



普通高校交通运输类专业系列教材

交通运输安全

TRANSPORTATION SAFETY

■ 主编 刘 清 徐开金 ■



武汉理工大学出版社

WUTP Wuhan University of Technology Press

- 交通运输设备概论
- 交通企业管理
- 可持续发展的交通运输
- 现代物流与运输
- **交通运输安全**
- 交通运输经济学
- 智能运输系统—原理、方法及应用

责任编辑:白立华
封面设计:吴 极

<http://www.techbook.com.cn>
武汉理工大学出版社发行部
地 址:武汉市洪山区珞狮路122号
电 话:(027) 87394412
87383695
87384729
传 真:(027) 87397097

ISBN 978-7-5629-2971-0



9 787562 929710 >

定价: 32.00元

普通高校交通运输类专业系列教材

Transportation Safety

交通运输安全

主 编 刘 清 徐开金

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 简 介

本书吸收了国内外交通安全方面的研究成果,是一本集公路、铁路、水运、航空为一体的综合性的交通安全工程教材,从“大交通、大安全”的理念出发,以交通运输系统安全为对象,内容力求涵盖交通运输系统安全工程的共性,探寻交通运输安全的一般规律,并兼顾各种运输方式的特性,重点研究公路和水路运输中的安全问题,较为全面地反映了交通运输安全领域的知识方法体系。本书主要内容包括:交通运输安全基本理论;交通运输安全统计与分析;交通运输安全评价方法;交通事故特征;交通运输安全技术;交通事故调查与处理和交通运输企业安全管理等。

本书内容深入浅出、通俗易懂,适合交通运输安全技术干部、管理干部以及设计和生产人员阅读,也可作为交通运输大类相关专业的本科生、研究生教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

交通运输安全/刘清,徐开金主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2009.7

ISBN 978-7-5629-2971-0

I. 交… II. ①刘… ②徐… III. 公路运输-交通运输安全 IV. U491.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 130529 号

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070

<http://www.techbook.com.cn> 理工图书网

印刷者:武汉理工大印刷厂

经销者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:20

字 数:512 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版

印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1—3000 册

定 价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87397097 87394412

前 言

交通运输安全问题是当今交通运输领域一个严重的问题,交通事故导致了大量的人员伤亡和财产损失。以道路交通为例,2007年,我国共发生道路交通事故327209起,造成81649人死亡、380442人受伤,直接财产损失12亿元,其中,发生一次死亡10人以上特大交通事故26起,造成389人死亡,道路交通事故万车死亡率为5.1。重特大交通事故不仅造成重大的人员伤亡和财产损失,还造成了恶劣的社会影响。如何保障交通运输安全、减少交通事故已经成为摆在交通运输安全管理与研究人员面前的重要课题。

交通运输安全工程是以现代系统理论为基础,以安全管理理论为指导,应用系统工程的原则和方法,分析、评价交通运输过程中的不安全因素,预先采取措施,防止重大事故发生,实现系统安全的一整套管理程序和方法体系,目的在于对交通运输领域安全问题进行系统的研究,找出交通事故的本质和规律,为交通运输行业安全管理科学化和现代化奠定基础。

本书从“大交通、大安全”的理念出发,吸收了国内外有关交通运输安全方面的研究成果,系统介绍了交通运输领域安全学科的基本原理。为了适应不同层次的教学需要,本书内容涵盖交通运输系统安全工程的共性,探寻交通运输安全的一般规律,并兼顾各种运输方式的特点,重点阐述公路和水路运输中的安全问题,力求反映交通运输领域安全管理的系统性、综合性、实用性特点,书中除列出必要的案例分析外,各章后均附有复习思考题与参考文献。

本书内容分为8章:第1章绪论;第2章交通运输安全基本理论;第3章交通运输安全统计与分析;第4章交通运输安全评价方法;第5章交通事故特征;第6章交通运输安全技术;第7章交通事故调查与处理;第8章交通运输企业安全管理。交通运输安全的理论与实践是不断发展与进步的,在教材编写过程当中,兼顾了经典理论与最新研究成果,国际研究与中国国情。在阐述交通运输安全基本知识的前提下,适当介绍最新的研究成果;以我国交通运输安全为主体,同时注重借鉴国外经验。本书围绕安全分析和事故预防两大主体进行阐述,希望能够对我国交通运输安全研究、交通运输安全教育和交通运输安全管理水平的提高有所帮助。

本书由刘清、徐开金主编,各章节具体分工为:第1、2章由郑义彬、向凤兰编写;第3、4、6章由刘清、张贵宾编写,徐开金补充;第5章由刘清、王造编写;第7章由徐开金、彭珂编写;第8章由刘清、彭珂编写,全书由刘清统稿,李承、彭俊等协助校对完成。此外,本书在编写过程中,参阅了大量国内外文献资料,未能一一列出,借此向这些文献资料的原作者表示衷心的感谢!

