

智能交通控制

理论及其应用

刘智勇 ○ 著



科学出版社

www.sciencep.com

智能交通控制理论及其应用

刘智勇 著

教育部高等学校骨干教师资助计划项目(教技司[2000]65号)

广东省自然科学基金项目(010486)

联合资助

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书全面地介绍了智能交通控制系统的基本概念、基础理论和应用方法,真正从人工智能及信息融合角度来研究交通控制问题,内容涉及的均是当前交通和信息领域的热点问题。

本书可供从事智能交通系统研究、设计和应用的科技工作者阅读与参考,也可作为相关专业研究生和本科高年级学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

智能交通控制理论及其应用/刘智勇著. —北京:科学出版社,2003
ISBN 7-03-011258-X

I. 智… I. 刘… III. 公路运输—智能控制;交通控制 IV. U491.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 015401 号

策划编辑:童安齐 刘剑波/文案编辑:毕 璐 贾瑞娜/责任校对:柏连海
责任印制:刘士平/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2003年8月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—2 000 字数:318 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

智能交通系统(Intelligent Transport Systems, ITS)是一个非常活跃的研究领域。然而,至今 ITS 还没有一个公认的定义。一般认为它是一个跨学科、信息化、系统化的综合研究体系,其主要内容是将先进的人工智能技术、自动控制技术、计算机技术、信息与通信技术及电子传感器技术等有效地集成,并应用于整个地面交通管理系统,从而建立的一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效的综合交通运输管理系统。很显然 ITS 的实施将带来巨大的经济效益,因此,世界上许多国家特别是发达国家投入了大量的人力物力从事 ITS 的研究和应用。1995 年 3 月美国运输部正式出版了《国家智能交通系统项目规划》,明确规定了智能交通系统的 7 大领域和 29 个用户服务功能,并确定了到 2005 年的年度开发计划;其 7 大领域是:交通控制与管理系统、出行需求管理系统、公共交通运营系统、商用车运营系统、电子收费系统、应急管理系统、先进的车辆控制和安全系统。上述任何一个领域都包含着非常丰富的内容,本书仅仅讨论 ITS 的一个方面——智能交通控制。

由于交通系统具有较强的非线性、模糊性和不确定性,是一个典型的分布式系统,而且具有多信息来源、多传感器的特点,用传统的理论与方法很难对其进行有效的控制。能否把工业过程控制的方法照搬过来呢?回答是否定的。交通系统与工业过程相比有一些显著的差别。首先,交通系统的随机性、模糊性和不确定性要比工业过程更明显,因为交通出行是人类直接参与的活动。其次,相对于工业过程,交通系统更能忍受扰动,例如,一次偶发性的交通大阻塞不会摧毁整个交通系统,只能大幅度降低道路通行能力,经疏导后系统能够完全恢复原有的通行能力。而绝大部分工业过程不能承受大的扰动,否则会产生难以预料的后果。再次,对实时控制的要求有差别。一般来说,未能进行实时控制可能会引起交通阻塞,仅此而已。但对工业过程来说,不进行实时控制会使系统稳定性变差,甚至会产生严重后果。综上所述,必须寻找新的理论和方法满足交通控制系统的需要。从目前来看,把先进的智能控制技术、信息融合技术、智能信息处理技术与交通工程学结合起来是一个很有前途的研究方向,本书正是从这一角度出发讨论智能交通控制的理论和方法。

全书共 8 章。第 1 章简述了交通控制发展的历史沿革、交通控制的意义和任务、交通控制的类型和智能交通系统。第 2 章介绍了道路交通控制的基本理论和方法,并给出了几个典型的交通模型。第 3 章简要介绍了模糊控制、神经网络控制、支持向量机、遗传算法及数据融合技术。第 4 章讨论了交通量检测原理、基于信息融合技术的交通量检测方法以及基于图像识别技术的交通量视频检测技术。第 5 章

至第7章着重讨论了单路口、交通干线和城市区域交通控制的理论与方法,主要包括模糊控制、神经网络控制、自校正预测控制和遗传算法在交通控制系统中的应用,详细介绍了各种控制系统的结构、控制特性及一些仿真和应用结果。第8章讨论了高速公路系统的智能控制。

本书许多内容是作者及其研究组成员近年来的研究成果,另外还介绍了国外在交通控制领域的一些新成果。

本书的撰写和出版得到了研究组成员尹征琦教授、樊可清博士、刘焕成高级工程师和李烨同志的支持和鼓励。作者的研究生李水友同学对本书的整理修改做了大量工作并提出了不少有益建议,徐今强同学和赵秀娟同学也参与了部分整理工作。在职博士生董超俊副教授、梁新荣副教授对本书稿做了全面、细致的校对。对此,作者谨致以衷心感谢。

