

# 养老床位需求量预测模型

佟萌萌

辽宁师范大学, 辽宁 大连  
Email: 1078862668@qq.com

收稿日期: 2020年9月1日; 录用日期: 2020年9月19日; 发布日期: 2020年9月27日

## 摘要

当今中国已进入老龄化社会, 根据国际上对于人口老龄化的定义, 当一个国家或地区的60岁以上人口超过10%, 意味着这个国家进入严重老龄化。而作为老年人未来生活起居重要保障的养老服务设施却没有跟上人口老龄化的速度, 从而解决养老服务问题也越来越突出。本文以养老服务床位数量预测的问题进行研究, 以题目所给的数据为基础, 选择适合的科学原理和预测方法, 对数据进行处理、挖掘, 建立预测模型, 然后再对模型处理和分析, 研究并作出养老床位预测模型, 并给出合理化建议, 为企业和政府提供便利条件和可持续发展的商业模式。本文采用最小二乘支持向量机的方法, 以机器学习理论与统计理论为基础, 运用支持向量机的方法进行了完整的建模工作。

## 关键词

最小二乘支持向量机, SVM模型, 数据预处理, MATLAB

# Forecasting Model for the Demand of the Old-Age Bed

Mengmeng Tong

Liaoning Normal University, Dalian Liaoning  
Email: 1078862668@qq.com

Received: Sep. 1<sup>st</sup>, 2020; accepted: Sep. 19<sup>th</sup>, 2020; published: Sep. 27<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

China is now in the population aging, and according to the international definition of the population aging, when a country or region has more than 10 percent of its population over the age of 60, the country is getting significantly older. However, as an important guarantee for the future life of the elderly, the old-age service facilities have not kept up with the speed of population aging. Thus,

the problem of providing for the aged becomes more and more prominent. In this paper, the problem of forecasting the number of old-age service beds is studied. Based on the data given in the topic, the appropriate scientific principles and forecasting methods are selected, the data are processed and mined, and the forecasting model is established. Then, the model is processed and analyzed, the forecasting model of old-age service beds is studied and made, and reasonable suggestions are given to provide convenient conditions and sustainable business models for enterprises and governments. In this paper, the method of least squares support vector machine is adopted. Based on machine learning theory and statistical theory, a complete modeling work is carried out by using support vector machine.

## Keywords

Support Vector Machine, SVM Model, Data Pre-Processing, MATLAB

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 背景介绍

随着国内人口老龄化程度不断加深,老年人的养老问题已经成为人们广泛关注的一个社会热点问题。从 2009 年到 2018 年,无论是老年人口的数量,还是老年人口所占的比例都有了明显的增长,老年人养老服务需求缺口也越来越突出,那么如何配置养老服务资源成为了解决养老服务问题的重中之重,对养老服务床位需求的预测以及对养老服务设施配置的优化,具有非常高的理论意义与实际意义。

本文以预测养老床位研究目标,首先,以现有数据为基础,利用支持向量机最小二乘法模型,预测了 2019~2028 全国城镇和乡村 60~65 岁和 65 岁以上人口数。其次,以测算的人口数据为基础,根据国外发达国家养老服务领域经验,找出人口数量和养老服务床位需求量之间的关系,建立数学模型,预测出 2011~2028 年全国养老服务床位需求量情况。根据预测结果,从企业和政府角度出发,进一步分析养老服务中商机和可持续发展的方向。最后,根据上述研究所得结果提出建议。

家家都有老人,人人都会变老。随着时间的推移,我国老龄人口逐渐增多,老龄化的社会问题越来越突出。由于我国人口基数大,养老需求的层次也不相同,解决养老服务问题已是迫在眉睫。解决这个社会问题的一个有效途径是通过政府和各方面的努力,来尽可能地不断满足老年人的养老服务需求。我国目前的养老模式主要以家庭养老、社区养老、机构养老为主,其中机构养老的类型有公办养老院、民办养老院、公建民营养老院等,都对养老服务事业做出了不同的贡献。但是现有的养老服务床位供给还远远不能满足社会的需求,增加养老服务床位是一个急待解决的现实问题。从政府角度来说,合理估计养老服务中床位的需求,制定合理的养老服务床位发展规划,是构建和谐社会、幸福社会的重要组成部分。从企业角度出发,养老服务床位的增加也为企业提供了一个商机。

## 2. 问题重述及分析

针对问题一,根据我国的人口数量、结构和消费水平等多种因素,预测养老服务床位数量的市场需求规模及其分类。首先对我国的人口数量、结构和消费水平的因素进行分析,通过现有数据的预处理,选择最小二乘支持向量机模型进行分析预测及完成对模型的调试。应用 MATLAB 软件对现有 2008~2019 年的老龄人口的数据及预测数据进行拟合,达到了很好的拟合精度,验证了最小二乘支持向量机的正确

性，采取支持向量机分类方法(SVM)模型，以历史数据为基础，预测未来 10 年 60~65 岁和 65 岁以上老人数量，以测算的人口数据为基础利用模型二预测养老床位数量，并依据城镇和乡村消费水平和养老院意愿不同进行分类。

针对问题二，从企业角度出发，结合现有养老服务床位的数量和结构，分析、建立合适的模型，来发现并分析养老服务床位增加中的“商机”。

针对问题三，建立一个合适的数学模型，从政府的角度出发，设计一个既能基本满足社会需求，又能持续发展养老服务事业，同时还能促进社会就业的养老服务床位运营的商业模式。

针对问题四，试用精炼的数学语言归纳总结本题中最关键的数学建模问题及其算法。以你们的模型及其结论为科学依据，对政府管理部门针对养老床位规划问题提出合理的建议。

### 3. 模型假设与符号说明

#### 3.1. 模型假设

- 1) 假设现有数据完全真实可靠。
- 2) 假设在已知数据时间段和预测时间段内，政府的养老服务床位数量的市场需求规模的政策没有发生大的改变。
- 3) 假设在已知数据时间段和预测时间段内，现有养老服务床位的结构和数量没有发生大的改变。
- 4) 忽略家庭养老模式对所需养老服务床位的影响。

