

5-15-2020

Modeling and Simulation for Prevention and Control of Drug Abuse and Drug-Related Crime Based on System Dynamics

Liu Feng

1. Department of Information Management, National Police University for Criminal Justice, Baoding 071000, China; ;2. Research Center of Drug Abuse Correctional Rehabilitation, National Police University for Criminal Justice, Baoding 071000, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research](#), [Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Modeling and Simulation for Prevention and Control of Drug Abuse and Drug-Related Crime Based on System Dynamics

Abstract

Abstract: In the existing drug abuse dynamics models, the drug users are assumed to be permanent immune to drugs after rehabilitation and the possibility of the recovery drug users being susceptible again is neglected. To solve the problem, through the system dynamics (SD) method, *the evolution process of the drug-related crowds is analyzed, and a relevant model based on the transient immunity is constructed. The trends of the drug abuse and drug-related crime are predicted by the simulation experiments, and the sensitivity analysis indicates that the rate of contact and exposure to drugs is the most sensitive factor of the prevention and control effect.* The research results show that, the situation is very severe and the systematic prevention and control strategies should be adopted. Prevention and control in advance is the most important, and the necessary correct treatments and punishment measures is the supplemented.

Keywords

drug abuse, drug-related crime, prevention and control, system dynamics

Recommended Citation

Liu Feng. Modeling and Simulation for Prevention and Control of Drug Abuse and Drug-Related Crime Based on System Dynamics[J]. Journal of System Simulation, 2020, 32(5): 866-873.

基于系统动力学的毒品违法犯罪防治建模与仿真

刘风^{1,2}

(1. 中央司法警官学院信息管理学系, 河北 保定 071000; 2. 中央司法警官学院戒毒康复研究中心, 河北 保定 071000)

摘要: 现有毒品滥用动力学模型假设吸毒者康复后对毒品拥有永久“免疫”力, 而忽视了其再次成为毒品易感者的可能性。采用系统动力学(System Dynamics, SD)方法, 分析了毒品违法犯罪人群的演化过程, 构建了基于暂时“免疫”力的毒品违法犯罪防治模型, 仿真实验预测了毒品违法犯罪趋势, 灵敏度分析表明接触涉毒率是对毒品违法犯罪最敏感的影响因素。研究表明, 毒品违法犯罪形势不容乐观, 应采取系统防治策略, 事前积极预防为主, 并辅以必要的矫治和严惩措施。

关键词: 毒品违法; 毒品犯罪; 预防治理; 系统动力学

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2020) 05-0866-08

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.18-0623

Modeling and Simulation for Prevention and Control of Drug Abuse and Drug-Related Crime Based on System Dynamics

Liu Feng^{1,2}

(1. Department of Information Management, National Police University for Criminal Justice, Baoding 071000, China;

2. Research Center of Drug Abuse Correctional Rehabilitation, National Police University for Criminal Justice, Baoding 071000, China)

Abstract: In the existing drug abuse dynamics models, the drug users are assumed to be permanent immune to drugs after rehabilitation and the possibility of the recovery drug users being susceptible again is neglected. To solve the problem, through the system dynamics (SD) method, the evolution process of the drug-related crowds is analyzed, and a relevant model based on the transient immunity is constructed. The trends of the drug abuse and drug-related crime are predicted by the simulation experiments, and the sensitivity analysis indicates that the rate of contact and exposure to drugs is the most sensitive factor of the prevention and control effect. The research results show that, the situation is very severe and the systematic prevention and control strategies should be adopted. Prevention and control in advance is the most important, and the necessary correct treatments and punishment measures is the supplemented.

Keywords: drug abuse; drug-related crime; prevention and control; system dynamics

引言

毒品违法犯罪活动对人民健康、家庭幸福和社会秩序都造成了严重危害, 尤其是毒品犯罪,

我国政府一直将其列为最严重的犯罪类型之一, 始终坚持严厉打击的基本方针, 坚决予以重点惩治。然而, 国家禁毒委员会近十年的《中国禁毒报告》公开数据显示, 从 2008-2017 年, 我国登记在册的吸毒人员数量由 112.67 万上升到 255.3 万, 增长了 1.27 倍, 年均增长率为 9.5%。同期, 全国公安机关抓获的毒品犯罪嫌疑人由 7.34 万名增加到 16.9 万名, 增长了 1.3 倍, 年均增长率也



收稿日期: 2018-09-13 修回日期: 2019-05-04;

基金项目: 国家自然科学基金(1571192);

