

# 公路勘察设计技术论文集

中交第一公路勘察设计研究院 编

陕西人民出版社

(陕)新登字 001 号

---

书 名 公路勘察设计技术论文集  
作 者 中交第一公路勘察设计研究院 编  
出版发行 陕西人民出版社出版发行 (西安北大街 131 号)  
印 刷  
开 本 787 × 1092 毫米 16 开本 22.5 印张 4 插页  
字 数 507 千字  
版 次 2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷  
印 数 1—  
书 号 ISBN7-224-07276-1/I253.3  
定 价 25.00 元

---

## 《公路勘察设计技术论文集》

主 编：曹 刚

副主编：任艺宏 罗满良（以姓氏笔画为序）

审 稿：王华牢 任艺宏 台电仓 齐永利 余 波 张留俊  
张武祥 单永森 胡崇武 赵述曾 罗满良 倪一鸿  
崔建恒 韩常领 涂君实

## 序

中交第一公路勘察设计研究院（简称中交一公院）始建于 1952 年，1963 年改建为交通部第一公路勘察设计院，1999 年初与交通部脱钩，划入中国路桥（集团）总公司，驻陕西省西安市。经过几代人的艰苦创业，现在已经发展成为拥有数家子公司、职工近千人、资产过亿元，具有承担国内外高速公路、各种复杂结构大型桥梁、长大隧道、交通工程、岩土工程的可行性研究、科研试验、工程咨询、勘察设计、国际国内招标文件编制、行业标准规范编写等能力，并具备年完成近千公里高等级公路勘察设计任务能力的国家级甲级公路勘察设计院。

上世纪 50 至 60 年代，我院挑战“生命禁区”，勘设整治迈向世界屋脊的青藏、川藏、滇藏、新藏四条道路，在高寒、缺氧、冻土等恶劣的生态环境和复杂的地质条件下，许多发达国家的专家们都深感棘手没有解决的世界性难题在我院专家们多年艰苦拼搏下得以攻克，锤炼和锻造了“特别能吃苦、特别能战斗、特别能奉献”的企业作风。青藏公路多年冻土地区黑色路面修筑技术第一次获交通部、国家科技进步一等奖。

上世纪 70 至 80 年代，我院担当起抓总设计我国第一条跨省市的高等级公路——京津塘高速公路的重任，负责制定设计与管理标准、规范，解决技术难题，统一组织协调勘察设计。京津塘高速公路开创了我国高速公路建设的先河，以起点高、技术新、质量好、影响大再获国家科技进步一等奖，成为国内高等级公路建设的典范。

上世纪 90 年代以来，我院相继勘设了我国第一条山岭重丘区高速公路——太旧高速公路、我国海拔最高的公路隧道——二郎山隧道、世界第一跨径石拱桥——山西丹河大桥及南京长江二桥北汊桥、福建下白石跨海特大桥等等，不仅填补了国内公路建设的多项空白，而且开创了多项我国公路建设的先例。

50 年来，我院凭借丰富的勘察设计经验和精湛的勘察设计技术，在山区高速公路总体设计、软土地基处理、公路隧道建设、岩土工程等方面始终



位于公路勘察设计队伍的前列，创造了许许多多“第一”，没有愧对第一公路设计院的名称。

2002年9月28日，我院将迎来院庆50周年，值此院庆来临之际，我们出版这部论文集，以答谢50年来关心、支持我院的各级领导、兄弟单位、各界朋友和全院职工。

进入新的世纪，面对广阔的公路勘察设计市场，我院将恪守“精心勘察，服务第一”的质量方针，充分发挥我院在公路、桥梁、隧道等勘察设计方面的人才、技术优势，“开辟最难的路，设计最好的路”，为我国公路建设事业作出新的更大的贡献。

