

## ·评价与分析·

# 基于熵权逼近理想解排序法的浙江省公共卫生安全综合评价

吴健美<sup>1</sup> 邱银伟<sup>2</sup> 侯妍<sup>1</sup> 赖文婕<sup>1</sup> 潘程阳<sup>1</sup> 林君芬<sup>2</sup> 俞敏<sup>3</sup> 沈清<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 杭州医学院公共卫生学院, 杭州 311399; <sup>2</sup> 浙江省疾病预防控制中心传染病预防控制所, 杭州 310051; <sup>3</sup> 浙江省疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制所, 杭州 310051

通信作者: 沈清, Email: shenqing1215@163.com

**【摘要】 目的** 应用公共卫生安全评价指标体系,对浙江省公共卫生安全水平进行综合评价。**方法** 按照公共卫生安全评价指标体系的相关指标,收集浙江省7个县(市、区)2023年的数据,采用熵权逼近理想解排序法(TOPSIS)对浙江省公共卫生安全水平进行综合评价。**结果** 熵权法结果显示,公共卫生安全指标体系六个维度中,各维度熵权在0.050 2~0.272 9之间,其中政策保障维度最大,脆弱人群最小。56个具体指标中,指标熵权最大值为0.108 7,认为地区间指标值差异最大,共有2项指标,即指标N1“政府、部门出台的实施方案(实施方案)、细则、规划”和N35“食用农产品抽检合格率”;最小值为0,认为地区间指标值无差异,共有16项指标,其中0分值1项,满分值15项;其余38项指标熵权值在0.000 1~0.073 8之间。TOPSIS结果显示,七县(市、区)公共卫生安全综合贴近度在0.241 0~0.666 0之间,其中地区B4(中等发达市)最高,B5(欠发达区)最低,平均值为0.445 8,变异系数为33.83%。**结论** 浙江省公共卫生安全总体水平较高,56项指标中,有15项满分值指标。浙江省公共卫生安全的整体水平与理想状态存在差距,地区间存在不同程度的差异。

**【关键词】** 公共卫生;安全;熵权法;逼近理想解排序;综合评价

**基金项目:** 浙江省哲学社会科学规划课题(24NDJC021YB)

DOI: 10.3760/cma.j.cn331340-20241121-00193

## Comprehensive evaluation of public health security based on entropy weight TOPSIS

Wu Jianmei<sup>1</sup>, Qiu Yinwei<sup>2</sup>, Hou Yan<sup>1</sup>, Lai Wenjie<sup>1</sup>, Pan Chengyang<sup>1</sup>, Lin Junfen<sup>2</sup>, Yu Min<sup>3</sup>, Shen Qing<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Public Health, Hangzhou Medical College, Hangzhou 311399, China; <sup>2</sup>Infectious Disease Prevention and Control Institute of Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou 310051, China; <sup>3</sup>Chronic Non-communicable Disease Prevention and Control Institute of Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou 310051, China

Corresponding author: Shen Qing, Email: shenqing1215@163.com

**【Abstract】 Objective** To comprehensively assess the public health security level in Zhejiang Province by applying the evaluation index system of public health security. **Methods** Data from seven counties (cities, districts) in Zhejiang Province in 2023 were collected according to the relevant indicators of the evaluation index system of public health security. The entropy weight TOPSIS was adopted to comprehensively evaluate the public health security level in Zhejiang Province. **Results** The entropy weight method results showed that the entropy weights for the six dimensions of the evaluation index system of public health security ranged from 0.050 2 to 0.272 9, with the policy assurance dimension being the highest and the vulnerable population dimension being the lowest. Among the 56 specific indicators, the maximum entropy weight value was 0.108 7, indicating the greatest difference in indicator values across regions. There were two indicators with the maximum value: N1 “implementation measures (plans), rules, and regulations issued by the government and departments” and N35 “the pass rate of edible agricultural product sampling”. The minimum value was 0, indicating no difference in indicator values across regions. There were 16 indicators with the minimum value, including 1 with a score of 0 and 15 with the full scores. The remaining 38

indicators had entropy weight values ranging from 0.000 1 to 0.073 8. The TOPSIS results showed that the comprehensive closeness degrees of the seven counties (cities, districts) ranged from 0.241 0 to 0.666 0, with Region B4 (developing city) being the highest and B5 (underdeveloped area) being the lowest. The average value of comprehensive closeness degrees was 0.445 8, with a coefficient of variation of 33.83%. **Conclusions** The overall level of public health security in Zhejiang Province is relatively high, with 15 indicators achieving the full scores among the 56 indicators. However, there is a gap between the overall level of public health security in Zhejiang Province and the ideal state, with varying degrees of disparity across regions.

