

· 论 著 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.07.002

## 基于医疗资源公平性及可达性评价的川藏铁路 沿线地区医疗机构选址与优化\*

谭 超, 杨明兴, 孙徐川, 王子钊, 罗勇军<sup>△</sup>

(陆军军医大学陆军卫勤训练基地军事医学地理学教研室, 重庆 400038)

**[摘要]** **目的** 分析川藏铁路雅林段沿线地区医疗卫生资源的公平性与可达性, 指导铁路施工单位的科学选址, 便于伤员安全转运, 做到健康施工, 科学施工。**方法** 本文采用熵权 TOPSIS 法评价川藏铁路雅林段沿线地区医疗卫生资源的公平性, 使用高斯两步移动搜索法进一步分析川藏铁路沿线地区医疗卫生资源的可达性。**结果** 四川地区各区县的医疗资源排名总体高于西藏地区医疗资源排名。距离阈值为 30 km 时, 47 个乡镇的可达性值为 0, 其中西藏 46 个; 四川省的雨城区与天全县为高可达性地区。距离阈值为 60 km 时, 31 个乡镇的可达性值为 0, 均位于西藏地区; 四川省的康定市、泸定县、天全县和雨城区为高可达性地区。距离阈值为 120 km 时, 仅有 3 个乡镇的可达性值为 0, 均位于江达县的西北部; 四川省的可达性以理塘县和雅江县交界的区域及天全县 2 个区域为中心扩散分布。**结论** 以 120 km 转运距离计算, 西藏江达县川藏铁路施工现场患者不能得到充分转运, 因此该在西藏江达县铁路施工现场设置二级医疗机构, 保证伤员的安全转运及有效治疗。

**[关键词]** 雅安-林芝段; 医疗资源; 公平性; 可达性; 选址

**[中图法分类号]** R-05 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2022)07-1087-06

## Site selection and optimization of medical institutions along the Sichuan-Tibet Railway based on the evaluation of the equity and accessibility of medical resources\*

TAN Chao, YANG Mingxing, SUN Xuchuan, WANG Zifan, LUO Yongjun<sup>△</sup>  
(Department of Military Medical Geography, Army Medical Training Base,  
Army Medical University, Chongqing 400038, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the equity and accessibility of medical and health resources in the areas along the Yalin section of the Sichuan-Tibet Railway, to guide the scientific site selection of railway construction units, and to facilitate the safe transfer of the injured and to achieve healthy and scientific construction. **Methods** The entropy-weighted TOPSIS method was used to evaluate the equity of medical and health resources in the areas along the Yalin section of the Sichuan-Tibet Railway. The accessibility of medical and health resources in the areas along the Sichuan-Tibet Railway was further analyzed by use the Gaussian two-step floating catchment area method. **Results** The overall ranking of healthcare resources in each district and county in Sichuan was higher than that of healthcare resources in Tibet. At a distance threshold of 30 km, 47 townships had an accessibility value of 0, including 46 townships in Tibet. Yucheng District and Tianquan County in Sichuan Province were highly accessible areas. At a distance threshold of 60 km, 31 townships had an accessibility value of 0, all of which were located in the Tibetan region. Kangding City, Luding County, Tianquan County and Yucheng District in Sichuan Province were highly accessible areas. At a distance threshold of 120 km, only three townships had a reachability value of 0, all of which were located in the north-western part of Jianga County. The accessibility of Sichuan province was spread out in two centres, the area bordering Litang and Yajiang counties and Tianquan county. **Conclusion** Based on the 120 km transfer distance, patients at the Sichuan-Tibet Railway construction site in Jianga county in Tibet cannot be adequately transferred. Therefore, secondary medical institutions should be set up at the railway construction sites in Jianga

\* 基金项目: 2021 年度军队卫勤保障能力创新与生成专项计划(21QQ001); 国家科技部第二次青藏高原综合科学考察研究专题(2019QZKK0607); 陆军后勤科研重大项目(ALJ19J001)。 作者简介: 谭超(1991—), 讲师, 在读博士研究生, 主要从事医疗资源相关研究。

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: ajun-333333@163.com。

counties in Tibet to ensure the safe transfer and effective treatment of the injured.

