

# 基于熵权TOPSIS法结合RSR法的我国居民健康水平综合评价

卜清清, 陈忻睿, 张萌, 谭博, 邓丹\*

重庆医科大学公共卫生学院, 医学与社会发展研究中心, 重庆

收稿日期: 2023年12月25日; 录用日期: 2024年2月21日; 发布日期: 2024年2月27日

## 摘要

目的: 综合评价2011~2019年我国居民健康水平, 了解31个省份居民健康水平差异, 为实现健康中国2030年目标和相关部门优化卫生资源配置, 制定健康政策和措施提供科学依据。方法: 采用熵权TOPSIS法从生理健康、心理健康、社会适应和道德完善多维度综合评价我国31个省份居民健康水平, 结合RSR法进行分档。结果: 2011~2019年我国31个省份居民健康水平为“好”的地区为西藏、广东、山西、宁夏、福建,  $C_i$ 值分别为0.683、0.633、0.602、0.593、0.586。健康水平为“差”的地区为四川、重庆、黑龙江、辽宁,  $C_i$ 值分别为0.433、0.371、0.423、0.401。结论: 川渝地区和东北地区居民健康水平较低, 东部地区心理健康问题较为突出, 建议政府加强居民心理健康教育和道德教育, 不断提高居民心理健康素养和道德素质, 促进东、中、西部居民健康水平均衡发展。

## 关键词

居民健康水平, TOPSIS法, RSR法, 综合评价

## Comprehensive Evaluation on the Health Status of Residents of 31 Provinces in Mainland China with Entropy Weight TOPSIS and RSR Methods

Qingqing Bu, Xinrui Chen, Meng Zhang, Bo Tan, Dan Deng\*

Medical and Social Development Research Center, School of Public Health, Chongqing Medical University, Chongqing

Received: Dec. 25<sup>th</sup>, 2023; accepted: Feb. 21<sup>st</sup>, 2024; published: Feb. 27<sup>th</sup>, 2024

\*通讯作者。

文章引用: 卜清清, 陈忻睿, 张萌, 谭博, 邓丹. 基于熵权TOPSIS法结合RSR法的我国居民健康水平综合评价[J]. 统计学与应用, 2024, 13(1): 133-140. DOI: 10.12677/sa.2024.131014

## Abstract

**Objective:** To comprehensively evaluate the health level of residents in mainland China from 2011 to 2019, and to understand the differences in health levels of residents in 31 provinces, so as to provide scientific basis for achieving the Healthy China 2030 goal and for relevant departments to optimize the allocation of health resources and formulate health policies and measures. **Methods:** The Entropy weight TOPSIS method was used to comprehensively evaluate the health level of residents in 31 provinces mainland China from multiple dimensions of physical health, mental health, social adaptation and moral improvement. RSR method was used to classify the health status. **Results:** From 2011 to 2019, the areas with “good” residents’ health levels in mainland China were Tibet, Guangdong, Shanxi, Ningxia, and Fujian, with  $C_i$  values of 0.683, 0.633, 0.602, 0.593, and 0.586 respectively. The areas with “poor” health levels were Sichuan, Chongqing, Heilongjiang, and Liaoning, and the  $C_i$  values are 0.433, 0.371, 0.423, and 0.401 respectively. **Conclusion:** The health level of residents in Sichuan, Chongqing and Northeastern regions was low. Mental health problems were more prominent in the eastern region. It is recommended that the government strengthen mental and moral health education to continuously improve residents’ mental health literacy and moral quality. The health of residents in the eastern, central and western parts of the country should be developed in a balanced way.