**[Key words]** Public health; Security; Entropy weight; TOPSIS; Comprehensive evaluation

**Fund program:** Zhejiang Provincial Philosophy and Social Sciences Planning Project (24NDJC021YB)

DOI: 10.3760/cma.j.cn331340-20241121-00193

公共卫生安全作为国家安全中典型的非传统安全,对人民生命健康、经济发展与社会稳定有着重要意义<sup>[1]</sup>。2023 年 3 月,浙江省人民政府在《关于推进浙江省卫生健康现代化建设的实施意见》中提出实施公共卫生安全行动,推进公共卫生最安全省建设,力争 90% 的县(市、区)达到公共卫生强县标准<sup>[2]</sup>。评价公共卫生安全水平,能全面了解现状,为政府及相关部门提供决策依据,对保障人民生命健康至关重要。全球卫生安全方面的指标评价工具众多,如全球卫生安全指数 (Global Health Security Index, GHSI)<sup>[3]</sup>,但在实际使用中,其排名与各国真实能力水平不符<sup>[4]</sup>。而国内学者对公共卫生安全的研究仅限于宏观层面的探讨、或聚焦于校园、食品、药品、传染病防治、环境卫生等具体领域<sup>[5]</sup>,无法全面反映区域公共卫生安全的整体状况。基于此,本研究应用公共卫生安全评价指标体系,采用熵权逼近理想解排序 (technique for order preference by similarity to an ideal solution, TOPSIS) 法对浙江省的公共卫生安全水平进行评价,以发现公共卫生安全问题,推进公共卫生安全省的建设。

## 资料与方法

### 一、指标体系

浙江省下辖 90 个县(市、区),地理形态多样,涵盖山区、海岛等特殊的地形地貌,鉴于区域复杂性与样本代表性,按 2023 年经济社会发展水平将 90 个县(市、区)划分为发达、中等发达和欠发达(又称加快发展县)三档,随机抽取 B1 发达区、B2 发达海岛县、B3 中等发达区、B4 中等发达市、B5 欠发达

区、B6 欠发达县和 B7 欠发达山区县。

应用包含政策保障、资源支撑、健康环境、监测预警、应急处置和脆弱人群六大维度共 66 项指标的公共卫生安全评价指标体系<sup>[6]</sup>实施研究,见表 1。实际操作中,N4“疾控中心规范化建设”、N5“公共卫生强县创建”、N39“多源监测系统”、N41“监测数据多部门共享”、N47“预警信号部门覆盖率”、N48“年度报告突发公共卫生事件数占预警数比例”、N57“预警-响应速度”、N58“预警信号响应率”共 8 项创新型指标因处于建设阶段,数据无法获得;指标 N25“居民健康体检率”数据获取困难;指标 N32“县以上城市集中式饮用水水源地水质达标率”仅适用于市级评价,最终 56 项指标参与评价。

### 二、资料来源

依据公共卫生安全评价指标体系<sup>[6]</sup>,经文献研究与专家咨询明确指标释义和计算公式,并设计数据收集表单。数据来源包括浙江省统计局发布的 2023 年《浙江统计年鉴》、各县(市、区)的 2023 年《国民经济和社会发展统计公报》和各地方政府网站公开数据,以及省级行政主管部门、卫生统计部门、技术指导部门和当地行政主管部门提供的数据。针对个别数据缺失情况,采用均值填充法<sup>[7]</sup>予以填补。

### 三、研究方法

采用熵权 TOPSIS 法进行综合评价。熵权法基于数据离散程度确定熵权,反映指标差异性<sup>[8]</sup>。TOPSIS 即理想解排序法,其原理是通过数据标准化处理,找出最优值和最劣值,计算欧氏距离,获得各指标值与理想解的接近程度即贴近度并排序<sup>[9]</sup>。具

体计算步骤如下:

1. 数据矩阵建立:  $X=(X_{ij})_{m \times n}$ , 式中  $X_{ij}$  表示第  $i$  个地区第  $j$  项指标数值,  $m$  为地区数,  $n$  为指标数。采用极大值法进行数据标准化, 正向指标数值越大越优, 负向指标数值越小越优: 正向指标采用公式  $y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_j)} + 0.001$ , 负向指标采用公式  $y_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\max(x_j)} + 0.001$ , 式中  $y_{ij}$  表示指标数据标准化后的值。

2. 熵权法赋权: 计算第  $j$  项指标下第  $i$  个地区值所占比重  $p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}}$ 。然后计算熵值, 其中  $k = \frac{1}{\ln m}$ ,  $e_j = -k \sum_{i=1}^m (p_{ij} \ln p_{ij})$ ,  $d_j = 1 - e_j$ 。最后计算熵权  $w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$ 。熵权并非指标的重要性系数, 而是体现该指标下各评价对象的差异程度。当指标值一致时, 熵值达到最大值 1, 熵权为 0, 表明所有地区无差异, 此类指标在后续 TOPSIS 计算中予以剔除。

