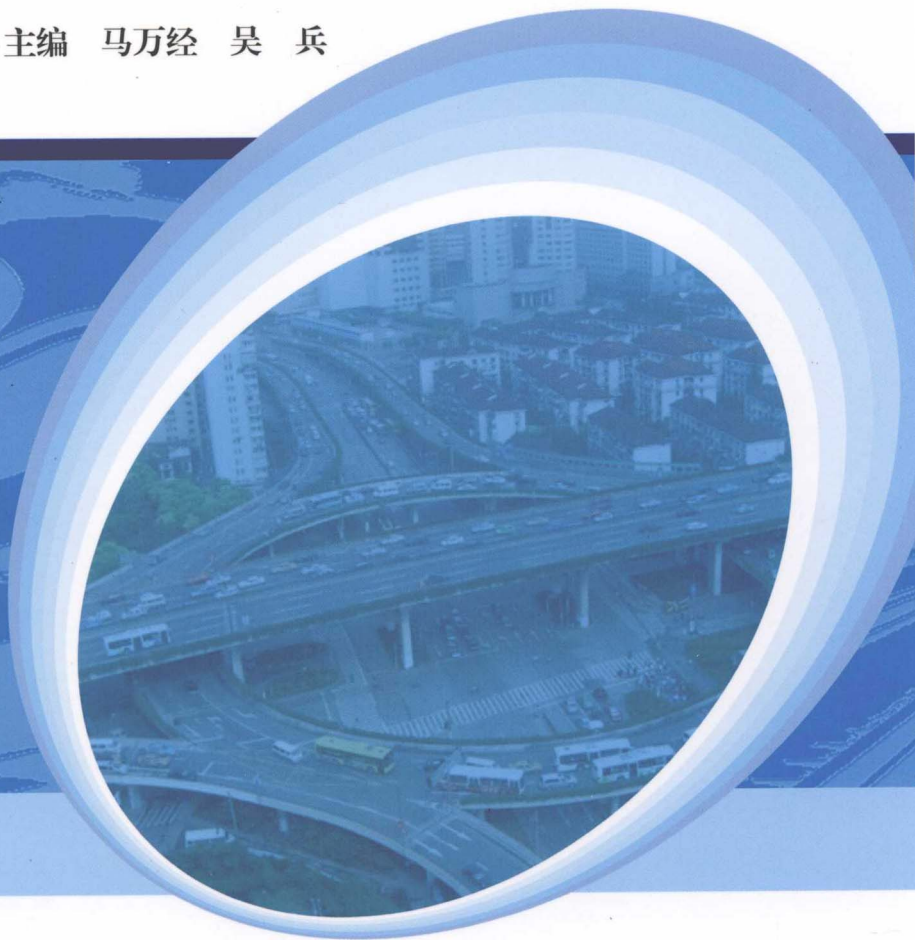


高等学校交通运输类核心课程教材

现代交通管理 与控制概论

主编 马万经 吴 兵

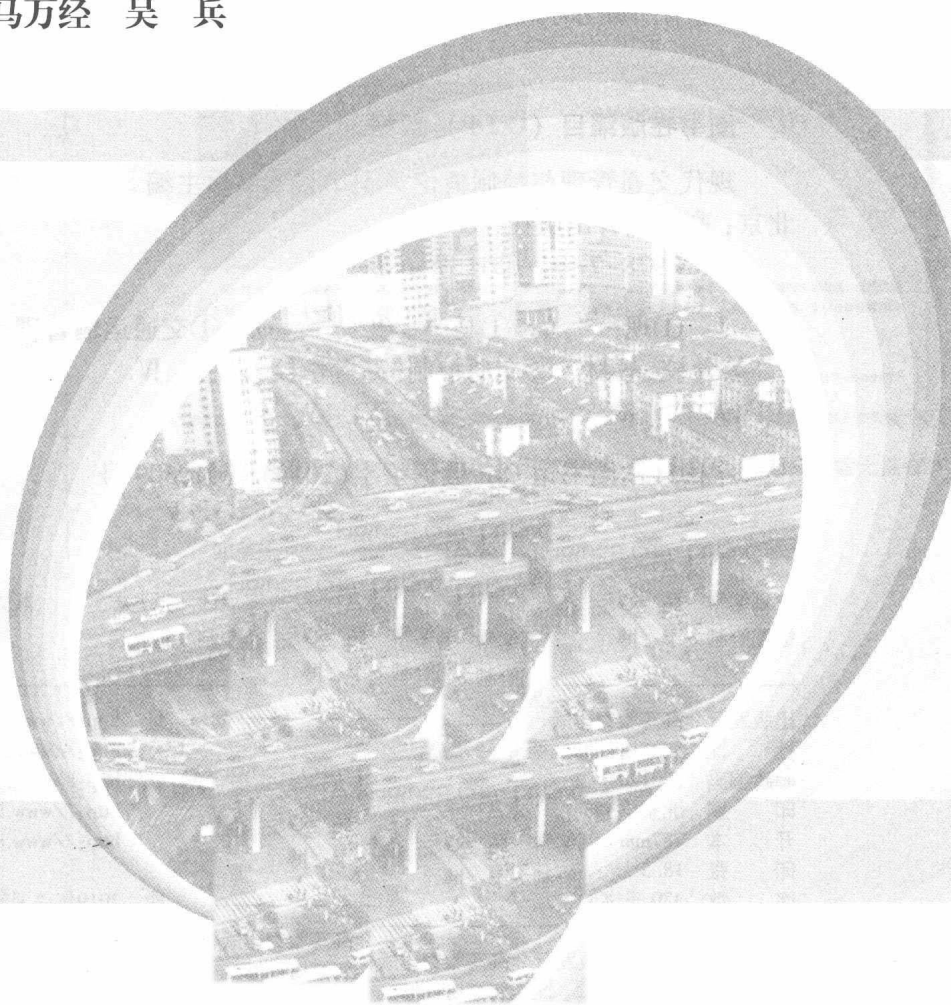


高等教育出版社

核心课程教材

现代交通管理 与控制概论

主编 马万经 吴 兵



高等教育出版社·北京

内容提要

本书结合目前车路协同技术的发展及最新的交通管理与控制的实践和研究成果编写而成,全书简明、新颖、实用,共十五章。除绪论外,本书其他章节安排主要按照交通管理和控制的不同对象进行分类介绍,其中交通管理内容为第二至第八章,包括交通管理规则与设施、交通需求与系统管理、道路交叉口和快速路交通管理、特殊运行环境下的交通管理、交通安全和执法管理;交通控制内容为第九至十四章,涵盖不同层面和不同类型的交通控制方式,包括单点、干线及区域交通控制、匝道控制、交叉口非常规控制。此外,编者结合每一章的要点和多年来的教学经验,编写了思考题,以便学生自主学习。

本书可作为交通工程的教材和教学参考书,也可作为其他理工类专业的选修课教材,同时亦可供成人自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代交通管理与控制概论 / 马万经, 吴兵主编. --
北京: 高等教育出版社, 2019. 2

ISBN 978-7-04-051137-6

I. ①现… II. ①马… ②吴… III. ①交通运输管理-高等学校-教材 ②交通控制-高等学校-教材 IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 010309 号