**[Key words]** Ya'an-Linzhi section; medical resources; equity; accessibility; site selection

川藏铁路是连接四川省与西藏自治区的中国国内第二条进藏铁路,是新中国成立以来投资最大的工程,川藏铁路建设对维护国家统一、促进民族团结、巩固边疆稳定具有十分重要的意义。川藏铁路雅林段全长 1 011.01 km,50% 线路位于海拔 3 500 m 以上的地区,最高海拔为 4 350 m,严酷的自然环境和施工条件对人体健康形成严重挑战,如高原缺氧,急、慢性病,高原病发病率高<sup>[1]</sup>;隧道施工多,尘肺病防治任务艰巨;传染病威胁大,地处鼠疫自然疫源地边缘,沿线多数区县发生过鼠疫,同时还存在棘球蚴、克山病等地方病<sup>[2]</sup>;此外,高地热、冬季野外低温极端天气等也严重影响人体健康<sup>[3]</sup>。然而,川藏铁路雅林段所经过的 13 个区县,共计 206 个乡镇,仅有 199 个医院,其中四川 8 个区县共计 190 个医院,西藏的 5 个县仅有 9 个医院。因此,开展危急重症铁路施工人员及时、高效、安全转运极其重要,不恰当或不规范地转运,也会使患者深受其害,甚至付出生命的代价。所以,如何安全、及时、高效地转运是卫勤保障急需解决的问题,本研究分析川藏铁路雅林段沿线地区医疗卫生资源的公平性与可达性,以指导医疗卫生资源的选址,便于伤员安全转运,做到健康施工,科学施工。

熵权优劣解距离 (technique for order preference by similarity to an ideal solution, TOPSIS) 法是 1 种接近于最优理想解的评价排序法,它通过构建矩阵来确定指标的权重,消除各指标权重的主观性,计算得出的评价结果更合理。目前已有不少学者将该方法用于研究医疗卫生资源领域,张怡青等<sup>[4]</sup>利用熵权 TOPSIS 法分析发现我国基层医疗卫生机构的服务能力有着较为明显的区域性差异;孙徐川等<sup>[5]</sup>基于改良的熵权 TOPSIS 法构建医疗设施资源、医疗服务资源、医疗技术人才资源 3 个维度共 13 个指标的评价体系,综合分析重庆市医疗卫生资源空间配置的公平性。因此,基于熵权 TOPSIS 法能够很好地分析医疗卫生资源的公平性。

两步移动搜索法 (two-step floating catchment area method, 2SFCA) 由 RAKDE 等<sup>[6]</sup>于 2000 年提出,LUO 等<sup>[7]</sup>在 2003 年进行改进并命名为两步移动搜索法,现广泛应用在医院<sup>[8]</sup>、公园<sup>[9]</sup>、养老院<sup>[10]</sup>等一系列基础公共服务设施的可达性研究中。初始的 2SFCA 把距离内的所有公共设施点对居民的影响看成是均等的<sup>[11]</sup>,忽略掉了地理学的空间异质性规律<sup>[12]</sup>,与现实情况有所偏差。基于此,DAI<sup>[13]</sup>在 2010 年将高斯函数当作距离衰减的指数应用于 2SFCA,实现了随距离增加,设施点对居民的影响度越来越小。

高斯两步移动搜索法在众多基于 2SFCA 改进的方法中是科学性较高的,目前广泛应用于研究基础公共服务设施的可达性<sup>[14]</sup>。

因此,本文采用熵权 TOPSIS 法评价川藏铁路雅林段沿线地区医疗卫生资源的公平性,使用高斯两步移动搜索法进一步分析川藏铁路雅林段沿线地区医疗卫生资源的可达性,为川藏铁路雅林段沿线地区医疗卫生资源选址提供依据,便于伤员安全转运,对于完善第二级医疗防治系统,高起点、高标准、高质量保障川藏铁路建设具有重要意义。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

人口数据来源于第六次人口普查数据,本文引用了川藏铁路雅林段共 13 个区县 206 个乡镇的人口数 (表 1)。医院数来自药智网 (<https://db.yaozh.com/>)。区域生产总值和区域面积数据来源于《中国县域统计年鉴——2019》。