3. TOPSIS 计算贴近度: 构建加权决策矩阵  $v = (v_{ij})_{m \times n}$ , 其中  $v_{ij} = w_j y_{ij}$ 。接着找出正理想解  $v^+ = \{\max(v_{ij}) \mid i=1, 2, \dots, m\}$  和负理想解  $v^- = \{\min(v_{ij}) \mid i=1, 2, \dots, m\}$  随后计算与正、负理想解的欧氏距离  $d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$ ,  $d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$ 。最后计算贴近度  $C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$ ,  $C_i$  值介于 0~1 之间, 越趋近于 1, 说明

地区公共卫生安全水平越接近理想状态; 反之则表明越不理想<sup>[10]</sup>。

四、质量控制

对数据进行集中核查和质量控制, 若出现错误值、缺失值、异常值、逻辑不符等问题, 及时查找原因, 或与数据提供部门进行核对甄别, 并加以修正。同时采用双人录入数据。

五、统计学方法

采用 Microsoft Excel 2021 软件进行数据录入、整理和熵权 TOPSIS 计算。

结 果

一、熵权法赋权结果

从维度熵权来看, 政策保障维度熵权最高 (0.272 9), 地区间差异最大; 脆弱人群维度最低 (0.050 2), 差异最小。

从指标熵权来看, 指标熵权最大值为 0.108 7, 共有 2 项指标, 即指标 N1“政府、部门出台的实施方案(实施方案)、细则、规划”和 N35“食用农产品抽检合格率”, 显示其离散程度最大, 地区间差异最大。

表 1 可见, 指标熵权最小值为 0, 共有 16 项指标, 说明各地区在这些指标上的水平无差异: 健康环境维度中的指标 N36“食品安全抽检合格率”, 该指标满分为 10 分, 以主要食品质量安全抽检合格率达到 99% 及以上得 10 分, 未达到得 0 分进行赋分, 目前各县(市、区)均未达到 99%, 因此各县(市、区)得分均为 0 分; 其余 15 项指标均为满分值, 说明各县

表 1 2023 年浙江省县(市、区)公共卫生安全评价指标体系及其熵权

| 维度及熵权           | 代码  | 指标                          | 方向 | 指标熵权    |
|-----------------|-----|-----------------------------|----|---------|
| 政策保障<br>0.272 9 | N1  | 政府、部门出台的实施办法(实施方案)、细则、规划    | 正向 | 0.108 7 |
|                 | N2  | 政府、部门、单位突发公共卫生事件应急预案、应急响应机制 | 正向 | 0.011 4 |
|                 | N3  | 疾病预防控制体系改革                  | 正向 | 0.033 5 |
|                 | N4  | 疾控中心规范化建设                   | -  | -       |
|                 | N5  | 公共卫生强县创建                    | -  | -       |
|                 | N6  | 疾病预防控制监督员制度                 | 正向 | 0.040 8 |
|                 | N7  | 医共体“两员一中心一团队”               | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N8  | 村(居委会)公共卫生委员会               | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N9  | 疾控机构编制达成率、达标率               | 正向 | 0.048 8 |
|                 | N10 | 人均基本公共卫生服务经费标准              | 正向 | 0.000 3 |
|                 | N11 | 公共卫生服务经费增长幅度不低于同级财政支出增长幅度   | 正向 | 0.029 4 |

