

文章编号: 0451-0712(2005)07-0159-06

中图分类号: U412.366

文献标识码: B

# 高速公路安全设计理念及程序

张景涛

(长安大学教育部特殊地区公路工程重点实验室 西安市 710064)

**摘 要:** 阐述了传统意义上公路安全的概念,分析了目前高速公路总体设计中对安全设计认识的片面性、局限性及滞后性。提出了结构安全、环境安全和交通安全更为广义、系统的安全设计理念,认为应该贯穿于从规划到施工图设计的整个设计周期。提出结构安全是综合地形、地质、水文、气候、荷载等因素的系统工程,认为环境安全是包括人文环境、生态环境、景观的安全问题,提出交通安全是人车路与环境协同作用的结果。论述了基于安全理念的总体设计程序与方法。这种设计理念的提出对于系统地降低工程费用、保障交通和环境安全具有重要作用,有利于高速公路的可持续发展。

**关键词:** 高速公路; 安全; 总体设计; 结构安全; 环境安全; 交通安全

公路安全的概念人们通常理解为“道路交通安全”或理解为行人和车辆的安全。长期以来,人们在对“人—车—路—环境”构成的公路系统的安全性研究中,往往偏重于对动态因素“人—车”的安全分析,而忽视了对相对静态因素“道路—环境”的安全分析,更缺乏对“人—车—路—环境”这一综合体系的安全分析。另外,目前我国在高速公路设计的过程中,并没有体现对安全的考虑,只是在完成设计后,进行专家评审,凭经验判定设计的可行性及安全性,缺乏理论研究与预测。尤其在山岭地区,由于自然环境的特殊性以及工程地质的复杂性,山区高速公路建设肯定会带来一系列的安全问题,如果仅采取事后补救的措施来保证公路安全,那么,类似于环境领域中的“先污染,后治理”的恶性循环就会紧随其后,并且难于根治。

为了提高公路总体安全水平,解决目前“公路设计”与“安全分析”相剥离的不合理做法,提出高速公路安全设计的理念及程序,认为公路设计除了应首先保证道路上通行人员和车辆的交通安全外,更应该完善工程自身结构物的安全设计以及环境安全设计,以期达到系统地降低综合成本(施工、养护、管理、环境代价等)、更大地发挥高速公路经济效益的目的,有助于实现高速公路可持续发展。

## 1 相关问题的研究与分析

### 1.1 目前高速公路安全设计研究

#### 1.1.1 道路交通安全的研究<sup>[1,2]</sup>

我国高速公路始建于1988年10月,经过十几年的飞速发展,到2004年底已建成高速公路3.3万km,超过了建国初期所有铺有路面的公路通车总里程(3.2万km),总里程居世界第二,取得了令人瞩目的成就。尽管如此,与发达国家相比,我国高速公路路网密度、地区分布不均衡性以及服务水平等还存在巨大差距,尤其是针对公路安全的研究还处于起步阶段。我国关于公路安全的统计始见于1951年,当时仅对交通事故进行了统计,但由于统计制度不完善,各项统计数据规律性不强,并且认为80%~90%的交通事故是由人的因素造成的,包括驾驶员的操作失误、麻痹大意或违章驾驶等。到了20世纪90年代末期,国内一些学者注意到了设计因素对交通安全的影响,如:北方工业大学的刘小明教授等,针对道路交通事故的生成机理、驾驶员的驾驶行为进行了研究,并建立了驾驶行为模型,从中可以发现道路设计方面的缺陷,从而甄别事故多发点;同济大学的郭忠印、方守恩等人结合新疆路网黑点改造工程,研究了设计对交通安全的影响,提出了事故多发路段位置的鉴别与改进方法等。由于我国高速公路建设起步较晚,道路交通事故统计数据的样本



