

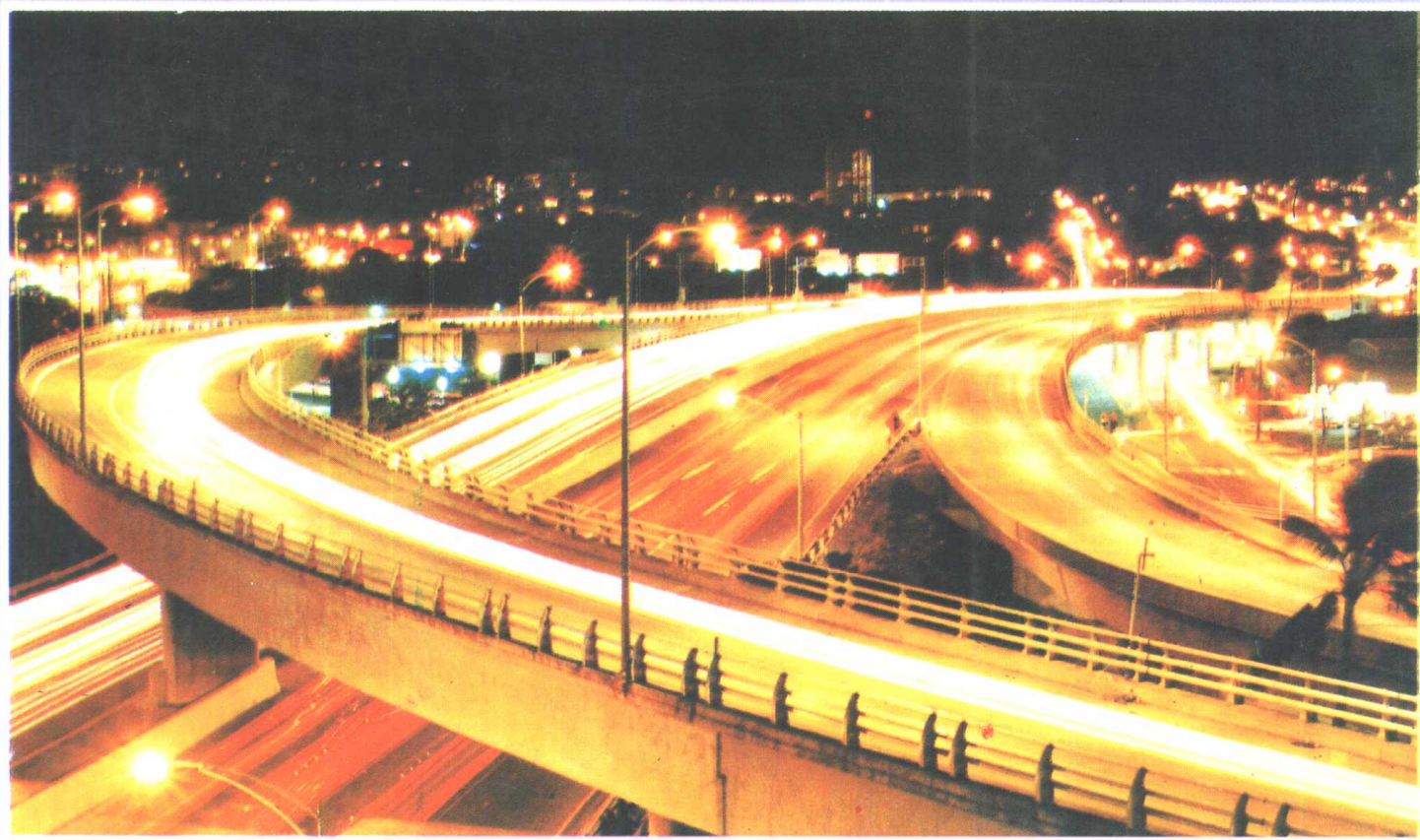
道路 交叉 设计

DAOLU

JIAOCHA

SHEJI

冯桂炎 编著



湖南科学技术出版社

道路 交叉 设计

冯桂炎 编著

湖南科学技术出版社

湘新登字 004 号

道路交叉设计

冯桂炎编著

责任编辑：余枚 何信媛

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湖南省新华书店经销

湖南省新华印刷二厂印刷

(印装质量问题请直接与本厂联系)

