

高速公路改扩建单例

# 加宽技术

GAOSU GONGLU GAIKUOJIAN DANCE  
JIAKUAN JISHU

主 编 杨文礼 张红春  
副主编 吕应臣 陆上行



人民交通出版社  
China Communications Press

高速公路改扩建单例

# 加宽技术

GAOSU GONGLU GAIKUOJIAN DANCE  
JIAKUAN JISHU



主 编 杨文礼 张红春  
副主编 吕应臣 陆上行



人民交通出版社  
China Communications Press

## 内 容 提 要

本书结合工程实际介绍了高速公路改扩建工程单侧加宽技术,从设计、技术、保通和三新应用四个方面论述了高速公路改扩建工程单侧加宽的方案选择、施工工艺、安全保通措施、新技术运用,重点介绍了加宽方案比选、高速公路拓宽施工、桥梁加长、半路半桥衔接以及具有项目特色的组合式碾压、湿陷性黄土处理、高性能混凝土的应用等技术和路基沉降观测与填筑同步施工工法。

本书可供从事公路工程建设的技术人员使用,亦可供高校相关专业师生参考学习。

### 图书在版编目(CIP)数据

高速公路改扩建单侧加宽技术 / 杨文礼, 张红春主编. — 北京: 人民交通出版社, 2011. 10  
ISBN 978-7-114-09422-4

I. ①高… II. ①杨… ②张… III. ①高速公路 - 改建 - 道路工程②高速公路 - 扩建 - 道路工程 IV. ①U418.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 199568 号

书 名: 高速公路改扩建单侧加宽技术  
著 者: 杨文礼 张红春  
责任编辑: 赵瑞琴  
出版发行: 人民交通出版社  
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号  
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>  
销售电话: (010)59757969, 59757973  
总 经 销: 人民交通出版社发行部  
经 销: 各地新华书店  
印 刷: 北京市凯鑫彩色印刷有限公司  
开 本: 787 × 1092 1/16  
印 张: 21.75  
字 数: 522 千  
版 次: 2011 年 10 月 第 1 版  
印 次: 2011 年 10 月 第 1 次印刷  
书 号: ISBN 978-7-114-09422-4  
定 价: 58.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



## **编委会** *Bianweihui*

---

主 编:杨文礼 张红春

副 主 编:吕应臣 陆上行

参编人员:李小重 王银虎 万继志 范永峰 常立新

刘思贤 牛武军 杨 露 郑朝义 张 朋

李小伟 朱清波 黄志勇 蒋玲玲 赵华东

赵二丽 朱东云 孟秀娟 刘 华 孙巧英

邓鹏举 马俊杰 孔瑞杰

# 序 Xu

---

连霍高速公路郑州至洛阳段改扩建工程是国内第一条以单侧加宽为主的高速公路,同时部分路段采用双侧加宽和分离式路基。工程跨越平原区、平原微丘区和重丘区,在高速公路改扩建工程中颇具代表性,被交通部列为勘察设计典型示范工程。

在设计上技术人员根据项目特点,按照勘察设计典型示范工程的“安全性原则、服务社会原则、尊重地区特性原则、整体协调性原则和自然性原则”,全面贯彻“安全、环保、舒适、和谐、精品”的设计理念进行总体设计。施工图设计中坚持以人为本的设计思想,认真落实“六个坚持、六个树立”的设计理念,合理降低工程造价、降低公路建设对社会环境的负面影响,做到精细化设计,努力打造一条“旅游路、景观路、生态路、特色路”。

在项目管理上,河南高速公路发展有限责任公司连霍郑洛段改建工程项目部根据工程特点,求真务实、开拓创新,采用科技攻关,重点解决了拆天桥、半路半桥路段施工、中分带排水、边坡防护、通道积水治理、通道净空增加、中分带绿化、中分带封闭改路、机电管线移动、收费站改造、特殊路段软基处理、路基拼接、旧桥加宽改造等问题,取得了可喜的成效。项目部坚持创新精神,大胆使用新技术、新设备和新材料,如高性能混凝土在该项目试用成功后已在河南省推广应用,全线推广应用的沥青路面组合式碾压技术已成功申报为省级工法,路基施工采用的路基沉降观测与填筑同步施工技术已成功申报为国家级工法。

