

“十一五”国家重点图书
交通部西部交通建设科技项目支持

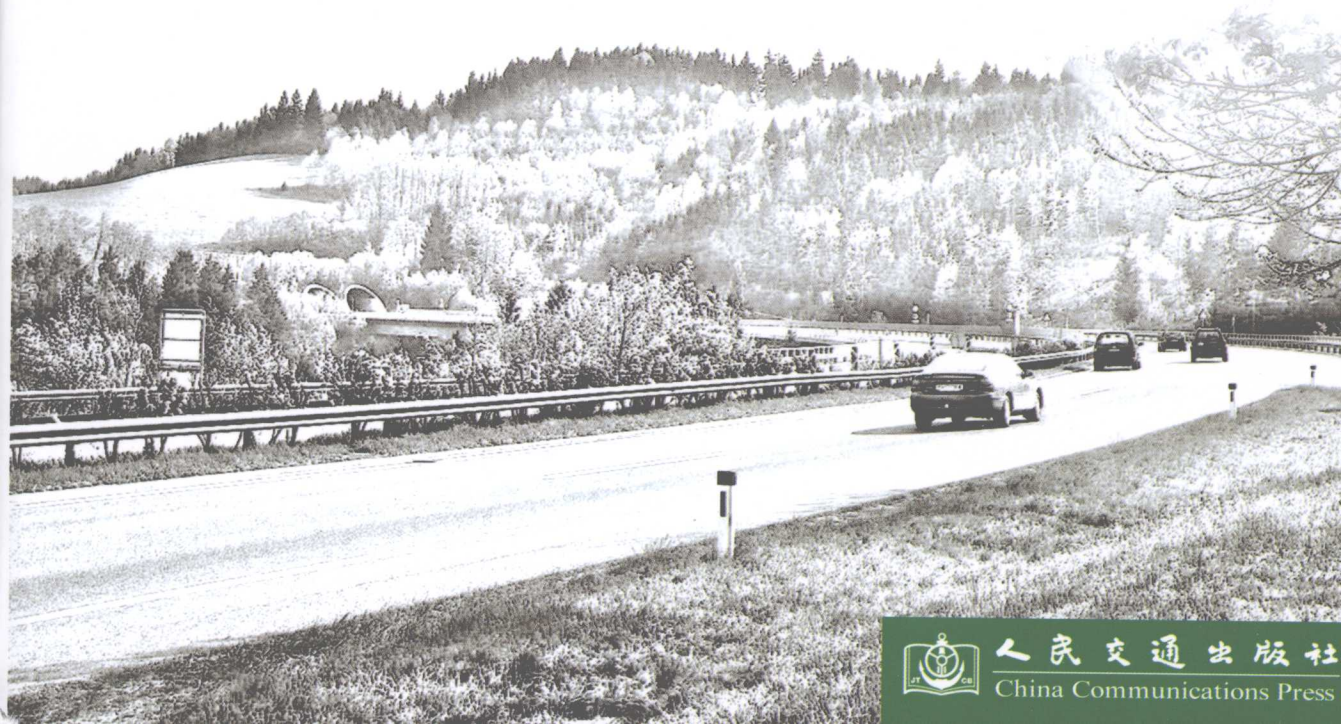


道路交通安全技术丛书

道路交通安全评价

● 唐铮铮 张铁军 何 勇 等 编著

Road Safety
Assessment



人民交通出版社
China Communications Press

要 容 内

“十一五”国家重点图书
交通部西部交通建设科技项目支持

道路交通安全技术丛书

道路交通安全评价

Road Safety Assessment

唐琤琤 张铁军 何 勇 等编著

人民交通出版社

内 容 提 要

道路交通安全评价是以道路使用者安全为中心,对道路项目建设及运营的全过程可能存在的危险性及可能产生的后果进行综合评价和预测,并提出相应的安全对策措施,以达到人车路系统安全的目的。本书重点阐述微观评价的相关内容,从规范符合性、安全审核、事故分析等方面阐述道路交通安全性评价技术和应用。

本书可供从事道路设计、交通工程设计、交通管理等人员使用,也可作为相关研究、教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路交通安全评价 / 唐琤琤等编著. —北京:人民交通出版社,2008.3

(道路交通安全技术丛书)