策划编辑 葛 心	责任编辑 葛 心	封面设计 张 志	版式设计 徐艳妮
插图绘制 于 博	责任校对 高 歌	责任印制 赵义民	

出版发行 高等教育出版社	网 址 http://www.hep.edu.cn
社 址 北京市西城区德外大街 4 号	http://www.hep.com.cn
邮政编码 100120	网上订购 http://www.hepmall.com.cn
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司	http://www.hepmall.com
开 本 787mm×960mm 1/16	http://www.hepmall.cn
印 张 18.5	
字 数 370 千字	版 次 2019 年 2 月第 1 版
购书热线 010-58581118	印 次 2019 年 2 月第 1 次印刷
咨询电话 400-810-0598	定 价 36.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 51137-00

城市交通是城市社会活动、经济活动的纽带和动脉。经济的高速发展以及城镇化进程的推进,引发一系列城市问题,交通拥堵成为典型的城市病之一,困扰着无数的城市管理者。城市交通管理与控制理论在人类的不断实践中更新:人们逐渐发现通过单纯增加道路等交通基础设施不可能解决交通拥堵问题,交通需求管理的理念与方法开始成形,这成为交通治理理念上的一次重要变革。随着信息技术、人工智能技术、计算机及通信技术等高新技术的发展与应用,智能交通系统应运而生,从人一车一路的动态关系出发,为现代交通管理与控制的发展提供了新的方法,为提高道路的通行能力和使用效率提供了新途径。

