

## 摘 要

随着我国经济快速平且稳的发展，人们的生活水平日益提高，2020 年全面建成小康社会到今天，人们的衣食住行也得到了极大的满足。出行成为了人们非常大的热点，道路交通安全问题也随之变得频繁。提高廊坊开发区道路交通安全性，能促进人们的安全出行，减少廊坊开发区里面学生的出行风险，减少廊坊开发区交通事故的发生。

本文的主要是围绕廊坊开发区的东方开发区一期圣陶路的道路交通安全影响因素进行研究，主要应用事故树分析法，分别对环境、人、道路基础设施、车辆这四个方面进行分析，逐渐的一步步找出影响廊坊开发区道路交通安全的最主要因素。

通过实地考察廊坊开发区的道交通安全情况以及事故树的建模，构建了廊坊开发区道路交通安全的影响因素的模型，分析计算了各个道路交通安全影响因素的大小，符合道路交通基础设施是最主要的影响因素的预期。但是由于数据采集存在的误差以及数据的片面性，结论的精准度还有待提高。

**关键词：**事故树分析法；道路交通安全；交通基础设施

## ABSTRACT

With the rapid and stable development of China's economy, people's living standards are improving day by day. Since the completion of a moderately prosperous society in 2020, people's clothing, food, housing and transportation have also been greatly satisfied. Travel has become a very hot topic for people, and road traffic safety issues have also become frequent. Improving the road traffic safety of Langfang Open Economic Zone can promote people's safe travel, reduce the travel risk of students in Langfang Open Economic Zone, and reduce the occurrence of traffic accidents in Langfang Open Economic Zone.

The main purpose of this paper is to study the impact factors of road traffic safety on Shengtao Road, the first phase of the Oriental Open Economic Zone of Langfang Open Economic Zone. It mainly applies the fault tree analysis method to analyze the environment, people, road infrastructure and vehicles, and gradually find out the most important factors affecting the road traffic safety of Langfang Open Economic Zone.

Through the field investigation of the road traffic safety situation of Langfang Open Economic Zone and the modeling of the accident tree, the model of the influencing factors of the road traffic safety of Langfang Open Economic Zone is constructed, and the size of each influencing factor of the road traffic safety is analyzed and calculated, which conforms to the expectation that the road traffic infrastructure is the most important influencing factor. However, due to the errors in data collection and the one-sided nature of the data, the accuracy of the conclusion needs to be improved.

**Key Words:** Fault tree analysis; Factors affecting road traffic safety; Road infrastructure

# 目 录

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 第 1 章 绪论 .....                     | 1  |
| 1.1 道路交通安全的研究背景与研究意义 .....         | 1  |
| 1.1.1 道路交通安全的研究背景 .....            | 1  |
| 1.1.2 道路交通安全的研究意义 .....            | 1  |
| 1.2 国内外研究现状 .....                  | 1  |
| 1.3 本篇论文的主要内容 .....                | 3  |
| 1.4 本章小结 .....                     | 4  |
| 第 2 章 交通基础设施和道路交通安全理论及分析方法介绍 ..... | 5  |
| 2.1 交通基础设施 .....                   | 5  |
| 2.1.1 交通标志 .....                   | 5  |
| 2.1.2 交通标线、交通信号灯 .....             | 8  |
| 2.1.3 交通基础设施可能存在隐患的假设 .....        | 8  |
| 2.2 道路交通安全理论 .....                 | 9  |
| 2.2.1 道路交通安全影响因素的简单介绍 .....        | 9  |
| 2.2.2 道路交通安全理论的简单介绍 .....          | 11 |
| 2.3 事故树分析法 .....                   | 13 |
| 2.3.1 事故树分析法的概念及其基本原理 .....        | 13 |
| 2.3.2 事故树分析法的计算过程 .....            | 15 |
| 2.3.3 事故树分析法的应用 .....              | 18 |
| 2.4 廊坊开发区交通安全分析 .....              | 19 |
| 2.4.1 廊坊开发区交通情况 .....              | 19 |
| 2.4.2 廊坊开发区交通安全调研分析 .....          | 21 |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| 2.5 本章小结 .....                  | 23        |
| <b>第3章 廊坊开发区道路交通事故树分析 .....</b> | <b>24</b> |
| 3.1 明确构建事故树模型的指标 .....          | 24        |
| 3.2 构建事故树模型 .....               | 26        |
| 3.3 定性分析 .....                  | 30        |
| 3.3.1 最小径集分析 .....              | 30        |
| 3.3.2 重要度分析 .....               | 31        |
| 3.4 定量分析 .....                  | 31        |
| 3.5 本章小结 .....                  | 33        |
| <b>第4章 廊坊开发区的道路交通安全建议 .....</b> | <b>34</b> |
| 4.1 交通基础设施方面 .....              | 34        |
| 4.2 交通参与者方面 .....               | 36        |
| 4.3 车辆和环境方面 .....               | 38        |
| 4.4 本章小结 .....                  | 41        |
| <b>结论 .....</b>                 | <b>42</b> |
| <b>参考文献 .....</b>               | <b>43</b> |
| <b>致谢 .....</b>                 | <b>44</b> |

---

## 第 1 章 绪论

本章主要介绍课题的研究背景及研究意义，具体分析国内外关于道路交通安全的研究现状，概括本文的主要研究内容，以及对本章节内容的总结。

### 1.1 道路交通安全的研究背景与研究意义

#### 1.1.1 道路交通安全的研究背景

随着我国经济快速平且稳的发展，人们的生活水平日益提高，2020 年全面建成小康社会到今天，人们的衣食住行也得到了极大的满足。出行成为了人们非常大的热点，道路交通安全问题也随之变得频繁。

#### 1.1.2 道路交通安全的研究意义

安全在交通运输领域中最根本存在，如果道路交通安全都保证不了，那么道路的所有东西都将是镜花水月无根之萍。廊坊开发区道路交通安全的实现，能促进人们的安全出行，减少廊坊开发区里面学生的出行风险，减少廊坊开发区交通事故的发生。

### 1.2 国内外研究现状

武梦婷作者在《基于事故树的大学校园道路交通安全分析—以大学重要路段为例》<sup>Error! Reference source not found.</sup>中提出：依据事故树分析可得，学生安全意识不足，学校方面对道路交通安全重视度不高，道路交通安全设施存在问题，车辆因素也在造成道路交通事故的因素中占比很大，这就是导致高校交通事故频发的原因。

陈光聪作者在《基于银川市道路交通安全事故树的研究》<sup>[2]</sup>中提出：在结构重要度方面出发，制定的预防措施准备时，可以按照各基本事件的重要度来进行排列演绎组合，从大到小选定，就能够制定出有效的措施（在预防道路交通安全事故）。例如：安全带，制动系统、制动系统、仪表显示器等方面加强管理。