作者简介: 刘风(1971-), 男, 湖南, 博士, 副教授, 研究方向为决策理论与方法、戒毒。

<http://www.china-simulation.com>

• 866 •

达到了 9.7%。可见,在“高压”“严打”政策之下,近十年来我国的毒品违法犯罪问题整体上仍然呈现出不断上升的趋势。

实证研究表明,毒品滥用与毒品犯罪之间存在着极强的关联性^[1-4]。毒品滥用将增加对毒品的需求,进而导致毒品加工制造、运输贩卖等犯罪活动的增多^[5-7]。反之,毒品犯罪活动又会加剧毒品滥用现象的发生^[8]。毒品滥用与毒品犯罪之间的互动性意味着从系统动态角度出发揭示毒品违法犯罪间的相互作用过程对预防治理毒品违法犯罪意义重大。

Kermac 和 McKendrick^[9]将传染病发病地区的人口划分为易感人群(Susceptible)、感染人群(Infected)和移出人群(Removed),采用常微分方程建立 SIR(Susceptible-Infected-Removed)传染病模型,刻画了各群体间的状态转移变化关系。SIR 模型假设康复者具有永久“免疫力”,但是有一些传染病,患者在治愈后可能再次被感染。Kermac 和 McKendrick^[10]根据此类传染病的传播特点又构建了 SIS 模型。在此基础上,传染病模型得到了广泛的发展和应用,例如:Liu 等^[11]建立了带有隔离(Quarantine)治疗措施的 SIQR(Susceptible-Infected-Quarantine-Removed)模型,Li 等^[12]提出了基于非线性发生率的 SIRS(Susceptible-Infected-Removed-Susceptible)模型,狄岚等^[13]基于 SIR 模型构建了媒体作用下的三分意见群体舆情传播模型,魏德志等^[14]基于博弈论和 SIRS 模型对网络舆情热点事件的传播进行了仿真研究。

毒品滥用的滋生蔓延在原理上与大多数传染病的流行传播具有高度相似性。White 和 Comiskey^[15]在 SIR 模型的基础上构建了描述海洛因吸食者流行演变的常微分方程模型。在文献[15]的基础上,通过将甲基苯丙胺使用者划分为重度和轻度两个人群,并引入康复治疗机制,文献[16]建立了一个毒品滥用的理论模型,讨论了模型的动力学性态,并利用数值模拟仿真验证了模型的有效性。

上述 2 项研究成果的取得均基于 SIR 模型,以假设康复人群对毒品拥有永久“免疫”力为前提条件,而忽略了吸毒人员经治疗康复后仍然存在再次成为毒品易感者的可能性。SIRS 模型假设接受治疗且未死亡的患者将全部治愈,不再具有传染性,这与接受治疗的吸毒人群中只有部分人员能够康复,其余人员解除隔离治疗后仍具有传染性的特点不相符合。

综上所述,针对涉毒人群的演化特点,从系统视角出发,分析毒品违法犯罪的相互作用,揭示其内在规律是十分必要的。本文借鉴 SIRS 模型所描述的流行病传播机制,假设吸毒康复人群对毒品仅具有暂时“免疫”力,并考虑部分解除隔离措施后的涉毒人员仍具有传染性的特点,分析毒品违法犯罪人群的演化过程及反馈回路,构建 SD 模型,模拟仿真不同干预策略的实施效果,为决策部门制定有效的毒品违法犯罪防治策略提供科学依据。

1 毒品违法犯罪人群的演化过程

通过分析不涉毒的个体成为毒品违法或犯罪者将经历的人生历程,可以洞察毒品违法犯罪人群的演变过程。与毒品违法犯罪人员的接触可能会导致一个不涉毒的社会成员变为轻微的毒品违法者(例如早期的吸毒人员),此时,如果能够及时悔改或是得到某种帮助(例如社区戒毒),该人或许可以重新成为不涉毒人员;但是,若此人不幸吸毒重度成瘾甚至发展为毒品犯罪者,将可能面临强制戒毒或是牢狱生涯;结束与外界隔离的生活后,如痛改前非或将远离毒品,但是也有可能回归老路;当然,在上述每个阶段,死亡都可能发生。毒品违法犯罪人群的演化过程如图 1 所示,其中每个人群都代表了毒品违法犯罪者可能经历的阶段,箭线表示每两个人群间可能的路径, b 、 c 等参数是状态转移概率,取值范围均为 $[0,1]$ 。

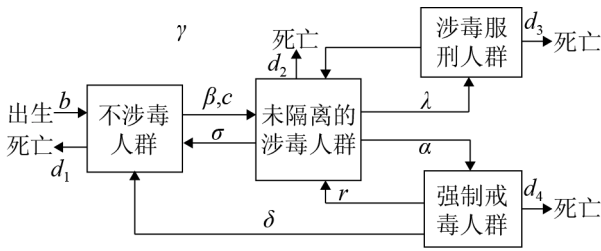


图 1 毒品违法犯罪人群的演化过程

Fig. 1 Evolution process of drug-related crowds

2 模型构建

毒品违法犯罪人群的演化过程表明, 预防和治理毒品违法犯罪是一个复杂的系统问题, 各种因素相互影响, 盘根错节。基于此演化过程, 应用 Vensim 软件描述各变量间的关系, 建立 SD 模型以用于预测毒品违法犯罪的发展趋势和模拟仿真各种防治策略的实施效果。

