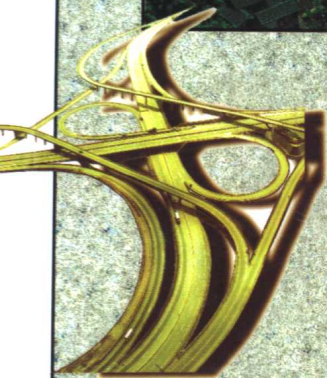


高速公路丛书

高速公路立交工程

高速公路丛书编委会



人民交通出版社

高速公路丛书

GAOSU GONGLU LIJIAO
GONGCHENG

高速公路立交工程

高速公路丛书编委会

人民交通出版社

内 容 提 要

《高速公路立交工程》是《高速公路丛书》之一。本书共分十四章,内容包括绪论、立体交叉的规划、设计依据、形式选择、方案评价、主线及跨线桥、匝道设计、附属设施设计、桥梁设计、桥梁结构计算、通道与人行天桥设计、计算机辅助设计、桥梁施工以及设计实例等。本书力求反映国内外最新研究成果,并与现行标准和规范相适应。

本书可供从事高速公路立交工程科研、规划、设计、施工工作的技术人员参考使用,也可作为大专院校相关专业师生学习参考书。

图书在版编目(C I P)数据

高速公路立交工程/高速公路丛书编委会编. 北京:
人民交通出版社, 2000 11
(高速公路丛书)
ISBN 7-114-03784-8

I. 高… II. 高… III. 高速公路-立体交叉-道路
工程 IV. U412.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 56124 号

高速公路丛书

高速公路立交工程

高速公路丛书编委会

正文设计:王秋红 责任校对:张 捷 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本:787×980 $\frac{1}{16}$ 印张:31 插页 2 字数:558 千

2001 年 1 月 第 1 版

2001 年 1 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—5000 册 定价:48.00 元

ISBN 7-114-03784-8

U·02741

《高速公路丛书》编委会

编委会主任:杨盛福

编委会副主任:张之强 李家本

编委 (按姓氏笔画为序):

于凤河	乌小健	王秉纲	毛宝兴	田凝寿
朱惠君	李 华	李少峰	李守善	李道辅
闵 江	沈天勇	张 全	陆仁达	周 伟
杨华仕	杨家沪	赵凤娟	顾 锋	屠筱北
曹右元	程英华	熊秋水		

秘 书 组:韩 敏 沈鸿雁

《高速公路立交工程》

主编单位:长安大学 天津市市政工程局

主审单位:天津市市政工程局

编审委员会

主任委员:田凝寿

主 编:杨少伟 徐 岳

副 主 编:黄大健 许金良 郝宪武

编 委:杨少伟 徐 岳 许金良 郝宪武

刘来君 王春生 赵一飞 赵永平

统 稿:杨少伟 徐 岳

主 审:陈福明

副 主 审:黄大健

审 稿:陈福明 黄大健 朱兆芳 童文威 张孚珩 张培基

马承祖 张达权 刘旭锴 赵建伟 王淑训

序

我国高速公路的发展,经过 70 年代规划论证,80 年代中期实现零的突破,进入 90 年代后,高速公路有了很大发展,到 1999 年 10 月 31 日随着济泰高速公路的建成通车,高速公路通车里程已突破 1 万公里。高速公路在中国的出现,引起了人民的普遍关注,高速公路以其巨大的社会效益,赢得了社会的公认,已经成为现代化交通的重要标志。今后,随着我国国民经济和社会的蓬勃发展,公路客、货运输量的迅速增长,高速公路必将进一步发展。

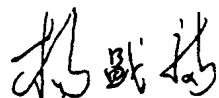
改革开放以来,我们在学习和借鉴国外有关高速公路规划、设计、施工和管理经验的基础上,结合我国的国情,不断实践、探索、总结,逐步形成有自己特色的一套高速公路规划、设计、施工和管理体系。根据人民交通出版社的建议,国家新闻出版署将高速公路丛书列为“八五~九五”国家级重点图书,交通部原工程管理局(现公路局)于 1992 年底组织全国 18 个省(市)和部属单位的有关专家,组成了高速公路丛书编写委员会,具体负责丛书的编写工作。