河南高速公路发展有限责任公司连霍郑洛段改建工程项目部不仅重视技术,更注重总结,这是该项目的一大特色和亮点,也是本书的亮点。经本项目使用后,施工单位共申报成功省级工法三项,国家级工法两项,形成企业工法两项。

本书详细介绍了高速公路改扩建的方案论证、路线比选、总体设计、单项设计等,论述了高速公路单侧加宽技术、施工工艺和保通措施,还介绍了具有项目特色的原材料管理、组合式碾压、湿陷性黄土处理、高性能混凝土的应用等技术和路基沉降观测与填筑同步施工工法。

项目部同仁和工程全体参建人员不满足已取得的成绩,将继续进行高速公路改扩建的探索和研究,不断丰富和完善高速公路改扩建理论。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥和不足之处,敬请广大读者批评指正!

河南高速公路发展有限责任公司连霍郑洛段改建工程项目部

二〇一一年八月二十四日

# 前言 *Qianyan*

---

改革开放 30 年来,尤其是 20 世纪 90 年代中期,我国高速公路进入快速发展时期,连霍主干道郑州至洛阳高速公路就是在这种形势下应运而生的。它是连霍高速公路开封至洛阳段的一个组成部分,是河南省最早建成的高速公路。郑洛高速自东向西贯穿郑州市、洛阳市,在省会郑州市与国道主干线郑州西南绕城高速公路相交,是河南省高速公路网的主骨架,在河南省及整个中原地区的公路运输网中占据重要位置,在国民经济建设、尤其在中原经济区建设中发挥着不可取代的作用。因此,它在路网中的地位较为突出。

但是早期的高速公路普遍存在设计标准低、线形差等问题,连霍郑洛段高速公路自开通运营以来,以其高速、平稳、畅通的优质服务承担着繁重的运输任务,交通流量持续上升。随着国民经济的发展和交通量的迅猛增加,早期通车的连霍郑洛段高速公路出现了通行能力下降、服务水平降低等问题。由于建设较早、技术标准低,经过近十年的运营,路基经历了长期的考验,虽然基本稳定,但在大吨位、大交通量持续荷载作用下,路面及部分桥梁的桥面铺装出现了不同程度的病害,养护任务日渐繁重。路面挖补维修点多面广,公路服务水平明显下降,直接影响行车安全,且出现了较为严重的拥堵现象。随着国家“十一五”期间经济的发展和中原崛起宏伟规划的实施,省会郑州市和主要城市洛阳市作为河南省经济发展中心,交通出行和对外交流也会以更快的速度增长。郑州至洛阳段通行中长期交通需求预测结果显示,2015 年本路段交通量将达到 46904 辆/日,2028 年将达到 82545 辆/日,项目交通量持续快速增长,过境交通压力日显突出,改建扩容势在必行。河南省交通运输厅纵观未来经济发展对交通的极大需求,及时提出改扩建连霍高速郑州至洛阳段高速公路,这对于中原经济发展乃至提高国家干线公路运输能力,具有非常重要的意义。

2001 年沈大高速公路开创了我国高速公路改扩建的先河,随后,沪宁、沪杭、哈大、绵广、郑漯、安新等多条高速公路相继进行了改扩建,改扩建形式均为双侧加宽。根据连霍高速郑州至洛阳段特殊的环境、地理条件、原路技术指标,工可报告共拟定了三个改扩建方案:方案一,另辟新线,即在现有高速公路南侧新建一条双向四车道高速公路,新路专供大车行驶,老路供小车行驶;方案二,平原区单侧整体式路基加宽、重丘区分离式路基加宽,即新加宽路基为单向四车道高速公路。老路由双向改为单向行驶;方案三,平原区双侧加宽,重丘区分离式路基加宽。最终工可批复为方案二,即平原区单侧整体式路基加宽、重丘区单侧分离式路基加宽,局部根据实际情况采用双侧加宽。