2002年8月



# 目 录

建设生态公路考虑的几个问题 .....	霍 明 ( 1 )
公路勘测设计技术应用现状与发展展望 .....	吴明先 ( 9 )
西部省区公路网规划的主要问题及对策 .....	汪双杰 周文锦 ( 13 )
对山区高速公路环境与景观设计的反思及对策 .....	丁小军 ( 20 )
青藏高原公路交通建设可持续发展的对策与措施 .....	赵永国 贾志裕 ( 25 )
高速公路交通控制与管理运营模式探讨 .....	吴明先 ( 36 )
山区高速公路设计观念转变与技术进步 .....	任艺宏 ( 41 )
山区公路测量坐标系的选择及坐标计算方法 .....	黄文元 ( 46 )
HEADPAK 为公路工程设计企业提供完整的技术解决方案 ..... 上海中交海德交通科技股份有限公司	( 49 )
混凝土桥梁安全性和耐久性 .....	范立础 ( 53 )
我国长大桥梁技术发展展望 .....	胡明义 ( 63 )
南京长江第二大桥北汊大桥设计 .....	胡明义 刘士林 ( 68 )
特大跨径石拱桥设计与施工关键技术 .....	胡崇武 刘士林 周 卫 ( 76 )
京杭运河特大桥设计与施工 .....	倪顺龙 梁智涛 汪双杰 ( 84 )
PC 斜拉桥的发展与展望 .....	胡崇武 ( 91 )
312 国道兰州黄河大桥设计 .....	龙 涛 胡崇武 ( 96 )
基于 SWCad 的公路桥梁水文设计解决方案 .....	任艺宏 ( 103 )
鹰型人字拱斜拉桥的设计与探索 .....	葛胜锦 林 立 苏德俊 ( 110 )
预应力混凝土连续弯箱梁的加固 .....	许宏元 牛 宏 刘士林 陈常明 ( 115 )
双曲拱桥的加固设计与研究 .....	葛胜锦 ( 119 )
变截面连续箱梁加固设计 .....	梁夏莉 宋 宁 周 卫 王 峰 ( 125 )
大跨径拱桥拱上轻质填料的应用研究 .....	胡崇武 吕虎林 孟繁荣 ( 130 )
新材料在桥面防水加固中的应用 .....	梁夏莉 周 卫 朱 彦 ( 135 )
环氧树脂涂层钢筋在下白石大桥工程中的应用 .....	李哲民 ( 139 )
普通钢筋混凝土结构和部分预应力混凝土结构裂缝的分析计算及其 工程实例 .....	徐振立 许宏元 周 卫 ( 142 )
高原多年冻土地地区涵洞工程研究 .....	章金钊 ( 147 )
公路隧道总体设计中若干问题的探讨 .....	韩常领 ( 152 )
二郎山隧道工程勘察设计技术总结概要 .....	缪怀甫 ( 156 )
水下公路隧道的评述 .....	孔祥金 韩常领 ( 158 )
日本公路隧道考察 .....	韩常领 ( 163 )



公路隧道大变形破坏及其防治 .....	韩常领	(170)
公路特长隧道平导送风型半横向式通风计算方法及应用 .....	陈建勋 曹校勇 缪怀甫	(175)
公路隧道火灾及预防对策探讨 .....	李宏杰	(187)
浅埋公路隧道施工开挖的三维有限元分析 .....	师 伟 曹校勇	王万平 (194)
川藏公路二郎山隧道工程勘察设计 .....	韩常领	(199)
广州北二环连拱隧道设计 .....	宫成兵	(205)
煤矿采空区隧道治理措施 .....	徐 智 王万平	曹校勇 (212)
雁门关隧道采用 TBM 施工的探讨 .....	韩常领	王万平 (217)
对我国公路系统勘察设计咨询单位推行岩土工程的几点认识 .....	林宗元	(223)
当今山区公路边坡治理新技术 .....	孔祥金	(226)
西部公路建设中环境工程地质问题的思考 .....	崔建恒	单永森 (230)
高原多年冻土地地区公路修筑技术研究简介 .....	章金钊	武 民 (236)
多年冻土地地区路基稳定性主要影响因素探讨 .....	章金钊 李祝龙	武 民 (241)
高原多年冻土地地区公路工程地质研究 .....	吴青柏 刘永智 童长江 张建民	沈忠言 (246)
改性沥青在高原多年冻土地地区路面修筑中的应用研究 .....	台电仓 武 民	申爱琴 (252)
高速公路湿陷性黄土地基处治的设计与施工 .....	赵永国 张稚光 齐永利	穆国兵 (259)
陇西黄土地区公路路基下伏洞穴的探查与处治技术 .....	赵永国 穆国兵 谈应鹏	龙 涛 (272)
公路工程滑坡处治技术及工程实例 .....	崔建恒	(281)
山西新原高速公路新庄特大桥滑坡治理与设计的若干问题 .....	徐克逊	(290)
浅谈公路滑坡分析评价的若干问题 .....	徐克逊	(294)
德国公路路基路面设计简介 .....	王忠华	(300)
高速公路荷载作用下软土地基次固结 .....	倪一鸿	(308)
爆炸挤淤法处理公路软土地基试验研究 .....	张留俊	(315)
用真空联合堆载预压加速软土地基固结 .....	张留俊	(326)
综合物探方法在煤层采空区勘察中的应用 .....	杨文孝 刘 晓	刘运平 (336)
电阻率成像剖面法在岩层勘察中的应用 .....	[日] Hiromasa, Hideki kamiya 杨文孝 刘 晓	编译 (342)
编后语.....		(348)



