

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2020.0006.012

# 基于解释结构模型的血荒影响因素研究\*

胡欢庆<sup>1</sup>, 周愉峰<sup>2\*\*</sup>

(1. 重庆工商大学 国家智能制造服务国际科技合作基地, 重庆 400067;

2. 重庆工商大学 重庆市发展信息管理工程技术研究中心, 重庆 400067)

**摘要:**针对我国众多城市医疗机构临床用血紧张、血荒现象日趋严重的现状,提出了血荒影响因素及其体系结构的研究问题;基于解释结构模型(ISM),建立具有一定逻辑关系的影响因子递阶有向图,分析出各因素对血荒影响程度;结果表明:血荒影响因素分为6个层次、4个层级,分别为浅层、中层、深层以及最深层,而献血率低及其驱动因素是导致血荒出现的主要因素,献血率低受到一系列深层和最深层因素的影响;从根本上解决血荒困境,重点在于提高无偿献血率,这需要建立一系列的献血招募长效机制,营造更加公平、完备、顺畅、透明的血液保障体系与社会环境。

**关键词:**解释结构模型;血荒;献血招募机制;无偿献血;血液供应

中图分类号:N949

文献标志码:A

文章编号:1672-058X(2020)06-0076-07

## 0 引言

“血荒”指的是血液偏型或血库的供血量严重不足,而呈现告急的现象<sup>[1]</sup>。近年来,国内众多城市的医疗机构临床用血紧张,血荒现象日趋严重。2006—2009年,全国多个省市出现季节性血荒;2010—2014年,北京、重庆、深圳、上海、杭州、青岛、威海、昆明、南京、成都等地出现不同程度的血库告急;2015年以来,血荒之灾波及全国,多地出现10年来最严重的血荒<sup>[2]</sup>。重庆市血液中心甚至启动一级预警,持续血荒达到顶峰。目前,全国范围内的血荒,已从过去阶段性、季节性逐步向常态性、长

期性转变,并且由突发事件缺血转为临床、急诊缺血并存<sup>[3]</sup>。

血液是患者生存的“燃料”,及时、充足的血液供应对于保障健康、挽救生命具有至关重要的作用。血荒可能引发的后果极其严重。血荒首先直接影响患者能否得到及时治疗。其次,血荒对突发事件的化解能力构成隐患。最后,血荒容易演变成“心慌”,造成继发性的社会恐慌。因此,纾解我国血液紧缺困境,提高血液保障水平以满足临床用血需求,具有重大的现实意义。

长期以来,国内外许多学者对血液供应链的相关问题进行了大量研究。常规环境下的血液供应链研究最早源于 Millard<sup>[4]</sup>在血液库存管理问题中

收稿日期:2019-11-04;修回日期:2019-12-29.

\* 基金项目:重庆市社科规划项目(2016BS034);国家自然科学基金项目(71702015);重庆市基础科学与前沿技术研究项目(CSTC2017JCYJAX0130);重庆市教委人文社会科学研究项目(18SKH063);重庆市教委科学技术研究项目(KJQN201900812).

作者简介:胡欢庆(1995—),女,湖北孝感人,硕士研究生,从事应急物流与应急管理研究.

\*\* 通讯作者:周愉峰(1984—),男,湖南双峰人,副教授,博士,从事应急物流与应急管理. Email:xtuzyf@qq.com.

应用工业库存模型。此后,血液库存问题研究进入高峰期,Nahmias<sup>[5]</sup>、Gregory 和 Prastacos<sup>[6]</sup>回顾了20世纪90年代以前的血液库存文献。Pirabán 等<sup>[7]</sup>综述了2018年以前的血液供应链管理文献。也有一些研究者针对地震等突发事件研究了应急血液供应链管理问题。例如,周愉峰<sup>[8-9]</sup>、王恪铭等<sup>[10]</sup>研究了应急血液采集、库存、调剂等决策优化问题。

