

智能交通与智能驾驶系列

城市智能交通 系统工程设计及案例

□ 张海波 赵琦 何忠贺 修伟杰 编著



智能交通与智能驾驶系列

城市智能交通系统工程设计及案例

张海波 赵 琦 何忠贺 修伟杰 编著

机械工业出版社

本书讨论的是智能交通系统工程的规划设计问题,目的是运用交通工程学的基本理论和先进的智能交通技术,整合交通系统的时间资源和空间资源,实现通畅、安全、便捷及改善环境的交通实施方案。本书共5章,先后介绍了智能交通的发展现状和规划设计路径、交通调查的方法和规则、智能道路路口的设计和智能停车系统的设计,最后给出了3个智能交通系统的设计实例。

本书适合从事智能交通和现代交通规划研究的研究人员阅读参考,也可以作为智能交通、交通工程专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

城市智能交通系统工程设计及案例/张海波等编著. —北京:机械工业出版社, 2020. 1

(智能交通与智能驾驶系列)

ISBN 978-7-111-64567-2

I. ①城… II. ①张… III. ①交通运输管理-智能系统-系统设计-案例
IV. ①U495

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第013044号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王欢

责任编辑:王欢

责任校对:潘蕊 陈越 封面设计:严娅萍

责任印制:孙炜

保定市市中画美凯印刷有限公司印刷

2020年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9.25印张·226千字

0001—1900册

标准书号:ISBN 978-7-111-64567-2

定价:39.00元

电话服务

网络服务

客服电话:010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

010-88379833

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-68326294

金书网: www.golden-book.com

封底无防伪标均为盗版

机工教育服务网: www.cmpedu.com

前言

20 世纪 80 年代，美籍华人交通工程专家张秋先生先后在上海、北京、哈尔滨、南京、西安等城市讲学。他系统地介绍了西方发达国家关于交通规划、交通管理、交通管制和交通安全等方面的建设和管理经验，并将运输工程学科带到了我国。我国交通工程已发展了 40 年，交通工程的基本概念和技术得到了广泛应用。城市交通基础设施建设更加注重交通规划工作，更有许多城市应用了先进的智能运输系统。然而，将良好的规划计划付诸实践，还缺乏基于各种交通规划概念和实际问题的中间技术——交通规划和设计技术。另一方面，长期以来，交通设施建设的重点主要集中在土木工程层面，缺乏对设施最大化使用的考虑，加剧了交通拥堵问题，造成了巨大的资源浪费。因此，合理的交通规划和设计是实现交通设施最佳建设的重要环节。

“交通规划设计”是近年来逐步形成并被高度重视的改善城市交通的应用技术。目前的交通规划设计是，运用交通工程学的基本理论和先进的智能交通技术，充分利用交通系统的时间资源和空间资源，实现交通的通畅、安全、便捷及改善环境的目标，以最佳设计改善交通实施方案的技术。本书从规划设计的角度，主要对城市道路交通设计进行了说明。

科学无止境，在本书完成时，书中仍有许多问题需要进一步进行研究、探索和论述。因此，作者衷心希望与广大读者一起，在智能交通规划设计的实践中不断探索、不断前进。

作 者

2020 年 1 月

前言

第 1 章 概述	1
1.1 智能交通发展状况	1
1.1.1 国外的发展	1
1.1.2 我国的发展	1
1.2 智能交通的规划与设计	2
1.2.1 规划设计的基本思路	2
1.2.2 规划设计的工作阶段	2
1.2.3 规划设计的依据	2
第 2 章 交通调查	4
2.1 调查内容	4
2.1.1 基础数据的收集与整理	4
2.1.2 道路及其沿线状况的调查	6
2.1.3 交通流行驶及其交通规则的现状调查	7
2.1.4 事故数据的收集与分析	7
2.2 调查方式	8
2.3 相关记录表格	8
第 3 章 路口智能交通设计	12
3.1 道路交通规划设计	12
3.1.1 交叉口设计	12
3.1.2 路段的交通设计	42
3.2 信号配时设计	51
3.2.1 配时设计内容与程序	51
3.2.2 配时设计时段划分	53
3.2.3 配时设计相位设定	53
3.2.4 信号周期时长	54
3.2.5 信号配时及绿信比	57
3.2.6 最短绿灯时间	58
3.3 智能化设备的设计	58
3.3.1 交通违法监测设备	58
3.3.2 交通流检测设备	60
3.3.3 视频监控设备	60
3.3.4 交通流量调查设备	60
第 4 章 智能停车系统规划设计	62
4.1 停车规划意义与内容	62
4.2 停车需求分析	62