虽然编者做出了极大努力,但限于时间和水平,书中错误和不当之处在所难免,恳请读者批评指正。同时,希望本书的出版能为广大交通参与者提供一些切实的帮助。

编 者

2009年3月于扬子江畔

目 录

1 绪论	(1)
1.1 交通运输安全概述	(1)
1.1.1 交通运输安全寓于社会发展之中	(1)
1.1.2 安全与交通运输安全	(2)
1.2 交通运输安全的研究内容	(6)
1.2.1 交通运输安全的基本理论	(6)
1.2.2 交通运输安全的分析与评价	(8)
1.2.3 交通运输安全技术	(9)
1.2.4 交通运输安全管理	(10)
1.3 交通运输安全的发展历程与趋势	(10)
1.3.1 国外交通安全发展及其特点	(10)
1.3.2 国内交通安全发展及其特点	(14)
复习思考题	(18)
参考文献	(18)
2 交通运输安全基本理论	(19)
2.1 事故致因理论	(19)
2.1.1 事故因果连锁论	(20)
2.1.2 事故频发倾向论	(25)
2.1.3 危险源理论	(27)
2.1.4 能量转移论	(28)
2.1.5 安全系统理论	(30)
2.1.6 变化观点的事故因果连锁论	(31)
2.2 可靠性理论	(33)
2.2.1 基本术语	(33)
2.2.2 可靠度函数与故障率	(34)
2.2.3 系统可靠度	(37)
2.2.4 可靠性设计	(40)
2.2.5 人的可靠性	(40)
2.3 事故预防理论	(51)
2.3.1 事故预防基本原理	(51)
2.3.2 事故预防与控制的基本原则	(52)
2.3.3 海因里希事故预防公理	(52)
2.3.4 事故预防 3E 准则	(53)
2.3.5 事故预防 5 阶段模型	(53)

2.3.6 本质安全化方法	(55)
复习思考题	(56)
参考文献	(56)
3 交通运输安全统计与分析	(57)
3.1 交通运输安全统计方法	(57)
3.1.1 伤亡事故统计指标	(57)
3.1.2 伤亡事故统计的数学原理	(69)
3.1.3 伤亡事故综合分析	(75)
3.2 交通运输安全分析	(79)
3.2.1 交通运输安全分析概述	(79)
3.2.2 统计图表分析法	(81)
3.2.3 因果分析图法	(83)
3.2.4 安全检查表分析法	(83)
3.2.5 危险性预先分析法	(87)
3.2.6 故障模式和影响分析	(89)
3.2.7 事件树分析法	(90)
3.2.8 事故树分析法	(90)
复习思考题	(96)
参考文献	(96)
4 交通运输安全评价方法	(97)
4.1 交通运输安全评价概述	(97)
4.1.1 安全标准的含义	(97)
4.1.2 安全评价的内容和程序	(99)
4.1.3 安全度评价指标	(101)
4.1.4 交通安全评价的作用和意义	(103)
4.2 安全评价方法	(105)
4.2.1 安全检查表评价方法	(105)
4.2.2 作业条件危险性评价法	(107)
4.2.3 概率安全评价法	(108)
4.2.4 安全综合评价方法	(111)
4.2.5 交通运输企业安全管理工作评价	(130)
4.3 安全评价方法的选用	(135)
4.3.1 安全评价方法选用的原则	(135)
4.3.2 各种安全评价方法的适用范围	(136)
复习思考题	(137)
参考文献	(137)
5 交通事故特征	(138)
5.1 交通事故特征概述	(138)
5.1.1 道路交通事故特征	(138)