近年来,随着血荒问题的严峻化,部分研究者开始对血荒现象及其成因与对策等问题进行了研究。在血荒对策研究方面,马琳<sup>[11]</sup>认为:化解血荒难题的关键在于建立无偿献血长效机制,重点是鼓励更多的人,特别是公务员群体和医务人员群体加入献血队伍。王智博<sup>[12]</sup>、景军<sup>[13]</sup>、白彦锋<sup>[3]</sup>等持有相似的观点,他们分别从不同视角分析了无偿献血存在的问题。殷群、连斌<sup>[14]</sup>则认为:血荒治理的有效路径应该是政府、采供血机构、社会公众等共同参与的多元治理。孙开功<sup>[15]</sup>从提升献血服务质量的角度,提出若干对策来提高我国的人口献血率,化解各地出现的血荒。Wang 等<sup>[16]</sup>建立了一种基于库龄的血液转运策略以应对血液短缺问题。在血荒影响因素的分析方面,李丽明<sup>[17]</sup>分析了血液供应紧张的原因主要有:需求增大、用血不合理以及献血率下降。文献[3]和文献[13]等认为无偿献血招募困难是导致血荒的主要因素。Yenework 等<sup>[18]</sup>通过问卷调查,得出献血知识的匮乏、态度以及行为是导致献血率过低、血液供应不足的主要因素。Feng<sup>[19]</sup>认为供血不足的主要原因是激励机制不完善、信任危机、供应不足和基础薄弱等因素。

综上所述,已有大量文献研究了血液供应链相关问题,也有一些文献研究了血荒的成因、治理对策等问题,但已有研究对血荒的成因及其体系结构的探索尚待深入。例如,血荒各影响要素之间存在什么样的逻辑关系?血荒的影响因素体系呈现什么样的系统结构?在众多影响因素中,哪些是表层因素?哪些是中层因素?哪些是深层因素?

解释结构模型(Interpretive Structural Modeling, ISM)是研究复杂要素间关联结构的一种专门研究方法。它能够利用系统要素之间已知的零乱关系,

揭示出系统的内部结构。ISM通过图形和矩阵描述各种已知的关系,再通过矩阵运算,推导因素的层次关系及系统结构。血荒影响因素众多,要素之间的关系复杂且结构不清晰,应用ISM研究其体系结构具有良好的适用性。鉴于此,本文基于ISM研究血荒的影响因素及其体系结构,以解答上述问题。

## 1 基于ISM的血荒影响因素系统分析

ISM是一种分析复杂社会经济系统问题的概念模型。它可以把模糊不清的思想、看法转化成直观的具有良好结构关系的模型。其主要特点就是能把复杂的系统分解成若干子系统,通过经验、知识以及计算机辅助,最终将系统构造成一个多级递阶的结构模型。ISM适用于血荒成因系统这样的变量众多、关系复杂且结构不清晰的系统分析。

血荒由两个直接因素导致:一是血液供应不足,二是血液需求量太大。其中导致血液供应不足的主要因素包括:献血率不高而导致的采血量过少、血液报废率过高、血液调配不力、用血需求不平衡、寒暑假和春节这类季节性因素所导致的血液短缺等。同时献血率不高又受自身健康状况、社会环境、献血宣传力度、激励机制以及献血渠道过于单一、文化观念(如中医气血论等)、无偿献血者的流失、献血条件过于严格、献血后出现不良反应、血站形象影响民众信任度等因素的影响。需求量大主要包括:经济发展所带来的医疗技术的迅速发展、医疗需求的不断提升、医务人员的不合理用血以及自然灾害的发生等。各因素之间同时也存在相互影响的关系,例如,不合理用血也可能导致血液的报废率过高;人员的跨区域流动也可导致用血需求的不平衡;缺乏血液调度和调节机制可能导致血液调配不力;自然灾害的发生也会影响社会环境和经济发展水平以及导致人员跨区域流动和就医需求的提升等。

由于影响因素众多,且因素之间相互关联,关系复杂,为了理清层次关系,并分析因素影响度,采用ISM进行研究。

(1) 要素关系的分析及邻接矩阵的建立。首

先,基于文献研究与问卷调查,得到影响血荒的 26 个主要因素,分别记为  $S_i(i=1,2,3,\dots,26)$ 。 $S_1-S_{26}$  分别表示:供应不足、需求量大、经济发展水平、就医需求提升、献血率不高、健康状况、社会环境、献血宣传力度、激励机制、血液报废率高、信息不透明、献血渠道单一、血液调配不力、不合理用血、自然灾害、文化观念、用血返还不便利、无偿献血者的

流失、人员跨区域流动(供给不稳定)、用血需求不平衡、季节性血液短缺、缺乏血液调节和调度机制、献血条件严格、血站形象、献血后不良反应、民众信任度。然后分析出各要素之间的关系,建立表 1 所示的要素关系表。用 F 表示  $S_i$  行的要素对  $S_j$  列的要素有影响。

