈佳鞠, 李龙. 现阶段中国的总和生育率究竟是多少? ——来自户籍登记数据的新证据[J]. 人口研究, 2015(6): 22-34.
- [8] 陈卫. 基于广义稳定人口模型的中国生育率估计[J]. 人口研究, 2015(6): 35-43.
- [9] Sobotka, T., 2009, “Sub-Replacement Fertility Intentions in Austria.” *European Journal of Population*, 25(4).
- [10] Miller, W. B., D. J. Pasta, 1993, “Motivational and Nonmotivational Determinants of Childnumber Desires.” *Population and Environment*, 15(2).
- [11] 林天水, 穆澜, 刘玉兰. “全面二孩”政策背景下城乡家庭生育意愿的影响因素研究——以环巢湖地区城乡家庭为例[J]. 西北人口, 2020, 41(06): 78-87.
- [12] 牛敏静, 李路. 全面二孩政策下陕西城镇居民生育意愿及其影响因素研究[J]. 陕西行政学院学报, 2019, 33(03): 43-47.
- [13] 马赫, 尹文强, 王安琪, 韩岩, 李玲玉, 程呈, 陈钟鸣. 全面二孩政策下山东省育龄女性二孩生育意愿及影响因素分析[J]. 卫生软科学, 2019, 33(06): 16-20.
- [14] 庄亚儿, 姜玉, 李伯华. 全面两孩政策背景下中国妇女生育意愿及其影响因素——基于 2017 年全国生育状况抽样调查[J]. 人口研究, 2021, 45(01): 68-81.
- [15] 杨晓畅, 蒲川. “全面二孩”政策下重庆市育龄妇女二孩生育意愿及影响因素分析[J]. 中国卫生事业管理, 2018(10): 786-789.
- [16] 尚丽, 黄丽燕. 基于中国五省市育龄妇女二孩生育意愿及影响因素研究[J]. 中国妇幼保健研究, 2019(9): 1064-1069.
- [17] 吴帆. 生育意愿研究: 理论与实证[J]. 社会学研究, 2020, 35(04): 218-240+246.
- [18] 郑真真. 生育意愿的测量与应用[J]. 中国人口科学, 2014(06): 15-25+126.
- [19] McClelland, G. H., 1983, “Family Size Desires as Measures of Demand.” In R. A. Bulatao & R. Lee (eds.), *Determinants of Fertility in Developing Countries*. New York: Academic Press.
- [20] Ryder, N. B. & C. F. Westoff 1971, *Reproduction in the United States*, 1965. Princeton, N J: Princeton University Press.
- [21] Ajzen, I., 1991, “The Theory of Planned Behavior, Organizational Behavior and Human Decision Processes.” *Journal of Leisure Research* 50(2).
- [22] Ajzen, I. & J. Klobas 2013, “Fertility Intentions: An Approach Based on the Theory of Planned Behavior.” *Demography Research* 29(8).

- [23] Noak, T. & L. Ostby, "Free to Choice-But Unable to Stick to It? Norwegian Fertility Expectations and Subsequent Behaviors in following 20 Years." In E. Klijzing & M. Corijn (eds.), *Dynamics of Fertility and Partnership in Europe: Insights and Lessons from Comparative Research*, 2000(2). New York: United Nations.
- [24] 茅倬彦, 罗昊. 符合二胎政策妇女的生育意愿和生育行为差异——基于计划行为理论的实证研究[J]. 人口研究, 2013, 37(01): 84-93.
- [25] 贺丹, 张许颖, 庄亚儿, 王志理, 杨胜慧. 2006~2016 年中国生育状况报告——基于 2017 年全国生育状况抽样调查数据分析[J]. 人口研究, 2018, 42(06): 35-45.
- [26] 风笑天. 影响育龄人群二孩生育意愿的真相究竟是什么. 探索争鸣, 2018, 10: 54-61
- [27] 杨苓浚. 育龄妇女二孩生育意愿的父辈影响分析[J]. 管理观察, 2019(22): 32-34+37.
- [28] 王军,王广州. 中国低生育水平下的生育意愿与生育行为差异研究[J]. 人口学刊, 2016, 38(02): 5-17.
- [29] Philipov D., Fertility intentions and outcomes: The role of policies to close the gap. *European Journal of Population*, 2009, 25(4): 355-361.
- [30] 马小红. 二孩生还是不生——北京城市独生子女及双独家庭生育意愿研究[A]. 中国人口年鉴 2007[C]. 北京: 中国年鉴出版社, 2007: 278-289.
- [31] 靳永爱, 宋健, 陈卫. 全面二孩政策背景下中国城市女性的生育偏好与生育计划[J]. 人口研究, 2016(6).
- [32] 郑真真. 生育意愿研究及其现实意义——兼以江苏调查为例[J]. 学海, 2011(2): 10-18. [33] 石智雷, 杨云彦. 符合"单独二孩"政策家庭的生育意愿与生育行为[J]. 人口研究, 2014, 38(5): 27-40.
- [34] 姜玉, 庄亚儿. 生育政策调整对生育意愿影响研究——基于 2015 年追踪调查数据的发现[J]. 西北人口, 2017, 038(003): 33-37, 44.
- [35] 陈卫, 靳永爱. 中国妇女生育意愿与生育行为的差异及其影响因素. 人口学刊, 2011; (2): 3-13
- [36] 张亮.城市居民的二胎生育意愿及影响因素[J].湖南师范大学学报(哲学社会科学版), 2011(5): 92-96.
- [37] 吕江洪, 黄宝凤, 石盛林. 一孩与二孩家庭育龄妇女生育意愿比较[J]. 人口学刊, 2013(01): 36-43.
- [38] Dommermuth L., Klobas J., LappegaRd T., Realization of fertility intentions by different time frames[J]. *Advances in Life Course Research*, 2015, 24: 34-46.
- [39] Kuhnt A. K., & Trappe H., Channels of social influence on the realization of short-term fertility intentions in Germany[J]. *Advances in Life Course Research*, 2016, 27: 16-29.
- [40] Liefbroer, A. C., Changes in Family Size Intentions Across Young Adulthood: A Life-Course Perspective[J]. *European Journal of Population*, 2009, 25(4): 363-386.
- [41] Gray E., Evans A. & Reimondos A., Childbearing desires of childless men and women: When are goals adjusted?[J]. *Advances in Life Course Research*, 2013, 18(2): 141-149.
- [42] Hayford S. R., The evolution of fertility expectations over the life course[J]. *Demography*, 2009, 46(4): 765-783.
- [43] 张旭, 朱欣焰, 鲍曙明. 中国人口生育率的时空演变与空间差异研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2012, 37(05): 516-519.
- [44] Hartwell L. P., Erchull M. J. Desire for Marriage and Children: A Comparison of

