

分类号 C8/390  
UDC                     

密级 公开  
编号 10741



硕士学位论文  
(专业学位)

论文题目 健康人力资本的测度及其对经济增长的影响研究

研究生姓名: 金官丽

指导教师姓名、职称: 马蓉教授

学科、专业名称: 统计学、应用统计硕士

研究方向: 社会经济统计分析

提交日期: 2024年6月3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： 金宜丽 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 马蓉 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： \_\_\_\_\_ 签字日期： \_\_\_\_\_

## 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： 金宜丽 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 马蓉 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： \_\_\_\_\_ 签字日期： \_\_\_\_\_

# Research on the Measurement of Healthy Human Capital and Its Impact on Economic Growth

**Candidate: Jin Guanli**

**Supervisor: Ma Rong**

## 摘要

健康是生命的基石，是推动社会发展的内在驱动力。在全球化和经济一体化的大背景下，国家之间的竞争愈发激烈，许多国家将健康人力资本的发展作为提高国家竞争力和保持经济持续增长的战略重点。为落实 2030 年可持续发展议程和国际承诺，全面提升中华民族健康素质，推动人民健康与社会经济的和谐共进，“健康中国 2030”被列为国家优先发展战略。其中，健康人力资本在创造社会财富的过程中有着举足轻重的地位。

随着人们健康水平地不断提高和医疗技术水平地不断进步，健康人力资本成为驱动经济增长的关键因素之一。鉴于此，本文首先根据 Grossman 健康需求曲线模型中对健康水平的衡量以及充分考虑我国居民的生活习惯、医疗条件、健康意识等多方面的实际情况，通过复合法构建健康人力资本综合指标体系；其次，基于 2010-2021 年中国 31 个省、直辖市、自治区的宏观数据，根据熵值法的客观赋权特征计算得到健康人力资本综合得分，以此来衡量我国健康人力资本水平，并对全国、各省、分区域进行比较分析；最后，基于内生增长理论，将健康人力资本引入到 C-D 生产函数，得到扩展后的 C-D 生产函数理论模型，在此基础上构建空间计量模型，通过空间自相关检验、Hausman 检验、效应检验、LM 检验、Wald 检验、LR 检验，最终选择空间杜宾模型分析健康人力资本对经济增长的影响，同时使用替换空间权重矩阵和补充变量法进行稳健性检验。

根据分析得出以下结论：（1）健康状况以及医疗卫生权重较高，是衡量健康人力资本的重要因素，而生活方式和居住环境虽然权重稍低，但同样是衡量健康人力资本不可忽视的因素；（2）健康人力资本存在区域差异，东部地区的健康人力资本综合得分最高，中部地区和东北地区次之，而西部地区的最低。总的来说，在经济发达地区的健康人力资本综合得分较高；（3）相比于教育人力资本，健康人力资本对经济增长的影响更显著，从空间效应可知，无论是直接效应、间接效应还是总效应，健康人力资本对经济增长的影响显著为正，即具有正向空间溢出效应。（4）健康人力资本对经济增长影响存在区域异质性。根据所得结论提出以下建议：（1）加强医疗服务建设，加大医疗卫生技术投入；（2）加强妇幼保健服务，推广健康教育和科普；（3）改善居住环境质量，提升国民健康水平；（4）推动健康人力资本发展，促进经济增长；（5）平衡区域间的健康人力资本，缩小地

区差异。

**关键词：**健康人力资本 经济增长 熵值法 C-D 生产函数 空间计量模型

## Abstract

Health is the cornerstone of life and the internal driving force behind social development. In the context of globalization and economic integration, competition between countries has become increasingly fierce. Many countries regard the development of healthy human capital as a strategic focus to improve national competitiveness and maintain sustained economic growth. In order to implement the 2030 Agenda for Sustainable Development and international commitments, comprehensively improve the health quality of the Chinese nation, and promote the harmonious progress of people's health and socio-economic development, "Healthy China 2030" has been listed as a national priority development strategy. Healthy human capital, in particular, holds a crucial position in generating social wealth.

With the continuous improvement of people's health levels and the advancement of medical technology, healthy human capital has become one of the key factors driving economic growth. In view of this, this paper firstly constructs a comprehensive index system of health human capital based on the measurement of health level in Grossman's health demand curve model and fully considers the living habits, medical conditions, health awareness and other aspects of Chinese residents. Secondly, based on the macroeconomic data of 31 provinces, municipalities, and autonomous regions in China from 2010 to 2021, the comprehensive score

of healthy human capital was calculated using the objective weighting characteristics of the entropy method. This score was used to measure the level of healthy human capital in China, and comparative analysis was conducted at the national, provincial, and regions; Finally, based on endogenous growth theory, healthy human capital is introduced into the C-D production function to obtain an extended theoretical model of the C-D production function. On this basis, a spatial econometric model is constructed, and the spatial autocorrelation test, Hausman test, effect test, LM test, Wald test and LR test are passed. The spatial Durbin model is selected to analyze the impact of healthy human capital on economic growth, and robustness tests are conducted using the replacement spatial weight matrix and supplementary variable method.

Based on the analysis, the following conclusions can be drawn: (1) Health status and healthcare have a high weight, which are important factors for measuring healthy human capital. Although lifestyle and living environment have a slightly lower weight, they are also factors that cannot be ignored when measuring healthy human capital; (2) There are regional differences in health human capital, with the highest comprehensive score in the eastern region, followed by the central and northeastern regions, and the lowest in the western region. Overall, the comprehensive score of healthy human capital is higher in economically developed regions; (3) Compared to educational human capital, healthy human capital has a more

significant impact on economic growth. From the spatial effect, it can be seen that whether it is a direct effect, an indirect effect, or an overall effect, the impact of healthy human capital on economic growth is significantly positive, indicating a positive spatial spillover effect; (4) There is regional heterogeneity in the impact of healthy human capital on economic growth. Based on the conclusions drawn, the following suggestions are proposed: (1) Strengthen the construction of medical services and increase investment in medical and health technology; (2) Enhance maternal and child health services, promote health education and popular science; (3) Improve the quality of living environment and enhance the national health level; (4) Promote the development of healthy human capital and promote economic growth; (5) Balance the healthy human capital between regions and narrow regional differences.

**Keywords:** Healthy Human Capital; Economic Growth; Entropy Method; C-D Production Function; Spatial Econometric Model

# 目 录

<b>1 引言</b> .....	1
1.1 问题的提出.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究目的.....	2
1.1.3 研究意义.....	2
1.2 相关文献综述.....	3
1.2.1 健康人力资本理论研究.....	3
1.2.2 健康人力资本的测度.....	5
1.2.3 健康人力资本对经济发展的影响.....	8
1.2.4 文献述评.....	10
1.3 研究内容与方法.....	10
1.3.1 研究内容.....	10
1.3.2 研究方法.....	12
1.4 创新性工作.....	14
<b>2 研究的理论基础</b> .....	15
2.1 人力资本理论.....	15
2.2 内生经济增长理论.....	15
2.3 健康人力资本理论.....	16
2.3.1 健康人力资本的形成.....	16
2.3.2 健康人力资本对经济增长的内生作用理论.....	17
2.4 健康人力资本衡量的理论基础.....	20
<b>3 健康人力资本的测度</b> .....	22
3.1 指标体系构建.....	22
3.2 数据处理及测度方法.....	24
3.2.1 数据来源及处理.....	24
3.2.2 测度方法.....	25

3.3 健康人力资本的测度.....	26
3.3.1 指标数据标准化与权重确定.....	26
3.3.2 全国健康人力资本水平分析.....	28
3.3.3 各省健康人力资本水平比较分析.....	28
3.3.4 分区域健康人力资本水平比较分析.....	30
<b>4 健康人力资本对经济增长的影响.....</b>	<b>33</b>
4.1 理论模型的构建.....	33
4.2 空间计量模型的构建.....	34
4.3 变量选取与数据来源.....	35
4.3.1 被解释变量.....	35
4.3.2 核心解释变量.....	35
4.3.3 控制变量.....	36
4.3.4 数据来源.....	38
4.4 空间自相关检验.....	39
4.4.1 全局空间自相关检验.....	39
4.4.2 局部空间自相关检验.....	40
4.5 模型的选择与估计.....	41
4.5.1 多重共线性检验.....	41
4.5.2 模型的选择.....	42
4.5.3 模型参数估计.....	43
4.5.4 模型的效应分解.....	44
4.5.5 区域异质性分析.....	46
4.5.6 稳健性检验.....	46
<b>5 研究结论与政策建议.....</b>	<b>50</b>
5.1 研究结论.....	50
5.1.1 健康人力资本主要受到健康状况和医疗卫生的影响.....	50
5.1.2 健康人力资本存在区域差异, 其在经济发达地区发展较好.....	50
5.1.3 健康人力资本促进经济增长且存在正向空间溢出性.....	51
5.1.4 健康人力资本对经济增长影响存在区域异质性.....	51

5.2 政策建议.....	51
5.2.1 加强医疗服务建设，加大医疗卫生技术投入.....	51
5.2.2 加强妇幼保健服务，推广健康教育和科普.....	52
5.2.3 改善居住环境质量，提升国民健康水平.....	52
5.2.4 提高健康人力资本，促进经济增长.....	53
5.2.5 平衡区域间的健康人力资本，缩小地区发展差异.....	53
<b>参考文献</b> .....	<b>54</b>
<b>附录</b> .....	<b>61</b>
<b>致谢</b> .....	<b>66</b>

# 1 引言

## 1.1 问题的提出

### 1.1.1 研究背景

人力资本是指一个国家或地区的劳动力人群,包括他们的技能、知识、经验、教育和健康水平等因素。健康水平作为人力资本的基本构成要素,对于个体的教育、培训以及工作等活动具有重要的生理基础作用。良好的健康水平不仅可以减少生病和伤害对工作产出的负面影响,还可以提高人们的工作效率和创造力。此外,人口健康水平的下降可能会导致劳动力短缺、生产效率降低以及社会福利负担加重,从而制约经济的增长。因此,注重提升和维护人口的健康水平,是促进人力资本发展和推动经济增长的重要因素之一。

1993年世界银行发布的《世界发展报告》中强调:良好的健康状况对劳动生产率和经济增长均产生积极影响。随着国民生活水平的提升,健康问题受到越来越多的关注,我国的健康服务体系建设也在不断发展和完善。2016年10月,中共中央国务院印发《“健康中国2030”规划纲要》,在报告中指出健康是促进人的全面发展的必然要求,是经济社会发展的基础条件。推进健康中国建设是提升中华民族健康素质、实现人民健康与经济社会协调发展的国家战略。2019年7月《健康中国行动(2019-2030)》提出了健康知识普及行动、合理膳食行动、健康环境以及妇幼保健促进行动等具体措施,全面健康的指导思想正在融入到社会的各个方面。2021年3月国务院发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》更是提出把保障人们的健康放在优先发展战略位置上,全面推进健康中国建设,坚持预防为主的方针,为人们提供全方位全周期的健康服务。此外,2022年4月国务院印发《“十四五”国民健康规划》中提出加快实施健康中国行动,深化医药卫生体制改革,持续推动发展方式从以治病为中心转变为以人民健康为中心,不断提高人民健康水平。2023年国家卫健委继续落实《国务院关于实施健康中国行动的意见》要求,持续推动实施各项行动,确保各项任务目标如期实现,全方位、全周期保障人民健康。这一系

列相关纲要的提出,是以人的健康为核心,旨在实现人的全面发展和提高总体健康人力资本水平为目标。这意味着将人的需求和福祉摆在首位,从而推动社会、经济 and 环境的可持续发展,让具有更高健康水平的劳动力成为经济增长的新动力。

人力资本作为重要的内生增长机制,之前的研究更注重教育人力资本对经济增长的影响,忽略了健康作用。而健康人力资本对经济增长至关重要,它有助于提高劳动生产率,促进经济多元化,减少医疗支出和资源成本。因此,通过了解和优化健康人力资本,政府和企业可以采取更准确和有效的措施,促进经济的稳定增长,提高社会生产力。基于此,本文利用复合法从多维度构建健康人力资本指标体系,该指标体系综合考虑健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境等方面,并根据熵值法对健康人力资本进行测度。在此基础上,首先,根据内生作用理论,将健康人力资本引入柯布道格拉斯(C-D)生产函数,得到扩展后的 C-D 生产函数模型。其次,基于该模型构建我国各省健康人力资本与经济增长关系的空间计量模型,分析我国健康人力资本对经济增长的影响。最后,根据实证结果提出对策建议,以提升我国的健康人力资本水平,并促进经济增长。

### 1.1.2 研究目的

随着当代社会的快速发展,健康人力资本成为推动经济发展的重要因素之一。本文通过展开健康人力资本的测度及其对我国经济增长的影响研究,旨在探讨影响健康人力资本的关键因素,并分析健康人力资本是否存在区域差异性。同时,深入剖析健康人力资本对经济产生影响的内在机制,有助于我们更好地认识健康人力资本在经济发展中的重要地位,也为政策制定者提供了科学决策的依据,从而更好地提升其质量,实现人力资本的有效配置和利用,促进经济的可持续发展。

### 1.1.3 研究意义

#### (1) 理论意义

本文通过借鉴国内外学者的研究成果并结合实际相结合,构建我国健康人力资本综合指标体系,以便更好地评估和管理人力资本的健康属性特征。多维度衡量健康人力资本可以更全面、更准确地评估其对经济增长的影响,同时也有助于政

策制定者制定多元化的政策方案,以促进健康人力资本的发展。在深入分析的基础上,构建健康人力资本与经济发展之间关联的实证分析模型。旨在探究健康人力资本如何影响我国的经济的发展,进一步揭示其内在机制,并得出健康人力资本对我国经济发展的作用,为经济增长提供坚实的理论依据。

## (2) 现实意义

人口老龄化问题的日趋突出以及传染性疾病的患病率增加,对经济增长产生直接的制约作用。另外,国家之间的竞争越来越激烈,使许多国家将健康人力资本的发展作为提高国家竞争力和保持经济持续增长的战略重点。因此,开展我国健康人力资本对经济增长的影响研究,有助于我国“健康中国行动(2019-2030)”的规划和实现,对于进一步深入理解经济增长机制,规划经济发展策略具有十分重要的现实意义。

## 1.2 相关文献综述

### 1.2.1 健康人力资本理论研究

#### (1) 健康概念的界定

结合以往研究发现,对健康人力资本未能形成一个比较统一的概念,要界定健康人力资本,首先要对健康做出界定。从狭义角度来看,健康仅仅指个体的生理完好无损。但如今,提到的更多的是广义的健康,世界卫生组织(WHO)将健康视为一个综合性概念,将其界定为“在生理方面、心理方面、社会适应方面以及道德方面都健康,才能被视为完全健康的人”,强调了健康的多维度性。从更深层次而言,健康是提升劳动生产率和维持国家经济稳定增长的前提条件和宝贵财富(Petty, 1691; Fisher, 1909)。

#### (2) 健康人力资本的综合属性及概念界定

Schultz(1961)和 Backer(1964)提出,人力资本指的是对生产者所进行教育、职业培训等相关投入,及其在接受教育期间所放弃的潜在收益,即机会成本的总和。具体表现为生产者所积累的生产知识、劳动技能、管理技能以及健康素质的总体存量。而 Mushkin(1962)首次将健康与教育人力资本区分开,并强调健康人力资本的重要地位。Mushkin 认为健康、知识、技能以及工作经验等因素

共同构成人的综合生产能力，影响着生产者的生产效率和社会的经济发展状况。但只有“健康”既可以作为投资品来影响人参与市场和非市场活动的能力，也可以作为消费品直接影响个人的效用和福祉，并认为健康人力资本作为人力资本，与教育人力资本有明显的区别。Becker（1964）打破人力资本理论在教育经济学领域的局限，认为健康是人力资本存量的一部分。随着社会的不断进步，健康在人力资本中凸显的重要性逐渐引起学者们的广泛关注。Grossman（1972）首次将健康引入到人力资本的理论模型框架体系中，拓展了 Becker（1964）的研究，引入健康效用函数于健康生产函数中，构建全面反映消费者行为的人力资本模型，形成完善的健康需求理论，并分析了影响健康人力资本存量的决定性因素。Barro（1996）在研究过程中将健康因素引进生产函数中，进而构建一个涵盖物质资本、健康人力资本、教育人力资本的三部门经济增长模型。相较于国外，国内对健康人力资本研究较晚，刘国恩等（2004）首次将健康视为重要的人力资本形式，定量分析其对家庭收入生产的贡献。随着对健康人力资本的深入研究，李明霞和周志钦（2012）的健康人力资本逐渐形成了包含生物、心理学、社会学等因素。王弟海（2012）在研究中深入探讨了健康人力资本、物质资本与消费之间的复杂关系，特别关注了食物消费和营养对健康人力资本的重要影响。侯芳和廖楚晖（2017）在内生增长理论和消费决策理论基础之上，通过实证研究后发现，中国在教育、健康、养老三方面的财政投入在不同程度上促进了人力资本的形成和积累。汪泓等（2017）明确指出，健康人力资本具有价值形态，对劳动力水平产生重要影响。具体而言，健康人力资本的健康状态直接决定了生产者的劳动力水平。作为一种重要的生产要素，健康人力资本被投入到生产过程中，为生产者创造产出效益。经济学家 Schultz 认为人的健康状况实际上可视为一种资本储备，可称之为健康资本，是最基础的人力资本。

基于上述学者们对健康人力资本的界定，本文借鉴汪泓等学者对健康人力资本的界定，认为健康人力资本是一个综合性概念，是在生产过程中对劳动力价值的投入与产出。通过政府提供的医疗卫生服务、医疗保险制度、环境保护措施等；社会层面的健康教育、预防保健活动等；以及个人在生活方式、饮食习惯、运动锻炼等多方面的综合性因素，实现生产过程中劳动力价值的最大化效益，并推动社会整体健康水平的提升。

## 1.2.2 健康人力资本的测度

在人力资本的研究领域中，教育人力资本获得广泛讨论，而健康人力资本领域的文献相对较少，主要原因教育人力资本可以通过教育年限等单一指标就可直接衡量。由于健康涉及多个维度且较为抽象。因此，难以建立统一的健康人力资本测量标准。国内外学者主要从微观和宏观视角对健康人力资本进行测度。

### (1) 微观视角个人健康的测度

从微观角度来看，使用个体健康状况作为代理指标，深入探究健康人力资本对收入产生的具体影响。从测度指标的选择上，通常采用人体测量变量，具体包括身高、体重以及 BMI（身体质量指数）等关键指标。Schulta（2002）、Thomas & Frankenberg E（2002）、Hokayem & Ziliak J P（2014）、Strauss J & Thomas D（1998）用身高和身体质量指数（BMI）以及营养状况作为健康测度指标，上述是依据较为客观的指标来测量健康人力资本。学者还采用自评健康数据直接作为个人健康水平来测量（James，2009；方亚和周薰，2012；Balaj 等，2017；王洪亮和朱星姝，2018；樊敏杰和张祎萌，2022）。除此之外，王鹏和刘国恩（2010）将个人测量和自我评价健康指标相结合来衡量健康人力资本。最后，魏宁和苏群（2013）优化自评健康表，加入是否有高血压、慢性病、身体质量指数以及个人生活习惯等变量，分析健康对农村劳动力就业参与的影响。邓力源等（2018）在研究健康人力资本对我国居民非农就业及其收入的影响时，综合性考虑将多种变量相结合来测量健康人力资本。

从微观角度衡量健康人力资本，学者通常借助的调查数据库有中国家庭收入调查数据（CHIP）（樊敏杰和张祎萌，2022）、中国健康与营养调查数据（CHNS）（魏众，2004；方亚和周薰，2012）、中国健康与养老追踪调查（CHARIS）（王洪亮和朱星姝，2018）、中国家庭追踪调查数据（CFPS）（邓力源等，2018；李姣媛，2021）、诺丁汉健康量表（白雪，2019）。

### (2) 宏观视角整体健康的测度

宏观视角测度的是国家或地区人口整体的健康水平。为了能够准确反映群体的健康状况，通常使用预期寿命、发病率、死亡率以及患病率等关键指标进行衡量并测度。在衡量健康水平方面，主要采用了投入法、产出法以及复合法这三种方法构建综合指标体系进行评估。