根据郑洛段改扩建工程建设实践,参建的广大工程技术人员和技术理论研究者,站在理论的高度,对这一改扩建工程进行了全面总结,撰写了很多科技论文,这些科研成果和技术论文是郑洛段改扩建工程的经验总结,也是弥足珍贵的文献资料。

本书分方案与设计、技术与工艺、安全与保通、新技术与工法四部分,详细介绍了连霍郑洛段高速公路改扩建的方案论证、路线比选、总体设计、单向设计等,论述了高速公路单侧加宽技术、施工工艺和保通措施,还介绍了具有项目特色的原材料管理、组合式碾压、深陷性黄土处理、高性能混凝土的应用等技术。

本项目共成功申报省级工法三项、国家级工法两项,形成企业工法两项,本书将其作为重点与新技术一起介绍。

我们真诚欢迎上级领导、交通战线的工程技术人员以及广大读者,对本书的内容和编排工作提出宝贵意见,以便我们做进一步的修改,使其日臻完善。

# 目录 *Mulu*

## 第一篇 方案与设计

第一章 总体方案比选	3
第一节 概述	3
第二节 沿线自然地理情况	4
第三节 改扩建方案	5
第二章 路线比选	17
第一节 路线布置	17
第二节 路线方案布置及方案比选的论证	20
第三节 推荐方案路线走向	30
第四节 技术指标的总体运用	31
第三章 路线交叉方案比选	32
第一节 互通式立交	32
第二节 分离式立交	45
第三节 通道	45
第四节 天桥	48
第四章 总体设计	49
第一节 项目特点	49
第二节 总体设计思路	49
第三节 设计标准	50
第四节 路线	51
第五节 主要工程量、工程预算、工期	55
第五章 路基、路面及排水设计	56
第一节 路基设计	56
第二节 路面设计	63
第三节 排水设计	66
第六章 桥梁	68
第一节 基本情况	68
第二节 桥梁方案	69



第三节	涵洞 .....	73
<b>第七章</b>	<b>旧路改造 .....</b>	<b>75</b>
第一节	路面改造 .....	75
第二节	桥梁处理 .....	85
第三节	涵洞、通道病害处理 .....	90
第四节	互通式立交范围内旧桥上下行连接设计 .....	92
<b>第八章</b>	<b>设计总结 .....</b>	<b>98</b>
第一节	郑州至洛阳高速公路改建工程总体设计 .....	98
第二节	连霍高速公路郑州至洛阳段改扩建工程桥梁总体设计 .....	102
第三节	郑洛高速公路改扩建工程汜水河至巩义站段路线方案比选 .....	106
第四节	郑州至洛阳高速公路改扩建工程空心薄壁墩设计 .....	110

## 第二篇 技术与工艺

<b>第一章</b>	<b>湿陷性黄土路基施工成套技术 .....</b>	<b>115</b>
第一节	湿陷性黄土路基边坡稳定性分析 .....	115
第二节	水泥稳定湿陷性黄土压实度影响因素分析 .....	120
<b>第二章</b>	<b>地基处理技术与应用 .....</b>	<b>123</b>
<b>第三章</b>	<b>边坡防护 .....</b>	<b>127</b>
第一节	考虑水渗透路基稳定可靠性简化算法 .....	127
第二节	改扩建施工半路半桥旧边坡稳定性分析与支护方案选择 .....	131
<b>第四章</b>	<b>高速公路拓宽施工技术 .....</b>	<b>137</b>
<b>第五章</b>	<b>高速公路改扩建结构物改造技术 .....</b>	<b>141</b>
第一节	钢构桥加长改造施工技术 .....	141
第二节	通道净空增大施工技术 .....	148
第三节	上跨天桥拆除技术 .....	151
<b>第六章</b>	<b>混凝土质量通病治理 .....</b>	<b>156</b>
第一节	混凝土质量通病分析与治理 .....	156
第二节	高性能混凝土 .....	160
第三节	箱梁预制中常见问题的处理 .....	169
<b>第七章</b>	<b>高速公路改扩建结构物质量控制技术 .....</b>	<b>174</b>
第一节	导管灌注水下混凝土桩爆管的原因分析 .....	174
第二节	薄壁高墩竖直度控制方法 .....	178
第三节	预应力混凝土梁上拱度分析及控制 .....	182
<b>第八章</b>	<b>沥青混合料与原材料 .....</b>	<b>187</b>
第一节	改扩建高速公路路面工程原材料控制 .....	187
第二节	针片状颗粒含量对沥青混合料路用性能的影响 .....	190

