

绪 论

0.1 高速公路建设项目概述

高速公路是推动社会进步,促进经济发展的重要基础设施。从短期看,高速公路建设能够拉动内需,促进经济发展;从长远看,高速公路是保持国家发展后劲、转变经济发展方式、提升国际竞争力的有效途径。因此,我国近几年一直在增加对高速公路建设的投资,从1988年实现高速公路零的突破,到2011年年底,我国高速公路通车总里程达8.5万km,稳居世界第二位。我国高速公路建设在20年时间里,走过了发达国家50年才能走完的历程,创造了世界公路建设史上的奇迹,为国民经济和区域经济的持续发展带来了巨大的效益。根据高速公路网建设总体规划(图0.1),截至2011年年底,我国高速公路通车里程将达8.5万km,建设项目越来越多,规模也越来越大。同时,我国高速公路密度约为 $0.26\text{km}/100\text{km}^2$,仅为美国的27%、日本的16%、德国的8%,我国高速公路建设可谓任重而道远。



图 0.1 国家高速公路网布局方案

0.2 安全评价概述

安全评价是利用系统工程方法对拟建或已有工程、系统可能存在的危险性及其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,以达到工程、系统安全的过程。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。对工程、系统进行安全评价既是政府安全监督管理的需要,也是企业、生产经营单位搞好安全生产的重要保证。

安全评价是以实现工程、系统安全为目的,应用安全系统工程原理和方法,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、系统制定防范措施和管理决策提供科学依据。

安全评价,国外也称为风险评价或危险评价,它既需要安全评价理论的支撑,又需要理论与实际经验的结合,二者缺一不可。(目前国内安全评价和国外的略有不同,国内尚未建立风险评估标准,量化的识别潜在风险(quantitative risk analysis, QRA,对潜在危险发生概率及可能造成的后果进行分析。)计算目前尚无法进行,因此更多的是为政府和管理者提供的安全防范措施为主。)

安全评价可在同一工程、系统中用来比较风险的大小,但不能用来证明当必要的安全设备未投入使用时工程、系统的状态是安全的,这样的证明既是方法的滥用,也会得出不符合逻辑的结果。

0.3 安全评价的法律依据

(1)《中华人民共和国安全生产法》,中华人民共和国主席令第70号(2002)

(2)《中华人民共和国公路法》(1997年7月3日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过,2004年8月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议修正)

(3)《中华人民共和国道路交通安全法》(2003年10月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过)

(4)《建设工程勘察设计管理条例》,中华人民共和国国务院令第293号(2000)

(5)《建设工程安全生产管理条例》,中华人民共和国国务院令第393号(2003)

(6)《特种设备安全监察条例》,中华人民共和国国务院令第373号(2003)

(7)《实施工程建设强制性标准监督规定》,中华人民共和国建设部令第81号(2000)

(8)《公路建设监督管理办法》,中华人民共和国交通部令第6号(2006)

(9)《高速公路交通管理办法》,中华人民共和国公安部令第20号(1994)

(10)《建设项目(工程)劳动安全卫生预评价管理办法》,中华人民共和国原劳动部令第10号(1998)

(11)《建设项目(工程)劳动安全卫生监察规定》,中华人民共和国原劳动部令第3号(1996)

(12)《生产安全事故应急预案管理办法》,国家安全生产监督管理总局令第17号(2009)

(13)《安全预评价导则》(安监管技装字[2003]77号)

(14)《关于加强建设项目“三同时”工作的通知》(发改投资[2003]1346号)

(15)《关于进一步加强建设项目劳动安全卫生预评价工作的通知》(安监管办字[2001]39号)

(16)《交通建设安全专项整治工作实施方案》(交质监发[2006]189号)

0.4 我国建设项目或工程安全评价分类

安全预评价是在建设项目设计之前进行,根据建设项目可行性研究报告内容,分析和预测该建设项目可能存在的危险、有害因素的种类和程度,提出合理可行的安全对策措施及建议,为建设项目初步设计提供科学依据,以利于提高建设项目本质安全程度。

安全验收评价与安全现状评价是在建设项目竣工、试生产运行正常后,在建设项目有效寿命期内进行。前者是在刚进入建设项目有效寿命期时进行,以合格为目的,通过对建设项目的设施、设备、装置实际运行状况及管理状况的安全评价,查找该建设项目投产后存在的危险、有害因素的种类和程度,提出合理可行的安全对策措施及建议;后者是在建设项目有效寿命期的中、后期进行,经常以安全持续改进为目的。从本质上看,安全验收评价是特殊的安全现状评价。

