



高等院校交通运输类“十二五”规划教材

交通运输安全系统工程

GAODENGYUANXIAO JIAOTONGYUNSHULEI SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

JIAOTONG YUNSHU ANQUAN XITONG GONGCHENG

● 主编 王 燕 彭金栓 副主编 矫洪伟 张铭真



中南大学出版社

www.csupress.com.cn

交通运输安全系统工程

主 编 王 燕 彭金栓
副主编 矫洪伟 张铭真



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

交通运输安全系统工程/王燕,彭金栓主编.

—长沙:中南大学出版社,2014.11

ISBN 978-7-5487-1216-9

I.交... II.①王...②彭... III.交通运输安全-安全系统工程 IV.U491

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第271764号

交通运输安全系统工程

王 燕 彭金栓 主编

☐责任编辑 韩 雪

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙印通印刷有限公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 21 ☐字数 516千字

☐版 次 2014年12月第1版 ☐2014年12月第1次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1216-9

☐定 价 48.00元

图书出现印装问题,请与经销商调换



高等院校交通运输类“十二五”规划教材

编审委员会

主 任 田红旗

副主任 王 炜

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁柏群	马庆禄	王 燕	方晓平	巴兴强	邓红星
邓连波	叶峻青	史 峰	冯芬玲	朱晓立	刘 迪
杨 林	杨 岳	李明华	肖龙文	张云丽	陆百川
陈 坚	罗意平	郑国华	胡郁葱	姚加林	秦 进
夏伟怀	夏学苗	徐玉萍	高广军	黄细燕	黄 玲
曹瑾新	阎春利	温惠英	雷定猷	漆 昕	黎茂盛
潘迪夫	魏堂建				

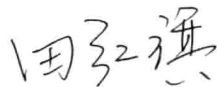
总 序

交通运输业是国民经济体系的重要组成部分，也是促进国民经济发展的重要基础产业和推动社会发展的先决条件。在最近的30年里，我国交通运输业整体上取得飞速发展，交通基础设施、现代化运输装备、客货运量总量和规模等都迅猛扩展，大量的新技术、新设备在铁路等交通运输方式中被投入应用。同时，通过大量的交通基础设施建设，特别是近年来我国高速铁路的不断投入使用，使我国的交通供需矛盾得到一定的缓解，我国交通运输网络的结构也得到了明显改善，颇具规模的现代化综合型交通运输网络已经初步形成。

我国交通运输业日新月异的发展，不仅对专业人才提出了迫切的需求，更使其教材建设成为专业建设的重点和难点之一。为解决当前国内高校交通运输类专业教材内容落后于专业与学科发展实际的难题，由中南大学出版社组织国内交通运输领域内的一批专家、学者，共同编写了这套交通运输类“十二五”规划教材。参与规划和编写这套教材的人员都是长期从事交通运输专业的科研、教学和管理实践的一线专家、学者，他们不仅拥有丰富的教学和科研经验，同时还对我国交通运输相关科学技术的发展和变革也有深入的了解和掌握。这套教材比较全面、系统地介绍了目前国内交通运输领域尤其是高速铁路的客货运输管理、运营技术、车站设计、载运工具、交通信息与控制、道路与铁道工程等方面的内容，在编写时也注意吸收了国内外业界最新的实践和理论成果，突出了实用性和操作性，适合大中专院校交通运输类以及相关专业的培养目标和教学要求，是较为系统和完整的交通运输类系列教材。该套教材不仅可以作为普通高校交通运输专业课程的教材，同时还可以作为各类、各层次学历教育和短期培训的首选教材，也比较适合作为广交通运输从业人员的学习参考用书。

由于我们的水平和经验所限，这套教材的编写也有一些不尽如人意的地方，敬请读者朋友不吝赐教。编者在一定时期之后会根据读者意见以及学科发展和教学等的实际需要，再对教材进行认真的修订，以期保持这套教材的时代性和实用性。