数量还很少,不足以进行统计分析其规律性。

国外,针对道路交通安全的研究较早,并且提出了较完善的安全审查理念,如:英国 1987 年开始安全审核研究工作,到 1996 年 IHT 出版了道路安全评价指南(Guidelines to Road Safety Audit of Highway),明确规定了安全审查的实施方法和实施规程,并提出了评价清单;澳大利亚 1992 年制定了国家道路安全战略,开展大量研究工作,由 AUSTROAD 建立了道路安全评价指南,确定了“道路安全以人为本,遵守为用户设计”的原则,强调在设计中考虑所有用户;美国 1995 年提出安全审核报告《Road Safety Audit: A New Tool for Accident Prevention》,这份报告对安全性和道路及其环境的影响、保证安全性的设计参数取值都做了详细的论述。

### 1.1.2 公路自身结构物安全的研究

关于结构物的研究:自从有道路出现以来就已经开始。随着高速公路的建设,目前国内外关于高速公路路基、路面、大桥、隧道等结构物的设计理论及设计方法的研究论文非常多,取得了丰硕成果,一般从自然条件、气候条件、工程地质、水文地质、建筑材料和结构力学等方面进行分析,在前期调查的基础上,通过综合考虑进行结构物的安全设计。如:考虑工程地质条件,采用植物防护、工程防护或两者相结合措施,确保路基稳定;考虑路线所穿越地区的沿线气候、水文条件以及筑路材料和交通组成等条件,采取不同的路面结构形式与之相适应;考虑荷载作用,基于材料力学、结构力学、风力学、地震学等因素而进行桥梁结构的安全设计等。尽管如此,目前国内高速公路结构物早期破坏现象仍然很严重,如路面车辙、网裂;路基不均匀沉陷;边坡及其他结构物失稳等。其根本原因是设计中对结构物安全的考虑不周。

### 1.1.3 环境安全的研究<sup>[3]</sup>

环境保护是我国的一项基本国策,为了实施可持续发展战略,保护生态环境,我国于 1989 年颁布实施了《中华人民共和国环境保护法》。我国公路交通部门自 1985 年开始接触公路建设项目的环境保护工作,于 1987 年开始进行公路建设项目的环境影响评价,在以后的几年内交通部先后颁发了《公路建设项目环境影响评价规范》(试行)、《公路环境保护设计规范》、《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》及《公路工程国内招标文件范本》等,并于 1997 年下达编制了《公路绿化规范》,这些“规范”、“办法”

和“范本”均对我国高速公路的环境保护起到了积极的推动和指导作用。同时,近些年在高速公路规划、设计、施工与养护管理的工程实践过程中,采取了切实有效的环境保护措施,取得了丰富的经验,获得了良好的效果。

在设计理念方面,交通部颁发的《公路勘察设计典型示范工程咨询要点》明确提出公路设计要遵循“安全、环保、舒适、和谐”的设计理念,提出服务社会原则、尊重地区特性原则、整体协调性原则、自然性原则。认为公路景观环境要素包罗万象,景观设计的重点不应将精力集中在耗费大量人力、物力、财力的人造景观上,而应重点体现对原有景观资源的保护、利用和开发,以及公路主体与原有自然及社会环境的相融,设计中应体现“不破坏就是最大的保护”的理念。

由于发达国家公路建设起步早,在高速公路建设对环境安全的影响认识上值得我们借鉴,在美国,从上个世纪 30、40 年代就意识到保护环境的重要性,并开始推行一些环境保护措施。50 年代以后,随着高速公路的大量修建,公路建设对环境的影响越来越受到社会的关注,为此美国开始制订法律要求新建公路必须进行环境保护和绿化。1969 年美国通过了“国家环境政策法案”(National Environmental Policy Act, NEPA),其中对公路建设中的规划、设计、施工与营运各阶段的环保要求都做了明确规定。目前,该法案已经被欧洲等发达国家借鉴使用。日本的环境影响评价开始于 1970 年初,1984 年 8 月内阁颁布了“关于环境影响评价”的文件,中央各省及不少都、道、府、县、市都有各自的评价条例或评价纲要,没有国家一级的文件和法律。日本的环境影响评价工作受美国影响较深,对公路环境影响评价有如下规定:(1)进行环境影响评价,保护环境是企业的职责;(2)为使调查和评价做得科学合理,由知事制定编制预评价书的指导方针,企业据此进行调查、预测、评价,知事审查企业提出的评价书,组织公众提出审查意见;(3)召开听证会,广泛提取居民意见。

