

队伍编号	204789
题号	B

## 人口老龄化背景下社会养老服务的需求分布预测与经营制度研究

### 摘 要

据老龄办数据显示，中国已于 1999 年步入老龄化社会。随着老年人口的不断增加，“四二一”家庭结构已无法稳定维持家庭养老服务。目前的养老模式大致可分为居家养老，社区养老以及机构养老。目前的养老床位供不应求，如何合理预计养老服务床位市场需求，建立合理商业运营模式以及促进养老产业可持续发展是本文主要研究内容。

关于问题一，按照目前我国除家庭养老之外的三种主要的养老模式对养老服务床位进行三种分类，分别为[社区养老服务床位](#)，[政府养老机构床位](#)以及[民营养老机构床位](#)，确定养老服务床位结构。利用已有人口数据和结构以及城乡比例，对未来我国老年人口数量进行[灰色预测](#)，建立养老服务床位结构与数量的[GM\(1,1\) 模型](#)。通过[层次分析法](#)将城镇和乡村的老年人口对于三类养老服务床位需求量的影响因素分为老年人口对费用，住宿，服务，卫生，娱乐的倾向程度进行分析。最终预测出 2020-2028 年城镇以及乡村老年人对三类养老机构的向往人数以及 2020-2028 年三类养老服务床位需求量，最后得出结论：截止至 2028 年，社区养老服务床位需求量将突破 765.86 万，政府机构养老服务床位需求量将突破 916.91 万，民营机构养老服务床位需求量将突破 2166.63 万。

关于问题二，从企业角度出发将企业商机分为市场信息商机，服务转化商机以及国家政策商机。利用[层次分析法](#)分别分析西北，华北，华东，中南，西南以及东北六大地区的经济，老年人口和人文因素，建立全国区域养老服务床位商机模型，[绘制 2018 以及 2020 年全国区域养老服务床位需求量对比地图](#)，预测 2020-2028 年各地区分别对三种养老服务床位需求量，最后得出结论：企业可加大对华东地区市场投入量，社区养老服务床位可重点投入在华东和中南地区，政府机构养老床位可重点投入在华东和东北地区，民营机构养老床位可重点投入在华东和华北地区，以此实现企业运营利益最大化。

关于问题三，从政府的角度设计商业模式，建立[政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型](#)。实行高端型会员套餐自选、低端型政府补助的经济运营模式，该模式能够充分满足四类消费人群的[社会需求](#)；分析城镇/乡村中每年四类消费人群的分布人数，灰色预测出社会捐助与政府补贴金额，二者均呈增长趋势，说明[该模式可持续发展](#)；根据需要介护的老年人口数目预测出护工人数未来呈增长趋势，可促进医疗服务行业就业。该运营模式增设教育、艺术等，除养老机构本身能带动的房地产、保险等固有领域之外，也能带动教育艺术行业，[促进社会就业](#)。

关键词：灰色预测；层次分析法；PPAP 商业模式；可持续发展

# 目录

一、问题提出	1
1.1 问题背景	1
1.2 问题重述	1
二、问题分析	2
2.1 问题整体分析	2
2.2 问题一分析	2
2.3 问题二分析	3
2.4 问题三分析	3
2.5 问题四：概括模型及算法	4
三、模型假设	5
四、符号说明	6
五、模型的建立与求解	6
5.1 养老服务床位结构与数量的 GM(1,1) 预测模型	6
5.1.1 GM(1,1) 模型预测原理	6
5.1.2 未来我国老年人口数量预测	6
5.1.3 未来我国城乡老年人口比例预测	7
5.1.4 城乡老年人口对消费水平及生活水平相关因素的层次的分类分析	8
5.1.5 模型预测分析结果	10
5.2 全国区域养老服务床位商机模型	12
5.2.1 全国区域养老服务床位商机模型的建立	12
5.2.2 全国区域养老服务床位商机模型的求解	13
5.2.3 六个地区对三类养老服务床位需求比例分析	14
5.2.4 六个地区对三类养老服务床位需求量分析	14
5.2.5 三种养老服务床位在六个地区中的需求比例分析	17
5.2.6 国家政策	17
5.3 政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型	18
5.3.1 政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型的建立	18
5.3.2 基本满足消费人群的社会需求方面	18
5.3.3 模式可持续性发展方面	19
5.3.4 模式促进就业方面	21
六、模型的评价与改进	22
6.1 模型的优点	22
6.2 模型的缺点	23
6.3 模型的改进	23
参考文献	23
附录 1：附录	25

# 一、问题提出

## 1.1 问题背景

我国人口众多，从五次全国人口普查的人口基本情况来看，我国人口从 1953 年的 5.9 亿，到 1964 年的 6.9 亿，再到 1982 年的 10 亿，增长迅猛。1982 年 9 月，计划生育被定为中华人民共和国基本国策，提倡晚婚、晚育，少生、优生，从而有计划地控制人口，但这一政策同时也促使了我国人口老龄化。据联合国规定，一个国家 60 岁以上人口占总人口数目的 10% 或者 65 岁以上人口占总人口数目的 7%，即可归其为老龄化社会。据老龄办数据显示，中国于 1999 年已步入老龄化社会。

使老有所养，老有所终，老有所依是中华民族传统美德。2015 年 11 月 11 日，国务院总理李克强主持召开国务院常务会议，会议决定了推进医疗卫生与养老服务结合，更好保障老有所医、老有所养。国家发展改革委社会发展司副司长郝福庆有言：“中国的养老，其实就是‘一碗米，一杯水，一口气，一扇窗，一扇门，一张床’。”“一碗米”即食品安全及民生保障问题；“一杯水”，即合理解决部分地区缺水与水资源污染问题；“一口气”即控制空气污染清洁的空气；“一扇窗”，即老人能看到外界世界；“一扇门”，主要指无障碍环境；“一张床”，即集技术和智慧于一体的、便于老年人起居的设备。

目前的养老模式大致可分为居家养老，社区养老以及机构养老。首先家庭养老是养老资源由家庭人员提供的一种养老模式，家庭养老可具体再分类为共居型家庭养老，流动型家庭养老以及分居型家庭养老。<sup>[1]</sup> 其中分居型家庭养老即当前空巢老人所面临的困境。针对此情况，北京建立了社区养老服务体系，据北京晚报，2020 年 5 月 15 日《今年千张养老床位送进困难家庭》一文报道：“西城出台 35 项针对困难家庭帮扶措施，重点关注“一老一小”。为了让困难家庭老人切实享受优质养老服务，西城将于今年年底前实现 1000 张养老床位进家庭计划，让老人在家体验养老院服务标准。”<sup>[2]</sup>

## 1.2 问题重述

问题一：分析与养老服务床位市场规模相关因素，例如我国的人口数量和人口结构以及消费水平等各类因素，预测养老服务床位数量的市场需求规模及其迎合各类市场的产品分类。

问题二：从企业角度出发，根据已有养老服务床位的数量及其结构建立模型，对其潜藏的商机进行分析，提高企业盈利，促进企业宏观上的可持续稳定发展。

问题三：以政府角度出发，设计商业模式，要求商业模式在基本满足社会需求基础上，通过宏观协调发展养老服务事业，形成促进社会就业的养老服务床位运营商业模式。

问题四：运用精炼的语言概括模型归纳本题中的模型和算法。以模型作为科学理论支撑，为政府管理部门提出养老床位规划建议。

## 二、问题分析

### 2.1 问题整体分析

随着老年人口的不断增加，“四二一”家庭结构已无法稳定维持家庭养老服务<sup>[3]</sup>，养老的相关政策以及服务需加快步伐实施，同时社会机构养老已逐步成为养老模式主流。以人口结构变化为基础加快解决我国人口老龄化导致的社会养老需求是向着实现中华民族伟大复兴迈出的一大步。

本文把家庭养老模式中的分居型家庭养老模式连同社区养老模式归结为社区补助一类。其次机构养老模式可分为政府或者民间建立养老机构，该养老服务床位的资金归根结底分别由政府补助和老年人自身承担（老年人自费进入养老院）。

养老服务床位的市场对象来源主要分为家庭，社区养老体系以及政府或民间建立的养老机构。购买养老服务床位的资金来源主要有两大类：政府层面以及老年人自身经济层面，政府层面包括政府补贴和政府资助的社区养老服务体系。其中政府补贴包括政府发放的养老金，低保，以及对困难家庭补贴等；社区层面即社区建立的养老服务体系。老年人自身经济层面即老年人依靠自身经济入养老院养老。

### 2.2 问题一分析

考虑养老服务床位的市场规模以及分类的影响因素，按照目前我国除家庭养老之外的三种主要的养老模式对养老服务床位进行三种分类，分别为社区养老服务床位，政府养老机构床位以及民营养老机构床位。对于养老服务床位的数量除题目中提到的我国人口数量与结构及消费水平之外，本文同时考虑了城乡比例以及老年人对生活质量追求的高低如住宿环境，服务水平，卫生条件和娱乐等因素。

首先，人口系统是受已知信息和未知信息双重影响的灰色系统，因此灰色预测方法对人口进行预测较为精准<sup>[4]</sup>。附件中，我国人口的数量及结构可简化为部分年份我国 60 岁以上老年人口数目，根据部分年份我国 60 岁以上老年人口数目，将 GM(1,1) 模型应用于该部分年份人口数量，以此预测 2020-2028 年我国老年人口数目，该老年人口数目可作为养老服务床位的总基数，即在不考虑其他因素的情况下，最大的养老服务床位数量。

其次，我国老年人口城乡比例对养老服务床位数量影响分析。城乡比例也是决定养老服务床位数量一重大因素。将 GM(1,1) 模型应用于该部分年份城乡人口数量比例，以此得出 2020-2028 年的老年人口城乡比例。以为后续三类养老服务床位数量进行分情况分析。

接着，根据消费水平可将养老服务床位分为三类：第一类是社区养老服务床位（包括家庭养老模式中的分居型家庭养老服务床位以及社区养老服务床位），第二类是政府机构养老服务床位，第三类是民营机构养老服务床位。

关于老年人对生活质量追求的高低如住宿环境，服务水平，卫生条件和娱乐等因素对养老服务床位的数量的影响：十九大报告指出，中国特色社会主义进入了新时代，我国社会的主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡，不充分的发展之

间的矛盾。由于经济水平，消费能力的提高，人们已不只是想要稳定解决温饱问题。结合以上的社会主要矛盾的变化，本论文将根据城镇以及乡村的老年人在日常生活中对费用，住宿环境，服务水平，卫生条件和娱乐的关注程度，分析城镇以及乡村老年人对于三类养老服务床位的需求量。主要做法是通过层次分析法将城镇和乡村的老年人口对于三类养老服务床位需求量的影响因素分为老年人口对费用，住宿，服务，卫生，娱乐的倾向程度进行分析。同时根据国家统计的老年人养老意愿可得：由于受子女赡养的居家养老模式以及老年人自身意愿等因素影响，有入住养老机构意愿的老年人口数目占老年人口总数目 10%<sup>[3]</sup>。

## 2.3 问题二分析

从企业角度出发，根据已有养老服务床位的数量及其结构建立模型，对其中潜藏的商机进行分析，提高企业盈利，促进企业宏观上的可持续稳定发展。国内有学者认为，商机就是一种观点，想法，创意，或者提案，通过现实转换，为消费者或者投资者实现利润回报，这种机会体现在消费者的需求中。<sup>[5]</sup>实际上，可将商机分为市场信息商机，服务转化商机，国家政策商机等。

对于**市场信息商机和服务转化商机**，根据第一问中所求已有需求床位数，利用层次分析法分别分析西北，华北，华东，中南，西南以及东北**六大地区**的**经济，人口和人文**因素，建立全国区域养老服务床位商机模型，预测六大地区对三类养老服务床位需求量，**构造全国区域养老服务床位地图**，得到对不同地区的商业投入资金的多少以及对不同区域实现针对性地对三类养老服务床位市场进行投放，做到利益最大化。