最后衷心感谢参加这套教材编写的全体同仁，正是由于他们的辛勤劳动，编写工作才得以顺利完成。我们还应该真诚感谢中南大学出版社的领导和同志们，正是由于他们的大力支持和认真督促，这套教材才能够如期与读者见面。



中南大学副校长、教授

前 言

交通运输是国民经济的基础设施和支柱产业,但是伴随着现代科学技术和交通运输的迅猛发展,安全问题也越来越成为困扰人们的难题。目前,交通运输系统的公共安全问题已被世界各国纳入国家安全战略研究的范畴。

交通运输安全系统工程是以现代系统理论为基础,以安全管理理论为指导,应用系统工程的原理和方法,从基本理论、安全分析和评价、安全管理和事故防范等角度阐述交通运输安全涉及的问题。本书分为2篇,第1篇分为5章,涵盖交通运输安全系统工程的共性,探寻交通运输安全的一般规律。第1章概论,涉及安全工程学科和交通运输安全系统工程的基础知识;第2章交通运输安全理论基础,包括安全相关概念及其基本关系、事故致因理论和事故预防理论;第3章交通运输安全系统分析,是安全分析的重点,具体为统计图表法、安全检查表法、事件树分析法和事故树分析法等。第4章交通运输安全系统评价,提出主要的风险评价方法。第5章交通运输安全管理,主要阐述安全管理方针、安全企业管理、安全法规和交通应急管理等内容。第2篇结合陆上交通运输方式特点,分为3章,涵盖了道路运输安全、城市轨道交通安全和铁路交通运输安全,及交通安全影响因素、交通事故、交通安全法规和交通安全管理等内容。

本书由王燕、彭金栓主编,各章节具体分工为:第1、3章和第8章由大连交通大学王燕编写;第5章和第6章由重庆交通大学彭金栓编写;第2、4章由大连科技学院张铭真编写,王燕补充;第7章由大连交通大学动车学院矫洪伟编写,王燕补充。全书由王燕统稿,刘赫、王玉娇等协助校对完成,同时在书稿的完成过程中还有幸得到了浙江师范大学、西南交通大学和大连理工大学等学校多位教授和博士提供的大力支持和帮助。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!

“交通运输安全管理”是交通运输专业一门非常重要的专业课程,在交通运输人才的培养体系中占有重要地位。本教材在编写过程中结合近几年来国内外新出现的安全管理的新方法、新技术和新理论,以及陆上各种交通运输的方式特点,力求系统、全面地阐述交通运输安全系统工程的安全知识,文字简洁明了,通俗易懂,每单元后附有重点与难点以及思考与练习,适用于大中专院校交通运输专业学生进行专业学习,也适用于交通运输现场中有关在职人员的培训。

需要说明的是,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运输安全参与者提供一些切实有效的帮助。

编 者

2014年7月30日

目 录

第一篇 交通运输安全系统工程通识篇

第 1 章 概论	(3)
1.1 安全工程学科概述	(3)
1.2 交通运输安全系统工程概述	(5)
1.3 交通运输人-机-环境系统工程	(10)
第 2 章 交通运输安全理论基础	(14)
2.1 安全相关概念和特性	(14)
2.2 事故致因理论	(19)
2.3 事故预防理论	(35)
第 3 章 交通运输安全系统分析	(42)
3.1 概述	(42)
3.2 统计图表法	(45)
3.3 安全检查表法	(47)
3.4 事件树分析法	(51)
3.5 事故树分析法	(56)
3.6 其他危险分析方法	(78)
第 4 章 交通运输安全系统评价	(84)
4.1 交通安全评价的形成与发展	(84)
4.2 安全评价的目的	(86)
4.3 安全评价的分类	(86)
4.4 安全评价的内容和程序	(88)
4.5 安全评价的标准	(91)
4.6 安全评价的作用和意义	(93)
4.7 安全评价的方法	(95)
第 5 章 交通运输安全管理	(108)
5.1 交通运输安全管理方针	(108)
5.2 交通运输安全管理的内容	(109)

