

DOI:10.20035/j.issn.1671-2668.2024.05.006

引用格式:王晓玉,李璇,寿任祯,等.国省道无信号控制交叉口安全性评价方法研究[J].公路与汽运,2024,40(5):37-42+48.

Citation:WANG Xiaoyu,LI Xuan,SHOU Renzhen,et al.Research on safety evaluation method for non-signal controlled intersection along national and provincial highway[J].Highways & Automotive Applications,2024,40(5):37-42+48.

国省道无信号控制交叉口安全性评价方法研究

王晓玉¹,李璇²,寿任祯²,彭伟宸¹

(1.山东省交通规划设计院集团有限公司,山东 济南 250101;2.公安部交通管理科学研究所,江苏 无锡 214151)

摘要:针对目前无信号控制交叉口安全性分级方法研究较少、既有理论在决策若干交叉口改造次序时存在局限等问题,完善当前无信号控制交叉口综合评价体系,重点解决国省道沿线无信号控制交叉口改造数量多与资金有限的突出矛盾。为提高各影响因素与交叉口安全性的直接相关性,选取显见违法发生率、交通冲突率、几何设计指标、交通安全设施条件作为评价指标构建综合评价体系,并基于熵权法建立交叉口安全性分级模型;以某国道沿线 12 处无信号控制平面交叉口为研究对象,依据安全风险综合评价值将交叉口分为三类;最后采用专家打分法验证该分级模型的有效性。

关键词:交通安全;无信号控制交叉口;安全性综合评价;国道;省道;熵权法;专家打分法

中图分类号:U491.23

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2024)05-0037-06

与高速公路相比,普通国省道具有交通组成复杂、机非混行严重、路侧开口密集、安全设施欠缺、管理手段落后等特点,其兼顾服务过境车流和本地出行,交通压力大、安全风险高。国省道沿线平面交叉口是交通冲突聚集点之一,事故相对多发易发。究其原因,一是主路(国省道)车流量大、车速快;二是被交公路(通常为农村公路)基础条件薄弱,安全设施不足,安全隐患较大。从广东、浙江、山东等地调研情况来看,主要矛盾在于普通国省道沿线无信号控制交叉口隐患突出、待改造数量多,但由于改造计划和改造资金限制,每年被列入改造项目的交叉口数量有限。开展普通国省道沿线无信号控制交叉口综合安全水平评价或分级方法研究,可指导各地各级公安交管部门、交通运输部门确定交叉口改造治理顺序,为科学合理安排改造资金提供依据。

1 平面交叉口安全性分级研究现状

关于公路平面交叉口安全性分级方法的研究较多,分析国内外相关成果,主要有三类:

(1) 基于绝对事故数和百万车事故率等事故指标或根据交叉口交通量建立事故数预测模型,评价交叉口安全性^[1-3]。该方法说服力强,评价精度较高。但由于交叉口事故数量较少,当样本量不足时,该方法存在局限性。另外,由于部分事故是由驾驶

人操作不当、突发疾病及车辆故障等引发,该方法将全部事故纳入评估范围,会降低交叉口安全评价可靠性。

(2) 基于交通冲突数、交通冲突率(交通冲突数与混合当量交通量的比值)的交叉口安全性分级方法。伍雄斌等考虑交通参与者的不同类型,赋予机-机、机-非、机-人、非-人等冲突不同权重,计算交叉口综合交通冲突率,评价其安全水平^[4]。项乔君等通过观测界定一般冲突和严重冲突的划分标准,选择高峰、平峰、低峰 3 个时段的一般冲突率、严重冲突率共 6 个指标综合评价交叉口安全状况^[5]。陆键基于交叉口各类交通方式之间冲突的潜在危险度,根据道路几何特征、标志标线、路面状况和照明条件等次要影响因素对危险度进行修正,计算修正危险度评价交叉口安全性^[6]。周娇基于交叉口各类冲突点数量与车流在该点发生冲突的概率的乘积加权求和,建立交叉口复杂度模型区分交叉口安全性^[7]。Suwanto F.等利用事故时间值区分严重冲突和轻微冲突,以此评价交叉口安全性^[8]。Essa M.等选择交通量、信号周期排队率、后退冲击波波速、最大排队长度、碰撞时间(Time-to-Collision, TTC)等指标建立综合模型对信号交叉口的安全性进行评价分级^[9]。余培恒选择与交叉口冲突高度相关的交叉口交通流数据作为评价无信号控制交叉口交通安全的