## Keywords

Residents’ Health Level, TOPSIS Method, RSR Method, Comprehensive Evaluation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

健康是社会发展与文明进步的重要基石，是国家昌盛和人民富强的重要标志。以习近平同志为核心的党中央把保障人民健康放在优先发展的战略位置[1]。长期以来健康都是人类生存发展的关键要素，不同时期人们赋予的内涵不尽相同。传统的健康观将没有疾病作为判断健康的唯一标准。随着时代发展和医疗水平进步，现代社会提倡“整体健康”的多维健康观。《“健康中国 2030”规划纲要》提出要推进“以疾病治疗为中心”向“以促进健康为中心”的“大健康观”、“大卫生观”转变[2]。1948年，世界卫生组织提出健康不仅包含人体生理基础上的无疾病，人类心理功能和心理社会生活适应的能力应被纳入。随后 1989 年进一步深化，提出“道德健康”标准的相关概念，将个体生理基础健康、心理机能健康、社会活动适应和道德健康作为综合评价健康水平的四大维度。

熵权法、优劣解距离法(technique for order preference by similarity to ideal solution, TOPSIS)和秩和比法(rank sum ratio, RSR)被广泛运用于医疗卫生服务质量评价，但在评价居民健康水平上应用较少[3]。熵权法基于各指标数值的变异特征，客观地赋予指标相对重要性。指标数值变异程度越大，其包含的信息量就越大，权重也便越大。TOPSIS 法的核心思想则通过测度被评价对象与最优解、最劣解的相对距离，得到被评价对象与理想解的相对贴进度。由于 TOPSIS 法对数据分布、样本量无严格限制，而熵权法作为一种客观赋权法，不受主观因素限制，故本研究采用熵权 TOPSIS 法对我国居民健康水平进行综合评价。但 TOPSIS 排序时易受异常值影响，使得评价结果不稳定[4]，本研究还进一步采用 RSR 法来对 31 个省份居民健康水平进行分档。通过多维度评价我国居民健康水平，为政府和相关部门优化卫生资源配置，

制定健康政策和措施提供科学依据。

## 2. 数据与方法

### 2.1. 数据来源

本文选取 2011~2019 年为研究时间, 以我国 31 个省份(不包括港、澳、台地区)为研究对象, 数据来源于《中国卫生统计年鉴》《中国民政统计年鉴》《中国检察统计年鉴》。根据世界卫生组织对健康的多维定义, 结合数据的科学性和可获得性, 借鉴学者杨振[5]选取指标的方法, 从生理健康、心理健康、社会适应和道德完善四个维度构建我国居民健康水平评价指标体系(如下表 1)。其中, 人口粗死亡率、孕产妇死亡率和甲乙类法定报告传染病报告发病率是常用于评价生理和心理健康的指标。社会适应是个体在社会生活中与外部环境相互作用的过程, 如果个体长期处于社会适应不良状态, 身心健康会受到影响[6]。道德完善是个体发展的精神追求, 指导个体发展和社会实践[7], 刑事犯罪率一定程度上反映个人精神健康水平。

Table 1. Indicator system for evaluating the health level of residents in mainland China

表 1. 我国居民健康水平评价指标体系

维度	指标	计算公式	指标属性
生理健康	人口粗死亡率	一年内死亡人数/同年该地区平均人口数(‰)	负向
	孕产妇死亡率	一年内孕产妇死亡数/同年该地区活产数(1/10 万)	
	甲乙类法定报告传染病报告发病率	一年内甲乙类法定报告传染病发病人数/同年该地区平均人口数(1/10 万)	
心理健康	医院精神科门急诊率	一年内医院精神科门急诊人数/同年该地区平均人口数(‰)	
社会适应	人口粗离婚率	一年内登记离婚对数/同年该地区平均人口数(‰)	
道德完善	刑事犯罪率	一年内犯罪人数/同年该地区平均人口数(‰)	

### 2.2. 研究方法

本研究首先采用熵权法确定各个待评价指标的权重, 结合 TOPSIS 法来计算各省份居民健康指标与理想解的相对距离  $C_i$  值, 从而求得各省份居民健康水平的综合值, 并进行排序。采用 RSR 法将健康水平划分为好、中、差三档。相对于整秩次和, 使用非整秩次和计算秩和比能准确反映原始数据大小。建立非整秩次和比 RSR 与概率单位值 Probit 的线性回归方程  $P = \beta_0 + \beta_1 x$ , 采用最小二乘回归法进行拟合。最后使用方差分析检验 RSR 法分档结果是否有显著性差异。在此之前需要检验相对距离  $C_i$  值的正态性, Levene 法和 Bonferroni 法分别进行方差齐性检验和两两比较[8]。为了消除指标间的量纲差异, 将指标同向化, 采用极差法将原始数据进行规范化。本文按照《中国卫生统计年鉴》的划分方法将中国大陆 31 个省份划分为东、中、西部[9]。

