

# 数学建模在监狱安全风险防控的应用探究

——以多源数据与逻辑回归模型的个体极端行为风险预警为例

陈丽仪

(广东司法警官职业学院,广东广州 510000)

**[摘要]**随着智慧监狱建设的推进,传统化的监狱安全管理模式已无法满足应对复杂多变的风险因素的需求。描述现实对象数量规律的数学表达式、图形或者算法,是一种理想化、抽象化的方法——数学建模,是数学解决实际问题的一种常用的典型方法。本文通过阐述监狱安全风险分类和数学建模的可行性分析,利用数学建模结合多源数据与逻辑回归模型对个体极端行为进行风险预警并探讨其成效,为构建智慧监狱安全防控体系提供理论基础与实践路径。

**[关键词]**数学建模;监狱安全;风险防控;逻辑回归模型

**[作者简介]**陈丽仪(1980—),女,广东广州人,广东司法警官职业学院讲师,教育硕士,研究方向:数学教育、计算机职业教育。

**[基金项目]**本文系广东司法警官职业学院第六届院级研究课题“身边的犯罪预防:概率论视角下的‘刷单返利’骗局心理机制分析研究”(项目编号:2026YBZC08)。

**[DOI]** <https://doi.org/10.62662/llyj0203017>

**[中图分类号]** D926.7

**[本刊网址]** [www.oacj.net](http://www.oacj.net)

**[投稿邮箱]** [llyj2025@163.com](mailto:llyj2025@163.com)

监狱是对罪犯进行刑罚执行、思想教育、劳动改造,促使罪犯重新投入到正常社会中生活的主要场所。在监狱管理日趋规范化的前提下,监狱安全风险呈现增大的趋势,又因监狱存在服刑人员复杂多样、危害性大、密集程度高等特点,如果对监狱安全风险防范不力,必定对社会和国家造成不可估计的安全威胁。监狱安全是一切稳定的重要保障,其安全风险不容忽视。

## 一、监狱安全风险分类

目前,国内外政治和经济形势紧张多变,监狱安全也越来越复杂,归纳监狱安全风险基本包括以下十大类。

第一,监管安全风险。罪犯在监狱内发生打架、斗殴、暴力、劫持人质等群体重大事件,是最为常见的监狱安全风险。

第二,生命健康风险。罪犯出现抑郁、焦虑、恐慌等心理倾向,引发自杀、自伤、自残等行为,这些不安全、不稳定、不确定的潜在因素无疑是监狱安全风险的重大威胁。

第三,狱侦安全风险。个别罪犯在服刑期间为

了达到非法目的千方百计对民警进行贿赂、利诱、要挟等行为,以及对其他罪犯进行威逼、恐吓、殴打等行为皆构成再犯罪的风险。

第四,监狱监区设施安全风险。监狱设置在围墙电网内,设施承载着安全责任防线,设施是否牢固、是否完好,区域管控强度是否合理,是否具有安全漏洞,都是监狱安全的第一防线。

第五,安全责任风险。监狱民警在实际岗位上警力配置得不合理、不科学,以及规章制度没有严格遵守,管理制度没有严格执行,信息没有第一时间互联互通……种种情况都可能引发重大责任事故。

第六,队伍廉政安全风险。监狱民警拥有罪犯的提请权、处遇权,会面临各种被腐蚀的廉政安全风险。

第七,生产消防安全风险。监狱生产是监狱劳动改造罪犯的主要载体,其主要以轻型机械作业的劳务工业为主,罪犯呈密集型分布,一旦发生生产或消防安全事故,轻则伤残,重则死亡。安全风险不可忽视,生产消防安全责任重于泰山。

第八,公共卫生安全风险。人类经常会面临一

些不同的传染病,像新冠、流感、乙肝等,监狱虽具有高墙电网与社会分隔,但是也不能做到“真空”,监狱罪犯人员密集,不易疏散,一旦发生传染性高的疫情,监狱一定会成为重灾区,公共卫生安全不容忽视。

