

交通工程学

(第3章 交通调查与分析)

第3章 交通调查与分析

3.1 概述（了解）

3.2 交通量的调查与分析（熟练掌握）

3.3 车速的调查与分析（熟练掌握）

3.4 密度的调查（理解）

3.1 概述

□ 交通调查的定义：一种用客观的手段、测定道路交通状态发展趋势及有关现象的数据，并进行统计分析，其目的是向交通城建、规划、环保以及公安交通管理等部门提供改善、优化道路的实际参考资料和数据依据。

□ 交通调查的对象和内容：交通系统组成的各个方面，如：交通量；车速；密度；延误；通行能力；出行；事故；环境；公交；停车；交通设施；土地利用与经济调查等。

□ 交通调查的基本要求：客观性（以事实基础）；科学性（计划系统、步骤完善、方法科学）；针对性（有目的的活动）；数据抽样（经济可行、实效可信）。

3.2 交通量的调查与分析

3.2.1 交通量调查的用途

3.2.2 交通量的分类与表示

3.2.3 交通量的调查方法

3.2.4 资料的整理与分析

3.2.5 交通量调查的步骤

3.2.6 调查案例

3.2.1 交通量调查的用途

交通量是交通需求在交通系统中的表象，具有时空特性，随交通方式的不同有不同类型交通量。

根据交通量的调查数据分析结果，可以确定设施的规模和交通的拥挤程度，判断交通流的平衡状态，从而为交通设计与改造，交通控制与管理提供依据。

3.2.2 交通量的分类与表示

3.2.2.1 交通量的分类

3.2.2.2 交通量的表示

3.2.2.2 交通量的表示

- 交通量的表示：单位时间通过的车或人的数量。
- 交通量的表示需分类：一般来说，公共汽车应单独量测。
- 交通量的换算：将调查所得的不同类型的车辆换算成某单一种车型的数量。
- 换算最终车型：小汽车（高速公路、一级公路、城市道路）；中型载重货车（二级以下公路）。

换算系数的确定：各种车辆所占道路面积和行车速度的比值；通过端面的平均车头时距的比值。

表3—3 各类汽车代表车型换算为标准小客车的换算系数
(JTG B01-2003)

汽车代表车型	车型换算系数	说明
小客车	1.0	≤19座的客车和载质量≤2t货车
中型车	1.5	>19座的客车和载质量>2t- ≤7t的货车
大型车	2.0	载质量>7t- ≤14t的货车
拖挂车	3.0	载质量>14t的货车

注：1 畜力车、人力车、自行车等非机动车在设计交通量换算中按路侧干扰因素计
 2 一二级公路上行驶的拖拉机按路侧干扰因素计；
 3 三四级公路上行驶的拖拉机每辆折算为4辆小客车。

表3—3 各类汽车代表车型换算为标准小客车的换算系数
(JTG B01-2003)

汽车代表车型	车型换算系数	说明
小客车	1.0	≤19座的客车和载质量≤2t货车
中型车	1.5	>19座的客车和载质量>2t- ≤7t的货车
大型车	2.0	载质量>7t- ≤14t的货车
拖挂车	3.0	载质量>14t的货车

注：1 畜力车、人力车、自行车等非机动车在设计交通量换算中按路侧干扰因素计
 2 一二级公路上行驶的拖拉机按路侧干扰因素计；
 3 三四级公路上行驶的拖拉机每辆折算为4辆小客车。

表3-5 英国车辆换算系数

车型	换算系数	车型	换算系数
公共汽车	2.25	摩托车、脚踏车	0.33
重型及中型货车	1.75	自行车	0.20
轻型货车	1.00		

表3-6 日本的车辆换算系数

车型	换算系数	车型	换算系数
小汽车	1.0	三轮汽车	0.9
面包车	1.0	摩托车	0.8
卡车	1.3	小型摩托车	0.6
小型货车	1.0	拖挂车	1.9
公共电车	1.5	自行车	0.5
电车	2.5	马车	1.6

3.2.3 交通量的调查方法

3.2.3.1 方法综述

3.2.3.2 人工观测法

3.2.3.3 浮动车法

3.2.3.4 电磁感应线圈检测法

3.2.3.5 自动识别法（摄像法）

3.2.3.1 方法综述

- 确定观测地点：根据调查类型。
公路交通量调查—观测站：控制性观测站（连续性）、辅助性（间隙性）观测站；补充性（临时性）观测站（选取观测断面）。
- 调查时间：根据研究需要确定调查时间（早高峰、晚高峰、平峰），路网系统调查时时间应统一（点及网络调查的协调，具有可比性）
- 观测方法：人工计测法；浮动车观测法；计数器观测法（各类检测装置）；摄像与人工计数结合法；自动识别系统观测法。

