

GAOSU GONGLU
GAIKUOJIAN SHEJI LILUN YU SHIJIAN

高速公路 改扩建设计理论与实践

袁胜强 郑晓光 主 编
徐 健 主 审

 中国计划出版社

高速公路改扩建设计理论与实践

袁胜强 郑晓光 主编
徐 健 主审

中国计划出版社

图书在版编目(CIP)数据

高速公路改扩建设计理论与实践 / 袁胜强, 郑晓光
主编. — 北京: 中国计划出版社, 2017.7
ISBN 978-7-5182-0666-7

I. ①高… II. ①袁… ②郑… III. ①高速公路—改
建—道路工程—研究②高速公路—扩建—道路工程—研究
IV. ①U418.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第154991号

高速公路改扩建设计理论与实践

袁胜强 郑晓光 主编

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店经销

北京市科星印刷有限责任公司印刷

787mm×1092mm 1/16 16.25印张 381千字

2017年7月第1版 2017年7月第1次印刷

印数 1—3000册

ISBN 978-7-5182-0666-7

定价: 58.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

我国高速公路持续快速发展，截至 2015 年，高速公路通车里程达 12.3 万 km，已连续四年蝉联世界第一，“十三五”期间中国高速公路投资增长势头将延续，到 2020 年，全国高速公路将新增通车里程 4.6 万 km，高速公路通车里程将达 16.9 万 km。

随着我国宏观经济的持续快速发展，部分早期建设的高速公路，如长三角、珠三角、环渤海湾地区以及国家高速公路网中的南北向、东西向交通主骨架，年平均增长率多在 10% 以上，部分地区甚至达到 20% 以上，其交通流量的实际增长远超出项目规划立项时的交通量增长预测值，并在未来一段时期内仍将保持较高的增长速度，道路通行能力和服务水平降低，个别路段拥堵严重、事故频发，呈现出交通量饱和、运输能力十分紧张的状况，已不能适应经济社会发展和城乡建设的需求，高速公路迫切需要进行改扩建。

高速公路改扩建工程是践行资源节约、节能高效理念的重点领域，是我国绿色公路建设的重要组成部分，它是在充分考虑资源环境约束力和承载力的前提下，通过集约利用运输通道资源、土地资源和路产资源，对部分已经不能适应经济社会发展的高速公路实施的以优化交通结构、提高运输能力、提升服务质量为目的的一种重要的公路工程建设形式。相对于新建公路，可以节约土地资源，缓解土地使用矛盾、节省工程费用，如新建四车道高速公路需要占地 50m，而改建拓宽四车道仅需增加 20m 宽度，造价比新建低 30% 以上。因此可以预见，高速公路改扩建将是我国未来交通基础设施建设的重要组成部分，特别是经济发达、路网结构、密度已趋完善的地区。

高速公路改扩建的重要性不言而喻，如何做好高速公路改扩建设计显得非常关键，我国一些省市陆续开展了对部分高速公路实施改扩建的工程探索与实践，取得了一些相关研究成果和工程经验。交通运输部先后颁布实施的《高速公路改扩建设计细则》JTG/T L11—2014 及《高速公路改扩建交通工程及沿线设施设计细则》JTG/T L80—2014 是全国高速公路改扩建设计遵循的重要规范。上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司（以下简称上海市政总院）在高速公路改扩建方面进行了大量的研究，包括上海市科学技术委员会科技攻关计划项目（062112062）、上海市城乡建设和交通委员会重大科研项目（2007—022），先后设计完成了沪宁高速公路（上海段）改扩建、沪杭

高速公路（上海段）改扩建等多个有代表性的项目，并组织编写了上海市地方标准《高速公路改扩建设计规范》DG/TJ 08—2174—2015，于2015年12月1日颁布实施，取得了系列性的成果。

为了总结和推广多年来积累的高速公路改扩建研究与应用成果，上海市政总院组织科研技术人员编写了本书，其中第一章、第二章由袁胜强编写，第三章由袁胜强、姚锐、郑晓光、陈亚杰、顾民杰、何武超、张杰编写，第四章由袁胜强编写，第五章由姚锐编写，第六章、第七章由郑晓光、祁乐凤编写，第八章由顾民杰、何武超编写，第九章由袁胜强编写，第十章由陈亚杰编写，第十一章由张杰编写，第十二章由黄晓清编写，全书由袁胜强、郑晓光统稿编著。值此向全体编写人员致谢！