#### 3.2. 符号说明

在整篇文章中，我们主要采用了以下符号见表 1：

**Table 1.** Symbol description  
**表 1.** 符号说明

符号	说明
$\ w\ ^2$	VC 维数
$x_i$	床位需求影响因素
$y_i$	床位需求量
$a_i$	Lagrange 乘子
$L$	Lagrange 函数
$M$	训练样本集
$N$	测试样本集
$\sum$	求和符号
$Q_j^{X_q}$	第 $i$ 年 60~65 岁以及 65 岁以上城市或乡村老人的预测人口数
$P_j^{X_q}$	第 $i$ 年 60~65 岁以及 65 岁以上城市或乡村老人的抚养率
$j = 1, 2$	分别代表城镇和乡村
$X_q = 1, 2$	代表老人年龄在 60~65 岁和 65 岁以上的年龄段
$Q_1^{X_1}, Q_1^{X_2}, Q_2^{X_1}, Q_2^{X_2}$	相对应的各年龄段人口数
$E_j^{X_q}$	代表城镇乡村两个年龄段的平均住院年限

## Continued

$\omega$	床位使用率
$D$	年均床位开放日
$\eta$	人口流动需求比例
$\kappa$	潜在需求弹性系数

## 4. 模型建立与求解

### 4.1. 模型建立与输入输出量选取

问题要求根据我国的人口数量、结构和消费水平等多种因素, 预测养老服务床位数量的市场需求规模及其分类。对全国未来人口测算是全国养老服务需求测算基础, 因此本节主要是对 2009~2018 年人口数据进行预处理, 利用支持向量机模型预测未来十年的 60 岁以上老人人口数量并分析人口结构, 利用人口结构和模型二推算未来养老服务床位需求量, 最后依据城镇和乡村消费水平和养老院意愿不同进行分类。

#### 4.1.1. 建立网络模型

考虑到 SVM 函数有比较高端的精度逼近能力, 因此可以借助文献[1]中的 SVM 网络拓扑结构利用样本数据来训练, 利用此方法探究内部的时间序列变化的规律, 及逼近时间序列样本中隐含的函数关系, 于是就可以完成对时间序列的映射关系, 因此达到建立模型的目的。

#### 4.1.2. 选择输入量和输出量

依据变量和变量之间已有的关系, 借助回归方法进行处理和分析, 对自变量和因变量之间存在的关系进行分析, 最后得到了回归方程。实际上因变量和自变量是非随机变量和随机变量。如果自变量的数据是已知的, 我们就可以利用回归方程求出因变量的值。也就是, 通过分析已知数据的变化规律, 得到回归方程的关系式, 然后确定模型参数, 最后我们就可以进行预测了。

根据已知数据的分析, 得到 60 岁以上人口数量的主要影响因素, 将这几个影响因素作为输入因子进行人口数量预测模型的建模。

在进行建模时, 将 2009~2013 年的人口数据作为支持向量机模型的训练样本, 并将 2014~2018 的人口数据作为对基于最小二乘的支持向量机训练的检验样本。人口流动量、家庭养老模式下人口, 和真实的 60 岁以上人口数据作为输入因子, 预测人口作为输出因子。对已给数据分析和处理后我们可以发现, 输入因子和输出因子的量纲和数据的相对取值范围也是不同的。要是直接作为输入因子进行 SVM 训练和样本检验, 会降低模型的精度。所以, 我们需要对输入因子和输出因子的数据进行处理, 即对三个输入因子和一个输出因子进行归一化处理, 处理后的数据的范围相对比较集中, 有利于模型的准确预测。

#### 4.1.3. 确定床位需求量预测结构模型

根据数据, 我们发现各年龄段人口数量有非线性和不确定性, 所以, 我们要想建立一个确定的关系来描述各年龄段人口数量各种影响因素是很难的。但是可以用时间序列来综合表达人口数量与影响人口数量的结果, 此外可分析得人口数量的发展情况, 我们仔细分析城镇和乡村各年龄段人口数量系统变化的规律, 对 60~65 岁和 65 岁以上人口数进行预测。

本文在统计学习理论上, 建立 SVM 的量预测模型, 结合以上内容及数据分析, 得到图 1 所示的预测模型, 其中  $x_i, K(x_i, x), y_i$  为表 1 中符号[1]。

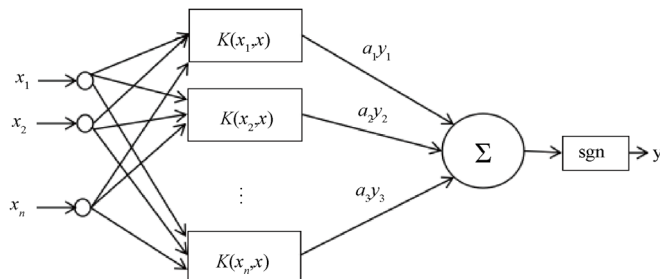


Figure 1. Support vector machine model  
图 1. 支持向量机模型

4.1.4. 时间序列模型的定阶

图 1 是支持向量机预测模型的拓扑结构。因为输入维数是  $n$ ，所以模型的阶数为  $n$ 。因为支持向量机的任意逼近的非线性映射的能力，并且可以自动最优化生成对于上述映射确定的预测模型网络结构。所以，我们可以采用合适的模型并选择准则优化选取支持向量机的输入节点数，最后得到合适的预测模型结构。

4.1.5. 建立预测模型

最小二乘支持向量机(LSSVM)是支持向量机其中的一种算法，将标准支持向量机算法中的不等式约束转化为等式约束。对以上的非线性回归问题，设训练样本为

$$(x_1, y_1), \dots, (x_l, y_l) \in R^n \times R$$

非线性回归函数为

$$f(x) = w^T \varphi(x) + b$$

对于最小二乘支持向量机，优化问题变为

$$\begin{aligned} \min & \frac{1}{2} \|w\|^2 + r \frac{1}{2} \left( \sum_{i=1}^l \xi_i^2 \right) \\ \text{st} & \begin{cases} y_i = w^T \varphi(x_i) + b + \xi_i \\ \xi_i \geq 0 \\ i = 1, \dots, l \end{cases} \end{aligned} \tag{1}$$