在环境安全影响评价方法上,国外普遍采用地理信息系统作为平台,进行辅助评价和环境设计,一般有定性评价、数学模型评价、系统模型评价和综合评价,多数采用综合评价法。这种方法是对影响环境安全的各要素及其变化过程进行预测,研究开发活动和环境安全之间的相互影响关系,为高速公路建设的决策提供依据。



## 1.2 存在问题

公路安全问题是一个综合“人—车—路—环境”的系统工程,包括结构安全、环境安全和交通安全等子系统。尽管我国针对各子系统进行了大量的研究,也取得了广泛的成就,但与国外相比,这些成果仍带有很大的片面性、局限性和滞后性,对公路安全设计缺乏指导意义。主要表现在以下几方面。

(1)对公路的安全研究与公路设计相脱节,缺乏交互平台,不能实现信息共享。

现有公路的设计,尤其是高速公路的设计,均应符合规范与技术标准的要求,但当运营一段时期之后,往往出现了交通事故明显集中的“事故多发段和事故多发点”。一方面,长期、大量的交通安全统计资料缺乏有效、实用、方便的管理分析系统,在目前的公路网规划、设计、建设和管理中得不到充分利用,造成资源浪费。另一方面,公路安全设计缺乏经验支持,设计中同一种安全问题重复出现,然而,问题出现后调查结果几乎没有反馈到设计部门,使得同一地区、相同环境条件的多条公路出现类似的安全问题。

(2)关于公路安全问题的研究普遍带有片面性,缺乏系统性。

目前,我国针对安全问题的研究大多从单方面进行——或片面强调驾驶行为和车辆因素,或片面强调道路建设对环境的影响,没有从系统的角度将各因素之间的相互作用对公路安全的影响加以考虑。如1996年,交通部颁发了《公路建设项目环境影响评价规范》(JTJ005—96),该规范主要用于工可阶段所确定的路线方案对环境的影响评价,而不能评价环境对公路安全的影响,并且对路网规划期的战略环境影响评价以及建设期和营运期的环境保护,则缺乏有效的评价和管理手段,没有形成贯穿于公路规划、设计、施工、养护全过程的多层次系统评价体系。

(3)公路安全研究仍停留在“事后型”研究的基础上。

因此,所得到的成果在适用广度和时间跨度上较差,一般适用于具体问题的事后改善,对道路规划、设计和建设阶段存在的安全隐患没有指导意义,属于被动防治而不是主动杜绝,明显带有滞后性。如对道路危险路段及道路黑点的研究,大多针对已建成并投入运营的道路,通过对实际发生的交通事故数据统计,分析归纳事故分布规律,在此基础上判定

危险区域并加以改善。而不是通过事故对事故机理的分析,对拟建公路进行事故预测,防患于未然。

## 2 广义安全理念的提出

公路安全设计是综合了结构安全、交通安全和环境安全更为广义的、系统的安全设计理念,应该贯穿于从规划到运营过程的整个周期,并坚持以下原则。

(1)坚持综合性原则:从总体安全的角度出发,综合考虑各因素之间相互作用的影响,不应片面强调某方面的安全问题。如:在设计山区高速公路时,既不能单独强调线形对交通安全的影响而采用过高指标,对环境造成严重破坏;也不应过分强调环境安全设计而降低线形指标,影响交通安全。

(2)坚持系统性原则:将安全理念贯穿到公路规划、设计、施工、运营、管理和养护等各个环节,在各阶段建立完善的安全评价体系及程序,确定实施方法和实施规程,使评价系统更具有可操作性。