### ①投入法

投入法是针对健康投入，主要涵盖个人医疗卫生、国家公共卫生的投入以及营养食品支出等。其中，公共健康支出作为衡量健康人力资本指标之一，对提高居民健康水平发挥着关键作用（Lavy et al, 1996; Lee et al, 1997; Leipziger 等, 2003; Gong 等, 2012; 张芬等, 2012）。此外，王弟海（2008）将食物消费和营养摄入等健康投资因素作为衡量健康人力资本指标。而封岩和柴志宏（2016）将公共健康投资、私人健康投资分别用政府医疗卫生支出、私人医疗卫生支出变量表示，并分析其对经济增长的影响。研究表明相较于私人健康投资，公共健康投资对提升健康水平以及促进经济发展起主要作用。郝枫和张圆（2019）根据医疗保健费用、卫生总费用等指标来反映健康人力资本存量。该指标能够直观的反映地区在医疗保健和卫生方面的投入和支出水平，进而揭示健康人力资本的实际现状。金祥义和张文菲（2022）指出，健康人力资本作为企业人力资本的关键组成部分，其形成与医疗支出的增加密切相关，进而对企业出口产生积极的推动作用。胡耀岭和徐洋洋（2023）从人力资本视角出发，深入探讨了政府健康投资与个人健康投资在促进共同富裕方面的效应，揭示了健康资本投资对共同富裕的机制路径及其异质性影响。此外，韩丽莹（2021）从投入角度以农村健康人力资本投资与经济增长的研究成果为基础，构建基层医疗卫生服务供给、人口结构、私人健康投资、农村居住环境，通过熵值法测度得到健康人力资本投资指数来衡量健康人力资本。最后，从成本角度考察健康人力资本的投入，选择医生数、每万人拥有医疗床位数来衡量健康人力资本（王文静等, 2012; 谢智康和杨晶, 2020; 廖泽芳等, 2023; 孙正成, 2023），反映了国家或地区对于医疗卫生领域的投资和资源配置，代表医疗卫生服务的供给水平。

### ②产出法

健康投入的产出结果是通过产出法来衡量的。从基本健康状况角度考察健康人力资本，存活率、死亡率等代理指标是主要衡量健康人力资本的指标（Kelle, 1995; 陈浩, 2010; 刘薪, 2018），反映人力资本的整体健康状况。孙淑军等（2021）在研究劳动力不同迁移地区健康人力资本与区域经济增长的关系时，选取人口死亡率的倒数代替健康人力资本进行分析。此外，预期寿命也是最为直接衡量健康人力资本的指标（Bloom 等, 2001; 张颖熙和夏杰长, 2020; 连艺博, 2020）。

蒋萍等（2008）选用预期寿命作为衡量健康水平的指标，并以人口死亡率作为补充指标。研究表明，人口的健康水平对经济增长具有显著的推动作用。从妇幼保健的角度考察健康人力资本，余静文和苗艳青（2019）、胡鞍钢（2023）在研究中选取预期寿命、婴儿、5岁以下儿童及孕产妇死亡率等指标，将其作为衡量健康人力资本的代理变量。

### ③复合法

基于投入或产出法构建健康人力资本的指标不够全面具体，因此提出了复合法，该方法是将投入和产出指标同时放在一个测量体系中，可以较为全面的衡量健康人力资本。雷尚君等（2022）提出，为构建一套全方位、全周期的健康服务指标体系，必须深化医疗卫生服务改革，加大对医疗卫生服务的投入力度，以便更好地满足人民群众的健康需求。

从健康人力资本水平来看，饶勋乾和成艾华（2007）根据人均预期寿命、医疗和养老保险参保人数、卫生人员数和床位数、离退休人员的养老福利费用作为健康代理指标，分别计算寿命系数、保险系数、卫生系数、福利系数，在此基础上构建健康人力资本的加法模型，来衡量健康人力资本。汪泓等（2017）从投入与产出的双重视角下，构建了健康人力资本指标体系，深化了相关理论内涵。曹泽和朱小婉（2019）在衡量健康水平时，综合考虑了个人因素、社会因素以及卫生服务等多方面的相关指标，基于因子分析方法进行综合分析，进而计算出健康人力资本得分，该得分能够较为全面地反映生产者的健康人力资本水平。王绪金和王崇锋（2021）对于健康人力资本根据生活方式、环境因素、卫生服务等方面构建评价指标体系，采用因子分析法将多个健康指数合成一个综合性的健康人力资本评价指标，并深入分析健康人力资本对经济增长的影响，从而揭示健康人力资本与经济发展之间的内在联系。陈康宁（2021）利用 Delphi 法和 AHP 法从健康投入和健康产出构建电子商务企业建立人力资本指标体系，并对健康人力资本进行测算，从而为企业制定更为精准的人力资本管理策略提供有力支持，促进企业的可持续发展。霍仕鑫（2022）基于基本健康、预防保健、医疗资源与质量、健康环境 4 个维度构建了健康人力资本指标体系，较为全面的评估健康人力资本。

从投入产出效率来衡量健康人力资本，骆永民（2011）从投入和产出构建健

康人力资本指标体系,其中,投入指标选取人均医疗卫生支出,产出指标选取万人病床位。基于 DEA 方法,计算公共卫生支出的投入产出效率,作为健康人力资本的代理变量,分析其对经济增长的影响。研究结果显示,健康人力资本对经济增长具有正向的空间外溢效应。李向前和黄莉(2016)结合数据包络和随机前沿两种方法,计算涵盖教育人力资本、健康人力资本两大要素的省域的全要素生产率。对比分析可知,我国省域的全要素生产率整体上呈现持续增长的趋势,但不同省份之间仍存在较大的差异。此外,相较于教育人力资本,健康人力资本在区域经济发展中的贡献更为显著,凸显了健康人力资本在推动区域经济增长中的重要作用。

当前,全球经济竞争日益加剧,各国之间竞争人才和资源。健康人力资本作为一种重要的资源,对于国家经济增长和竞争力具有直接影响。测度健康人力资本,可以更全面、系统地评估国家或地区的人力资本质量和潜力。而对于健康人力资本测度的统计方法,经过梳理文献有两个方面:其一,通过单一指标(徐祖辉和谭远发,2014;杨明海和刘凯晴,2021;胡鞍钢,2023;廖泽芳,2023)直接代替健康人力资本;其二,通过构建指标体系,运用熵值法(霍仕鑫,2022;杨睿,2022)、主成分分析法(郝金磊和姜诗尧,2016)、因子分析法(曹泽和朱小婉,2019)、层次分析法(罗娟和范君晖,2018)通过计算健康人力资本指数来衡量健康人力资本。骆永民(2011)、李向前和黄莉(2016)基于数据包络分析方法,通过计算人力资本效率来衡量健康人力资本。

### 1.2.3 健康人力资本对经济发展的影响

以往学者更多探究的是教育人力资本对经济发展的影响(Barro, 1991; Coulombe & Literacy scores, 2004; 景维民等, 2019; 黄维海和张晓可, 2021; 邢孝兵等, 2023),但随着社会的进步以及人们对健康人力资本的关注,学者们开始探讨健康人力资本对经济增长的影响。

#### (1) 健康人力资本对经济增长的理论模型研究

健康人力资本是经济发展的重要基础。Barro(1996)在内生增长模型的基础上纳入了健康人力资本,构建包括物质资本、教育人力资本、健康人力资本在内的三部门经济增长模型,为经济增长理论注入新的活力。随后,Zon等(2003)

在 Lucas 的基础上,进一步构建了包含健康人力资本的内生增长模型,并深入探讨了健康人力资本通过劳动供给对经济增长的促进作用,丰富了健康人力资本理论。刘国恩等(2004)将人口健康视为人力资本的重要组成部分,建立家庭收入生产函数的基本分析模型。实证分析可知,健康人力资本对个人收入增长具有重要作用。余长林(2006)将人力资本按照教育和健康资本引进柯布道格拉斯生产函数中,在扩展 MRW 模型的基础上,构建内生经济增长模型,分析人力资本投资结构、存量对经济的影响。而许岩等(2018)根据 Lucas 和 Nelson-Phelp 二者的联合作用机制进一步构建经济增长模型,研究健康、教育以及总量人力资本对经济增长的作用机制。分析结果表明,健康人力资本在推动经济增长过程中,只能通过 Lucas 作用机制发挥作用。

## (2) 健康人力资本对经济增长的应用研究

在理论模型的基础上,大多学者研究教育人力资本和健康人力资本对经济增长的直接影响。Weil DN(2014)认为不同国家和地区的健康人力资本的差异会造成经济发展水平的差异性。李本钊和范红岗(2017)在 Barro 生产函数的基础上进一步改进,将教育和健康以指数的形式引入,最终实证分析结果可知,相较于教育人力资本,健康人力资本对经济增长的影响更显著。王弟海等(2019)在 solow 模型中对物质、健康以及教育资本的投资同经济增长之间的关系进行研究,实证分析可知,教育和健康支出对经济发展有显著的正向影响。李明君和艾蔚(2020)认为上海的经济增长受到教育和健康人力资本的共同推动,但相较于教育人力资本,健康人力资本对经济增长的贡献较小。张鸿帅和张思源(2022)基于 31 个省 2000-2019 年的相关数据,分析教育和健康人力资本对经济高质量发展的影响,并对其区域的异质性问题进行探究。

此外,将健康人力资本作为中介效应,研究其对经济增长的影响。其中,张秀武等(2018)深入研究健康与教育人力资本在人口年龄结构与经济增长关系中的中介作用。研究结果可知二孩政策的实施占用健康支出,老龄化占用教育支出,通过健康和教育人力资本的中介效应,对经济增长产生减缓的影响。纪建悦等(2019)将健康人力资本作为中介变量,研究环境规制、健康人力资本以及生产性资本之间的关系。并发现环境规制对经济增长有正负两个方面的影响,主要通过影响健康人力资本和生产性资本来实现。

## 1.2.4 文献述评

通过对健康人力资本的相关文献进行梳理可知,国内外学者对健康人力资本的相关理论、测度以及健康人力资本与经济增长的关系研究取得一定成果。但相较于国外,国内对健康人力资本的研究起步较晚。在健康人力资本的衡量方面,学者们通常采用投入法、产出法和复合法三种不同的方法。大多数学者倾向于使用单一指标,例如死亡率、发病率、患病率和预期寿命等指标直接代替健康人力资本,这种方法存在一定的片面性。而采用综合指标进行评估健康人力资本的相对较少。从经济学视角出发,健康是一个多维度且复杂的指标,仅仅依赖于单一指标无法全面评估健康人力资本的状况。因此,建立一个全面衡量健康人力资本的指标体系是非常有必要的。

基于此,本文通过多维度来衡量健康,采用复合法构建健康人力资本指标体系,该指标体系综合考虑了健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境 6 个维度,并对健康人力资本进行测度,分析区域之间的差异性。此外,基于内生作用理论,将健康人力资本引入 C-D 生产函数模型中,并基于该理论模型构建我国健康人力资本与经济增长关系的空间计量模型,验证我国健康人力资本对经济增长的影响。

## 1.3 研究内容与方法

### 1.3.1 研究内容

本文从研究背景出发,梳理健康人力资本概念、衡量及测度方法、健康人力资本与经济增长的相关文献和理论。以 2010-2021 年中国 31 个省、直辖市和自治区的宏观数据为依据,通过复合法构建健康人力资本综合指标体系。首先,基于熵值法的客观赋权特征计算得到各个省份的健康人力资本综合得分,分析区域之间的差异性。其次,将测度的健康人力资本引入 C-D 函数模型中,构建空间计量模型,实证分析健康人力资本对我国各省经济增长的影响情况,根据所得结果提出相关的对策建议。具体研究内容主要包括以下五个部分:

第一章是引言。主要包括问题的提出、文献综述(健康人力资本的概念、衡

量指标、测度方法、健康人力资本与经济增长的关系)、研究内容及方法和创新性工作。

第二章是研究的理论基础。对人力资本理论、内生经济增长理论、健康人力资本理论以及健康人力资本对经济增长的内生作用理论进行论述,并提出本文的理论基础。

第三章是健康人力资本的测度。仅使用单一指标、投入法或产出法来衡量健康人力资本是片面的,本文从多维度来衡量健康人力资本。综合考虑国内外现有健康人力资本指标的研究成果,结合 2007 年“国家卫生统计指标体系”、2019 年《健康中国行动(2019-2030 年)》以及 2022 年《“十四五”国民健康规划》对健康相关指标的分类,在遵循科学有效、覆盖全面、操作易行的基础上,根据复合构建较为全面的健康人力资本指标体系,最终选取健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境六个维度。根据熵值法对其进行测度,最终得到健康人力资本综合得分,以此来衡量我国健康人力资本水平,并根据测度结果对全国范围、各省、分区域健康人力资本水平进行比较分析。

第四章是基于内生作用理论和 C-D 生产函数探索健康人力资本对经济增长的影响研究。首先,本文将健康人力资本指数引入 C-D 生产函数中,得到扩展后的 C-D 生产函数模型。其次,基于该模型构建我国健康人力资本与经济增长关系的空间计量模型,验证我国健康人力资本对经济增长的影响。对于空间计量模型的构建,本文首先对空间自相关进行检验,其次对空间面板数据通过 Hausman 检验选择 OLS 模型、随机效应模型还是固定效应模型,最后为选择合适的计量模型,以此进行 LM 检验、Wald 检验以及 LR 检验,根据检验结果确定合适的模型。最终根据最优模型分析健康人力资本对经济增长的影响。在此基础上,为保证结果的可靠性和准确性,通过补充变量法和更换空间权重矩阵的方法进行稳健性检验,最后根据实证结果得出相应的结论。

第五章是研究结论与对策建议。在对全文进行总结的基础上,得出本文的研究结论;并根据所得的研究结论提出相关的对策建议。

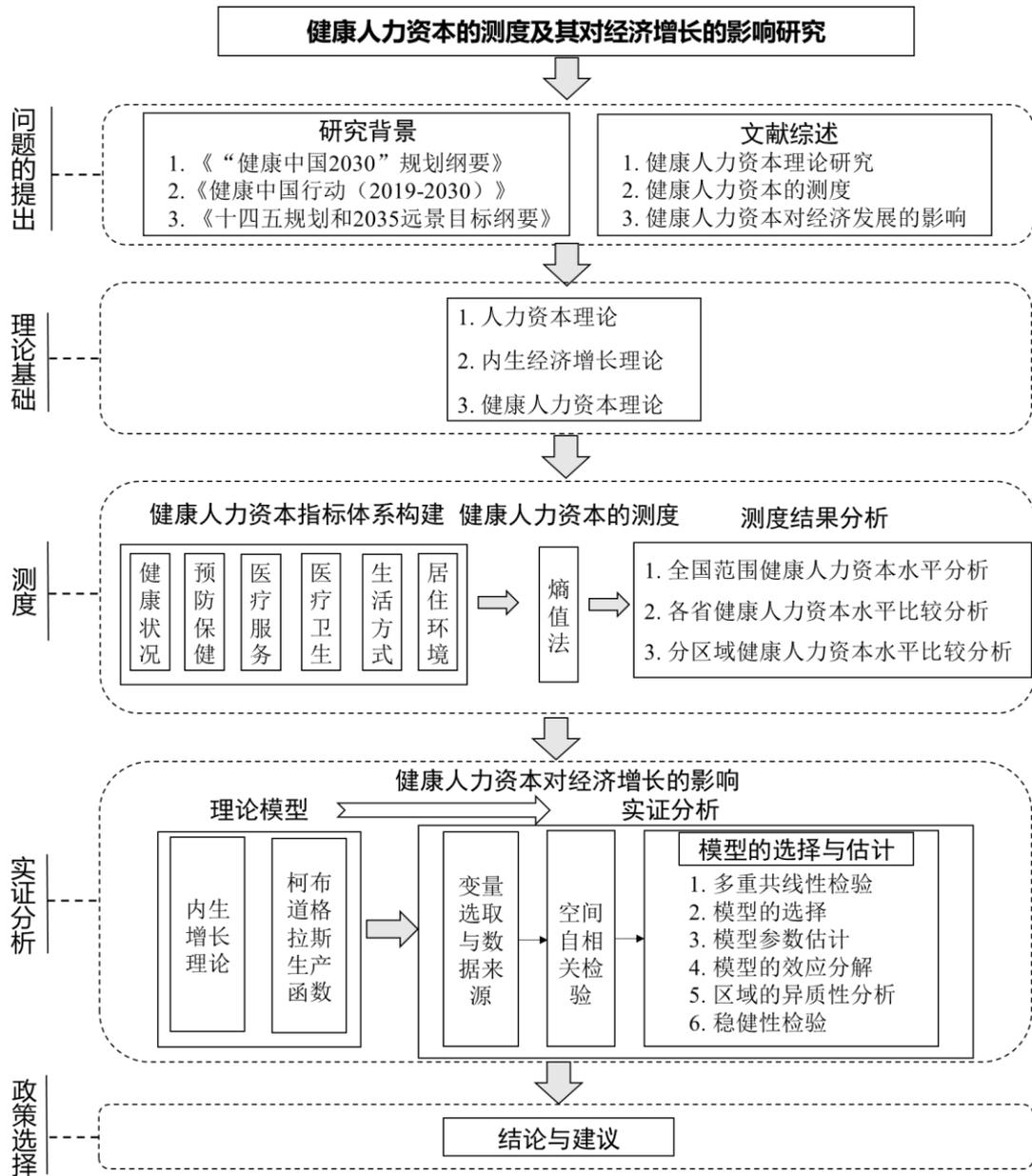


图 1.1 研究思路图

### 1.3.2 研究方法

本文运用文献与理论分析法、定性定量相结合的方法、实证研究法对所研究的问题展开探索。

#### (1) 文献与理论分析法

通过系统梳理归纳国内外关于健康人力资本的理论、评价指标体系的构建以及相应的测度方法，为本文的实证分析提供研究思路；梳理健康人力资本对经济增长影响研究的相关文献，并构建包含健康、物质、教育资本理论模型，为本文

的实证分析奠定理论基础。

## (2) 熵值法

本文在探究健康人力资本与经济增长的关系时运用定性分析方法梳理相关作用机理。在定量分析上,本文首先使用复合法构建指标体系,从多维度衡量健康人力资本,其次基于熵值法测度得到健康人力资本综合得分。

熵值法是通过计算每个因素的熵值和冗余度,从而确定其权重。在测度健康人力资本时可以起到重要作用,帮助决策者识别和量化各种影响健康人力资本的因素,从而更好地评估健康人力资本。利用熵值法测度健康人力资本,首先需要明确各个影响因素,本文选取健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境作为衡量健康人力资本的指标。然后,根据所收集的各个影响因素的数据进行归一化处理,以消除不同指标之间的量纲差异。随后,计算各因素的熵值和冗余度。通过对比分析熵值和冗余度的计算结果,进一步确定了各个影响因素在健康人力资本中的权重,并据此计算出健康人力资本综合得分。

## (3) 空间计量模型

空间计量模型是一种用于分析空间依赖性和空间异质性的经济计量模型。它在传统计量经济模型的基础上,考虑并加入地理空间关系的因素,从而更全面地描述和解释经济现象。空间计量模型的常见形式有三种,而对这三种模型需要进一步检验从而选择合适的模型。

本文使用空间计量模型分析健康人力资本对经济增长的影响有以下几个重要原因。首先,健康人力资本是经济增长的重要驱动因素,了解其对经济增长的影响可以帮助制定相关政策和策略。其次,空间计量模型能够考虑到地理空间的因素,如地区之间的相互作用和空间依赖性。第三,探索健康人力资本对经济增长的溢出效应,即一个地区健康人力资本的提升是否会对相邻地区的经济增长产生积极影响,从而更好地理解其整体效应。最后,空间计量模型能够考虑到地区特定的因素和异质性,对健康人力资本与经济增长的关系进行更精细的分析,从而提供更具实践性的政策建议。综上所述,使用空间计量模型分析健康人力资本对经济增长的影响可以提供更全面、准确且有针对性的认识,对制定促进经济增长的策略和措施具有重要启示意义。