于影霞作者在《基于事故树分析的货运驾驶员失误研究》<sup>[3]</sup>中提出：驾驶员的操作失误以及因为操作失误而引发的交通事故，危险性很大，发生性也很高，控制事故的途径较少。对驾驶员失误的最大影响因素为：喝酒、疲劳、药物刺激、心情紧张或低落、疾病。

---

陈亚兰作者在《农村低等级公路交通事故致因分析与安全评价研究》<sup>[4]</sup>中提出：利用 MATLAB 软件中的 BNT 工具箱函数，基于贝叶斯网络原理构建针对道路条件与交通事故，构建贝叶斯网络模型。

聂华伟作者在《基于 RBF 神经网络的道路交通安全预测模型研究》<sup>[5]</sup>中提出：通过对道路交通安全影响因素分析以及数据统计，可以将其中 8 种影响因素作为主要的研究对象，并且建立基于 RBF 神经网络的道路交通安全预测模型，事故进行关联性分析。

马阳作者在《城市道路交通安全影响因素综合分析研究》<sup>[6]</sup>中提出：中国国内需要系统的分析国内外交通安全现状，分析国内外城市与农村道路交通安全影响因素，最后结合我国城市道路交通安全的现状。

马社强作者在《我国道路交通安全状况及挑战》<sup>[7]</sup>中国国内交通安全存在很大的挑战，为此我国需要全方位的努力。

王玉洁作者在《廊坊市道路交通设施问题及改进措施建议》<sup>[8]</sup>中提出：道路交通安全的设施存在的大部分问题：车辆行驶方向的标志模糊不清、公交站牌模糊不清楚、道路交通设施位置不当、机动车引导的缺失、交通标志残缺补齐、交通标志模糊规范、车行道交通标线不清楚、交通标线设置不合理、红绿灯熄灭。

《Engineering-Industrial Engineering; Investigators from University of Catania Zero in on Industrial Engineering(On-board monitoring system for road Traffic safety analysis)》<sup>[9]</sup>（翻译：2018 年的交通日志。工程-工业工程系：卡塔尼亚大学工业工程研究人员，通过道路交通安全分析车载监控系统）中提出：车载监控系统有问题的话，会有很大概率引发道路交通事故。

Transportation Research Record, 2022 年的国外运输在《Bia Esther Marie, Ferencak Nicholas N..Impact of Bus Rapid Transit Construction and Infrastructure on Traffic Safety : A Case Study From Albuquerque, New Mexico.》<sup>[10]</sup>（翻译：2022 年的运输研究记录。快速公交建设和基础设施对交通安全的影响：来自新墨西哥州阿尔伯克基的案例研究。）中提出：快速公交的建设要以安全为核心，基础设施的建设是否完善，道路交通安全情况和快速公路。

许林新作者在《模糊层次分析法在道路交通安全评价的应用》<sup>[11]</sup>中提出：基于速度的模糊层次分析法对道路安全状态进行评价，利用模糊综合层次分析法对道路的安全状态进行了评价，证明了方法的有效性和实用性。

---

万明作者在《道路交通安全研究的现状与热点分析》<sup>[12]</sup>中提出：我国道路交通事故研究主要集中在 6 个研究方向：①黑点鉴别事故和影响因素分析；②道路交通安全评价与事故的分析；③道路交通事故（RTI）的流行病学的预防。

肖向良作者在《电动自行车道路交通事故严重性影响因素分析》<sup>[13]</sup>中提出：影响道路交通事故伤害严重程度的最重要的因素就是：是骑行者的年龄与其违法行为。

王史记作者在《道路交通安全评价综述》<sup>[14]</sup>中提出：现在我国的道路交通安全评价主要为：道路的几何的指标、平整道路交通运行环境、交通流的密集状态、道路安全交通管理的模式、事故指标等综合的指标评价体系为核心，利用事故的发生率、建模的经验、模糊理论法等评价方法。对道路交通安全进行分析与评价，城市道路交通安全的几何指标分析。可以为廊坊开发区的交通安全提供方法建议。

张梦歌作者在《驾驶行为数据驱动的城市道路交通安全风险辨识方法》<sup>[15]</sup>本篇论文的结果表明：平趟、直行、信控开口路段，更容易发生快速加速、以及快速减速行为。超速行驶其发生的频率相较的小，大概率与其路段上的雷达、探测、限速，安全措施有关。

现状总结：随着我国经济的快速发展，道路交通安全的问题日益严重，不仅影响城市的正常运转，而且降低了人们的日常工作效率和生活质量。综合国内外的现状，运用事故树分析法综合分析廊坊开发区的影响因素，找出对廊坊开发区最主要的影响因素，在当今天下具有很重大的意义，也格外重要。同时在道路交通安全问题日益严重的情况下，也要注意道路交通安全基础设施的完整性与完全性。其次也要注意驾驶员和行人的身体和心理情况对道路交通安全的影响。

### 1.3 本篇论文的主要内容

随着我国经济快速平且稳的发展，人们的生活水平日益提高，2020 年全面建成小康社会到今天，人们的衣食住行也得到了极大的满足。出行成为了人们非常大的热点，道路交通安全问题也随之变得频繁。

本篇论文主要分析了廊坊开发区的东方开发区一期圣陶路的道路交通安全状况，对其发现的各种可能出现或已经存在的问题进行现场调查，以事故树分析法为主，并应用定量分析和定量分析相结合，综合分析廊坊开发区道路交通安全，并给出相应的改进建议，希望能促进廊坊开发区更好更安全的发展。

本篇论文共为 4 章：第一章节主要介绍了道路交通安全问题的研究背景、道路交通安全问题的研究意义、以及道路交通安全的国内外现状。基于国内外的道路交通安全现状，可以了解到：

---

农村和城市道路交通安全等级的重要凭证为道路安全影响因素。而且运用事故树分析法综合分析道路交通安全的影响因素，找出对道路交通安全最主要的影响因素，在当今现状下具有很重大的意义，也格外重要。

第二章节主要介绍了道路交通基础设施相关的概念、分类、作用以及理论。道路交通安全理论的相关知识和道路交通安全的影响因素。事故树分析法的概念、基本原理、计算过程以及应用。第二章分析了：廊坊开发区地区的交通情况、廊坊开发区地区的安全情况。为第3章廊坊开发区地区道路交通安全事故树分析做铺垫，并提供理论依据。

第三章明确了廊坊开发区的事故树模型的指标，完成了事故树模型。通过定性分析和定量分析，分析了事故树模型的重要度、最小径集。应用了现场考察法和问卷调查法，为模型提供了数据，计算了事故树模型的开发区中顶上事件的发生概率、基本事件的发生率。为第四章的安全措施建议，提供了数据和模型依据。

第四章通过了前3章的理论知识、事故树分析和数据分析。本章节从交通基础设施、交通参与者、车辆、环境四方面对廊坊开发区地区的交通安全提出一些措施，并根据存在的问题分别提出了建议，以改善廊坊开发区的交通安全现状。

## 1.4 本章小结

第一章节详细的讲述了道路交通安全的研究背景、道路交通安全的研究意义、论文的国内外现状。分析了本篇论文的主要内容以及各个章节的大体内容。为后续内容的撰写提供了方向。

