

# 基于熵权 TOPSIS 法的四川省县级职业病监测 评估机构技术支撑能力综合评价

李玉敏<sup>1</sup>, 李霞<sup>2</sup>, 蒋恩霏<sup>2</sup>

1. 四川大学华西公共卫生学院 / 华西第四医院, 四川 成都 610041; 2. 四川省疾病预防控制中心, 四川 成都 610041

**摘要:**目的 综合评价四川省县级疾病预防控制中心(简称疾控中心)职业病监测评估技术支撑能力水平,为优化资源配置,提升职业病防治支撑能力及均衡发展提供参考。方法 采用熵权 TOPSIS 法综合评价四川省县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力,并结合 RSR 法进行分档。结果 四川省 179 个县级疾控中心中,职业病监测评估技术支撑能力评为“好”等级的机构有江油、绵竹、中江等 29 个县级疾控中心,“差”等级的机构有石渠、巴塘、稻城等 28 个县级疾控中心,其余为“中”等级。经 Kruskal-Wallis  $H$  检验( $H=120.21, P<0.001$ )显示分档结果具有统计学意义。结论 四川省县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力整体水平不高,且各经济区之间及各市(州)内部差异较大。应给予更多政策关怀,大力推进职业和放射卫生技术服务等资质认证,强化专业人才定向培养及职称晋升,逐步配齐配全关键仪器,实现四川省县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力整体提升和均衡发展。

**关键词:**熵权 TOPSIS 法;RSR 法;县级疾控中心;职业病监测评估

中图分类号:R135;R197.3 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2024)07-1206-06

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202309025

## Comprehensive evaluation of technical support capacity of occupational disease surveillance and evaluation institutions at county level in Sichuan Province based on entropy weight TOPSIS method

LI Yu-min\*, LI Xia, JIANG En-fei

\*West China School of Public Health, Sichuan University / West China Fourth Hospital, Chengdu, Sichuan 610041, China

**Abstract: Objective** To comprehensively evaluate the technical support ability of occupational disease surveillance and evaluation of the county-level Center for Disease Control and Prevention (CDC) in Sichuan Province, in order to optimize the allocation of resources, improve the support ability of occupational disease prevention and control, and provide reference for balanced development. **Methods** The technical support ability of occupational disease surveillance and evaluation of county-level CDCs in Sichuan Province was comprehensively evaluated by entropy weight TOPSIS method, followed by classification by RSR method. **Results** Among the 179 county-level CDCs in Sichuan Province, 29 county-level CDCs such as Jiangyou, Mianzhu, and Zhongjiang were rated as “good”, and 28 county-level CDCs such as Shiqu, Batang and Daocheng were rated as “poor”. The rest were rated as “medium”. Kruskal-Wallis  $H$  test showed that the grading results were statistically significant ( $H=120.21, P < 0.001$ ). **Conclusion** The overall level of technical support ability of occupational disease surveillance and evaluation of county-level CDCs in Sichuan Province is not high, and there are great differences among economic zones and within cities (prefectures). In order to achieve an overall improvement and balanced development of technical support capacity for occupational disease monitoring and assessment in county-level CDCs in Sichuan Province, more policy attention should be given, occupational and radiological health technology services certification should be vigorously promoted, targeted training and professional title promotion should be strengthened for specialized talents, and critical instruments should be gradually equipped.

**Keywords:** Entropy weight TOPSIS method; RSR method; Occupational disease surveillance and evaluation; County-level CDC

作为健康中国建设的重要基础和组成部分,职业

健康历来受到党和国家的高度重视。2022 年发布的《“十四五”国民健康规划》,将加强职业健康保护作为整体规划的一部分,明确提出要强化职业健康源头防控和风险管控,建立健全职业病和职业病危害因