指标^[10]。由于交通冲突出现的概率大小、冲突发生严重程度与交叉口发生事故具有强相关,基于该类指标的分级方法具有可靠性。但目前的冲突分类大多只区分不同交通方式之间的冲突,不区分每类交通方式的每路交通流之间的冲突(如分析机-机冲突时,对每个流向机动车道的冲突不做区分),冲突分析的精细化水平有待提升。

(3) 基于多指标评价交叉口的安全性并根据综合评价指标对交叉口进行分级。Vorko-Jović A.等从交通参与者、道路、环境、信号灯设计、交通管理等方面综合评估平面交叉口的安全性^[11]。田毕江等选取线形指标、视距、转弯设计、附加车道、交通标志标线 5 个指标,采用专家打分法确定指标权重,基于模糊评价法综合评价交叉口安全性^[12]。牛志鹏等从道路条件、交通环境、安全管理三方面构建评价指标体系,选取冲突点面密度、视距、交通量、综合冲突率、标志标线、监控设施 6 个指标,采用层次分析法综合评价交叉口的安全性^[13]。任一玮等建立了涵盖交通特性、山区农村道路条件、交通安全设施及九大特征的山区农村公路无信号交叉口安全风险评估模型^[14]。龙杰从人员风险、车辆风险、道路风险、交通环境风险四方面识别信号控制交叉口的交通安全风险来源^[15]。

基于已有研究成果和近期调研情况,本文以某国省道沿线无信号控制交叉口为研究对象,以科学性、综合性、可行性、可比性为原则选取评价指标,建立多指标综合评价模型,提出交叉口安全性分级方法,以完善公路平面交叉口综合评价理论体系,并为规划、决议交叉口隐患治理顺序提供参考。

2 交叉口安全性评价指标体系

影响或表征无信号控制交叉口安全性的因素较多,本文从安全性结果导向、车辆碰撞风险大小、交叉口安全性设计三方面,选取显见违法发生率、交通冲突率、几何设计指标、交通安全设施条件 4 个指标建立交叉口安全性综合评价体系。

2.1 显见违法发生率

显见违法量是直接表征交叉口通行秩序和事故风险的指标。采用现场观测的方式,统计主路(普通国省道)机动车未按规定避让车辆或行人、明显超速、支路车辆未减速或停车让行等三类显见违法行为数量。违法发生率是单位时间内三类违法行为数量与交叉口混合当量交通量的比值。将观测时间内

各种机动车和非机动车交通量按一定折算系数换算成标准交通量,得到混合当量交通量,各代表车型及非机动车的折算系数见表 1^[16-18]。

表 1 各车型及非机动车的折算系数

代表车型及行人	折算系数	代表车型及行人	折算系数
小客车	1.0	三轮汽车	1.0
中型车	1.5	摩托车	0.5
大型车	2.5	电动自行车	0.2
四轮农用车	1.0	行人	0.1

2.2 交通冲突率

交叉口不同方向的机动车、非机动车、行人均不采取减速或让行措施,保持既定的速度和方向行驶时产生碰撞,该情景视为一次冲突。现有研究常以交叉口时均交通冲突数与混合当量交通量的比值作为评价指标,本文沿用该指标,在观测时间内分别统计机-机、机-非、机-人三类交通冲突数。由于每次潜在碰撞冲突都有造成人员伤害的可能,从冲突可能导致的结果来看,三类冲突的伤害程度相同,故其权重相同。

2.3 几何设计指标

选取交叉角度、支路纵坡度、通视三角区视距作为评价平面交叉口几何设计的指标,每个指标划分为 4 个等级,每个等级赋予特定的风险值(1~10),风险值越大,交叉口安全水平越低。本文旨在对一组平面交叉口进行安全性分级排序,风险值 F 具有差异性即可满足需求,根据工程经验对 3 个指标的各级风险值 F 主观赋值。