## 1.4 创新性工作

第一，在人力资本的研究领域中，教育人力资本获得广泛讨论，更多探究的是教育人力资本与经济增长的关系。而研究健康人力资本领域的文献相对较少。因此，本文根据 2023 年国家卫健委继续落实《国务院关于实施健康中国行动的意见》的要求，通过多维度、多方面构建健康人力资本指标体系并进行测度。在选择方法上，空间计量模型能够考虑到地理空间的因素，如地区之间的相互作用和空间依赖性，可以更准确地刻画健康人力资本与经济增长之间的关系。因此，本文通过构建空间计量模型进一步探讨健康人力资本对经济增长的影响。

第二，在对健康人力资本衡量方面，大部分学者对健康人力资本指标的衡量采用死亡率、预期寿命等单一指标，本文将传统单一指标的健康评估方法拓展到多元化、综合性的考量，根据世界卫生组织（WHO）并结合我国实际情况，根据 2007 年“国家卫生统计指标体系”、2019 年《健康中国行动（2019-2030）》以及 2022 年《“十四五”国民健康规划》中对健康相关指标的衡量，从宏观角度选取健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境作为衡量健康人力资本的指标，完善健康人力资本的体系构建。

## 2 研究的理论基础

### 2.1 人力资本理论

20 世纪 60 年代，美国经济学家 Schultz 和 Backer 对人力资本进行界定，认为人力资本是除了厂房、设备以及土地等物质资本以外，还包括人身上的知识技能和健康素质的人力资本。并且提出人力资本存在异质性，认为人力资本是外生变量。Schultz 对人力资本的界定为之后的人力资本理论奠定了重要基础。

随着内生增长理论的创立，经济学界日益意识到人力资本对经济增长的重要性。Lucas（1988）认为人力资本投资包括教育、培训和经验积累，通过这些投资，个体能够提高自身的知识、技能和工作能力，从而为经济发展做出贡献。将人力资本作为生产要素，纳入到经济增长之中，并构建两部门的经济增长模型，定量分析了人力资本对经济增长的影响。Romer（1990）在其研究中提出了知识外溢模型，着重强调了人力资本在经济活动中的核心地位，在社会生产中除技术、劳动和物质资本以外，人力资本的投入也极为关键。因此，社会生产包含研发部门、中间产品以及最终产品。具体而言，研发部门通过投资研发，企业和机构不断提升自身能力和知识水平，并创造出新的技术和产品，在推动经济增长和技术进步方面扮演着关键角色。最终产品是由中间产品和其他生产要素组合而成。人力资本在这一过程中扮演着至关重要的角色，只有具备充分知识和技能的劳动力才能有效参与生产过程，推动经济增长和发展。

### 2.2 内生经济增长理论

20 世纪 80 年代，经济学家 Romer 和 Lucas 对传统的新古典经济增长理论模型进行了修正，该理论曾主张经济体系的持续增长需依赖于外部因素的推动，一旦缺乏这些外力，就会对经济增长产生阻碍作用。在继承和发展经济学家 Solow 和 Swan 研究成果的基础上，Romer 和 Lucas 提出内生经济增长理论，核心观点是一个国家或地区经济持续增长主要依赖于内生因素，如知识积累、技术进步以及人力资本水平，而非单纯依赖于外部因素。内生经济增长理论中对经济增长的本质内涵进行了深入剖析，该理论强调了人力资本是推动经济持续增长的关键因

素，为制定经济政策和促进地区间的经济发展提供依据。具体来看，新经济增长理论的主要观点如下：（1）Romer 认为，在新经济增长中，知识投资是企业为了追求利润而进行的决策，并对整个社会产生溢出效应。这意味着生产中的知识积累可提升整体生产率，成为技术进步和经济稳定持续的关键动力。（2）Lucas 认为，在新经济增长模型中，知识是社会人力资本的一种形式。通过正规教育和在职培训来提高劳动力素质和专业技能，可以积累专业化人力资本。这不仅能够带来递增收益，还能增加资本投入的回报。

具有代表性的模型有 Lucas 的人力资本溢出模型、Romer 的知识溢出模型、AK 模型、以及 Barro 模型。它们所具有以下共性特点：（1）经济可持续增长取决于内生因素，内生技术进步尤为关键；（2）技术进步和人力资本的溢出效应，作为推动经济可持续增长的两大必要条件，发挥着不可或缺的作用。这意味着知识以及人力资本的累积不仅对企业本身有积极影响，还对整个社会产生正向溢出效应；（3）国际知识、贸易流动对国内经济增长具有促进作用。通过国际交流和贸易，国家可以借鉴外部的知识和技术，推动本国经济的发展和 innovation；（4）不在政府干预的条件下，经济的自然均衡增长往往呈现出社会次优的状态，其增长率低于社会最优增长率；（5）新经济增长模型通常采用动态一般均衡分析方法来构建和研究，以更好地理解经济系统的长期动态。

## 2.3 健康人力资本理论

### 2.3.1 健康人力资本的形成

人力资本理论是基于教育人力资本进行阐述，随着人力资本理论不断完善和发展，经济学家开始将人力资本分为教育人力资本和健康人力资本两部分。人力资本理论的发展逐渐将健康纳入了研究范畴。健康可以被为一种人力资本的形式（Mushkin, 1962; Becker, 1964; Fuchs, 1965），但没有学者构建出健康资本需求本身的模型。Grossman（1972）认为若一个人的知识储备影响他的市场和非市场生产力，健康资本储备决定了他可以用来生产货币收入和商品的时间总量。这就是健康人力资本不同于其他形式的人力资本。基于此理论，Grossman（1972）首次将健康纳入人力资本理论的分析框架体系中，拓宽了人力资本理论的研究。

人力资本理论的奠基者 Schultz (1990) 也提到, 健康状况是一种资本储备, 并通过时间来体现健康资本的价值所在。该时间是个体用于维持和促进健康的时间, 包括锻炼、休息和饮食等活动, 也是积累健康资本的关键。并进一步指出, 健康资本是人拥有的与健康相关的资源, 包括身体健康、心理健康和健康知识等方面。强调了增加健康资本的重要性, 主要是提高个体的健康水平和生活质量。Lucas (1988) 在 Schultz (1961) 和 Backer (1964) 基础上, 将健康人力资本引入生产函数模型之中, 构建了内生增长模型, 并将健康因素考虑到其中。

在社会发展的进程中, 越来越多的学者开始从健康人力资本的内涵、形成机制以及对个体能力和生产力的影响进行深入研究。旨在进一步探索健康与经济发展之间的紧密联系, 以提升对健康人力资本的理解。学者们从不同的角度分析健康人力资本对于个体劳动生产力、就业机会和经济增长的影响, 丰富了健康人力资本理论, 为制定可持续且有针对性的健康政策和措施提供了坚实的理论基础。

### 2.3.2 健康人力资本对经济增长的内生作用理论

随着健康人力资本的发展, 经济学家开始分析健康人力资本与经济增长之间的关系, 根据健康人力资本理论, 模型主要有: Grossman 健康需求模型 (Grossman, 1972)、三部门经济增长模型 (Barro, 1996) 等。

#### (1) Grossman 健康需求模型

Grossman (1972) 在 Becker (1965) 的基础上, 构建健康需求模型。该模型中引入健康资本的概念, 将个体健康水平看作是一个资本积累的过程。假设消费者的跨期效用函数为:

$$U = (\phi_0 H_0, \dots, \phi_n H_n, Z_0, \dots, Z_n) \quad (2.1)$$

式 (2.1) 中,  $H_i (i=0, 1, \dots, n)$  表示第  $i$  期的健康存量,  $\phi_i (i=0, 1, \dots, n)$  是每单位存量的服务流。 $h_i = \phi_i H_i$  是健康服务的总消费量,  $Z_i (i=0, 1, \dots, n)$  是指除了健康以外在第  $i$  时期进入效用函数的所有商品消费量的总和。在通常的跨期效用函数  $n$  中,  $H_0$  为恒定不变,  $H_1, \dots, H_n$  是内生变量。当  $H_i = H_{\min}$  时, 死亡发生。因此, 个体寿命的长短取决于  $H_i$  投资的数量, 而  $H_i$  的数量在一定的生产和资源限制的

情况下使效用最大化。根据定义，健康资本净投资可以表示为：

$$H_{i+1} - H_i = I_i - \delta_i H_i \quad (2.2)$$

式(2.2)中， $I_i$ 是总的健康投资量， $\delta_i$ 是第*i*期的健康投资折旧率。在这里，假定折旧率是外生的。则 Grossman 构建的生产函数为：

$$I_i = I_i(M_i, TH_i; E_i) \quad (2.3)$$

$$Z_i = Z_i(X_i, T_i; E_i) \quad (2.4)$$

式(2.3)和(2.4)中， $M_i$ 是医疗服务，视为健康总投资函数中最重要的变量，除此之外，还包括住房、饮食、娱乐以及生活习惯等其他方面的投入。 $X_i$ 是在商品 $Z_i$ 生产中投入的商品， $TH_i$ 表示消费者健康投资所花费的时间， $T_i$ 是生产商品 $Z_i$ 时投入的时间， $E_i$ 是教育人力资本水平。假定人力资本的转移改变了非市场经济部门的生产过程的效率。

根据(2.3)和(2.4)，可知健康生产函数为：

$$H_i = H_i(M_i, TH_i; E_i) \quad (2.5)$$

Grossman 健康需求模型认为个体在健康投资决策时会权衡健康投资的成本与预期收益，逐渐增加健康投资直至达到效用最大化。该模型强调了健康投资对个体健康资本积累的重要性，提供了经济学分析的框架，为研究者和政策制定者提供指导，以推动健康行为和健康政策的发展。Grossman 健康需求模型揭示了健康资本积累与个体健康需求之间的关系，为理解个体健康投资决策提供了重要的经济学理论基础。

在此基础上，学者对 Grossman 进行扩展，侧重基于健康产出的微观因素进行研究。而我国学者王俊等(2007)在微观基础上，从宏观视角构建健康生产函数，将式(2.5)中的向量所代表的变量转换成一组代表经济、社会、教育和卫生的变量。此时，健康生产函数可表示为：

$$H = F(S, Y, E, X, Z) \quad (2.6)$$

式(2.6)中，S、Y、E、X、Z分别表示反应人们所处的经济、教育、社会、医疗、卫生等影响健康的因素。由此可知，健康是一个多维度的复杂变量，仅用

单一的指标不能全面的衡量健康水平。

## (2) Barro 三部门经济增长模型

以往关于经济增长理论强调教育人力资本对其的贡献作用,而忽略了健康的作用。Barro (1996) 构建了包括物质资本、教育以及健康人力资本的经济增长模型。Barro 假设生产函数是柯布-道格拉斯生产函数形式:

$$Y = AK^\alpha S^\beta H^\gamma (Le^x)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (2.7)$$

式 (2.7) 中,  $Y$  为总产出,  $K$ 、 $S$ 、 $H$ 、 $Le$  分别为物质资本、教育资本、健康资本、有效劳动投入。其中  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$ , 且  $0 < \alpha + \beta + \gamma < 1$ 。该模型假设四个输入要素规模收益不变,且随着每个要素输入的增加,产出递减。参数  $A > 0$  表示外生技术水平,  $x > 0$  表示劳动力增长率。劳动力输入的总量  $L$  对应为人口数量。(2.7) 式两边同时除以  $Le^x$ , 生产函数表达式为:

$$\hat{y} = A \cdot \hat{k}^\alpha \hat{s}^\beta \hat{h}^\gamma \quad (2.8)$$

式 (2.8) 中,  $\hat{y} \equiv Y / Le^x$ ,  $\hat{k} = K / Le^x$ ,  $\hat{s} = S / Le^x$  以及  $\hat{h} = H / Le^x$ 。假定经济中代表性家庭-生产者在无限期实现效应最大化, 表达式为:

$$U = \int_0^\infty \left( \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \right) \cdot e^{nt} e^{-\rho t} dt \quad (2.9)$$

式 (2.9) 中,  $c$  为人均消费,  $\rho > 0$  为恒定的时间偏好率,  $\theta > 0$  为恒定的边际效用弹性,  $n > 0$  表示家庭外生且人口增长率恒定不变。每个家庭生产者可以获得 (2.8) 式所示的生产技术, 并在式 (2.9) 中选择消费路径  $c$  和三种类型的投资, 以最大限度地提高效用。假设消耗品的生产、物质资本、教育和健康都涉及相同的要素强度。

用  $\hat{i}_k$ ,  $\hat{i}_s$ ,  $\hat{i}_h$  表示单位有效劳动的总投资量, 则物质、教育、健康资本存量公式如下:

$$\dot{\hat{k}} = \hat{i}_k - (\delta + x + n) \hat{k} \quad (2.10)$$

$$\dot{\hat{s}} = \hat{i}_s - (d + x + n) \hat{s} \quad (2.11)$$

$$\dot{\hat{h}} = \hat{i}_h - (d + x + n) \hat{h} \quad (2.12)$$

式 (2.10)、(2.11)、(2.12) 中,  $\delta > 0$  是物质资本折旧率,  $d > 0$  是教育和健康资本折旧率。家庭预算约束为:

$$\hat{y} = c + \hat{i}_k + \hat{i}_s + \hat{i}_h \quad (2.13)$$

根据动态最优化对其求解。假设物质、教育、健康资本的非负总投资的约束从不具有约束力, 则求解得到:

$$g_c \equiv \dot{c}/c = (1 + \theta) \cdot (\alpha A \cdot k^{\alpha-1} \cdot s^{\beta} \cdot h^{\gamma} - \delta - \rho) \quad (2.14)$$

$\alpha A \cdot k^{\alpha-1} \cdot s^{\beta} \cdot h^{\gamma} - \delta$  表示物质资本的净边际产出值, 即收益率  $r$ 。式 (2.14) 中, 消费增长是  $r$  与  $\rho$  (时间偏好率) 之差的增函数。若给定 (2.9), 则 (2.14) 中家庭的跨期消费替代率就等于收益率  $r$ 。则物质资本、教育、健康资本收益率等式可表示为:

$$\begin{aligned} & \alpha A \cdot k^{\alpha-1} \cdot s^{\beta} \cdot h^{\gamma} - \delta \\ &= \beta A \cdot k^{\alpha} \cdot s^{\beta-1} \cdot h^{\gamma} - d \\ &= \gamma A \cdot k^{\alpha} \cdot s^{\beta} \cdot h^{\gamma-1} - (s + h)(\partial d / \partial h) - d \end{aligned} \quad (2.15)$$

式 (2.15) 表示, 物质、教育、健康资本的净边际产出值相等。由 (2.15) 可以得出, 健康资本存量与教育资本投入的收益率呈现正向关系。增加健康存量可以降低人力资本折旧率, 从而提高未来健康投资的回报率。然而, 由于直接生产率下降的影响, 健康投资的收益呈递减趋势。假设  $\partial d / \partial h = 0$ , 物质资本和人力资本的折旧率相同, 那么式 (2.15) 将意味着物质资本存量、教育和健康人力资本存量以相同的速度增长从而对总产出有影响。Barro (1996) 指出内生技术进步的核心在于在人力资本方面。进一步指出相较于教育人力资本, 生产者的初始健康水平更能准确预测经济增长的趋势。这一理论的提出为本文的理论模型构建和后续实证分析奠定了基础。

## 2.4 健康人力资本衡量的理论基础

通过对人力资本理论、内生经济增长理论以及健康人力资本理论相关文献梳理, 并结合相关学者对健康人力资本的界定, 本文认为健康人力资本是一个综合性概念, 是在生产过程中对劳动力价值的投入与产出。具体来说, 健康人力资本

代表对劳动力价值的投入,即通过各种措施和手段来提升和维护劳动者的健康状况,从而确保他们能够充分发挥自己的劳动潜能。同时,健康人力资本也体现劳动力价值的产出,即劳动者在具备良好健康状况的基础上,能够更高效地投入到生产过程中,创造出更多的经济效益和社会效益。从影响健康水平的因素来看,Grossman 健康需求曲线模型为本文健康人力资本指标的衡量提供了思路。该模型将医疗服务视为影响健康存量的重要因素,这是因为医疗服务能够提供必要的治疗和保健措施,帮助生产者恢复健康或预防疾病,从而提高其健康人力资本。除此之外,住房条件、饮食习惯、娱乐方式、生活习惯等方面也会对生产者的健康水平产生影响。良好的居住环境可以改善生产者的生活质量,减少疾病的发生;合理的饮食、生活习惯以及娱乐安排能够保持劳动者的身心健康,提高其工作效率。此外,王俊等(2007)在微观基础上,从宏观视角构建健康生产函数,其中影响健康的因素主要有经济、教育、社会、医疗、卫生等变量。

因此,本文基于 Grossman 健康需求曲线模型并结合王俊等(2007)对健康水平的衡量,以及对我国实际情况的考虑。从宏观视角下最终确定健康人力资本主要通过健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境六个维度来衡量,这些维度涵盖了影响健康水平的各个方面,能够较为全面的反映我国健康人力资本水平。

### 3 健康人力资本的测度

基于健康人力资本的界定,以及理论基础中 Grossman (1972) 健康需求函数模型的探讨可知,健康人力资本是一个多维度的复杂变量,仅用投入法或产出法来衡量,具有一定的片面性。因此,本文基于复合法构建健康人力资本指标体系,并根据熵值法计算健康人力资本综合得分,以此来衡量我国的健康人力资本水平,并分析各省区域之间的差异性。

#### 3.1 指标体系构建

世界卫生组织(WHO)有最广泛和细致的健康指标体系,用于监测和评估全球健康状况。这些指标有助于了解健康问题、制定政策、评估干预措施的有效性,并推动全球范围内的健康改善。WHO《全球 100 项核心健康指标》主要分为健康状况、风险因素、服务覆盖、卫生系统。其中,健康状况主要测度死亡率、生育率、发病率等;风险因素关注营养水平、环境风险因素、非传染病、风险行为等;服务覆盖主要关注疾病、预防、治疗等医疗服务覆盖程度。卫生系统则主要关注健康系统的资金、劳动等投入与护理、治疗等产出水平。

由 Grossman 健康需求曲线模型以及 Barro (1996) 的三部门经济增长模型可知,健康人力资本的重要因素主要有医疗卫生、预期寿命、出生率、死亡率、婴儿死亡率等相类似的总体指标来衡量。基于此,结合我国实际情况,2007 年中华人民共和国国家卫生健康委员会发布的《卫生统计指标体系》中概括为健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生 4 类。健康状况主要用期望寿命、出生率、死亡率、婴儿死亡率、孕产妇死亡率、发病率等衡量;预防保健主要衡量指标有疫苗接种率、孕产妇保健、儿童保健、婚检与节育等;医疗服务主要衡量指标有医疗服务利用(门急诊人次数、预约治疗人次数、居民平均就诊次数、居民住院率等)、医疗服务效率(病床使用率、平均住院日、病床周转次数等)、医疗服务质量与安全(急诊病死率、住院病死率等);医疗卫生主要衡量指标有人员数量(每千人卫生技术人员数、每千人执业医师人员数等)、卫生设施(每千人拥有病床数、每千人医疗卫生机构床位数、每千人医疗卫生机构等)、卫生经费(政府卫生支出、社会卫生支出、个人卫生支出等)。除此之外,2019 年国务院发布《健康中

国行动（2019-2030年）》中的124个指标可以归为五大维度，分别为健康教育、生活方式、预防保健、医疗卫生、居住环境。2022年4月国务院印发的《“十四五”国民健康规划》有6个维度，分别为健康水平、健康生活、健康服务、健康保障、健康环境、健康产业。

根据文献综述梳理相关学者对健康人力资本的衡量，由表3.1所示，大多学者主要从健康人力资本的投入或者产出指标来衡量，基于所梳理出来的指标，并结合国家卫生健康委员会发布的《卫生统计指标体系》和2019年《健康中国行动（2019-2030年）》、2022年《“十四五”国民健康规划》，从多维度视角下构建健康人力资本指标体系。

