

分类号_____

密级_____

U D C _____

编号 10741



硕士学位论文

论文题目 黄河流域老年人健康水平评价与影响因素研究

研究生姓名: 杨春月

指导教师姓名、职称: 张永凯 教授

学科、专业名称: 理论经济学 人口、资源与环境经济学

研究方向: 资源利用与区域发展

提交日期: 2023年5月30日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名：柳春月 签字日期：2023.5.30

导师签名：张永机 签字日期：2023.5.30

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名：柳春月 签字日期：2023.5.30

导师签名：张永机 签字日期：2023.5.30

**Analysis on the temporal and spatial
evolution of the health level of the elderly in
the Yellow River Basin**

Candidate : Yang Chunyue

Supervisor: Zhang Yongkai

摘 要

健康是人民幸福与社会发展的基础,尤其是 21 世纪以来,随着我国老龄化进程加快、人均预期寿命延长和人均收入水平的提高,健康问题日益受到普遍重视,人们不但追求健康长寿,而且更加关注健康公平性。本研究以黄河流域 71 个地级行政单元为研究对象,采用熵值法从身体健康水平、健康生活环境和健康医疗条件三个维度综合评价该流域 60 岁及以上老年人健康水平,利用空间自相关等模型分析其时空演变规律,基于 Grossman 健康生产函数构建黄河流域老年人健康水平影响因素指标体系。

研究结果表明:(1) 2005-2020 年黄河流域各市(州)老年人健康水平指数,从流域整体来看,黄河流域老年人健康水平指数由 0.5447 提高至 0.6165,增速为 13.29%,整体呈上升趋势。从市(州)尺度来看,省会城市老年人总体健康水平较高。从流域尺度来看,上游地区老年人健康水平始终低于黄河流域整体老年人健康水平,但上游地区老年人健康水平增速最快,下游次之,中游增速最慢;(2) 2005-2020 年,黄河流域老年人健康水平在空间上呈集聚分布的特征。该流域上游地区的果洛藏族自治州、甘南藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州、玉树藏族自治州、黄南藏族自治州、海南藏族自治州等藏区为稳定性冷点区,内蒙段为稳定性热点区,表明黄河流域老年人健康水平具有一定的空间锁定特征,并形成一定时间的稳定性空间分布格局;(3) 黄河流域老年人健康水平受经济增长水平、受教育水平、居住环境与自然环境的影响。经济增长水平与受教育水平的提升会显著改善该流域老年人健康水平,并且存在空间溢出效应。拥有厨房比例与年均气温直接正向作用于该流域老年人健康水平,且对周围地区老年人健康水平无显著影响。平均海拔对该市(州)老年人健康水平有显著负向影响,但空间溢出效应并不明显。

关键词: 黄河流域 老年人 健康水平 影响因素 空间杜宾模型

Abstract

Health is the foundation of people's happiness and social development, especially since the 21st century, with the acceleration of China's aging process, the increase of average life expectancy and the increase of per capita income level, health has been paid more and more attention, and people not only pursue health and longevity, but also pay more attention to health equity. Therefore, taking 71 prefecture-level administrative units in the Yellow River Basin as the research object, this paper comprehensively evaluates the health level of the elderly aged 60 and above in the Yellow River Basin from three dimensions: physical health level, healthy living environment and healthy medical conditions, analyzes the temporal and spatial evolution law of the elderly based on spatial autocorrelation and other models, and constructs the index system of influencing factors of the health level of the elderly in the Yellow River Basin based on the Grossman health production function.

The results show as followed:(i) From 2005 to 2020, the health level index of the elderly in the Yellow River Basin City, from the overall perspective of the river basin, the health level index of the elderly in the Yellow River Basin increased from 0.5447 to 0.6165, with a growth rate of 13.29%, showing an overall upward trend. From the perspective of prefecture and city, the overall health level of the elderly in provincial capitals is relatively high. From the perspective of river basin scale, the health level of the elderly in the upstream area is always lower than the overall health level of the elderly in the Yellow River Basin.(ii) From 2005 to 2020, the health level of the elderly in the Yellow River Basin was spatially agglomerated. The upper reaches of the Yellow River Basin, such as Goluo Tibetan Autonomous Prefecture, Gannan Tibetan Autonomous Prefecture, Aba Tibetan and Qiang Autonomous Prefecture, Yushu Tibetan Autonomous Prefecture, Huangnan Tibetan Autonomous Prefecture, Hainan Tibetan Autonomous Prefecture and other Tibetan areas, are stable cold spots, and the Inner Mongolia section is a stable hot spot, indicating that the health level of the elderly in the Yellow River Basin has certain spatial locking characteristics and forms a certain spatial distribution pattern of temporal stability.(iii) The health level of the elderly in

the Yellow River Basin is affected by the level of economic growth, education level, living environment and natural environment. The increase in economic growth and education level will significantly improve the health level of the elderly in the basin, and there is a spatial spillover effect. The proportion of kitchen ownership and the average annual temperature directly and positively affect the health level of the elderly in the basin, and have no significant impact on the health level of the elderly in the surrounding areas. The average altitude had a significant negative impact on the health level of the elderly in the city, and there was no obvious spatial spillover effect.

Keywords: The Yellow River Basin; The aged; Health level; Influencing factors ;Spatial Doberman model

目 录

1.绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 研究区域	2
1.3 研究内容及总体框架	3
1.3.1 研究内容.....	3
1.3.2 研究方法.....	4
1.3.3 技术路线.....	4
1.4 研究创新点与不足	6
1.4.1 研究创新点.....	6
1.4.2 研究不足.....	6
2. 理论基础与文献综述	7
2.1 理论基础	7
2.1.1 人力资本理论.....	7
2.1.2 健康需求理论.....	7
2.2 老年人健康水平文献综述	9
2.2.1 健康概念的有关研究.....	9
2.2.2 健康指标体系的研究.....	10
2.2.3 老年人健康差异的研究.....	11
2.2.4 老年人健康水平影响因素的研究.....	12
2.3 文献述评	13
3. 黄河流域老年人健康水平测度及区域差异分析	15
3.1 指标选取与方法	15
3.1.1 指标选取原则.....	15
3.1.2 指标确定与数据来源.....	15

3.1.3 熵值法.....	17
3.2 黄河流域老年人健康水平现状分析	18
3.2.1 身体健康水平现状分析.....	18
3.2.2 健康生活环境现状分析.....	21
3.2.3 健康医疗条件现状分析.....	24
3.3 黄河流域老年人健康水平测度及区域差异分析	25
4. 黄河流域老年人健康水平时空演变分析	32
4.1 时空演变分析方法	32
4.1.1 全局空间自相关.....	32
4.1.2 热点分析.....	32
4.2 黄河流域老年人健康水平全局空间自相关分析	33
4.3 黄河流域老年人健康水平局部空间自相关分析	33
5. 黄河流域老年人健康水平影响因素分析	36
5.1 空间计量模型设定	36
5.2 指标选取与数据说明	37
5.3 整体回归模型构建	38
5.3.1 Pearson 相关性检验与多重共线性检验.....	38
5.3.2 空间计量模型选择.....	39
5.3 空间杜宾模型结果与分析	40
5.4 稳健性检验	41
6. 研究结论与政策建议	43
6.1 研究结论	43
6.2 政策建议	44
参考文献.....	46
硕士期间发表的论文及参与的课题	51
致谢.....	52

图目录

图 1.1 研究区示意图.....	3
图 1.2 技术路线图.....	5
图 3.1 分流域 2005-2020 年黄河流域老年人延长预期寿命.....	19
图 3.2 分流域 2005-2020 年黄河流域老年人死亡率.....	20
图 3.3 分流域 2005-2020 年黄河流域老年人生活自理能力.....	21
图 3.4 分流域 2005-2020 年黄河流域人均绿地面积.....	22
图 3.5 分流域 2005-2020 年黄河流域人均污水排放量.....	23
图 3.6 分流域 2005-2020 年黄河流域 PM _{2.5} 排放量.....	24
图 3.7 分流域 2005-2020 年黄河流域医疗卫生条件均值.....	25
图 3.8 分流域 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平指数.....	28
图 3.9 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平.....	30
图 3.10 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平的均值.....	31
图 4.1 2005-2015 年黄河流域老年人健康水平热点分析.....	35

表目录

表 3.1 黄河流域老年人健康评价指标体系.....	17
表 3.2 2005-2020 年黄河流域健康医疗条件.....	24
表 3.3 黄河流域老年人健康水平指标权重.....	25
表 3.4 黄河流域老年人健康水平测算结果.....	26
表 4.1 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平全局空间自相关检验.....	33
表 5.1 黄河流域老年人健康水平影响因素指标.....	38
表 5.2 2005-2020 年 Pearson 相关性检验与多重共线性检验.....	39
表 5.3 面板数据形式的检验.....	39
表 5.4 空间杜宾模型回归结果.....	40
表 5.5 空间杜宾模型的直接效应与溢出效应.....	41
表 5.6 改变权重后的 SDM 模型.....	41
表 5.7 改变变量的 SDM 模型.....	42

1. 绪论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

健康作为老龄化社会发展的重要衡量指标，有着深刻的内在价值^[1]。第七次人口普查公报显示，我国老龄化程度不断加剧，60岁及以上人口比重达18.70%（其中，65岁及以上人口占13.50%）。据联合国人口展望数据预测，2050年我国每三个人中就会有一位老年人^[2]，我国人口年龄结构将持续老化。随着我国迅速老龄化与人均预期寿命延长，越来越多的人开始重视健康，人们不再仅仅满足于追求长寿，而是关注于健康长寿，原因在于预期寿命延长的同时，老年人带病期也在延长。人们开始意识到，健康可以导致长寿，而长寿不一定能带来健康，甚至很多时候二者并不一致^[3]。2020年，我国60岁及以上失能和半失能老年人已超4200万，约70%的老年人对自己的健康状况不满意，大量研究证明，带病生存不仅会降低老年人自身福祉，还会给家庭、社会带来沉重负担^[4-5]。

为了积极应对人口老龄化，2016年10月25日，我国提出“健康中国2030”发展战略，正式将“健康中国”上升为国家战略。“健康中国2030”目标是到2030年我国居民健康水平大幅提高，人均预期寿命达到79岁；健康主要危险因素得到有效控制；健康产业规模显著等^[6]。2017年我国印发了《十三五健康老龄规划》，旨在不断提高老年人健康水平^[7]。2020年新型冠状病毒对全世界人口尤其是老年群体的生命财产健康安全发出了严峻挑战，主要原因在于老年人免疫系统相对羸弱，且老年人群往往存在多种慢性病并存的现象，导致其发病率和致死率都更高^[8]，老年人健康问题再次成为世界关注的焦点。

黄河流域处于气候湿润-干旱过渡带，流经青藏高原、黄土高原、华北平原等多个地形区，跨越东部、中部、西部三大经济地带，该地区受到不同自然、经济特征的影响，老年人健康水平呈现明显区域差异。同时，黄河流域还是我国相对贫困人口集中的区域^[9]。2019年，黄河流域生态保护和高质量发展已上升到国家区域发展的重要战略^[10]，而高质量发展是以人民为中心的发展，居民健康水平提

升正是人民福祉改善最重要的体现。因此，分析黄河流域老年人健康水平，并进一步分析其影响因素，建立健康风险防范机制，旨在降低该流域区域间的健康不平等。

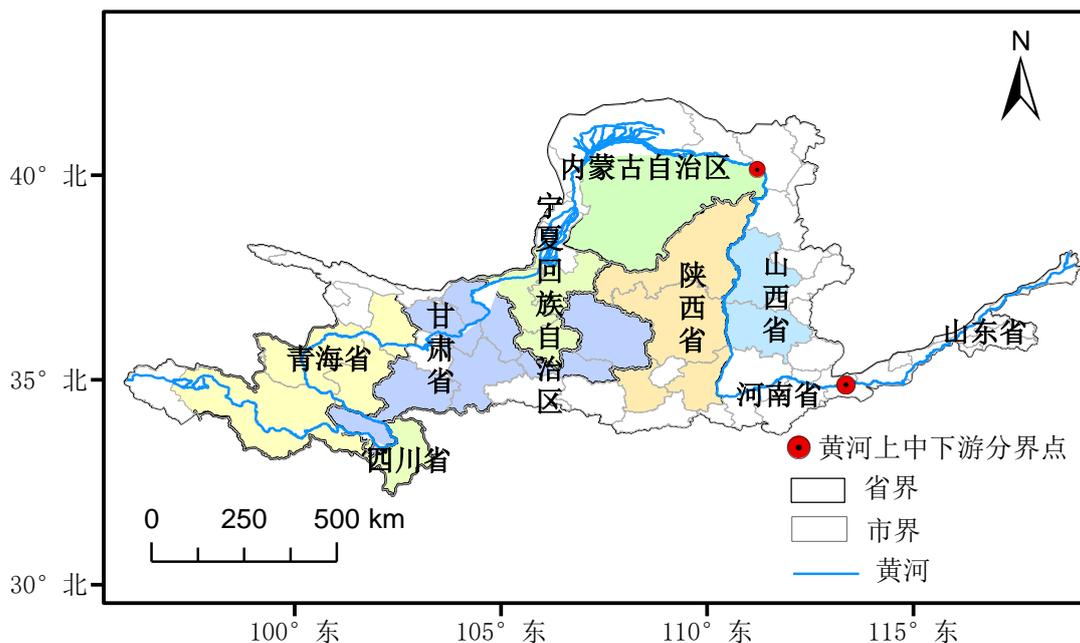
1.1.2 研究意义

(1) 理论意义。综合考察黄河流域老年人健康水平时空演化特征，完善人口健康评价的指标体系，有望丰富健康经济学与健康地理学的研究内容，拓展我国老年人健康研究视野，促进经济学、地理学和卫生学等学科的交叉融合发展。

(2) 现实意义。通过普查数据和抽样调查数据，了解黄河流域老年人健康水平及其空间分异情况。同时，黄河流域是我国相对贫困人口集中区域，因病致贫和因病返贫风险较高，因此对该流域老年人口健康风险因素进行评估，建立有针对性的老年人健康风险防范机制，有利于减小地区间健康不平等，进一步提高该流域老年人健康水平，进而促进黄河流域高质量发展。

1.2 研究区域

本研究以水利部黄河水利委员会划定的自然黄河流域范围为基础^[11]，以地级市（州、盟）为研究尺度，借鉴相关研究成果^[12-14]，考虑地区经济与黄河流域的关联性，以及研究时间内研究区域的一致性，将研究区域界定为流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙、陕西、山西、河南、山东 9 个省级行政区域，共 71 个地级市（自治州、盟）。根据内蒙古自治区托克托县河口镇、河南省荥阳市广武镇桃花峪，把黄河流域分为上、中、下游地区，如图 1.1 所示。



注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS（2019）1822号的标准地图制作，底图无修改。

图 1.1 研究区示意图

1.3 研究内容及总体框架

1.3.1 研究内容

研究内容主要分为以下六个方面：绪论、理论基础与文献综述、黄河流域老年人健康水平测度、黄河流域老年人口健康水平时空演变分析、黄河流域老年人健康水平影响因素分析、结论与建议。

第一部分是绪论。首先介绍了选题的研究背景与意义，明确了研究方向。其次探讨了研究黄河流域老年人口健康水平的理论意义与现实意义，然后简单介绍文章研究内容、研究方法及技术路线，最后点明研究创新点与不足。

第二部分是理论基础与文献综述。通过深入查阅国内外老年人健康水平的理论专著、学术期刊和网络资料等，收集并分析前人相关研究成果、研究方法思路，并进行总结分析和述评。

第三部分是黄河流域老年人健康水平测度。首先介绍黄河流域老年人健康水平评价指标体系的构建原则，并确定评价指标体系，最后介绍测度结果，并利用Arcgis10.7展示研究期内黄河流域老年人口健康水平测度结果及区域差异，最后

总结其变化趋势。

第四部分是黄河流域老年人健康平时空演变分析。主要利用全局空间自相关与热点分析方法,对黄河流域老年人口健康水平进行全局和局部空间演变分析,意在总结其空间关联程度和集群模式,分析其空间差异的变化趋势,揭示空间分布特征。

第五部分是黄河流域老年人健康水平影响因素分析。基于 Grossman 健康需求理论,从经济水平、自然条件、环境污染、教育水平、居住环境五个层面构建指标体系,然后利用空间杜宾模型对老年人口健康水平影响因素进行实证分析。

第六部分是结论与建议。总结本研究得到的相关结论,并针对本研究的相关结论及存在的问题提出政策、建议。

1.3.2 研究方法

(1) 文献分析法。通过查阅国内外关于老年人健康水平、健康评价指标体系、健康影响因素等相关论文,归纳、总结相关文献的研究方法与研究思路,将这些研究成果作为本研究的理论依据

