

DAOLU PINGMIAN JIAOCHAKOU ANQUAN ZHENDUAN JI
ANQUAN SHEJI FANGFA

道路平面交叉口安全诊断及 安全设计方法

孙宝芸 董 雷 张筱薇 著



东北大学出版社
Northeastern University Press

道路平面交叉口安全诊断及 安全设计方法

孙宝芸 董 雷 张筱薇 著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 孙宝芸 董 雷 张筱薇 2018

图书在版编目 (CIP) 数据

道路平面交叉口安全诊断及安全设计方法 / 孙宝芸,
董雷, 张筱薇著. — 沈阳: 东北大学出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5517-1885-1

I. ①道… II. ①孙… ②董… ③张… III. ①公路交
叉-平面交叉-安全设计 IV. ①U412.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 105235 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路三号巷 11 号

邮编: 110819

电话: 024-83687331(市场部) 83680267(社务部)

传真: 024-83680180(市场部) 83680265(社务部)

E-mail: neuph@neupress.com

网址: <http://www.neupress.com>

印 刷 者: 沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm×240mm

印 张: 7.5

字 数: 131 千字

出版时间: 2018 年 5 月第 1 版

印刷时间: 2018 年 5 月第 1 次印刷

策划编辑: 孟 颖

责任编辑: 李 佳

责任校对: 子 敏

封面设计: 潘正一

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-1885-1

定 价: 59.00 元

前 言

交通事故造成的伤亡是全球共同关注的问题，而道路平面交叉口则是道路交通事故的集中发生地。交通安全诊断是交通安全改善过程中一个重要的步骤，也是提高道路交通安全性的前提。只有正确地分析道路平面交叉口交通安全的影响因素，并对其进行科学、合理的改进，才能从本质上提高我国道路平面交叉口的交通安全性。本书通过深入的调研，以及大量资料的收集和阅读，提出了一套适合我国的道路平面交叉口交通安全诊断技术和交通安全设计方法。

本书具有如下特点。首先，针对我国混合交通的特点，分析了我国道路平面交叉口的交通安全现状，结合已有道路平面交叉口的交通安全问题及国内外先进的经验与资料，提出了适合我国国情的道路平面交叉口交通安全诊断流程。混合交通是我国道路交叉口最主要的特点。另外，车型组成复杂，速度差梯度较大，货车超载现象严重，自行车、行人大量存在，交通安全意识较差，交通管理控制薄弱等也是产生诸多交通安全问题的根源。以上问题集中反映了我国交通运行状况、方式与西方发达国家间的差异。其次，采用道路平面交叉口交通安全技术，利用交通安全诊断，通过现场调查进行打分，并对交通安全问题进行排序，简化道路

平面交叉口诊断流程。最后，对道路平面交叉口存在的安全问题，有针对性地进行交通安全设计。本书提倡新理念的设计方法，通过道路的功能性思考、灵活设计及创新设计，实现安全、环保、经济、舒适、美观的道路设计目标。

全书由沈阳建筑大学孙宝芸和董雷撰写和统稿。沈阳建筑大学张筱薇负责图片编辑及校对工作。本书在编写过程中，参考了相关的标准、规范、教材和文献，其中，主要的参考资料都列在了参考文献中。

本书可以作为高等院校相关专业学生学习道路设计知识方面的参考资料，也可供从事道路工程、交通工程及相关行业的设计、施工、科研及教学人员参考和使用。

由于编者水平有限，书中谬误在所难免，敬请读者指正。特向给予本书支持的同人致以衷心的感谢。

作者

2018年3月

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 道路交通安全现状	(1)
1.2 道路平面交叉口的安全现状	(3)
1.3 交叉口交通事故成因分析	(4)
1.4 平面交叉口的分类	(5)
1.4.1 按几何形式分类	(5)
1.4.2 按控制形式分类	(7)
2 道路平面交叉口交通安全诊断技术	(12)
2.1 诊断分析的意义及现状	(12)
2.2 诊断分析流程	(14)
2.3 诊断调查表的设计	(15)
2.3.1 诊断表的内容	(17)
2.3.2 诊断表的重要诊断指标	(18)
2.4 交通安全问题排序模型	(22)
3 道路平面交叉口交通安全改善技术	(29)
3.1 改善对策分析流程	(29)
3.2 改善对策表的设计	(29)
3.2.1 改善的目标	(29)