表 1 川藏铁路雅林段沿线区县情况

省份	区县	面积 (km <sup>2</sup> )	人口 (n)	区域生产 总值(万元)	医院数 (n)
四川省	雨城区	1 063	360 900	202 230	11
	天全县	2 390	150 804	641 974	19
	泸定县	2 165	86 796	201 700	18
	康定市	11 486	107 863	801 100	27
	雅江县	7 570	49 006	129 070	17
	理塘县	13 997	68 220	129 371	27
	巴塘县	7 852	53 208	138 023	21
	白玉县	10 386	526 930	137 485	20
西藏自治区	江达县	13 159	93 226	267 000	0
	卡若区	10 794	119 744	635 308	3
	波密县	16 748	32 645	235 500	2
	巴宜县	10 238	47 610	729 300	4
	八宿县	8 281	47 565	86 520	0

### 1.2 方法

#### 1.2.1 熵权 TOPSIS 法

熵权 TOPSIS 法它通过构建矩阵来确定指标的权重,具体步骤如下:(1)建立一个矩阵 X,设为 n 个评价目标,m 项评价指标,本研究中 n=1(评价川藏线公平性),m=4(区域面积、人口、区域生产总值、医院数),原始指标值为  $x_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,n;j=1,2,\dots,m$ ),则  $X=(x_{ij})_{n \times m}$ 。(2)由于本文所选取的指标存在着单位、类型不一致的问题,为了消除量纲不一致对评价结果造成的误差,需要进行标准化处理,根据 min-max 标准化方法。

正效益指标的处理,如公式(1)所示:

$$l_i = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

负效益指标的处理,如公式(2)所示:

$$l_i = \frac{X_{max} - X}{X_{max} - X_{min}} \quad (2)$$

其中,  $l_i$  为标准化后的数据,  $X$  为原始指标值,  $X_{max}$  为该指标中的最大值,  $X_{min}$  为该指标中的最小值。

(3) 指标标准化后再计算各个指标的正理想解和负理想解,并确定指标中的最优值  $A_j^+$  和最劣值  $A_j^-$ ,如公式(3)、(4)所示:

$$A_j^+ = (A_{mj})_{max} = [1, 1, \dots, 1] \quad (3)$$

$$A_j^- = (A_{mj})_{min} = [0, 0, \dots, 0] \quad (4)$$

其中  $A_j^+$  为最优正理想解,是指每个评价指标的最优(一般是最大值),  $A_j^-$  为最优负理想解,是指每个评价指标的最劣(一般是最小值),  $A_{mj}$  为评价指标。

(4) 计算评价指标的正理想解距离  $D_j^+$  或负理想解距离  $D_j^-$ ,如公式(5)、(6)所示:

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j (1 - x_{ij})^2} \quad (5)$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j (0 - x_{ij})^2} \quad (6)$$

其中  $D_j^+$  为正理想解距离,指数据与  $A_j^+$  的距离;  $D_j^-$  为负理想解距离,指数据与  $A_j^-$  的距离。  $\omega_j$  为评价指标转化为的权重值。

(5) 结合距离值计算得出接近程序  $C_i$  值,该值越大意味着评价对象与最优解越接近。最后得到各地区医疗服务利用数量和效率指标综合评价结果,并且进行排序,如公式(7)所示:

$$C_i = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-} \quad (7)$$

### 1.2.2 高斯两步移动搜索法

高斯两步移动搜索法是1个进行可达性评价的模型,该模型将医院与居民分别看成供给点与需求点,进行两次搜索得出居民人均享有医院的公平性大小,步骤如下:

第1步,计算供需比  $R_j$ ,如公式(8)所示:

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_0\}} G(d_{kj}, d_0) D_k} \quad (8)$$

以医院  $j$  为中心,  $d_0$  为距离进行第1次搜索,其中  $R_j$  为供需比结果,  $S_j$  为医院数量,由于第1次搜索是以医院为中心,  $S_j$  取值为1,  $G$  为高斯加权函数,  $d_{kj}$  为医院  $j$  与居民点  $k$  的距离,  $d_0$  为距离搜索阈值,  $D_k$  为人口数。

