

交通工程学

Introduction to Traffic Engineering

第 4 节 交通调查

葛乾

西南交通大学 交通工程系
西南交通大学 系统科学与系统工程研究所

本节目录

① 概述

② 交通数据采集的原理与方法

③ 交通量调查

④ 速度调查

⑤ 密度调查

⑥ 延误调查

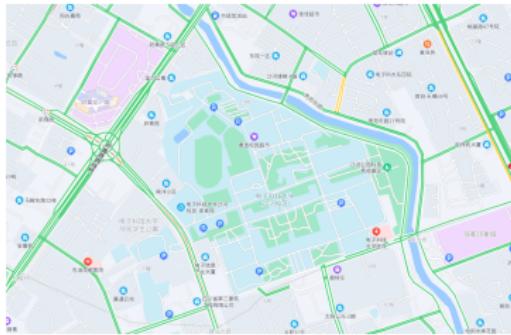
交通调查 (traffic studies)

围绕调查对象，通过实测、统计、分析等手段，测定道路环境、交通流及其有关现象，获得调查数据、采集交通信息并加以分析，从而客观描述有关交通现象、变化规律及存在的问题，进而掌握交通发展态势的一系列工作过程。



为什么需要交通调查

- 满足交通科学研究和工程应用的需求
- 在交通特性分析、交通规划、设计、管控、安全等领域中都需要了解和掌握各种参数变量
- 不仅可以定量描述交通系统的需求，还可以应用于交通系统设施管理、建立时间趋势、研究出行行为、标定参数、评价改善措施的有效性等



PRELIMINARY PREPRINT VERSION: DO NOT CITE
The ASCE Digital Library will contain the published
version some time after the conference.

A Machine Learning Method for EV Range Prediction with Updates on Route Information and Traffic Conditions

Dohye Kim, Hong Gi Shim, Jeong Soo Eo

Automotive R&D Division, Hyundai Motor Group
150 Hyundai-ro, Namyang-eup
Hwasung-si, Gyeonggi-do 18280, Korea
dohhekim@hyundai.com

Abstract

Driver's anxiety about the remaining driving range of electric vehicles (EVs) has been quite improved by measuring a high driving range ratio. However, if the vehicle needs to be charged, the drivers still feel uncomfortable if inaccurate range prediction is provided because the inaccuracy makes it difficult to estimate the SOC level. In this paper, to mitigate the EV range anxiety, a new machine learning (ML) method to enhance range prediction accuracy is proposed in a practical way. For continuously obtaining the necessary information for range prediction, the near-future vehicle dynamics are connected to a long short-term memory (LSTM) network, which can consecutively update the driving range prediction. The residual driving range of the LSTM network with another input features con-

increases the number of feeling anxious for EV range. The range anxiety of whenever EV needs to be charged gets no better (Koflias and Golparvar 2021; Rosenberg 2021). Before moving on to a destination, EV owners generally have to consider charging-related issues about the current battery state of charge (SOC), the route to the destination, the expected route, or if a battery charger is available in the destination, etc. There are two kinds of approaches to relax the charging-related concerns: building additional charging stations nationwide and providing accurate battery SOC and its driving range so that EV drivers are able to plan charging sensibly.

In general, the ordinary EVs display a metric related to the residual driving range named a distance to empty

交通调查的对象

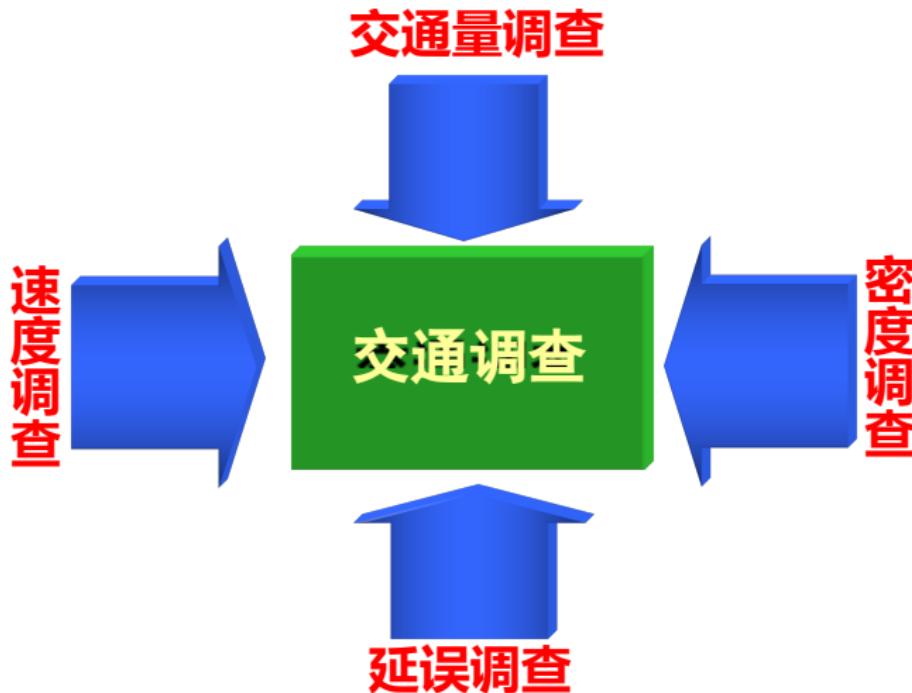


分类

按照组织部门分

- 全国统一组织规划的调查：由交通运输部、住建部、公安部组织，各省、市相关部门负责实施，以掌握大区域的交通需求和交通状况为目的
 - ▶ 全国干线公路调查
 - ▶ 城市居民出行调查
 - ▶ 城市交叉口及主要路段交通调查
- 按项目需要组织的调查：由项目需要部门组织，以指定范围和指定路段的工程建设和交通管理需要为目的
 - ▶ 地区出入交通量调查
 - ▶ 路段瞬时车速和区间车速调查
 - ▶ 交叉口流量、流向、车型、延误、排队调查
 - ▶ 路边、路外停车调查
 - ▶ 公共交通调查
 - ▶ 综合交通运输调查
 - ▶ 道路交通条件与交通环境
 - ▶ 交通事故多发点调查