这套丛书共八册,内容包括《高速公路规划与设计》、《高速公路路基设计与施工》、《高速公路路面设计与施工》、《高速公路立交工程》、《高速公路交通工程及沿线设施》、《高速公路建设管理》、《高速公路运营管理》和《高速公路绿化与环境保护》,于 1996 年起陆续出版发行,以填补我国在高速公路科技丛书方面的空白。

丛书广泛地收集了我国已建成高速公路的建设和运营管理的资料,及时地总结了我国 10 余年来高速公路建设、管理的经验和教训,并吸取了国外有关的先进技术和管理经验,是一套结合我国国情、理论联系实际、全面系统介绍我国高速公路规划、设计、施工和运营管理的科技丛书。该丛书既可供从事高速公路的科研、设计、施工、养护和管理人员学习、借鉴,也可供大专院校、中等专业学校的师生学习参考,以促进我国高速公路建设事业健康发展,少走弯路,不断提高建设和管理水平。

虽然我国高速公路从“七五”以来,有了较大的发展,但应该说还是刚刚起步,丛书所论述的观点,难免有其局限性。为此,希望从事高速公路建设

和管理工作的领导和工程技术人员,在今后的实践中,不断丰富、完善、发展、提高有关高速公路建设和管理的理论,为促进我国高速公路建设和管理现代化添砖加瓦,再创辉煌。

A handwritten signature in black ink, consisting of three stylized Chinese characters: 杨国华 (Yang Guohua).

1999 年 11 月

前 言

立体交叉是高速公路必不可少的组成部分。随着我国高速公路的发展,必然要修建大量立体交叉,以实现高速公路与被交道路的连接和车辆行驶方向的转换。为适应我国高速公路建设迅速发展的需要,满足广大科技人员对高速公路立体交叉研究、规划、设计、施工等方面的要求,结合我国国情,不断实践、探索,进一步总结和完善立体交叉的规划与设计是非常必要的。

《高速公路立交工程》为国家新闻出版署所列“八五~九五”重点图书《高速公路丛书》之一。本书从立体交叉线形设计和结构设计的角度,系统地介绍了高速公路立体交叉规划、设计和施工的技术与方法,力求内容通俗实用,并与现行标准和规范相适应。在介绍一般内容的基础上,总结、吸收国内的成功经验,反映国内外立体交叉规划设计新方法和施工新技术。

本书共十四章,第一、三、四、七章由杨少伟编写,第二、十四章由赵一飞编写、第五、六章由赵永平编写,第八、十二章由许金良编写,第九、十一章由徐岳、王春生编写,第十章由郝宪武编写,第十三章由刘来君编写。本书所有插图均由王海君同志绘制。全书由杨少伟、徐岳统稿,由陈福明、黄大健、朱兆芳、童文威、张孚珩、张培基、马承祖、张达权、刘旭锴、赵建伟、王淑训审稿。本书在编写过程中得到主编、主审所在单位的各级领导和一些专家教授的大力支持,尤其是丛书编委、本分册编审委员会主任委员田凝寿同志,自始至终指导本书的编写并给予了极大的帮助。在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2000年6月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 立体交叉的发展.....	1
第二节 立体交叉的作用与组成.....	8
第三节 立体交叉的设计程序	12
第二章 立体交叉的规划	15
第一节 立体交叉规划调查	15
第二节 立体交叉的交通流量预测	22
第三节 立体交叉规划的一般原则	44
第四节 立体交叉位置的选定	45
第三章 立体交叉的设计依据	51
第一节 计算行车速度	51
第二节 设计交通量与通行能力	53
第三节 匝道设计的技术标准	60
第四章 立体交叉的选型	75
第一节 立体交叉的分类	75
第二节 立体交叉的形式及特点	80
第三节 立体交叉形式的选择.....	108
第五章 立体交叉的方案评价	113
第一节 综合评价法	113
第二节 分项评分法	125
第三节 技术经济比较法	127
第六章 立体交叉的主线及跨线桥	131
第一节 立体交叉的主线线形.....	131
第二节 跨线桥	134
第七章 匝道设计	139
第一节 匝道的组成与分类.....	139
第二节 匝道的布设	145
第三节 匝道平面线形设计方法	160
第四节 匝道的几何设计	180