第2步,计算居民点的空间可达性  $A_j$ ,如公式(9)

所示:

$$A_j = \sum_{j \in \{d_{kj} \leq d_0\}} G(d_{kj}, d_0) R_j \quad (9)$$

以居民点  $k$  为中心,  $d_0$  为距离进行第2次搜索,其中  $A_j$  为居民点的空间可达性。距离衰减函数的高斯方程如公式(10)所示:

$$G(d_{kj}, d_0) = \begin{cases} \frac{e^{-\frac{1}{2} \cdot (\frac{d_{kj}}{d_0})^2} - e^{-\frac{1}{2}}}{1 - e^{-\frac{1}{2}}} & , d_{kj} \leq d_0 \\ 0 & , d_{kj} > d_0 \end{cases} \quad (10)$$

## 2 结果

### 2.1 医疗资源公平性分析

熵值法 TOPSIS 计算各指标的权重系数发现,人口数权重系数最高,其所占比例为 38.22%;其次是区域生产总值权重系数(28.05%)和医院数权重系数(21.34%);区域面积所占的权重系数在几个指标中最低,其比例为 12.39%。

基于区域面积、人口、区域生产总值、医院数4个指标,使用熵权 TOPSIS 法计算川藏铁路雅林段沿线13个区县医疗资源的公平性,并由高到低进行排序,结果见表2。四川地区各区县的医疗资源排名总体高于西藏地区医疗资源排名,四川地区医疗资源最好的是白玉县,其次分别为雨城区(第2)、康定市(第3)、天全县(第4)、理塘县(第7)、巴塘县(第8)、泸定县(第11)、雅江县(第12)。西藏地区的4个区县排名相对靠后,卡若区医疗资源最好,其排名第5,其次为巴宜县(第6)、波密县(第9)、江达县(第10)、八宿县(第13)。

表2 川藏铁路雅林段沿线 TOPSIS 排序结果

省份	区县	D+	D-	相对接近度 C	排序结果
四川省	雨城区	0.874	1.109	0.559	2
	天全县	1.131	0.741	0.396	4
	泸定县	1.427	0.356	0.200	11
	康定市	1.133	0.947	0.455	3
	雅江县	1.523	0.323	0.175	12
	理塘县	1.422	0.573	0.287	7
	巴塘县	1.484	0.416	0.219	8
西藏自治区	白玉县	0.807	1.363	0.628	1
	江达县	1.45	0.402	0.217	10
	卡若区	1.266	0.679	0.349	5
	波密县	1.573	0.439	0.218	9
	巴宜县	1.415	0.729	0.340	6
	八宿县	1.639	0.192	0.105	13

D+: 正理想解距离; D-: 负理想解距离。

### 2.2 医疗资源可达性分析

以206个乡镇的人口数据代表居民点,对沿线

199个医院运用高斯两步移动搜索法,分别以30、60、120 km为距离阈值,对川藏铁路雅林段沿线居民的医疗资源进行可达性评价。

将30 km作为距离阈值进行搜索发现,206个乡镇中有47个乡镇的可达性值为0,其中西藏46个,另1个是位于四川省康定市塔公镇。其中,四川省的雨城区与天全县为高可达性地区。西藏地区的江达县和八宿县可达性为0,其他3个区县的可达性极低,见表3。

将60 km作为距离阈值进行探索发现,有31个乡镇的可达性为0,其均位于西藏地区,占西藏总62个乡镇数的50%,西藏其余地区也均为低可达性,没

有出现可达性较高的区县。与30 km的搜索阈值相比,四川省的康定市、泸定县、天全县和雨城区均出现了高可达区域。而雨城区与天全县的可达性有所降低,其中雨城区全区为低可达性区域,见表4。

将120 km作为距离阈值进行探索发现,仅有3个乡镇的可达性值为0,均位于江达县的西北部。在江达县尚有3个乡镇可达性为0的情况下,东边靠近四川省的4个乡镇可达性值有所提高,西藏其余地区的可达性均为低可达性区域。四川省仅有巴塘县地巫乡为低可达性,四川省的可达性以理塘县和雅江县交界的区域及天全县2个区域为中心扩散分布,越往外可达性越低,见表5。