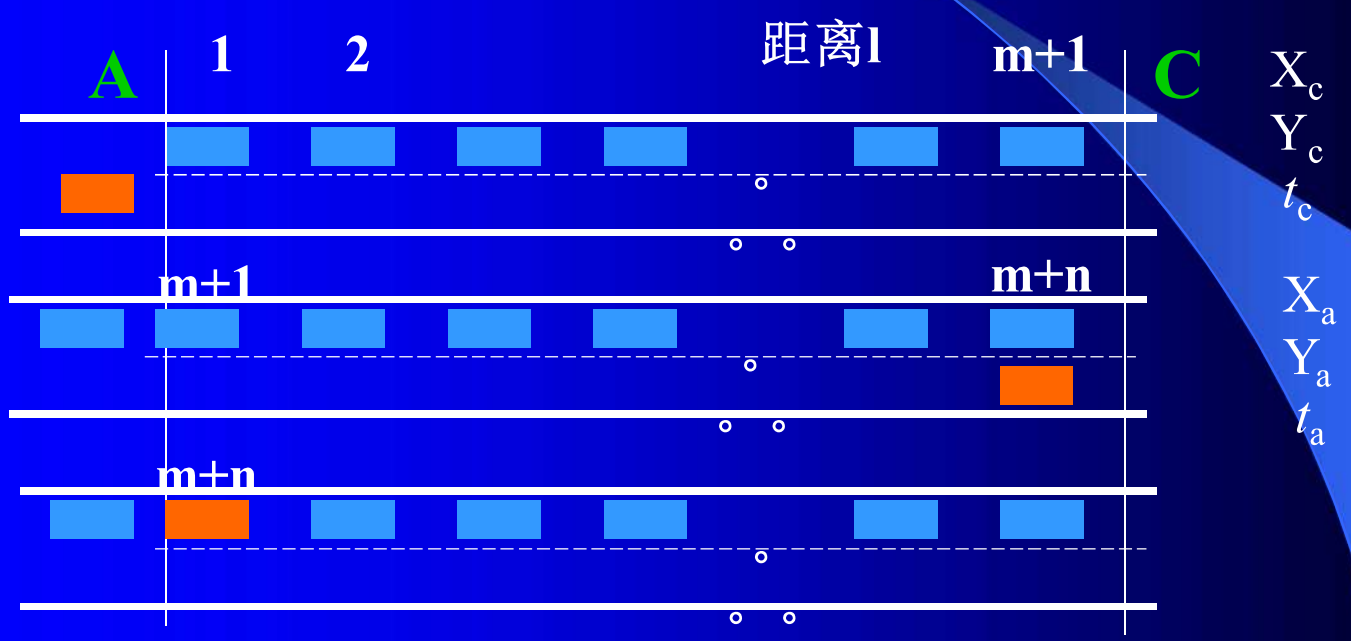
3.2.3.2 人工观测法

- 使用工具：调查人员、计时器（秒表）、计数器、记录板，纸、笔。
- 适用调查种类：分车种交通量、车道交通量、转向交通量、非机动车和行人交通量、车辆性质调查（如所属单位、地区、部门或系统）。
- 优点：机动灵活，易于掌握。
- 缺点：劳动强度大，费力。
- 注意事项：适用于短期调查，做好调查人员的业务培训和纪律性教育工作；注意安全和后勤保障。

3.2.3.3 浮动车观测法

- 英国道路研究试验所：1954，华德鲁勃、查尔斯沃思提出，可同时测量某一路段的*交通量*、*平均行程时间*和*平均行程车速*。
- 人员：3人，1人记录与测试车对向开来的车辆数；1人记录与测试车同向行车的车辆中，被测试车超越的车辆数和超越测试车的车辆数；1人记录停驶时间。
- 测试车：应采用普通的标准车。
- 调查采样数据：一般需测12~16组数据，即往返6~8次。

3.2.3.3 浮动车观测法 (续)