调查内容

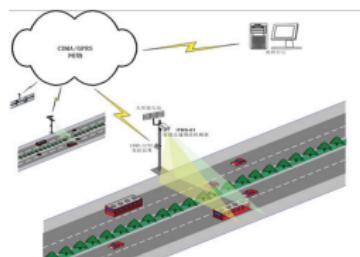


本节目录

- 1 概述
- 2 交通数据采集的原理与方法
- 3 交通量调查
- 4 速度调查
- 5 密度调查
- 6 延误调查

交通调查的方法

- 人工计数法；
- 机械计数法；
- 视频图像法；
- 基于磁感应检测设备的数据采集：环形线圈、地磁检测；
- 基于波频检测设备的数据采集：激光雷达、微波、超声波、红外线；
- 基于手机信令切换的交通数据采集的流程：通信数据获取、切换路网标定、道路实际匹配、切换车速计算



人工计数法

- 分类车辆交通量
- 车辆在某一行驶方向、某一车道上的交通量，以及双向总交通量
- 交叉口各入口引道上的交通量及每入口引道各流向（左转、直行和右转）交通量，各出口引道交通量和交叉口总交通量
- 非机动车交通量和行人交通量
- 车辆排队长度及车辆的时间和空间占有率等
- 车辆所属车主（单位或个人），车辆所属地区（外省、外地区、本地），车辆所属部门或系统（公务车辆、运输企业车辆、社会车辆、特种车辆）
- 司机和骑车人对交通管理和控制的遵守情况

适用范围：转向交通量调查；分车种交通量调查；车辆占用调查；行人、非机动车交通量调查



手动分车型计数器

机械计数法

自动机械计数装置 (>12h 的连续长期调查): 车辆检测器 (传感器) + 计数器

- 便携式
- 永久式 (或半固定型)

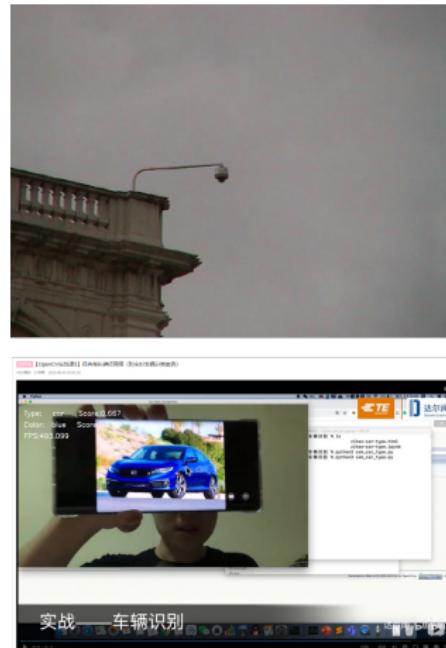
特征: 只检测到车辆数, 但是无法获取车型、转向等信息



视频图像法

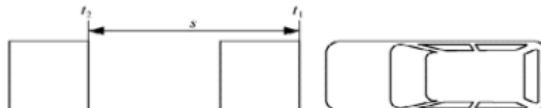
录像法——交叉口交通状况调查：

- 将摄像机（或摄影机或时距照相机）安装在交叉口附近的某制高点上，镜头对准交叉口，按一定的时间间隔（如 30s, 45s 或 60 秒）自动拍摄一次或连续摄像。根据不同时间间隔情况下每一辆车在交叉口内其位置的变化情况，数出不同流向的交通量或流率



磁感应检测设备-环形线圈车辆检测器

- 环形线圈车辆检测器 = 环形线圈 + 传输馈线 + 检测处理单元
 - ▶ 应用于交通流数据信息采集系统、信号控制系统、交通诱导及停车管理系统
 - ▶ 通过不同的感应线圈设置方式，可实现对交通流量、时间占有率、车速和车辆长度等交通数据的采集或信息的检测。
 - ▶ 单线圈车速估计: $v = l / (t_{off} - t_{on})$, 其中 l 为车身与线圈的总长度; t_{off} 与 t_{on} 分别是线圈监测到车辆离开和进入线圈的时间
 - ▶ 双线圈车速估计: $v = s / (t_2 - t_1)$, 其中 s 为线圈相隔距离; t_1 与 t_2 分别是车辆到达线圈 1 与 2 的时间



- ▶ 断面平均车速: $V = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i$
- 优点：检测准确度高、可靠性强、灵敏度高、技术成熟、性能稳定。缺点：使用寿命较短。