表 3.1 主要健康人力资本代理变量相关研究

健康人力资本代理变量	相关学者研究
人均预期寿命	Barro（1996）、陈思霞（2014）、胡鞍钢（2023）、蒋萍（2008）、李明君（2020）、霍仕鑫（2022）等
婴儿死亡率	余静文（2019）等
孕产妇死亡率	胡耀岭（2023）、余静文（2019）等
人口出生率	纪建悦（2019）、曹泽（2019）等
人口死亡率	陈浩（2010）、金祥义（2022）、蒋萍（2008）等
医疗卫生经费 （政府、社会、公共）	贾珊珊（2017）、萨日娜（2017）、徐祖辉（2014）、张婉婷（2021）、李明君（2020）、廖泽芳（2023）、乔桂康（2017）、杨明海（2021）等
年人均食品消费支出	郝金磊（2016）、彭连（2023）等
人均医疗保健消费支出	彭连（2023）、韩丽莹（2022）、许岩（2018）等
每万人拥有医疗卫生机构数	刘薪（2018）、龙海明（2017）等
每万人拥有医疗机构床位数	龙海明（2017）、孙正成（2023）、廖泽芳（2023）、龙海明（2017）、乔桂康（2017）、谢智康（2020）、戴琼瑶（2021）等
每万人拥有卫生技术人员数	龙海明（2017）、乔桂康（2017）、侯芳（2017）等
人均床位数	王弟海（2008）、侯芳（2017）等
每万人病床数	储成兵（2019）等
二氧化硫排放量	郝金磊（2016）、牛颖颖（2019）等

本文在遵循指标体系构建的四大原则，即系统性原则、典型性原则、科学性原则、可得性原则的基础上。基于我国实际情况，结合2007年所发布的《卫生统计指标体系》、2019年《健康中国行动（2019-2030年）》以及2022年《“十四五”国民健康规划》。并参考表3.1中相关学者的研究，最终认为健康水平的

影响因素主要为健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境 6 个维度，并基于这 6 个维度的 26 个指标构建中国各省健康人力资本指标体系（表 3.2 所示）。

表 3.2 健康人力资本指标体系构建

一级指标	二级指标	指标含义	单位	属性
健康状况	人均预期寿命	反映居民的健康存量	岁	+
	婴儿死亡率		‰	-
	孕产妇死亡率		1/10 万	-
	人口出生率		‰	+
	人口死亡率		‰	-
预防保健	城镇居民人均医疗保健消费支出	反映居民的健康意识和健康投入	元	+
	公众健康教育活动		次	+
	城镇基本医疗保险参保人数		万人	+
	健康检查人数		人	+
医疗服务	急诊病死率	反映居民使用卫生服务的质量和效率	%	-
	每床出院人数		人	+
	病床使用率		%	+
	医院诊疗人次		人	+
医疗卫生	政府卫生支出	反映居民的健康资本投入	亿元	+
	社会卫生支出		亿元	+
	个人卫生支出		亿元	+
	每千人医疗卫生机构床位数		人	+
	每千人医疗卫生机构数		人	+
	每千人口卫生技术人员数		人	+
生活方式	体育支出	反映居民的生活质量	亿元	+
	人均食品消费支出		元	+
	国内旅游人数		万人	+
居住环境	人均公园绿地面积	反映居民居住环境的空气、污水、垃圾污染情况	平方米	+
	城市污水日处理能力		万立方米	+
	人均二氧化硫排放量		g/人	-
	城市生活垃圾清运量		万吨	+

## 3.2 数据处理及测度方法

### 3.2.1 数据来源及处理

本文选取中国 31 个省份作为研究区域，研究时间为 2010-2021 年，数据来源于：《中国统计年鉴》、《中国卫生与健康统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》、《中

国环境统计年鉴》、《中国卫生健康委员会》、《Global Data Lab》、各省统计年鉴、各省国民经济和社会发展统计公报、各省卫生健康委员会、EPS 数据库等。对于部分年份缺失的数据采用线性插补的方式进行补全。

### 3.2.2 测度方法

熵值法可以避免主观赋权的问题，可以提高测度结果的客观性和准确性。健康人力资本涉及多个指标，而熵值法能够综合考虑这些不同指标的重要性和关联性，通过计算熵值确定权重，实现多指标的综合评估。为帮助决策者识别和量化各种影响健康人力资本的因素，从而更好地评估健康人力资本。因此，本文基于熵值法测度健康人力资本综合得分。

熵值法是一种利用信息熵来量化指标变异性的方法，进而根据变异性的程度来分配各指标的权重。具体而言，当某一指标的变异性较大时，其对应的权重也会相应提高，这反映了该指标在综合评价体系中的显著影响力和重要性。本文多方位考虑各个因素对健康人力资本产生的影响，通过计算健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境 6 个维度 26 个指标的权重，最终得到综合指数得分，用来衡量健康人力资本水平。具体计算步骤如下：

(1) 构建初始矩阵。在这个矩阵中， $n$  代表行数； $m$  代表列数。其中， $n$  代表 31 个省份， $m$  代表 26 个健康人力资本指标。则  $n=31$ ， $m=26$ ，所构建的数据矩阵如下：

$$A = \begin{pmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1j} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{i1} & \cdots & X_{ij} \end{pmatrix}_{n \times m}, \quad 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m \quad (3.1)$$

(2) 数据标准化。为了消除指标间的尺度和范围的差异性，确保权重计算的准确性和结果的可比性。数据标准化能够消除量纲影响，使得不同度量单位的指标可以进行公平比较和评估。同时，标准化还有助于提高决策的稳定性，减小异常值和极端值的影响。即：

$$\text{正向指标: } X_{ij}' = \frac{X_{ij} - \min(X_{1j}, X_{2j}, \cdots, X_{nj})}{\max(X_{1j}, X_{2j}, \cdots, X_{nj}) - \min(X_{1j}, X_{2j}, \cdots, X_{nj})} \quad (3.2)$$

$$\text{逆向指标: } X_{ij}' = \frac{\max(X_{1j}, X_{2j}, \cdots, X_{nj}) - X_{ij}}{\max(X_{1j}, X_{2j}, \cdots, X_{nj}) - \min(X_{1j}, X_{2j}, \cdots, X_{nj})} \quad (3.3)$$

(3) 为确保指标权重之和为 1, 使结果更具有可比性和解释性以及能够更直观地表达各指标的重要性, 则计算第  $j$  项指标下第  $i$  个省占该指标比重。即:

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}'}{\sum_{i=1}^n X_{ij}'} (j=1, 2, \dots, m) \quad (3.4)$$

(4) 计算第  $j$  项指标的熵值, 熵值越高表示指标的多样性越大, 权重较小; 熵值越低表示指标的均衡性较好, 权重较大。即:

$$e_j = -k \times \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij}), \quad k = \frac{1}{\ln n}, \quad e_j > 0 \quad (3.5)$$

(5) 为综合考虑指标的稳定性和一致性, 进而为熵值法的权重计算提供更准确的依据。计算第  $j$  项指标的差异系数。对于第  $j$  项指标, 指标值的差异越大, 熵值越小, 权重较大。即:

$$g_j = 1 - e_j \quad (3.6)$$

(6) 计算第  $j$  项指标的权重。根据熵值确定权重, 从而反应各个指标对评估对象的影响程度或重要程度。即:

$$W_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j}, \quad j=1, 2, \dots, m \quad (3.7)$$

(7) 计算最终的综合得分。

$$S_i = \sum_{j=1}^m W_j \times P_{ij} (i=1, 2, \dots, n) \quad (3.8)$$

$S_i$  是中国 31 个省的最终得分, 用来衡量健康人力资本综合指数得分。即得分越高, 健康人力资本水平也就越高。

### 3.3 健康人力资本的测度

#### 3.3.1 指标数据标准化与权重确定

运用熵值法对 2010-2021 年我国 31 个省、直辖市、自治区的健康人力资本指标体系的权重进行计算可知, 健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生

活方式、居住环境对健康人力资本产生不同程度的影响。

从一级指标权重来看，健康状况和医疗卫生权重较高，均在 0.2 以上，对健康人力资本影响较大；生活方式和居住环境权重次之，对健康人力资本也有一定的影响；医疗服务和预防保健权重较小，对健康人力资本影响较低。从二级指标来看，相较于其他而言，人均二氧化硫排放量（0.101）、人口死亡率（0.062）、体育支出（0.062）、每千人医疗卫生机构数（0.054）、婴儿死亡率（0.050）、人均预期寿命（0.048）、每千人医疗卫生机构床位数（0.048）、政府卫生支出（0.047）、每床出院人数（0.046）、城镇居民人均医疗保健消费支出（0.045）权重较高，说明这 10 个指标是影响健康人力资本的关键因素（见表 3.3 所示）。

表 3.3 中国各省健康人力资本指标体系权重

一级指标	权重	二级指标	权重
健康状况	0.220	人均预期寿命	0.048
		婴儿死亡率	0.050
		孕产妇死亡率	0.028
		人口出生率	0.032
		人口死亡率	0.062
预防保健	0.111	城镇居民人均医疗保健消费支出	0.045
		公众健康教育活动	0.015
		城镇基本医疗保险参保人数	0.031
		健康检查人数	0.020
医疗服务	0.114	急诊病死率	0.013
		每床出院人数	0.046
		病床使用率	0.017
		医院诊疗人次	0.038
医疗卫生	0.237	政府卫生支出	0.047
		社会卫生支出	0.026
		个人卫生支出	0.024
		每千人医疗卫生机构床位数	0.048
		每千人医疗卫生机构数	0.054
生活方式	0.131	每千人口卫生技术人员数	0.038
		体育支出	0.062
		人均食品消费支出	0.028
居住环境	0.187	国内旅游人数	0.041
		人均公园绿地面积	0.029
		城市污水日处理能力	0.028
		人均二氧化硫排放量	0.101
		城市生活垃圾清运量	0.028

注：根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

### 3.3.2 全国健康人力资本水平分析

根据各指标权重，最终计算得到健康人力资本综合得分。从全国总体而言，2010-2021年，健康人力资本年均水平为0.522，且呈现上升趋势，从0.441上升到0.655，增长率为47.392%。2019-2021年增长速度较为缓慢，特别是2019-2020年，健康人力资本综合得分均为0.640，无增长变化（见图3.1所示）。

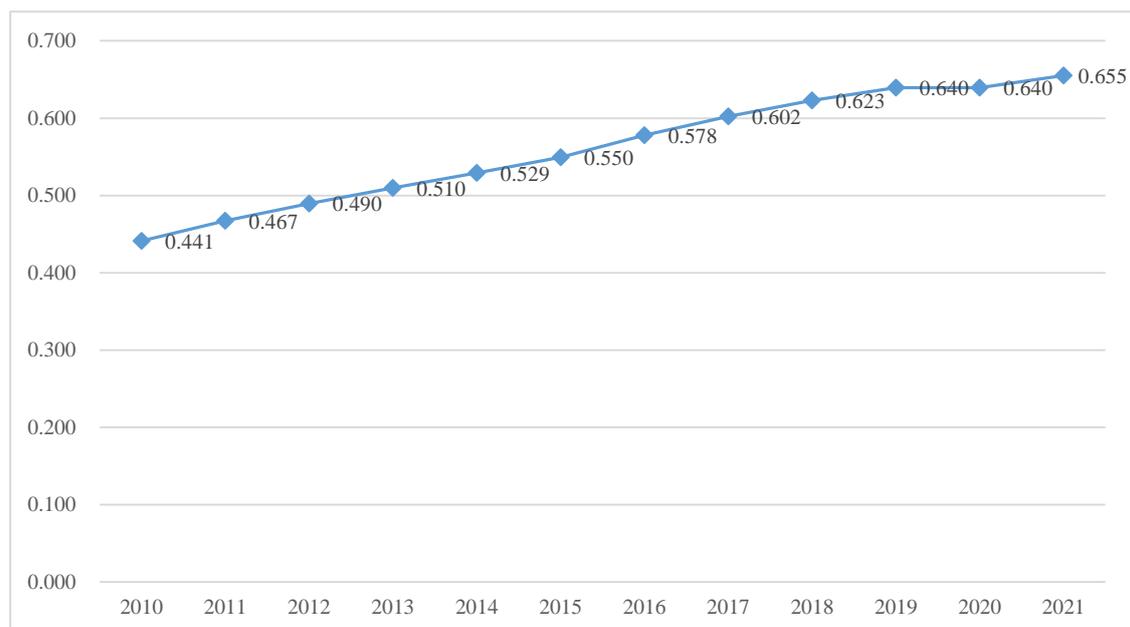


图 3.1 2010-2021 年全国健康人力资本水平

### 3.3.3 各省健康人力资本水平比较分析

从中国 31 个省份分析来看，健康人力资本平均得分由高至低排名前 5 名的省份是北京（0.715）、广东（0.685）、上海（0.663）、浙江（0.662）、江苏（0.649）；排名后 5 名的省份依次为海南（0.485）、贵州（0.483）、宁夏（0.451）、青海（0.414）、西藏（0.361）（见图 3.2 所示）。

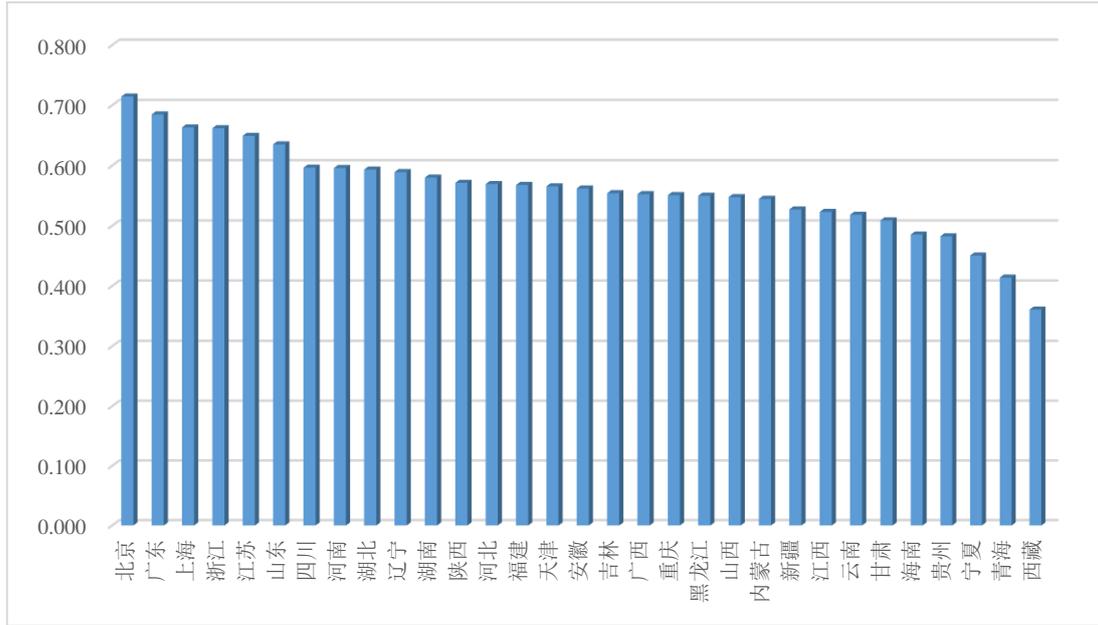


图 3.2 2010-2021 年各省健康人力资本平均水平

在过去的 12 年中，我国各省的健康人力资本得分呈现逐渐上升的趋势，这对于全面提升人民健康水平和促进社会进步具有重要意义。综合来看，在经济发达和人口密集的地区，如北京、上海、江苏、浙江、广东以及山东的健康人力资本水平较好，展示出较高的综合实力和优势。与之相对的是，一些相对偏远和欠发达的地区，如江西、贵州、西藏、甘肃、青海、宁夏，健康人力资本水平较低。具体到 2021 年情况来看，以健康人力资本综合得分为基准，排名较前的省份主要有北京(0.792)、广东(0.771)、上海(0.760)、江苏(0.744)、浙江(0.743)、河南(0.717)、山东(0.716)，而排名较后的省份主要有：云南(0.614)、内蒙古(0.606)、甘肃(0.605)、海南(0.601)、青海(0.552)、宁夏(0.498)、西藏(0.492)(见表 3.4 所示)。

此外，通过表 3.4 计算得到 2010-2021 年健康人力资本水平的增长率来看，排名前五的省份依次为：西藏(127.115%)、贵州(112.123%)、江西(78.448%)、青海(76.113%)、海南(64.955%)，增长率排名后五的省份依次为：广东(30.718%)、黑龙江(29.198%)、天津(29.112%)、辽宁(25.918%)、北京(23.112%)。值得注意的是，发达地区在保持稳定增长的同时，欠发达地区也在积极努力追赶。

表 3.4 2010-2021 年各省健康人力资本发展水平

省份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	均值
北京	0.644	0.674	0.663	0.672	0.673	0.681	0.714	0.736	0.758	0.788	0.782	0.792	0.715
天津	0.482	0.502	0.501	0.529	0.530	0.547	0.594	0.627	0.616	0.620	0.616	0.622	0.565
河北	0.429	0.464	0.492	0.510	0.547	0.571	0.590	0.616	0.638	0.661	0.652	0.661	0.569
山西	0.458	0.469	0.485	0.505	0.514	0.530	0.552	0.586	0.613	0.626	0.609	0.624	0.548
内蒙古	0.433	0.458	0.481	0.514	0.529	0.545	0.564	0.596	0.599	0.617	0.595	0.606	0.545
辽宁	0.510	0.527	0.541	0.563	0.575	0.585	0.615	0.615	0.632	0.639	0.625	0.642	0.589
吉林	0.467	0.480	0.501	0.519	0.522	0.547	0.577	0.578	0.612	0.610	0.612	0.625	0.554
黑龙江	0.477	0.474	0.504	0.527	0.528	0.539	0.562	0.567	0.594	0.610	0.600	0.616	0.550
上海	0.574	0.609	0.585	0.608	0.617	0.630	0.668	0.714	0.725	0.732	0.736	0.760	0.663
江苏	0.541	0.563	0.587	0.607	0.636	0.634	0.663	0.679	0.698	0.712	0.729	0.744	0.649
浙江	0.557	0.581	0.594	0.606	0.628	0.651	0.694	0.706	0.723	0.738	0.723	0.744	0.662
安徽	0.430	0.463	0.495	0.509	0.537	0.550	0.572	0.599	0.628	0.646	0.649	0.666	0.562
福建	0.446	0.479	0.499	0.523	0.542	0.558	0.574	0.611	0.622	0.639	0.653	0.670	0.568
江西	0.371	0.404	0.441	0.460	0.488	0.511	0.531	0.566	0.590	0.615	0.638	0.661	0.523
山东	0.538	0.554	0.572	0.595	0.604	0.627	0.653	0.673	0.688	0.694	0.706	0.717	0.635
河南	0.461	0.482	0.515	0.532	0.553	0.574	0.601	0.647	0.672	0.696	0.701	0.717	0.596
湖北	0.446	0.481	0.514	0.539	0.557	0.598	0.618	0.639	0.660	0.679	0.681	0.708	0.593
湖南	0.434	0.458	0.493	0.516	0.556	0.583	0.609	0.629	0.651	0.665	0.679	0.687	0.580
广东	0.590	0.610	0.614	0.627	0.653	0.675	0.701	0.723	0.743	0.760	0.751	0.771	0.685
广西	0.413	0.438	0.474	0.483	0.515	0.537	0.576	0.602	0.627	0.640	0.656	0.672	0.553
海南	0.364	0.395	0.411	0.417	0.437	0.476	0.496	0.514	0.556	0.572	0.585	0.601	0.485
重庆	0.414	0.455	0.495	0.504	0.510	0.542	0.585	0.596	0.594	0.633	0.630	0.652	0.551
四川	0.435	0.476	0.518	0.546	0.571	0.593	0.629	0.654	0.676	0.693	0.681	0.685	0.597
贵州	0.298	0.319	0.376	0.411	0.459	0.474	0.514	0.540	0.566	0.598	0.604	0.632	0.483
云南	0.400	0.425	0.450	0.464	0.485	0.504	0.526	0.561	0.583	0.604	0.603	0.614	0.518
西藏	0.216	0.257	0.252	0.296	0.324	0.351	0.373	0.401	0.448	0.463	0.455	0.492	0.361
陕西	0.431	0.457	0.493	0.515	0.534	0.557	0.590	0.619	0.650	0.661	0.667	0.681	0.571
甘肃	0.378	0.401	0.441	0.454	0.479	0.499	0.534	0.553	0.579	0.597	0.587	0.605	0.509
青海	0.283	0.317	0.343	0.361	0.385	0.409	0.433	0.462	0.481	0.500	0.495	0.498	0.414
宁夏	0.337	0.363	0.389	0.414	0.433	0.449	0.469	0.495	0.503	0.511	0.523	0.522	0.451
新疆	0.427	0.449	0.460	0.472	0.487	0.509	0.543	0.562	0.585	0.607	0.604	0.620	0.527
均值	0.441	0.467	0.490	0.510	0.529	0.550	0.578	0.602	0.623	0.640	0.640	0.655	0.560

