

李晋 崔新壮 宋德果 袁凯◎著

# 特殊环境路基设计与 施工关键技术研究

TESHU HUANJING LUJI SHEJI YU  
SHIGONG GUANJIAN JISHU YANJIU



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 特殊环境路基设计与施工 关键技术研究

李 晋 崔新壮 宋德果 袁 凯 著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书针对公路建设中的特殊环境路基工程问题,分九个专题进行阐述。内容包括:公路特殊路基设计新理念,临近既有构造物的预应力管桩静压施工技术,振动液化地基强夯加固技术,滨海咸水区地基水泥土桩加固技术,等级路改建高速公路中旧路基利用技术,公路高边坡路基柔性防护技术,路基碾压盲区及弱碾压区动力补强技术,特殊路基景观绿化设计,基于无线传输的公路施工现场监控系统设计。

本书可作为土木工程及相关领域的科研、设计和施工人员的技术参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

特殊环境路基设计与施工关键技术研究 / 李晋等著.

—北京:中国水利水电出版社,2018.4

ISBN 978-7-5170-6412-1

I. ①特… II. ①李… III. ①特殊环境—影响—公路路基—设计—研究②特殊环境—影响—公路路基—工程施工—研究 IV. ①U416.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 084231 号

书 名	特殊环境路基设计与施工关键技术研究 TESHU HUANJING LUJI SHEJI YU SHIGONG GUANJIAN JISHU YANJIU
作 者	李 晋 崔新壮 宋德果 袁 凯 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京智博尚书文化传媒有限公司
印 刷	三河市佳星印装有限公司
规 格	185mm×260mm 16开本 19.5印张 462千字
版 次	2018年10月第1版 2018年10月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	89.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

随着我国“一带一路”倡议和交通强国战略的实施，当代公路建设在东部向海上发展，西部向荒漠延伸，这些正在建设或者筹划中的公路建设带动了路基工程的发展，同时也带来了一系列新的技术难题需要攻克。我国地域辽阔，从内陆到沿海，由平原到山区，分布着多种多样的土类，地理环境、工程条件、气候条件、地质成因等因素也存在巨大差异，会使路基的设计计算与施工技术极为复杂。设计者与工程建设者考虑的问题不单单是工程本身的技术问题，而是以环境为制约条件的多个因素，这就对公路工程设计者和建设者提出了更高的要求。在这些特殊环境下修筑路基工程，处理好公路发展与环境相和谐、资源有效利用的关系，是公路建设者面临的重要课题。

本书针对公路建设中的部分特殊环境路基工程问题，如临近既有构造物地基、液化地基、盐渍土地基、弱碾区路基、路基高边坡、路基景观设计及施工监控等开展专题论述，以期能抛砖引玉，推动路基设计与施工技术的发展。路基设计与施工技术日新月异，工程实践丰富多彩，特殊的路基设计与施工环境在公路建设中层出不穷，千变万化，给研究人员和工程建设者既带来了挑战，也带来了机遇。本书由来自高校、设计院、科研单位和工程一线的技术人员，结合多年从事公路路基设计理论研究和工程实践的经验合作编写而成，其目的是为广大公路设计和建设工程技术人员及有关专业人员提供一本先进实用的参考书。无论是从工程设计还是从工程应用的角度，本书的出版都是必要的。

全书由山东交通学院李晋、王保群、左坤、孙大志，山东大学崔新壮、张炯，山东省交通规划设计院张珂、王成军，中铁十四局集团有限公司宋德果，济南金日公路工程有限公司袁凯、纪续、熊大路，山东铁正工程试验检测中心有限公司鲁爱民、苏磊、矫恒信、吴新萍，泰安恒大机械有限公司曹斌、刘涛，郑州大学郭院成，交通运输部公路科学研究院王园，山东省路桥集团有限公司周新波，山东高速集团有限公司辛公峰，内蒙古交通设计研究院有限责任公司邵先胜，京新高速公路临白段工程建管办陈德智，巴彦淖尔市交通建设工程质量监督站王旭纪等合作完成。

本书在编写过程中参考了国内外许多专家学者的研究成果和文献，同时本书的编辑、出版和发行得到了中国水利水电出版社的大力支持，在此一并致以衷心的感谢。

本书的出版得到了交通部科技项目（2011319817480）、国家自然科学基金（51778346、51479105）和山东省重点研发计划（2017GGX50102）的资助。

