

# 基于层次分析法的智慧康养城市指标体系研究



李润发<sup>1</sup>, 岳向华<sup>2</sup>, 颜财发<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>广州工商学院商学院, 广东广州 510850

<sup>2</sup>湘南学院经管学院, 湖南郴州 423043

<sup>3</sup>青岛城市学院工商管理学院, 山东青岛 266106

**摘要:** 为应对老龄化挑战, 全国各地正在推进智慧康养城市建设, 以期整合康养资源精准服务老年人群。但面临着智慧康养城市评价指标体系缺失问题, 难以系统地评价建设成效。为此, 借鉴了有关智慧城市和康养城市评价指标体系研究成果和标准, 充分考虑智慧康养城市建设目标及其评价指标体系须回应的关键问题, 通过层次分析法构建智慧康养城市指标体系。指标体系由一级指标、二级指标及三级指标构成, 有智慧康养基础设施、智慧康养环境、智慧康养经济和智慧康养服务等 6 个一级指标, 以及康养服务智慧化等 15 个二级指标和老年大学入学率等 63 个三级指标。该指标体系可用于全面系统地评价康养城市建设成效, 为全国各地智慧康养城市建设把脉。

**关键词:** 养老; 健康; 智慧康养城市; 层次分析法

**DOI:** [10.57237/j.wjmst.2023.04.004](https://doi.org/10.57237/j.wjmst.2023.04.004)

## Research on the Indicator System of Smart Healthy Elderly Care City Based on AHP

Runfa Li<sup>1</sup>, Xianghua Yue<sup>2</sup>, Tsai-Fa Yen<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>School of Business, Guangzhou College of Technology and Business, Guangzhou 510850, China

<sup>2</sup>School of Economics and Management, Xiangnan University, Chenzhou 423043, China

<sup>3</sup>School of Management, Qingdao City University, Qingdao 266106, China

**Abstract:** In order to meet the challenge of population aging, all parts of China are promoting the construction of smart healthy elderly care cities, with a view to integrating health care resources to accurately serve the elderly. However, there is currently a lack of a systematic evaluation index system for smart, healthy and elderly care cities. In order to build the evaluation index system, relevant research results and standards have been used for reference, and the goal of building a smart, healthy and elderly care city has been fully considered. The indicator system of smart healthy elderly care city is constructed through the analytic hierarchy process. The indicator system is composed of first-level indicators, second-level indicators and third-level indicators, including six first-level indicators such as smart health elderly care infrastructure, smart health elderly care environment, smart health elderly care economy and smart health elderly care

基金项目: 2022 年度佛山市哲学社会科学规划项目, 数字鸿沟背景下佛山智慧康养城市建设研究 (2022-GJ061); 2022 年度教育部人文社科规划基金项目, 基于农村老龄化时空演变的县乡村三级养老服务耦合发展策略研究 (22YJA840017).

\*通信作者: 颜财发, 1722997311@qq.com

收稿日期: 2022-12-05; 接受日期: 2023-12-06; 在线出版日期: 2023-12-27

<http://www.wjmst.net>

services, as well as 15 second-level indicators such as smart health elderly care services and 63 third-level indicators such as enrollment rate of elderly university. The indicator system is systematic, scientific, comparable and operable, and can be used to comprehensively and systematically evaluate the construction effect of a healthy elderly care city, and to pulse the construction of a smart healthy elderly care city.

**Keywords:** Elderly Services; Healthy; Smart Health Care City; Analytic Hierarchy Process

## 1 引言

第七次人口普查数据显示中国 60 岁及以上人口 2.64 亿人, 15—59 岁人口 8.94 亿人(人口数据不含港澳台, 全文同), 老年抚养比(ODR, 以 60 岁为老年人标准) 29.52%。据联合国《World Population Prospects (2022)》中生育率方案, 中国 15—59 岁人口将于 2050 年减少到 6.53 亿, 而 60 岁及以上人口将增加到 5.09 亿, ODR 将提高到 78.02%。为解决养老领域面临的突出问题, 党中央和国务院审时度势地提出了积极应对人口老龄化国家战略, 总书记在党的二十大报告中指出要健全社会保障体系, 推进健康中国建设。2021 年 12 月国务院印发的《“十四五”国家老龄事业发展和养老服务体系建设规划》强调“建设兼顾老年人需求的智慧社会”。以老年人群生活、照料、医疗和文化等服务智慧化为着力点推进智慧康养城市建设, 俨然成为老年友好智慧社会建设的主战场。智慧康养城市建设在全国各地如火如荼地进行, 但面临着如何评价智慧康养城市建设效果的难题。尽管有关智慧城市、康养城市评价指标的研究较多, 但对智慧康养城市评价指标的研究不足。为此, 笔者将借鉴有关智慧城市和康养城市(小镇等)指标体系研究成果和相关标准, 应用层次分析法(AHP)设计智慧康养城市评价指标体系, 为学界提供借鉴, 为智慧康养城市评价提供参考。

## 2 智慧康养城市的概念

智慧康养城市是信息技术支撑下康养城市建设的新趋势。和智慧康养城市密切相关的两个概念是智慧城市和康养。在大数据、物联网等新一代信息技术的赋能下, 人类社会系统与物理系统的融合进入新阶段, 呈现出智慧城市工业化、城市化与信息化深度融合的新趋势。具体而言, 智慧城市是以物联网、无线宽带网等网络组合为基础, 以智慧技术高度集成、智慧产业高端发展、智慧服务高效便民为主要特征的城市发