2.1 因果关系分析

未隔离涉毒人群的数量是评价毒品违法犯罪防治效果的重要变量, 该人群通过与不涉毒人群的接触, 会导致不涉毒人群数量的减少和自身人群数量的增加。涉毒服刑人群和强制戒毒人群数量的增加均会降低未隔离涉毒人群的数量, 而这两个人群数量的减少又会相应地增加不涉毒人群

和未隔离涉毒人群的数量。此外, 外来人口、社区戒毒、各阶段的死亡以及相应的转移概率等变量也会直接或间接导致未隔离涉毒人群数量的增减。系统中各变量之间具体的因果循环关系如图 2 所示。图 2 中未隔离涉毒人数变量的主要反馈回路如下:

- (1) 未隔离涉毒人数 → 康复人数 1 → 不涉毒常住人口 → 新增涉毒人数 → 未隔离涉毒人数;
- (2) 未隔离涉毒人数 → 新增涉毒判刑人数 → 涉毒服刑人数 → 再涉毒人数 → 未隔离涉毒人数;
- (3) 未隔离涉毒人数 → 新增强制戒毒人数 → 强制戒毒人数 → 复吸人数 → 未隔离涉毒人数;
- (4) 未隔离涉毒人数 → 新增涉毒判刑人数 → 涉毒服刑人数 → 回归人数 → 不涉毒常住人口 → 新增涉毒人数 → 未隔离涉毒人数;
- (5) 未隔离涉毒人数 → 新增强制戒毒人数 → 强制戒毒人数 → 康复人数 2 → 不涉毒常住人口 → 新增涉毒人数 → 未隔离涉毒人数。

2.2 系统流图及变量说明

系统边界定义为某地区常住人口, 根据图 2 中各变量间的因果关系和反馈回路, 构建毒品违法犯罪防治 SD 模型, 系统模型流图如图 3 所示。

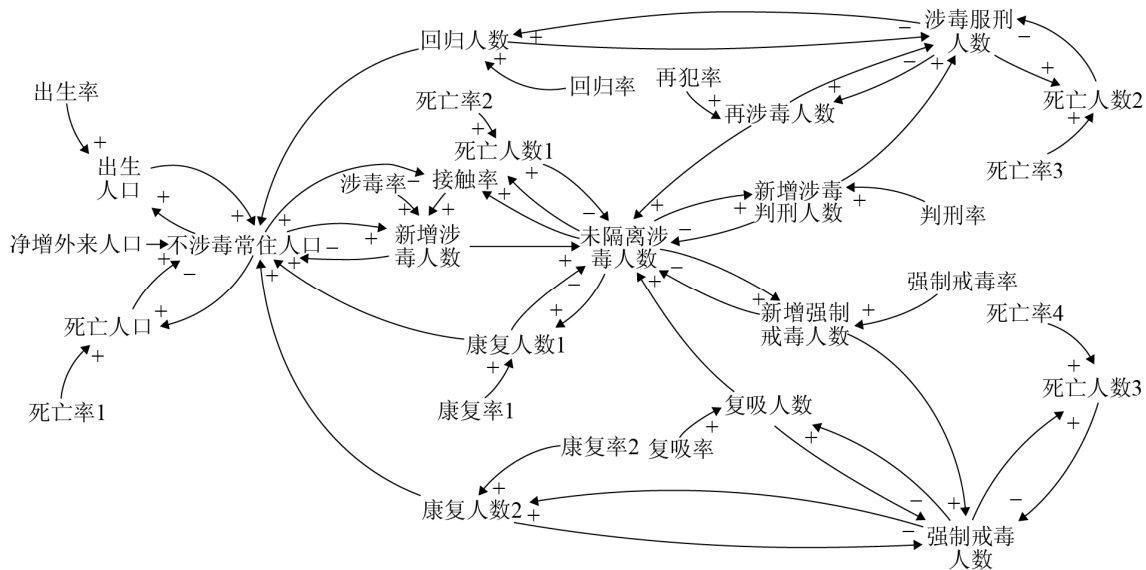


图 2 毒品违法犯罪防治因果关系图

Fig. 2 Cause-and-effect diagram of drug abuse and drug-related crime prevention and control