求解式(1)的优化问题，可以引入 Lagrange 函数

$$L = \frac{1}{2} \|w\|^2 + r \frac{1}{2} \left( \sum_{i=1}^l \xi_i^2 \right) - \sum_{i=1}^l a_i (w^T \varphi(x_i) + b + \xi_i - y_i)$$

其中， $a_i$  为 Lagrange 乘子；常数  $r > 0$ ，它对超出误差的样本的惩罚程度进行控制，最优的  $a_i$  和  $b$  可以根据 KKT (Karush-Kuhn-Tucker) 条件得到

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w} = 0 \rightarrow w = \sum_{i=1}^l a_i \varphi(x_i) \\ \frac{\partial L}{\partial b} = 0 \rightarrow \sum_{i=1}^l a_i = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \xi_i} = 0 \rightarrow a_i = r \xi_i \\ \frac{\partial L}{\partial \xi_i^*} = 0 \rightarrow w^T \varphi(x_i) + b + \xi_i = 0 \end{cases}$$

根据上式，上述问题即可转化为下面的求解如下的线性方程

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & K(X_1, X_2)+1/r & K(X_1, X_2) & \cdots & K(X_1, X_n) \\ 1 & K(X_2, X_1) & K(X_2, X_2)+1/r & \cdots & K(X_2, X_n) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & K(X_n, X_1) & K(X_n, X_2) & \cdots & K(X_n, X_n)+1/r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

上式中， $K(x_i, x_j)$ 为核函数。

从而得到非线性回归函数的解为

$$f(x) = w^T \phi(x) + b = \sum_{i=1}^l a_i K(x_i, x) + b \quad (2)$$

人口数量及其影响因素的样本资料序列为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ ,  $x_i \in R^d, y_i \in R$ ，其中 $y_i$ 为人口数量， $x_i$ 为人口数量的影响因素。因此人口数量的支持向量机模型表示如下：

$$f(x) = \sum_{i=1}^l a_i k(x_i, x) + b \quad (3)$$

本文主要介绍运用最小二乘支持向量机的方法：建立预测模型，根据人口数量特点，运用文献[2] [3]中最小二乘支持向量机算法，建立人口数量预测模型。

本文中基于SVM预测方法的人口数量预测主要步骤为：

- 1) 对已知数据进行分析和预处理处理(特征提取、归一化)；
- 2) 形成训练样本集和测试样本集；
- 3) 针对训练样本建立目标函数；
- 4) 解出目标函数；
- 5) 将求解式所得的参数代入回归函数 $f(x)$ ，将样本对未来10年60~65岁和65岁以上人口数进行预测；
- 6) 依据SVM人口数量模型建立所需床位预测的系统。

基于上述步骤的基础上建立人口数量预测模型逻辑框图，如图2所示。

#### 4.1.6. 数据处理

首先对现有数据进行分析和处理，即平稳化处理一些存在异常的数据，并及时补充部分缺失的数据(补充部分数据来至中国统计网)。整理得到图3。

#### 4.2. 模型一求解

基于模型一，将2009年至2013年城镇和城市的60~65岁、65岁以上人口数据作为支持向量机模型的训练样本，并将2014年至2018年城镇和城市的60~65岁、65岁以上人口数据作为对基于最小二乘的支持向量机训练的检验样本。应用MATLAB软件最后得到合适的预测模型结构。