对于**国家政策商机**，当前我国已进入人口老龄化快速发展期，养老产业迎来了发展机会。当前，我国养老服务体系仍处于起步阶段。2015 年 11 月 11 日，国务院常务会议指出：鼓励社会力量兴办医养结合就，扩大政府购买基本健康养老服务。<sup>[6]</sup>

## 2.4 问题三分析

从政府角度出发，设计商业模式，要求商业模式在基本满足社会需求基础上，通过宏观协调发展养老服务事业，形成促进社会就业的养老服务床位运营商业模式。

考虑到宏观协调发展养老事业，政府可扩大医养结合范围，实施各类补贴政策，建立基层养老协会，鼓励广大志愿者加入到养老服务行业，同时要做到科技助老，人才引进，联合老年居住房地产开发，老年文体活动，老年保险，老年教育，老年人旅游等，由此形成养老服务一体化产业，为实现以上因素建立政府与民营企业的 **PPAP**（公私合作账户制）合作模型。从总体上来看，在 **PPAP** 模式下，政府部门与民营企业形成合作伙伴，使得民营企业得到政策优惠，从而吸引更多的民营资本投资养老产业，扩大养老市场。

根据目前社会养老服务床位的社会需求，可按照消费需求分为四个等级：分别为**高端自理型**，**低端自理型**，**高端介护型**，**低端介护型**。在关于是否担心没有生活来源的问题上，城市老年人回答毫不担心的比例为 29.1%，乡村老年人回答毫不担心的比例为 24.2%。<sup>[10]</sup>。是否担心生活经济来源的人数占比可以作为高度和低端的人数占比，民政



部数据显示, 约有 18.3% 的老年人为失能、半失能状态<sup>[8]</sup>。是否为失能和半失能状态的老年人占比可近似作为自理型和介护型的占比, 经计算得到四种养老服务消费在城镇以及乡村中分布比例。同时该模型同时带动房地产, 保险, 人工智能, 物业, 医疗, 艺术, 教育等领域, 以养老院护工为例, 运用灰色预测, 预测未来护工人数。结合以上几点分析该商业模式在政府政策支持以及社会补贴方面, 产品市场方面, 亦或是促进如护工等职业的就业问题以及人才培养, 人才引进方面是否具有巨大的持续发展空间。是否可同时带动房地产, 保险, 人工智能, 物业, 医疗, 艺术, 教育等领域, 真正做到政府与民营企业近乎完美的协调合作, 推动人才培养, 带动养老服务行业可持续发展。

## 2.5 问题四: 概括模型及算法

按照目前我国除家庭养老之外的三种主要的养老模式对养老服务床位进行三种分类, 分别为社区养老服务床位, 政府养老机构床位以及民营养老机构床位, 确定养老服务床位结构。利用已有人口数据和结构以及城乡比例, 对未来我国老年人口数量进行灰色预测, 建立养老服务床位结构与数量的GM(1,1) 模型。通过层次分析法将城镇和乡村的老年人口对于三类养老服务床位需求量的影响因素分为老年人口对费用, 住宿, 服务, 卫生, 娱乐的倾向程度进行分析。最终预测出 2020-2028 年城镇以及乡村老年人对三类养老机构的向往人数以及 2020-2028 年三类养老服务床位需求量, 最后得出结论: 截止至 2028 年, 社区养老服务床位需求量将突破 765.86 万, 政府机构养老服务床位需求量将突破 916.91 万, 民营机构养老服务床位需求量将突破 2166.63 万。

从企业角度出发将企业商机分为市场信息商机, 服务转化商机以及国家政策商机。利用层次分析法分别分析西北, 华北, 华东, 中南, 西南以及东北六大地区的经济, 老年人口和人文因素, 建立全国区域养老服务床位商机模型, 绘制 2018 以及 2020 年全国区域养老服务床位需求量对比地图, 预测 2020-2028 年各地区分别对三种养老服务床位需求量, 最后得出结论: 企业可加大对华北地区市场投入量, 社区养老服务床位可重点投入在华东和中南地区, 政府机构养老床位可重点投入在华东和东北地区, 民营机构养老床位可重点投入在华东和华北地区, 以此实现企业运营利益最大化。

从政府的角度设计商业模式, 建立政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型。实行高端型会员套餐自选, 低端型政府补助的经济运营模式, 能充分满足四类消费人群的社會需求; 分析城镇/乡村中每年四类消费人群的分布人数, 灰色预测社会捐助与政府补贴, 均呈增长趋势, 则能说明该模式可持续发展; 根据介护型人群预测未来护工人数增长趋势, 可促进医疗服务行业就业, 运营增设教育、艺术等, 除养老机构本身能带动的房地产、保险等固有领域, 亦能带动教育艺术行业, 促进社会就业。

通过以上对于养老服务床位的结构数量以及销售市场的分地区合理投入等问题, 我们可以发现目前以及未来几年内养老服务产业将会如雨后春笋般快速成长, 迅猛发展。如何应对我国人口老龄化严重的问题, 这就需要政府和民营企业间政策与运营的高度合作。

根据目前社会养老服务床位的社会需求, 可将消费需求分为四个等级: 分别为高端自理型, 低端自理型, 高端介护型, 低端介护型, 分别按照 4.87%, 21.76%, 13.46%,

59.91% 比例投入市场，初步分别投入 136.42 万，608.54 万，363.84 万，1624.89 万。将养老服务产品分为四种类型以后，本企业将以低端老年人群为价格基线，若价格定位低于老年人消费能力，则能同时满足机构收益以及老年人经济承受能力。若价格定位高于老年人消费能力，则由政府出资补贴，保障老年人权益，解决市场上床位结构性短缺问题。而对于高端老年人群，实行会员制服务，根据自身需求以及消费意愿，选择服务类型，以满足高端老年人群对于服务水平的要求。由此，既能充分满足现下四类老年人群，又可以实现收益，达到经营可持续性发展。

考虑到宏观协调发展养老事业，政府可扩大医养结合范围，实施各类补贴政策，建立基层养老协会，鼓励广大志愿者加入到养老服务行业，同时要做到科技助老，人才引进，联合老年居住房地产开发，老年文体活动，老年保险，老年教育，老年人旅游等，由此形成养老服务一体化产业，为实现以上因素建立政府与民营企业的 PPAP 模型。从总体上来看，在 PPAP 模式下，政府部门与民营企业形成合作伙伴，使得民营企业得到政策优惠，从而吸引更多的民营资本投资养老产业，扩大养老市场。该商业模式无论是在政府政策支持以及社会补贴方面，还是在产品市场方面，亦或是在促进如护工等职业的就业问题以及人才培养，人才引进方面都有巨大的持续发展空间。该模型也可同时带动房地产，保险，人工智能，物业，医疗，艺术，教育等领域，真正做到政府与民营企业近乎完美的协调合作，推动人才培养，带动养老服务行业可持续发展。

### 三、模型假设

1. 假设每位老人在 10 年之内不必更换养老服务床位；
2. 中国近十年来无重大自然灾害或意外情况导致人口减少，人口数呈稳定趋势发展；
3. 短时间内层次分析法中各层次因素结构不会发生变化, 可忽略随机因素；

## 四、符号说明

符号	符号说明
$Z_1$	城镇老年人对养老服务床位倾向
$Z_2$	乡村老年人对养老服务床位倾向
$A_1$	费用
$A_2$	住宿环境
$A_3$	服务水平
$A_4$	卫生条件
$A_5$	娱乐
$B_1$	社区养老服务
$B_2$	政府机构养老服务
$B_3$	民间机构养老服务
$M_1$	社区养老服务床位分布倾向
$M_2$	政府机构养老服务床位分布倾向
$M_3$	民间机构养老服务床位分布倾向
$N_1$	地区经济
$N_2$	地区人口
$N_3$	地区人文
$L_1$	西北地区
$L_2$	华北地区
$L_3$	华东地区
$L_4$	中南地区
$L_5$	西南地区
$L_6$	东北地区

## 五、模型的建立与求解

### 5.1 养老服务床位结构与数量的 GM(1,1) 预测模型

#### 5.1.1 GM(1,1) 模型预测原理

GM(1,1)，即将原有数列累加形成一组新数据序列，按照新数据序列的增长趋势建立模型进行预测，接着根据累减的方法逆向计算恢复原始数据序列，得到预测结果。<sup>[7]</sup>

#### 5.1.2 未来我国老年人口数量预测

关于我国人口数目和结构对养老服务床位数量影响分析。首先利用 2010-2018 年老年人口数目以及城乡老年人口比例对 2019-2028 年的老年人口数目以及老年人的城镇乡村人数进行灰色预测<sup>[8]</sup>，预测结果见图 1，图 2，图 3。

所得数据显示，2011-2028 年老年人口总数呈现持续上升趋势，到 2023 年我国老年



人数将突破 3 亿，其中 2022-2023 年期间我国老年人口数量将达最大增幅，约 4.37%。2020-2028 年我国老年人口数量数据详见表 1。

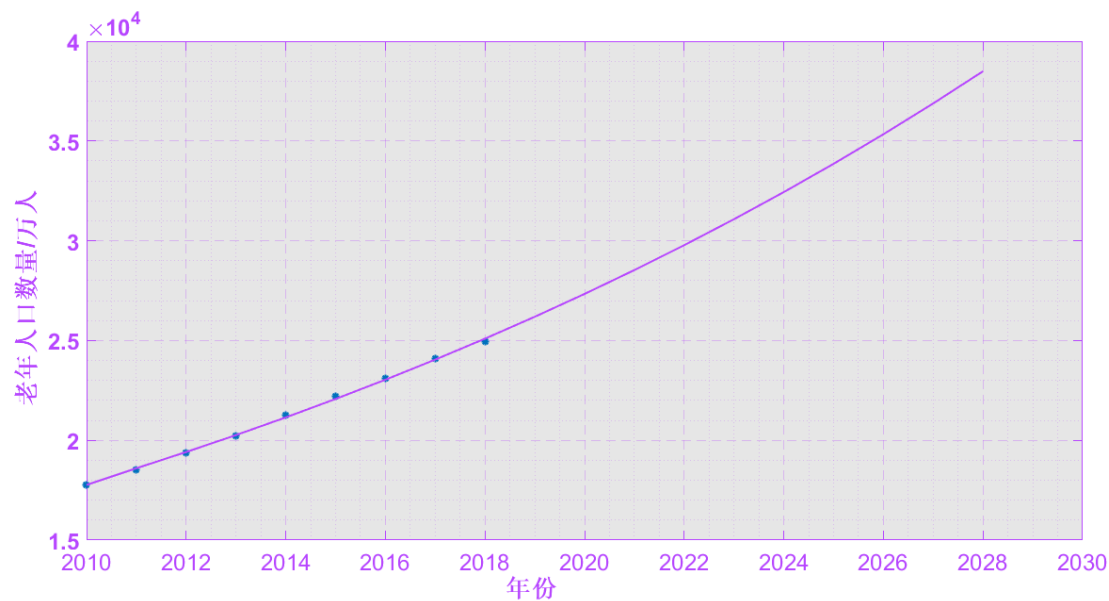


图 1 老年人口数目的灰色预测结果

5.1.3 未来我国城乡老年人口比例预测

关于我国老年人口城乡比例对养老服务床位数量影响分析。城乡比例也是决定养老服务床位数量一重大因素，城镇老年人口总量大，且呈现持续增长状态，老年人口分布集中，养老服务床位相对紧缺；乡村老年总数相对较小，且未来呈现比例缩小趋势，老年人口分布较为分散，养老服务床位充足但是配套服务不足，交通水平较低，机构入住率偏低，城乡区域差异较大, 详见图 3, 表 1。