本书部分资料来源于所列参考文献，在此向原著（编）者表示衷心感谢！

由于编写人员水平有限，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

袁胜强

2017年5月于上海

第一章 概述	1
1.1 背景	1
1.2 高速公路改扩建工程的相关术语	3
1.3 高速公路改扩建工程特点	3
1.4 主要内容	5
第二章 国内外高速公路改扩建建设与发展	7
2.1 国外发展状况	7
2.2 国内发展状况	10
第三章 既有高速公路现状调查与评价	18
3.1 概述	18
3.2 交通事故调查与评价	19
3.3 交通调查与评价	20
3.4 路线调查与评价	22
3.5 路基调查与评价	33
3.6 路面调查与评价	37
3.7 桥梁、涵洞调查与评价	41
3.8 路线交叉调查与评价	42
3.9 交通安全设施调查与评价	43
3.10 管理及服务设施调查与评价	45
第四章 高速公路改扩建总体设计	50
4.1 概述	50
4.2 改扩建启动时机	51
4.3 改扩建形式	54
4.4 主要技术标准	57
4.5 改扩建规模	60
4.6 总体布置	61
第五章 路线	63
5.1 概述	63

5.2	横断面设计	63
5.3	平面设计	69
5.4	纵断面设计	72
5.5	运行速度检验	79
第六章	路基	81
6.1	概述	81
6.2	既有路基利用与处治	81
6.3	软土地基处理	82
6.4	路基拼宽	109
6.5	特殊路基改扩建	120
6.6	路基排水	124
第七章	路面	127
7.1	概述	127
7.2	既有路面处治	127
7.3	扩建路面结构设计	131
7.4	既有沥青路面材料再生利用	151
7.5	路面防排水	163
第八章	桥涵	167
8.1	概述	167
8.2	既有桥梁、涵洞处治	167
8.3	桥梁拼宽	173
8.4	涵洞接长	179
8.5	桥涵拆除	180
8.6	桥梁顶升	183
第九章	路线交叉	189
9.1	概述	189
9.2	总体方案	190
9.3	改扩建互通立交线形设计	195
第十章	交通安全设施	204
10.1	概述	204
10.2	总体设计	205
10.3	交通标志和标线	207
10.4	护栏	209

10.5	临时交通安全设施	213
10.6	隔离栅和桥梁护网	214
10.7	其他安全设施	215
第十一章	管理及服务设施	216
11.1	概述	216
11.2	监控设施	216
11.3	通信设施	217
11.4	收费设施	219
11.5	供配电照明设施	225
11.6	房建设施	227
11.7	服务设施	229
第十二章	交通组织	231
12.1	概述	231
12.2	区域路网交通组织	232
12.3	一般施工路段交通组织	234
12.4	互通式立交改扩建交通组织	241
12.5	交通组织管理体系及应急预案	245
参考文献		247

第一章 概 述

1.1 背 景

高速公路作为现代化的公路运输基础设施,其产生和发展是国民经济发展的必然结果,是衡量一个国家公路交通运输和汽车工业现代化水准的重要标志,在公路交通运输和国民经济发展中具有举足轻重的地位和作用。1988年建成通车的沪嘉高速公路,标志着中国大陆高速公路零的突破,从此以高速公路为标志的现代公路运输体系进入了一个新的建设发展时期。从1988年到2010年,高速公路建设经历了高速增长期,全国高速里程以每年20%~80%的同比增速增长,特别是1998—2010年间每年平均新通车高速公路里程在5100km以上。“十二五”期间,全国高速公路建设依然以快的步伐加紧建设,5年内通车里程新增4.9万km,平均每年建成9800km,截至2015年,高速公路通车里程达12.3万km,已连续四年蝉联世界第一,较2010年增长率66%。“十三五”期间,在“一带一路”“京津冀协同发展”“长江经济带”三大国家战略交通先行的背景下,全国交通投资规模将继续攀升,预计2020年末全国高速公路通车里程将超16万km。

进入21世纪以来,随着我国经济的持续快速发展,部分早期建设的高速公路,如长三角、珠三角、环渤海湾地区高速公路以及国家高速公路网中的南北向、东西向交通主骨架,年交通流量平均增长率多在10%以上,甚至达到20%以上,其交通流量的实际增长远超出项目立项时的交通量增长预测值,并在未来一段时期内仍将保持较高的增长速度。随着交通流量的持续增长,高速公路的服务水平不断降低,个别路段拥堵严重、事故频发,呈现出交通量饱和、运输能力十分紧张的状况,已不能适应经济社会发展和城乡建设的需求,高速公路改扩建已成为我国交通基础设施建设中的一项重要而紧迫的任务,迫切需要进行改扩建。