5.3 交通运输企业安全管理体制	(111)
5.4 交通运输安全管理法规依据	(117)
5.5 交通应急管理	(120)

第二篇 陆上交通运输方式安全专业篇

第6章 道路交通安全	(129)
6.1 道路交通安全概述	(129)
6.2 道路交通事故	(135)
6.3 道路与交通运输安全	(144)
6.4 车辆与交通运输安全	(156)
6.5 驾驶人与交通运输安全	(169)
6.6 道路交通安全法规	(181)
6.7 道路交通事故处理程序	(186)
6.8 道路交通事故现场的保护与管理	(190)
6.9 道路交通事故的责任认定与赔偿	(193)
6.10 道路交通事故紧急救援	(199)
第7章 城市轨道交通安全	(205)
7.1 城市轨道交通安全概述	(205)
7.2 城市轨道交通运营安全保障系统	(218)
7.3 城市轨道交通安全管理	(235)
7.4 城市轨道交通常见事故处理案例	(268)
第8章 铁路交通运输安全	(273)
8.1 铁路运输安全概述	(273)
8.2 铁路运输安全影响因素	(281)
8.3 铁路交通事故	(286)
8.4 铁路行车安全技术保障体系	(303)
8.5 铁路交通运输安全管理	(311)
参考文献	(323)

第 一 篇

交通运输安全系统工程通识篇

第1章

概论

1.1 安全工程学科概述

1.1.1 安全工程学科的形成和发展

在和自然作斗争的过程中,人类的生命和健康不断地受到环境条件的威胁,从而本能地要对这些威胁进行预防和斗争。在原始时代,人类只是从自然界获取必要的食物,他们所使用的工具非常简单,因而,这时期内,威胁人类生命和健康的主要因素来自自然界,如雷击、水淹、冻饿以及与野兽的搏斗等。随着生产力的发展,人类逐渐开始学会使用较复杂的工具,这就使威胁人类生命和健康的因素由单纯的来自自然界而转化为主要的来自从事生产活动时人与工具。因此,可以说,自人类使用工具来进行生产活动时起,就存在一个在生产活动中不仅要更多地获取人类生存所必需的物质需要,同时还必须保护自己不受危险因素损害的问题。这就是被称之为“劳动保护”或“生产安全”直至后来发展为“安全工程”这一学科。所以,生产劳动中的安全问题有着同人类进行生产劳动活动同样长远的历史,这也就是说,主要用来研究人类在生产活动中怎样才能保护自身的生命与安全不受各种危险因素危害的“安全工程”这一学科,其历史根源是非常古老的。

从历史上来看,生产中的安全问题是随着生产力的发展(特别是生产工具的发展)变得复杂起来。这是因为,凡在生产中能够提高生产力水平的那些生产工具,同时也带来更多更复杂的危险因素。可以想象,人类使用石斧伐木远不及使用摩托锯的生产效率高,可是后者却比前者有着更大的危险性。表1-1中所列举的各种因素足以说明这一点。

表1-1 不同生产力水平的危险因素

生产力水平标志	危险因素
火	烧伤
刀	割、刺伤
蒸汽动力	爆炸、烫伤
火药化工	爆炸、毒、致癌
交通运输	各种交通事故
核工业	放射性污染

人类在发展生产的同时,对自身的安全问题一直是关心的。在生产力远不发达的年代里,危及人类生命和健康的危险因素并不复杂,主要是一些机械性伤害,如碰撞、倒塌等。后来,出现了小规模作坊、采矿和冶炼,因而伤害的类别也逐渐增多起来。就是在那一时期,历史上也有过对生产安全问题的各种论述。如1473年苑博格出版了《有毒的恶性蒸汽与金属烟气》,1567年和1745年帕拉塞尔苏斯和亨利二人分别论述了有关矿工职业病的问题,我国隋代药方也在其《病源诸候论》中谈到了采矿时的毒气问题。