磁感应检测设备—地磁车辆检测器



Figure: 地磁检测器工作原理

- 优点：安装容易，不易损坏，价格便宜。
- 缺点：对慢速车辆会出现误检，甚至不能检测，且材料容易老化，灵敏度会逐年衰减。

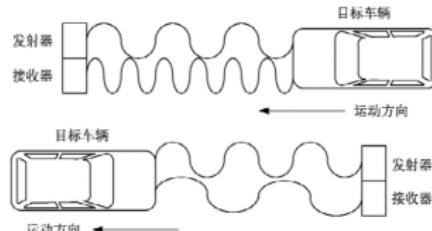
磁感应检测设备——磁成像车辆检测器

可以获得车辆的车速、车型和构造等信息。

基于波频检测设备

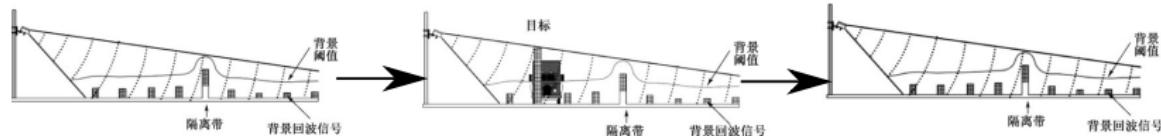
激光雷达检测器

- 雷达测速仪是由激光发射器和接收器组合而成的车辆检测器。雷达测速仪根据多普勒效应的原理对行驶中的车辆进行测速。



微波检测器

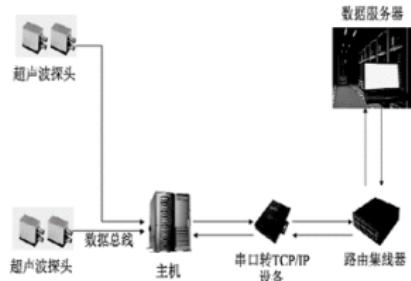
- 用于工程实际的检测器主要是远程交通微波检测 (Remote Traffic Microwave Sensor, RTMS)。RTMS 检测器实际是一个在微波范围内工作的雷达，通过发射和接收反射雷达波即可检测车辆。



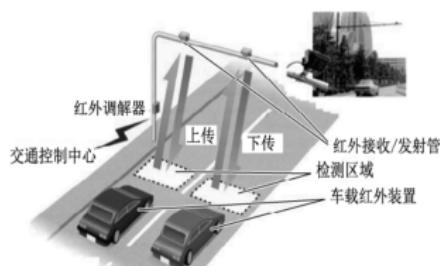
基于波频检测设备

超声波检测器

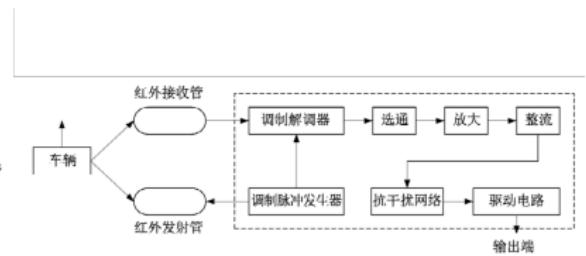
- 根据声波的传播和反射原理，通过对发射波和反射波的时差测量实现位移测量的设备



红外检测器



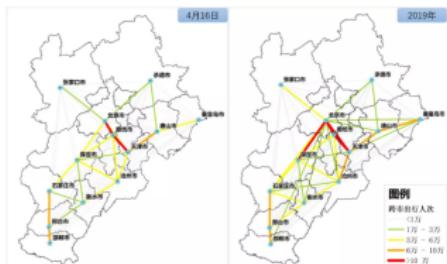
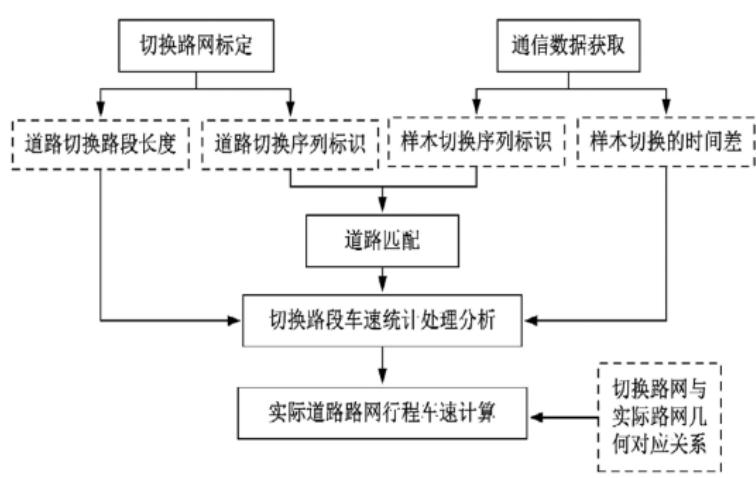
主动红外线系统示意图