作者简介:李玉敏(1983—),女,硕士,中级,研究方向:医院管理与卫生政策

通信作者:蒋恩霏, E-mail: csa212@163.com

素监测评估制度<sup>[1]</sup>。县级疾控中心承担着辖区内重点职业病和职业病危害因素监测、职业健康风险评估等重任,其能力能否满足职责需求以及新时期职业病防治工作的需要非常重要<sup>[2]</sup>。现有文献多采用描述性分析研究各地职业病防治技术支撑能力的现状<sup>[3-4]</sup>,鲜有对职业病监测评估技术支撑能力综合评价并分档的研究。本研究拟利用熵权 TOPSIS 法结合 RSR 法,综合评估四川省县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力,为进一步优化四川省各区域县级疾控中心资源配置,提升县级疾控中心服务经济社会高质量发展和保障劳动者职业健康能力提供参考和依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源 本研究数据来源于 2023 年度四川

省职业病监测评估技术支撑能力建设调查结果,调查由四川省疾病预防控制中心制作调查问卷,通过电子邮件下发至县级疾控中心,由专人进行回收并进行数据核对,同时抽取部分疾控中心现场复核。研究对象为全省 187 个县级疾病预防控制中心,排除 8 个县级疾控中心存在逻辑错误或有缺失值的数据,最终纳入 179 个单位数据进行分析。

**1.2 评价指标** 根据县级疾控中心开展职业病监测评估工作需求,基于重要性、可行性、科学性等原则,结合《国家卫生健康委关于加强职业病防治技术支撑体系建设的指导意见》中职业病监测评估技术支撑机构建设推荐标准,重点从机构资质、专业人才培养、仪器设备配置、核心能力建设四个纬度选取了 10 个关键评价指标。见表 1。

表 1 职业病监测评估技术支撑能力评价指标

Table 1 Evaluation indicators for technical support capacity of occupational disease monitoring and evaluation

维度	一级指标	二级指标	编号	指标说明
机构资质*	资质情况	获取资质情况	X1	高优指标
专业人才培养	专业人才培养	人员配置	X2	高优指标
		高级技术职称人员比例	X3	高优指标
		专业技术人员比例	X4	高优指标
		本科及以上学历人员比例	X5	高优指标
		理化检验设备	X8	高优指标
仪器设备配置	职业病危害因素检测关键仪器设备	化学因素采样与检测设备	X6	高优指标
		物理因素采样与检测设备	X7	高优指标
核心能力建设	工作场所职业病危害因素检测能力	理化检验设备	X8	高优指标
		化学因素检测能力	X9	高优指标
		物理因素检测能力	X10	高优指标

注:\*包括职业卫生技术服务资质、放射卫生技术服务资质、职业健康检查机构备案、职业病诊断资质。

### 1.3 研究方法

**1.3.1 熵权 TOPSIS 法** 本文将熵权法与 TOPSIS 法相结合,利用熵权法确定指标权重,减少主观性影响,再基于加权规范化矩阵,计算评价对象到“正理想解”和“负理想解”之间的差距,以对各评价对象进行排名,评价优劣<sup>[5-8]</sup>。首先,将原始数据根据公式  $A_{ij}=X_{ij}/\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}$  进行标准化处理<sup>[9]</sup>,得到归一化矩阵,并与熵权法得到的指标权重相乘,构建加权标准化矩阵。其次,将加权标准化矩阵中每个指标的最大值和最小值分别作为最优向量  $Z^+$ 、最劣向量  $Z^-$ 。根据公式  $D_i^+=\sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_j^+-Z_{ij}^+)^2}$  和  $D_i^-=\sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_j^--Z_{ij}^-)^2}$  计算各评价指标到最优目标和最劣目标的距离  $D^+$ 、 $D^-$ ,并根据  $C_i=D_i^-/(D_i^++D_i^-)$  计算评价对象与最优目标的接近程度。 $C_i$  越接近 1,说明该疾控中心职业病监测评估技术支撑能力越好;相反, $C_i$  越接近 0,说明其职业病监测评估技术支撑能力越差。