(2) 熵值法。熵值法属于客观赋权法,避免了主观因素带来评价结果的偏差。通过熵值法对黄河流域老年人主观健康与客观健康进行赋权,计算该流域老年人综合健康水平,并基于 GIS 的空间分析方法对其进行可视化分析。

(3) 探索性空间分析方法。先利用全局空间自相关判断黄河流域老年人健康水平是否存在空间集聚或离散现象,再使用热点分析方法探索该流域老年人健康水平在局部空间的依赖性与异质性。

(4) 空间计量分析方法。空间计量分析方法嵌套了时间效应和空间效应,比传统计量经济模型更加符合实际,能更好地阐明各影响因素对黄河流域老年人健康水平的影响。常见的空间计量模型有空间滞后模型、空间杜宾模型、空间误差模型。其中,空间杜宾模型中自变量和残差项的估计不受遗漏变量的影响,因此,采用空间杜宾模型分析该流域老年人健康水平影响因素。

1.3.3 技术路线

本研究首先对老年人健康相关文献进行梳理和总结,了解了老年人健康水平

研究进展，依据 WHO 健康指标评价体系以及国内外学者健康评价的研究成果，构建了黄河流域老年人健康水平评价指标体系，并运用全局空间自相关和热点分析对该流域老年人健康水平进行时空演变研究。其次，结合 Grossman 健康生产函数构建黄河流域老年人健康水平影响因素指标体系，运用空间计量模型对该流域老年人健康水平影响因素进行分析。最后，探讨黄河流域老年人健康改善的政策建议。

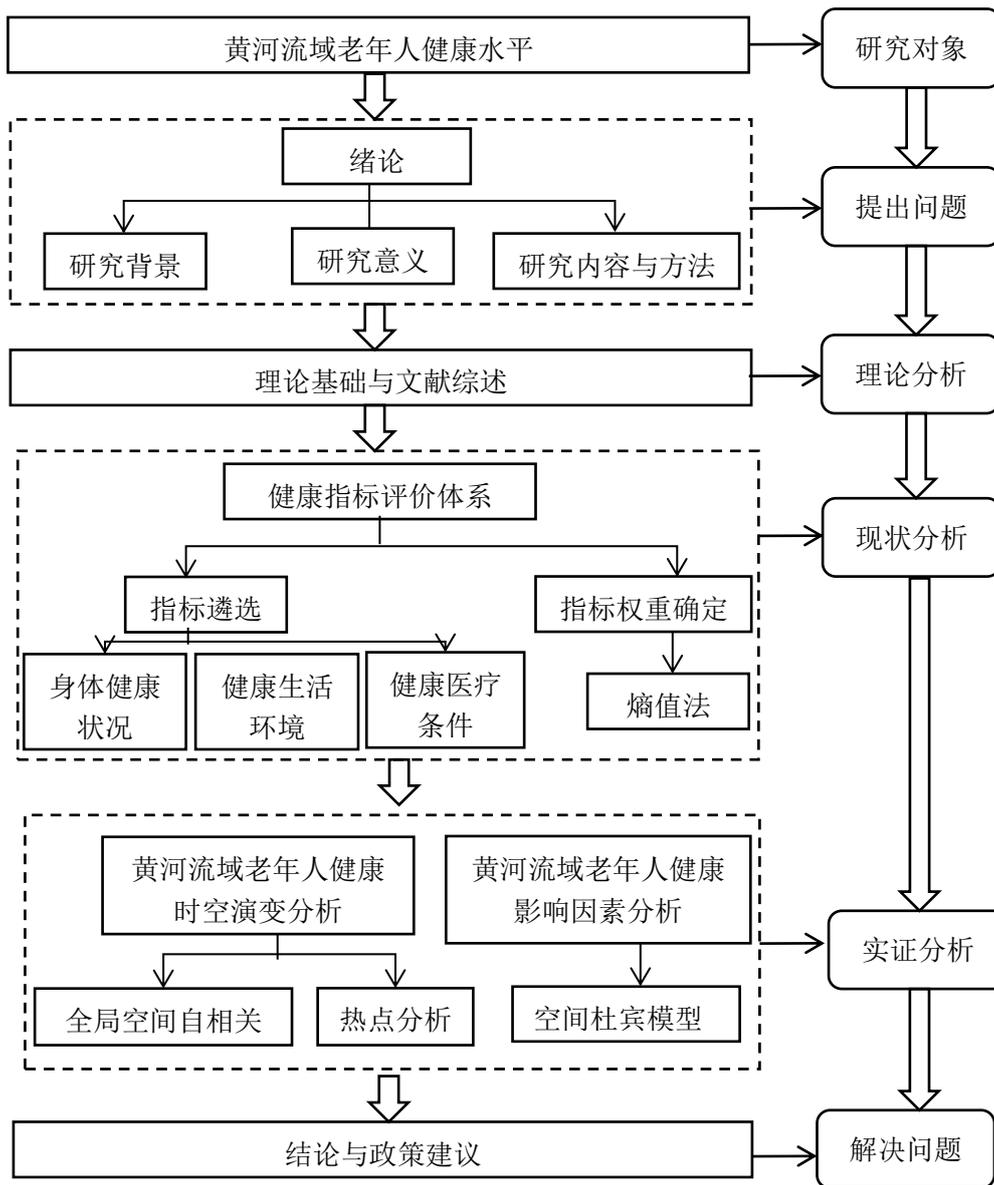


图 1.2 技术路线图

1.4 研究创新点与不足

1.4.1 研究创新点

1.从健康水平评价指标体系来看,大部分学者研究老年人健康问题,往往关注于单一健康指标,忽略了健康多维性,因此本研究从身体健康状况、健康生活环境、健康医疗条件三个维度构建老年人健康水平评价指标体系。

2.从研究视角来看,当前学术界关于老年人健康水平的研究多是从医学、统计学的角度进行影响因素研究。本研究则从健康经济学视角,结合健康地理学相关知识,研究黄河流域老年人健康水平。

3.从研究方法来看,本研究将时间和空间的二维分析与统计分析相结合,然后基于 Grossman 健康需求理论构建较为全面的指标体系,从经济水平、教育水平、居住环境、自然条件等综合考察,以此更加全面、客观反映黄河流域老年人健康水平影响因素。

1.4.2 研究不足

本研究的不足之处在于:(1)由于我国 2005 年 1%人口抽样调查数据才开始统计地级市层面 60 岁及以上老年人自评健康与日常生活自理能力,因此,研究选取了 2005 年、2010 年、2015 年、2020 年四期数据,研究年限有待进一步完善;(2)人口健康是一个综合性问题,受多种因素共同作用,如遗传基因、生活习惯也会对老年人健康水平产生重要影响,但受数据获取限制,并未将所有健康影响因素考虑在内。

2. 理论基础与文献综述

2.1 理论基础

2.1.1 人力资本理论

本研究基于 Grossman 健康需求理论分析问题，该理论的基础就是人力资本理论，而且在健康经济学中人力资本理论与健康需求理论是相辅相成的，因此先梳理了人力资本理论中健康需求知识。

1960 年美国经济学舒尔茨第一次系统的提出了人力资本理论，他认为人力资本是人的素质和能力的综合体现。在该理论中，每个人的健康状况都是一种资本储备，即健康资本，他的作用是提供健康服务，健康服务由可以用来生产、消费和闲暇活动的健康时间构成。健康资本一部分由先天遗传获得，另一部分由后天投资获得，健康资本会随时间流逝而折旧，而且越到人的生命后期折旧速度越快^[15]。1962 年，Mushkin 正式将健康作为人力资本的组成部分，认为健康与教育是同等重要的人力资本。1965 年，Becker 建立家庭生产函数，认为人力资本还应该包括时间和寿命。

2.1.2 健康需求理论

1972 年，Grossman 在 Becker-Ben Porath 家庭生产函数模型的基础上建立健康人力资本需求函数，描述了消费者如何在整个生命周期内做出有利于身体健康的选择。Grossman 将健康视为既能带来效用的消费物品，又能带来收入的投资物品，并将健康引入消费者函数中。同时，Grossman 给出了具体的健康生产函数形式。在该模型中，假设每个人通过遗传初始都拥有一定的健康存量，称其为初始健康存量，在整个生命周期内，初始健康存量会发生折旧，且折旧速度随着年龄增长而加速，人们进行健康投资可以增加健康存量，通过提高健康天数可以增加劳动时间，由此增加个人收入^[16]。

设经典消费者跨期函数为

$$U = U(\phi_0 H_0, \dots, \phi_n H_n, Z_0, \dots, Z_n) \quad (1)$$

式中： H_i 为第*i*期健康资本存量， ϕ_i 为第*i*期每单位存量的服务流， $\phi_i H_i$ 表示健康服务的总消费量， Z_i 是另一种服务的总消费。当 $H_i \leq H_{min}$ 时，死亡发生。

根据定义，健康存量的净投资等于投资总额减去折旧：

$$H_{i+1} - H_i = I_i - \delta_i H_i \quad (2)$$

式中： I_i 为总投资， δ_i 为第*i*期折旧率，折旧率被认为是外生的，但会随着年龄增长而加速。

在效用函数中，消费者根据家庭生产函数产生健康和其他商品投资为：

$$\begin{aligned} I_i &= I_i(M_i; TH_i; E_i) \\ Z_i &= Z_i(X_i; T_i; E_i) \end{aligned} \quad (3)$$

式中： M_i 为市场健康投入， X_i 为家庭商品 Z_i 生产过程中的商品投入， TH_i 为健康投入时间， T_i 为生产家庭商品所需时间， E_i 为排除健康以外的人力资本存量，假设其与受教育时间正相关。消费者从市场上购买医疗服务，并利用时间生产健康，因此，消费者决策面临时间与收入的约束：

$$TW_i + TL_i + TH_i + T_i = \Omega \quad (4)$$

$$\sum_{i=0}^n \frac{P_i M_i + Q_i X_i}{1+r} = \sum_{i=0}^n \frac{W_i \Omega}{(1+r)^i} + A_0 = R \quad (5)$$

式中： Ω 为劳动力第*i*期的总时间， TW_i 为参与劳动时间， TL_i 为生病时间， TH_i 为健康时间， T_i 为生产商品的时间。 P_i 与 Q_i 分别是 M_i 与 X_i 的价格， r 为第*i*期市场利率， W_i 为工资率， A_0 为初始财富。

在式（2）至（5）的约束下，个人会相应增加投资，则健康生产函数均衡

$$\text{为： } r_i + a_i = r - \pi_{i-1} + \delta_i \quad (6)$$

式中： $r_i = W_i O_i / \pi_{i-1}$ 为每单位健康投资带来的边际健康收益， $O_i = \partial h_i / \partial H_i$ 为边际生产力， π_{i-1} 为第*i-1*期的边际成本。

Grossman 健康需求理论还应包含以下几点含义：第一，消费者购买医疗服务不是为了获得医疗保健产品本身，而是为了获得健康；第二，健康作为一种消费品直接进入效用函数，可以给人们带来舒适。作为一种资本品可以增加人们健康工作天数，从而获得收入和财富；第三，在个体生命周期内，健康会发生折旧，

且折旧速度会随着年龄增长而加快, 年龄被视为健康折旧的重要因素; 第四, 健康不仅受到医疗保健影响, 还受到年龄、教育、生活方式、收入的影响。本文依托人力资本理论与健康需求理论构建黄河流域老年人健康水平影响因素指标体系。

2.2 老年人健康水平文献综述

2.2.1 健康概念

老年人健康问题是人口老龄化过程中需要关注的重点, 但健康的内涵十分丰富, 其本身是一个抽象的概念, 很难精确地定义, 不同的学者在不同的时期对健康有着不同的理解与定义。国际上对于健康概念的研究颇多, 1948 年世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 成立时将健康定义为“不仅仅是没有疾病的发生, 而是身体、心理和社会适应良好的状态”^[17], 但这一定义过于广泛, 难以精确把握, 在某种意义上, 它是由不能确切定义的术语组成^[18]。1984 年, WHO 专家组推荐将自理能力丧失定义为健康丧失的终点。还有其他一些学者从不同角度去定义健康, Arrow 从经济学角度将健康视为一种财富, 认为健康是能带来预期收益的人力资本。他开创性地将经济学理论应用于健康领域, 建立健康经济学, 提出健康经济学的显著特性是政府的干预性、不确定性、信息不对称、外部性与第三方付费^[19]。Boorse 从生物学角度定义健康为“没有疾病的状态, 疾病是指在低效率情况下无法执行所有典型的生理功能”^[20]。随后, 他对健康的概念做了进一步的完善, 提出疾病是正常功能的损伤, 整体而言, Boorse 认为健康是无疾病的状态, 这也是生物统计研究的基础。Robin Kearns 从健康地理学角度提出个体能否适应社会环境变化是健康的重要内容, 引入地点的概念, 研究社会环境所产生的压力对人健康状况产生的影响和社会康体设施和服务的分布^[21]。Benyamin 从医学角度将健康定义为“各项机能维持健康的状态”, 注重个体各项生理指标和生理状态^[22]。Johannes Bircher 认为“健康是一种幸福的状态, 源于个人潜力、生活需求、社会和环境的良性互动”^[23], 这一概念认为健康是能适应生活需求的能力, 并在健康的概念中加入动态的视角。可以发现, 健康的研究涉及经济学、医学、地理学等多学科交叉领域, 需要结合多学科的视角去了解健康的

内涵与外延。随着学者们对人口健康问题地不断探索,健康的概念不断完善,总结起来,健康是身体上无罹患疾病、心理上积极乐观,与环境适应良好,并能带来预期收益的人力资本。

2.2.2 健康评价指标体系

目前,国外健康指标评价研究已相对成熟,其中,主要国际组织与部分国家较为合理的健康指标评价体系主要有四种,分别为 WHO 可持续发展计划健康指标体系、欧盟健康指标体系、加拿大健康指标体系、美国卫生健康指标体系。2005 年开始,WHO 每年都会发布全球 194 个国家的卫生健康状况,建立了相对完善的健康指标评价体系。WHO 可持续发展计划健康指标体系共分为 14 类 96 个指标,涵盖人口健康状况、健康环境、医疗服务、社会经济等方面^[24],其中人口健康状况主要通过预期寿命、人口死亡率来衡量。欧盟健康指标体系主要是根据居民健康状况与影响因素而建立的概念框架,包括人口健康状况指标、人口统计学与社会经济指标、健康决定性因素、卫生服务、健康促进五部分构成^[25]。加拿大卫生信息和统计委员会自 1999 年起,每年都颁布健康指标数据,其健康指标随着居民健康状况不断变化而改变。2009 年颁布的加拿大健康指标体系包括健康状况、健康的非医疗决定性因素、卫生医疗绩效、社区和卫生体制四部分^[26]。“健康美国人 2020”宗旨在于健康促进与疾病预防,具体目标为延长健康预期寿命、促进健康公平、建立良好环境、促进健康行为。其指标体系由健康状况、健康决定因素、人群的不公平性以及健康的生命年与幸福感四部分构成^[27]。

由上可见,各个国家或地区在制定健康评价指标体系的一级指标基本一致,但具体指标有所差异,这也是因为各国会根据实际情况制定具体指标,并不断更新指标库,使健康评价指标更具科学性与时代性。

我国在健康方面的研究相对较晚。2001 年,社科院相关课题组将人口预期寿命、每万人医生数以及工业三废处理率等作为测度国民健康的指标。2004 年,“十一五”规划课题组在之前基础上,新增环境污染状况、人均 GDP、居民收入等指标,将其扩展为 11 个健康具体指标。2016 年,“健康中国 2030”规划纲要,从人民健康水平、健康危险因素、健康服务能力,健康产业规模和健康制度体系五部分对中国健康事业设定目标。此外,国内学者们在借鉴国家宏观健康评价指

标体系的基础上,结合各地实际情况对健康评价指标体系进行研究。王金鹏采用专家咨询法,从人群健康水平、卫生医疗配置、居民生活环境与生活方式、卫生服务提供和获得四个维度,构建安徽省居民健康水平指标体系^[28]。金淑磊依据SDGs目标从健康素质、健康环境、健康保障三个维度构建黄河流域居民健康水平健康评价指标体系^[29]。李志远从身体健康状况、环境、医疗条件三类19个指标构建国民健康评价体系,发现我国国民健康指数不断提升^[30]。