4.3 停车场/位的规划设计	63
4.3.1 停车控制区域划分原则	63
4.3.2 路边停车位设计	63
4.3.3 停车场设计	65
4.4 智能停车管理系统	66
4.4.1 系统架构	66
4.4.2 系统功能	66
4.5 城市停车诱导系统	68
4.5.1 城市停车诱导系统概述	68
4.5.2 停车诱导屏	69
4.5.3 泊位信息发布系统	70
4.5.4 泊位引导系统	70
第5章 城市智能交通设计案例	74
5.1 新建灯控路口交通组织设计	74
5.1.1 项目背景	74
5.1.2 项目设计内容	74
5.1.3 项目设计图	83
5.2 智能交通设计	83
5.2.1 平安里路口交通配时优化设计	83
5.2.2 顺义区白良路智能交通工程设计项目	94
5.3 平遥城区静态交通管理设计	99
5.3.1 项目背景	99
5.3.2 停车设计	99
5.3.3 诱导设计	110
5.3.4 交通管理基础设施设计	113
5.4 华侨城南京欢乐海岸交通影响评价项目	115
5.4.1 项目背景	115
5.4.2 交通影响评价内容	115
5.4.3 项目设计成果	121
5.4.4 交通组织方案	135
参考文献	142

第 1 章

概 述

1.1 智能交通发展状况

智能交通系统(Intelligent Transport System, ITS),为人们提供了一种新的交通发展模式,改变了人们只依靠新建扩建道路来解决交通问题的传统思维。智能交通系统,通过高新科技应用来合理配置现有交通资源,提高道路交通系统的综合效率。智能交通系统已成为解决城市交通问题的有效手段。

1.1.1 国外的发展

自 20 世纪 60 年代以来,随着世界经济的快速发展,汽车在城市中如雨后春笋般涌现,人口的增长及出行需求的增加使得城市交通状况日益恶化。在人们加紧建设道路基础设施的同时,也逐渐意识到单靠道路建设无法满足交通需求的快速增长,必须利用科技的发展来提升现有的道路交通系统,提升交通路网的通行能力和服务质量,才可能解决日益恶化的城市交通问题。

因此,美国等西方发达国家已经开始投入大量资金和人力进行智能交通系统的大规模研究。先进的计算机技术、信息技术、通信技术、控制技术和人工智能,将有效地应用于交通运输、服务控制和车辆制造,将车辆、道路和用户紧密结合,形成一个实时、准确、高效的运输系统。

智能交通系统结合了计算机技术、数据通信技术、自动控制技术和信息处理技术,被认为是解决世界上交通拥堵和环境污染日益严重问题的理想方式,因而在世界各地迅速发展。

20 世纪 70、80 年代,关于 ITS 的研究迅速开展起来,90 年代已研究出一些成果和应用。其间,美国、欧洲和日本是处于领先地位的国家和地区。

1.1.2 我国的发展

我国智能交通的发展起步较晚,20 世纪 90 年代初,我国开始关注世界智能交通的发展,并积极开展智能交通领域的技术研发工作。经过“十一五”“十二五”的建设,交通管理和服务的信息化、智能化水平显著提高,智能交通广泛应用于许多城市和交通运输行业,并已开始进入快速发展的轨道。2002 年,科技部正式确定 10 个城市为全国智能交通系统应用示范项目的首批试点城市,在国家的大力支持下,开展了智能交通相关领域的建设示范。通过智能交通应用示范工程试点城市的建设,我国的智能交通建设取得了一些成果。北京、上海等城市在智能交通的发展方面已处于国际领先地位,为我国其他城市的智能交通建设提供了经验。