ISBN 978-7-114-07017-4

I. 道… II. 唐… III. 公路运输-交通运输安全-评价
IV. U491.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 023699 号

道路交通安全技术丛书

书 名: 道路交通安全评价

著 作 者: 唐琤琤 张铁军 何 勇 等

责任编辑: 沈鸿雁 丁润铎

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 27.25

字 数: 683 千

版 次: 2008 年 4 月第 1 版

印 次: 2008 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07017-4

印 数: 0001—2500 册

定 价: 62.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《道路交通安全技术丛书》

编写委员会

主 编：何 勇

副主编：唐琤琤 高海龙 包左军

编 委：韩文元 张高强 苏文英 张智勇 张巍汉

侯德藻 朱传征 吴京梅 郭 艳 杨文静

姜 明 李长城 张铁军 朱立伟 高建刚

李 伟 刘玉新 杨 涛 刘恒权 郭东华

周志伟

序

——为《道路交通安全技术丛书》而作

安全、能源、资源与环境构成了全世界共同关注的、人类可持续发展的四大支柱和热点问题。道路交通安全问题是现代道路业和汽车工业迅猛发展伴生出来的严重社会问题。预防和减少道路交通事故,是世界各国政府交通主管部门的重要任务。

在全面建设小康社会的伟大进程中,我国交通工作的重要任务是推进现代交通业的发展,到2020年基本建成更安全、更通畅、更便捷、更可靠、更和谐的交通运输服务体系,使交通发展的成果惠及城乡、人民共享。为此,必须坚持科学发展、安全发展、和谐发展的理念,既要加快建设并维护好一个四通八达、高效便捷的交通基础设施网络,还要建立并完善好一个安全畅通、保障有力的运输服务网络,达到安全、便捷、经济、舒适、环保的系统目标。

在这一系统目标中,安全是基础也是前提。只有安全得到有效保证,才能有助于实现便捷、经济、舒适、环保的诸多要求。尽最大可能地控制系统中人的不安全行为,最大限度地解决车、路、环境等诸要素的不安全状态,正是道路交通安全技术研究的核心内容。《道路交通安全技术丛书》以科学发展观为指导,从有效改善我国道路交通安全现状出发,综合运用交通工程、信息技术、材料科学、管理科学、气象科学等多学科知识,充分吸收借鉴国内外成功经验,对影响道路交通安全的人、车、路、环境四大要素进行了全面深入的研究评价,提出了一系列富有建设性的改进建议和技术措施,对于预防和降低交通事故具有重要的理论意义和应用价值。

由交通部公路科学研究院交通安全研究中心的中青年专家组织编写的《道路交通安全技术丛书》就要出版发行了。希望这套丛书的出版发行,对改善我国道路交通安全形势,提高我国道路交通安全水平发挥有益的作用。



二〇〇八年三月

丛书前言

安全、能源、资源和环境一起构成全世界共同关注的、人类可持续发展的四大支柱和热点问题。道路交通安全问题是现代道路交通业和汽车工业迅猛发展而伴生的严重社会问题。汽车是人类文明和技术进步的结晶,它改变了人类的出行方式,扩大了活动空间,提高了生活质量,推动了社会的文明进步,改变了人类的生活。在享受现代道路交通和汽车带来的舒适和便捷的同时,无情的交通事故正时刻吞噬着宝贵的生命。据统计,自有记录的交通事故发生以来,全世界死于道路交通事故的人数已近 5000 万。也就是说,自汽车发明一百多年来,全世界累计死于道路交通事故的人数已相当于两次世界大战的死亡人数。道路交通事故已成为人类几大死亡因素之一,成为世界最大公害,其给社会、家庭带来的危害是巨大和深远的。日益严重的道路交通安全问题成为全世界不得不面对的棘手难题。

二战结束后,西方国家致力于经济的发展并使社会达到了繁荣富强。伴随经济的快速增长,西方国家机动车迅猛增加,道路交通事故也不断攀升,并先后在 20 世纪六、七十年代达到高潮。在上世纪 70 年代,西方发达国家就认识到道路交通事故是影响国民经济和社会生活的国家重大问题,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道路交通安全问题,成效显著。其车辆保有量占全世界的 $\frac{2}{3}$ 左右,但交通事故死亡人数却仅占全球总数的 $\frac{1}{4}$ 。从 70 年代以来,西方发达国家的道路交通事故就趋于逐渐下降,虽在 90 年代有所反弹,但仍保持在较低的水准线下。