中国人口密度高,交通需求大,资源约束强,可用于城市交通设施建设的土地已经非常有限,因此通过高效的交通管理与控制,充分挖掘利用有限资源显得尤为重要。现代交通管理与控制具有四大特点:(1)交通管理与控制与其他因素存在相互关联,具有耦合性,交通管控问题较为复杂且涉及内容广;(2)交通管理与控制面向的交通工具与运行环境存在多样性,不同的交通工具有不同的运行环境需求,同时受恶劣天气、大型活动等特殊运行环境的影响,使交通需求与交通流运行状况发生显著改变;(3)交通管理与控制对象的出行行为和出行需求存在差异性,不同的交通参与者,其驾驶行为、步行特征等存在差异,且不同的出行者其对出行的需求在准点性、舒适性等也不相同;(4)交通管理与控制是不断发展扩充的,特别是近年来车辆自动驾驶技术的发展,人类驾驶车辆与自动驾驶、网联车辆的多模式混合交通流已经呈现,必将触发包括车路协同和网联自动驾驶在内的网联智能交通管控的发展。

本书总结了交通管理和交通控制两个方面的基本概念和理论成果,为初学者构建交通管理与控制的基本轮廓。书中含视频、音频以及文字等多媒体的二维码链接,方便读者进一步探究感兴趣的内容。本书更新了传统的交通管控内容,包括交通政策法规、交通管理措施等内容,同时添加近年来关于交通管控的新实践成果与理论,包括特殊运行环境下的交通管

理、交叉口的非常规控制、车路协同下的车辆编队控制等内容，进一步结合智能网联驾驶技术特点探讨其在交通管控中的应用前景。

本书由同济大学马万经、吴兵主编。本书的章节框架、内容组织与统稿由马万经和吴兵负责，主要编写人员包括李林波（第一至五、八章），王玲（第六、七、十四章）和胡笳（第九至十三、十五章）。长安大学邵海鹏教授审阅了本书稿，并提出了很多建设性意见，在此表示衷心感谢。

本书旨在为初学者提供交通管控的基本概念和框架，内容是开放和发展的，交通管理与控制的实践还在不断发展，相关的理论成果也在随之不断地更新。在本书编写过程中，广泛参考了参考文献中对本书有用的材料，谨向作者们致以衷心的感谢。由于编者水平有限，本书难免存在不当之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2018年10月于上海同济园

第一章 绪论	1
第一节 交通管理与控制基本概念	1
一、交通管理与控制的起源与定义	1
二、交通管理与控制的定位与目的	2
三、交通管理与控制的分类	3
第二节 本课程的学习	4
学习与思考	6
第二章 交通管理规则与设施	7
第一节 交通管理规则	7
一、交通管理规则的演变	7
二、道路交通法规的类型	10
三、道路交通法规的内容	11
第二节 交通管理设施	25
一、道路交通标志	25
二、道路交通标线	30
三、行人过街设施	33
四、道路交通辅助设施	35
学习与思考	43
第三章 交通需求与系统管理	44
第一节 交通需求与系统管理内涵	44
一、交通需求管理内涵	44
二、交通系统管理内涵	45
第二节 交通需求与系统管理原则	46
一、交通需求管理原则	46

二、交通系统管理原则	47
第三节 交通需求管理的策略与措施	48
一、交通需求管理的基本策略	48
二、交通需求管理的主要措施	49
第四节 交通系统管理主要措施	52
一、交通系统管理的主要措施	52
二、交通系统管理措施的分类	52
第五节 交通需求与系统管理工作过程	53
一、交通需求管理措施的实施	54
二、交通需求管理措施效果评估	55
三、交通系统管理措施的实施	56
四、交通系统管理措施效果评估	56
学习与思考	58
第四章 道路交叉口交通管理	59
第一节 平面交叉口交通管理	59
一、交叉口交通管理的原则	59
二、全无控制交叉口	60
三、主路优先控制交叉口	63
四、交叉口控制方式的选择	66
第二节 环形交叉口交通管理	68
第三节 立体交叉口交通管理	73
一、分离式立体交叉	74
二、互通式立体交叉	75
学习与思考	78
第五章 快速路交通管理	79
第一节 快速道路交通管理内容	79
一、快速道路车辆行驶管理	79
二、快速道路交通拥挤管理	82
第二节 快速道路交通管理系统	82
一、快速道路交通管理系统	82
二、快速道路主动交通管理	84
学习与思考	85