由于公路工程技术发展迅速，路基设计方法和建设技术不断更新，加之编者水平和时间所限，书中难免存在不妥之处，诚望得到读者批评、指正。

编者  
2018年1月

# 目 录

第 1 章 公路特殊路基设计新理念 .....	1
1.1 路基分类 .....	1
1.1.1 一般路基 .....	1
1.1.2 特殊路基 .....	1
1.1.3 处治特殊路基的一般技术措施 .....	2
1.2 特殊路基断面设计 .....	3
1.2.1 整体式路基断面设计 .....	3
1.2.2 不对称路基断面设计 .....	4
1.2.3 分离式路基设计 .....	4
1.2.4 路侧设计 .....	11
1.2.5 高速公路中间带的安全设计 .....	13
1.3 特殊路基填挖控制 .....	14
1.4 特殊路基边坡防护 .....	15
1.4.1 边坡防护类型 .....	15
1.4.2 支挡结构类型 .....	17
1.4.3 存在的主要问题 .....	20
1.4.4 生态护坡简介 .....	21
1.5 山区路基排水设计 .....	22
1.5.1 排水设施的分类 .....	22
1.5.2 山区排水系统设计基本原则 .....	23
1.5.3 各种排水构造物的配合 .....	24
1.6 台背路基设计 .....	26
1.6.1 搭板设计 .....	27
1.6.2 灰土换填 .....	29
1.6.3 加筋土 .....	29
1.6.4 EPS 轻质填料 .....	30
1.6.5 楔形柔性搭板 .....	30
1.6.6 挤密桩 .....	32
1.6.7 小结 .....	32
第 2 章 邻近既有构筑物的静压预应力管桩施工技术 .....	34
2.1 预应力管桩静压法施工概况 .....	34
2.2 邻近既有构筑物的预应力管桩挤土效应分析 .....	35

## 2 特殊环境路基设计与施工关键技术研究

2.2.1	施工邻近程度界定	35
2.2.2	沉桩施工扰动效应力学分析	37
2.3	邻近既有构筑物的预应力管桩施工过程数值模拟	43
2.3.1	数值计算模型的建立	43
2.3.2	计算结果分析	46
2.4	邻近既有构筑物的预应力管桩静压施工工艺	54
2.4.1	工艺特点	54
2.4.2	适用范围	54
2.4.3	工艺原理	54
2.4.4	操作要点	55
2.4.5	施工流程	56
2.4.6	邻近构筑物动态监测	57
2.4.7	材料与设备	58
2.4.8	施工安全措施	58
2.5	邻近既有构筑物的预应力管桩静压施工技术应用效果分析	59
2.5.1	测试方案	59
2.5.2	测试结果分析	60
2.6	主要结论	63
<b>第3章 弱碾区及振动液化地基强夯加固技术</b>		<b>65</b>
3.1	强夯法概述	65
3.2	强夯加固机理	66
3.2.1	动力固结理论	67
3.2.2	振动波压密理论	70
3.2.3	强夯加固机理的探讨	74
3.3	强夯处理方法的影响因素	77
3.3.1	土体的工程特性	77
3.3.2	地基土的含水量及地下水位	78
3.3.3	夯击功能	78
3.3.4	夯击加载机具	79
3.3.5	夯点的布设及夯击方式	79
3.4	强夯设计	80
3.4.1	加固深度	80
3.4.2	夯击能的确定	84
3.4.3	夯击遍数的确定	84
3.4.4	相邻夯击两遍之间间歇时间的确定	86
3.4.5	夯距的确定	86
3.4.6	强夯处理范围	87
3.4.7	垫层与排水沟	87