注：根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

### 3.3.4 分区域健康人力资本水平比较分析

为科学反映我国不同区域的社会经济发展状况，将全国分为四大经济区域：即东部、中部、西部以及东北地区，并对其四个区域的健康人力资本水平进行比较分析。

从整体来看,在过去的十二年中,东部、中部、西部以及东北地区的健康人力资本得分均呈现上升的趋势,这表明在国家经济持续增长和社会发全面进步的推动下,各地区的健康人力资本水平有所提高,为未来健康人力资本的持续发展奠定了坚实基础(见表 3.5、图 3.3 所示)。

分区域健康人力资本水平分析如下:东部地区健康人力资本得分从 2010 年的 0.516 增长到 2021 年的 0.708,增长率为 37.209%。在 2011 年和 2016 年,健康人力资本水平增长率较高,分别为 5.162%、4.926%。在 2012 年和 2020 年增长率较低,分别为 1.619%、0.234%;中部地区健康人力资本得分从 0.433 增长到 2021 年的 0.677,增长率为 56.351%。在 2011 年和 2012 年的增长率相对较高,分别为 6.063%、6.767%。在 2020 年和 2021 年增长率相对较低,分别为 0.776%、2.659%;西部地区健康人力资本得分从 0.372 增长到 2021 年的 0.606,增长率为 62.903%。在 2011 年和 2012 年的增长率相对较高,分别为 7.808%、7.373%。在 2020 年和 2021 年增长率相对较低,分别为-0.327%、2.499%;东北地区健康人力资本得分从 0.485 增长到 2021 年的 0.628,增长率为 29.485%。在 2012 年和 2016 年增长率较高,分别为 4.460%、4.913%。在 2017 年和 2020 年增长率较低,分别为 1.013%、-1.137%。

对比四个区域健康人力资本水平分析。首先,从健康人力资本得分来看,东部地区最高,均值为 0.620,中部地区和东北地区稍逊,均值分别为 0.567、0.564。西部地区最低,均值为 0.507。其次,从 2010-2021 年健康人力资本的增长率分析来看,西部地区最高为 62.903%,东北地区最低为 29.485%。最后,无论是东部、中部、西部还是东北地区,健康人力资本水平在 2020 和 2021 年的增长率都较低,特别是西部地区和东北地区在 2020 年呈现负增长趋势,可能是西部地区和东北地区的经济发展滞缓、医疗卫生条件相对落后、城乡医疗服务和卫生发展差异较大以及劳动力的流失等原因导致。

总的来说,虽然各地区的健康人力资本水平有所提高,但在不同区域之间仍然存在一定差距。东部地区仍然相对较高,而中部、西部和东北地区的发展还有一定的追赶空间。

表 3.5 2010-2021 年分区域健康人力资本水平表

时间	东部地区		中部地区		西部地区		东北地区	
	指数	增长率 (%)						
2010	0.516	—	0.433	—	0.372	—	0.485	—
2011	0.543	5.162	0.460	6.063	0.401	7.808	0.494	1.803
2012	0.552	1.619	0.491	6.767	0.431	7.373	0.516	4.460
2013	0.569	3.193	0.510	4.007	0.453	5.134	0.536	4.006
2014	0.587	3.045	0.534	4.669	0.476	5.083	0.542	1.013
2015	0.605	3.104	0.558	4.395	0.497	4.522	0.557	2.849
2016	0.635	4.926	0.580	4.103	0.528	6.136	0.584	4.913
2017	0.660	3.969	0.611	5.266	0.553	4.818	0.587	0.384
2018	0.677	2.540	0.636	4.030	0.574	3.759	0.613	4.425
2019	0.692	2.203	0.654	2.957	0.594	3.379	0.620	1.127
2020	0.693	0.234	0.660	0.776	0.592	-0.327	0.612	-1.137
2021	0.708	2.155	0.677	2.659	0.606	2.499	0.628	2.487
均值	0.620	—	0.567	—	0.507	—	0.564	—

注：根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

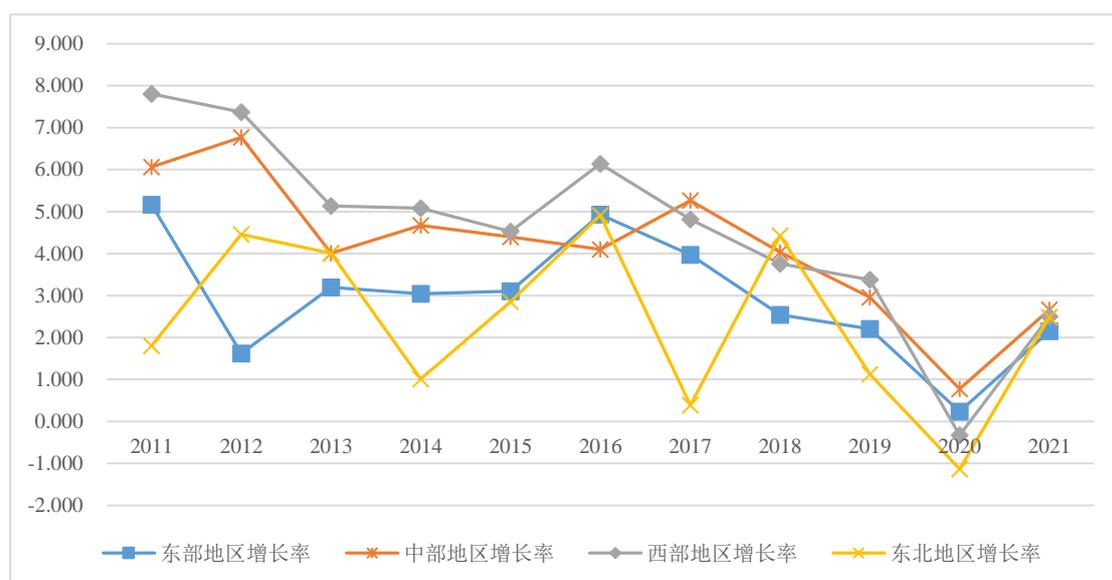


图 3.3 2010-2021 年分区域健康人力资本水平增长率

## 4 健康人力资本对经济增长的影响

本章探讨健康人力资本对经济增长的影响研究。首先，将健康人力资本引入柯布道格拉斯（C-D）生产函数中构建理论模型，在此基础上，构建空间计量模型研究健康人力资本对经济增长的影响机制、空间溢出效应以及区域异质性，并对模型的稳健性进行检验，以确保估计结果的真实合理性。

### 4.1 理论模型的构建

本文根据第二章 Barro 的三部门经济增长模型梳理来看，健康人力资本与经济增长存在因果关系。在已有研究过程中大多学者参考 C-D 生产函数。本章基于 Barro、Lusas 等学者的研究，将人力资本这一内生要素引入 C-D 生产函数中，得到经济增长模型的经典表达式为：

$$Y_i = AK_i^\alpha L_i^\beta e^\mu \quad (4.1)$$

(4.1) 式中， $Y_i$  代表第  $i$  年的经济产出， $K_i$  代表第  $i$  年的物质资本， $\alpha$  代表物质资本的产出弹性， $L_i$  代表第  $i$  年劳动力水平， $\beta$  代表劳动力水平的产出弹性， $A$  代表技术进步水平， $e$  代表随机误差， $\mu$  表示随机干扰项，且满足  $\alpha + \beta = 1$  这一假设。

在研究过程中，人们开始意识到人力资本对于经济增长的重要性。然而，刚开始人力资本的研究主要集中在教育领域。教育被认为是提高人力资本的主要途径。因此，教育人力资本作为内生要素引入到经济增长模型中，其基本形式为：

$$Y_i = AK_i^\alpha L_i^\beta E_i^\gamma e^\mu \quad (4.2)$$

(4.2) 式中， $E_i$  代表第  $i$  年教育人力资本， $\gamma$  代表教育人力资本的产出弹性。

在考察人力资本溢出效应时，学者们开始将教育人力资本和健康人力资本区分开来，健康人力资本也作为内生要素将引入式 (4.2) 中，最终得到包含健康人力资本、教育人力资本、物质资本、劳动力水平的经济增长模型：

$$Y_i = AK_i^\alpha L_i^\beta E_i^\gamma H_i^\delta e^\mu \quad (4.3)$$

(4.3) 式中,  $H_i$  代表第  $i$  年健康人力资本,  $\delta$  代表健康人力资本的产出弹性。

为减弱模型中数据的异方差性质, 以及更好的理解变量之间的关系。对式 (4.3) 取对数转换为线性关系如下:

$$\ln Y_i = \alpha \ln K_i + \beta \ln L_i + \gamma \ln E_i + \delta \ln H_i + \mu \quad (4.4)$$

为避免出现遗漏变量, 本文选择地方财政收支水平、外贸依存度、产业结构作为其他控制变量。因此, (4.4) 式转换如下:

$$\ln Y_i = \alpha \ln K_i + \beta \ln L_i + \gamma \ln E_i + \delta \ln H_i + aF_i + bD_i + cI_i + \mu \quad (4.5)$$

(4.5) 式中,  $F$  表示地方财政收支水平,  $D$  表示外贸依存度,  $I$  表示产业结构,  $a$ 、 $b$ 、 $c$  分别代表各自的产出弹性。

## 4.2 空间计量模型的构建

在现代经济全球化的背景下, 各省份之间的经济联系日益紧密。这种联系不仅体现在贸易、投资方面, 还体现在人力资本、技术、资源等要素。同时, 受地理位置的影响, 各省份之间的经济联系存在明显的空间依赖性, 即省份之间的距离越近, 联系也就越密切。因此, 在研究各省份经济发展时, 需要考虑空间和时间二者之间的依存关系。为了更好地理解各省份之间经济联系的特点和规律, 更准确地反映出健康人力资本的溢出效应, 以及不同地区之间可能存在的相互作用效应。因此, 本文构建空间计量模型来分析健康人力资本对经济增长的影响以及空间溢出效应。空间计量模型有三种形式, 基于 (4.5) 式最终得到三种模型的表达式如下:

### (1) 空间自回归 (SAR) 模型

$$\begin{aligned} \ln Y_i = & \rho W \ln Y_i + \alpha \ln K_i + \beta \ln L_i + \gamma \ln E_i \\ & + \delta \ln H_i + aF_i + bD_i + cI_i + \varepsilon \end{aligned} \quad (4.6)$$

### (2) 空间杜宾 (SDM) 模型

$$\begin{aligned} \ln Y_i = & \rho W \ln Y_i + \alpha \ln K_i + \beta \ln L_i + \gamma \ln E_i + \delta \ln H_i \\ & + aF_i + bD_i + cI_i + \alpha_1 W \ln K_i + \beta_1 W \ln L_i \\ & + \gamma_1 W \ln E_i + \delta_1 W \ln H_i + a_1 W F_i + b_1 W D_i + c_1 W I_i + \varepsilon \end{aligned} \quad (4.7)$$

### (3) 空间误差 (SEM) 模型

$$\begin{aligned} \ln Y_i &= \alpha \ln K_i + \beta \ln L_i + \gamma \ln E_i + \delta \ln H_i \\ &\quad + aF_i + bD_i + cI_i + \mu \\ \mu &= \lambda W + \varepsilon \end{aligned} \quad (4.8)$$

式 (4.6) — (4.8) 中,  $w$  为  $31 \times 31$  的空间权重矩阵,  $\varepsilon$  为随机扰动项,  $\rho$  为空间自回归系数,  $\lambda$  为残差自回归系数,  $\alpha_1$ 、 $\beta_1$ 、 $\gamma_1$ 、 $\delta_1$ 、 $a_1$ 、 $b_1$ 、 $c_1$  分别为相邻省份解释变量和控制变量的影响系数。若  $\rho$  呈现显著性水平, 则表示中国各省份之间存在空间自相关性, 即各省份之间经济增长会相互影响。反之, 各省份之间的经济增长不存在相互影响。具体使用 SAR、SDM 还是 SEM 模型, 需要进一步检验, 从而选择合适的模型进行后续的分析。在本文中, 采用的空间权重矩阵为空间距离矩阵 (即相邻地区为 1, 不相邻地区为 0)。基于此, 本文展开 2010-2021 年中国各省健康人力资本对经济增长的影响分析。

## 4.3 变量选取与数据来源

### 4.3.1 被解释变量

衡量经济增长的指标有很多, 如国内生产总值 (GDP)、GDP 增长率、人均 GDP 等。其中, GDP 可以衡量一个国家或地区的经济增长速度以及经济总量。因此本文选取 GDP 作为被解释变量。

然而, 通货膨胀和通货紧缩会对价格水平产生影响, 为了消除这种影响, 需要使用平减指数对名义 GDP 进行调整, 以此得到实际 GDP。这样能够客观地反映经济形势, 并准确评估经济增长的水平。因此, 本文以 2010 年为基期, 通过平减指数, 最终计算得到 2010-2021 年的实际 GDP (见附表 1 所示)。

### 4.3.2 核心解释变量

为了准确衡量健康人力资本, 本文从多个角度对其进行衡量并测度。第三部分已经详细介绍了指标的选择和测度方法。最终, 采用健康人力资本综合得分作为衡量健康人力资本水平的代理变量。该指数涵盖了健康状况、预防保健、医疗

服务、医疗卫生、生活方式和居住环境六个关键维度。为了计算该得分，通过使用熵值法，最终计算得到 31 个省、直辖市、自治区 2010-2021 年的健康人力资本综合得分，以此来衡量健康人力资本水平（见表 3.3 所示）。

### 4.3.3 控制变量

#### （1）教育人力资本

对于教育人力资本指标的衡量，本文采用人均受教育年限法，该方法能够直观地反映劳动者的教育水平，能够准确评估教育人力资本对经济增长的贡献。具体而言，本文根据文化程度不同划分为：未上过学、小学、初中、高中、大学专科及本科、研究生。每个学历层次都对应着特定的受教育年限，分别为 1 年、6 年、9 年、12 年、16 年、19 年。则平均受教育年限公式为：

$$E_t = \frac{e_1 \cdot 1 + e_2 \cdot 6 + e_3 \cdot 9 + e_4 \cdot 12 + e_5 \cdot 16 + e_6 \cdot 19}{p_6} \quad (4.9)$$

式（4.9）中， $E_t$  为平均受教育年限； $e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6$  分别代表未上过学、小学、初中、高中、大学专科及本科、研究生； $p_6$  代表 6 岁以上人口总数。基于（4.9）式，最终计算得 2010-2021 年我国 31 个省、直辖市、自治区的人均受教育年限（见附表 2 所示）。

#### （2）物质资本存量

在经济模型中，物质资本也是重要指标之一。对于物质资本存量的衡量，本文借鉴国内外学者的相关研究，采用永续盘存法估算物质资本存量。公式如下：

$$K_t = I_t + (1 - \delta)K_{t-1} \quad (4.10)$$

（4.10）式中， $I_t$  是第  $t$  期的物质资本投入， $\delta$  是物质资本存量的折旧率， $K_t$  是  $t$  期的资本存量。

##### ① 物质资本投入

本文依据张军等（2004）和单豪杰（2008）的测度方法，采用固定资本形成总额作为当期的物质资本投入。同样，需要对固定资本形成总额进行平减。因此，本文将固定资产投资价格指数（上年=100）转换成以 2010 年为基期的固定资产

投资价格指数，然后利用该指数将现价的固定资本形成总额调整为以 2010 为基期的实际固定资本形成总额，最终得到 2010-2021 年的实际固定资本形成总额。

### ② 折旧率

折旧率的计算是一个比较复杂的问题，因此国内外学者对折旧率的选择也各不相同。本文选取单豪杰（2008）设定的 10.96% 作为资本存量折旧率。

### ③ 初始物质资本存量 $K_0$

对于初始物质资本存量  $K_0$  的估算，学者们也提出了不同的估算方法。本文依据单豪杰（2008）的做法，以 2011 年固定资本形成总额除以 10.96% 与 2011-2015 年投资增长率的均值之和，作为该省的初始资本存量。最终将所有变量数据代入公式（4.10），计算得到 2010-2021 年我国各省、直辖市、自治区的物质资本存量（见附表 3 所示）。

## （3）劳动力水平

就业人数的增加不仅有助于推动技术创新和生产效率的提升，更在深层次上促进了经济的蓬勃发展。随着就业人数的稳步增长，劳动力市场的竞争日益激烈，这促使企业不断加大技术革新和管理创新的力度，以求在竞争中脱颖而出。通过采用更为先进的技术手段和高效的管理方法，企业能够显著提高产品和服务的品质，进而满足市场的多元化需求。同时，更多的劳动力参与生产和消费，为经济的增长注入了新的活力，形成良性循环。因此，维持就业稳定、提高就业率，对于促进经济增长具有举足轻重的意义。鉴于就业人数在反映劳动力水平方面的显著作用，本文选择就业人数作为衡量劳动力水平，以期更准确地把握经济发展的脉搏。

## （4）地方财政支出水平

适度的财政支出可以通过投资与消费的组合，拉动需求，促进产业和就业的增长，推动经济的发展。地方财政支出是实现经济调节作用的重要手段。地方政府可以通过调整收入分配、减免企业税收、提高农民收入等方式来促进经济发展，同时通过财政支出来促进当地产业和就业的增长。因此，本文选择地方财政支出/总人数来衡量地方财政支出水平。

## （5）产业结构

合理的产业结构能够提升资源配置效率和企业竞争力，促进创新和技术进步、

加强区域经济协调发展,推动经济增长。国家工业化水平的提高,带来更强的生产能力和国际竞争力,推动经济增长。制造业和建筑业的发展为就业和收入分配提供了关键机会,促进劳动力技能提升和经济蓬勃发展。此外,第二产业也能够带动相关产业链和供应链的发展,增加内需,减少对进口的依赖。因此,本文采用第二产业产值/GDP 比重来衡量产业结构。

### (6) 外贸依存度

外贸依存度的高低会直接影响一个国家的经济增长,国家通过外贸可以获得更多的市场机会,扩大对外开放,吸引更多的外国投资和技术。外贸的增长可以推动国内产业的发展,提高生产力,促进就业增加,从而推动经济的增长。而进出口总额占 GDP 的比重,即外贸依存度。它不仅反映了国家经济在全球市场中的竞争力,也体现了国家经济结构的开放程度和国际化的水平。因此,本文选择进出口额占 GDP 比重来衡量外贸依存度(见表 4.1 所示)。

表 4.1 健康人力资本与经济增长指标

变量类型	符号	指标名称
被解释变量	Y	实际 GDP
核心解释变量	H	健康人力资本
	K	物质资本存量
	E	教育人力资本
	L	劳动力水平
控制变量	F	地方财政支出水平
	I	产业结构
	D	外贸依存度

### 4.3.4 数据来源

根据数据的可获得性和连续性,本文选取 2010-2021 年 31 各省、自治区、直辖市的数据为依据进行实证分析。本文数据来自于《中国统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》、《中国劳动统计年鉴》以及各省统计年鉴、各省国民经济和社会发展统计公报,对于部分年份缺失的数据采用线性插补的方式进行补全。样本的描述性统计分析结果见表 4.2 所示。

表 4.2 变量的描述性统计分析

变量名称	符号	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
实际 GDP	Y	372	14704.84	12012.46	512.9	57073.96
健康人力资本综合得分	H	372	0.5141	0.07665	0.29	0.73
物质资本存量	K	372	265021.2	94715.2	89247.5	661871.6
教育人力资本	E	372	9.0552	1.14931	4.22	12.78
劳动力水平	L	372	2480.53	1666.16	169.00	7072.00
地方财政支出水平	F	372	25867.95	16206.26	6855.87	120947.37
产业结构	I	372	0.4035	0.077385	0.1830	0.6021
外贸依存度	D	372	27.4392	30.0212	0.7142	156.3228

注：根据 SPSS.23 软件计算整理得到。

## 4.4 空间自相关检验

### 4.4.1 全局空间自相关检验

在建立空间计量模型之前，需对空间自相关性进行检验。本文利用莫兰指数来检验区域间的相关性质，计算公式为：

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (4.11)$$

式 (4.11) 中， $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  表示样本方差， $w_{ij}$  表示空间权重矩阵的  $(i, j)$

元素，即用来度量省份  $i$  和省份  $j$  之间的距离， $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$  表示所有空间权重之和，