展新模式, 涉及智慧医院、智慧家庭护理、智慧公共交通等诸多领域, 正在全面地提升资源利用效率, 助力解决城市面临的交通、医疗、教育等难题[1-5]。康养可理解为“健康+养生”、“健康+养老”等, 在老龄化问题日益严峻的背景下, “健康+养老”问题受到社会各界广泛关注, 笔者集中于探讨“健康+养老”问题。健康养老、健康服务与养老服务一体化俨然成为中国养老服务体系建设高质量发展的重要标志之一, 是积极应对人口老龄化挑战和整合养老资源解决老龄化问题的战略措施[6-8]。中国康养服务面临一系列的问题, 如服务水平低下、资源不足等。为此, 亟须抓住物联网等新一代信息技术普及应用的机会, 通过智慧技术、智慧设施等普及促进康养服务创新, 大力发展智慧康养服务, 从而提高健康养老供需匹配效率, 助力破解“无人养老”的困境[9-13]。

智慧康养城市是智慧城市建设和服务发展全面融合的成果。智慧康养城市建设的目标是有效地整合医疗、体育健身、养老等服务资源, 为老年人群健康养老创造良好的环境, 实现智慧康养服务惠及所有老年人群。例如, 在大数据、5G 等技术支撑下, 城市养老和医疗设施联动, 解决服务资源分布失衡和利用效率低下问题, 分门别类地满足不同类型的康养需求。又如, 在公园、广场等老年人群密集场所安装智能传感器, 并与医疗机构实时互联, 为紧急救助突发疾病、意外事故的老年人提供方便。

## 3 相关研究和标准

当前, 康养城市和智慧城市评价指标体系的相关研究成果和标准与智慧康养城市指标体系设计关系最为密切。

学者们对智慧城市评价指标体系进行了研究。陈铭等认为对“智慧城市”的评价是以城市信息化测评为基础的。两个代表性的城市信息化评测方法是信息产

业测评法和信息社会测度法，前者从信息劳动者占总就业人口的比重、信息产业产值占GDP的比重和信息产业增加值占GDP的比重三个核心指标出发构建测评模型，但面临着数据整理比较复杂等问题；而后者从邮电、广播、电视、新闻出版等行业着手，选取与信息量、信息装备率、信息消费系数等有关的指标11项，用于评价信息化水平，与前者相比有着统计数据容易获得、可操作性强、测评结果直观清晰等优点。陈铭等结合中国实际，构建了中国城市信息化水平评测指标方案，将评价指标体系分为“智慧城市”基础设施领域、城市智慧产业领域、城市智慧服务领域、城市智慧人文领域四大部分。其中基础设施领域包括无线网络覆盖率、光纤接入覆盖率等5个指标项，产业领域包括智慧产业固定资产投资额、智慧产业占GDP比重、智慧产业从业人员数等7个指标项，服务领域包括协同应用系统数量、智慧公共服务应用普及率等4个指标项，而人文领域则包括人均GDP等7个指标项[1]。赵建海和屈小爽提出了由基础层、应用层、目标层三层架构组成智慧城市评价指标体系，其中基础层是有智慧科技一级指标1个，应用层有智慧经济、智慧生态和智慧治理一级指标3个，而目标层有智慧民生一级指标1个，其中智慧民生下设医疗条件、文化教育和社会保障二级指标3个[14]。

康养城市指标体系相关研究主要集中在康养社区、康养小镇、健康城市等方面。张杰和朱珺指出要从基础信息设施建设（基础网络、无线网络和各类信息服务应用平台等）、智慧住宅和康养智能产品推广、健康养老数据管理与服务系统强化、特色康养产业培育等方面着手建设智慧康养城市[15]。王巍和裴传王就黑龙江省城市康养进行了研究，从生态建设、人文建设、民生建设及医疗建设四个方面构建了康养城市指标体系，生态建设下设环境空气质量指数、人均公园绿地面积等6个指标，人文建设涉及人均公共图书馆、人均博物馆等7个指标，民生建设包括人均可支配收入等7个指标，医疗建设下设每万人拥有医院数量、每万人拥有医院床位数等5个指标[16]。王侠等构建了由健康环境、健康社会、健康经济、健康文化、健康技术、健康交通等6个准则层与36评价指标在内的陕西省健康城市评价指标体系。武占云等设计了健康经济、健康文化、健康社会、健康环境和健康管理等五个一级指标，进而设计了发展水平、生产效率、公共服务、社会保障等16个二级指标，并对中国四

大区域城市健康发展水平进行了比较研究[17]。温秋月等对中国26个城市的健康城市指标进行了研究，从健康、健康寿命、健康服务与环境、政策指标等维度讨论了健康城市指标体系[18]。还有学者从社区、乡镇层面讨论康养相关指标，如唐洁等研究了综合型养老社区的医疗护理、生活服务、住宅设施等指标[19]。