第三节 用 GTM 设计的沥青混合料高低温性能对比研究 .....	194
<b>第九章 沥青路面施工技术</b> .....	204
第一节 沥青路面组合式碾压机理及压实效果研究 .....	204
第二节 影响沥青路面平整度的主要原因 .....	211
第三节 路面施工沥青混合料离析防治措施 .....	214
<b>第十章 高速公路机电工程防雷措施</b> .....	219

## 第三篇 安全与保通

<b>第一章 概述</b> .....	225
第一节 交通组织遵循的原则 .....	225
第二节 区域公路网交通现状及发展预测 .....	225
第三节 应急分流车型的确定及分流比例 .....	228
第四节 郑州至洛阳高速公路服务水平分析 .....	229
<b>第二章 保通组织机构及职责</b> .....	231
第一节 保通组织机构 .....	231
第二节 信息发布及上报 .....	233
<b>第三章 交通管理</b> .....	235
第一节 交通快速反应点和应急点分流的确定 .....	235
第二节 事故车辆的应急处理 .....	236
第三节 紧急救援 .....	237
<b>第四章 恶劣天气保通措施</b> .....	240
第一节 恶劣天气的交通状况 .....	240
第二节 恶劣天气保通措施 .....	241
<b>第五章 保通实施方案</b> .....	244
第一节 主线路基路面施工 .....	244
第二节 互通立交的交通组织方案 .....	255
第三节 桥梁施工的交通组织方案 .....	259
第四节 分离式立交、通道拓宽施工交通组织方案 .....	261
<b>第六章 上跨天桥拆除工程保通方案</b> .....	262
第一节 上跨天桥拆除工程保通方案 .....	262
第二节 交通量异常时的保通应急预案 .....	265

## 第四篇 新技术与工法

<b>第一章 干孔振捣器配合洛阳铲桥梁桩基施工工艺</b> .....	269
<b>第二章 盖梁抱箍法无支架施工技术</b> .....	273
<b>第三章 薄壁空心墩翻模施工技术</b> .....	278

第四章	高速公路(给)排水网络 .....	281
第五章	浅碟式拦水带施工技术 .....	285
第六章	高速公路全站仪三角高程测量技术运用 .....	289
第七章	大厚度沥青混凝土路面施工技术 .....	292
第八章	高性能混凝土预制 25m 箱梁施工工法(企业工法) .....	297
第九章	与 GTM 设计方法配套的沥青混凝土路面碾压施工工法 .....	309
第十章	路基沉降观测与填筑同步施工工法 .....	318
参考文献	.....	334

# 第一篇

## 方案与设计

FANGGAN  
YU SHEJI

连霍高速公路郑州至洛阳段改扩建工程，采用单侧加宽的模式进行改扩建，这种改扩建模式在国内尚属首次，可参考的资料较少。本文根据本项目的工可编制、施工图初步设计、施工图设计等，着重介绍和总结了单侧加宽高速公路的一些主要设计要点和思路，为高速公路的加宽建设提供借鉴和思路。



