

突发公共卫生事件中伪健康信息传播的系统动力学模型研究^{*}

阮智慧 钱爱兵

(南京中医药大学 南京 210023)

〔摘要〕 基于 SIRS 模型构建突发公共卫生事件中伪健康信息传播的系统动力学模型, 分析伪健康信息在网络空间的传播过程、影响因素, 结果表明易感人群数量、突发公共卫生事件等级、健康信息素养、关系强度、政府公信力等影响因素对突发公共卫生事件中伪健康信息传播起到关键作用, 进而提出相应治理建议。

〔关键词〕 突发公共卫生事件; SIRS 模型; 伪健康信息传播; 系统动力学

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2022.03.004

Study on the System Dynamics Model of Pseudo-health Information Dissemination in Public Health Emergencies RUAN Zhi-hui, QIAN Aibing, Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

〔Abstract〕 A system dynamics model for the dissemination of pseudo-health information in public health emergencies is built based on the SIRS model, and the dissemination process and influencing factors of pseudo-health information in network space is analyzed. The results show that the number of susceptible population, the level of public health emergencies, health information literacy, relationship strength, government credibility and other influencing factors play key roles in the dissemination of pseudo-health information in public health emergencies, and then the corresponding suggestions on governance are put forward.

〔Keywords〕 public health emergency; SIRS model; dissemination of pseudo-health information; system dynamics

1 引言

中国互联网络信息中心发布的第 47 次《中国互联网络发展状况统计报告》显示, 截至 2020 年 12 月我国网民规模达 9.89 亿人^[1]。同时我国经济

正从高速增长阶段转向高质量发展阶段, 公众健康需求、健康信息关注度不断提高。互联网的普及对促进健康信息传播、实现网络用户自我健康教育等方面成效显著。然而在健康信息网络化传播过程中存在非科学的伪健康信息, 其表面上以传播健康信息为目的, 实际上却违背科学与事实^[2]。公共健康危机常伴随着“信息危机”, 针对突发公共卫生事件中伪健康信息传播问题, 如果不加以治理将妨碍突发事件的有效处置, 还可能产生“塔西陀陷阱”, 对社会和谐发展造成巨大威胁。在“健康中国 2030”战略背景下, 为正确引导公众健康意识, 维护公众健康安全, 需要对伪健康信息进行有效干

〔修回日期〕 2021-08-24

〔作者简介〕 阮智慧, 硕士研究生; 通讯作者: 钱爱兵, 教授, 硕士生导师。

〔基金项目〕 国家社会科学基金资助项目“基于多源异构数据的伪健康信息扩散模式判别与干预”(项目编号: 20BTQ053)。

预, 以防其传播扩散。本研究建立突发公共卫生事件中伪健康信息传播的系统动力学模型, 以量化方式研究伪健康信息传播过程, 以期为有效治理伪健康信息提供参考。

2 研究方法

2.1 SIRS 模型

由于伪健康信息传播与传染病在人群中的传播具有相似性, 本文采用流行病中的 SIRS 模型, 将突发公共卫生事件中伪健康信息传播过程主体分为易感人群 (Susceptible)、感染传播人群 (Infectious)、康复免疫人群 (Recovered) 3 类, 该模型考虑了具备免疫力的个体存在再次被感染的可能性^[3], 符合伪健康信息传播特点。

2.2 系统动力学

系统动力学由 Forrester J W 创立^[4], 是分析信息反馈系统的研究方法。李鑫和张军^[5]基于 SIRS 模型, 借助系统动力学方法建立信息传播模型, 对社交网络信息传播过程进行系统分析; 殷飞、张鹏和兰月新等^[6]从网民、媒体、政府 3 个维度对谣言热度展开研究并使用 Vensim PLE 软件构建谣言热度模型进行模拟仿真; 张彬、黄莹莹和石佩霖^[7]改进 SIR 模型, 基于系统动力学构建谣言和辟谣信息的竞争传播模型并使用 Anylogic 软件实现谣言与辟谣信息仿真分析; 常丹、桂昊宇和樊睿^[8]利用情景演化理论, 构建社会安全类突发事件情景演化的系统动力学模型, 对超大城市社会安全类突发事件情景演化进行研究。由于突发公共卫生事件中伪健康信息传播是一个复杂动态系统, 影响因素众多且系统内部各因素之间关系多变, 而系统动力学可以模拟在一定条件下的系统演化问题, 因此借助系统动力学的研究方法具有可行性、准确性。