(3)坚持安全优先、主动预防的原则:高速公路是公路网中的干线公路,具有重要的政治、经济意义,其投资很大,技术复杂,涉及面广,一旦建成很难改变,为此,高速公路的安全设计应强调周密安排,预防为主。例如,山区高速公路建成后,一旦发现线形对安全产生有影响,再想改变几乎是不可能的,因此应在设计阶段就加以考虑。

(4)重视事后改善与事前预防相结合的原则:公路建设必然会带来安全问题,如交通事故、环境破坏等,问题是采取怎样的安全设计方法和事后补救措施,将不安全因素降低到最小,并总结教训,为今后设计提供经验支持。只有这样,才能避免重复性错误,提高设计水平<sup>[4]</sup>。

### 2.1 结构安全理念

结构安全概念除了传统意义上的保证使用安全外,还应包括结构与路线的适配性对交通安全的影响和与环境的适配性对景观与环境的影响。建立结构安全评价体系,评价结构设计的综合安全性以及设计对环境(自然环境、社会环境)的影响程度。

结构设计是建立在广泛调查基础上并综合了地形、地质、水文、气候、荷载等影响因素进行的,是结构安全的基本保证;施工监控是将设计转化为实体的安全保证,同时将监控过程中发现的设计问题反馈给设计部门,一方面为变更设计提供依据,另一方面对提高设计水平有很大帮助;健康观测是对投入



运营的结构物进行的持续的、长期的观测,是结构物自身安全的保证,也是交通安全的保证,另外,对观测过程中发现的问题进行分析,并建立数据库,可为设计和监控提供参考;结构物出现安全问题应组织专家进行事故调查分析,确定补救措施以减少损失,并为今后设计提供参考。

## 2.2 交通安全理念<sup>[5~7]</sup>

交通安全既是一个技术问题也是一个社会问题,其涉及的内容十分广泛,不仅涉及到交通基础设施等技术经济因素,还与机动化水平等社会经济因素有关。因此,交通安全研究应从以下几方面进行。

(1)建立交通事故信息系统。完善交通事故信息采集系统,制定统计指标体系,规范统计内容;建立交通事故数据库系统,为探求交通事故与其影响因素之间的关系提供数据支持,实现网络的信息共享。

(2)进行交通事故机理研究。研究驾驶员固有特性(性别、年龄、心理、生理、受教育程度等)与事故的关系;建立物理模型,模拟事故过程,检验各种安全设施的有效性,生成事故机理的理论模型,为制定交通事故防范措施提供指导;进行交通事故的计算机仿真研究,为深入研究交通事故生成机理提供先进的、经济的技术手段。

(3)研究交通事故规律。研究交通事故的分布规律,确定事故多发时段、重点区域、主要交通方式、弱势群体的构成,为有针对性地制定安全措施提供依据;研究道路条件与交通事故的关系,为改进和完善道路设计理论和方法提供科学依据;研究环境因素与交通事故的关系,为道路的环境设计提供参考。

(4)建立交通安全评价体系,研究交通安全的评价方法与指标体系,为安全性预测提供依据。

(5)确定交通事故防治对策。建立道路安全核查制度,以预防事故的发生;研究道路安全设施的设置原则,为交通工程设施的设计提供依据。

(6)ITS 在防治交通事故中的应用。利用自动控制、通信信息等领域的先进科技成果,研制智能化交通安全设施,提高防范交通事故的智能化程度。

## 2.3 环境安全理念

环境安全是涉及面非常广泛的问题,总体分为自然环境的安全问题和社会环境的问题。其中自然环境又包括大气、水、土壤、声、光、生物环境等要素,社会环境包括人工构造物(耕地、城镇、工厂、水库等)以及人文景观(名胜、古迹、风景区等),同时包括经济、政治、文化、道德、风俗等要素。主要从以下几