很显然,人类对安全问题的重视是从生产中的伤亡事故给人类带来巨大损害中得以认识的。从进入蒸汽机和电力的时代开始,这种事故就变得越来越严重了。如在1816年至1848年间,仅美洲水域中因船舶锅炉爆炸事故就有233起,死亡2563人,伤残2067人。

据统计,仅19世纪初,这类事故共发生1万余起,死亡数万人之多。在日本也有这样的例子:1897年小型矿山每年死亡人数不过30人,可1905年上升为13409人,至1913年竟达134782人。安全问题愈来愈受到人们的重视,从而演变成为轰动社会舆论并受各阶层愤怒谴责的社会问题了。只有在这种情况下,安全问题才受到各工厂企业、交通运输业等的重视,并开始成为一部分科技人员所关注的研究和开发的课题。随着西方各国工业化进程的加快,生产中的不安全因素也变得愈加增多和复杂起来。特别是在资本主义初期,各工厂主对劳动者所进行的非人道压榨,致使事故危害变得愈加严重。事故的结果不但引起劳动者的反抗,进而会使生产停顿,甚至工厂毁灭并给社会带来危害。这当然也是工厂主和政府所不希望发生的。就是在这种情况下,美国厂长格里第一个提出“安全第一”(Safety First)的口号。在这个时期里,各工业国家先后提出并发布了一系列的安全法规和督察制度。如1833年美国的《蒸汽船舶检验法》、1848年英国的《公共卫生法》以及后来的《企业灾害资方责任法》、《影响职工健康的劳动条件》、《放射性物质法》和日本的《劳动标准法》,等等。各国政府也相继成立了相应的机构,如1879年法国成立了安全保卫中心,1882年比利时成立了劳动卫生研究所,1887年德国成立了事故研究基金会,1908年美国成立了匹兹堡采矿与安全研究所和1911年英国成立了矿山安全研究所,等等。这一切都说明,随着生产力水平的发展,劳动安全问题作为一个特殊的学科领域已经得到人们的承认和重视。

使劳动安全问题最后形成一门学科并得以迅速发展是从第二次世界大战时期开始的。由于电力工业、化学工业、军火工业、汽车船舶工业、冶金工业和飞机制造业以及原子能工业等的迅猛发展,使工业生产向大规模、自动化方向发展,生产设备具有高压、高速、高温、高精度并伴有易燃易爆易泄漏等特点,这就使生产中的危险因素比过去任何时间都大为增加。不仅如此,事故原因及事故类型也远比过去更为复杂,而事故本身所带来的经济损失、政治损失也愈加严重。迫使从事安全生产问题研究的人员开始从其他学科中分化出来,开始采用一种专门的方法和手段来研究面临的安全问题,从而逐渐形成了今天的安全工程学科。

1.1.2 安全工程学科的研究内容

安全工程的基本内容是根据对伤亡事故发生机理的认识,应用系统工程的原理和方法,在工业规划、设计、建设、生产直到废除的整个过程中,预测、分析、评价其中存在的各种不安全因素,根据有关法规,综合运用各种安全技术措施和组织管理措施,消除和控制危险因素,创造一种安全的生产作业条件。

安全技术是预防事故的基本措施,是实现工业安全的技术手段,包括安全检测技术和安

全控制技术两个方面。前者是发现、识别各种不安全因素及其危险性的技术；后者是消除或控制不安全因素，防止工业事故发生及避免人员受到伤害、财产受到损失的技术。

在工业安全领域，安全技术是工业生产技术的重要组成部分。安全技术是伴随着工业生产的出现而出现的，又随着工业生产技术的发展而不断发展。工业革命以后，工业生产中广泛使用机械、电力及烈性炸药等新技术、新设备、新能源，使工业生产效率大幅度提高；另一方面，采用新技术、新设备、新能源也带来了新的不安全因素，导致工业事故频繁发生、事故伤害和职业病人数量急剧增加、工业伤亡事故严重的局面，迫使人们努力开发新的工业安全技术。近代物理、化学、力学等方面的研究成果被应用到了工业安全技术领域，例如，H·戴维发明了被誉为“科学的地狱旅行”的安全灯，对防止煤矿瓦斯爆炸事故起到了重要作用；著名科学家诺贝尔发明了安全炸药，有效地减少了炸药意外爆炸事故的发生。