# 建设生态公路考虑的几个问题

霍 明

## 1 引言

从 20 世纪 80 年代开始到 2001 年底，我国的公路基础设施实现了跨越式的发展，取得了举世瞩目的成就，高速公路通车里程已达 1.9 万 km，仅次于美国居世界第二位。我国不仅在高速公路的设计理论和水平方面有飞跃式提高，而且建设水平也达到了世界水平。建成的高速公路在我国的交通运输体系中发挥着重要的脊梁作用，为我国国民经济和社会的发展作出了极其重要的贡献。

在憧憬“2010 年实现全面改善，2020 年基本适应，2040 年基本实现现代化”，高速公路总里程达到 8 万 km 的宏伟蓝图的同时，我们也注意到，飞速发展的公路建设对生态环境产生了一定的影响。

如何建设与生态环境相适应的“生态公路”，把公路建设对生态环境的不利影响降低到最小程度，实现公路建设的可持续发展战略，是摆在我们面前、亟待解决也必须解决的问题。

## 2 生态公路是建设发展的必然

### 2.1 可持续发展对公路建设的要求

早在 1995 年 5 月，世界环境署就声明：可持续发展系指满足当代需要而又不削弱子孙后代满足其需要之能力的发展，而且绝不包涵侵犯国家主权的含义。随后在《中国 21 世纪议程》中，我国制定了区域可持续发展战略。交通部在 2001 年《公路水路交通发展三阶段目标》中也指出：“公路、水路交通在为社会发展提供便利和为经济发展创造条件的同时，还必须努力提高对土地等资源的有效利用程度，加大对环境的保护力度，才能实现国家可持续发展的战略要求。”无论是世界环境、国家战略还是行业目标，都要求在未来的公路建设中遵循自然、经济和社会的协调发展，争取经济效益、社会效益和环境效益的三统一。

随着高速公路建设向山区的发展，暴露了植被破坏、环境污染、水土流失等一系列问题，出现了较多的环境地质灾害，如大量的挖填，破坏了原有的地质环境；施工的影响，导致了岩体开裂坍塌；失控的取土和弃土，造成了人为的地质病害；对地形的过多切割和阻碍，改变了水文的平衡状态；最严重的是，由于植被和表土的损失，



自然植被的恢复十分困难。据调查，在气候温和的亚热带地区公路环境下，植被自然恢复到原有状态至少需要 20 年。

因此，公路建设在一定程度上加剧了资源、环境和人口之间的矛盾，使生态环境问题突出。人类与自然界之间应该是协调发展的关系，而不是一味索取与征服。在公路建设中坚持走可持续发展道路，不仅是向国际社会作出承诺，更重要的是对中华民族子孙后代高度负责。

## 2.2 生态公路是未来发展的方向

可持续发展是一个过程、是一种状态，是近期的少投入、未来的多产出。在选择并认准走可持续发展的道路后，就应当坚定不移地付诸于行动，坚持“有所不为、有所必为”的原则，将当前利益与长远利益相结合，反对急功近利的短期行为。

国外发达国家在公路建设中十分注重环保问题，有专门的环保准则或项目环保总体规划；在项目立项时强调公众参与，以减少可能产生的许多不利于生态环境的问题；在工程设计中，宁可加大工程造价，也不大挖大填，破坏生态平衡；工程造价中环保费用很大，一般可达 10% 以上。

我国公路建设的指导思想，从 20 世纪 50 年代以来经历了一般公路的三低建设期、高速公路的起步发展期以及高速公路的快速建设期三个阶段的转变。

第一阶段是 20 世纪 50 年代到 70 年代，由于经济不很发达，交通量不大，修建公路指导思想主要是以通达为目标。道路等级低、运行要求低、建设成本低的一般公路，对环境的影响考虑很少。

第二阶段是 20 世纪 80 年代至 90 年代中，由于经济快速发展，交通量增大，迫切需要修建高速公路，这一时期的指导思想是以行车高速、安全、舒适和提高通行能力为目标。为了满足行车舒适、视线诱导良好的要求，往往采用较高的指标，在增加工程量不多的情况下，尽量使路线平纵配合最佳。在高速公路建设的起步发展阶段，注重强调道路用路者的利益，对环境和景观的影响仍然考虑不多。