综上所述,老年人健康水平测度首先应符合“大健康”的测度标准,涵盖身体健康状况、健康生活环境与健康医疗服务三方面。同时,老年人由于生理性衰弱和社交活动持续减少,使得其身体健康、综合健康等都在不同程度弱于青壮年,因此老年人身体健康状况测量标准需要强调其特殊性与脆弱性。常见的身体健康指标为人口死亡率、预期寿命、发病率及日常生活自理能力等。人口预期寿命是衡量一个国家、民族和地区居民健康水平的重要指标^[31]。从老年人延长预期寿命延长历史轨迹来看,各国人口预期寿命趋于改善,但增速有所不同。美国、丹麦等老年人延长预期寿命在一定时期内出现增速放缓,甚至下降的现象,日本、法国等由于80岁及以上老年人死亡率放缓,出现老年人延长预期寿命持续增长的现象^[32]。果臻发现1980-2015年期间,我国老年人延长预期寿命持续增长,但增长速度缓慢,与发达国家的差距日益扩大^[33]。随着经济社会发展与人口预期寿命延长,人们希望在追求预期寿命提高的同时能健康地活着,在预期寿命中纳入伤残、疾病、失能等概念。1963年,Katz首次提出使用日常生活自理能力(Activities of Daily Living, ADL)衡量老年人健康^[34],ADL丧失主要是由于疾病和身体损伤导致,随着年龄增长,老年群体相较于年轻群体身体更容易损伤,且不易恢复^[35],因此,减少或推迟ADL的丧失,促使老年人更长时间地健康生存,成为最为突出的问题^[36]。

2.2.3 老年人健康差异

国际上,健康公平性的研究始于20世纪70年代。1978年,阿拉木图宣言提出人人享有健康的理念,引起了学者们对健康公平性的广泛关注。1980年,英国政府提交了The Black Report,指出社会中存在健康差异现象,政府和学术层

面开始深层探究健康不平等问题。国内外学者对老年人健康差异的研究集中于群体差异、城乡差异和区域差异。

就群体差异而言，学界普遍认为女性老年人比男性老年人延长预期寿命长，但女性老年人带病期更长，自评健康也更差^[37-41]；就城乡差异而言，大多数学者认为城乡老年人健康水平存在差异，城市老年人健康水平整体优于农村老年人^[42-43]，认为老年人健康水平差异存在亲富人的健康不平等。但也有部分学者认为，城乡老年人健康水平不存在差异^[44]。就区域差异而言，Brulle 在其公共健康的综述中指出，美国在健康医疗保健中投入大量的资金，但美国人口健康水平低于大多数的发达国家，且这种健康差距还在不断扩大^[45]。杜本峰利用 2002-2008 年中国老年追踪调查数据，分析了我国 22 个省四万多名老年人自评健康水平，发现我国老年人健康水平存在明显区域差异，中东部省份老年人自评健康水平明显优于西部省份的老年人^[46]。曾通刚分析了 2005-2015 年我国老年人健康脆弱性时空特征，指出我国老年人空间非均衡性特征显著，全国层面老年人健康区域差异不断扩大^[47]。20 世纪 90 年代以来，随着我国经济社会差距增大以及人们对健康需求增加，人们越来越强调健康公平性^[48]。目前，我国对于老年人群体差异和城乡差异研究较为丰富，但对区域老年人健康差异研究不够深入，主要是由于部分学者多采用微观调查数据或普查数据分析了全国省域或某一省内部老年人健康差异，而对于区域内部老年人的健康差异关注不足。

2.2.4 老年人健康水平影响因素

目前国内外关于老年人健康影响因素的研究较为丰富，抛开内在遗传因素外，学者们主要是从教育水平、社会经济状况、环境因素等方面展开。

教育与老年人健康。教育和健康一直被视为人力资本的重要组成部分，受教育程度高的老年人能有更好的健康意识、健康行为和收入获取能力，从而提高健康水平^[49]。Banerjee 在其著作《贫困的本质：我们为什么摆脱不了贫困》中指出穷人陷入健康贫困陷阱之中，用钱可以将他们解救出来，有的方法甚至于十分廉价，如购买蚊帐，饮用自来水等。但由于健康意识的缺乏，他们不愿意将钱用于廉价的预防，而是用于昂贵的治疗，使其健康水平相对较低^[50]。

社会经济状况与老年人健康。社会经济因素是影响老年人健康水平的重要因

素，Wagstaff 研究发现收入与健康不平等有密切关系^[51]。O'Neill 通过对比美国和加拿大人口健康状况时发现，个人收入越高，健康投资也越多，会出现“收入-健康阶梯”现象^[52]。连至炜利用 Logistic 模型分析城市老年人健康水平，发现个人收入水平高的老年人，更容易获得高质量的医疗服务资源，罹患疾病时更有意愿就医，自评健康水平也就更好^[53]。王洪亮使用 Ordered-Probit 模型分析我国老年人健康水平影响因素，发现收入对老年人健康水平改善有较大的促进作用^[54]。

环境与老年人健康。环境因素是影响健康水平的关键性因素，早期医学地理学较为关注海拔、气温、降水等自然生态环境对疾病或其他健康指标的影响^[55]，已有研究证明，高海拔不仅使老年人更容易罹患心脏病、关节炎等慢性病，而且对老年人死亡率有强烈促进作用^[56-57]；过低或过高的气温对老年人情感变化、行为障碍都会产生显著影响^[58]；在生命周期中，除年龄外，环境污染是影响健康折旧加速的重要因素，环境污染严重地区的居民普遍面临健康折旧加速的冲击。尤其是随着快速工业化带来的废水、废气排放，超过了生态环境承载力，将会对周围居民带来短期或长期的健康损耗^[59-60]。20 世纪 70 年代，随着“人本主义的兴起”，医学地理学向健康地理学转变，学者们更加关注社会环境对人口健康的影响^[61]，对于居住环境与社会交往环境研究逐渐增多。良好的居住环境有利于身心健康并促进健康的生活方式，这对于因生理性衰弱而长期逗留于居住环境的老年人而言尤其重要^[62]。老年人居住环境中最大的不利因素，首先是住房面积狭小，其次是住房设备不完善或老化，最后是没有室内厕所、日照不良等因素^{[59][64]}。

2.3 文献述评

通过对国内外文献的梳理，发现学者们已经对老年人健康做了大量研究，并在健康水平评价及影响因素研究方面取得了丰硕的成果。总体来看，老年人健康水平不仅受到宏观层面经济发展水平、医疗卫生水平等影响，还会受到微观层面老年人个体受教育程度、居住环境等影响，这些因素共同导致了不同区域老年人健康水平的差异。然而，关于我国老年人健康水平研究尚存在不足之处：（1）相较于国外人口健康问题的研究，我国人口健康指标体系的全面性、可行性与时效性有待进一步扩展；（2）在研究尺度上，现有研究多以全国或区域老年人健康差异研究为主，而对于流域内部老年人的健康差异关注不够；（3）研究老年人健康

水平时，多采用截面数据进行横向对比，或采用时序数据进行纵向对比，从演化视角对区域老年人健康水平的深入研究不足；(4)在考察老年人健康影响因素时，健康经济学鲜有考察自然环境、居住环境等因素。基于此，本研究综合测度了黄河流域老年人健康水平，并基于 Grossman 健康生产函数，考察老年人健康影响因素，利用探索性空间分析方法与空间计量分析方法，分析该流域老年人健康水平时空演变及影响因素，旨在为黄河流域高质量发展提供一定参考依据。

3. 黄河流域老年人健康水平测度及区域差异分析

本研究依据国际权威机构和国内外学者关于健康水平指标体系研究成果,构建了黄河流域老年人健康水平评价指标体系,采用熵值法分析了该流域整体、市(州)域、上中下游老年人健康水平及区域差异。

3.1 指标选取与方法

3.1.1 指标选取原则

构建老年人健康评价指标体系,前提需要具备科学性与准确性。在遴选指标时,综合考虑了指标体系的全面性、科学性、合理性、可操作性,并充分考虑论文研究背景与研究目的,在借鉴吸收已有文献合理性的基础上^[29-65-67],按照以下几个方面进行了遵循:

(1) 科学性原则。充分理解健康的内涵,科学的选取健康评价指标才能保证评价的结果能够客观实际反映黄河流域老年人健康水平,因此指标选择以国际组织和我国健康相关政策文件为基础,并借鉴已有相关文献,采用科学合理的方法去选取指标,使其能科学反映黄河流域老年人健康水平。

(2) 系统性原则。健康评价指标体系是多维的系统组合,应包含身体健康状况、健康生活环境、健康医疗条件等方面。此外,还应注意指标间内在联系,各评价指标应具有可比性与相关性。

(3) 可操作性原则。可操作性原则即遵循数据可获取性和操作性,也就是说指标选取要具有可行性,不应该选取一些难以量化和难以获取的指标,指标数据要具有合理的数据来源和渠道,数据源头的可靠性才能保证健康评价指标体系有更高的信服度。

3.1.2 指标确定与数据来源

在遵循以上原则的基础上,借鉴国内外现有健康评价指标体系相关研究成果,结合 WHO 可持续发展计划健康指标体系和“健康中国 2030”规划纲要,从身体健康水平、健康生活环境和健康医疗体系构建黄河流域老年人健康评价指标体系。

(1) 身体健康水平。身体健康是老年人健康最为基础的体现。目前, WHO、联合国等国际组织以及世界各国普遍将预期寿命、人口死亡率作为反映身体健康水平的指标。2016年,“健康中国 2030”规划纲要提出到 2030 年将我国预期寿命提高到 79 岁,并延长老年人健康预期寿命。健康预期寿命包括生活自理预期寿命与自评健康预期寿命,而生活自理预期寿命能更加客观、真实反映老年人健康水平。因此文中选取 60 岁及以上老年人延长预期寿命、老年人死亡率、老年人生活自理能力比例反映黄河流域老年人身体健康水平。

(2) 健康生活环境。老年人由于生理性衰弱与持续减少的社交活动,对生活环境的要求更高。依据 WHO 可持续发展计划健康指标体系中 88-90(方圆 3 公里、10 公里、19 公里植被平均覆盖面积)。随着工业化及城市化的快速发展,环境污染成为制约居民健康水平的重要因素,大气污染与水污染已成为我国面临的主要环境问题^[48]。因此,选取了人均绿地面积、人均污水排放量(生活污水排放量+工业废水排放量)以及 PM_{2.5} 浓度作为衡量健康生活环境指标。

(3) 健康医疗条件。医疗卫生资源是健康资本的重要保障。WHO 可持续发展计划健康指标体系,在保健、福利及环境卫生服务一级指标中选取了一系列关于医疗卫生服务的二级指标,主要包括卫生医疗设施和卫生人力资源。“健康中国 2030”规划纲要指出要形成优质高效的整合型医疗卫生服务体系。因此,选取每万人医疗机构数、每万人医生数、每千人医疗机构床位数来反映医疗健康水平。具体指标体系如表 3.1 所示。

数据来源:身体健康水平的指标通过各个省级行政单元 2005 年 1%抽样调查数据、2010 年人口普查数据、2015 年 1%抽样调查数据和 2020 年人口普查数据计算得到。其中,老年人延长预期寿命通过简略寿命表计算得到,具体公式参照刘达伟简略寿命表^[68],由于 2020 年各年龄分组死亡人口的普查数据尚未公布,遂采用李畅预期寿命时序加密估算求取 2020 年黄河流域 60 岁及以上的各年龄分组死亡人口数,因基于年龄分组人口比例的拉格朗日线性插值法绝对精度最高,所以本研究采用拉格朗日线性插值法求取 2020 年该流域老年人延长预期寿命,具体公式参见李畅的研究成果^[69]。老年人死亡率通过 60 岁及以上老年人死亡人口与老年人总人口计算得到。老年人生活自理能力比例即生活能自理的老年人口占老年人总人口比例。普查与抽样调查数据中,对 60 岁及以上老年人健康状况

分为“健康”、“基本健康”、“不健康但生活能自理”、“生活不能自理”四种情况，文中将健康、基本健康与不健康但生活能自理定义为生活能自理老年人，并计算每个地级市生活能自理老年人占 60 岁及以上老年人总人数的比例。

其他数据来源于各省统计年鉴、水资源公报、《中国城市统计年鉴》。同时，在数据采集过程中，为了保证数据完整性，针对部分市（州）数据缺失的情况，采用指数平均法进行补齐。文中黄河流域边界矢量数据来源于中国科学院资源环境科学与数据中心（<http://www.resdc.cn>），市级行政单元矢量数据来源于自然资源部标准地图服务网站。

表 3.1 黄河流域老年人健康评价指标体系

维度	指标	符号	单位	方向
身体健康水平	老年人延长预期寿命	X1	岁	正向
	老年人死亡率	X2	%	负向
	老年人生活自理能力	X3	%	正向
健康生活环境	人均绿地面积	X4	m ² /人	正向
	人均污水排放量	X5	t/人	负向
	PM _{2.5}	X6	mg/m ³	负向
健康医疗条件	每万人医疗机构数	X7	个/万人	正向
	每万人医生数	X8	人/万人	正向
	每千人医疗机构床位数	X9	张/千人	正向

3.1.3 熵值法

熵值法属于客观赋权方法，能够真实反映数据变化规律，不仅能避免主观赋权法随机性的问题，还能有效解决多指标间信息重叠的问题，被广泛应用于社会经济综合研究^[62]。所以，本研究基于熵值法确定黄河流域老年人健康水平综合得分，并运用 ArcGIS 空间分析方法对该流域老年人健康水平进行可视化分析。主要计算步骤如下：

(1) 数据标准化：由于不同指标量级和正负方向等存在差异，需对数据进行极差标准化处理。

正向指标标准化:

$$y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_i)}{\max(X_i) - \min(X_i)} \quad (3-1)$$

负向指标标准化:

$$y_{ij} = \frac{\max(x_i) - X_{ij}}{\max(x_i) - \min(x_i)} \quad (3-2)$$

(2) 指标的信息熵:

$$E_{ij} = -\ln(n)^{-1} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} \quad (3-3)$$

其中, $p_{ij} = y_{ij} / \sum_{i=1}^n y_{ij}$ 如果 $p_{ij}=0$, 则 $p_{ij} \ln p_{ij}=0$ 。

(3) 确定各指标的权重:

$$W_i = \frac{1 - E_{ij}}{k - \sum_{i=1}^n E_i} \quad (3-4)$$

(4) 计算黄河流域各个地级市的老年人健康水平的综合得分:

$$W_i = \sum_{i=1}^n X_{ij} W_i \quad (3-5)$$

3.2 黄河流域老年人健康水平现状分析

3.2.1 身体健康水平现状分析

(1) 老年人延长预期寿命状况

图 3.1 显示, 从流域整体来看, 2005-2020 年, 黄河流域老年人延长预期寿命由 11.37 岁提升至 16.85 岁, 年均增长 1.37 岁, 总体呈上升趋势。黄河流域老年人延长预期寿命增长主要分为两个阶段, 2005-2010 年, 该流域老年人延长预期寿命由 11.37 岁提升至 12.99 岁, 增长率为 14.3%, 增长较为平缓; 2010-2020 年, 该流域老年人延长预期寿命由 12.99 岁, 提升至 16.85 岁, 增速为 29.65%, 增速相对较快, 这说明“健康中国 2030”国家战略实施取得一定成果。从市(州)尺度上看, 老年人延长预期寿命排名前三的城市依次为郑州市、济南市、呼和浩特市, 老年人延长预期寿命均超过 16 岁。玉树藏族自治州、果洛藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州是该流域老年人延长预期寿命均较低的地级行政单元, 分别为 6.48 岁、8.07 岁、8.74 岁, 可以明显看出黄河流域老年人延长预期寿命区域

差异较大。从流域尺度来看,黄河流域下游老年人延长预期寿命最高,中游次之,上游老年人延长预期寿命最低。该流域下游(15.45岁)、中游(14.53岁)老年人延长预期寿命均值高于流域整体(14.09岁)预期寿命,而上游老年人延长预期寿命均值(13.06岁)低于流域整体水平。但黄河流域上游地区老年人延长预期寿命增速最快为61.53%,其次是中游地区,增速为50.04%,下游地区老年人延长预期寿命增速最为缓慢。为28.38%。且上游与中游地区老年人延长预期寿命增速均高于黄河流域整体老年人延长预期寿命。