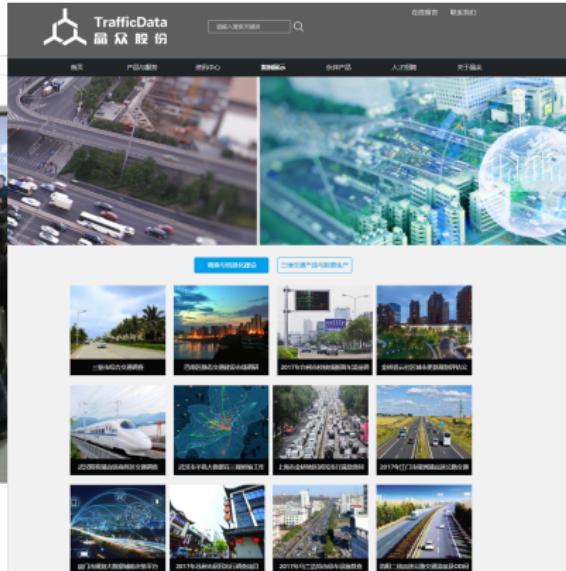
主动红外线系统原理图

基于手机信令的采集

- 通讯数据获取
- 切换路网标定
- 道路实际匹配
- 切换车速计算



案例 1



案例 2



案例 3—视频 + 微波检测



本节目录

1 概述

2 交通数据采集的原理与方法

3 交通量调查

4 速度调查

5 密度调查

6 延误调查

交通量调查的目的

- 搜集交通量资料
- 了解交通量在时间、空间上的变化和分布规律
- 为交通规划、道路建设、交通控制与管理、工程经济分析等提供必要的依据

调查准备工作

- 调查时间选择
 - ▶ 能反映变化规律的代表性时间: 工作日, 周末, 节假日
- 划分交通量调查区间: 通常按照交通量变化大小作为划分依据
 - ▶ 交通变化量大的路段: 调查区间宜短
 - ▶ 交通量变化小的路段: 调查区间可适当延长
- 观测站的设立
 - ▶ 观测站点分为: 连续式观测点、间歇式观测点、临时性观测点

交通量调查方法

- ① 人工观测法
- ② 浮动车法
- ③ 车辆感应测定法
- ④ 仪器自动计测法：气压式；地磁式；电磁式；超声波式；红外线式
- ⑤ 摄影法



Figure

人工观测法

- 安排人员在指定地点按调查工作计划进行交通量调查的方法
- 方法：调查人员用原始记录表格配合计时器以划正字等方式记录来往车辆，也可以采用机械或电子式的简单计数器进行
- 优点：方便灵活，易于掌握，调查资料整理方便，调查地点、环境不受限制
- 适用场景：短期、临时的交通调查



人工观测法

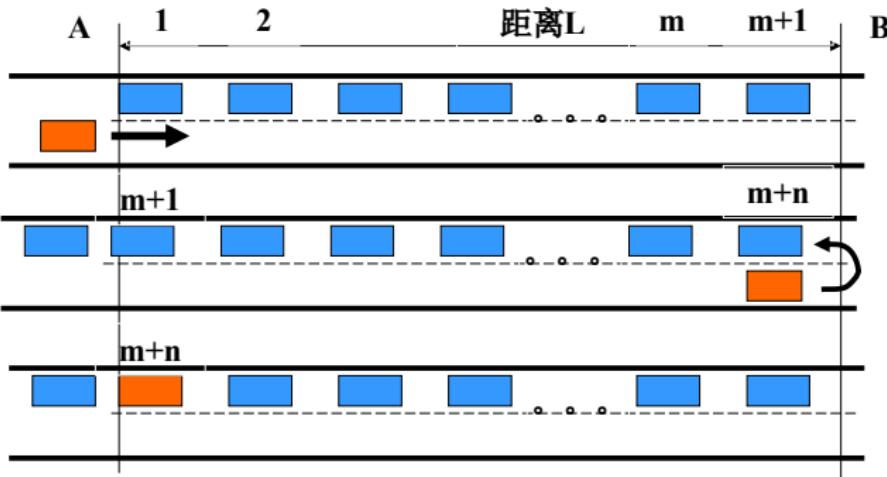
交通量观测记录表

日期	年	月	日	星期	上下午	天气		
地址				时间	点	分~	点	分
方向						观测员		
时刻 车种						合 计		
小 计								

浮动车观测法

- 又称探测车观测法，其特点是可以同时获得某一路段的交通量、行驶时间和行驶车速。
- 调查员 3 人（除驾驶员），测试车 1 辆，调查方法如下：
 - ▶ 记录与测试车对向开来的车辆数 X_a 与 X_b
 - ▶ 记录与测试车同向行驶的车辆数 Q_a 与 Q_b 、被测试车超越的车辆数 Z_{b-a} 与 Z_{a-b} 和超越测试车的车辆数 Y_{b-a} 与 Y_{a-b}
 - ▶ 报告和记录行驶时间 \bar{T}_{b-a} 和停驶时间 \bar{T}_{a-b}

浮动车观测法



浮动车观测法

浮动车观测法原始记录表

路线名称及编号_____

观测时间____年____月____日____时~____时

调查区间编号_____ 气候情况_____

观测路段起讫桩号_____ 观测人员_____

测定距离(L)

行车方向	观测次数	逆向交会车 辆数 X_a	同向超越观测车 的车数 Y_{a-b}	同向被观测车超越 的车数 Z_{a-b}	行程时间 T_a		换算为 分
					分	秒	
往 $A \rightarrow B$	1						
	2						
	:						
	6						
	平均						
往 $B \rightarrow A$	1						
	2						
	:						
	6						
	平均						