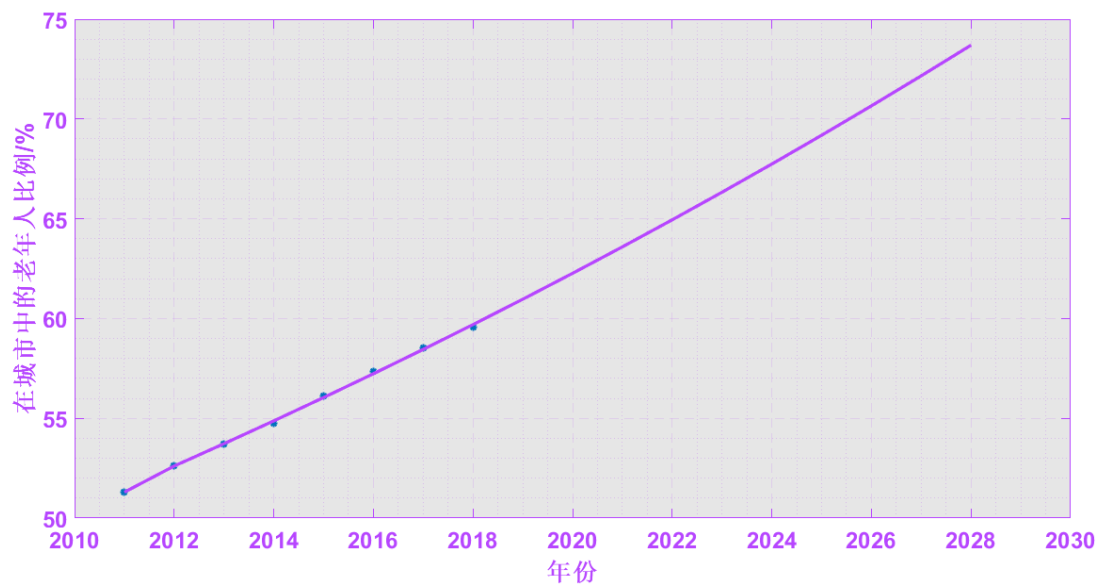


图 2 城市老年人口百分比的灰色预测结果

城市老年人口百分比预测结果显示 2023 年我国城镇老年人口数目将突破 2 亿，这也充分证明养老服务床位在未来几年内的需求量巨大, 详见表 1 .

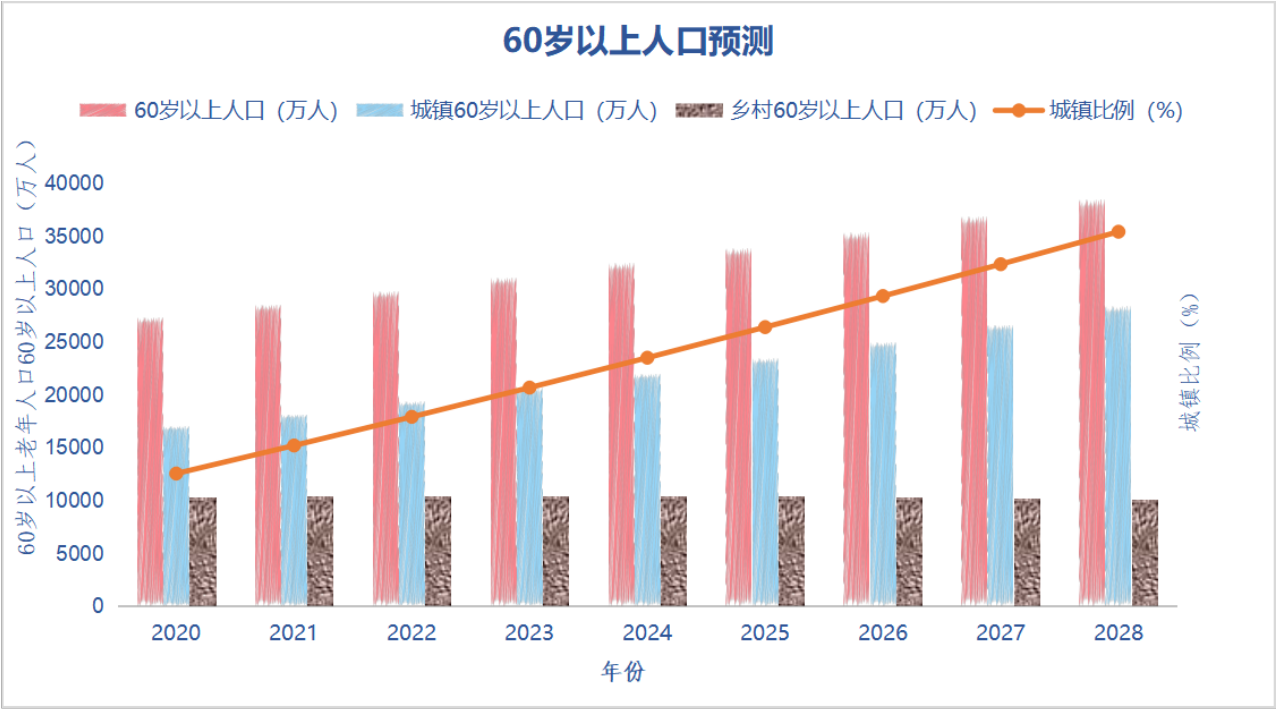


图 3 2020-2028 年老年人口数目以及在城市和乡村居住老年人的数目

#### 5.1.4 城乡老年人口对消费水平及生活水平相关因素的层次的分析

关于消费水平等其他因素对养老服务床位数量影响分析，主要做法是通过层次分析法将城镇和乡村的老年人口对于三类养老服务床位需求量的影响因素分为老年人口在生活水平方面对费用，住宿，服务，卫生，娱乐的倾向程度进行分析。根据这五个因素之间的相互关联，相互影响的隶属关系，建立层次，从而得到多个层次的结构分析模型，将问题条理化。

首先用量化的方式分别来体现费用，住宿，服务，卫生，娱乐等因素之间对于城镇和乡村老年人口重要性进行主观判定，在此基础上对费用，住宿，服务，卫生，娱乐进行相互比较，建立判断矩阵。通过程序运行出以上因素对城镇和乡村老年人在选择床位类别时的权重，此权值代表城镇和乡村老年人在选择这三类养老服务床位时的类别比例。最后进行一致性检验，以此判断偏离程度, 对三类养老服务床位的层次分析详见图 4 .

表 1 2020-2028 年老年人口数目以及在城市和乡村居住老年人的数目

年份	老年人口数目（万人）	城镇比例（%）	城镇老年人口（万人）	乡村老年人口（万人）
2011	18499	51.30	9489.99	9009.01
2012	19390	52.60	10199.14	9190.86
2013	20243	53.73	10876.56	9366.44
2014	21242	54.77	11634.24	9607.76
2015	22200	56.10	12454.20	9745.80
2016	23086	57.35	13239.82	9846.18
2017	24090	58.52	14097.47	9992.53
2018	24949	59.58	14864.61	10084.39
2019	26192	60.97	15968.90	10223.10
2020	27337	62.27	17021.88	10315.12
2021	28532	63.59	18144.27	10387.73
2022	29779	64.95	19340.51	10438.49
2023	31081	66.33	20615.93	10465.07
2024	32439	67.74	21974.83	10464.17
2025	33857	69.19	23425.12	10431.88
2026	35337	70.66	24968.28	10368.72
2027	36882	72.16	26614.83	10267.17
2028	38494	73.70	28369.54	10124.46

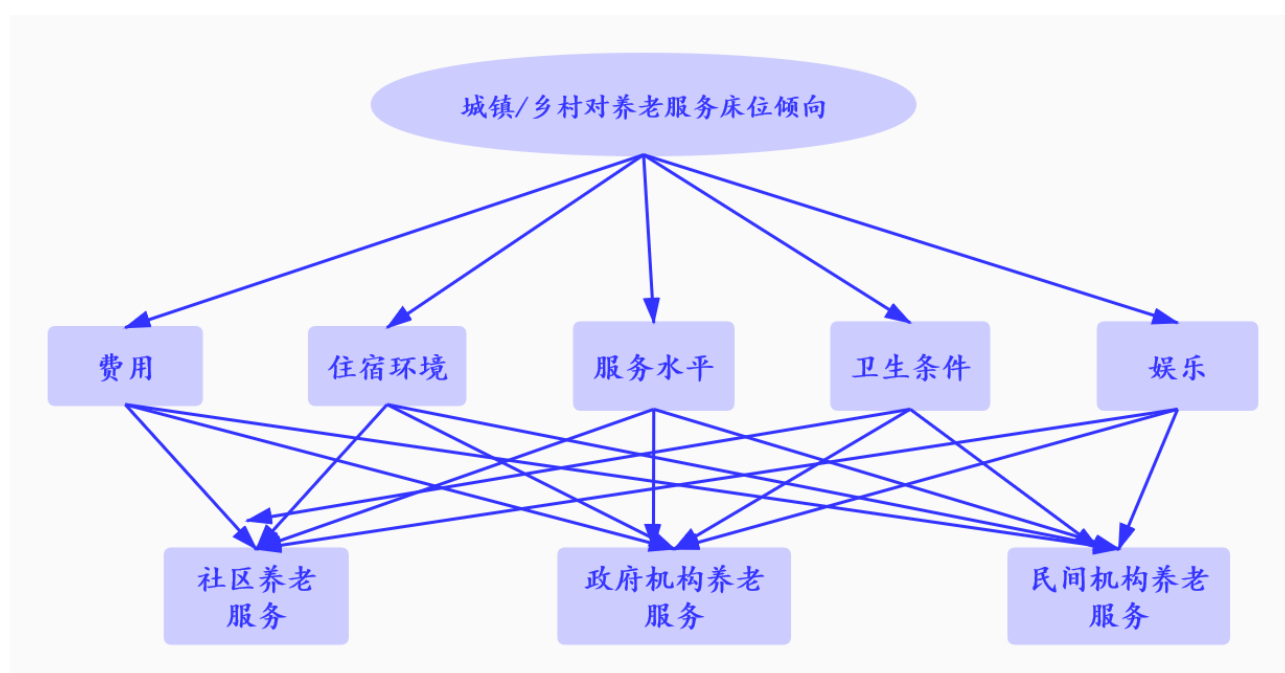


图 4 城镇/乡村老年人对三类养老服务床位倾向的层次分析

构建成对比较矩阵：

$$Z_1 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{7} & \frac{1}{5} & \frac{1}{7} & 2 \\ 7 & 1 & 3 & 1 & 6 \\ 5 & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 5 \\ 7 & 1 & 3 & 1 & 6 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & \frac{1}{6} & 1 \end{bmatrix} \quad Z_2 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 7 \\ 4 & 1 & 2 & 1 & 3 \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} & 2 \\ \frac{1}{4} & 1 & 2 & 1 & 3 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 7 \\ \frac{1}{3} & 1 & 5 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{8} \\ 3 & 1 & \frac{1}{5} \\ 8 & 5 & 1 \end{bmatrix} \quad A_3 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{8} \\ 3 & 1 & \frac{1}{5} \\ 8 & 5 & 1 \end{bmatrix} \quad A_4 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{5} \\ 2 & 1 & \frac{1}{3} \\ 5 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad A_5 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ 3 & 1 & \frac{1}{2} \\ 6 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$A_1A_2A_3A_4A_5$  对  $Z_1$  的权重为  $[0.0539, 0.3640, 0.1743, 0.3640, 0.0437]$

