

# 高校校园交通安全风险评估及治理研究

## ——以山东科技大学为例

曹梦婷

山东科技大学测绘与空间信息学院, 山东 青岛

收稿日期: 2026年1月26日; 录用日期: 2026年2月17日; 发布日期: 2026年2月27日

### 摘要

为推动校园交通安全治理向数据驱动、精准施策转型,以校园多功能叠加区为研究对象,综合采用安全检查表法和问卷调查法,识别出人车混行、停车资源失衡等六类核心风险,并从物理、管理、行为、文化四方面剖析风险生成机制。建立AHP-熵权法组合评价模型,评价C区餐厅前十字路口区域交通安全风险,并揭示“空间-时间-行为-管理”多维事故致因,进而提出“空间重构、时间错峰、行为引导、动态管控”四位一体的精细化治理方案。研究形成的“识别-评价-致因-治理”框架与组合模型,可为高校类似区域的风险管控提供理论与实践参考。

### 关键词

高校校园, 交通安全, 风险评价, AHP-熵权法, 精细化治理

# Research on Traffic Safety Risk Assessment and Management in University Campuses

## —A Case Study of Shandong University of Science and Technology

Mengting Cao

College of Geodesy and Geomatics, Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong

Received: January 26, 2026; accepted: February 17, 2026; published: February 27, 2026

### Abstract

To advance campus traffic safety governance toward data-driven, precision-targeted measures, this study examines multifunctional overlapping zones on campuses. By integrating safety checklist methods and questionnaire surveys, six core risks were identified—including mixed pedestrian-

vehicle traffic and parking resource imbalance—and their generation mechanisms analyzed across physical, managerial, behavioral, and cultural dimensions. An AHP-Entropy Weighting combined evaluation model was established to assess traffic safety risks at the crossroads near Zone C's cafeteria. This revealed multidimensional accident causes spanning “space - time - behavior - management,” leading to a four-pronged precision governance solution: spatial restructuring, time-shifting, behavioral guidance, and dynamic control. The resulting “identification - evaluation - causation - governance” framework and composite model provide theoretical and practical references for risk management in similar university zones.

## Keywords

University Campuses, Traffic Safety, Risk Assessment, AHP-Entropy Weighting Method, Precision Governance

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着高等教育规模化发展与校园开放化程度提升,高校校园已从单一教学空间转变为集教学、居住、餐饮、医疗、商业等多元功能于一体的复合空间。多功能叠加区域作为校园人流、车流的核心交汇点,因用餐、上下课、就医等需求的时空高度重叠,形成“潮汐式”交通流特征,人车混行、路径冲突等问题日益突出,交通安全风险隐患频发,不仅威胁到校内师生的人身财产安全[1],也制约了校园治理效能的提升。因此,此类区域的交通安全治理已成为高校安全管理体系建设的重中之重。

基于此,本研究以高校典型多功能叠加区为切入点,构建“风险识别-量化评价-致因剖析-精准治理”的完整研究框架。通过多方法融合识别核心风险隐患,建立主客观组合赋权的风险评价模型,结合实证区域深入解析事故致因,最终提出针对性治理方案。研究旨在弥补现有研究对特殊场景关注不足、评价方法单一的短板,为高校校园交通安全精细化治理提供科学工具与实践路径,助力构建安全、高效、有序的校园交通环境。

## 2. 校园交通安全主要风险隐患识别与形成机制分析

### (一) 主要风险隐患内容的确定

本研究采用“安全检查表法+问卷调查法”的组合方式开展风险识别,其中安全检查表涵盖道路设施、交通标志标线、车辆管理、人员行为、应急保障等5大维度,调查问卷面向全校师生员工,共回收有效问卷1850份(有效回收率92.5%),问卷内容包括交通设施满意度、不安全行为发生率、事故经历、高风险点位识别等4个模块,通过二种方式获取校园交通风险的主观感知描述与客观情况,为风险隐患的精准定位提供数据支撑。