续表 1

| 维度及熵权           | 代码  | 指标                                         | 方向 | 指标熵权    |
|-----------------|-----|--------------------------------------------|----|---------|
| 资源支撑<br>0.246 4 | N12 | 公共卫生临床中心(传染病定点收治医院、院区、科室)配置                | 正向 | 0.026 1 |
|                 | N13 | 职业健康检查机构覆盖率/职业病诊断机构覆盖率                     | 正向 | 0.013 5 |
|                 | N14 | 每万人口传染病床位数                                 | 正向 | 0.015 5 |
|                 | N15 | 每万人口精神病床位数                                 | 正向 | 0.040 4 |
|                 | N16 | “平急两用”公共基础设施建设                             | 正向 | 0.026 4 |
|                 | N17 | 公共卫生科创中心(学科团队、科研项目、科研成果)/公共卫生研究资金量、项目数     | 正向 | 0.003 5 |
|                 | N18 | P2 级及以上实验室规范运行                             | 正向 | 0.001 6 |
|                 | N19 | 每万人公卫执业(助理)医师数                             | 正向 | 0.003 3 |
|                 | N20 | 经过培训的流行病学调查人员占公卫医师比例                       | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N21 | 每万人精神科执业(助理)医师数                            | 正向 | 0.073 8 |
|                 | N22 | 每万人高级救护车配备率                                | 正向 | 0.017 3 |
|                 | N23 | 每万人 AED 配备率                                | 正向 | 0.024 9 |
| 健康环境<br>0.233 8 | N24 | 居民健康素养水平                                   | 正向 | 0.013 5 |
|                 | N25 | 居民健康体检率                                    | —  | —       |
|                 | N26 | 二类疫苗接种率                                    | 正向 | 0.004 2 |
|                 | N27 | 国民体育锻炼及其效果(国民体质达标率、经常参加体育锻炼人数比例、公共体育设施开放率) | 正向 | 0.000 1 |
|                 | N28 | 中小学校健康教育开课率                                | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N29 | 15 岁以上人群吸烟率                                | 负向 | 0.013 5 |
|                 | N30 | 空气质量优良天数比例                                 | 正向 | 0.000 2 |
|                 | N31 | 末梢水水质达标率                                   | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N32 | 县以上城市集中式饮用水水源地水质达标率                        | 正向 | —       |
|                 | N33 | 农村无害化卫生户厕普及率                               | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N34 | 城乡生活垃圾无害化处理率                               | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N35 | 食用农产品抽检合格率                                 | 正向 | 0.108 7 |
|                 | N36 | 食品安全抽检合格率                                  | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N37 | 鼠密度水平                                      | 正向 | 0.036 4 |
|                 | N38 | 蚊密度水平                                      | 正向 | 0.057 4 |
| 监测预警<br>0.136 1 | N39 | 多源监测系统                                     | —  | —       |
|                 | N40 | 主要公共卫生问题监测哨点覆盖率                            | 正向 | 0.001 6 |
|                 | N41 | 监测数据多部门共享                                  | —  | —       |
|                 | N42 | 甲乙类传染病报告发病率                                | 正向 | 0.002 6 |
|                 | N43 | 人兽共患动物传染病疫情发生数                             | 正向 | 0.048 8 |
|                 | N44 | 症候群监测                                      | 正向 | 0.048 8 |
|                 | N45 | 突发公共卫生事件发生数                                | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N46 | 意外伤害死亡率(伤害死亡率、青少年非正常死亡率、道路交通万车事故死亡率)       | 负向 | 0.025 7 |
|                 | N47 | 预警信号部门覆盖率                                  | —  | —       |
|                 | N48 | 年度报告突发公共卫生事件数占预警数比例                        | —  | —       |
|                 | N49 | 定期利用监测数据开展风险评估                             | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N50 | 年度监测数据分析报告                                 | 正向 | 0.008 5 |
| 应急处置<br>0.060 5 | N51 | 紧急医学救援队数量                                  | 正向 | 0.013 5 |
|                 | N52 | 传染病疫情处置快速反应队伍数量                            | 正向 | 0.029 4 |
|                 | N53 | 突发中毒事件应急处置队伍数量                             | 正向 | 0.013 5 |
|                 | N54 | 技能储备                                       | 正向 | 0.004 1 |
|                 | N55 | 物资储备                                       | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N56 | 突发公共卫生事件规范处置率                              | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N57 | 预警-响应速度                                    | —  | —       |
|                 | N58 | 预警信号响应率                                    | —  | —       |
|                 | N59 | 医疗急救圈的反应速度                                 | 正向 | 0.000 1 |

续表 1

| 维度及熵权           | 代码  | 指标              | 方向 | 指标熵权    |
|-----------------|-----|-----------------|----|---------|
| 脆弱人群<br>0.050 2 | N60 | 人均预期寿命          | 正向 | 0.000 0 |
|                 | N61 | 孕产妇死亡率          | 负向 | 0.000 0 |
|                 | N62 | 5 岁以下儿童死亡率      | 负向 | 0.000 0 |
|                 | N63 | 出生缺陷发生率         | 负向 | 0.000 0 |
|                 | N64 | 营养不良率           | 负向 | 0.020 6 |
|                 | N65 | 老年人失能失智比例       | 负向 | 0.016 1 |
|                 | N66 | 严重精神障碍患者肇事肇祸案件数 | 负向 | 0.013 5 |

注：“-”表示不参与本次评价

(市、区)均达到目标要求和 100%水平。其余 38 项指标熵权值在 0.000 1~0.073 8 之间;12 项<0.010 0, 24 项介于 0.010 0~0.050 0 之间,2 项>0.050 0。

二、总体 TOPSIS 贴近度结果

从公共卫生安全整体水平结果来看,地区 B4(中等发达市)的综合贴近度最高(0.666 0),最接近理想状态下的最高水平;而地区 B5(欠发达区)最低(0.241 0),距离理想值 1 甚远;综合贴近度的七县(市、区)平均值为 0.445 8,除地区 B3(中等发达区)和 B4(中等发达市)外,其余地区综合贴近度值均低于平均值,表明具有较大的提升空间;其标准差和变异系数为 0.150 8 和 33.83%,显示地区间公共卫生安全水平存在差异。

从公共卫生安全各维度水平结果来看,应急处置维度的贴近度平均值为公共卫生安全各维度中最高(0.787 9),健康环境维度最低(0.419 1)。脆弱人群维度的地区间差异最小,变异系数仅为