进入 21 世纪,国际社会对道路交通安全问题的关注,掀起了全球范围内对交通事故斗争的新一轮高潮。2003 年 5 月 22 日,联合国大会通过了关于全球道路安全危机的第 57/309 号决议,其指出全球因道路交通死亡、受伤和致残者的人数正迅速增加,认识到发展中国家的死亡率偏高,注意到道路交通伤害对各国国民经济和全球经济的不利影响,期望各国政府提高对道路交通伤害问题重要性的认识。2004 年 4 月 7 日,世界卫生组织(WHO)把世界卫生日的主题定为道路安全。在世界卫生日当天,世界卫生组织和世界银行联合发行了“预防道路交通伤害世界报告”。报告强调许多方面可以在预防道路交通伤害方面发挥作用,说明了预防道路交通伤害的基本概念,道路交通伤害的影响,主要的决定因素和风险因素,突出了有效的干预战略。联合国大会题为“加强全球道路安全”的第 58/289 号决议承认联合国系统需要努力解决全球道路安全危机。2004 年世界卫生组织(WHO)同欧洲经济委员会和其他区域委员会密切配合,协助成立了联合国和其

他国际道路安全组织的一个联合国道路安全协作机制。

中国的道路交通安全形势尤令世人注目。道路交通是我国最重要的运输方式,公路交通是我国多数县、乡、村与其他地区进行交流的主要交通方式。近20年来,中国道路交通事业得到了长足发展,道路建设无论在总量上还是在质量上都实现了重大突破,2007年底中国公路总里程达到357.3万公里,其中高速公路5.36万公里。中国仅用了20年时间就完成了发达国家50年时间所进行的公路建设目标,取得了举世瞩目的成就,公路交通已由制约国民经济的阶段向基本适应阶段转化。但同一时期,中国的汽车工业已跻身世界前三甲,中国已成为新兴和富有活力的汽车生产和销售大国。汽车工业的高速发展,车辆急剧增加,交通量增大,使道路建设发展仍然难以适应车辆增长的需求,交通拥挤,人车混行的交通环境仍大量存在,这必然造成道路交通事故频繁发生。道路交通事故已经成为近年来最影响中国公众安全感的重要因素之一。

建国以来,中国政府及各级政府主管部门一直较为关注道路交通安全问题。但长期以来,限于社会经济的发展状况和道路交通运输的发展程度,道路交通安全问题一直未能真正列入各级政府和政府主管部门的议事日程,全社会对道路交通安全的认识仍是粗浅和不完善的,因而对道路交通事故的处置仅是针对具体发生的事件。宣传教育多是零星的,而非长期的、系统的,而且宣传教育的深度不够,只是强调交通事故对家庭造成的危害等浅层次问题上。现阶段中国对道路交通事故的斗争仍处于起步阶段,套用联合国大会关于交通安全问题的决议中的一句话来说,道路交通安全问题在中国仍是一个被忽视、但却越来越重要的公共健康和安全问题。迄今为止,这一问题远没有得到同其重要性相等同的关注和资源。

安全、快捷、经济、舒适和低公害是道路交通这一动态系统的基本要求。其中,安全是诸要素的基础,只有保证了安全才能谈到快捷、经济、舒适和低公害的问题。要保障道路交通系统的安全,就应使其协调地运转。道路交通安全技术是研究道路交通系统中人、道路、车辆和环境的基本安全特性、相互依存关系和相互作用,尽最大可能控制系统中人的不安全行为和道路、车辆及环境的不安全状态,保障系统协调正常运行的交叉边缘学科。道路交通安全技术是以人的出行和物品的运输为核心,把人、道路、车辆和环境四大要素相互关联的内容综合在动态交通系统中进行研究,对系统的安全性、可靠性、经济性进行评价,寻求交通事故最少,交通伤害和损失最低的系统保障措施,达到安全、快捷、经济、舒适和低公害的系统目标。

交通部公路科学研究所属交通安全研究中心暨国家交通安全设施质量监督检验中心是我国第一家全方位在道路交通安全、交通工程和交通管理领域从事研究、设计、计量检测、标准规范制订、交通事故司法鉴定和安全评价等咨询服务的单位,始建于1973年。在30多年不断发展壮大的历史中,完成了一大批具重大影响的国家级、省部级道路交通安全和交通工程领域科学研究、试验检测及标准