浮动车观测法的数据计算

$$Q_a = \frac{X_b + Y_{a-b} - Z_{a-b}}{T_{a-b} + T_{b-a}} \times 60$$

$$Q_b = \frac{X_a + Y_{b-a} - Z_{b-a}}{T_{a-b} + T_{b-a}} \times 60$$

$$\bar{T}_{a-b} = T_{a-b} - \frac{Y_{a-b} - Z_{a-b}}{Q_a} \times 60$$

$$\bar{T}_{b-a} = T_{b-a} - \frac{Y_{b-a} - Z_{b-a}}{Q_b} \times 60$$

式中: Q_a 与 Q_b 分别表示由 A 向 B、由 B 向 A 行驶的交通量； X_a 与 X_b 分别表示由 A 向 B、由 B 向 A 行驶时与观测车对向驶来的车辆数； Y_{b-a} 与 Y_{a-b} 分别表示由 B 向 A、由 A 向 B 行驶时同向超越观测车的车辆数； Z_{b-a} 与 Z_{a-b} 分别表示由 A 向 B、由 B 向 A 行驶时被观测车超越的车辆数； \bar{T}_{b-a} 与 \bar{T}_{a-b} 分别表示由 A 向 B、由 B 向 A 行驶于路段 AB 的行程时间

录像观测法

- 利用录像机（摄像机、照相机等）作为便携式记录设备，通过一定时间的连续录像给出定时间间隔的或连续的交通流详细资料的方法
- 优点：现场人员少；资料可长期反复利用
- 缺点：整理资料工作量大；花费人工多，费用高

调查资料整理和分析

通过资料整理和分析，找出反映交通特征趋势的数据

- 车辆分类换算

- 车辆当量换算：将不同车型的交通量换算为标准车型的交通量
- 标准车型：根据当量换算目的、车型可比性及要求达到的可认性等多方面因素确定
- 换算方法：将某种车型交通量乘上该车型相对于标准车的当量换算系数

- 交通量整时换算

- 将调查数据换算为相应的小时交通量、日交通量、月交通量和年交通量

- 交通量资料分析

- 绘制小时交通量排序曲线图
- 计算交通量变化特征参数（月变系数、周变系数、高峰小时系数等）
- 绘制交通量变化图（小时、日、月变化、历年变化图）

折算系数表

编号	车型分类	折算系数(小客车)
1	小型载货汽车	1.0
2	中型载货汽车	1.5
3	大型载货汽车	2.0
4	特大型载货汽车	3.0
5	拖挂车	3.0
6	集装箱车	3.0
7	小型客车	1.0
8	大型客车	1.5
9	摩托车	1.0
10	小型拖拉机	4.0
11	大中型拖拉机	4.0
12	畜力车	4.0
13	人力车	1.0
14	自行车	0.2

交通量调查的实施

- 接受交通量调查任务，明确调查目的，确定应提交的成果内容；
- 拟定交通量调查方案；
- 确定具体调查内容、日期、时间、地点、方法、所需仪器等与实施调查有关的细节；
- 组织人力、开展交通量调查；
- 汇总、整理资料；
- 对所获得数据进行归纳分析。

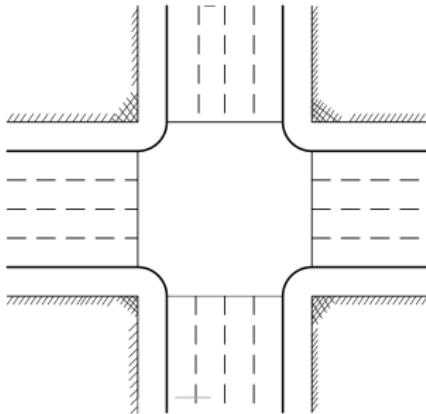
交通量调查的实施-交叉口交通量调查

◦ 交叉口的流向流量调查

- ▶ 一般用人工观测法观测
- ▶ 车型分类、车道分别记、人流、车流
- ▶ 选择高峰小时车流、人流最大的时候观测
- ▶ 观测数据的校验

◦ 交叉口各观测点的布置

- ▶ 正常的十字交叉、T形交叉或道路断面
- ▶ 大型的环形交叉口，大于四路相交的多路交叉口及畸形交叉口
- ▶ 多路相交的交叉口或畸形交叉口



- 人员安排：每个交叉口一般至少安排 4 个人，每个进口道方向至少 1 人，需要保证精度的情况下每个进口道需要安排 3 人
- 时间间隔：一般采用较短的时间间隔，不超过 10min

交通量调查的实施-区域境界线调查

- 是在一个完全被一条假设线封闭的特定区域内，对进出该区域的所有道路进行交通量调查，以检测出入的交通量和该区域内交通量的比例关系，又称小区出入交通量调查
- 方法：人工计数法与机械计数法相结合

交通量调查的实施-路网交通量调查

- 路网交通量调查是三大规划的依据：
 - ▶ 道路交通规划
 - ▶ 运输规划
 - ▶ 城市建设规划
- 根据路网交通量调查的数据可绘制路网流量图，反映流量的空间分布特征。
- 方法：控制性观测、临时性观测站

本节目录

1 概述

2 交通数据采集的原理与方法

3 交通量调查

4 速度调查

5 密度调查

6 延误调查

速度调查概述

- 车速调查是道路交通运行组织中重要的调查项目，分地点车速调查和区间车速（行程车速）调查两种
- 地点车速是交叉口交通设计的重要参数，是确定道路车速限制的依据
- 区间车速是评价道路服务水平的主要指标，是路线改善设计的依据，是衡量车辆运营经济性（时间和车辆耗油）的重要参数，也是确定交通管理措施及联动交通信号配时的重要依据