安全专项评价是在建筑项目寿命期内(不一定是在系统有效寿命期)进行的安全评价,其目的是多样性的,属于特定时期的特定任务评价。可以针对某一项活动或场所,如“用电线路系统专项安全评价”等。

建设项目各阶段的安全评价之间有着密切的关系,如安全验收评价要检查在安全预评价中提出的安全对策措施落实情况;实际建成的项目未达到安全预评价要求或项目与安全预评价的项目不对应时,需补充专项安全评价,以确定项目安全是否在可接受范围,作为判断是否通过安全验收的依据。

建设项目危险、有害因素分析

1.1 高速公路建设项目典型事故案例

根据国家安全生产监督管理总局 2001 年 1 月至 2009 年 9 月统计上报的 284 起建设项目重特大事故来看,发生公路建设工程重特大事故 94 起,占事故总数的 34%,死亡人数约占 31%,一次死亡 10 人以上的特大安全事故占事故总数的 50%,死亡人数占同类型死亡总数的 51%,损失非常惨重。因此高速公路建设工程的安全保障问题日益受到政府和社会的密切关注。

根据所查找的资料对我国高速公路建设工程中发生的近百起重特大事故进行了分类统计。由于隧道工程约占项目总造价的 70%,同时隧道也是建设事故的高发地,因此本章将隧道事故作为独立单元进行分析,然后从事故原因分析其他的高速公路施工中发生的事故。

1.1.1 事故伤害结果分析

根据 2001—2010 年国内高速公路建设工程各类事故的统计结果,将我国高速公路建设工程重、特大事故按事故原因分类,如图 1.1、图 1.2 所示;其中按高速公路建设两类主要事故类型原因分类如图 1.3~1.6 所示。

高速公路建设工程事故从事故类型来看(图 1.1、图 1.2),隧道和坍塌为事故发生的主要类型,两项事故总数占据了高速公路建设事故总数的近三分之二。车辆伤害是高速公路建设工程的又一大杀手。其他如物体打击、机械伤害、中毒等也有较多发生,吊装、爆破、淹溺等事故占高速公路建设工程中总事故的比例在下降。

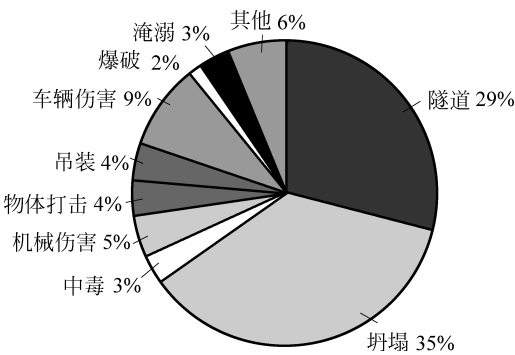


图 1.1 高速公路建设工程事故原因分布图(一)
(2001—2009)

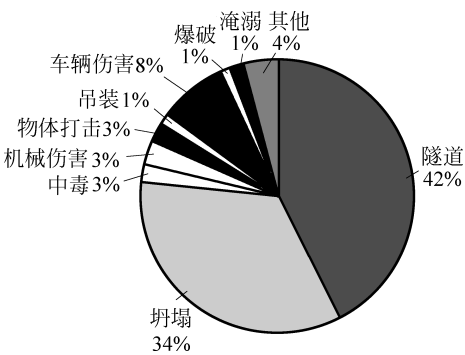


图 1.2 高速公路建设工程事故原因分布图(二)
(2005—2009)

从隧道建设工程事故原因分析来看(图 1.3、图 1.4),隧道冒顶事故占隧道内建设工程事故的三分之二,突水和瓦斯爆炸也是隧道施工伤害的主要因素。从坍塌事故的建设项目来看(图 1.5、图 1.6),公路路基边坡、桥梁工程和脚手架工程几乎占去了坍塌事故的全部。

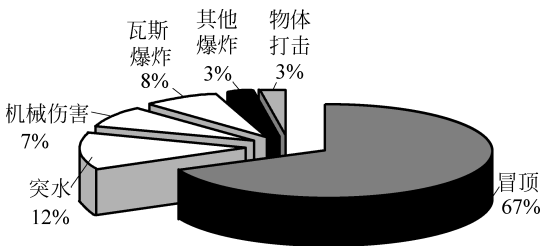


图 1.3 公路隧道建设工程事故原因分布图(一)
(2001—2009)