### 2.3. 统计学分析

运用 MATLAB R2022a 进行熵权 TOPSIS 法结合 RSR 法评价, 并采用 SPSS26.0 进行正态性检验、方差分析和多重比较, 检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 3. 结果

### 3.1. 熵权 TOPSIS 法综合评价结果

熵权法结果计算出人口粗死亡率、孕产妇死亡率、医院精神科门急诊率、甲乙类法定报告传染病发病

率、人口粗离婚率、犯罪率六项待评价指标的权重分别为：0.244、0.022、0.094、0.060、0.183 和 0.397。各省份居民健康水平的相对距离 $C_i$ 值通过 TOPSIS 法排序后得到平均水平前六名分别为西藏、广东、山西、宁夏、福建、北京。后 6 名分别为江苏、湖南、四川、黑龙江、辽宁、重庆。各年 RSR 法分档结果显示，辽宁、黑龙江、四川、重庆有较大的概率处于较低健康水平分档。重庆和四川的人口粗死亡率 2011~2019 年的平均水平分别位于全国第一和第五名，人口粗离婚率分别位于第二和第九名。而黑龙江和辽宁人口粗离婚率分别位于全国第一和第五名，犯罪率位于全国第六和第一名(见表 2)。此外，东部的辽宁、江苏、浙江，中部的吉林、黑龙江、河南、湖南，西部的贵州、重庆、四川在 2011~2019 年各年的 RSR 分档中均未达到“好”档(见表 3)。

**Table 2.** Average value of residents' health level evaluation indicators in 31 provinces in mainland China from 2011 to 2019  
**表 2.** 2011~2019 年我国 31 个省份居民健康水平评价指标平均值

地区	人口粗死亡 (‰)	孕妇死亡率 (1/10 万)	医院精神科 门急诊率(‰)	甲乙类法定报告 传染病发病率(1/10 万)	人口粗离婚 率(‰)	犯罪率 (‰)
<b>东部</b>						
北京	4.949	8.333	70.355	156.139	3.517	4.894
天津	5.686	7.533	52.770	143.619	3.570	5.972
河北	6.364	9.422	15.317	179.403	2.741	5.603
辽宁	6.653	10.411	29.047	213.601	3.599	7.523
上海	5.242	3.856	78.131	179.307	2.734	6.269
江苏	7.018	4.233	47.808	118.587	2.998	6.081
浙江	5.507	5.089	85.966	201.066	2.541	5.349
福建	5.993	10.322	37.183	270.073	2.388	4.488
山东	6.932	9.267	25.528	134.569	2.441	5.256
广东	4.517	8.033	36.748	323.781	1.818	6.024
海南	5.949	16.489	17.613	330.601	1.712	6.521
<b>中部</b>						
山西	5.627	13.744	15.376	267.580	1.934	5.448
吉林	5.881	16.289	28.037	177.828	4.502	5.798
黑龙江	6.416	17.589	19.665	195.244	4.743	6.486
安徽	5.978	12.844	19.335	213.374	3.064	6.177
江西	6.137	9.500	13.645	219.450	2.144	5.293
河南	6.876	10.211	19.750	227.752	2.630	4.085
湖北	6.570	9.489	25.840	254.294	2.892	5.059
湖南	6.997	14.433	19.640	252.550	2.710	6.745
<b>西部</b>						
内蒙古	5.631	15.789	20.687	286.900	3.526	5.070
重庆	7.133	14.889	46.516	253.673	4.556	6.300
广西	6.148	14.144	23.503	290.328	2.209	5.543
四川	6.968	16.933	39.843	198.472	3.422	5.930

