

文章编号:1671-8879(2009)01-0069-05

基于 0-1 分布的公路机动车起讫点(OD)调查抽样

张丰焰^{1,2}, 周 伟³, 王元庆¹, 柏 强¹

(1. 长安大学公路学院, 陕西 西安 710064; 2. 安徽交通职业技术学院 土木工程系,
安徽 合肥 230051; 3. 交通运输部公路科学研究院, 北京 100088)

摘 要:通过将单个调查点的 OD 调查抽象成 0-1 分布, 分析了单个 OD 调查点调查精度要求、抽样率与调查点断面 OD 量本身特性之间的关系, 研究了在简单随机抽样情况下单个 OD 调查点抽样率的确定方法, 给出了一定精度要求下的 OD 调查抽样率的推荐值, 还比较了不同的抽样方法的抽样效率。结果表明: 抽样率随着车流量的增大而减小, 样本量则随着车流量的增大而增大, 但当车流量足够大时, 样本量将不再随着车流量的变化而变化; 要求的置信水平越高, 精度越高, 抽样率越高, 样本量也就越大; 某一 OD 点对之间的量占的比例越大, 满足该分布所需要的样本量越小; 整群抽样的效率通常要比车牌号抽样和等距抽样的效率低, 而分层抽样的效率则反之。

关键词:交通工程; 交通量; OD 调查; 抽样方法; 抽样率; 0-1 分布

中图分类号:U491

文献标志码:A

Sampling of motor vehicle's origin-destination (OD) survey along highway based on 0-1 distribution

ZHANG Feng-yan^{1,2}, ZHOU Wei³, WANG Yuan-qing¹, BAI Qiang¹

(1. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. Department of Civil Engineering, Anhui Communications Vocational and Technical College, Hefei 230051, Anhui, China; 3. Research Institute of Highway Ministry of Transport, Beijing 100088, China)

Abstract: Through abstracting the single spot's OD survey into 0-1 distribution, the relation between the demanded precision and sampling rate of single survey spot and characteristic of OD value through this spot's section is analyzed. The way to ascertain the single survey spot's sampling rate in the condition of simple random sample is researched, the recommended values of OD survey's sampling rate in certain precision need are offered, and the sampling efficiencies of different sampling methods are compared. The results show that: the sampling rate would be higher while the traffic volume get down, the sample size would be increased when the traffic volume is higher; but when the traffic volume is high enough, the sample size will be constant, the sample size would be bigger while the desired confidence level, the precision level and the sample rate are higher; the proportion of the volume from a pair OD spots is bigger, the sample size satisfied with the distribution is less; through comparing the efficiency of four sampling methods, the efficiency of delaminating sampling is the highest and the efficiency of whole

收稿日期:2008-02-05

基金项目:交通部应用基础科研项目(2006312812120)

作者简介:张丰焰(1972-),男,安徽望江人,安徽交通职业技术学院讲师,长安大学工学博士研究生,E-mail:zhangleike@126.com.

sampling is the lowest among the vehicle brand sampling, the isometric sampling, the delaminating sampling and the whole sampling. 5 tabs, 2 figs, 10 refs.

Key words: traffic engineering; traffic volume; OD survey; sampling method; sampling rate; 0-1 distribution