规范制订工作。在道路安全评价、改造与设计,相关标准、规范制修订,道路安全设施产品及试验设备研发,道路安全监控预警系统开发与集成,道路交通事故分析与司法鉴定,道路运输和道路施工生产安全保障技术研究与推广应用等方面卓有建树。2004年以来承担了交通部开展的全国公路安全保障工程的技术支撑工作,已完成数十条公路项目、累计几千公里路段的安全评价工作。在交通部主管部门和交通部西部交通建设科技项目管理中心的支持下,通过对公路交通安全评价、交通事故统计和成因分析、公路条件对行车安全性影响等方面开展深入系统的研究,开发出了适应我国道路特点的公路安全评价方法、道路安全性预测和评价系统,填补了国内相关领域的空白。

基于道路交通安全工作的重要社会意义,交通部公路科学研究院交通安全技术团队集结多年的科研和实践成果,创作完成了《道路交通安全技术丛书》,本丛书是上述研究和实践成果的结晶,也是交通部西部建设科技项目管理中心开展的一系列交通安全应用研究项目成果的具体体现。该套丛书兼具先进性与实用性,对道路交通安全技术的研究具有重要的理论意义和应用价值。

丛书有幸得到交通部冯正霖副部长的提序,感谢冯正霖副部长对道路交通安全工作的高度重视和对丛书的认可。正如他在序言中所说,“在全面建设小康社会的伟大进程中,我国交通工作的重要任务是推进现代交通业的发展,到2020年基本建成更安全、更畅通、更便捷、更可靠、更和谐的交通运输服务体系,使交通发展的成果惠及城乡、人民共享。”;“希望这套丛书的出版发行,对改善我国道路交通安全形势,提高我国道路交通安全水平发挥有益的作用。”

丛书在编写过程中,得到了交通部公路司戴东昌、李华、杨国峰、徐成光、赵延东,交通部科教司郑代珍,交通部西部交通建设科技项目管理中心刘家镇、陈国靖、魏道新、谢素华,交通部科学研究院王晓曼和交通部公路科学研究院王笑京、姚震中、张元方、杨志峰、任红伟等领导的鼎力支持,交通部公路科学研究院其他同仁、领导给予了大力配合和热情指导,在此表示衷心感谢!书中参阅了大量的国内外参考文献,引述文献已尽量予以标注,但难免存在疏漏,在此对各文献作者一并致谢!

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国道路交通从紧张和制约状态实现全面改善并迈向资源节约型、环境友好型可持续发展之路的关键时期,道路交通安全是实现这一发展目标中重要而且艰巨的组成部分。希望通过我们大家的共同努力,为我国交通安全事业的发展贡献微薄之力。

何 勇

2008年3月

前言

道路交通安全评价以道路使用者安全为中心,从预防交通事故、降低事故产生的可能性和严重度入手,对道路项目建设的全过程,即规划、设计、施工和服务期可能存在的危险性及可能产生的后果进行综合评价和预测,并根据可能导致的事故风险的大小,提出相应的安全对策措施,以达到人车路系统安全的目的。

道路交通安全评价分为宏观评价和微观评价。宏观评价一般是国家、区域层面上分析交通安全与人口、机动化水平、路网、经济等因素的关系,依此制定宏观的技术和政策方面的交通安全改进对策。比如:泰国针对其交通事故死亡大多数为年轻的摩托车驾驶人,制定了摩托车驾驶人培训考试制度、摩托车检验、驾驶时必须戴头盔等安全对策。微观评价一般是路或区域路网层面上分析交通安全与道路特征、交通特征等因素的关系,依此制定道路基础设施改进、交通安全管理改进等安全对策。

道路交通安全问题是人车路系统不协调产生的,根据我国事故资料,2006年发生的378 781起道路交通事故中,人(机动车驾驶人、非机动车驾驶人、行人、乘车人)的原因占90.83%,车辆的原因占5.36%,路的原因占0.01%。考虑到事故责任判定、事故发生后有些事故原因难以判别等因素,路的原因应大于这个比例。根据安全评价的原理,应从系统安全的角度出发,从人车路系统出发进行道路安全性评价。

微观安全评价方法一般分为定性方法和定量方法。定性方法主要是规范符合性检查、道路安全审核的方法;定量方法主要是基于数学、统计的方法,寻求交通安全与其影响因素定量关系。定量的安全评价方法可以选择以下媒介:事故、速度、冲突、驾驶负荷等。这些媒介可反映上述从人车路系统出发进行道路安全性评价的思想。

从国内外的关于道路交通安全性评价的研究和应用看,安全审核(Road Safety Audit)是比较成熟、有效的安全性评价方法,但是基本上依据评价小组成员的经验,现有各国的指南也基本上限于清单、案例,属于定性评价。