3 突发公共卫生事件中伪健康信息传播模型构建

3.1 模型假设和建模目的

突发公共卫生事件中伪健康信息传播系统是一

个复杂动态系统, 因此对于构建的模型边界有以下假设: 第一, 系统内总人口在一定时间内恒定不变, 即不考虑出生、死亡等因素对系统内人口数量的改变; 第二, 不考虑突发公共卫生事件中伪健康信息的 2 次变异; 第三, 伪健康信息传播与其他类型信息传播互不排斥; 第四, 网络是通畅的, 伪健康信息传播不受影响。基于以上 4 个假设, 构建模型研究突发公共卫生事件中伪健康信息传播过程, 通过量化分析影响因素, 为有效治理伪健康信息提出参考建议。

3.2 系统边界

本模型围绕突发公共卫生事件中伪健康信息传播展开研究, 系统包括所有直接或者间接影响伪健康信息传播的因素, 以传播速率、干预速率、新易感人群形成速率、丧失免疫人群形成速率以及易感人群、感染人群、免疫人群的数量变化, 反映突发公共卫生事件中伪健康信息动态传播过程。

3.3 因果关系分析

3.3.1 概述 因果关系图是探索系统反馈结构的重要手段, 是一种定性描述系统内各变量间因果关系的图示模型^[6]。通过确定模型边界假设以及突发公共卫生事件中伪健康信息传播主要影响因素, 分析各因素交互作用路径, 在此基础上构建伪健康信息传播因果回路图, 共包含 1 个正反馈回路和 4 个负反馈回路, 见图 1。

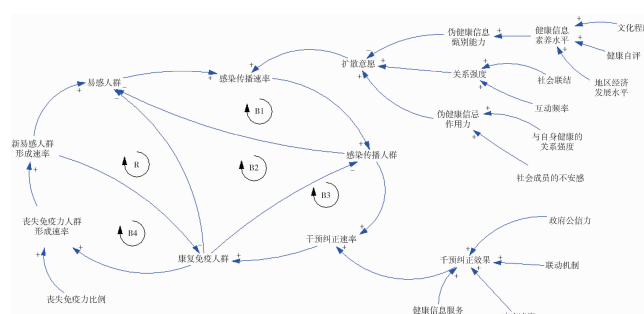


图 1 因果关系

3.3.2 正反馈回路 R “易感人群” → “感染传播速率” → “感染传播人群” → “干预纠正速率” → “康复免疫人群” → “丧失免疫力人

群形成速率”——“新易感者人群形成速率”——“易感人群”。易感人群数量越多，伪健康信息传播速率越快，受伪健康信息感染并传播的人群数量也就越多。当感染传播人群数量增多时，政府和医疗机构采取措施治理伪健康信息，则康复免疫人群数量会增加，但同时存在部分人群因丧失免疫力而成为新易感人群的可能性，且康复免疫人群基数越大，丧失免疫力人群的形成速率越快，即新易感人群的形成速率越快，最终导致易感人群数量增加。

3.3.3 负反馈回路 B1、B2 B1：“易感人群”——“感染传播速率”——“感染传播人群”——“易感人群”；B2：“易感人群”——“感染传播速率”——“感染传播人群”——“干预纠正速率”——“康复免疫人群”——“易感人群”。易感人群数量越多感染传播速率越快，感染传播人群越多，政府和医疗机构加强协作，改善健康信息服务质量，发布科学健康信息，及时回应公众关切，以提高伪健康信息干预纠正速率，导致康复免疫人群数量增加，由于系统内人口数量恒定不变，易感人群随之减少。

3.3.4 负反馈回路 B3 “感染传播人群”——“干预纠正速率”——“康复免疫人群”——“感染传播人群”。感染传播人群数量越多，政府和医疗机构采取治理措施力度越强，即干预伪健康信息传播的速率越快，康复免疫人群数量越多，感染传播人群数量就减少。