结合图1师生对校园交通设施的满意度评价结果与图2校内不安全行为及本人经历的交通事故结果,看出电动车/自行车停车便利性问题最为突出(不满意及非常不满意占比32.05%),行人低头看手机过马路占比最高(68.34%)。通过综合分析上述数据,结合实地踏勘验证,最终确定校园交通安全的六大核心风险隐患:人车混行路径冲突,停车资源供需失衡,低速行驶车辆管控不足,交通标志标线不清或缺失,学生交通安全意识淡薄,高峰时段关键节点拥堵。

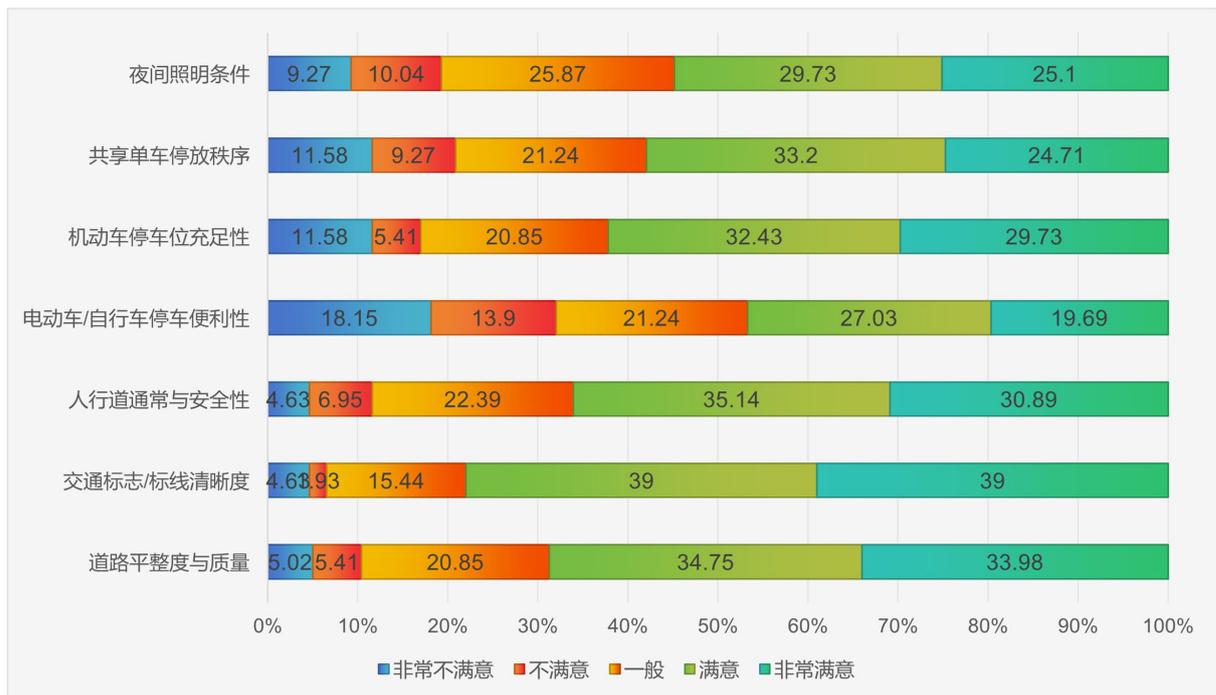


Figure 1. Evaluation of campus transportation facilities

图 1. 校园交通设施评价

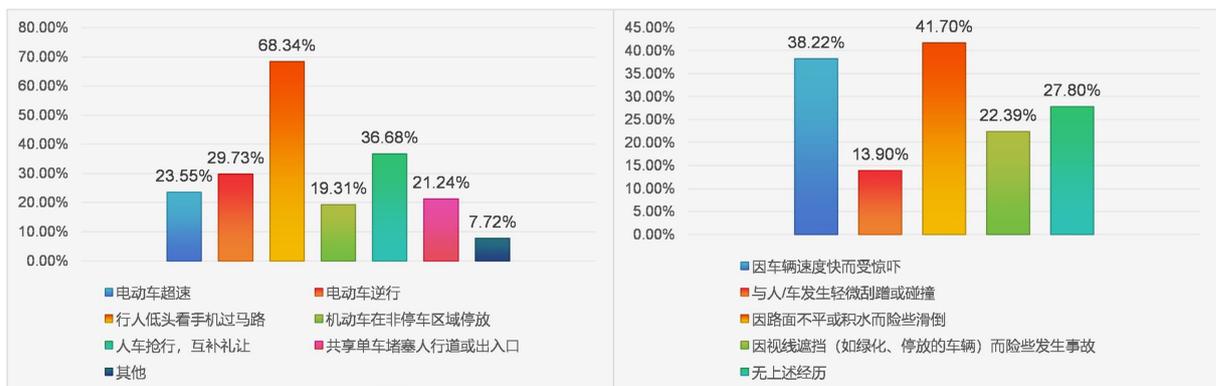


Figure 2. Unsafe behaviors on campus and personal experience of traffic accidents

图 2. 校内不安全行为及本人经历的交通事故