利用2009~2018年城镇60~65岁人口数量数据作为支持向量机模型的训练样本模型拟合程度见图4，2019~2028年城镇60~65岁人口数量预测值见图5。

利用2009~2018年农村60~65岁人口数量数据作为支持向量机模型的训练样本模型拟合程度见图6，2019~2028年农村60~65岁人口数量预测值见图7。

利用2009~2018年城镇65岁以上人口数量数据作为支持向量机模型的训练样本模型拟合程度见图8，2019~2028年城镇65岁以上人口数量预测值见图9。

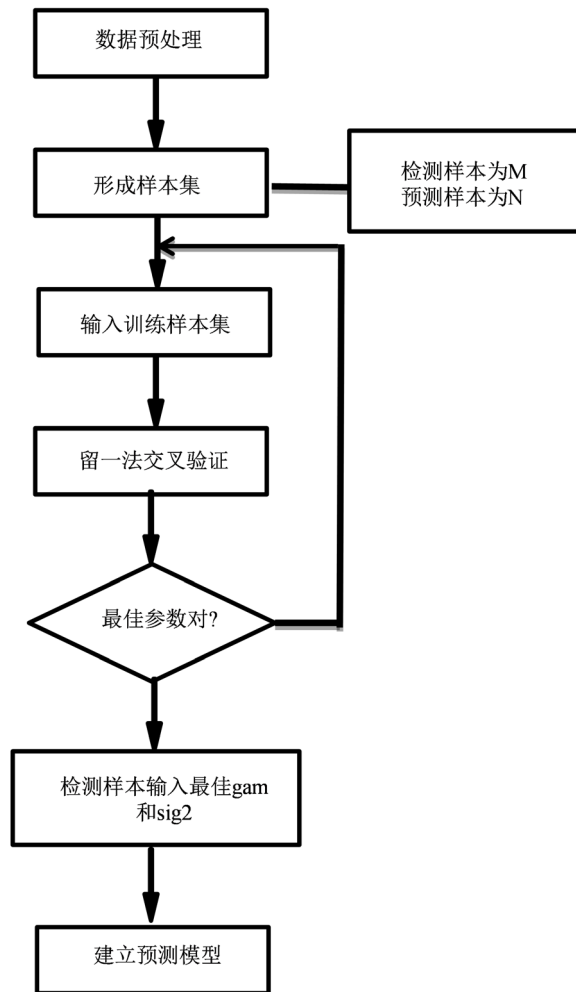


Figure 2. The modeling process of population forecasting  
图 2. 人口预测的建模过程

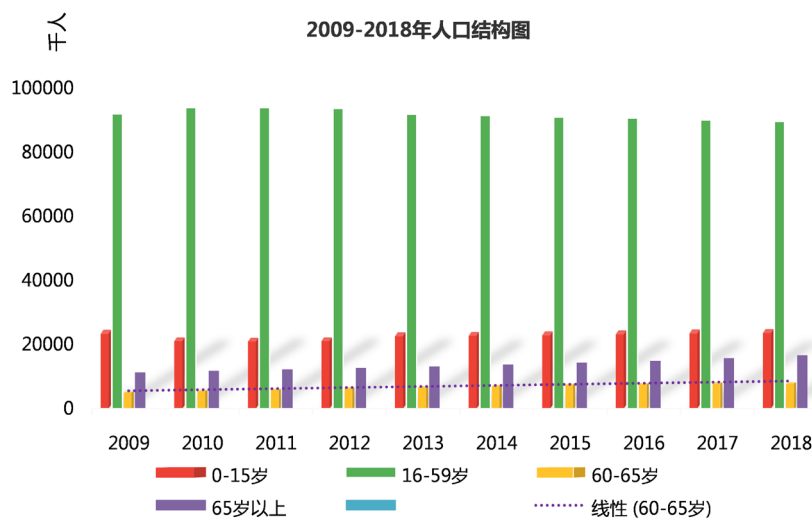


Figure 3. Population structure chart 2009~2018 and population by age group  
图 3. 2009~2018 年人口结构图和各年龄段人口数量



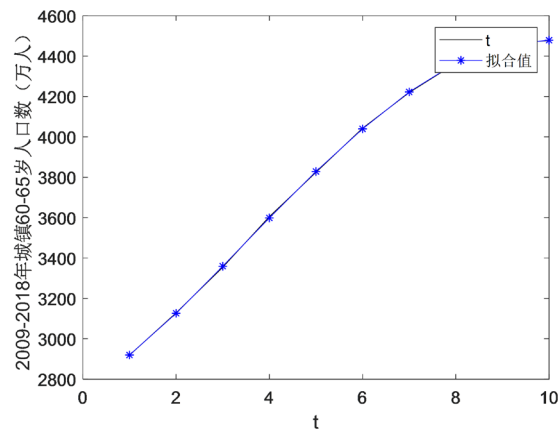


Figure 4. Fitting map of urban population aged 60~65 in 2009~2018

图 4. 2009~2018 年城镇 60~65 岁人口数量拟合图

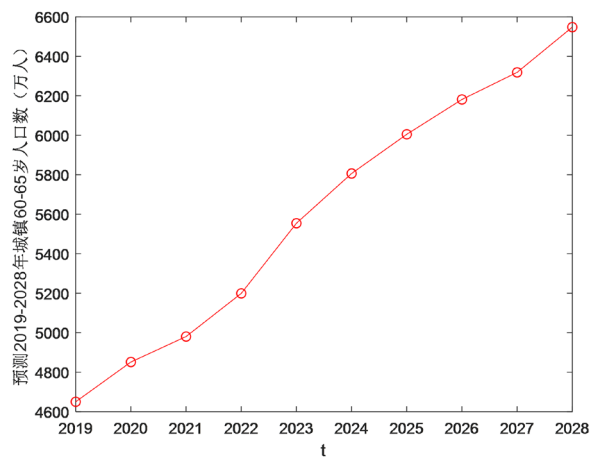


Figure 5. The projected number of urban population aged 60~65 in 2019~2028

图 5. 2019~2028 年城镇 60~65 岁人口数量预测值

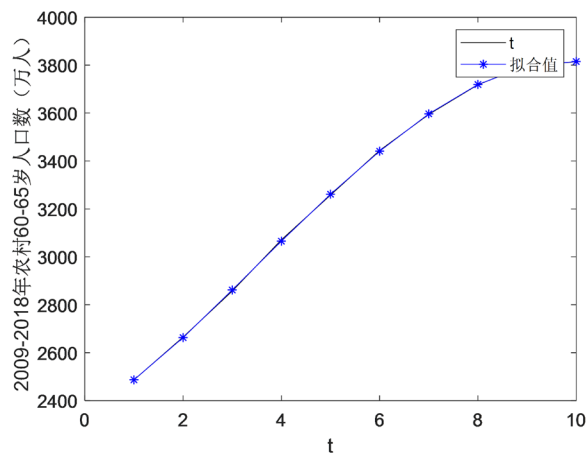
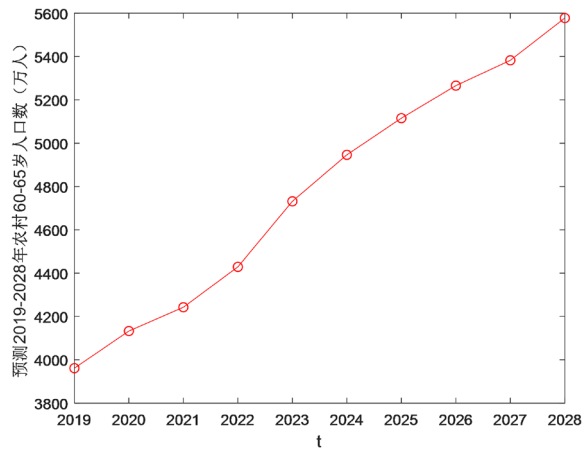


