

(美) 张 秋 主讲
徐 慰 慈 严 宝 杰 整理

交通工程学

人民交通出版社

交通工程学

(美)张 秋 主讲

徐慰慈 严宝杰 整理

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是根据张秋先生来我国讲学录音整理而成的。交通工程是一门新兴学科，在我国正在开始发展。本书概括介绍了美国交通工程发展情况，比较系统地全面地介绍了交通工程，其主要内容：交通流量、车速、车流密度测定；概率论和数理统计、排队论、电子计算机在交通工程上的应用；公路和城市道路的交通规划，道路交叉的设计与分析，高速公路和互通式立体交叉；交通信号，平面交叉口交通管制；交通和道路对环境的影响。本书所介绍的内容虽然是美国的情况，但其原理和方法对于我国来说，很有参考价值。

本书可供从事公路、城市道路建设的技术人员和交通管理人员学习参考。

交 通 工 程 学

(美) 张 秋 主讲

徐慰慈 严宝杰 整理

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：850×1168 $\frac{1}{16}$ 印张：11.125 字数：275千

1980年12月 第1版

1980年12月 第1版 第1次印刷

印数：0001—7,300册 定价：2.20元

说 明

1979年4月至7月，美国加利福尼亚州海华市交通工程局局长张秋先生应邀来我国讲学。张秋先生曾获得加拿大的硕士学位，并主持过美国加州交通工程师的考选工作。他先后在加拿大和美国从事公路和交通工程达二十余年，具有丰富的经验。这次来我国分别在上海同济大学和西安公路学院讲授《交通工程学》，为期各四周。在此期间，张先生还应上海、北京、西安、成都、昆明等城市有关方面的邀请，就交通工程问题做了多次报告，举行了多次专题座谈，并在同济大学和西安公路学院向有关专业学生作了科普性讲演，引起了听讲者对交通工程的注意和兴趣。

交通工程学是一门新兴学科，为了普及交通工程知识，经两校商定，将讲课内容与有关资料系统整理编写成稿，由人民交通出版社出版，供广大从事公路、城市道路建设的技术人员和交通管理人员学习参考。

本书所依据的讲课录音记录稿曾经过张先生审校，张先生返美后还陆续寄来一部分出版所需的资料。在上述资料基础上，参照英文讲课提纲，根据出版要求，做了章节安排，文字润饰以及必要的增补和注释。为了便于读者阅读起见，在书后附录中列有张先生提供的参考资料，黄采玉同志在西安公路学院对听讲者所做的“数理统计和排队论”辅导资料，以及讲课提纲中提及的专业名词英汉对照。

在张先生讲学期间，参加录音成稿工作的有交通部所属科研、设计等单位，一些省(市)、自治区交通局、以及有关院校等二十八个单位的学员代表，在此一併表示感谢。

全书共分十二章，其中一、二、三、七、八、九章由同济大

学徐慰慈执笔整理，四、五、六、十、十一、十二章由西安公路学院严宝杰整理，并经赵骅、赵恩棠分别校阅。由于时间匆促，水平所限，理解可能有误，尚希读者批评指正。

整理者

1979.11

目 录

美国交通工程的创立与发展——代绪论	1
第一章 车流量、车速和车流密度	5
第一节 车流量	6
第二节 车速与车流密度	20
第二章 概率论和数理统计在交通工程上的应用	26
第一节 泊松公式的应用	26
第二节 泊松分布的检验	34
第三节 车流中的间隙	38
第四节 车速的资料处理	39
第三章 公路和城市道路的交通规划	45
第一节 概述	45
第二节 郊区公路	45
第三节 城市道路	66
第四章 交叉口的设计与分析	75
第一节 交叉口的设计原则	75
第二节 交叉口类型的选择	83
第三节 道路交叉口的渠化和转弯车道设计	85
第四节 信号灯控制交叉口的通行能力	94
第五章 平面交叉口的交通管制	105
第一节 平面交叉口交通管制方式的选择	106
第二节 交通信号	108
第三节 多路停车(全向停车)	117
第四节 单向停车(两路停车)	119
第五节 让路控制	121