第五节	匝道的道口设计·····	190
第八章	立体交叉的附属设施设计·····	197
第一节	交通设施设计·····	197
第二节	收费站及收费广场设计·····	215
第三节	立体交叉范围内的排水设计·····	219
第九章	立体交叉桥梁设计·····	221
第一节	立体交叉桥梁概述·····	221
第二节	立体交叉桥梁的规划和结构设计要点·····	223
第三节	立体交叉桥梁结构的基本体系和类型·····	228
第四节	立体交叉桥型的选择与墩台布置·····	229
第五节	立体交叉桥梁的一般构造·····	236
第六节	立体交叉桥梁的桥面构造·····	254
第七节	景观设计·····	257
第十章	立体交叉桥梁结构计算·····	264
第一节	斜梁(板)桥计算·····	264
第二节	弯梁(板)桥计算·····	316
第三节	分叉桥结构的计算·····	338
第四节	立体交叉桥梁下部结构计算要点·····	341
第十一章	人行天桥与通道设计·····	346
第一节	概述·····	346
第二节	人行天桥设计·····	349
第三节	人行天桥计算要点·····	353
第四节	通道设计·····	358
第五节	通道的结构计算要点·····	360
第十二章	立体交叉计算机辅助设计·····	361
第一节	立交方案评价系统·····	362
第二节	数字地面模型简介·····	365
第三节	立交 CAD 系统的总体设计·····	372
第四节	立交匝道平面设计系统·····	375
第五节	匝道纵断面设计系统·····	383
第六节	匝道横断面及连接部设计系统·····	388
第十三章	立体交叉桥梁施工·····	398
第一节	立体交叉桥梁施工测量·····	398
第二节	立体交叉桥梁上部结构施工·····	402
第三节	立体交叉桥梁下部结构施工·····	426

第四节	桥面防水层、伸缩缝及支座的施工	436
第十四章	立体交叉设计实例	444
第一节	立体交叉方案设计实例	444
第二节	立体交叉线形设计实例	448
第三节	立体交叉跨线桥结构设计实例	478
参考文献		482

第一章 绪 论

第一节 立体交叉的发展

立体交叉(简称立交)是利用跨线构造物使道路与道路(或铁路)在不同标高相互交叉的连接方式。高速公路是交通运输现代化的重要标志,立体交叉是高速公路必不可少的组成部分。随着我国高速公路的迅速发展,必然要修建大量立体交叉,以实现道路之间空间交叉和行车方向的转换。

一、国外立体交叉的发展

纵观立体交叉的发展,它是伴随着社会经济增长和汽车工业发展而产生的一种道路交通设施。随着社会经济的增长,汽车工业快速发展,促使道路交通运输业迅速发展。此时,道路上的一些平面交叉口就成为行车的咽喉地段,交通拥挤不堪,堵塞现象严重,通行能力小,车速低,油耗大,交通事故频繁,平面交叉越来越不能适应交通量增长的需要。为此,不得不使平面交叉变为立体交叉,使道路交叉向立体化方向发展。

在 20 世纪 20 年代初,新建城市中构想采用多层、空间交叉的高效快速交通系统就已在外国提出。追溯道路立体交叉的发展和演变,从构想到实现,从平面到空间,发端于城市道路,发展于高速公路。

美国 20 世纪 20 年代就开始修建立体交叉。1928 年美国在新泽西州的两条道路交叉处修建了第一座公路立体交叉,如图 1-1 所示。该立体交叉为全苜蓿叶式,平均每昼夜通过的交通量达 62 500 辆,高峰小时交通量达 6 074 辆。1930 年又在芝加哥建成了第一座拱式立体交叉桥,到 1936 年已建成 125 座立体交叉。随后,为适应交通量日益增长的需要,美国在洛杉矶建成一座四层半定向式立体交叉,使立体交叉开始向多层定向型方向发展,如图 1-2 所示。该立交第一、三层分别为两对左转匝道,第二、四层为直行车道。最上层高出地面 14.4m,最下层低于地面 6.6m。正线计算行车速度为 96km/h,匝道计算行车速度为 55km/h,每昼夜通过的交通量达 75 000 辆~100 000 辆,耗资约 280 万美元。