3.2.2	改善对策的内容	(30)
3.2.3	改善对策的应用	(32)
3.3	改善对策排序	(33)
3.3.1	事故折减系数的理论计算	(33)
3.3.2	CRF 值的获取	(35)
4	道路平面交叉口交通安全设计	(36)
4.1	道路平面交叉口规划与设计意义	(36)
4.2	交叉口几何设计	(38)
4.2.1	交叉口几何设计依据	(38)
4.2.2	平面交叉口的形状与间隔	(40)
4.2.3	平面交叉口附近的线形	(47)
4.2.4	平面交叉口附近的横断面构成	(48)
4.2.5	平面交叉口的渠化设计	(58)
4.2.6	平面交叉口的视距	(62)
4.3	弱势群体安全保护	(66)
4.3.1	减少车辆与行人之间的冲突	(67)
4.3.2	降低车速	(74)
4.3.3	增强行人的可见性	(77)
4.4	可接入管理技术的应用	(78)
4.4.1	可接入管理技术概述	(78)
4.4.2	道路平面交叉口可接入管理技术的应用	(80)
4.5	交通控制	(86)
4.5.1	交通信号	(86)
4.5.2	交通标志标线	(90)
附录	(94)
参考文献	(111)

1 绪 论

1.1 道路交通安全现状

道路交通事故已经成为威胁人类生命安全的主要杀手之一。世界卫生组织 2015 年颁布的《道路安全全球现状报告》中指出：2013 年，全世界超过 125 万人的生命因道路交通事故而终止。还有 2000 万~5000 万人受到非致命伤害，其中许多人因此而残疾。道路交通伤害是 15—29 岁人的主要死因。全世界 90% 的道路死亡发生在低收入和中等收入国家，而这些国家的车辆仅占全世界总量的 54%，如图 1-1、图 1-2 所示。