国家发展和改革委员会、交通运输部的一系列交通发展战略研究表明,智能交通要朝着绿色、



低碳与智能一体化方向发展。未来国内智能交通发展的方向:第一,新一代智能化基础设施,包括传感网、宽带移动通信、交通运输控制设施及沿道路的能源配送网;第二,智能化载运工具及运行系统,包括自动驾驶车辆、共享汽车等;第三,开放、共享和合作的服务与管理系统,如满足多层次需求的出行服务系统、基于新数据系统的决策和管理系统等。

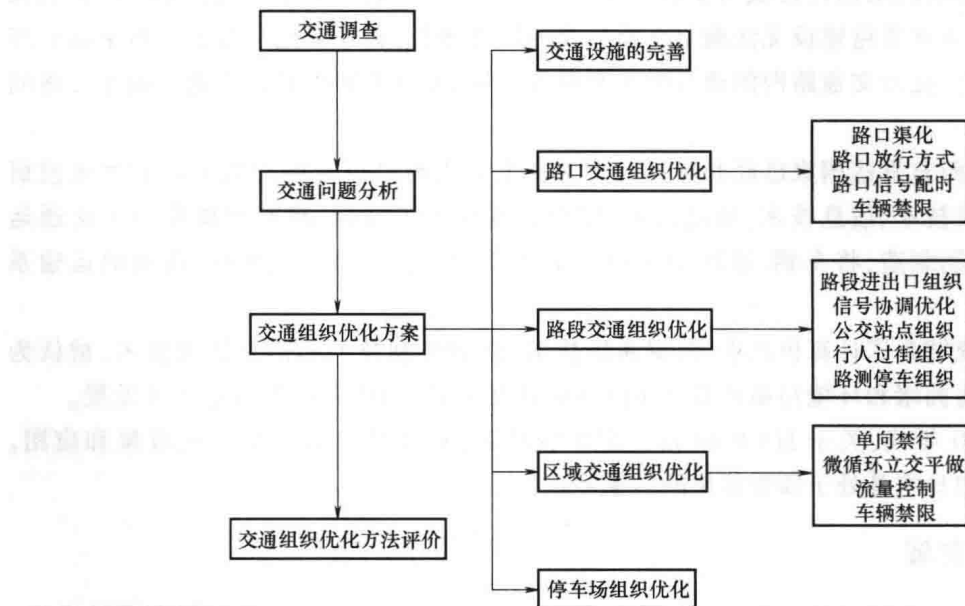
1.2 智能交通的规划与设计

1.2.1 规划设计的基本思路

智能交通的规划与设计是指,基于有限的道路空间,科学合理地分时、分路、分车种、分流向使用道路,使道路交通始终处于有序和高效的运营中。

由于城市交通流包括从非饱和路网的局部拥堵到饱和路网的整体拥堵,交通规划设计的思路,逐步从传统的单行、禁左、渠化的传统交通组织优化的观念转变为信号协调、信息诱导、动态负荷调控的现代交通组织优化的思路。因此,交通规划设计,不应局限于单一入口和出口的交通规划设计,应考虑整个道路网络的交通流量特性和交通要求。

1.2.2 规划设计的工作阶段



1.2.3 规划设计的依据

《中华人民共和国公路法》

《中华人民共和国道路交通安全法》

GB/T 51328—2018《城市综合交通体系规划标准》

GB 5768.1~8—2009~2018《道路交通标志和标线》

CJJ 37—2012《城市道路工程设计规范(2016年版)》



GB/T 51329—2018《城市环境规划标准》

GB/T 51327—2018《城市综合防灾规划标准》

JTG D81—2017《公路交通安全设施设计规范》

JTG/T D81—2017《公路交通安全设施设计细则》

发改基础(2015)1788号《关于加强城市停车设施建设的指导意见》

GB 14886—2016《道路交通信号灯设置与安装规范》

《道路智能化交通管理设施设置要求 第1部分:通用技术条件》DB11/776.1—2011

GB 50647—2011《城市道路交叉口规划规范》

CJJ 169—2012《城镇道路路面设计规范》

GB 50763—2012《无障碍设计规范》

JTG B01—2014《公路工程技术标准》

JTG D20—2017《公路路线设计规范》

《北京市机动车停车条件》

各城市总体规划

交通调查

在进行交通规划和设计之前,有必要调查与道路及其动态交通相关的基本数据。

新建道路的交通设计,只需有道路规划等级、设计车速、红线宽度与位置和沿路的大型交通事件发生位置,以及有限的基本数据,如设计期间预测的交通量。

对于路段、交叉路口和交叉路口群的重建和治理,有必要详细了解当前的交通、道路、沿线路况,以及交通管理状况和未来交通发展方向。同时,有必要根据当前的交通流量预测设计交通流量,这应该在交通管理规划中给出。如果没有进行交通管理规划,则应通过一定范围的交通分析获得。

