

中华人民共和国世界银行贷款广西公路项目
河池（水任）至南宁公路课题研究咨询服务
（景观设计、光面爆破及边坡绿化技术）

最 终 报 告

北京工业大学

北京中咨华科交通工程技术有限公司

2004 年 7 月

水南路 K-3 课题研究组

业 主 单 位	广西交通厅世界银行贷款公路项目管理办公室
单 位 负 责 人	沈小辉
项 目 负 责 人	沈小辉
参 加 人 员	覃新江 周佩友 韦明 吕青 雷应军 冯芳 陈刚
承 担 单 位	北京工业大学 北京中咨华科交通工程技术有限公司
项 目 负 责 人	任福田
技 术 负 责 人	李兆鹏 王 珊
分 项 负 责 人	上官甦 钟厚冰
完 成 人 员	王淑芬 魏中华 于胜男 尼 宁 张 建 龚雪琴 罗鹏程 蔡思翔 刘文斌 韩子东

目 录

1 概述	1
1.1 研究背景	1
1.2 国内外公路景观研究进展	2
1.3 研究目标和内容	5
1.3.1 研究目标	5
1.3.2 研究内容	5
1.4 技术路线	9
2. 山区高等级公路景观的涵义和构成	10
2.1 引言	10
2.2 山区高等级公路景观	10
2.3 山区高等级公路景观设计目的	11
2.4 山区高等级公路景观设计原则	12
2.4.1 功能性原则	12
2.4.2 自然优先原则	12
2.4.3 可持续原则	13
2.4.4 地域性原则	14
2.4.5 综合性原则	15
2.5 山区高等级公路景观构成	15
3. 山区高等级公路景观设计原理	18
3.1 引言	18
3.2 视觉原理	18
3.2.1 视觉的形成	18
3.2.2 行驶中的视空间特性	19
3.2.3 行驶中的视错觉现象	19
3.3 色彩的心理效应	26
3.3.1 色觉的形成	26
3.3.2 色彩三属性和三原色原理	27

3.3.3 色彩的心理效应	30
3.4 美学原理	38
4. 高等级公路景观表现手法	42
4.1 引言	42
4.2 高等级公路景观表现手法	42
4.2.1 造园艺术手法	42
4.2.2 布局形式	46
5. 景观地域因素和地域划分	50
5.1 引言	50
5.2 景观的地域因素	50
5.2.1 自然条件	50
5.2.2 历史人文景观的地域分区	55
5.3 确定合理划分高等级公路景观区域的原则和方法	56
5.3.1 公路景观区域划分的原则	56
5.3.2 公路景观划分的思路和方法	57
6 山区高等级公路线形协调设计	59
6.1 引言	59
6.2 公路线形与环境的协调	59
6.3 山区高等级公路线形自身元素的协调	61
6.3.1 公路平面线形	61
6.3.2 公路纵断面线形	63
6.3.3 平纵面线形组合	64
7. 山区高等级公路景观序列和植物配置	67
7.1 引言	67
7.2 高等级公路景观序列构成研究	67
7.2.1 公路景观序列的涵义	67
7.2.2. 高等级公路景观序列的设计思路	67
7.2.3. 景观序列的形式和主要构成	69

7.3 各景观区域和景观结构立地条件及绿化植物的选择	72
7.4 绿化植物的配置原则和栽植方式	75
7.4.1 植物配置原则	75
7.4.2 绿化植物的栽植方式	79
7.4.3 绿化养护	81
8 山区高等级公路景观设计单元	87
8.1 引言	87
8.2 中央分隔带景观	87
8.2.1 中央分隔带的类型	88
8.2.2 分隔带的景观设计	89
8.2.3 工程实例	91
8.3 边坡植被景观	92
8.3.1 边坡防护设计	93
8.3.2 工程实例	94
8.4 立交区景观	96
8.4.1 立交的形式	96
8.4.2 立交区景观设计	102
8.4.3 工程实例	106
8.5 收费站景观	110
8.6 服务区景观	113
8.6.1 服务区景观设计	113
8.6.2 工程实例	115
8.7 管理中心景观	117
8.7.1 管理中心景观设计	117
8.7.2 工程实例	118
9.山区高等级公路石方爆破技术	120
9.1 引言	120
9.2 石灰岩山区深挖路堑的施工方案	121
9.2.1 水南公路石灰岩山区的地形地貌分类	121