由于智能交通控制是一门新学科,加之作者学识水平有限,书中的错误和不妥之处在所难免,恳切希望读者批评指正。

目 录

前 言

第 1 章 引论	1
1.1 交通控制发展的历史沿革	1
1.2 交通控制的意义和任务	2
1.2.1 道路交通存在的主要问题	2
1.2.2 交通控制的目的	3
1.2.3 交通控制的任务	4
1.3 交通控制的类型	4
1.4 交通控制与智能交通系统	5
参考文献	5
第 2 章 道路交通控制的基本理论和方法	6
2.1 基本概念	6
2.1.1 交通灯信号	7
2.1.2 交通信号灯的安裝与排列	7
2.1.3 交通信号的设置条件	8
2.2 交通信号控制参数	9
2.2.1 步与步长	10
2.2.2 周期	10
2.2.3 相位	10
2.2.4 绿信比	11
2.2.5 相位差	12
2.2.6 通行能力	13
2.3 交通模型及有关概念	14
2.3.1 宏观稳态交通的基本特征	14
2.3.2 连续交通流模型	16
2.3.3 城市道路交通模型	17
2.3.4 高速公路交通模型	18
2.4 基本的交通控制方法	20
2.4.1 信号控制下的车辆运动过程及车辆延误	20
2.4.2 信号控制的配时设计	22
2.4.3 感应控制	24

参考文献	28
第3章 智能控制与数据融合技术	29
3.1 模糊控制.....	29
3.1.1 模糊及模糊控制的概念	29
3.1.2 模糊集合和隶属函数	30
3.1.3 模糊关系和模糊关系矩阵.....	33
3.1.4 模糊语言和模糊推理	37
3.1.5 模糊控制原理	40
3.2 神经网络控制.....	45
3.2.1 人工神经网络的基本概念.....	45
3.2.2 多层前馈神经网络	49
3.2.3 反馈型神经网络	52
3.2.4 神经网络控制	55
3.3 支持向量机.....	59
3.3.1 最优超平面	59
3.3.2 线性可分 SVM	59
3.3.3 线性不可分 SVM	61
3.3.4 非线性 SVM	62
3.3.5 讨论	63
3.4 遗传算法.....	64
3.4.1 自然界生物的遗传与进化.....	64
3.4.2 遗传算法的基本原理与算法	65
3.4.3 遗传算法的特点	67
3.4.4 遗传算法的应用	68
3.5 数据融合.....	69
3.5.1 数据融合的基本内容	69
3.5.2 数据融合的体系结构	72
3.5.3 数据融合的关键技术及存在的问题	74
3.5.4 数据融合的方法	75
3.5.5 数据融合技术的应用	81
参考文献	82
第4章 交通量检测及信息处理	83
4.1 交通量检测器的类型与基本工作原理.....	83
4.1.1 环形线圈检测器	83
4.1.2 超声波检测器	86
4.1.3 视频检测器	87

4.2	交通参数的检测方法和计算	87
4.2.1	交通流量	87
4.2.2	车速	88
4.2.3	占有率	89
4.2.4	交通密度	89
4.3	基于信息融合技术的交通量检测方法	89
4.3.1	基于 Kalman 滤波的排队长度估计	89
4.3.2	基于加权平均融合算法的空间平均速度估计	90
4.3.3	Bayes 参数估计融合算法	91
4.4	基于图像识别技术的交通参数视频检测方法——预处理	95
4.4.1	摄像机的安装	96
4.4.2	图像采集与处理的协调	97
4.4.3	图像恢复	97
4.5	基于图像识别技术的交通参数视频检测方法——特征提取	102
4.5.1	图像分割	102
4.5.2	运动目标分割及阴影的剔除	104
4.5.3	基于积分思想的特征提取方法	107
4.5.4	基于坐标变换的特征提取方法	111
4.6	基于图像识别技术的交通参数视频检测方法——车型分类	118
4.6.1	基于支持向量机的车型分类方法	118
4.6.2	基于 D-S 证据理论的车型分类方法	121
4.6.3	车流量的统计	125
	参考文献	125
第 5 章	单路口的智能交通控制	127
5.1	单路口两相位的模糊控制	127
5.1.1	延误模型	127
5.1.2	模糊算法	128
5.1.3	模糊控制	134
5.2	单路口的两级模糊控制	136
5.2.1	延误模型	137
5.2.2	单路口的两级模糊控制	139
5.2.3	仿真结果分析	142
5.3	单路口多相位模糊控制	143
5.3.1	多相位交通控制运行过程	143
5.3.2	模糊控制器的设计	144
5.3.3	仿真结果分析	147