2.1 调查内容

2.1.1 基础数据的收集与整理

1. 道路条件调查

道路的几何构造条件的基础数据,可以依据表 2-1 和表 2-2 所示的项目进行调查。表 2-1 和表 2-2 所示的调查表不仅适用于交通设计准备阶段,同样也适用于概略设计和详细设计阶段,而且可以详细比较不同路段与平面交叉部等内容。

表 2-1 道路几何条件调查表(1)

项目	单位	进出口方向							
		A		B		C		D	
		进口道	出口道	进口道	出口道	进口道	出口道	进口道	出口道
道路等级									
断面形式									
设计车速	km/h								
设计车型									
路幅宽度	m								
车道数	条								
车道宽	m								
车道功能划分									
中央分隔带宽	m								
机非分隔带宽	m								
非机动车道宽	m								
人行道宽	m								

表 2-2 道路几何条件调查表（2）

项目		单位	进出口方向			
			A 路	B 路	C 路	D 路
纵坡		%				
左转专用道	展宽段长度	m				
	渐变段长度	m				
右转专用道	展宽段长度	m				
	渐变段长度	m				

2. 交通条件调查

交通条件调查内容包括交通流构成（流量、流向、车型）、交通规则状况、交通流组织管理、交通控制状况等，如表 2-3 所示。

表 2-3 交通条件调查表

	资料类别		说明
交通状况	交通流构成	分流向、车种的小时交通量	早高峰时段 15 分钟高峰交通量,必要时用 2~3 小时或 12 小时交通量;车种分为大型车与其他两类;必要时包括相邻交叉口及附近支路的交通量
		非机动车交通量	注意高峰小时交通量出现时段
		行人交通量	注意高峰小时交通量出现时段
	交通事故记录		近年内的事故记录(类型、成因与程度及其发生的时间和地点)
	交通规则状况		路段及交叉口通行规则、停车规则
	交通流组织管理		单行线禁行流向权对应的标志、标线等
	交通控制状况		控制方式和配时周期等

3. 交通环境调查

调查内容主要包括交通噪声、废气、振动、景观、绿化等分布情况。

4. 附属设施调查

调查主要包括灯杆、电杆、垃圾箱等的布局 and 合理性。

5. 市民意见调查

主要基于交通改善地段或交叉口周边及通过道路的人的意见为主。

6. 现场踏勘内容

为了掌握现场的状况，实地踏勘是很重要的。特别是改建道路时，应该充分了解现有道路的交通状况及问题，有必要在高峰时段、事故多发时间带等，进行现场勘探。实地踏勘要了解的主要内容见表 2-4。

7. 相关资料的收集

主要收集以往的规划、设计、管理及政策等相关的资料，如相关的城市规划、城市交通规划、城市交通管理规划、交通法规、交通政策资料及道路平面图（1：500 或 1：1000）等。



表 2-4 实地踏勘检查记录表

项目	内容
道路及其附属设施的状况	路面、铺装、排水等状况 道路标志、标示等 信号灯、照明设施、绿化及一些障碍物的位置 车流轨迹平顺与否,视距是否满足
道路沿线的状况	沿线出入口的情况、建筑情况 周边大型交通发生设施的位置,交通情况 道路展宽的可能性 公交停靠站的位置,公交运行状况,停靠站迁移的可能性
交通状况	
交通管理与控制状况	
行人与自行车交通状况	
环境情况	
市民意见	