3.3.5 负反馈回路 B4 “康复免疫人群”——“丧失免疫力人群形成速率”——“新易感人群形成速率”——“康复免疫人群”。由于丧失免疫力比例不变，康复免疫人群数量越多将导致丧失免疫力人群越多，即加快丧失免疫力人群形成速率，增加新易感人群数量，同时导致康复免疫人群减少。

3.4 构建流量存量图

在系统动力学中，因果关系图只能定性描述各因素间的正负反馈情况，不能反映系统内部各影响因素数量变化关系^[9]。因此在因果关系图基础上进

一步构建突发公共卫生事件中伪健康信息传播系统流存图，见图 2。模型中将易感人群、感染传播人群和康复免疫人群定义为存量，用来表征伪健康信息传播过程；其他变量均为流量共同作用于存量。基于此，对系统中各变量之间的数学逻辑关系进行分析，探寻影响伪健康信息传播的关键因素。

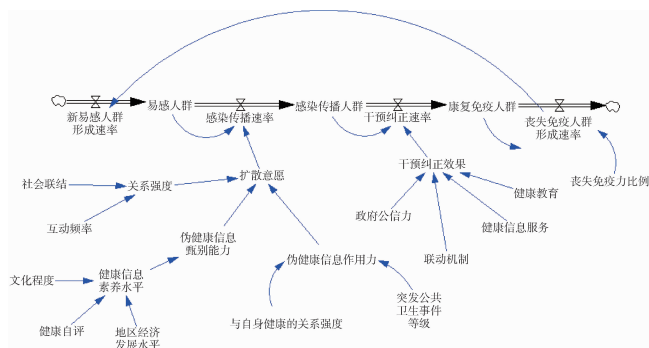


图2 突发公共卫生事件中伪健康信息传播系统

3.5 确定模型参数

3.5.1 概述 在研究中将易感人群初始值设为 10 万人，感染传播人群、康复免疫人群的初始值均为 0，其数值随伪健康信息传播过程而呈动态变化，模型时间设置为 30 天，步长为 1 天。

3.5.2 常量初始赋值 常量数值变化不会影响伪健康信息传播系统变化趋势，因此常量数值设置在允许范围内即可^[10]。采用问卷调查法，通过 Likert 5 分量表法收集网络用户对文化程度、政府公信力等指标的打分评价，分数越高表示指标重要性越高，以算数均值作为取值，共收回有效问卷 148 份，其中男女比例为 5.5:4.5，30 岁以下网民占比 45%，本专科及以上学历占比 33%，样本人口结构与《中国互联网络发展状况统计报告》^[1] 中网民属性结构数据相似，说明调查结果具有较强代表性。

3.5.3 各表达式所涉及权重 其大小均采用专家打分法确定。邀请公共管理、信息传播专业研究人员单独打分，共 5 名，设定权重范围为 0~1，每个关系式权重和不超过 1，取算术均值作为表达式权重值，见表 1。

表 1 变量名称表达式及初始值

变量类型	变量名称	表达式及初始值
水平变量	易感人群	INTEGER（新易感人群形成速率 - 感染传播速率，100 000）
	感染传播人群	INTEGER（感染传播速率 - 干预纠正速率，0）
	康复免疫人群	INTEGER（干预纠正速率 - 丧失免疫人群形成速率，0）
速率变量	新易感人群形成速率	丧失免疫力比例 × 康复免疫人群
	感染传播速率	扩散意愿 × 易感人群
	干预纠正速率	干预纠正效果 × 感染传播人群
	丧失免疫人群形成速率	丧失免疫力比例 × 康复免疫人群
辅助变量	扩散意愿	（关系强度 + 伪健康信息作用力） - 伪健康信息甄别能力
	干预纠正效果	（健康信息服务 + 健康教育 + 医疗机构与政府部门联动 + 医疗机构公信力） / 4 0. 52 × 互动频率 + 0. 48 × 社会联结
	关系强度	健康信息素养水平
	伪健康信息甄别能力	-
常量	健康信息素养水平	（健康自评 + 地区经济发展水平 + 文化程度） / 3
	伪健康信息作用力	0. 6 × 与自身健康的关系强 + 0. 4 × 突发公共卫生事件等级
	社会联结	0. 5
	互动频率	0. 6
	文化程度	0. 8
	健康自评	0. 6
	地区经济发展水平	0. 7
	突发公共卫生事件等级	0. 8
	与自身健康的关系强度	0. 7
	政府公信力	0. 5
	联动机制	0. 5
	健康信息服务	0. 6
	响应速度	0. 6
	丧失免疫力比例	0. 2