9.2.2 爆破地质条件分类	121
9.2.3 挖方施工方案	122
9.2.4 公路石方综合控制爆破技术	122
9.3 施工人员和机具配置	123
9.3.1 技术人员和施工队伍要求	124
9.3.2 土石方机械设备要求	124
9.4 深挖路堑边坡的稳定性评价和设计	125
9.4.1 水南路深挖路堑边坡的地质分类	125
9.4.2 深挖路堑边坡的稳定性评价和设计	126
9.4.3 石灰岩山区深挖路堑边坡示例	134
9.5 石方边坡施工规程和验收标准	136
9.5.1 石方边坡施工规程	136
9.5.2 石方边坡验收标准	137
9.5.3 石方边坡养护规程	138
9.6 石方边坡爆破——以水南路 No.2 标段为例	138
9.6.1 石方爆破施工组织	138
9.6.2 爆破施工工艺的控制	145
9.6.3 爆破安全管理	146
10. 石方边坡绿化美化和生态恢复技术	148
10.1 引言	148
10.2 石方边坡绿化美化和生态恢复的生态学理论依据	148
10.3 石方边坡绿化和生态恢复原则	149
10.4 石方边坡绿化和生态恢复技术	149
10.4.1 用藤本植物进行垂直绿化	149
10.4.2 铺砌与绿化结合防护	150
10.4.3 客土喷混绿化	151
10.5 石方边坡景观类型	154
10.5.1 软质景观边坡	155
10.5.2 硬质景观边坡	155

10.5.3 混合式景观边坡	156
10.6 工程实例——广西水南路石方边坡绿化	162
10.6.1 种植池实施情况	162
10.6.2 边坡绿化植物的应用情况	163
10.6.3 水南公路边坡景观特点	165
11.水南路景观绿化设计及评价	168
11.1 引言	168
11.2 景观设计整体构思	168
11.2.1 设计原则	168
11.2.2 景观设计分段	168
11.2.3 总体规划构思	169
11.2.4 景观设计要点	170
11.2.5 图案设计说明	172
11.3 分项绿化设计	173
11.3.1 路基横断面景观绿化设计	173
11.3.2 中央隔离带景观绿化设计	173
11.3.3 路基上边坡景观绿化设计	173
11.3.4 互通立交区景观绿化设计	174
11.3.5 收费站、停车区、服务区景观绿化设计	175
11.4 水南路景观设计评价	175
11.4.1 总体评价	175
11.4.2 分项评价	178
本研究成果展示	182

1 概述

1.1 研究背景

近年来,随着交通事业的飞速发展,人们对交通的要求越来越高,不仅要求其安全、迅速、经济、方便、舒适,而且要求其给人以精神上美的享受,所以对公路景观的研究变得日益迫切。

在建的世界银行贷款项目广西河池(水任)至南宁公路是国道主干线重庆至湛江公路的重要路段,是大西南最便捷的出海大通道中承前启后的关键路段。河池(水任)至南宁公路起于河池市水任村,途经都安、马山、武鸣,止于南宁市,全长 236.64 公里,其中高速公路 140.12 公里,二级公路 96.52 公里。穿越地区大多为岩溶裸岩山区,紧邻云贵高原边缘,坡陡岭峻,沟壑纵横。该公路沿途景观与环境协调与否关系到公路营运安全和美观、舒适性。

我国以往的高速公路设计只侧重工程设计,导致高速公路沿线的景观比较单调,缺乏地域特色;尤其植物配置上也没有反映出当地的植被特征,甚至某些公路建设对当地的自然景色起到了破坏作用,这同当代提出的可持续发展战略是不一致的,也不符合我国传统上“天人合一”有机宇宙观。随着“人以为本”理念的提出和深入,以及我国经济的进一步发展,单纯从使用功能上来考虑高速公路的设计已远远不能适应时代的要求,所以高速公路工程设计要同时考虑人的感受、人的生理和心理需求,设计出的公路除了满足交通需求外,还应给人以美的感受。另外高速公路一般投资巨大,一经建成,将不仅影响国家的城市化布局、国土的整治和利用、区域规划和建设以及经济带的形成,而且对周围环境的景观有巨大影响。所以高速公路景观设计已逐渐引起诸多方面的重视。