5.1.2 水路交通事故特征	(141)
5.1.3 航空交通事故特征	(141)
5.1.4 铁路交通事故特征	(142)
5.2 人的因素与交通安全	(143)
5.2.1 驾驶员的心理与生理特征	(143)
5.2.2 人失误致因分析	(151)
5.3 载运工具与交通安全	(156)
5.3.1 汽车安全性能与安全法规	(157)
5.3.2 对船舶安全影响重大的设备与构件	(161)
5.3.3 高速列车的安全性能	(161)
5.4 交通环境与交通安全	(163)
5.4.1 载运工具营运环境	(163)
5.4.2 自然条件环境	(165)
复习思考题	(167)
参考文献	(167)
6 交通运输安全技术	(168)
6.1 交通运输安全技术概述	(168)
6.1.1 交通运输安全技术的基本思想	(168)
6.1.2 交通运输安全技术的基本原则	(168)
6.1.3 交通运输安全技术的基本内容	(169)
6.2 交通安全设计技术	(170)
6.2.1 交通安全设计的基本手段	(170)
6.2.2 预防事故的交通安全设计技术	(172)
6.2.3 避免和减少事故损失的安全设计技术	(178)
6.3 基于预防和事故避免的交通安全监控与检测技术	(180)
6.3.1 对交通设施设备运行状态的监控与检测技术	(180)
6.3.2 对环境状态的监控与检测技术	(193)
6.3.3 自然灾害监控与报警系统	(201)
6.3.4 道口报警和防护系统	(206)
6.3.5 海事监管控制系统	(206)
6.4 基于维护和维修的交通安全检测与诊断技术	(208)
6.4.1 概述	(208)
6.4.2 无损检测技术及其在道路交通中的应用	(210)
6.4.3 汽车安全检测技术范例	(216)
6.4.4 铁路钢轨探伤车及轨道监测车范例	(218)
6.4.5 空港运用与维护范例	(220)
6.5 交通运输事故应急救援技术	(223)
6.5.1 交通事故救援概述	(224)
6.5.2 交通事故现场救护技术	(224)

6.5.3	道路交通事故救援技术	(226)
6.5.4	海上搜寻救助的规定	(227)
6.5.5	建立交通事故紧急救护、救援体系	(230)
6.6	交通运输预警与应急技术	(231)
6.6.1	交通事故预测	(231)
6.6.2	交通运输预警与应急技术	(235)
	复习思考题	(238)
	参考文献	(238)
7	交通事故调查与处理	(239)
7.1	交通安全法规	(239)
7.1.1	交通安全法规的重要性	(239)
7.1.2	主要交通安全法规概述	(239)
7.2	交通事故现场管理	(241)
7.2.1	事故调查的目的和意义	(241)
7.2.2	事故调查的准备	(242)
7.2.3	事故调查的基本步骤	(244)
7.2.4	道路交通事故的处理	(248)
7.3	水上交通事故调查处理	(251)
7.3.1	水上交通事故调查概述	(251)
7.3.2	水上交通事故调查的内容和程序	(255)
7.3.3	水上交通事故损失核定	(258)
7.3.4	水上交通事故责任认定	(261)
7.3.5	水上交通事故处理	(262)
7.4	交通保险与补偿	(264)
7.4.1	车辆损失险	(264)
7.4.2	第三者责任险	(265)
7.4.3	保险赔偿程序和赔偿办法	(267)
7.4.4	保险人支付赔偿	(268)
7.4.5	保险纠纷的解决途径	(268)
	复习思考题	(268)
	参考文献	(268)
8	交通运输企业安全管理	(269)
8.1	交通运输企业安全管理的基本内容	(269)
8.2	交通运输企业安全目标管理	(273)
8.2.1	目标设置理论	(274)
8.2.2	安全目标管理的内容及作用	(275)
8.2.3	安全生产目标体系制订原则	(278)
8.2.4	目标体系构成	(279)
8.2.5	安全生产目标值的确定与分解	(281)

8.2.6 安全生产组织系统及各部门职责	(287)
8.2.7 交通行业安全生产目标的控制与考评	(291)
8.3 交通运输企业安全管理模式	(294)
8.3.1 “0123”安全管理模式	(295)
8.3.2 “三化五结合”安全生产模式	(297)
8.3.3 OSHMS 管理模式	(298)
8.3.4 II型安全管理模式	(299)
8.3.5 其他安全管理模式	(300)
8.4 交通运输企业安全管理制度	(300)
8.4.1 安全生产责任制	(300)
8.4.2 安全教育制度	(305)
8.4.3 安全检查制度	(308)
复习思考题	(310)
参考文献	(310)

1 绪 论

1.1 交通运输安全概述

交通的进步与发展给人类带来了数不尽的生活便利、经济效益和社会繁荣,但伴随着交通工具的使用与发展,交通事故的频繁发生也使人类蒙受了难以计数的损失。人类为了生存和发展,在安全管理及交通事故的处理过程中,积累了许多丰富的安全管理经验。交通运输安全随着交通运输的产生而产生,也随着交通运输的发展而发展。