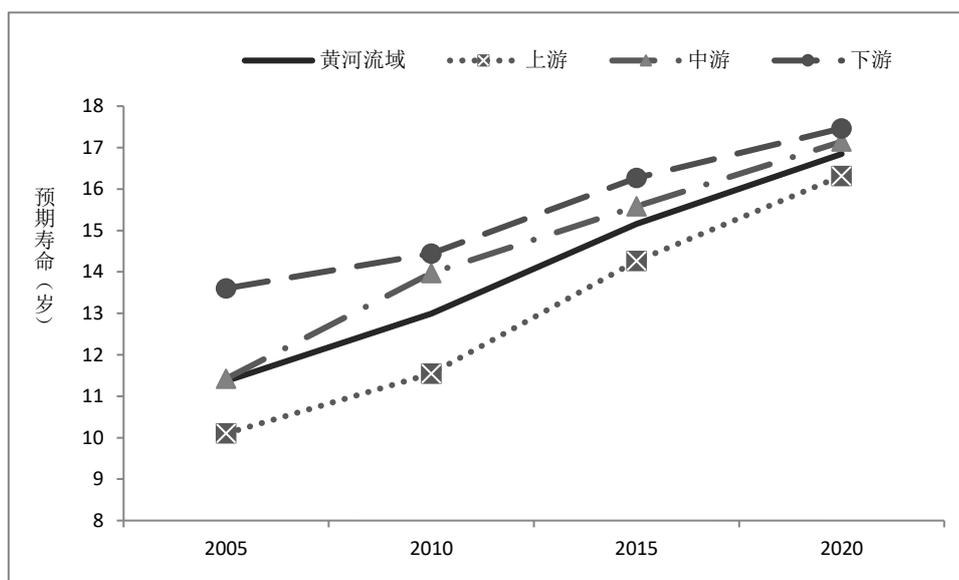


图 3.1 分流域 2005-2020 年黄河流域老年人延长预期寿命

(2) 老年人死亡率状况

图 3.2 显示,从流域整体来看,2005-2020 年,黄河流域老年人死亡率总体呈下降趋势。2020 年该流域老年人死亡率为 0.81%,2005 年则高达 1.77%。2005-2010 年,黄河流域老年人死亡率下降最快,由 1.77%下降至 1.14%,降幅为 35.32%。2010-2020 年,黄河流域老年人死亡率降幅减小,降幅为 28.84%。从地级市尺度来看,2005-2020 年,该流域老年人死亡率均值最低的三个地级市依次是:东营市、包头市、呼和浩特市,分别为 0.47%、0.49%、0.50%。甘南藏族自治州老年人死亡率下降了 94.64%,下降幅度最快。除甘南藏族自治州外,老年人死亡率下降最快的依次是:庆阳市、西宁市、德州市,分别下降了 94.06%、91.42%、87.66%。从流域尺度来看,2005-2020 年,黄河流域下游老年人死亡率明显低于流域整体水平,上游老年人死亡率最高,中游老年人死亡率与流域整体水平基本持平。但黄河流域上游老年人死亡率下降幅度最大,由 2.59%下降至 0.93%,降

幅为 64.11%。其中 2005 年，上游地区老年人死亡率呈断崖式下降的态势，由 2.59% 下降至 1.22%。下游地区老年人死亡率降幅次之，为 45.86%。中游地区老年人死亡率降幅最低，为 26.24%，降幅低于流域整体水平。

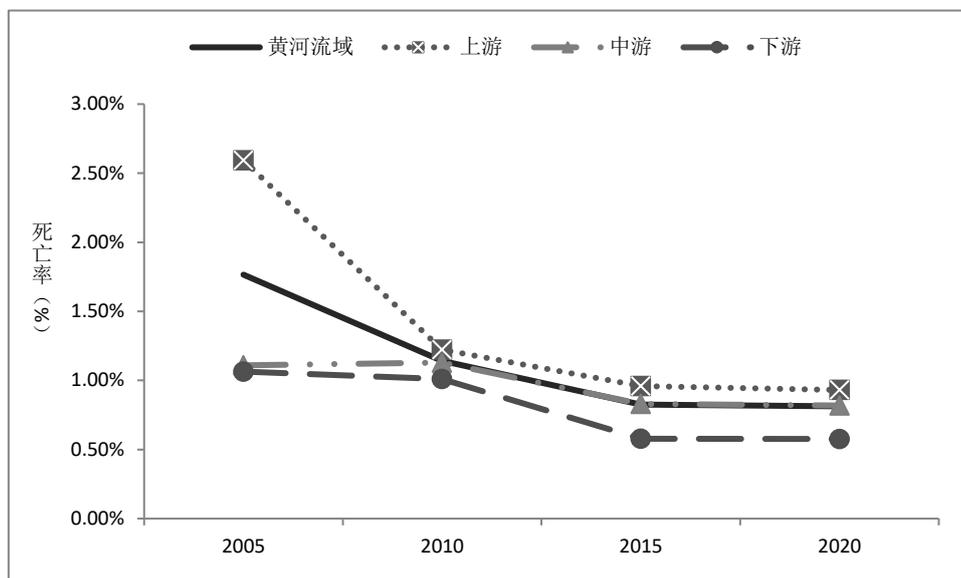


图 3.2 分流域 2005-2020 年黄河流域老年人死亡率

(3) 老年人生活自理能力状况

从图 3.3 可以看出，从流域整体来看，2005-2020 年，黄河流域老年人生活自理能力呈缓慢增长的态势，该流域生活能自理老年人占比由 96.36% 提升至 96.92%，年均增长 0.14%。2005-2015 年，黄河流域老年人生活自理能力提升幅度相对较大，为 5.58%；2015-2020 年，黄河流域老年人生活自理能力增幅较小，2020 年老年人生活自理能力与 2015 年基本持平。从地级市尺度来看，生活能自理老年人占比最低的三个地级市依次是：陇南市、玉树藏族自治州、甘南藏族自治州，分别为 86.33%、86.66%、91.16%。从流域尺度来看，黄河流域上游、中游地区生活能自理的老年人占比不断增加，分别由 95.26%、96.35% 提升至 96.56%、97.16%，下游地区生活能自理的老年人占比虽一直高于流域整体水平，但下游地区生活能自理的老年人占比由 98.36% 下降至 97.30%，该地区生活能自理的老年人占比与中游地区逐渐持平。

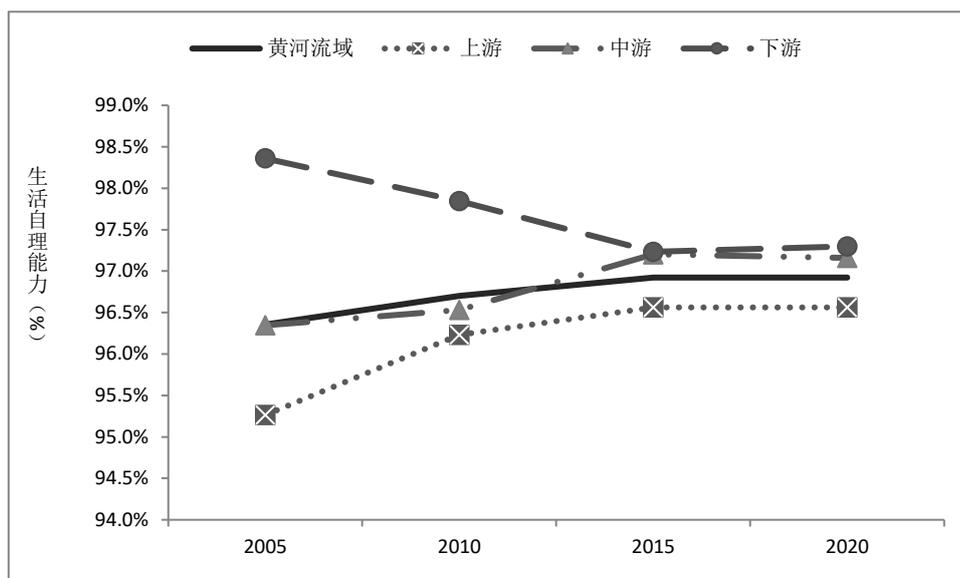


图 3.3 分流域 2005-2020 年黄河流域老年人生活自理能力

3.2.2 健康生活环境现状分析

(1) 人均绿地面积现状

图 3.4 显示, 2005-2020 年黄河流域人均绿化面积在波动中下降。2005-2010 年, 从流域整体来看, 黄河流域人均绿化面积由 $17.30\text{m}^2/\text{人}$ 提升至 $23.38\text{m}^2/\text{人}$, 2010-2015 年, 黄河流域人均绿化面积由 $23.38\text{m}^2/\text{人}$ 降至 $14.18\text{m}^2/\text{人}$, 2015-2020 年, 黄河流域人均绿化面积由 $14.18\text{m}^2/\text{人}$ 提升至 $15.19\text{m}^2/\text{人}$, 整体波动较大。主要是因为随着社会经济不断发展, 人口不断向城市流入, 城市人口快速增长, 虽然总体上城市绿地面积也在不断增长, 但城市绿地面积增速远低于城市人口增速, 这就导致人均绿地面积呈现波动下降。从流域尺度来看, 黄河流域上游人均绿地面积在缓慢增长, 而下游地区、中游地区人均绿地面积下降较大, 但从 2005-2020 年人均绿地面积均值整体来看, 人均绿地面积较高的地区还是主要集中在中游、下游地区。从市(州)尺度来看, 石嘴山市人均绿地面积最高, 为 $59.58\text{m}^2/\text{人}$ 。其次是平顶山市、乌海市、包头市、呼和浩特市, 人均绿地面积分别为 $42.68\text{m}^2/\text{人}$ 、 $42.07\text{m}^2/\text{人}$ 、 $40.10\text{m}^2/\text{人}$ 、 $39.30\text{m}^2/\text{人}$ 。

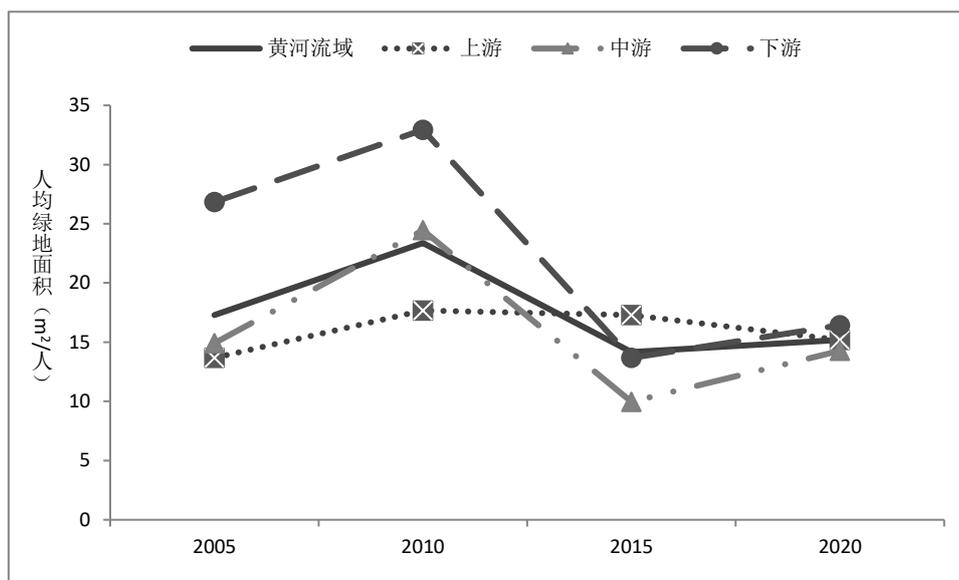


图 3.4 分流域 2005-2020 年黄河流域人均绿地面积

(2) 人均污水排放量现状

图 3.5 显示, 2005-2020 年, 黄河流域人均污水排放先上升再下降。2005-2010 年, 黄河流域人均污水排放由 18.27t/人提升至 23.87t/人, 在这一阶段人均污水排放提升幅度较大, 污染严重。2010-2020 年, 黄河流域人均污水排放由 23.87t/人降至 19.22t/人, 该流域水污染问题有所缓解。近年来, 随着国家经济发展转型, 大力发展清洁能源与产业, 更加注重黄河流域生态保护与高质量发展, 使得人均污水排放量逐年下降, 黄河流域上游人均污水排放量与流域整体人均污水排放量基本一致。中游地区人均污水排放量不断增加, 下游地区人均污水排放量在波动中减少。整体来看, 黄河流域人均污水排放量上游最高 (0.34t/人)、中游次之 (0.15t/人)、下游最低 (0.08t/人), 说明上游地区水资源利用效率与生态保护仍需加强。

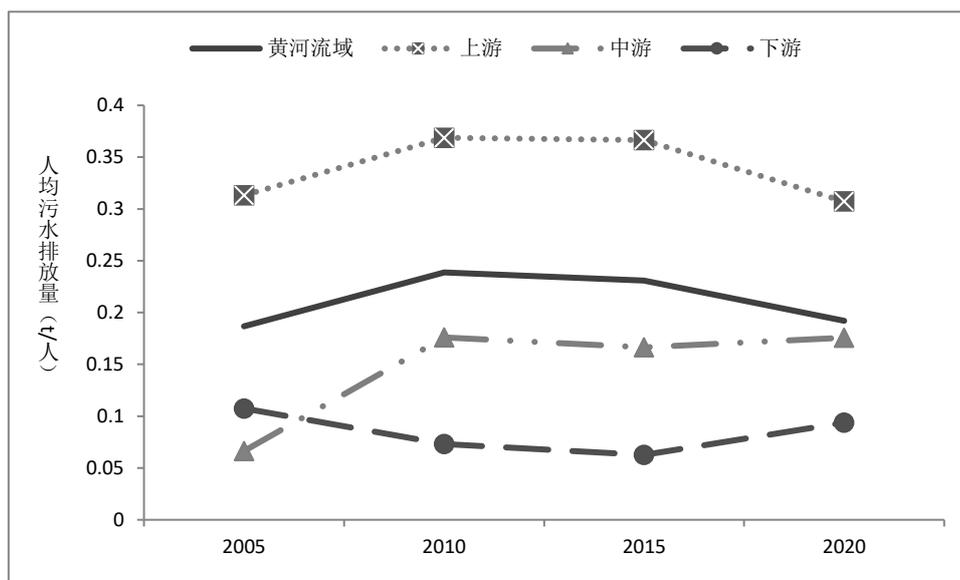


图 3.5 分流域 2005-2020 年黄河流域人均污水排放量

(3) PM_{2.5} 浓度现状

图 3.6 显示，2005-2020 年，黄河流域 PM_{2.5} 浓度呈先缓慢上升再迅速下降的趋势，由 40.73mg/m³ 下降至 30.20mg/m³。2005-2010 年，黄河流域 PM_{2.5} 浓度由 40.73mg/m³ 增至 51.73mg/m³，在这一阶段空气污染程度加剧；2010-2020 年，黄河流域 PM_{2.5} 浓度由 51.73mg/m³ 降至 30.20mg/m³，黄河流域 PM_{2.5} 浓度迅速下降，空气污染问题得以改善。整体来看，黄河流域 PM_{2.5} 浓度下游最高（65.45mg/m³）、中游次之（43.77mg/m³）、上游最低（30.08mg/m³），且黄河流域上游、中游、下游地区 PM_{2.5} 浓度均与流域整体变动趋势保持一致。近年来，流域整体 PM_{2.5} 浓度呈快速下降趋势，说明近年来黄河流域生态保护与碳减排等任务落实均取得一定的成效。

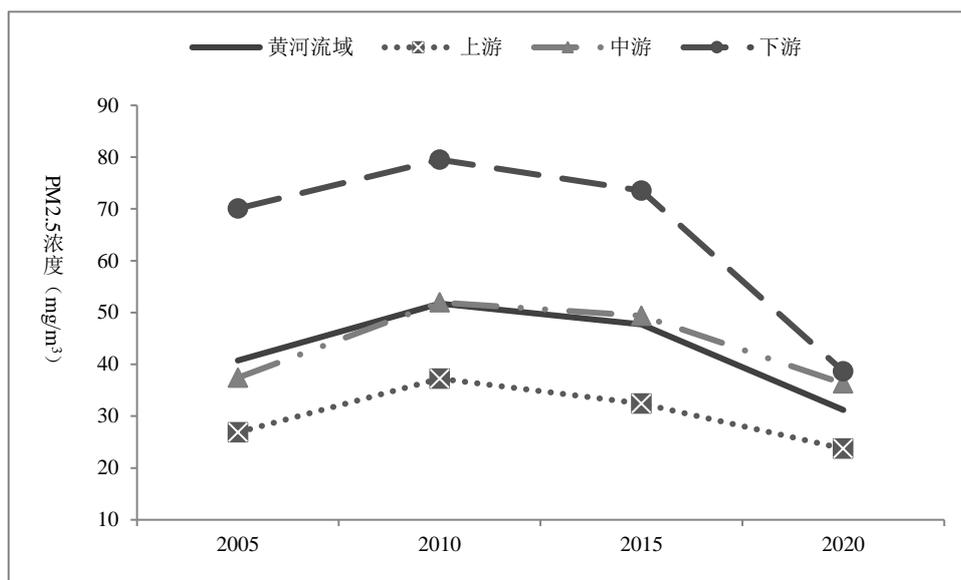


图 3.6 分流域 2005-2020 年黄河流域 PM_{2.5} 浓度

3.2.3 健康医疗条件现状分析

表 3.2 显示，从流域整体来看，2005-2020 年，黄河流域每千人医疗床位数逐年增加。2005 年，黄河流域每千人医疗床位数为每千人口 2.79 万张，2020 年已增加至每千人口 5.48 万张，15 年来每千人口医疗床位数增加了 2.69 张。2005-2010 年，黄河流域每千人医疗床位数增速相对较慢，为 30.50%；2010-2020 年，黄河流域每千人医疗床位数增速相对较快，为 50.61%。每万人医疗机构数有缓慢减少的趋势，由每万人口 8.14 个下降至每万人口 6.94 个。就医疗卫生人员而言，2005 年来，黄河流域每万人医生数有了显著提高。2005，黄河流域每万人医生数为每万人口 17.29 人，2020 年已增加至每万人口 28.44 万人，15 年来每万人口医生数增加了 11.15 人。