5.4	基于模糊控制的相位调节方法	148
5.4.1	有关参数的测量	148
5.4.2	模糊控制器的设计	149
5.4.3	相序的调整及相位调节方法	152
5.5	单路口的神经网络自学习控制	153
5.5.1	控制系统结构	153
5.5.2	控制算法	154
5.5.3	仿真结果分析	156
5.6	单路口交通信号的 ANN 自校正预测控制	157
5.6.1	基于 ANN 的平面交叉口交通模型	157
5.6.2	控制器设计	159
5.6.3	仿真结果分析	161
	参考文献	162
第 6 章	城市干线交通的信号协调控制	164
6.1	线控的基本概念和方法	164
6.1.1	基本概念	164
6.1.2	协调方式	165
6.1.3	基本设计方法	166
6.2	交通干线的递阶模糊神经网络控制	170
6.2.1	线控问题的描述	171
6.2.2	交通干线的递阶模糊神经网络控制	172
6.2.3	仿真结果分析	177
	参考文献	178
第 7 章	城市区域交通信号控制	180
7.1	基本概念	180
7.2	TRANSYT 系统	182
7.2.1	交通模型	182
7.2.2	信号配时的优化	186
7.2.3	系统运行评价	186
7.3	基于遗传算法的交通信号配时优化	187
7.3.1	方法框架	188
7.3.2	GA 优化器	188
7.3.3	中观仿真器	191
7.4	SCOOT 系统	192
7.4.1	SCOOT 的原理与交通模型	193
7.4.2	SCOOT 信号参数的优化	196

7.4.3	SCOOT 系统的特点	200
7.5	SCATS 系统	201
7.5.1	SCATS 系统的结构	201
7.5.2	SCATS 系统的原理概述	203
7.5.3	类饱和度和综合流量	204
7.5.4	SCATS 系统的参数优化	205
7.5.5	子区的合并与局部车辆感应控制	207
7.5.6	SCATS 系统的特点	208
7.6	RHODES 系统	208
7.6.1	RHODES 系统的主要原理和结构及原型	208
7.6.2	预测模型	210
7.6.3	控制方法	213
7.6.4	公交优先	220
7.6.5	系统特点	221
	参考文献	222
第 8 章	高速公路的智能控制	224
8.1	高速公路的交通特性和存在的问题	224
8.1.1	高速公路的交通特性	224
8.1.2	高速公路的交通问题	225
8.1.3	解决高速公路交通问题的方法	227
8.2	高速公路入口匝道控制的基本方法	227
8.2.1	入口匝道控制概述	227
8.2.2	入口匝道定时控制	228
8.2.3	入口匝道感应控制	230
8.2.4	入口匝道集中控制	233
8.3	高速公路入口匝道动态最优控制	233
8.4	高速公路智能交通控制系统的建模及多层描述	237
8.4.1	基于神经网络的高速公路稳态和动态交通模型	237
8.4.2	基于人工智能的高速公路交通系统的多层描述	240
8.5	单入口匝道的神经网络控制器	242
8.5.1	高速公路的神经网络模型	242
8.5.2	积分型和比例积分型神经网络控制器的结构	245
8.5.3	神经网络控制器的训练	245
8.6	高速公路动态交通系统的神经网络预测控制	246
8.6.1	高速公路交通系统的动态神经网络模型	247

8.6.2 带约束的神经网络预测控制算法	248
8.6.3 仿真结果分析	251
参考文献.....	252

第 1 章 引 论

随着城市化速度的加快,机动车日益普及,人们在享受机动车所带来的巨大便利的同时,也面临着交通拥挤的困惑。显然,解决交通拥挤的直接办法就是修建更多的路桥以提高路网的通行能力。然而,修建路桥的巨额资金和城市空间的严格限制,使这一方法的有效性大打折扣。因此,在现有道路条件下,提高交通控制和管理水平,合理使用现有交通设施,充分发挥其能力,是解决交通问题的有效方法之一。交通控制包含的内容很多,如道路交通信号控制、交通诱导系统、汽车综合控制、自动化公路等,本书所要讨论的是道路交通信号控制。在不引起歧义的情况下,本书均采用交通控制这一表述。