1.1.1 交通运输安全寓于社会发展之中

现代交通运输包括道路运输、铁路运输、水路运输、航空运输和管道运输五种不同的运输方式。这五种运输方式也被称为现代化的运输方式,区别于旧的、传统的以人力、畜力或风力为动力的运输方式。此外,还出现了一些新型的交通工具,如轻轨、气垫船等,但是这些新型的交通工具并未脱离原有的五种基本运输方式的范畴。如轻轨就是在原有的普通铁路的基础上发展起来的,并未脱离铁路的轨道运输形式。

交通运输业是国民经济的重要组成部分,它在整个社会机制中起着纽带、促进和保证作用。随着社会的发展,人们对交通运输的需求迅速增长。

改革开放以来,我国的社会经济得到了巨大发展,交通运输业也相应取得了令人瞩目的历史性成就。基础设施规模不断扩大,整体技术水平显著提高,运输供给能力明显增强,运输紧张状况得到缓解。到2007年底,我国的综合运网总里程达617.83万公里,综合运网密度为64.36公里/百平方公里,其中,国有铁路营运里程达到7.80万公里(其中国家铁路电气化里程2.4万公里),铁路网密度为0.81公里/百平方公里,比2000年平均增长32.88%;公路通车里程358.37万公里(其中高速公路里程5.39万公里),公路网密度为37.3公里/百平方公里;民航航线里程234.30万公里,民航网密度为24.41公里/百平方公里,比2000年平均增长55.90%;输油气管道4.82万公里,管道分布密度为0.50公里/百平方公里,比2000年平均增长95.14%;内河航道里程12.35万公里,航道网密度为1.29公里/百平方公里,与2000年相比增长3.52%。

随着社会经济的发展,我国道路通车里程逐年增长,机动车保有量不断增加,道路交通事故也呈逐年增长趋势。我国的交通事故基本是随着国民经济的发展而逐步上升的,并随着当时的社会经济状况的变化而产生很大的波动。全国交通事故年死亡人数在20世纪50~60年代为几百至几千人,70年代发展至1万~2万人,1984年后事故死亡人数急剧上升,1988~1990年期间稍有回落,1991年后随着国家改革开放的深化,国家总体经济实力不断增强,汽车工业和交通运输业迅速发展,交通事故死亡人数急剧增加。根据公安交通管理部门统计,交通事故起数从1986年的29万起上升到2002年的77万多起,年均增长6.3%。死亡人数由5万人上升到10.9万人,年均增长5%。2004年全国共发生道路交通事故

56.77万起,因道路交通事故死亡9.92万人,受伤45.18万人,直接经济损失27.7亿元。虽然道路交通事故四项指标比上年有所下降,但高速公路交通事故死亡人数上升18.3%。2004年全国特大恶性道路交通事故大幅上升,全国共发生一次死亡10人以上群死群伤的特大道路交通事故55起,造成852人死亡、877人受伤。与上年相比上升幅度较大,事故起数上升34.1%,死亡人数上升32.1%,受伤人数上升54.7%。2000~2004年,平均每年发生一次死亡10人以上的特大事故约40起。

交通运输飞速发展,交通安全管理工作也面临着新的课题。

(1) 新的运输形式的出现,必然会产生新的危害。由于人的认识能力有限,不可能马上完全认清其危害、制定防范措施,这就要求我们在安全管理工作中必须努力去发现和寻找出那些潜在的危害因素。

(2) 各种交通安全影响因素的种类和数量不断增多。如城市轻轨的利用,增加了城市的交通噪声和交通振动。GPS和计算机的广泛应用,同样也产生对人体有害的放射性物质和强磁。另外还有交通废气等产生的危害。

(3) 由于运输过程的大规模化、复杂化,造成危害的范围正在日益扩大。

(4) 安全保障的要求以及技术难度相应增长。

由此可见,由社会经济发展带来的交通运输的飞速发展,不仅改变着各交通运输方式的结构和面貌,也对交通运输安全管理工作提出了更新更高的要求。高科技的发展,涉及诸多的知识领域,安全管理技术也必须与其发展相适应。