$A_1A_2A_3A_4A_5$  对  $Z_2$  的权重为  $[0.5399, 0.1576, 0.0888, 0.1576, 0.056]$

$B_1B_2B_3$  对  $A_1$  的权重为  $[0.6491, 0.2790, 0.0719]$

$B_1B_2B_3$  对  $A_2$  的权重为  $[0.0752, 0.1830, 0.7418]$

$B_1B_2B_3$  对  $A_3$  的权重为  $[0.1, 0.3, 0.6]$

$B_1B_2B_3$  对  $A_4$  的权重为  $[0.122, 0.2297, 0.6483]$

$B_1B_2B_3$  对  $A_5$  的权重为  $[0.1, 0.3, 0.6]$

计算  $Z_1$  的层次总排序权值  $B_1B_2B_3 = [0.1286, 0.2307, 0.6407]$

计算  $Z_2$  的层次总排序权值  $B_1B_2B_3 = [0.3961, 0.2592, 0.3447]$

### 5.1.5 模型预测分析结果

经计算，城镇以及乡村老年人口对三类养老机构的向往比例，具体数据详见图 5。

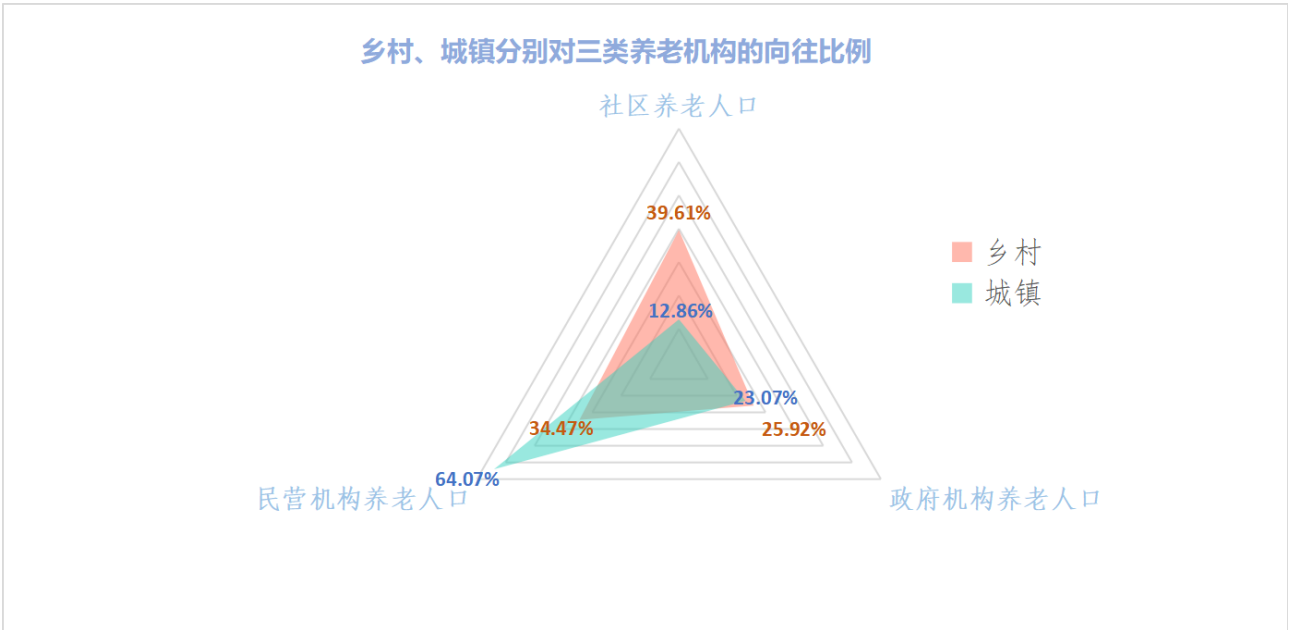


图 5 乡村以及城镇老年人对三类养老机构的向往比例

同时根据国家统计的老年人养老意愿可得：由于受子女赡养的居家养老模式以及老年人自身意愿等因素影响，有入住养老机构意愿的老年人口数目占老年人口总数目10%<sup>[3]</sup>。进而可预测每年乡村60岁以上老人对三类养老机构的向往人数，详见图6，以及每年城镇60岁以上老人对三类养老机构的向往人数，详见图7。

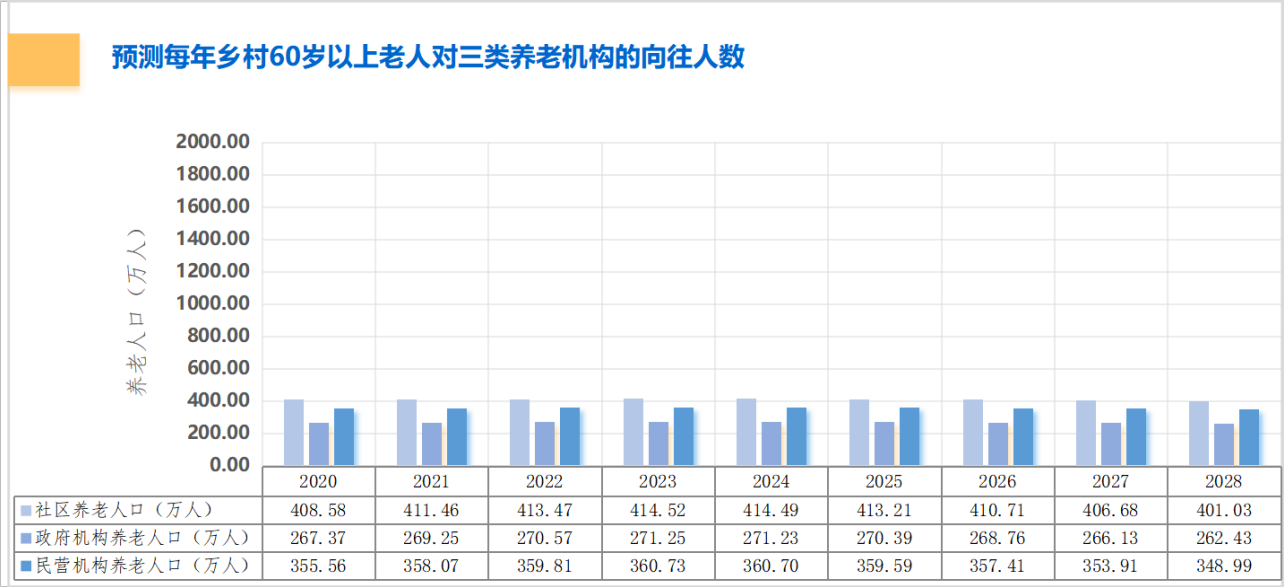


图6 2020-2028 年乡村 60 岁以上老人对三类养老机构的向往人数

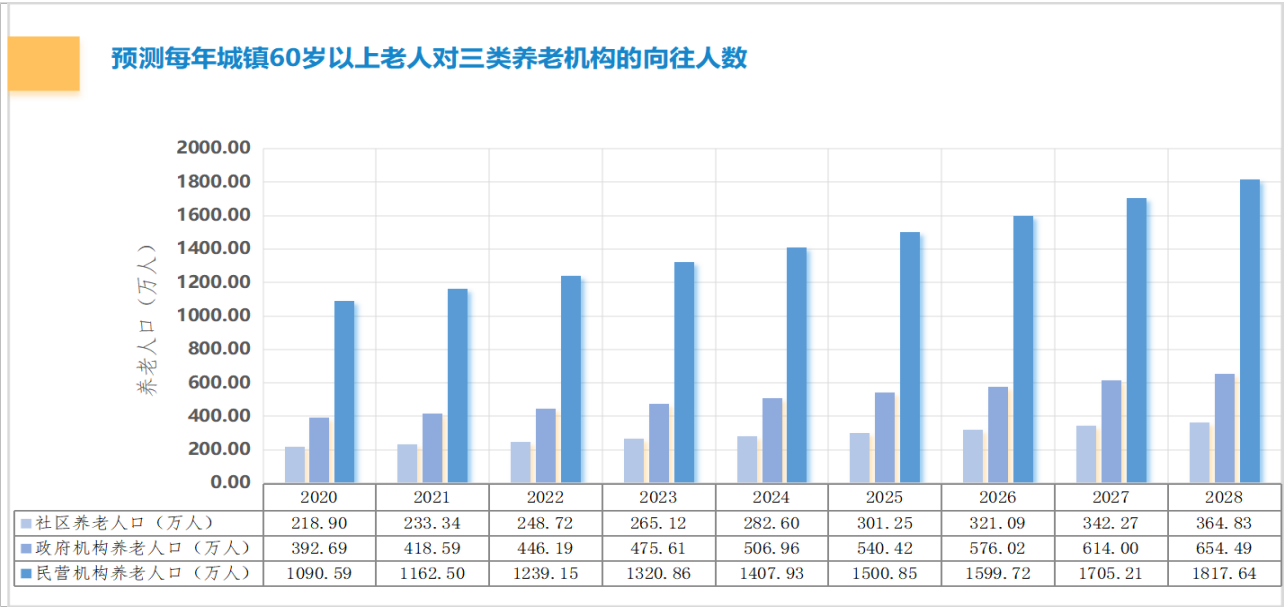


图7 2020-2028 年城镇 60 岁以上老人对三类养老机构的向往人数

结合以上数据可预测 2020-2028 年三类养老服务床位数量规模，详见图8。



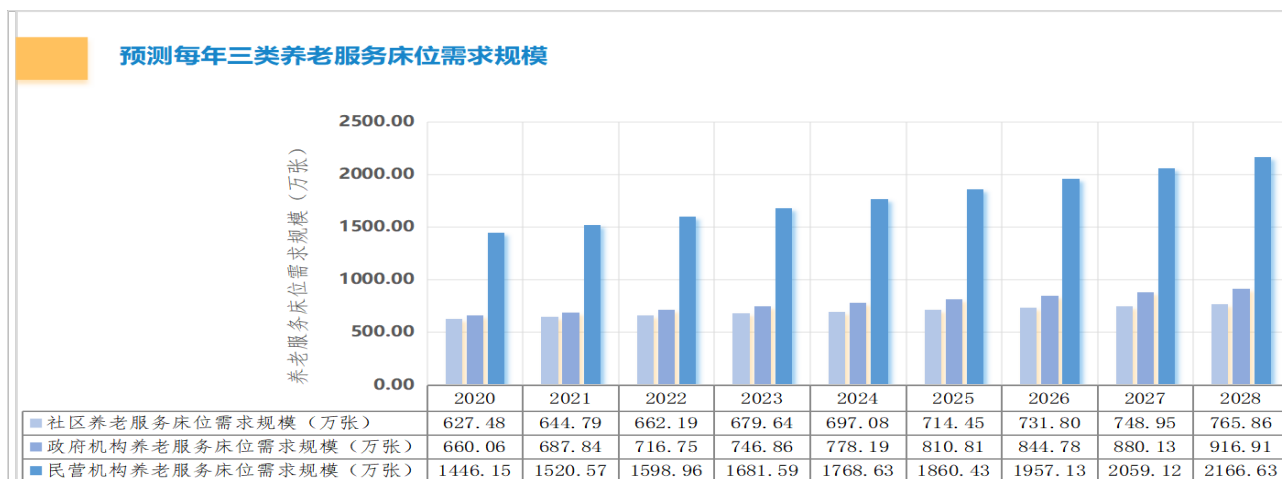


图 8 2020-2028 年三类养老服务床位需求规模预测

根据以上对 2020-2028 年我国老年人口数量以及城乡比例的预测数据可得，2020-2028 年养老服务床位的总数量以及社区养老服务床位数量，政府机构养老服务床位数量，民营机构养老服务床位数量详见图 8。由以上数据可较精确计算出三类养老服务床位市场投入比例以及生产数量。该数据无论是对政府起宏观协调作用还是企业运营的可持续发展都有重要意义。

## 5.2 全国区域养老服务床位商机模型

企业的商机大体可分为市场信息商机，服务转化商机，国家政策商机等。

### 5.2.1 全国区域养老服务床位商机模型的建立

对于市场信息商机和服务转化商机，根据第一问中所求已有需求床位数，以及 2018 年全国各地区已有床位数，判断 2018 年全国各地区区已有床位数数量占比，详见图 9。利用层次分析法分别分析西北，华北，华东，中南，西南以及东北六大地区的经济，人口和人文因素，建立全国区域养老服务床位商机模型，详见图 10。