**1.3.2 RSR 法** 秩和比 RSR 法是一种非参数综合评价方法,通过构建  $n \times m$  矩阵,进行秩转化后获得

无量纲统计量 RSR,运用参数统计分析的概念与方法研究其分布,并以 RSR 值为依据对评价结果优劣进行分档<sup>[10]</sup>。

**1.3.3 数据统计** 计算和分析过程使用 Excel 2019 和 SPSS 26.0 完成。

## 2 结果

**2.1 熵权法指标结果** 其中,获取资质情况(X1)的熵权最大,为 0.348 4,反映该指标的变异程度最大;高级职称人员比例(X3)的熵权次之,为 0.160 1;理化检验设备(X8)的熵权最小,为 0.044 3,反映该指标的变异程度最小。见表 2。

**2.2 熵权 TOPSIS 法综合评价结果** 结果显示,职业病监测评估技术支撑能力排名前五位的是江油市、绵竹市、中江县、成华区、自流井区等五家县级疾控中心,排名后五位的是新龙县、白玉县、稻城县、巴塘县、石渠县等五家县级疾控中心。因篇幅有限,仅列出全省各市(州)县级疾控排名第一和最末一位的机构数据。见表 3。

表 2 各评价指标的熵值及熵权

Table 2 Entropy value and entropy weight of evaluation index

指标	获取资质情况(X1)	人员配置(X2)	高级技术职称人员比例(X3)	专业技术人员比例(X4)	本科及以上学历人员比例(X5)	化学因素采样与检测设备(X6)	物理因素采样与检测设备(X7)	理化检验设备(X8)	化学因素检测能力(X9)	物理因素检测能力(X10)
熵值	0.604 7	0.908 9	0.818 4	0.934 1	0.927 6	0.941 4	0.946 5	0.949 8	0.905 6	0.928 6
熵权	0.348 4	0.080 3	0.160 1	0.058 1	0.063 8	0.051 7	0.047 1	0.044 3	0.083 2	0.063 0

表 3 熵权 TOPSIS 法综合评价结果及排序

Table 3 Entropy weight TOPSIS method comprehensive evaluation results and ranking

市(州)	机构名称	$D_i^+$	$D_i^-$	$C_i$	排序结果
成都市	成华区疾病预防控制中心	0.023 4	0.106 2	0.819 2	4
	天府新区疾病预防控制中心	0.124 7	0.010 6	0.078 6	144
自贡市	自流井区疾病预防控制中心	0.029 4	0.104 6	0.780 4	5
	沿滩区疾病预防控制中心	0.125 2	0.013 3	0.096 1	115
攀枝花市	盐边县疾病预防控制中心	0.122 6	0.017 5	0.125 0	80
	东区疾病预防控制中心	0.125 6	0.009 4	0.069 5	157
泸州市	泸县疾病预防控制中心	0.104 7	0.029 1	0.217 6	25
	龙马潭区疾病预防控制中心	0.123 6	0.015 5	0.111 3	97
德阳市	绵竹市疾病预防控制中心	0.023 3	0.121 4	0.839 0	2
	罗江区疾病预防控制中心	0.125 4	0.012 7	0.092 2	118
绵阳市	江油市疾病预防控制中心	0.016 2	0.122 9	0.883 8	1
	梓潼县疾病预防控制中心	0.125 9	0.011 5	0.083 6	136
广元市	旺苍县疾病预防控制中心	0.103 6	0.038 0	0.268 1	21
	青川县疾病预防控制中心	0.126 1	0.008 2	0.061 3	165
遂宁市	射洪市疾病预防控制中心	0.123 1	0.019 8	0.138 6	67
	安居区疾病预防控制中心	0.125 7	0.012 6	0.091 4	120
内江市	隆昌市疾病预防控制中心	0.072 5	0.054 9	0.431 1	15
	资中县疾病预防控制中心	0.125 1	0.015 4	0.109 6	101
乐山市	夹江县疾病预防控制中心	0.120 7	0.030 8	0.203 1	29
	峨边县疾病预防控制中心	0.126 5	0.006 4	0.047 9	169
南充市	南部县疾病预防控制中心	0.120 8	0.028 4	0.190 4	36
	蓬安县疾病预防控制中心	0.125 5	0.015 9	0.112 3	96
眉山市	丹棱县疾病预防控制中心	0.121 1	0.026 0	0.176 5	42
	东坡区疾病预防控制中心	0.125 6	0.010 8	0.079 3	142
宜宾市	筠连县疾病预防控制中心	0.122 5	0.017 5	0.125 1	79
	长宁县疾病预防控制中心	0.126 0	0.008 9	0.066 2	161
广安市	华蓥市疾病预防控制中心	0.121 2	0.025 6	0.174 4	44
	武胜县疾病预防控制中心	0.125 8	0.010 6	0.077 9	147
达州市	达川区疾病预防控制中心	0.054 3	0.073 1	0.573 6	7
	通川区疾病预防控制中心	0.121 8	0.021 0	0.146 9	59
雅安市	汉源县疾病预防控制中心	0.106 3	0.023 7	0.182 1	39
	宝兴县疾病预防控制中心	0.125 7	0.010 0	0.073 6	151
巴中市	通江县疾病预防控制中心	0.105 1	0.026 4	0.200 9	32
	南江县疾病预防控制中心	0.126 2	0.008 3	0.061 5	164
资阳市	雁江区疾病预防控制中心	0.121 1	0.025 1	0.171 7	46
	乐至县疾病预防控制中心	0.123 1	0.016 2	0.116 3	91
阿坝州	小金县疾病预防控制中心	0.122 1	0.019 9	0.139 9	64
	阿坝县疾病预防控制中心	0.126 2	0.007 0	0.052 8	167
甘孜州	雅江县疾病预防控制中心	0.122 0	0.023 9	0.163 7	50
	石渠县疾病预防控制中心	0.126 8	0.003 6	0.027 8	179
凉山州	西昌市疾病预防控制中心	0.058 8	0.070 5	0.545 3	9
	布拖县疾病预防控制中心	0.126 3	0.006 4	0.048 5	168