## (二) 主要安全风险的形成机制

如图 3 所示, 校园交通安全风险是在物理、管理、行为、文化四大系统耦合失效的结果, 形成“硬件短板 - 管理缺位 - 行为失范 - 文化薄弱”的正向反馈循环, 最终催生系统性风险。具体为:

1) 物理系统承载失效。校园规划具有历史惯性, 早期设计对机动车、电动车的爆发式增长预估严重不足, 导致道路网络密度、断面设计、停车设施容量等先天性缺陷。

2) 管理系统调控粗放。交通管理措施往往“一刀切”, 缺乏对不同时段、不同车型、不同出行目的(如通勤、物流、访客)的差异化、精细化流线组织与管控策略。

3) 行为系统互动失范。在相对封闭的校园环境中, 驾驶员易产生“安全感错觉”, 导致超速、不礼让等行为。行人则因“主场心理”产生“路权优先”错觉, 加之智能手机普及导致的普遍性分心行为, 使其对交通环境的感知与反应能力下降。人车双方行为的非预期性互动, 直接触发冲突。

4) 文化系统教化缺失。系统的、常态化的交通安全教育在高校课程与文化建设中普遍缺位。安全知识传授零散，未能内化为师生的自觉意识和行为习惯，导致风险防范的“第一道防线”薄弱。