国际组织和中国有关部门、组织发布了相关的智慧康养城市建设标准或指南。WHO制订的《全球老年友好城市建设指南》，从室外空间与建筑、交通、住所、社会参与、尊重和社会包容、社区参与和就业、信息交流及社区支持与健康服务八个方面提出了建设指南[20, 21]。全国爱卫办发布的《全国健康城市评价指标体系（2018版）》设有5个一级指标、20个二级指标和42个三级指标评价健康城市状况，涉及空气质量、水质、食品安全、文化教育、卫生资源、健康水平、社会保障等方方面面[22]。2019年7月健康中国行动推进委员会发布的《健康中国行动（2019—2030年）》（简称《健康中国》）从全民健身行动、健康知识普及行动等十五个方面提出了健康中国建设重大行动方案，除一般性健康保障、健康服务指标外，还专门针对老年人群提出了老年失能率、老年健康核心信息知晓率、人群健康体检率等指标9个。为达到《健康中国》设定的老年人群健康指标，个人、社会和政府需要通力协作、积极努力，从个人健康意识和健康习惯、家庭与社区支持、医疗卫生服务网络、老年人住行医养环境、健康支持技术和设备等方面加大建设力度[23]。

综上，学者们对智慧城市和康养城市指标体系进行了较广泛的研究，有关组织和部门发布了相关的标准或指南，这些研究成果或标准为笔者设计智慧康养城市指标体系提供了重要借鉴。

## 4 智慧康养城市指标体系设计须回应的基本问题

智慧康养城市建设的出发点和目标是信息技术赋能城市康养服务，高效地满足老年人群康养服务需求。宏观看，智慧康养城市建设需要实现基础设施完善、康养资源丰富和智慧康养城市运行保障有力的基本目标。微观看，康养服务项目丰富、服务水平高，康养服务智慧化水平高，老年人群享受高质量康养服务。

为此,以满足老年人群康养服务需求为核心的智慧康养城市评价指标体系需要回应以下问题。

一是指标体系能反映智慧康养基础设施状况,评价基础设施能否支撑智慧康养服务高效运行。为此,需要考虑交通道路、邮政服务等设施或能力,满足老年人群出行、餐饮配送等基本需求,以及为康养服务企业或组织运行提供良好环境。还要考虑信息化水平,为人工智能、物联网、数据中心等新一代信息技术应用于康养服务各环节提供信息化支持。

二是指标体系能反映智慧康养环境,如生态环境和旅游休闲环境。当前,中国一些地区的环境问题较为严重,已经成为影响老年人群生活质量的重要因素。随着收入不断上升,人民群众对于养老质量的需求不断提高,旅游休闲逐步成为老年人群健康生活的必要需求。

三是指标体系能衡量智慧康养经济条件。智慧康养服务离不开经济保障。智慧康养城市运行成本高,建设和运行智慧康养城市离不开经济支撑。老年人群经济保障来自政府、个人(家庭)和社会,捐赠等社会养老资源有限,主要考虑政府和个人(家庭)的经济状况、投入力度,判断能否为高水平老年生活提供保障。

四是考虑老年人群状况,如健康与否、是否失能、是否熟练使用智慧康养设施设备。可从康养结果和私人康养条件两个方面评价人群状况,前者用预期寿命等指标表征康养服务效果,后者从康养设施设备和个人智慧康养服务享用技能等方面评价接受智慧康养服务的个人条件。

五是指标体系可较全面地反映各类康养服务的数量、质量和智慧化水平。老年人群的康养需求主要涉及公共文化体育服务、医疗卫生服务、养老服务等方面,所设计的指标体系对这些方面要有较全面地反映。

此外,指标体系尚需体现智慧康养产业发展状况。智慧康养服务不同于传统的纯“人工式”养老服务,需要健康自动监测报警系统等设施设备提高服务精准性和响应度,这依赖于制造业生产各种各样的智慧养老设施设备。还需要信息技术与软件服务等行业深度参与智慧康养服务,也需要大量的科技创新成果支撑智慧康养服务业不断开发新服务和提高服务质量、效率等。

## 5 基于层次分析法的智慧康养城市指标体系设计

层次分析法设计指标体系的基本思想:首先,对复杂的问题进行分解,厘清研究内容,设计有关联性的有序层次结构。其次,对同层次指标的相对重要性进行两两比较,形成若干判断矩阵,进而依次计算出能够反映各层次指标相对重要性的权重。最后,收集研究数据,计算各层次指标值,运用所设定的权重为所研究的城市测评打分,总体得分和单项得分均可用于分析评价测评智慧康养城市建设状况,找出面临的短板问题。

回应上述基本问题,参考相关文献、政府养老政策文件及国内外有关标准,考虑到数据的可得性、评价的可行性和减少评价成本,设计如表1所示的智慧康养城市评价指标体系。指标体系有6个一级指标,分别是智慧康养基础设施(A)、智慧康养环境(B)、智慧康养经济(C)、康养人群(D)、智慧康养服务(E)和智慧康养产业(F),一级指标的权重为 $W_S$ ( $W_A$ 、 $W_B$ 、 $W_C$ 、 $W_D$ 、 $W_E$ 和 $W_F$ ),权重计算结果见表5。6个一级指标全面系统地评价智慧康养城市建设各个方面,从整体上衡量康养城市基础设施、经济保障、康养服务等。每个一级指标均下设若干二级指标,总计15个二级指标,如一级指标A下设两个二级指标,分别是交通与邮政(A1)、信息化水平(A2)。二级指标权重 $W_{SX}$ 计算结果见表5。

确定了一级指标和二级指标的权重后,所设计的指标体系可用于评价特定城市的智慧康养城市建设水平,计算过程如下:

首先,计算各二级指标分值 $P_{SX}$ 。如指标A1分值 $P_{A1}$ ,查阅相关统计数据,参考一定的标准,给特定城市的交通与邮政状况计分。实践中,可将分值设置为正向指标,也就是说特定指标的得分越高表明相关领域的状况越好,如B1得分高,说明该城市生态环境好。

其次,通过加权平均法,计算各一级指标的分值 $P_S$ 。由特定一级指标下所有二级指标的分值计算出特定一级指标分值,如指标A分值 $P_A=P_{A1}*W_{A1}+P_{A2}*W_{A2}$ 。

最后,通过加权平均法,由所有一级指标得分计算出特定城市的智慧康养城市评价得分,得分 $P=P_A*W_A+P_B*W_B+P_C*W_C+P_D*W_D+P_E*W_E+P_F*W_F$ 。

表1 智慧康养城市评价指标体系

| 指标名称        | 指标名称          | 指标名称   |
|-------------|---------------|--|
| 智慧康养基础设施(A) | 交通与邮政(A1)     | 1、公路密度   |
|             |               | 2、人均城市道路面积（市辖区）                                  |
|             |               | 3、城市公共交通车辆标准运营数                                  |
|             |               | 4、公共交通适老化指数*                                     |
|             |               | 5、公共交通智慧助老设备覆盖率*                                 |
|             |               | 6、人均邮政业务收入                                       |
|             | 信息化水平(A2)     | 1、人均电信业务收入                                       |
|             |               | 2、人均移动电话数  |
|             |               | 3、人均宽带接入数  |
|             |               |  |
| 智慧康养环境(B)   | 生态环境(B1)      | 生态环境状况指数   |
|             |               | 1、人均旅游业收入  |
|             |               | 2、旅游业床位  |
|             |               | 3、城市人均公园绿地面积                                     |
|             |               | 4、建成区绿化覆盖率                                       |
|             | 旅游与休闲(B2)     | 5、旅游景点智慧助老设备覆盖率*                                 |
|             |               | 1、人均卫生健康、社会保障和就业支出                               |
|             |               | 2、卫生健康、社会保障和就业支出占财政支出的比率                         |
|             |               | 3、基本养老保险参保率（基本养老保险参保人数/常住人口）                     |
|             |               | 4、基本医疗保险参保率（城镇职工基本医疗保险参保人数+城乡居民基本医疗保险参保人数）/常住人口） |
| 智慧康养经济(C)   | 财政支出与社会保障(C1) | 1、人均地区生产总值                                       |
|             |               | 2、在岗职工年平均工资                                      |
|             |               | 3、人均可支配收入  |
|             |               |  |
|             | 人均收入(C2)      | 1、老年人群健康率*                                       |
|             |               | 2、老年人群失能率*                                       |
|             |               | 3、人均预期寿命   |
|             |               |  |
|             | 康养人群(D)       | 1、老年人智慧康养技能指数*                                   |
|             |               | 2、家庭智慧康养设备普及率*                                   |
|             |               |  |
| 智慧康养服务(E)   | 公共文化体育服务(E1)  | 1、人均公共图书馆藏书册数                                    |
|             |               | 2、人均文化文物事业费                                      |
|             |               | 3、公共图书馆公用房屋面积                                    |
|             |               | 4、群艺馆（文化馆）公用房屋面积                                 |
|             |               | 5、博物馆公用房屋面积                                      |
|             |               | 6、文化站公用房屋面积                                      |
|             |               | 7、广播电视台从业人员数                                     |
|             |               | 8、文化、文物事业机构人员数                                   |
|             | 医疗卫生服务(E2)    | 1、医院万元以上设备台数                                     |
|             |               | 2、医疗机构床位数  |
|             |               | 3、卫生人员数  |
|             |               | 4、国民体质监测达标率                                      |
|             | 养老服务(E3)      | 1、养老服务床位数  |
|             |               | 2、每万人中持证社工人数                                     |
|             |               | 3、社区养老服务机构和设施数                                   |
|             |               | 5、养老机构护理型床位占比                                    |
|             |               | 6、人均居家养老服务次数                                     |
|             |               | 7、特殊困难老年人月探访率                                    |
|             |               | 8、老年大学（学校）入学率                                    |
|             |               | 9、老年人群一刻钟生活圈指数*                                  |
|             |               |  |
|             | 康养服务智慧化(E4)   | 1、医疗卫生机构服务智慧化指数*                                 |
|             |               | 2、养老机构服务智慧化指数*                                   |
|             |               | 3、居家老人智慧化监护服务指数*                                 |

| 指标名称      | 指标名称         | 指标名称  |
|-----------|--------------|---|
|           |              | 4、村(社区)道路、公共场所智慧助老指数 <sup>*</sup><br>5、政府服务智慧化指数 <sup>*</sup> |
| 智慧康养产业(F) | 制造业(F1)      | 1、制造业(工业增加值)<br>2、智能、智慧产品产值(可穿戴设备、智能监护设备等)                    |
|           | 服务业(F2)      | 1、从业人员数量<br>2、从业人员占比<br>3、行业增加值                               |
|           | 智慧科技发展潜力(F3) | 1、人均受教育年限<br>2、科技创新指数(万人专利数、科技创新指数)                           |