**2.3 RSR 分布及分档结果** 将熵权 TOPSIS 法结果中的  $C_i$  值替代 RSR 值,从小到大进行排序,计算各组平均秩次,并计算累计百分位数  $P$  值 ( $P=\bar{R}/N \times 100\%$ )及概率单位 Probit 值<sup>[10]</sup>,结果见表 4。因  $C_i$  值呈偏态分布,将  $C_i$  值取对数后作为因变量,Probit 值为自变量,计算回归方程,得到  $\ln(C_i)=-5.339+0.654 \times \text{Probit}$  ( $R^2=0.948, F=3\ 075.503, P<0.001$ ),方程具有统计学意义。

结合 RSR 合理分档数表<sup>[11]</sup>,对四川省 179 个县级疾控中心进行分档,划分为好、中、差三档,结果见表 5。江油市、绵竹市、中江县、成华区、自流井区等 29 个县级疾控中心为“好”档,石渠县、巴塘县、稻城县、新龙县、白玉县等 28 个县级疾控中心为“差”档,其余县级疾控中心为“中”档。根据非参数 Kruskal-Wallis  $H$  检验,结果显示  $H=120.21, P<0.001$ ,显示分档结果有差异,具有统计学意义。

表 4 综合评价指标  $C_i$  值的 RSR 分布结果

Table 4 RSR distribution results of  $C_i$  value of comprehensive evaluation index