自“十五”以来,在加快路网建设的同时,一些省(市、区)陆续开展了对部分高速公路实施改扩建的工程探索与实践,取得了一些相关研究成果和工程经验。目前,国内已有广佛高速、沪杭甬高速、南京绕城高速、沈大高速、沪宁高速、京港澳安新段、连霍高速洛阳至郑州段、福厦漳高速、佛开高速等10多条高速公路先后完成了改扩建,大多运行良好。同时针对改扩建工程的特点和难点,许多建设单位组织开展了总体设计、路线设计、地基处理、路基路面拼接、桥梁拼接、路面材料再生、交通组织等一系列的科研课题及专题研究,研究成果也运用到工程中,提高了工程的建设质量。

2013年10月29日,交通运输部发布了《高速公路改扩建工程中有关技术问题处理的若干意见》(交公路发〔2013〕634号)(以下简称《意见》)。《意见》是交通运输部首次专门针对改扩建工程发布的指导意见,明确了改扩建工程中应坚持“统筹规划、兼顾长远,注重实效,指标合理,节约资源,绿色环保,科学组织,安全实施”的原

则。《意见》共分四个部分 33 条，从改扩建工程中方案选择、指标选用、资源节约、建设组织、安全保障等方面提出了具体指导意见。

2015 年 1 月 1 日，交通运输部颁布实施的《公路工程技术标准》JTG B01—2014（以下简称《标准》），对公路改扩建的总体设计、路线、路基、路面、桥涵、交通工程及沿线设施等进行了原则的要求。

2015 年 3 月 1 日，交通运输部颁布实施了《高速公路改扩建设计细则》JTG/T L11—2014（以下简称《细则》）及《高速公路改扩建交通工程及沿线设施设计细则》JTG/T L80—2014（以下简称《交通设施细则》，（图 1-1），《细则》和《交通设施细则》为《意见》的延伸和细化，是全国高速公路改扩建设计遵循的重要规范。该《细则》针对高速公路改扩建特点，围绕技术标准采用、既有资源利用、改扩建方案选择、人工构造物的拼接、建设与运营协调等方面，在深入调研的基础上，总结了我国近年来在高速公路改扩建方面的经验，借鉴并吸收了一些发达国家的相关技术标准，力求“注重实效、和谐环保”的理念，以解决当前高速公路改扩建方面存在的问题，指导和规范高速公路改扩建设计，促进高速公路运行的通畅、安全和高效。