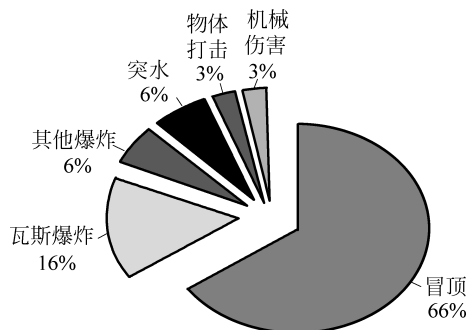


图 1.4 公路隧道建设工程事故原因分布图(二)
(2005—2009)

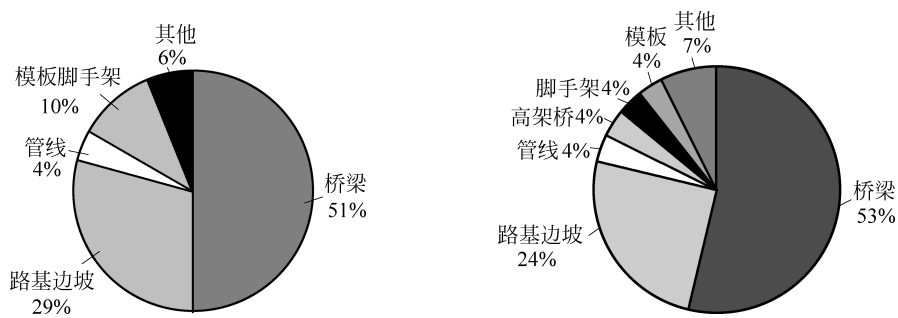


图 1.5 公路建设工程坍塌事故原因分布图(一)
(2001—2009)

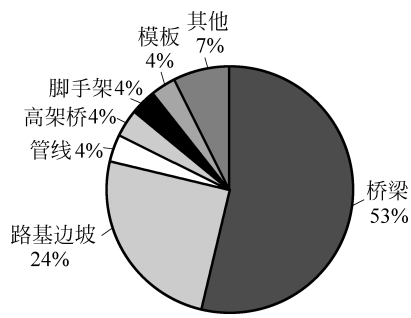


图 1.6 公路建设工程坍塌事故原因分布图(二)
(2005—2009)

1.1.2 事故发生地域分析

通过统计我国高速公路建设事故近九年与近五年的地区分布,2001—2009 年我国高速公路建设过程中发生重特重大事故较多的省份见图 1.7,2005—2009 年我国高速公路建设过程中发生重特重大事故较多的省份见图 1.8。我国东西部地区公路建设重特重大事故类型对比如图 1.9 所示。