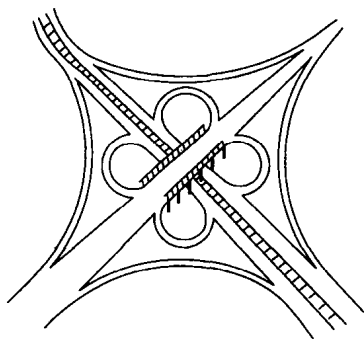


图 1-1 第一座公路立体交叉

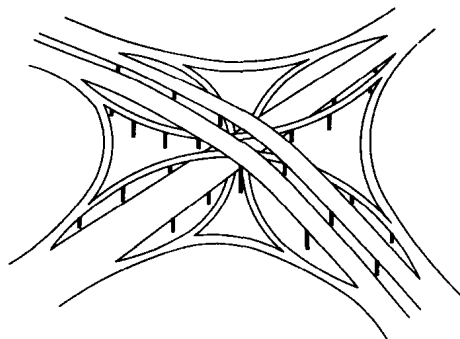


图 1-2 四层半定向型立体交叉

第二次世界大战之前德国就开始修建高速公路。1929 年 ~ 1932 年修建了从波恩到科隆之间带立交的四车道公路被认为是德国第一条高速公路。1933 年 1 月希特勒上台,立即着手大规模修建高速公路且战后继续修建,其标准和质量之高是举世闻名的。由于高速公路是不收费的,因此,从 1935 年开始修建了大量苜蓿叶式或部分苜蓿叶式立体交叉。这种立交只需修建一座跨线构造物,匝道可以用土方来填筑,不仅降低了造价,而且适宜于分期修建,使部分苜蓿叶式立交改建为全苜蓿叶式立交。例如德国 A6 高速公路上有二十多座立体交叉,几乎全是苜蓿叶式,其中几座如图 1-3 所示。图中 a)为已建成的全苜蓿叶式立交;b)为近期已建跨线构造物,远期建成全苜蓿叶式立交;c)为近期三肢立交,远期为四肢全苜蓿叶式;d)为近期部分苜蓿叶式,远期发展为全苜蓿叶式立交。以上四座立交包括远期修建部分,均设有集散车道,而且远期都为全苜蓿叶式立交。e)和 f)都为近期一次建成的部分苜蓿叶式立交。图 1-4 是德国温斯堡立体交叉,为 A6 和 A81 高速公路相交处的部分苜蓿叶加定向匝道式立交,设有集散车道,整个立交线形十分流畅,布置紧凑。

瑞典于 1931 年 ~ 1935 年在斯德哥尔摩建成了著名的斯鲁先立体交叉,采用 3 个小环道的部分苜蓿叶式立交以解决交通问题。

加拿大于 1936 年在安大略省别尔里格顿城附近的公路上建成第一座三肢喇叭式立体交叉,如图 1-5 所示。1937 年在克列奇特港城附近的米德尔—鲁乌德公路与 10 号干线公路相交处修建了一座全苜蓿叶式立体交叉。1938 年又在阿尔里格顿城附近建成第一座四肢环形立体交叉,如图 1-6 所示,上跨为一条铁路。