表3 距离阈值为30 km的高斯两步移动搜索法

可达性等级	乡镇/街道
0	塔公镇、江达镇、岗托镇、邓柯乡、卡贡乡、生达乡、娘西乡、字呷乡、青泥洞乡、汪布顶乡、德登乡、同普乡、波罗乡、芒达乡、沙贡乡、若巴乡、日通乡、柴维乡、妥坝乡、嘎玛乡、面达乡、约巴乡、拉多乡、拥乡、白玛镇、益庆乡、郭庆乡、卡瓦白庆乡、吉达乡、帮达镇、集中乡、同卡镇、林卡乡、夏里乡、瓦乡、拉根乡、然乌镇、玉许乡、八盖乡、多吉乡、玉普乡、古乡、易贡乡、倾多镇、鲁朗镇、米瑞乡、百巴镇
0~<0.018 6	绒坝乡、格木乡、章纳乡、哈依乡、中咱镇、竹巴龙乡、中心绒乡、苏哇龙乡、昌波乡、地巫乡、亚日贡乡、波密乡、波戈溪乡、甲英乡、茶洛乡、德达乡、建设镇、阿察镇、金沙乡、绒盖乡、章都乡、麻绒乡、河坡乡、热加乡、登龙乡、赠科乡、麻邛乡、辽西乡、纳塔乡、安孜乡、盖玉乡、沙马乡、山岩乡、岩比乡、城关镇、俄洛镇、卡若镇、埃西乡、如意乡、扎木镇、松宗镇、康玉乡、八一镇、布久乡、更章门巴民族乡、林芝镇、晏扬镇、紫石乡、新兴乡、磨西镇、得妥乡、朋布西乡、瓦泽乡、金汤镇、普沙绒乡、沙德镇、甲根坝乡、孔玉乡、新都桥镇、雅拉乡、捧塔乡、呷巴乡、贡嘎山乡、吉居乡、瓦多乡、波斯河乡、八角楼乡、米龙乡、德差乡、祝桑乡、呷拉乡、普巴绒乡、麻郎错乡、柯拉乡、西俄洛乡、红龙乡、木绒乡、八衣绒乡、牙衣河乡、君坝乡、呷柯乡、拉波乡、曲登乡、觉吾乡、禾尼乡、下木拉乡、莫坝乡、亚火乡、村戈乡、麦洼乡、德巫乡、喇嘛垭乡、雄坝乡
0.018 6~<0.045 2	小河乡、加郡乡、德威乡、三合乡、炉城镇、舍联乡、前溪乡、麦崩乡、河口镇、恶古乡、甲洼乡、上木拉乡、中木拉乡、高城镇、奔戈乡、藏坝乡、夏邛镇、拉哇乡、党巴乡、莫多乡、松多乡、措拉乡、列衣乡
0.045 2~<0.097 5	严桥镇、上里镇、鱼泉乡、思经乡、两路乡、老场乡、杵坨乡、田坝乡、岚安乡、泸桥镇、烹坝乡、冷碛镇、兴隆镇、时济乡、姑咱镇
0.097 5~<0.188 5	沙坪镇、观化乡、中里镇、碧峰峡镇、孔坪乡、合江镇、草坝镇、城厢镇、仁义乡、新华乡、新场乡、兴业乡、大坪乡、始阳镇
0.188 5~<0.245 5	河北街道、西城街道、北郊镇、东城街道、对岩镇、大兴镇、南郊乡、凤鸣乡、青江街道、八步乡、乐英乡、多功乡