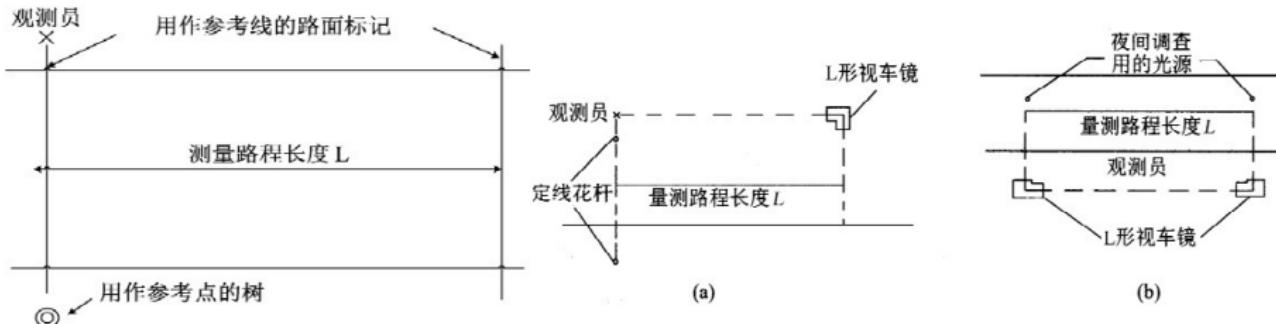
地点车速调查的准备工作

- 调查时间选择
 - ▶ 选择与调查目的相对应的具有典型性和代表性的时段
- 调查地点选择
 - ▶ 观测地点应选择在交叉口之间、地形平直、间距较大而又无干扰的路段
 - ▶ 对交通运营有重要影响而进行前后车速对比调查的地段和固定观测收集基本数据的地段，均应选择有代表性的地点进行观测
 - ▶ 车速调查地点应选在较隐蔽处
- 速度抽样
 - ▶ 抽样均衡性、样本量确定、控制调查成本

地点车速的调查方法

- 人工测量：一般是采用秒表测速法
 - ▶ 测量一小段距离 L
 - ▶ 观测员用秒表测定各类车辆经过 L 两端的时间
 - ▶ 记录员记录距离、车型及通过时间
- 仪器测量
 - ▶ 道路检测器
 - ▶ 雷达速度计
 - ▶ 光电管方法
 - ▶ 摄影测量
- 检测器测量
 - ▶ 在一条车道上以一定距离连续设置两个检测器
 - ▶ 车辆通过前后两个检测器发出信号传给记录仪
 - ▶ 记录仪记下车辆通过前后检测器的时间，从而计算出车速

地点车速的调查方法-人工测定法



Figure

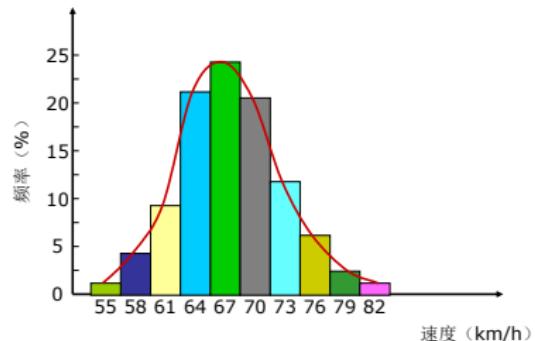
- 左侧为在观测点划线量测
 - ▶ 由于视差容易造成误差
- 右侧为用反射镜观测

调查资料整理与分析

- 对地点车速资料进行分组：确定分组数和组距
- 列出地点**车速分布表**
- 绘制地点车速频率分布直方图和累计频率曲线
- 计算地点车速频率分布特征值

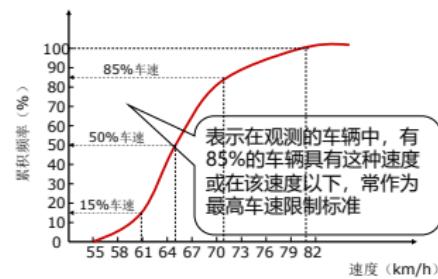
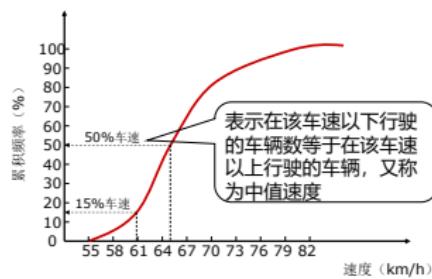
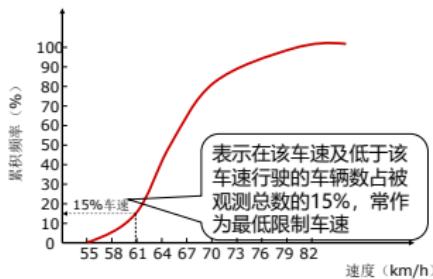
地点车速分布表

速度范围 (km/h)	中位速 度	观测车辆数及频率		累计观测车辆数及累计 频率	
		次数	频率 $f_i / \sum f$	次数	频率 (%)
1	2	3	4	5	6
53.5~56.5	55	2	1.0	2	1.0
56.5~59.5	58	8	4.0	10	5.0
59.5~62.5	61	18	9.0	28	14.0
62.5~65.5	64	42	21.0	70	35.0
68.5~71.5	67	48	24.0	118	59.0
68.5~71.5	70	40	20.0	158	79.0
71.5~74.5	73	21	12.0	182	94.0
74.5~77.5	76	11	5.5	193	96.0
77.5~80.5	79	5	2.5	198	99.0
80.5~83.5	82	2	1.0	200	100.0
合计		200	100.0		