第三阶段是 20 世纪 90 年代末期至今，是高速公路的快速建设期。这一阶段初期，高速公路的建设逐步向山区延伸，进入山区后，随着道路设计标准的逐步提高，地形、地质条件的逐渐复杂，公路建设对生态环境的破坏越发严重。高填、深挖频频诱发地质灾害，防护加固、地基处理也加大了工程费用。设计不合理，施工不重视，破坏了原有植被与水系而造成水土流失，直接的后果是对自然环境极大的破坏甚至生态失衡，给子孙后代留下无穷的隐患和无法弥补的损失。

长久以来，环境资源未被纳入公路效益体系之中，公路经济效益增长的指标既不反映经济效益增长导致的生态破坏、环境恶化的资源代价，也不反映自然资源存量下降及其缺乏的程度。针对这种现象，东部经济发达省份如江苏省和建设高速公路较早的陕西省都提出建设高速公路要把环境保护放在首位的指导思想，提出建设生态路、环保路等基本概念。

在平原微丘区强调公路与自然环境的有机融合，提倡降低路堤，保护生态环境的指导思想。在山区高速公路的建设中提出多打隧道、多架桥、少开挖的基本思路；在



具体实践中提出公路建设要首先考虑其周边环境的承受能力；在对环境破坏较大的地段，宁肯多做工程，也要减少对环境的破坏。

这种建设“生态公路”的指导思想，符合我国环境保护的基本国策，有利于公路建设的可持续发展，代表现代及未来公路建设的指导思想的发展方向，应该在我国标准规范的修订实施宏观管理等方面予以充分体现。但是由于我国地区经济发展的不平衡及公路建设的不平衡，这种新的指导思想只是在少数地区被接受，大部分省份和地区仍然沿袭传统的建设指导思想，山区高速公路的高填深挖多构造物少、边坡高安全储备差的现象仍然存在。因此，我们要从可持续发展和社会国民经济长远发展的目标来研究，系统提出“生态公路”的实施方法和策略，并进行大力推广，以实现公路建设的协调发展。

### 3 设计符合生态要求的公路

#### 3.1 立足环保用活标准

尽管我国建设高速公路已有十余年历史，但与西方发达国家相比，仍嫌经验不足。目前在标准规范的具体运用上存在两个误区：一是片面追求高指标，二是执行标准教条化。不是适应地形、地质等自然环境，选用合适的标准和指标，而是修一条符合生硬标准的路。建设生态公路必须从源头抓住环保的要点，从恰当运用技术标准、灵活掌握线形指标入手，使公路建设对周围环境的破坏程度降到最低。

虽然有关技术标准及规范对各级公路的线形指标均有具体的规定，但所规定的各级公路所适应交通量的变化幅度范围很大，因而设计应结合地形环境考虑技术经济合理性，分段选用不同的设计技术指标。对于适应交通量上限附近的重要干线公路，线形指标宜高不宜低，而对于适应交通量下限附近的一般公路，线形指标要根据地形掌握，不能为了一味追求较高的线形指标而不顾工程数量的增大和对周围环境的破坏。充分利用地形，灵活掌握设计标准，设计出经济、合理的路线方案，使道路的平均运行速度达到最佳值，即使采用了极限指标，也完全是一项较好的设计。

在地形复杂的地区，选用过大的平曲线半径，将使纵面设计时变坡点和竖曲线布设有困难，要达到“平包竖，竖包圆”往往要增大土石方数量。若地质条件复杂，还将造成对山体切割后引起新的滑坡、坍塌等地质病害，增加造价，破坏环境。应高度重视平面线形设计的重要性，切实掌握技术标准和设计规范，做到因地制宜，结合实际，灵活布线。纵面线形应结合构造物的布局，合理确定路基的设计高度，纵坡不应频繁起伏，也不宜过于平缓，不同的地形、地物配以不同的平纵线形与之相适应，使线形平顺、捷达、流畅，做到路景协调，达到行车安全、舒适、降低工程造价的目的。

在地形复杂、困难的地段，一些竣工的高速公路给人以人为改变大自然的痕迹过于明显的感觉，工程造价也相当高。在特别困难路段可考虑取消路肩，另设紧急停车带，但应增设相应的交通安全设施。横向半填半挖时，可视地形地质情况，采用半边桥、悬出路台等构造物，也可采用半山洞半路基断面。采用上述措施，可大大节约工程量，而且减少对山体的破坏。国外的高速公路在横断面形式和运用上就比我国要灵