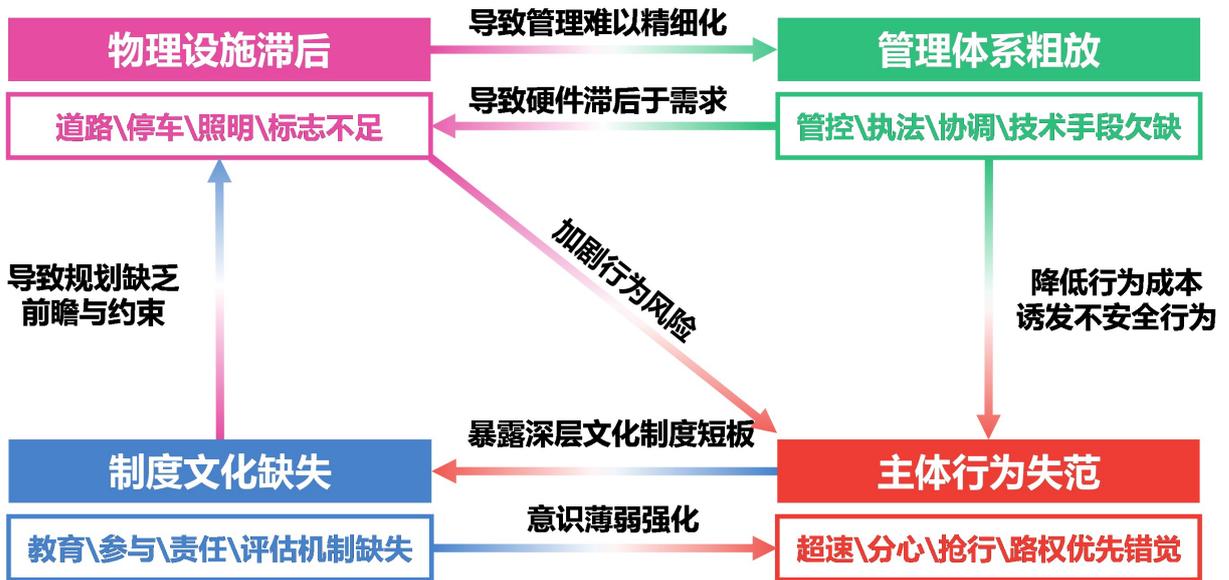


Figure 3. Core mechanism generating systemic risks in campus traffic safety

图 3. 校园交通安全系统性风险生成核心机制

### 3. 校园交通安全风险区域确定

通过问卷设置“校园交通风险最高的路段或路口”“恶劣天气下安全隐患最大的路段”两个核心问题，收集师生对高风险区域的主观认知，为区域筛选提供数据支撑。

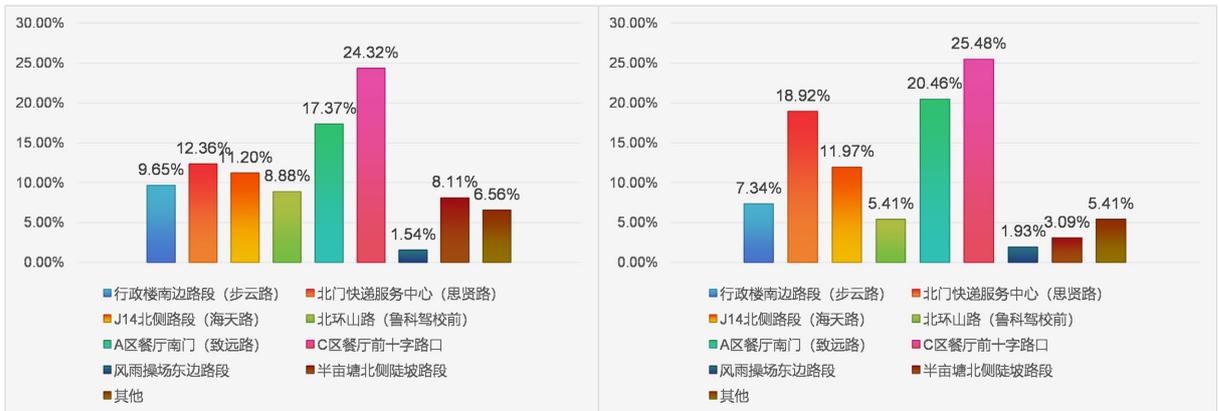


Figure 4. Road sections or intersections with the highest traffic risks and greatest safety hazards

图 4. 交通风险最高、安全隐患最大的路段或路口

图 4 显示，C 区餐厅前十字路口以 24.32% 的占比成为师生感知的交通风险最高路段，其次为 J14 北侧路段(17.37%)；在雨雾等恶劣天气下，C 区餐厅前十字路口的安全隐患占比仍居前列(20.46%)，说明该区域风险受环境因素影响较大，稳定性风险突出。该区域的核心特征体现在：一是功能高度叠加，该区域汇集餐厅、学生公寓、超市、校医院等多元服务设施；二是交通流复杂，该区域既是校车、教职工私家车的必经之路，也是电动车、共享单车的核心停放与穿行区域，形成复杂的冲突网络；三是时段性特征

显著,用餐与上下课高峰高度重叠,交通流呈“潮汐式”爆发;四是设施条件薄弱,该区域缺乏有效的物理隔离设施与立体过街装置。综上,该区域的风险特征与治理需求具有典型代表性,其研究结论可推广至校园内其他多功能叠加区域。

#### 4. 校园交通安全风险评价

校园交通安全风险隐患评价模型构建

本研究构建集成 AHP 与熵权法的组合赋权评价模型,通过主客观权重融合,实现对 C 区餐厅前十字路口评价结果的科学性与准确性,为风险分级与优先级管理提供量化依据。