表4 距离阈值为60 km的高斯两步移动搜索法

可达性等级	乡镇/街道
0	江达镇、邓柯乡、卡贡乡、生达乡、字呷乡、青泥洞乡、汪布顶乡、德登乡、同普乡、芒达乡、柴维乡、嘎玛乡、面达乡、约巴乡、拉多乡、拥乡、益庆乡、郭庆乡、卡瓦白庆乡、帮达镇、集中乡、同卡镇、林卡乡、拉根乡、然乌镇、玉许乡、八盖乡、古乡、易贡乡、倾多镇、百巴镇
0~<0.018 6	塔公镇、贡嘎山乡、麦洼乡、章纳乡、中咱镇、中心绒乡、苏哇龙乡、昌波乡、地巫乡、登龙乡、赠科乡、辽西乡、纳塔乡、岗托镇、娘西乡、波罗乡、城关镇、俄洛镇、卡若镇、沙贡乡、若巴乡、埃西乡、如意乡、日通乡、妥坝乡、白玛镇、吉达乡、夏里乡、瓦乡、扎木镇、多吉乡、松宗镇、玉普乡、康玉乡、八一镇、鲁朗镇、米瑞乡、布久乡、更章门巴民族乡、林芝镇
0.018 6~<0.045 2	得妥乡、朋布西乡、金汤镇、普沙绒乡、沙德镇、孔玉乡、新都桥镇、捧塔乡、吉居乡、瓦多乡、波斯河乡、八角楼乡、米龙乡、祝桑乡、呷拉乡、恶古乡、木绒乡、八衣绒乡、牙衣河乡、君坝乡、拉波乡、曲登乡、觉吾乡、禾尼乡、莫坝乡、亚火乡、喇嘛垭乡、格木乡、哈依乡、竹巴龙乡、亚日贡乡、波密乡、茶洛乡、德达乡、建设镇、阿察镇、金沙乡、绒盖乡、章都乡、麻绒乡、河坡乡、热加乡、麻邛乡、安孜乡、盖玉乡、沙马乡、山岩乡、岩比乡

续表 4 距离阈值为 60 km 的高斯两步移动搜索法

可达性等级	乡镇/街道
0.045 2~<0.097 5	晏场镇、加郡乡、磨西镇、三合乡、瓦泽乡、甲根坝乡、呷巴乡、河口镇、德差乡、普巴绒乡、麻郎错乡、西俄洛乡、呷柯乡、下木拉乡、中木拉乡、村戈乡、德巫乡、雄坝乡、绒坝乡、藏坝乡、夏邛镇、拉哇乡、党巴乡、莫多乡、松多乡、波戈溪乡、甲英乡、措拉乡、列衣乡
0.097 5~<0.188 5	严桥镇、望鱼乡、上里镇、合江镇、小河乡、紫石乡、新兴乡、德威乡、冷碛镇、兴隆镇、舍联乡、前溪乡、雅拉乡、麦崩乡、柯拉乡、红龙乡、甲洼乡、上木拉乡、高城镇、奔戈乡
0.188 5~<0.245 5	河北街道、多营镇、西城街道、沙坪镇、北郊镇、东城街道、观化乡、中里镇、碧峰峡镇、对岩镇、大兴镇、南郊乡、孔坪乡、凤鸣乡、草坝镇、青江街道、八步乡、城厢镇、鱼泉乡、仁义乡、新华乡、思经乡、两路乡、新场乡、多功乡、兴业乡、老场乡、大坪乡、始阳镇、杵坭乡、田坝乡、岚安乡、泸桥镇、烹坝乡、时济乡、炉城镇、姑口镇