表 3.2 2005-2020 年黄河流域健康医疗条件

	每千人医疗床位数	每万人医疗机构数	每万人医生数
2005	2.7858	8.1382	17.2884
2010	3.6355	7.8221	22.2646
2015	5.0364	7.1935	22.2646
2020	5.4756	6.9380	28.4393

图 3.7 显示，分流域来看，2005-2020 年黄河流域上游、中游、下游每千人医疗床位数基本相同，为每千人口 4.13 张、4.27 张、4.36 张。每万人医疗机构数

则明显呈现下游最多、中游次之、上游最少的特征。从医疗卫生人员来看，每万人医生数区域差异大，中游地区每万人医生数最多，为每万人口 6.86 人；下游次之，为每万人口 6.50 人；上游最少，为每万人口 4.36 人，表明黄河流域地带间的医疗卫生资源存在明显空间差异。

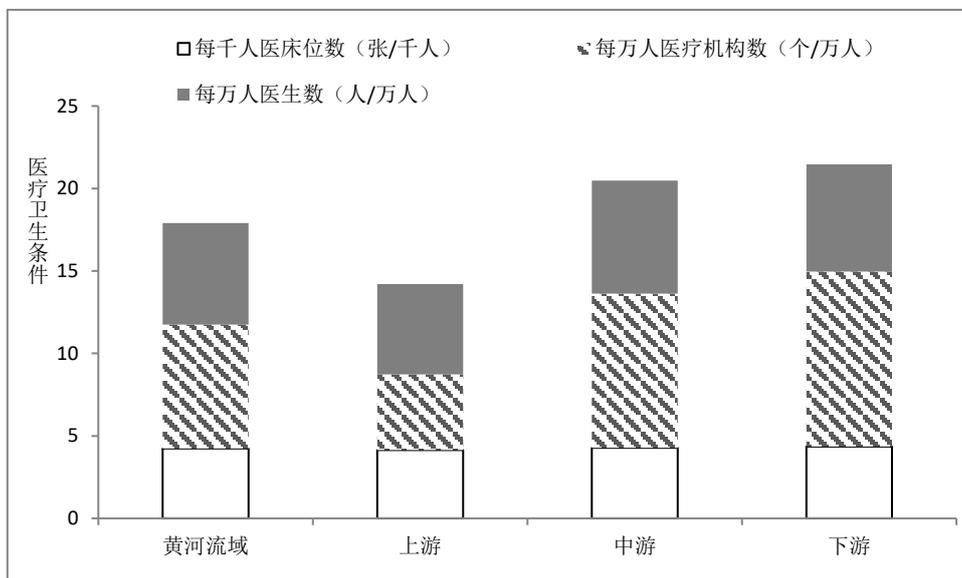


图 3.7 分流域 2005-2020 年黄河流域医疗卫生条件均值

3.3 黄河流域老年人健康水平测度及区域差异分析

通过熵值法计算得到黄河流域老年人健康水平中各评价指标的具体权重，指标层的各项指标权重均按照熵值法以此计算得到，而维度的指标权重则依次由所包含的下一层指标权重向上累加得到。最终得到黄河流域老年人健康水平各指标的权重，结果如表 3.3 所示：

表 3.3 黄河流域老年人健康水平指标权重

维度	权重	指标	权重	符号	单位	方向
身体健康水平	0.3397	老年人延长预期寿命	0.1131	X1	岁	+
		老年人死亡率	0.1127	X2	%	-
		老年人生活自理能力	0.1139	X3	%	+
健康生活环境	0.3301	人均绿地面积	0.1139	X4	m ² /人	+
		人均污水排放量	0.1103	X5	t/人	-
		PM _{2.5}	0.1060	X6	mg/m ³	-

		每万人医疗机构数	0.1107	X7	个/万人	+
健康医疗条件	0.3302	每万人医生数	0.1095	X8	人/万人	+
		每千人医疗机构床位数	0.1100	X9	张/千人	+

根据熵值法, 测算得到 2005-2020 年黄河流域各市老年人健康水平指数, 具体结果如表 3.4 所示。从流域整体来看, 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平指数由 0.5447 提高至 0.6165, 增速为 13.29%。其中, 2005-2010 年黄河流域老年人健康水平增速较缓, 由 0.5447 提升至 0.5584, 增速为 2.52%; 2010-2020 年以来, 该流域老年人健康水平增速较快, 由 0.5584 提升至 0.6165, 增速为 15.22%, 说明黄河流域老年人健康水平整体呈上升趋势, 且呈现一种加速增长的态势。

从市(州)域尺度来看, 2005-2020 年, 太原市老年人健康水平最高, 为 0.6848; 陇南市老年人健康水平最低, 为 0.4669。总体来看, 黄河流域老年人健康水平相对较低的城市主要集中在该流域的青海段、四川段以及甘肃西南段, 这些地区普遍具有海拔高、气候寒冷和经济落后等特征。该流域老年人健康水平排名前 10 的城市依次为太原市、包头市、呼和浩特市、济南市、乌海市、银川市、鄂尔多斯市、郑州市、西安市、东营市。老年人健康水平排名前 10 的城市中有 6 个为省会城市, 而剩余省会城市兰州市、西宁市分别位于 12、13。总体而言, 黄河流域老年人健康水平整体呈上升趋势, 但存在明显区域差异, 省会城市老年人总体健康水平较高, 高寒海拔的西部地区老年人总体健康水平较低。

表 3.4 黄河流域老年人健康水平测算结果

地级市	2005	2010	2015	2020	均值	排名
西宁市	0.6025	0.6188	0.6336	0.6586	0.6284	13
海东市	0.4521	0.5026	0.5210	0.5463	0.5055	69
海北藏族自治州	0.4957	0.5056	0.5444	0.5969	0.5356	63
黄南藏族自治州	0.5189	0.5151	0.5510	0.5926	0.5444	58
海南藏族自治州	0.4931	0.5067	0.5133	0.5813	0.5236	65
果洛藏族自治州	0.4918	0.4675	0.5098	0.5650	0.5085	67
玉树藏族自治州	0.4584	0.4533	0.5231	0.5528	0.4969	71
海西蒙古族藏族自治州	0.5251	0.5136	0.5352	0.6227	0.5492	54
阿坝藏族羌族自治州	0.5319	0.4938	0.5572	0.5894	0.5431	59
兰州市	0.6197	0.6210	0.6386	0.6447	0.6310	12
白银市	0.5353	0.5697	0.5531	0.6176	0.5689	39
天水市	0.5026	0.5417	0.5274	0.5860	0.5394	62
武威市	0.5132	0.5397	0.5433	0.5898	0.5465	57

平凉市	0.5392	0.5702	0.5636	0.6236	0.5742	33
庆阳市	0.4694	0.5333	0.5350	0.5761	0.5285	64
定西市	0.457	0.5321	0.5109	0.5714	0.5178	66
临夏回族自治州	0.4576	0.5048	0.5075	0.5604	0.5076	68
甘南藏族自治州	0.4212	0.4649	0.5394	0.5828	0.5021	70
张掖市	0.5227	0.4693	0.5840	0.5911	0.5418	60
陇南市	0.3887	0.4010	0.5120	0.5658	0.4669	72
银川市	0.6351	0.6708	0.6900	0.6582	0.6635	6
石嘴山市	0.5553	0.6034	0.6209	0.6633	0.6108	18
吴忠市	0.5377	0.5420	0.5680	0.5981	0.5614	44
固原市	0.5237	0.5475	0.5578	0.6086	0.5594	46
中卫市	0.5088	0.5339	0.5542	0.6071	0.5510	53
呼和浩特市	0.6274	0.6427	0.7101	0.7185	0.6747	3
包头市	0.67	0.6782	0.6848	0.7020	0.6838	2
鄂尔多斯市	0.6393	0.6081	0.7016	0.6532	0.6505	7
巴彦淖尔市	0.5935	0.5834	0.6066	0.6275	0.6027	20
乌海市	0.6598	0.6463	0.6874	0.6719	0.6664	5
阿拉善盟	0.58	0.5891	0.6299	0.6500	0.6123	17
乌兰察布市	0.55	0.5629	0.5588	0.5799	0.5629	42
西安市	0.5925	0.6288	0.6458	0.6762	0.6358	9
铜川市	0.5796	0.6212	0.6180	0.6763	0.6288	14
宝鸡市	0.572	0.5930	0.6565	0.6315	0.6132	15
咸阳市	0.5469	0.5648	0.6202	0.6311	0.5907	24
渭南市	0.5448	0.5455	0.5543	0.5947	0.5723	45
延安市	0.5699	0.5971	0.5887	0.6087	0.5911	23
榆林市	0.5522	0.5931	0.5797	0.6204	0.5864	27
商洛市	0.5416	0.5472	0.5351	0.5889	0.5532	49
太原市	0.6464	0.6963	0.6864	0.7101	0.6848	1
大同市	0.5831	0.6012	0.5923	0.6394	0.6090	19
阳泉市	0.5651	0.5913	0.5964	0.6163	0.5923	21
长治市	0.5675	0.5380	0.5792	0.5889	0.5684	40
晋城市	0.5564	0.5547	0.5858	0.5927	0.5799	36
朔州市	0.5536	0.5527	0.5621	0.6031	0.5729	41
晋中市	0.5496	0.5457	0.5748	0.5800	0.5626	43
运城市	0.5352	0.5380	0.5495	0.5833	0.5515	51
忻州市	0.5478	0.5250	0.5479	0.5888	0.5524	50
临汾市	0.5423	0.5408	0.5582	0.5818	0.5558	47
吕梁市	0.5493	0.5234	0.5676	0.5645	0.5512	52
三门峡市	0.5476	0.5448	0.5720	0.6504	0.5837	29
洛阳市	0.5327	0.5334	0.6136	0.6887	0.5921	22
郑州市	0.5679	0.6495	0.6475	0.7323	0.6493	8
开封市	0.5227	0.5343	0.5972	0.6291	0.5709	38
安阳市	0.5064	0.5048	0.6641	0.6086	0.5710	37
新乡市	0.5306	0.5157	0.6308	0.6176	0.5737	34

焦作市	0.5697	0.5523	0.6125	0.6207	0.5888	25
濮阳市	0.5424	0.5133	0.6395	0.5991	0.5736	35
济源市	0.5718	0.6463	0.6053	0.6292	0.6132	16
南阳市	0.4708	0.5083	0.6316	0.6049	0.5539	48
平顶山市	0.5412	0.5589	0.6025	0.6084	0.5778	31
济南市	0.6503	0.6564	0.6965	0.6759	0.6698	4
淄博市	0.5608	0.6237	0.6663	0.6831	0.6335	11
东营市	0.5925	0.6288	0.6458	0.6762	0.6358	10
济宁市	0.5413	0.5600	0.6143	0.6316	0.5868	26
泰安市	0.539	0.5501	0.6018	0.6297	0.5802	28
德州市	0.5218	0.5280	0.5794	0.5621	0.5478	55
聊城市	0.5053	0.5151	0.5854	0.5606	0.5416	61
滨州市	0.5707	0.5682	0.5590	0.6034	0.5753	32
菏泽市	0.5135	0.5240	0.5809	0.5697	0.5470	56
均值	0.5447	0.5584	0.5918	0.6171	0.5786	

从流域尺度来看，2005-2020年黄河流域上游地区老年人健康水平指数由0.5331提升至0.6120，中游由0.5603提升至0.6180，下游地区老年人健康水平指数由0.5455提升至0.6246，即黄河流域上、中、下游老年人健康水平均呈增长态势，但其增速有所不同。2005-2010年，黄河流域中游地区老年人健康水平最高，下游次之、上游地区老年人健康水平最低。2010-2020年，下游地区老年人健康水平最高、中游次之、上游最低。2005-2020年，上游地区老年人健康水平始终低于黄河流域整体老年人健康水平。但上游地区老年人健康水平增速最快，为14.80%，下游地区次之，为14.49%，中游地区老年人健康水平增速最慢，为10.30%，如图3.8所示。

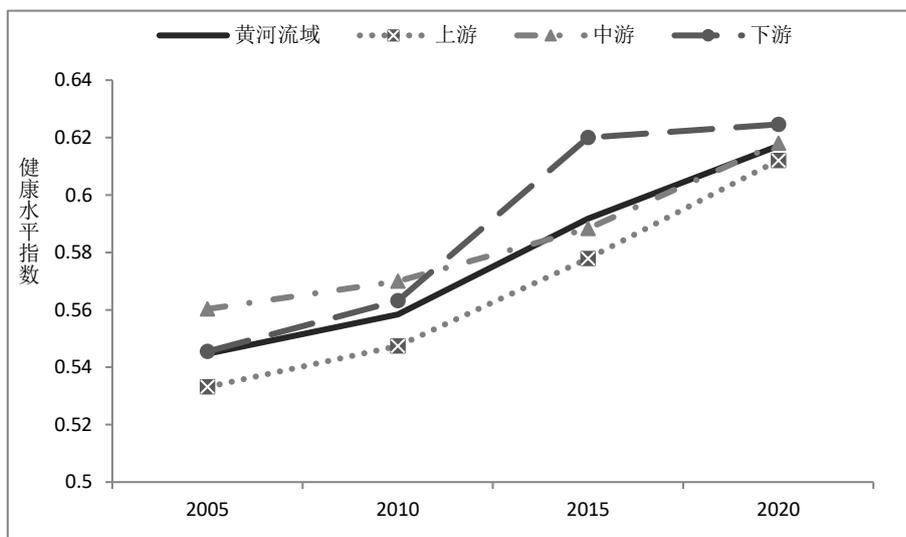


图 3.8 分流域 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平指数

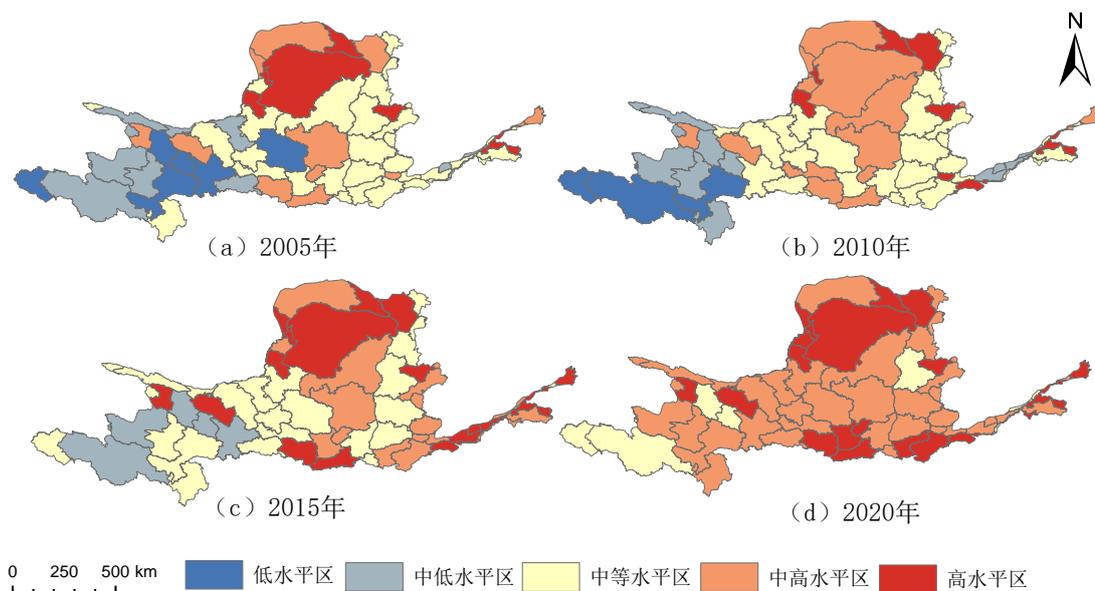
为了更加明确观察黄河流域老年人健康水平整体变化态势，先利用 K-means 聚类分析方法，计算出聚类中心值，再利用 ArcGIS10.7 软件，通过手动分类法将黄河流域老年人健康水平划分为低水平区、较低水平区、中等水平区、中高水平区、高水平区五种类型。从图 3.9 (a) 可以看出，2005 年，黄河流域老年人健康水平较低，主要以中等水平与中低水平为主。2005 年，黄河流域老年人健康水平高水平区有 6 个，其中三个为省会城市，分别为银川市、太原市、济南市，其余三个为内蒙段的包头市、鄂尔多斯市和乌海市。中高水平区占比 18.31%，空间分布较为分散，包括西宁市、兰州市、呼和浩特市等 13 个地级市。中等水平区有 25 个地级市，占比为 35.21%，主要集中分布于黄河流域陕西段、山西段和河南段。低水平区集中分布于青海段与甘肃段，共 8 个地级市，占比为 11.27%。中低水平区占比为 14.08%，主要集中分布于青海段、甘肃段、宁夏段，以及少量位于河南段、山东段。