第二次世界大战后,随着汽车保有量的急剧增加,人类活动时空观的转变,要求运输方式快速化,使高速公路应运而生。由于传统的平面交叉已不

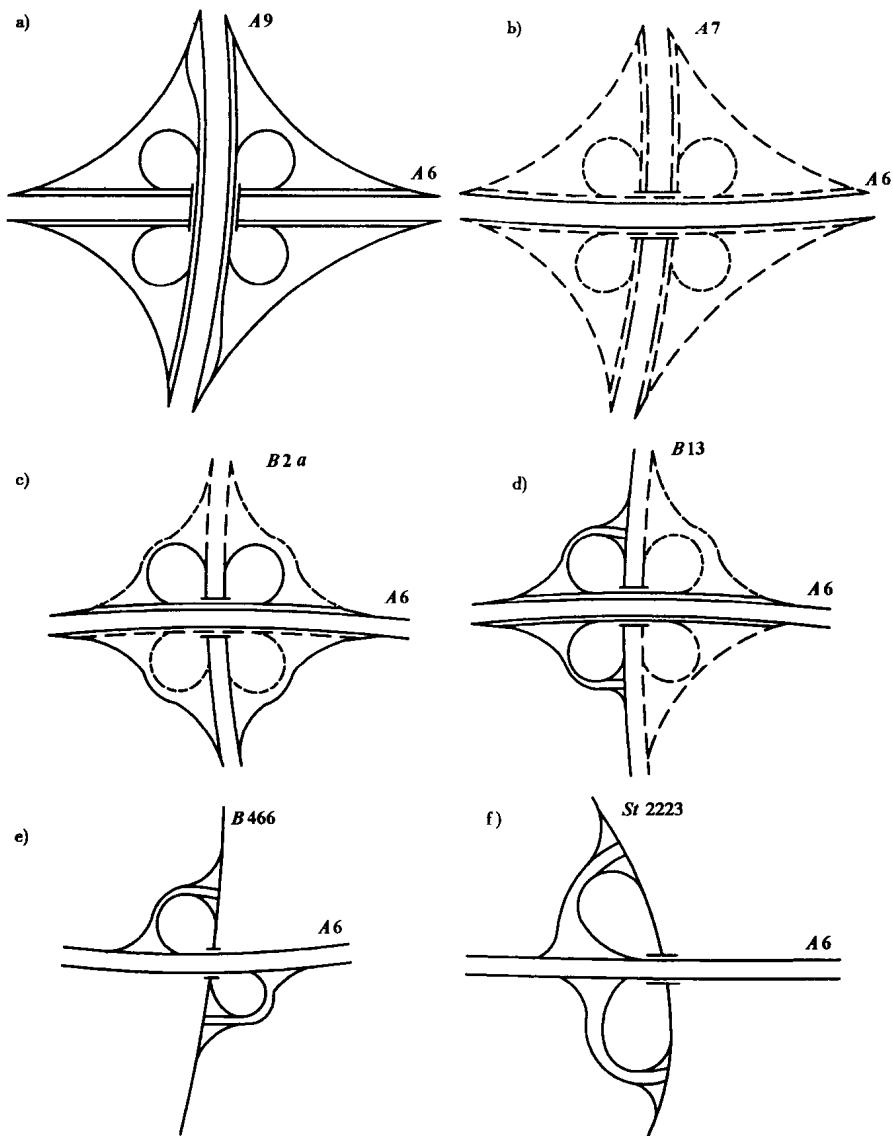


图 1-3 德国 A6 高速公路立体交叉

能适应高速公路交通特性的要求,代之而起的是空间立体交叉的交通分配模式。20 世纪 50 年代中期开始,美、英、法、联邦德国和日本等国开始大量修建高速公路,立体交叉向多层化方向发展。进入 60 年代,澳大利亚、西班牙、墨西哥、加拿大、捷克斯洛伐克、南斯拉夫以及一些发展中国家也加入了大量修建立体交叉的行列。到目前,各国陆续修建了大量的立体交叉,并逐