注: 本表相关指标计算所需数据及部分计算规则(除标“\*”的指标外), 可从现行的统计、环保等部门和组织发布的文献中获取, 如广东省数据可从《广东统计年鉴》《广东社会年鉴》《中国城市统计年鉴》等文献获取。

## 6 指标体系权重计算

### 6.1 计算过程

表 2 层次分析法指标间的比较标准

| 尺度                   | 1  | 2     | 3  | 4     | 5 | 6     | 7   | 8     | 9   |
|----------------------|----|-------|----|-------|---|-------|-----|-------|-----|
| $X_i$ 相对于 $X_j$ 的重要性 | 相同 | ..... | 较强 | ..... | 强 | ..... | 明显强 | ..... | 绝对强 |

首先, 邀请有关专家对同一层次各个指标的相对重要性进行评价。同一层次各指标的相对重要性通常不相同, 由专家对相对重要性进行评价, 评价规则如表 2 所示[24]。如根据某专家对三个指标相对重要性两两比较的结果, 得到判断矩阵 A, 如表 3 所示, 第一行第二列为“2”, 说明指标 F1 相对于指标 F2 更重要; 第三行第一列为“1”, 说明指标 F3 与指标 F1 同等重要。

表 3 判断矩阵示例

|    | F1   | F2   | F3   |
|----|------|------|------|
| F1 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
| F2 | 0.50 | 1.00 | 1.00 |
| F3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

其次, 将判断矩阵每一列元素正规化, 得到按列正规化后的矩阵  $A_c$ 。然后, 将矩阵  $A_c$  按行相加, 得到行向量  $W_r$ , 并将行向量  $W_r$  正规化, 进而得到特征向量  $W(W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ 。

最后, 由公式  $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_i^n \frac{AW_i}{W_i}$  计算判断矩阵的最大特征根, 进而计算随机一致性比率  $CR = \frac{CI}{RI}$  (式中,

$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$ , RI 的值据焦树锋和洪志国等的研究成果设定[25, 26])。若 CR 大于或等于 0.1, 则所构造的判断矩阵没有通过一致检验。若 CR 小于 0.1, 则认为判断矩阵具有满意的一致性, 将特征向量  $W(W_1, W_2, \dots, W_n)^T$  的值设定为相应指标的权重, 进而可将此权重应用于测算模型之中[27-29]。

### 6.2 指标权重计算结果

笔者邀请了五位专家参与调研, 说明了比较规则和各项指标含义后, 由五位专业对同级指标进行两两相对重要性评价, 根据五位专家重要性比较结果得到判断矩阵, 并根据上文介绍的方法计算每位专家给相应指标的赋权。其中, 五位专家给各一级指标的赋权  $W_i$  如表 4 所示, 从 CR 值可看到五位专家的判断矩阵均通过了一致性检验。各二级指标计权重计算过程同一级指标权重计算过程, 在此不赘述, 直接给出计算结果, 如表 5 所示。

表 4 专家对一级指标的赋权及一致性检验

|      | $W_A$ | $W_B$ | $W_C$ | $W_D$ | $W_E$ | $W_F$ | $\lambda_{\max}$ | CI   | CR   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|------|------|
| 专家 1 | 0.07  | 0.11  | 0.14  | 0.28  | 0.33  | 0.08  | 6.31             | 0.06 | 0.05 |
| 专家 2 | 0.11  | 0.13  | 0.14  | 0.26  | 0.26  | 0.11  | 6.17             | 0.03 | 0.03 |
| 专家 3 | 0.11  | 0.16  | 0.12  | 0.25  | 0.27  | 0.09  | 6.25             | 0.05 | 0.04 |
| 专家 4 | 0.11  | 0.13  | 0.15  | 0.22  | 0.31  | 0.08  | 6.27             | 0.05 | 0.04 |

|      | <b>W<sub>A</sub></b> | <b>W<sub>B</sub></b> | <b>W<sub>C</sub></b> | <b>W<sub>D</sub></b> | <b>W<sub>E</sub></b> | <b>W<sub>F</sub></b> | <b>λ<sub>max</sub></b> | <b>CI</b> | <b>CR</b> |
|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|
| 专家 5 | 0.09                 | 0.11                 | 0.17                 | 0.27                 | 0.28                 | 0.08                 | 6.08                   | 0.02      | 0.01      |
| 综合权重 | 0.10                 | 0.13                 | 0.14                 | 0.25                 | 0.29                 | 0.09                 |                        |           |           |

注：最后一行，综合权重是由五位专家赋值的算术平均计算而得。

表 5 智慧康养城市评价指标权重

| 一级指标  |      | 二级指标     |      |
|-------|------|----------|------|
| 权重代码  | 权重   | 权重代码     | 权重   |
| $W_A$ | 0.10 | $W_{A1}$ | 0.67 |
|       |      | $W_{A2}$ | 0.33 |
| $W_B$ | 0.13 | $W_{B1}$ | 0.38 |
|       |      | $W_{B2}$ | 0.62 |
| $W_C$ | 0.14 | $W_{C1}$ | 0.52 |
|       |      | $W_{C2}$ | 0.48 |
| $W_D$ | 0.25 | $W_{D1}$ | 0.42 |
|       |      | $W_{D2}$ | 0.58 |
| $W_E$ | 0.29 | $W_{E1}$ | 0.10 |
|       |      | $W_{E2}$ | 0.27 |
|       |      | $W_{E3}$ | 0.41 |
|       |      | $W_{E4}$ | 0.21 |
| $W_F$ | 0.09 | $W_{F1}$ | 0.29 |
|       |      | $W_{F2}$ | 0.36 |
|       |      | $W_{F3}$ | 0.34 |