Figure 6. A fitting chart of the rural population aged 60~65 from 2009 to 2018

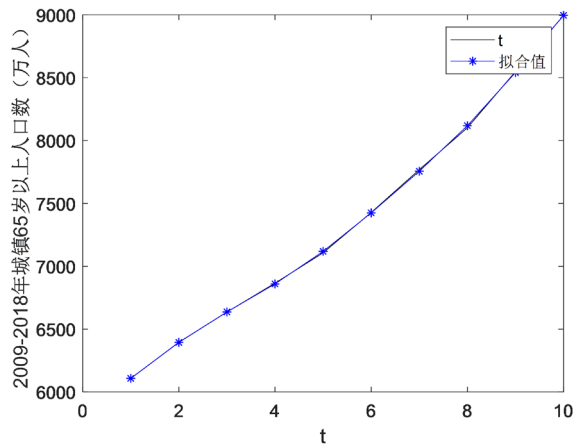
图 6. 2009~2018 年农村 60~65 岁人口数量拟合图





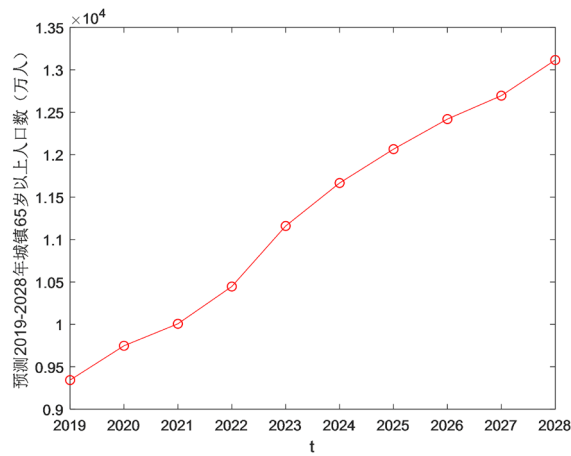
**Figure 7.** The predicted number of rural population aged 60~65 in 2019~2028

**图 7.** 2019~2028 年农村 60~65 岁人口数量预测值



**Figure 8.** A fitting chart of urban population aged 65 and over from 2009 to 2018

**图 8.** 2009~2018 年城镇 65 岁以上人口数拟合图



**Figure 9.** Estimated population over 65 in urban areas in 2019~2028

**图 9.** 2019~2028 年城镇 65 岁以上人口预测值

利用 2009~2018 年农村 65 岁以上人口数量数据作为支持向量机模型的训练样本模型拟合程度见图 10, 2019~2028 年农村 65 岁以上人口数量预测值见图 11。

基于模型一得到未来十年即 2019~2028 年城镇和乡村 60~65 岁、65 岁以上人口数量和人口结构如图 12、图 13。

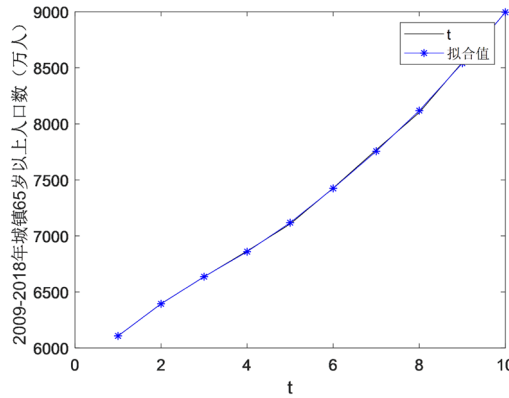


Figure 10. A fitting chart of the rural population over 65 years of age, 2009~2018

图 10. 2009~2018 年农村 65 岁以上人口拟合图

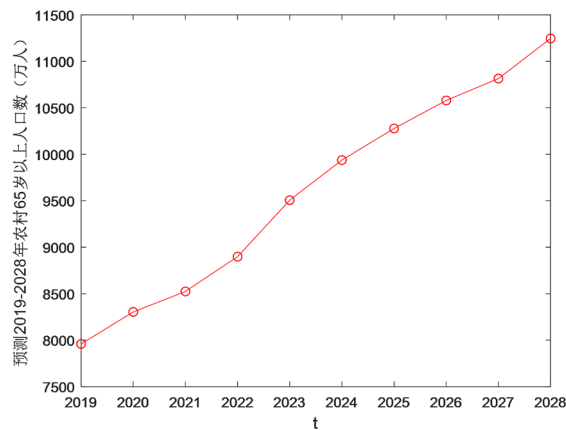


Figure 11. Projected value of rural population over 65 years old in 2019~2028

图 11. 2019~2028 年农村 65 岁以上人口预测值

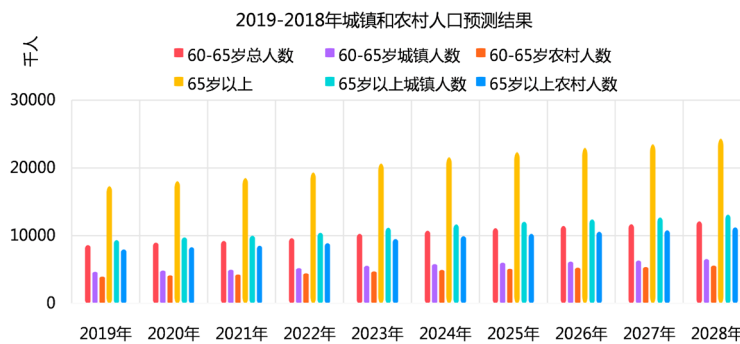


Figure 12. 2019~2028 urban and rural population projections

图 12. 2019~2028 年城镇和农村人口预测结果

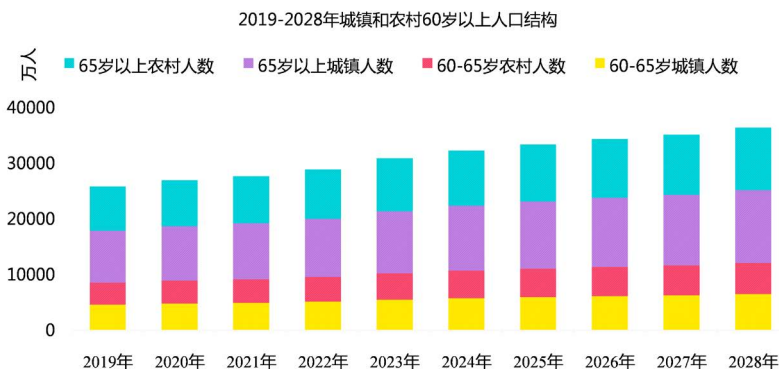


Figure 13. 2019~2028 urban and rural population over 60 years old  
图 13. 2019~2028 年城镇和农村 60 岁以上人口结构

### 4.3. 问题二的模型建立与求解

#### 4.3.1. 模型的建立

养老服务床位需求  $B$  的预测模型如下：

$$B = \frac{\sum_{q=1}^2 \sum_{j=1}^2 Q_{ij}^{X_q} (1 - P_{ij}^{X_q}) \times E_j^{X_q}}{4\omega \times D} \times (1 + \eta) \times (1 + \kappa)$$