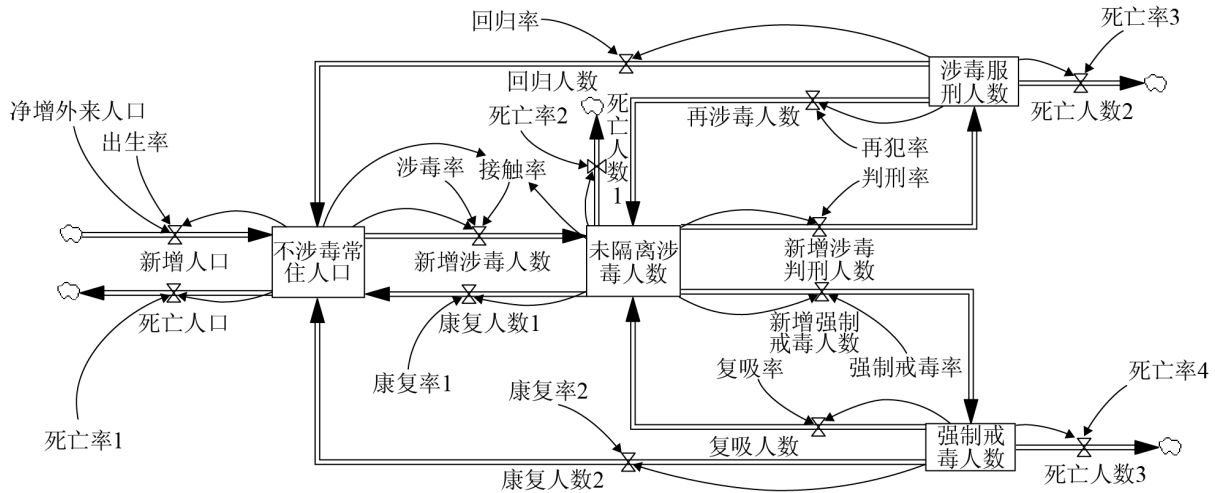


图 3 毒品违法犯罪防治系统流图

Fig. 3 System flow chart of drug abuse and drug-related crime prevention and control

模型包含 4 个状态变量、13 个速率变量和 15 个辅助变量。图 3 方框中的是状态变量，与之相连带漏斗的管状粗箭线代表速率变量，其他为辅助变量，辅助变量通过连接器(单线箭头)与状态变量或速率变量相连。状态变量受所有与之关联的速率变量影响，其变化值为当期所有流入量与当期全部流出量的差，而各速率变量的值等于通过连接器与其相连的状态变量和辅助变量的乘积。例如，状态变量未隔离涉毒人数的计算公式可表示为：未隔离涉毒人数=新增涉毒人数+再涉毒人数+复吸人数-康复人数 1-新增涉毒判刑人数-新增强制戒毒人数-死亡人数 1，其中，速率变量新增涉毒人数=不涉毒常住人口×接触率×涉毒率。各变量的具体说明见表 1。

3 模拟仿真与策略比较

各状态变量赋初始值，设置参数(辅助变量的值)，反复运行调试，将模拟数据与历史数据对比，验证模型的有效性。然后预测毒品违法犯罪的发展趋势，针对不同干预策略进行效果比较。

3.1 模型参数与趋势预测

3.1.1 参数设置

以某市 2007-2017 年常住人口、登记在册吸毒人员、监狱涉毒服刑人员和强戒所戒毒人员资料为基础，确定模型参数和初始值，详见表 2。

表 1 模型变量说明

Tab. 1 Description of model variables

变量	含义
状 1.不涉毒常住人口	目前没有涉毒的常住人口数
态 2.未隔离涉毒人数	所有未隔离的涉毒人数
变 3.涉毒服刑人数	正在服刑的涉毒人数
量 4.强制戒毒人数	正在强制戒毒的人数
1.新增人口	新出生和净增外来人口之和
2.死亡人口	不涉毒人群的死亡人数
3.新增涉毒人数	当年增加的涉毒人数
4.新增涉毒判刑人数	当年增加的涉毒判刑人数
5.新增强制戒毒人数	当年增加的强制戒毒人数
6.回归人数	刑满涉毒服刑人员改过人数
7.再涉毒人数	刑满涉毒服刑人员再犯人数
8.复吸人数	强制戒毒期满复吸的人数
9.康复人数 1	通过社区戒毒等康复的人数
10.康复人数 2	强制戒毒期满康复的人数
11.死亡人数 1	未隔离涉毒人群死亡人数
12.死亡人数 2	涉毒服刑人群的死亡人数
13.死亡人数 3	强制戒毒人群的死亡人数
1.出生率	常住人口年均出生率
2.死亡率 1	常住人口年均死亡率
3.净增外来人口	年均净增外来人口数量
4.接触率	涉毒与不涉毒人员平均接触率
5.涉毒率	接触后涉毒的平均概率
6.判刑率	年均判刑入狱率
7.强制戒毒率	年均强制戒毒率
8.再犯率	年均刑满涉毒人员再犯比例
9.回归率	年均刑满涉毒人员改过比例
10.复吸率	解除强制戒毒人员年均复吸率
11.康复率 1	社区戒毒的年均康复率
12.康复率 2	强制戒毒期满的年均康复率
13.死亡率 2	未隔离涉毒人群年均死亡率
14.死亡率 3	涉毒服刑人群的年均死亡率
15.死亡率 4	强制戒毒人群的年均死亡率

