



题目：交通调查的新技术及其应用综述

姓名：王倩妮

学号：2015112956

专业班级：交通 2015-02 班

指导教师：霍娅敏

2017年3月18日

交通调查的新技术及其应用综述

(王倩妮 西南交通大学交通运输与物流学院交通 2015-02 班 2015112956)

摘要

传统交通调查技术具有众多局限性，而随着社会经济的发展，很多新技术的产生，为交通领域的发展带来了新的活力，也使交通调查获取的数据更加准确。本文就交通调查的新技术：感应线圈、RFID、手机传感器、浮动车、手机信令、视频检测、雷达检测等进行简单介绍并阐明其应用领域。而后阐述测量地点车速应当注意的问题与交通流密度调查中出入流量调查法的基本原理。

关键词： 交通调查 新技术 地点车速 出入流量法

一、引言

交通调查为交通规划、交通设施建设、交通管理与控制、交通环境保护、交通流理论研究等工作提供准确的数据信息，对于交通工程学的发展有着重要的作用。随着众多新概念新方法的产生，将这些方法运用至交通领域，在交通调查中，运用新技术对设施设备、居民特性、运行参数等进行调查，也将获取到更庞大、更全面的信息，为学术研究与实际应用提供了更为准确的支撑，进行数据型决策。这些新技术的应用，也使数据的获取由被动转为主动，大大减少了人力物力的投入，降低了调查成本，也能够有效避免主观因素的干扰。

二、交通调查新技术及应用

(一) 基于感应线圈的交通流量调查

用于车辆检测的传感器种类繁多，按工作原理可以划分为电接触式、光电式、电磁感应式、超声波式、红外线式等多种类型。

环形线圈检测器由埋设在路面下的环形线圈传感器、信号检测处理单元及反馈线组成，环形线圈检测器是基于电磁感应原理的车辆检测器。由于车辆为金属外壳，经过埋在路面下的通有一定电流的环形线圈（约 $2*2m*3$ 匝）^[1]时，切割磁感线，导致环形线圈电感量变化，进而引起车辆检测器 LC 振荡电路振荡频率与相位产生变化，从而检测到车辆的存在。车型不同，通过环形线圈时的频率变

化也不同：

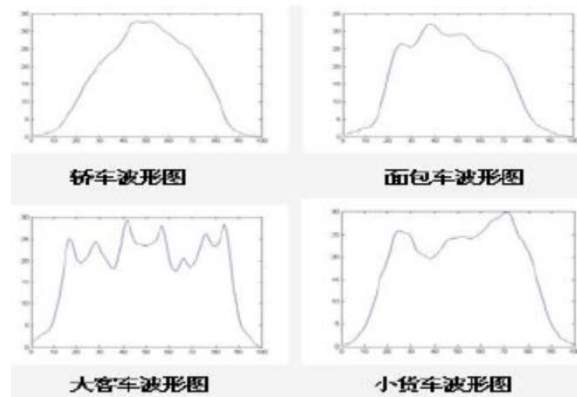


图 1 不同车型线圈检测频率示意图

有学者利用线圈检测器获取的数据，标准化处理后，基于模糊聚类的手段利用占有率、单车平均占有率、速度三个指标进行交通状态的判别，设计算法与评价方法，并在后期利用 VISSIM 进行模拟，验证可靠性，得到城市交通状态的判别方法^[2]。

环形线圈的布设，不仅可以采集交叉口车流量的信息，通过多个线圈的布设，也能够达成测速的目的，有利于动态监测交叉口的交通状况。相比于其他方式，环形线圈的检测方式，获取的信息丰富程度较低，但由于成本相对低廉，对于所需数据获取的准确率较高，因而应用较为广泛，目前技术也已比较成熟。

（二）基于一卡通系统的交通调查

所谓“一卡通”，就是在同一张卡上实现多种不同功能的智能管理。本质上是一套由卡片、器具和上位管理软件所构成的特殊信息管理系统。而在交通领域，使用 RFID 射频识别技术的公交 IC 卡，高速公路 ETC 卡^[3]，可以提供数据支持，通过用户刷卡、消费记录，进行数据挖掘，可以获取到有效的信息。我国 1994 年开始使用公交卡收费系统，首先在杭州公交公司开发试用^[4]，而后推广至全国，目前公共交通工具大多采用无人售票模式，公交技术已经比较成熟，并且具有广泛的发展前景。