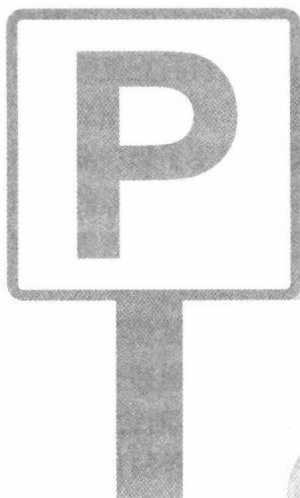
第六章 特殊运行环境下的交通管理	86
第一节 交通拥挤管理	86
一、交通拥挤内涵	86
二、交通拥挤管理	90
第二节 恶劣天气事件	92
一、恶劣天气定义	92
二、恶劣天气对道路的影响	95
三、恶劣天气相关管理策略	98
第三节 交通事件	102
一、交通事件定义	102
二、交通事件对道路产生影响的因素	103
三、交通事件的管理策略	104
第四节 计划中的特殊事件	105
一、计划中的特殊事件定义	105
二、计划中的特殊事件对道路交通产生影响的因素	106
三、计划中的特殊事件控制策略	107
学习与思考	109
第七章 交通安全管理	110
第一节 交通安全管理概论	110
第二节 交通安全管理规划	113
一、交通安全管理规划概论	113
二、交通安全管理规划内容	115
第三节 道路安全审计	117
一、道路安全审计概论	117
二、道路安全审计过程与内容	118
第四节 车速管理	122
一、车速管理概论	122
二、车速管理内容	123
学习与思考	125
第八章 交通执法管理与技术	126
第一节 道路交通安全违法处理	126

一、道路交通安全违法管辖	126
二、道路交通安全违法处罚	127
三、道路安全违法处理流程	127
第二节 道路交通事故处理	128
一、道路交通事故管辖	128
二、道路交通事故类型	128
三、道路交通事故处理流程	129
第三节 交通执法监控技术	129
一、交通监控工具的发展	129
二、电子警察系统组成	131
学习与思考	133
第九章 交通控制基础	134
第一节 交通控制的历史	134
第二节 现代交通信号控制	136
一、现代交通信号控制的类型	136
二、现代交通信号控制的思想方法	137
三、现代交通信号控制系设施	139
第三节 交通信号控制基本参数	141
一、周期长度	141
二、信号相位	141
三、信号阶段	144
四、绿信比	145
五、绿灯间隔时间	145
六、饱和流量	146
七、流量比	146
八、饱和度	147
九、通行能力	147
学习与思考	148
第十章 单点交通控制	149
第一节 单点定时交通信号控制	149
一、信号控制方案	149
二、定时信号控制的特点	150

三、定时信号配时的基本原理	150
四、定时信号配时的流程	154
五、信号控制交叉口交通效益评估	156
第二节 单点感应信号控制	156
一、感应信号控制的发展概况与基本类型	156
二、感应信号控制的基本原理	160
三、感应信号控制的控制参数	160
第三节 单点优化信号控制	162
一、模糊控制	163
二、神经网络自学习控制	163
三、其他智能控制方法	164
第四节 多时段交通信号控制	165
一、多时段划分数据的采集	166
二、多时段划分方法	167
学习与思考	170
第十一章 干线交通控制	171
第一节 干线交通信号联动控制	171
第二节 定时式干线交通信号联动控制	173
一、线控制系统的基本信号控制参数	173
二、定时式线控制系统的协调方式	174
三、定时式线控制系统配时的主要约束条件	175
四、定时式线控制系统配时方法	176
五、提高线控制系统效益的辅助设施	177
第三节 感应式干线交通信号联动控制	177
一、使用半感应信号机的线控系统	177
二、使用全感应信号机的线控系统	177
三、关键交叉口感应式线控系统	178
学习与思考	178
第十二章 区域交通控制	179
第一节 区域交通控制的基本概念和基础理论	180
一、按控制策略分类	180
二、按控制方式分类	182