现代科学技术的进步，彻底改变了工业生产面貌，安全技术也不断发展、更新，大大增强了人类控制不安全因素的能力。如今，已经形成了包括机械安全、电气安全、锅炉压力容器安全、起重运输安全、防火防爆等一系列专门安全技术在内的工业安全技术体系。在安全检测技术方面，先进的科学技术手段逐渐取代人的感官和经验，可以灵敏、可靠地发现不安全因素，从而使人们及早采取控制措施，把事故消灭在萌芽状态之中。

现代工业生产系统是个非常复杂的系统。工业生产是由众多相互依存、相互制约的不同种类的生产作业综合组成的整体；每种生产作业又包含许多设备、物质、人员和作业环境等要素。一起工业事故的发生，往往是许多要素相互复杂作用的结果。尽管每一种专门安全技术在解决相应领域的安全问题方面十分有效，但是在保证整个工业生产系统安全方面却非常困难，必须综合运用各种安全技术。

在工业伤亡事故的发生和预防方面，作为系统要素的人占有特殊的位置。人是工业事故中的受伤害者，保护人是工业安全的主要目的。另一方面，人往往是工业事故的肇事者，也是预防事故、搞好工业安全生产的生力军。于是，安全工程的一个重要内容，是关于人的行为的研究。根据与工业安全密切相关的人的生理、心理特征及行为规律，设计适合于人员操作的工艺、设备、工具，创造适合人的特点的生产作业条件。在加强安全法规和组织机构建设及利用安全技术措施消除、控制不安全因素的同时，还必须运用安全管理手段来规范、控制人的行为，激发广大职工搞好安全生产的积极性，提高工业企业抵御工业事故及灾害的能力。

1.2 交通运输安全系统工程概述

在和自然作斗争的过程中，人类的生命和健康不断地受到环境条件的威胁，从而本能地要对这些威胁进行预防和斗争。在原始时代，人类只是从自然界获取必要的食物，他们所使用的工具非常简单，因而这时期内，威胁人类生命和健康的主要因素来自自然界，如雷击、水淹、冻饿以及和野兽的搏斗等。随着生产力的发展，人类逐渐学会使用较复杂的工具，这就使威胁人类生命和健康的因素由单纯的来自自然界而转化为主要的来自从事生产活动时人与工具了。

特别是18世纪工业革命以来，由于使用了蒸汽机，每年锅炉爆炸致使成千上万的人死亡。19世纪末期至20世纪初期，西方世界进入资本主义的发展时期，工业生产规模不断扩

大,煤矿、化工、水运、堤坝、土建等工程往往一次发生数百人甚至上千人的重大伤亡事故。生产条件的恶化、工伤事故和职业病日益严重,引起了人们的不安和广泛的关注。

第二次世界大战以后,工业技术水平不断提高,规模不断扩大,核能、航天等尖端工业,石油、化工、冶金等重工业迅速发展,事故越来越频繁,灾害也越来越严重。这种工业技术的进步所带来的对人类的威胁和损害引起了人们对安全更为广泛的重视。

为加强管理,各国政府纷纷制定了有关安全的法令,用法律来促使企业对安全的重视,并加强了对安全技术的研究,从而使安全技术逐步形成了一个综合性学科。

1.2.1 系统工程

1. 系统

系统是由处于一定的环境中相互联系和相互作用的若干组成部分结合而成并为达到整体目的而存在的集合。

20 世纪 20 年代,奥地利学者贝塔朗菲提出了系统理论的思想。从 30 年代起,贝塔朗菲就开始建立具有普遍意义和世界观意义的一般理论系统,并且在 1945 年发表了《关于一般系统论》。在该书中,贝塔朗菲研究了系统中整体和部分、结构和功能、系统和环境等之间的相互联系、相互作用等问题,并且将系统定义为“相互作用着的若干要素的复合体”。