从图 3.9 (b) 可以看出，2010 年，黄河流域老年人健康水平有所提高，主要以中等水平为主。2010 年，黄河流域老年人健康水平低水平区占比下降为 7%，依旧集中分布于青海段与甘肃段西南部。中低水平区地级市数量有所扩张，占比增至 16.9%。主要集中分布于青海段、四川段、河南段，值得注意的是，青海除西宁市外，其余地级市均处于低水平区和中低水平区，青海段老年人健康水平整体偏低。中等水平区地级市数量有所扩张，占比增至 39.44%，主要集中分布于宁夏段、山西段。中高水平区地级市空间分布由离散分布呈集聚分布转变，主要集中分布于内蒙段与陕西段，且中高水平区占比有所缩减，减少至 22.54%。高水平区地级市数量有所扩张，占比增至 11.27%。

从图 3.9 (c) 可以看出，2015 年，黄河流域整体健康水平大幅提高，该流域老年人健康水平主要为中等水平与中高水平。流域老年人健康水平低水平区地级市数量下降为 0，中低水平区地级市数量也呈缩减态势，下降至 6 个，分别为海东市、海南藏族自治州、果洛藏族自治州、定西市、临夏回族自治州、陇南市。中等水平区地级市数量有所缩减，占比降至 33.8%，主要集中分布于甘肃段、宁夏段、山西段。中高水平区与高水平区地级市数量快速增加，占比分别增至 32.39%，26.76%，黄河流域老年人健康水平整体呈快速增长态势。

从图 3.9 (d) 可以看出，2020 年，黄河流域老年人健康水平主要为中高水

平为主。中等水平区地级市数量大幅下降，减少为 9 个地级市，主要集中分布于青海段，以及河南段部分城市。中高水平区地级市数量跳跃式增长，占比增至 56.34%，说明 2020 年，该流域老年人健康水平超过一半以上为中高水平。高水平区地级市占比增至 30.99%，且西宁市、兰州市、银川市、呼和浩特市、西安市、太原市、郑州市、济南市 8 省省会城市均为高水平区。

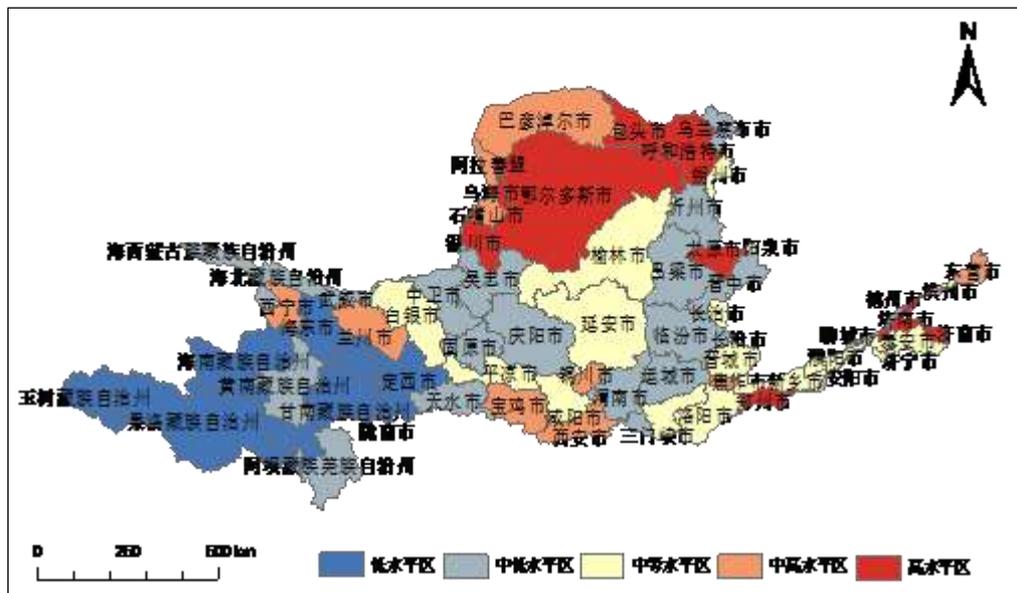


注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS（2019）1822 号的标准地图制作，底图无修改。

图 3.9 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平

为了反映黄河流域整体健康水平空间分布状况，计算了 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平均值，并通过 Arcgis10.7 进行可视化展示。从图 3.10 可以看出，黄河流域上游地区老年人健康水平总体偏低。但兰州市、西宁市、银川市、呼和浩特市等省会城市和内蒙段部分城市的老年人健康水平较高，其余地区健康水平多处于低水平区和较低水平区。在玉树藏族自治州、果洛藏族自治州、海南藏族自治州、黄南藏族自治州、海东市、定西市等地级市聚集形成老年人健康水平低水平区，在吴忠市、中卫市、固原市、庆阳市等地级市聚集形成较低水平区。黄河流域中游地区老年人健康水平多处于中等水平和中低水平，中等水平区在中游地区占比为 45.45%，中低水平区在中游地区占比为 36.36%。在榆林市、晋城市、三门峡市等陕西段聚集形成中等水平区，忻州市、吕梁市、临汾市等山西段聚集形成中低水平区。黄河流域下游地区老年人

间水平多为中等水平和高水平。洛阳市、新乡市、濮阳市等郑州段老年人健康水平主要为中等水平区，东营市、滨州市、济南市等山东段老年人健康水平较高。总体来看，黄河流域下游地区老年人健康水平最优、中游次之、上游最低。



注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS（2019）1822号的标准地图制作，底图无修改。

图 3.10 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平的均值

4. 黄河流域老年人健康水平时空演变分析

本研究采用全局空间自相关与热点分析方法分析了 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平全局和局部的空间分布与演变规律。

4.1 时空演变分析方法

4.1.1 全局空间自相关

空间自相关是可以衡量属性值在整个区域的空间关联程度。空间自相关分为全局空间自相关与局部空间自相关。通过全局 Moran's I, 探究黄河流域老年人健康水平是否存在明显的空间集聚。计算公式为:

$$Moran's I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (4-1)$$

式中: n 为黄河流域地级行政单元总数, x_i 为第 i 个地级行政单元的观察值, \bar{x} 为 x_i 的均值, w_{ij} 为空间权重矩阵, S^2 为属性值的方差。在给定显著性水平时, 若 Moran's I 显著为正, 表明黄河流域老年人健康水平存在明显空间集聚; 若 Moran's I 显著为负, 表明黄河流域老年人健康水平存在明显空间离散。通常对 Moran's I 进行 Z 检验, 若 Z 检验显著为正, 表明存在正的空间自相关; 若 Z 检验显著为负, 表明存在负的空间自相关。计算公式如下:

$$Z = \frac{I - E[I]}{\sqrt{VAR[I]}} \quad (4-2)$$

式中: $E[I]$ 为数学期望, $VAR[I]$ 为方差。

4.1.2 热点分析

全局空间自相关描述了黄河流域老年人健康水平整体上的空间相关性, 但无法分析各地级市老年人健康水平空间分布状况与空间分异情况。因此, 进一步采用热点分析 (Getis-Ord G^*) 研究黄河流域老年人健康水平的空间异质性与依赖性。计算公式如下:

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ij}(d) x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \quad (4-3)$$

式中： x_i 为黄河流域第*i*个地级行政单元的观察值， W_{ij} 为空间权重矩阵。若 $G_i^*(d)$ 值显著为正，则说明*i*地区周围老年人健康水平相对较高，属于热点地区；若 $G_i^*(d)$ 值显著为负，则说明*i*地区周围老年人健康水平相对较低，属于冷点地区。

4.2 黄河流域老年人健康水平全局空间自相关分析

通过 ArcGIS10.7 软件，利用全局空间自相关方法，对黄河流域 2005-2020 年老年人健康水平进行计算，具体结果如表 4.1 所示。

表 4.1 2005-2020 年黄河流域老年人健康水平全局空间自相关检验

	2005	2010	2015	2020
Moran's I	0.2141	0.1337	0.1997	0.1539
Z 检验值	3.8537	3.4870	3.5787	3.1448
P 值	0.0001	0.0009	0.0003	0.0002

通过表 4.1 可以看出，2005-2020 年黄河流域老年人健康水平的 Moran's I 均在 1%水平上显著，说明该流域老年人健康水平整体上呈现空间集聚分布态势，即黄河流域老年人健康水平高的地级市与健康水平高的地级市相邻，老年人健康水平低的地级市与健康水平低的地级市相邻。2005-2020 年，Moran's I 分别为 0.2141、0.1337、0.1997、0.1539，说明该流域老年人健康水平空间正相关程度整体呈波动下降的态势。

4.3 黄河流域老年人健康水平局部空间自相关分析

全局 Moran's I 显示 2005-2020 年黄河流域老年人在整体上存在空间相关性，但无法反映局部空间信息，因此采用热点分析方法反映局部关系。如图 4.1 所示，2005 年，黄河流域老年人健康水平 Getis-Ord G_i^* 指数值冷点地区共有 14 个地级市，占比为 19.72%，集中分布于黄河流域上游中的青海段、甘肃段、四川段。其中，阿坝藏族羌族自治州、甘南藏族自治州、临夏回族自治州、海东市等 8 个地级市在 99%置信度上显著为冷点地区；果洛藏族自治州、黄南藏族自治州、海南藏族自治州、固原市 4 个地级市在 95%置信度上显著为冷点地区；玉树藏族自治州、平凉市 2 个地级市在 90%置信度上显著为冷点地区。由此表明，2005 年黄河流域上游地区中青海段、甘肃段、四川段老年人健康水平整体偏低。热点地

区占比为 18.3%，共 13 个地级市。其中，鄂尔多斯市、巴彦淖尔市、包头市等 6 个地级市在 99%置信度上显著为热点地区；银川市、呼和浩特市、乌兰察布市等 4 个地级市在 95%置信度上显著为热点地区；榆林市、忻州市在 90%置信度上显著为热点地区。总体而言，2005 年，黄河流域老年人健康水平整体偏低。其中，冷点区集中分布于黄河流域上游中的青海段、甘肃段、四川段，热点地区主要分布于内蒙段。

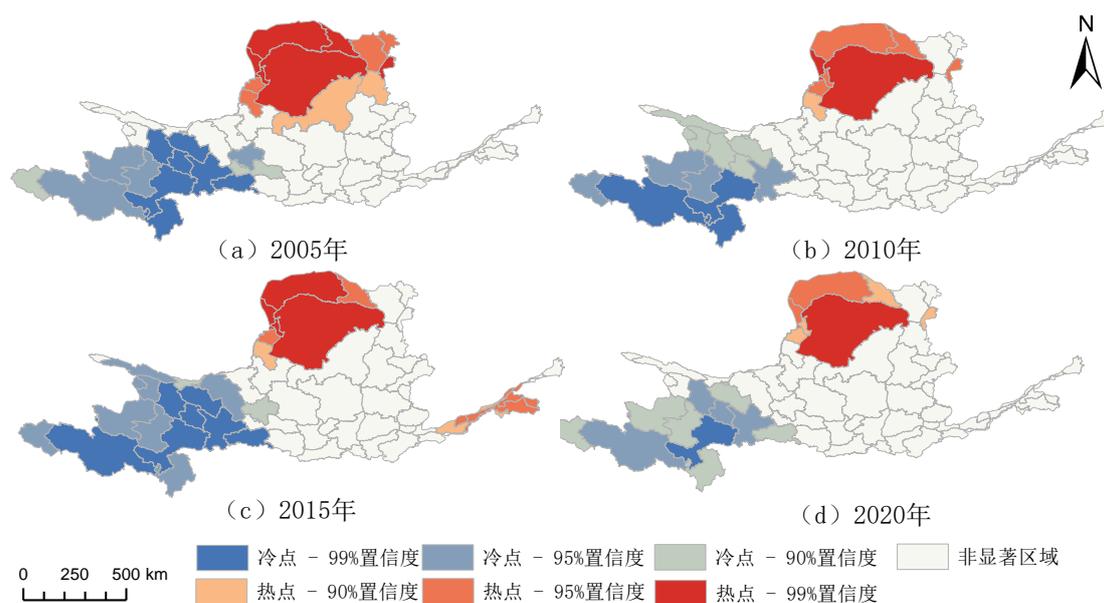
2010 年，黄河流域老年人健康水平 Getis-Ord G_i^* 指数值的冷、热点地区均有所收缩。该流域冷点地区下降为 13 个地级市，占比为 18.3%，集中分布于黄河流域上游中青海段、甘肃段和四川段。其中，在 99%置信度上显著为冷点地区的地级市，集中分布于果洛藏族自治州、甘南藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州；玉树藏族自治州、黄南藏族自治州、海南藏族自治州等藏区在 95%置信度上显著为冷点地区；西宁市、海东市、兰州市等地级市在 90%置信度上显著为冷点地区。该流域老年人健康水平的热点地区也有所减少，占比降至 12.68%，在鄂尔多斯市、阿拉善盟、乌海市、包头市等地级市聚集形成热点地区。总体而言，2010 年，冷点区与热点区大多位于黄河流域上游地区，且在 99%置信度上显著为冷点地区的地级市均位于黄河流域上游的高寒藏区。

2015 年，黄河流域老年人健康水平 Getis-Ord G_i^* 指数值的冷点区与热点区的数量均有所扩张。冷点地区共有 17 个城市，占比为 23.94%。95%及以上置信度显著为冷点地区的地级市，在果洛藏族自治州、甘南藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州、玉树藏族自治州、黄南藏族自治州、海南藏族自治州等藏区的基础上，增加兰州市、定西市、海东市、白银市、西宁市等地级市。热点地区在该流域占比提升至 22.54%，主要集聚与黄河流域上游的内蒙段、下游的河南段与山东段。在黄河流域上游地区中鄂尔多斯市、阿拉善盟、乌海市等地依旧聚集形成热点地区；在黄河流域下游地区中安阳市、濮阳市、泰安市、济南市、淄博市、德州市在 95%置信度上显著为热点地区，新乡市、聊城市、济宁市在 90%置信度上显著为热点地区。总体而言，2015 年，冷、热点地区数量均有所扩张，且显著性有所提升。冷点地区主要位于黄河流域上游地区的青海段、甘肃段、四川段、热点地区主要位于该流域内蒙段、山东段。

2020 年，黄河流域老年人健康水平 Getis-Ord G_i^* 指数值冷点区占比为

16.91%，主要集中分布与青海段、四川段藏区，以及甘肃段的兰州市、定西市、天水市、临夏回族自治区。其中，甘南藏族自治州在 99%置信度上显著为冷点地区；果洛藏族自治州、海东市、临夏回族自治区、定西市在 95%置信度上显著为冷点地区；玉树藏族自治州、海西藏族自治州、黄南藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州、天水市、兰州市在 90%置信度上显著为冷点地区。热点区占比为 9.9%，主要聚集分布于鄂尔多斯市、阿拉善盟、乌海市、石嘴山市、包头市等 7 个地级市。总体而言，2020 年，黄河流域青海段、四川段、甘肃段老年人健康水平普遍较低，内蒙段老年人健康水平普遍较高。

综上所述，2005-2020 年，黄河流域老年人健康水平在空间上呈集聚分布的特征。黄河流域上游地区的果洛藏族自治州、甘南藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州、玉树藏族自治州、黄南藏族自治州、海南藏族自治州等藏区为稳定性冷点区，内蒙段为稳定性热点区，表明黄河流域老年人健康水平具有一定的空间锁定特征，形成一定时间的稳定性空间分布格局。



注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS（2019）1822 号的标准地图制作，底图无修改。

图 4.1 2005-2015 年黄河流域老年人健康水平热点分析

5. 黄河流域老年人健康水平影响因素分析

通过前文的时空演变分析发现黄河流域老年人健康水平整体上存在显著空间相关性，局部也呈空间集聚分布。因此，考虑到空间相关性，本研究采用经济距离权重矩阵的空间计量模型分析黄河流域老年人健康水平影响因素。

5.1 空间计量模型设定

在 Grossman 健康需求理论中，假设每个人都有一定的健康存量，并随着年龄的增长，健康存量不断发生折旧。健康不仅是消费品，也是投资品，人们可以对健康进行投资，以达到消费者效用最大化的目的。根据 Grossman 健康生产函数和消费者效用函数，本研究构建了一个简单健康生产函数，形式如下：

$$H_i = F(X) = F(EC, ED, DE, EN) \quad (5-1)$$

H_i 表示健康产出，即老年人健康水平； X 表示影响老年人健康水平的因素，本研究主要涉及 EC 经济水平、 ED 教育水平、 DE 住房环境、 EN 自然条件四个层面。

为了让各种类型的指标进行统一运算，先对数据进行对数处理，再利用 stata10.6 进行空间计量模型计算，以研究各自变量对黄河流域老年人健康水平的影响。空间计量模型将空间效应纳入模型中，可以识别不同地理单元之间的交互关系，现阶段比较成熟的空间计量模型包括以下三种形式：