基于公交 IC 卡的数据挖掘，可以针对单条公交线路，得到站点客流、线路客流、断面客流等数据；可以用于上下车站点、换乘点的推算，进而用于公交 OD 的推算；可以基于 GIS 进行 IC 卡数据挖掘，进行公交客流统计与乘客出行特征的研究。而如今，随着一卡通的推广，刷卡消费类型更加多元，基于一卡通的数据挖掘也不仅仅停留在公交 IC 卡，而是可以推广于地铁以及其他内容的研究。



图二 一卡通示意图

(三) 基于手机传感器数据的交通调查

感应线圈、视频图像识别等定点信息采集技术与 GPS 浮动车、电子标签等浮动信息采集技术主要将运行车辆作为信息采集对象，获取车辆运行信息，而基于手机传感器的交通调查与数据获取主要针对个人手机用户，解决居民出行信息获取难度大的问题^[5]。21 世纪以来，个人手机终端日渐普及，据工信部数据，截至 2016 年 9 月，中国手机用户已达 13.16 亿，手机有望成为一种较为理想的交通探测器。

手机传感器中获取到的 GPS 数据，主要依靠 GPS 的定位技术，基于三角定位原理，利用至少 4 颗卫星，采集位置信息。具有全球全天候定位、定位精度高、观测时间短、操作简便的优点^[6]。

手机传感器可以获取多种类型数据，如 GPS 可以获取经纬度，分析速度及运行路线；加速度计可以获取加速度，从而进一步分析居民出行方式。基于手机传感器数据的交通调查与采集技术，可以作为传统方式的重要补充。不仅可以获得现阶段交通需求如现阶段常住人口与就业人口、流动人口分布；现阶段道路交通状态；现阶段出行时耗、距离、强度^[7]；现阶段交通分布方式划分等，也可以用于交通规划，改善交通需求预测可靠性，提高规划的合理性、科学性。



图三 手机传感器调查 APP 示意图

（四）基于浮动车调查法的交通调查法

浮动车调查法，其基本原理为：道路上的浮动车可以作为“浮标”，根据装备车载全球定位系统的浮动车在其行驶过程中定期记录的车辆位置，方向和速度信息，应用地图匹配、路径推测等相关的计算模型和算法进行处理，使浮动车位置数据和城市道路在时间和空间上关联起来，最终得到浮动车所经过道路的车辆行驶速度以及道路的行车旅行时间等交通拥堵信息^[8]。

浮动车作为标准，去衡量道路的路况，如现阶段的百度、高德等地图工具中，都有路况情况的动态提醒。用户使用地图进行导航，也自动成为“浮动车”，导航中得到的数据即可作为分析路况的依据。

浮动车系统获得的主要交通特征参数有：平均速度、旅行时间、延误、拥挤指标（不同路段总延误比最小旅行时间） $CI = \frac{T - T_0}{T_0}$ 、停车时间比例（停车时间比总行程时间） $PST = \frac{T_s}{T}$ 等^[9]。交通信息中心对车载设备上传的数据进行存

储、预处理，结合地图利用相应的计算模型对交通参数如速度、行程时间等进行估计和预测，从而得到整个道路网的实时动态交通信息^[10]。在具体应用中，也达到便民利民的作用，为市民提供电召服务，达到防劫报警的作用，也为城市交通出行者、运营企业和管理部门提供了综合信息服务。

目前，高速货运汽车、城市公交、出租车、与近期推出的共享单车都具有定位功能，因此利用海量数据进行分析，可以用于分析常住人口职住分布、出行OD分布、基于动态旅行时间的路段流量分配为城市规划作支撑，也可以用于实时动态的交通反馈。



图四 浮动车拥堵显示示意图

（五）基于手机信令的交通调查

通过手机信令数据,可以进行交通数据采集与交通调查。由于手机用户增多,应用广泛、开机频率高,使得信令具有客观性、连续性、优越性的特点。手机信令获取出行 OD 位置依靠信令数据中的基站编号,并结合基站所在位置和信号覆盖范围判断当前手机所处的位置。蜂窝小区定位、结合时间提前量小区定位、切换定位、GPS 辅助定位、基于到达时间差的定位是用于交通信息采集的手机定位技术^[11]。利用小区定位被动接收移动网络运营过程中产生的信令数据,无需加装设备,便于推广,在我国也主要是依靠这种定位得到的手机信令进行交通调查。

当手机发生位置更新事件、联网事件、开机事件、话单事件、切换事件后,都会产生一条手机信令数据,这一条信令数据包括用户匿名 ID、时间戳、位置区编号、蜂窝小区编号、事件类型、事件原因等内容^[12],位置区编号与蜂窝小区编号可以与 1 个基站的唯一对应。