0 引言

在中国的机动车 OD(起讫点)调查中,路边询问法得到了广泛的应用。它是在道路的某一断面设置 OD 调查点,对通过该道路断面的所有车辆(或按一定的比例进行抽样)进行调查,询问起讫点等相关信息^[1]。采用该方法调查时,应尽量采用全样调查。然而,在交通量较大的路段上布设 OD 调查点时,如采用全样调查,极易形成交通阻塞,使驾驶人改变行车路线,难以获得真实的 OD 数据。所以,在实际调查中,很多情况下只能够采用抽样调查。抽样调查必然存在误差,误差的大小可由精度来反映,其中影响抽样误差最主要的两个因素就是抽样率和抽样方法。根据抽样理论,在其他条件相同的情况下,抽样率越高,误差就越小,精度就越高,调查成本也越高^[2]。因此,如何在满足调查精度要求的前提下选取适当抽样率是一个十分重要的问题;同时,在一定的抽样率下,采用不同的抽样方法获得结果的精度也是不相同的。由于国外大多数国家主要采用居民出行调查和货流调查的方式获得区域 OD 数据,并小规模地采用路边询问法进行机动车 OD 调查,因此对该方法 OD 调查抽样率的研究较少。例如,美国是家庭车辆拥有率较高的国家,对 OD 数据的获取,通常采用家访调查获得居民出行 OD 数据,通过货流调查获得货车 OD 数据^[3];英国则是采用全国交通调查(NTS)获得全国的出行矩阵,实质上也是基于家庭的家访调查^[4];日本的机动车 OD 调查由路边询问 OD 调查和机动车所有者询问调查构成,路边询问 OD 调查是为了补充采访机动车所有者 OD 调查,以提高 OD 表精度而进行的调查,通常要求有较高的抽样率^[5],日本学者认为,一般抽样率不应低于 25%^[6];中国也有学者对各个调查点的抽样率进行了一定的研究,认为各个调查点的抽样率应该保持一致^[7],对于单个调查点,一般认为应进行全样调查,若采用抽样调查,则抽样率一天内不得低于 25%^[8]。目前,中国公路 OD 调查采用的是路边询问法,与国外的方法有较大的不同,因而不能简单地借鉴。如果 OD 调查的抽样率选取不合适或抽样方法不恰当,则会导致不符合精度的甚至错误的 OD

调查结果,故很有必要对此类问题进行深入探讨。本文将从单个 OD 调查点抽样率和抽样方法入手,分析抽样率与调查精度之间的关系,研究抽样率的确定方法,并对各种抽样方法的效率加以比较,以利于选择较好的抽样方法。

1 抽样问题的数学描述

机动车 OD 调查的最终目的是要获得全部调查区域的 OD 表。OD 表中的元素表示各个交通小区之间的出行量,即出行量在各个小区之间的分布。本文仅研究在单个 OD 调查点通过道路断面的 OD 的分布。在 OD 调查中,通常是分车型进行调查,但为了方便研究,假设在调查时不进行车型的划分,只调查绝对的 OD 量,或假设所有的车辆只有一种车型。以断面 OD 表中的某一元素作为研究对象,即对于通过调查断面的每一辆车考察其是否为从小区 r 到小区 s 的车辆,考察结果只有“是”或“不是”2 种,而且是随机的,所以可以将断面的 OD 总体看作 0-1 分布,即总体单位 Y_i 为

$$Y_i = \begin{cases} 1, & \text{第 } i \text{ 辆车是从小区 } r \text{ 到小区 } s \text{ 的车} \\ 0, & \text{第 } i \text{ 辆车不是从小区 } r \text{ 到小区 } s \text{ 的车} \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

那么随机变量 $Y = Y_i$ 的数学期望和方差分别为

$$E(Y) = \sum_{i=1}^N P(Y = Y_i) Y_i = \bar{Y} \quad (2)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2 = \bar{Y}(1 - \bar{Y}) \quad (3)$$

式中: \bar{Y} 为总体平均数,也即某一 OD 点对之间的出行量占调查点断面所有交通量的比例。通过抽样调查,应用样本去估计 \bar{Y} ,得到 \bar{Y} 的估计值 Y' ,然后就可以得到 N_n 的估计量

$$N_n' = NY' \quad (4)$$

式中: N 为某时间段内经过调查断面的车辆数; N_n 为某时间段内经过断面的从小区 r 到小区 s 的车辆数; N_n' 为用样本估计的某时间段内从小区 r 到小区 s 的车辆数。

在式(4)中, N 是通过交通量的调查获得的,在交通量调查中,如果操作规范,一般不会有误差。这里假设其没有误差,那么 N_n' 的精度就完全取决于

\bar{Y}' 的精度。

影响 \bar{Y}' 精度的因素主要有两个:一是抽样率,由抽样误差理论可知,在其他条件相同的情况下,抽样误差与样本量的关系如图1所示,样本量越大,抽样误差就越小,调查精度就越高,相应地抽样率越高,精度就越高;二是抽样方法,在相同抽样率下,不同抽样方法得到的数据精度也是不相同的。