3.5 强夯振动危害及评价指标 .....	87
3.5.1 振动的参数及评价指标 .....	88
3.5.2 环境场地振动的控制标准 .....	90
3.6 强夯设备及施工方法 .....	93
3.6.1 强夯设备 .....	93
3.7 工程实例 .....	96
3.7.1 地基强夯试验 .....	96
3.7.2 路堤强夯试验 .....	98
3.7.3 施工注意事项 .....	99
<b>第4章 滨海咸水区地基水泥土桩加固技术 .....</b>	<b>101</b>
4.1 滨海地下咸水区含盐土的主要特点及分布概况 .....	101
4.1.1 滨海地下咸水区含盐土的成因 .....	101
4.1.2 滨海地下咸水区含盐土的主要特点 .....	102
4.1.3 滨海地下咸水区含盐土的分布概况 .....	102
4.2 水泥土固化原理 .....	103
4.2.1 水泥土的概念 .....	103
4.2.2 水泥土的固化原理 .....	103
4.3 黄河三角洲滨海地区水泥土劣化规律 .....	105
4.3.1 水土特性分析 .....	105
4.3.2 水泥土劣化规律 .....	108
4.4 咸水区水泥土桩复合地基沉降和承载性状现场观测 .....	121
4.4.1 观测指标 .....	121
4.4.2 观测设备与埋设 .....	122
4.4.3 观测结果与分析 .....	124
4.5 黄河三角洲咸水区水泥土桩耐久性设计 .....	129
4.5.1 耐久性设计方案 .....	129
4.5.2 方案论证与分析 .....	131
<b>第5章 等级路改建高速公路中旧路基利用技术 .....</b>	<b>138</b>
5.1 绪论 .....	138
5.2 不均匀沉降处理技术 .....	140
5.2.1 排水预压法 .....	141
5.2.2 复合地基法 .....	141
5.2.3 轻质路基填料法 .....	143
5.3 新老路基结合部拼接技术 .....	144
5.3.1 边坡削坡和台阶开挖 .....	144
5.3.2 土工材料的应用 .....	145
5.4 新老路基差异沉降控制标准研究 .....	147
5.4.1 差异沉降量控制标准 .....	147

5.4.2	施工动态控制标准	149
5.5	老路基利用中工程资料的收集	150
5.5.1	改建公路工程地质勘察	150
5.5.2	路基工程的地质勘察	151
5.5.3	路面工程的地质勘察	151
5.5.4	沿线筑路材料料场的工程地质勘察	152
5.5.5	强夯法的岩土工程勘察	152
5.6	工程实例	152
5.6.1	工程概况	152
5.6.2	老路基利用引起的不均匀沉降分析	155
<b>第6章 公路高边坡路基柔性防护技术</b>		<b>170</b>
6.1	柔性防护技术概况	170
6.1.1	绪论	170
6.1.2	国内外研究概况	171
6.1.3	植物护坡工程技术应用方面的进展	172
6.2	土工格室绿色生态防护技术	173
6.2.1	土工格室植草护坡设计	173
6.2.2	土工格室柔性挡墙技术	174
6.2.3	土工格室柔性挡墙计算模式研究	174
6.3	工程应用技术研究	182
6.3.1	工程概况	182
6.3.2	防护设计方案	183
6.3.3	稳定性验算	184
6.3.4	格室挡墙工程性状数值仿真	186
6.3.5	观测方案	190
6.3.6	现场测试结果分析	192
6.4	现场施工及质量控制技术	197
6.4.1	土工格室植草护坡施工与质量检测	197
6.4.2	土工格室柔性挡墙施工与质量检测	199
6.4.3	效益综合评价	200
<b>第7章 路基填筑碾压盲区及弱碾区动力补强技术</b>		<b>202</b>
7.1	路基填筑压实技术概述	202
7.1.1	常规路基压实技术	202
7.1.2	常规压实技术不足之处	203
7.2	路基填筑碾压盲区及弱碾区动力补强理论分析	204
7.2.1	振动压实理论	204
7.2.2	拟静力法计算土体压实应力位移	205
7.2.3	基于应力波对冲击压实研究分析	209