20.75%;健康环境维度差异最大,达 88.21%。政策保障和健康环境维度,地区 B3(中等发达区)的贴近度均处于地区间最高水平;资源支撑和脆弱人群维度,地区 B7(欠发达山区县)均最高;监测预警和应急处置维度,地区 B1(发达区)均最高。政策保障维度,地区 B1(发达区)的贴近度处于地区间最低水平;资源支撑和应急处置维度,地区 B3(中等发达区)均最低;健康环境、监测预警和脆弱人群维度,地区 B5(欠发达区)均最低。

三、各县(市、区)TOPSIS 贴近度结果

从公共卫生安全各县(市、区)水平结果见表 2。地区 B1(发达区)公共卫生安全各维度贴近度的平均值为地区间最高(0.655 5),地区 B5(欠发达区)为地区间最低(0.361 3)。地区 B4(中等发达市)的各维度差异最小,变异系数仅为 33.01%,地区 B5(欠发达区)差异最大,达 89.43%。从各地区优势与短板来看,地区 B1(发达区)、B2(发达海岛县)、B5(欠发达

表 2 2023 年浙江省七县(市、区)公共卫生安全水平综合贴近度及各维度贴近度

| 地区代码      | 综合贴近度                | 维度                   |                      |                      |                      |                      |                      | 平均数     | 标准差     | 变异系数 (%) |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|---------|----------|
|           |                      | 政策保障                 | 资源支撑                 | 健康环境                 | 监测预警                 | 应急处置                 | 脆弱人群                 |         |         |          |
| B1 发达区    | 0.444 7              | 0.211 6 <sup>b</sup> | 0.731 0              | 0.367 5              | 0.880 3 <sup>a</sup> | 1.000 0 <sup>a</sup> | 0.742 6              | 0.655 5 | 0.304 1 | 46.40    |
| B2 发达海岛县  | 0.353 9              | 0.389 6              | 0.264 6              | 0.238 7              | 0.497 7              | 0.999 9              | 0.522 3              | 0.485 5 | 0.277 5 | 57.16    |
| B3 中等发达区  | 0.622 0              | 0.760 8 <sup>a</sup> | 0.181 1 <sup>b</sup> | 0.987 6 <sup>a</sup> | 0.517 0              | 0.293 5 <sup>b</sup> | 0.758 5              | 0.583 1 | 0.308 5 | 52.91    |
| B4 中等发达市  | 0.666 0 <sup>a</sup> | 0.617 8              | 0.691 8              | 0.904 2              | 0.513 0              | 0.293 9              | 0.664 4              | 0.614 2 | 0.202 7 | 33.01    |
| B5 欠发达区   | 0.241 0 <sup>b</sup> | 0.263 4              | 0.238 1              | 0.129 6 <sup>b</sup> | 0.110 8 <sup>b</sup> | 0.971 3              | 0.454 5 <sup>b</sup> | 0.361 3 | 0.323 1 | 89.43    |
| B6 欠发达县   | 0.367 4              | 0.335 5              | 0.305 9              | 0.176 1              | 0.808 4              | 0.985 4              | 0.802 5              | 0.569 0 | 0.335 7 | 59.00    |
| B7 欠发达山区县 | 0.425 5              | 0.383 1              | 0.778 7 <sup>a</sup> | 0.130 1              | 0.482 9              | 0.971 3              | 0.815 7 <sup>a</sup> | 0.593 6 | 0.315 5 | 53.14    |
| 平均数       | 0.445 8              | 0.423 1              | 0.455 9              | 0.419 1              | 0.544 3              | 0.787 9              | 0.680 1              |         |         |          |
| 标准差       | 0.150 8              | 0.196 9              | 0.263 8              | 0.369 7              | 0.251 1              | 0.337 8              | 0.141 1              |         |         |          |
| 变异系数 (%)  | 33.83                | 46.53                | 57.87                | 88.21                | 46.13                | 42.87                | 20.75                |         |         |          |

注:<sup>a</sup>:该维度最大值;<sup>b</sup>:该维度最小值



区)、B6(欠发达县)和 B7(欠发达山区县)的应急处置维度均最好,为本地区的明显优势;地区 B3(中等发达区)和 B4(中等发达市)的健康环境维度均最好。地区 B1(发达区)的政策保障维度最差,为本地区的明显短板;地区 B2(发达海岛县)、B6(欠发达县)和 B7(欠发达山区县)的健康环境维度均最差;地区 B3(中等发达区)的资源支撑维度最差;地区 B4(中等发达市)的应急处置维度最差;地区 B5(欠发达区)的监测预警维度最差。