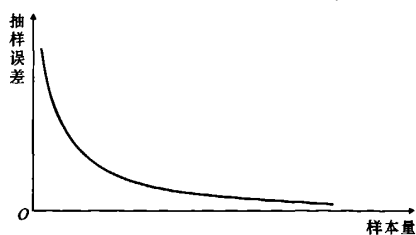


图1 抽样误差与样本量关系

衡量抽样精度的方法有多种,为了表达的直观性,本文以在一定的置信概率 α 下 \bar{Y}' 的相对误差 $\left| \frac{\bar{Y}' - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right|$ 作为精度的控制指标,具体分析抽样率与误差之间的关系,同时研究不同的抽样方法对精度的影响。

2 抽样率的确定

OD 调查的抽样方法有许多种,最简单的方法就是随机抽样,将其可以看作无放回的随机抽样。在无放回的简单随机抽样中,对于样本 y_i ,其数学期望为^[9]

$$E(y_i) = \sum_{j=1}^N P(y_i = Y_j) Y_j = \bar{Y} \quad (5)$$

其方差为

$$V(y_i) = E[y_i - E(y_i)]^2 = \sum_{j=1}^N P(y_i = Y_j) (Y_j - \bar{Y})^2 = \delta^2 \quad (6)$$

通过抽样调查,以样本平均数 \bar{y} 作为对 \bar{Y} 的估计,其表达式为

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (7)$$

式中: n 为调查的车辆数(样本量)。

样本平均数的数学期望为

$$E(\bar{y}) = E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i\right) = \frac{1}{n} [E(y_1) + E(y_2) + \dots + E(y_n)] = \bar{Y} \quad (8)$$

由式(8)可见,样本平均数是总体平均数的无偏估计量。样本平均数的方差为

$$V(\bar{y}) = E(\bar{y}^2) - [E(\bar{y})]^2 = \frac{N-n}{N-1} \bar{Y}(1-\bar{Y}) =$$

$$\frac{N-n}{n(N-1)} \delta^2 \quad (9)$$

根据抽样理论,当 n 充分大时(经验值取 $n > 50$ 即可,OD 调查中通常都能够满足这个条件),样本平均数就近似服从正态分布,即

$$\bar{y} \rightarrow N[\bar{Y}, \sqrt{V(\bar{y})}], \frac{\bar{y} - \bar{Y}}{\sqrt{V(\bar{y})}} \rightarrow N(0, 1) \quad (10)$$

在 α 的置信度下

$$-u_{1-\alpha/2} \sqrt{V(\bar{y})} < (\bar{y} - \bar{Y}) < u_{1-\alpha/2} \sqrt{V(\bar{y})} \quad (11)$$

式中: $u_{1-\alpha/2}$ 为置信度下的正态分布; $(\bar{y} - \bar{Y})$ 只表示绝对的误差,需要将其转化为相对误差限 $\left| \frac{\bar{y} - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right|$ 。

这样衡量误差更有说服力,所以有

$$-\frac{u_{1-\alpha/2} \sqrt{V(\bar{y})}}{\bar{Y}} < \frac{\bar{y} - \bar{Y}}{\bar{Y}} < \frac{u_{1-\alpha/2} \sqrt{V(\bar{y})}}{\bar{Y}} \quad (12)$$

则相对误差限为

$$\Delta = \left| \frac{\bar{y} - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right| = \frac{u_{1-\alpha/2} \sqrt{V(\bar{y})}}{\bar{Y}} \leq \Delta_0 \quad (13)$$

整理得到

$$n \geq \frac{N}{1 + (N-1) \Delta_0^2 \bar{Y} / [u_{1-\alpha/2}^2 (1-\bar{Y})]} \quad (14)$$

当 N 比较大时, $N \approx N-1$, 则式(14) 为

$$n \geq \frac{N}{1 + N \Delta_0^2 \bar{Y} / [u_{1-\alpha/2}^2 (1-\bar{Y})]} = \frac{1}{1/N + \Delta_0^2 \bar{Y} / [u_{1-\alpha/2}^2 (1-\bar{Y})]} \quad (15)$$

当 n 取最小值 n_0 时有

$$n_0 = \frac{1}{1/N + \Delta_0^2 \bar{Y} / [u_{1-\alpha/2}^2 (1-\bar{Y})]} \quad (16)$$