3.2.3.3 浮动车观测法（续）

调查数据计算

1、测定方向上的交通量 $q_c = (X_a + Y_c) / (t_a + t_c)$

q_c —路段待测定方向上的交通量，辆/min；

X_a —测试车逆测定方向行驶时，朝测试车对向行驶的来车数，辆；

Y_c —测试车在待测定方向行驶时，超越测试车的车辆数减去被测试车超越的车辆数，辆；

t_a —测试车与待测定车流方向反向行驶时的行驶时间，min；

t_c —测试车顺待测定车流方向行驶时的行驶时间，min。

2、平均行程时间 $\bar{t}_c = t_c - Y_c / q_c$

\bar{t}_c —测定路段的平均行程时间，min。

3、平均车速 $\bar{v}_c = l / t_c \times 60$

\bar{v}_c —测定路段的平均车速，km/h；

l —测定路段的长度，km。

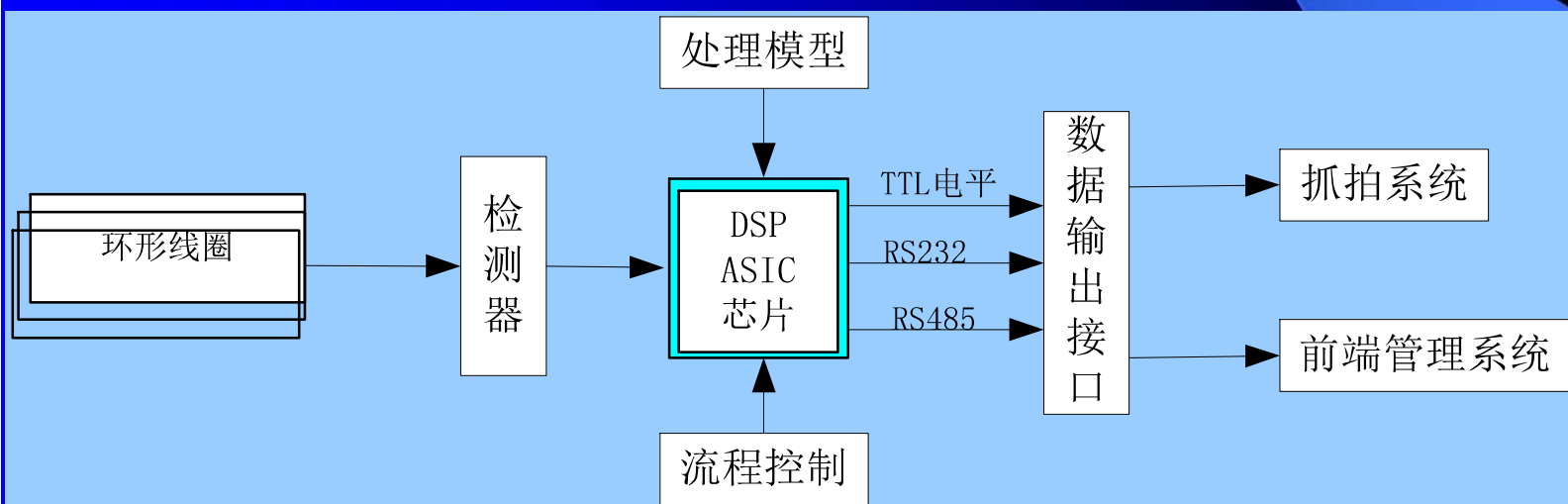
3.2.3.3 浮动车观测法（续）

浮动车观测法的评价

- **优点：**可同时测行程速度、行程时间和交通量，内业工作量小。
- **缺点：**道路沿途有交叉口、或交叉口间距短、交通流不稳定等情况下不宜采用，另外观测精度也较低。

3.2.3.4 电磁感应线圈检测法

电磁感应线圈检测器主要有通过型和存在型两大类，都是由环型线圈和检测器两部分组成。基本原理就是由具有一定电感的环型线圈及电容器组成谐振电路，当有车辆通过/驻留环型线圈电磁场范围时，环型线圈磁通量发生变化，进而产生振荡电压频移，通过对振荡电压信号频移量的分析，确定车辆通过/存在状态。