第六节	不设置管理控制	121
第七节	路名标志	123
第六章	交通信号	128
第一节	基本时间参数	131
第二节	定周期自动信号机	137
第三节	车辆感应式自动信号机	142
第四节	线联动交通信号机	148
第七章	交通流理论和应用	155
第一节	概述	155
第二节	车流量、车速、车流密度	156
第三节	流体动力学模拟	161
第四节	跟车理论	163
第五节	冲击波	167
第八章	排队论在交通工程中的应用	172
第一节	概述	172
第二节	以匀一率对待排队延误的分析	173
第三节	单通道的排队服务	177
第四节	多通道的排队服务	180
第九章	电子计算机在交通工程中的应用	186
第一节	交通控制	187
第二节	计算机模拟	192
第三节	其它方面的应用	194
第十章	高速公路和互通式立体交叉	197
第一节	高速公路	197
第二节	互通式立体交叉	209
第三节	高速公路系统通行能力分析	220
第四节	电子计算机在高速公路交通中的应用	231
第十一章	交通与道路对环境的影响	237
第一节	大气污染	238
第二节	交通噪声	248

第十二章 交通工程的展望	259
第一节 国外主要的交通工程学术会议和组织	259
第二节 交通工程的展望	260
附录一	
一、习题解答.....	263
二、浮动车测定法有关公式的推导.....	269
三、定时信号前的时间延误公式推导.....	271
四、美国的交通工程师考题之一.....	273
五、左转信号相设置依据.....	277
六、郊区公路上的交通工程问题.....	279
附录二	
一、随机变量及其分布函数.....	285
二、关于交通工程中应用排队论几个公式的证明.....	292
附录三	
英汉名词对照	306

美国交通工程的创立与发展

——代绪论

美国的汽车工业始于1903年，而交通工程作为一门与汽车密切相关的学科则是创立于三十年代。当时的主要任务是针对汽车数量日益增长的情况，通过交通管理达到减少阻塞和保证安全的目的。

在那时，美国的道路交通还没有什么规划，诸如什么样的道路该多宽，需要几个车道，交叉口该如何处理，能通过多少交通量（Traffic Volume，也有译作“交通流量”、“车流量”）等问题，在设计和施工前都没有详加考虑，致使道路建成后可能没过几年就产生交通阻塞。因此到四十年代，在道路规划的同时，又增加了交通规划。

道路交通规划的内容是：调查交通现状，预测远景（20年）交通；根据流量、流向的分布与分配，结合当地条件确定对道路几何设计的要求；考虑交通控制与管理的方案，配备相应的各项交通设施等等。只有在做好交通规划之后才能进行道路设计与施工。

对于大城市和大范围内的交通规划，其内容要复杂得多。它需要研究整个地区内所有交通的动态，包括产生、到达、交汇、分岔、分布以及交通方式、车辆停放等等，据以制定相应的总体交通规划。这里还牵涉到用地规划（Site Planning或Land Use），例如某处本来是一片空地，不存在交通问题，但是，如果后来在该处建造了一所百货商店或者大旅馆，那就要生成数量可观的交通量了。海华市（Hayward）有个超级市场（Super Market），

每天进出汽车达四万辆，在美国，这种商场约有一万个。因此，在任何建筑物施工前必须先要考虑好它的功能、规模、地点、朝向以至有几个汽车出入口等等。无疑，用地规划实际上就是城市总体规划的基本组成部分。

到了五十年代，由于汽车数量激增以及政治、经济、国防等各方面的因素，高速公路（Freeway）即应运而生。在五十年代初，美国国会就通过在全国范围内修建高速公路网的提案，要求人口在五万以上的城市以及重要工业区、港口、铁路枢纽、旅游点、货源点都必须在高速公路路线上。这项措施反过来又刺激了汽车工业的发展，随之提出了怎样解决车辆存放的问题，于是地面、地下与多层停车场的规划和设计也就成为交通工程的重要内容之一。

从第二次世界大战期间到六十年代，美国的公共交通事业经历了一个由蓬勃而衰落、后又重整旗鼓的过程。

由于战争期间对汽油和轮胎供应的限制，私人小汽车不得不被载容量大的公共交通取而代之，但随着战后汽油限制的取消，小汽车的数量又日益膨胀，乘坐公共汽车的人数大幅度下降。到五十年代末，私营的公共交通公司纷纷倒闭，整个公共交通事业

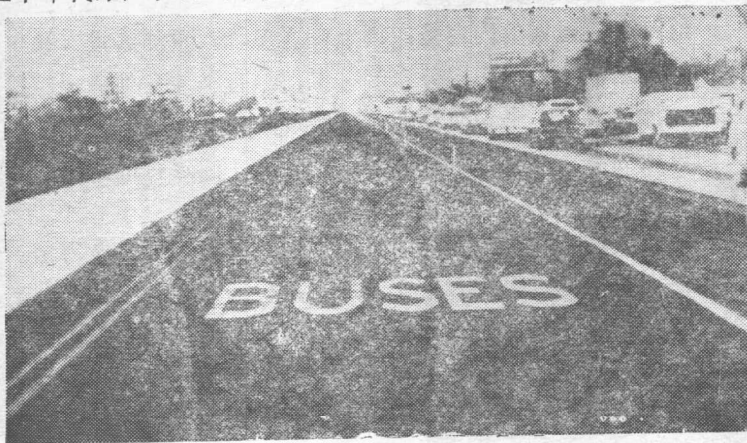


图0-1 公共汽车专用车道
(这是鼓励公共交通的措施之一)