表 1 要素结构关系表

Table 1 Element structure relation table

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_{13}$	$S_{14}$	$S_{15}$	$S_{16}$	$S_{17}$	$S_{18}$	$S_{19}$	$S_{20}$	$S_{21}$	$S_{22}$	$S_{23}$	$S_{24}$	$S_{25}$	$S_{26}$	
$S_1$																											
$S_2$																											
$S_3$		F		F		F		F	F			F										F					
$S_4$		F																									
$S_5$	F																										
$S_6$						F																	F		F		
$S_7$					F						F										F						
$S_8$					F																						
$S_9$					F												F	F									
$S_{10}$	F																										
$S_{11}$																											F
$S_{12}$					F																						
$S_{13}$	F																										
$S_{14}$		F								F																	
$S_{15}$		F	F	F			F													F							
$S_{16}$					F																						
$S_{17}$																		F									
$S_{18}$					F																						
$S_{19}$																					F						
$S_{20}$	F																										
$S_{21}$	F																										
$S_{22}$													F														
$S_{23}$					F																						
$S_{24}$					F																						F
$S_{25}$					F													F									
$S_{26}$					F																						

根据要素关系表,可以得到用“0”和“1”表示要素关系的邻接矩阵  $A$ ,如图 1 所示。

(2) 求出系统的可达矩阵  $M$  由邻接矩阵  $A$  可知,可达矩阵  $M$  为  $26 \times 26$  阶方阵,采用 MATLAB 分

别计算  $(A+I)^2$ 、 $(A+I)^3$  以及  $(A+I)^4$ , 根据布尔矩阵运算法则, 将所有要素均使用“0”和“1”表示, 发现  $(A+I)^3 = (A+I)^4 = M$ 。因此, 求得可达矩阵  $M = (A+I)^3 = (A+I)^4$ , 如图 2 所示。

图 1 各因素间的邻接矩阵

Fig. 1 Adjacency matrix of each factor

图 2 各因素间的可达矩阵

Fig. 2 Accessibility matrix of each factor

(3) 对可达矩阵进行区域分解和级间分解。首先, 列举出所有可达集合  $R(S_i)$  和先行集合  $Q(S_i)$  的值, 见表 2。再根据要素之间有无直接关系进行行列变换。发现,  $S_1$  和  $S_2$  与  $S_4, S_5, S_{10}, S_{13}, S_{20}, S_{21}$  之间有直接联系,  $S_3$  和  $S_{15}$  有直接关系, 因此将有关联的排列在一起。再根据 ISM 算法, 对每行因素中含有“1”的个数进行排列, 变换可达矩阵  $M$  后, 得到新矩阵  $M'$ 。

再次观察  $M'$  发现, 除了  $S_4, S_5, S_{10}, S_{13}, S_{20}, S_{21}$  紧密相连外,  $S_8, S_{12}, S_{14}, S_{16}, S_{18}, S_{19}, S_{22}, S_{23}, S_{26}$  相互之间是有直接关系的,  $S_{11}, S_{17}, S_{24}, S_{25}$  等因素之间也是有直接关系的,  $S_6, S_7, S_9$  之间也直接相关。因此,

接下来对  $M'$  进行区域分解。根据得到的上三角矩阵, 基于内部因素区域的关系划分, 求出最少边可达矩阵  $R = \{S | M' = S^2, \min\{e\}\}$ , 其中,  $e$  是边的个数。最少边可达矩阵  $R$  保持了可达性, 表现为  $M'$  中对角线上的每个单位矩阵, 如图 3 所示。