手机信令可以用于分析出行 OD,进行交通方式识别、出行目的识别、出行路径识别,进行轨道客流分析、道路车速与车流量检测^[13]。也可以用于获取人员分布情况、通勤距离方向情况从而进一步得到职住比。多种定位方式:三角定位、基站定位、切换定位,为智慧交通与车联网的发展提供可能性。但在使用过程中,也应注意个人隐私的保护,在技术上做“脱敏处理”。



图五 手机信令数据获取示意图

（六）基于视频检测的交通调查方法

通过对摄像机拍摄得到的图像进行数字化处理后,进行视频识别,通过一系列算法筛选出有价值的信息。视频检测的方式,便于安装维护,单台摄像机可以检测多条道路,同时,获取的视频资源,既可以用作交通调查,又可用于道路监控。但同时,视频检测的方式,也具有精度低,易受环境因素干扰的缺点,识别的准确性仍有待提高。

现阶段，视频检测的方式，主要用于牌照识别，对于违反交通规则的行为进行监管，此外，视频检测的方式也可以用于采集流量、速度，进行地点车速与流量的分析。随着无人机的产生与发展，航拍技术也在交通领域大显身手，航拍视频基于视频物体识别追踪，与摄像头视频相比，拍摄角度高、范围大，也可用作采集车辆实时轨迹。借助无人机航拍视频，可以更快捷地掌握实时交通情况，连续性好，具有较大发展潜力。



图六 监控视频



图七 无人机航拍视频

(七) 基于超声波及微波雷达的交通调查方法

超声波及微波雷达属于交通量调查设备中的非接触式设备，相比接触式设备，具有故障率低、维护成本低、不破坏路面的优势。采取超声波与微波雷达复合检测的方式，可以提高精度，取长补短^[14]。

二者工作原理均是基于多普勒效应，超声波与微波雷达在不同的频率波段工作，传播特性、物理反射方面略有不同。超声波回波法测距原理可以准确判断车型，但测速精度低；微波雷达可以准确测速，但对于车型的判断不准确^[15]，可以将二者的优势结合，进行检测，提高准确性。

目前雷达主要用于交通调查中速度的测量获取，获取的数据类型比较单一，但应用较为方便，现在已有广泛的使用。



图八 雷达测速速度存储装置

三、测量地点车速，抽样应注意的问题

交通调查对于地点车速的调查，可以掌握某地车速分布规律及速度的变化趋势，可用于交通事故分析及局部地点的交通改善设计。作为交叉口交通设计与交通流理论的总要参数，对于交通规划设计有着十分重要的意义。

在交通调查之中，对于地点车速的调查，通常采取抽样调查的方式。抽取样本意在通过样本反映总体的特性，同时达到节省人力物力，降低调查成本的作用。

测量地点车速，选取的样本应做到“随机抽样”，即保证总体中每一个对象都有已知的、非零的概率被选入作为研究的对象。为使样本可以准确估计总体，在样本的选择方面，应注意以下几个问题。首先，选取车速样本应避免某种偏向性，做到随机选测车辆。比如选测车辆中要综合高、中、低速车辆，在车型选择上也应综合选择道路上的车型。其次，样本的各个单元，相互必须完全独立。再次，要做到选取数据的地区间无根本差别，构成样本的所有项目的条件必须基本一致，以避免外界因素对结果造成干扰。

在抽样过程中，经常面临样本容量的确定问题，样本容量取决于研究者对于结果精度的要求。实验中主要存在两种误差，分别是系统误差与偶然误差。系统误差可以通过不断改进测量方法、更换测量工具等方式克服，而偶然误差不能消除，测量次数足够多时，呈现正态分布，可以通过多次测量以减小误差。

研究表明，地点车速样本平均数与总体平均数之间总是存在差异，多次测量可以减小偶然，但样本量并非越多越好，样本量与精度之间存在一定关系。在数学推导下，可知样本数从 36 增长至 576，样本平均数的标准离差从 2 减少至 0.5，根据精度要求的不同，可以规定样本平均数的标准差不超过一定的值，达到精度要求后再增加样本并不经济。利用概率论参数估计原理，得到：

$$|\bar{x} - \mu| \leq E$$

\bar{x} ——样本平均数

μ ——总体平均数

E ——允许偏差精度

依据 t 分布统计量，得到最小样本量公式：
$$n = \left(\frac{t\mu}{E} \right)^2$$

置信水平与精度之间也存在一定关系，样本平均数标准差一定时，选定的置信水平将决定总体平均数的置信区间。置信水平高，置信区间宽，对预测的精度

要求高。而地点车速的调查，通常采取 95% 或 90% 的置信水平，服从 t 分布。

研究表明，若统计量不是平均车速，而是其他特征车速，如第 85% 位车速、第 15% 位车速，此时最小样本量可由下式确定：

$$n = \frac{t^2 S^2 (2 + U^2)}{2E^2}$$

U ——决定于要求统计类型的常数，对于平均车速取零；

第 15% 或 85% 位车速取 1.04；第 5% 或 95% 位车速取 1.64 [16]