(1) 空间误差模型 (Spatial Panel Error Model, SEM)

$$y_{it} = \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij} \mu_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5-2)$$

(2) 空间滞后模型 (Spatial Panel Lag Model, SLM)

$$y_{it} = \gamma \sum_{j=1}^n w_{ij} y_{it} + \beta x_{it} + \mu_{it} + v_t + \varepsilon_{it} \quad (5-3)$$

(3) 空间杜宾模型 (Spatial Panel Dubin Model, SDM)

$$y_{it} = \gamma \sum_{j=1}^n w_{ij} y_{it} + \beta x_{it} + \eta \sum_{i=1}^n w_{ij} x_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (5-4)$$

式中： y_{it} 为被解释变量，文中指老年人健康水平的观测值； x_{it} 为解释变量，文中指影响老年人健康水平的各影响因素； γ 为被解释变量空间回归系数； η 为解释变量空间回归系数，当 $\eta=0$ 、 $\gamma \neq 0$ 时，SDM 模型会退化为 SAM 模型，当

$\eta=0$ 、 $\gamma=0$ 时，SDM 模型会退化为 SEM 模型； μ_i 和 u_t 分别为个体固定效应和时间固定效应； ε_{it} 为随机误差项； w_{ij} 为空间权重矩阵，文中将黄河流域城市间的地理特征和经济特征同时考虑在内构建经济地理空间权重矩阵。

$$W_{ij} = w_{ij} \times \text{diag}\left(\frac{\bar{y}_1}{\bar{y}} \times \cdots \times \frac{\bar{y}_n}{\bar{y}}\right) \quad (5-5)$$

$$w_{ij} = \frac{1}{d^2} \quad i \neq j; \quad w_{ij} = 0 \quad i = j \quad (5-6)$$

$$y_i = \frac{1}{t_1 - t_0 + 1} \sum_{t=t_0}^{t_1} y_{\mu}; \quad y = \frac{1}{n(t_1 - t_0 + 1)} \sum_{j=1}^n \sum_{t=t_0}^{t_1} y_{\mu} \quad (5-7)$$

式中： W_{ij} 为经济地理空间权重矩阵； w_{ij} 为地理距离矩阵； $\text{diag}(*)$ 为对角矩阵； d 为城市间地理距离； \bar{y}_i 为第 i 个城市 t_0 到 t_1 期内人均 GDP 的平均值； \bar{y} 为所有城市 t_0 到 t_1 期内人均 GDP 的平均值。

5.2 指标选取与数据说明

综合考虑已有研究的健康影响因素构建回归模型，并遵循科学性、系统性和可操作性等原则，以黄河流域老年人健康水平作为被解释变量进行回归分析，基于 Grossman 健康生产函数，从经济水平、教育水平、居住环境、自然环境四个层面构建影响因素指标体系，如表 5.1 所示。

经济水平不是直接对老年人健康水平产生影响，而是因为经济增长水平存在地区差异，从而影响不同地区医疗卫生产品与服务的享有程度，经济增长水平越高的地区享有更优的医疗卫生资源，经济增长水平越差的地区享有的医疗卫生资源也越差，从而影响不同地区老年人健康水平。人均 GDP 是反映社会经济增长的重要指标^[63]，人均 GDP 对于居民健康水平由较强的即时或滞后的正向影响，因此文中选用人均 GDP 反映经济增长水平。

教育水平对老年人健康影响可以通过以下两个方面发生作用。一方面，受教育水平越高的居民往往收入水平更高，从而拥有更好抵御因病返贫和因病致贫的经济能力。另一方面，受教育水平会与居民的健康素养水平呈正相关，而健康素养水平会直接影响其健康行为，即受教育高的居民会倾向于更加健康的生活方式，如增加锻炼、合理膳食等。文中采用平均受教育年限反映教育水平。

环境因素主要包括自然环境与居住环境，老年人生活环境不同，导致存在的

健康风险也不同。自然环境与疾病的地理分布密切相关，大骨节病、克山病等地方病，鼠疫、疟疾等传染病，心脑血管疾病等病因复杂的疾病均存在空间热点，很好佐证了自然环境是影响居民健康不可忽视的影响因素^[64]。居住环境对于因生理性衰弱而减少流动的老年人而言尤其重要。因此，文中采用拥有厨房比例、拥有厕所比例反映居住环境，平均海拔、平均气温、平均降水反映自然环境。

表 5.1 黄河流域老年人健康水平影响因素指标

目标层	准则层	指标层	单位
	经济水平	人均 GDP	元/人
黄河流	教育水平	平均受教育年限	年
域老年	居住环境	拥有厨房比例	%
人健康		拥有厕所比例	%
水平影		平均海拔	m
响因素	自然环境	平均气温	°C
		平均降水	mm

5.3 整体回归模型构建

5.3.1 Pearson 相关性检验与多重共线性检验

首先，通过 Pearson 相关性检验分析黄河流域老年人健康水平指数之间的关系，如表 5.2 所示，人均 GDP、平均受教育年限、拥有厨房比例、平均气温与黄河流域老年人健康水平有较强的正相关关系，表明提高经济发展水平、受教育水平，改善居住环境能有效改善老年人健康水平。平均海拔与该流域老年人健康水平之间存在较强负相关关系，说明高海拔对老年人健康有抑制作用。拥有厕所比例、平均降水与该流域老年人健康水平之间呈正相关但不显著，因而剔除这两个指标。

其次，VIF 表示方差膨胀因子，一般认为 VIF 大于 10，则变量之间存在多重共线性，通过表 5-2 可知，解释变量的方差膨胀因子均小于 10，表明解释变量之间的共线性较弱，因此模型中的多重共线性问题可以忽略。

表 5.2 2005-2020 年 Pearson 相关性检验与多重共线性检验

	Pearson 相关系数	共线性检验	
		容差	VIF
人均 GDP (PGDP)	0.583***	0.689	1.452
平均受教育年限 (AEDU)	0.744***	0.520	1.924
拥有厨房比例 (PKIT)	0.302***	0.458	2.184
拥有厕所比例 (PTOI)	0.183	0.461	2.168
平均海拔 (AAIT)	-0.324***	0.561	1.782
平均气温 (ATEM)	0.315***	0.753	1.329
平均降水 (APRE)	0.014	0.7870	1.282

注：a 为黄河流域老年人健康水平。***: $p < 0.001$; **: $p < 0.05$; *: $p < 0.1$ 。

5.3.2 空间计量模型选择

前文分析中证明了黄河流域老年人健康水平存在全局与局部的空间相关性，为进一步确保引入空间计量模型的合理性，首先，运用拉格朗日乘数形式的检验，LM 检验分为 LM-lag 与 LM-error，稳健的 LM 检验同样分为以上两种情况。从表 5-3 中的 LM 检验结果可以看出，模型存在空间相关性，因采用空间计量模型。其次，运用豪斯曼检验（Hausman 检验）发现在固定效应模型与随机效应模型之中，应选择固定效应模型。最后，本研究通过 LR 检验判断 SDM 模型是否可以转化为 SLM 模型或 SEM 模型，检验结果均为拒绝可以退化为 SLM 模型或 SEM 模型的原假设，所以应选择 SDM 模型。综合上述的检验，应建立固定效应的 SDM 模型。

表 5.3 面板数据形式的检验

	特征值	P 值
LM-lag test	9.812	0.002
LM-error test	11.662	0.001
Robust LM-lag test	3.550	0.05

Robust LM-error test	2.593	0.008
Hausmantest	197.02	0.000
LR-lag test	0.99	0.076
LR-error test	24.44	0.000

5.3 空间杜宾模型结果与分析

从表 5.4 可以看出, 人均 GDP、平均受教育年限对本市老年人健康水平存在显著正向影响, 系数分别为 0.0171、0.0162, 且人均 GDP 和受教育水平的提升对周围地区老年人健康水平也存在着显著正向作用, 说明黄河流域老年人健康水平提升有赖于本市以及周围城市经济增长水平和受教育水平提升。拥有厨房比例和年均气温对本地老年人健康水平改善有显著正向作用, 系数分别为 0.0855、0.0969, 说明改善老年人居住环境与保持合适气温可以有效提高老年人健康水平。而平均海拔对本市老年人健康水平有明显抑制作用, 说明高海拔地区不利于老年人健康水平提升。

表 5.4 空间杜宾模型回归结果

Variable	Coefficient	Std	Variable	Coefficient	Std
PGDP	0.0171***	0.0052	W*PGDP	0.0148**	0.0072
AEDU	0.0162***	0.0017	W*AEDU	0.0008**	0.0019
PKIT	0.0855***	0.0165	W*PKIT	-0.0336	0.0172
AAIT	-0.0305**	0.0129	W*AAIT	-0.0092	0.0134
AITEM	0.0969***	0.0160	W*AITEM	0.0163	0.0163

注: ***: $p < 0.001$; **: $p < 0.05$; *: $p < 0.1$ 。

考虑到利用点估计检验空间溢出效应可能存在偏误, 并为全面的解释上述模型中各参数估计结果所包含的全部信息, 接下来运用偏微分方法估计总效应、直接效应和间接效应, 具体如表 5.5 所示。SDM 主效应显示人均 GDP、平均受教育年限、拥有厨房的比例、年均气温对黄河流域老年人健康水平具有显著积极作用, 系数分别为 0.0371、0.0193、0.0577、0.0712, 说明经济增长水平提升、平均受教育程度提高、居住环境改善可以有效提高老年人健康水平。海拔对黄河流域

老年人健康水平具有显著负向影响,系数为-0.0234,说明海拔是影响老年人健康水平的重要障碍因素,自然环境仍然是当代影响老年人健康水平的重要因素。黄河流域老年人健康水平影响因素的直接效应与主效应基本一致,直接效应表明人均GDP、平均受教育年限、拥有厨房比例、平均海拔、年均气温系数分别为0.0185、0.0163、0.0851、-0.0308、0.0931,说明经济发展、受教育水平和适宜居住环境与自然环境是提高城市老年人自身健康水平的重要因素,平均海拔对老年人健康水平具有显著负向影响,即恶劣的自然环境因素对老年人健康水平具有长期消极影响。这主要是由于反馈效应的存在,即某一地级行政单元通过影响相邻城市老年人健康水平再反过来影响本城市的老年人健康水平,从而使这些影响因素的直接效应与主效应有所不同。通过SDM间接效应分析发现,人均GDP和平均受教育年限分别为0.0186、0.0030,说明经济发展水平与教育水平对相邻城市具有显著正的空间溢出效应,即本城市人均GDP和平均受教育年限每提高1%,会使相邻城市老年人健康水平提高0.0186%、0.0030%。

表 5.5 空间杜宾模型的直接效应与溢出效应

Variable	Direct	Std	Indirect	Std	Total	Std
PGDP	0.0185***	0.0005	0.0186**	0.0007	0.0371***	0.0009
AEDU	0.0163***	0.0014	0.0030*	0.0017	0.0193***	0.0024
PKIT	0.0851***	0.0175	-0.0273	0.0167	0.0577*	0.0251
AAIT	-0.0308**	0.0136	-0.0071	0.0138	-0.0234*	0.0142
ATEM	0.0931***	0.0184	-0.0219	0.0184	0.0712**	0.0297

注: ***: $p < 0.001$; **: $p < 0.05$; *: $p < 0.1$ 。

5.4 稳健性检验

(1) 改变权重矩阵。为了更好的验证上述实证分析结果,采用反距离权重矩阵与邻接距离权重矩阵对黄河流域老年人健康水平影响因素进行稳健性检验,模型设定方法与前文保持一致,回归结果见表 5.6 所示,主要变量系数符号与显著性与原模型相一致,这表明模型是稳健的。

表 5.6 改变权重后的 SDM 模型

变量	反距离权重矩阵	邻接距离权重矩阵
----	---------	----------

Cons	0.3005***	0.2550***
PGDP	0.0017**	0.0028***
AEDU	0.0208***	0.0083**
PKIT	0.0181**	0.0006**
AAIT	-0.0061**	-0.0054***
AEM	0.0042**	0.0047***
W*PGDP	0.0018*	0.0017**
W*AEDU	-0.0061**	0.0014**
W*PKIT	0.0169	0.1276
W*AAIT	0.0070	-0.0001
W*AEM	-0.0004	-0.0005
ρ	0.1964***	0.6235***
R-sq	0.6085	0.5499
Log-likelihood	567.6973	700.2075

(2) 改变变量衡量方式。老年人健康水平衡量方式对本研究的实证结果十分重要，因此采用黄河流域老年人延长预期寿命、老年人死亡率与老年人生活自理能力衡量老年人健康水平，其他变量保持不变，回归结果如表 5.6 所示。从表中可以看出，各个影响因素的系数稍有变动，但是正负号与显著性没有发生显著变化，可以看出文中结论是稳健的。

表 5.7 改变变量的 SDM 模型

Variable	Coefficient	Std	Variable	Coefficient	Std
PGDP	0.0259***	0.0006	W*PGDP	0.0127**	0.0006
AEDU	0.0435***	0.0057	W*AEDU	0.0345**	0.0059
PKIT	0.0554**	0.0465	W*PKIT	-0.0071	0.0052
AAIT	-0.0092***	0.0019	W*AAIT	-0.0029	0.0199
AEM	0.01593***	0.0133	W*AEM	0.0116	0.0149

注：***：p<0.001；**：p<0.05；*：p<0.1。

6. 研究结论与政策建议

6.1 研究结论

本研究以黄河流域 71 个地级行政单元为研究对象，采用熵值法从身体健康水平、健康生活环境和健康医疗条件三个维度综合评价该流域 60 岁及以上老年人健康水平，利用空间自相关模型和热点分析等方法分析该流域老年人健康水平时空演变规律，并运用空间杜宾模型分析该流域老年人健康水平的影响因素，研究结论如下：

(1) 根据熵值法测算得到 2005-2020 年黄河流域各市老年人健康水平指数，从流域整体来看，黄河流域老年人健康水平指数由 0.5447 提高至 0.6165，增速为 13.29%，说明该流域老年人健康水平整体呈上升趋势。从市（州）尺度来看，省会城市老年人总体健康水平较高。从流域尺度来看，黄河流域上游老年人健康水平指数由 0.5331 提升至 0.6120，中游由 0.5603 提升至 0.6180，下游老年人健康水平指数由 0.5455 提升至 0.6246，即黄河流域上、中、下游老年人健康水平均呈增长态势，但其增速有所不同。具体而言，上游地区增速最快，为 14.80%，下游次之，为 14.49%，中游增速最慢，为 10.30%。

(2) 利用全局空间自相关方法，对黄河流域 2005-2020 年老年人健康水平进行计算，分析得到该流域老年人健康水平 Moran's I 均在 1%水平上显著，说明该流域老年人健康水平整体上呈现空间集聚分布态势，即黄河流域老年人健康水平高的地级市与健康水平高的地级市相邻，老年人健康水平低的地级市与健康水平低的地级市相邻。

(3) 热点分析结果显示，2005-2020 年，黄河流域老年人健康水平在空间上呈集聚分布的特征。黄河流域上游地区的果洛藏族自治州、甘南藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州、玉树藏族自治州、黄南藏族自治州、海南藏族自治州等藏区为稳定性冷点区，内蒙段为稳定性热点区，表明黄河流域老年人健康水平具有一定的空间锁定特征，形成一定时间的稳定性空间分布格局。

(4) 黄河流域老年人健康水平受经济增长水平、受教育水平、居住环境与自然环境的影响。经济增长水平与受教育水平的提升会显著改善该流域老年人健康水平，并且明显存在空间溢出效应。拥有厨房比例与年均气温直接正向作用于该

流域老年人健康水平,对周围地区老年人健康水平无显著影响。平均海拔对该市(州)老年人健康水平有显著负向影响,但其空间溢出效应并不明显。

6.2 政策建议

老年人健康是一个复杂课题,需要综合多学科、多维度的研究。目前我国健康老龄化取得显著成就,黄河流域老年人综合健康水平显著改善,但老年人健康水平区域差异依然存在,在不断提高黄河流域老年人健康水平的同时,如何统筹兼顾缩小流域间老年人健康水平的区域差异,是值得思考的问题。因此为了提高黄河流域老年人健康水平,本研究提出以下建议:

(1) 全面提高人口健康水平,缩小区域健康不平等。黄河流域老年人健康水平分布在空间上呈现明显的集聚性与差异性。为此,需要从以下两个方面入手:一是国家在发挥宏观调控作用时,应充分考虑流域间的健康水平分布差异,医疗卫生资源与经济资源更多倾斜向上游地区,尤其需要将资源倾斜向上游地区中的高寒藏区。可以通过改善上游地区医疗卫生基础设施,引进发达地区的医疗设备,利用“互联网+”完善便民医疗服务,利用技术手段让下游老年人健康水平较高的地区对上游地区老年人健康水平较低的地区进行帮扶,建立医疗信息共享与交流平台。并且,前文研究发现该流域上游地区医疗卫生人员远低于下游地区,因此需重视上游地区医护人才培养,通过优惠政策吸引人才流入。二是各地级行政单元应在遵循国家政策的基础上,结合老年人身体健康水平、健康生活环境与健康医疗条件等方面的具体情况,可以通过大数据分析黄河流域不同地区老年人健康水平特征,做好老年人健康水平监测与疾病预防,因地制宜地探索更多模式,努力缩小地区间的健康不平等现象。