表 2 可达集合、先行集合表

Table 2 Accessible set and preemptive set table

	$R(S_i)$	$Q(S_i)$	$R(S_i) \cap Q(S_i)$
$S_1$	1	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	1
$S_2$	2	2, 3, 4, 14, 15	2
$S_3$	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 17, 18, 22, 23, 25	3, 15	3
$S_4$	2, 4	3, 4, 15	4
$S_5$	1, 5	3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 26	5
$S_6$	1, 5, 6, 11, 18, 23, 25	3, 6, 15	6
$S_7$	1, 5, 7, 11, 21, 25	7, 15	7
$S_8$	1, 5, 8	3, 8, 15	8
$S_9$	1, 5, 9, 17, 18	3, 9, 15	9
$S_{10}$	1, 10	10, 14	10
$S_{11}$	1, 5, 11, 26	7, 11, 15	11
$S_{12}$	1, 5, 12	3, 12, 15	12
$S_{13}$	1, 13	3, 13, 15	13
$S_{14}$	1, 2, 10, 14	14	14
$S_{15}$	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26	15	15
$S_{16}$	1, 5, 16	16	16
$S_{17}$	1, 5, 17, 18	3, 9, 15, 17	17
$S_{18}$	1, 5, 18	3, 6, 9, 15, 17, 18, 25	18
$S_{19}$	1, 19, 20	15, 19	19
$S_{20}$	1, 20	15, 19, 20	20
$S_{21}$	1, 21	7, 15, 21	21
$S_{22}$	1, 13, 22	3, 15, 22	22
$S_{23}$	1, 5, 23	3, 6, 15, 23	23
$S_{24}$	1, 5, 24, 26	24	24
$S_{25}$	1, 5, 18, 25	3, 6, 15, 25	25
$S_{26}$	1, 5, 26	7, 11, 15, 24, 26	26

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_{13}$	$S_{14}$	$S_{15}$	$S_{16}$	$S_{17}$	$S_{18}$	$S_{19}$	$S_{20}$	$S_{21}$	$S_{22}$	$S_{23}$	$S_{24}$	$S_{25}$	$S_{26}$
$S_1$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_2$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_3$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_4$	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_5$	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_6$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_7$	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_8$	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_9$	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{10}$	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{11}$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{12}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{13}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{14}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{15}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{16}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{17}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{18}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{19}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{20}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{21}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{22}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{23}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{24}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{25}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{26}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图 3 各因素间变换后的可达矩阵

Fig. 3 Accessibility matrix after transformation of each factor

利用区域分解进行级间分解,并绘制出递阶有向图。区域分解之后,  $M'$  对角线上所划分的每个单位矩阵(图 3 中方框所示), 它们所对应的全部行因即为一个递阶结构层次。可以发现, 变换后的可达矩阵  $M'$  被分成 6 个层次, 说明血荒现象的影响因素大致分为 6 层。各层之间的层次关系形成了有一定逻辑关系的影响因素链, 由此, 绘制出递阶有向图, 如图 4 所示。

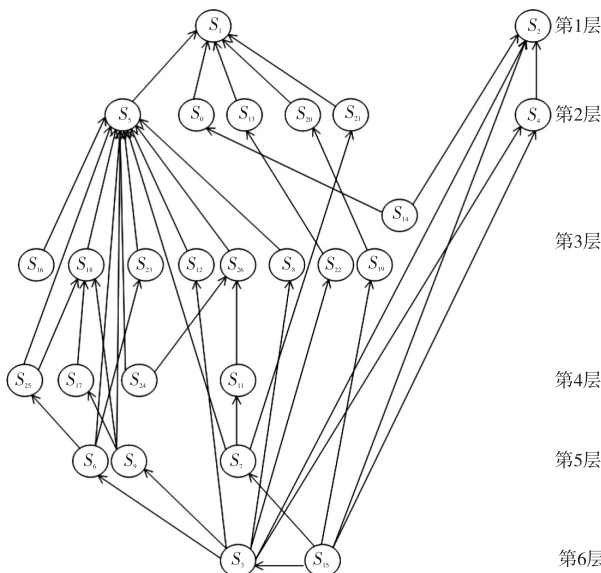


图 4 递阶有向图

Fig. 4 Hierarchical digraph

向图可以看出“血荒影响因素分为 6 个层次。

第 1 层影响因素为供应不足( $S_1$ ) 和需求量大( $S_2$ ), 这是导致“血荒”现象出现的最直接原因。

第 2 层影响因素为就医需求提升( $S_4$ )、献血率不高( $S_5$ )、血液报废率高( $S_{10}$ )、血液调配不力( $S_{13}$ )、用血需求不平衡( $S_{20}$ ) 以及季节性血液短缺( $S_{21}$ ) 6 个因素。这些因素对第 1 层因素有着直接影响, 是“血荒”现象出现的浅层原因。

第 3 层影响因素为献血宣传力度( $S_8$ )、献血渠道单一( $S_{12}$ )、不合理用血( $S_{14}$ )、文化观念( $S_{16}$ )、无偿献血者的流失( $S_{18}$ )、人员跨区域流动(供给不稳定)( $S_{19}$ )、缺乏血液调节和调度机制( $S_{22}$ )、献血条件严格( $S_{23}$ )、民众信任度( $S_{26}$ ) 这 9 个因素, 其对第 2 层因素有着直接影响, 是导致“血荒”现象出现的中层影响因素。