四、交通流密度调查中出入流量调查法的基本原理

出入量法是观测密度的一种重要的方法，出入量法是一种通过观测取得中途无出入交通的区段内现有车辆数或行程时间的方法。出入量法又分为试验车法与车牌照法等。出入量调查法的原理如下所示：

为观测 AB 区间密度，上游地点 A 处的交通量是同一时刻 AB 区间内新增加的车辆数，下游 B 点的交通量等于从 AB 区间内减少的车辆数。AB 区段内车辆数的变化应等于入量与出量之差。在得知 AB 区间原始车辆数的情况下，可以求得每单位时间内实有车辆数。在 t 时刻的密度可由下式表示：

$$E_{(t)} = Q_{A(t)} + E_{(t_0)} - Q_{B(t_0)}$$

$E_{(t)}$ ——在 t 时刻 AB 区间内的车辆数；

$Q_{A(t)}$ ——从观测开始到 t 时刻通过 A 处的累加交通量；

$E_{(t_0)}$ ——在观测开始到 t_0 时刻，AB 区间内的原始车辆数；

$Q_{B(t_0)}$ ——从观测开始到 t_0 时刻通过 B 处的累加交通量。 [17]

参考文献

- [1]杜荣义.基于感应线圈道路交通流检测系统研究与设计.长沙理工大学硕士学位论文
- [2]姜桂艳, 郭海峰, 吴超腾.基于感应线圈数据的城市道路交通状态判别方法.吉林大学学报 2008 年 2 月第 38 卷
- [3]王健.基于复合卡和 ETC 的交通流量采集研究.中国交通信息化 2014 年 11 月
- [4]一卡通.百度百科词条
http://baike.baidu.com/link?url=lbNghRi5mccguRLTEouZKs3BZyc4vj2W2f0tlikE5581uhB_S9m3MhyIgfod6de0zL1NOtvU_oREZovgu2ovQrFLEe0rxjtkPdenDHxme2UgMqIFuDEJsE2AxMLGRkj
- [5] 冉斌.手机数据在交通调查和交通规划中的应用.城市交通第 11 卷.2013 年 1 月
- [6]GPS.百度百科词条 <http://baike.baidu.com/item/GPS/214654?sefr=cr>
- [7] 冉斌.手机数据在交通调查和交通规划中的应用.城市交通第 11 卷.2013 年 1 月
- [8]浮动车.百度百科词条
http://baike.baidu.com/link?url=Fd5uBElyyU3pMZs9UbRQNdu74aez6Epcb_8YzHVyGSD5kI3AkNoIKV9P1k3enDwKjC7vLNlPExTJSGIA8MIBg22o6Wp2UA3Op9O-3VMNLai_Q5y8Kvu-rgDLsP3UyvWb
- [9]罗莘龙.浮动车交通信息采集系统研究
- [10]张存宝, 杨晓光, 严新平.基于浮动车的交通信息采集系统研究.交通与计算机.2006 年第 5 期 31-34 页
- [11]胡永恺, 宋璐, 张健, 冉斌.基于手机信令数据的交通 OD 提取方法改进.交通信息与安全.2015 年 5 期第 33 卷总第 193 期
- [12] 胡永恺, 宋璐, 张健, 冉斌.基于手机信令数据的交通 OD 提取方法改进.交通信息与安全.2015 年 5 期第 33 卷总第 193 期
- [13]唐小勇, 周涛, 陆百川, 高志刚.一种基于手机信令的通勤 OD 训练方法.交通运输系统工程与信息. 2016 年 10 月第 16 卷.第 5 期
- [14]张君.超声波及微波雷达复合式检测在交通量调查中的应用
- [15]张君.超声波及微波雷达复合式检测在交通量调查中的应用
- [16]王建军, 严宝杰.交通调查与分析[M].2 版.北京: 人民交通出版社.2004
- [17]王建军, 严宝杰.交通调查与分析[M].2 版.北京: 人民交通出版社.2004