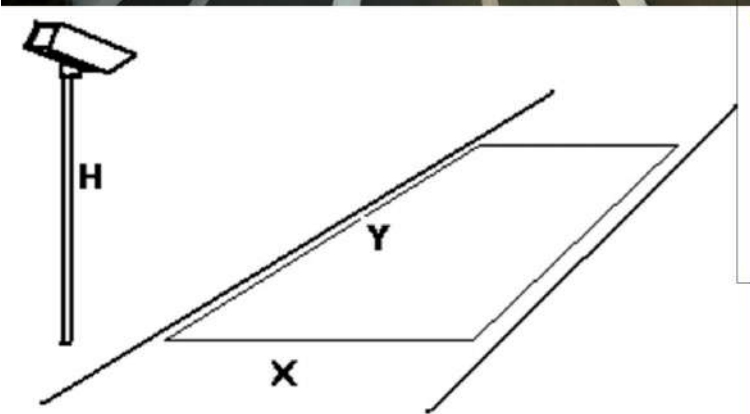


3.2.3.4 电磁感应线圈检测法（续）



电磁感应线圈可检测数据类型：流量、流速、排队长度、道路占有率、饱和度、车型等。

3.2.3.5 自动识别检测法（摄像法）



七、公路交通量调查

- 1.连续式观测
- 2.间隙式观测
- 3.交通量比重调查

表3-7 安徽省高速公路观测站设置

路线编号	所在路段	代码	观测站类型	观测里程
G312	合宁高速	G312L101341124	连续式	134KM
S104	合巢芜高速	S104L106341424	连续式	100KM
G055	合界高速	G055L116340826	连续式	236KM
G020	合蚌高速	G020L111340321	连续式	127KM
S232	安庆接线	S232L121340822	连续式	27KM
G318	宣广高速	G318J273341822	间隙式	75KM
G045	连霍高速	G045L126341322	连续式	54KM

3.2.4 资料的整理与分析

- 数据整理方法：人工整理；计算机处理。
- 整理与分析原则：简单直观；易发现规律。
- 整理与分析内容：按不同单位时间及不同地点统计不同类型的交通量或组合交通量，并分析特征交通量，交通量的时间序列分布、空间（地点或路段）分布和车辆组成情况。
- 结果表示方法：公式计算值；汇总表；图形（柱状图、饼图、曲线图、示意图）；文字报告。

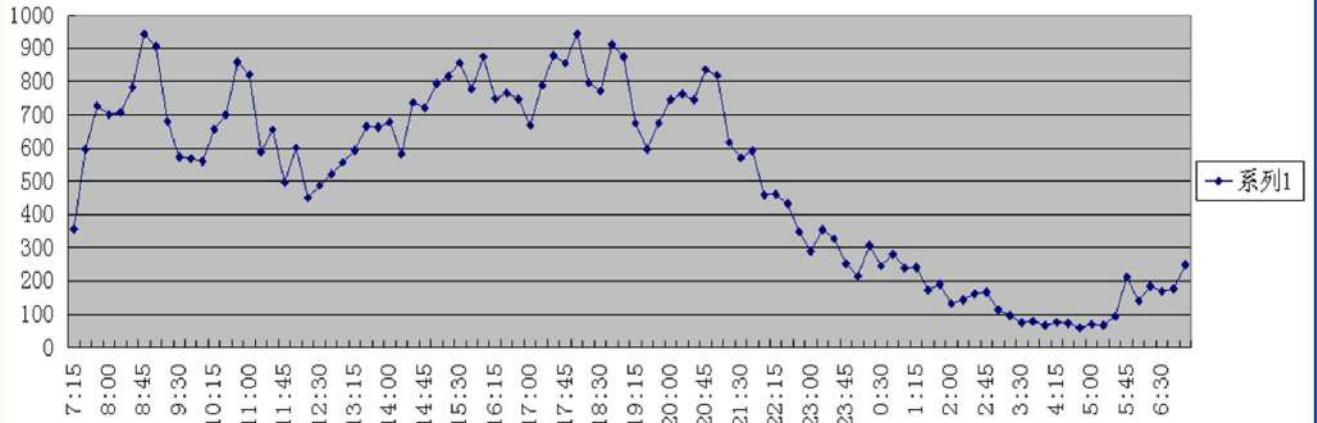
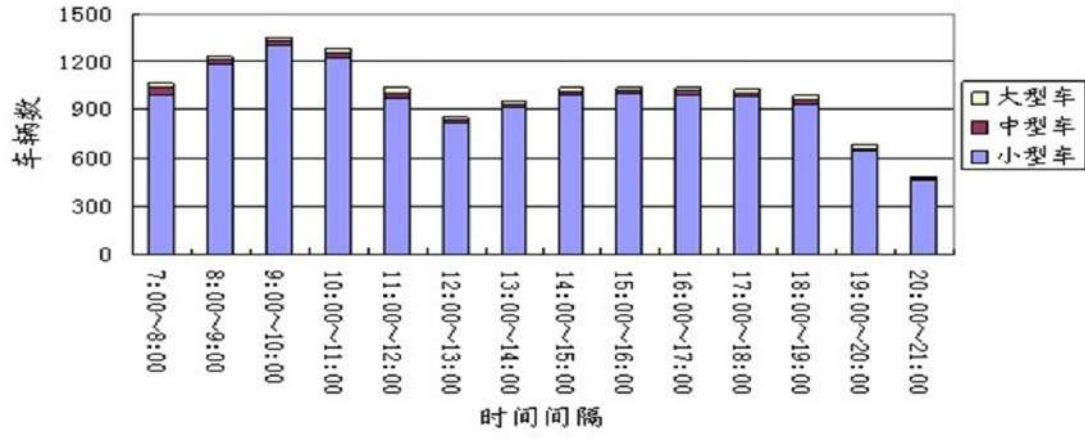
表3—8 交通量观测站分小时登记表