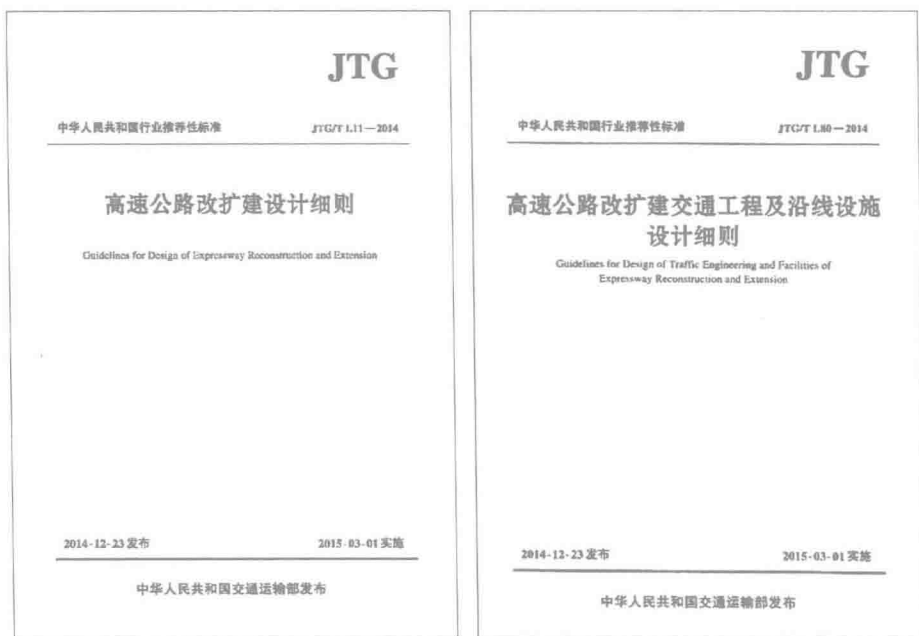


图 1-1 已颁布的高速公路改扩建设计标准

2015 年 12 月 1 日，上海市城乡建设和管理委员会颁布实施了《高速公路改扩建设计规范》DG/TJ 08—2174—2015，该规范属于上海地方标准，由上海市路政局、上海市政总院等单位组织编写，充分考虑了平原软土地区地质条件及上海市高速公路的交通特点。长三角、珠三角等广大软土地区进行高速公路改扩建设计时，均可以参考。

为了更好地诠释高速公路改扩建设计的理念，编者通过本书从理论及应用实践方面全面阐述了高速公路改扩建设计技术，并结合工程实例介绍了具体应用方法，帮助广大工程技术人员科学正确地掌握高速公路改扩建设计方法。

1.2 高速公路改扩建工程的相关术语

高速公路改扩建工程是高速公路建设的一个新的方向,不同于新建高速公路工程,在阐述其设计理论和方法之前,有必要厘清几个重要的概念。

(1) 改扩建。

在既有高速公路的基础上,通过拓宽并对既有高速公路实施改造,以提高服务水平、通行能力及安全性的工程建设行为。

(2) 拓宽。

对既有路基、路面、桥涵等公路设施进行拼宽或分离新建,包括单侧直接拼宽、两侧直接拼宽、单侧分离新建及两侧分离新建等形式。

(3) 拼宽。

新建路基、路面、桥涵等通过有效的横向物理联系工程措施,与既有道路结构形成整体,共同承受荷载。

(4) 线形拟合。

利用实测数据,以逼近现状道路线形并满足规定的技术指标为目的,进行平面线形及纵断面线形设计。

(5) 整体式扩建。

在既有道路内侧或外侧直接拼宽,形成整体式路幅,以达到改扩建目的。

(6) 分离式扩建。

在既有道路外侧或上部通过新建分离的道路,以达到改扩建目的。

(7) 扩挖。

对既有隧道扩大断面开挖重建。

(8) 同向车道分隔带。

单侧直接拼宽时,将既有中央分隔带保留形成的作为分隔同向行驶车道用的带状设施。

(9) 车道转换带。

单侧直接拼宽时,将既有中央分隔带改造为路面后,供同向车道分隔带两侧车辆转换行驶的带状区域。

1.3 高速公路改扩建工程特点

目前我国高速公路改扩建的经验及相应的规范标准主要集中在对既有高速公路进行扩建这一方式上,二级或一级公路提升改造为高速公路的情况更加复杂,经验不成熟,实际案例极少。因此,本文主要阐述既有高速公路进行改扩建设计。

高速公路改扩建不同于新建高速公路,主要有以下六个特点:

1. 需要协调新老高速公路的建设标准

既有高速公路建设一般运营10年以上才会出现改扩建的需求,改扩建时可能会出

现两种情况:

(1) 改扩建时现行高速公路技术标准和既有高速公路采用技术标准不同。

现行《标准》与1997版以及2003版有了较大的调整,如:设计速度、服务水平分级、横断面宽度、桥梁设计荷载、车辆折减系数、标准车型等方面均有所变化。同时现行相应的公路路线、路基、路面、桥涵、交叉、附属设施等技术要求也有部分调整。因此,在确定设计标准时,应充分考虑两个技术标准的衔接。

(2) 既有高速公路交叉的河道、铁路等技术标准变化。

随着相关行业规划的调整,和既有高速公路交叉的铁路建筑限界、河道通航等级及相应的技术标准变化时,在改扩建时,新建部分应当考虑按照新的技术标准要求;既有部分需要综合考虑,当既有高速公路已纳入交叉的铁路或河道的改造提升工程时,一般考虑按照新的标准,否则,宜维持既有高速公路的标准不变。同时设计应考虑相应技术标准的近远期的衔接。