7.3 路基分层填筑动力压实数值模拟计算 .....	213
7.3.1 数值计算模型建立 .....	213
7.3.2 计算结果分析 .....	215
7.4 路基填筑碾压盲区及弱碾区动力补强施工工艺 .....	232
7.4.1 施工工艺特点 .....	232
7.4.2 适用范围 .....	232
7.4.3 工艺原理 .....	232
7.4.4 材料与设备 .....	234
7.4.5 施工质量控制 .....	235
7.4.6 施工安全措施 .....	236
7.4.7 环保措施 .....	237
7.4.8 效益分析 .....	237
7.5 路基填筑碾压盲区及弱碾区动力补强效果评价 .....	237
7.5.1 省道 S316 永莘线动力补强应用效果分析 .....	237
7.5.2 禹城市振兴大道路基动力补强应用效果分析 .....	240
7.6 小 结 .....	244
<b>第 8 章 公路路基景观绿化设计</b> .....	246
8.1 公路景观绿化设计 .....	246
8.1.1 公路景观绿化的功能及作用 .....	246
8.1.2 公路景观绿化设计的范围与内容 .....	247
8.2 总体设计要点 .....	256
8.2.1 总体设计思路和原则 .....	256
8.2.2 应重视的几点问题 .....	260
8.2.3 服务社会的几点考虑 .....	261
8.2.4 整体协调 .....	262
8.3 公路景观设计案例 .....	263
8.3.1 景观设计分段 .....	263
8.3.2 总体规划构思 .....	264
8.3.3 景观设计要点 .....	264
8.3.4 图案设计说明 .....	265
8.3.5 分项景观设计 .....	265
8.3.6 景观分项评价及改进 .....	271
8.4 公路生态景观恢复效果仿真方法介绍 .....	274
8.4.1 生态景观恢复效果三维动态仿真方法 .....	274
8.4.2 某高速公路生态景观恢复效果仿真 .....	277
<b>第 9 章 基于无线传输的公路施工现场监控系统设计</b> .....	281
9.1 引言 .....	281
9.2 无线局域网技术概述 .....	281

9.2.1	无线局域网标准简介	282
9.2.2	无线技术的特性(802.11标准)	282
9.2.3	无线技术和有线技术的比较	283
9.2.4	无线局域网的未来	284
9.3	业务分析	284
9.3.1	现场调研情况	284
9.3.2	无线视频监控原理	284
9.3.3	无线传输设备的频率选择与规划	284
9.3.4	各监控点至分控中心距离分析	286
9.3.5	各监控点所需网络带宽分析	287
9.3.6	无线设备选型	287
9.4	系统设计	287
9.4.1	网络传输方式	288
9.4.2	设计概述	288
9.4.3	整体流程简述	288
9.4.4	数据采集部分简述	289
9.4.5	信号变换传输部分简述	289
9.4.6	公路各合同段监控点无线链路设计	290
9.5	功能介绍	292
9.5.1	网络实现	292
9.5.2	对画面实时监控	292
9.5.3	云台控制	294
9.5.4	录像、抓拍	294
9.5.5	音频监听、对讲、广播	294
9.5.6	回放	294
9.5.7	火灾预警	294
9.5.8	异常速度分析	297
	参考文献	300

## 第 1 章

# 公路特殊路基设计新理念

## 1.1 路基分类

我国地域辽阔,地形、土壤地质和自然气候条件差异大,筑路材料来源也不相同。在这些不同工程自然环境条件下修建公路遇到的工程技术问题也将不同,处理措施也不一样,如西南的云贵川地区,山区地形陡峻,地质条件复杂,夏季暴雨多,因此滑坡、泥石流和山洪对路基的损毁及高填方和深挖方路基边坡的稳定是路基设计中需要解决的特殊路基问题;西北的新疆、甘肃地区,气候干旱少雨,公路通过沙漠和戈壁时,干稳定性和盐渍是这些地区的特殊路基问题;青藏高原地区,除了不良工程地质条件外,多年冻土是其路基设计需要解决的特殊路基问题;广东、浙江等东南沿海地区,地势平坦,路基填方高度小,但水系发达,软土较多,是影响其路基稳定的主要土壤地质条件,软土地基处理是路基设计施工必须解决的问题;在北方地区则主要解决路基季节性冻胀和翻浆病害。在这些具有特殊地形、土壤地质条件和气候环境条件地区进行路基设计施工,除采用路基设计施工规范的一般方法外,还必须针对具体的特殊工程环境条件,采取专门的设计和施工技术措施。所以,特殊路基工程是关于特殊工程环境条件下的路基设计、施工和质量控制的科学。特殊路基工程需要解决的特殊问题具有以下特点:对工程质量和道路安全运营影响大;需要采取特殊设计和施工措施才能保证路基的安全可靠;工程造价高。因此,研究特殊路基,做好特殊路基设计对保证道路质量和安全运营具有重要意义。

### 1.1.1 一般路基

路基是在天然地面上用土石填筑或开挖后形成的带状人工土工构筑物。路基处于各种不同的自然环境中,通常把无不良地形、地质和水文条件,不需要采取特殊措施和进行单独设计验算的路基称为一般路基。