表 5 距离阈值为 120 km 的高斯两步移动搜索法

可达性等级	乡镇/街道
0	邓柯乡、生达乡、德登乡
0~<0.215 9	地巫乡、江达镇、卡贡乡、字呷乡、青泥洞乡、汪布顶乡、同普乡、城关镇、俄洛镇、卡若镇、芒达乡、沙贡乡、若巴乡、埃西乡、如意乡、日通乡、柴维乡、妥坝乡、嘎玛乡、面达乡、约巴乡、拉多乡、拥乡、白玛镇、益庆乡、郭庆乡、卡瓦白庆乡、吉达乡、帮达镇、集中乡、同卡镇、林卡乡、夏里乡、瓦乡拉根乡、然乌镇、玉许乡、八盖乡、扎木镇、多吉乡、松宗镇、玉普乡、古乡、易贡乡、倾多镇、康玉乡、八一镇、鲁朗镇、米瑞乡、百巴镇、布久乡、更章门巴民族乡、林芝镇
0.215 9~<0.657 9	吉居乡、牙衣河乡、拉波乡、麦洼乡、中咱镇、中心绒乡、苏哇龙乡、昌波乡、建设镇、金沙乡、绒盖乡、章都乡、河坡乡、热加乡、登龙乡、赠科乡、麻邛乡、辽西乡、安孜乡、岗托镇、岩比乡、娘西乡、波罗乡
0.657 9~<1.053 9	格木乡、章纳乡、夏邛镇、拉哇乡、党巴乡、竹巴龙乡、亚日贡乡、波密乡、莫多乡、松多乡、甲英乡、措拉乡、茶洛乡、列衣乡、阿察镇、麻绒乡、纳塔乡、盖玉乡、沙马乡、山岩乡
1.053 9~<1.369 3	河北街道、西城街道、沙坪镇、北郊镇、严桥镇、东城街道、观化乡、中里镇、碧峰峡镇、望鱼乡、对岩镇、大兴镇、南郊乡、上里镇、孔坪乡、凤鸣乡、合江镇、草坝镇、青江街道、新兴乡、磨西镇、得妥乡、三合乡、朋布西乡、瓦泽乡、金汤镇、沙德镇、舍联乡、甲根坝乡、新都桥镇、雅拉乡、呷巴乡、河口镇、八角楼乡、米龙乡、德差乡、祝桑乡、呷拉乡、普巴绒乡、麻郎错乡、甲洼乡、君坝乡、呷柯乡、曲登乡、觉吾乡、禾尼乡、上木拉乡、中木拉乡、村戈乡、喇嘛垭乡、雄坝乡、绒坝乡、藏坝乡、哈依乡、波戈溪乡、德达乡
1.369 3~<1.718 6	坭乡、田坝乡、加郡乡、岚安乡、泸桥镇、烹坝乡、德威乡、冷碛镇、兴隆镇、时济乡、炉城镇、前溪乡、姑口镇、麦崩乡、柯拉乡、西俄洛乡、红龙乡、高城镇、奔戈乡

### 3 讨 论

四川 8 个区县的医疗资源总体优于西藏 5 个区县,川藏铁路雅林段沿线地区医疗资源分布不均,且配置不公平。西藏地区医疗资源服务利用情况在全国各省市中排名最低,四川排名第 5。在医疗资源配置公平性方面,西藏地区医疗机构数、三级医院数、医疗机构卫生技术人员数、医疗机构财政补助资金等指标的卫生资源密度指数值均为最低<sup>[15]</sup>。尽管四川各区县的医院数量均高于西藏各区县,但西藏卡若县、巴宜县的排名相对靠前,说明医疗资源的优劣受多种因素的影响,如当地的人口数、当地的生产总值和区域面积等。研究表明,区域经济和人口对中国医疗资源地理格局的趋同模式和趋同速度具有重要影响<sup>[16-17]</sup>,本研究也发现人口数所占权重最高(38.22%),其次为区域生产总值,所占权重为

28.05%。因此,在评价医疗资源的公平性时,要综合考虑多个因素,同时,每个因素所占的权重系数也存在差异,基于熵权 TOPSIS 法综合考虑多个指标在不同权重系数情况下分析医疗资源的公平性,能够比较客观地反映医疗资源配置的公平性。

西藏地区许多乡镇 30 km 内没有医院分布,导致高斯两步移动搜索法的结果中有 47 个乡镇可达性值都为 0。随着搜索距离阈值的提高,0 值可达性从 30 km 的 47 个减至 60 km 的 31 个、120 km 的 3 个,但西藏地区的结果几乎没有大的变化,可达性均处于极低状态,因为西藏地区的平均人口密度为每平方千米 2.46 人,这对与卫生资源的配置和提供是一个很大的挑战<sup>[18]</sup>。四川省随着所搜阈值的提高很明显从 30 km 的零星分布逐渐发展成为以理塘县和雅江县交界的区域及天全县 2 个区域中心扩散分布。四川省理