其中  $Q_{ij}^{X_q}$  表示第  $i$  年 60~65 岁以及 65 岁以上城市或乡村老人的预测人口数， $P_{ij}^{X_q}$  表示第  $i$  年 60~65 岁以及 65 岁以上城市或乡村老人的抚养率， $j=1,2$  分别代表城镇和乡村， $X_q=1,2$  代表老人年龄在 60~65 岁和 65 岁以上的年龄段，即  $Q_1^{X_1}, Q_1^{X_2}, Q_2^{X_1}, Q_2^{X_2}$  分别代表城镇 60~65 的预测老人数量，乡村 60~65 的预测老人数量，城镇 65 岁以上年龄的预测老人数量以及乡村 65 岁以上年龄的预测老人数量。用  $E_j^{X_q}$  代表城镇乡村两个年龄段的平均住院年限， $\omega = 67.5\%$  表示床位使用率， $D = 292$  表示年均床位开放日， $\eta = 20\%$  表示流动人口需求比例， $\kappa = 15\%$  表示潜在需求弹性系数。

#### 4.3.2. 模型的求解

基于第一问 2019~2028 年人口数量预测结果发现，城镇和农村老人人口数量一直呈上升趋势，养老服务需求很可能激增，因此解决养老服务问题已迫在眉睫。机构养老是养老服务的重要方式，源自于老年人生理年龄增长引起生理机能衰退和家庭养老功能减弱的客观现实。养老机构作为机构养老的组织载体，具有公益性，其发展不可能完全通过市场发展和调节来解决，政府有义务加强管理和宏观指导。经过对国内外养老机构现状研究国内外查看大两文献后，发现养老床位总体数量不够、地域分布不够合理是目前养老服务机构两个比较突出问题，经查阅，已入住养老机构的老年人中，绝大多数对于养老机构的区域有要求。多数老年人希望入住本社区或本地区的养老机构。据零点公司 2005 年调查，受访老年人对街道镇养老院的接受度较高，有 19.4% 表示愿意到这种养老院，区县养老院次之，13.6% 的老人有此意愿，12.3% 的老人选择市级养老院，可见老人更倾向于入住离家较近、自己更为熟悉的地域的养老院。年龄越大的老年人由于传统生活习惯根深蒂固，对原居住地的人际关系也越为重视和珍惜，因而越希望入住本社区养老机构。郊区老年人比市区老年人更希望入住本社区养老机构。农村老人与城市老人相比，乡土恋家情结更为浓厚，对居住地社区的认同感也更强，同时，居住在市中心的老年人能体会到现代交通体系的便利性，反而减低了对于本社区养老机构的重视程度；反之，在交通便捷性较低的郊区，老年人深刻体会到交通不便的影响，因而居住地越靠近郊区的老年人越希望就近入住养老院。

图 14 为城市、农村 60~65 岁, 65 岁以上养老床位预测值, 结合养老床位预测值本章以企业角度出发, 研究通过合理规划养老服务机构的区域从而提高床位使用率, 机构养老的物质前提是建设养老设施, 通常以养老床位来概括。由于提供养老床位所产生的效应了主要是社会效应, 而难有经济效应, 难以靠市场机制来配置, 更多的是各级政府及社会慈善机构的出资建设。这就要求对老人机构养老需求有一个较为准确的估算, 使养老床位的建设处于一个比较科学、适度的状态。为减为总量不足和供需结构失衡问题, 将从以下几个方面进行改善从而提高床位使用效率:

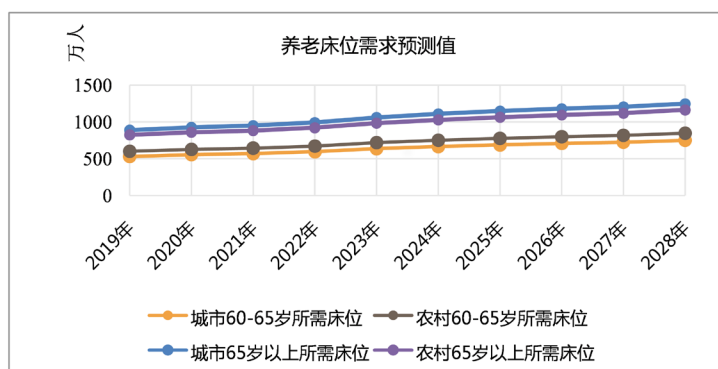


Figure 14. Estimated demand for beds for the elderly

图 14. 养老床位需求预测值

### 一、加强服务和管理养老院的能力

社会不断发展老人们的精神需求不断提高, 他们渴望子孙满堂的天伦之乐, 但是社会生活的压力导致子女们无法在家里照顾老人, 同时受到一些传统的落叶归根的思想影响, 老人们不远离家去养老院度过晚年, 所以应该在管理上加强爱心专业的培养, 打破传统的一天一碗饭的养老模式, 服务人员需要熟练掌握基本的医疗、护理、照料、康复知识和技能, 而且能够运用心理学、营养学等知识为老人服务, 对需要半护理、全护理的老人提供专业化服务。

### 二、挑选便利老人通行的服务地点

根据调查可以发现我国现在各省老年人床位使用率普遍不高, 其中一个原因是一些小型企业在选择服务地点时, 为降低成本租一些偏僻狭窄的地点。以江苏省南京为例, 小型企业选择厂房、校舍、办公大楼等进行不够专业化的改进, 从这样的设计上可以发现, 不方便老人通行的同时也缺乏对老人的保护措施。因此, 建议城镇企业对位置的选取可以选择人群密集的地点, 如公园、广场等, 乡村企业可以选取风景优美的地点, 靠近水森林的地点最佳, 毕竟每个老年人都不喜欢被冷落的孤单的生活, 企业可以通过对这些地点进行专业化的改进从而促进老年人入住养老机构。

### 三、适当降低收费标准

大多数老年人生活节俭, 在我国, 一般城市退休教师、医生、干部、企事业单位职工、转业军人等才有较高的退休工资, 只有他们和那些子女经济能力强的老人才能够承担得起每月 1000 元以上甚至更高的入住养老院费用。因此可以分类进行提供护理和收取护理费用, 城镇和乡村都有一些失能老人, 失能老人可以分为可以自理的老人和无法自理的老人, 自理老人有一部分是完全可以自理, 另外一部分则是半自理的老人。因此, 在提供给老人服务时要针对这几类老人分别给予专业化帮助服务。因此, 可以将费用分成不同的层次并且适当, 乡村老人的费用要低于城镇老人的费用。