---

## 第2章 交通基础设施和道路交通安全理论及分析方法介绍

通过第1章节了解了道路交通安全研究背景、研究意义以及国内外的现状。本章节就开始介绍：交通基础设施；道路交通安全的相关理论以及其分析方法；事故树分析法的相关概念、原理、应用以及计算过程；廊坊开发区地区的交通情况和安全情况。为第3章廊坊开发区地区道路交通安全事故树分析做铺垫，并提供理论依据。

### 2.1 交通基础设施

交通基础设施（本篇论文介绍三种）：交通标志、交通标线、交通信号灯。

“交通基础设施”作用：①在交通方面：完整且正确的道路交通设施可以减少道路安全问题的发生，提高了交通的安全性。②在道路建设方面：道路交通基础设施是在道路建设时必须安装的必需品，在道路建设上面也尤为重要。③在行人和驾驶员方面：完整且正确的道路交通基础设施可以方便行人认路，方便驾驶员辨识方向和地点，提高道路交通的稳定性。④在经济发展方面：完整且正确的道路交通基础设施可以减少维修和重换，可以促进交通运输的发展，促进我国经济的发展。⑤在社会方面：完整且正确的道路交通基础设施可以给人们良好的心情体验，促进社会和谐发展。⑥在科技发展方面：完整且正确的道路基础设施需要更新换代以减少经济消耗，以此可以促进我国相关科技的发展。⑦在城乡一体化建设方面：在农村建设完整且正确的道路交通基础设施可以加快农村的城市化建设，促进我国的城乡一体化建设。⑧在推动地方经济、文化、交通、安全发展方面，在提高驾驶员和行人自身的素质方面：完整且正确的道路基础设施可以促进交通运输的发展，道路交通运输的发展可以带动地方经济的发展，地方经济的发展可以促进地方文化的多元化，多元化的文化可以提高行人和驾驶员的自身素质，行人和驾驶员自身素质的提高可以促进地方道路交通安全的发展。

#### 2.1.1 交通标志

（1）交通标志的定义：

“用文字或符号引导、警告、传递、指示、限制信息道路交通设施。”交通标志又被称作道路标志、安全标志，在交通标志中大部分都是以交通安全、设置醒目、清晰等，以此保证道路交通安全、顺畅。

（2）“交通标志”种类：

①引导、警示信息牌，如图 2.1 所示。②传递、指示信息牌，如图 2.2 所示。③限制信息牌，如图 2.3 所示。

①警示、引导信息牌：黑色的三角外框，里面是黄色底色，黑色图形或形状，三角形下面可能会有黑色大字也可能没有。警告信息牌包括（本篇论文未全部介绍）：“十字交叉警示牌。T 子交叉警示牌。左弯路警示牌。左侧变窄警示牌。反向弯路警示牌。两侧变窄警示牌。下坡路警示牌。大桥警示牌。单向警示牌。交通信号灯警示牌。小心落石警示牌。小心大横风警示牌。双向车道警示牌。傍山险路警示牌。堤坝路警示牌。注意村庄警示牌。隧道警示牌。驼峰桥警示牌。渡口警示牌。左右绕行警示牌。左绕行警示牌。施工警示牌。慢行警示牌。有人看守铁道道口警示牌。无人看守铁道道口警示牌。过水路面警示牌。注意飞机动车警示牌。注意机动车警示牌。事故易发路段警示牌。”②传递、指示信息牌：白色的圆形或长方形、正方形外框，里面是蓝色底色，外框里面、底色上面、有白色的图形，外框下面可能会有黑色大字也可能没有。③限制信息牌：红色的圆形外框，里面的底色可能是白色，也可能是蓝色底色，里面是黑色图形和一条或者两条红色的斜线。



图 2.1 警告右转减速

图 2.1 的解释：警示指示牌，其指示牌内的内容为：警示前方向右转弯，请减速慢行，注意安全。



图 2.2 指示向右转弯

图 2.2 的解释：指示信息牌，其指示牌内的内容为：指示前方为向右转弯的道路，请减速慢行，注意安全。



图 2.3 禁止向右转弯

图 2.3 的解释：限制信息牌，其指示牌内的内容为：前方道路禁止向右转弯，小心危险，注意安全。

### （3）交通标志的安全设置理论：

#### ①理论依据：

《道路交通安全法》规定：任何人不得擅自设立交通标志，不得私自损坏交通标线，不能恶意损毁交通信号灯。擅自的设立的交通限速标志在各个小区是不符合我国法律的，私自设立会被追究法律责任。

《道路交通标志标线》的内容简介：城市采用的交通标志，具体在：字体的大小、颜色、图形、牌面的大小。高速公路的标志与城市的标志各不相同。高速公路的标志牌是绿底白字。城市道路则是面小、字小且是蓝底白字。

#### ②设置方式：

本篇论文主要介绍：附着式交通标志、柱式交通标志、悬臂式。

#### ③安全设置：

警示标志：一般设置在容易造成危险的地点或者人流密集地点的 20-50 米处。限制标志：禁止停车的标志设置在大桥的两端和禁止停车路段的两端、以及需要禁止的地方。在高速公路和城市道路中指示标志设置较多，在农村公路中指示标志设置较少。城市的里程碑、城市边缘的出入口、城市和农村的分界处常常设置指示标志。指示标志：一般设置在道路的交叉口处前面 30-50 米处。

---

#### （4）交通标志的作用：

有利于调节开发区的交通流量，促进廊坊开发区交通顺畅。可以依据廊坊开发区的交通安全的情况，对廊坊车辆的流量起着非常重要作用，提高了廊坊开发区道路通行，效率促进廊坊开发区的全面发展。

有利于为人们辨认廊坊开发区的方向以及地点，提示廊坊道路所达目的、提示廊坊开发区中各个交通站牌的信息、提示廊坊开发区的经过公交车的时间和趟次、提示廊坊开发区中的各个高等学院的位置。

有利于维护廊坊开发区道路交通安全，提高廊坊开发区的道路交通的通畅度。

### 2.1.2 交通标线、交通信号灯

#### （1）交通标线的定义：

“在道路的路面上用线条、箭头、文字、立面标记、突起路标、轮廓标等。向交通参与者传递引导、限制、警告等。交通信息的标识。”

#### （2）交通标线的种类（本篇论文未全部介绍）：

①禁止标线（道路交通的遵行、禁止、限制等。特殊规定的标线） ②指示标线（车行道、人行道、行车方向） ③警告标线

（3）交通标线的作用：使机动车、非机动车以及行人分隔，大大的提高道路利用率，减少或防止道路交通事故发生，并与交通标志、交通信号配合使用，增加道路交通安全的高效性。