然而,高速公路景观如何界定和构成,如何设计,其表现手法又如何等等,几十年来一直没有统一看法,在理论上还有诸多空白,我国更是刚刚起步。目前,各国的道路景观设计,不论是设计方法,还是评价方法,都还没有形成完整的理论体系。因此有必要对公路景观设计理论进行深入的研究。

1.2 国内外公路景观研究进展

19 世纪后半叶, 在一些发达国家的都市规划中, 设计师开始注意街景, 出现道路景观的概念。1907 年, 美国开始组织道路工程师和园林建筑师协作设计道路景观, 主要是在现场勘察中考虑道路线形与地貌的配合, 保护和利用沿线景物。关于公路美学研究国外已有近 60 年历史, 首先在道路设计中运用美学的是德国。但是用现代交通条件来研究城市道路的美学问题还是城市汽车化之后提出来的。

美国 1977 年出版的《公路实用美学》指出: “支配公路外观的原则对乡村公路与城市道路均适用, 乡村公路主要把路融入背景不破坏自然, 而城市要在视觉上把道路与城市环境融为一体就困难得多, 并且效果不大。城市道路美学设计的重点是改善道路外观, 并把它当作工艺品来看待, 要采取措施来减少施工的痕迹, 使之在周围环境中显得恰如其分”。城市道路景观设计是要强调这种人造环境中, 沿线的各种建筑及绿地、交通设施与道路环境协调, 也就是强调道路景观要以道路使用者的视觉要求去组织。英国将道路对视觉的影响分为三档: 非常侵害、一般侵害和微弱侵害。欧美各国在道路规划设计过程中往往集中主力去研究开发和保护自然资源中的审美主题, 力求给道路的使用者提供一个赏心悦目的经历。他们的主要做法是将道路融合到周围环境中, 充分利用树林、草地和起伏的地形等尽可能把公路建设的视觉冲击对周围环境的影响减到最少; 加强对自然资源的保护, 为动植物生存提供空间; 利用周围景观资源为公路的使用者提供有兴趣的景观。

公路景观设计的发展, 大体上可以划分为三个阶段:

第一阶段是在上个世纪二十~三十年代。二十年代初期, 美国修建公园公路(Parkway)时就开始进行专门的景观设计, 这可以说是景观设计的雏形。但其主要是在现场勘测中考虑公路线形与地形地物的协调和沿线风景的保护和利用。到了三十年代, 德国开始修建高速公路。首先采用了线形模型来检查和修正空间线形, 将平、纵面线形综合设计, 使其达到舒顺的程度。此外, 还采用手描透视图法来观察、衡量拟建公路与周围天然景物的配合协调。这就是公路景观设计的初期阶段, 它的特点是仅能对局部地段的立体线形进行检验和修正。

第二阶段是在上个世纪四十~五十年代。其特点是对公路景观设计手段进一步研究和改进, 采用了钉制模型(即在反映路线高度的钉上放置橡皮带而成的路带)和泡沫塑料板制作的模型, 此外还利用光学投影原理, 用人工制作透视图。

第三阶段是从上个世纪六十年代至今。一些发达国家逐渐重视改善原有公路的景观,并在新路设计中考虑景观或者专门进行景观设计,并制定了相应的规范和有关的法规。1965 年美国颁布了公路美化条例,美国各州公路工作者协会(AASHO)于 1961 年编制了美国州际和国防公路(技术上属于高速公路)景观发展方针,1965 年在总结景观设计经验的基础上编制了公路景观设计指南。1970 年该协会综合并补充修正上述两个文件,编制了《公路景观和环境设计指南》。与此同时,在其他工业发达国家,如德国、法国、英国、日本等国家的高速公路或干线公路以及游览公路的建设中也广泛采用了景观设计的基本原则,并在有关设计规范的条文中对景观设计加以规定。在 70 年代,前苏联和东欧也开始注意公路景观设计问题。1974 年前苏联俄罗斯加盟共和国公路工程部的组织对公路景观进行调查研究的基础上,制定并颁布了《公路建筑艺术和景观设计须知》。进入 80 年代、90 年代,景观设计在公路设计中的地位日趋重要,各国也修改颁布了有关规范和条例。