## 讨 论

本研究所抽取的七县(市、区)在浙江省具有代表性,涵盖了不同经济社会发展水平、人口规模和地理区域的地区,能够反映浙江省在不同层面和类型地区的公共卫生安全状况。

一、浙江省公共卫生安全的整体水平有较大提升空间

熵权 TOPSIS 法的贴近度以理想状态为参照,揭示的是各地与理想状态下最优水平的差距以及发展的不均衡性,能反映各地区未来努力的空间。从综合贴近度结果来看,浙江省七县(市、区)均值为 0.445 8,距离理想值 1 较远,且多数地区水平低于均值,说明与理想状态存在较大差距,仍有较大提升空间。同时,其标准差和变异系数相对较大,反映出地区间存在明显差异,发展不均衡,这些差异是由多种因素如经济社会发展水平、政策及其执行和监督制度、公共卫生应急机制、资源及其配置、人口结构与流动差异等造成,各地需要依据自身实际情况制定针对性的提升策略。

浙江省各地区在“应急处置”维度贴近度均较高,与刚过去的新型冠状病毒感染疫情倒逼“应急优先”有一定关系,效应在经济发达地区和欠发达地区均得到明显体现,反映出突发公共卫生事件中防控重心向重点地区和薄弱地区倾斜导致、应急处置能力急速提升。具体表现为:完善法规政策,明确各部门主体在应急状态下的职责和义务;政策保障、资源支撑、健康环境打造、应急反应能力持续都需要长期投入、资源配置优化和应急物资储备体系

完善<sup>[1]</sup>;建立长效机制,建立常态化的部门间、区域间沟通协调机制<sup>[12]</sup>,实现资源、信息共享;加强公共卫生、应急管理等专业人才的培养与队伍建设<sup>[13]</sup>,定期组织培训和演练,提高其在突发事件中的应急处置能力,确保在战时能够迅速响应、有效应对;健全公共卫生监测预警体系,加强基层医疗卫生机构建设,提高其日常诊疗能力、尤其是对公共卫生安全事件的警觉性和敏感性,及时发现潜在的公共卫生风险。

二、浙江省公共卫生安全的区域水平存在优势和短板

依据综合贴近度分析显示,地区 B4(中等发达市)综合贴近度最高,整体发展好且均衡,尤其在健康环境维度水平高。该地区人均 GDP 在七个县(市、区)中处于中等,这表明其有一定的经济基础投入公共卫生领域,另外该地区常住人口数排第二,一定的人口规模意味着公共卫生服务需求大,促使政府重视公共卫生体系建设,同时使公共卫生资源在人口规模效应下得到更合理配置和充分利用,因而在综合评价中排首位。同时,地区 B5(欠发达区)综合贴近度最低,监测预警维度存在资金投入不足、监测技术落后和专业人才短缺的问题。该地区人均 GDP 最低,限制了公共卫生领域的投入,而常住人口数量与资源的不匹配加剧了公共卫生服务的压力,最终综合贴近度最低。

本研究的综合评价结果与经济社会发展水平并非完全正相关,相反,B1(发达区)因高度城市化,人口密度大,人员流动性强,输入性传染病发生风险大,给公共卫生安全带来挑战<sup>[14]</sup>。

三、公共卫生安全评价指标水平在不同县(市、区)有差异

指标熵权最大说明该指标地区间差异最大,即 N1“政府、部门出台的实施办法(实施方案)、细则、规划”和 N35“食用农产品抽检合格率”,这类指标为深入研究地区间公共卫生水平差异提供了关键切入点,揭示了不同地区在公共卫生工作重点和难点上的不同,应予以重点关注和优先提升。

指标熵权为 0 说明该指标地区间无差异,此处

的无差异可细分为两类情况:一类是满分的无差异,包括指标 N7“医共体‘两员一中心一团队’”、N8“村(居委会)公共卫生委员会”、N20“经过培训的流行病学调查人员占公卫医师比例”、N28“中小学校健康教育开课率”、N31“末梢水水质达标率”、N33“农村无害化卫生户厕普及率”、N34“城乡生活垃圾无害化处理率”、N45“突发公共卫生事件发生数”、N49“定期利用监测数据开展风险评估”、N55“物资储备”、N56“突发公共卫生事件规范处置率”、N60“人均预期寿命”、N61“孕产妇死亡率”、N62“5岁以下儿童死亡率”、N63“出生缺陷发生率”共 15 项,表明各地在这些指标涉及的公共卫生工作方面达到了高水平,这可能得益于统一标准的严格执行,使得相关指标在不同地区都能获得满分,但也可能存在评分标准过于简单的问题,如不能仅关注机构、队伍等是否设立,而忽略其实际运行效果,因此该类指标可进一步深化评价内容、细化评分标准;另一类是 0 分的无差异,如指标 N36“食品安全抽检合格率”,反映出公共卫生工作在所有地区存在明显短板,在明确公共卫生安全工作的重点改进方向的同时,需分析普遍短板的原因,或是否存在评分标准制定过高等人为因素,宜根据实际情况进行指标或评分标准的调整<sup>[15]</sup>。