三、按控制结构分类	182
第二节 定时式脱机区域交通信号控制系统: TRANSYT	184
一、仿真模型	185
二、优化	186
第三节 自适应式联机区域交通信号控制系统	188
一、SCATS/SCOOT 系统	188
二、人工智能与主动式交通信号控制系统	194
学习与思考	200
第十三章 匝道控制	201
第一节 匝道控制概述	201
一、匝道控制的定义和目标	202
二、匝道控制的分类	203
三、匝道控制的作用	204
四、匝道控制的基本原理	204
五、实施匝道控制的前提条件	206
第二节 单个入口匝道的控制	206
一、单个入口匝道的控制方法	206
二、单个入口匝道控制的放行策略	211
三、单个入口匝道的控制算法概述	213
第三节 多个入口匝道的协同控制	217
一、基于系统最优的协同控制系统	217
二、基于状态调节器的协同控制系统	220
三、启发式协同控制系统	221
四、基于人工智能方法的协同控制系统	223
第四节 出口匝道的控制策略	225
学习与思考	226
第十四章 交叉口非常规控制	227
第一节 信号控制环形交叉口	227
一、信号控制环形交叉口概论	227
二、信号控制环形交叉口分类	230
三、信号控制环形交叉口设计	232
第二节 连续流交叉口	234

一、连续流交叉口概论	234
二、连续流交叉口分类	237
三、连续流交叉口设计	237
第三节 预信号交叉口	240
一、预信号交叉口概论	240
二、预信号交叉口分类	243
三、预信号交叉口设计	244
第四节 U-Turn 交叉口	245
一、U-Turn 交叉口概论	245
二、U-Turn 交叉口分类	248
三、U-Turn 交叉口设计	249
第五节 公交信号优先交叉口	252
一、公交信号优先定义	252
二、公交信号优先控制策略	253
第六节 铁道相交交叉口	256
一、道口信号控制概论	256
二、道口信号控制策略	258
学习与思考	259
第十五章 未来的交通控制	260
第一节 智能网联驾驶的交通系统	260
一、车路协同系统	261
二、车路协同的基础应用	263
三、车路协同系统研究现状	265
第二节 车辆诱导控制	267
一、车辆自主决策技术	267
二、车辆编队控制	268
学习与思考	271
参考文献	272



第一节 交通管理与控制基本概念

一、交通管理与控制的起源与定义

随着社会的不断发展，交通愈见繁荣，交通冲突与事故也不断增加，道路交通的运行需要良好的组织与管理，同时交通事件的处理与协调需要在一个大家公认的标准下才能得到更好的实施，因此，道路交通法规也就应运而生。一般认为世界上最早的道路交通法规由古罗马共和国末期的凯撒大帝制定，中国则在夏朝时设置了管理车辆的行政官职。到了唐代，交通已经发展得很完备，从长安出发，有通往全国各州的道路，并将交通管理的内容纳入法律，在《唐律疏义》中就阐明了针对破坏桥梁、阻碍交通等犯罪处罚的规定，随着汽车的发明和使用，道路交通也更加复杂。1934年12月民国政府颁布了全国统一的道路交通法规《陆上交通管理规则》，从系统性和完整度来说，这是我国历史上第一部完善的交通法规。



1-1《唐律疏义》

交通信号灯是道路交叉口交通控制的关键设施，那么交通信号灯是怎样发明出来的呢？19世纪初，在英国中部的约克城有一种传统，即女性不同的婚姻状态通过不同颜色的着装来表示，其中，女人已婚用穿红装来表示，而穿绿装则代表着未婚。后来，在红绿装的启发下，人们将这种形式应用在交通控制中。1868年英国伦敦首次尝试对交叉路口的交通进行管控，当时的交通管控通过警察手工轮流变换指挥旗帜实现，称为旗语。1910年，芝加哥的厄内斯特·西林（Earnest Sirrine）申请的美国

US976939 号专利也许是第一个自动交通管控系统,该系统使用无照明的“停止”和“继续”作为指挥信号。1914 年,美国俄亥俄州的克里夫兰市出现了第一台电力驱动的交通信号灯——“电气信号灯”。随后在交通工具不断发展和交通指挥需求不断提升的情况下,1918 年诞生了第一盏名副其实的三色灯(具有红、黄、绿三种颜色),它是一种有色的圆形的四面投影器,安装在纽约市第五大道的一座高塔上,三色灯的出现,大大地改善了城市交通。

交通管理是按照交通法规的要求、规定和道路的实际状况,运用教育、行政、法律和技术等手段合理地限制和科学地组织、指挥交通,正确处理道路交通中人、车、道之间的关系,从而使交通尽可能达到安全、通畅、公害小和能耗少等目标的过程。因此,从一般交通运行的角度,交通管理的内容涉及交通法规制定、交通需求与系统运行管理、交通违法与事故处理等。