*

1995年4月第1版第1次印刷

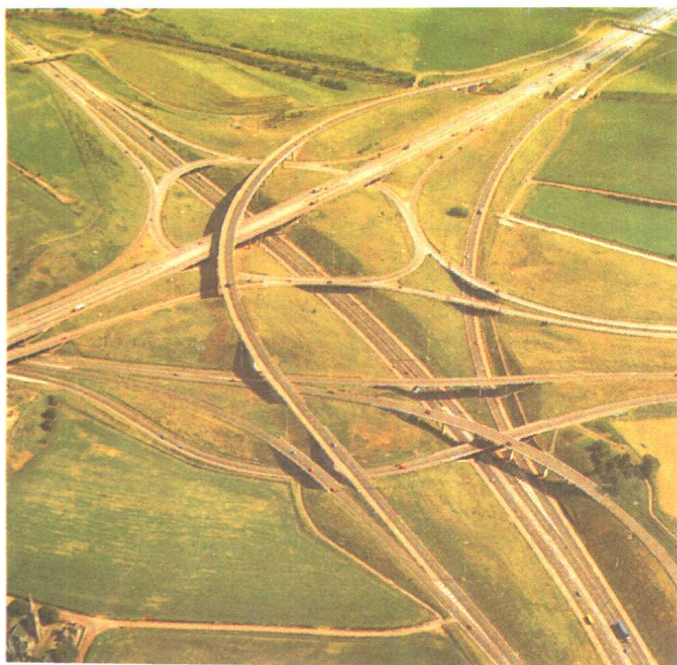
开本：787×1092毫米 1/16 印张：11 插页：3 字数：26,600

印数：1—3,100

ISBN 7-5357-1547-8

U·29 定价：13.60元

地科154—11



组合型多桥定向式立交 (英国)

两层环形互通立交 (英国)



滑轮型七桥
定向式互通立交
(英国)