式中: n_0/N 为在 α 的置信度下调查时满足 Δ_0 的抽样率, n_0 则为此时的样本量; Δ_0 为 α 的置信度下的相对误差限。

(1) n_0 随 N 的变化情况。由式(16)可知,当 N 增大时, n_0 增大,即单位时间内通过断面的交通量越大,需要的样本量也就越大;当 N 充分大时, $\frac{1}{N} \approx 0$,

则 $n_0 = \frac{1}{\Delta_0^2 \bar{Y} / [u_{1-\alpha/2}^2 (1-\bar{Y})]}$, 也就是说,无论 N 有多大,只要能够获得 $n_0 = \frac{1}{\Delta_0^2 \bar{Y} / [u_{1-\alpha/2}^2 (1-\bar{Y})]}$ 个样本,就一定能够满足要求。

(2) n_0 随 $1-\alpha$ 的变化。由式(16)可知,当 $1-\alpha$ 增大时, $u_{1-\alpha/2}$ 增大, n_0 增大,即要求的置信水平越高,需要的样本量也就越大。

(3) n_0 随 Δ_0 的变化情况。当 Δ_0 减小时, n_0 增大,即要求的误差越小,精度越高,需要的样本量也就越

大,通常要求 Δ_a 在 0.1~0.2 之间。

(4) n_0 随 \bar{Y} 的变化情况。将式(16)作如下变化

$$n_0 = \frac{1}{1/N + \Delta_a^2 Y / [u_{1-\alpha/2}^2 (1 - \bar{Y})]} = \frac{1}{1/N + \Delta_a^2 / [u_{1-\alpha/2}^2 (1/\bar{Y} - 1)]} \quad (17)$$

由式(17)可知,当 \bar{Y} 增大时, n_0 是减小的,即在调查中,如果某一 OD 点对之间量占有的比例比较大,那么在相同的条件下,满足这个分布所需要的样本量就比较小。但是,在任何一个断面中, N_n 所占的比例是不同的。在实际调查中,多数断面的 OD 表中有很多 N_n 比较小,只占到总量的百分之一或千分之一,甚至万分之一。而且,小区划分得越细,小区数目越多,道路断面 OD 就越分散。如果都考虑这些极少量的误差,那么就需要很大的样本量。

在 $1 - \alpha = 99\%$ 的置信水平下,不同精度要求的样本量就会不同,当 $1 - \alpha = 90\%$ 时, $u_{1-\alpha/2} = 1.28$ 。

(1) 在 $\Delta_a = 5\%$ 时,不同比例 \bar{Y} 下的样本量如表 1 所示。

表 1 不同比例 \bar{Y} 下的样本量 veh

样本总量	$\bar{Y}/\%$							
	0.1	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0	20.0	50.0
1 000	998	992	985	970	926	855	724	396
2 000	1 994	1 970	1 940	1 883	1 723	1 494	1 134	494
5 000	4 962	4 815	4 642	4 326	3 567	2 706	1 720	579
8 000	7 903	7 538	7 122	6 404	4 871	3 395	1 974	606
10 000	9 850	9 288	8 665	7 625	5 546	3 710	2 077	615
15 000	14 664	13 453	12 183	10 224	6 804	4 234	2 231	628
20 000	19 407	17 341	15 287	12 324	7 674	4 555	2 318	635

(2) 在 $\Delta_a = 10\%$ 时,不同比例 \bar{Y} 下的样本量如表 2 所示。

表 2 不同比例 \bar{Y} 下的样本量 veh

样本总量	$\bar{Y}/\%$							
	0.1	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0	20.0	50.0
1 000	994	970	942	889	757	596	396	141
2 000	1 976	1 884	1 780	1 601	1 218	849	494	151
5 000	4 852	4 335	3 822	3 081	1 919	1 139	579	159
8 000	7 627	6 424	5 358	4 007	2 241	1 245	606	161
10 000	9 424	7 653	6 186	4 453	2 374	1 285	615	161
15 000	13 741	10 274	7 793	5 229	2 578	1 343	628	162
20 000	17 822	12 396	8 956	5 729	2 694	1 373	635	163