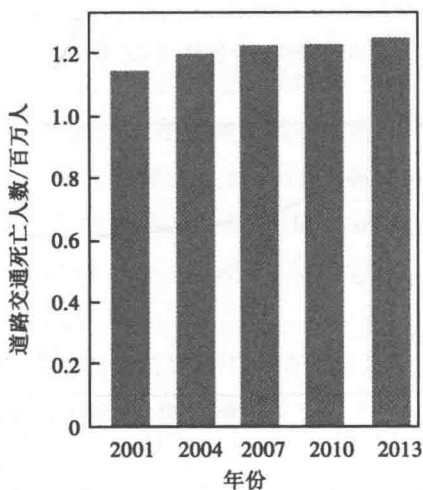


图 1-1 世界道路交通死亡人数

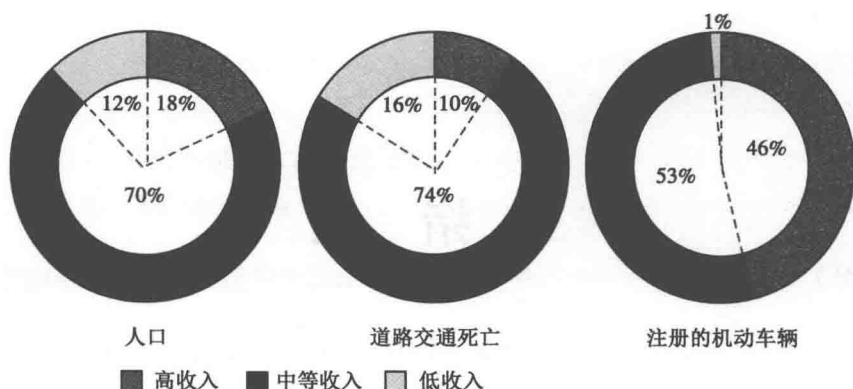


图 1-2 不同收入水平、人口、道路交通死亡和注册的机动车辆数量比例

全世界道路交通死亡者中约有一半是“弱势道路使用者”，即行人、骑车者和摩托车手。世界上每天大约有 3500 人因道路交通碰撞而死亡，每年有几千万人遭受伤害或致残。儿童、行人、骑自行车的人以及老年人是最脆弱的道路使用者。道路交通伤害给个人、家庭和整个国家带来巨大的经济损失。这些损失包括死伤者的治疗费用，也包括死者、因伤残疾者以及需要占用工作或学习时间照顾伤者的家人所丧失的劳动力。道路交通碰撞的损失占大多数国家国内生产总值的 3%。如不持续采取行动，预计到 2030 年道路交通事故将成为全球第七大死因。

根据我国相关统计数据，我国道路交通事故死亡人数如图 1-3 所示，机动车驾驶员人数及私人汽车拥有量如图 1-4 所示。

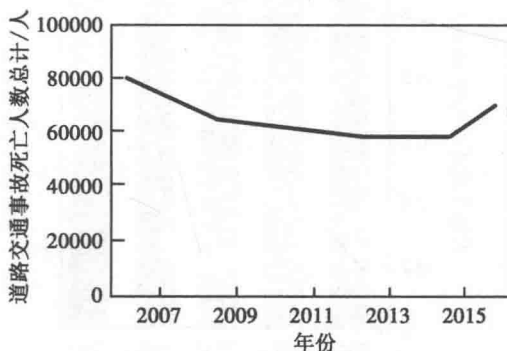


图 1-3 我国 2007—2015 年道路交通事故死亡人数

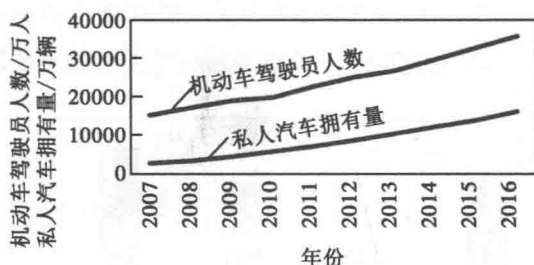


图 1-4 2007—2016 年我国机动车驾驶员人数和私人汽车拥有量

我国道路交通事故死亡人数从 2007 年的 81649 人逐渐减少到 2015 年的 58022 人；2016 年有所增加，达到 63093 人。必须看到，这种情况是在我国机动车驾驶人和机动化程度持续快速增长的背景下实现的。2007—2016 年，驾驶人员数量从 15363 人增加到 35876 人，私人汽车拥有量从 2876 万辆增加到 16330 万辆。这表明，我国在交通安全方面取得了一定的成绩。但是，目前我国交通安全情况仍然非常严峻，交通事故总量巨大、死亡率高、恶性事故多发。

1.2 道路平面交叉口的安全现状

在道路网中，各类道路纵横交错，会形成各种类型的交叉口，道路与道路在同一平面上的相互交叉称为平面交叉口。平面交叉口是道路系统的重要组成部分，各类交通在此汇合、转换、通过，因为各类交通相互干扰，会使行车速度降低，阻滞交通，延误通过时间，也容易发生交通事故。所以，交叉口既是道路的瓶颈，又是道路交通的咽喉。

平面交叉口的交通安全问题已经成为世界各国共同关注的重要问题。据有关资料统计，2001 年全世界共发生约 300 万起与交叉口有关的交通事故，大约占有所有道路事故的 44%，有 8500 人在交叉口因为交通事故失去生命，占有所有道路死亡事故的 23%。

2000 年美国交通安全统计数据表明：有 280 万起交通事故发生在道路交叉口或附近，占有所有道路交通事故的 44%；约有 280 万起引起人员受伤的交通事故发生在道路交叉口或附近，占全部引起人员受伤交通事故的 48%。据美国交通工程师协会（ITE）资料，该协会国际指导委员会已将道路交叉口的安全列为今后亟待解决的重要课题。