4 结果

4.1 概述

分别对易感人群、伪健康信息作用力、健康信息素养、关系强度、响应速度、联动机制、政府公信力、健康信息服务 8 个关键影响因素进行仿真分析，数值调整幅度均为 ± 25%，其他变量控制不变，以分析影响因素数值变化对突发公共卫生事件中伪健康信息传播产生的影响。

4.2 健康信息素养水平对伪健康信息传播的影响 (图 3)

4.2.1 健康信息素养水平变化对感染传播人群的影响 健康信息素养水平越高，感染传播人群数在第 1 天上升的速度越快，峰值越低，由 59 200 人下降至 41 700 人，达到稳定状态时的数量也越少，由 21 370 人上升至 19 728 人。这说明网民健康信息素养水平越高，对伪健康信息的甄别能力越强，从而减少伪健康信息转发，导致感染传播人群数量减少。具体表现为感染传播人群在第 1 天上升的速度

越慢，峰值越高，由 59 200 人上升至 76 700 人，达到稳定状态时的数量也越多，由 21 370 人上升至 22 385 人。

4.2.2 健康信息素养水平变化对康复免疫人群的影响 网络用户健康信息素养水平越高（低），康复免疫人群数量越少（多）。这是由于易感人群健康信息素养水平的提高降低了感染传播人群数量，导致同一时刻内康复免疫人群数量减少；易感人群健康信息素养水平的降低提高了感染传播人群数

量，导致同一时期内康复免疫人群数量增加。表现为健康信息素养水平越低，康复免疫人群在第 1 天上升速度越快，峰值越高，由 61 372 人上升至 63 202 人，达到稳定状态时的数量也越多，由 58 776 人上升至 61 564 人；健康信息素养水平越高，康复免疫人群在第 1 天上升的速度越慢，峰值越低，由 61 372 人下降至 55 573 人，达到稳定状态时的数量也越少，由 58 776 人下降至 54 246 人。