续表

贵州	7.003	22.467	8.721	258.657	3.146	4.631
云南	6.431	23.367	21.905	200.631	2.301	6.582
西藏	5.016	116.244	1.231	294.898	0.933	5.032
陕西	6.220	10.344	18.462	200.630	2.556	4.886
甘肃	6.280	19.533	13.078	230.068	1.763	5.770
青海	6.149	34.044	11.192	436.498	2.332	6.283
宁夏	4.813	20.511	11.192	241.084	2.767	6.379
新疆	4.561	32.678	20.203	602.324	3.962	6.832

**Table 3.** Results of the Entropy weighted TOPSIS method and RSR method on the health level of residents in 31 provinces in mainland China from 2011 to 2019

**表 3.** 2011~2019 年我国 31 个省份居民健康水平的熵权 TOPSIS 法和 RSR 法结果

地区	平均 $C_i$ 值	熵权 TOPSIS 法		RSR 法分档		
		排序	P (分档 = 差)	P (分档 = 一般)	P (分档 = 好)	
<b>东部</b>						
北京	0.571	6	0.00	0.67	0.33	
天津	0.506	21	0.22	0.67	0.11	
河北	0.533	15	0.00	0.89	0.11	
辽宁	0.401	30	0.44	0.56	0.00	
上海	0.528	16	0.11	0.78	0.11	
江苏	0.445	26	0.33	0.67	0.00	
浙江	0.543	12	0.00	1.00	0.00	
福建	0.586	5	0.00	0.67	0.33	
山东	0.511	19	0.11	0.78	0.11	
广东	0.633	2	0.00	0.56	0.44	
海南	0.542	13	0.00	0.67	0.33	
<b>中部</b>						
山西	0.602	3	0.00	0.67	0.33	
吉林	0.482	25	0.22	0.78	0.00	
黑龙江	0.423	29	0.56	0.44	0.00	
安徽	0.515	17	0.11	0.78	0.11	
江西	0.571	7	0.00	0.67	0.33	
河南	0.541	14	0.11	0.89	0.00	
湖北	0.513	18	0.11	0.78	0.11	
湖南	0.441	27	0.44	0.56	0.00	
<b>西部</b>						
内蒙古	0.553	10	0.00	0.78	0.22	
重庆	0.371	31	0.56	0.44	0.00	

续表

广西	0.546	11	0.00	0.78	0.22
四川	0.433	28	0.44	0.56	0.00
贵州	0.504	23	0.11	0.89	0.00
云南	0.492	24	0.00	0.78	0.22
西藏	0.683	1	0.00	0.44	0.56
陕西	0.569	8	0.00	0.89	0.11
甘肃	0.555	9	0.00	0.56	0.44
青海	0.506	20	0.11	0.78	0.11
宁夏	0.593	4	0.00	0.67	0.33
新疆	0.506	22	0.00	1.00	0.00

### 3.2. RSR 分布及分档结果

建立 RSR 与 Probit 的回归方程, 求得  $\beta_1 = 0.206$ ,  $\beta_0 = -0.542$ , 即:  $RSR = -0.542 + 0.206 \text{ Probit}$ ,  $P$  值小于 0.05, 回归方程显著。调整  $R^2 = 0.97$ , 表明 RSR 与 Probit 的线性拟合度很好。Shapiro-Wilks 检验的统计量 0.980,  $P$  值为 0.818, 相对距离  $C_i$  值满足正态性条件。方差齐性检验显著性水平  $P$  值大于 0.05, 满足方差分析检验条件。单因素方差分析结果  $F$  值 = 39.069, 显著性水平小于 0.05, 表明 RSR 法各个分档之间的健康水平存在显著性差异, 分档结果如表 4 所示。

**Table 4.** Health level classification of residents in 31 provinces in mainland China from 2011 to 2019  
**表 4.** 2011-2019 年我国 31 个省份居民健康水平分档

分类	RSR 临界值(拟合值)	Probit 临界值	分档
差	<0.280	<4	四川、重庆、黑龙江、辽宁
中	0.280~0.692	4~6	安徽、北京、甘肃、广西、贵州、海南、河北、河南、湖北、湖南、吉林、江苏、江西、内蒙古、青海、山东、山西、上海、天津、新疆、云南、浙江
好	>0.692	>6	西藏、广东、山西、宁夏、福建