机构	$C_i$	$\bar{R}$	$P$ 值	Probit
石渠县疾病预防控制中心	0.027 8	1	0.558 7	2.46
巴塘县疾病预防控制中心	0.030 8	2	1.117 3	2.72
稻城县疾病预防控制中心	0.031 6	3	1.676 0	2.87
新龙县疾病预防控制中心	0.042 8	4.5	2.514 0	3.04
白玉县疾病预防控制中心	0.042 8	4.5	2.514 0	3.04
泸定县疾病预防控制中心	0.043 1	6	3.352 0	3.17
得荣县疾病预防控制中心	0.043 3	7	3.910 6	3.24
色达县疾病预防控制中心	0.044 5	8	4.469 3	3.30
康定市疾病预防控制中心	0.045 6	9	5.027 9	3.36
德格县疾病预防控制中心	0.045 7	10	5.586 6	3.41
.....	.....	.....	.....	.....
新都区疾病预防控制中心	0.475 5	170	94.972 1	6.64
西昌市疾病预防控制中心	0.545 3	171	95.530 7	6.70
什邡市疾病预防控制中心	0.572 5	172	96.089 4	6.76
达川区疾病预防控制中心	0.573 6	173	96.648 0	6.83
郫都区疾病预防控制中心	0.778 7	174	97.206 7	6.91
自流井区疾病预防控制中心	0.780 4	175	97.765 4	7.01
成华区疾病预防控制中心	0.819 2	176	98.324 0	7.13
中江县疾病预防控制中心	0.826 1	177	98.882 7	7.28
绵竹市疾病预防控制中心	0.839 0	178	99.441 3	7.54
江油市疾病预防控制中心	0.883 8	179	99.860 0*	7.99

注:\* 处数据通过  $(1-1/4n) \times 100\%$  校正;.....表示因篇幅有限,省略部分机构数据,仅列出排名前 10 名和后 10 名的机构数据。

表 5 四川省 179 个县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力分档情况

Table 5 Technical support capacity classification results of occupational disease monitoring and evaluation in 179 county-level CDCs in Sichuan Province

等级	Probit	分档结果
差	<4	石渠县,巴塘县,稻城县,新龙县,白玉县,泸定县,得荣县,色达县,康定市,德格县,峨边县,布拖县,阿坝县,普格县,青川县,南江县,九寨沟县,金口河区,长宁县,若尔盖县,马尔康市,红原县,东区,会理市,理县,屏山县,金阳县,盐源县等 28 个县级疾控中心
中	4~6	都江堰市,荣县,通江县,双流区,游仙区,五通桥区,南部县,古蔺县,安州区,汉源县,苍溪县,顺庆区,丹棱县,叙永县,华蓥市,岳池县,雁江区,青神县,木里县,富顺县,雅江县,内江市市中区,阆中市,青羊区,安岳县,营山县,道孚县,西充县,平昌县,通川区等 122 个县级疾控中心
好	>6	江油市,绵竹市,中江县,成华区,自流井区,郫都区,达川区,什邡市,西昌市,新都区,旌阳区,龙泉驿区,东兴区,彭州市,隆昌市,武侯区,金堂县,广汉市,威远县,三台县,旺苍县,金牛区,宣汉县,开江县,泸县,大竹县,渠县,万源市,夹江县等 29 个县级疾控中心

### 3 讨论

**3.1 四川省县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力整体水平分析** 从熵权 TOPSIS 排名和 RSR 分档结果分析,四川省县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力整体水平不高,179 个县级疾控中心职业

病监测评估技术支撑能力处于“好”等级的仅有 29 个,占 16.2%,83.8%的机构处于“中”及“差”等级。从变异程度最大的指标“获取资质情况”看,具有职业卫生技术服务资质者仅有 10.61%,具有放射卫生技术服务资质者仅有 3.91%,与四川省职业病防治工作的

实际需求及相关规划相差甚远<sup>[12]</sup>。对照职业病监测评估技术支撑机构建设推荐标准,专业队伍建设、职业病危害因素检测关键仪器设备配置、职业病危害因素检测核心能力不满足要求的县级疾控中心分别占 49.72%、29.05%、72.63%, 与全国其他地区疾控中心相关调查结果一致<sup>[13-16]</sup>,现有水平距离完成“十四五”职业病防治规划目标任务还有较大差距。