在日本，虽然交通事故死亡人数减少了，但交通事故的发生件数和受伤人数却在增加。图 1-5 为 2013 年日本不同道路类型的事故件数。

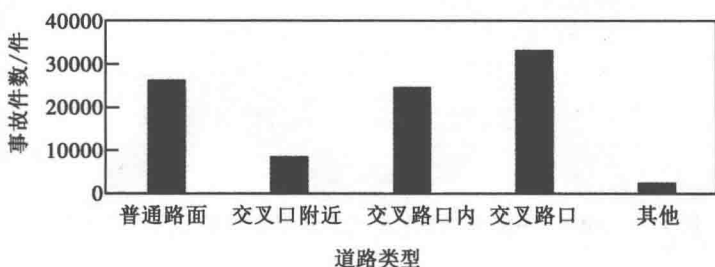


图 1-5 2013 年日本不同道路类型的事故件数

可以看出，2013 年日本发生在交叉口的道路交通事故占有所有道路交通事故的 53.6%，其中，发生在交叉路口内和发生在交叉口路口附近的交通事故分别占有所有道路交通事故的 39.7% 和 13.8%。交叉口交通安全性的提高对于提高整个道路系统的交通安全性有着至关重要的作用。

在我国，平面交叉口也是交通事故的集中发生地。城市的交通事故抽样统计结果表明，发生在交叉口的交通事故数约为全部道路交通事故数的 30%。可见，道路平面交叉口对整个道路系统，甚至整个道路交通系统的交通安全水平都有着十分重要的影响。因此，对道路平面交叉口交通安全进行诊断及改善有着十分重要的意义。

1.3 交叉口交通事故成因分析

交叉口的存在，增加了交通的通达性和灵活性，同时，也因为交叉口的交通情况比路段复杂，我国现有交叉口在位置和形式的选择、交通组织、视距保证等多方面都存在不同程度的安全缺陷，另外，混合交通现象严重，速度差梯度较大，货车超载现象严重，自行车、行人大量存在，交通安全意识较差，交通管理控制薄弱等也是产生诸多交通问题的根源。

在交叉口发生大量交通事故的主要原因有如下几个。

① 驾驶员在平面交叉路口的操作任务较重，在短时间内要做出各种判断和完成必要的驾驶操作。

② 在平面交叉路口内，机动车交通流的冲突点较多。当交通流从不同方向交会到一点的时候，就会产生冲突，产生冲突的点叫作冲突点。交通

冲突是发生交通事故的根本原因，而道路交叉口又是交通冲突的集中发生地。在大量的平面交叉口冲突技术研究中，都已经证实了冲突与事故之间的线性关系。

③ 行人、非机动车和机动车的混杂现象在交叉口处尤其严重。而且，行人和非机动车交通流的随机性更强，当行人、非机动车和机动车在同一时间，出现在同一平面交叉口时，三者之间形成了大量的交通冲突点，造成了很大的交通隐患。

④ 现有的平面交叉口缺少对交通弱势使用者（行人、非机动车使用者）的保护措施。我国道路参与者的交通守法意识普遍较弱，在我国道路交叉口机动车违章事故中，因不按规定让行造成的交通事故占很大的比例，以北京为例，高达 59%。而且，行人和自行车通行者不遵守交通规则通行的现象也十分普遍。在我国的道路中，为了提高机动车的通行能力，道路宽度往往较宽，双向 8~10 车道的道路非常常见，行人过街往往不能一次通过，这样的道路中间缺少行人二次过街的安全岛，也产生了大量的交通隐患。同时，交叉口面积过大，交通组织不合理，视距不足，缺乏警示、引导标识，公交车站位置不合理，照明不足等都增加了交通弱势使用者的交通危险性。

⑤ 现有平面交叉口存在控制、管理、设计和维护等方面的缺陷。

对改善道路的交通安全性来说，提高道路平面交叉口的交通安全性是重要的途径之一。从发达国家的经验和现有的实践来说，也是以道路平面交叉口作为改善道路交通安全性的重点区域。