第九,自然灾害安全风险。偶然发生的自然灾害,如暴风雨、山体滑坡、泥石流、火灾、地震等不可抗力出现的环境风险,虽然发生的概率不高,但是一旦发生将会直接影响监狱民警和罪犯的人身安全。

第十,网络安全风险。随着监狱信息化工作的推进,监狱容易成为“黑客”和敌对势力的攻击之地,因此,防范化解网络安全风险对监狱工作十分重要。

## 二、数学建模的可行性分析

(一)当前监狱安全风险防控存在的问题及应对之策

在多重监狱安全风险并存下,当前监狱安全风险防控存在诸多问题和明显不足。

第一,忧患意识需进一步增强。由于某些监狱长时间实现无罪犯脱逃、斗殴等恶性群体事件,无重大公共疫情,无重大安全生产事故,一些监狱民警便以为监狱是个铜墙铁壁的安全岛,缺乏应有的风险忧患意识,导致一旦发生安全险情往往不知所措,难以应对。

第二,思想认知需进一步提升。以老方法、旧经验为主的传统监狱安全管理模式,依赖规范制度、民警监控和巡查、“耳目”监视监听和汇报、物理隔离等一系列单一的人工管理方式,虽取得一定的成效,但面对罪犯人员结构日渐复杂、风险因素越发隐蔽、突发事件动态多变、管理机制持续落后,监狱安全风险防控处于长期被动的状态。

第三,工作机制需进一步制定。现代监狱管理产生不同程度的系统协同弱化、数据严重碎片化、响应滞后常态化、预警明显不足等弊病,难以精准识别安全风险,进而影响研判和评估,导致没有及时向上级汇报并决策部署的科学性,一旦突发安全事件,必然会错过黄金处理时间。

第四,基础设施需进一步改善。智慧监狱应运而生,但个别地处落后省份的监狱,由于受财力投入有限等因素的制约,监狱基础设施尚且陈旧落后,规范化建设水平不高,信息化、智能化滞后,还处于只靠人力管理的阶段,安全风险防范能力严重不足,难以满足现代监狱管理需求。

如何实现从落后的“被动处置”到先进的“主动

防范”的转型,已经成为构建智慧监狱研究的重要课题。

### (二)数学建模的可行性分析

为实现对监狱的个体行为风险、系统安全态势的精准评估与预测,现代系统分析数据的先进工具——数学建模,可以对多源数据进行量化处理和模型构建,从而有效提升防控的预见性与针对性。

第一,技术层面。在推进智慧监狱的建设中,一卡通、门禁、对讲设备是基础硬件,为数学建模提供了质优、可靠、非侵入性的数据源,在众多关于智慧监狱的研究论文和试点案例中,可以为数据建模系统的建立起到有力技术支撑的作用。

第二,经济层面。视不同时期的不同,投入成本有所不同,但是边际收益却是极高的。倘若监狱发生一次重大安全事故,如脱逃、暴狱等恶性事件,随之而来的是搜捕、舆情、研判等一系列的输出,所产生的人力物力等经济付出远超过建模系统整个周期的投入。

第三,操作层面。建模研究不必在全部监狱大量囚犯中开展,可以从某些监狱中挑选50个囚犯,所负责的监狱民警对这50个囚犯进行精准深度的研判。

综上所述,数学建模在监狱安全风险防控中的实施不单单是行得通,并且是从“被动”向“主动”、从“善后”到“预防”的必然事件。

### 三、基于数学建模的个体风险评估与预警

#### (一)实现“一人一策”的精准管理与干预方案

监狱安全风险并非单一、静态、不变的,它存在诸多不固定的因素。它由多个安全风险维度组成,是复杂、动态、可变的。这些因素(即变量)随着时间变化会产生交互作用,共同决定系统整体风险水平。

以生命健康风险中个体极端行为为例,资料显示,某省某监狱一年中发生数十起罪犯自伤、自残、自杀案件,无独有偶,又某监狱一年期间平均每月约有1起同类案件发生,其他监狱也曾发生为数不少的罪犯自伤、自残、自杀案件。此类案件发生的后果轻则小伤,重则残废,甚至死亡,这无疑对监狱管理安全造成了极大的威胁。目前,在全国各省各监狱出现的个体极端行为中,罪犯自伤、自残、自杀案件是人员安全风险中最常见的案例。但是往往这类案件的发生是防不胜防的,不可能杜绝的。建议采取以“心理疏导+实时防控”的“一人一策”的精