方面考虑。

(1)研究已有公路与环境相互作用的机理与关系,确定相互影响因素,预测公路建设对环境安全的影响以及环境对公路安全的影响程度,为路线方案的确定提供决策依据。

(2)运用 3S 技术进行环境选线。地理信息系统(GIS)、遥感技术(RS)和卫星定位系统(GPS)的发展为基于环境保护的空间分析提供了平台,通过对森林资源分布、动物迁移栖息、矿产资源分布等信息进行叠加,引入环境影响程度系数,对路域周边区域环境敏感点进行影响趋势分析和预测,确定最小环境敏感带,为减小公路与环境相互影响提供安全保障<sup>[8]</sup>。

(3)在降低公路与环境相互影响的前提下,进行环境保护设计,完善环保设施。如公路建设中水土保持的设计,公路建成后排水系统的自净化设计,公路交通噪声的防治对策等。

总的来讲,公路建设的环境安全问题是一个满足所有约束条件的折中处理,应建立在广泛调查与分析的基础上,从而为公路选线找出对环境影响相对较小的路线走廊和环境敏感性较低的区域,通过对安全性、经济性、实用性、美观性的比较,最终确定一个可行方案。

## 3 高速公路安全设计程序与方法

传统的高速公路设计安全性评价一般分别进行,结构安全评价流程为:方案设计—方案审查—结构设计—结构审查;环境安全评价流程为:编制工可—进行环评—修改方案—初步设计—环保设计方案的拟定—施工图设计—环境保护设计;关于交通安全的评价一般认为满足标准、规范的设计就可以保证交通安全。这种设计流程把“设计”和“安全”割裂开来,在设计中不能体现对安全性的考虑,并且国内对安全设计的评价一直是通过专家的经验来判定。专家通过审查设计部门提供的设计文件,对设计的合理性进行评价,并提出改进意见。但由于公路设计文件本身能够提供给专家的信息有限,在缺乏试验数据的情况下,很难做出客观全面的评价。