# 第一章 总体方案比选

## 第一节 概述

郑州至洛阳高速公路是国家规划的“五纵七横”之一“连霍国家高速公路”的重要组成部分(图 1-1-1),是河南省高速公路网的主骨架,自 1995 年建成运营以来,交通流量持续上升,公路服务水平逐渐下降,而且部分路段需要维修,经常出现较为严重的拥挤和堵车现象,已不能满足发展的需要;从郑洛通道中长期交通需求预测结果分析,2015 年本路段交通量将达到 59 599 辆/日,2030 年将达到 98 216 辆/日,改建扩容的必要性较为紧迫。

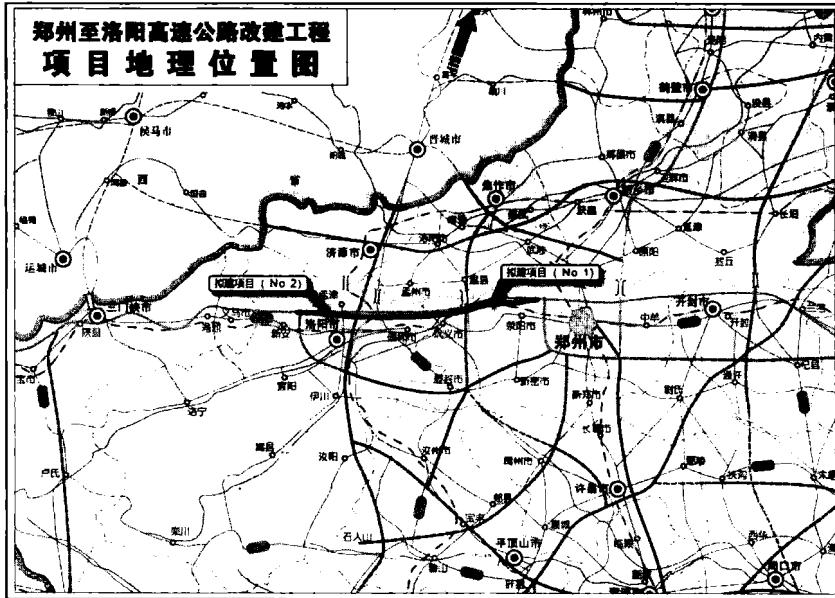


图 1-1-1 路线地理位置图

郑州至洛阳高速公路改建工程,起于郑州西南绕城枢纽立交西侧 2km,止于洛阳西南绕城任庄枢纽立交西侧,并由此与郑少洛高速、济焦郑高速及京珠国道主干线高速公路相连,中间通过枢纽立交与太澳高速相连,在河南省及整个中原地区的公路运输网中占有重要地位。

郑州至洛阳高速公路改建工程全长 106.391km,自偃师互通西 2km 处分为两个设计合同段。第一设计合同段长 66.896km,由河南省交通规划勘察设计院承担;第二设计合同段长 39.495km,由浙江省交通规划设计研究院承担设计任务,全线的交通机电工程由西安公路研究所承担,其中河南省交通规划勘察设计院为主体设计单位,负责总体协调。

## 第二节 沿线自然地理情况

### 一、地形地貌

本区位于华北平原与黄土高原的交界处,属我国黄土分布地区的东南边缘地带。纵观全区,除伊洛河河流、沟谷两侧为冲洪积、坡积等黄土状土外,大面积为老黄土,局部为新黄土。

沿线具体地形分布情况为:

起点至汜水河段为平原微丘区,地势平坦,多为农田(图 1-1-2)。

汜水河至巩义站街镇段为黄土重丘区(图 1-1-3),地形起伏剧烈,冲沟密布,下切较深,廖峪沟、英峪沟、金沟、洛口沟、沙鱼沟、仁存沟等冲沟深度均在 50~90m 之间。