在美国,修建高速公路一般不大填大挖,不破坏自然景色。德国的高速公路对生态和环保问题也十分重视,环保法规要求在设计阶段就解决沿线的生态和环保问题,维护原有的地形地貌,保护植被和自然生态。公路用地几乎全被草坪覆盖,与田野牧场联成一片或者是连绵不断的林带,景观自然而优美。跨线桥往往是为野生动物专门修筑的通道,隔离栅也是为防止小动物穿入高速公路发生不测。有时在路边的草坡上,间断变化设置几何小图案,有时是圆形、三角形、正方形,由于表面涂了反光漆,夜间不断提醒司机安全驾驶。这些小图案无形中代替了诱导标志的作用。大多数防眩设施和隔音设施都用绿化来代替。行驶在欧洲的高速公路上,映入眼帘的都是大自然的景象,公路和自然和谐而统一。

近些年来,随着高速公路在公路景观设计的内容和要求规范化的同时,随着电子计算机的发展,设计手段也日趋数字化,动态连续透视图、全景透视图、三维模型得到了广泛应用。在一些国家的公路设计中,动态连续透视图、全景透视图往往作为公路路线布设以及几何设计是否适当的重要检验方法。

而在我国,过去公路景观设计一直未引起人们的足够重视,开展公路景观设计的研究工作起步较晚,无论设计内容或设计手段都处于比较低的水平。近年公路建设的迅猛发展,公路景观设计日益引起人们的注意,在新近的公路设计规范中,对公路线形与环境的协调等等作了一些具体的规定和要求。在高速公路的设计中也考虑了某些景观设计的原则,如注意立体线形的舒顺,避免大填大挖,保护周围环境、景观和生

态平衡等等。在某些地方,已有绿化园林公司承担了高速公路绿化方案的专项设计(作为公路景观设计的一部分)和种植栽培工作。设计手段也已经进入电子计算机时代。例如北京市政设计院设计的番禺市鱼窝头立交,为了突出效果,特别绘制了彩色的立交全景图,按实物比例缩小制作了精制的模型,相信每一位观看者都会留下深刻的印象。

在公路景观设计和评价方面,也有许多成功的范例:

德国科隆市跨莱茵河的塞福林桥 (Sever in Bridge)是根据自然景观选择桥型的成功范例。在桥位的左岸高耸着一座歌特式教堂,是城市观光的一个注目焦点。设计师从整个环境考虑,提出不对称的布局,将桥梁设计成单塔斜拉桥的方案,主塔设置在河的另一侧,使教堂的景色在左岸不受影响。教堂和桥塔两个至高点呼应并立,显得十分协调。在不破坏原来城市景观的前提下,又使右岸平添景点。

日本的东名阪汽车专用公路进行了景观设计,并对内部空间形式及外部空间形式进行了景观的分析与评价。日本西部的交通大动脉,山阳汽车专用公路在高速公路的设计中溶入了景观设计,并提出了景观评价的必要性。日本还利用等级法(按时间顺序排列)和意义差异法(SD法)对高等级公路景观进行了评价。

我国广(州)珠(海)东线高速公路各互通立交绿化工程都有不同的设计方案:在北部起点坦尾互通,紧紧抓住迎接香港、澳门回归祖国的主题,以广州、香港、澳门三地区的市花(木棉花、紫荆花、白莲花)组成图案,寓意珠江三角洲的繁荣昌盛。三个巨型花卉图案色彩鲜明,在优美的“Y”型立交中央,起到导向作用。在南部起点珠海收费站,采用具有南国特色的大王椰子和棕葵等树木进行绿化,成行树立的南国灌木似乎在提醒人们已经进入珠海特区。其余根据地形地貌,并结合高速公路匝道的流畅曲线而设计,利用花卉色彩不同,造成理性化的大色块几何图形,人工与自然达成了和谐统一。这些手法形成了广珠东线高速公路绿化的特色。