1.4 平面交叉口的分类

1.4.1 按几何形式分类

平面交叉口按照几何形式可以分为十字形交叉口、T形交叉口、多路交叉口和环形交叉口。

1.4.1.1 十字形交叉口

十字形交叉形式简单，交通组织方便，街角建筑易处理。用于相同等级或不同等级道路交叉中，是最常见、最基本的交叉形式（如图 1-6（a）

所示), X形交叉口为十字形交叉口的变形形式(如图1-6(b)所示)。

1.4.1.2 T形交叉口

T形交叉也具有形式简单、交通组织方便,街角建筑易处理的优点,通常用于主要道路和次要道路交叉,特殊情况也可用于两条干道相交(如图1-6(c)所示和图1-6(d)),Y形交叉口为T形交叉口的变形形式(如图1-6(e)所示)。

1.4.1.3 多路交叉口

多路交叉口是指有五条或更多道路相交的路口(如图1-6(f)所示),这种交叉口是在任何设计中都应该避免的。除了规模比较小的多路交叉口外,其他都可以通过重新调整交叉形状来提高交叉口的通行能力。如果没有明显的主流方向,并且每个进口道交通量都不大,就可以采用中心设置环岛的方式组织车辆运行。

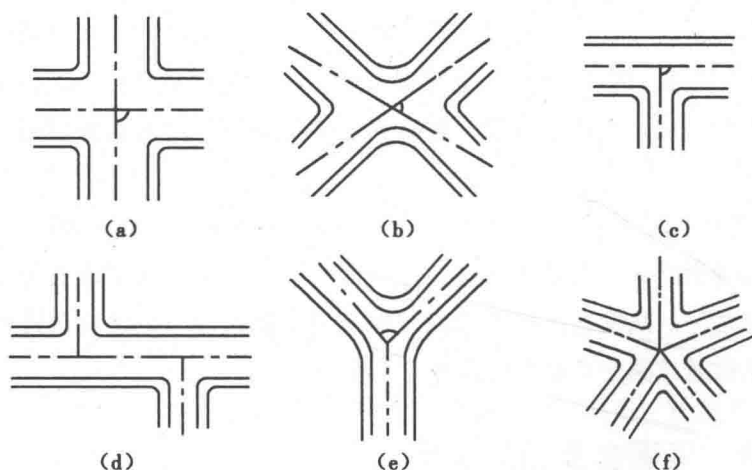


图1-6 常见的交叉口形式

1.4.1.4 环形交叉口

环形交叉口是指在交叉口中间设置中心环岛,由进入交叉口的车辆自行控制进出和绕环岛逆时针行驶的自控式环形交叉口(如图1-7所示)。这类交叉口对机动车可以不采取控制,驾驶员根据道路交通情况减速逆时针绕环岛驶出交叉口。也可以设置停车让行标志,甚至设置信号灯控制,组织车辆停车行驶。

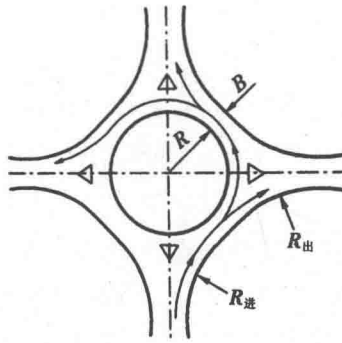


图 1-7 环形交叉口

驶入环形交叉口的车辆可连续不断地单向行驶，没有停滞，减少了车辆在交叉口的延误时间；环道上行车只有分流与合流，消灭了交通冲突点，提高了行车安全性；交通组织方便；对多路交叉口和畸形交叉，用环形交叉口组织渠化交通更为有效；中心岛绿化可美化环境。但环形交叉口占地面积大，城区改建困难；增加了车辆特别是左转车辆的绕行距离；一般造价高于其他平面交叉。