表 2 模型的初始值和参数设置
Tab. 2 Initialization and parameter settings of model

状态变量	初始值
1.不涉毒常住人口	2007 年常住人口-初始值 2、3、4
2.未隔离涉毒人数	2007 年统计数据参照吸毒人员显性/隐性比调整
3.涉毒服刑人数	2007 年历史数据
4.强制戒毒人数	2007 年历史数据
辅助变量	设置
1.出生率	2007-2017 年常住人口平均出生率
2.死亡率 1	2007-2017 年常住人口平均死亡率
3.净增外来人口	2007-2017 年平均净增外来人口
4.接触率	2007-2017 年平均未隔离涉毒人数/平均未隔离人数
5.涉毒率	估计调整
6.判刑率	参照吸毒人员显性/隐性比调整
7.强制戒毒率	参照吸毒人员显性/隐性比调整
8.再犯率	按照涉毒服刑人员平均刑期调整
9.回归率	按照涉毒服刑人员平均刑期调整
10.复吸率	按照平均强制戒毒期调整
11.康复率 1	参照吸毒人员显性/隐性比调整
12.康复率 2	按照平均强制戒毒期调整
13.死亡率 2	估计(2*死亡率 1)
14.死亡率 3	历史数据平均计算
15.死亡率 4	历史数据平均计算

由于涉毒服刑人员和强制戒毒人员与外界隔离,所以假设其不具有传染性,计算接触率时平均未隔离人数为 2007-2017 年的常住人口平均值-涉毒服刑人员平均值-强制戒毒人员平均值。涉毒率根据模型拟合效果进行估计。

3.1.2 趋势预测

表 3 对 2008-2017 年常住人口和涉毒人员的仿真数据与历史数据进行了比较,其中,常住人口的历史数据来自年度统计资料,仿真数据为模拟的不涉毒常住人口数量、未隔离涉毒人数、涉毒服刑人数和强制戒毒人数之和;涉毒人员的历史数据为登记在册吸毒人数按照吸毒人员显性/隐性比调整后与涉毒服刑人数之和,仿真数据为模拟的未隔离涉毒人数、涉毒服刑人数和强制戒毒人数之和。结果显示模型拟合效果较好,可以用于预测该市毒品违法犯罪趋势。需要说明的是,虽然涉毒人员的仿真值大多高于历史值,但是考虑到尚待判决的涉毒犯

罪嫌疑人和未被抓获的毒品犯罪人员没有包含在其历史数据中,所以个别较高的模拟值是可以接受的,模型是有效的。

表 3 2008-2017 年仿真数据与历史数据的对比
Tab. 3 Comparisons between simulation data and historical data from 2008 to 2017 /万人

年份	常住人口		误差/%	涉毒人员		误差/%
	历史	仿真		历史	仿真	
2008	1 771.0	1 714.7	-3.18	6.0	6.7	11.67
2009	1 860.0	1 754.5	-5.67	6.9	7.5	8.70
2010	1 961.9	1 794.5	-8.53	8.0	8.5	6.25
2011	2 018.6	1 834.5	-9.12	9.3	9.5	2.15
2012	2 069.3	1 874.7	-9.40	10.3	10.7	3.88
2013	2 114.8	1 914.0	-9.49	12.5	12.0	-4.00
2014	2 151.6	1 954.4	-9.17	12.9	13.4	3.88
2015	2 170.5	1 995.1	-8.08	15.9	15.1	-5.03
2016	2 172.9	2 035.9	-6.30	17.0	16.9	-0.59
2017	2 170.7	2 076.0	-4.36	18.5	19.0	2.70

预测结果如图 4 所示。2018-2025 年间,该市毒品违法犯罪人数呈指数增长,如果按此速度发展,不及时采取有效措施,到 2025 年末,与 2017 年相比毒品违法犯罪人数的增长将超过 1.5 倍,进而会引发更多的社会问题。同时,由于涉毒违法犯罪人员的大量增加,监狱和强制戒毒部门也将不堪重负,形势十分严峻。