注：表 5 中各指标代码所指代的指标名称，对应表 4 第一和第二列相应的行。

## 7 指标体系解读及应用评价

### 7.1 指标体系解读

从一级指标看，各指标的权重  $W_A$ 、 $W_B$ 、 $W_C$ 、 $W_D$ 、 $W_E$  和  $W_F$  分别是 0.10、0.13、0.14、0.25、0.29 和 0.09，如表 5 所示。其中指标 E 的权重  $W_E$  最大，说明智慧康养服务最重要，经济社会保障、基础设施建设等最终会直接或间接地体现到、落脚到具体的老年人群服务上来。指标 D 的权重  $W_D$  次之，说明康养服务效果、康养设施设备与技能很重要。此外，指标 B、C 的权重也较高，分别是 0.13、0.14，说明智慧康养环境和智慧康养经济比较重要。下面，就六个一级指标进行简要介绍。

智慧康养基础设施(A)下设交通与邮政(A1)和信息化水平(A2)两个二级指标，其权重分别是 0.67、0.33。尽管信息化非常重要，但现阶段中国信息化水平已经比较高，据国家《“十四五”数字经济发展规划》数据，中国的信息基础设施全球领先。而有关交通与邮政康养基础设施建设显得更为滞后，如存在老年人配餐、送货上门和公交适老化等问题，因此交通与邮政的权重更大。A1、A2 下设人均邮电收入、城市公共交通车

辆标准运营数等三级指标若干。

智慧康养环境(B)下设生态环境(B1)和旅游与休闲(B2)两个二级指标，其权重分别是 0.38、0.62。其中 B1 下设一个指标，即生态环境状况指数，此指数依国家环境保护标准（标准号：HJ 192—2015）计算。B2 下设城市人均公园绿地面积、建成区绿化覆盖率等三级指标 5 个，评价一地区旅游业状况、公园绿化水平等。

智慧康养经济(C)下设财政支出与社会保障(C1)和人均收入(C2)两个二级指标，其权重分别是 0.52、0.48。C1、C2 分别从政府和个人（家庭）的角度考察康养服务经济支撑水平。由于中国老年人口比重大、发展水平较低、传统文化和保障制度特性等原因，个人和家庭始终是承担康养支出的主要力量。但值得注意的是 C1 的权重高于 C2，说明随着传统家庭养老式微、家庭结构恶化（如留守老人、空巢老人增加），作为弱势群体的老年人群，其健康与养老问题仅在自身或家庭层面难以解决，政府主导的社会保障进一步健全显得极为重要；特别是农村老年人群问题，由于人口流动性差异，农村抚养比（以 60 岁为老年人标准计算）明显高于城市，一些农村的老年抚养比已经超过 60%。进一步地，C1 下设人均财政卫生健康支出、基本医疗保险参保率等 5 个三级指标，用于评价相关财政支出、基本养老和医疗保险状况。C2 下设人均可支配收入等三级指标 3 个，用于评价个人和家庭智慧康养服务负担潜力。

康养人群(D)下设健康与寿命(D1)和智慧康养设施设备与技能(D3)两个二级指标，权重分别是 0.42、0.58。D1 下设健康率、失能率和预期寿命三个三级指标，一方面反映了智慧康养服务的成效，另一方面也体现了智慧康养服务面临的压力。D3 下设老年人群技能和家庭智慧康养设备两个三级指标，从微观层面反映了康养服务受益人享用智慧康养服务的能力和物质条件。

智慧康养服务(E)下设公共文化体育服务(E1)、医疗卫生服务(E2)、养老服务(E3)和康养服务智慧化(E4)四个二级指标，权重分别是 0.10、0.27、0.41 和 0.21，其中最重要的是医疗卫生服务和养老服务。E1 由人均文化文物事业费、文化站用房面积等 8 个指标衡量，

反映区域公共文化体育服务的发展水平。E2 主要考查医疗卫生服务相对规模, 有卫生人员数等指标四个。养老模式主要有居家养老、社区养老和机构养老三种, 目前是“9073”格局, 简言之约 90% 的老年人以家庭为基础的居家养老, 约 7% 的老年人享受社区提供的日间照料等居家养老服务, 约 3% 的老年人主要通过养老机构养老。为此, E3 下设养老服务床位数、社区养老服务机构和设施数等三级指标九个, 用以衡量居家、社区和机构养老服务的规模, 反映养老服务品质(老年大学(学校)入学率、一刻钟生活圈指数等指标)。通过养老机构服务智慧化指数、居家老人智慧化监护服务指数等五个指标衡量康养服务智慧化水平, 主要考核居家、机构、社区、医疗和政府养老服务智慧化水平。

智慧康养产业(F)下设制造业(F1)、服务业(F2)和智慧科技发展潜力(F3)三个二级指标, 其权重分别是 0.29、0.36 和 0.34。这三个指标反映了智慧康养产业支撑智慧康养服务持续发展的能力。F1 由工业增加值和产品产值两个三级指标衡量, F2 主要通过从业人员数量、占比和增加值三个予以评价, 而 F3 则通过人均受教育年限和科技创新指数两个指标进行评价。