高速公路安全设计的基本程序,是将常规设计流程中被割裂的“设计”与“安全、经济、舒适、和谐”融为一体,在设计过程中实现的集成化。

基于安全设计的高速公路工可阶段流程如图 1 示,我国 70% 以上的土地是山地和丘陵,而高速公路设计面临的最大问题是其特有的地形、地质、水文、



生态等自然环境与公路自身的相互影响、相互适应和相互协调的问题。因此,工可阶段环境安全影响因素的筛选是首要的环节,通过确定最小环境敏感带,

对于保证以最小的环境代价换取最大的经济效益起到了关键作用。

分段采用技术标准,目的是为了降低建设规模,

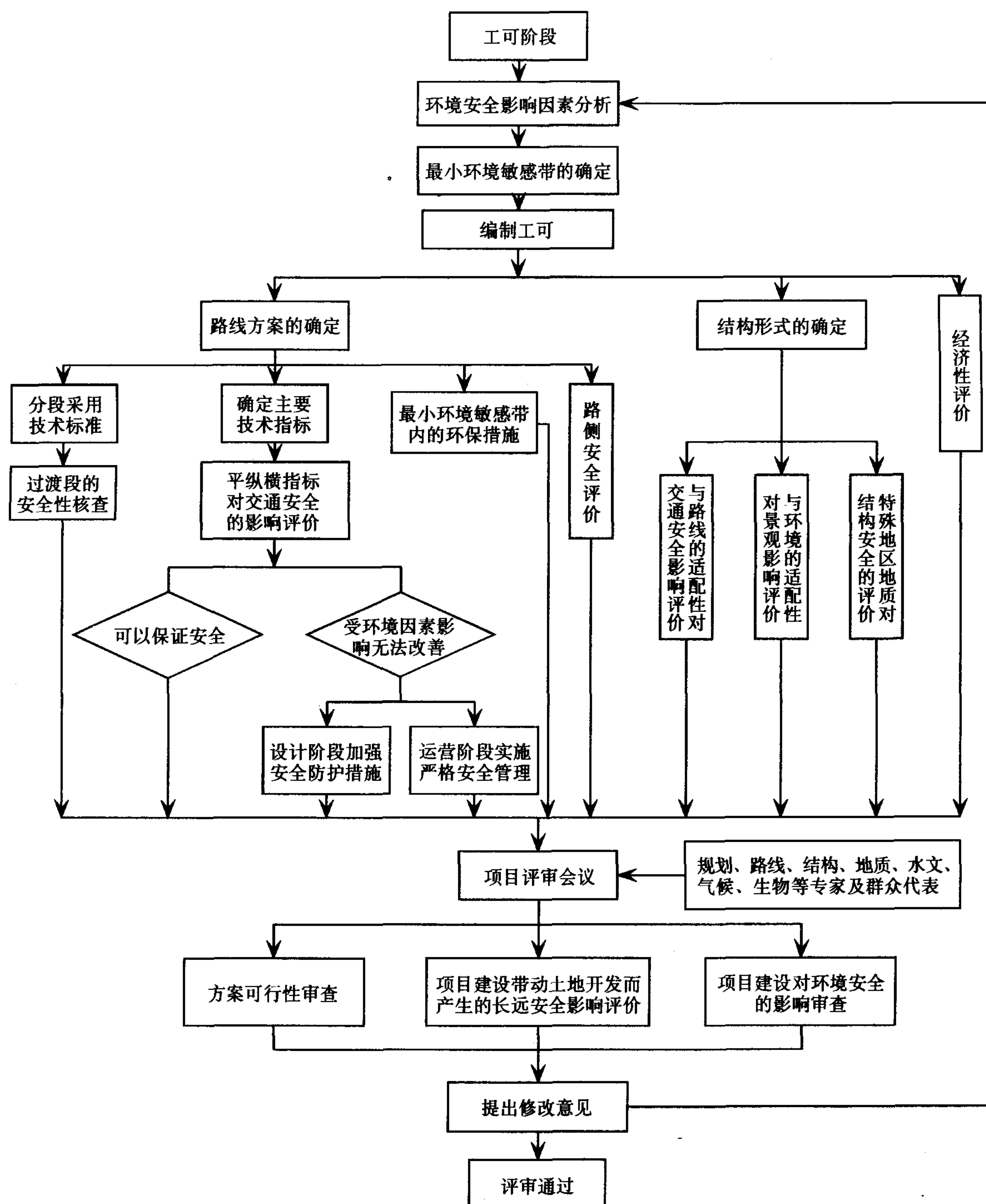


图 1 高速公路工可阶段安全设计流程

减小对环境的破坏,但有时会影响道路设计的一致性,从而影响交通安全。因此,应对过渡段进行安全核查,给出定量分析结果,以优化路线方案。

高速公路技术指标的运用强调与自然条件的结

合,但应以满足道路使用功能的技术指标为前提,基于安全考虑,不同技术指标的采用对自然条件和安全设施设置的影响必须详尽比较。

对于山区高速公路不良地质主要有:滑坡、泥石



流、崩塌、溶洞、采空区等,且分布广泛,处理难度大。详尽的地质调查是结构安全设计的基本保障,因此应针对不同因素对结构安全的影响进行审查,确定最佳方案。同时,不同结构对环境的适配性不同,因