$n$  表示区域总数量。莫兰指数  $I$  的取值范围为  $-1 \sim 1$  之间，具体数值大小能够反映空间分布的自相关性。当莫兰指数大于 0 时，表示存在正自相关；而当其小于 0 时，则表示存在负自相关，即空间分布呈现出分散性；若莫兰指数接近于 0，则意味着表示空间分布具有随机性，不存在空间自相关。

基于空间距离矩阵，对空间的自相关性检验可知，在显著性水平为 5% 的条件下，我国各省之间的经济发展水平呈现显著的空间相关性，且在 2010-2021 年的莫兰指数均大于 0，则最终呈现正自相关性。由此可以构建空间计量模型（见表 4.3 所示）。

表 4.3 空间自相关检验结果

时间	莫兰指数	Z 统计量值
2010	0.258	2.508**
2011	0.260	2.526**
2012	0.257	2.503**
2013	0.255	2.480**
2014	0.256	2.490**
2015	0.269	2.594***
2016	0.275	2.649***
2017	0.270	2.605**
2018	0.265	2.556**
2019	0.265	2.556**
2020	0.267	2.573***
2021	0.259	2.513**

注：根据 stata 15.1 软件计算整理得到，\*表示估计系数在 1%水平上显著，\*\*表示估计系数在 5%水平上显著，\*\*\*表示估计系数在 10%水平上显著，后续表涉及“\*”、“\*\*”、“\*\*\*”、意思均相同。

#### 4.4.2 局部空间自相关检验

为了更好的度量我国各省的空间聚集效应，则根据莫兰散点图来呈现局部空间自相关性，分为四个象限（见表 4.4 所示）。

表 4.4 莫兰散点图象限含义

象限	含义	简称
第一象限	观测值高的区域被高值区域包围	高-高
第二象限	观测值低的区域被高值区域包围	低-高
第三象限	观测值低的区域被低值区域包围	低-低
第四象限	观测值高的区域被低值区域包围	高-低

通过绘制 2010 年和 2021 年的莫兰散点图（见图 4.1 和图 4.2 所示），第一象限呈现“高-高”聚集现象的省份主要有江苏、山东、河南、上海、河北、湖北、湖南、北京、福建、江西、安徽等发达地区。而第三象限呈现“低-低”聚集现象的省份有西藏、青海、宁夏、甘肃、新疆、云南等欠发达地区。第二象限呈现“低-高”聚集的主要省份有海南、贵州、吉林、重庆等地区。第四象限呈现“高-低”聚集现象的省份为四川。整体来看，我国经济发展水平在空间分布上呈现不均衡、聚集局限性的情况，进一步验证经济增长存在空间自相关性。为能够客观反映实

际情况，在建立计量模型时候需要考虑空间自相关性，由此可知，本文选择空间面板计量模型是合理的。

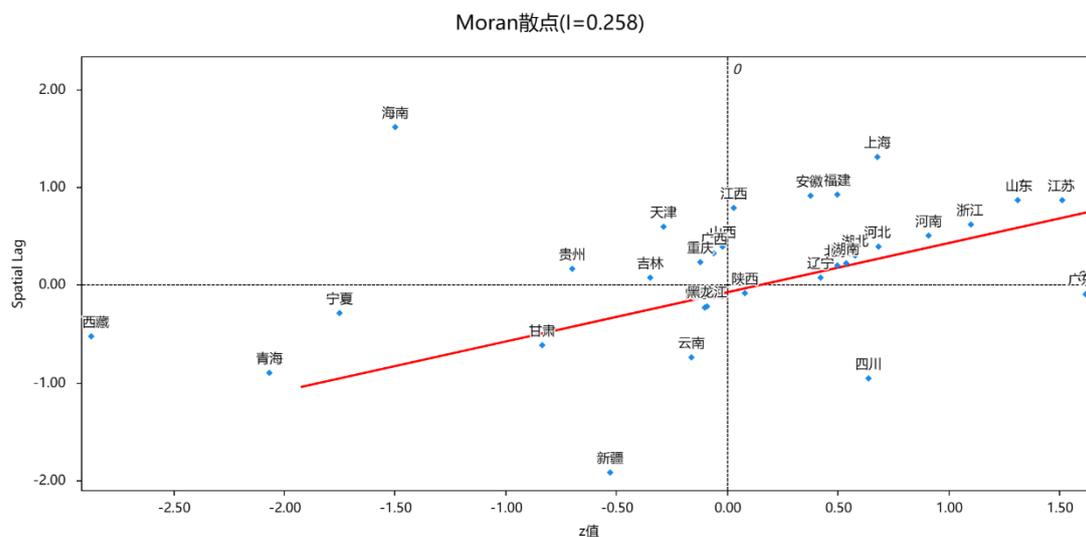


图 4.1 2010 年我国各省实际 GDP 的莫兰散点图

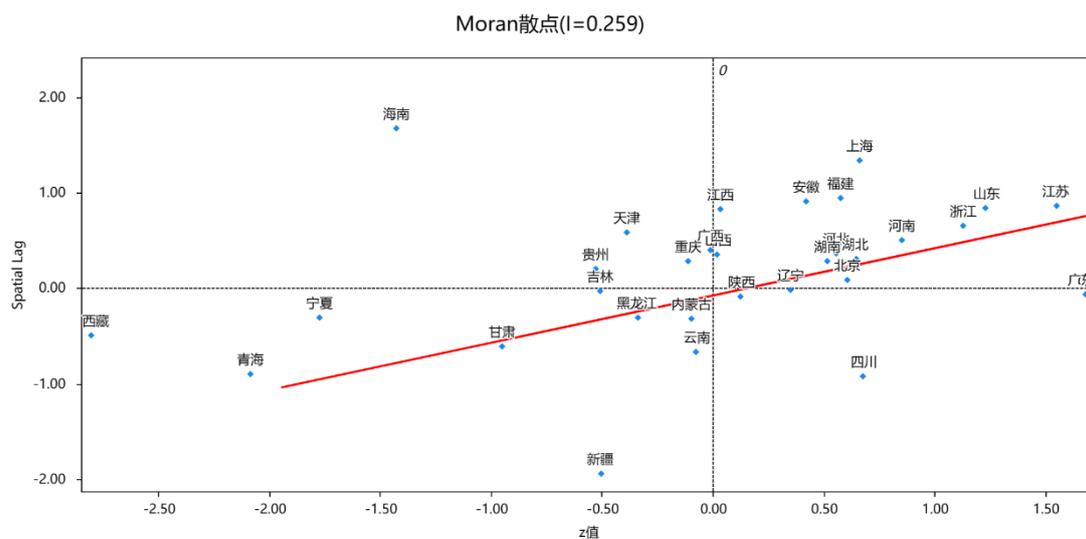


图 4.2 2021 年我国各省实际 GDP 的莫兰散点图

## 4.5 模型的选择与估计

### 4.5.1 多重共线性检验

多重共线性会导致回归结果的不稳定性。当自变量之间存在高度相关时，回归模型的系数估计值可能变得非常敏感，即使细微的数据变动也会引起模型结果

的显著性变化。这使得我们无法准确地解释自变量对因变量的影响。当存在多重共线性时,回归模型的标准误差会增加,使得回归系数的显著性检验变得不可靠,从而产生错误的判断。因此,进行多重共线性检验的目的是为了评估自变量之间的相关性,以避免这些问题的发生,从而提高回归模型的准确性和可靠性。在本文中,采取方差膨胀因子(VIF)检验多重共线性,具体而言,一般认为VIF值大于10,则存在严重的多重共线性问题。

由表4.5所示,方差膨胀因子从大到小分别为物质资本存量(9.89)、健康人力资本(6.37)、劳动力水平(4.10)、教育人力资本(3.15)、产业结构(2.81)、外贸依存度(2.35)、地方财政支出水平(1.02)均小于10,且平均方差膨胀因子为4.24。由此可知,该模型的变量中不存在严重的多重共线性,对模型的参数估计和回归分析结果不影响。

表 4.5 多重共线性检验

变量	VIF	1/VIF
健康人力资本	6.37	0.157102
物质资本存量	9.89	0.101065
教育人力资本	3.15	0.317186
劳动力水平	4.10	0.243949
地方财政支出水平	1.02	0.983261
产业结构	2.81	0.356111
外贸依存度	2.35	0.424829
平均值	4.24	—

注:根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

## 4.5.2 模型的选择

(1) **LM 检验:** 确定使用空间计量模型之前,需要对空间计量的三个模型做出选择,则进行 LM 检验。由表 4.6 所示,SEM 模型和 SAR 模型均在 1%显著性水平下拒绝原假设,对于选择 SEM 模型和 SAR 模型均适合,因此本文选择二者结合的 SDM 模型,即空间杜宾模型。

(2) **Hausman 检验:** 本文是基于 2010-2021 年各省的面板数据进行分析,因此需要进行 Hausman 检验选择合适的模型。由表 4.6 检验结果可知, Hausman 检验在 1%显著性水平下拒绝原假设,因此选用固定效应模型。

(3) **Wald 检验、LR 检验**：是对“SDM 模型是否退化为 SEM 模型”以及“SDM 模型是否退化为 SAR 模型”进行检验。以上两种检验结果显示，在 1% 显著性水平下拒绝“SDM 模型退化为 SEM 模型”和“SDM 模型退化为 SAR 模型”。因此，与 SEM 和 SAR 模型相比，选择 SDM 模型是合理的。综合所有检验，最终选取空间杜宾模型。

表 4.6 SEM、SAR、SDM 计量模型检验

检验	指标名称	统计值
LM 检验	SEM 检验	87.992***
	稳健性 SEM 检验	93.233***
	SAR 检验	20.171***
	稳健性 SAR 检验	25.413***
Hausman 检验	卡方检验	281.720***
Wald 检验	SEM 检验	81.310***
	SAR 检验	30.140***
LR 检验	SEM 检验	79.510***
	SAR 检验	29.980***

注：根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

### 4.5.3 模型参数估计

通过上述检验，选取 SDM 模型在空间距离矩阵下进行分析，最终得到参数估计结果。由表 4.7 可知，rho（空间自相关性系数）显著为正，说明我国各省的经济增长存在空间集聚效应，由此可以使用空间计量模型来分析健康人力资本对经济增长的影响， $R^2$  值为 0.7872 大于 0.5，对于面板数据而言，这一结果表明所选取的变量能够较好的反应影响我国经济增长的因素。且 Log-likelihood 值较大，说明使用空间计量模型要优于普通的线性模型。

由检验结果可知，在 1% 的显著性水平下，健康人力资本对经济增长具有显著的促进作用，在其余变量保持不变的前提下，健康人力资本每增加 1 个单位，地区生产总值增加 0.3186 个单位，即表明我国各省的健康人力资本的提高有利于经济增长。从核心控制变量的估算结果可知，在 10% 的显著性水平下，物质资本存量对经济增长有显著的正向影响，即物质资本存量每增加 1 个单位，地区生产总值增加 0.0466 个单位，说明足够的物质资本有助于提高生产效率和生产能力，推动经济持续增长。教育人力资本对经济增长有显著的正向作用，即教育人

力资本每增加 1 个单位，地区生产总值增加 0.1484 个单位，说明教育的投资和提升人力资本的质量可以促进技术进步、创新能力和劳动生产力，从而推动经济的可持续发展。就业人数对经济增长的影响显著为正，即就业人数每增加 1 个单位，地区生产总值增加 0.0449 个单位，主要原因可能是增加劳动力参与生产的人数，从而提高国民收入和购买力，刺激消费需求和投资，促进经济增长。在其他控制变量中，在 1% 的显著性水平下，产业结构对经济增长产生正向促进作用，即产业结构每增加 1 个单位，地区生产总值增加 1.0383 个单位。

综上所述，健康人力资本、物质资本存量、教育人力资本以及产业结构对经济增长正向的显著性影响。从人力资本对经济增长的影响角度来看，健康人力资本（系数为 0.3186）比教育人力资本（系数为 0.1484）对经济增长的影响要大。

表 4.7 空间杜宾模型估计结果

变量	系数	Z 统计值
lnH	0.3186	3.03***
lnK	0.0466	3.41***
lnL	0.0449	1.82*
lnE	0.1484	2.57**
F	0.0048	1.13
I	1.0383	12.06***
W*lnH	0.4662	3.62***
W*lnK	-0.0168	-0.70
W*lnL	0.1414	2.87***
W*lnE	0.1474	1.71*
W*F	-0.0072	-1.20
W*I	0.6056	3.49**
R <sup>2</sup>		0.7872
Rho	0.3413	5.96***
Sigma	0.0008	13.50***
Log-likelihood		798.3389
样本量		372

注：根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

#### 4.5.4 模型的效应分解

为分析健康人力资本的溢出效应，则对直接效应、间接效应、总效应的回归结果进行分析。

### (1) 直接效应

由表 4.8 所示, 在 1% 显著性水平下, 健康人力资本、物质资本、劳动力水平、教育人力资本、产业结构对经济增长的直接效应显著为正, 其系数分别为 0.3811、0.0470、0.0594、0.1631、1.1261。在 5% 显著性水平下, 劳动力水平对经济增长的直接效应显著为正, 其系数为 0.0546。即本省的健康人力资本、物质资本、劳动力水平、教育人力资本、产业结构的提高, 能够促进本省的经济增长。

### (2) 间接效应

由表 4.8 所示, 在 1% 显著性水平下, 健康人力资本、劳动力水平、教育人力资本、产业结构对经济增长的间接效应显著为正, 其系数分别为 0.8232、0.2222、0.2785、1.3915。在 10% 显著性水平下, 健康人力资本对经济增长的直接效应显著为正, 其系数为 0.0704。即本省健康人力资本、劳动力水平、教育人力资本、产业结构的提高, 不仅能促进本省的经济增长, 还对周围其他省份的经济增长有促进作用。

### (3) 总效应

由表 4.8 所示, 在 1% 显著性水平下, 健康人力资本、劳动力水平、教育人力资本、产业结构对经济增长的总效应显著为正, 其系数分别为 1.2043、0.2816、0.4415、2.5176。总效应为直接效应和间接效应的加总, 根据总效应系数以及显著性可知, 本省的健康人力资本、劳动力水平、教育人力资本、产业结构的提高, 能促进全国的经济增长。

综上所述, 健康人力资本、教育人力资本、劳动力水平以及产业结构的直接效应、间接效应、总效应均显著为正, 即存在正向的空间溢出效应。

表 4.8 空间杜宾模型效应分解结果

变量	直接效应		间接效应		总效应	
	系数	统计值	系数	统计值	系数	统计值
lnH	0.3811	3.98***	0.8232	4.68***	1.2043	6.87***
lnK	0.0470	3.41***	-0.0021	-0.07	0.0449	1.31
lnL	0.0594	2.48**	0.2222	3.29***	0.2816	3.80***
lnE	0.1631	2.97***	0.2785	2.69***	0.4415	4.02***
F	0.0045	1.13	-0.0081	-1.10	-0.0035	-0.51
I	1.1261	12.92***	1.3915	5.97***	2.5176	8.98***

注: 根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

#### 4.5.5 区域异质性分析

根据经济基础和经济发展水平,把经济区域划分为东部地区、中部地区、西部地区、东北地区。根据这四个区域探索健康人力资本对经济增长的影响差异,最终结果见表 4.9 所示。

通过表 4.9 的分区域估计结果可知,在东部地区和中部地区,健康人力资本对经济增长有显著的正向影响,其系数分别为 0.3415、0.4745;而西部地区和东北地区健康人力资本对经济增长没有显著性作用。由此可见,健康人力资本对经济增长的影响在不同地区呈现出异质性。具体而言,东部地区、中部地区的健康人力资本对经济增长的影响是正向,即健康人力资本水平的提升会有效推动经济增长。而西部地区和中部地区无明显作用,主要原因可能是健康投资主体的支出比重不合理,政府和社会在健康投资中的比重较低,未能有效弥补个人健康投资的不足,导致健康投资效率不高。其次,教育投资的增长速度可能滞后于物质资本投资,使得技术和物质资本缺乏相应的人力推动,降低了物质资本的效率。最后,人力资本结构演进水平较低,未能有效促进技术创新升级、产业结构升级和城乡收入分配结构的优化,从而限制了健康人力资本对经济增长的推动作用。由此可知,经济越发达地区,健康人力资本对经济增长的影响越显著。

表 4.9 健康人力资本影响经济增长分区域估计结果

变量名称	东部地区	中部地区	西部地区	东北地区
lnH	0.3412*** (5.91)	0.4745*** (3.51)	-0.1377 (0.17)	0.1172 (0.47)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
N	372	372	372	372
R <sup>2</sup>	0.8636	0.7030	0.6629	0.884

注:根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

#### 4.5.6 稳健性检验

对于稳健性检验,本文主要采用两个方法:一是更改空间权重矩阵,通过更改空间距离矩阵为空间经济地理矩阵,检验处理后的模型与之前的模型所得出的结论是否一致;二是补充变量法:在模型中随机扰动项与解释变量可能相关,因此加入遗漏变量再次进行分析,从而验证是否会对计量模型结果产生影响。

### (1) 更换空间权重矩阵

不同的空间权重矩阵对回归结果可能产生不同的影响,因此本文将前述的空间距离权重矩阵更换为经济地理矩阵,再次使用SDM模型进行分析,通过了空间自相关检验、LM检验、Hausman检验、Wald检验、LR检验(见表4.10、表4.11)。

**表 4.10 经济地理矩阵的空间自相关检验结果**

时间	莫兰指数	Z 统计量值	时间	莫兰指数	Z 统计量值
2010	0.092	3.802***	2016	0.095	3.870***
2011	0.092	3.779***	2017	0.095	3.863***
2012	0.092	3.785***	2018	0.095	3.857***
2013	0.092	3.779***	2019	0.094	3.838***
2014	0.092	3.784***	2020	0.094	3.842***
2015	0.094	3.835***	2021	0.093	3.815***

注:根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

**表 4.11 经济地理矩阵的 SEM、SAR、SDM 计量模型检验**

检验	指标名称	统计值
LM 检验	SEM 检验	161.867**
	稳健性 SEM 检验	157.858**
	SAR 检验	14.838***
	稳健性 SAR 检验	10.828***
Hausman 检验	卡方检验	27.87***
Wald 检验	SEM 检验	32.35***
	SAR 检验	13.90**
LR 检验	SEM 检验	35.96***
	SAR 检验	14.40**

注:根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

最终得到估计结果见表 4.12。更换经济地理矩阵之后,在显著性为 1%的水平下,核心解释变量健康人力资本对经济增长呈现显著的正向影响,与更换空间权重矩阵前的结果保持一致,因此可以认为空间计量模型的估计结果具有稳健性。

**表 4.12 更换空间权重矩阵的稳健性检验结果**

矩阵 变量	空间权重矩阵		经济地理矩阵	
	系数	Z 统计值	系数	Z 统计值
lnH	0.3186	3.03***	0.4244	3.93***
lnK	0.0466	3.41***	0.0689	5.51***
lnL	0.0449	1.82*	0.0846	3.52***

续表 4.12

矩阵 变量	空间权重矩阵		经济地理矩阵	
	系数	Z 统计值	系数	Z 统计值
lnE	0.1484	2.57**	0.9364	10.98
F	0.0048	1.13	0.0002	0.05
I	1.0383	12.06***	1.0383	12.06***
W*lnH	0.4662	3.62***	0.2052	0.87
W*lnK	-0.0168	-0.70	-0.0183	-0.33
W*lnL	0.1414	2.87***	0.1578	1.60
W*lnE	0.1474	1.71*	0.2512	1.71*
W*F	-0.0072	-1.20	0.0022	0.20
W*I	0.6056	3.49**	0.7646	2.34**
R <sup>2</sup>	0.7872		0.7789	
rho	0.3413	5.96***	0.4801	4.25***
Sigma	0.0008	13.50***	0.0008	13.54***
Log-likelihood	798.3389		795.5442	
样本量	372		372	

注：根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

## (2) 补充变量法

外贸依存度对经济增长有着重要的作用。合理的外贸依存度能够促进经济增长与国际贸易的互动，增加产出、就业与创新，提高经济活力。因此，本文选择进出口总额占 GDP 比重来衡量外贸依存度。将此变量加入模型中进行分析，同样通过了 LM 检验、Hausman 检验、Wald 检验、LR 检验（见表 4.13）。