如果可以有效改进上述建议, 就可以提高入住老人的人数从而有效提升床位的利用效率  $\omega$ , 以下我们对床位使用率  $\omega$  提高的不同程度, 即当  $\omega = 56.8\%$ ,  $\omega = 66.8\%$ ,  $\omega = 76.8\%$ ,  $\omega = 86.8\%$  时观察床位的

需求数量。

以对问题一的模型完善，利用参考文献[5]中算法，可以得到 2028 年的预测数据，对数据进行整理分析可以看出各年龄段所需床位数量都呈现出下降趋势见图 15。

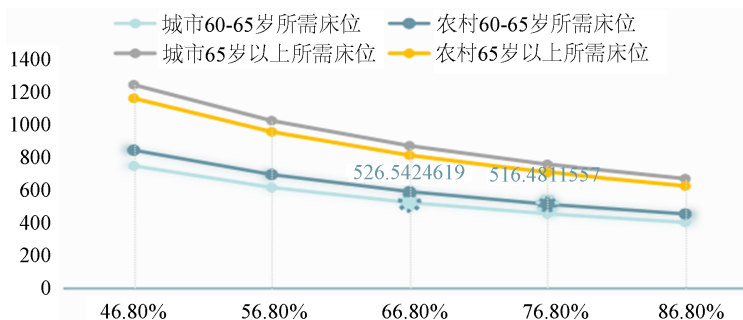


Figure 15. For example, in 2028, the chart of beds required after increasing the bed utilization rate of all age groups

图 15. 2028 年为例增强各年龄段床位使用率所需床位走势图

很显然随着床位使用率  $\omega$  的提升，床位需求的数量在减少，因此，企业家可以降低过多床位的成本，对于企业家来说这是一个不小的“商机”，而对于老人晚年来说这样的服务机构也是不错的选择。

问题三求解：

养老产业的发展是随着人口老龄化趋势和程度的加深而发展的，在当前中国养老产业积极发展的情况，本节从政府角度出发，进行养老商业模式的研究，分析一个基本满足社会需求，又能持续发展养老服务事业，同时还能促进社会就业的养老模式，对宏观环境以及养老产业现状和养老商业模式的分析，并利用 SWOT 分析方法对所提出的商业模型进行优劣分析。这可以为那些正在积极摸索商业模式的企业提供理论依据；对当前养老机构来说具有一些现实的实践意义。

有关养老服务研究中非常重要的一点就是养老模式的分类，主要涉及家庭养老、社会养老自我养老、居家养老、享受型养老以及保证型养老等模式。

目前已有数据分析出家庭养老和社会养老是中国养老的两种基本模式。家庭养老的特点是居住分散，是代际之间的经济转移，以家庭为单位实现自我保障功能，在家庭单位内形成类似养老基金缴纳、积累、给付的过程。社会养老又称机构养老，是指通过为老年人提供饮食起居、生活护理、健康管理等综合性机构实现的养老模式。这些机构可以是独立法人，也可是医疗机构的附属，或是社会团体、企事业单位、或者综合性社会福利机构，比如敬老院、养老院、福利院、托老所等。而直接影响养老模式的因素有：1) 个体特征因素：性别、婚姻状况、文化程度；2) 家庭结构：家庭成员人数与组成，子女数量等；3) 经济状况：自身的经济收入以及子女的经济收入；4) 社区特征：社区是否能提供上门的关怀服务等；在探究养老服务商业化模型过程中首先要考虑影响养老模式的因素，在此基础上提出满足社会需求的商业模式，人口的基数以及人口的且成持构决定着老年人口的多少，基于模型一预测出人后节后和数量看我国人口不断呈上升趋势，并且 60~65 岁老人人口占总人口比例较高如下图，继而间接决定我国养老市场的大小。

由图 16 可看出，我国老龄人口不断增多，早已进入老龄化社会，养老服务产业得到了整个社会的极大关注，尽管国家开始颁布相关政策以便能够促进养老服务产业的发展，但具体措施还有待研究。此外，我国经济处于“未富先老”阶段，经济的城乡发展的不平衡以及区域差异性为养老服务的均衡发展提出了较大的挑战。同时，医疗技术的发展将有利于养服务的提升，但是养老专业护理人才和技术的匮乏和缺陷，却亟待解决。

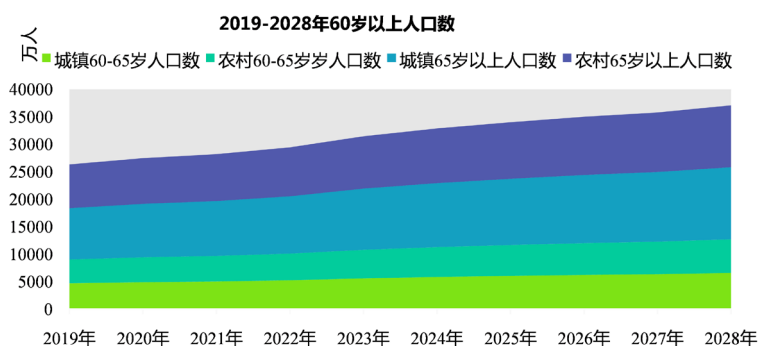


Figure 16. The number of people aged 60 and over projected in 2019~2028  
图 16. 预测 2019~2028 年 60 岁以上人口数

基于以上分析本节提出一种新的养老服务“医养康护”结合的新模式。图 17 为该模型结构图，在“医养康护”融合的养老保障的模式下，实现政府、机构、个人三方“互利共赢”：对政府而言不仅能够有效提高老年人口健康水平，而且还能提高社会保障人力、物力、财力资源的利用效率，降低相关的成本；对机构而言，可以保证其资金的支持，扩大规模，提高效益；对个人而言，不仅能够提高个人健康水平，而且能够得到普惠型社会提供的均等化服务。最后基于参考文献[4]，如果能够如本文所述在我国能够建立“医养康护”融合的养老模式以及相应社会政策能够进行及时有效地调整，“医养康护”融合的养老模式的构建会满足社会需求，且能持续稳定发展养老服务行业真正实现社会和谐和中华民族永续发展。