**3.2 不同区域县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力差异较大** 从经济区分布看,职业病监测评估技术支撑能力较好的县级疾控中心主要集中在成都平原经济区,其次分布在川东北经济区,分别占“好”等级的 55.17%、24.14%;支撑能力较差的县级疾控中心主要集中在川西北生态经济区,其次分布在攀西经济区,分别占“差”等级的 57.14%、21.43%。经济较发达地区县级疾控中心的专业技术人才队伍配备和仪器设备设施配置更加完善,开展资质认证的意识 and 能力水平更高,职业病危害因素检测核心能力更强。优秀专业技术人才的缺失以及职业病危害因素检测核心能力的落后是经济不发达区域县级疾控中心整体支撑能力处于较低水平的主要因素。

**3.3 各市(州)内部县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力发展不均衡** 变异系数能有效反映数据离散程度。四川省 21 个市(州)的  $C_i$  均值变异系数位于 0.158 ~ 0.996,所有市(州) $C_i$  均值变异系数均大于 0.1,表明各市(州)内部县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力水平存在较大差异,发展不均衡。其中绵阳市、自贡市、凉山州内部差异最为明显,尤其是凉山州。根据 RSR 分档结果,西昌市疾控中心位于好等级组,而布拖县、普格县、会理市、金阳县、盐源县等 5 个县级疾控中心却在差等级组,说明各市(州)内部县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力极不均衡,优势资源仍然集中在各市(州)经济相对较好的县(市、区)。

**3.4 建议** 2018 年职业卫生监督职责调回卫生健康行政部门,县级疾控中心作为县域内职业病防治技术支撑机构,承担了多项职业病防治任务,随着四川经济高速发展向高质量发展转变,未来将承担更多职业病防治职责;未得到有效治理的传统职业病危害与不断出现的新职业病危害“双重挤压”<sup>[13]</sup>,将对县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力提出更高的要求。建议各级政府及行政部门积极发挥主导和宏观调控作用,在资源配置、管理体制及政策机制方面给予县级疾控中心更多的政策关怀,特别是在财政投入、人员编制上给予政策倾斜,为全面提升四川省县级疾控中心职业病监测评估技术支撑能力提供保障。同时,重视区域间及区域内各县级疾控中心职业病监

测评估技术支撑能力差异显著的状况,充分发挥上级疾控中心和同级优秀疾控中心的辐射和带动作用,促进均衡发展。各县级疾控中心亦应积极争取职业和放射卫生技术服务资质等认证;强化专业人才定向培养及职称晋升,提升人员职业病防治专业技术能力,特别是现场采样和职业病危害因素检测能力<sup>[12]</sup>;用好职业病危害因素监测能力提升经费,积极筹措配套资金,补齐短板,逐步配齐配全与区域职业病防治工作要求相适应的关键仪器设备,以满足日常工作及突发事件处置需求,提升机构在区域内的职业病防治工作技术支撑作用。

**利益冲突声明** 本研究不存在任何利益冲突

#### 参考文献

- [1] 国家发改委文件.“十四五”国民健康规划 [EB/OL]. [2024-02-21]. [https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/202206/t20220601\\_1326725.html](https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/202206/t20220601_1326725.html). National Development and Reform Commission Documents. "14th Five-Year" national health plan [EB/OL]. [2024-02-21]. [https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/202206/t20220601\\_1326725.html](https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/202206/t20220601_1326725.html).
- [2] 张伟军. 我国职业病防治技术支撑体系发展现状与形势分析 [J]. 工业卫生与职业病, 2021, 47(3): 177-179. Zhang WJ. Analysis on the development status and situation of technical support system of occupational disease prevention and control in China [J]. Industrial Health and Occupational Diseases, 2021, 47(3): 177-179.
- [3] 孙建云, 高向娜, 胡雪倩, 等. 甘肃省疾病预防控制机构职业病防控技术支撑能力建设现状调查 [J]. 工业卫生与职业病, 2023, 49(5): 431-434. Sun JY, Gao XN, Hu XQ, et al. Survey on the current situation of occupational disease prevention and control technology support capacity construction in disease prevention and control institutions in Gansu Province [J]. Industrial Health and Occupational Diseases, 2023, 49(5): 431-434.
- [4] 彭哲, 卫婷婷, 江中发, 等. 湖北省基层职业病防治技术支撑机构能力调查 [J]. 中国工业医学杂志, 2023, 36(4): 349-351, 361. Peng Z, Wei TT, Jiang ZF, et al. Investigation on the capacity of grass-roots occupational disease prevention and control support institutions in Hubei province [J]. Chinese Journal of Industrial Medicine, 2023, 36(4): 349-351, 361.
- [5] 吴晓凡, 尹悦, 干颖滢, 等. 高质量发展背景下三级综合医院临床专科的评价——基于熵权 TOPSIS 法和 RSR 法模型 [J]. 现代预防医学, 2023, 50(13): 2410-2415. Wu XF, Yin Y, Gan YY, et al. Evaluation of clinical specialties in tertiary general hospitals under the background of high-quality development based on entropy weight TOP-SIS method and RSR model [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(13): 2410-2415.
- [6] Zhao CH, Liu B, Li J, et al. Evaluation of laboratory management based on a combination of TOPSIS and RSR methods: a study in 7 provincial laboratories of China [J]. Frontiers In Public Health, 2022, 10: 883551.
- [7] Ortiz-Barrios M, Gul M, López-Meza P, et al. Evaluation of hospital disaster preparedness by a multi-criteria decision making approach:

- The case of Turkish hospitals [J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2020, 49: 101748.
- [ 8 ] Li ZG, Wei H. A comprehensive evaluation of China's TCM medical service system: an empirical research by integrated factor analysis and TOPSIS[J]. *Front Public Health*, 2020, 8: 532420.
- [ 9 ] Chen PY. Effects of normalization on the entropy-based TOPSIS method[J]. *Expert Systems With Applications*, 2019, 136: 33–41.
- [ 10 ] 周兆菲,何蕾,柴琪,等. 四川省基层医疗卫生服务提供水平综合评价[J]. *现代预防医学*, 2021, 48(17): 3146–3149, 3161.  
Zhou ZF, He L, Chai Q, et al. Comprehensive evaluation on the level of primary medical and health services, Sichuan [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2021, 48(17): 3146–3149, 3161.
- [ 11 ] 田凤调. RSR 法中的分档问题[J]. *中国卫生统计*, 1993, (2): 26–28.  
Tian FD. Classification problems in RSR method[J]. *Chinese Journal of Health Statistics*, 1993, (2): 26–28.
- [ 12 ] 邱乐平,秦莹,阴旅宁,等. 2021 年四川省职业卫生技术服务机构服务能力现状调查[J]. *预防医学情报杂志*, 2022, 38(4): 533–537.  
Qiu LP, Qin Y, Yin LN, et al. Survey on the status of the service capacity of occupational health technical service institutions in Sichuan Province in 2021 [J]. *Journal of Preventive Medicine Information*, 2022, 38(4): 533–537.
- [ 13 ] 朱少芳,冯玉超,张晋蔚,等. 广州市区级疾病预防控制中心职业健康技术支持能力现状调查 [C]//广州市卫生健康宣传教育中心. 广州市第十三届健康教育与健康促进学术交流活动稿集. 广州, 2022, 广州:广州市卫生健康宣传教育中心, 2022: 7.  
Zhu SF, Feng YC, Zhang JW, et al. Investigation on occupational health technical support ability of district-level centers for disease control and prevention in Guangzhou City [C]//Guangzhou Health Education Center. Collection of the 13th Guangzhou Health Education and health promotion academic exchange activities. Guangzhou, 2022, Guangzhou: Guangzhou Health Education Center, 2022: 7.
- [ 14 ] 邱乐平,阴旅宁,张成云. 四川省市级疾病预防控制中心职业卫生技术服务能力现状调查及对策研究[J]. *预防医学情报杂志*, 2019, 35(11): 1245–1249.  
Qiu LP, Yin LN, Zhang CY. Investigation on occupational health service ability of city-level centers for disease control and prevention and its countermeasures in Sichuan Province [J]. *Journal of Preventive Medicine Information*, 2019, 35(11): 1245–1249.
- [ 15 ] 李亚娟,邢漪,康世娟,等. 云南省州(市)级疾病预防控制中心职业卫生服务能力现状调查 [J]. *职业与健康*, 2017, 33(14): 1995–1999.  
Li YJ, Xing Y, Kang SJ, et al. Investigation on occupational health service ability of prefecture/city-level centers for disease control and prevention in Yunnan Province[J]. *Occupation and Health*, 2017, 33(14): 1995–1999.
- [ 16 ] 胡奎,毕珊,樊文力,等. 贵州省疾病预防控制中心职业卫生技术服务现状及对策研究 [J]. *微量元素与健康研究*, 2017, 34(3): 52–54.  
Hu K, Bi S, Fan WL, et al. Current situation and countermeasures of occupational health service disease prevention and control in Guizhou province[J]. *Studies of Trace Elements and Health*, 2017, 34(3): 52–54.