2.3.1 交叉角度

平面交叉角度宜为直角,必须斜交时,应不小于 70° ,受地形等条件限制时交叉角度应大于 45° ^[19]。交叉口交叉角度评价等级见表 2。

表 2 平面交叉口交叉角度评价等级

交叉角度/ $^\circ$	等级	风险值 F_{31}	交叉角度/ $^\circ$	等级	风险值 F_{31}
>90	优	1	$\geq 45 \sim 70$	中	6
$\geq 70 \sim 90$	良	4	< 45	差	9

2.3.2 纵坡度

主要公路在交叉范围的纵坡应为 $0.15\% \sim 3.00\%$,次要公路紧接交叉口的引道部分应以 $0.50\% \sim 2.00\%$ 的上坡通往交叉口^[19]。普通国省道

沿线交叉口的支路纵坡差异性大,主路纵坡度一般满足规范要求。综合已有研究成果,以被交支路纵坡进行评价,评价等级见表 3^[20]。

表 3 平面交叉口纵坡度评价等级

支路纵坡/%	等级	风险值 F_{32}	支路纵坡/%	等级	风险值 F_{32}
<1	优	1	≥3~9	中	7
≥1~3	良	3	>9	差	9

2.3.3 通视三角区视距

两条相交公路,通视三角区范围内不得存在有碍视线的障碍物。小客车驾驶人视线高度一般为 1.2 m。交叉口通视三角区视距评价等级见表 4。

表 4 平面交叉口通视三角区视距评价等级

通视情况	等级	风险值 F_{33}
通视三角区内无障碍物,视线通畅	优	1
通视三角区内有障碍物,但高度小于 1.2 m,视距较好	良	4
通视三角区内有高度超过 1.2 m 的障碍物,视距一般	中	8
有较高的视线障碍物,视距差	差	10

2.4 交通安全设施条件

交叉口范围内的交通标志标线设置是否完善、养护是否到位对交叉口的安全性影响较大。基于已有研究成果,交通安全设施条件评价等级见表 5。

表 5 平面交叉口交通安全设施条件评价等级

交通安全设施设置状况	等级	风险值
设施完善,标志指示明确,标线清晰	优	1
设施较完善,标志指示明确,标线清晰	良	5
设施不完善,现有标志指示明确,标线清晰	中	7
必要设施缺失,标志指示不明确,标线磨损	差	9

3 分级评价模型

3.1 几何设计指标综合评价

几何设计指标涉及交叉角度、支路纵坡度、通视三角区视距 3 个子指标,为与显见违法发生率、交通冲突率、交通安全设施条件 3 个指标相统一,先确定几何设计指标的综合评价。

3.1.1 德尔菲法赋权

德尔菲法是一种反馈匿名函询法,当各评价指标的具体数值缺失时其赋权效果好、代表性强。若干专家首次给出各指标权重,整理、统计后再次匿名反馈给各位专家,征求专家意见,直至得到稳定、集中的权重序列。选取标准差评价专家意见的协调度,评判权重序列是否协调、稳定。步骤如下:1) 选取 10 位公路交通领域专家;2) 说明 3 个指标和确定权重的规则;3) 收回专家意见,计算各指标权重的均值和标准差;4) 将计算结果反馈给 10 位专家,专家根据该结果再次赋权;5) 重复步骤 3、步骤 4,直至各指标的权重标准差不超过预定标准(0.05),将对应各指标权重均值作为 3 个指标的最终权重。表 6 为第一阶段专家赋权,表 7 为第二阶段专家赋权。

表 6 第一阶段专家赋权

专家编号	各指标权重		
	交叉角度	支路纵坡度	通视三角区视距
1	0.17	0.18	0.65
2	0.23	0.32	0.45
3	0.20	0.17	0.63
4	0.25	0.15	0.60
5	0.23	0.29	0.48
6	0.21	0.15	0.64
7	0.19	0.18	0.63
8	0.20	0.33	0.47
9	0.20	0.23	0.57
10	0.21	0.31	0.48
标准差	0.021 7	0.070 3	0.076 8

表 7 第二阶段专家赋权

专家编号	各指标权重		
	交叉角度	支路纵坡度	通视三角区视距
1	0.30	0.22	0.48
2	0.28	0.20	0.52
3	0.35	0.18	0.47
4	0.30	0.17	0.53
5	0.31	0.15	0.54
6	0.30	0.25	0.45
7	0.30	0.15	0.55