活多样，上、下行线可以合龙，亦可以分离，就是合在一起也可以标高相等或标高不等，这对保护自然环境，增强可持续性发展，甚至降低部分工程造价也是大有益处的。

### 3.2 边坡生物防护

由于高速路线形标准高，常常有比较大的高填深挖路段，简单的设计不能确保边坡的稳定，给交通安全带来隐患。运营的高速公路作为运输干道，通车量大，行车速度快，路基边坡一旦出现事故，对交通运输和生命财产的影响都是巨大的。另一方面简单的设计往往仅仅是暂时节约了资金，以后的养护费用反而大量增加。

目前边坡防护措施落后，仍大量采用的浆砌片石护坡及喷射水泥砂浆等防护方式，而这些措施完全破坏了植物生长的环境，使得高速公路开挖后破坏的自然植被永久不能恢复。少量的绿化设计往往只是局部贴草皮，没有对边坡整个植被的逐步恢复进行考虑。缺乏植物覆盖的边坡一方面不利于水土保持，大量的雨水直接流失，还加大了对道路周边地区的冲刷，给农田水利带来不利影响；另一方面也不利于改善高速公路的行车效果，大量裸露的岩石和混凝土视觉效果非常差，也不利于吸收阳光和汽车尾气，与高速公路快捷、舒适的特点不相协调，在一定程度上也给高速公路的行车带来不安全因素。

如今一些国家已经基本废除了浆砌片石和喷射水泥砂浆护面等破坏自然环境的边坡防护，取而代之的是各种柔性支护和绿化措施，基本上实现了全路段绿化。

### 3.3 山区高速公路路线总体方案设计

对于山区高速公路，在选定路线方案时要进行多层次的方案比较，在方案比较中，要充分考虑环保工程的治理和保护费用，并把对环境的破坏及即可恢复的程度列为主要比较条件。

在路线经过复杂的山区地形时，要进行高路堤与高架桥梁比较、深路堑与隧道方案比较、半边桥与高边坡比较等等，在高路堤超过 20m、深路堑超过 30m 时，都应在造价增加不多的情况下，选用桥梁和隧道方案。要根据沿线地形、地物条件并结合路段交通量尽量采用恰当的技术指标。采用多种方案的比较，计算土石方、防护及环境保护等工程数量，在同一技术标准的前提下，以工程量小、造价低及有利于环保的方案作为最终方案。

对深挖工程艰巨地段，为了避免山体深挖后影响路基稳定和给自然环境造成较大的影响，防止大量防护费用的增加，可考虑用隧道或高架桥方案做比较。如在某路段设计深挖 35—42m，挖方长 200 多米，接着又是高填路基，这种路段是可以考虑用隧道方案做比较，如用隧道方案，则可以不高填路基，路线纵坡也可以得到改善。深挖高填地段，尤其是在较短的跨冲沟填方地段，国外多采用桥梁跨越。

在隧道群地段，应结合平纵线形的总体布局，灵活地确定隧道纵坡，选用连拱隧道或近间距隧道，以更好适应地形，避免大填大挖。



## 4 倡导基于可持续发展的设计理念

### 4.1 节约用地

土地是农业赖以持续发展的基本资源，保护土地资源是我国的一项基本国策。中国现有耕地仅占国土面积的 13.5%，并且优质耕地每年减少 540 万亩。中国的国土面积与美国相差无几，而人均耕地仅约为美国的 1/8。

我国目前所建的高速公路基本都位于平原丘陵地区，它占有的经济价值高的耕地资源数量巨大。对于山区高等级公路而言，由于技术标准的提高，在艰巨复杂的地形下，易产生高填深挖的局面，要合理、科学地占用土地，只能在设计方案、施工过程中，认真进行调查研究，采取卓有成效的优化设计与先进的施工方法，尤其要对路线位置、路基高度的设计、取土方案、主要技术标准、站场选址、高填土等和用地有关的重大决策慎重对待，千方百计节约用地，尽量减少占用耕地。

对于一些受地形条件限制，必须穿过高山、越过深谷的地段，则采用打隧道和架设高架桥方案，可有效地解决高填深挖段占地过多的问题，对控制公路用地起到功效显著的良好作用。

### 4.2 绿色文化

绵延几百公里的高速公路山水相连，既有九曲回肠又有流水潺潺，既有山重水复又有柳暗花明、高低错落、明暗互间、宽窄交替的沿途景观，可结合地域特点灵活多变、防止单调，能大大地增加司机的兴奋感，引发乘客的好奇心和愉悦感，以减少旅途劳累。