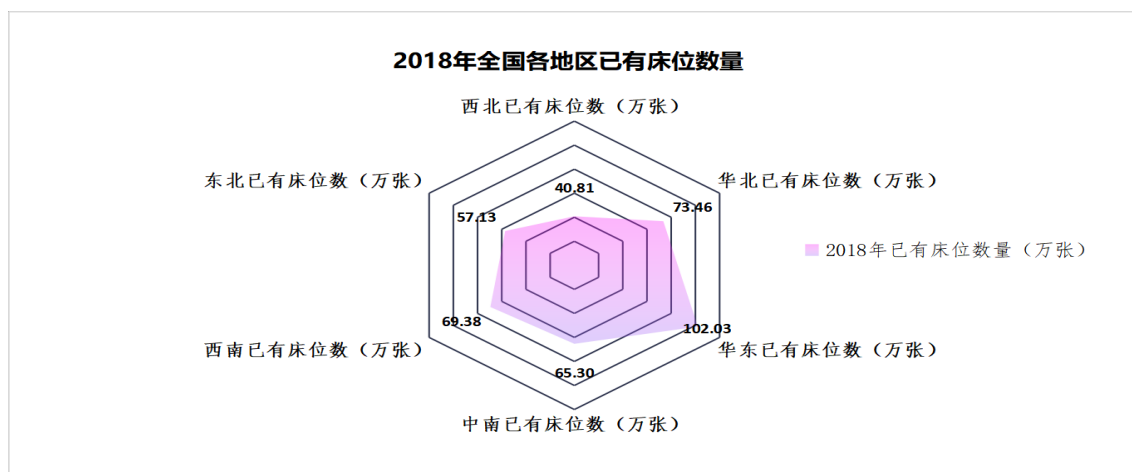


图 9 2018 年全国各地区已有床位数数量比例

### 5.2.2 全国区域养老服务床位商机模型的求解

用量化的方式分别体现六大地区经济，六大地区人口，六大地区人文因素之间对社区养老服务床位数量，政府机构养老服务床位数量以及民间机构养老服务床位数量进行主观判定，在此基础上对他们进行相互比较，建立判断矩阵。对三类养老服务床位分布倾向的层次分析详见图 10。通过程序运行出以上因素分别对社区养老服务床位数量，政府机构养老服务床位数量以及民间机构养老服务床位数量的权重。最后进行一致性检验，以此判断偏离程度，运算结果如下。

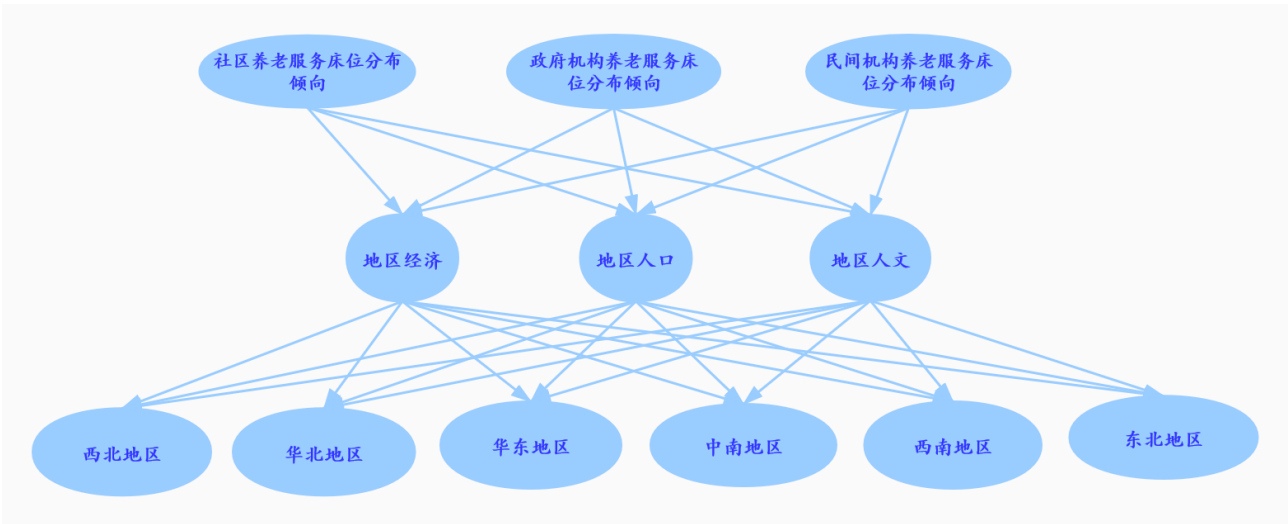


图 10 对三类养老服务床位分布倾向的层次分析

构成对比较矩阵

$$L_1 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} \\ 4 & 1 & \frac{1}{2} & 2 & 1 & 3 \\ 6 & 2 & 1 & 3 & 2 & 4 \\ 3 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & 2 \\ 4 & 1 & \frac{1}{2} & 2 & 1 & 3 \\ 2 & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

$$L_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 3 & 2 \\ 1 & 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 3 & 2 \\ 5 & 5 & 1 & 2 & 8 & 6 \\ 3 & 3 & \frac{1}{2} & 1 & 7 & 6 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{6} & \frac{1}{6} & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$L_3 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ 2 & 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{3} \\ 5 & 4 & 1 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 2 & \frac{1}{3} & 1 & 2 & \frac{1}{2} \\ 2 & 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{3} \\ 4 & 3 & \frac{1}{2} & 2 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$N_1 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 2 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{2} & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$N_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \frac{1}{3} \\ 1 & 1 & \frac{1}{3} \\ 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$N_3 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{2} \\ 5 & 1 & 3 \\ 2 & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

经程序计算可得：

- $N_1N_2N_3$  对  $M_1$  的权重为 [0.1220,0.6483,0.2297]
- $N_1N_2N_3$  对  $M_2$  的权重为 [0.2,0.2,0.6]
- $N_1N_2N_3$  对  $M_3$  的权重为 [0.5816,0.1095,0.3090]
- $L_1L_2L_3L_4L_5L_6$  对  $N_1$  的权重为 [0.0471,0.7044,0.3485,0.1209,0.2044,0.748]
- $L_1L_2L_3L_4L_5L_6$  对  $N_2$  的权重为 [0.0990,0.0990,0.4300,0.2778,0.0570,0.0572]

$L_1L_2L_3L_4L_5L_6$  对  $N_3$  的权重为 [0.0541,0.0580,0.3767,0.6501,0.0880,0.2431]

计算  $M_1$  的层次总排序权值  $L_1L_2L_3L_4L_5L_6 = [0.0824,0.1093,0.4078,0.2293,0.0691,0.1021]$

计算  $M_2$  的层次总排序权值  $L_1L_2L_3L_4L_5L_6 = [0.0617,0.1135,0.3816,0.1698,0.1011,0.1723]$

计算  $M_3$  层次总排序权值  $L_1L_2L_3L_4L_5L_6 = [0.0549,0.1568,0.3662,0.1471,0.1501,0.1249]$

5.2.3 六个地区对三类养老服务床位需求比例分析

根据以上各部分权重，求得六个地区对于三类养老服务床位需求比例如下，详见图 11。

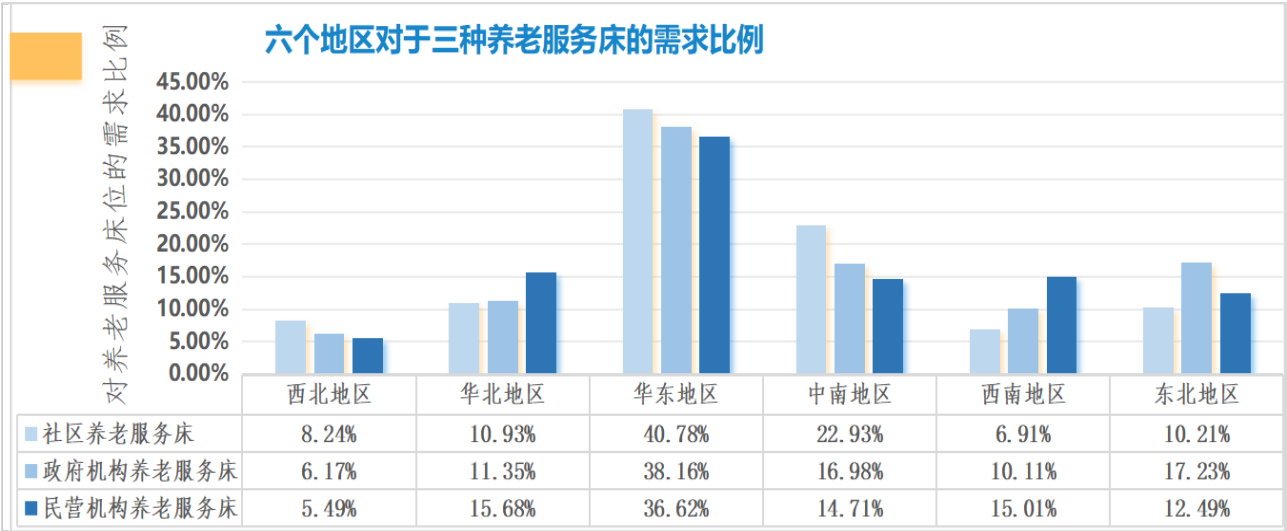


图 11 六个地区对于三种养老服务床的需求比例

5.2.4 六个地区对三类养老服务床位需求量分析

进而预测 2020-2028 年，西北，华北，华东，中南，西南，以及东北地区对三类养老服务床位的需求量，绘制 2018 年与 2020 年全国区域养老服务床位需求量对比图，见图 18，各地区详细数据见图 12, 图 13, 图 14, 图 15, 图 16, 图 17。