##### 1) 指标体系的确定

基于前文风险识别结果与四大子系统理论框架,结合安全检查表与问卷调查内容,构建“目标层-准则层-指标层”三级校园交通安全风险评价指标体系(图 5)。

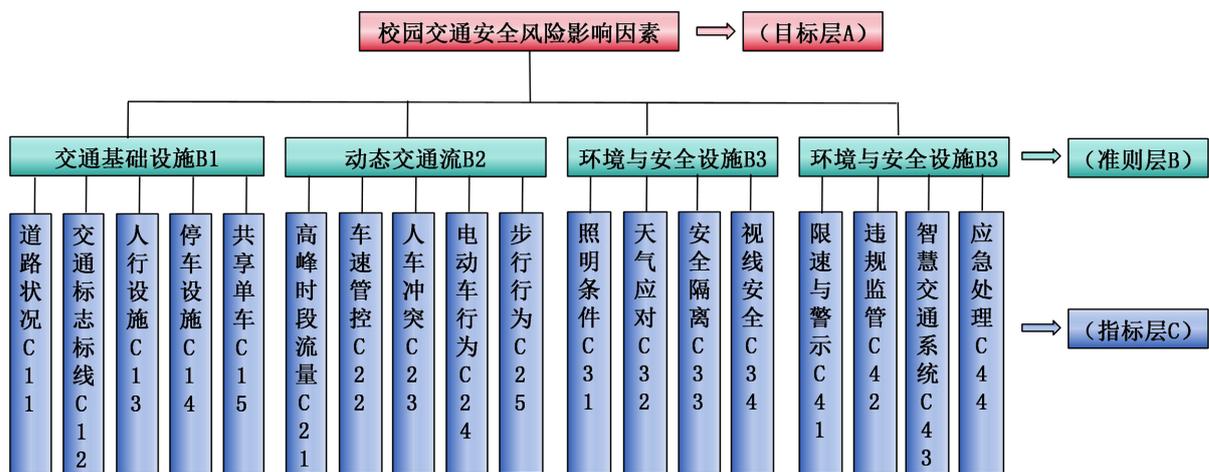


Figure 5. Risk evaluation indicator system

图 5. 风险评价指标体系

##### 2) 基于 AHP 法确定指标主客观权重

首先,建立判断矩阵。这里采用九级标度比较评分标准[2],组织 6 位安全管理专家对准则层因素两两比较,标度方法如下表 1 所示。

Table 1. Judgment matrix scaling method

表 1. 判断矩阵标度方法

两因素相比	分值
$a_i$ 因素与 $a_j$ 因素同样重要	1
$a_i$ 因素比 $a_j$ 因素稍微重要	3
$a_i$ 因素比 $a_j$ 因素明显重要	5
$a_i$ 因素比 $a_j$ 因素重要得多	7
$a_i$ 因素比 $a_j$ 因素绝对重要	9
$a_i$ 因素比 $a_j$ 因素比较处于以上 2 个结果之间	2、4、6、8
$a_i$ 因素比 $a_i$ 因素是因素 $i$ 比因素 $j$ 比较结果的倒数	以上各数的倒数

构建判断矩阵:

$$A = (a_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中： $a_{ij}$ 为评价矩阵  $A$  第  $i$  行第  $j$  列元素的原始值。

根据以上步骤中建立的判断矩阵，对重要程度进行比较，计算被比较因素的相对权重。相对权重计算公式如下：

$$AW = \lambda_{\max} W \quad (2)$$

式中： $W$ 为权重向量； $\lambda_{\max}$ 为最大特征根。

通过公式(1)至公式(2)处理，得到每位专家对各影响因素的权重，对其算出权重取平均值，获得权重并对其进行排序，见表2权重一。

### 3) 基于熵权法确定指标客观权重

信息熵是指系统在无序状态下的一种不确定度量，计算公式为：

$$E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i \quad (3)$$

熵权法确定权重的步骤如下。

第一步，构建多指标、多对象矩阵。设指标体系中有  $M$  个对象 ( $M_1, M_2, \dots, M_m$ )， $N$  个指标 ( $N_1, N_2, \dots, N_n$ )，令第  $i$  个评价对象 ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 的第  $j$  个指标 ( $j=1, 2, \dots, n$ ) 取值为  $X_{ij}$ ，这里的指标数据源于对该区域的安全检查数据。则这个多指标多对象的决策矩阵公式为：

$$(X_{ij}) = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

第二步，数据标准化处理及指标比重矩阵计算。按照式(5)计算第  $i$  个评价对象在第  $j$  个指标下标准化后的值  $X'_{ij}$ ，其值如式(6)所示。