第 4 层影响因素为信息不透明( $S_{11}$ )、用血返还不便利( $S_{17}$ )、血站形象( $S_{24}$ )、献血后不良反应( $S_{25}$ ) 这 4 个因素。它们对第 3 层因素有着直接影响, 是导致“血荒”现象的深层影响因素。

第 5 层的健康状况( $S_6$ )、社会环境( $S_7$ )、激励机制( $S_9$ ) 和第 6 层的经济发展水平( $S_3$ )、自然灾害( $S_{15}$ ) 这 5 个影响因素, 是导致血荒现象的最深层影响因素。

## 2 结束语

血荒对伤员的输血保障和生命安全构成了极大的威胁。厘清血荒成因是解决血荒的初始条件。以分析“血荒”影响因素为目标, 构建 ISM 模型, 建立具有一定逻辑关系的影响因子递阶有向图, 分析出各因素对血荒影响程度。

结果表明, 导致血荒的影响因素众多, 主要分为 6 个层次、4 个层级, 分别为浅层、中层、深层、以及最深层。其中, 影响献血率而导致供应不足因素的有 11 个。由于我国血液的唯一来源渠道是志愿者无偿献血, 因此献血率低是目前血荒的最重要影响因素。献血率低又受到一系列中层和深层因素的影响。因此, 提高无偿献血率, 并非短时间内就可实现, 需要建立一系列的献血招募长效机制, 营

(4) 基于递阶有向图分析模型。从图 4 递阶有

造更加公平、完备、顺畅、透明的血液保障体系与社会环境。

### 参考文献(References):

- [1] 戎正,韩宇平,吴凡.“血荒”原因分析及医疗机构应对措施[J].西南军医,2011,13(6):1159—1160  
RONG Z, HAN Y P, WU F. Cause Analysis of “Blood Shortage” and Countermeasures of Medical Institutions [J]. Southwest Military Doctor, 2011, 13(6): 1159—1160(in Chinese)
- [2] 木须虫. 破解血荒考验献血动员能力[N]. 健康报, 2018—05—26(2)  
MOW. Solving the Blood Shortage to Test the Mobilization Ability of Blood Donation [N]. Health Report, 2018—05—26(2) (in Chinese)
- [3] 白彦锋,沈倩. 我国“血荒”问题的行为经济学视角研究[J]. 内蒙古财经学院学报, 2012(6): 1—6  
BAI Y F, SHEN Q. Study on the Problem of “Blood Shortage” in China from the Perspective of Behavioral Economics [J]. Journal of Inner Mongolia Institute of Finance and Economics, 2012(6): 1—6(in Chinese)
- [4] MILLARD R E. Effect of Previous Irradiation on the Transformation of Blood Lymphocytes [J]. Journal of Clinic Pathol, 1965, 18: 783—785
- [5] NAHMISA S. Perishable Inventory Theory: A Review [J]. Operations Research, 1982, 30(4): 680—708
- [6] PRASTACOS G P. Blood Inventory Management: An Overview of Theory and Practice [J]. Management Science, 1984, 30(7): 777—800
- [7] PIRABAN A, GUERRERO W J, LABADIE N. Survey on Blood Supply Chain Management: Models and Methods [J]. Computers and Operations Research, 2019, 112: 1—23
- [8] 周愉峰,李志,刘思峰. 基于随机  $p$ -鲁棒优化的国家血液战略储备库选址-库存模型[J]. 中国管理科学, 2018(10): 52—63  
ZHOU Y F, LI Z, LIU S F. Site-inventory Model Based on Stochastic  $p$ -robust Optimization for National Blood Strategic Reserve Database [J]. China Management Science, 2018(10): 52—63(in Chinese)
- [9] 马祖军,周愉峰. 国家血液战略储备库选址—库存问题[J]. 管理科学学报, 2018, 21(3): 54—68  
MA Z J, ZHOU Y F. Site Selection of National Blood Strategic Reserve: Inventory Problem [J]. Journal of Management Science, 2018, 21(3): 54—68(in Chinese)
- [10] 王恪铭,马祖军. 应急血液多阶段调剂优化[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(7): 1687—1696  
WANG K M, MA Z J. Multi-stage Regulation Optimization of Emergency Blood [J]. Theory and Practice of Systems Engineering, 2014, 34(7): 1687—1696(in Chinese)
- [11] 马琳. 化解“血荒”难题 建立无偿献血长效机制[J]. 中国医药科学, 2012, 2(5): 154—155  
MA L. Solving the Problem of “Blood Shortage” and Establishing a Long-term Mechanism of Voluntary Blood Donation [J]. Chinese Medical Science, 2012, 2(5): 154—155(in Chinese)
- [12] 王智博.“血荒”引发的无偿献血问题及其解决对策的研究[J]. 法制与社会, 2012(3): 184—185  
WANG Z B. Research on Unpaid Blood Donation Caused by “Blood Shortage” and Its Solutions [J]. Legal System and Society, 2012(3): 184—185(in Chinese)
- [13] 景军,余成普. 遭遇公田悲剧的生命赠予——对血荒的新分析[J]. 探索与争鸣, 2014(8): 46—51  
JING J, YU C P. Life Gift in Gongtian Tragedy: A New Analysis of Blood Shortage [J]. Exploration and Contention, 2014(8): 46—51 (in Chinese)
- [14] 殷群,连斌. 多元主体参与血荒治理路径研究[J]. 卫生软科学, 2013, 27(1): 1—3  
YIN Q, LIAN B. Study on the Treatment Path of Blood Shortage Involving Multiple Subjects [J]. Soft Science of Health, 2013, 27(1): 1—3(in Chinese)
- [15] 孙开功. 提升服务质量,化解“血荒”危机[J]. 中国市场, 2013(41): 71—73  
SUN K G. Improving Service Quality and Resolving “Blood Shortage” Crisis [J]. China Market, 2013(41): 71—73(in Chinese)
- [16] WANG K M, MA Z J. Age-based Policy for Blood Transshipment during Blood Shortage [J]. Transportation Research Part E, 2015, 80(5): 166—183
- [17] 李丽明,蒋富生. 血液供应紧张的原因及缓解血液供应紧张的措施 [J]. 中国药物经济学, 2013(4): 317—318  
LI L M, JIANG F S. Causes of Blood Supply Shortage and Measures for Relieving It [J]. China Pharmaceutical