一般路基的设计参数,直接按路基设计规范取值,不需专门对其进行力学强度、结构和稳定性等计算。一般路基的施工只有开挖、填筑、压实等三个主要技术措施。同时,采取一般的防护、支持、加固和排水措施。

### 1.1.2 特殊路基

特殊路基是指位于不良地形、不良土壤地质条件、不良水文条件和特殊地理气候自然环

境下的路基,以及高填方、深挖方路基。与一般路基相比,特殊路基存在强度低、稳定性差、易产生病害等问题,路基所处工程自然环境条件具有明显的特殊性。因此,必须进行个别设计,并采取专门的技术处治措施,才能保证路基的强度和稳定性。

形成特殊路基的原因十分复杂,特殊路基的设计理论、计算方法和处治措施各不相同,因此特殊路基类型的划分尚没有一个统一标准。但根据特殊路基形成的主要原因,特殊路基可划分为以下五个类型。

### (一) 不良工程地质条件下的路基

主要指位于滑坡、崩塌、岩堆、膨胀土等不良工程地质地段的路基。这类路基的稳定性主要受不良工程地质的影响,易产生病害,治理难度大,工程费用高。

### (二) 不良水文和水文地质条件下的路基

这类路基长年或周期性地受到大量水的浸泡、冲刷作用,其强度和稳定性受到水的影响,主要有浸水路堤、软土、翻浆和泥石流等特殊水文地质地段的路基。

### (三) 特殊地理环境下的路基

这类路基在我国有典型的地域特征,只分布在特定的区域,主要有黄土、多年冻土、盐渍土、沙漠、雪害、岩溶和涎流冰等地区的路基。

### (四) 高填方路基

指填方高度超过 18 m (土质) 或 20 m (填石) 的路基。这是山区高等级公路修建中为利用挖方土石而产生的一种新的特殊路基结构形式。这种路基边坡较高,若仍按常规方法进行结构设计,不能确保填方边坡的稳定性。因此,对高填方路堤的边坡设计,应通过稳定性验算确定。同时,由于其填筑高度大、填料不均匀,易产生工后沉降而引起路面的开裂破坏,因此沉降稳定是高填方路基设计和施工质量控制的另一特殊性。

### (五) 深挖方路基

指一般工程地质条件下挖方深度超过 20 m 的路堑,这是为满足线形标准要求而通过大量开挖后形成的一种新的特殊路基结构形式。由于这种路基开挖破坏了天然坡体的平衡,产生了人为的边坡稳定问题,稳定性受边坡地质构造、岩质的影响。对深挖形成的路堑高边坡设计,应通过稳定性验算确定,视边坡稳定情况采取必要的支挡、锚固措施进行加固,同时加强防护和排水。

## ■ 1.1.3 处治特殊路基的一般技术措施

特殊路基的形成常常是多种因素综合作用的结果。例如,翻浆是水、土质和气温的综合作用,泥石流是暴雨、地形、土质的综合作用,滑坡是地质、水、施工活动的综合作用。因此,对特殊路基的处治必须根据特殊路基所处的自然环境条件及其产生的原因和特点,采取相应的处治技术措施,一般有以下几种。

### (一) 绕避

特殊路基的处治不仅技术复杂,施工难度大,而且费用高昂,因此在公路选线时,若遇到特殊不良水文地质条件等特殊路基条件,应尽量绕避,如必须通过,应选择最短路径穿过。

### (二) 改路基为桥梁和隧道

当特殊路基处治工程费用很高时,可以考虑通过桥梁或隧道的方案进行,经技术经济比

较后确定。

### (三) 预防

采取工程措施,如排水(沙漠除外)、封闭或隔离等,限制或消除发生路基病害的某些条件,避免特殊路基引发的路基路面病害。

### (四) 提高路基强度和稳定性

通过工程技术措施改善土质成分、增强岩体自身的稳定性等,如提高土体的内摩阻力(增大内摩擦角和粘聚力等)。

### (五) 支挡

修建支挡结构物,增加路基稳定性,提高抵抗造成路基病害破坏的能力。在实际的工程实践中,上述五种措施不是孤立的,通常可综合采用,以提高处治效果。

## 1.2 特殊路基断面设计

合理的断面组成是公路融入自然、适应自然的前提,对于断面设计而言,在平原区或自然条件较好的地区,整体式路基的优势是工程集中,节省土方、占地及边坡防护工程量,有利于施工组织管理、便于道路的运营养护。通常一般路基的断面形式为整体式路基,其中整体式路基可分为对称式路基和不对称式路基。