基于事故(绝对或相对)的安全评价方法是最直接、根本的评价方法,在大量采集道路、交通特征与事故数据后,理想的情况是通过统计等数学方法,将安全审核小组成员的经验抽象为各种条件与事故的关系,从而将安全评价定量化。

由于我国事故数据存在的问题是在建及运营道路的道路和交通数据的电子化的不足。依据速度、加速度等媒介来间接评价道路安全性也是一种较好的安全性评价方法。我国有些研究建立了高速公路、双车道公路运行速度预测模型,不足的是速度差和安全性的关系尚缺乏研究,目前基本上是使用国外的研究结论。

在进行前后对比分析时,由于事故的随机性和偶然性,需要较长时间的数据才可以分析前后安全性变化。冲突的观测、对比是较好的替代媒介和方法;只是,目前冲突技术中关于冲突分类尤其是严重冲突的定义和判别尚未获得公认和标准化应用,也影响了其在国内的应用推广。即便如此,在我国事故数据现状下,冲突技术仍是需要继续研究并予以标准化来进行具体地点的安全评价的有效方法。

和速度这个媒介类似,驾驶负荷也是进行安全评价的媒介。驾驶过程中,机动车驾驶人操纵车辆适应道路、环境条件,由于人的生理、心理条件限制,驾驶负荷超过驾驶人能够承担的程度,或者驾驶负荷突变超过驾驶人反应能力或估计,就会出现驾驶操纵失误。其中一些驾驶操纵失误可能导致交通事故。国外开始相关的研究,还未形成相关成果。

本书重点阐述微观评价的相关内容。从规范符合性、安全审核、事故分析(包括历史事故、预测事故)、速度协调性、冲突技术、驾驶工作负荷等几方面阐述道路交通安全性评价技术及应用。

本书共分14章,第1章概述安全评价的起源与概念及其在道路交通领域的应用;第2章阐述道路交通安全性指标及度量方法;第3章介绍宏观评价方法及案例;第4章至第12章分别介绍微观评价的各种方法及案例;第13章介绍具体道路项目进行微观评价时,根据评价对象、评价条件选用各种评价方法进行评价的案例;第14章介绍了微观评价方面的软件。

本书第1章~第5章、第13章由唐玲玲执笔;第6章由唐玲玲、郭洪波执笔;第7章~第10章、第14章由张铁军执笔;第11章由张巍汉执笔;第12章由狄胜德执笔。吴京梅、陈瑜、米晓艺等参与了部分章节的编写及资料收集分析工作。全书由唐玲玲统稿,由何勇主审。

在本书编写过程中,参阅了大量国内外的文献资料,由于条件所限,未能与原著者一一取得联系,引用及理解不当之处,敬请见谅,并向这些文献资料的原作者表示衷心的感谢!在本书编写过程中,得到了交通部公路科学研究院交通安全研究中心的支持,并参考、引用了交通部公路科学研究院交通安全研究中心的大量研究报告和工作报告,向参与、完成这些研究和工作的同事表示衷心的感谢!

由于水平所限,书中有疏漏或不妥之处,敬请读者和专家予以指正。

编著者

2007年4月

目 录

第1章 概述	1
1.1 安全评价起源与概念	1
1.2 安全评价在道路交通领域的应用和意义	3
1.3 本书阐述的道路交通安全评价的内容	10
第2章 道路交通安全评价指标	11
2.1 用什么来指示道路交通安全性	11
2.2 道路交通安全性度量的方法	22
第3章 宏观评价技术	32
3.1 概述	32
3.2 评价方法	32
3.3 对策	39
3.4 应用案例	48
第4章 微观评价技术概述	69
4.1 媒介和方法	69
4.2 方法适用的工作阶段	70
4.3 微观方法简介	71
4.4 进一步研究方向	74
第5章 规范符合性检查	76
5.1 概述	76
5.2 依据规范	77
5.3 相关指标及要求	80
5.4 应用案例	85
第6章 道路安全审核	87
6.1 概述	87
6.2 国外道路安全审核概况	88
6.3 我国道路安全审核现状及分析、建议	90
6.4 推动我国道路安全审核实施的建议	95
6.5 道路安全审核原理	98