## 7.2 指标体系应用评价

指标体系设计要遵循系统性、科学性、可比性和可操作性的原则[1, 14, 29]。

从系统性角度看, 本文所设计的指标体系涵盖智慧康养城市建设与运营主要方面, 能够系统地评价康养城市状况。换言之, 笔者设计的指标体系宏观上涉及经济、政策、基础设施等主要变量, 微观上以老年人需求为中心衡量医疗、养老、文体等康养服务主要方面。因而, 指标体系满足系统性的要求。

从科学性看, 笔者尽量选择能够直接反映智慧康养城市状况的指标, 当有多个指标可选择时, 选取最能直接反映问题实质的指标。以养老服务评价指标为例, 不少学者将“人均养老机构数”、“人均医疗机构数”作为评价指标。中国城乡差异大, 各地医疗机构规模、人口密度和老年人分布不同, 人均医疗机构数、人均养老机构数难以反映真实问题。为此, 笔者选择了“医疗机构床位数”、“养老服务床位数”、“卫生人员数”等指标评价康养服务供给状况, 结合当地人口数量可分析每千医疗机构床位数、每千人卫生人员数等, 比相关学者推荐的“人均医疗机构数”、“人均医疗机构数”

能更好地反映人民实际可及的养老资源。

从可比性和可操作性看, 优先选择含义明确、使用广泛、历史数据较多的指标。尽量以政府及有关组织常规编制和发表的、应用较广泛的数据为基础开发的指标, 确保指标可用于评价各城市发展现状(横向可比)以及指标的历史可比性。从可操作性看, 额及数据获取、处理和应用的难度、成本, 让指标体系可用于实践。因此, 本文相当部分指标均可从全国和各地统计、环保、人社等部门发布的统计数据中查询到。

但是, 科学性、可比性、可操作性和系统性之间存在矛盾, 难以全面兼顾, 指标体系构建是不断权衡与折衷的过程。以科学性为例, 不同区域文化传统和村、社运行机制不同, 社工服务人员数量须因地制宜地统计; 但由于实践中难以操作, 计算出的数据难以确保不同区域之间的可比性, 退而求其次, 采用“每万人中持证社工人数”这一指标衡量社工服务人员规模。

总体上, 本文所设计的指标体系可操作性、系统性较强, 能够以较低的成本较全面地评价智慧康养城市状况。但是, 实际评价过程中也面临一定的困难。由于智慧康养城市建设与运行涉及的技术、设施设备、服务项目和服务模式均不断创新中, 智慧康养城市相关的强制性或推荐性建设与运行标准(如智慧老年建筑与设施设备标准、服务运营标准)缺位, 相关的理论研究不足, 仅在理论上提出“养老机构服务智慧化指数”、“村(社区)道路、公共场所智慧助老指数”等指标(表 1 中标“\*”的指标), 对于这些指标的计算规则尚无统一的标准, 尚未形成共识。此外, 有关智慧康养产业的研究不够深入, 由于行业分工精细化及交叉融合, 区别哪些属于智慧康养服务业、智慧康养制造业有一定的难度, 例如空调加装了适合老年人群的特定电子功能模块, 此类空调的生产活动成果是否纳入智慧康养制造业? 是全额纳入还是按一定的比例纳入? 又如, 一家信息服务公司, 有部分信息服务直接面向居家、医院的智慧康养活动, 实践中该公司多大比例的业务纳入智慧康养服务业? 理论上有多种方法确定纳入比例, 但无论何种方法都面临不少问题。由此可见, 加大有关智慧化指数、康养产业衡量等等问题的研究力度迫不及待。

## 8 结论

预期中国老龄化问题极为严重, 建设智慧康养城市迫不及待。充分利用大数据、物联网等新一代

信息技术整合康养服务资源，以服务智慧化为着力点推进智慧康养城市建设，创新康养服务模式精准满足老年人群生活、照料、医疗和文化等康养服务需求，俨然成为应对老龄化挑战的重要战略措施之一。全国各地正在推进智慧康养城市建设，但面临着智慧康养城市评价指标体系缺失问题，难以系统地评价建设成效。

为此，亟须设计评价指标体系为各地智慧康养城市建设把脉。借鉴有关智慧城市和康养城市评价指标体系研究成果和标准，构建以满足老年人群康养服务需求为核心的智慧康养城市评价指标体系，宏观上考虑康养服务供给的交通、通信基础设施等环境，微观上可评价医疗、文化、养老等康养服务智慧化水平及其服务效果。通过层次分析法构建智慧康养城市指标体系，经咨询专家确定了指标的权重。指标体系由一级指标、二级指标及三级指标构成，有智慧康养基础设施、智慧康养环境、智慧康养经济和智慧康养服务等6个一级指标，以及信息化水平、康养服务智慧化等15个二级指标和养老机构护理型床位占比、老年大学入学率等63个三级指标。

总体上，笔者设计的指标体系系统性、科学性、可比性和可操作性强，可用于全面系统地评价康养城市建设成效，为全国各地智慧康养城市建设把脉。但智慧康养城市建设与运行正处不断创新的过程中，实践中智慧康养城市建设与运行标准缺位，而相关的理论研究不足，部分指的数据获取难度较大，一些指标计算规则及标准须进一步加强研究。