(3) 在 $\Delta_a = 0.15$ 时,不同比例 \bar{Y} 下的样本量如表 3 所示。

(4) 在 $\Delta_a = 0.1, Y = 5\%$ 的情况下,样本总量与样本量之间的关系如图 2 所示。

表 3 不同比例 \bar{Y} 下的样本量 veh

样本总量	$\bar{Y}/\%$							
	0.1	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0	20.0	50.0
1 000	986	935	878	781	580	396	226	68
2 000	1 946	1 757	1 566	1 282	818	494	254	70
5 000	4 678	3 717	2 952	2 082	1 084	579	275	72
8 000	7 207	5 154	3 792	2 468	1 180	606	281	72
10 000	8 791	5 917	4 189	2 630	1 215	615	283	72
15 000	12 436	7 370	4 869	2 882	1 267	628	286	72
20 000	15 687	8 403	5 299	3 028	1 294	1 373	287	73

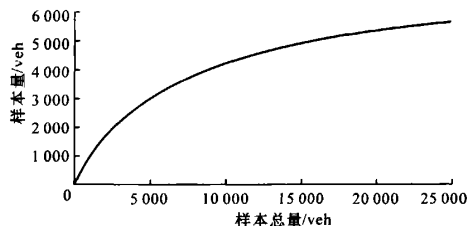


图 2 样本总量与样本量的关系

由图 2 可以看出,在样本总量比较小的时候,随着样本总量的增加,样本量增加的比较快,当样本总量比较大时,样本量增加的就比较缓慢。

可见,在 $1 - \alpha = 90\%$ 的置信水平下,在 $\Delta_a = 1$ 时, \bar{Y} 在不同条件下推荐的抽样率如表 4 所示。

表 4 推荐抽样率 %

\bar{Y}	不同交通量 $Q(\text{veh})$ 时的抽样率					
	$Q < 4\ 000$	$4\ 000 < Q < 7\ 000$	$7\ 000 < Q < 10\ 000$	$10\ 000 < Q < 15\ 000$	$15\ 000 < Q < 20\ 000$	$Q > 20\ 000$
5	100	50	33.3	25	20	16.7
1	100	100	100.0	75	60	50.0

3 不同抽样方法的比较

3.1 抽样方法

在目前的 OD 抽样调查中,主要有以下几种抽样方法:

(1) 按车牌号抽取样本(车牌号抽样)。若抽样率为 50%,可对所有车牌号尾数为单数或双数的车辆进行调查;若抽样率为 30%,可从 0~9 抽取 3 个数,将对车牌号尾数是这 3 个数的车辆进行调查。

(2) 按车辆到达的顺序进行等间距抽样(等距抽样)。若抽样率为 50%,将调查第 1 辆车,放走第 2 辆车,调查第 3 辆车,放走第 4 辆车……依次类推;若抽样率为 60%,则每调查 3 辆车,放走 2 辆车。

(3) 按车辆到达调查点的顺序抽样(整群抽样)。为了方便调查,一次连续抽取多辆车作为样本,然后放走多辆车。如抽样率为 50%,当询问连续到达的

5 辆车(或 10 辆车)后,放走后面到达的 5 辆车(或 10 辆车)。

(4)按车辆到达的顺序抽样(分层(时间)抽样)。在交通量高峰时,如按既定的比例进行抽样会导致交通阻塞,所以调查人员必须在不形成交通阻塞的抽样率下进行调查;在车辆较少时,为了获得尽可能多的样本量,调查人员又提高了抽样率,这样,就会导致各个时间段内的抽样率不同。

3.2 理论基础

以上 4 种方法中,如采用方法(1),则可认为车辆在办理车牌号时车牌号的尾数是随机的,那么车牌号的尾数在 0~9 之间是均匀分布的。因此,以车牌号为基础的抽样就是简单随机抽样。其他抽样方法直观上都与简单随机抽样有较大的差别,它们在抽样理论中可以概括为以下几种抽样。

3.2.1 系统抽样

系统抽样就是将 N' 个总体单元按一定顺序排列,先随机抽取一个单元作为样本的一个单元,即起始单元,然后按确定的规则抽取其他样本单元^[9]。其中,最简单的规则就是等间距抽取,也叫等距抽样。根据抽样理论,系统抽样与简单随机抽样相比:①当 $S_w > S$ 时,系统抽样优于简单随机抽样;②当 $S_w = S$ 时,系统抽样与简单随机抽样效率相同;③当 $S_w < S$ 时,简单随机抽样优于系统抽样;其中, S_w 为系统抽样的样本内方差, S 为总体的方差。