京珠高速公路广珠段官花收费站附近的上边坡,大面积的砌石边坡无疑对景观造成破坏。设计师经过推敲,利用少许混凝土在大面积的边坡石壁上绘出突起的图案:“逍遥之旅”和“幸福的黄手帕”,人为破坏的景观经过加工,成为高速公路的点缀,景观得到很大改善,无形中为该段的高速公路创造了特色。

1.3 研究目标和内容

1.3.1 研究目标

该项目研究将提出山区高等级公路景观设计理念，填补山区高等级公路景观系统研究的空白，为公路景观设计提供了理论与方法。

增进道路与环境的协调与和谐，使公路巧妙地与大自然融合，车行其中，司乘人员视觉和心理上更有舒适感和安全感，减轻疲劳。

针对水南路经过地区的地形地貌的特点，结合公路路线平纵横指标要素，评价所选择的线形现有景观设计的合理性，对存在的不足提出优化方案。

1.3.2 研究内容

山区公路（图 1-1）景观设计理念研究，主要研究山区公路景观的特点、结构、功能等，探讨道路与自然环境、人与自然之间的关系。本报告主要包含以下内容：

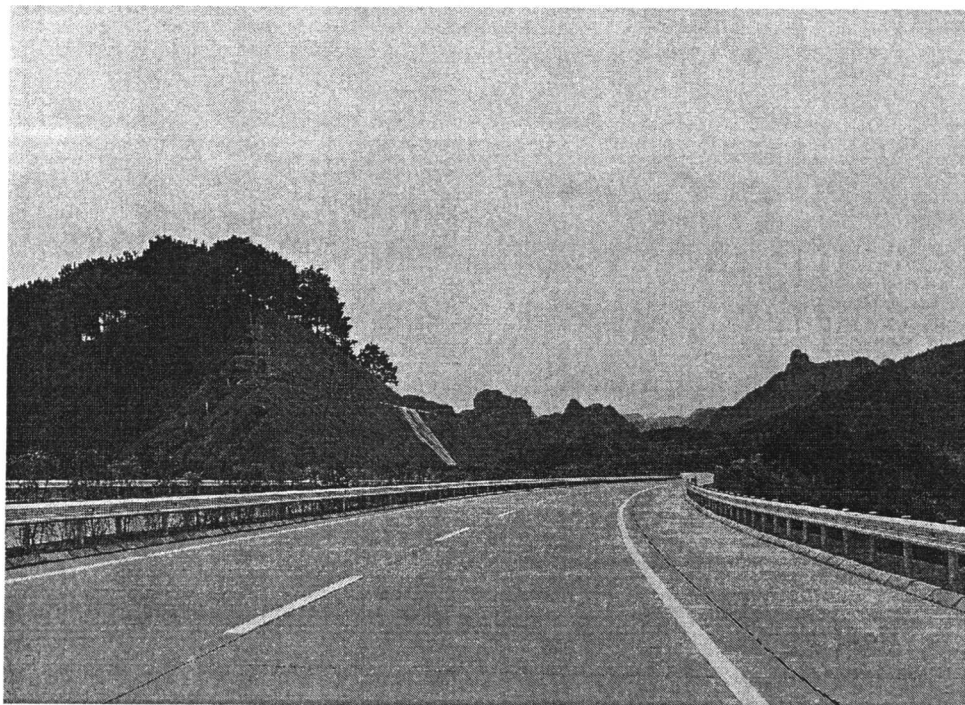


图 1 山区公路

（1）山区高等级公路景观的涵义、景观设计应遵循的原则，景观设计的结构；界定山区高等级公路景观的涵义，确定设计应遵循的原则，并对景观设计的结构进行

构建。

（2）景观设计的原理

体现“以人为本”，从人的角度出发对公路景观进行设计，是景观设计的根本思想。从司乘人员的生理心理角度出发，对交通工程心理学、视觉原理、色彩的心理效应和美学等原理进行了深入分析。