2. 需要处治既有高速公路的各种病害

早期修建的高速公路,一方面,限于当时的经济条件、技术水平和经验的不足,修建的高速公路可能存在一些问题,如部分线形指标取值偏低、路基压实度不足、地基处理不到位、路面结构厚度偏薄、边坡防护不当等;另一方面,高速公路经过多年的运营,或多或少都存在着病害,如路面疲劳破损、路基沉陷、桥梁结构病害、隧道渗水、沿线交通设施破损及老化等。这些直接影响着既有高速公路的质量和正常运营,甚至直接威胁着高速公路运行车辆安全,造成不必要损失,同时也给日常养护、维修工作带来许多麻烦。因此,在高速公路改扩建时,应认真细致地分析病害,提出合理的处理措施。

3. 需要协调好新老高速公路间的衔接

高速公路改扩建的难点和重点之一是处理好新老高速公路间衔接,如线形(高程和横坡)的衔接、路基差异沉降的控制、新老路基结合部、路基横向排水衔接、路面拼接、桥梁拼接、互通立交的衔接等。只有协调好新老高速公路间的路基、路面、桥梁、隧道、沿线设施,才能充分发挥高速公路改扩建工程的功能。

4. 需要合理利用既有高速公路

高速公路改扩建时,应充分考虑利用既有的路基、路面、桥梁、涵洞、交通工程及沿线设施、道路两侧富余用地等。同时,对废弃的既有道路的路基填土、路面挖除材料、桥梁拆除废料、安全设施等材料,应综合考虑尽量利用于高速公路改扩建工程或其他低等级的公路工程。

5. 需要维持施工期间既有高速公路运营

对日益繁忙的高速公路进行改扩建,完全封闭交通进行改扩建是非常困难的,因此保持既有高速公路运行状态下进行改扩建是必然选择,交通组织方案应遵循不中断和少影响原则,既要考虑施工期交通组织方案对施工方案和设计方案的反作用,又要根据总体工程方案制定可行的交通组织方案。总之,高速公路改扩建项目要制订行之有效的综合性交通保障方案,包括区域路网的交通分流组织以及高速公路施工路段的交通组织两个部分,确保把改扩建对交通的影响降到最低程度。

6. 需要动态的设计及建设管理

由于施工周期比较长,并且施工期间还力求保证既有高速公路交通运营,根据施工现场实际情况,积极配合施工,最大化减少施工过程中对于道路交通的影响,往往需要采用动态设计的方法,及时调整设计,做到方案合理、投资节省、方便施工、保证安全。例如路面补强及加罩设计,施工图设计是根据当时的检测评价结果确定的技术方案,但是保通期间路面的技术状况会出现衰减,在实际进行路面改建时(一般时间间隔可能有2年左右),需要重新评价既有路面技术状况,动态的调整路面补强及加罩的设计方案。和动态的设计一样,改扩建工程中需要动态的建设管理。包括动态的计划调整、动态的交通组织调整、根据工程实施中暴露的问题以及动态的观测数据与设计动态跟踪相结合直至动态的建成路段运营管理等。因此,良好的实时的动态建设管理是“保证交通、提高质量、加快建设速度”的基本保证。

1.4 主要内容

本书共由十二章组成:

第一章回顾了我国高速公路新建及改扩建的发展历程,对高速公路改扩建设计的相关术语进行了定义,并总结了高速公路改扩建的工程特点。

第二章通过对国内外高速公路改扩建建设的调研,对不同地区不同类型的高速公路改扩建的关键技术进行了总结。

第三章提出了既有高速公路的交通运营、技术状况调查和评价的原则。结合改扩建工程的特点,重点对交通、路线、路面、桥涵、路基及沿线设施的调查内容、评价方法及标准进行了论述。

第四章重点论述了高速公路改扩建的启动时机、改扩建形式、改扩建规模,研究了高速公路改扩建时主要技术标准的采用,并对总体布置的技术要点进行了总结。

第五章重点论述了路线设计,包括横断面设计、平面设计、纵断面设计与运行速度检验。

第六章提出了既有路基利用与处置方法,阐述了地基处理、路基拼宽、路基排水,重点研究了桩承式拓宽路堤设计、新老路基结合设计与路基拼宽设计方法。

第七章提出了既有路面处置方法,阐述了扩建路面结构设计方法、既有沥青路面材料再生利用和路面防排水,重点研究了新老路面拼接处治、新老路面协同设计与再生材料组成设计方法。