设计良好的高速公路能同时满足人、车、路、环境及景观的要求，富有行车诱导性，将人、车、路、环境构成一个统一的整体，不仅使公路本身形成一个行车迅速、舒适、清洁、安全的环境，还要创造一个沿线地区经济发展的绿色生态环境。

高速公路的绿色文化是一个全新的概念，强调公路是景观、文化、旅游资源，与沿线风土、历史和时空相适应，与时代感相适应，与运动中人的感知和静态中人的观察相适应，与环境相适应，与大自然相融合。反映当地风土人情，在满足人民精神需求、增进人类健康、促进人和自然和谐等方面具有重大价值，是精神文明建设的重要组成部分。

### 4.3 系统工程

我国公路建设以往普遍环境意识较差，往往只注重公路本身的功能作用，只注重公路本身的费用。其实，高速公路的各组成部分之间应有机融合和统一，是一个独立的道路子系统。从系统科学角度看，可持续发展实质上是社会系统和自然环境系统之间协调发展的的问题。所以，只有把研究对象放在地球环境、生物、资源、污染等诸要素构成的“公路—自然—经济—社会”复合系统中进行全面考虑，把性质不同的生态环境系统与高速公路经济系统研究有机地结合起来，充分运用系统工程的基本原理和



方法，才能在国家加大对公路基本建设投资时，产生较大的经济效益、社会效益和环境效益，才能找到最优方案。

生态系统是指在一定时间和一定范围内，由生物成分和非生物成分组成的有一定大小、执行着一定功能并能自我维持的功能整体。各环境因素相互沟通、相互依存、相互影响和制约。任何一种成分或过程的破坏和变化，都将影响系统的稳定和存在。地质环境系统则是一个庞大复杂的、动态的、开放的系统，它的内在本质在于各种地质环境要素之间的相互关系和相互作用过程，研究、利用它必须着眼于地质环境整体。

随着系统科学、信息技术和生物工程技术的发展以及学科间的相互交叉和渗透，现代高等级公路设计不能只把公路当作唯一的设计对象，而要对公路征地范围的基础资源、环境资源和生命资源各要素（包括自然的和文化的）作为设计变量进行主动安排和协调，根据各种资源的重要和稀缺程度，有效地分配资源，以提高系统的总效果，使人与自然环境之间进行有效地交换并保持动态平衡，实现高速公路快、达、畅、美的目标，最终使系统结构和功能达到整体优化。

因此，我们应坚持以下基本准则：

- (1) 人类与自然是有机的统一系统整体，必须协调共处；
- (2) 坚持经济效益、社会效益、生态环境效益相统一的原则；
- (3) 坚持近期效益和长期效益兼顾的原则。

对于公路本身则应在路网状况、配套设施建设、管理体制、方针政策、运行机制以及收费服务等多方面系统地考虑，以满足其可持续发展的需要。

#### 4.4 动态设计与合理周期

高速公路设计并不是一个独立的设计阶段，它融贯于高速公路规划、设计、施工过程的始终。随着时间和沿线环境的变迁，高速公路的影响因素也会发生相应的变化，因此，我们需要建立“动态设计”的概念。尤其在山区高速公路路线设计和隧道设计时，运用先进的空间设计技术，结合施工现场的情况，需随时间、空间的推移不断地进行补充和完善，经过反复的调整及技术经济比较，才能设计出经济、与环境协调的高速公路。

好的公路设计基于准确完整的地形、地质资料，而准确完整的地形、地质资料必须有合理的工期予以保证，合理的设计周期是设计、建设生态公路的必要条件。

### 5 用技术创新支撑生态公路

#### 5.1 运用空间技术的公路工程设计新技术、新设备

长期以来，路线设计是一项综合性的设计工作，它涉及并影响到道路设计的各个方面。尤其是山区公路，必须综合考虑各种影响因素，经过反复的平面定线、纵断面设计、横断面检查、平面调整及技术经济比较，才能设计出一条经济上合理、技术上实用的路线来。目前，各种计算机路线设计软件为路线设计者提供了很多方便条件，利用数字化地形模型进行路线三维设计的软件为复杂地形条件下的路线设计提供了更