收稿日期: 2023–09–02

(上接第 1192 页)

- tion and classification[J]. *Medical Image Analysis*, 2023, 83: 102685.
- [ 16 ] Jiang YM, Zhang ZC, Yuan QY, et al. Predicting peritoneal recurrence and disease-free survival from CT images in gastric cancer with multitask deep learning: a retrospective study [J]. *Lancet Digital Health*, 2022, 4(5): e340–e350.
- [ 17 ] Wang JX, Zheng YJ, Ma J, et al. Information bottleneck-based interpretable multitask network for breast cancer classification and segmentation[J]. *Medical Image Analysis*, 2023, 83: 102687.
- [ 18 ] Vandenhende S, Georgoulis S, Van Gansbeke W, et al. Multi-Task learning for dense prediction tasks: a survey [J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2022, 44 (7): 3614–3633.
- [ 19 ] Liu YB, Li HN, Luo T, et al. Structural attention graph neural network for diagnosis and prediction of COVID-19 severity [J]. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 2023, 42(2): 557–567.
- [ 20 ] Zhao Y, Wang XY, Che TT, et al. Multi-task deep learning for medical image computing and analysis: A review[J]. *Computers in Biology and Medicine*, 2023, 153: 106496.
- [ 21 ] Devnath L, Luo SH, Summons P, et al. Performance comparison of deep learning models for black lung detection on chest x-ray radiographs [C]//Proceedings of the 3rd International Conference on Software Engineering and Information Management. Sydney, Australia, New York: Association for Computing Machinery, 2020.
- [ 22 ] Huang G, Liu Z, Maaten L, et al. Densely connected convolutional networks [C]//2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Proceedings of the 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Honolulu: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017.
- [ 23 ] Wang DD, Arzhaeva Y, Devnath L, et al. Automated pneumoconiosis detection on chest X-Rays using cascaded learning with real and synthetic radiographs [C]//Digital Image Computing: Techniques and Applications. Proceedings of the 2020 Digital Image Computing. Melbourne, Australia: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2020.
- [ 24 ] Wang XH, Yu JZ, Zhu Q, et al. Potential of deep learning in assessing pneumoconiosis depicted on digital chest radiography [J]. *Occupational and Environmental Medicine*, 2020, 77(9): 597–602.
- [ 25 ] Dong HT, Zhu BK, Zhang XR, et al. Use data augmentation for a deep learning classification model with chest X-ray clinical imaging featuring coal workers' pneumoconiosis [J]. *BMC Pulmonary Medicine*, 2022, 22(1): 271.
- [ 26 ] Wu YH, Gao SH, Mei J, et al. JCS: an explainable COVID-19 diagnosis system by joint classification and segmentation[J]. *IEEE Transactions on Image Processing: a Publication of the IEEE Signal Processing Society*, 2021, 30: 3113–3126.
- [ 27 ] Goncharov M, Pisov M, Shevtsov A, et al. CT-Based COVID-19 triage: deep multitask learning improves joint identification and severity quantification [J]. *Medical Image Analysis*, 2021, 71: 102054.

收稿日期: 2023–10–09