奄奄一息。然而实际上还是有一部分人（如老幼病残以及买不起自备汽车的人）对公共交通有需求，另一方面，道路交通的拥塞也妨碍了大量自备小汽车的运行，于是在美国濒临绝境的公共交通得以继续生存，交通工程中也随之增加了有关公共交通处理的内容。

规划交通路线和客货运流量、流向的分配不仅要考虑道路工程本身，而且还要考虑交通对环境的影响，如空气污染、交通噪声、车祸以及城市的美化等等。六十年代中，美国产生了城市综合设计专家组（Team of Urban Design），由土木工程、交通工程、园林绿化、空气净化、声学研究等各方面的专家共同组成，他们相互协作，讨论解决由交通引起的城市环境恶化问题。

六十年代交通工程中的另一重要内容是电子计算机的应用，主要是用在城市交通信号灯的自动控制以及交通规划中对浩如烟海的交通资料处理等方面。

由于环境保护越来越得到重视，石油的供应日趋紧张，美国交通工程在七十年代的中心课题是如何提高道路的使用效率和如何约束交通，这就是近年来在美国大为时兴的TSM（“运输系统管理”，Transportation System Management，简写TSM）。TSM的任务是探讨挖掘现有道路系统潜力的途径和方法，例如：将车道宽度由12英尺减至11英尺，将路肩宽度由6~10英尺减为5甚至4英尺等，这样就增加了原有路幅内的车道数，即避免新建或拓宽道路，又提高了原路的通行能力（Capacity，也有译作“容量”），并抑制了交通公害的发展。

现代的交通工程又进一步考虑到如何为老年与残病人员提供方便，如票价的优待、残废者坐车的通行安全以及中途换乘交通工具的特殊设备等等。

上述四十年来美国交通工程的历史变迁可用图0-2加以概括。

今天在中国建立和发展交通工程这门学科，显然可不必重复美国所走过的这一段曲折的道路，完全可以结合国情吸收国外的

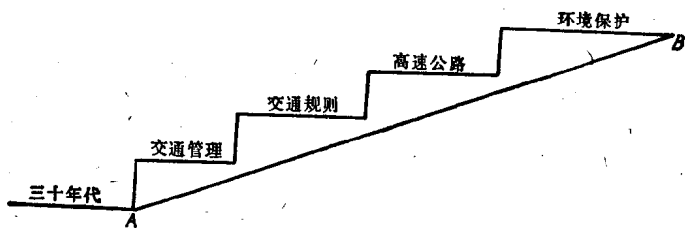


图0-2 美国交通工程的演变

经验、教训以及研究的成果，使中国的道路交通发展得更快一些、更好一些，以能早日赶上世界先进水平。

第一章 车流量、车速和车流密度

在叙述这三个交通工程的基本数据之前，先介绍一下关于流向 (Bound) 的英文表示方法；同为一个流向，是在交叉口还是在路段，其含意有所不同。

以图1-1b中的Westbound为例，它是West (西)和Bound (行) 这两个词的组合，意即为“向西行”，简写成WB，以此类推，EB、SB、NB分别表示“向东行”，“向南行”，“向北行”。bound lane 可译为“行车道”。WB lane 为“西行车道”，余类推。

而在图1-1a的交叉口中，同一个WB，其含意除了“向西行”外，还表示“东进口” (East Approach)，因为向西行的车流必然是由东侧进入交叉口的。同理，EB即是“向东行”也是“西进口”。下式将有助于我们记忆两者的相互关系：