地点车速频率分布直方图

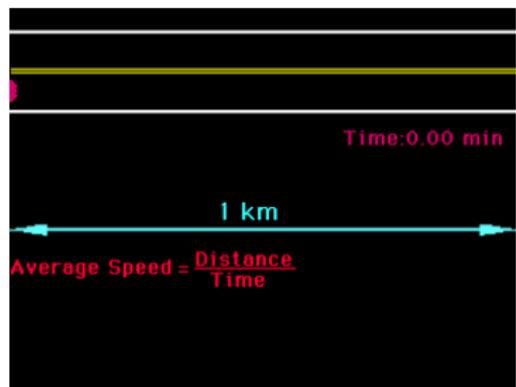
累积频率曲线



区间车速调查

区间车速调查的意义

- 评价道路服务水平的主要指标
- 路线改善设计的依据
- 衡量道路上车辆运营的经济性
(运营时间和车辆油耗)



调查方法

◦ 牌照法

- ▶ 在调查路段起终点设置观测点
- ▶ 观测人员记录通过观测点的车辆类型、牌照号码、各辆车的到达时间
- ▶ 选出相同牌照号码，计算通过两断面的时间差为行程时间，进而计算行程车速

◦ 跟车法

- ▶ 利用观测车在观测路段往返行驶
- ▶ 记录下所用时间
- ▶ 路段长度除以所用时间即得到行程车速

◦ 流动车测速法

- ▶ 该方法与观测交通量的流动车法相同
- ▶ 优点：能量测全程各路段间的行程车速、行驶车速、停车延误时间及原因，便于综合分析与车速有关的因素；所需的观测人员少，劳动强度低，适用于交通量大、交叉口多的城市道路上。
- ▶ 缺点：测量次数受行程时间的影响，次数不可能很多，一般只能往返有时还要受到偶然因素的影响；当交通量小时，测试车较难跟踪到有代表性的车辆，所测车速受到试验车性能及驾驶员行车习惯的影响。

跟车车速观测表

跟车车速观测表

道路名称 _____ 起始时间 _____ 日期 _____
起终点 _____ → _____ 观测者 _____ 天气 _____

路段 编号	观测时间			减速次数及原因						
	中途停车			最终断面时间	行人	自行 车	会车	转 向 车	公交 停靠	其他
	原因	停止时间	起动时间							

本节目录

1 概述

2 交通数据采集的原理与方法

3 交通量调查

4 速度调查

5 密度调查

6 延误调查

密度调查概述

- 交通流密度是描述交通流特性的重要参数
- 交通密度资料应用于划分服务水平
- 交通密度资料应用于分析瓶颈交通
- 交通密度资料应用于高速公路管制
- 是研究交通流理论的重要基础数据

准备工作

- 确定观测总时间
 - ▶ 一般大于 5min 取值，观测结果较为准确
- 确定测定区间长度
 - ▶ 常用方法：出入流量法与摄影法

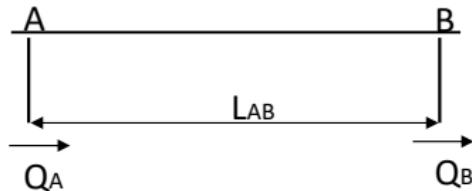
出入量法：“一条路两头堵”

◇ 基本原理

- ▶ 在 t 时刻 AB 路段内现有车辆数为初始车辆数与 t 时刻内 AB 路段的车辆数改变量之和

$$E(t) = E(t_0) + [Q_A(t) - Q_B(t)] = Q_A(t) + E(t_0) - Q_B(t)$$

- ▶ t 时刻 AB 路段内的交通密度为 $K(t) = \frac{E(t)}{L_{AB}}$



◇ 适用条件

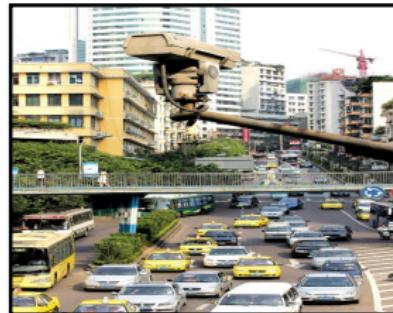
- ▶ 适用于高速公路上立交之间无出入交通的路段

◇ 优缺点

- ▶ 优点：方法简便，无须很多设备，既能保证精度又实用有效
- ▶ 缺点：通过 A、B 两端车辆数的测量误差随时间而累加

摄影法

- 地面高处摄影法：使用动态的录像仪在高处进行摄影获取车辆数资料
- 航空摄影测量法：是能取得密度准确数值的唯一方法



具体方法

◦ 地面（高处）摄影观测法

- ▶ 测定路段长度取 50-100m
- ▶ 道路上应标记每台录像机所摄范围的道路路段长

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \frac{1}{L} \times 1000$$
$$n = \frac{T}{\Delta t}$$

◦ 航空摄影法

- ▶ 优势：能实现较大范围交通调查，同时采集信息种类即可以检测单个车辆的运行状态、行驶轨迹和行人、自行车行为等微观交通信息
- ▶ 缺点：只有在光线和能见度达到一定水平的时候才能够使用，此外航测观测不到诸如隧道、路桥、跨线桥下建筑物中的车辆