为直观的辅助工具。但它在数据采集方法、数字化三维模型的生成、动态全景透视仿真及综合分析功能先进等方面都存在着明显缺陷。要更好地发挥它在现代空间信息时代的作用，必须解决对遥感信息、地下勘探数据的直接采集及各种专题地图数字化问题，还应拥有多层管理、综合分析和道路汽车驾驶的仿真功能等，以满足公路设计和环境保护的高质量、高效率和高水平要求。

因此，融“3S”——即遥感技术（RS）、地理信息系统（GIS）和全球定位系统（GPS）与三维地学模型分析技术（Geosystem）于一体的现代三维空间技术将是传统公路勘测设计技术一次质的飞跃。他们为公路工程、地层环境灾害防治与科学预测提供了新一代观测手段、描述语言和思想观念，其中GIS是一种对空间多层信息的数字形式编辑、处理、组织和分析的多功能系统。GIS所具有的分析功能有利于数据库与其他先进数据分析系统接口和分析预测。GPS和RS是GIS的重要数据库和数据更新手段。GPS与GIS的结合可以用于实时监测空间位置变化。RS可快速获取区域面状信息。而三维地学模型分析技术为地下岩层结构和性质分析提供了“穿透镜”。从而，通过对地上、地下三维空间环境分析、模拟、综合考虑沿线地质、地形、气候、水文分布、生态敏感点、建筑工程和工程量等因素，开展合理边坡治理工程的数值模拟，实现公路线路优选、公路工程设计和生物工程设计的自动化和科学化。

利用计算机和遥感图像作线路规划，既省事又省钱，还能直观地在卫星图片上比较方案。考虑了工程、社会、经济和环境等多因素，所确定的线路线形好、标准高，大幅度地降低了公路工程费用和勘测设计费用，缩短了公路选线规划时间。

把GIS和三维地质模型分析技术同时应用于公路工程设计尚属空白，这将是空间信息技术在公路环境保护领域应用的一个新生点。

## 5.2 公路环境工程技术

在很长时间内，在保护环境和发展运输经济这两者之间面临着一种两难的境界，而科技进步是走出这种两难境界的根本出路。在知识经济初现端倪的现今社会里，只有加快科技的进步，提高技术创新的能力，才能实现交通运输方式由数量扩张型向质量增长型转化和从粗放型向集约型的转变，才能实现经济效益、社会效益和环境效益三者的统一。

考虑拟建公路周围的环境的敏感性，选择周围环境敏感性最小或是经济效益、环境效益最优的路线方案是路线方案比较和优化的目的。在GIS环境下，既可考虑公路周围环境的敏感性，又可同时引入影响程度系数，并能考虑公路对环境影响程度沿路线的分布，理想地完成优化公路选线和方案的比较。从技术上讲，在GIS软件环境下，可根据沿线气候、土质、地形和交通安全所要求的功能，进行公路环境恢复和治理工程规划和设计、施工过程中的环境管理与环保措施的实施和效益监测。首先，在初步设计和施工图设计阶段，提出生物工程防护方法，立交区、服务区园林景观设计方案和技术措施的施工方案，并完成大气、污水净化处理和线位减噪设计。随后在项目业主负责制、招标制和监理工程师制的配合下，确保环境治理工程的质量，从而使高等级公路环境工程规范化，真正做到设计、施工和验收同步，使我国公路环境恢复和治



理达更高水平。

鉴于公路环境工程是一个涉及地质工程、公路工程、水土保持、植物生态、现代空间技术和社会科学等多学科的新兴研究领域，因此，鼓励多学科的学术交流与合作，加快培养公路环境工程设计人员，开展高等级公路环境保护与恢复新技术应用研究，无疑将推动公路环境工程技术的迅速发展，为我国经济、社会和环境协调发展作贡献。

## 6 结束语

我们提出“生态公路”的概念，并提出建设“生态公路”的基本策略，是因为我们认为：只有建设与自然环境和谐统一的公路，才能保证公路建设的可持续发展，才能更好地发挥公路交通在经济发展中的基础性作用，才能实现经济发展与环境保护的双赢。这是经济社会发展到现阶段我们公路建设者面临的新课题，我们必须正视并认真研究解决。

相信在建设单位、设计单位、施工单位、管理单位的共同努力下，我们一定能够解决好这一新课题，实现公路建设的可持续发展。



# 公路勘测设计技术应用现状与发展展望

吴明先

**摘要：**全面系统地总结了国内公路勘察设计技术的应用现状，展望了随着信息技术空间技术的发展而出现的新趋势。

**关键词：**公路 勘察设计技术 应用现状 展望

近十几年来，我国公路基础设施建设实现了跨越式的发展，取得了举世瞩目的成就。与此同时，随着电子技术、信息技术以及空间技术的迅猛发展，公路勘察设计作为专业应用技术紧紧跟踪科技发展的前沿技术，以提高测设水平和效益为重点，抓住测设中的关键问题，采取多种形式进行攻关，在测设技术领域应用了多项先进技术，使传统的以手工作业为主的勘察设计手段得到了彻底改变，缩短了与发达国家的差距。现对公路勘察设计技术的应用现状与发展展望作一综述。