在方法(2)中,如果抽样率为 1/2、1/3 或 1/4 等时,可以看作是系统抽样中的等距抽样。由车辆的行驶特性可知,虽然在较长的时间(1 d)内车辆的到达相对于起讫点来说并不是随机的,而是有一定规律的;但是在一个较短的时间(10 min)内车辆的到达相对于车辆的起讫点可以看作是随机的。根据抽样理论,如果样本是随机排列的,那么系统抽样的方差与简单随机抽样的方差是相同的。因此,只要在 OD 调查中时间是连续的,那么就可以认为采用系统抽样和简单随机抽样都需要相同的样本量。

3.2.2 整群抽样

整群抽样是将总体化分为若干群,然后以群为抽样单元,从总体中随机抽取一部分群,然后对群中所有的基本单元进行调查。上述抽样方法中,方法(2)需要连续抽取多辆车的情况和方法(3)都可以认为是整群抽样。若以 S'_w 表示群内的方差, S 表示总体的方差,则有:①当 $S'_w > S$ 时,整群抽样优于简单随机抽样;②当 $S'_w = S$ 时,整群抽样与简单随机抽样效率相同;③当 $S'_w < S$ 时,简单随机抽样优于整

群抽样。

在实际调查中,群内的方差是无法提前知道的,故不能采用定量的方法进行计算。但是,在 OD 调查中所调查的群是在一个短时间内连续到达的,根据经验可知,它们有一定的相似性。因此,可以认为其方差比总体方差要小,所以其抽样效率要低于简单随机抽样。

3.2.3 分层抽样

分层抽样是指在抽样之前先将 N' 个总体单元分成 L 个互不重复的总体,每个总体称为层,它们的大小分别是 N_1, N_2, \dots, N_L ,将 L 层合起来就是整个总体,然后,在每个层中分别进行抽样。在分层抽样中,如果每个层内的方差比总体的方差小,就在每个层内抽取小量的样本便可以满足精度要求。方法(4)可以看作是分层抽样,即按时间将总体分成 N_1, N_2, \dots, N_L 层,每个层内使用不同的抽样率。在相同精度要求下,各种抽样方法的比较见表 5。

表 5 各种抽样方法的比较

抽样方法	样本量	抽样效率	可操作性
车牌号抽样	简单随机抽样,样本量较小。	一般	样本到达不均匀,且可操作性不是很强。
等距抽样	与车牌号抽样样本量相当	与车牌号抽样样本量相当	样本到达均匀,可操作性比较强。
整群抽样	通常比车牌号抽样样本量大	通常比车牌号抽样低	抽样简单易行,操作性强。
分层(时间)抽样	大小需要根据各个时间段内的交通量分布来定	效率比较高	根据车流量大小改变抽样率,可操作性最强。

在实际的 OD 调查过程中,需要记录车辆的车型。分车型调查中,不同的车型要分开调查,以保证每一种车型都能够达到一定的抽样率,从而使调查结果达到一定的精度^[10]。因此,利用前面简单随机抽样的理论,可将总体单元 Y_i 的定义改为

$$Y_i = \begin{cases} 1, \text{第 } i \text{ 辆车是从小区 } r \text{ 到小区 } s \text{ 的某类型车} \\ 0, \text{第 } i \text{ 辆车不是从小区 } r \text{ 到小区 } s \text{ 的某类型车} \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (18)$$

则样本量 n (调查的车辆数)为

$$n \geq \frac{1}{1/N + \Delta_a^2 \bar{Y} / (u_{1-\alpha/2}^2 (1 - \bar{Y}))} = \frac{1}{1/N + \Delta_a^2 / (u_{1-\alpha/2}^2 (1/\bar{Y} - 1))} \quad (19)$$

由于需要得到不同车型的 OD 矩阵,相对于不划分车型时 \bar{Y} 将会减小,因此在相同精度要求下,分车型调查需要的样本量比较大。

(下转第 87 页)