3.2 策略干预

以未隔离涉毒人数为核心变量,考虑可能的干预策略,调整模型中相关参数,比较干预策略效果。

3.2.1 策略 1: 提高判刑率

将模型中判刑率变量的参数值提高 50%,对比参数调整前后的模拟结果。如图 5 所示,判刑率提高 50%,未隔离涉毒人群和强制戒毒人群的数量都有比较明显的下降,但涉毒服刑人群的数量将会大幅上升。考虑到目前该市检查机关涉毒案件的起诉率和法院受理涉毒案件的结案率均已很高,提升空间不大,因此判刑率的提高主要依赖于公安、边防和海关等部门破获毒品案件的能力,与此同时,对监狱部门的承受能力也提出了极大的考验。

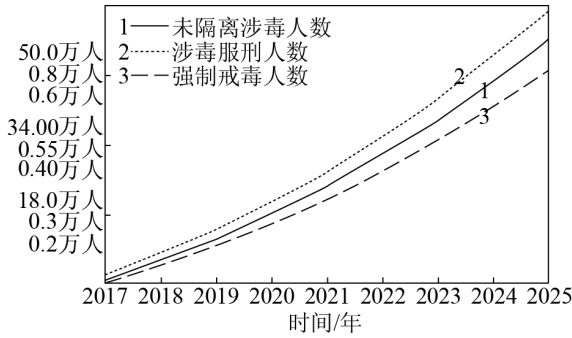


图 4 仿真预测结果

Fig. 4 Simulation forecast results

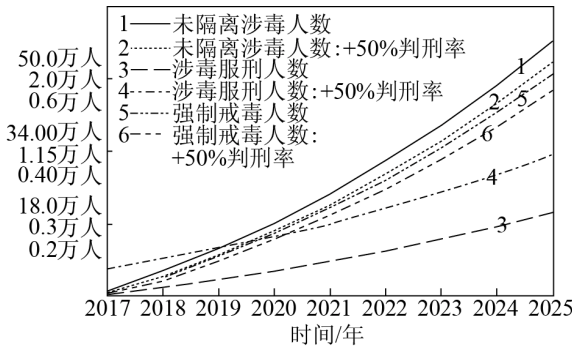


图 5 判刑率影响的仿真结果

Fig. 5 Simulation results for influence of sentencing rate

3.2.2 策略 2: 提高强制戒毒率

类似于干预策略 1, 将模型中强制戒毒率变量的参数值提高 50%, 对比参数调整前后的模拟结果。如图 6 所示, 虽然强制戒毒率提高 50% 导致未隔离涉毒人群和涉毒服刑人群的数量也出现了比较明显的下降, 但强制戒毒人群的数量会大幅上升。因此该策略的实施前提是要考虑强制戒毒部门的承受能力。

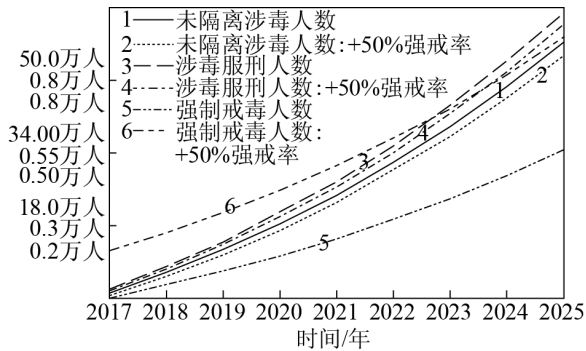


图 6 强制戒毒率影响的仿真结果

Fig. 6 Simulation results for influence of compulsory drug treatment rate

3.2.3 策略 3: 降低接触涉毒率

将不涉毒常住人口与涉毒人员的接触概率或涉毒概率降低 10%, 对比参数调整前后的模拟结果, 效果十分显著。如图 7~8 所示, 接触率或涉毒率分别降低 10%, 未隔离涉毒人群、涉毒服刑人群和强制戒毒人群的数量都出现了非常明显的大幅下降。