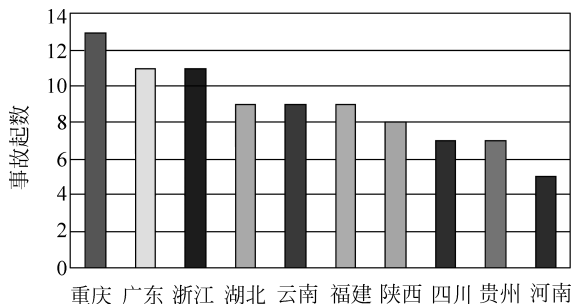


图 1.7 近九年公路建设重特重大事故地区排序图

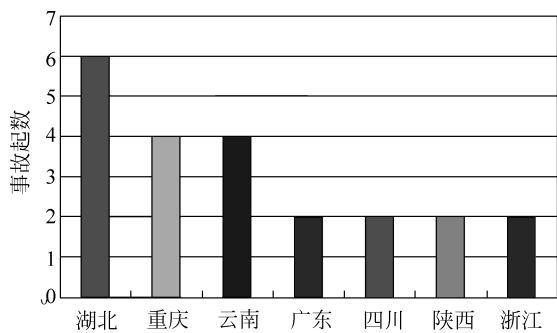


图 1.8 近五年公路建设重特大事故地区排序图

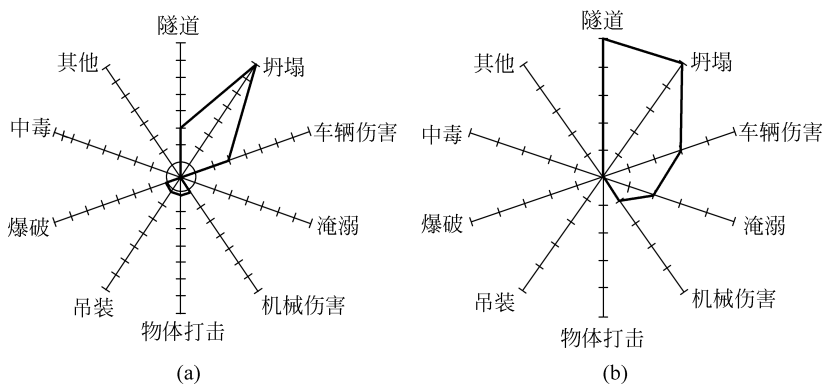


图 1.9 东西部地区公路建设重特大事故类型对比图
(a) 闽浙地区公路建设重特大事故类型分布；(b) 川渝地区公路建设重特大事故类型分布

1.1.3 事故发生时间分析

通过对公路建设工程事故与时间关系的统计,也得出了与安全生产相关的一些规律,有益于安全生产工作的推进,在此一并给出,见图 1.10~图 1.14。

首先,从事故年份分布来看(图 1.10),高速公路建设工程事故呈现先上升后下降的趋势,说明国家最近几年加大了公路建设的监管力度,使得公路建设事故的发生得到了一定的控制。

从事故月份分布来看(图 1.11),年后 2、3 月是高速公路建设工程事故相对高发频段,然后就是下半年的 7—11 月是高发频段,进入冬季后随着建设工程数量的减少,事故起数明显降低。而每年 6 月份安全事故率相对同期施工总量来说一致相对保持在较低水平,与近 4 年国内其他建设工程施工事故和全国上报的所有安全生产重特大事故的统计结果进行比对(图 1.12、图 1.13),发现 6 月份事故发生率始终保持在相对较低水平。初步研究认为,这与我国安全监察系统每年 6 月实行的安全

生产月大检查行动密切相关,说明只要重视抓安全管理,就可有效遏制事故的发生,也说明安全监管、安全管理工作任重而道远。

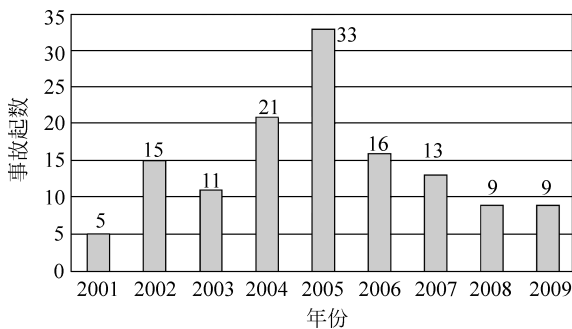


图 1.10 高速公路建设工程事故年份分布图

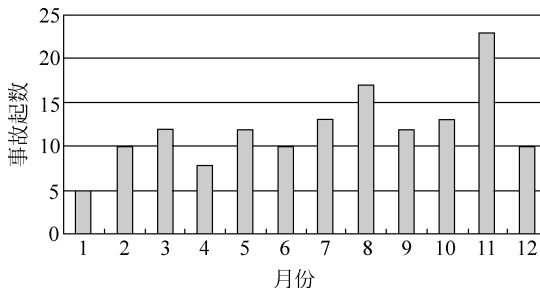


图 1.11 高速公路建设工程事故月份分布图(2001—2009)

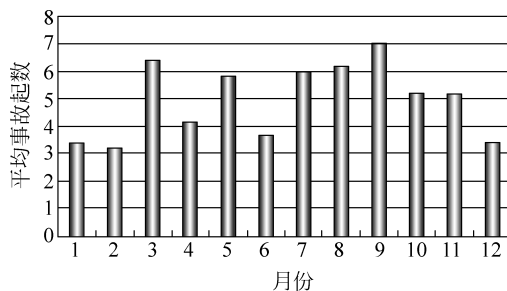


图 1.12 高速公路建设工程事故月份分布图(2005—2009)

从事故时间分布来看(图 1.14),高速公路建设工程事故主要集中在上午 7 点到 11 点和下午的 14 点到 17 点,其中 11 点、9 点和下午 16 点是事故的高发期,安全监察人员应在该时刻对工地事故多发地的施工情况进行检查,可有效降低安全事故的发生。