（3）山区高等级公路景观设计的表现手法

设计高质量的山区高等级公路景观，必须对景观的表现手法进行研究。从公路的线性骨架来看，公路与园林有着大致相近的结构形式（图 1-2），对园林景观的表现手法加以借鉴，对山区高等级公路景观的表现手法进行研究。

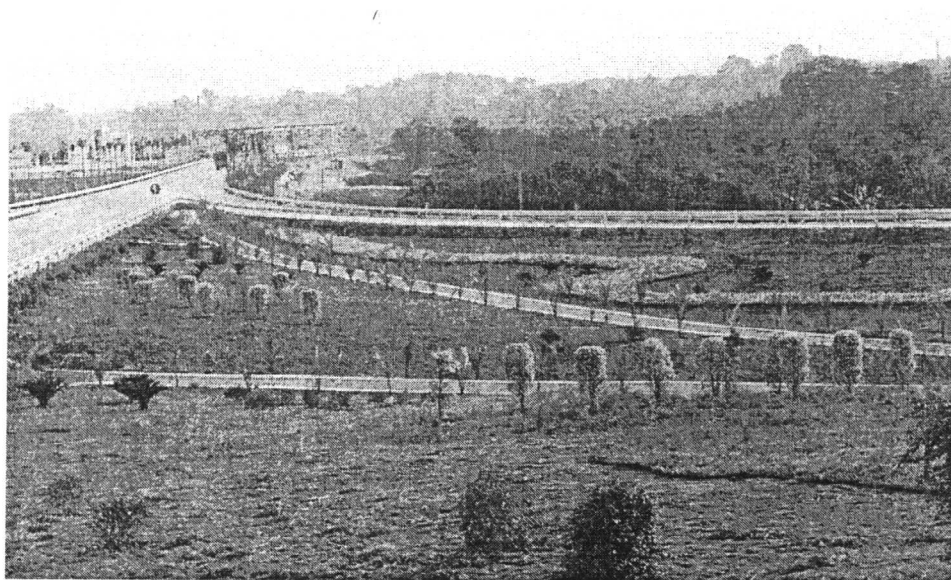


图 1-2 类似园林结构布置的立交区景观

（4）山区高等级景观的地域因素和地域划分

由于山区高等级公路的线性特征，跨越区域较大，因此公路景观除综合整体性特点外，另一重要特点就是不同地域，有不同特征，即地域分异的规律性。它是指整个景观或地理环境整个组成部分，按确定方向发生有规律的空间分异的现象（图 1-3）。这里重点研究景观的地域因素和地域划分的原则和影响因素。