特殊路基断面主要为分离式路基。山岭重丘区,山高谷深,横坡陡峻,地形及地质情况复杂。高速公路技术指标高,路基宽度大,当路线通过横坡陡峻的地段时,如果采用整体式的路基断面将导致高填深挖,工程量增大,难以顾全横向填挖平衡,导致大量的弃方,造成对自然景观的破坏和环境污染,高边坡也存在工程隐患。对路线每个方向进行单独的线形设计,分离式错幅布设车道较一般整体断面能更好地适应地形,可最大限度地利用路线走廊内的空间资源,消除整体路基带来的不利因素,分离式路基能够有效地减少路基开挖宽度,减少对原始山体的破坏。因此,山区高等级公路设计中采用分离式路基是一种有效的解决方法。

### 1.2.1 整体式路基断面设计

《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)中规定,一般路基断面布置如图1-1所示。对于频繁设置爬坡车道的路段,由于地形条件复杂、工程量大,可充分利用下坡方向硬路肩的宽度,重新布置道路横断面,在路基宽度不变的情况下,设置上坡所需的爬坡车道(图1-2)。

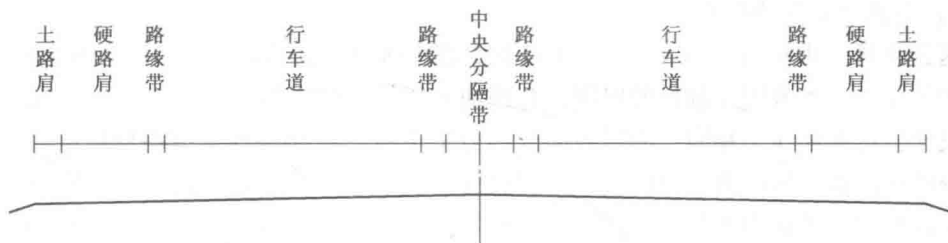


图 1-1 一般路基断面布置

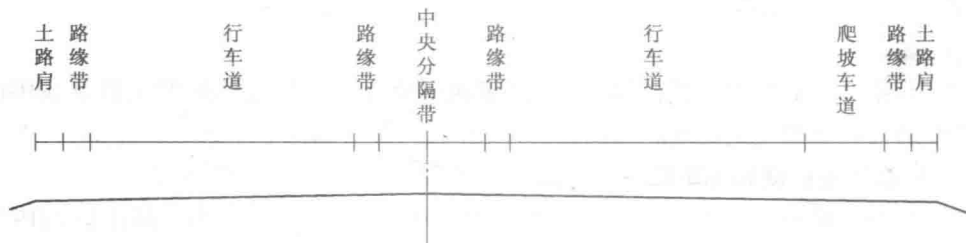


图 1-2 爬坡路段路基断面布置

### 1.2.2 不对称路基断面设计

传统设计的断面组成一般是左右幅对称布置，由于未考虑交通量及交通组成的不对称，特别是重车上坡路段较多时，断面通行能力相对较小，而空车下坡则通行能力相对较大。设计如能针对此特点，合理调整断面宽度，使左右断面不对称地适应交通量及交通组成（图 1-3），这样就会在不增加工程投资的情况下，更好地发挥高速公路的功能及效率。路堑两侧地质条件往往因岩石构造制约而不同，左侧顺层时右侧则为逆层，两侧采用不同的坡率则更能适应自然，降低工程造价。



图 1-3 左右幅交通量不对称

### 1.2.3 分离式路基设计

#### （一）分离式路基平面布线

高速公路具有明显的分向分道行驶的特征，在山区高速公路设计中，应根据地形、地质、环境保护等条件，本着因地制宜的原则，合理地利用地形和地质条件，对每个方向进行独立的线形设计，可平面线形相同，而纵断面线形分上下线，或每向行车道均单独设计，甚至使行车道分设在河谷两侧或山脊两侧坡面上。这样不仅可最大限度地利用布线走廊内的空间资源，还可以在较大范围内重新寻求路线单向布线的途径，从而最大限度地消除采用整体式路基所带来的不利因素。