## 4. 讨论

本研究采用熵权 TOPSIS 法和 RSR 法对我国 31 个省份居民健康水平进行综合评价。其中, 熵权 TOPSIS 法分析 2011~2019 年我国 31 个省份居民健康水平的平均情况, RSR 法对居民健康水平进行分档。熵权 TOPSIS 法与 RSR 法的结果一致, 显示东部地区的广东、福建, 中部地区的山西, 西部地区的宁夏、西藏的居民健康水平较好。川渝地区和东北地区的居民健康水平较差, 不同地区内部健康水平差异较大。

在本研究中, 人口粗死亡率、人口粗离婚率、犯罪率被客观地赋予了较大的权重。在中国中部及西南地区人口死亡率呈高态势, 呈现一定程度的集聚效应[10] [11]。人口老龄化一定程度上助推了人口死亡率的提高[10], 第七次全国人口普查数据显示, 辽宁、重庆、四川 60 岁以上人口占比 17.42%、17.08%、16.93% [12] [13] [14], 人口老龄化程度分别位于全国前三。魏东霞[15]基于中国健康与养老追踪调查数据发现, 相较于已婚者, 离婚者的抑郁水平更高, 不良婚姻经历对精神健康产生负向影响[16]。此外, 婚姻关系的破裂还会降低社会、家庭对个人的控制效能, 犯罪成本下降, 提高个人犯罪的可能性[17]。川渝地

区和东北地区相对其它地区的离婚率较高,可能会让社会出现更多的不稳定性,不利于个人和孩子的身心发展。孕产妇死亡率是评价区域居民健康的重要指标,2008~2019年我国孕产妇死亡率整体下降[18]。虽然西藏孕产妇死亡率从2011年的180.7/10万下降至2019年的63.7/10万,但与《中国妇女发展纲要(2011~2020年)》孕产妇死亡率达到20/10万的目标尚有较大距离[19]。由于除西藏外大多地区孕产妇死亡率的变动较为稳定,在赋权时该指标被赋予的权重较小,故在RSR分档结果与实际有部分偏差。RSR分档结果中,东部经济较为发达的地区多处于第二档次。相较于中西部,东部地区的医院精神科门急诊率水平较高。一方面,东部地区社会竞争激烈,生活工作压力大,易带来心理健康问题[20];另一方面,东部地区居民健康素养更高,更加注重心理健康,对医院精神科的需求量更大[21]。

《“健康中国2030”规划纲要》对城乡居民体质、健康素养、孕产妇死亡率等提出了更高目标[2],未来我国居民身体健康将持续提升。除躯体健康外,心理健康、精神健康和社会适应也是健康的重要方面。目前我国成年居民的心理健康素养总体偏低[22],道德健康也会对心理和生理健康产生重要影响[23]。因此我国政府和相关部门应针对不同群体加强心理健康教育和道德教育,提高居民心理健康素养和道德素质。同时要降低区域间和区域内的健康水平差异,依托基本公共卫生服务不断推进健康公平,促进东、中、西部居民健康水平均衡发展。

## 基金项目

2021年度重庆市教育委员会人文社会科学研究项目:社区养老服务供需匹配量化研究(项目编号:21SKGH028);重庆医科大学未来医学青年创新团队支持计划(项目编号:W0063)。