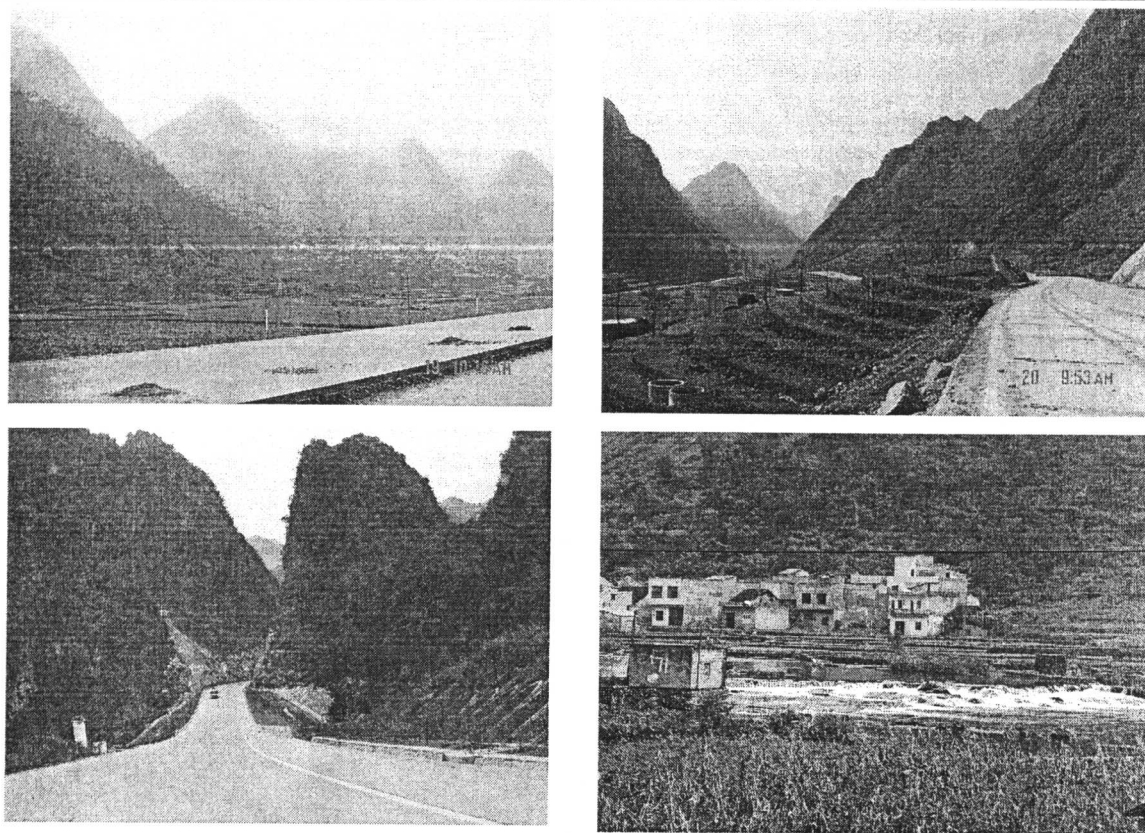


图 1-3 景观的地域性

(5) 山区公路线形协调设计

对山区高等级公路来说，公路线形是构成公路景观的骨架，良好的公路线形是景观设计至关重要的因素。公路线形事实上是一条空间曲线，其协调问题包括两个方面，即公路自身的协调、公路线形与周边环境的协调。

(6) 景观设计内容和框架

景观设计要有主题思想或整体构思，对景观序列构成研究；根据各景观区域和景观结构的不同，对绿化植物进行选择；对绿化植物（图 1-4）的栽植方式，包括栽植间隔、排列方式、播种方式等等，对绿化养护如浇水、施肥、修剪、病虫害防治等进行探讨。



图 1-4 典型绿化植物

(7) 山区高等级公路景观设计单元包括众多的构造物，如中央分隔带、边坡、立交区、收费站、服务区、桥梁和隧道等。这里对这些构造物尤其是大型构造物（图 1-5）成为高等级公路上的人工景点并与自然环境协调等问题，进行了深入研究。