交通控制是交通管理的一种特殊表现方式,是依靠交通警察或采用交通信号控制设施,随交通变化特性来指挥车辆和行人通行的管理手段。

交通管理与控制措施,根据法律意义在性质上可分为两类。

1) 强制执行措施:是指在交通法规中规定的,为维护交通秩序,保障交通安全所必需的基本交通规则。

2) 工程技术措施:是指用来改善交通状况的工程技术方案,这些措施本身不具有法律意义,如单向交通、公交专用道等,但在实施时,经由交通管理部门设立具有法律意义的交通标志而具有法律的强制性。

二、交通管理与控制的定位与目的

按照现代交通工程学的理念,交通管理与控制不仅是一个从交通规划到交通设计之后的治理环节,更是一个与规划和设计互动反馈的环节,交通规划、设计、管理与控制一体化已经成为交通治理的基本理念。

初期的交通管理,主要是针对快速交通引起的交通事故,希望减少频繁的事故,保障交通安全;进入 20 世纪 70 年代,随着机动车数量的不断增加,在事故频发之外,出现了另一交通问题,即交通拥挤堵塞,因此在保障交通安全的前提下,进一步对交通管理提出充分利用现有道路交通资源、缓解交通拥挤、提升通行效率的要求,从而促进了交通系统管理(transportation system management, TSM)的发展;随后在 20 世纪 70 年代末,机动化冲击进一步激化了交通拥挤的发生,在大量扩建道路,采用提升道路交通资源效率的交通措施后,交通拥挤并没有得到缓解,反而愈演愈

愈烈，甚至开始对环境产生影响，人们开始意识到有限的交通资源不能满足无限的交通需求，交通需求管理（transportation demand management, TDM）的理念与方法开始出现，这是交通治理理念上的一次重要变革：从传统的通过不断增加道路资源来满足交通需求的增长，转变为对交通需求加以控制、降低交通出行需求量，以适应已有道路交通设施的容量，即改“按需增供”为“按供控需”，从而达到交通建设可持续发展的目的。20 世纪 80 年代末，随着信息技术、人工智能技术、计算机及通信技术等高新技术的发展与应用，智能交通系统应运而生，从人一车一路的动态关系出发，为现代交通管理与控制的发展提供了新的方法，通过交通监测、诱导和控制等功能，大幅度提高道路的通行能力和使用效率，降低交通拥挤程度和交通事故发生率，减少车辆延误和排放污染，从而使交通流始终处于良好运行状态。

三、交通管理与控制的分类

1. 交通管理的类别

根据交通管理性质与内涵的不同，交通管理可分为交通行政管理（administration）、交通秩序管理（enforcement）以及交通运行管理（operation）三类。交通行政管理是指政府和交通行政机构在有关法律规定的范围内对交通事务所进行的决策、计划、组织、领导、监督和控制等的处理、协调活动，政府行政干预的形式、力度和手段在一定程度上决定了交通发展的规模、水平，也决定了社会上的各类人群尤其是低收入者、社会各部门所享受交通服务的质量。交通秩序管理也叫交通执法管理，指按照交通法规对道路上的车流、人流与交通有关的活动进行引导、限制和组织协调，包括建立交通指挥信号控制，设置交通标志、标线等管理设施，合理规划、使用现有道路，调整、疏导交通流量，纠正、取缔交通违章，调查处理交通事故等，使车辆、行人各行其道，有秩序地通行。交通运行管理是指运用交通技术措施对交通系统实施有组织的协调和处理活动。

从交通供给与需求的角度理解，交通管理可以分为交通系统管理和交通需求管理，供需问题主要牵涉交通资源的提供与配置，侧重于从规划设计层面来考虑。交通系统管理是把汽车、公共交通、出租汽车、行人和自行车等看成城市交通运输系统的多个组成部分，从整个交通运输系统着眼，通过交通运营、管理和服务政策来协调交通系统的组成部分，探求能使现有系统发挥其最优效益的综合治理方案，可避免各个局部措施把交通问题转移地点的弊端，又可得到系统效益最优的方案。交通需求管理主要

是从减轻或消除道路交通的拥挤这个角度,可利用交通政策等对交通参与者的导向作用,促进其变更交通选择行为,或增加每辆车的乘坐人数,以减少道路上机动车的总出行量,从而达到减轻或消除道路交通拥挤的目的。