#### 四、公共卫生安全评价指标体系的可行性与合理性

本研究应用的公共卫生安全评价指标体系涵盖了政策保障、资源支撑、健康环境、监测预警、应急处置和脆弱人群六大维度,全面反映现阶段公共卫生安全的主要工作,同时与公共卫生领域常规工作契合。在浙江省公共卫生安全水平实证研究中,仅 1 项指标 N25“居民健康体检率”数据难以获取,数据获得率为 98.25%,具有良好的操作性。

该指标体系能客观反映浙江省公共卫生安全工作的现况和问题,为卫生行政部门评估提供依据。同时,该指标体系既可横向对比不同地区,分析政策落实、资源分配等差异;也可在同一地区内部开展不同维度对比,挖掘不均衡问题。此外,还可用于纵向比较,揭示公共卫生安全水平的变化趋势,

通过探究差异原因,能提出针对性的改进建议,为提升浙江省整体公共卫生安全水平,促进区域协调发展提供科学依据和决策参考<sup>[16]</sup>。因此,该指标体系具有较大的实用性。

综上,本研究采用熵权 TOPSIS 法,从整体、各维度和不同县(市、区)层面对浙江省公共卫生安全水平进行评价分析,突破单一层面的局限性,为深入了解公共卫生安全状况提供了全面的视角。结果表明,浙江省七县(市、区)公共卫生安全整体水平较高,但仍有较大提升空间,地区间及各维度发展不均衡,各地区应针对性地补齐短板。后续我们将进一步深入研究,扩充代表性样本点、进展性指标,结合访谈等结果,更全面完整地评价公共卫生安全现状和发展趋势。

**利益冲突** 所有作者均声明无利益冲突

**作者贡献声明** 吴健美:数据收集及分析、论文撰写;邱银伟、侯妍、赖文婕、潘程阳、林君芬、俞敏:数据收集;沈清:选题和设计、指导和论文修改

#### 参 考 文 献

- [1] 周慎,朱旭峰,薛澜.人工智能在突发公共卫生事件管理中的赋能效用研究——以全球新冠肺炎疫情防控为例[J].中国行政管理,2020,(10):35-43. DOI: 10.19735/j.issn.1006-0863.2020.10.05.
- [2] 浙江省人民政府.浙江省人民政府办公厅关于推进浙江省卫生健康现代化建设的实施意见[EB/OL]. [2024-11-01]. [https://www.zj.gov.cn/art/2023/4/18/art\\_1229019365\\_2474133.html](https://www.zj.gov.cn/art/2023/4/18/art_1229019365_2474133.html).
- [3] Global Health Security Index. Welcome to the Global Health Security Index[EB/OL]. [2024-11-01]. <https://ghsindex.org/>.
- [4] 马景宇,王镇德,周亚霖,等.全球卫生安全相关评价指标工具结果分析[J].中国预防医学杂志,2023,24(3):198-204. DOI: 10.16506/j.1009-6639.2023.03.006.
- [5] 韩国元,冷雪忠.国内公共卫生安全研究的文献计量分析[J].中国安全生产科学技术,2022,18(1):17-22. DOI: 10.11731/j.issn.1673-193x.2022.01.003.
- [6] 侯妍,邱银伟,赖文婕,等.浙江省公共卫生安全评价指标体系构建[J].中国公共卫生,2025,41(2):193-198. DOI:10.11847/zgggws1144692.
- [7] 聂斌,靳海科,杜建强,等.基于多目标的三支决策边界域求解与分类方法[J].计算机工程与应用,2024,60(19):97-109. DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2312-0230.
- [8] 杜挺,谢贤健,梁海艳,等.基于熵权 TOPSIS 和 GIS 的重庆市县域经济综合评价及空间分析[J].经济地理,2014,34(6):40-47. DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2014.06.026.
- [9] 顾思雨,梁园园,章凯燕,等. TOPSIS 法和秩和比法模糊联合在基本公共卫生服务质量综合评价中的应用研究[J].中国全科医