近几十年来,交通安全领域的专家学者一直在致力于如何减少安全事故的发生及发生事故后如何减少或降低事故的危害程度的研究,研究成果将在本书后面的章节中进一步介绍。

1.1.2 安全与交通运输安全

1. 术语解释

(1) 安全

在古代汉语中,并没有“安全”一词,但“安”字却在许多场合下表达着现代汉语中“安全”的意义,表达了人们通常理解的“安全”这一概念。“安全”作为现代汉语的一个基本语词,在各种现代汉语辞书中都有着基本相同的解释。《辞海》对“安”字的第一个释义就是“安全”。

安全的定义有多种,加拿大运输部对安全的理解为:安全是危险可以控制的状态;国际船舶安全营运和防止环境污染管理规则(ISM规则)对海上安全目标的理解就是保障海上安全,防止人员伤亡,避免对环境造成危害。由此可见,用通俗的话来说,安全就是人们在生活和生产过程中,生命得到保证、身体免于伤害、财产得以保存。也有人将“安全”定义为“不发生导致死伤、职业病、机械或财产损失的状态”。对于某些导致发生上述损失的状态,若其概率是可以接受的,也可视为安全。从本质上来讲,安全就是预知人们活动的各个领域里存在的固有危险和潜在危险,并且为消除这些危险而采取的各种方法、手段和行动。在交通运输活动中,人们在各种不同的交通环境和工作条件下,使用着各自的载运工具、机械进行运输生产,由此构成“人-载运工具-环境”系统。交通运输系统中的危险源和相关因素是很多的,因此,必须从系统的观点出发,运用科学分析的方法对整个运输系统进行分析、评价,及早消除危险源,实现系统的安全。

(2) 危险

《资源环境法词典》对“危险”的释义为：“所谓危险，并非指已造成的实际损害，而是指极有可能对受害人人身和财产造成损害的一种威胁。”《中华金融辞库》对“危险”的定义是“未来灾害损失的不确定性包括发生与否、发生的时间、后果与影响的不确定性。”这种不确定性，与人的利益密切相关。按其性质，可以分为纯粹危险与投机危险；按其发生原因，可以分为自然危险、社会危险和经济危险等。《北京大学法学百科全书》对“危险”的定义为：“自然界和人类社会中客观存在的，人类无法把握与不能确定的，足以造成社会财富的损毁或影响人的生命安全的潜在损失机会。”

作为安全的对立面，可以将危险定义为：危险是指在生产活动过程中，人或物遭受损失的可能性超出了可接受的范围的一种状态。危险与安全一样，也是与生产过程共存的过程，是一种连续性的过程状态。也可以说，危险是一种状态，它可以引起人身伤亡、机械破坏或降低系统完成运输功能的能力。危险包含了尚未为人所知的以及虽为人们所认识但尚未为人所控制的各种隐患。同时，危险还包含了安全与不安全矛盾斗争过程中某些瞬间突变发生所表现出来的事故结果。

(3) 风险

在《职业健康安全管理体系规范》(GB/T 28001—2001)中，将“风险”定义为：“某一特定危险情况发生的可能性和后果的组合。”《现代劳动关系词典》对“事故风险”的解释为：“从定性上说，事故风险指某系统内现存的或潜在的可能导致事故的状态，在一定条件下，它可以发展成为事故。从量上说，事故风险指由危险转化为事故的可能性，常以概率表示。”

风险有两种定义：一种定义强调了风险表现为不确定性；而另一种定义则强调风险表现为损失的不确定性。若风险表现为不确定性，说明风险产生的结果可能带来损失、获利或是无损失也无获利，属于广义风险，金融风险属于此类。而风险表现为损失的不确定性，说明风险只能表现出损失，没有从风险中获利的可能性，属于狭义风险，交通风险即属于此类。

(4) 事故

在《职业健康安全管理体系规范》(GB/T 28001—2001)中，将“事故”定义为：“造成死亡、疾病、伤害、损失或其他损失的意外情况。”在生产活动过程中，由于人们受到科学知识和技术力量的限制，或者由于认识上的局限，当前还不能防止，或能防止而未有效控制所发生的违背人们意愿的事件序列，即为事故。它的发生，可能迫使系统暂时或较长期地中断运行，也可能造成人员伤亡、财产损失或者环境破坏。事故的发生取决于人、载运工具和环境的关系，具有极大的复杂性。