环形交叉口适用的车流交通量比较宽泛，尤其适用于多路交叉口。中心交通环岛半径大小也比较灵活，可以是实体的环岛，也可以由画线代替。但在快速道路与交通量很大的干线道路、有大量非机动车和行人的道路、道路位于斜坡较大地形及桥头引道上均不宜采用。按照规划需要修建立体交叉处，近期可采用平面环形交叉作为过渡形式，并预留远期改建为立交的可能性。

1.4.2 按控制形式分类

平面交叉口如果按照交通管理规则划分，可分为全无控制交叉口、停让控制交叉口、信号控制交叉口三类。

1.4.2.1 全无控制平面交叉口

在全无信号灯控制的交叉口上，按照惯例，主要道路上的车辆，优先通行，通过路口不用停车，一直通过；沿次要道路行驶的车辆，让主要道路上的车辆先行，寻找机会，穿越主要道路上车流的空挡，通过路口。这类交叉口范围内冲突点多，如果交通量大，会严重影响交叉口的通畅，安

全性较差。因此,适用于车流和人流交通量都很小的情况。

1.4.2.2 停让控制交叉口

停让控制是指没有实施信号控制的主、次道路相交时,主路车辆可以优先通行,次路车辆在停车线以外停车让行或减速让行,确认安全后,才准许通行。在非优先车流的次路进口道上设置停车让行或减速让行标志,在保障有优先通行权车辆通行的前提下,以停车让行或减速让行方式通过交叉口。停让控制交叉口适用于交通量较低或有明显主、次关系的交叉口。主路上的车流通常不受影响,无须停车就可以顺畅通过,其速度可保证与路段上的速度基本一致。次路让行会产生较大延误,特别当主路交通量接近其通行能力时,次路的延误更加严重,此时,应考虑采用其他交通控制方式。停车控制交叉口可分为两路和多路停车两种控制方式。

(1) 两路停车让行控制。

当满足以下一个或多个条件时可考虑设置停车让行控制:

- ① 次要道路与主要道路相交,当应用正常的路权有危险时;
- ② 当一条街接入公路时;
- ③ 位于信号区域的无信号交叉口;
- ④ 与交通量较大的干路平交的支路交叉口;
- ⑤ 高速、视距受限、事故率高时。

其示意图如图 1-8 所示。

(2) 四路停车让行控制。

四路停车让行控制的设置依据如下。

- ① 两条相交道路的交通量都相同。
- ② 可作为临时解决方案,当考虑需设置交通信号控制时,因投资困难,可采用四路停车控制作为中间临时措施。

③ 在 12 个月内,至少有 5 起直角碰撞或左转碰撞事故记录。

④ 当超过以下规定的最小流量时,可采用该控制:在一天 24h 内任取 8h 的时间段,进入交叉口的平均小时车流量至少为 300 辆/h;同时,次要道路上的车辆和行人综合交通量,在相应的 8h 内,至少为 200 个单位;当主要道路上 85% 的车流量通过该平交路口时,其速度超过 64km/h。