在贝塔朗菲之后,又有很多学者提出了系统的定义。这些定义在具体说法上有着相当的差异,但是其中有四方面内容是最普遍、最本质的,即集合性、目的性、相关性、环境适应性。

战国时期李冰父子修造的都江堰,把分水、溢洪排沙、引水三大主体工程与 120 个附属渠堰工程,构筑成一个协调运转的工程系统,灌溉川西 500 多万亩良田,泽被后世,千年不衰。可见,人们以系统观点“系统思考”问题,以“系统思路”解决问题,古已有之。

2. 系统工程

系统工程是组织管理系统的规划、设计、制造、试验和使用的科学方法,是一种对所有系统都具有普遍意义的科学方法。这个定义表示:①系统工程属工程技术范畴,主要是组织管理各类工程的方法论,即组织管理工程;②系统工程是解决系统整体及其全过程优化问题的工程技术;③系统工程对所有系统都具有普遍适用性。

系统工程是 20 世纪 50 年代发展起来的一门新兴科学,它是以系统为研究对象,以现代科学技术为研究手段,以系统最佳化为研究目标的科学技术。它是发展很快、应用很广的一门管理科学,从曼哈顿工程到载人航天,从城市规划到社会发展,从武器配备到装备研制,从一般事理系统到复杂巨系统,无不需要用系统工程的方法去思考、判断和决策。它的广泛应用为管理学的发展,为各行各业、各个领域管理现代化提供了基本理论和方法。

关于系统工程所属各子学科的命名问题,钱学森教授指出:“正如工程技术各有专业一样,系统工程也还是一个总类名称,因体系性质不同,还可以再分为门类,如工程体系的系统工程叫工程系统工程,生产企业或企业体系的系统工程叫经济系统工程,……”这种命名原则为系统工程在各专门领域的发展提供了条件,从而免去一些关于名词术语叫法的不必要之争。

1.2.2 安全系统工程

1. 基本概念

安全系统工程是现代科技发展的必然产物,是安全科学学科的重要分支。

安全系统工程,是以安全学和系统科学为理论基础,以安全工程、系统工程、可靠性工程等的手段,对系统风险进行分析、评价、控制,以期实现系统及其全过程安全目标的科学技术。

对这个定义,可以从以下几个方面理解:

①安全系统工程的理论基础是安全科学和系统科学。

②安全系统工程追求的是整个系统的安全和系统全过程的安全。

③安全系统工程的重点是系统危险因素的识别、分析,系统风险评价和系统安全决策与事故控制。

④安全系统工程要达到的预期安全目标将是系统风险控制在人们能够容忍的限度以内,也就是在现有经济技术条件下,最经济、最有效地控制事故,使系统风险在安全指标以下。

2. 研究内容

安全系统工程是专门研究如何用系统工程的原理和方法确保实现系统安全功能的科学技术。其主要技术手段有系统安全分析、系统安全评价和安全决策与事故控制。

①系统安全分析。要提高系统的安全性,使其不发生或少发生事故,其前提条件就是预先发现系统可能存在的危险因素,全面掌握其基本特点,明确其对系统安全性影响的程度。只有这样,才有可能抓住系统可能存在的主要危险,采取有效安全防护措施,改善系统安全状况。

系统安全分析是使用系统工程的原理和方法,辨别、分析系统存在的危险因素,并根据实际需要对其进行定性、定性描述的技术方法。

②系统安全评价。系统安全评价往往要以系统安全分析为基础,了解、分析,掌握系统存在的危险因素,但不一定要对所有危险因素采取措施。而是通过评价掌握系统的事故风险大小,以此与预定的系统安全指标相比较,如果超出指标,则应对系统的主要危险因素采取控制措施,使其降至该标准以下。这就是系统安全评价的任务。