#### （4）交通信号灯的定義：“机动车、非机动车、行人通行的标志”

#### （5）交通信号灯的種類（本篇论文未全部介绍）：红绿灯、照明灯

（6）交通信号灯的作用：有利于规范交通行为，交通信号灯也是作为交通民警执法、驾驶员和行人守法的依据。有利于警示道路状况，提示道路某一地段的地理状况，警示人们注意安全，提前做好思想准备，以防交通事故的发生。有利于调节交通流量，促进交通顺畅。可以依据道路交通安全的情况，实施单向通行，限制某些车辆通行，定时通行等，对各个车辆的流量、流向起着调节、疏导和控制作用，可以提高廊坊开发区道路通行效率。有利于维护道路交通安全，提高道路交通的通畅度。

### 2.1.3 交通基础设施可能存在隐患的假设

（1）做出廊坊开发区的道路基础设施存在隐患的假设，后面第4章节验证。

---

预测一：廊坊开发区中许多公交站牌的各个站点的信息模糊不清，需要怎么办才好？  
预期解决措施：把正确的各个站点等相关的信息清晰的刻印在新的载体（纸张，写字贴图等等）上，并在上面写上“公交站牌信息人人受益，各位朋友们，可以不破坏我吗？我怕疼”这样类似的暗示性的话语，粘贴在旧的公交站牌上，覆盖原有残缺的信息。

预测二：廊坊开发区中东方开发区一期圣陶路两侧的“注意前方学校警示牌”被高大且茂密的树枝所遮挡，东方开发区一期圣陶路周边学校的“禁止停车限制牌”被绿化带密集的灌树丛和人工养殖的花草所遮挡，需要一个节省资金并符合廊坊开发区实际的措施？  
预期解决措施：定期检查一下“注意前方学校警示牌”、“禁止停车限制牌”这两个和其余警示牌是否被遮挡、损坏，放置位置是否正确。出现问题，上报一下相关机构和附近学校的校领导，环卫工人定期清理一下。从监管、处理、预防三方面注意，解决这个问题。

预测三：廊坊开发区中人行横道，其两侧的指示标线模糊不清，解决措施？  
预期解决措施：制定一个完善的检查计划，计划 30 天一个周期，一年检查 12 次廊坊开发区周边的交通标线，查看其是否都完整且位置正确。如果位置有偏差或者交通标线不完整，立刻上报离着出现问题最近的学校校领导，说明其中的利害，请校领导告知相关单位，解决这些问题。

预测四：廊坊开发区东方开发区一期圣陶路某科技学院附近的交通标线过于密集，影响驾驶员的视线和判断，某科技学院急需要一个节省资金并符合廊坊开发区实际的措施？

预期解决措施：在廊坊开发区东方开发区一期圣陶路某科技学院中交通学院内组建一个导师小团体，商量并计算出一个合理的方案，上交相关交通部位，拜托先关部门消除几个标线。

预测五：廊坊开发区东方开发区一期圣陶路和廊坊开发区东方开发区一期圣兴路的十字路口处的红绿灯，黄灯出现问题，红灯和绿灯完好，需要什么办法最快解决问题才好？

预期解决措施：立刻联系廊坊开发区道路交通部门，告诉其黄灯不亮的事情，并告诉其对廊坊开发区道路交通安全有极大影响，请求廊坊开发区道路交通部门以最快速度来修理红绿灯黄灯不亮的问题，并封锁这条道路，防止发生道路交通安全问题。

预测六：廊坊开发区东方开发区一期圣陶路上的东方大教堂周边的路灯坏了，办法？

预期解决措施：立刻联系廊坊开发区管理道路基础设施的相关部门，上报廊坊开发区东方开发区一期圣陶路上的东方大教堂周边的路灯具体有几个坏了，并告诉其对廊坊开发区道路交通安全有极大影响，请求廊坊开发区的先关部门来更换坏了的照明灯。

## 2.2 道路交通安全理论

### 2.2.1 道路交通安全影响因素的简单介绍

(1) 道路交通安全影响因素主要分为：人、道路交通基础设施、车辆、环境。具体划分为：人（驾驶员、行人），道路交通基础设施（引导设施、预防设施），车辆（发动机、仪表盘、制动器、车的种类），环境（大雪天气、大雾天气、大雨天气）。

(2) 驾驶员的影响因素：驾驶员操作失误（转向灯错误使用）、驾驶员疲劳驾车（注意力不集中）、驾驶员超速行驶、驾驶员酒后驾车。

驾驶员的违章操作的原因有很多，比如：自身的文化素质、自身的精神状态、自身的身体状况、以及自身的心情状况等等。驾驶员受教育的文化程度，对比各个阶层的问题发生率，如表 2.1 所示。

表 2.1 驾驶员违章数据

| 文化程度  | 发生率 |
|-------|-----|
| 小学    | 13% |
| 初中    | 30% |
| 高中    | 26% |
| 大学    | 21% |
| 研究生   | 6%  |
| 博士及以上 | 4%  |

引起驾驶员违章操作的最根本原因就是：驾驶员自身的文化素质。引起驾驶员的违章操作的直接因素就是：驾驶员自身的精神状态、驾驶员自身的心情情况、驾驶员自身的身体状况。大部分驾驶员自身的文化素质越高，违章操作的发生率会越低。

(3) 行人的影响因素：注意力不集中（边走边玩手机）、横穿马路（不看红绿灯）

行人的违章行为的原因同样有四种：自身的精神状态、自身的精神状态、自身的身体状况、以及自身的心情。行人受教育的文化程度，对比各个阶段的违章行为数，如表 2.2 所示。

表 2.2 驾驶员违章数据

| 文化程度 | 违章数 |
|------|-----|
| 小学生  | 36  |
| 初中生  | 24  |



|        |    |
|--------|----|
| 大学生    | 12 |
| 研究生    | 5  |
| 博士生及以上 | 3  |

引起行人违章行为的最本原因就是：行人自身的文化素质。引起行人违章行为的主要原因有两种：自身的心情状态和自身的文化素质。而引起行人违章行为的直接原因就是：行人自身的心情状态不佳，极有可能边走路边听音乐，注意力不集中，还极有可能赌气式的过马路，一眼不看红绿灯。行人自身的文化素质越高，出现违章行为越低，当然这只是大部分人，不代表所有人。

(4) 车辆本身的影响因素（本篇论文未全部介绍）：发动机出现问题（机动车熄火）、仪表显示器出现问题（车辆某些显示灯灭了）、制动器出现问题（刹车失灵、拉上手刹还溜车）

影响车辆本身的因素：机动车的种类。不同种的机动车各项数据，如表 2.3 所示

表 2.3 不同机动车的各项数据

| 大货车                      | 小汽车                      |
|--------------------------|--------------------------|
| 发动机故障：6 次                | 发动机故障：5 次                |
| 仪表显示器故障：1 次              | 仪表显示器故障：2 次              |
| 制动系统故障：2 次               | 制动系统故障：1 次               |
| 车速 100 码，紧急制动安全距离：80 米   | 车速 100 码，紧急制动安全距离：40 米   |
| 高速公路的车速：60km/h 到 100km/h | 高速公路的车速：60km/h 到 120km/h |