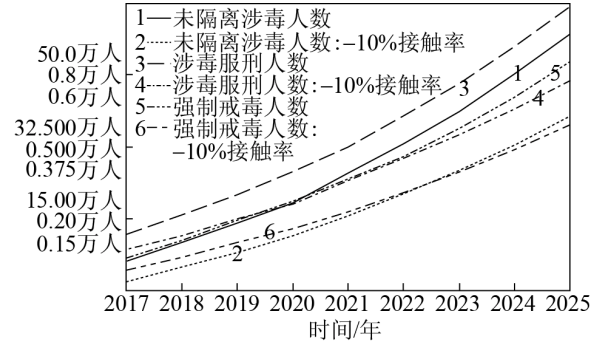


图 7 接触率影响的仿真结果

Fig. 7 Simulation results for influence of contact rate

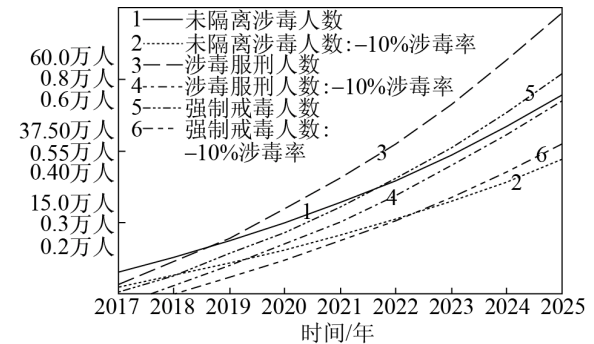


图 8 涉毒率影响的仿真结果

Fig. 8 Simulation results for influence of drug-related rate

进一步考虑同时降低接触率和涉毒率, 模拟其组合干预效果, 如图 9 所示, 将接触率和涉毒率同时降低 10%, 这相当于接触涉毒率下降了近两成, 此时, 未隔离涉毒人群、涉毒服刑人群和强制戒毒人群数量的增长变得相当缓慢, 其快速上升的趋势得到基本遏制。与策略 1 和策略 2 相比, 策略 3 的实施不仅不会受到监狱和强制戒毒部门承受能力的约束, 反而会相应缓解其所面临的巨大压力。综合考虑策略实施的效果和可操作性, 策略 3 优于策略 1 和策略 2。

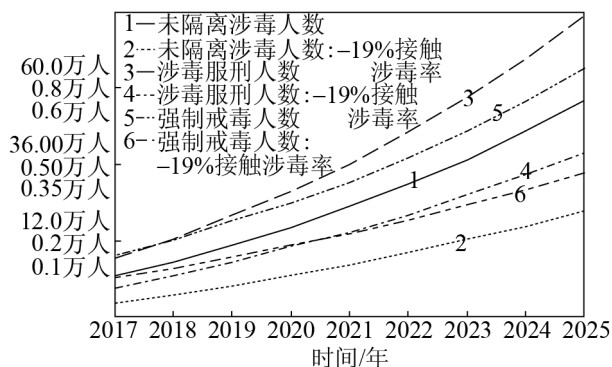


图 9 接触涉毒率影响的仿真结果
Fig. 9 Simulation results for influence of contact and drug-related rate

3.2.4 策略 4: 提高康复率 1

通过加强社区戒毒等措施,可以使模型中康复率 1 得到提高。将康复率 1 的参数值调增 10%,对比参数调整前后的模拟结果。如图 10 所示,康复率 1 调增 10%,未隔离涉毒人群、涉毒服刑人群和强制戒毒人群的数量也都出现了比较明显的下降,但是效果不如降低接触率或涉毒率显著。不过与策略 1 和策略 2 相比,提高康复率 1 同样不会受到监狱和强制戒毒部门承受能力的约束,同时对这两个部门所面临的压力也会起到相应缓解作用。

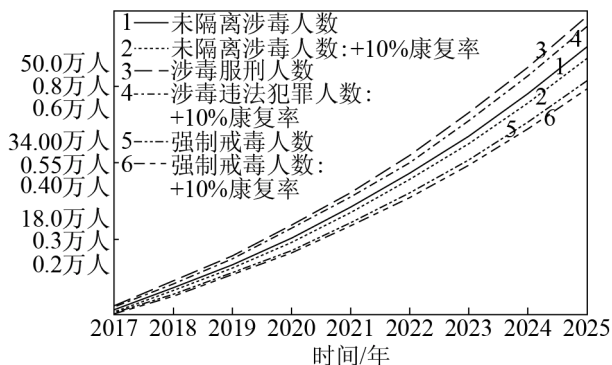


图 10 康复率 1 影响的仿真结果
Fig. 10 Simulation results for influence of rehabilitation rate 1

此外,针对刑满涉毒服刑人员的再犯率和解除强制戒毒人员的复吸率进行灵敏度分析,结果令人略感意外。分别将再犯率和复吸率的参数值调减 50%,对比参数调整前后的模拟数据,效果并不明显,未隔离涉毒人群、涉毒服刑人群和强

制戒毒人群的数量基本没有变化。分析其原因,可能是相对于未隔离涉毒人群,目前涉毒服刑人群和强制戒毒人群所占比例太小造成的。这从另一侧面表明相对于目前的统计数据,实际潜在涉毒违法犯罪人群的规模要大得多,预防和治理毒品违法犯罪任重道远。

4 结论

过去 10 年,我国毒品违法犯罪形势不容乐观。通过应用 SD 方法对毒品违法犯罪问题进行动态仿真研究,得到以下结论:

- (1) 按照目前发展速度,到 2025 年末,毒品违法犯罪形势将进一步恶化,进而引发一系列社会问题,急需采取有效措施进行预防和治理;
- (2) 接触涉毒率是对毒品违法犯罪问题影响最大,最为敏感的因素,因而加大宣传力度,让更多的人认识到毒品的严重危害,主动远离毒品,做好事前预防是治理毒品违法犯罪最有效可行的手段;
- (3) 改善社区戒毒效果,采取多种形式帮助更多早期吸毒者戒断毒瘾,有益于降低涉毒违法人群数量,减轻毒品违法犯罪带来的社会负担;
- (4) 严厉打击毒品犯罪行为,加强强制戒毒措施,是治理毒品违法犯罪问题的必要手段。但是相对于目前实际潜在的涉毒违法犯罪人群规模,司法机关面临着短时期内难以消除的自身能力约束。

预防和治理毒品违法犯罪是一个社会系统问题,从根本上扭转目前毒品违法犯罪的严峻态势,需要全社会各个部门参与配合,相互协作,事前积极预防为主,同时辅以各种必要的矫正治疗、惩治打击措施。

参考文献:

[1] Martinez R, Rosenfeld R, Mares D. Social disorganization, drug market activity, and neighborhood violent crime[J]. Urban Aff Rev Thousand Oaks Calif (S1078-0874), 2008, 43: 846-874.
[2] Phillips J A, Nixon S J, Phillips M, et al. A comparison of

- substance use between female inmates and female substance misusers in treatment[J]. *Alcohol* (S0741-8329), 2000, 35: 60-65.
- [3] Lundholm L, Haggard U, Moller J, et al. The triggering effect of alcohol and illicit drugs on violent crime in a remand prison population: a case crossover study[J]. *Drug Alcohol Depend* (S0376-8716), 2013, 129: 110-115.
- [4] Boles M S, Miotto K. Substance abuse and violence: a review of the literature[J]. *Aggress Violent Behavior* (S1359-1789), 2003(8): 155-174.
- [5] Fergusson D M, Horwood L J. Alcohol abuse and crime: a fixed-effects regression analysis[J]. *Addiction* (S1360-0443), 2000, 95: 1525-1536.
- [6] Fergusson D M, Swain-Campbell N R, Horwood L J. Deviant peer affiliations, crime and substance use: a fixed effects regression analysis[J]. *J Abnorm Child Psychol* (S0091-0627), 2002, 30: 419-430.
- [7] Slade E P, Stuart E A, Salkever D S, et al. Impacts of age of onset of substance use disorders on risk of adult incarceration among disadvantaged urban youth: a propensity score matching approach[J]. *Drug Alcohol Depend* (S0376-8716), 2008, 95: 1-13.
- [8] Hammersley R. Drug addiction and crime[J]. *Br J Addict* (S1360-0443), 1988, 83: 445-446.
- [9] Kermack W O, McKendrick A G. Contribution to the mathematical theory of pandemics[J]. *Proceedings of the Royal Society of London, Series A* (S1364-5021), 1927, 115: 700-721.
- [10] Kermack W O, McKendrick A G. Contributions to the mathematical theory of epidemics II [J]. *Proceedings of the Royal Society of London, Series A* (S1364-5021), 1932, 138: 55-83.
- [11] Liu Q, Jiang D Q, Shi N Z. Threshold behavior in a stochastic SIQR epidemic model with standard incidence and regime switching[J]. *Applied Mathematics and Computation* (S0096-3003), 2018, 316: 310-325.
- [12] Li T, Zhang F, Liu H, et al. Threshold dynamics of an SIRS model with nonlinear incidence rate and transfer from infectious to susceptible[J]. *Applied Mathematics Letters* (S0893-9659), 2017, 70: 52-57.
- [13] 狄岚, 顾雨迪. 媒体干预下三分意见群体网络舆情传播模型[J]. *系统仿真学报*, 2018, 30(8): 2958-2965.
- Di Lan, Gu Yudi. Internet Public Opinion Dissemination Model with Triple Opinion Group under Media Intervention[J]. *Journal of System Simulation*, 2018, 30(8): 2958-2965.
- [14] 魏德志, 陈福集, 林丽娜. 基于博弈论和 SIRS 的热点事件传播仿真研究[J]. *系统仿真学报*, 2018, 30(6): 2050-2057.
- Wei Dezhi, Chen Fuji, Lin Li'na. Simulation of Hot Event Propagation Based on Game Theory and SIRS[J]. *Journal of System Simulation*, 2018, 30(6): 2050-2057.
- [15] White E, Comiskey C. Heroin epidemics, treatment and ODE modeling[J]. *Mathematical Biosciences* (S0025-5564), 2007, 208: 312-324.
- [16] Nyabadza F, Hove-Musekwa S D. From heroin epidemics to methamphetamine epidemics: Modelling substance abuse in a South African province[J]. *Mathematical Biosciences* (S0025-5564), 2010, 225: 132-140.