此除了保证结构自身安全外,还应对结构与路线环境以及结构与自然环境的综合安全性进行评价。

高速公路在设计阶段(初步设计、施工图设计)安全设计的流程如图 2 示。

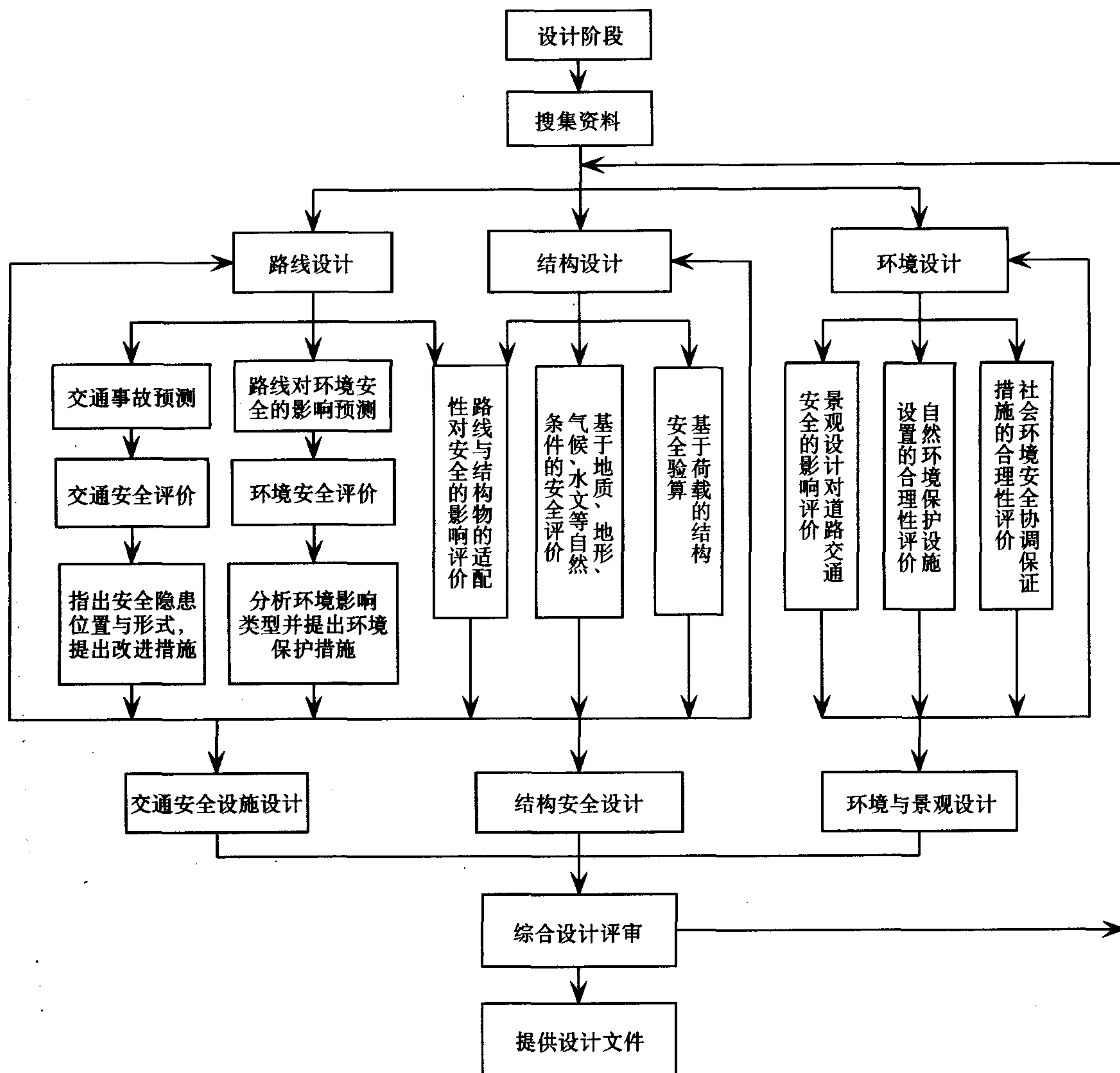


图 2 高速公路在设计阶段安全设计的流程

设计阶段分为初步设计和施工图设计两个阶段,基于安全的设计理念适用于每个阶段的全过程。

资料的搜集是详细设计的基础,也是安全设计的依据。除了技术资料外还应进行交通事故分析资料、政策法规资料等的调查,为道路安全设计以及道路与路网、道路与地区发展协调性设计提供参考。

路线设计应从总体一致性、均衡性、协调性出发,满足交通、环境以及特殊结构物(如特大桥、长大隧道、高边坡等)的安全需要。因此,路线设计过程中,应对安全影响因素综合考虑,全面评价。