- zation of urban arterial road intersected by multi-inferior roads at T-intersections[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2006, 6(1): 108-112.
- [3] 常云涛,彭国雄. 基于遗传算法的城市干道协调控制[J]. 交通运输工程学报, 2003, 3(2): 106-112.
- CHANG Yun-tao, PENG Guo-xiong. Urban arterial road coordinate control based on genetic algorithm[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2003, 3(2): 106-112.
- [4] Chung J M, Oh S M. A hybrid genetic algorithm for train sequencing in the Korean railway[J]. The International Journal of Management Science. 2007, 12(1): 1-11.
- [5] 巨永锋, 蔺广逢, 蔡占华. 基于遗传算法的图像识别方法[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2004, 24(6): 98-101.
- JU Yong-feng, LIN Guang-feng, CAI Zhan-hua. Method of image recognition based on genetic algorithm[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2004, 24(6): 98-101.
- [6] 王小平, 曹立明. 遗传算法: 理论、应用与软件实现[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2002.
- [7] 刘智勇, 李水友. 基于免疫遗传算法的区域交通自适应协调控制[J]. 控制理论与应用, 2006, 23(1): 119-125.
- LIU Zhi-yong, LI Shui-you. Immunity genetic algorithms based adaptive control method for urban traffic network signal[J]. Control Theory & Applications, 2006, 23(1): 119-125.
- [8] 高岩. 遗传算法及神经网络在锅炉负荷优化分配中的应用[J]. 北京理工大学学报, 2005, 25(11): 944-948.
- GAO Yan. Application of genetic algorithm and neural network in the optimization of boiler load assignment[J]. Journal of Beijing Institute of Technology, 2005, 25(11): 944-948.

(上接第73页)

4 结 语

(1)将单个调查点的机动车 OD 调查抽象成 0-1 分布,采用定量与定性相结合的方法,分析了调查精度、样本量与调查点断面 OD 量自身特性之间的关系,即在一定精度要求下,样本量随着车流量的增大而增大,但当车流量足够大时,样本量将不再随着车流量的变化而变化;要求的置信水平越高,精度越高,样本量也就越大。

(2)给出了简单随机抽样机动车 OD 调查中抽样率的确定方法,给出了一定精度要求下的 OD 调查抽样率的推荐值。

(3)分析和比较了不同的抽样方法的抽样效率,即等距抽样与车牌号抽样的抽样效率相同;整群抽样的效率较低;分层(时间)抽样的效率较高。

(4)本文只是针对单个 OD 调查点进行了研究,关于不同调查点之间采用不同抽样率和不同抽样方法对调查精度的影响还有待进一步研究。

参考文献:

References:

- [1] 严宝杰. 交通调查与分析[M]. 北京: 人民交通出版社, 1994.
- [2] 张小蒂. 抽样调查技术与应用[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1991.
- [3] Giaimo G T, Schiffer R. Statewide travel demand modeling; a peer exchange[R]. Washington DC: Transportation Research E-circular, 2005.
- [4] Ashley K, Jeremy B. National travel survey; technical report 2000[R]. London: Department for Transport, Local Government and the Regions, 2001.
- [5] 刘军民. 日本的交通调查[J]. 交通与运输, 2000(2): 32-34.
- LIU Jun-min. Traffic survey in Japan[J]. Traffic and Transportation, 2000(2): 32-34.
- [6] Kuwahara M, Edward C S. Estimating origin-destination matrices from roadside survey data[J]. Transportation Research, Part B: Methodological, 1987, 21(3): 233-248.
- [7] 廖利钊, 顾保南. OD 调查中的抽样率问题[J]. 上海铁道大学学报, 1996, 17(2): 91-94.
- LIAO Li-zhao, GU Bao-nan. A study on choosing ratio of sampling in OD survey[J]. Journal of Shanghai Tiedao University, 1996, 17(2): 91-94.
- [8] 宋广辉, 刘淑珍, 耿英杰, 等. OD 调查简介[J]. 东北公路, 1996(2): 77-82.
- SONG Guang-hui, LIU Shu-zhen, GENG Ying-jie, et al. Introduction of origin and destination survey (OD)[J]. Northeastern Highway, 1996(2): 77-82.
- [9] 李纪治, 李晓风, 马江洪. 抽样调查理论与技术应用[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997.
- [10] Northern Ireland Statistics and Research Agency. Origin-Destination Statistics[R]. Belfast: Northern Ireland Statistics and Research Agency, 2001.