准管理与干预方案,对所有罪犯实行心理评估、日常行为、消费记录、社会关系、改造表现等综合数据采集及数据分析,在罪犯出现个体极端行为的小火苗之前扼杀,以便做到防患于未然。

## (二) 构建量化评估指标体系

服刑人员在自伤、自残、自杀作案前大多数会有不同程度的前兆行为发生,如食欲不振、精神颓废、消极劳动、不服管教、常与其他罪犯发生争执矛盾等危机征兆。监狱管教民警在罪犯劳动生产后若未对其进行全面检查和监督,出现私藏、不上交的物品,如木块、金属、钉子、布绳等,甚至还有剪

刀、刀片等都会让罪犯有可乘之机。在监狱应对危机处理的管理机制尚未完善的情况下,工作经验成为民警处理罪犯此类自伤、自残、自杀等安全危机的主要依据。人是肉体凡胎,大脑运算不是每次都精准无误,监狱安全风险如果不能根据相关科学理论对狱情进行分析研判,并得出合理可靠的结论,处理不及时及失误等严重情况将会频繁出现。

1. 假设某监狱通过历史案例的分析,确定心理评估、狱内行为、改造表现、社会关系四个维度七个核心观测指标,并为每个指标赋予风险分值,如下表1:

表1 指标赋予观测值和风险分值

风险维度	观测指标	数据来源	风险分值
心理评估	近期心理量表抑郁分值	心理评估系统	>70分,2分;50~70分,1分;<50分,0分
	一周内申请心理咨询次数	教育改造系统	>=3次,2分;1~2次,1分;0次,0分
狱内行为	一周内严重违纪记录次数	狱政管理系统	>=1次,2分;0次,0分
	近一周内与他犯冲突次数	民警日志/监控	>=2次,2分;1次,1分;0次,0分
改造表现	劳动任务完成率	生产管理系统	比上月减少>50%,2分;反之,0分
	近一周内违反生产管理规定次数	狱政管理系统	>=1次,2分;0次,0分
社会关系	近一周与家人会见/通讯	会见管理/通讯系统	是,2分;否,0分

2. 假设对某监狱罪犯丙的观测数据如下:

(1) 心理抑郁分值:60分——风险分1分

(2) 一周内心理咨询次数:1次——风险分1分

(3) 一周内严重违规:0次——风险分0分

(4) 一周内与他犯冲突:1次——风险分1分

(5) 劳动任务完成率减少:是——风险分2分

(6) 一周内是否违反生产管理规定:1次——风险分2分

(7) 一周内无家人联系:是——风险分2分

所以,罪犯丙初步风险总分合计:1+1+0+1+2+2+2=9分。

(三) 逻辑回归及其学习模型在自伤、自残、自杀风险预测中的应用

利用逻辑回归模型,公式为:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7)}}$$

[注]  $P$ : 预测的风险概率(0~1之间);

$b_0$ : 模型截距(场数项),代表基础风险;

$b_1 \cdots b_7$ : 分别是上述7个指标的回归系数(可理解为权重),需要通过历史数据训练得到;

$X_1 \cdots X_7$ : 分别是上述7个指标的实际赋值(即风险分)。

假设通过历史数据训练,确定模型系数:

$b_0 = -4.0$ (基础风险较低);

各指标系数  $b_i$  分别为:

$[0.5, 0.8, 1.2; 0.7; 1.0; 0.4; 0.5]$ ;

服刑人员A的各项指标值  $X_i$  分别为:

$[1, 1, 0, 1, 2, 2, 2]$ ;

计算其风险总分(加权和):

风险总分  $S = 0.5 \times 1 + 0.8 \times 1 + 1.2 \times 0 + 0.7 \times 1 + 1.0 \times 2 + 0.4 \times 2 + 0.5 \times 2 = 5.8$ ;