(5) 隐患

所谓隐患是指隐藏的祸患，就是在某个条件、事物以及事件中所存在的不稳定并且影响到个人或者他人安全利益的因素。从系统安全的角度来看，通常人们所说的隐患包括一切可能对人-载运工具-环境带来损害的不安全因素。隐患是事故发生的必要条件，隐患一旦被识别，就要予以消除。对于受客观条件所限不能立即消除的隐患，要采取措施降低其风险或延缓风险增长的速度，减少其被触发的几率。

在《现代劳动关系词典》中，“事故隐患”指企业的设备、设施、厂房、环境等方面存在的能够造成人身伤害的各种潜在的危险因素。也可以说，事故隐患是指物的不安全状态，人的不安全行为和管理上的缺陷。它实质是有危险的、不安全的、有缺陷的状态，这种状态可在人

或物上表现出来,如人走路不稳、路面太滑都是导致摔倒致伤的隐患;也可表现在管理的程序、内容或方式上,如检查不到位、制度的不健全、人员培训不到位等。

(6) 危险源

危险源是准事故系统,在《职业健康安全管理体系规范》(GB/T 28001—2001)中,将“危险源”定义为:“可能导致伤害或疾病、财产损失、工作环境破坏或这些情况组合的根源或状态。”

这些根源或状态称为广义的危险源,危险要素可以抽象为 6 个,即:

- ① 能量和危险物质;
- ② 个体和群体的行为失误;
- ③ 机具、材料和作业现场的结构缺陷;
- ④ 信息和沟通的噪声;
- ⑤ 环境和时空的干扰;
- ⑥ 管理决策的失误。

广义危险源的危险要素可以分为两类,其中的能量和危险物质属于第一类危险要素(此类危险要素在受控状态下没有危害);其余的 5 个要素,即:个体和群体的行为失误,机具、材料和作业现场的结构缺陷,信息和沟通的噪声,环境和时空的干扰,以及管理决策的失误属于第二类危险要素(此类危险要素既可以构成第一类危险要素的受控状态,也可以造成第一类危险要素的失控状态)。

具体危险源亦即狭义危险源,它是具体的准事故系统,通常以具体准事故的名称冠名。

(7) 安全性

在工程上研究安全时,采取一般概念上的近似客观量来定义安全的程度,叫安全性。与安全性对立的概念是描述系统危险程度的指标——危险性。设 S 代表安全性, D 为危险性,则有 $S=1-D$ 。显然, D 越小, S 越大;反之亦然。若在一定程度上消减了危险因素,就等于创造了安全条件。

(8) 危险性

在工程上研究安全时,采取一般概念上的近似客观量来定义危险的程度,叫危险性。主要有两种考虑:一是把危险性看成是一个系统内有害事件或非正常事件出现可能性的量度;二是把危险性定义为发生一次事故的后果大小与该事故出现概率的乘积。危险性表示危险的相对暴露的可能性。两者不一定是正比例关系,可能存在危险,但如果采取了预防措施,危险性可能不大。例如高速公路,只要通了车,就有发生车祸的固有危险性。如果这条高速公路不进行有效的交通管制,在车流比较集中的地方,就有高度危险性。

(9) 可靠性

可靠性是判断和评价系统或元素性能的一个重要指标。可靠性是指系统或元素在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的性能。一般来说,机械设备、装置、用具等物的系统或元素的故障,可能导致物的不安全状态或引起人的不安全行为。因此,可靠性与安全性有着密切的因果关系,从某种程度上讲,可靠性高的系统,其安全性通常也较高。

2. 概念之间的相互关系

(1) 安全与危险

安全与危险是一对矛盾,一方面双方相互排斥、互相否定,另一方面两者相互依存,共同

处于系统这一统一体中,存在着向对方转化的趋势。安全与危险这对矛盾的运动、变化和发展推动着安全科学的发展和人类安全意识的提高。事物越安全,其危险性就越低;事物危险性越高,则其安全性就越低。

(2) 安全与事故

安全与事故是对立统一、相互依存的关系,即有了事故发生的可能性,才需要安全,有了安全的保证,才可能避免事故的发生。某一安全性在特定条件下是安全的,但在其他条件下就不一定会是安全的,甚至可能很危险。绝对的安全不可能达到,但却是社会和人们努力追求的目标。在实践中,人们或社会客观上自觉或不自觉地认可或接受某一安全性(水平),当实际状况达到这一水平,人们就认为是安全的,低于这一水平,则认为是危险的。