2. 交通控制的类别

从交通控制的区域范围来看,交通控制可以分为单个交叉口交通控制、干道交叉口信号联动控制和区域交通信号控制。单个交叉口交通控制,是指每个交叉口的交通控制信号只按照该交叉口的交通情况独立运行,不与其邻近交叉口的控制信号有任何联系的控制方式,也称单点信号控制,俗称“点控制”,是交叉口交通信号控制的基本形式。干道交叉口信号联动控制,是指将干道上若干连续交叉口的交通信号通过一定的方式联结起来,同时对各交叉口设计一种相互协调的配时方案,各交叉口的信号灯按此协调方案联合运行,使车辆通过这些交叉口时,不致经常遇上红灯的一种控制方式,也叫“绿波”信号控制,俗称“线控制”。区域交通信号控制,是指以某个区域中所有信号控制交叉口作为协调控制对象的控制方式,俗称“面控制”。

从交通控制的方法来考察,交通控制在不断发展的过程中形成了定时控制、感应控制和自适应控制等方法。定时控制,是指交叉口交通信号控制机均按事先设定的配时方案运行的方法,也称定周期控制。感应控制是在交叉口进口道上设置车辆检测器,信号灯配时方案由计算机或智能化信号控制机计算,可随检测器检测到的车流信息而随时改变的一种控制方式。自适应控制是把交通系统作为一个不确定系统,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的一种控制方式。

第二节 本课程的学习

交通系统是一个开放复杂巨系统,交通工程是一门交叉学科,涉及的学科门类很多,包括政策、经济、社会、心理、土木、信息、自动化、建筑、规划等,想要把握不甚容易。从系统建设运营的角度看,主要包括交通规划、设计、管理几个环节,各环节之间相互衔接,相互反馈,构成一个循环往复,不断发展的系统,以适应社会经济发展的要求。相较于规划

设计而言,交通管理与控制处于系统建设运行的下游环节,其作用的效率一方面取决于上游环节运作的科学合理性,另一方面取决于自身技术的发展水平。

作为一门概论课程,主要是向初学者介绍交通管理与控制的基本内容和基本效用,使初学者能够把握交通管理与控制的一些基本要素,激发自己的兴趣爱好,以期在进一步的学习过程中能够纲举目张,循序渐进。交通控制是交通管理的一种特殊表现方式,但其基本原理与一般的管理存在很大的差异,因此,本课程主要从交通管理和交通控制两个方面分别进行叙述。

交通管理主要是按照一定的规则对道路上的交通行为进行组织管理,以促使道路交通安全有序高效地运行,因此,交通管理的首要条件是建立交通规则制度,并且将这种规则通过一定的交通设施如隔离栏、交通标志标线等落实到道路与交通环境中,或是通过行政条例来规范交通参与者的行为;其次,交通管理理念随着科学技术与人本思想的发展在不断地演化,主要体现在交通供给与需求管理的协调发展,对交通系统管理和交通需求管理进行重点介绍也就成为应有之义;第三,交通运营管理的关键在于一些重要的节点如交叉口、快速路、特殊环境等,对这些关键要素进行阐述是把握交通管理要点的重要基础;第四,交通安全是交通系统的运行前提,也是运行保障的最终目标,对交通安全的深入理解是学习交通管理,实践交通管理的必要条件;最后,如何保障交通的有效运行,需要法律和技术提供坚实的保障。总体而言,对交通管理进行概论性的描述,目的是为初学者建立起交通管理的基本要素与动态发展观,从不同层次理解交通管理的内涵与实质。交通控制是依靠交通警察或采用交通信号控制设施,随交通变化特性来指挥车辆和行人的通行,因此,交通控制的首要条件是根据各设施的交通运行特征,确定不同的控制策略,来改善交通运行效率与安全。在交通设施分类中,最主要的两个分类为城市道路系统与快速路系统。城市道路系统主要包括三种交通控制策略:单点交通控制、干线交通控制和区域交通控制,本书对每种策略的类型、原理和适用条件进行了阐释。快速路系统的交通控制主要通过匝道控制实现,本书概述了入口匝道以及出口匝道的不同控制方式与算法。另外,综合论述了各类非常规交叉口的控制手段、适用范围等,且分析了特殊运行环境对交通的影响,并基于此提出了交通控制改善建议。最后,本书对未来交通控制进行了展望,系统地讲述了智能网联驾驶关键技术在实际中的应用以及在未来的发展前景。