图 12 西北地区对三种养老服务床的需求量



图 13 华北地区对三种养老服务床的需求量

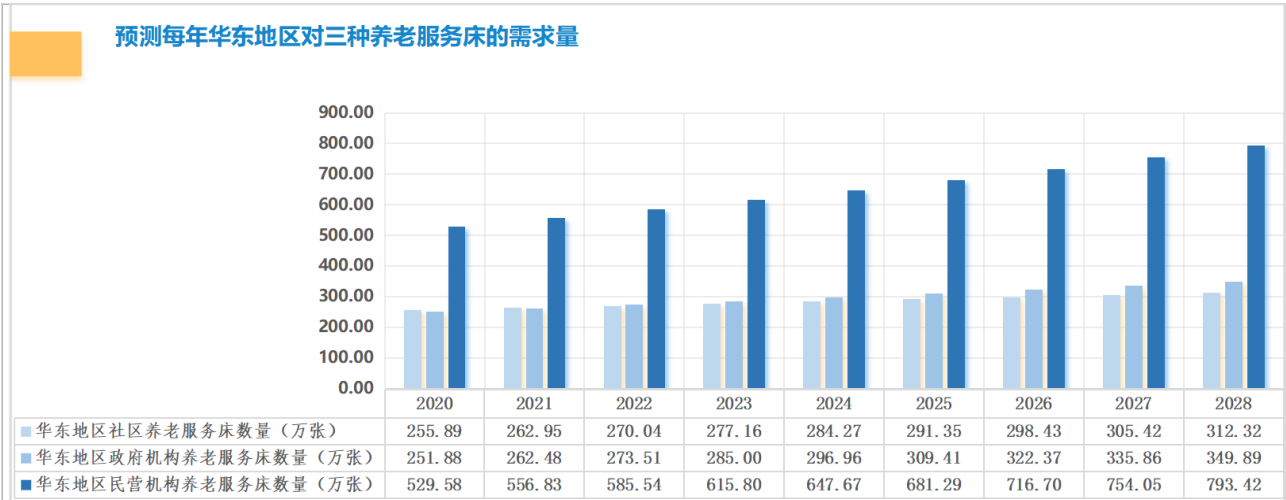


图 14 华东地区对三种养老服务床的需求量

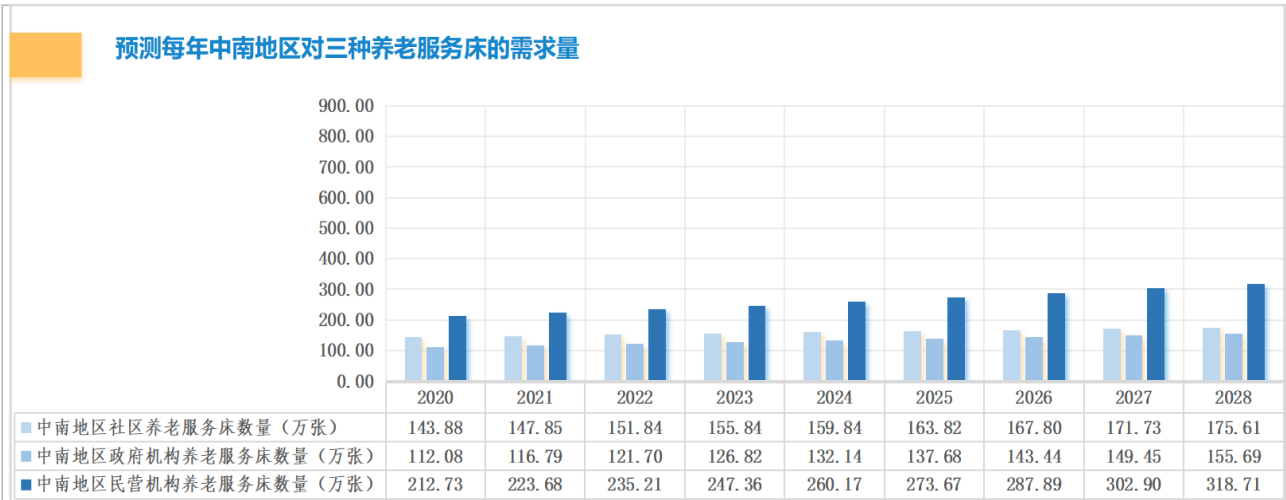


图 15 中南地区对三种养老服务床的需求量

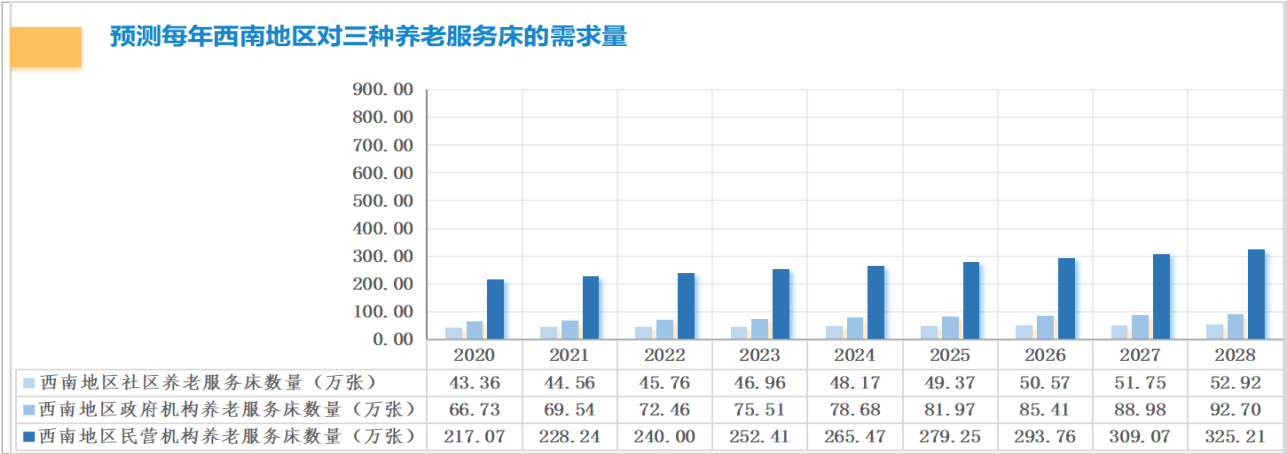


图 16 西南地区对三种养老服务床的需求量

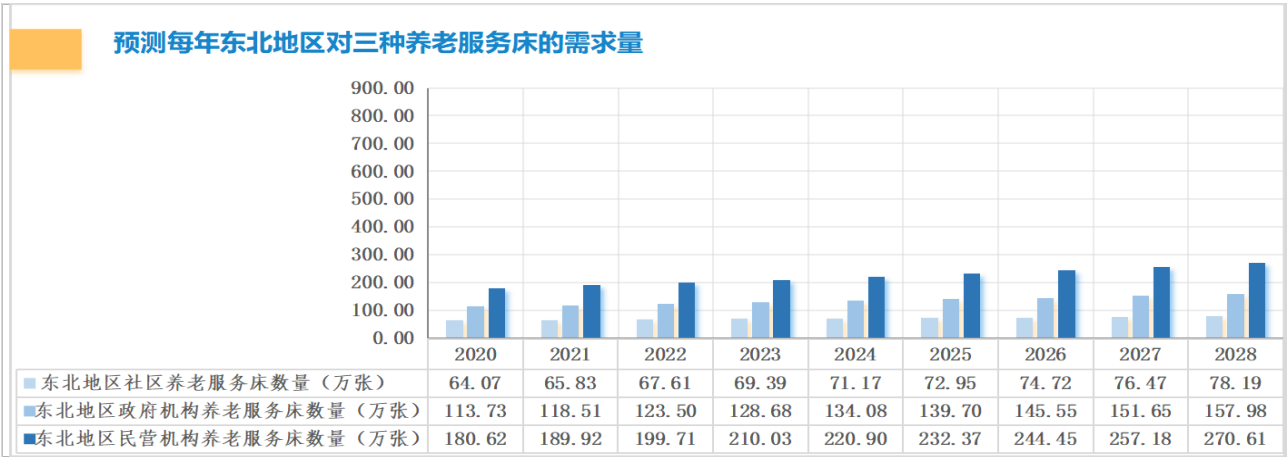


图 17 东北地区对三种养老服务床的需求量

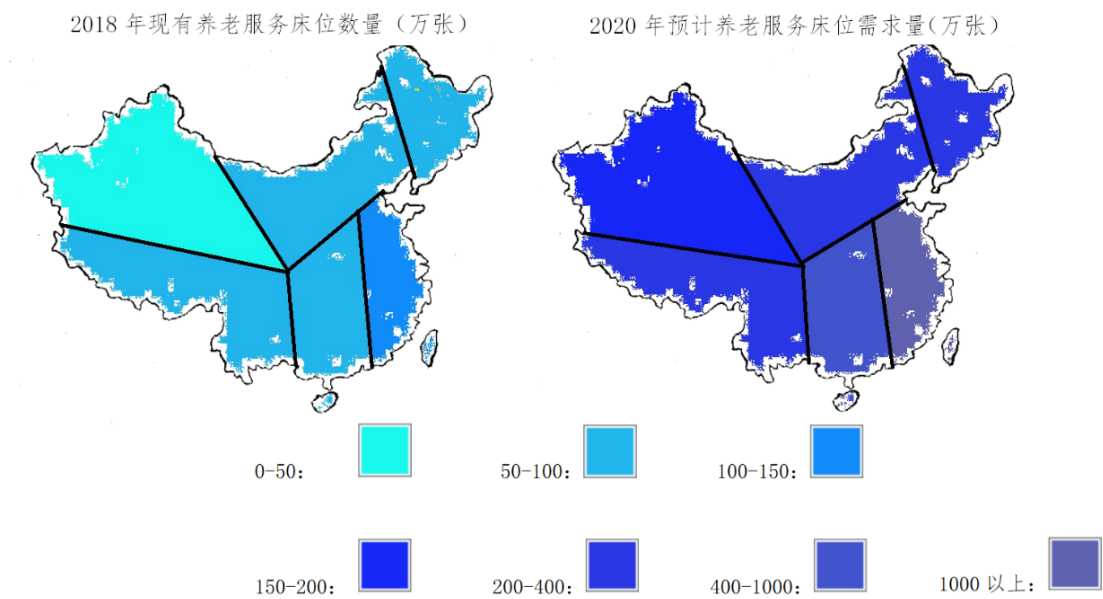


图 18 2018 年与 2020 年全国区域养老服务床位需求量对比图



由以上预测数据分析可得，未来几年内，企业可加大华东地区市场投入数量，尤其是华东地区的民营机构养老服务床位数量。西北地区受经济，人口和人文三大因素影响，对于养老服务床位数量的需求量不是很大，针对以上情况，未来可对西北地区的养老服务床位数量投入较小比例。

5.2.5 三种养老服务床位在六个地区中的需求比例分析

根据以上各部分权重，求得三种养老服务床位在六个地区中的需求比例如下，详见图 19。

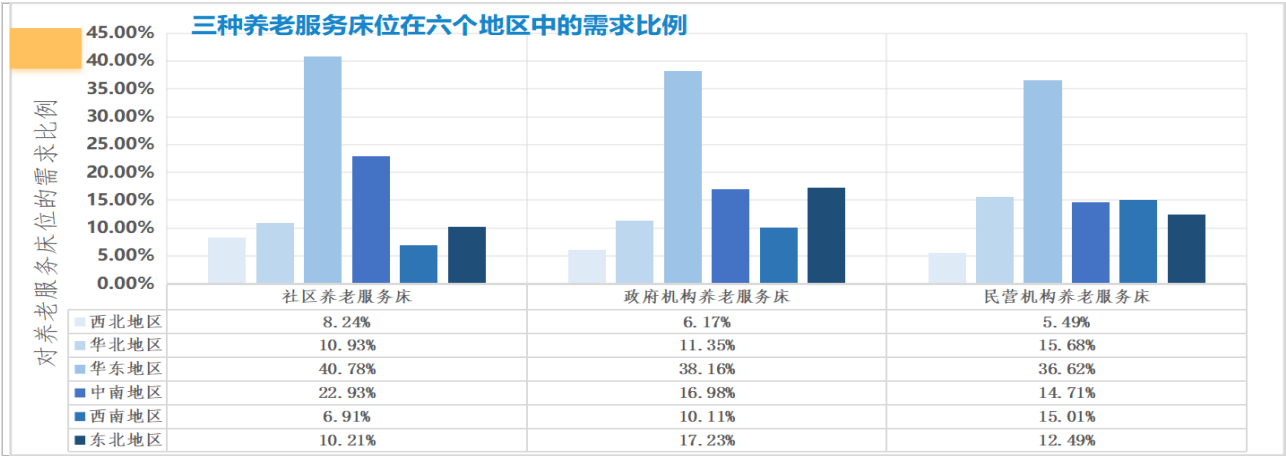


图 19 三种养老服务床位在六个地区中的需求比例

由以上数据直观展示了社区养老服务床位可重点投入在华东和中南地区，政府机构养老床位可重点投入在华东和东北地区，民营机构养老床位可重点投入在华东和华北地区，以此实现企业运营利益最大化。

5.2.6 国家政策

中共十八大提出“积极应对人口老龄化”；强调以人为本、建设推动新型城镇化(沈清基,2013)的发展方向，发展养老服务成为政府调结构、惠民生、促升级的重要力量。国务院及各部委、各地方政府围绕《关于加快发展养老服务业的若干意见国发〔[35]号〕》颁布一系列的相关政策文件，明确要求建立“以居家为基础、社区为依托、机构为支撑的功能完善、规模适度、覆盖城乡的养老服务体系”。

对于国家政策商机，当前我国已进入人口老龄化快速发展期，养老产业迎来了发展机会。2015 年 11 月 11 日，国务院常务会议指出：鼓励社会力量兴办医养结合就，扩大政府购买基本健康养老服务。

目前，国家正加大财政对国家养老服务业的投入，给予面向老年人服务的福利性养老服务机构和非营利性养老服务机构一次性开办补助。这对于企业来说是一个很好的政策商机。政府强调金融机构要支持老年社会福利事业发展，增加对养老服务机构及其建设项目的信贷投入，适当放宽贷款条件，并提供优惠利率。

5.3 政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型

5.3.1 政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型的建立

首先政府根据自身发展规划以及社会对养老服务需求等因素提出项目开发建议，由政府批准立项进入可行性研究。在研究阶段政府需要时刻考察养老产业的运作模式是否合理，经营模式是否出现问题等，确立好以上因素之后政府部门通过竞标等公开公正晶振与实力最雄厚的民营合作方进行合作，该过程政府需要严格把关民营企业的**资金实力**，**产业运作**和**经营能力**，签订公私合作账户制（以下简称为 PPAP）框架协议和合同，组件养老产业 PPAP 项目公司。