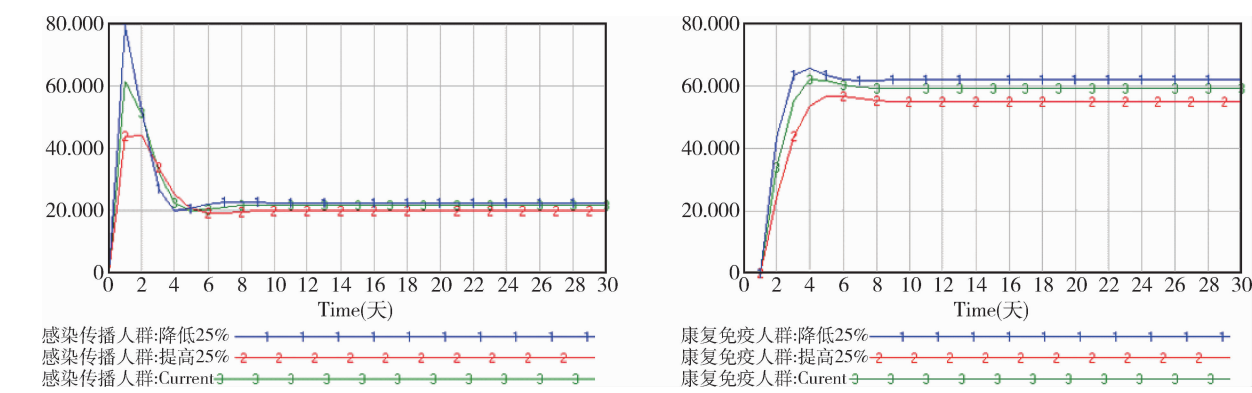


图 3 健康信息素养水平的变化对感染传播人群及康复免疫人群数量的影响

4.3 政府公信力对伪健康信息传播的影响（图 4）

4.3.1 对感染传播人群的影响 政府公信力初始值提高或降低时感染传播人群峰值不变，均为 59 200 人，对感染传播人群的影响主要体现在第 13 天以后，网民对政府信任度提高，感染传播人群达到平稳状态时的数量由 21 370 人减少至 20 457 人；网民对政府的信任度降低，感染传播人群达到平稳状态的数量由 21 370 人上升至 22 370 人。

4.3.2 对康复免疫人群的影响 政府公信力越高，公众越愿意选择相信政府发布的辟谣信息，因此康复免疫人群的峰值由 61 372 人上升至 62 031 人，达到稳定状态时的数量更多，由 58 776 人上升至 59 463 人；反之，当政府公信力降低时公众对政府的信任度下降，不愿意相信政府发布的信息，则导致康复免疫人群峰值由 61 372 人降低至 60 562 人，达到稳定状态时的数量也由 58 776 人减少至 58 030 人。

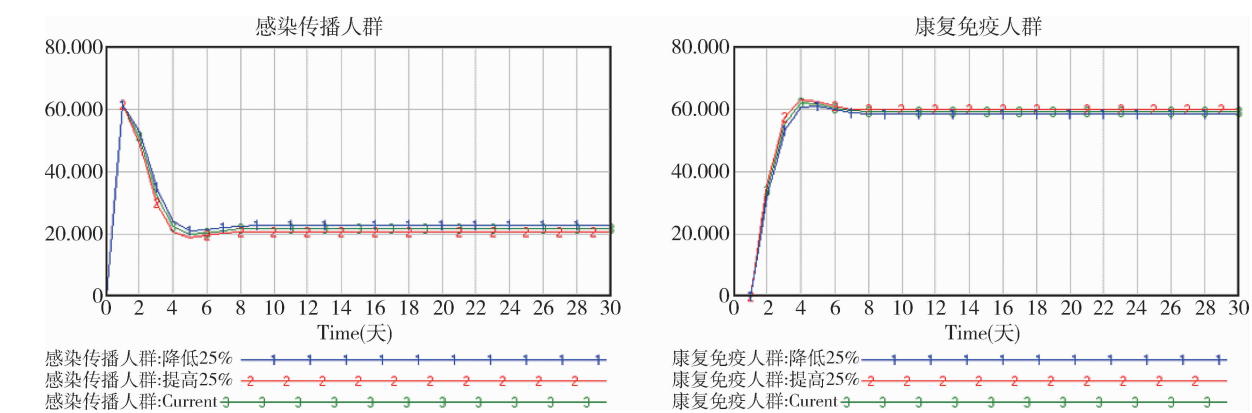


图 4 政府公信力的变化对感染传播人群及康复免疫人群数量的影响

4.4 健康信息服务对伪健康信息传播的影响（图5）

4.4.1 对感染传播人群的影响 健康信息服务初始值提高或降低时感染传播人群峰值不变，均为 59 200 人，健康信息服务影响主要体现在第 13 天以后，当健康信息服务质量提高后，感染传播人群达到稳定状态时的数量由 21 370 人减少至 20 283 人；而健康信息服务不完善或质量较差，则导致感染传

播人群达到稳定状态时的数量增加，由 21 370 人上
升至 22 581 人。
4.4.2 对康复免疫人群的影响 健康信息服务质
量较好则康复免疫人群峰值由61 372人上升至62 146
人，达到稳定状态时的数量由 58 776 人上升至 59 588
人；反之，健康信息服务不完善或质量较差则导致康
复免疫人群峰值由61 372人降低至 60 380 人，达到稳
定状态时的数量由 58 776 人减少至 57 872 人。