(2) 推动经济高质量发展,让老年人共享发展成果。经济增长水平能有效改善黄河流域与周围地区老年人健康水平,所以应大力发展经济,提高经济发展质量。在经济发展过程中应注意以下两个方面,一是政府应努力缩小黄河流域上、中、下游地区之间经济发展差异,让经济发展水平相对落后上游地区的老年人也能共享发展成果。具体而言,可以提高老年人养老金与最低生活补助,加大对基层养老事业的财政投入,尤其是可以进一步增加高原补贴养老金,增加青藏高原

地区老年人退休收入,增加其应对疾病风险的能力。二是社会应大力发展养老产业,通过增加养老娱乐场所、在公园增设老年活动设施、完善养老院基本设施与服务等方法增加老年人幸福感与获得感,切实让老年人共享发展成果。

(3) 加强环境保护,营造宜居环境。居住环境与自然环境对老年人,健康水平有显著影响。人类个体健康差异只有小部分受遗传内因控制,大部分取决于健康的生活方式与环境等外因与其内因相互作用。一方面,保护自然环境,发展经济不得以牺牲环境为代价。首先,黄河流域中、下游城市化水平相对较高,整体污染水平较为严重,相关部门应对经济项目进行合理评估,考虑其经济效益与可能带来的污染,以最小的污染带来最大的经济效益。并且水与空气为公共物品,减少大气污染与水污染排放也是在保护人类健康,所以需要政府加大对高污染、高排放的企业加大惩治力度,增加治理环境污染的投资,尽量减小环境污染程度。其次,黄河流域上游地区整体污染物排放不高,但人均污染物排放很高,亟需提高城市污水、废气处理能力,并提托自身丰富的光热、风能资源,转变能源结构,普及清洁能源。最后,需要提高公众环保意识。黄河流域在我国具有重要的生态价值,每一个公众都应该树立环保意识,从节约用水、低碳出行等小事做起。另一方面,改善老年人居住环境。既要保障老年人住房安全,又要为老年人提供一些居家养老服务,推进智慧养老建设。可以通过实行租购并举与住房适老化改造等措施,减小居民对住房消费的焦虑,提高住房空间利用效率。

(4) 加强健康教育,提高老年人健康素养。受教育水平对黄河流域老年人健康水平改善有显著正向效应,因此,应大力开展健康教育。首先,需要提高全民教育水平,尤其是上游高寒藏区老年人平均受教育水平,提高老年人平均受教育年限在一定程度上,可以增加老年人收入获取能力与抵御疾病风险的能力;其次,加大健康宣传教育,可以在公共场所设立老年健康教育宣传栏,还可以利用网络媒体等进行健康教育宣传,促使老年人增加健康投资,如购买医疗保险、定期体检等,提高老年人健康水平,从而减小因病返贫与因病致贫的可能性;最后,老年人自身需要养成良好的健康行为,增加其健康认知,提高健康素养。具体而言,在行为习惯方面,改变酗酒、熬夜抽样等不良生活习惯,保持适量运动,避免久坐等行为,增加社交活动;在饮食习惯方面,养成合理膳食习惯,保持营养均衡

参考文献

- [1]尹星星,周榕.社会经济地位、代际支持行为与老年健康贫困——基于五地 2113 名城市独居老人的实证分析[J].人口与发展,2021,27(05):46-57.
- [2]胡琼玲,姚强.居住方式对老年人自评健康的影响研究——基于 2018 年 CLHLS 数据的实证分析[J].卫生经济研究,2022,39(04):46-49.
- [3]乔晓春,胡英.中国老年人健康寿命及其省际差异[J].人口与发展,2017,23(05):2-18.
- [4]Dilnot A.The burden of triumph: meeting health and social care needs[J].Lancet.2017,309(103):1630—1631.
- [5]白晨,顾昕.高龄化、健康不平等与社会养老保障绩效研究——基于长期多维健康贫困指数的度量与分解[J].社会保障研究,2019, (02):3-12.
- [6]健康中国 2030 规划纲要[Z].中国政府网,2016-11-03.
- [7]十三五健康老龄化规划[Z].中国政府网,2017-02-06.
- [8]H.B.戈罗什科,E.K.叶梅利亚诺娃,C.B.帕察拉,等.人口老龄化条件下的健康预期寿命——新冠肺炎疫情时代的全球趋势[J].社会科学战线,2022, (02):210-217.
- [9]张永凯,杨春月,张晚军,等.黄河流域人口预期寿命的时空演化及影响因素分析[J].地球信息科学学报,2022,24(05):902-913.
- [10]刘彦随,夏军,王永生,等.黄河流域人地系统协调与高质量发展[J].西北大学学报(自然科学版),2022,52(03):357-370.
- [11]周晓艳,郝慧迪,叶信岳,等.黄河流域区域经济差异的时空动态分析[J].人文地理,2016,31(05):119-125.
- [12]郭付友,佟连军,仇方道,等.黄河流域生态经济走廊绿色发展时空分异特征与影响因素识别[J].地理学报,2021,76(03):726-739.
- [13]李敏纳,蔡舒,张慧蓉,等.要素禀赋与黄河流域经济空间分异研究[J].经济地理,2011,31(01):14-20.
- [14]陆大道,孙东琪.黄河流域的综合治理与可持续发展[J].地理学报,2019,74(12):2431-2436.

- [15]舒尔茨. 对人进行投资:人口质量经济学[M]. 首都经济贸易大学出版社, 2002.
- [16]Grossman, Michael. "On the Concept of Health Capital and the Demand for Health." *Journal of Political Economy* .1972,80: 223 - 255.
- [17]WHO.The First Ten Years of the World Health Organization.[R].1948.
- [18]许军.健康评价[J].国外医学(社会医学分册),1999(01):1-3.
- [19]Arrow, Kenneth J. "Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care." *The American Economic Review*[J].1963, 53 (5): 941-73.
- [20]Boorse, C. Health as a Theoretical Concept[J].*Philosophy of Science*[J].1977, 44:542-573.
- [21]Smyth F. Medical geography: therapeutic places, spaces and net-works[J]. *Progress in Human Geography*, 2005,29(4):488-495.
- [22]Benyamini Y. Why does self-rated health predict mortality? An update on current knowledge and aresearch agenda for psychologists[J]. *Health Psychology*, 2011(26): 1407-1413.
- [23]Bircher J, Kuruvilla S. Defining health by addressing individual, social, and environmental determinants: new opportunities for health care and public health. *J Public Health Policy*.2014,35 (3):363-86.
- [24]UK Secretary of St at e for Health. The NHS Plan:a plan for investment, a plan for reform[R].London:St ationary Publishing Office ,2000.
- [25]Derek Wan less.Securing ou r Future Health:Taking a Long -termVi ew[R].London:ThePublic Enquiry Unit, 2002.
- [26]UK Secret ary of St ate for Health.Deli vering the NH S Plan:n extst eps on investmen t, next steps on reform[R] .London:St ationaryPu blishing Office, 2002.
- [27]高红. 中国人个人健康评价指标体系研究[D].华中科技大学,2011.
- [28]汪金鹏,江启成.安徽省小康社会居民健康素质评价指标体系研究[J].*卫生软科学*,2006, (02):122-125.
- [29]金淑磊. 黄河流域居民健康水平及影响因素分析[D].西北师范大学,2021.

- [30]李志远. 国民健康水平测度及其影响因素研究[D].南京财经大学,2020.
- [31]Jessica YH, Arun SH. Recent trends in life expectancy across high income countries: retrospective observational study. *BMJ*. 2018,5(362):k2562.
- [32]苗鑫蕾,郑荣寿,蔡玥,等. 健康期望寿命的测算和应用[J].环境与职业医学,2019,36(03):277-281.
- [33]果臻,彭媛,梁海俐.中国老年人口预期寿命增长滞后问题研究[J].中国人口科学,2020, (03):104-114.
- [34]SidneyK, Amasa B, Roland W, et al.. Studies of Illness in the Aged: The Index of ADL: A Standardized Measure of Biological and Psychosocial Function[J].*Journal of the American Medical Association*,1963,185(12):13-29.
- [35]文国丽. 中老年人健康影响因素分析[D].贵州财经大学,2019.
- [36]周勇义,宋新明.中国城市老年人日常生活自理能力社会经济差异的年龄模式研究[J].人口与发展,2017,23(04):80-85.
- [37]张文娟,王东京.中国老年人口的健康状况及变化趋势[J].人口与经济,2018(04):86-98.
- [38]WaldronI. Sex differences in human mortality: The role of genetic factors[J]. *Social Science & Medicine*.1983,17(06):321-333.
- [39]王德文,叶文振.中国老年人健康状况的性别差异及其影响因素[J].妇女研究论丛,2006(04):21-26.
- [40]杜本峰,王旋.老年人健康不平等的演化、区域差异与影响因素分析[J].人口研究,2013,37(05):81-90.
- [41]Jun J Y, Kim S A, Park W S, et al. The Difference of Health Status between Urban and Rural Elderly[J]. *Korean Journal of Family Medicine*, 2002, (11): 1348-1358.
- [42]黄柏石,李思思,仝广乾,林宇敏,刘晔.中国老年人口自评健康水平的空间分异及影响因素研究[J].人文地理,2020,35(03):37-47.
- [43]Noymer A, Lee R. Immigrant health around the world: Evidence from the world values survey[J]. *Journal of Immigrant & Minority Health*, 2013, 15(3): 614-623.
- [44]Jeong J H. The Factors Influencing the Life Satisfaction and Depression between Urban and Rural Elderly [J] . *Journal of the Korean Institute of Interior Design*,2012,(6):121-128.

- [45]Brulle RJ, Pellow DN. Environmental justice: human health and environmental inequalities. *Annu Rev Public Health*. 2006, 27:103-24.
- [46]杜本峰,郭玉.中国老年人健康差异时空变化及其影响因素分析[J].*中国公共卫生*,2015,31(07):870-877.
- [47]曾通刚,赵媛,杨永春,贺容.中国老年群体脆弱性时空格局与性别协调发展特征——基于积极老龄化政策框架[J].*地理科学*,2019,39(12):1910-1918.
- [48]赵雪雁,王伟军,万文玉.中国居民健康水平的区域差异:2003-2013[J].*地理学报*,2017,72(04):685-698.
- [49]Winkleby M A,Jatulis D E, Frank E, et al.Socioeconomic status and health: how education, income, and occupation contribute to risk factors for cardiovascular disease.[J]. *American Journal of Public Health*,1992,82(6):67-82.
- [50]阿比吉特·班纳吉,埃丝特·迪弗洛. 贫穷的本质: 我们为什么摆脱不了贫穷 [M]. 北京: 中信出版社, 2018.
- [51]Wagstaff A E, Vandoorelare E, Watanabe N. On decomposing the causes of health sector inequalitieswithan application to malnutrition inequalities in Vietnam[J].*Journalof Econometrics*,2000,112(1) : 206-212.
- [52]O'Neill, June E, Dave M. "Health Status, Health Care and Inequality: Canada vs. the U.S." [J].*Forum for Health Economics & Policy*,2008,10(1):30-32.
- [53]连至炜,李晋磊,金平阅,等.城市社区老年人自评健康状况及其影响因素[J].*医学与社会*,2020,33(11):47-51.
- [54]王洪亮,朱星姝,陈英哲.与收入相关的健康不平等及其动态分解——基于中国老年群体的实证研究[J].*南京审计大学学报*,2018,15(06):29-38.
- [55]顾丽娟. 基于多层次模型的健康地理问题研究[D].华中师范大学,2017.
- [56]陈晓荣,刘香荣,杨引梅,王桂琴.高海拔地区老年人健康状况和卫生保健需求调查[J].*中华护理杂志*,2002(01):67-68.
- [57]杨群,邓静,张宁,陈赵云.触景伤心——高原环境对心理健康及认知功能的影响[J].*医学争鸣*,2013,4(05):43-44.
- [58]俞国良,陈婷婷,赵凤青.气温与气温变化对心理健康的影响[J].*心理科学进展*,2020,28(08):1282-1292.

- [59]杨振,刘会敏,王晓霞.中国人口健康分布的时空变化与影响因素[J].世界地理研究,2017,26(02):161-168.
- [60]杜鹏,张文静,张翼,等.大气臭氧长期暴露与中老年人群抑郁的关联[J].中华疾病控制杂志,2021,25(10):1126-1132.
- [61]刘晓霞,邹小华,王兴中.国外健康地理学研究进展[J].人文地理,2012,27(03):23-27.
- [62]于一凡.建成环境对老年人健康的影响:认识基础与方法探讨[J].国际城市规划,2020,35(01):1-7.
- [63]早川和男著,李桓译.居住福利论[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [64]曲嘉瑶.城市居住环境对老年人生活质量的影响——以北京市为例[J].城市问题,2018(12):44-54.
- [65]龚胜生,陈云,张涛,张正杰.1990—2010年中国人口预期寿命与人均GDP的相关关系及其变化特征[J].经济地理,2020,40(02):23-51.
- [66]顾丽娟.基于多层次模型的健康地理问题研究[D].华中师范大学,2017..
- [67]周春芳,禄晓龙,伍红艳,杨星.健康城市建设经济环境可持续发展评价研究[J].中国健康教育,2021,37(12):1070-1081.
- [68]刘达伟.Excel在死亡统计中的应用[J].中国卫生统计,2001(6):49-50.
- [69]李畅,王安丽,龚胜生,等.中国中部六省预期寿命时序加密估算研究[J].地理学报,2020,75(10):2269-2280.

硕士期间发表的论文及参与的课题

一、发表的论文

- 1.张永凯,杨春月,张晚军,毕潇梅.黄河流域人口预期寿命的时空演化及影响因素分析[J].地球信息科学学报,2022,24(05):902-913.
- 2.张永凯,杨春月.县域视角下云南省农村贫困空间差异及其影响因素[J].河北师范大学学报(自然科学版),2021,45(06):620-628.
- 3.张永凯,杨春月.我国城乡居民因病返贫风险的动态变化及其影响因素[J].福建农林大学学报(哲学社会科学版),2021,24(04):50-59.

二、参与的课题

- 1.全球化视角下我国区域创新系统的演化机制研究
- 2.甘肃省积极应对人口老龄化实施方案编制
- 3.陇南黄土高原地区农业气象灾害的预警与防治研究
- 4.康乐县绿色生态产业发展规划
- 5.创新驱动视角下欠发达地区跨越式发展战略选择-以蓝白科技创新改革试验区为例
6. 甘肃省积极应对人口老龄化研究

致 谢

时光荏苒，转眼间我来到兰州财经大学已经七年了。从本科到研究生，从和平到段家滩，兰财承载着我青春的太多回忆。行文至此，我谨向所有对我给予过帮助的老师、同学、朋友、家人表达由衷的感谢与祝福。

桃李不言，下自成蹊。首先要感谢我的导师张永凯教授，从论文选题到多次修改后的初稿，每一步都离不开张老师的指导与帮助。正是因为张老师一丝不苟的修改，提出的宝贵意见，论文才得以成型；感谢张老师三年来对我学业上的帮助，花费大量的时间耐心地指导我的论文，老师的谆谆教诲我将铭记于心；感谢张老师三年以来总是温柔的指出我的问题，对于学生总是鼓励与支持，让我没有放弃自己。饮水思其源，成学念吾师。再次感谢张老师对我的帮助，也衷心祝福老师工作顺利、平安喜乐。

其次感谢人口、资源与环境经济学的各位老师，在论文开题时提出的宝贵意见，让论文更加完善。同时，要感谢我们师门的师姐王婧婧、甄妮、孙雪梅，师兄杨万宝，师妹田雨、毕潇梅，以及同门的段雅姝与马富成在一次次的组会中参与修改我的论文。尤其要感谢我的师妹兼闺蜜—毕潇梅，感谢小毕同学十多年来的相知相伴，感谢你将我视为最重要的朋友，也祝你在学术上取得更大的成就。此外，还要感谢我的舍友苏文杰、梁蒙蒙与孔云霄，让我的研究生生活增添了许多欢乐。

然后要感谢我的男朋友张晚军先生参与本次论文数据收集以及论文校对等工作；感谢张先生这三年来教会我许多空间分析方法的相关理论与软件操作，让我的语言表达与制图更加规范；感谢张先生多年来的包容、理解与陪伴。

最后感谢我家人对我无条件的支持与鼓励，你们是我不断前进的强大精神动力，也是我最坚强的后盾。

杨春月