参见本书图3.2.14

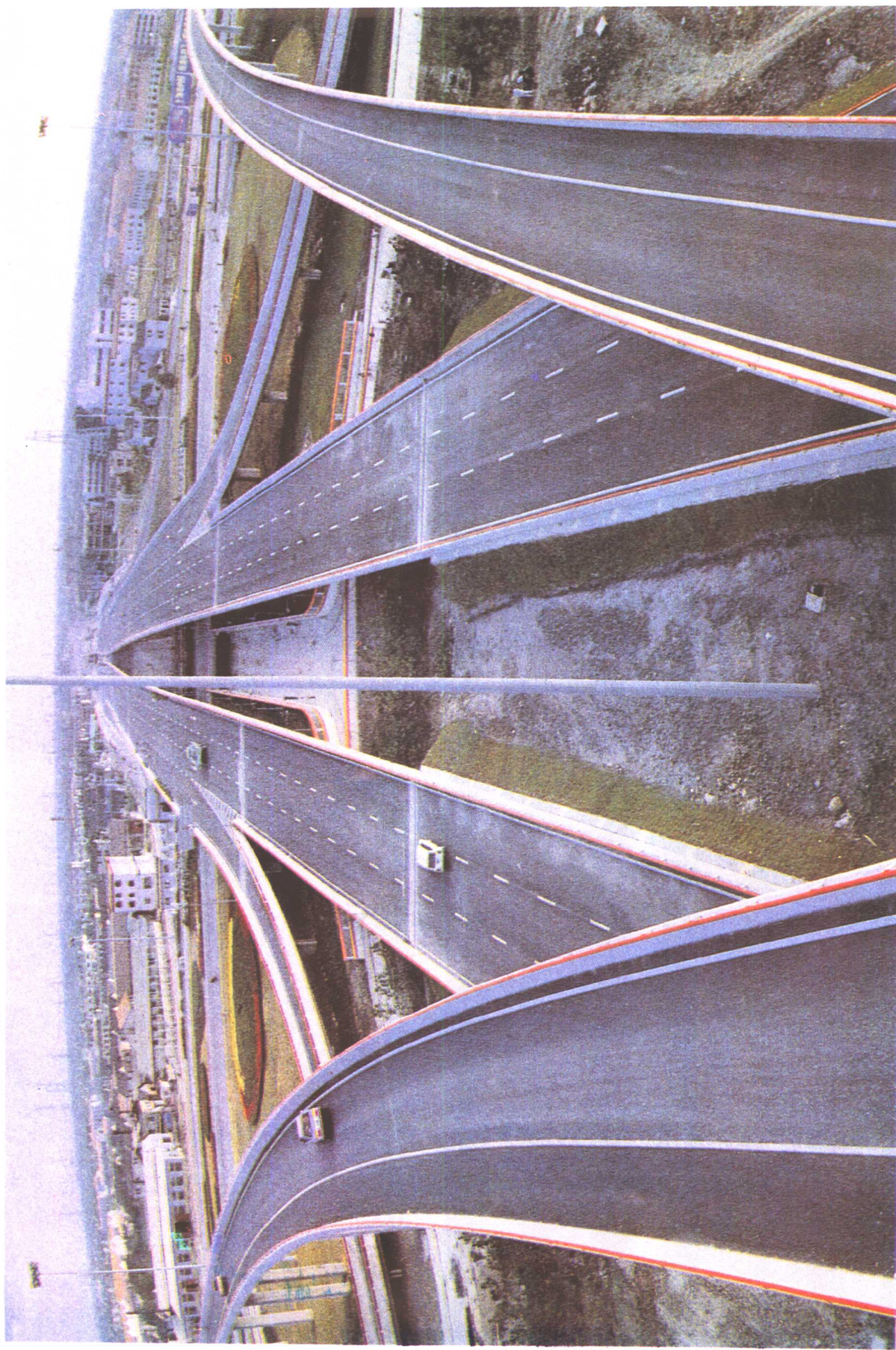


上海内环线漕溪北路立交桥（尔冬强 摄）

上海罗山路立交桥（刘开明 应富棠 摄）



上海罗山路立交桥(局部)





合宁高速公路大墅喇叭型互通立交



两层椭圆形
环形互通立交
(英国)

参见本书图 3.2.17

道路交叉口是交通的咽喉，是道路地势险要的交通孔道。在交通量不大、行驶速度不高的汽车运输发展初期，交叉口的安全和通行能力尚不为人们所关注。但随着汽车交通的发展，交通堵塞和交通事故不断上升，尤其是在城镇的混合交通状况下，交通堵塞造成的时间浪费，燃料和精力损耗，汽车尾气对大自然空气的污染，特别是事故的增多，促使人们认识到了交叉口在路网规划和道路设计中的重要意义。

改革开放以来，在我国社会主义经济迅猛发展下，不论是城市道路，还是乡区公路，也不论是汽车专用公路，还是一般道路，都出现过交叉口制约路网交通的问题。因此，重视交叉口规划和设计已开始成为人们的共识。注意混合交通的特点，把机动车和非机动车、行人分流渠化，使交叉型式、几何尺寸及附属设施符合交通流规律，是我国近年来交叉口规划设计中取得的有益的经验。针对美化环境的特殊功能，把各种立体交叉设计成多姿多态、气势宏伟的建筑物并能提供最安全和最方便的枢纽，这又是我国道路工程技术专家精心设计、精心施工所创造的硕果。

展望我国交通建设的发展前景，作为道路交通咽喉的交叉设施，必然会有更大的发展。为此，编写一本适合于我国广大道路交通工作者阅读和参考的交叉口设计专业知识书籍实有必要。冯桂炎教授编写的这本《道路交叉设计》系统地介绍了平面交叉、立体交叉和交叉口交通设施的设计基本原理和方法，是一本具有实用性很强的参考书。我深信，它的出版对普及和提高我国道路交叉设计的知识和水平，将会起到积极的促进作用。

成从修

1994年9月于长沙

现代化的交通是一个国家社会发展、经济繁荣必不可少的基础。在当前我国加快建立社会主义市场经济、实现国民经济持续、快速、稳定发展的过程中，人们已普遍认识到道路交通的重要作用。交叉口是道路交通的咽喉，又是市政工程建设的重要内容之一。道路运输的效率、安全、快速和合理，无不与交叉口的正确规划和设计有着密切的关系。80年代以来，在我国广大城乡道路网络中，大量平面交叉口的新建和改建，特别是数以千计的立体交叉的修建，正在改变我国交叉口的落后面貌，也表明我国的道路交叉建设进入了一个新的发展时期，道路交叉规划和设计的水平以及建筑技术有了长足的进步。

据有关资料介绍，我国到2000年，全国高速公路将达到1200公里、一级公路4700公里、汽车专用二级公路3800公里、一般二级公路7万多公里；全国城镇人口将发展到占全国总人口数的30%。城乡道路交通将出现一个崭新的面貌。不难想象，在2000年以前以及今后一个相当长的时期内，全国城乡将有多少道路交叉亟待规划、设计和修建。展望着这样美好的前景，编者应湖南科学技术出版社之邀，撰写了这本《道路交叉设计》，奉献给正在从事和将要从道路交叉设计规划的同行人阅读和参考，以期能为我国道路交叉建设起到抛砖引玉的作用。

本书立足于我国建设实际，系统介绍道路交叉设计原理和基本方法。全书分为：概论、平面交叉设计、立体交叉设计、道路与其它线路交叉、交叉处的交通工程设施等五章。书中重点介绍平面交叉和立体交叉的规划、选型、几何设计和通行能力计算。此外，还详细介绍了道路与铁路、乡村路、管线的交叉和人行立交的设计；对交叉口处的交通管制、照明、安全护栏和收费道路的收费设施也作了必要的阐述。全书采用了最新的国家和部颁标准与规范，介绍了交叉设计中常用的技术数据和资料，以便读者在参阅本书用于设计工作时更为方便和实用。