◦ 道路占有率检测法（摄像 + 计算）

- ▶ 空间占有率：单位观测长度内，车辆总长度与观测路段长度的百分比

$$R_s = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{L} \times 100$$

- ▶ 时间占有率：单位观测时间内车辆通过某一断面的累计时间与所观测时间的百分比

$$R_t = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{T} \times 100$$

本节目录

1 概述

2 交通数据采集的原理与方法

3 交通量调查

4 速度调查

5 密度调查

6 延误调查

延误调查概述

- 延误是反映交通流运行效率的指标
- 延误调查资料可用于评价道路交通设施的服务质量
- 延误调查资料可用于进行道路交通项目的工程经济分析
- 延误调查资料可用于研究交通拥挤程度

延误产生的原因

- 基本延误主要是由信号、停车标志、让路标志及平交道口等原因造成的。
- 运行延误是因受其他车辆或行人干扰而产生的

一些概念

- 延误：延误是指由于交通摩阻与交通管制引起的行驶时间损失，以 s 或 min 计
- 固定延误：指由交通控制装置、交通标志等引起的延误。它与交通流状态和交通干扰无关，主要发生在交叉路口
- 停车延误：指刹住车轮及车辆停止不动的时间，等于停车时间。其中包括车辆由停车到起动时驾驶员反应时间
- 行驶延误：为行驶时间与计算时间之差。计算时间是相应于不拥挤车流的路线上，以平均车速通过调查路线计算的
- 排队延误：为排队时间与以畅行车速驶过排队路段的时间之差。排队时间是指车辆第一次停车到越过停车线的时间。排队路段是第一次停车断面到停车线的距离
- 引道延误：为引道时间与车辆畅行行驶越过引道延误段的时间之差。在入口引道上，从车辆因前方信号或已有排队车辆而开始减速行驶之断面至停车线的距离叫引道延误段。车辆受阻排队通过引道延误段的时间，叫引道时间

应用范围

- 评价道路交通堵塞程度
- 探求行车延误的发展趋势
- 评价道路服务质量
- 道路改建的依据
- 用于运输规划
- 用于道路运输经济分析
- 用于交通设施改善效果分析
- 用于交通管制



Figure

路段行车延误调查——输入输出法

- 适用范围：调查瓶颈（或窄桥）路段的行车延误，对于有较长引道的信号交叉口也可以考虑采用此方法
- 假设前提：车辆的到达和离去属于均匀分布；车辆排队现象存在于某一持续的时间内。在其中某一时段内，若到达的车辆数大于路段的通行能力则开始排队；而当到达车辆数小于路段的通行能力时，则排队将开始消散
- 调查方法：调查在两个断面同时进行，在调查路段的起点 B 和终点 A 各设一名观测员，用调查交通量的办法，以 5min 或 15min 为间隔时间观测和累计交通量
- 缺点：无法确定产生延误的准确地点和原因，而且还无法识别延误的类型

路段行车延误调查——跟车法

- 人员和设备两名观测员、两块秒表，一试验车
- 观测方法
 - ▶ 浮动速度法——测试车在交通流中浮动，尽量使它超越的车数和超越它的车数相同
 - ▶ 平均速度法——测试车按照驾驶员估计的交通流平均速度行驶
 - ▶ 最大速度法——如果没有交通干扰，则测试车按照限制速度（最大速度）行驶
- 调查注意事项
 - ▶ 事先规定一些缩写符号，如 S 代表交通信号，L 代表左转车干扰，C 代表路侧停车，P 代表行人干扰，B 代表自行车干扰，E 代表公交车辆上下客，T 代表一般性阻塞，K 代表故意消磨时间等等
 - ▶ 路段总长及各控制点间的分段长度，可通过直接丈量或利用比例尺可靠的地图确定，也可以从测试车里程表上读出，调查路段总长一般不应小于 1.5km
- 调查结果的表达与分析

交叉口延误调查

停车时间法

- ❖ 间断航空摄影法
- ❖ 延误仪测计停车时间
- ❖ 点样本法……

只包括停车时间，没有计入加速延误和减速延误

- ❖ 试验车法
- ❖ 牌照法
- ❖ 间断航空摄影法……

行程时间法

测定从交叉口前的某一点至交叉口内或交叉口之后的某一点的行程时间

包括：
停车延误 加速延误 减速延误

样本生成方法比较

	优点	缺点
点样本法	<ul style="list-style-type: none">➤ 该法为自动调整，一个样本中的错误或遗漏对总的结果几乎没有影响；➤ 不依赖于信号设备；➤ 这种约束为整个周期内排列了一组数据点，给周期中所有交通条件都提供代表性的样本；➤ 能够提供一组比较完整的描述交叉口延误的统计数。	<ul style="list-style-type: none">➤ 当停驶车辆百分数很高时，点样本法很难适用；➤ 当入口为多车道且有左、右转专用车道；➤ 当入口为单车道时，用点样本法无法区分不同流向的车辆的延误时间；➤ 点样本法只能得到平均延误时间，而无法获得延误时间的分布特性
抽样追踪法	简便、易行，调查人员不紧张，同时能得到引道延误分布特征、各流向车辆的延误及个别车的延误资料。	不能获得每一停驶车辆的平均延误和停车百分比这两个统计数。

课下训练

- 王炜等. 第3章

谢谢!