## 参考文献

- [1] 马娟. 国务院办公厅关于印发“十四五”国民健康规划的通知[EB/OL]. 中国政府网. [https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-05/20/content\\_5691424.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-05/20/content_5691424.htm), 2023-12-23.
- [2] 刘杨. 中共中央 国务院印发《“健康中国2030”规划纲要》[EB/OL]. 中国政府网. [https://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content\\_5124174.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm), 2023-12-23.
- [3] 杨方娜, 李勇. 基于熵权TOPSIS法和RSR法对不同医疗保险下的老年人健康状况评价[J]. 现代预防医学, 2021, 48(11): 2001-2005.
- [4] 曾程慧, 陈才寿, 毛强. TOPSIS法和RSR法模糊联合对地级市医院效益的综合评价[J]. 中国卫生统计, 2023, 40(2): 249-251.
- [5] 杨振, 丁启燕, 周晴雨. 国民健康水平的多维测度与时空差异特征——以中国31个省级行政单元为例[J]. 西北人口, 2018, 39(3): 82-90.
- [6] 孙睿, 李英华, 田知旗, 等. 留守与非留守农村户籍大学生心理健康水平、社会性创伤、社会适应能力比较及其关系[J]. 中国健康心理学杂志, 2023, 31(9): 1326-1331.
- [7] 林红. 论个体全面发展的价值尺度[J]. 云南大学学报(社会科学版), 2010, 9(3): 88-93+96.
- [8] 袁萍, 路佳, 付铭, 等. 基于熵权TOPSIS与RSR法的中国孕产妇保健服务能力动态评价[J]. 现代预防医学, 2023, 50(22): 4105-4110.
- [9] 中国卫生健康统计年鉴[EB/OL]. [http://www.nhc.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/tjxtjjsi/tjsj\\_list.shtml](http://www.nhc.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/tjxtjjsi/tjsj_list.shtml), 2023-11-15.
- [10] 应奎, 李旭东. 中国人口死亡率空间格局演变及其影响因素[J]. 世界地理研究, 2022, 31(2): 440-452.
- [11] 刘文静. 中国人口死亡水平及其影响因素分析[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南财经政法大学, 2023.
- [12] 重庆市第七次全国人口普查公报(第四号)[EB/OL]. [https://tjj.cq.gov.cn/zwgk\\_233/fdzdgnr/tjxx/sjld\\_55469/202105/t20210513\\_9277563\\_wap.html](https://tjj.cq.gov.cn/zwgk_233/fdzdgnr/tjxx/sjld_55469/202105/t20210513_9277563_wap.html), 2023-12-22.
- [13] 四川省第七次全国人口普查公报(第四号)——四川省人民政府网站[EB/OL]. <https://www.sc.gov.cn/10462/c105630/2021/5/26/1773fb30c88c4596ae0541ab1692ae2d.shtml>, 2023-12-22.
- [14] 辽宁省统计局辽宁省第七次全国人口普查公报[1](第四号)[EB/OL]. <https://tjj.ln.gov.cn/tjj/tjxx/tjgb/rkpcgb/599A9740DB0E4710A5AA1B0DB9C4B3F4/>, 2023-12-22.

- 
- [15] 魏东霞, 谌新民. 婚姻对个体精神健康的影响——基于中国健康与养老追踪调查的实证分析[J]. 西北人口, 2017, 38(4): 103-110.
- [16] 李树凯, 邵文涛, 孙菲, 等. 辽宁省不同婚姻状况人群精神健康分析[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(5): 729-731.
- [17] 梅书琴, 陈海鹏. 离婚率对刑事犯罪率的影响机制研究——基于我国 2000-2020 年省级面板数据的实证分析[J]. 中国刑警学院学报, 2023(4): 77-84.
- [18] 张慧妹. 2008-2019 年我国孕产妇死亡率的变化趋势和预测[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(13): 3112-3115.
- [19] 《中国妇女发展纲要(2011-2020 年)》[EB/OL].  
[http://www.scio.gov.cn/ztk/xwfb/46/11/Document/976066/976066\\_1.htm](http://www.scio.gov.cn/ztk/xwfb/46/11/Document/976066/976066_1.htm), 2023-12-22.
- [20] 高非凡, 刘逸, 李志刚. 中国城市居民心理压力程度时空格局及与休闲设施供给的关系[J]. 地球信息科学学报, 2023: 1-12.
- [21] 陈泽族. 中国健康投入与居民健康水平的关系研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 中国医科大学, 2023.
- [22] 江光荣, 李丹阳, 任志洪, 等. 中国国民心理健康素养的现状与特点[J]. 心理学报, 2021, 53(2): 182-201.
- [23] 林珠梅. 道德健康的研究概述[J]. 心理月刊, 2022, 17(19): 223-225.