图 1-1-2 项目沿线平原区典型地貌

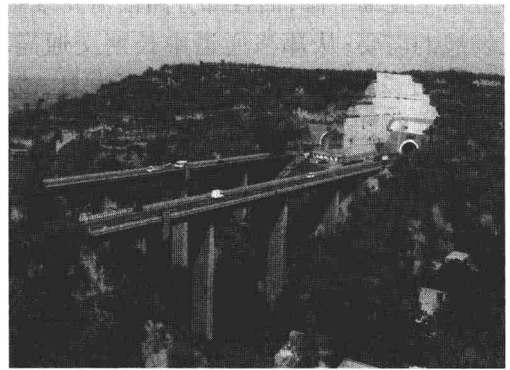


图 1-1-3 项目沿线重丘区典型地貌

站街镇至康店镇段为伊洛河谷地,地势低洼,较为平坦。

康店镇至游殿段为黄土重丘地形,地形从伊洛河谷底迅速抬升至黄土塬顶,该段冲沟发育,下切较深。

游殿至孟津互通位于邙山岭丘陵前斜地,为平原微丘区;朝阳镇至终点为黄土塬、梁地貌,地面起伏大,相对高差 30~40m,沟宽而深且比较发育为重丘区。

### 二、气候、气象

本区属南温带半干旱半湿润大陆性季风气候区,四季分明,年均气温为 14.5~14.6℃,极端最高气温可达 42~44℃,极端最低气温达 -15~-12℃。年均降雨量为 600~630mm,多集中在 6~8 月份。年蒸发量可达 1 150~1 200mm。冰冻深度一般为 20~25cm,最大为 30cm(1957 年 12 月 30 日)。

### 三、区域地质与构造

#### 1. 区域地质与构造

本路段处在豫西隆起和开封凹陷的过渡地带,区内构造断裂较发育,但总的来说属于弱的活动性断裂,构造相对稳定地区。

#### 2. 地震区划

地震动峰值加速度为 0.10g,地震动反应谱特征周期为 0.35s。按照地震动峰值加速度与

地震基本烈度对照表,地震基本烈度 VII 度。

#### 四、地层岩性

在本段路线区勘探范围和深度内,所揭露的地层主要为第四系地层。

河谷平原区:该区主要包括汜水河、伊洛河两岸的河床、漫滩、低级阶地和冲积平原,区内地表上覆盖第四系全新统冲洪积层,下伏为上更新统及中更新统黄土状亚黏土及亚砂土。

黄土丘陵及黄土台塬区:该区位于黄河 II 级阶地,区内地形起伏较大,海拔 113 ~ 242m,构成崤岭黄土台塬,在地表水作用下,塬边沟谷较发育,多呈梁、峁等地貌类型。区内表层土一般为耕植土,下伏为上更新统及中更新统地层。

#### 五、水文地质条件

##### 1. 河谷类

即伊洛河谷和两岸 I 级阶地至终点的狭长带状区(仓西隧道路段除外),地下水埋深一般 5 ~ 10m,属潜水类型,水位较稳定,水质良好,水量丰富,其补给来源主要是河水和大气降水。

##### 2. 高级阶地类

位于 II、III 级高级阶地上,地下水埋藏较深,一般 60 ~ 80m。因此,将给施工工程用水带来一定困难。

本路段主要河流有枯河、汜水河、东泗河、西泗河、伊洛河、灋河等。汜水河、伊洛河等较大河流常年有水,其他河流(枯河等)受季节降水控制。

#### 六、不良地质及特殊性岩土

路区跨多个工程地质区段,地形地貌变化较大,地形复杂,起伏变化很大,主要的工程地质问题为软弱土、湿陷性黄土和砂土液化等。

路区黄土分布较多,黄土路段内冲沟及陡坎发育,地貌、地层变化大,存在坍塌、水穴、黄土洞穴、局部坍塌等不良地质现象。窑洞、黄土溶洞等洞穴、陷穴、暗穴多分布在黄土台塬、黄土梁的边线。