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (5)$$

$$X''_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^m X'_{ij}} \quad (6)$$

得到指标比重矩阵：

$$(X''_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} X''_{11} & X''_{12} & \cdots & X''_{1n} \\ X''_{21} & X''_{22} & \cdots & X''_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X''_{m1} & X''_{m2} & \cdots & X''_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

第三步，计算各指标的熵值。将指标代入公式，可构建一组数据的信息熵，公式如下：

$$E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m X''_{ij} \ln X''_{ij} \quad (8)$$

其中  $\frac{1}{\ln m} > 0$ ,  $X_{ij}^n \in [0,1], E_j \in [0,1]$

第四步, 计算差异性系数。由于  $E_j$  是第  $j$  个指标的熵值, 假设  $H = 1 - E_j$ , 则得出第  $j$  个指标的差异性系数。

第五步, 计算各个指标权重, 公式如下:

$$W_j = \frac{H_j}{\sum_{j=1}^n H_j} = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^n [1 - E_j]} = \frac{1 - E_j}{n - \sum_{j=1}^n E_j} \quad (9)$$

结合以上公式, 依据熵权法的性质可知, 评价对象的熵与其熵权成反比, 熵越大, 则熵权越小, 当且仅当  $0 \leq W_j \leq 1$  时,  $\sum W_j = 1$ 。

通过公示(4)~(9)计算各指标的熵权法权重, 结果如表 2 权重二所示。

#### 4) AHP-熵权法组合权重

运用 AHP-熵权法组合确定各风险因子的综合权重。将所得的各因素权重按照 1/2 的比例进行组合赋权, 得到各因素组合权重及排序, 见表 2 综合权重。

**Table 2.** Weight coefficients and ranking table for AHP-Entropy weight method

**表 2.** AHP-熵权法组合权重系数及排序表

准则层 B	指标层 C	权重一	权重二	综合权重	综合排序
交通基础设施 B1	道路状况 C11	0.047	0.047	0.047	16
	交通标志、标线 C12	0.038	0.042	0.04	18
	人行设施 C13	0.045	0.06	0.0525	12
	停车设施 C14	0.062	0.048	0.055	10
	共享单车 C15	0.055	0.053	0.054	11
动态交通流 B2	高峰时段流量 C21	0.041	0.046	0.0435	17
	车速管控 C22	0.074	0.054	0.064	2
	人车冲突 C23	0.071	0.058	0.0645	1
	电动自行车行为 C24	0.047	0.051	0.049	15
	步行行为 C25	0.069	0.059	0.064	3
环境与安全设施 B3	照明条件 C31	0.062	0.058	0.06	6
	天气应对 C32	0.059	0.06	0.0595	7
	安全隔离 C33	0.051	0.067	0.059	8
	视线安全 C34	0.06	0.067	0.0635	4
管理机制 B4	限速与警示 C41	0.049	0.055	0.052	13
	违规监管 C42	0.048	0.053	0.0505	14
	智慧交通系统 C43	0.058	0.06	0.059	9
	应急处理 C44	0.065	0.061	0.063	5

从组合权重排序来看, 校园交通安全核心风险因子集中在动态交通流与环境安全设施两大维度, 其中人车冲突(C23, 0.0645)、步行行为(C25, 0.064)、车速管控(C22, 0.064)位列前三, 这与第二节风险识别中“行人低头看手机过马路占比最高、电动车超速等不安全行为突出”及高风险区域“C 区餐厅前十字路

口人车混行严重”的结论高度契合，验证了评价指标体系的合理性与权重计算的有效性。

### 5. 事故致因机理分析

基于C区餐厅前十字路口的风险评价结果(人车冲突 C23、步行行为 C25、车速管控 C22 等指标权重居前)，结合物理 - 管理 - 行为 - 文化四大系统理论框架，构建“空间 - 时间 - 行为 - 管理”多维耦合事故致因机理模型(见图 6)，深入解析风险生成与演化路径，为治理方案制定提供依据。