Economics, 2013(4):317—318(in Chinese)

16—24

[18] YENWORK A J, AHMED E, KEDIR Y A. Knowledge, Attitude and Practice towards Blood Donation and Associated Factors among Adults in Debre Markostown, Northwest Ethiopia. [J]. BMC Hematology. 2016, 16(1):

[19] FENG W P. Study on the Causes and Governance Path of Blood Supply Shortage in China Mainland [J]. Science Journal of Public Health, 2016, 4(3):229—234

## Influencing Factors of Blood Shortage Based on Explanatory Structure Model

HU Huan-qing<sup>1</sup>, ZHOU Yu-feng<sup>2</sup>

(1. National Intelligent Manufacturing Service International Science and Technology Cooperation Base, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China;

2. Chongqing Engineering Technology Research Center for Information Management in Development, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

**Abstract:** According to more and more severe situation of clinical blood shortage and blood shortage in many urban medical institutions in China, the research on the influencing factors of blood shortage and its architecture is put forward. Based on the Interpretative Structure Model (ISM), a hierarchical digraph of impact factors with a certain logical relationship is established to analyze the influencing levels of each factor on blood shortage. The results show that the influencing factors of blood shortage are divided into six layers and four levels such as shallow level, middle level, deep level and the deepest level. The low blood donation rate and its driving factors are the main factors leading to the emergence of blood shortage. Low blood donation rates are affected by a range of deep and the deepest factors. To fundamentally solve the dilemma of blood shortage, the focus is on increasing the rate of unpaid blood donation, which requires the establishment of a series of long-term mechanisms for blood donation and recruitment. Therefore, a more fair, complete, smooth and transparent blood security system and social environment should be created.

**Key words:** explanatory structural model; blood shortage; blood donation recruitment mechanism; unpaid blood donation; blood supply

责任编辑:罗珊珊

引用本文/Cite this paper:

胡欢庆, 周愉峰. 基于解释结构模型的血荒影响因素研究[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2020, 37(6):76—82  
HU H Q, ZHOU Y F. Influencing Factors of Blood Shortage Based on Explanatory Structure Model[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2020, 37(6):76—82