本书在编写过程中，得到湖南大学土木系道路教研室同事们的大力支持和帮助；书中引用的大量资料和一些实例，除来自书后所列参考文献外，还有一些是内部交流资料；书中全部插图系请周铁瑛、何园、邹红等同志绘制。在此一并表示衷心的感谢！

由于道路交叉设计技术知识不断更新，限于编者学术水平和实践经验，书中缺点错误在所难免，敬希读者发现后给予批评指正。

编著者

1994年5月于长沙

目 录

第一章 概论	(1)
1.1 交叉口的作用及其发展概况	(1)
1.2 交叉口的交通运行特点	(4)
1.3 交叉口交通流处理的基本原则和途径	(7)
1.4 交叉口基本分类	(7)
第二章 平面交叉设计	(11)
2.1 平面交叉设计规划基本要求	(11)
2.2 交叉口交通组织与几何构造规划	(15)
2.3 交叉几何要素	(21)
2.4 环形交叉	(28)
2.5 交叉口竖向设计	(31)
2.6 交叉口通行能力计算	(45)
第三章 立体交叉设计	(62)
3.1 互通式立交的基本组成和交通组织分析	(62)
3.2 互通式立交的基本类型和特点	(65)
3.3 互通式立交的规划和型式选择	(78)
3.4 互通式立交的主线	(83)
3.5 跨线桥	(86)
3.6 匝道	(93)
3.7 变速车道	(102)
3.8 匝道与主线连接处的通行能力	(106)
3.9 分离式立体交叉	(117)
第四章 道路与其它线路交叉	(121)
4.1 道路与铁路交叉	(121)
4.2 公路、铁路与乡村道路交叉	(126)
4.3 城市人行立交	(128)
4.4 道路与管线交叉	(132)
第五章 交叉处的交通工程设施	(134)
5.1 交叉口交通标志和标线	(134)

5.2 交叉口交通信号控制	(140)
5.3 交叉处的照明设施	(148)
5.4 收费站及其广场设计	(156)
5.5 交叉口安全防护设施	(160)
参考文献	(166)

第一章 概 论

1.1 交叉口的作用及其发展概况

交叉口是道路网的重要组成部分,各向道路在交叉口相互联结而构成路网,以沟通各向交通的需要。相交道路上的各种车辆和行人在交叉口汇集、转向和穿行,互相干扰或发生冲突,不但造成车速减慢、交通拥挤阻塞,而且容易发生事故。据统计,车辆通过信号交叉口的时间延误约占全程时间的31%,发生在交叉口的交通事故约占道路事故总数的35%~59%。从这一点上看,可以说交叉口又是道路交通的咽喉。道路的运输效率、行车安全、车速、运营费用和通过能力很大程度上取决于交叉口的正确规划和良好设计。

在汽车交通发展的初期阶段,由于车速和交通量都不大,这时所有道路都是平面交叉。尽管交叉口那时在安全和畅通上尚未构成大的社会问题,但交叉口的交通组织就已引起了人们的重视。1868年,在英国伦敦威斯敏斯特地区首次安装了一台两色信号灯管理路口的交通。1914年美国克利夫兰市开始使用电照明的信号灯。1918年纽约开始使用三色手动信号灯。在交叉口设立交通标志最早是1895年由意大利设计,1909年九个欧洲国家政府一致同意采用“交叉路口”、“前有铁路横过”等标志,开始了交通标志的国际化。

由于原有道路和交叉口是供马车行驶的,随着汽车工业的发展,很快就显得不相适应,出现交通拥挤、堵塞和事故。美国从1906年交通事故死亡400人、到1920年死亡12500人,其中约40%是发生在交叉口。这就引起了社会的恐慌和不安,要求设计交叉口时考虑各种特殊措施。首先是保证交叉口的行车视距,在转弯处设置曲线并适当加宽,以保证车辆平稳顺当地驶入和驶出交叉口。30年代,平面交叉由简单的十字交叉逐步发展为加铺转角式、拓宽路口式、渠化路口式以及环形交叉等型式(图1.4.1~1.4.3和图2.4.1)。人们认为按环形行车原则组织交通的交叉口是解决平面交叉冲突的有效办法,因而环形交叉在英国、美国、加拿大、瑞典和其它许多国家一时都获得广泛应用。1945年英国的技术规范推荐公路干线交叉采用环形交叉,并按交通量大小设计交叉的几何尺寸,中心岛直径由18m到72m,环道宽度由9m到15m不等。美国的环形交叉,中心岛直径由60m到90m,与环道相连的道路间距为21~24m。瑞典环形交叉中心岛直径一般为40m。我国在50~70年代期间,各地也盛行环形交叉,并针对我国自行车多的特点,在环道外侧都设计有一条或几条自行车道。