- 学,2022, 25(4): 432-437. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.00.320.
- [10] 孙振球, 王乐三. 医学综合评价方法及其应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [11] 吴凡, 陈勇, 付晨, 等. 中国疾病预防控制体系发展改革的若干问题与对策建议[J]. 中国卫生资源, 2020, 23(3): 185-190, 294. DOI: 10.13688/j.cnki.chr.2020.20450.
- [12] 高蓉, 蒋文慧. 新冠疫情背景下我国公共卫生体系建设的对策研究[J]. 中国公共卫生管理, 2021, 37(3): 283-287. DOI: 10.19568/j.cnki.23-1318.2021.03.0001.
- [13] 王坤, 毛阿燕, 孟月莉, 等. 我国公共卫生体系建设发展历程、现状、问题与策略[J]. 中国公共卫生, 2019, 35(7): 801-805. DOI: 10.11847/zgggws1123311.
- [14] 姜智军, 王路生. 公共卫生安全事件引发的城乡韧性发展的反思[J]. 新型城镇化, 2023, (5): 107-110.
- [15] 张浩, 陈昕, 吴立明, 等. 增强公共卫生体系能力保障城市公共卫生安全: 上海市第五轮加强公共卫生体系建设三年行动计划成效[J]. 中国卫生资源, 2023, 26(5): 447-451, 502. DOI: 10.13688/j.cnki.chr.2023.230315.
- [16] 余向华, 曾士典, 朱联乐, 等. 温州市 2014-2015 年公共卫生事业发展水平综合评价[J]. 中国公共卫生管理, 2018, 34(4): 457-460. DOI: 10.19568/j.cnki.23-1318.2018.04.007.

(收稿日期:2024-11-21)

## ·读者·作者·编者·

## 本刊可直接使用的缩略语

下列缩略语为本刊常用词汇,第一次出现时,可以不标注中文,它们是:

|                         |                      |                             |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 甲胎蛋白(AFP)               | 乙型肝炎 e 抗原(HBeAg)     | 脉冲场凝胶电泳(PFGE)               |
| 艾滋病(AIDS)               | 血红蛋白(Hb)             | 血小板(PLT)                    |
| 碱性磷酸酶(ALP)              | 肝细胞癌(HCC)            | 精制结核菌素试验(PPD)               |
| 丙氨酸转氨酶(ALT)             | 丙型肝炎病毒(HCV)          | 凝血酶原时间(PT)                  |
| 抗原提呈细胞(APC)             | 丁型肝炎病毒(HDV)          | 相对危险度(RR)                   |
| 天冬氨酸转氨酶(AST)            | 戊型肝炎病毒(HEV)          | 逆转录-聚合酶链反应(RT-PCR)          |
| 体质量指数(BMI)              | 人类免疫缺陷病毒(HIV)        | 严重急性呼吸道综合征(SARS)            |
| 共价闭合环状脱氧核糖核酸(cccDNA)    | 风险比(HR)              | 十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳(SDS-PAGE) |
| 四氯化碳(CCl <sub>4</sub> ) | 辣根过氧化物酶(HRP)         | 性传播疾病(STD)                  |
| 疾病预防控制中心(CDC)           | 人乳头状瘤病毒(HPV)         | 结核(TB)                      |
| 慢性乙型肝炎(CHB)             | 重症监护病房(ICU)          | 总胆红素(TBil)                  |
| 慢性丙型肝炎(CHC)             | 干扰素(IFN)             | 总胆固醇(TC)                    |
| 肌酸激酶同工酶(CK-MB)          | 白细胞介素(IL)            | 甘油三酯(TG)                    |
| 巨细胞病毒(CMV)              | 国际标准化比值(INR)         | 辅助性 T 淋巴细胞(Th)              |
| 新型冠状病毒感染(COVID-19)      | 异丙基-β-D-硫代半乳糖苷(IPTG) | Toll 样受体(TLR)               |
| C 反应蛋白(CRP)             | 主要组织相容性复合体(MHC)      | 肿瘤坏死因子(TNF)                 |
| 计算机断层成像(CT)             | 微小 RNA(miRNA)        | 调节性 T 淋巴细胞(Treg)            |
| 细胞毒性 T 淋巴细胞(CTL)        | 磁共振成像(MRI)           | 结核感染 T 淋巴细胞斑点试验(T-SPOT.TB)  |
| 直接胆红素(DBil)             | 耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)   | 白细胞(WBC)                    |
| 树突细胞(DC)                | 男男性行为者(MSM)          | 世界卫生组织(WHO)                 |
| 弥漫性血管内凝血(DIC)           | 核苷(酸)类似物(NAs)        | γ 谷氨酰转肽酶(γ-GT)              |
| 酶联免疫吸附试验(ELISA)         | 核因子-κB(NF-κB)        | 乙型肝炎病毒表面抗体(抗-HBs)           |
| 高效抗逆转录病毒治疗(HAART)       | 自然杀伤细胞(NK 细胞)        | 乙型肝炎病毒 e 抗体(抗-HBe)          |
| 甲型肝炎病毒(HAV)             | 比值比(OR)              | 乙型肝炎病毒核心抗体(抗-HBc)           |
| 乙型肝炎病毒(HBV)             | 外周血单核细胞(PBMC)        | 95%可信区间(95%CI)              |
| 乙型肝炎核心抗原(HBeAg)         | 磷酸盐缓冲液(PBS)          |                             |
| 乙型肝炎表面抗原(HBsAg)         | 聚合酶链反应(PCR)          |                             |
|                         | 正电子发射计算机断层成像(PET-CT) |                             |