1) 空间冲突(对应指标: C23、C33、C13)。各功能建筑(餐厅、公寓等)吸引的人流穿越路径，与机动车、非机动车的通行路径在节点处平面交叉，形成多个冲突点。关键在于缺乏物理隔离(如护栏、绿化带)和立体过街设施，导致人车争夺同一路权空间。

2) 时间集聚与流量超载(对应指标: C21)。用餐、上下课高峰高度重叠，形成瞬时“潮汐式”巨大人流与车流，远超道路节点的设计通行能力，引发拥堵并增加接触几率。

3) 行为交互失范(对应指标: C25、C24、C22)。在拥挤环境下，行人分心(看手机)导致反应迟缓；非机动车骑行速度快、灵活性高、轨迹不可预测；机动车驾驶员则因延误易产生急躁情绪，试图冒险穿行，多方行为的非协调性加剧了冲突风险。

4) 管理与环境支持不足(对应指标: C41、C42、C34、C31)。高峰时段缺乏有效的临时性管制(如交警/志愿者疏导)；警示标志、减速带、广角镜等主动引导设施不足或设置不当；部分区域可能存在视觉盲区或夜间照明不佳，影响各方对风险的提前感知。

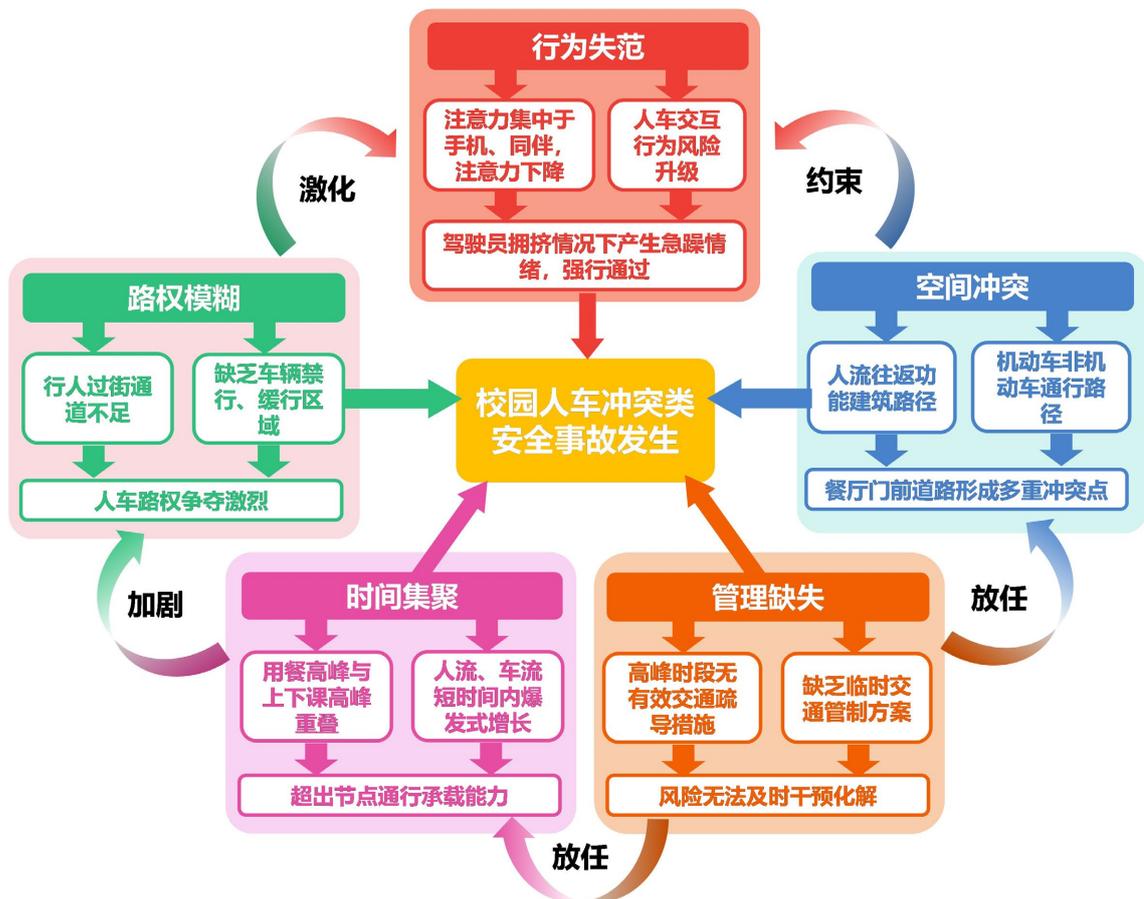


Figure 6. Causal mechanisms of pedestrian-vehicle collisions on campus  
图 6. 校园人车冲突事故致因机理

## 6. 针对性治理应对方案

基于上述致因机理,结合校园管理实际与技术可行性,构建“空间重构-时间错峰-行为引导-动态管控”四位一体的精细化治理方案,实现对风险的源头管控、过程干预与长效治理,推动区域交通安全风险从II级(较大风险)降至III级(一般风险)以下。

### 1) 空间重构: 优化布局, 明晰路权

针对空间冲突与设施短板,通过工程改造实现人车分流与路权明晰。一是增设物理隔离,在餐厅入口及十字路口设置行人安全岛、隔离护栏与抬高式过街通道,采用彩色沥青划分行人、非机动车与机动车专用道,强制界定路权。二是优化停车布局,规划硬隔离式电动车与共享单车停放区,增补泊位及充电设施,严禁占用通行道路,在区域周边设机动车临时停靠点,执行即停即走管理。三是完善交通设施,更新模糊缺失的标志标线,在关键冲突点增设减速带、广角镜、警示灯,消除视线盲区。