该政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型结构详见图 20。

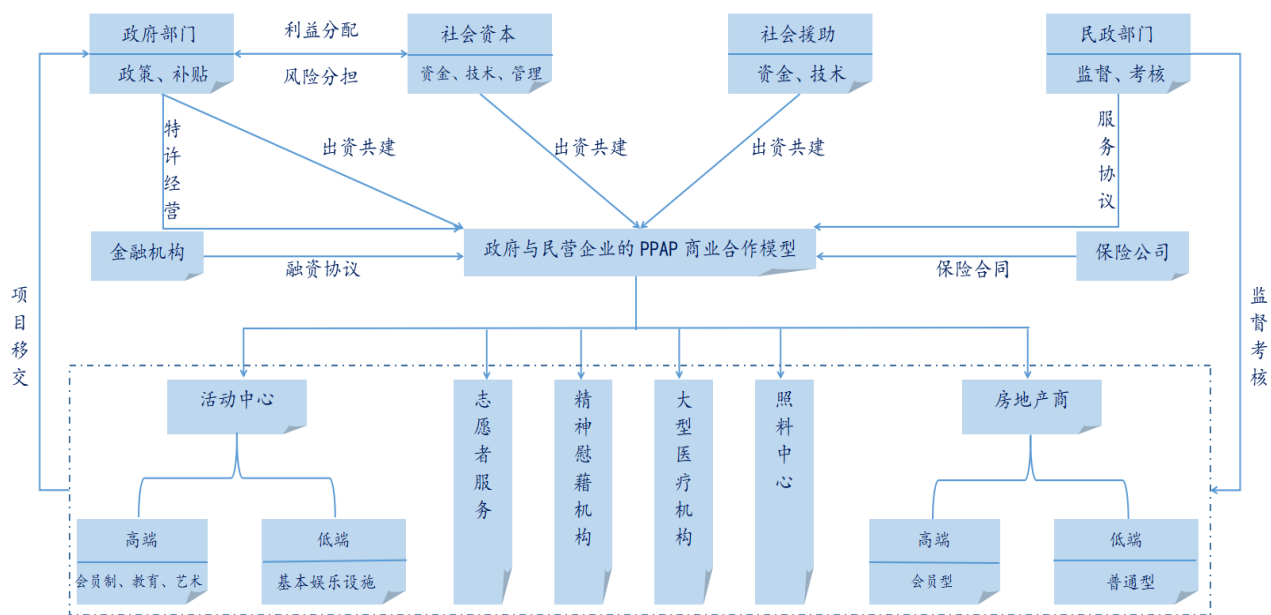


图 20 政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型结构分析图

5.3.2 基本满足消费人群的社会需求方面

关于养老服务的分类以及**定价问题**须同时考虑老年人承受价格的能力以及民营企业的运营利润。因此设定民营企业养老服务产品的价格需低于老年人的收入水平。根据目前社会养老服务床位的社会需求，可将消费需求分为四个等级：分别为高端自理型，中低端自理型，高端介护型，中低端介护型。将养老服务产品分为四个等级之后，本企业将以低端老年人群为价格基线，若价格定位低于老年人消费能力，则能同时满足机构收益以及老年人经济承受能力。若价格定位高于老年人消费能力，则由政府出资补贴，保障老年人权益，解决市场上床位结构性短缺问题。而对于高端老年人群，实行会员制服务，根据自身需求以及消费意愿，选择服务类型，以满足高端老年人群对于服务水平的要求。关于老年服务会员制套餐具体内容见表 2。其中 A,B,C 为自选套餐，老年人可以通过自身需求对 A,B,C 套餐自行选择。

表 2 老年服务会员制套餐

A	居住环境	元/年	B	文体基地	元/年	C	老年服务	元/年
A <sub>1</sub>	单间	12688	B <sub>1</sub>	图书馆	28	C <sub>1</sub>	老年大学	3666
A <sub>2</sub>	两人间	8888	B <sub>2</sub>	棋牌室	288	C <sub>2</sub>	养生保健	5688
A <sub>3</sub>	四人间	36888	B <sub>3</sub>	娱乐广场	588	C <sub>3</sub>	老年旅行社	8888

### 5.3.3 模式可持续性发展方面

在关于是否担心没有生活来源的问题上，城市老年人回答毫不担心的比例为 29.1%，乡村老年人回答毫不担心的比例为 24.2%。<sup>[10]</sup>。是否担心生活经济来源的人数占比可以作为高度和低端的人数占比，民政部数据显示，约有 18.3% 的老年人为失能、半失能状态，<sup>[8]</sup>。是否为失能和半失能状态的老年人占比可近似为自理型和介护型的占比，经计算得到四种养老服务消费在城镇/乡村中分布比例，详见图 24 进一步计算可得 2020-2028 年城镇以及乡村老年人对四类消费群体的人数预测，详见图 22，图 23，图 24。

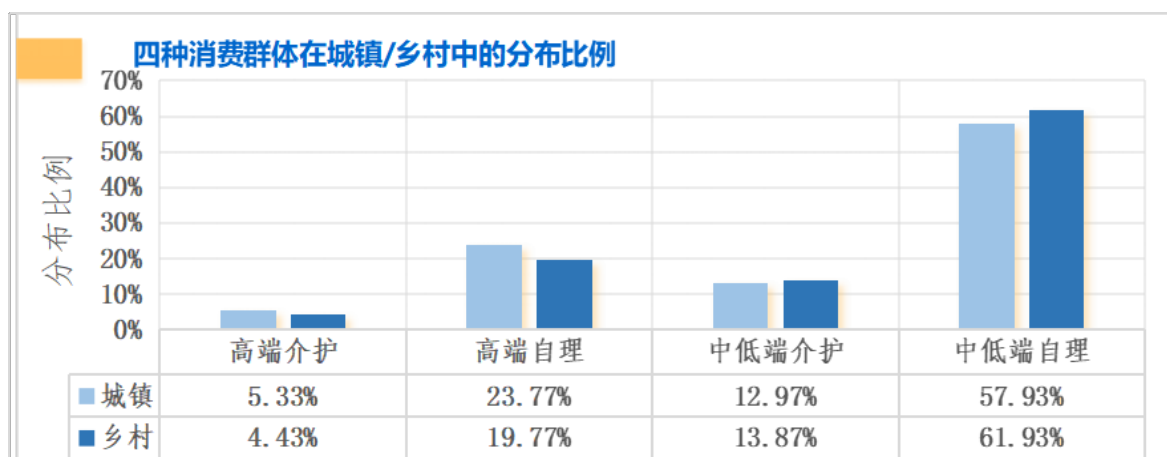


图 21 四种消费在城镇/乡村中分布比例

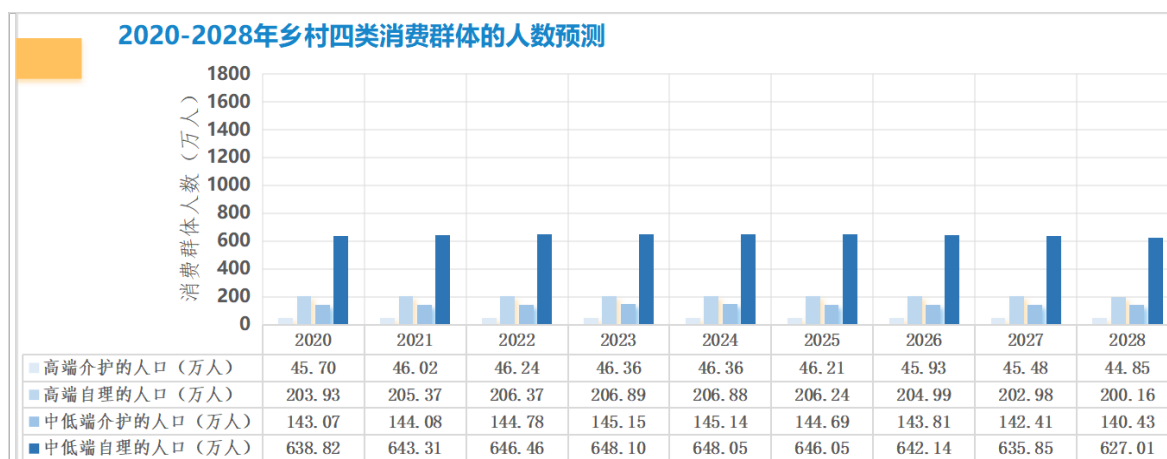


图 22 2020-2028 年乡村四类消费群体的人数预测

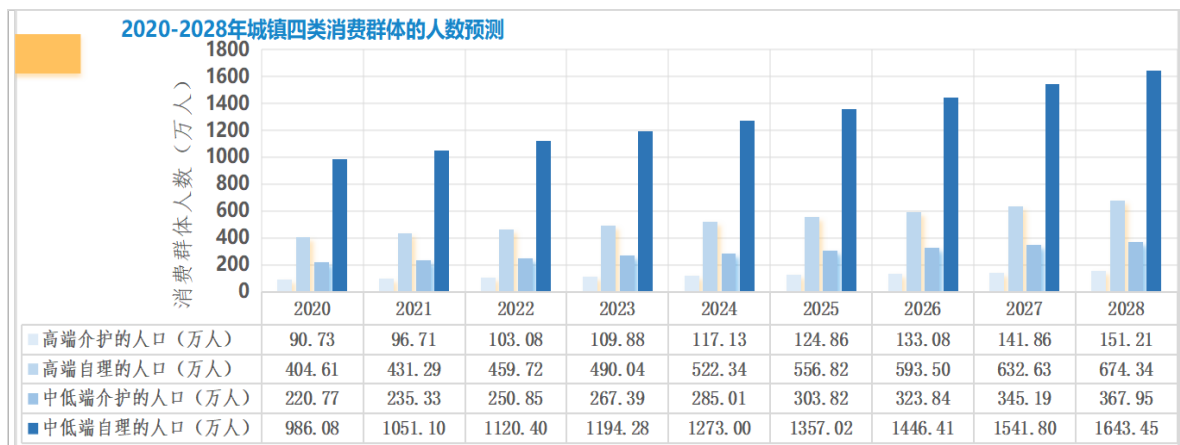


图 23 2020-2028 年城镇四类消费群体的人数预测

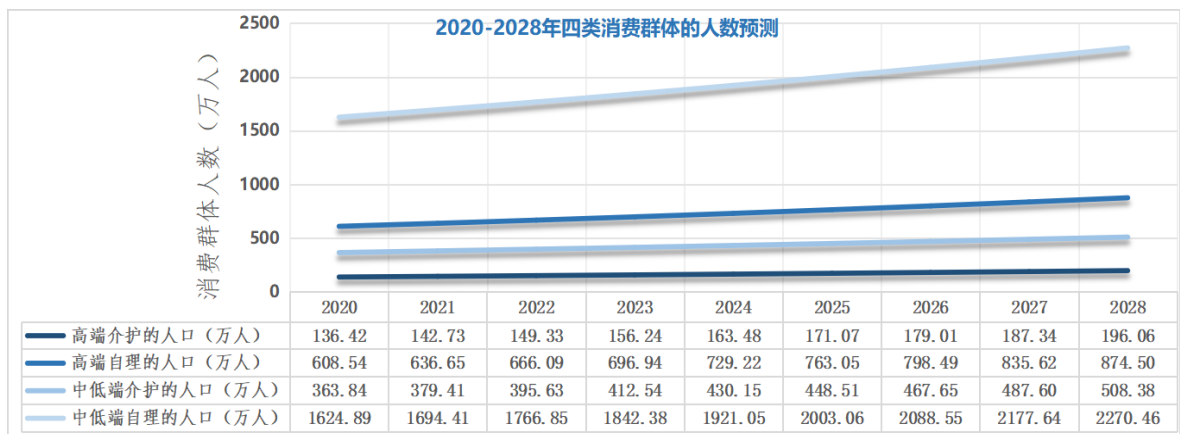


图 24 2020-2028 年四类消费群体的人数预测

目前，养老服务的收入来源目前除了自身经营收入以外，还有政府补贴和社会捐赠等。本文将政府补贴和社会捐赠的数据结合，进行灰色预测。预测结果详见图 25，具体数据见表 3。