第八章提出了桥涵病害的处置方法,论述了桥涵拼宽的技术,并对既有桥梁的顶升及拆除的技术进行了探讨。

第九章阐述了路线交叉改扩建设计的重点和原则,着重论述了路线交叉的总体方案设计,提出了改扩建互通立交线形设计标准及设计方法。

第十章提出了高速公路改扩建安全设施防护等级与设计原则,重点阐述了交通标志标线、护栏、临时交通安全设施、隔离栅与桥梁护网的设计要求。

第十一章简要论述了高速公路改扩建的管理及服务设施的设计。其中管理设施包

括：监控设施、通信设施、收费设施、供配电照明、房屋建筑等；服务设施包括服务区和停车区。

第十二章论述了高速公路改扩建施工期间的交通组织，包括既有高速公路内部交通组织以及利用区域路网进行交通分流交通组织两方面，通过合理的交通组织，尽可能降低高速公路改扩建对交通通行的影响。

第二章 国内外高速公路改扩建建设与发展

2.1 国外发展状况

2.1.1 技术发展概况

由于美国、德国、日本等国家开始高速公路建设的时间较早，其理论体系较为成熟和完善，随着公路研究的不断深入和道路建设的日益饱和，高速公路改造升级的方法和技术越来越受到重视。其中，以美国高速公路的改扩建建设研究最为典型，取得的成就也很显著。

二战之后，因国防要求，美国开始在国内大规模的建设高速公路，到20世纪70年代末期，美国的高速公路网基本成型，高速公路的建设从新建转向对原有道路的扩容改造。同期，美国国内数条高速公路已经开始初步的改扩建研究和实践。从1981年开始，美国政府基本上不再对高速公路新建项目投资，而是转向4R项目（Restoration, Resurfacing, Reconstruction, Relocation），即对高速公路进行重修、重新铺面、重建和重置的工程项目。1982年，美国国会通过《陆上运输资助法》，规定用于州际高速公路的资助金额中，用于4R项目的不得少于40%，这一项政策突显出了美国政府对高速公路改扩建建设的重视。

1983年，TRB组织在美国召开了公路扩建工程专题国际会议，总结了发达国家近10年来对高速公路扩容改建的技术和方法，会议主要集中在对结构拼接和施工方法上的总结。

1983年，美国学者 Jack E. Leisch 在 ITE Journal 上发表名为 *Plan/Design Features and Case studies in freeway Reconstruction* 的论文，较为系统地论述了高速公路改建拓宽中在几何设计上普遍遇到的问题，尤其对立交设计的问题作了很精辟的总结。1999年美国普渡大学的 Richard J. Deschamps 等人对加宽路基进行了研究，提出了加宽路基的设计指南和施工步骤，并对相应的规范进行了修订。

美国 AASHTO—2002 版设计方法中，老路拓宽部分的设计中强调了新路和老路必须良好结合，要求新拓宽的路面结构性能尽可能和原有路面相近。认为在常规设计下，旧路拓宽工程中，沿结合面破坏是不可避免的，AASHTO 仅提出了以上一些原则和技术措施的建议，但没有提供明确的有针对性的结构设计方法。

日本已建成通车的高速公路中隧道和桥梁所占比例较大，填筑路基段大多位于山壑峡谷依山体而建，因此，根据地形条件，除少数一般的平原、丘陵挖、填方路段采用两侧拼接加宽的方式外，其他路段多以单侧拼接加宽为主，局部路段的隧道、桥梁和路基采取分离新建的做法。对路基段的拼接采用轻质填料（空气泡沫轻质稳定土或发泡聚苯

乙烯 EPS), 拼接过程中对原路基一般不作大面积开挖台阶复压处理。路面大多采用排水性沥青混凝土路面结构为 4cm 排水性沥青混凝土面层+6cm 沥青防水层+10~20cm 沥青处治基层+17~25cm 水泥处治底基层, 面层石料为坚质砂岩, 其中 10~13mm 粒径石料占 70%~80%、砂占 10%~15%, 矿粉占 4%, 树脂沥青占 5%, 孔隙率达 20%, 排水性沥青混凝土路面提高了道路的安全系数和行车的舒适性。

日本是地震灾害多发的国家, 桥梁的设计更加注重抗震性能, 在高速公路扩建中, 一般不对原桥作直接拼接加宽处理, 而是与原桥并行新建, 上下结构均不作连接, 多采用钢箱梁以及其他型式的钢梁结构。在需要对原桥直接作拼接加宽处理时, 上下构件均作连接(当预应力混凝土连续箱梁有横向预应力时, 上部结构不连接), 以提高新旧桥梁连接后的整体强度。在新旧桥梁连接时采用了膨胀混凝土技术, 以减小原桥行车振动产生的影响和普通硅酸盐水泥混凝土自身干缩性影响, 保证新老混凝土交接处的整体性。高速公路改扩建需要新增下穿通道时一般采用液压顶推混凝土箱体技术, 形成了独特的“单桩顶推、组合成梁、圈拱浇注”的施工技术方法。