不同种的机动车，它车辆本身的各个性能各不相同。三大不同点：各自本身的性能不同、各自本身的特点不同、各自本身的大小不同。

各自本身的性能不同（车速相同）：小汽车在遇到意外情况下，紧急制动刹车距离更短，制动性能更好，更加安全。大货车在遇到意外情况下，紧急制动刹车距离更长，制动性能较差，安全性比小汽车更低。

各自本身的特点不同：小汽车载重量比较小，车速提升快，发动机和制动系统出现故障的概率较少，仪表显示器出现故障的概率比较高。大货车载重量比较大，车速提升比较慢，发动机和制动系统出现故障的概率较大，仪表显示器出现故障的概率比较小。

各自本身的大小不同：小汽车小巧轻便，质量较较轻，在乡间小路辆车相遇时更容易通过，掉头也更加方便，驾驶压力小。大货车又高又大，质量比较重，在乡间小路相遇时通过更加复杂，掉头也更加麻烦，驾驶压力比较高。

（5）环境的影响因素（本篇论文未全部介绍）：大雨天气（影响驾驶员的视线，道路泥泞影响行人的出行）、大雪天气（影响驾驶员的视线，道路溜滑影响行人的出行）、大雾天气（视野受阻，影响驾驶员驾车行驶的操作，影响驾驶员）、冰雹天气（视野受阻，行人容易被砸伤，车辆本身可能被砸坏，车上的货物同样可能被砸坏）

预防环境因素对道路交通安全造成伤害的必要性：①大雨天气出行，道路泥泞，视野受阻，车辆本身的制动性能可能被影响，行人和驾驶员的精神状态降低，更加容易发生道路交通事故。②大雪天出行，道路光滑易摔倒，视野受阻，车辆本身的制动性能可能被影响，行人和驾驶员的精神状态降低，更加容易发生道路交通事故。③大雾天气出行，视野严重被影响，驾驶员和行人的视野范围变得很小，行驶车辆可能突然出现在前面很近被发现，非常容易发生道路交通事故。④冰雹天气出行，视野受阻，天降冰雹，非常容易造成人身伤害，车辆也可能受损，货物可能被损坏，危害性极大，道路交通安全严重受影响。

2.2.2 道路交通安全理论的简单介绍

- （1）交通安全理论：事故致因理论、事故预防原理、可靠性理论。
- （2）（廊坊开发区）事故致因理论：目的为：防止事故的发生。怎么做：弄清事故的发生原因，弄清事故发生的影响因素，弄清事故的发生过程，最后事故的预防措施。这就是事故致因理论。
- （3）（事故预防原理的主要介绍）事故预防的 3E 准则的起源：海因里希通过分析 55 万起工伤事故，提出事故法则，即事故的统计规律，又称 1：29：300 法则。海因里希又把造成事故的主要原因归结为四个方面的问题。廊坊开发区可以针对这四个方面，措施为：岗位调整、技术改革、惩罚、教育说服。

事故法则的具体数据比例，如表 2.4 所示

表 2.4 事故的发生对比表

|         |             |
|---------|-------------|
| 死亡或重伤事故 | 大约 1500 起   |
| 轻伤或微伤事故 | 大约 43500 起  |
| 无伤事故    | 大约 450000 起 |

事故预防的 3E 准则：工程技术（Engineering）：利用工程技术手段消除不安因素，实现机械设备和生产工艺等条件的安全。教育（Education）：利用各种形式的教育和训练，使人们树立安全第一的思想，掌握安全所必须的知识和技能。强制（Enforcement）：借用规章制度、法律法规等必要的行政、乃至法律的手段约束人们的行为。

（4）可靠性理论的主要介绍：故障率曲线。廊坊开发区在交通基础设施电子产品、机械元件，如果开发区不进行预防性的维护，故障率会发生变化。如图 2.4 所示

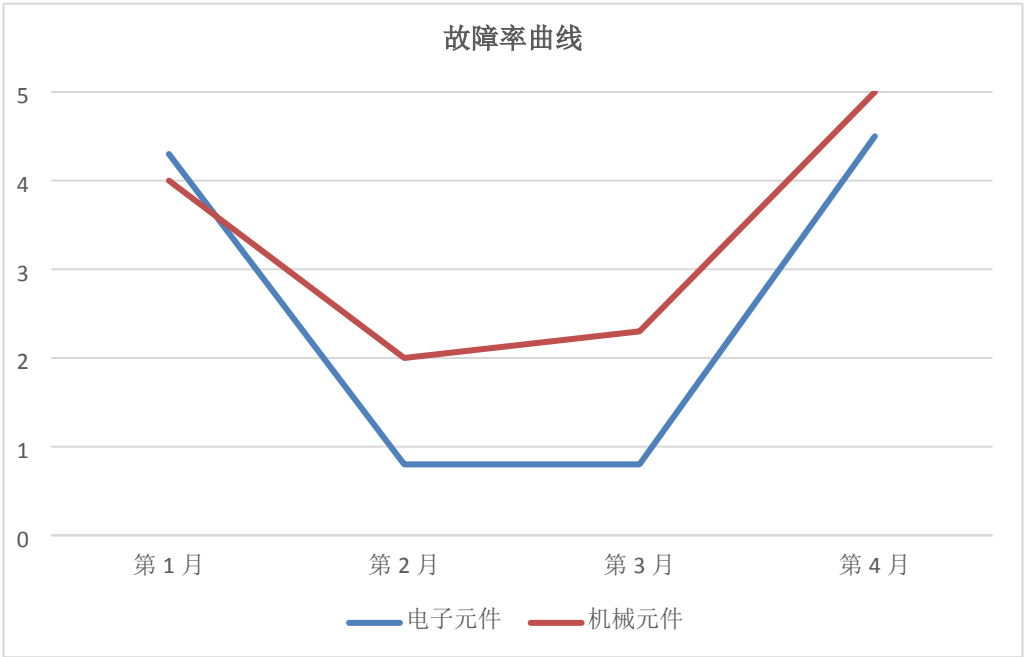


图 2.4 故障率曲线

不同种类的元件故障率也有所不同，不同时期也有所不同。如表 2.5 所示

表 2.5 故障率对比表

|       | 电子元件                | 机械元件                |
|-------|---------------------|---------------------|
| 早期故障期 | 故障率逐渐下降，占整个故障期的 30% | 故障率逐渐下降，占整个故障期的 20% |
| 偶然故障期 | 故障率平稳，占整个故障期 40%    | 故障率平稳，占整个故障期 10%    |
| 消耗故障期 | 故障率逐渐升高，占整个故障率的 30% | 故障率逐渐升高，占整个故障率的 70% |