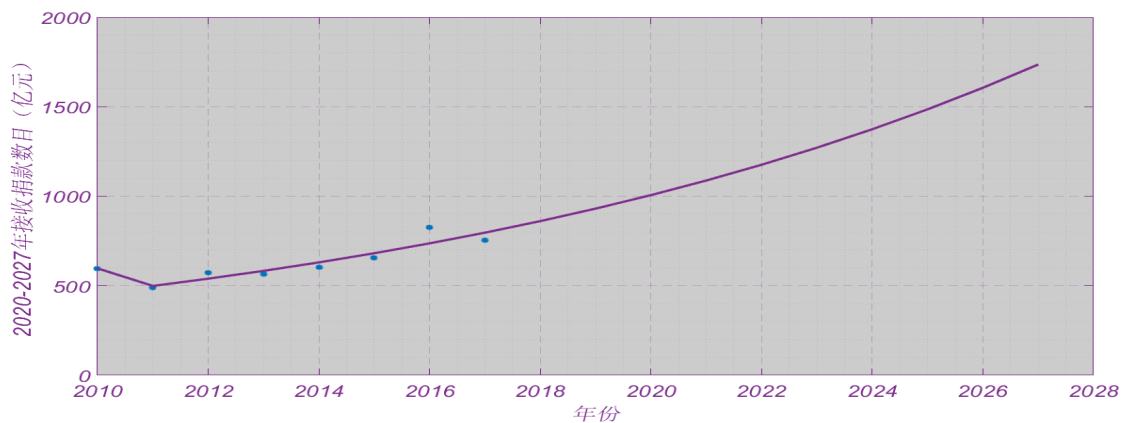


图 25 2020-2027 年政府补贴和社会捐赠预测

表 3 2010-2027 年养老服务产业接收政府补贴以及捐款金额

年份	接收政府补贴以及捐款金额（亿元）
2010	596.8
2011	490.1
2012	572.5
2013	566.4
2014	604.4
2015	654.5
2016	827
2017	754.2
2018	860.9
2019	930.7
2020	100.61
2021	108.76
2022	1.1757
2023	1.2710
2024	1.3740
2025	1.4853
2026	1.6057
2027	1.7358

根据图 24中最终四类消费群体人数的增长趋势以及图 25的政府社会补贴捐赠灰色预测图像呈增长趋势，可说明养老服务产业消费群体增长，政府补贴和社会捐赠增长。并且该运营模式具有政府补贴的优势，能够有效解决低端型消费人群的经济压力，高端消费人群会员制度增加企业收益，实现经济可持续性；该模式也能有效解决如今市场上养老服务床位结构性短缺的问题，满足各个阶层的消费能力以及消费需求，真正实现经营可持续性发展。

5.3.4 模式促进就业方面

在促进就业方面，考虑发展的长远性，需与时俱进，不断学习先进的照顾老人的基本技能与老年人的相处技能，不断引入人才，促进企业可持续发展。企业在运营养老服务的同时也能带动房地产，保险，物业，医疗，艺术，教育等领域发展。以养老院护工为例，假设需要介护的老年人与介护人员形成一人一护体系，由此预测未来护工人数，详见图 26。



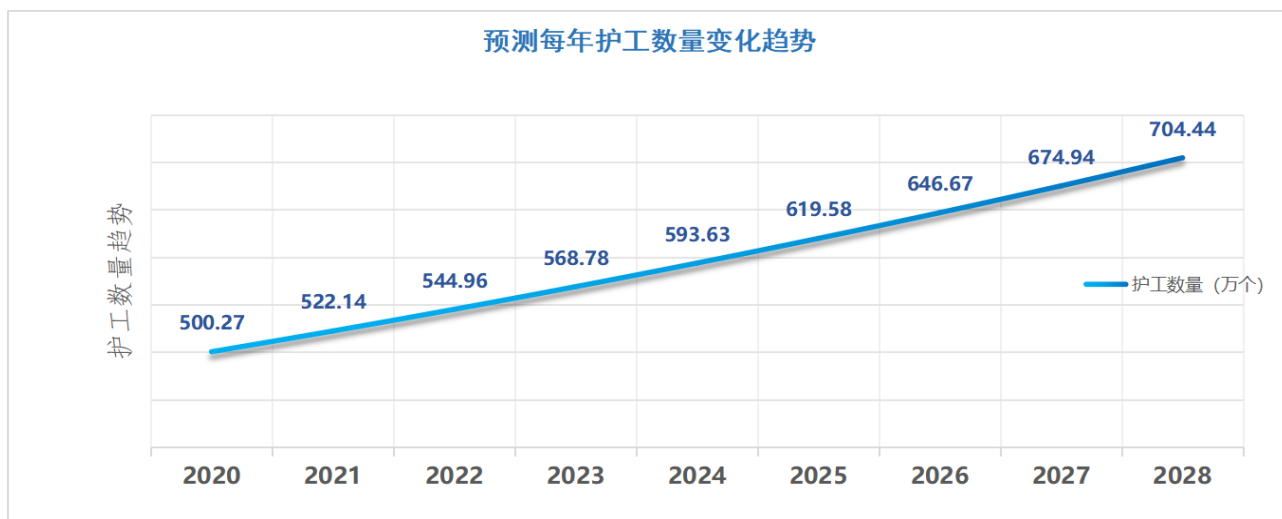


图 26 2020-2028 年护工人数预测

由以上预测结果可知，该商业模式无论是在政府政策支持以及社会补贴方面，还是在产品市场方面，亦或是在促进如护工等职业的就业问题以及人才培养、人才引进方面都有巨大的持续发展空间。该模型同时也可带动房地产，保险，物业，医疗，艺术，教育等领域，真正做到政府与民营企业近乎完美的协调合作，推动人才培养，带动养老服务行业可持续发展。

## 六、模型的评价与改进

### 6.1 模型的优点

1. 养老服务床位结构与数量的 GM(1,1) 预测模型优点如下：

- 对人口系统的预测效果较好。养老服务床位结构与数量的 GM(1,1) 模型能够较为准确预测受已知信息和位置信息双重影响的人口系统，对于城乡老年人口比例也有较好的预测效果。
- 条理清晰。通过层次分析法将城镇和乡村的老年人口对于三类养老服务床位需求量的影响因素分为老年人口在生活水平方面对费用，住宿，服务，卫生，娱乐的倾向程度进行分析。

2. 全国区域养老服务床位商机层次分析模型优点如下：

- 对全国的市场分析较为全面。考虑了经济人口人文等因素的影响对六大区域分别对三种养老床位分布倾向进行分析。
- 对市场投放的市场区域针对性高。对华东地区加大养老服务床位市场投放，实现经济效益最大化。

3. 政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型优点如下：

- 能够吸引更多的民营企业投资养老市场，扩大养老市场。
- 对民营企业的服务水平具有强烈的监管能力，总体提高养老服务水平。
- 对周期成本的管控能力高。该运营模式的养老服务项目将融资，建设，运营融为一体，形成周期，方便管控，从而实现利益最大化。

## 6.2 模型的缺点

1. 养老服务床位结构与数量的 GM(1,1) 预测模型缺点如下：

- 灰色模型的精度往往不能完全满足实际要求。

2. 全国区域养老服务床位商机层次分析模型缺点如下：

- 在设置权时带有一定的主观色彩，与现实情况存在些许偏差。

3. 政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型缺点如下：

- 由于研究时间尚短，没有对房地产，保险，人工智能，物业，医疗，艺术等领域进行进一步详细探究，体系尚不完整。

## 6.3 模型的改进

1. 养老服务床位结构与数量的 GM(1,1) 预测模型改进如下：

- 对已知的我国人口总数和结构以及城乡比例的原始数据进行变换，改善其光滑特性。
- 对 GM(1,1) 模型进行修正，使之适应原始数据的特征。<sup>[12]</sup>

2. 全国区域养老服务床位商机层次分析模型改进如下：

- 挖掘定量与定性综合价值，关注定量信息，以此保证评价结果客观性。

3. 政府与民营企业的 PPAP 商业合作模型改进如下：

- 查找近年来房地产，保险，人工智能，物业，医疗，艺术等养老设施建设投入比例与金额，建立更加系统完整的模型。

## 参考文献

[1] 蒋伟, 安徽省养老地产市场需求及其影响因素研究 [D]. 安徽：安徽建筑大学.2018

[2] <https://tech.sina.com.cn/roll/2020-05-15/doc-iircuyvi3247873.shtml>

- [3] 路锦非. 中国老龄化高峰期对养老设施和医疗设施的需求——以上海市为例 [J]. 现代经济探讨, 2013(1): 45-49.
- [4] 王宁, 张爽, 曾庆均. 基于新陈代谢 GM (1, 1) 模型的重庆市人口老龄化预测研究 [J]. 西北人口, 2017, 38(11): 66-70.
- [5] 张敏, 陈云海, 孙丽娟. 大客户商机管理模式研究 [J]. 广东通信技术. 2008,28(5):2-5
- [6] 徐豪. 中国养老产业已是“巨型市场”, 商机如何开发 [J]. 中国经济周刊,2015(45):34-35.
- [7] 赵余, 潘雨红, 陈杨. 社会养老设施需求预测与空间布局优化研究——以重庆市为例 [J]. 城市住宅,2019,26(06):64-68.
- [8] <http://www.mca.gov.cn/article/sj/tjgb/>
- [9] 陈懿嘉. 以 PPP 模式进行养老产业投资的探究 [D]. 苏州大学,2015.
- [10] [http://www.cfen.com.cn/dzb/dzb/page\\_4/201903/t20190313\\_3191961.html](http://www.cfen.com.cn/dzb/dzb/page_4/201903/t20190313_3191961.html)
- [11] 韦璞. 我国老年人收入来源的城乡差异及其养老模式选择 [J]. 重庆工学院学报,2006(12):26-29.
- [12] 姜波. 灰色系统与神经网络分析方法及其应用研究 [D]. 华中科技大学,2004.

## 附录 1：附录

问题一主要代码如下：

### Input matlab source:

```
clc,clear;
syms a b;
c=[a b]';
A=[17765,18499,19390,20243,21242,22200,23086,24090,24949];
B=cumsum(A);
n=length(A);
for i=1:(n-1)
    C(i)=(B(i)+B(i+1))/2;
end

D=A;D(1)=[];
D=D';
E=[-C;ones(1,n-1)];
c=inv(E*E')*E*D;
c=c';
a=c(1);b=c(2);

F=[];F(1)=A(1);
for i=2:(n+10)
    F(i)=(A(1)-b/a)/exp(a*(i-1))+b/a;
end
G=[];G(1)=A(1);
for i=2:(n+10)
    G(i)=F(i)-F(i-1);
end
t1=2010:2018;
t2=2010:2028;
G
h=plot(t1,A,'o',t2,G,'-');
set(h,'LineWidth',1.5);
```

问题二主要代码如下:

**Input matlab source:**

```
disp('          A(n/2) ');
A=input('A=');
[n,n]=size(A);
x=ones(n,100);
y=ones(n,100);
m=zeros(1,100);
m(1)=max(x(:,1));
y(:,1)=x(:,1);
x(:,2)=A*y(:,1);
m(2)=max(x(:,2));
y(:,2)=x(:,2)/m(2);
p=0.0001;i=2;k=abs(m(2)-m(1));
while k>p
    i=i+1;
    x(:,i)=A*y(:,i-1);
    m(i)=max(x(:,i));
    y(:,i)=x(:,i)/m(i);
    k=abs(m(i)-m(i-1));
end
a=sum(y(:,i));
w=y(:,i)/a;
t=m(i);
disp('          -E^o ');
disp(w);

CI=(t-n)/(n-1);RI=[0 0 0.52 0.89 1.12 1.26 1.36 1.41 1.46 1.49 1.52 1.54 1.56 1.58
    1.59];
CR=CI/RI(n);
if CR<0.10
    disp('          ! ');
    disp('CI=');disp(CI);
    disp('CR=');disp(CR);
end
```