本章简要介绍道路交通控制发展的历史沿革,道路交通控制的意义和任务,道路交通控制的类型及今后的发展趋势,使读者对道路交通控制的对象及研究内容有一个大致的轮廓。

1.1 交通控制发展的历史沿革

1868 年,英国机械工程师纳伊特在伦敦威斯敏斯特街口安装了一组交通信号灯,那是一种煤气灯,在灯前用红、绿玻璃变换信号。但一次煤气爆炸事故使交通信号灯几乎销声匿迹了近半个世纪。1914 年以及稍晚一些时候,美国的克利夫兰、纽约和芝加哥才重新出现了交通信号灯,它们采用电力发光,与现在意义上的信号灯已经相差无几了。这标志着道路交通控制技术发展的开始。在近百年的发展中,道路交通信号控制系统经历了手动控制到自动控制、无感应控制到有感应控制、单点控制(点控)到干线控制(线控)再到区域控制(面控)的过程。1963 年,加拿大多伦多市建立了一套由 IBM650 型计算机控制的交通信号协调控制系统,这是道路交通控制技术发展的里程碑。该系统第一次把计算机技术用于交通控制,大大提高了控制系统的性能和水平。在此之后,美国、英国、澳大利亚、法国、日本等国家相继建成以计算机为核心的区域交通控制系统。交通控制系统的发展过程可用表 1.1 表示。

表 1.1 交通控制系统的发展过程

年份	方式	国别	应用城市	系统名称	系统特征	路口数	周期	检测器
1868	点控	英国	伦敦		燃气色灯	1	定	无

续表

年份	方式	国别	应用城市	系统名称	系统特征	路口数	周期	检测器
1914	点控	美国	克利夫兰		电灯	1	定	无
1926	点控	英国	各城市		自动信号机	1	定	无
1928	点控	美国	各城市		感应信号机	1	变	气压式
1917	线控	美国	盐湖城		手控协调	6	定	
1922	线控	美国	休斯敦		电子计时	12	定	
1928	线控	美国	各城市		步进式定时	多	变	
1952	面控	美国	丹佛市		模拟计算机 动态控制	多	变	气压式
1963	面控	加拿大	多伦多		数字计算机 动态控制	多	变	电磁式
1968	面控	英国	哥拉斯哥	TRANSYT	静态控制	多	变	环形线圈
1975	面控	美国	华盛顿	CYRANO	动态控制	多	变	环形线圈
1980	面控	英国	哥拉斯哥	SCOOT	动态控制	多	变	环形线圈
1982	面控	澳大利亚	悉尼	SCATS	动态控制	多	变	环形线圈
1985	面控	意大利	都灵	SPOT/UTOPIA	动态控制	多	变	环形线圈
1989	面控	法国	图卢兹	PRODYN	动态控制	多	变	环形线圈
1995	面控	德国	科隆	MOTION	动态控制	多	变	环形线圈
1996	面控	美国	新泽西	OPAC	动态控制	多	变	环形线圈
1996	面控	美国	凤凰城	RHODES	动态控制	多	变	环形线圈
1997	面控	希腊	哈尼亚	TUC	动态控制	多	变	环形线圈

1.2 交通控制的意义和任务

1.2.1 道路交通存在的主要问题

随着经济的发展,机动车的保有量迅速增加,从而导致交通问题日益严重,其主要表现如下。

(1) 交通事故频发,对人类生命安全造成极大威胁

文献[1]的统计研究表明:在世界总人口中,每年有将近 19/100 000 的人死于交通事故,这个数字可与战争中的死亡人数相比。据统计,20 世纪因交通事故全世界共死亡 2585 万人,该数字比第一次世界大战中死亡的人数还多。在侵越战争 10 年中美军死亡 5 万人,这个数字只相当于 20 世纪 70 年代美国 1 年的交通事故死

亡人数。所以,一位法国专家说:“汽车同时也是一种伤人性交通工具,它比战车厉害,战车杀人只发生在战争期间,只发生在战场上,只杀敌人;而汽车杀人不受时间、地点和敌、我、友的限制。”据统计,20 世纪一共生产了大约 22.35 亿辆机动车,也就是说每生产 100 辆机动车平均至少要夺走 1.2 人的生命。