评价方法也有多种,评价方法的选择应考虑评价对象的特点、规模,评价的要求和目的,采用不同的方法。同时,在使用过程中也应和系统安全分析的使用要求一样,坚持实用和创新的原则。

③安全决策与事故控制。任何一项系统安全分析技术或系统安全评价技术,如果没有一种强有力的管理手段和方法,也不会发挥其应有的作用。因此,在出现系统安全分析和系统安全评价技术的同时,也出现了系统安全决策。其最大的特点是从系统的完整性、相关性、有序性出发,对系统实施全面、全过程的安全管理,实现对系统的安全目标控制。

3. 安全系统工程的方法论

安全系统工程的方法是依据安全学理论,在总结过去经验型安全方法的基础上日渐丰富和成熟的。概括起来可以归纳为如下五个方面:

①从系统整体出发的研究方法。安全系统工程的研究方法必须从系统的整体性观点出发,从系统的整体考虑解决安全问题的方法、过程和要达到的目标。例如,每个子系统安全

性的要求,要与实现整个系统的安全功能和其他功能的要求相符合。在系统研究过程中,子系统与系统之间的矛盾以及子系统与子系统之间的矛盾,都要采用系统优化方法寻求各方面均可接受的满意解;同时要把安全系统工程的优化思路贯穿到系统的规划、设计、研制和使用等各个阶段中。

②本质安全方法。这是安全技术追求的目标,也是安全系统工程方法中的核心。由于安全系统把安全问题中的人-机(物)-环境统一为一个“系统”来考虑,因此不管是从研究内容来考虑还是从系统目标来考虑,核心问题就是本质安全化,就是研究实现系统本质安全的方法和途径。

③人-机匹配法。在影响系统安全的各种因素中,至关重要的人-机匹配。在产业部门研究与安全有关的人-机匹配称为安全人机工程,在人类生存领域研究与安全有关的人-机匹配称为生态环境和人文环境问题。显然,从安全的目标出发,考虑人-机匹配,以及采用人-机匹配的理论和方法是安全系统工程方法的重要支撑点。

④安全经济方法。由于安全的相对性原理,所以,安全的投入与安全(目标)在一定经济、技术水平条件下有对应关系。也就是说,安全系统的“优化”同样受制于经济。但是,由于安全经济的特殊性(安全性投入与生产性投入的渗透性、安全投入的超前性与安全效益的滞后性、安全效益评价指标的多目标性、安全经济投入与效用的有效性等)就要求安全系统工程方法在考虑系统目标时,要有超前的意识和方法,要有指标(目标)的多元化的表示方法和测算方法。

⑤系统安全管理方法。安全系统工程从学科的角度讲是技术与管理相交叉的横断学科;从系统科学原理的角度讲它是解决安全问题的一种科学方法。所以,安全系统工程是理论与实践紧密结合的专业技术基础,系统安全管理方法则贯穿到安全的规划、设计、检查与控制的全过程。所以,系统安全管理方法是安全系统工程方法的重要组成部分。

1.2.3 交通运输安全系统工程

交通运输安全系统工程是指运用系统论、控制论、信息论等现代科学技术理论,从安全的角度,对交通运输系统寿命期的各个阶段(开发研制、方案设计、详细设计、建造施工、日常运行、改建扩建、事故调查等)进行科学研究,以查明事故发生的原因和经过,找出灾害的本质和规律,寻求消灭、减少交通运输事故或减轻事故损失,保障交通安全、畅通的措施和办法。换句话说,交通运输安全系统工程主要解决这样一些问题:分析和研究交通事故的发生机理;总结出普遍适用的交通事故理论;提出事故预防的方法设计。

从安全系统工程的研究对象和内容来考虑,交通运输安全系统工程至少应该包含以下几方面内容:

(1) 交通运输安全基本理论

交通运输安全基本理论是揭示交通运输安全的本质和运动规律的学科知识体系,是交通运输安全研究的基础,主要内容包括安全相关基本理论、事故致因理论、事故预防理论等。

(2) 交通运输安全系统分析方法

交通运输安全系统分析方法主要研究如何运用系统工程的原理和方法,对交通运输系统中的安全问题进行定性、定量的分析,并采用综合安全措施予以控制,使系统产生交通事故的可能性降低到最低限度,从而达到系统最佳安全状态。主要内容包括常用的系统评价方

法,例如统计图表法、安全检查表法、事件树分析法、事故树分析法和其他危险分析方法。

(3) 交通运输安全系统评价方法

交通运输安全系统评价是交通安全管理工作中非常重要的一部分,对于评价安全管理水平,提前采取防范措施,实现交通运输安全“预防为主”具有十分重要的意义。

交通运输安全系统评价方法部分首先对安全评价工作的含义、安全评价工作的内容和程序、安全评价工作的目的和意义进行了论述。主要涉及目前交通运输安全评价过程中所采用的安全评价表工作方法、作业条件危险性评价法、概率安全评价法等,并对这些方法的优缺点进行了分析,介绍了安全评价方法选用的准则和各种安全评价方法的适用范围。

(4) 交通安全管理

交通安全管理主要研究交通安全管理方针、企业管理体制与政策、交通安全立法及各种交通安全法规的制定和执行、交通安全教育与培训、交通应急管理等,旨在通过先进的职业安全卫生管理体制的建立和事故预防、应急措施和保险补偿三种手段的有机结合,达到在时间、成本、效率、技术水平等条件的约束下实现系统最佳安全水平的目的。

交通运输系统是由陆路、水路和航空多种运输方式组成的一个综合系统,交通运输安全系统工程学科以交通运输系统的安全问题作为其研究对象,本书从研究对象出发,根据各种交通运输方式的特点,着重研究陆上的三种交通运输方式:道路交通安全工程、城市轨道交通安全工程和铁路运输安全工程。

(1) 道路交通安全工程

道路交通是由人、车、道路与环境控制等要素组成的复合动态系统。道路交通事故就是由构成道路交通的诸要素在某一时空范围内的劣性组合造成的。导致道路交通诸要素劣性组合的原因有道路条件、车辆安全性能、驾驶员安全素质、参与交通者的安全意识以及交通安全管理的水平等。此外,缺乏对道路交通事故发生规律以及预防对策的深入研究,也是导致道路交通事故形势严峻的重要原因。因此,道路交通安全工程通过对道路状况(包括道路路面、道路横断面、道路线形、交叉路口以及交通设施等)、汽车状况(包括汽车使用性能、稳定性、汽车结构等)、驾驶员、道路交通安全法规以及道路交通事故管理等问题的深入研究,提出预防和减少道路交通事故的有效措施。

(2) 城市轨道交通安全工程

城市轨道交通作为大城市的主要公共交通工具,为推动城市交通出行的正常运转发挥着重要作用,但这也导致了城市轨道交通的安全问题,并直接关系到广大人民群众的生命财产安全,甚至直接影响城市的社会经济和民生。城市轨道交通系统的运营安全不仅涉及一般性的技术系统安全,同时其生产特点还决定了它的特殊性。因此,城市轨道交通系统的安全管理,是关系到城市经济能否可持续发展的大事。

城市轨道交通安全工程主要通过影响城市轨道交通安全的有关因素、运营安全保障系统(列车运行控制系统、环境与设备监控系统、电力监控系统、火灾自动报警系统、综合监控系统、乘客资讯系统和城市轨道交通控制中心系统)、管理(包括从业人员的教育和培训、安全控制体系和应急管理)和城市轨道交通常见事故处理案例的深入研究,实现轨道交通各组成部分的联动有效运转。采取积极有效的措施,将事后补救变为事前预防,真正体现“安全