2.1.2 道路及其沿线状况的调查

1. 道路状况

在改善现有道路时,有必要了解道路几何构造条件的基础数据,并根据表 2-1 和表 2-2 给出的项目进行收集和整理。分析道路几何构造问题点并讨论其改进政策。

同时,由于绿化和灯杆等附件可能会影响交通的安全性和平稳性,因此应从司机和行人的角度考察附属设施布局的合理性。

2. 交叉口的道路现状

交叉点的几何构造和渠化可以制成 1/1000~1/500 的平面图。同时,图上可以显示信号灯、照明灯和障碍物显示灯(黄色闪烁灯)等安全装置的位置。

交叉口的坡度需要调查,因为它会影响右转车道或左转车道的速度和轨迹。

道路的排水条件直接影响行人通行的舒适度,有必要向沿途居民询问排水口的位置和雨天积水情况。

交叉口调查还需要观察每条进口道的交通流驶入出口道的平顺性。

3. 道路沿线的现状

道路沿线的车辆进出、路边停车等直接影响道路的使用,特别是在大型停车场的商业设施和大型停车场的公共设施靠近交叉路口的情况下,必须充分掌握出入口的交通实际情况和设施的实际情况。另外,交叉路口附近的停车将导致交通容量较低,因此有必要在调查停车的实际情况时分析是否能有效消除这种情况。

另一方面,还需要调查公共汽车站、公共汽车的运行情况,以及公共汽车的乘客流量或停靠点位置迁移的可能性。特别是高峰时段的相关数据,最好通过目测或摄像机观察其对交通流量的影响程度。



2.1.3 交通流行驶及其交通规则的现状调查

1. 交通量调查

早晚高峰时段或事故多发时段的交通量调查通常以 15min 为单位进行,并计算每条进出口道路的交通量;若测量时段内交通量较少,计测单位也可为 60min。

2. 交通管理的情况

(1) 交叉口的交通规则

直接影响交叉口交通流的规则有以下几条:

- ① 禁行规则(禁止左转等)。
- ② 专用车道设置,根据行驶方向区分(如左转专用车道,直行车道等)。
- ③ 单向通行。

这些不仅与交叉口的渠化有直接联系,还会对临近相接的交叉口造成影响。所以,除调查对象的交叉口外,还应了解临近相接的交叉口的交通规则及交通量,综合考虑设计出合理的交通规则。

(2) 进口道的交通规则

进口道一般要禁止停车并限制最高速度,这些规则不仅影响路段的交通流,还会影响交叉口的交通流,所以需要对进口道的交通规则进行调查。

(3) 指示标志等的状况

在近交叉口处的指示标志和规则标志的位置和显著性及引导清晰度,是影响通行的重要因素,因此应对相关的情况加以调查。

2.1.4 事故数据的收集与分析

1. 事故数据的收集

交通事故主要发生在交叉路口,在设计交叉口时,有必要调查与交叉口相关的交通事故的发生情况。

统计交通事故数据时,需要收集数年的数据;尽量详细地收集交通事故资料,将事故发生地点、类型、路线、天气、季节等进行统计,根据统计合理规划设计交叉口情况,减少因交通规划设计不合理造成的交通事故。

事故资料的表现形式如下:

事故发生地点	可以投影到 1:500 平面图等
被害程度	标示出死亡、负伤、财产损失等的区别。
事故类型	标示出前后碰撞、头部相撞等的区别
车种	标示出机动车、非机动车、行人的区别
当事人的行为模式	标示出右转中,横穿道路中等的区别
天气	标示出晴、雨、雪、雾等的区别
时刻	标示出发生时刻、区分昼夜的区别
年月	标示出年月的区别,分出季节

2. 事故数据的分析

如果多次发生某种类型的事故,有必要考虑是否存在道路结构设计不合理或交叉口控制



设计不合理的问题。

具有代表性的交叉口事故类型：前后碰撞、左转时侧面冲撞、右转与人行横道的行人相撞等。

根据汇总数据，考虑昼夜、天气、季节等方面的差异，如果存在因果关系，可以总结出相应对策，如以下几种。

根据昼夜发生状况的差异——夜间交叉口视觉的改善；

根据天气不同的差异——预防雨天打滑的策略等；

根据季节不同的差异——对下雪、寒冻的对策等；

根据混乱、闲散时的差异——疏通或者减速对策等。

交通事故由于具有偶然性，即使在事故多发地点，每年事故发生的数量也有很大差异，因此应按事故类型分别调查历年变化的情况。

2.2 调查方式

1. 人工计数法

调查人员使用计数器、秒表、问卷和铅笔等调查工具，观察交叉口各个方向的交通流量、交通设施、交通组织和交叉口形式，并填写调查表。测量时间为 15min，每个调查时间为 30min，使数据记录更加方便和准确。同时，累积得到每小时的交通量，也便于计算出 15min 的高峰时间系数。