代入逻辑回归公式计算概率:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(-4.0+5.8)}} = \frac{1}{1 + e^{-1.8}} \approx 0.858$$

通过逻辑回归公式发现,模型预测罪犯丙在近期发生自伤、自残、自杀行为的风险概率高达85.8%,属于极高风险等级,需要立即干预。根据概率  $P$ ,可以划分风险等级并触发相应预案,如下表2:

表2 风险等级及相应预案

风险概率 $P$	风险等级	预警颜色	相应预案
$P \geq 0.7$	极高风险	红色	立即安排心理危机干预;调整为“重点管控”对象,加强贴身监视;通知家属介入关怀;责任民警每日3次当面汇报
$0.4 \leq P < 0.7$	高风险	橙色	48小时内安排心理咨询;调整岗位至更加安全的环境;民警每日2次谈话
$0.1 \leq P < 0.4$	关注对象	黄色	增加一周一次的心理关怀谈话;纳入周度动态评估列表
$P < 0.1$	正常	绿色	常规管理

综上所述,提出实现“一人一策”的精准管理与干预的方案,量化评估指标体系(心理评估、狱内行为、改造表现、社会关系),以及通过历史案例的分析,利用现代科学方法确定七个核心预警指标,并利用数学建模为每个指标赋予观测值和风险分值提供了具有现实可行性的相应预案,有效地对监狱安全风险起到一定预警作用。

#### 四、结论

本文利用数学建模对监狱安全风险进行个体风险评估、系统安全态势评估及资源优化配置,并以多源数据与逻辑回归模型的个体极端行为风险预警为例探讨了其成效与挑战,以期构建数理科学的现代监狱安全防控体系提供理论基础与实践路径。所以,建立一个以数学建模为核心的系统分析工具对监狱安全风险实现实时监测至关重要,以提升监狱安全管理的科学性与前瞻性。数学模型的应用为其提供科学工具与量化支撑,最终实现“数据驱动决策、系统赋能安全”的智慧监狱治理

新格局。

#### 参考文献:

- [1]朱广然. H 监狱罪犯自伤自残自杀危机预警管理研究[D]. 苏州:苏州大学,2020.
- [2]刘晶晶. 高度戒备监狱老病残罪犯安全隐患风险防控机制优化研究——以贵州省 W 监狱为例[D]. 贵阳:贵州大学,2022.
- [3]胡凌赫,李晨阳,孙群丽. 基于物联网的智慧监狱安全监控系统设计[J]. 电脑知识与技术,2025,21(33):63-65.
- [4]黎海霞. 基于知识图谱的监狱多维度数据融合研究[J]. 计算机时代,2025(11):106-112.
- [5]张克彪. 监狱防范化解安全稳定风险之思考[J]. 犯罪与改造研究,2023(5):62-68.
- [6]叶建森. 监狱监管安全现状与改进[J]. 犯罪与改造研究,2025(6):63-68.
- [7]张波. 人工智能技术在监狱工作中应用前景探索[J]. 犯罪与改造研究,2025(8):62-71.

## Exploration of Mathematical Modeling Applications in Prison Safety Risk Prevention and Control —Taking the Early Warning of Individual Extreme Behavior Risk Using Multi-source Data and Logistic Regression Models as an Example

CHEN Li-yi

(Guangdong Vocational University of Judicial Police, Guangzhou Guangdong 510000, China)

**Abstract:** With the advancement of smart prison construction, the traditional prison security management model can no longer meet the needs of dealing with complex and changing risk factors. The mathematical expression, graph, or algorithm that describes the regularity of the number of real objects is an idealized and abstract method—mathematical modeling, which is a commonly used typical method for solving practical problems in mathematics. This paper elaborates on the classification of prison security risks and the feasibility analysis of mathematical modeling, in order to use mathematical modeling combined with multi-source data and logistic regression models to warn individuals of extreme behavior risks and explore their effectiveness, providing a theoretical basis and practical path for building a smart prison security prevention and control system.

**Key words:** mathematical modeling; prison safety; risk prevention and control; logistic regression model