高速公路采用分离式路基时，包括等宽的或不等宽的中央分隔带，两侧行车道也可不等

高。因此,可以将分离式路基分为两类,一是纵断面分离式路基;二是平面分离式路基。

### 1. 纵断面分离式路基

纵断面分离式路基是指左右路幅为一条平面设计线,而纵断面线采用不同设计高程的路基形式,分离式路基的设计仅是在纵断面设计方面。

#### (1) 沿河(沟)地段布线

沿河(沟)布线是山区高速公路常用的布线方式,但由于受到河道泄洪、河道自然弯曲形态、临河一侧陡峻山体及其地质条件的限制,布线常常较为困难。尤其是在V形河谷布线时,不可避免地会出现高边坡(图1-4),在地质条件较差的路段,高边坡的治理费用较为昂贵,并且大量开挖山体易使山体植被遭受破坏,不利于环境保护。因此,在对河道泄洪、山体横坡及工程地质条件等因素进行综合分析后,可采用分离式路基,提高临山体一侧的路幅设计高度。



图1-4 位于V形河谷或陡坡地段的纵断面分离式路基

#### (2) 斜坡地段布线

斜坡布线是山区或丘陵区十分常见的布线方式(图1-5),地面横坡使得路线横向有一定的高差,若按整体式断面设计,斜坡下方的左半幅路基的填土高度较高。若采用分离式路基可降低高度,减小土石方数量,节省占地(图1-6)。同时,双向行车道之间的眺望可增强公路的美感,特别是在植被茂密、风景良好的地段,这种做法能更好地协调线形与地形的关系,减少对自然环境的破坏。另外,这种布线方式还可减轻或消除对方车灯的眩光,有利于行车安全。

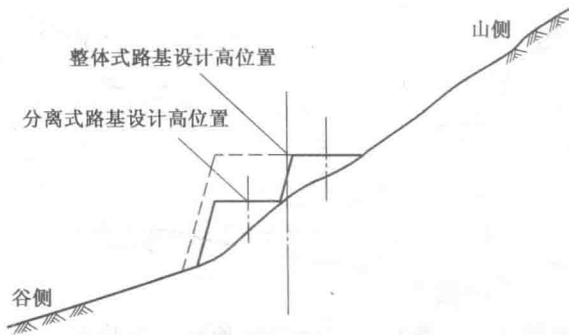


图1-5 位于斜坡地段的纵断面分离式路基

#### (3) 地形起伏较大地段布线

起伏较大的地形条件对纵面设计是较为困难的,存在着纵断面指标与工程量的矛盾,要



图 1-6 斜坡地段分离式路基

提高纵断面设计指标,就必然会出现高填深挖的现象,有时即使采用较低的纵断面设计指标,也不会获得良好的效果。在这种情况下,可考虑采用分离式路基,在充分考虑了地形和构筑物设置等条件后,上坡方向的纵坡可适当放缓,下坡方向的纵坡可适当放陡,这样可大大减少土石方数量,减轻废方处理的难度。

## 2. 平面分离式路基

平面分离式路基是指左右路幅分开,每一幅都具有独立的平面线形设计线的路基形式。

### (1) 同一走廊带布线时的分离式路基

路线穿越峡谷或陡坡地段时,单侧布线一般较为困难,即使采用同一平面布线时的分离式路基也会存在高边坡、压缩河道等情况,此时可考虑将上、下行路基分开布置于两侧的山坡上(图 1-7 和图 1-8),独立进行平纵面设计,这样可使路线平纵面设计变得十分灵活,以最大限度地适应地形、地质条件的变化,充分利用路线走廊带内的空间资源。

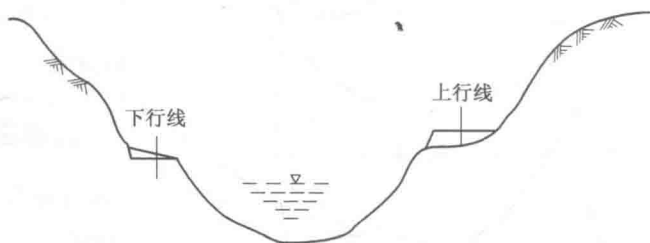


图 1-7 同一走廊带内的平面分离式路基

### (2) 不同走廊带布线时的分离式路基

有时同一走廊带布置的分离式路基不仅会受到地形、地质条件的影响,也会受到既有公路、铁路或其他管线设施的严重制约。在这种情况下,可考虑寻求新的路线走廊,开辟另外一幅路基。如图 1-9 所示,上、下行路线环抱一个山丘,路线随山丘两侧地形的变化而变化,与地形地势十分协调。