（5）交通安全的分析方法：统计表分析法、因果分析图法、安全检查表析法、事故树分析法等。而安全预测最主要的应用就是事故树分析法，道路交通安全预测亦是如此。

具体的河北省地区的方法应用占比，如图 2.5 所示

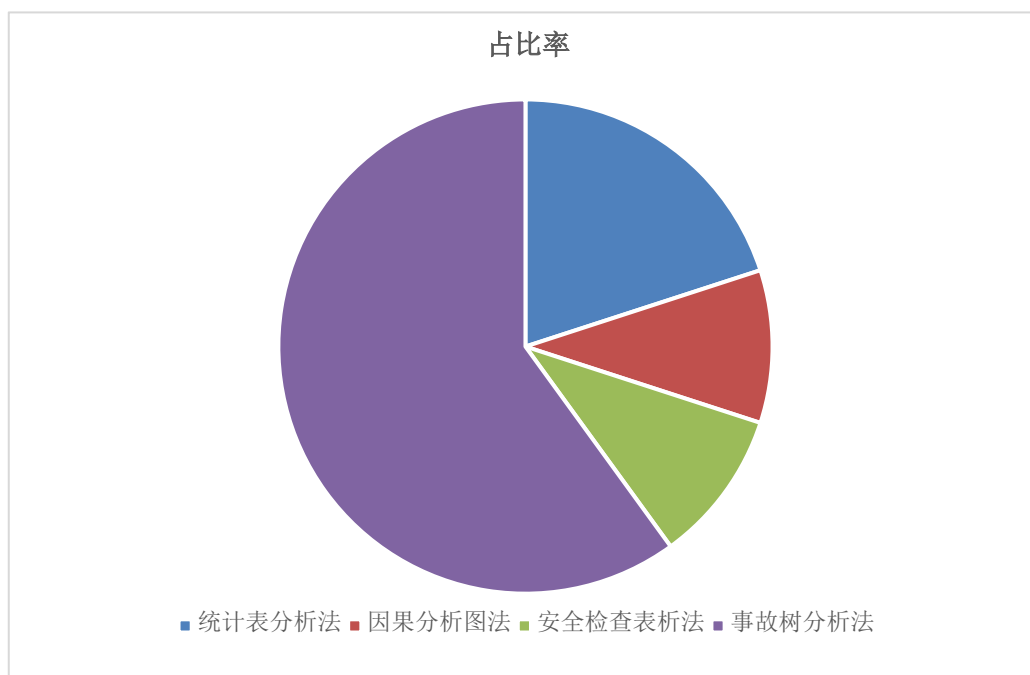


图 2.5 应用方法占比率

总结：交通安全的分析，主要应用事故树分析法。统计表分析法、因果分析法、安全检查分析法则相对于而言应用的比较少。

## 2.3 事故树分析法

### 2.3.1 事故树分析法的概念及其基本原理

（1）事故树分析法的概念：是一种可以定量分析又能定性分析的逻辑演绎评价方法。事故树分析法（FTA）：又被称作故障树分析法，是一种逻辑演绎的系统评价方法。

（2）事故树分析法的优点：①既能定性分析，又能定量分析。②具有很强的逻辑性，具有简洁明了而又生动形象的特点。

（3）事故树分析法的主要功能：①能对各种系统的危险性进行分辨和评价，不但可以分析出事故的直接原因，而且还可以分析出事故的潜在原因。

（4）事故树分析法的基本原理：把系统可能发生的某种事故与导致事故的各种原因之间的逻辑关系用一种称为事故树的树形图表示，通过定性与定量分析，找出事故的主要原因，为确定安全对策提供可靠依据。