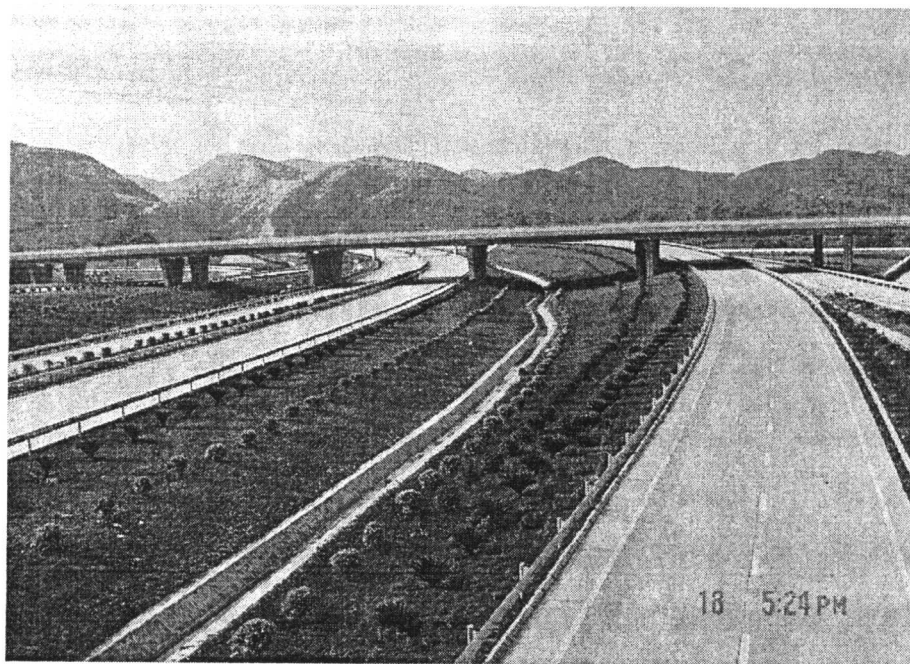


图 1-5 立交桥景观

(8) 石方边坡绿化技术

对于山区公路建设中的重要环保问题之一，就是减少石灰岩山区开挖量及保护风景区的自然景观。其中关键问题在于减少大挖方路段的数量、控制开挖量、确保边坡稳定及生态恢复。然而在山区地形地质条件复杂的石灰岩山区修建高等级公路，深挖高填路基难以避免，这里从施工方面提出了石灰岩山区路基开挖技术、边坡稳定性评

价、防护和生态恢复措施，使公路沿线边坡稳定并使生态环境得以不同程度的恢复。

(9) 水南路景观绿化设计

根据合同要求，特别对水南路的景观绿化进行了设计研究（绿化方案早已批准并实施）。结合水南路，重点对边坡、服务区等景观单元的绿化进行了研究。

(10) 景观的评价

山区高等级公路景观评价是一项综合性工作；跨越了自然科学和社会科学，也是目前一个新的研究领域。景观评价的目的在于预测和评价拟议建设项目在某一特定地区内造成的景观影响的显著性和强度，并采取相应的改善减缓措施，从而使建设项目对景观产生的影响减少到最低程度。

1.4 技术路线

系统研究山区高等级公路景观设计理念，在国内尚属首次，在研究成果和资料不多的现实情况下，我们应该充分借鉴和采用国内外道路景观设计研究中的经验和成果，并在此基础上，详细研究各地的地域环境尤其水南路所经路线的地域环境，提出既有普遍规律，又有地域特色的景观设计方法。

本研究总体思路为：本着“恢复生态，再造自然”的主旨，借鉴国内外公路景观研究成果，通过实际调研，以相关学科基础理论分析为基础，以调查试验为前提，结合计算机的模拟仿真技术，对山区公路景观设计原则、功能及表现手法等原理做深入研究。

2. 山区高等级公路景观的涵义和构成

2.1 引言

对高等级公路景观进行研究,必须首先确定高等级公路景观的基本问题。本章主要对高等级公路的涵义、设计原则以及景观构成单元等进行论述。

2.2 山区高等级公路景观

景观生态学的创始人 C.Troll 将景观定义为一组以类似方式重复出现的、相互作用的生态系统所组成的异质性陆地区域。现在一般定义为:景观是指由地貌和各种干扰作用(特别是人为作用)而形成的,具有特定的结构功能和动态特征的宏观系统。在认识上人们通过视觉、感觉(知觉)对景观产生印象、生理及心理反映,其形成的综合效应是“舒适性”。不同的建设(建筑)类型对景观的要求或研究有所侧重。

景观是指由地貌和各种干扰作用(特别是人为作用)而形成的,具有特定的结构功能和动态特征的宏观系统。在认识上人们通过视觉、感觉(知觉)对景观产生印象、生理及心理反映,其形成的综合效应是“舒适性”。不同的建设(建筑)类型对景观的要求或研究有所侧重,道路景观是指在道路上以一定速度运动时,视野中的道路及视线所及的空间四维景象,公路景观是道路使用者的视觉所能看到的各种自然景观与公路、交通要素的综合体,是公路三维空间加上时间和人的视觉、心理感受等形成的综合环境效应,即道路使用者在乘坐交通工具运动过程中对公路及公路环境的印象。如道路使用者的运动速度为零,视野中看到的则是道路与环境的三维空间形象。前者是动态的,后者是静态的。道路景观也包含路外人视觉中对道路及其环境配合的宏观印象。对于公路景观应更多地关注自然,关注生态。

提起高等级公路景观,人们对它可能会有各种各样的理解和认识。大部分人对它的解释扎根与“感觉”、“美的印象”,强调“景物”、“空间环境”等。随着全球环境问题的日益严重,越来越多的人开始用生态的眼光关注生存环境。人们对山区高等级公路景观的认识和理解也随之拓展,不应把它当作仅供人欣赏的视觉关照对象和地表