塘县和雅江县由于医疗资源分布较为广泛、人口密度低且位于雅林段沿线中四川省的中心,所以理塘县和雅江县随着距离阈值的增大,其可达性越来越高。尽管雨城区有着丰富的医疗资源,但其人口密度过大使得区域内医疗资源相对缺乏,且雨城区位于雅林段沿线最东边,导致其居民在随距离阈值增加,可达性下降。

因此,以 120 km 转运距离计算,西藏江达县川藏铁路施工现场患者不能得到充分转运,应该在西藏江达县铁路施工现场,设置二级医疗机构,保证患者的安全转运及有效治疗。

## 参考文献

- [1] LU C, CAI C. Challenges and countermeasures for construction safety during the Sichuan-Tibet railway project[J]. *Engineering*, 2019, 5(5): 813-980.
- [2] 扎西, 刘寿. 川藏铁路拉萨至林芝段 2012—2017 年鼠疫监测结果分析[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2019, 30(6): 699-702.
- [3] 薛翊国, 孔凡猛, 杨为民, 等. 川藏铁路沿线主要不良地质条件与工程地质问题[J]. *岩石力学与工程学报*, 2020, 39(3): 445-468.
- [4] 张怡青, 王高玲. 基于熵权-TOPSIS 法的我国基层医疗卫生机构服务能力差异性分析[J]. *中国卫生事业管理*, 2018, 35(7): 509-512.
- [5] 孙徐川, 王伟帅, 谭超, 等. 重庆市医疗卫生资源空间配置公平性评价研究[J]. *现代预防医学*, 2021, 48(12): 2226-2230.
- [6] RADKE J, MU L. Spatial decompositions, modeling and mapping service regions to predict access to social programs[J]. *Geogr Inf Sci*, 2000, 6(2): 105-112.
- [7] LUO W, WANG F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region [J]. *Environ Planning B Planning Des*, 2003, 30(6): 865-884.
- [8] 邓丽, 邵景安, 郭跃, 等. 基于改进的两步移动搜索法的山区医疗服务空间可达性——以重庆市石柱县为例[J]. *地理科学进展*, 2015, 34(6): 716-725.
- [9] 魏冶, 修春亮, 高瑞, 等. 基于高斯两步移动搜索法的沈阳市绿地可达性评价[J]. *地理科学进展*, 2014, 33(4): 479-487.
- [10] 宋正娜, 陈雯, 张桂香, 等. 公共服务设施空间可达性及其度量方法[J]. *地理科学进展*, 2010, 29(10): 1217-1224.
- [11] 陶卓霖, 程杨, 戴特奇. 北京市养老设施空间可达性评价[J]. *地理科学进展*, 2014, 33(5): 616-624.
- [12] GOODCHILD M F. The Validity and usefulness of laws in geographic information science and geography [J]. *Ann Assoc Am Geogr*, 2004, 94(2): 300-303.
- [13] DAI D. Black residential segregation, disparities in spatial access to health care facilities, and late-stage breast cancer diagnosis in metropolitan Detroit[J]. *Health Place*, 2010, 16(5): 1038-1052.
- [14] 程敏, 黄维维. 基于高斯两步移动搜索法的上海市养老设施空间可达性评价[J]. *复旦学报(自然科学版)*, 2020, 59(2): 129-136.
- [15] 雷鹏, 冯志昕, 丁荆妮, 等. 中国医疗资源配置与服务利用现状评价[J]. *卫生经济研究*, 2019, 36(5): 50-55.
- [16] QIN X, HSIEH C R. Economic growth and the geographic maldistribution of health care resources: evidence from China, 1949—2010 [J]. *China Econ Rev*, 2014, 31: 228-246.
- [17] 杨明兴, 谭超, 陈郁, 等. 基于基尼系数和区位熵的西藏地区医疗资源配置公平性研究[J]. *中国卫生经济*, 2021, 40(3): 40-42.
- [18] 杨人懿, 李勇, 石骥, 等. 川藏线卫勤保障特点及对策[J]. *西南军医*, 2008, 38(1): 127-128.

(收稿日期: 2021-11-18 修回日期: 2022-01-08)