（5）目的：找出廊坊开发区事故发生的基本原因。

准备资料：廊坊开发区的交通拥挤情况。

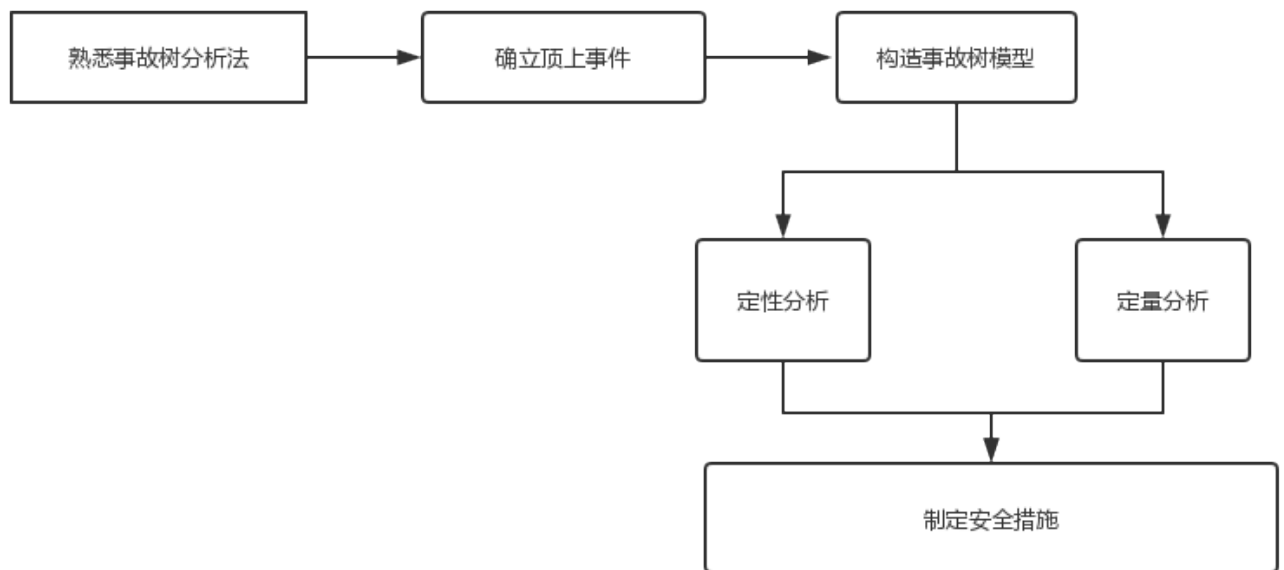
准备工作：在廊坊开发区内的实地考察和问卷调查。

效果：通过定性和定量分析，在廊坊开发区发现事未估计到的原因。

适用范围：分析廊坊开发区事故的原因。

使用方法：通过事故树分析法，构建廊坊开发区道路交通安全模型。

（6）事故树分析的程序：熟悉事故树分析法、确立顶上事件、构建事故树模型、定



性和定量分析、制定安全措施。如图 2.6 所示

图 2.6 事故树分析流程图

（7）顶上事件、中间事件符号： 

顶上事件、中间事件符号的意义：需要进一步往下分析的事件

基本事件符号： 

基本事件符号的意义：不能在往下分析的事件

本篇论文主要介绍的就为：顶上事件、中间事件、基本事件。

（8）或门：表示事件  $A_1$  或  $A_2$  任一事件单独发生时，事件  $T$  都会发生。如图 2.7 所示

“或门”：表示事件  $A_1$  或  $A_2$  任一事件单独输入时，事件  $T$  都会输出

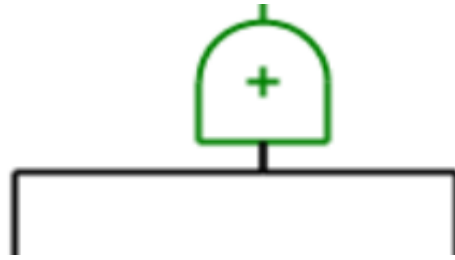


图 2.7 或门

与门：表示事件  $A_1$  和  $A_2$  同时发生时，事件  $T$  才会发生。

“与门”：表示事件  $A_1$  和  $A_2$  同时输入时，事件  $T$  才会输出。

与门符号，如图 2.8 所示

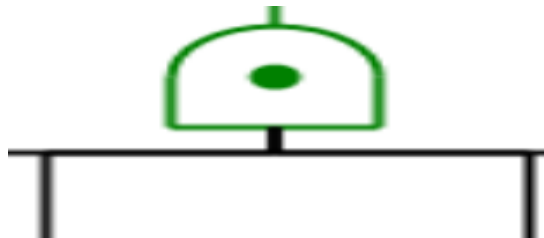


图 2.8 与门

### 2.3.2 事故树分析法的计算过程

(1) 事故树的数学描述：事故树的结构函数

事故树的结构函数（描述系统状态的函数）

$$X_i = \begin{cases} 1 & \text{表示单元 } i \text{ 发生（元件故障）} \\ & (i=1, 2, \dots, n) \\ 0 & \text{表示单元 } i \text{ 不发生（元件正常）} \\ & (i=1, 2, \dots, n) \end{cases} \quad (2.1)$$

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{（表示顶上事件发生）} \\ 0 & \text{（表示顶上事件不发生）} \end{cases} \quad (2.2)$$

$$Y = \phi(x) \text{ 或 } Y = \phi(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$\phi(x)$  为系统的结构函数

## (2) 事故树的定性分析：最小割集和最小径集的求解

**割集** 事故树中某些基本事件的集合，当这些基本事件都发生时，顶上事件必然发生。

**最小割集**：顶上事件发生的最低限度的基本事件组合。如果在某个割集中任意除去一个基本事件就不再是割集了，这样的割集就称为最小割集。

**最小割集的求法**：布尔代数化简法、行列法。①行列法：从顶上事件出发，按照逻辑门的顺序用下面的输入事件代替上面的输出事件，一步一步替代，直到所有基本事件都代完为止。②布尔代数化简法：事故树经过布尔代数的化简，得到若干交集的并集，每个交集实际就是一个最小割集。