在道路交通迅速发展和汽车数量急剧增长的情况下,平面交叉已不能适应汽车快速行驶和保证行车安全了,因而向空中发展,从空间上来分隔交叉的车流,则显示了特别重要的意义。于是立体交叉就以一种新的交叉形式应运而生,并迅速得到发展。

第一批立体交叉首先在美国出现。1928年在美国新泽西州建成了第一座全苜蓿叶型立体交叉(图1.1.1),该立体交叉平均每昼夜通过的交通量为62500辆,高峰时每小时达到6074辆,即每分钟可允许100辆车通过。此后立体交叉在美国一度发展很快,到1936年止已达到

125 座，大部分是苜蓿叶和部分苜蓿叶型，其平曲线半径一般不小于 50m，匝道纵坡不大于 5%~6%；环形立交的环道半径不小于 90m，纵坡不大于 8%。

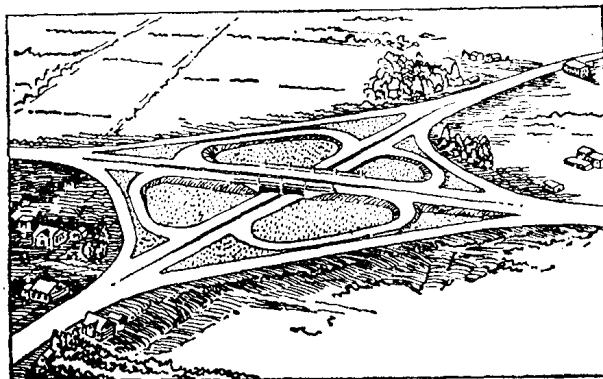


图 1.1.1 苜蓿叶型立体交叉

加拿大立体交叉的兴起稍晚于美国，1936 年在安大略省别尔里格顿城附近公路上建成第一座喇叭型立体交叉，其最小平曲线半径为 33m，最大纵坡为 3%，跨线桥桥下最小净空高度 4.3m（图 1.1.2）。

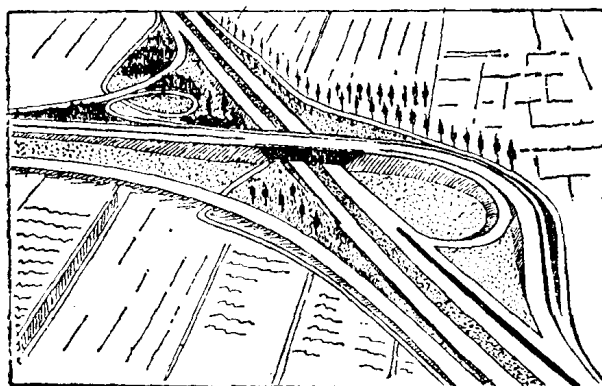


图 1.1.2 喇叭型立体交叉

第一座三岔式公路立体交叉是 1935 年德国在法兰克福至美茵公路干线上建造的，该立交由公路干线分岔到盖杰别尔格和曼盖姆（图 1.1.3）。这座立交建有三座跨线桥，采用 400~1000m 的大半径平曲线。由于有了这座立交，曼盖姆三角形地带从此闻名于世。

瑞典的公路干线与干线、干线与次干线相交一般都采用平面环形立交，斯德哥尔摩附近 1931~1935 年修建的极为著名的斯鲁先立交，是在城市地区第一次建成的苜蓿叶型街道立交。该桥有一座环圈用匝道代替，建成后车流均匀分布，同时完全消灭了阻车现象，还设有行人道和步行通道。

随着交通量增长的需要，也为了节约用地，立体交叉开始向三层、四层及定向型发展。纽约城的特利包罗三层立交，上下层供干线车辆快速行驶，中层则为地方交通服务。四层立交实际上是定向型立交（图 1.1.4），美国洛杉矶城的四层公路立交，其第二、四层供干线车辆