从美国近十年的建设工程事故统计和英国的建设工程事故统计来看,中国的事

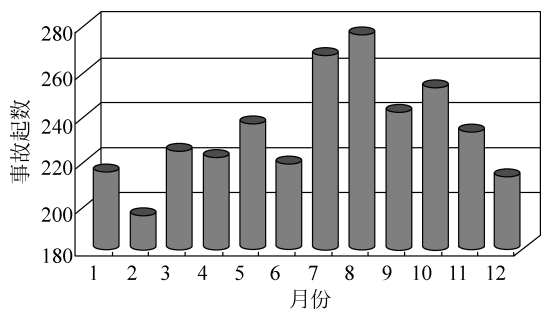


图 1.13 近 4 年间全国安全生产重特大事故月份分布图

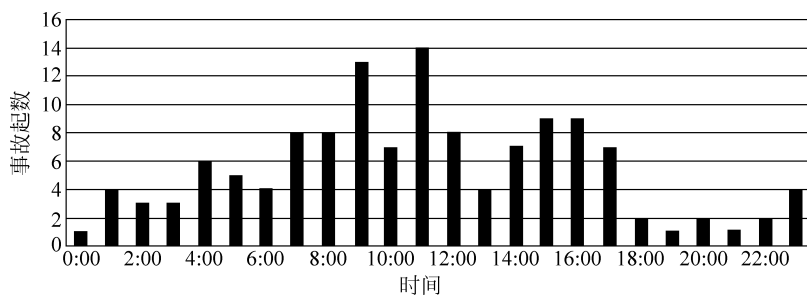


图 1.14 高速公路建设工程事故时间分布图

故远远高于美国、英国等发达国家；且中国的公路建设工程事故多以坍塌、透水、瓦斯爆炸、毒气、机械缺陷等工程质量灾害和物质伤害为主，而美、英等发达国家的建设事故以车辆伤害、违规操作或操作失误等人为事故为主。但是纵观近几年我国高速公路施工事故发生的数量，发现得到了一定的遏制，这与我国所采取的有效遏制措施是密不可分的，这说明做好提前预测并采取相应的防御措施是很有必要的。

从安全科学的研究经验来讲，物的不安全因素比人的不安全因素更易排除。因此，我国目前在公路建设工程中的事故多发现象，可以通过有效的安全措施加以遏制。应在加强安全管理和安全培训教育的同时，重点保证工程施工的安全质量问题，首先从物的角度消除可能造成大规模死伤的不安全因素，避免非受害者主观原因造成的安全事故。

1.2 自然条件危险因素

高速公路在施工和运营期间可能发生洪涝水淹、地震、雷电等自然灾害，这些灾害对高速公路尤其对隧道、桥梁造成影响，而且自然灾害还会引发(诱发)次生灾害，造成更大的危险。各种灾害对高速公路尤其对隧道、桥梁项目的施工、管理和维护人员、设备、设施的破坏如表 1.1 所示。

表 1.1 灾害对高速公路的破坏程度

灾害类型	隧道	桥梁	路面地基	收费站、加油站	隔离护栏	设备	人员
地震	☆	★	★	☆	☆	☆	☆
洪涝	☆	☆	☆	☆	☆	★	☆
雷击	○	★	△	△	△	☆	△
泥石流滑坡	★	☆	★	★	★	☆	☆
沼气瓦斯	★	○	○	○	○	★	★
台风	○	★	☆	☆	☆	☆	△

注：★—严重破坏；☆—一般性破坏；△—轻微破坏；○—基本无损坏。

1. 洪涝

我国是世界上洪涝灾害频繁而严重的国家之一，易受洪水威胁的城市主要是在七大江河中下游平原约 100 万 km² 的地区，近 50 年来平均每年洪涝灾害成灾面积在 500 万 km² 以上且呈递增趋势。而从我国近年来洪涝灾害的特点来看，山洪灾害占了相当大的比重。

在对建设项目进行安全预评价时须通过了解项目工程所在区域地表水分布、地下水情况、年降雨量和地形地貌，分析山洪暴发的可能。

若发生洪涝灾害，隧道洞口、桥梁墩台、路基挡墙可能存在山洪冲击的危害，竖井内、桩机孔内、水上桥梁和围堰施工的人员存在洪水淹溺的危险。

2. 雷电

雷电对项目工程生产过程中引起的危害，主要是对桥梁、供电系统、变电所以及接触网等用电设备造成破坏，从而对运行安全造成影响，因而防雷设施的可靠性是项目安全生产的重要因素之一。在施工中，应对构筑物及设施、装置采取防雷装置。

施工现场内的施工升降机、钢管脚手架等金属设施，以及其他高处施工的电气和人员，存在受到雷击的危险。

3. 高温

在全球气候变暖的大背景下，我国高温区扩大。在气温 35℃ 以上的高温日进行路面施工和高处作业时，人员直接暴晒，易造成中暑。

高温易导致沥青路面变形，桥梁温度应力增加等结构破坏，加油站、配电站等附属设施的火灾、爆炸事故可能性也相应增大。

4. 其他

其他自然灾害包括地震、大雾、自燃火灾、飓风、寒潮、雪灾、沙尘暴、台风、火山、海啸等，应根据水文地质条件和气象资料分析其发生的可能性，以采取应对措施。