## 参考文献

- [1] 陈铭, 王乾晨, 张晓海, 张晓伟. “智慧城市”评价指标体系研究——以“智慧南京”建设为例 [J]. 城市发展研究, 2011, 18 (05): 84-89.
- [2] 陈柳钦. 智慧城市: 全球城市发展新热点 [J]. 青岛科技大学学报 (社会科学版), 2011, 27 (01): 8-16.
- [3] 许庆瑞, 吴志岩, 陈力田. 智慧城市的愿景与架构 [J]. 管理工程学报, 2012, 26 (04): 1-7.
- [4] 王广斌, 张雷, 刘洪磊. 国内外智慧城市理论研究与实践思考 [J]. 科技进步与对策, 2013, 30 (19): 153-160.
- [5] 孔宇, 甄峰, 张姗琪. 智能技术影响下的城市空间研究进展与思考 [J]. 地理科学进展, 2022, 41 (06): 1068-1081.
- [6] 林宝. 康养结合: 养老服务体系新阶段 [J]. 华中科技

大学学报(社会科学版), 2021, 35 (05): 9-18.

- [7] 丁文珺, 熊斌. 加快推进健康养老产业发展 [J]. 宏观经济管理, 2022 (05): 67-75+84.
- [8] 郝昕, 杜本峰, 刘林曦. 老龄化背景下中国健康养老服务面临的挑战及对策 [J]. 中州学刊, 2021 (07): 103-106.
- [9] 席恒, 任行, 翟绍果. 智慧养老: 以信息化技术创新养老服务 [J]. 老龄科学研究, 2014, 2 (07): 12-20.
- [10] 青连斌. “互联网+”养老服务: 主要模式、核心优势与发展思路 [J]. 社会保障评论, 2021, 5 (01): 115-128.
- [11] 金心宇, 夏琦, 张唯, 李兰娟. “医养智慧联动”的养老模式研究与探索 [J]. 中国工程科学, 2018, 20 (02): 92-98.
- [12] 张丽雅, 宋晓阳. 信息技术在养老服务中的应用与对策研究 [J]. 科技管理研究, 2015, 35 (05): 170-174.
- [13] 侯汉坡, 位鹤, 王颖超, 于今, 邱贵兴. 我国老年智慧康养平台建设路径研究 [J]. 中国工程科学, 2022, 24 (02): 170-178.
- [14] 赵建海, 屈小爽. 我国新型智慧城市评价指标体系构建与发展建议 [J]. 未来城市设计与运营, 2022 (08): 16-19.
- [15] 张杰, 朱珺. 攀枝花智慧城市背景下“智慧康养”发展路径研究 [J]. 攀枝花学院学报, 2018, 35 (06): 60-65.
- [16] 王巍, 裴传王. 黑龙江省城市康养指数评价分析 [J]. 商业经济, 2022 (03): 14-15+36.
- [17] 武占云, 单菁菁, 马樱娉. 健康城市的理论内涵、评价体系与促进策略研究 [J]. 江淮论坛, 2020 (06): 47-57+197.
- [18] 温秋月, 卢东民, 姜宝荣, 姚金兰, 沈旭慧, 沈丽娟, 沈建通, 江琪, 张奕. 我国城市健康城市指标体系的系统评价 [J]. 中国循证医学杂志, 2018, 18 (06): 617-623.
- [19] 唐洁, 康璇, 陈睿, 顾纬洲. 综合型养老社区功能空间模式及指标体系研究 [J]. 城市规划学刊, 2015 (02): 83-92.
- [20] Organization W H. Global age-friendly cities: a guide [J]. World Health Organization, 2007.
- [21] 张硕, 侯茹男, 王双双, 孙晓杰. 对我国城市健康养老评价指标体系的分析与思考 [J]. 卫生软科学, 2022, 36 (01): 36-40+45.
- [22] 全国爱卫办. 全国健康城市评价指标体系 (2018 版). <https://www.gov.cn/fuwu/2018-04/10/5281213/files/32266bc a57184bf3a18cccd51e7fe2e4e.pdf>
- [23] 中国政府网. 健康中国行动 (2019—2030 年). [http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content\\_5409694.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm)
- [24] 陈爱雪, 刘艳. 层次分析法的我国精准扶贫实施绩效评价研究 [J]. 华侨大学学报 (哲学社会科学版), 2017 (01): 116-129.

- [25] 焦树锋. AHP 法中平均随机一致性指标的算法及 MATLAB 实现 [J]. 太原师范学院学报 (自然科学版), 2006 (04): 45-47.
- [26] 洪志国, 李焱, 范植华, 王勇. 层次分析法中高阶平均随机一致性指标(RI)的计算 [J]. 计算机工程与应用, 2002 (12): 45-47+150.
- [27] 夏萍, 汪凯, 李宁秀, 吴大嵘. 层次分析法中求权重的一种改进 [J]. 中国卫生统计, 2011, 28 (02): 151-154+157.
- [28] 刘行兵, 翟亚超, 柴斌, 孙钦英. 基于 AHP 模型的协同创新科研团队画像的构建 [J]. 科技管理研究, 2021, 41 (19): 136-140.
- [29] 王佑镁, 李宁宇, 南希烜, 尹以晴, 柳晨晨. 基于层次分析法的数字阅读素养测评指标体系建构研究 [J]. 现代远距离教育, 2022 (04): 23-31.