结构设计应在工可阶段的基础上进行详细设计,并从施工角度考虑,制定切实可行的安全施工方案,细化安全保证措施。结构安全评价的意义是在保证结构自身安全的前提下,保证最小的环境破坏和最大的环境恢复。

环境设计的目的是保障环境安全,但环境设计不应应对交通安全产生负面影响。环境安全评价是对环境自身安全以及环境景观设计对交通安全的影响进行的评价,是消除交通安全隐患的保证,有利于山区高速公路的可持续发展。



文章编号: 0451-0712(2005)07-0165-03

中图分类号: F284

文献标识码: B

# 公路工程施工招标 合理低价法的评标办法

余泗海<sup>1</sup>, 韩 涛<sup>2</sup>

(1. 佛山市路桥建设有限公司 佛山市 528041; 2. 华杰工程咨询有限公司 北京市 100007)

**摘 要:** 介绍合理低价的评标办法, 通过与国内常用的几种公路工程施工评标办法的比较与分析, 阐述了合理低价法的优点、使用方法及优化合理低价的几点建议。通过在佛山市一环城际快速干线工程施工招标中的实际应用, 取得了良好效果。

**关键词:** 公路工程; 施工招标; 合理低价法

近十几年来, 中国的基础设施建设特别是交通基础设施建设迅猛发展, 随着社会主义市场经济的建立和逐步完善, 以及《中华人民共和国招标投标法》、《工程建设项目施工招标投标办法》等一系列相关法规的出台, 公路工程建设项目的招投标取得了长足进步, 已逐步迈向制度化和规范化。

与西方发达国家相比, 中国的工程招投标实行时间还较短, 在许多经济活动中还存在计划经济观念的影响和行政干预, 使得国内招投标市场出现了一些不规范的操作环节, 不能真正地达到招投标活动的公正、公平、公开。如何在实际的招投标活动中, 克服这些弊端, 使招投标工作透明化、公开化, 充分利用建筑市场的竞争性, 合理地降低工程建设成本,

其选用的评标办法就显得尤为重要。

## 1 几种评标办法的比较

目前, 招标活动中较为常用的评标办法有综合评估法、最低评标价法和双信封评标法等, 就评标办法而言, 这几种评标办法都具有一定的科学合理性, 但不同的评标办法均有其不同的使用范围和一定的弊端。

### 1.1 综合评估法

综合评估法适用于工程规模大、技术复杂、施工难度高(如特大桥梁及特长隧道等)的项目, 需要对投标人的技术力量、管理能力、信誉、单位整体实力及工程报价进行综合考虑, 其重点偏重于技术力量

收稿日期: 2005-04-20

## 4 结语

(1) 分析了目前高速公路设计中的安全问题, 提出了高速公路安全设计理念, 认为在设计过程中应该系统考虑交通安全、结构安全和环境安全。

(2) 建立了基于安全设计理念的高速公路设计程序, 从程序上将交通安全、结构安全和环境安全融入高速公路设计过程中, 对提高高速公路设计水平具有重要意义。

## 参考文献:

- [1] Federal Highway Administration. Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM)[M]. 2002.
- [2] 梁夏, 郭忠印, 方守恩. 道路线形与道路安全性关系的

统计分析[J]. 同济大学学报, 2002, 30(2).

- [3] 许金良, 石飞荣, 杨宏志, 李建士. 基于计算机仿真的公路安全设计方法[J]. 中国公路学报, 2004, 17(2).
- [4] 杨宏志. 人车路与环境系统仿真框架与实施策略研究[D]. 长安大学, 2003.
- [5] 陈永胜, 刘小明. 道路安全设计理论体系回顾与展望[J]. 北京工业大学学报, 2001, 27(1).
- [6] 刘运通. 道路交通安全指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [7] 张媛. 铜黄高速公路路域生态影响指标体系研究[D]. 北京大学硕士学位论文, 2001.
- [8] 晏晓林. 基于 GIS 的公路环境信息系统的分析与设计[J]. 公路交通科技, 2000, 17(3).