$$WB = EA \quad (\text{West Bound} = \text{East Approach})$$

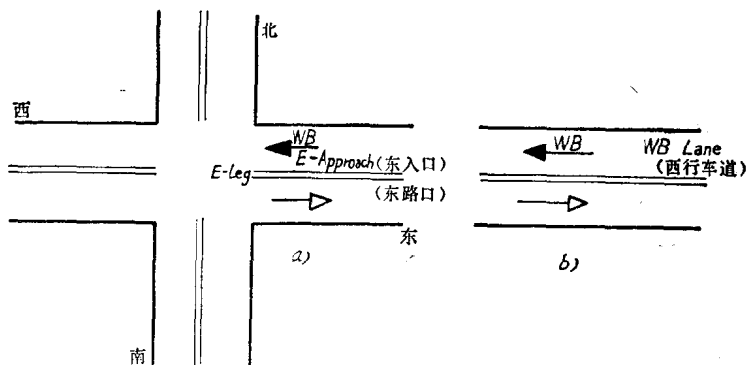


图1-1 车辆的流向
a)交叉口；b)路段

第一节 车 流 量

一、车流量资料的应用

1. 确定道路设施的规模

车流量是一个最基本的数据，有了这个数据才能确定道路的等级、交叉口的类型、交通管理设施和道路的断面布置等。

2. 确定交通控制的方法

根据车流量的大小可以确定交叉口交通控制的方式、信号灯周期的长短等。

3. 评价道路交通安全的程度

有了车流量才能评价不同道路上的车祸发生率，例如：某一公路的日车流量为10,000辆，一年内发生车祸15起，而另一公路一年内的车祸只有1起，其日车流量为200辆。粗略一看，似乎是后一条公路更安全，实则相反。结合车流量分析，就能得出前者的车祸发生率仅为0.15%，而后者都达0.5%。

4. 有利运输经济分析

要筹建一条新公路，必须先通过经济分析来论证它的必要性与合理性。这就要看可能吸引到新线上的车流量有多少，在此基础上可计算出由于新线比老线直捷而获得的经济效益究竟有多大。

5. 探求发展趋势

通过对车流量的统计与研究，可以探索出车流量增长的趋势，据此可预计20年后的车流量，为交通规划和道路网的建设提供依据。美国一般的交通工程单位每年都要进行一次车流量的调查，可谓是一种资料的“基本建设”。

6. 配备交通警的依据

一般车流量大的路段易发生交通事故，这些路段就需要多配备些交通警维持秩序，防止或减少交通事故的发生。

二、车流量资料的收集

(一)在交叉口之间的路段上

1.录带式计数器 (见图1-2a、b、c)

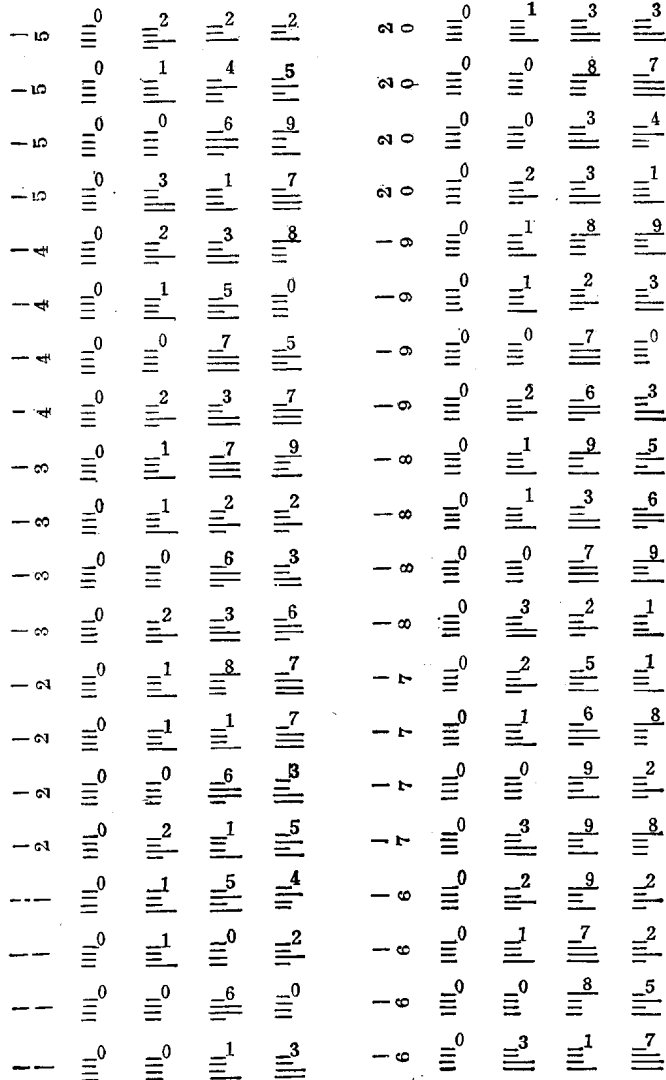
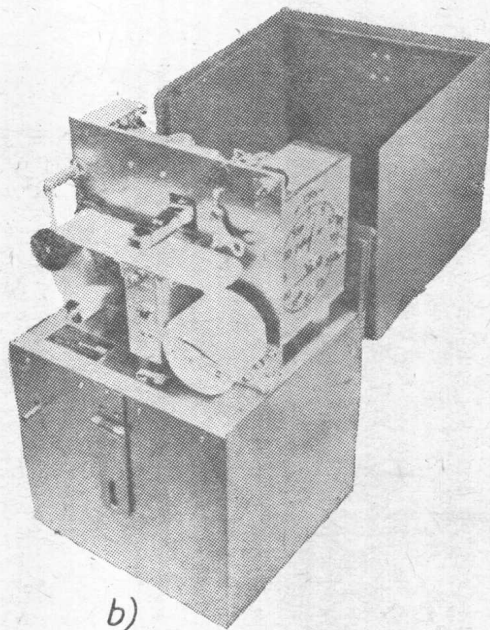
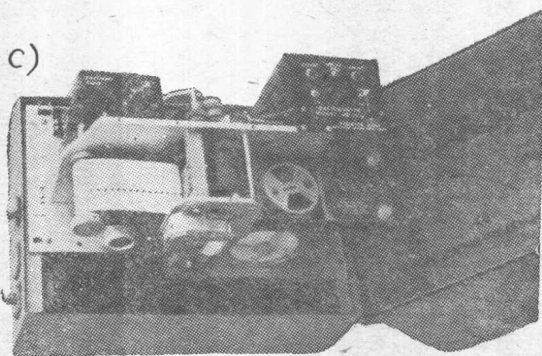