2. 浮动车法

浮动车调查过程由 3 位现场调查员（包括司机）、1 位数据分析员负责完成：

① 现场调查员 1，负责驾驶浮动车，要保证浮动车以跟车法进行行驶。

② 现场调查员 2，记录停车次数、停车时间、通过调查起讫点时间。

③ 数据分析员，将现场调查员记录的数据进行提取分析。

3. 机械计数法

数据由车辆检测器的和计数器的两部分组成。车辆检测器有各种类型，如地磁检测器和红外检测器，可以检测数据为流量、流速、排队长度、道路占用率、饱和度等。

4. 录像法

在高处用摄像机录下调查路段在高峰小时内的交通流量情况，随后从视频中统计各车型、非机动车及行人的交通量。该方法可以节省大量人力，并且统计不受时间限制。

5. GPS 法

GPS 可以提供位置、速度等其他空间信息及高精度的时间信息，并且 GPS 可以实现交通状况的实时检测。

2.3 相关记录表格

下面给出 3 个常用的记录表格示例。



1. 路口档案表

编号

路口名称		所属区		地理位置		
路口类型		信号机类型		信号机编号		
		东	西	南	北	备注
道路名称						
道路断面形式						
渠化	进口					
	出口					
	其中:公交道					
标志	指路标志					
	渠化标志					
交通管理措施						
闯红灯监控						
信号灯配置	机动车	圆灯				
		左箭头				
		直箭头				
		右箭头				
		调头				
		左转二次				
		复合灯				
		可变标志				
	非机动车					
	行人					
检测器	进口					
	出口					
路口管线						
通信						
说明						

填表单位： 调查人： 调查日期：

2. 路口管线表

路口名称： 路口编号： 日期：

杆井编号	管道距离	管道规格	数量	电缆规格	电缆数量	备注
LC~1#		φ80				
8#~1#		φ80				
7#~1#		φ80				
2#~7#		φ80				



(续)

杆井编号	管道距离	管道规格	数量	电缆规格	电缆数量	备注
3#~2#		φ8				
10#~3#		φ80				
9#~8#		φ80				
13#~12#		φ80				
12#~11#		φ80				
11#~4#		φ80				
4#~5#		φ80				
5#~6#		φ80				
14#~6#		φ80				
16#~6#		φ80				
6#~7#		φ80				
18#~7#		φ80				
19#~18#		φ80				
18#~7#		φ80				
7#~1P(3V+B)		φ80				
7#~2P(2P+2S)		φ80				
2#~3P(2V+B)		φ80				
2#~4P(2P+2S)		φ80				
4#~5P(3V+B)		φ80				
4#~6P(2P+2S)		φ80				
6#~7P(2V+B)		φ80				
6#~8P(2P+2S)		φ80				

3. 路口设施明细表

安装地点：_____

(1) 信号机类型：现：_____

(2) 新建综合视频检测器_____方向_____套；线圈检测器_____个

方向	综合视频检测器			线圈检测器	
	高清摄像机数量	补光灯数量	杆具伸臂长度	进口	出口
东					
西					
南					
北					



(3) 信号灯具 (φ400, LED)

机动车灯	数量		自行车灯	数量		行人灯	数量	
	原有	设计		原有	设计		原有	设计
圆灯			标准灯			普通灯		
箭头灯			箭头灯			盲人音响复合灯		
调头灯								
直左复合灯								
圆左复合灯								

(4) 信号灯杆

伸臂灯杆			直杆		
类 型	数量		类 型	数量	
	原有	设计		原有	设计
15~18m			133/6m		
10~15m			133/5.5m		
6~9m			133/5m		
双伸臂			133/4.5m		
高11m伸臂5m监控杆			89/3m		
机动车镀铝弯杆			人行自助灯杆(单面)		
97式弯臂			人行自助灯杆(双面)		

(5) 新、改建市政工程

管道长度___m，检查井___座，沉井___座，灯杆基础___座。