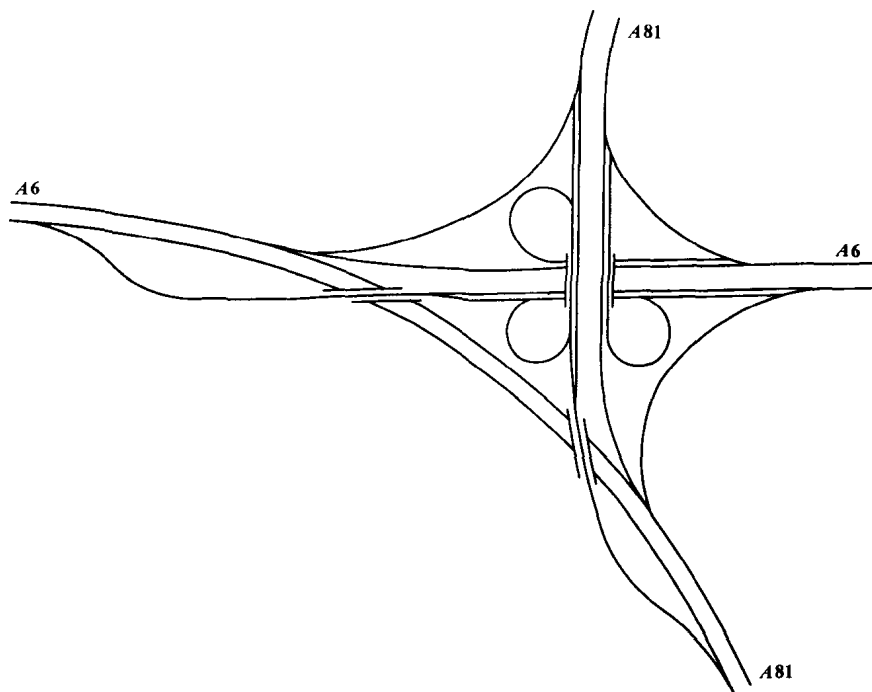


图 1-4 德国温斯堡立体交叉

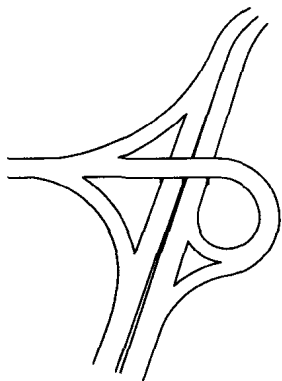


图 1-5 三肢喇叭式立体交叉

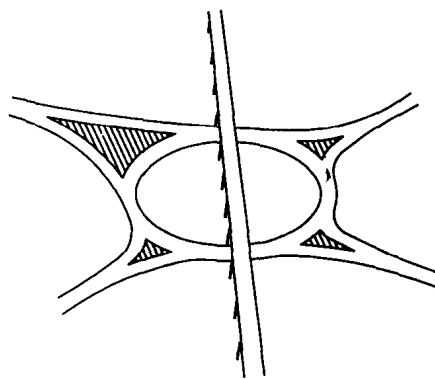


图 1-6 四肢环形式立体交叉

步地形成了不同的特色和风格。比如,美国国土辽阔,立交形式众多;日本国土狭窄,近 70% 的形式是喇叭形或组合喇叭形立交;英国则以环形立交为主,特别是小环岛立交。国外立体交叉正向着多层定向式方向发展。

二、国内立体交叉的发展

我国修建立体交叉起步较晚,首先是从解决城市道路交叉口的交通问

题开始的。1964 年,广州市在大北路建成第一座双层环形立体交叉,该立交于 1986 年又改建为三层环形立体交叉。

从 20 世纪 70 年代初开始,北京市在二环路上先后修建了十几座立体交叉,例如,西直门三层环形立交,下层为二环路直行机动车道,中层供行人与非机动车行驶,上层供被交道路直行车辆及所有转弯车辆行驶。另外,二环路上的建国门立交和复兴门立交均为全苜蓿叶式,其中建国门为三层长条全苜蓿叶式立交,机动车与非机动车在不同标高的平面上行驶。

进入 20 世纪 80 年代后,随着我国改革开放政策的步步深入,经济的快速增长,全国各地纷纷修建高速公路。1984 年 12 月动工,1988 年 10 月建成通车的沪嘉高速公路,是我国大陆第一条最早建成通车的高速公路。1984 年 6 月动工,1990 年 8 月建成通车的沈大高速公路,全长 375km,为我国大陆第一条最长的高速公路。截至 1999 年底,我国高速公路通车里程已达 11605km,在这些公路上修建了大量立体交叉。另外,北京、天津、广州、沈阳、南京、上海、西安等城市,为了改善城市交通,修建了许多全立交或部分立交的环城高速公路;为了改善一些交通量大、阻塞严重交叉口的交通问题,也都修建了立体交叉。例如,沈大高速公路设有 25 座立体交叉,天津市中环路全长 34.49km,设置了 12 座立体交叉,广州环市路全长 7.3km,设了 3 座立体交叉。到 1998 年,北京市共修建立体交叉 165 座。在这一阶段,具有我国独特风格的立体交叉主要有:

北京市三元立体交叉,如图 1-7 所示。该立交位于北京市东北三环路、机场路和京顺路交汇处,后两条为相距 160m 的平行路,三环路为城市快速路,机场路为专用快速路,京顺路为一级公路。为解决交通问题,将两个

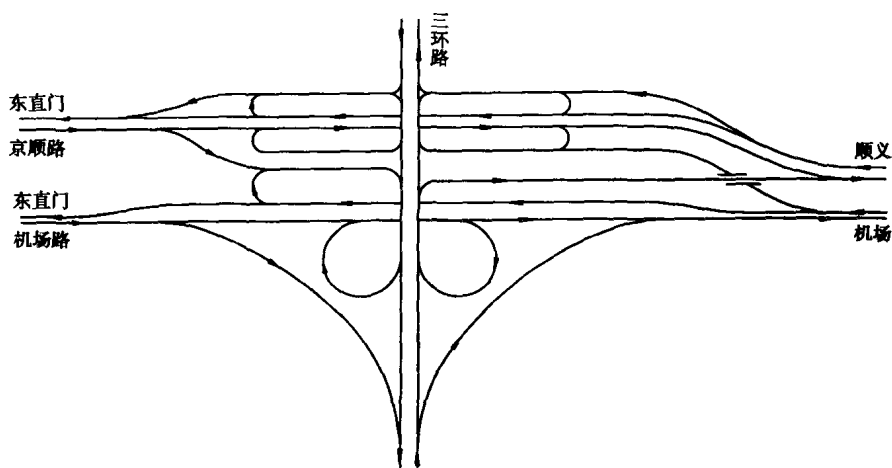


图 1-7 北京三元立体交叉采用方案

立交合并在一起进行设计,其中三环路京顺路交叉处为长条全苜蓿叶式立交,与机场路交叉处为部分苜蓿叶式立交。该立交工程于 1983 年 12 月 1 日破土动工,1984 年 9 月 15 日建成通车,占地 350 000m²,设计交通量为 12 000 辆/h,为北京市当时规模最大、雄伟壮观的立交。

沈大高速公路大石桥立体交叉,如图 1-8 所示。沈阳~大连高速公路在 K156+205.4 处与营口一大石桥铁路相交,又在 K156+255.5 处与营口一大石桥一级公路相交,铁路部门希望除主线跨越铁路以外,匝道避免与铁路干扰。据此,经多方案反复比较,沈大线上设喇叭形立交,营大线上设 Y 形立交,在这种客观条件下,此方案是合理的。