(2) 交通拥堵严重,导致出行时间增加,能源消耗加大

20 世纪 70 年代,统计研究表明^[2],在英国一个大约具有 100 个平面交叉口的城市内,每年由于车辆延误造成的经济损失就达 400 万英镑;在东京,通过 268 个主要平面交叉口的低效率交通流引起的年经济损失约为 2 亿美元;在巴黎,每天由于交通拥挤引起的损失时间相当于一个拥有 10 万人口的城市的工作日。据测算,如果一辆小汽车在 7km/h 至 88km/h 的速度之间加减速 1000 次,则比匀速行驶时多消耗燃油 60L,如果是卡车则多消耗燃油 144L。

(3) 空气污染和噪声污染程度日益加深

汽车的尾气排放、噪声是当今世界最严重的环境污染源之一。发达国家的调查表明:汽车排出的污染物占大气污染物总量的 60% 以上;交通噪声占城市环境噪声的 70% 以上。这种污染在车辆制动和起动过程中更为严重。实验表明,车辆起步、制动时排出的废气量是匀速行驶时的 7 倍以上,产生的噪声也比正常行驶时高出 7 倍。

交通问题还间接造成城市有限的土地资源和能源被无效地使用,公共运输系统的吸引力降低,运行效率下降,严重影响了人类生活的质量,给环境、经济和社会带来了严重的后果。

目前,解决上述问题的办法通常有两种:一是通过行政手段改变交通的运行规律,如采用公交优先措施、限制私人小汽车的超速发展、规定某些路段单向行驶、交错安排各单位的上班时间和工休日、抑制交通高峰期的交通量等;二是通过运用各种高新技术改善现有的交通系统。

近年来,随着信息技术的迅速发展,后一种办法受到人们的普遍重视。信息技术已渗透到人类社会的各个领域,并带来巨大的变革,人们相信:把信息技术运用到交通控制系统同样会带来新的突破。

1.2.2 交通控制的目的

交通控制的目的就是要在确定的行政规定约束下,采用合适的运作方法来确保公共和私人运输方式具有最佳的交通条件。具体来说,交通控制的目的表现在以下几个方面。

(1) 减少交通事故,增加交通安全

对交通实施控制可以把发生冲突的车流和行人从时间和空间上分离,从而减少交通事故的发生。

(2)缓和交通拥挤,提高交通效益

合理进行交通控制可以对交通流进行有效的引导和调度,使交通流保持在一种平稳的运行状态,从而避免或缓和交通拥挤状况,大大提高交通运输的运行效益。

(3)提高公交效率,减少交通负荷

在交通控制中,可以采用公交优先的方式,减少公交车的旅行时间,提高运行效率,从而可以提高公共运输系统对公众的吸引力,减少私家车、单位班车的使用,有效减少交通负荷。

(4)降低污染程度,节省能源消耗

实施交通控制可以减少汽车的停车次数,并使车辆在较佳的状态下运行,从而可以减少尾气污染和能源消耗。

1.2.3 交通控制的任務

交通控制的主要对象是机动车及其驾驶员,因此交通控制的任务就是对道路上的交通流进行合理的引导和控制,以缓和或防止交通拥挤、减少尾气排放和噪声污染及能源消耗,并及时为车辆上的有关人员及行人提供交通状况信息以增进交通安全。

1.3 交通控制的类型

从空间关系上划分可把交通信号控制分为单路口控制(也称点控)、干线控制(也称线控)、网络控制(也称面控)。从控制原理上划分可把交通控制分为定时控制、感应控制和自适应控制。

(1)点控

对城市道路平面交叉口或高速公路匝道口独立进行信号控制,不考虑与相邻路口或匝道口的协调关系,其控制目的是尽可能减少该路口或匝道口的行车延误。

(2)线控

对含有多个平面交叉口的城市交通干线进行信号控制,其各路口的控制方案相互协调,使得进入干线的车队按某一车速行驶时,能不遇或少遇红灯而通过该干线。

(3)面控

对城市中某个区域的平面交叉口(1个以上)进行信号控制,其控制方案相互协调,使得在该区域内某种指标,如总的停车次数、旅行时间、耗油量等最小。

(4)定时控制

交通信号按事先设定的配时方案运行,其配时的依据是交通量历史数据。一天只用一个配时方案的称为单时段定时控制,一天按多个时段采用不同配时方案的

称为多时段定时控制,简称多时段控制。

(5)感应控制

某相位绿时根据车流量的变化而改变的一种控制方式,其中车流量可由安装在平面交叉口停车线前的车辆检测器测量。

(6)自适应控制

把交通系统作为一个不确定性系统,能够连续测量其状态,如车流量、停车次数、延误时间、排队长度等,逐渐了解和掌握对象,把它们与希望的动态特性进行比较,并利用差值以改变系统的可调参数或产生一个控制,从而保证不论环境如何变化,均可使控制效果达到最优或次最优。