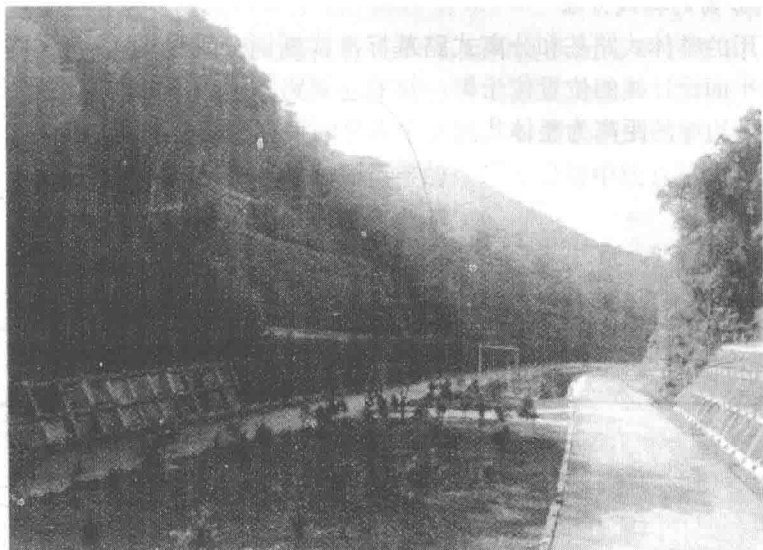


图 1-8 平面分离式路基

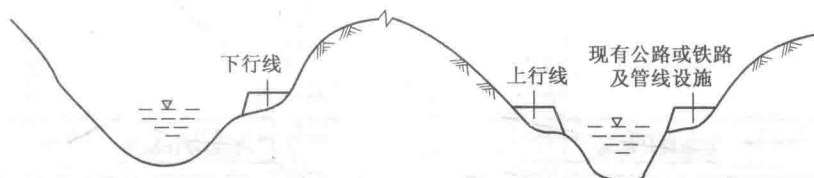


图 1-9 不同走廊带内的平面分离式路基

## (二) 分离式路基平面接线设计

分离式路基的平面接线设计就是分离式路基与整体式路基如何衔接的问题，包括平面线形的连接和纵断面高程的连接问题。由于纵断面分离式路基不存在平面分离的问题，因此这里只介绍平面分离式路基（图 1-10）的平面接线设计。

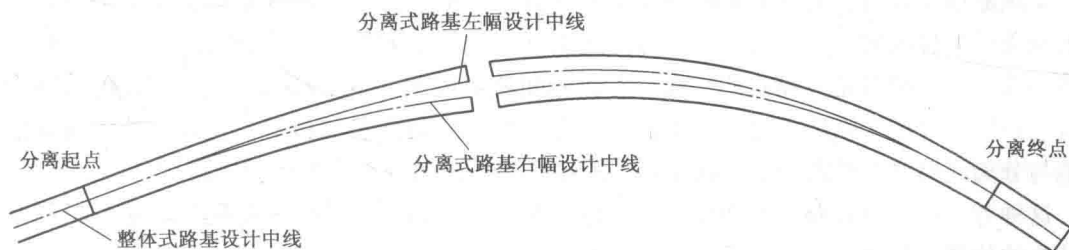


图 1-10 中线分离的分离式路基平面

在平面定线之前，为了与整体式路基衔接良好，首先必须确定整体式和分离式路基的以下几个设计要素：①整体式和分离式标准横断面尺寸；②设计线的位置；③纵断面设计高程线的位置；④超高旋转轴的位置和超高方式。对于不同的路幅宽度和设计者的设计习惯，可能会有不同的接线设计方法，确定的设计要素也不同。一般在平面设计中，合幅后整体式路基的里程桩号以左幅终点里程来推算。常用的接线方法有以下几种。