续表 7

专家编号	各指标权重		
	交叉角度	支路纵坡度	通视三角区视距
8	0.36	0.16	0.48
9	0.38	0.17	0.45
10	0.29	0.18	0.53
标准差	0.032 0	0.030 3	0.036 1
是否<0.05	是	是	是
均值(最终权重)	0.317	0.183	0.500

3.1.2 综合评价值

交叉角度、支路纵坡度、通视三角区视距 3 个指标的权重分别为 w_1 、 w_2 、 w_3 ，几何设计指标的综合评价值 F_3 为：

$$F_3 = F_{31}w_1 + F_{32}w_2 + F_{33}w_3$$

3.2 交叉口分级评价模型建立

熵权法^[21]是以各指标得分的信息熵为依据确定权重值的客观赋权法，它基于差异驱动原理，着重突出指标值间的局部差异，直接利用决策矩阵计算评价指标的权重。

第 i 个评价对象的第 j 个指标值为 X_{ij} ，评价体系对应的指标矩阵记为 $(X_{ij})_{n \times m}$ 。为消除指标计量单位的影响，先按式(1)对评价指标进行归一化处理，归一化后指标矩阵记为 $(Y_{ij})_{n \times m}$ 。

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_i)}{\max(X_i) - \min(X_i)} \quad (1)$$

式中： Y_{ij} 为第 i 个评价对象第 j 个指标的归一化值。

然后计算各指标的信息熵。 Y_{ij} 在所有评价对象第 j 个指标 Y_j 中的概率记为 P_{ij} ，第 j 个指标值的信息熵记为 E_j ，则：

$$P_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}} \quad (2)$$

$$E_j = -\ln(n)^{-1} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad (3)$$

式中： n 为评价对象的个数。

$0 \leq E_j \leq 1$ 。当某指标的贡献度趋于一致时， E_j 趋于 1；当其全部相等时，则不考虑该评价指标在决策中的作用，即该评价指标的权重为零。

根据各指标的信息熵计算其信息冗余度 d_j ， $d_j = 1 - E_j$ 。 $d_j = 0$ 时，第 j 个指标权重为零。根据各指标的信息冗余度计算其权重 W_j ，公式如下：

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (4)$$

风险综合评价值记为 Z ，则：

$$Z_i = \sum_{j=1}^m Y_{ij} W_j \quad (5)$$

4 交叉口安全性分级案例

4.1 安全性评价分级

根据上述评价模型，对某国道沿线 12 处无信号控制平面交叉口进行安全性分级。几何设计指标值及风险值见表 8、表 9。

表 8 12 处无信号控制交叉口的交叉角度风险情况

交叉口 编号	交叉角 度/(°)	风险值	交叉口 编号	交叉角 度/(°)	风险值
1	30	9	7	90	1
2	65	6	8	80	4
3	90	1	9	90	1
4	50	6	10	90	1
5	90	1	11	40	9
6	75	4	12	85	4

表 9 12 处交叉口支路纵坡、通视三角区视距、交通安全设施的风险情况

交叉口 编号	支路纵 坡/%	通视三 角区	交通安 全设施	风险值		
				支路 纵坡	通视三 角区	交通安 全设施
1	3	优	中	3	1	7
2	2	中	中	3	8	7
3	5	中	中	7	8	7
4	3	良	良	3	4	5
5	5	良	中	7	4	7
6	8	差	差	7	10	9
7	11	优	差	9	1	9
8	5	良	中	7	4	7
9	7	良	优	7	4	1
10	14	良	良	9	4	5
11	2	良	良	3	4	5
12	1	差	差	1	10	9

根据 3.1 节所示方法计算 12 处交叉口几何设计指标的综合评价值，结果见表 10。

表 10 12 处交叉口几何设计指标的综合评价值

交叉口 编号	交叉角度风 险值 F_{31}	支路纵坡风 险值 F_{32}	通视三角区风 险值 F_{33}	综合评 价值
1	9	3	1	3.902
2	6	3	8	6.451
3	1	7	8	5.598
4	6	3	4	4.451
5	1	7	4	3.598
6	4	7	10	7.549
7	1	9	1	2.464
8	4	7	4	4.549
9	1	7	4	3.598
10	1	9	4	3.964
11	9	3	4	5.402
12	4	1	10	6.451