1.4 交通控制与智能交通系统

从1994年起,智能交通系统这一术语得到全世界的广泛承认。ITS是一个跨学科、信息化、系统化的综合研究体系,其主要内容是:将先进的人工智能技术、自动控制技术、计算机技术、信息与通信技术及电子传感器技术等有效地集成,并应用于整个地面交通管理系统而建立的一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效的综合交通运输管理系统。1995年3月美国运输部正式出版了《国家智能交通系统项目规划》,明确规定了智能交通系统的7大领域和29个用户服务功能,并确定了到2005年的年度开发计划。其7大领域包括:交通控制与管理系统、出行需求管理系统、公共交通运营系统、商用车辆运营系统、电子收费系统、应急管理系统、先进的车辆控制和安全系统。其中,交通控制系统是ITS研究的一个重要方面。由于交通系统具有较强的非线性、模糊性和不确定性,是一个典型的分布式系统,而且具有多种信息来源、多传感器的特点,用传统的理论与方法很难对其进行有效的控制。把先进的智能控制技术、信息融合技术、智能信息处理技术与交通工程结合起来,是一个崭新的研究方向^[3],它能够推动和促进学科之间的相互交叉,理论成果与实际应用相互结合,具有重要的学术和应用价值。

参 考 文 献

- 1 段里仁等. 中国交通安全问题及对策. 见:国务院发展研究中心-VOLVO 公司合作项目,2000
- 2 乐寿长. 道路交通控制. 长沙:湖南科学技术出版社,1995
- 3 刘智勇等. 城市交通信号控制的进展. 见:第二届北京国际智能交通系统(ITS)技术研讨暨技术与产品展览会论文集. 北京:2002,370~390

第 2 章 道路交通控制的基本理论和方法

经过近百年的发展,交通控制已经形成了一套较为成熟的概念和方法。迄今为止,一些传统的方法仍在继续发挥作用。本章主要介绍交通控制的基本概念、交通信号控制参数、交通模型和基本的交通控制方法等内容。这些内容也是设计智能交通控制系统的基础。

2.1 基本概念

在城市道路中存在大量的平面交叉路口,成为交通流的汇集和分流点。为了使交通流安全地进入和离开平面交叉路口,必须采用某种控制方法,合理地分配通行权,使发生冲突的交通流在时间上和空间上分离,从而保证车辆和行人的安全通行。平面交叉路口一般可分为十字形、X形、T形、Y形和多路交叉形。由于多路交叉交通组织复杂,应尽量避免。各种平面交叉路口类型如图 2.1 所示。

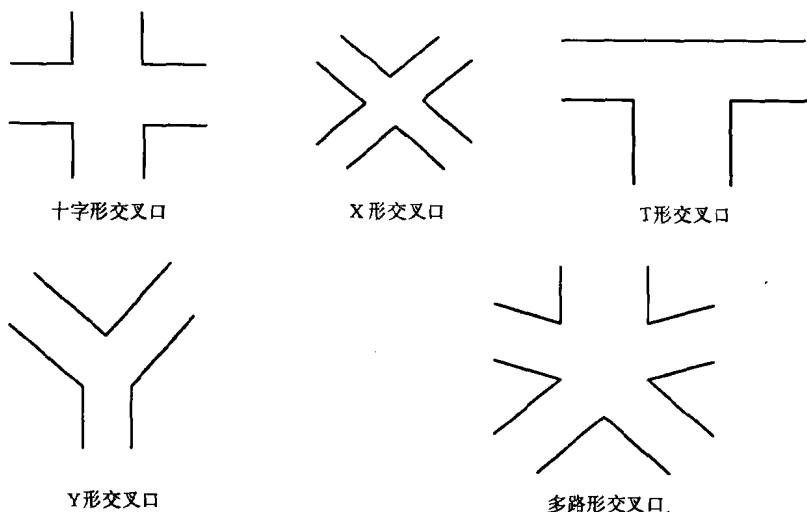


图 2.1 各种平面交叉路口

平面交叉口根据交通量情况可采用不同的交通组织方式,主要有:①环形交通。在交叉口中央设置圆形交通岛,使进入交叉口的车辆一律绕岛单向行驶。②无信号控制。交通量较小时不设人或信号灯管制。③信号控制。采用信号机控制或人工指挥。本书主要讨论采用信号机进行交通控制的基本概念和方法。