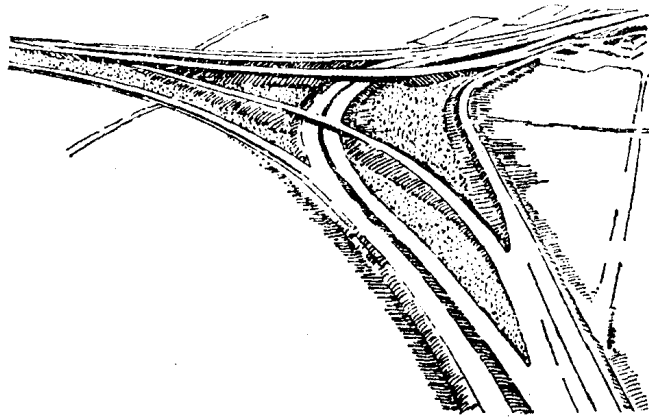


图 1.1.3 三岔式公路立体交叉

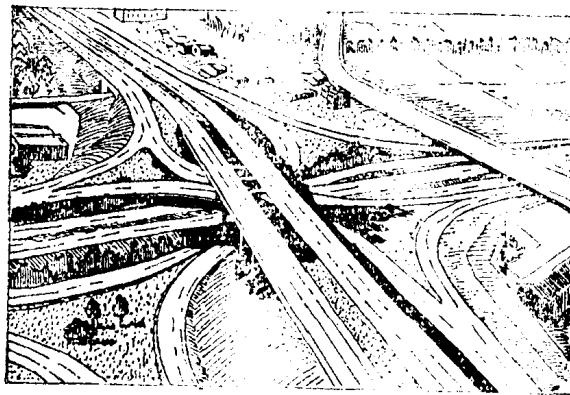


图 1.1.4 四层定向型立体交叉

通行，一、三层布置转向联络匝道，最高层高出地面 14.4m，最低层低于地面下 6.6m；主线为 6 车道，设计车速 96km/h；联络匝道的曲线半径 90—105m，车速不低于 55km/h；总建筑费用达 280 万美元。

我国立体交叉的建设首先开始于城市道路。第一座立交是 1955 年在武汉滨江路修建的半边苜蓿叶型立交。第一座全互通式双层环形立交于 1964 年在广州大北路建成，1986 年又改建为三层环形立交。

在我国城市立交设计中，特别注意到我国存在有大量的非机动车（自行车）和行人交通，因而三层立交得到广泛应用。1979 年建成的北京建国门三层长条苜蓿叶型立交（图 1.1.5），采用三桥六洞，从空间上分隔机动车和非机动车使之各行其道。左转和直行的自行车走中层环道，右转自行车走外缘慢车道；主线机动车直行走一、三层，转弯走快车匝道。1985 年建成的天津八里台三层立交（图 3.2.9），自行车走最下层原地面。

我国首座四层环形立交建于 1983 年广州区庄（图 3.2.21）。南北向直行机动车走第四层高架桥，东西向直行机动车在最下层穿过，自行车在原地面（二层）道路上行驶，第三层环形桥供机动车转弯用。

80 年代我国高速公路和控制进出的汽车专用公路迅速兴起，公路立体交叉也因此迅速发

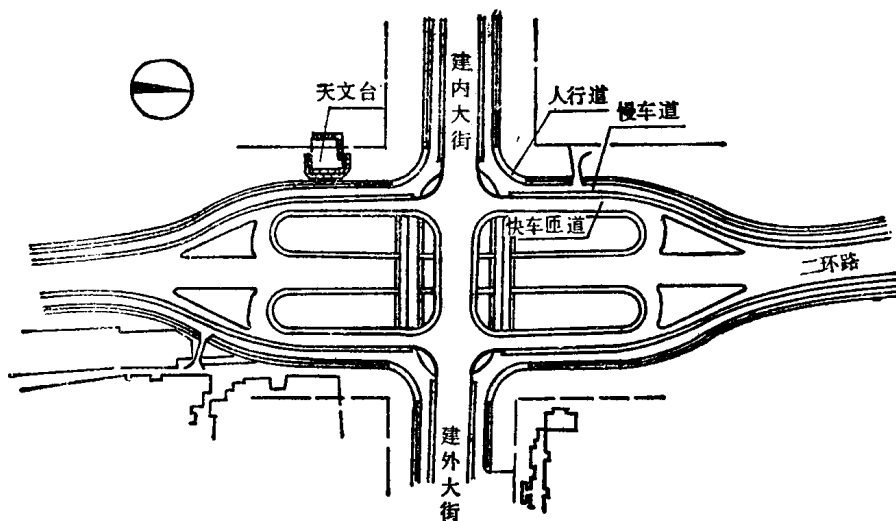


图 1.1.5 三层长条苜蓿叶型立体交叉

展。除大量分离式立交外，互通式立交以 4~30km 间距分布于各高等级公路上。如沪嘉高速公路平均间距为 5.5km 建一座；京津塘高速公路在大城市和工业区周围为 4~10km、一般城市 15~25km、地方市镇 20~30km 建一座；沪杭甬高速公路立交平均间距 18km 一座。这些互通式立交多数是双层式喇叭型或双喇叭型以便于设置收费站，也采用有苜蓿叶和部分苜蓿叶型。