表 4.13 加入遗漏变量的 SEM、SAR、SDM 计量模型检验

检验	指标名称	统计值
LM 检验	SEM 检验	91.647***
	稳健性 SEM 检验	97.467***
	SAR 检验	25.389***
	稳健性 SAR 检验	31.210***
Hausman 检验	卡方检验	315.33***
Wald 检验	SEM 检验	81.58***
	SAR 检验	34.63***
LR 检验	SEM 检验	81.50***
	SAR 检验	34.47***

注：根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

最终估计结果见表 4.14 所示，加入外贸依存度这个控制变量之后，在显著

性为 1% 的水平下,核心解释变量健康人力资本对经济增长呈现显著的正向影响,与未加外贸依存度的估计结果保持一致,因此可以认为空间计量模型的估计结果具有稳健性。

表 4.14 加入遗漏变量的稳健性检验结果

模型	未加遗漏变量		加入遗漏变量	
变量	系数	Z 统计值	系数	Z 统计值
lnH	0.3186	3.03***	0.3561	3.43***
lnK	0.0466	3.41***	0.0501	3.72***
lnL	0.0449	1.82*	0.0489	2.02**
lnE	0.1484	2.57**	0.1583	2.79***
F	0.0048	1.13	0.0041	0.97
I	1.0383	12.06***	0.9761	11.33***
D	—	—	0.0008	3.01***
W*lnH	0.4662	3.62***	0.4229	3.31***
W*lnK	-0.0168	-0.70	-0.0220	-0.93
W*lnL	0.1414	2.87***	0.1319	2.71***
W*lnE	0.1474	1.71*	0.1460	1.72*
W*F	-0.0072	-1.20	-0.0071	-1.20
W*I	0.6056	3.49**	0.6692	3.87***
W*D	—	—	-0.0014	-2.75***
R <sup>2</sup>		0.7872		0.7931
rho	0.3413	5.96***	0.3516	6.06***
sigma	0.0008	13.50***	0.0007	13.49***
Log-likelihood	798.3389		805.1651	
样本量		372		3.41***

注: 根据 stata 15.1 软件计算整理得到。

## 5 研究结论与政策建议

### 5.1 研究结论

本文通过梳理健康人力资本理论、健康人力资本的测度以及健康人力资本对经济发展影响的相关文献,并结合经济增长理论和健康人力资本对经济增长的内生作用理论的基础,进行实证分析。首先,对健康人力资本的指标体系进行量化。其次,根据熵值法对健康人力资本进行测度。最后,根据内生作用理论和扩展 C-D 生产函数模型,构建了经济增长理论模型。并采用空间计量模型分析健康人力资本对经济增长的影响。通过实证分析,得到如下结论:

#### 5.1.1 健康人力资本主要受到健康状况和医疗卫生的影响

对于健康人力资本的测度,本文根据 2023 年国家卫健委继续落实《国务院关于实施健康中国行动的意见》的要求,从《卫生统计指标体系》、《健康中国行动(2019-2030)》、2022 年《“十四五”国民健康规划》以及结合相关学者的研究,最终选取健康状况、预防保健、医疗服务、医疗卫生、生活方式、居住环境 6 个维度 26 个指标来构建健康人力资本指标体系。从健康人力资本测度各维度的权重来看,健康状况以及医疗卫生权重较高,是衡量健康人力资本水平的重要因素,虽然生活方式和居住环境权重稍低,但同样是衡量健康人力资本时不可忽视的因素,而预防保健和医疗服务权重较低,对健康人力资本的影响较小。

#### 5.1.2 健康人力资本存在区域差异,其在经济发达地区发展较好

健康人力资本综合得分结果显示:全国整体来看,健康人力资本发展水平呈现上升趋势;分省层面来看,北京、上海、江苏、浙江、广东、山东等经济发达地区的健康人力资本水平较高,而江西、贵州、西藏、甘肃、青海、宁夏等经济欠发达地区的健康人力资本水平较低;省份间的健康人力资本差距不仅体现在绝对水平上。从各省的增长率来看,西藏、贵州、江西、青海、海南是增长率排名前五的省份,这些省份在改善健康人力资本水平方面取得了显著的进步。广东、

黑龙江、天津、辽宁、北京则在增长率排名中位居后五名。由此说明一些经济相对滞后的省份正在加大力度改善健康人力资本水平，而一些发展较好的省份则需要进一步注重保持和提升发展势头；分区域层面来看，我国各省的健康人力资本存在区域差异，东部地区的健康人力资本水平最高，中部地区和东北地区健康人力资本次之，而西部地区最低。

### 5.1.3 健康人力资本促进经济增长且存在正向空间溢出性

地区经济增长存在很强的空间聚集性，并呈现出经济增长发达地区与发达地区之间的相聚性，经济增长欠发达地区与欠发达地区的相聚性。根据内生作用理论和 C-D 生产函数构建的理论模型的动态分析结果可知，健康人力资本、物质资本存量、教育人力资本以及产业结构对经济增长均呈现显著的正向影响。且在人力资本对经济增长的影响中，健康人力资本比教育人力资本影响要大，由此可见健康人力资本对经济增长的重要性。从空间效应分析可知，无论是直接效应、间接效应还是总效应，健康人力资本、教育人力资本、劳动力水平以及产业结构对经济增长的影响显著为正，即具有正向空间溢出效应。

### 5.1.4 健康人力资本对经济增长影响存在区域异质性

由于经济发展水平不同，各省健康人力资本对经济增长的影响也存在差异性。整体来看，东、中、西部以及东北地区的健康人力资本发展指数均呈现上升的趋势，这表明在国家经济增长和社会发展的背景下，各地区的健康人力资本水平有所提高。从健康人力资本对经济增长的影响来看，健康人力资本对东部、中部地区经济增长的影响显著为正，且中部地区高于东部地区。由此可知，健康人力资本的区域差异性，影响区域间的经济增长。

## 5.2 政策建议

### 5.2.1 加强医疗服务建设，加大医疗卫生技术投入

在本文的研究中，健康状况和医疗卫生是衡量健康人力资本的重要因素。对

于健康人力资本发展水平较好的省份，即北京、上海、广东等发达地区，在继续加大医疗服务和医疗卫生投入的同时，鼓励科技企业开发新型医疗设备和药品，推动智慧医疗和健康管理，以科技的力量推动医疗服务的升级换代。此外，需加强医疗人员的培训和教育，提高他们的专业素养和服务意识，从而提升医疗服务质量和效果，保障人民的健康权益，以满足高品质医疗需求；而对于西藏、甘肃、宁夏、青海等欠发达地区要加大医疗服务投入，在保障基本医疗需求的同时，加强对医疗服务价格的监管，避免价格过高导致贫困人群无法承担医疗费用。同时，增加医疗卫生机构的数量，缓解就诊压力，提高医疗服务覆盖面。增加高质量医疗卫生机构床位数，缓解医疗卫生资源不足问题，让更多的患者得到及时、有效的治疗，减少因为等待治疗而导致的医疗风险和产生的社会成本。

### 5.2.2 加强妇幼保健服务，推广健康教育和科普

对于新疆、西藏、内蒙古、青海等边远贫困地区，要加强各方面的关心和支持，例如加强孕产妇和婴儿的管理和监督，建立健全的档案管理制度，及时掌握孕产妇和婴儿的健康状况。加强东部地区和西部地区的合作，形成携手并进的合力，北京、上海、广东、江苏、浙江等经济发达地区对边远贫困地区的妇幼保健机构能力进行对口帮扶，例如组织专家团队赴贫困地区进行现场指导，向贫困地区宣传和推广妇幼保健措施，与高水平医疗机构的建立合作机制，明确合作目标和重点，确保双方在资源共享、技术支持、人员培训等方面实现深度合作。通过优化服务流程、缩短等候时间等方式，提升患者满意度，从而完善妇幼保健服务设施等。同时，各个地区需要建立健康教育和科普机构，为公众提供专业的健康咨询和服务，如健康讲座、培训班、咨询热线等，让公众更方便地获取健康知识和信息，提高公众的健康意识，并加强对学校健康教育的支持和指导，让学生从小学习健康知识和健康生活方式，养成良好的卫生习惯和健康行为。

### 5.2.3 改善居住环境质量，提升国民健康水平

居住环境的改善，可以保障居民的基本生存环境，提高国民健康水平。从分析结果来看，人均二氧化硫排放量的权重较高。对此，增设空气质量监测站点，特别是在工业区、交通要道及居住区附近，实现空气质量的实时、全面监测。建

立空气质量预警机制，当空气污染物浓度超标时，及时发布预警信息，提醒居民采取防护措施。并且限制高污染产业的发展，鼓励清洁能源和可再生能源的使用。对于必须排放的工业污水，应配备高效的污染处理设备，确保达标排放。向广大市民推广使用新能源汽车、光伏发电等清洁能源设施，逐步淘汰老旧高排放车辆。最后，鼓励社会力量参与到城市环境建设和管理当中，如开展义务植树、清洁城市等活动，提高公众的环保意识和责任感。

#### **5.2.4 提高健康人力资本，促进经济增长**

由分析结果可知，健康人力资本对经济增长有显著的正向影响。健康的劳动力能够提高生产力、创新能力以及经济竞争力。因此，提高健康人力资本对促进经济增长至关重要。首先，各行各业组织开展健康教育活动，鼓励企业加大对员工健康的投入，如提供定期体检、健康保险和福利计划以及配置健身器材等基础设施，从而提高员工的工作效率和满意度。此外，引导健康产业与经济深度融合，推动健康产业成为新的经济增长点。推动健康科技研发和应用，提高健康服务的效率和质量，为经济增长注入新的动力。最后，各地区为医疗科技创新提供资金和资源支持，鼓励企业创新并投资健康产业，制定相关法律法规，加强健康领域的监管和管理。

#### **5.2.5 平衡区域间的健康人力资本，缩小地区发展差异**

在本文研究中，健康人力资本对经济增长的影响存在区域异质性。针对东部、中部、西部以及东北地区的差异性，可以推动跨地区的合作与互补发展。东部地区拥有较强的健康人力资本和经济实力，再继续优化升级的基础上向其他地区提供技术支持和人才培养资源；中部地区地处国家经济腹地，可以发挥其地理位置和资源优势，推动医疗服务的中心化和市场化；而西部地区可以通过合作与引进外部资源，弥补自身医疗资源不足的问题。政府应加强政策协调和资源配置，促进健康人力资本和经济增长的良性循环。制定激励措施，吸引医疗优秀人才向偏远地区流动，改善医疗服务覆盖率。同时，加大对教育和医疗领域的财政投入，提高资源配置的公平性和效率性。

## 参考文献

- [1] Arora S. Health, human productivity, and long-term economic growth [J]. *The Journal of Economic History*, 2001, 61(3): 699-749.
- [2] Barro R J. Economic growth in a cross section of countries [J]. *The quarterly journal of economics*, 1991, 106(2): 407-443.
- [3] Becker, G. *Human Capital*. [M]Chicago: University of Chicago Press, 1964.
- [4] Barro R. Health and economic growth [J]. *World Health Organization*, 1996.
- [5] Bloom D E, Canning D, Sevilla J P. The Effect of Health on Economic Growth: Theory and Evidence. NBER Working Paper, 2001, (8587).
- [6] Balaj M, McNamara C L, Eikemo T A, et al. The social determinants of inequalities in selfreported health in Europe: findings from the European social survey (2014) special module on the social determinants of health [J]. *European Journal of Public Health*, 2017(suppl\_1): 107-114.
- [7] Coulombe S. Literacy scores, human capital and growth across fourteen OECD countries [M]. *desLibris*, 2004.
- [8] Fisher I. Statement [before Committee on interstate and foreign commerce, on S. 6102 and H. 9123] on national health legislation, Feb. 13, 1909 [J]. *Washington, Govt. print. off*, 1909.
- [9] Fuchs V R. Some economic aspects of mortality in the United States [M]. *National Bureau of Economic Research*, 1965.
- [10]Grossman M. On the concept of health capital and the demand for health [J]. *Journal of Political economy*, 1972, 80(2): 223-255.
- [11]Gong L, Li H, Wang D. Health investment, physical capital accumulation, and economic growth [J]. *China Economic Review*, 2012.
- [12]Hokayem C, Ziliak J P. Health, human capital, and life cycle labor supply [J]. *American Economic Review*, 2014, 104(5): 127-131.
- [13]Kelly A C and R B Schmidt. Aggregate population and economic growth correlations: The role of the compinents of demographic change. *Demography* , 1995, 32(4): 543-555.

- [14]Lucas Jr R E. On the mechanics of economic development [J]. *Journal of monetary economics*, 1988, 22(1): 3-42.
- [15]Lavy V, Strauss J, Thomas D, et al. Quality of health care, survival and health outcomes in Ghana [J]. *Journal of health economics*, 1996, 15(3): 333-357.
- [16]Lee L, Rosenzweig M R, Pitt M M. The effects of improved nutrition, sanitation, and water quality on child health in high-mortality populations [J]. *Journal of econometrics*, 1997, 77(1): 209-235.
- [17]Leipziger D, Fay M, Wodon Q T, et al. Achieving the millennium development goals: the role of infrastructure [J]. Available at SSRN 636582, 2003.
- [18]Mushkin S J. Health as an Investment [J]. *Journal of political economy*, 1962, 70(5, Part 2): 129-157.
- [19]Solow R M. A contribution to the theory of economic growth [J]. *The quarterly journal of economics*, 1956, 70(1): 65-94.
- [20]Schultz T W. Investment in human capital [J]. *The American economic review*, 1961, 51(1): 1-17.
- [21]Strauss J, Thomas D. Health, Nutrition and Economic development [J]. *Journal of Economic Literature*, 1998. 36(2): 766-817.
- [22]Schultz T P. Wage gains associated with height as a form of health human capital [J]. *American Economic Review*, 2002, 92(2): 349-353.
- [23]Smith J P. The impact of childhood health on adult labor market outcomes [J]. *The review of economics and statistics*, 2009, 91(3): 478-489.
- [24]Thomas D, Frankenberg E. Health, nutrition and prosperity: a microeconomic perspective [J]. *Bulletin of the World Health Organization*, 2002, 80: 106-113.
- [25]Van Zon A, Muysken J, López-Casnovas G, et al. Health as determinant of economic growth [J]. *Health and economic growth: Findings and policy implications*, 2005, 41: 41-65.
- [26]Weil D N. Health and economic growth [M]//*Handbook of economic growth*. Elsevier, 2014, 2:623-682.
- [27]白雪,朱亚鑫,曲波,诺丁汉健康量表在医学生生命质量评价中的应用研究[J].

- 中国卫生统计, 2019.36(1):103-105.
- [28] 陈浩.卫生投入对中国健康人力资本及经济增长影响的结构分析[J].中国人口科学,2010,02:92-100.
- [29] 陈思霞,薛钢.地方环境公共支出如何影响了经济增长?——技术效率与健康资本的视角[J].中国软科学,2014,281(05):173-181.
- [30] 陈强.高级计量经济学及 Stata 应用[M].北京:高等教育出版社,2014.4:575-598.
- [31] 昌先宇,赵彦云.中国人力资本经济增长效应的计量研究——基于省际空间面板数据的实证分析[J].统计与信息论坛,2017,32(11):10-20.
- [32] 曹泽,朱小婉.安徽省健康人力资本对经济增长的影响研究[J].唐山学院学报,2019,32(03):49-53.
- [33] 陈康宁.电子商务企业健康人力资本水平评估体系研究[J].中国集体经济,2021(15):63-64.
- [34] 邓力源,唐代盛,余驰晨.我国农村居民健康人力资本对其非农就业收入影响的实证研究[J].人口学刊,2018,40(01):102-112.
- [35] 方亚,周熏.收入与健康人力资本关系的理论与实证研究[J].厦门大学学报(哲学社会科学版),2012(01):118-124.
- [36] 封岩,柴志宏.健康人力资本对经济增长的影响[J].经济与管理研究,2016,37(02):21-27+123.
- [37] 樊敏杰,张祎萌.农村外出劳动力回流决策的影响因素——基于健康人力资本视角[J].开发研究,2022(02):100-111.
- [38] 郝金磊,姜诗尧.健康人力资本、科技创新效率与经济增长[J].西安电子科技大学学报(社会科学版),2016,26(01):52-58.
- [39] 侯芳,廖楚晖.教育、健康和养老的人力资本效应实证研究[J].统计与决策,2017(05):119-122.
- [40] 黄文斌.环境污染与公共服务对居民健康的影响分析[D].深圳大学,2017.
- [41] 郝枫,张圆.“健康中国”视域下我国居民健康资本测度[J].人口与经济,2019(01):14-30.
- [42] 黄维海,张晓可.教育人力资本积累、分布与经济增长动能的转换——来自新中国 70 年的经验证据[J].教育与经济,2021,37(01):29-38+49.

- [43] 霍仕鑫.中国健康人力资本形成及对经济增长影响研究[D].北京交通大学,2022.
- [44] 韩丽莹.乡村振兴背景下新疆农村健康人力资本投资与经济增长的协调性分析[J].伊犁师范学院学报,2021,39(02):21-28.
- [45] 胡耀岭,徐洋洋.健康人力资本投资的共同富裕效应[J].人口与经济,2023(04):106-123.
- [46] 胡鞍钢.从“东亚病夫”到“东方巨人”:中美健康人力资本发展趋势比较(1950~2050年)[J].武汉科技大学学报(社会科学版),2023,25(01):1-10+125.
- [47] 蒋萍,田成诗,尚红云.人口健康与中国长期经济增长关系的实证研究[J].中国人口科学,2008,128(05):44-51+95-96.
- [48] 景维民,王瑶,莫龙炯.教育人力资本结构、技术转型升级与地区经济高质量发展[J].宏观质量研究,2019,7(04):18-32.
- [49] 纪建悦,张懿,任文菡.环境规制强度与经济增长——基于生产性资本和健康人力资本视角[J].中国管理科学,2019,27(08):57-65.
- [50] 金祥义,张文菲.医疗支出、健康人力资本与企业出口扩张[J].南方经济,2022(09):36-58.
- [51] 刘国恩,William H.Dow,傅正泓,John Akin.中国的健康人力资本与收入增长[J].经济学(季刊),2004(04):101-118.
- [52] 骆永民.公共卫生支出、健康人力资本与经济增长[J].南方经济,2011,No.259(04):3-15.
- [53] 李明霞,周志钦.论健康概念及其影响因素[J].中国健康教育,2012,28(07):573-575.
- [54] 李向前,黄莉.包含教育和健康人力资本的省域全要素生产率研究——基于SFA与DEA的比较分析[J].经济经纬,2016,33(05):13-18.
- [55] 李本钊,范红岗.健康与经济增长关系研究——基于中国省际面板数据分析[J].中国物价,2017,333(01):45-47.
- [56] 龙海明,陶冶.健康投资对中国经济发展的影响研究——基于省级面板数据的空间计量检验[J].湖南大学学报(社会科学版),2017,31(04):79-84.
- [57] 刘薪.恩施州健康人力资本投资对经济增长的影响研究[D].湖北:湖北民族学

- 院,2018.
- [58] 罗娟,范君晖.基于 AHP 的健康人力资本投资空间优化[J].经济研究导刊,2018,No.352(02):63-65.
- [59] 卢阳星,高志英.空气污染对健康人力资本影响实证分析[J].合作经济与科技,2019(20):178-181.
- [60] 李明君,艾蔚.教育人力资本、健康人力资本与上海经济增长——基于扩展的 Mankiw-Romer-Weil 模型的实证研究[J].合肥师范学院学报,2020,38(01):26-33.
- [61] 连艺博.健康人力资本与区域经济增长——基于三次人口普查数据[J].新经济,2020(06):131-137.
- [62] 李姣媛,沈政.父母心理健康与农村儿童人力资本积累——来自中国家庭追踪调查(CFPS)的经验证据[J].西北人口,2021,42(02):71-84.
- [63] 雷尚君,刘怡君,张颖熙.以健康人力资本积累推进共同富裕的对策建议[J].价格理论与实践,2022(02):184-187+203.
- [64] 廖泽芳,杨思彤,王雪峰.海洋环境规制强度、健康人力资本与海洋经济增长[J].海洋开发与管理,2023,40(05):71-79.
- [65] 舒尔茨.论人力资本投资[M].北京:北京经济学院出版社,1990.
- [66] 单豪杰.中国资本存量 K 的再估算:1952~2006 年[J].数量经济技术经济研究,2008,25(10):17-31.
- [67] 孙淑军,许晓辉.劳动力迁移趋势下健康人力资本与经济增长关系研究[J].沈阳农业大学学报(社会科学版),2021,23(04):423-428.
- [68] 孙正成,卓志,桑雁飞.商业健康保险如何提升健康人力资本——兼论商业健康险税收优惠政策的选择与调整[J].财经科学,2023(06):16-31.
- [69] 魏众.健康对非农就业及其工资决定的影响[J].经济研究,2004(02):64-74.
- [70] 王俊,昌忠泽.中国宏观健康生产函数:理论与实证[J].南开经济研究,2007(02):20-42.
- [71] 王弟海,龚六堂,李宏毅.健康人力资本、健康投资和经济增长——以中国跨省数据为例[J].管理世界,2008(03):27-39.
- [72] 王鹏,刘国恩.健康人力资本与性别工资差异[J].南方经济,2010(09):73-84.