## 1 应用现状

### 1.1 航空摄影测量的广泛应用

大家知道，公路设计离不开地形图，传统的获取地形图的方法是投入大量人力物力去现场实测；这种手段不仅工作量大，周期长而且测量范围有限，目前我院完成的勘察设计项目绝大多数已经摆脱了传统的手段和方法，而采用航空摄影测量技术。一般而言，一条高速公路测量首先是从路线方案研究开始，然后在小比例地形图上划定路线走廊，再进行航带设计和摄影测量。就航空摄影测量而言也经历了从模拟、解析到数字的三个发展过程；现在正处于数字摄影测量研究应用阶段。这种技术是以数字影像为基础，用电子计算机进行分析和处理，确定被摄物体的形状、大小、空间位置及其性质。处理的可以是像片，更主要的数字摄影，所使用的仪器最终只是通用计算机及其相应外部设备。

### 1.2 突破传统定线方式，采用处理后的航空像片直接定线

常规的路线定线方法是必须在获得地形图之后，才能在纸上进行，在工期非常紧迫的情况下就无法保证按期完成，为了加快进度，采用航空像片直接定线已在实际工程中得到广泛应用。利用航片直接定线，一般的工作程序为在航空摄影测量完成之后，首先



要制作 1:5000 的带坐标格网及地名注记的放大纠正相片图，对于高差大的山地，最好制作 1:5000 的正射影像图，由此解决了路线方案设计所需的地形地物资料，这样路线设计人员就可以直接应用航片定线。利用该法定线，设计人员可以比用地形图更直观清晰地确定地形地物与路线的关系，而且范围更广阔，从而选择一个较优的路线方案。

### 1.3 数字地形图的应用

目前设计所用的地形图均采用数字地图，贮存介质由纸质发展为电子形式，所以设计均利用计算机完成。

### 1.4 数字地面模型 (DTM) 的应用

DTM 就是利用大量地形点的三维坐标按照一定的数学模型分析和联网，使这些空间点按照此数学模型的规律来描述地形起伏。DTM 数据是进行公路设计时地面资料的主要来源。利用 DTM 可以获取设计所需的高程数据计算工程量，进行路线方案优化比选；绘制全景透视图检验设计效果。

### 1.5 GPS 和 RTK 技术的全面应用

全球卫星定位系统，不仅具有全球性、全天候、连续性、实时性精密三维导航和定位能力，而且具有良好的抗干扰性和保密性。GPS 的应用领域之广已为大家所熟悉；GPS 及最新的 RTK 技术在公路测设中应用也非常广泛。目前主要有以下几方面：

- (1) 控制测量。
- (2) 大比例地形图的绘制。
- (3) 路线中桩实地放样。
- (4) 道路纵断放样和土石方计算。

(5) 传统方法测图，先要建立控制点，然后进行碎部测量，绘制成图，工作量大，费工费时；用实时 GPS 动态测量，只需在沿线每个碎部点停留一两分钟，即可获得每点的坐标。采用实时 GPS 测量，只需将中桩点坐标输入到 GPS 电子手簿中，系统软件就会自动定出放样点的点位。因每个点测量都是独立完成的不会产生累计误差。

### 1.6 遥感 (RS) 技术的开发应用

随着空间技术的飞速发展，遥感图像宏观、逼真、直观、丰富的信息为公路选线提供了有利条件。应用遥感技术，如把野外现场搬回室内进行研究，不但能提高公路的选线质量，而且能加快测设进度，减少测设成本。遥感字面上讲就是遥远感知，一般地就是指从远距离、高空以至于外层空间的平台上利用可见光、红外、微波等探测识别地面物质的性质和运动状态。

RS 技术在公路勘测设计中的应用目前主要是利用卫星照片或航片上含有的丰富信息，通过立体观察和相片判译并经过计算机的自动处理、自动识别从而获得与路线设计相关的各种地质、地貌、水文、建材、地质构造等资料。

目前我院利用遥感技术在公路工程预、工可阶段主要做以下几个方面的工作：