- Feminist and Non-feminist Women[J]. Gender Issues, 2014, 31(2): 102-122.
- [45] Marc ́n M., Molina J. A. & Morales M., The effect of culture on the fertility decisions of immigrant women in the United States[J]. Economic Modelling, 2016, 70.
- [46] Miller W. B., Bard D. E., Rodgers J. L., Biodemographic modeling of the links between fertility motivation and fertility outcomes in the NLSY79.[J]. Demography, 2010, 47(2): 393-414.
- [47] Johnson-Hanks J. A., Bachrach C. A. & Morgan S. P., *et al.* Understanding Family Change and Variation: Toward a Theory of Conjunctural Action[M]. Springer Netherlands, 2011.
- [50] Rodgers, J. L., K. Hughes, H. P. Kohler, K. Christensen, D. Doughty, D. Rowe & W. B. Miller, “Genetic Influence Helps Explain Variation in Fertility Outcomes: A Review of the Recent Behavioral and Molecular Genetic Literature.” Current Directions in Psychological Science, 2001 10(5).
- [51] 庄渝霞. 不同代别农民工生育意愿及其影响因素——基于厦门市 912 位农村流动人口的实证研究[J]. 社会, 2008(01): 138-163+225-226.
- [52] 陈宇, 邓昌荣. 中国妇女生育意愿影响因素分析[J]. 中国人口科学, 2007(06): 75-81+96.
- [53] 谭雪萍. 成本——效用视角下的单独二胎生育意愿影响因素研究——基于徐州市单独家庭的调查[J]. 南方人口, 2015, 30(02): 1-12+22.
- [54] Daphne Koller & Nir Friedman. 概率图模型: 原理与技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.
- [55] 吴明隆. 问卷统计分析实务: SPSS 操作与应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2010.
- [56] 彭姣, 毕忠鹏. 收入水平、家庭政策与生育率变化——西方的趋势和中国的挑战[J]. 南方人口, 2019(1): 44-55
- [57] 吴帆. 欧洲家庭政策与生育率变化——兼论中国低生育率陷阱的风险[J]. 社会学研究, 2016(1): 49-72
- [58] 孙笑微, 赵大宇, 李晓毅, 等. 用于数据挖掘的 TAN 分类器的研究与应用[J]. 计算机技术与发展, 2006, 016(011): 140-142.
- [59] Heckerman, D.. A tutorial on learning with Bayesian networks. In Innovations in Bayesian Networks (2008) (pp. 33-82). Springer Berlin Heidelberg.

附 录

10 种学习器的精度和误差（10-fold 交叉验证后）

分类器	精度	精度误差
支持向量机	0.878	0.005
决策树	0.915	0.017
自适应增强学习	0.924	0.016
随机森林	0.947	0.016
极端随机树	0.937	0.017
梯度增强学习	0.947	0.012
多层感知机	0.936	0.022
K-最近邻	0.919	0.019
逻辑回归	0.931	0.022
线性判别分析	0.933	0.022

代码说明和数据包说明：

Anaconda3 代码

Basic Analysis.ipynb: 探索性分析

Stacking model.ipynb: 集成模型

SPSS modeler 程序：

影响路径：路径分析.str

致 谢

经过 3 个月的不屑努力，我们组终于完成了本次研究。在此，我们要感谢我们的指导老师，是她在我们每一步的研究中给予细心的指导。同时也要感谢我们组所有的队员，感谢 3 个月以来他们坚持不懈，埋头钻研，积极交流和讨论，没有他们的努力就没有这篇研究的成果。感谢你们！