日本十分重视环境保护、安全生产、文明施工和现场作业管理, 日本的高速公路拓宽改造施工也是在开放交通情况下进行的, 施工中对所有运送材料的车辆都安装了防散落、防扬尘的密封设施, 施工现场, 都分类摆放垃圾箱, 严禁乱扔杂物, 所有材料分类堆放整齐, 工地上非常整洁, 现场看不到散落的黄沙和水泥。道路的拓宽基本上做到了边填筑、边整坡、边清理、边绿化, 排水设施同步施工, 施工组织非常严密。

综上所述, 从 20 世纪 80 年代开始至今, 国外发达国家对高速公路扩容改造的方案选择由过去简单考虑满足交通功能的思维模式转变为考虑交通、生态、环境、经济、技术、社会影响等多目标的改建模式。高速公路与周边环境、生态系统和公众生活的相适性越来越受到重视, 选择怎样的扩建方案以及怎样利用先进技术来减小扩建项目的影响成为高速公路改扩建研究的重中之重。

通过对国外高速公路改扩建的分析可知: 近几十年内国外对高速公路改扩建的研究重点在改扩建方案比选、公路改建拓宽中的几何设计、路基路面结构拼接和施工方法上这几个方面, 并且在设计规范中也只对高速公路改扩建提出一些原则和技术上的建议。

2.1.2 工程案例

美国高速公路建设始于 20 世纪 40 年代, 其中相当一部分是在原有道路的基础上改建而成。由于美国平原多、大川大河少, 加上土地资源丰富, 州际高速公路建设中绝大多数采用了宽中央分隔带, 这些设计理念为后期的高速公路扩建带来了许多便利条件。随着经济和汽车工业的发展加上州际高速公路均不收费, 交通量增长较快, 70 年代后开始逐渐进入高速公路扩建时期。由于早期建设的高速公路多采用了宽中央分隔带的形式, 高速公路扩建多采用了原位加宽的方式, 车道数从 4 车道增加为 8 车道、10 车道。为了充分发挥高速公路快速通过能力, 交通量大的高速公路两侧大多设置了集散车道, 用于收集和疏散高速公路交通, 构成了美国高速公路的一个特色。

1. 美国 15 号高速公路

美国 15 号州际高速公路拉斯维加斯至洛杉矶段原来以 6 车道为主, 局部为 4 车道,

随着交通量的增长,道路服务水平开始下降,内华达州开始实施道路扩建。15号高速公路与美国大部分高速公路一样采用了宽中央分隔带的方式,扩建工程采用内侧加宽方式将道路扩建为8~10车道,把原来的宽中央分隔带改为新泽西分隔带(图2-1)。



图 2-1 改扩建后的美国 15 号高速公路

2. 美国 45 号高速公路

45号高速公路休斯敦通往加尔维斯敦段从1952年的4车道公路到1999年逐渐扩建为8车道为主(局部6车道)的高速公路,整个建设过程历时近50年。

3. 美国 59 号高速公路

59号高速公路是休斯敦西南方向的重要出口道路,1976年形成完整的4车道高速公路,随着交通量的增加,从1992年开始分段实施扩建,到2002年全线建成了以10车道+2HOV车道为主的高速公路。59号高速公路两侧设置了集散车道,集散车道与高速公路的连接有集中连接与分散连接两种方式(图2-2),分散连接是间隔一定的距离分别设置主线出口和主线进口,集中方式是在较短的距离内允许匝道交叉设置主线出口和主线进口。



(a) 分散连接方式



(b) 集中连接方式

图 2-2 美国 59 号高速公路主线和集散车道的联系方式

4. 加拿大多伦多 401 高速公路

多伦多是加拿大人口最多的城市,交通需求量大,高速公路网发达。401高速公路是多伦多市内东西向主要干线高速公路,1952年开始建设,断面车道数为4~22,平均每天通过交通量大于1.5万~40万辆(小汽车)。401高速公路建设时期不同路段采用了不同的标准,且标准差异较大,建成后不同路段交通发展不同,其中一些路段进行了扩建(图2-3)。