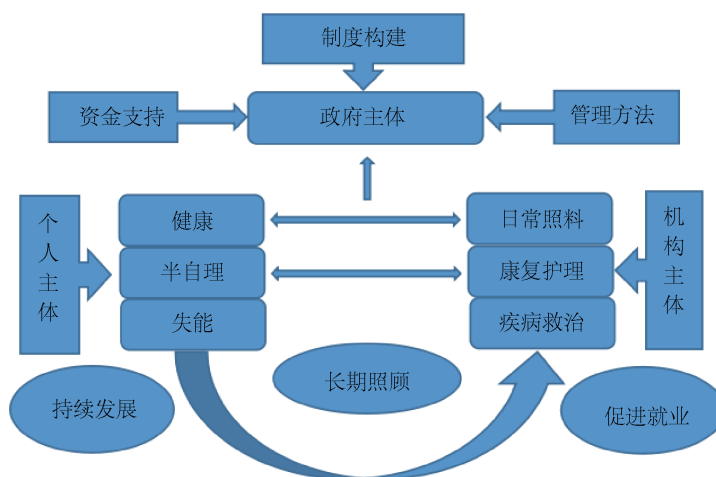


Figure 17. A combination of medical and nursing care with the government as the main body  
图17. 以政府为主体的医养结合路线

由于医养结合机构养老模式要求较高的医疗水平和比较丰富的医疗资源，而农村地区医疗资源匮乏，又缺少民间力量的参与，在经济落后、医疗卫生条件较差的农村推广这一模式的条件尚未成熟。因此，本文只考虑了城镇地区的需求，提出了“医-养-康-护”融合的新型机构养老模式，该模式对应下的新塑养老机构是以健康状态将老人健康、半自理及失能老人作为目标群体，读机构是以中心医院为核心，“康护”中心为微托，老年公寓为基本单位的大型专业化养老服务提供机构。

此外为了构建医养康护融合的新型机构养老模式，必须建立具有多层次政策指派作用的社会保障制度与机制，构筑最优的社会保障政策联动组合，并使该制度有法可依。经济发展的终极目标是改善广大



人民群众的健康水平，有效衡量国民财富的关键并非 GDP 这样的冰冷的数字符号，而是健康这个与人身密切相关的指标。在此基础上利用分析对医养康护融合的新型机构养老模式进行优劣分析，分析见下表 2。

**Table 2.** Analysis on the model of the new institution endowment model with the combination of medical care, health care and nursing

**表 2.** 对医养康护融合的新型机构养老模式的模型分析

<p><b>优势</b> 拥有丰富的医疗和护理资源和国家和政府大力支持； 所老年病为特色的三级甲等医院医养服务业协会支持； 明确有效的细分市场； 促进社会就业并带来相对较高经济效益。</p>	<p><b>劣势</b> 市场的后进入者，缺乏经验； 定位中高端，缺乏价格优势； 机构养老的理念不易被接受； 投入成本较高； 城镇和乡村医疗水平相差较大，不容易在农村发展新的养老商业模式。</p>
<p><b>机会</b> 政府政策的支持，政府希望建立模范养老； 老人思想逐渐开化，收入水平逐渐提高； 老年人对医疗、康复、健康的需求增加； 老人对高质量服务的要求。</p>	<p><b>威胁</b> 面临着激烈的竞争； 进入高端养老院门槛较高； 国外养老机构进入国内养老市场； 社区养老、专业的康复护理机构等替代产品的发展。</p>

时代的不断进步，养老模式将更加注重“五个养老目标”，“黄发垂髫并怡然自乐”是社会和人民的美好期待。在如今家庭模式缩小的情况下，孝道文化日益衰落。纵观现在农村老人的处境，物质基础薄弱，养老意识不够，但是老人们的内心却十分孤独，社会交往退化。从而老年人们的心里出现了悲观绝望的心态。因此，企业家在提供物质供养的同时应该注意加强老年人精神养生即采用分类提供服务的方式、完善多层次养老模式、促进社区养老模式的提升和大力发展养老机构是我国养老模式的未来发展方向。

社会经济的发展对劳动力的需求提升使得乡村的年轻人逐渐往城市迁移，因此劳动力发生了转移。这样导致乡村空巢老人日益增多，这些空巢老人除了一些自愿进入养老社区之外，还有一些老人是迫于无奈从而不得不独自养老。这些老人之间，一部分人会选择独自养老，但是这种养老方式不能足够满足老人精神上的愉悦以至于不能让老人得到一个快乐和安全的晚年。针对于这样的情况，企业家应该本着给予老人更好的精神和物质照顾为原则增加养老规模从而获得更大的利益并且可以在一定程度上促进家乡子女就近就业，将剩余劳动力有效利用。对于企业家，最好的商机当然是付出最少的成本而得到更大的利益。当然，新养老模式的实施离不开政府的支持以及医院等相关机构的合作，因此，政府、医院等机构可以看成是为养老机构提供服务的供应商，可以获得政府支持基础上和三级甲医院等合作以减少来自这一方面的竞争和威胁。

在发展中不断抓住新的机会的同时也要面对一些挑战。新的养老模式是一种科学、专业、道德的养老模式，未来还需要不断调整和完善。

### 参考文献

- [1] 胡俊. 基于最小二乘法支持向量机的小麦产量预测方法研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安科技大学, 2014.
- [2] 曹旭东. 数学建模原理与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [3] 刘科峰, 张韧, 于鹏, 王彦磊, 余丹丹. 基于小波分解和最小二乘支持向量机的西太平洋副高预测[J]. 热大气象学报, 2007, 12(5): 32-41.
- [4] 陈雪萍. 以社区为基础的老年人长期照护体系构建: 基于杭州市的实证分析[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2011.
- [5] 王建, 赵国生. MATLAB 数学建模与仿真[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.