统计显见违法量和交通冲突时,选择早高峰时段内的单位小时(国省道一般位于农村地区,清晨流量较大),分别观测统计单位时间内机-机、机-非、机-人三类交通冲突数、三类显见违法量及交叉口交通量,结果见表 11。

表 11 12 处交叉口显见违法发生率及交通冲突率

交叉口 编号	混合当量 交通量/ (pcu · h ⁻¹)	单位小时三 类显见违法 发生量/次	显见违 法发 生率	时均交 通冲突 数/次	交通冲 突率
1	326	13	0.039 9	24	0.073 6
2	199	24	0.120 6	56	0.281 4
3	454	51	0.112 3	78	0.171 8
4	285	29	0.101 8	34	0.119 3
5	462	15	0.032 5	60	0.129 9
6	337	48	0.142 4	22	0.065 3
7	456	16	0.035 1	92	0.201 8
8	417	18	0.043 2	98	0.235 0
9	284	35	0.123 2	21	0.073 9
10	227	63	0.277 5	70	0.308 4
11	423	52	0.122 9	59	0.139 5
12	401	30	0.074 8	102	0.254 4

12 处交叉口 4 个评价指标值见表 12,显见违法发生率、交通冲突率、几何设计指标、交通安全设施条件的风险评价值依次记为 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 ,均为低

优指标。

表 12 12 处交叉口安全评价指标值

交叉口 编号	显见违法 发生率评 价值 F_1	交通冲突 率评价值 F_2	几何设计 指标评价 值 F_3	交通安全 设施条件 评价值 F_4
1	0.039 9	0.073 6	3.902	7
2	0.120 6	0.281 4	6.451	7
3	0.112 3	0.171 8	5.598	7
4	0.101 8	0.119 3	4.451	5
5	0.032 5	0.129 9	3.598	7
6	0.142 4	0.065 3	7.549	9
7	0.035 1	0.201 8	2.464	9
8	0.043 2	0.235 0	4.549	7
9	0.123 2	0.073 9	3.598	1
10	0.277 5	0.308 4	3.964	5
11	0.122 9	0.139 5	5.402	5
12	0.074 8	0.254 4	6.451	9

对各指标评价值进行归一化处理,归一化结果见表 13。

表 13 评价指标值的归一化结果

交叉口编号	F_1	F_2	F_3	F_4
1	0.030 2	0.034 3	0.282 8	0.750 0
2	0.359 6	0.889 1	0.784 1	0.750 0
3	0.325 7	0.438 2	0.616 3	0.750 0
4	0.282 9	0.222 2	0.390 8	0.500 0
5	0.000 0	0.265 7	0.223 0	0.750 0
6	0.448 6	0.000 0	1.000 0	1.000 0
7	0.010 6	0.561 4	0.000 0	1.000 0
8	0.043 7	0.698 2	0.410 0	0.750 0
9	0.370 2	0.035 6	0.223 0	0.000 0
10	1.000 0	1.000 0	0.295 0	0.500 0
11	0.369 0	0.305 2	0.577 8	0.500 0
12	0.172 7	0.777 8	0.784 1	1.000 0

按式(2)~(5)计算,得:

$$\begin{aligned} E_j &= [0.821\ 8\ \ 0.859\ 6\ \ 0.916\ 8\ \ 0.952\ 6] \\ W_j &= [0.396\ 7\ \ 0.312\ 6\ \ 0.185\ 2\ \ 0.105\ 6] \\ Z_i &= [0.15\ \ 0.64\ \ 0.46\ \ 0.31\ \ 0.20\ \ 0.47 \\ &\quad 0.29\ \ 0.39\ \ 0.20\ \ 0.82\ \ 0.40\ \ 0.56] \end{aligned}$$

交叉口的安全风险综合评价价值 Z_i 越高,安全隐患越突出。根据 Z_i 值将 12 处交叉口分为三级,结果见表 14。建议对 2[#]、10[#]、12[#] 交叉口进行整改,消除交通安全隐患。