1993 年建成的首都机场高速公路是我国“国门第一路”，六车道、全封闭、全立交，全长 18.1km 共建 8 座立体交叉。其中四元桥是一座苜蓿叶型加定向型四层大型互通立交（图 3.2.15），它由 26 座桥组成，其中主桥 2 座、匝道桥 10 座、副路桥 6 座、跨河桥 8 座。桥梁面积约 4 万 m^2 ，桥梁总长 2773m，桥梁最高 12m。桥址位于四环路上，北通亚运村（今后为奥运村）、南达京津塘高速公路，四环路在此同时跨越机场高速公路和京顺路。该桥设计成具有特殊交通功能的构型，显示出鲜明的中国特色和北京风味。

人行立交在我国近年来也得到迅速发展。最早是 1973 年武汉在航空路修建了一座钢筋混凝土箱形结构的人行地道；广州在 1980 年修建了北京路和延安路东侧两座人行天桥、均为斜腿刚架式钢桥。此后，北京、上海、天津、沈阳、西安等大城市和全国汽车专用公路上相继修建了数以千计的人行天桥和人行地道，为行人通过路口和横过道路提供了安全和便利的条件。

由上可见，我国的交叉建设尚处在方兴未艾阶段，公路建设正以前所未有的速度向前发展。可以预见，一大批新型的、适合我国交通特点的各种平面交叉和立体交叉建筑物将在神州大地上不断涌现，它们将以千姿百态的结构型式和几何布局为祖国的交通运输事业作出重要的贡献！

1.2 交叉口的交通运行特点

出入交叉口的各向交通流是十分复杂的，交叉口的设计必须在研究其交通流运行特性的基础上，按照交通量、车速、流向的具体情况以及安全畅通等要求，对不同运行状态采用不

同的交叉型式和控制方法进行合理的解决。

通过交叉口的交通流基本上可以分成四种形式：合流、分流、交叉和交织，如图 1.2.1 所示。

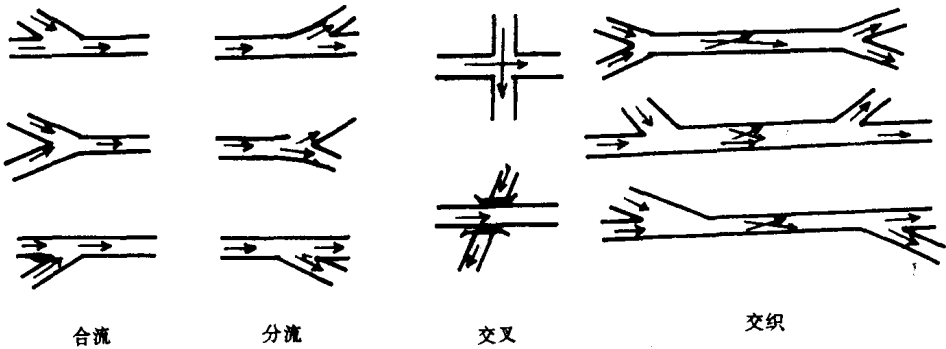


图 1.2.1 交叉口交通流形式

1. 合流：当两车流从不同方向以较小角度向同一方向汇合行驶即形成合流。在合流时车辆可能互相挤撞，挤撞点处称为合流点。

2. 分流：当同一方向行驶车流中的车辆向不同方向分开行驶时即形成分流。分流时要变更车道，变更车道一般要减速，减速时后车可能反应不及时而发生追尾碰撞前车。此变更车道点处称为分流点。

3. 交叉：当不同方向的两车流以较大的角度 ($>45^{\circ}\sim 90^{\circ}$) 相互交叉穿行时即形成交叉。交叉时车辆可能发生互相碰撞，此碰撞点处称为冲突点。

4. 交织：沿同一方向行驶的两股车流，进行连续缓慢地合流与分流的现象称为交织。交织过程中存在可能发生挤撞的合流点和可能发生尾撞的分流点。从合流点到分流点的道路区间称为交织段。

上述合流点、分流点、冲突点统称为交错点。交错点的存在是影响交叉口的行车速度和交通安全的主要原因。其中以直行与直行、左转与直行所产生的冲突点对交通影响最大；其次是合流点；对一般道路车速不高时，分流点发生尾撞可能性小，而对高速道路，则尾撞的危险性大。因此，在交叉口设计中，要根据流量和流向，采用渠化、分隔等控制方法，以尽可能减少和消灭这些危险点。