- [73] 王弟海.健康人力资本、经济增长和贫困陷阱[J].经济研究,2012,47(06):143-155.
- [74] 王文静,吕康银,王迪.教育人力资本、健康人力资本与地区经济增长差异--基于中国省际面板数据的实证研究[J].经济与管理,2012,26(09):88-93.
- [75] 魏宁,苏群.健康与农村劳动力非农就业参与——基于联立方程模型的实证研究[J].农村经济,2013(07):113-117.
- [76] 汪泓,张健明,吴忠,李红艳.健康人力资本指标体系研究[J].上海管理科学,2017,39(04):30-34.
- [77] 王洪亮,朱星姝.中老年人口健康差异的影响因素分析[J].中国人口科学,2018(03):109-120+128.
- [78] 王弟海,李夏伟,黄亮.健康投资如何影响经济增长:来自跨国面板数据的研究[J].经济科学,2019,No.229(01):5-17.
- [79] 王绪金,王崇锋.基于档案数据的健康人力资本与经济增长的关系研究[J].枣庄学院学报,2021,38(03):96-104.
- [80] 徐祖辉,谭远发.健康人力资本、教育人力资本与经济增长[J].贵州财经大学学报,2014,No.173(06):21-28.
- [81] 许岩,曾国平,曹跃群.教育人力资本、健康人力资本、总量人力资本对经济增长机制的实证检验[J].统计与决策,2018,34(07):109-113.
- [82] 谢智康,杨晶.政府卫生支出、健康人力资本与农村经济增长[J].统计与决策,2020,36(07):41-45.
- [83] 邢孝兵,穆广磊,徐洁香.人口老龄化、教育人力资本与经济增长[J].山东财经大学学报,2022,34(04):5-14.
- [84] 余长林.人力资本投资结构与经济增长——基于包含教育资本、健康资本的内生增长模型理论研究[J].财经研究,2006(10):102-112.
- [85] 饶勋乾,成艾华.健康人力资本的区域差异比较[J].重庆工学院学报(社会科学版),2007,No.123(09):64-68.
- [86] 余静文,苗艳青.健康人力资本与中国区域经济增长[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2019,72(05):161-175.
- [87] 杨明海,刘凯晴,谢送爽.教育人力资本、健康人力资本与绿色技术创新——环

- 境规制的调节作用[J].经济与管理评论,2021,37(02):138-149.
- [88] 杨睿.健康人力资本对中国经济增长的影响研究[D].西南大学,2022.
- [89] 张芬,周浩,邹薇.公共健康支出、私人健康投资与经济增长:一个完全预见情况下的 OLG 模型[J].经济评论,2012,No.178(06):5-14.
- [90] 张秀武,刘成坤,赵昕东.人口年龄结构是否通过人力资本影响经济增长——基于中介效应的检验[J].中国软科学,2018(07):149-158.
- [91] 张颖熙,夏杰长.健康预期寿命提高如何促进经济增长?——基于跨国宏观数据的实证研究[J].管理世界,2020,36(10):41-53+214-215.
- [92] 张鸿帅,张思源,王春枝.人力资本对经济高质量发展的影响——教育与健康资本的双重视角[J].统计学报,2022,3(02):16-30.

## 附录

附表1 2010-2021年各省实际GDP（单位：亿元）

省份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	12900.90	13554.35	14402.93	14801.56	15267.50	15420.48	15591.12	15916.23	16468.99	17099.57	17255.17	17307.32	18165.60
天津	5709.60	5970.98	6253.39	6262.94	6256.06	6226.39	5955.27	5926.83	6218.08	6454.25	6477.84	6366.81	6687.69
河北	15306.90	16486.81	17754.36	17626.30	17124.93	16708.96	16383.32	16561.89	16718.71	16648.08	16795.42	16659.43	17546.55
山西	7147.60	8036.01	8938.63	8778.15	8262.97	7947.64	7551.36	7321.36	8311.53	8590.29	8605.54	8734.52	10247.19
内蒙古	7104.20	7186.59	7296.93	7296.91	7304.22	7231.18	7150.90	7116.77	7393.30	7614.07	7718.27	7723.22	8877.33
辽宁	12815.70	12598.64	13455.22	13484.01	13350.14	13167.34	12926.77	12978.42	13249.61	13598.20	13639.49	13643.29	14214.26
吉林	5434.80	5806.61	6340.25	6532.21	6540.73	6504.60	6162.31	6022.44	5996.52	5918.28	5987.41	6116.91	6169.01
黑龙江	7218.90	7438.05	8020.16	8180.91	8178.22	7977.45	7269.74	7085.47	6919.30	6908.23	7003.39	6986.53	7176.42
上海	15742.40	16257.17	16766.04	16606.39	16761.96	17044.03	16948.42	17623.47	18144.75	18582.28	18492.26	18650.18	19293.67
江苏	34471.70	36720.41	39041.06	38954.82	39244.72	39474.30	39950.85	40230.17	41661.23	42381.72	42360.23	42567.50	44633.88
浙江	22833.70	24486.06	26116.70	26076.78	26145.73	26024.87	26194.85	26465.49	27225.73	28137.28	28371.20	28361.76	29863.70
安徽	10864.70	11592.13	12563.94	12725.52	12947.63	12971.80	12628.57	12813.34	13309.38	14123.55	14259.70	14204.74	14681.64
福建	12418.10	13171.64	14008.09	14157.06	14215.25	14336.20	14155.45	14416.95	15243.31	16090.28	16375.50	16348.34	17157.65
江西	7630.00	8230.88	9040.78	9004.86	9131.89	9120.53	8953.70	9001.38	9093.17	9402.51	9462.42	9527.96	10122.24
山东	29540.80	30726.90	31964.66	32041.56	32279.52	31906.40	32229.09	31893.84	31873.58	31715.14	31877.46	31785.24	33411.89
河南	19181.00	20155.69	20906.44	20895.63	20938.01	21015.21	20793.73	20858.15	21548.55	22309.98	22471.57	22451.17	22668.38
湖北	13192.10	14147.25	15238.09	15523.14	15824.21	16052.95	15881.84	16148.69	16723.80	17508.20	17639.99	17651.76	18211.32
湖南	12772.80	13590.14	14632.30	14726.67	14850.33	14907.53	15150.35	15165.98	15396.43	15338.59	15653.81	15703.91	16060.03
广东	39464.70	40839.64	42809.28	42459.12	42905.34	43411.15	44063.00	45064.45	46760.01	47746.21	48576.20	48875.65	50732.41
广西	7112.90	7656.58	8269.99	8243.31	8252.88	8317.88	8395.36	8545.39	8807.69	9098.49	9287.24	9328.58	9852.55
海南	1620.30	1741.81	1893.02	1959.04	1996.66	2035.09	2043.95	2082.61	2140.19	2208.71	2266.22	2286.27	2400.27

续附表 1

省份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
重庆	6651.20	6881.66	7448.42	7482.16	7485.58	7576.87	7487.29	7599.52	7741.16	7857.09	8082.00	8251.69	8535.14
四川	14190.60	14965.07	15903.68	16180.00	16305.04	16372.63	15935.80	16145.22	17083.74	17903.59	18015.09	18155.83	18712.58
贵州	3856.70	4006.21	4314.01	4583.62	4822.45	5007.45	5197.98	5262.51	5509.60	5698.80	5747.39	5857.75	5903.72
云南	6574.40	6888.07	7458.27	7760.02	7993.25	8095.49	7934.60	7987.05	8237.45	8544.08	8790.83	8937.49	9213.37
西藏	445.70	456.72	483.16	501.92	522.14	534.69	534.65	546.13	570.98	601.81	610.43	634.61	650.24
陕西	7997.80	8643.72	9451.18	9784.62	9958.71	9941.68	9494.15	9397.73	9828.97	10137.67	10303.36	10177.86	11055.29
甘肃	3268.30	3527.46	3806.09	3811.61	3819.22	3797.43	3530.20	3456.65	3547.07	3692.82	3740.76	3711.87	3954.01
青海	939.70	1009.89	1075.14	1078.40	1090.95	1077.41	1083.77	1128.93	1149.59	1196.57	1207.02	1216.96	1293.67
宁夏	1266.70	1397.07	1531.81	1529.20	1521.26	1497.05	1445.27	1451.07	1556.02	1598.04	1602.37	1627.72	1767.50
新疆	4237.00	4846.47	5259.10	5376.08	5484.23	5503.62	5081.63	4891.61	5267.90	5698.89	5696.17	5591.36	6164.79

注：根据 excel 软件计算整理得到。

附表 2 2010-2021 年各省平均受教育年限（单位：年）

省份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	11.009	11.555	11.836	12.028	11.854	12.146	12.389	12.665	12.675	12.782	12.288	12.661
天津	9.732	10.400	10.512	10.539	10.504	10.496	10.691	11.010	10.986	11.017	10.813	11.193
河北	8.168	8.666	8.710	8.902	8.868	8.988	8.920	9.086	9.094	9.199	9.282	9.456
山西	8.656	9.153	9.382	9.357	9.297	9.565	9.638	9.862	9.771	9.778	9.948	10.087
内蒙古	8.503	9.227	9.230	9.010	8.995	9.289	9.594	9.525	9.605	9.770	9.650	9.964
辽宁	9.053	9.467	9.898	10.105	9.909	9.777	9.917	9.928	9.890	9.894	9.994	10.189
吉林	8.836	9.101	9.255	9.403	9.372	9.340	9.465	9.506	9.418	9.422	9.829	10.052
黑龙江	8.752	9.115	9.210	9.481	9.354	9.318	9.319	9.363	9.472	9.502	9.632	9.875
上海	10.122	10.483	10.654	10.562	10.816	10.916	11.010	11.406	11.194	11.104	11.506	11.767
江苏	8.598	9.163	9.261	9.422	9.350	9.442	9.441	9.439	9.302	9.559	9.757	10.016
浙江	8.151	8.820	9.211	9.368	9.057	8.914	9.056	9.127	9.173	9.282	9.446	9.663

续附表 2

省份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
安徽	7.463	8.248	8.516	8.524	8.728	8.741	8.518	8.558	8.811	8.780	8.946	9.233
福建	8.201	8.830	8.564	8.647	8.793	8.823	8.675	9.083	8.920	8.721	9.187	9.468
江西	7.776	8.737	8.867	9.238	8.875	8.822	8.704	8.716	8.879	9.168	9.173	9.388
山东	8.172	8.673	8.779	8.925	8.982	8.980	8.972	9.061	8.944	8.946	9.306	9.483
河南	7.877	8.704	8.663	8.783	9.000	8.782	8.766	8.894	8.927	9.071	9.196	9.373
湖北	8.455	9.047	9.202	9.345	9.111	9.282	9.244	9.346	9.470	9.448	9.604	9.803
湖南	8.230	8.807	8.721	8.958	9.020	9.249	9.299	9.396	9.316	9.473	9.383	9.717
广东	8.602	9.333	9.348	9.227	9.283	9.438	9.550	9.697	9.563	9.641	9.809	10.075
广西	7.670	8.611	8.424	8.593	8.749	8.640	8.719	8.714	8.703	8.966	8.953	9.200
海南	8.124	8.880	9.147	9.188	9.098	9.143	9.067	9.416	9.732	9.484	9.545	9.651
重庆	7.964	8.779	8.636	8.676	8.956	8.884	9.005	9.136	9.191	9.269	9.402	9.769
四川	7.635	8.217	8.478	8.447	8.348	8.395	8.255	8.498	8.612	8.764	8.890	9.193
贵州	6.764	7.589	7.631	8.043	8.092	7.741	7.730	8.093	8.030	7.903	8.319	8.727
云南	7.006	7.686	7.850	7.842	7.787	8.010	7.954	8.127	8.205	8.335	8.458	8.756
西藏	4.757	5.511	5.071	4.367	4.222	5.300	5.063	5.577	5.721	5.808	6.567	6.676
陕西	8.599	8.952	9.135	9.283	9.140	9.513	9.208	9.242	9.473	9.450	9.763	9.975
甘肃	7.485	8.154	8.279	8.346	8.321	8.389	8.398	8.597	8.398	8.412	8.725	8.898
青海	7.029	7.784	7.609	7.964	8.041	7.474	7.746	7.967	8.219	8.158	8.396	8.507
宁夏	7.777	8.389	8.367	8.707	8.548	8.821	9.080	9.128	8.657	8.798	9.294	9.472
新疆	8.145	9.177	9.050	8.988	9.180	9.027	9.029	9.458	9.309	9.093	9.335	9.527

注：根据 excel 软件计算整理得到。

附表3 2010-2021年各省物质资本存量(单位:亿元)

省份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	28200.08	30742.14	33940.96	37321.71	40670.18	44024.39	48533.89	52735.04	55622.75	57803.46	59715.84	61568.41
天津	31826.11	35972.73	40842.57	46291.75	51944.98	56191.81	59669.31	62389.93	63917.36	66215.08	68354.63	70494.25
河北	53441.02	60559.01	68180.3	76001.49	83782.31	91264.72	99284.54	105693.1	111564	117384.5	122491.5	126819.4
山西	31372.73	34812.12	38174.46	42092.61	45730.83	49124.48	51715.29	52053.18	52423.01	53061.9	53974.62	54964.96
内蒙古	45523.72	50729.18	57163.93	65110.25	70506.47	75938.24	79546.47	80429	78258.56	76652.68	74976.48	73961.69
辽宁	85219.26	88519.59	92795.89	97931.87	102968	103195.7	100683.4	98539.15	96647.05	94720.41	92903.06	91125.49
吉林	42717.77	45948.33	49622.8	53381.72	57295	61625.69	64824.66	67065.85	68793.35	68668.11	68927.98	69709.76
黑龙江	24744.77	28171.58	32304.44	37202.7	41688.15	46118.73	49637.72	52942.09	55207.08	57664.02	60072.09	62667.63
上海	36469.46	38859.05	41224.38	43887.23	46602.76	50198.62	55019.43	59460.68	63375.51	67241.92	71602.66	76183.36
江苏	114829.7	125205.3	136567.5	147784	158500.3	170217.3	183278.6	196471.9	208062.3	219624.9	229523.8	239727.6
浙江	65219.94	70930.34	76854.4	83565.91	90254.34	97793.01	106963.5	115114.7	122635.8	130890.8	138861.6	147686.3
安徽	26934.96	31008.21	35560.63	40565.53	45892.7	51308.57	57389.44	63077.91	68822.23	74790.71	80407.12	86222.85
福建	30809.04	35963.94	41663.95	48050.52	54963.39	62376.7	70341.92	78504.58	86771.25	94863.23	101692.9	108442.2
江西	23825.06	26551.24	29396.52	32337.42	35043.17	38437.38	42702.18	46639.47	50525.9	54583.9	58687.55	63054.79
山东	106506.7	117568.8	129585.9	142444.8	156025.1	170298.2	183596	194724.5	204044.3	209061.7	213589.9	218164.7
河南	72103.76	81723.68	92741.83	105071.6	118153.8	131415.6	145220.1	156296	166849.4	177533.7	187149.1	195662.5
湖北	33932.6	40090.4	46741.62	54100.22	62098.96	70497.83	79554.98	88456.79	97110.28	105997.4	109533.8	114854.2
湖南	41891.5	47083.08	52921.11	59411.69	66406.13	72531.59	79164.52	84855.27	90635.19	97027.17	103652.4	110592.4
广东	78055.05	87919.93	98860.39	111047.3	124219.7	137413.9	152763.6	169335.8	185503.3	202198.4	217917.2	232246.3
广西	44629.42	48914.79	53426.09	56664.73	60083.89	63991.95	68319.65	68933.5	69968.49	71494.05	72996.03	74769.86
海南	4808.526	5654.133	6829.249	8153.228	9611.091	10715.31	11876.14	13075.54	13703.11	14012.53	14359.94	14772.79
重庆	19469.29	22539.65	25673.02	28994.08	32608.38	36571.01	41199.23	45598.55	49685.51	53517.82	56914.19	60056.63
四川	44445.97	49737.52	55670.73	61832.13	68104.95	74374.88	81307.5	88076.19	94663.03	101646.8	108015.9	114315.3
贵州	7898.213	10018.77	12722.57	16091.53	19760.63	24033.23	28931.64	33848.48	39041.35	43543.25	47601.89	50698.46
云南	18851.73	23170.06	28125.61	33726.28	40111.58	46970.59	54221.74	61433.81	68695.64	76009.75	83260.73	89884.8

续附表 3

省份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
西藏	1432.874	1759.313	2185.77	2747.255	3418.039	4242.576	5258.141	6430.547	7572.07	8501.26	9389.864	9883.05
陕西	34133.46	38126.32	42875.26	47902.56	53169.35	57877.38	62913.7	68164.24	73415.51	78078.84	82373.64	85414.9
甘肃	8694.012	10306.34	12103.54	14177.03	16455.1	18855.27	21512.78	22397.2	22921.23	23503.95	24161.67	24976.58
青海	3067.58	4017.664	5319.011	6925.01	8815.64	10867.45	12934.23	14903.98	16755.27	18488.65	19508.81	20235.37
宁夏	5226.386	6191.426	7315.737	8555.343	10339.57	12492.49	14648.01	16440.53	17324.17	17787.12	18238.48	18630.82
新疆	10143.82	12719.14	16409.1	21023.33	26362.78	31674.74	36318.41	42026.87	44409.48	46510.57	49249.53	52529.15

注：根据 excel 软件计算整理得到。

## 致谢

毕业论文的完成已接近尾声，大学之旅即将到站。从本科到研究生，回头看这七年的旅程，收获了很多，也成熟了不少。从失败中总结经验，并进行反思、从成功中收获喜悦，得到提升。这一切，都离不开老师的关心和指导，离不开家人的支持、朋友的陪伴。

首先，我要衷心感谢我的导师马蓉老师。在我完成论文过程中给予了我莫大的帮助和指导。马蓉老师严于律己的工作态度、深厚的学术造诣以及对学术严谨求真的态度对我产生了深远的影响，使我具备了良好的科研素养和严谨的思维方式。马蓉老师不仅在学术研究方面给予我耐心的指导，还在生活上给予了我无微不至的关怀。在我迷茫的时候，马蓉老师总是给予我鼓励和支持，让我有力量继续前进。没有老师的教诲和培养，我无法完成这篇论文。在此，我要向马蓉老师表达我最诚挚的感谢和崇高的敬意！

其次，还要感谢一直与我同门的同门和师弟师妹们。在大家共同学术探索的过程中，我从每一位同门身上都学到了很多。他们的优秀作品和卓越成果激励着我努力追求进步。我们一起讨论问题、分享经验，互相学习，相互成长。他们的支持和鼓励使我更加坚定了研究的信心，也让我在困难时刻感到温暖和勇气。此外，我要感谢我亲爱的舍友给予我无私的支持和鼓励，每当我遇到困难时，舍友们总是默默地为我排忧解难，给我力量和勇气。

同时，我也要感谢我的家人和朋友们。你们是我一路走来必不可少的精神支柱和情感依托。你们的无条件的支持和鼓励，使我坚定了前进的信心，在学术上一直追求卓越。最后，由衷地感谢每一位给予我帮助和支持的人，是你们的陪伴和关怀，让我能够顺利完成这篇论文。我将倍加珍惜这段宝贵的经历，继续努力学习 and 进步，不辜负大家的期望。