6.6	道路安全审核实施程序	103
6.7	道路安全审核阶段	106
6.8	道路安全审核的经济性	108
6.9	常见设计缺陷	109
6.10	道路安全审核清单	117
6.11	案例	132
第7章	交通数据采集及处理	147
7.1	概述	147
7.2	交通数据采集范围	148
7.3	交通事故数据的采集	148
7.4	交通量及组成信息采集	152
7.5	配合线形车进行路侧、交叉口、线形信息采集	155
7.6	基于图纸的线形数据采集办法	184
7.7	车辆速度信息采集	186
7.8	冲突信息采集方法	189
7.9	交通数据采集总结	189
第8章	交通数据分析	191
8.1	概述	191
8.2	一般规律性分析	191
8.3	安全改善措施效果分析	200
8.4	事故多发段判别分析	211
8.5	基于分析结论的对策	220
8.6	示例	222
第9章	事故预测分析	229
9.1	概述	229
9.2	国外事故预测模型相关研究成果	230
9.3	我国单因素与安全相关研究成果	255
9.4	我国综合事故预测模型研究思路及基础	257
9.5	我国双车道公路事故预测综合模型研究成果	269
9.6	我国事故预测模型研究的不足及展望	284
9.7	示例	285
第10章	设计一致性检验	287
10.1	概述	287
10.2	设计一致性的提出及相关概念	287
10.3	速度与安全、线形相关研究	290
10.4	设计一致性分析程序	296

10.5	双车道公路运行速度预测方法	298
10.6	高速公路运行速度预测方法	302
10.7	示例	307
第 11 章	交通冲突分析	315
11.1	概述	315
11.2	交通冲突技术基本知识	315
11.3	交通冲突技术的应用	319
第 12 章	基于驾驶工作负荷的道路安全评价技术	329
12.1	概述	329
12.2	驾驶行为模型及驾驶工作负荷	329
12.3	驾驶工作负荷的测量	331
12.4	驾驶工作负荷在道路交通安全性评价中的应用	334
第 13 章	安全评价示例	335
13.1	双车道公路设计阶段安全评价	335
13.2	高速公路运营阶段安全评价	367
第 14 章	公路安全评价软件 1.0 版本	391
14.1	概述	391
14.2	系统功能组成及应用	391
14.3	系统运行环境及安装	395
14.4	系统使用指南	396
14.5	软件下一步扩展	416
参考文献		417

第1章 概 述

1.1 安全评价起源与概念

1.1.1 安全评价起源

安全评价来源于人们对自然界的认识。系统的安全评价理论和方法产生于保险业。在20世纪30年代,美国的保险公司要替客户承担各种风险,必然要收取一定的费用。而这个费用的多少是与客户所承受的风险的大小相关的。因此就出现了一个衡量风险程度大小的问题。这个衡量风险程度大小的过程实际上就是风险评价,也称安全评价。

现代大多数产品都是多学科发展的成果,传统的单项的安全防护或单一学科的安全研究都难以解决整个产品系统的安全问题。大型产品或大型复杂的工业设备的开发、使用过程中多次重大事故的发生,促使人们认识到安全工作必须从系统整体的角度去研究。

1957年,前苏联发射了第一颗人造地球卫星后,美国急着保护自己的空间技术优势,匆忙地发展导弹武器。在发展井下弹道导弹发射系统时,为了缩短开发时间,构思、设计、制造和使用几个方面同时进行研究。安全问题仅仅依靠各专业技术人员单独研究,忽视了发射系统的各子系统之间的接口的安全问题,在最初的运行试验的一年半时间里,发生了四次重大事故。事故调查结果表明,主要原因是产品安全性存在重大问题,使得产品被报废,重新进行设计。于是,美国空军于1962年明确提出了以系统工程的方法研究导弹系统安全性的文件。1963年美国空军制定了“系统和有关子系统以及设备的安全工程通用要求”,作为系统和设备的设计指导。1966年美国国防部对空军的标准作了修改,发布了自己的标准。1969年又再次修订了这个标准,发布了“系统、有关子系统与设备的系统安全大纲”。在这个标准中首先建立了较为完整的系统安全的概念,以及安全分析、设计和评价等的基本原则。

20世纪70年代以后,安全评价已经从宇航、核工业进入一般的电子、电力化工、机械、交通等领域。

由于安全评价在减少事故,特别是减少重大恶性事故方面取得的巨大效益,许多国家政府和生产经营单位投入巨额资金进行安全评价。美国原子能委员会1974年发表的《核电站风险报告》就耗资300万美元,相当于建造一座1000MW核电站投资的1%。据统计,美国各公司雇佣了3000名左右的风险专业评价和管理人员,美国、加拿大等国就有50余家专门从事安全评价的“安全评价咨询公司”,且业务繁忙。当前,大多数工业发达国家已经将安全评价作为工厂设计和选址、系统设计、工艺过程、事故预防措施及制定应急计划的重要依据。近年来,