表 14 12 处交叉口安全性分级结果

安全等级	交叉口编号	安全风险综合评价价值
1	2、10、12	≥ 0.56
2	3、4、6、7、8、11	0.19~0.55
3	1、5、9	≤ 0.20

4.2 模型有效性验证

为验证该综合评价模型的合理性,邀请 12 名专家对 12 处平面交叉口的风险程度进行总体评分(1~10 分,分值越大,风险越高),以 12 名专家评分的均值作为评分结果(见表 15)。对模型计算评价值和专家评分进行相关性分析,结果如下:模型综合评价价值和专家评分的 Pearson 相关性为 0.762,显著性(双侧)为 0.004,两者具有较强的正相关性,评价模型合理。

表 15 12 处交叉口安全性模型综合评价价值及专家评分

交叉口 编号	模型综合 评价值	专家 评分	交叉口 编号	模型综合 评价值	专家 评分
1	0.15	3.68	7	0.29	4.42
2	0.64	9.32	8	0.39	7.24
3	0.46	4.50	9	0.20	4.31
4	0.31	8.57	10	0.82	9.52
5	0.20	2.76	11	0.40	8.26
6	0.47	9.66	12	0.56	8.68

5 结语

本文以国省道沿线无信号控制交叉口为研究对象,基于既有研究成果,将违法率、冲突率等指标纳入评价体系,建立包含显见违法发生率、交通冲突率、几何设计指标、交通安全设施条件的无信号控制交叉口交通安全综合评价模型,对无信号控制交叉口安全性进行评价分级。该模型以各指标值的信息熵作为依据客观赋予指标权重,突出动态评价,适用性好。本文研究侧重于若干交叉口安全性的横向比较,研究结论可为规划、决议交叉口隐患治理顺序提供支撑。今后可继续开展交叉口综合风险评价值的

阈值研究,丰富公路平面交叉口综合评价理论体系。

参考文献:

- [1] 郭忠印,方守恩.道路安全工程[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [2] 刘志强,葛如海,龚标.道路交通安全工程[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [3] ZHU S X, LU J, XIANG Q J, et al. Intersection safety evaluation method based on Bayesian network[C]// 2009 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation. April 11—12, 2009. Zhangjiajie, Hunan, China. IEEE, 2009: 234-237.
- [4] 伍雄斌,林雨平,陈腾林.城市道路平面交叉口交通安全评价[J].交通标准化,2013,41(21):29-31.
- [5] 项乔君,卢川,吴群,等.基于冲突严重性划分的公路平交口安全评价[J].公路交通科技,2008,25(8):128-131.
- [6] 陆键.公路平面交叉口交通安全设计理论与方法[M].北京:科学出版社,2009.
- [7] 周娇.基于复杂度控制的交叉口空间优化设计方法[D].南京:东南大学,2011.
- [8] SUWARTO F, BASUKI K H. The application of traffic conflict technique as a road safety evaluation method: a case study of Hasselt intersection[J]. Applied Mechanics and Materials, 2016, 845: 394-403.
- [9] ESSA M, SAYED T. Traffic conflict models to evaluate the safety of signalized intersections at the cycle level[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2018, 89: 289-302.
- [10] 余培恒.基于交通安全度的无信号控制交叉口交通安全评价方法[J].山东交通科技,2022(1):111-115.
- [11] VORKO-JOVIĆ A, KERN J, BILOGLAV Z. Risk factors in urban road traffic accidents[J]. Journal of Safety Research, 2006, 37(1): 93-98.
- [12] 田毕江,代德彪,丁光柱,等.一级公路大型平面交叉口设计阶段安全评价方法研究[J].公路交通科技(应用技术版),2015,11(11):239-242.
- [13] 牛志鹏,刘文佳,吴东玲,等.城市道路平面交叉口交通安全审计研究[J].大连交通大学学报,2019,40(3): 17-22+29.
- [14] 任一玮,刘星良,刘瑜,等.基于熵权-逼近理想解排序法-多群体问询的山区农村公路无信号交叉口安全风险评估模型[J].科学技术与工程,2022,22(17): 7183-7190.
- [15] 龙杰.信号控制交叉口交通安全风险画像研究[D].北京:中国人民公安大学,2022.

(下转第 48 页)