### 2) 时间错峰: 分流减压, 规避叠加

针对高峰叠加与流量超载,通过时间调度降低瞬时压力。一是协同错时出行,联合学校教务处尽量分散上下课时间,协调后勤部门将校车、清运、配送等车流与师生高峰错开30分钟及以上。二是实施动态管制,极端高峰时段(11:30~12:30, 17:30~18:30)启动预案,采用环岛通行或单向限行模式,禁止机动车进入核心区并引导绕行。三是优化人流疏导,在餐厅、公寓入口设置导流标识与围栏,引导有序通行。

### 3) 行为引导: 精准教化, 技术赋能

针对行为失范问题,以宣教与智能技术引导安全行为。一是精准宣教,通过校园平台高峰推送提醒,在事故易发点设置情境式警示牌,将交通安全教育纳入新生入学教育,确保新生从入学伊始就对交通安全有基本的了解和认识[3][4]。二是试点智能警示,在过街区域安装联动式LED警示牌、雷达测速装置及智能道钉,电动车停放区加装违规提醒设备,强化行为约束。

### 4) 动态管控: 协同联动, 智慧赋能

针对管理缺位,构建多部门协同的智慧管控长效机制。一是建立潮汐岗机制,高峰时段增配协管员与志愿者,组建保卫处、后勤处、学工处协同小组,明确权责。二是实现校园交通管理系统的智能升级[5],基于智能系统整合视频监控、车辆识别等技术手段[4],实现实时监测、预警调度与快速响应。三是强化监管惩戒,加大违规巡查处罚力度,联动校园一卡通提升违规成本,定期公示案例。

## 参考文献

- [1] 曾峥. 高校校内道路交通管理问题及其法律对策研究[D]: [硕士学位论文]. 湘潭: 湖南科技大学, 2021.
- [2] 邓昂, 杨捷. 基于 AHP-熵权法-博弈论法的低压居民用电故障危险度综合评价[J]. 科技与创新, 2025(19): 21-24.
- [3] 马永荣. 高校校园交通安全管理的困境与优化路径[J]. 现代职业安全, 2024(9): 46-48.
- [4] 成俊杰, 白晋龙, 郑立新. 新形势下高校校园交通安全管理的模式探究[J]. 科技风, 2020(7): 262-263.
- [5] 聂旭明. 高校校园交通安全管理的模式探究——以杭州电子科技大学下沙校区为例[J]. 高校后勤研究, 2025(4): 35-36+40.