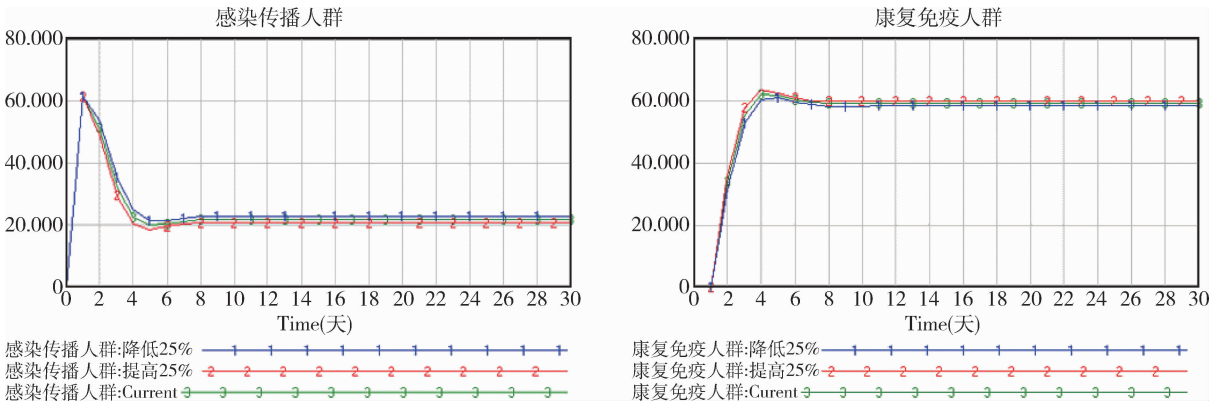


图5 健康信息服务的变化对感染传播人群及康复免疫人群数量的影响

4.5 响应速度对伪健康信息传播的影响

响应速度初始值提高或降低时感染传播人群的
峰值不变，均为 59 200 人。响应速度的影响主要体
现在感染传播人群数量达到峰值后，面对突发公共

卫生事件政府响应速度越快，感染传播人群达到稳
定状态时的数量越少；响应速度越慢则导致感染传
播人群达到稳定状态时的数量越多。

4.6 联动机制对伪健康信息传播的影响（图6）

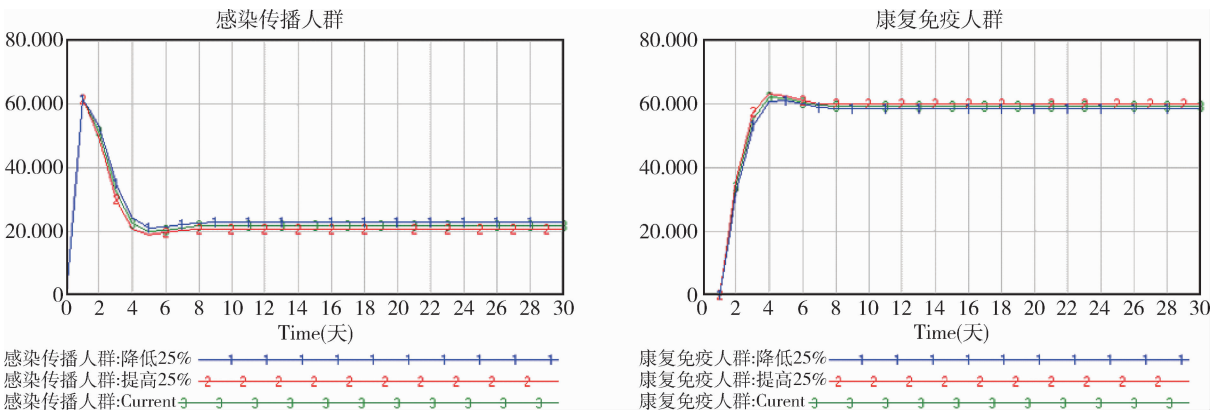


图6 联动机制的变化对感染传播人群及康复免疫人群数量的影响

4.6.1 对感染传播人群的影响 伪健康信息治理
需要医疗机构、应急管理部门等多部门、机构协调
联动。仿真结果显示，联动机制数值提高或降低

时，感染传播人群峰值不变，均为 59 200 人，但提
高联动机制后感染传播人群达到稳定时的数量减
少，由 21 370 人减少至 20 457 人；降低联动机制后