图1-2 a)



b)

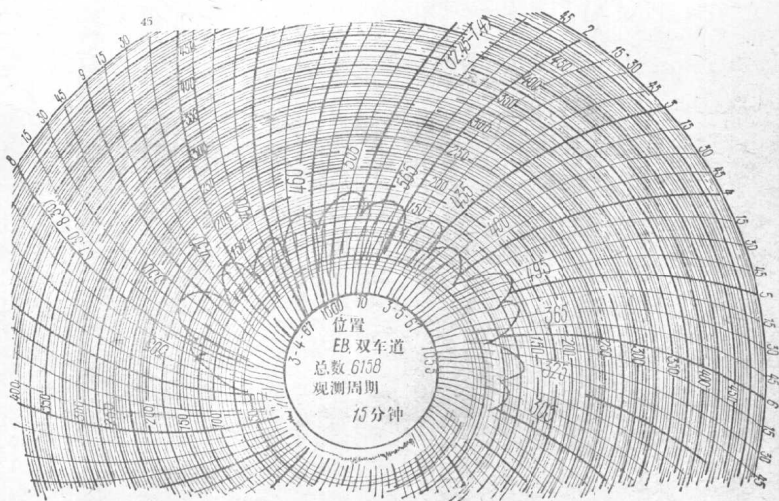


c)

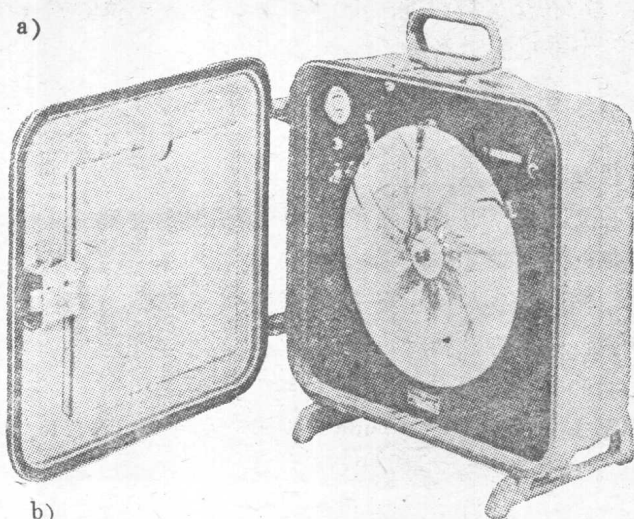
图1-2 录带式计数器
a)录带格式；b)、c)计数器外形

该仪器装有定时自动记数的纸带，每15分钟（或其它时间间隔）逐次累积记下该时间间隔内到达的车辆数，1小时后自动回零。这种仪器目前在美国使用最为普遍。

2. 图表式计数器（见图1-3）



a)



b)

图1-3 图表式计数器
a)图表格式(半幅), b)计数器外形