为了适应安全评价的需要,世界各国开发了包括危险辨识、事故后果模型、事故频率分析、综合危险定量分析等内容的商用化安全评价计算机软件包。随着信息技术和事故预防技术的进步,新型实用的安全评价软件不断地推向市场。计算机安全评价软件的开发研究,为安全评价的应用研究开辟了更加广阔的空间。

1.1.1.2 安全评价概念

安全评价是运用安全系统工程的原理和方法,对拟建或已有工程、系统可能存在的危险性 & 可能产生的后果进行综合评价和预测,并根据可能导致事故风险的大小,提出相应的安全对策措施,以达到系统安全的目的。安全评价应贯穿于工程、系统的设计、建设、运行和退役整个生命周期的各个阶段。

(1) 安全评价的定义

各行业通用的安全评价的定义如下:

安全评价(也称风险评价),是以实现工程、系统安全为目的,应用安全系统工程的原理和方法,对工程、系统中存在的危险、有害因素进行识别与分析,判断工程、系统发生事故和急性职业危害的可能性及其严重程度,提出安全对策建议,从而为工程、系统制订防范措施和管理决策提供科学依据。

(2) 安全评价定义要点

从此定义可以看出安全评价定义有以下几个重点:

第一,安全评价是为了找出存在的危险及可能产生的后果;第二,安全评价不仅要找出存在的危险及可能产生的后果,还要在此基础上提出相应的安全对策建议;第三,安全评价要应用系统工程的原理和方法;第四,安全评价应贯穿于各个阶段。

(3) 安全评价目的和意义

从其起源、定义及各行业的应用来看,安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统存在的危险、有害因素及可能导致的危险、危害后果和程度,提出合理可行的安全对策措施,指导危险源监控和事故预防,以达到最低事故率、最少损失和最优安全投资效益。

安全评价的意义在于可有效地预防事故的发生,减少财产损失和人员伤亡,其重大的意义在于工程、系统建成之前找出安全隐患并予以改进,避免建成后发生安全事故。

1.1.1.3 安全评价方法

安全评价方法是进行定性、定量安全评价的工具。安全评价的内容十分丰富,安全评价的目的和对象不同,安全评价的内容和指标也不同。目前,安全评价方法有很多种,每种评价方法都有其适用范围和应用条件,在进行安全评价时,应根据安全评价的对象和要达到的评价目的,选择适用的安全评价方法。

(1) 安全评价方法分类

按安全评价结果的量化程度,安全评价方法可分为定性安全评价方法和定量安全评价方法。

定性安全评价方法主要是根据经验和直观判断能力,对生产系统的工艺、设备、设施、环境、人员和管理等方面的状况进行定性分析,安全评价的结果是一些定性的指标,如是否达到了某项安全指标、事故类别和导致事故发生的因素等。属于定性安全评价方法的有安全检查

表、专家现场询问观察法、因素图分析法、事故引发和发展分析、作业条件危险性评价法、故障类型和影响分析等。定性安全评价方法的特点是容易理解,便于掌握,评价过程简单。目前定性安全评价方法在国内外企业安全管理工作中被广泛使用。但定性安全评价方法往往依靠经验,带有一定的局限性,安全评价结果有时因参加评价人员的经验和经历等的不同有相当的差异。同时由于定性安全评价的结果不能给出量化的危险度,所以不同类型的评价对象之间安全评价结果缺乏可比性。

定量安全评价方法是运用基于大量的试验记录和广泛的事故统计资料分析获得的指标或规律(数学模型),对生产系统的工艺、设备、设施、环境、人员和管理等方面的状况进行定量的计算;安全评价的结果是一些定量的指标,如事故发生的概率、事故的伤害(或)破坏的范围、定量的危险性、事故致因因素的事故关联度或重要度等。按照安全评价给出的定量结果的类别不同,定量安全评价方法还可以分为概率风险评价法、伤害(或破坏)范围评价法和危险指数评价法。