交错点的数目与相交道路的条数以及有无交通信号控制有关，如表 1.2.1 和图 1.2.2 所示。

表 1.2.1 交叉口的交错点

交错点类型	符号 (图 1.2.2 中表示)	无信号控制			有信号控制		
		相交道路条数			相交道路条数		
		3 条	4 条	5 条	3 条	4 条	5 条
分流点	△	3	8	10	2 或 1	4	4
合流点	□	3	8	10	2 或 1	4	6
左转车冲突点	○	3	12	45	1 或 0	2	4
直行车冲突点	⊗	0	4	5	0	0	0
合 计		9	32	70	5 或 2	10	14

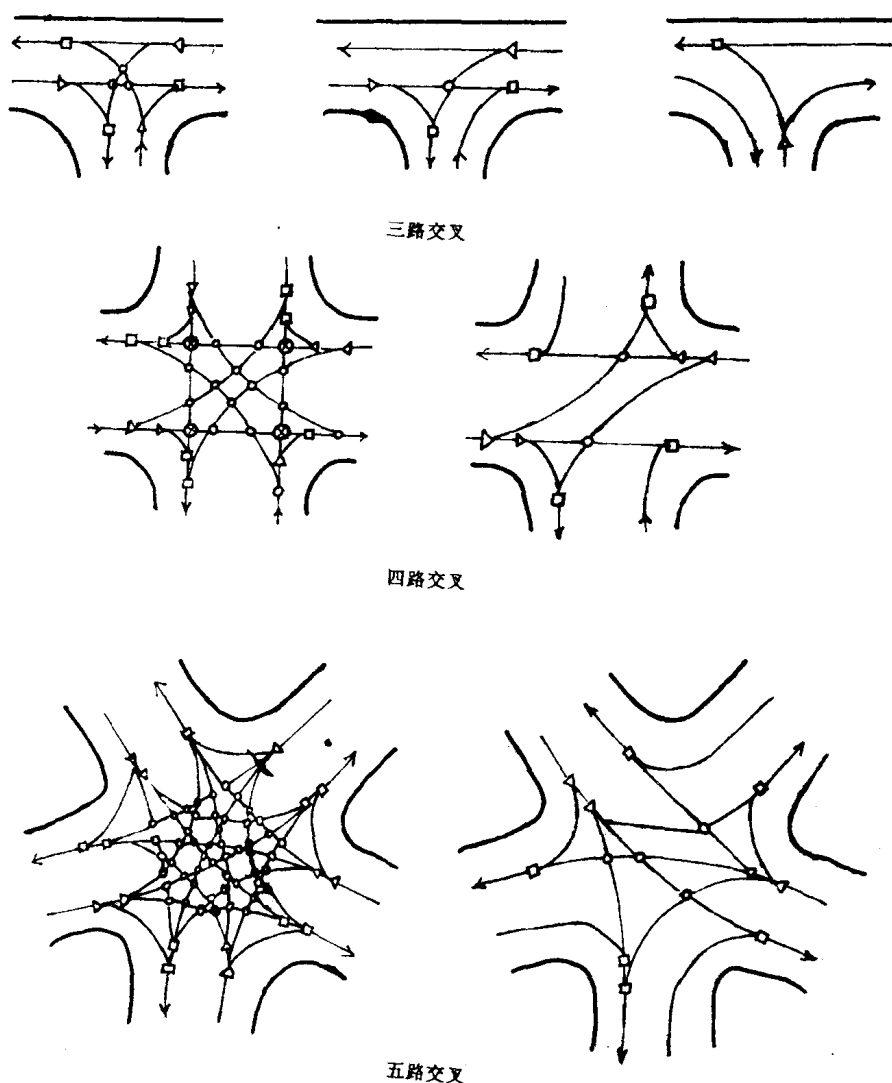


图 1.2.2 交叉口的交错点

表 1.2.1 和图 1.2.2 所示是相交道路均为双车道时、机动车流的交错点数。当有非机动车（特别是自行车）混行时，则交错点更多，交通运行时可能发生的交错更为复杂。

冲突点数随相交道路条数增加而增加，但不成直线比例。当相交道路均为双车道时，由于左转车和直行车造成的冲突点可按下式求出：

$$C_{左,直} = \frac{n^2 (n-1) (n-2)}{6} \quad (1.2.1)$$

式中： $C_{左,直}$ ——左转车、直行车所造成的冲突点数；

n ——相交道路的条数。

产生冲突点最多的是左转弯车辆，如十字交叉口上无左转车流，则冲突点可由 16 个减少到 4 个；5 条道路交叉口，冲突点可由 50 个减少到 5 个。可见，在交叉口设计中如能正确处理和组织好左转弯交通，能大大提高交叉口的通行能力和减少交通事故。