(3) 危险与事故

危险不仅包含了作为潜在事故条件的各种隐患,同时还包含了安全与不安全的矛盾激化后表现出来的事故结果。危险是指发生导致死伤、职业病、设备或财产损失的状况,具有发生事故的可能,但不一定发生了事故。事故是指突然发生了与人的意志相反的事件,如果一个系统经常发生事故,则系统是危险的。事故发生,系统不一定处于危险状态,事故不发生,也不能否认系统不处于危险状态,事故不能作为判别系统危险与安全状态的唯一标准。

(4) 事故与隐患

事故是指突然发生了与人的意志相反的事件,而隐患则是不利于安全的因素,是一种失控的状态,但尚未发生事故。如果系统中存在大量的隐患,则发生事故的可能性就高;如果系统常常发生事故,则一定存在大量的隐患。事故是隐患发展的结果,而隐患则是事故发生的必要条件。

(5) 危险源与事故

危险源是导致事故的根源和状态,危险源与事故是因果关系。第一类危险源的存在是事故发生的前提,没有它事故不可能发生,通常指的是能量和危险物质;第二类危险源(事故隐患)的存在会导致第一类危险源突破屏蔽造成意外释放,当与人体接触超过了人体承受的范围就会导致伤害事故。在事故的发生、发展过程中,两类危险源相互依存、相辅相成。

3. 交通运输系统安全

所谓交通运输系统安全,是指在交通运输系统运行周期内,应用安全管理及安全工程原理,识别运输系统中的危险性并排除危险,或使危险减至最小,从而使交通运输系统在营运效率、使用期限和投资费用的约束条件下达到最佳安全状态。简言之,交通运输系统安全就是交通运输系统在一定的功能、时间和费用的约束条件下,使系统中人员和装备遭受的伤害和损失为最少。也可以说,交通运输系统安全是一个运输系统的最佳安全状态。

要使运输系统安全,就必须在该系统的规划、研究、设计、建设、试运营和使用等各个阶段,正确实施系统安全管理和安全工程。人们在运用系统时,总是希望在人力、物力、财力和时间等约束条件下,所设计的系统具有最佳工作状态,如最佳性能、最大可靠性和最大期望寿命等。寻求这种最佳效果的愿望,几乎渗透于系统的规划、研究、设计、建设、运行等各个阶段,这就需要应用优化理论。关于优化理论已超出了本书的范围,读者需要时可参考有关专著。要使运输系统能达到安全的最佳状态,应满足:① 在能实现运输系统安全目标的前提下,运输系统的结构尽可能简单、可靠;② 配合系统运营的操作指令数目最少;③ 任何一个部分出现故障,保证不导致整个运输系统运行中止或人员伤亡;④ 备有显示事故来源的

检测装置或警报装置;⑤ 备有安全可靠的自动保护装置并制定行之有效的应急措施。

1.2 交通运输安全的研究内容

交通运输安全是一门理论与实践相结合的学科,它的基本任务就是分析、评价、控制危险和应急。研究内容同样是围绕基本任务展开的。

1.2.1 交通运输安全的基本理论

随着理论和实践的不断发展,20 世纪 70 年代发达国家就充分认识到交通事故是影响国民经济和社会生活的重大问题,因而从人、车、路、环境等多方面着手,综合运用管理技术和科学技术研究治理交通安全问题,成效显著。从 20 世纪 70 年代以来,西方发达国家的道路交通事故就处于逐渐下降趋势并保持在较低的水准线下,其交通事故死亡人数仅占全球总数的 1/4,车辆数却占全世界的 2/3 左右。但同一时期发展中国家的道路交通事故却进入了持续增长的状态,这虽然与这些国家国民经济持续高速增长和机动车保有量直线上升有关,但也和国民交通安全意识落后,安全管理体制不完善,执法不力和安全管理技术水平不高有密切关系。

人类对于安全管理基本理论的探究主要经历了三个阶段:

1. 起步阶段

1950 年前后是安全理论的起步阶段,此阶段的代表理论是事故学理论。

事故学理论的基本出发点是事故,以事故为研究的对象和认识的目标,在认识论上主要是经验论与事后型的安全哲学,是建立在事故与灾难的经历上来认识安全,是一种逆式思路(从事故后果到原因事件)。该理论的主要特征在于被动与滞后,是“亡羊补牢”的模式,突出表现为一种头痛医头、脚痛医脚、就事论事的对策方式,是基于以事故为研究对象的认识,形成和发展了事故学的理论体系。具体理论有:

(1) 事故分类学:按管理要求的分类法,如加害物分类法、事故程度分类法、损失工日分类法、伤害程度与部位分类法等;按预防需要的分类法,如致因物分类法、原因体系分类法、时间规律分类法、空间特征分类法等。

(2) 事故模型论:包括因果连锁模型、综合模型、轨迹交叉模型、人为失误模型、生物节律模型、事故突变模型等。

(3) 事故致因理论:包括事故频发倾向论、能量意外释放论、能量转移理论、两类危险源理论、事故预测理论(线性回归理论、趋势外推理论、规范反馈理论、灾变预测法、灰色预测法)等。

(4) 事故预防理论:“3E”对策理论、事后型对策等。

事故学理论的主要导出方法是事故分析(调查、处理、报告等)、事故规律的研究、事后型管理模式、三不放过原则(即发生事故后原因不明、当事人未受到教育、措施不落实三不放过);建立在事故统计学上致因理论研究;事后整改对策;事故赔偿机制与事故保险制度等。

事故学理论对于研究事故规律,认识事故本质,从而对指导预防事故有重要的意义,在长期的事故预防与保障人类安全生产和生活过程中发挥了重要的作用,是人类安全活动实践的重要理论依据。但是由于现代工业固有的安全性在不断提高,事故频率逐步降低,建立

在统计学上的事故理论随着样本的局限使理论本身的发展受到限制,同时由于现代工业对系统安全性要求不断提高,直接从事事故本身出发的研究思路 and 对策,其理论效果不能满足新的要求。

因此,现阶段交通运输安全的特点是:交通安全事故较多,每年各国因交通事故产生的损失巨大。理论界开始注意研究事故理论和防止措施,但交通安全事故没有明显减少。

2. 发展阶段

1950~1980 年这一阶段是安全管理理论的大发展阶段,主要安全管理理论是危险分析与风险控制理论。

该理论以危险和隐患作为研究对象,其理论基础是对事故因果性的认识,以及对危险和隐患事件链过程的确认,建立了事件链的概念,有了事故系统的超前意识流和动态认识论,确认了人、机、环境、管理事故综合要素,主张工程技术硬手段与教育、管理软手段相结合的措施,提出超前防范和预先评价的概念和思路。

由于研究对象和目标体系的转变,危险分析与风险控制理论发展了如下理论体系:

(1) 系统分析理论:FTA 故障树分析理论、ETA 事件树分析理论、SCL 安全检查表技术、FMFA 故障及类型影响分析理论等。

(2) 安全评价理论:安全系统综合评价、安全模糊综合评价、安全灰色系统评价理论等。

(3) 风险分析理论:风险辨识理论、风险评价理论、风险控制理论等。

(4) 系统可靠性理论:人机可靠性理论、系统可靠性理论等。

(5) 隐患控制理论:重大危险源理论、重大隐患控制理论、无隐患管理理论等。

由于有了对事故的超前认识,这一理论体系导致了比早期事故学理论更为有效的方法 and 对策,如预期型管理模式;危险分析、危险评价、危险控制的基本方法过程;推行安全预评价的系统安全工程;四负责的综合责任体制;管理中的“五同时”原则;企业安全生产的动态“四查工程”等科学检查制度等。危险分析与风险控制理论指导下的方法,其特征体现了超前预防,系统综合,主动对策等。

危险分析及隐患控制理论从事故的因果性出发,着眼于对事故前期事件的控制,对实现超前和预期型的安全对策,提高事故预防的效果有着显著的意义和作用。但是,这一层次的理论在安全科学理论体系上,还缺乏系统性、完整性和综合性。

此阶段的特点是:出现了一批具有针对性的危险分析与风险控制理论,并提出了一系列交通安全管理措施与方法,对事故的发生起到了一定的控制作用,西方发达国家的交通安全事故受到了一定程度的控制,但中国和印度等发展中国家的交通安全问题仍然没有得到较好的解决。

3. 现代安全科学阶段

从 20 世纪 90 年代以来,现代安全理论初见端倪,新技术层出不穷,目前正在不断的发展和完善之中。

该阶段安全理论以安全系统作为研究对象,建立了人-物-能量-信息的安全系统要素体系,提出系统自组织的思路,确立了系统本质安全的目标。通过安全系统论、安全控制论、安全信息论、安全协同学、安全行为科学、安全环境学、安全文化建设等科学理论研究,提出在本质安全化认识论基础上全面、系统、综合地发展安全科学理论。

安全原理的理论系统还在发展和完善之中,目前已初步形成的理论体系包含有安全哲