感染传播人群达到稳定时的数量增多,由 21 370 人上升至 22 370 人。

4.6.2 对康复免疫人群的影响 当联动机制数值越高康复免疫人群峰值越高,由 61 372 人上升至 62 031 人,且达到稳定状态时的数量更多,由 58 776 人上升至 59 463 人。当联动机制数值越低康复免疫人群峰值越低,由 61 372 人降低至 60 562 人,且达到稳定状态时的数量也更少,由 58 776 人减少至 58 024 人。

5 建议

5.1 提高响应速度,完善突发公共卫生事件应对体系

目前我国已建立起以“一案三制”为核心的突发事件应急管理体系,国家应急管理部已与多个部门建立起协同响应机制,但应急预案不科学、响应速度不及时等问题尚待解决。有关政府职能部门应强化主体责任意识,进一步提高响应速度以及应急预案科学性并加以演练,不断完善突发公共卫生事件应对体系,以有效遏制突发公共卫生事件中伪健康信息传播。

5.2 加强健康教育,提高公众健康信息素养

我国网络用户规模大、健康信息素养水平参差不齐,这给伪健康信息传播提供了便利条件。国家卫生健康行政主管部门与医疗机构应持续提高健康教育水平,拓宽其广度和深度,组织开展多样化健康信息服务,提高公众健康信息素养,增强其对伪健康信息的甄别能力。

5.3 提高政府公信力,完善协同联动机制

政府要不断加强自身公信力和联动机制建设,不断加大突发公共卫生事件中信息公开力度,医疗机构及时规范发布科学权威的健康信息,及时回应公众关切、解疑释惑,以赢得公众信赖,在突发公共卫生事件中掌握话语权,从而提高伪健康信息治理成效。在大数据时代应急管理部门与医疗机构不但要充分利用信息化手段,更要建立完善协同治理

的信息渠道,打破部门界限,确保健康信息发布及时、渠道畅通,以降低伪健康信息作用力。

6 结语

突发公共卫生事件中伪健康信息的传播扩散关系到公众健康安全,是网络信息治理重点与难点,做好伪健康信息治理工作,找准影响其传播的关键要素十分重要。本文在挖掘既往信息传播研究的关键影响因素基础上,绘制因果关系回路图及流存图,利用 Vensim PLE 软件建立伪健康信息传播动力学模型,重点关注 8 个调节变量作用并对其展开仿真分析,基于研究结果提出相应治理建议,以期为进一步有效治理伪健康信息提供参考。

参考文献

- 1 中国互联网络信息中心. 第 47 次中国互联网络发展状况统计报告 [EB/OL]. [2021 - 07 - 23]. <http://www.cnnic.net.cn/>.
- 2 吴世文. 社交媒体中伪健康信息传播研究的问题意识、理论想象与路径方法 [J]. 新闻与传播评论, 2016 (1): 39 - 47.
- 3 李光正, 史定华. 复杂网络上 SIRS 类疾病传播行为分析 [J]. 自然科学进展, 2006 (4): 508 - 512.
- 4 Forrester J W. Industrial Dynamics [M]. Cambridge: Productivity Press, 1961.
- 5 李鑫, 张军. 基于系统动力学的 SIRS 信息传播模型研究 [J]. 情报科学, 2017, 35 (11): 17 - 22.
- 6 殷飞, 张鹏, 兰月新, 等. 基于系统动力学的突发事件网络谣言治理研究 [J]. 情报科学, 2018, 36 (4): 57 - 63.
- 7 张彬, 黄莹莹, 石佩霖. 基于竞争性信息传播模型的信息失真治理研究 [J]. 中国管理科学, 2021, 29 (2): 237 - 248.
- 8 常丹, 桂昊宇, 樊睿. 超大城市社会安全类突发事件情景演化及仿真研究——以北京市为例 [J]. 北京交通大学学报 (社会科学版), 2020, 19 (1): 86 - 97.
- 9 钟永光, 贾晓著, 李旭. 系统动力学 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- 10 杨州. 基于系统动力学的社会安全类突发事件网络谣言传播规律研究 [D]. 重庆: 重庆邮电大学, 2020.