#### 七、岩土工程评价

路区跨多个工程地质区段,地形地貌变化较大,表层地基大部具湿陷性,湿陷性土分布不均匀,湿陷等级多为 I 级,分布规律性差,工程地质条件属复杂类型。

## 第三节 改扩建方案

### 一、总体加宽方案

#### 1. 方案提出

通过分析确定起、终点位置。结合沿线地形,城镇布局等情况,经现场踏勘与调查,充分考虑项目沿线各种影响因素的优劣对比,并通过对郑洛高速公路的现状分析,结合交通量预测结果和沿线实际情况,在对路基加宽形式、路基组成形式、分离式路基的汽车行驶方向进行分析后筛选出以下三种改扩建方案进行方案比选。

方案一:另辟新线(图 1-1-4)。



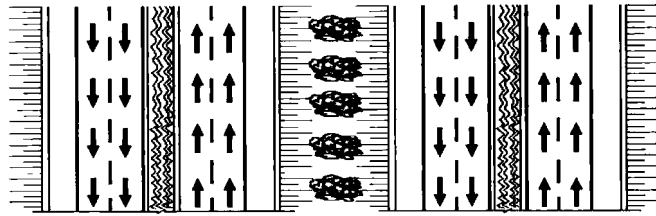


图 1-1-4 方案一示意图

方案二:平原区单侧整体式路基加宽、重丘区分离式路基加宽(图 1-1-5、图 1-1-6)。

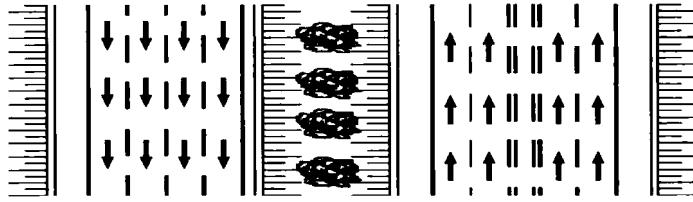


图 1-1-5 方案二示意图

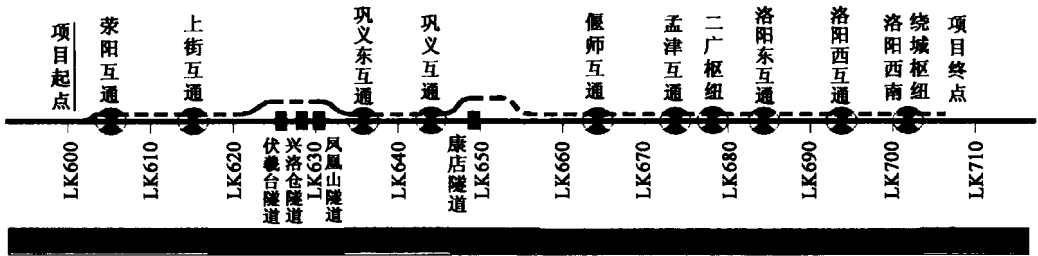


图 1-1-6 方案二分段布设示意图

方案三:平原区双侧加宽、重丘区分离式路基加宽(图 1-1-7)。

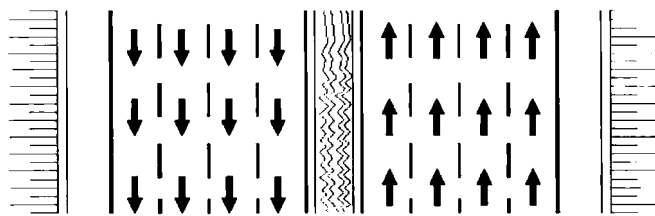


图 1-1-7 方案三示意图

## 2. 方案比较

从以下方面进行了工程方案论证:项目社会、经济效益和路网布局;建成后的通行能力、使用安全性和使用寿命;设计、施工技术难度和通行保障难度;对土地资源的占用和对环境的影响;对互通式立交及投资的比较;经济评价指标。

### 1) 项目社会、经济效益和路网布局

现有郑洛高速公路连通郑州、洛阳两大城市,沿线各县市以高速公路为依托,已形成了相对稳定的经济带。

为更好地利用土地资源,并使路网布局更加合理,充分发挥通道占用效益,加强主干线、主通道、主骨架的桥梁纽带作用,提高整个高速公路网的服务水平及运输效益,增强高速公路的