⑤ 次干道平均延误至少是 30s。

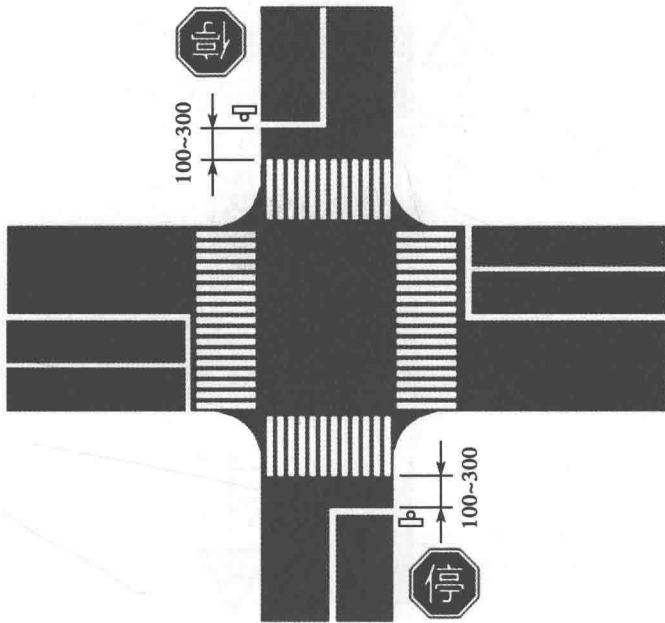


图 1-8 两路停车让行控制交叉口示意图

(3) 减速让行控制交叉口。

减速让行控制是指驾驶员在交叉口处放慢车速，看清相交道路有无来车，主要道路车辆优先通行，次要道路车辆减速让行，寻找机会穿越主要道路车辆空挡，通过交叉口。将停车控制改为减速让行控制，需满足充足的视距，两年中年事故数小于 3 起。减速让行控制交叉口设置条件和依据如下。

- ① 次要道路与交通量不是很大的干线道路交叉；
- ② 对于公路： $ADT \leq 400$ 辆；交叉口视距充足；
- ③ 对于城市道路： $ADT \leq 1500$ 辆（主干道）， $ADT \leq 600$ 辆（次干道）；
- ④ 该交叉口可能位于居民区，速度不大于 42km/h ；
- ⑤ 在 3 年里，事故发生数不大于 2 起。减速让行控制（如图 1-9 所示）不能设置在信号交叉口，也不能设置在多路交叉的路口。

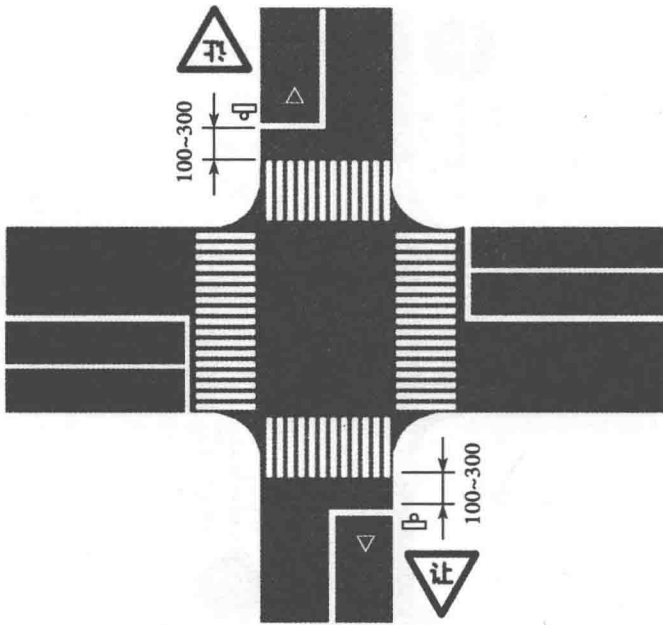


图 1-9 减速让行控制交叉口示意图

1.4.2.3 信号控制交叉口

信号控制交叉口是指采用交通信号灯周期变化分配通行路权的交叉口。交通信号配时有多种方法，目前应用较普遍的是多相位定周期的配时方法。相位是在一个周期内，安排若干种控制状态，每一种控制状态对某一方向的车辆或行人配给通行权，并合理安排这些控制状态的显示顺序。车辆进入信号控制交叉口，要根据信号灯提供的通行相位排队等候通过。采用信号控制的交叉口，在时间上分离了车流之间的冲突点，减少了各个方向车流之间的相互干扰，提高了车辆运行的安全性和效率。信号控制交叉口根据是否展宽，可以分为普通不展宽式信号交叉口和展宽式信号控制交叉口两种形式。

(1) 普通不展宽式信号控制交叉口。

普通不展宽式信号控制交叉口是指仅将相交道路的车行道边线（或路缘石）用圆弧线直接平滑相连形成的平面交叉口（如图 1-10 所示）。在交通控制管理中对机动车采取交通信号控制的方法分配路权，对于四路交叉的普通平面交叉口一般采取两相位信号控制。这类交叉口广泛应用在支路