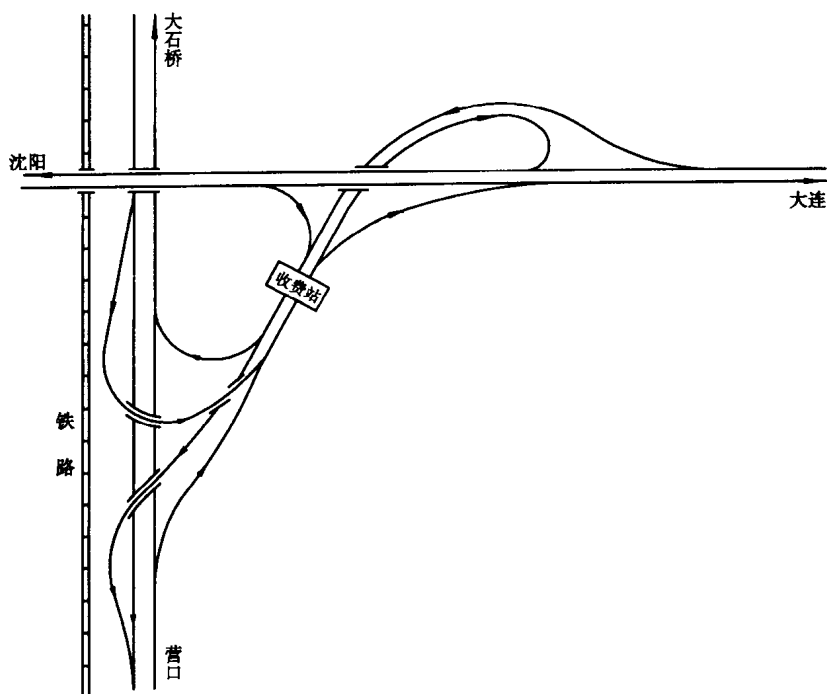


图 1-8 沈大高速公路大石桥立体交叉

天津中环线中山门立体交叉,如图 1-9 所示。该立交位于中环线与津塘公路两条主干线相交处。交叉西侧受已建居民楼和两所学校限制,东侧为拟建商业中心和文化宫,不宜拆迁和占用。所采用方案被称为蝶式立交,功能完善、造型新颖,满足场地限制要求。该立交竖向分为三层,地面一层供行人和非机动车通行,二、三层供机动车行驶。中环线对向行车道设计标高各异,并合理利用空间组合布设匝道,有效降低了桥面标高。

又如北京市四元立交、上海延安中路立交、延安西路立交、浦东新区龙阳路立交和罗山路立交等,都是我国立交交叉高水

平发展的典范。

我国立体交叉的规划与设计,尽管起步较晚,但发展速度是举世瞩目的。从整体来看,立体交叉正在向形式简洁、功能齐全、线形平顺、流畅美观、施工方便方向发展。要求跨线构造物材料轻质、高强、便于拼接。规划设计将全面合理,利用智能型 CAD 技术向自动化方向发展。线形设计向灵活、方便的曲线型设计方法转变,施工向快速简便、工业化制造的方向发展。这些将是我国立体交叉发展的趋势。

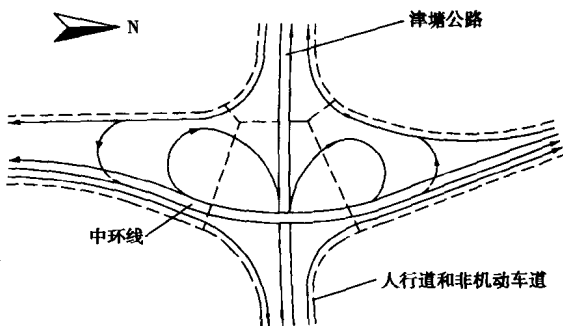


图 1-9 天津中环线中山门立体交叉示意图

三、需要进一步研究的问题

立体交叉的发展是随着高速公路的迅速兴起而逐步发展的。高速公路的兴起,标志着我国经济建设持续、稳定、快速发展的成就,立体交叉的产生则标志着人们对道路交叉认识上的飞跃,即道路交叉决不是道路偶然相交形成的简易道口,而是处理和组织交通运行的手段。国外在高速公路建设的初期,提出的立交形式是多种多样的,但大多是自发的和凭经验的,还没有形成设计理论。直到 20 世纪 50 年代中期,多层次立交设计理论逐步建立和发展,但至今仍然落后于高速公路线形设计理论,尤其是立体交叉的规划尚处于经验阶段,未形成科学的、实用的规划理论。我国立体交叉发展进程中需要在下列方面进一步研究和总结:

1. 远景交通量预测分析的问题,这是立体交叉布局 and 选型设计中经常遇到的首要问题。

2. 技术标准与线形设计的问题。当汽车出入立交及其匝道时,经常处于车速变化状态,其线形设计如何适应这种变速行驶状态的需要,应结合立交形式的特征正确合理的选定,以满足立交使用功能和安全行驶的需求。

3. 立交桥梁结构设计与施工问题。立交桥梁孔径一般为中小跨径居多,桥梁结构以弯、坡、斜、异形结构居多,应加快深化此类桥梁结构方面的设计理论和构造研究。在施工上,应从如何加快施工进度、提高工程质量、有效地缩短工期、向预制装配化快速施工方向发展的研究。对于城市立交和在城市附近修建高速公路立交,应对减小施工噪声、施工废弃材料等造成