**径集**：事故树中某些基本事件的集合，当这些基本事件都不发生时，顶上事件必然不发生。顶上事件发生的最低限度的基本事件组合。如果在某个径集中任意除去一个基本事件就不再是径集了，这样的径集就称为最小径集。

**最小径集的求解**：将事故树转化为对偶的成功树，求解成功树的最小割集，即为事故树的最小径集。事故树转化为成功树，如图 2.9 所示。

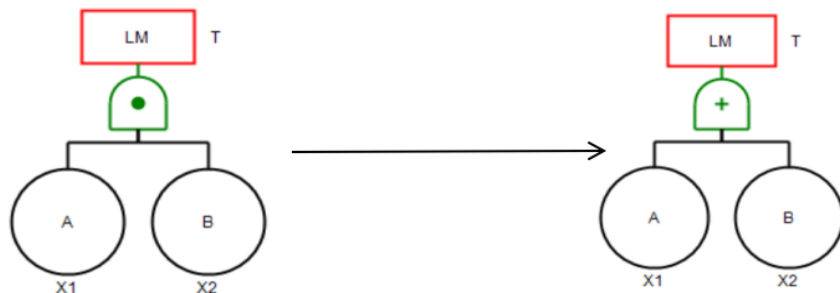


图 2.9 事故树转化为成功树图

## (3) 最小割集例子：用行列法和布尔代数化简法做等效事故树图？如图 2.10 所示

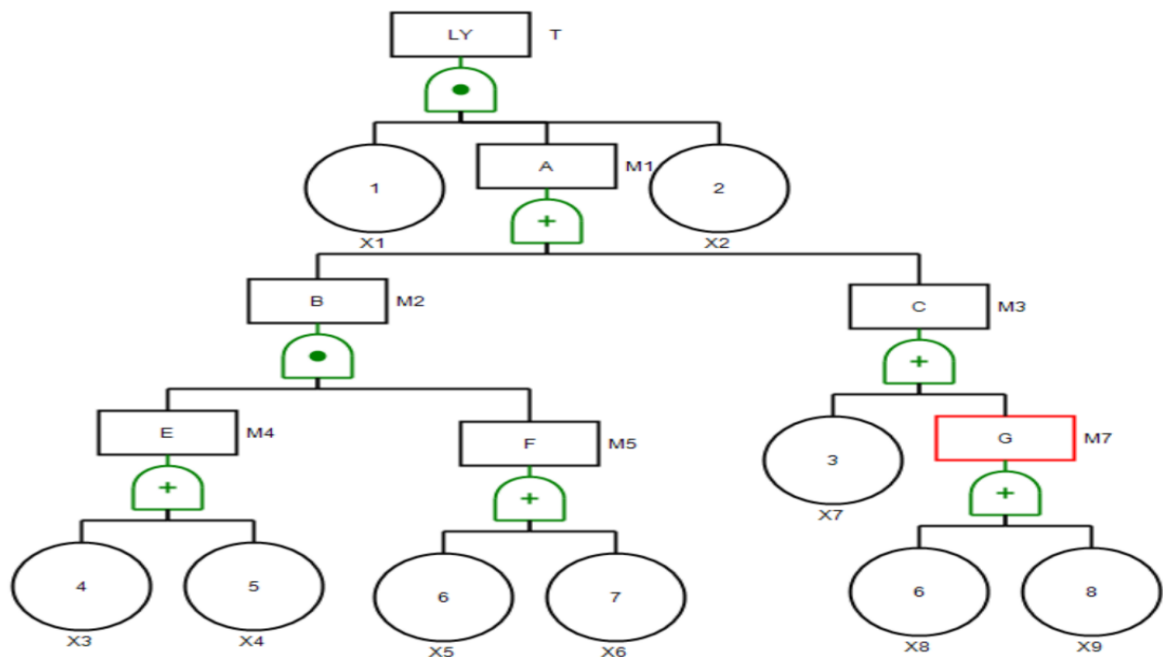


图 2.10 事故树图

图 2.10 的内容具体为：

所有中间事件为：中间事件 A、中间事件 B、中间事件 C、中间事件 D、中间事件 E、中间事件 F、中间事件 G。

所有基本事件为：基本事件 1、基本事件 2、基本事件 3、基本事件 4、基本事件 5、基本事件 6、基本事件 7、基本事件 8。

具体链接方式为：顶上事件为 LY 与门链接中间事件 A 和基本事件 1、基本事件 2。中间事件 A 或门链接中间事件 B 和中间事件 C。

中间事件 B 与门链接中间事件 E 和中间事件 F。中间事件 C 或门链接基本事件 3 和中间事件 G。

中间事件 E 或门链接基本事件 4 和中间事件 5。中间事件 F 或门链接基本事件 6 和基本事件 7。中间事件 G 或门链接基本事件 6 和中间事件 8。

答案：用行列法和布尔代数化简的等效事故树，如图 2.11 所示

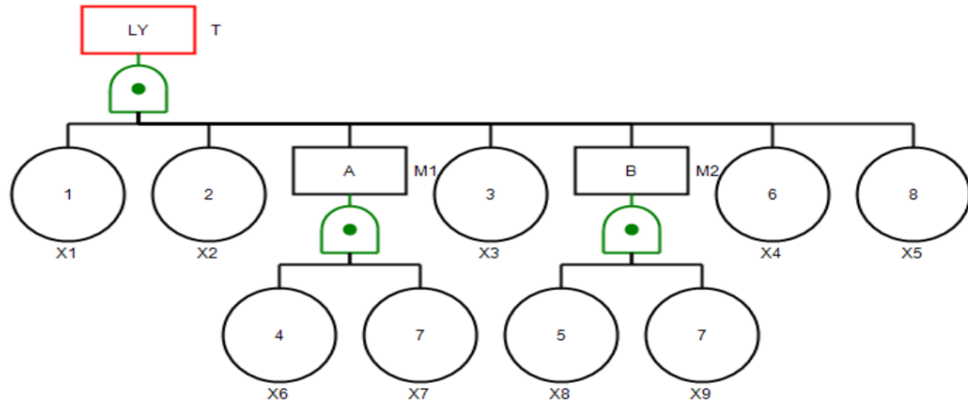


图 2.11 等效事故树图

#### (4) 事故树的定量分析：顶上事件的发生概率

“顶上事件的发生概率”的求法：最小径集法、最小割集法。基本事件的发生概率：一般为数据调查后，人为假设的发生概率，具有一定的误差。基本事件的发生概率分为：系统的单元故障率、人的失误概率。

#### (5) 最小割集法求顶上事件的发生概率：

事故树用最小割集的等效事故树表示，顶上事件等于最小割集的并集。

假设已知某个事故树这么多个最小割集：E1、E2、...、Er、...Ek，则有：

$$T = \bigcup_{r=1}^k E_r \quad (2.3)$$

顶上事件的发生概率：

$$P(T) = P\left\{\bigcup_{r=1}^k E_r\right\} \quad (2.4)$$

设各个基本事件的发生概率为：q1、q2、...、qn，则顶上事件发生概率为：

$$P(T) = \sum_{r=1}^k \prod_{x_i \in E_r} q_i - \sum_{1 \leq r \leq i \leq k} \prod_{x_i \in E_r} q_i + \dots + (-1)^{k-1} \prod_{r=1}^k \prod_{x_i \in E_r} q_i \quad (2.5)$$

(5) 最小径集法求顶上事件的发生概率:

由最小径集的定义可知, 只要有  $k$  个最小径集中任一个不发生, 顶上事件就不会发生, 则有:

$$T = \bigcup_{r=1}^k D_r \quad (2.6)$$

具体即:

$$1 - P(T) = P\left\{\bigcup_{r=1}^k D_r\right\} \quad (2.7)$$

顶上事件的发生概率为:

$$P(T) = 1 - \sum_{r=1}^k \prod_{x_i \in P_r} q_i + \sum_{1 \leq r \leq i \leq k} \prod_{x_i \in P_r \cup P_k} (1 - P_i) - \dots - (-1)^{k-1} \prod_{r=1}^k \prod_{x_i \in P_r} (1 - q_i) \quad (2.8)$$

### 2.3.3 事故树分析法的应用

(1) ①提前预测廊坊开发区的事, 预测廊坊开发区发生事故的可能后果②应用 FTA 事故树分析廊坊开发区事故的原因。③作为廊坊交通安全教育的资料, 推测廊坊开发区事故的预防措施。

(2) 事故树分析法在各行各业的应用占比, 如图 2.12 所示

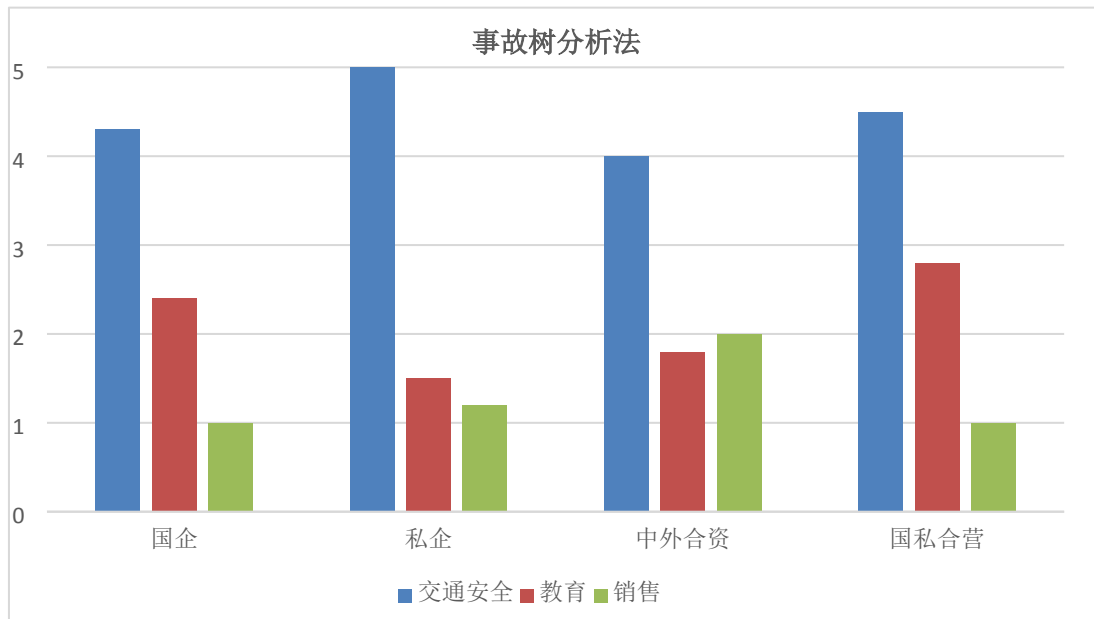


图 2.12 各个行业占比图

### (3) 总结：事故树分析法的应用

主要集中在交通安全方面，销售、教育、管理等等行业相对较少。而且无论国企、私企、中外合资以及国私合营的企业都在交通安全方面，比较喜欢应用事故树分析法。

## 2.4 廊坊开发区交通安全分析

### 2.4.1 廊坊开发区交通情况

(1) 本篇论文主要研究分析：圣陶路中东方大讲堂一大学生管委会这段。

廊坊开发区的地理位置：廊坊开发区位于河北省廊坊市的郊区广阳区，如图 2.13 所示。



图 2.13 廊坊开发区环形车道图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/657066063163006062>