按照安全评价的逻辑推理过程,安全评价方法可分为归纳推理评价方法和演绎推理评价方法。归纳推理评价方法是从事事故原因推论结果的评价方法,即从最基本的危险、有害因素开始,逐渐分析导致事故发生的直接因素,最终分析可能导致的事故。演绎推理评价方法是从结论推论原因的评价方法,即从事故开始,推论导致事故发生的直接因素,再分析与直接因素相关的间接因素,最终分析和查找出致使事故发生的最基本的危险、有害因素。

还有其他的一些分类方法,比如按照安全评价目的分类、按照评价对象分类等。

(2) 常用的安全评价方法

以下是广泛用于各行业的安全评价方法,具体的方法和要点不再详述:

安全检查(Safety Review, SR);

安全检查表分析(Safety Checklist Analysis, SCA);

危险指数方法(Risk Rank, RR);

预先危险性分析方法(Preliminary Hazard Analysis, PHA);

故障假设分析方法(What... If, WI);

故障假设分析/检查表分析方法(What... If/ Checklist Analysis, WI/CA);

危险和可操作性研究(Hazard and Operability Study, HAZOP);

故障类型和影响分析(Failure Mode Effects Analysis, FMFEA);

故障树分析(Fault Tree Analysis, FTA);

事件树分析(Event Tree Analysis, ETA);

人员可靠性分析(Human Reliability Analysis, HRA);

作业条件危险性评价方法(Job Risk Analysis, LEC);

定量风险评价方法(Quantity Risk Analysis, QRA)。

1.2 安全评价在道路交通领域的应用和意义

1.2.1 道路交通伤害是一个公共卫生问题

道路交通安全是一个重要的公共卫生问题,必须协同努力开展持续有效的预防工作。在



人们每天所面对的各种问题中,道路交通事故是最复杂也是最危险的。据世界卫生组织估计,全世界每年约有 120 万人死于道路交通伤害,受伤者多达 5 000 万人。如果不采取强有力的预防措施,今后 20 年中道路交通伤害的死亡和受伤人数将增加 65% 左右。尽管如此,与其他不常发生的灾祸相比,这些数字背后的悲剧却很少引起大众媒体的关注。

研究表明,在 2000 ~ 2020 年期间,道路交通事故死亡人数在高收入国家将下降 30% 左右,而在中等收入和低收入国家则会大幅度增加。如果不采取适当措施,到 2020 年道路交通伤害预计将成为全球疾病与伤害负担的第三位原因,参见表 1-1。

表 1-1 1990 年与 2020 年全球疾病负担(DALYs^a)^①前十大原因的排序

序次	1990 年疾病或伤害	2020 年疾病或伤害
1	下呼吸道感染	缺血性心脏病
2	腹泻病	抑郁症
3	围产期疾病	道路交通伤害
4	抑郁症	脑血管疾病
5	缺血性心脏病	慢性阻塞性肺病
6	脑血管疾病	下呼吸道感染
7	结核病	结核病
8	麻疹	战争
9	道路交通伤害	腹泻病
10	先天性畸形	艾滋病病毒感染

注: DALYs^a 指伤残调整寿命年。测量健康损失的指标,包含因早死损失的寿命年和伤残造成的健康寿命损失年的信息。

1.2.2 国内外道路交通事故统计

据统计,20 世纪全球因交通事故的死亡人数累计已达 3 000 多万人,超过第二次世界大战死亡人数的一半,由此带来的经济损失更是触目惊心。据美国道路交通安全管理局(NHTSA)发布的公路交通事故报告,2003 年美国约有 38 252 人丧生于道路交通事故,对社会造成的经济损失每年估计达 2 300 亿美元,但美国的万车死亡率从 1990 ~ 2003 年是逐年降低的,十万人死亡率在 2000 年之前逐渐降低,2000 年以后趋于平稳。同样,从欧盟国家的事故死亡人数历史数据可以看出,从 1970 ~ 2003 年,整体趋势为逐渐降低。应该说,美国与欧盟国家的安全状况在基本稳定的情况下逐渐好转。

而在我国从 1990 ~ 2002 年,事故总数、死亡人数、受伤人数均呈上升趋势,尤其是 2000 年 ~ 2002 年,每年死亡人数均超过 10 万人,但 2003 年开始,交通部在全国开展安全保障工程,加上公安部等全国其他相关部门对交通安全的重视,事故总数、死亡人数、受伤人数、直接经济损失、万车死亡人数均开始回落,尤其是 2005 年死亡人数首次降至 10 万人以下,但 10 万人口内的死亡率一直呈上升趋势。

国内外具体事故情况见表 1-2 ~ 表 1-4 及图 1-1 ~ 图 1-8。