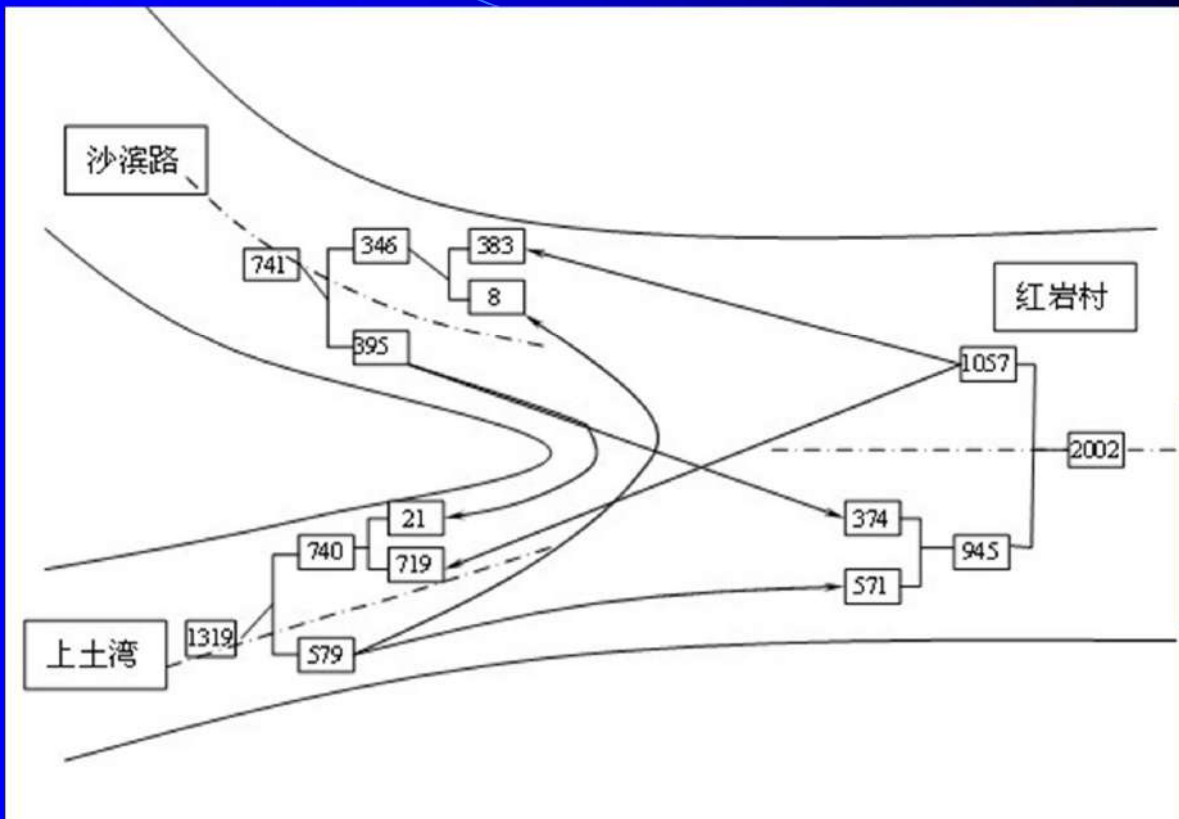
观测站名称：国道210某观测站

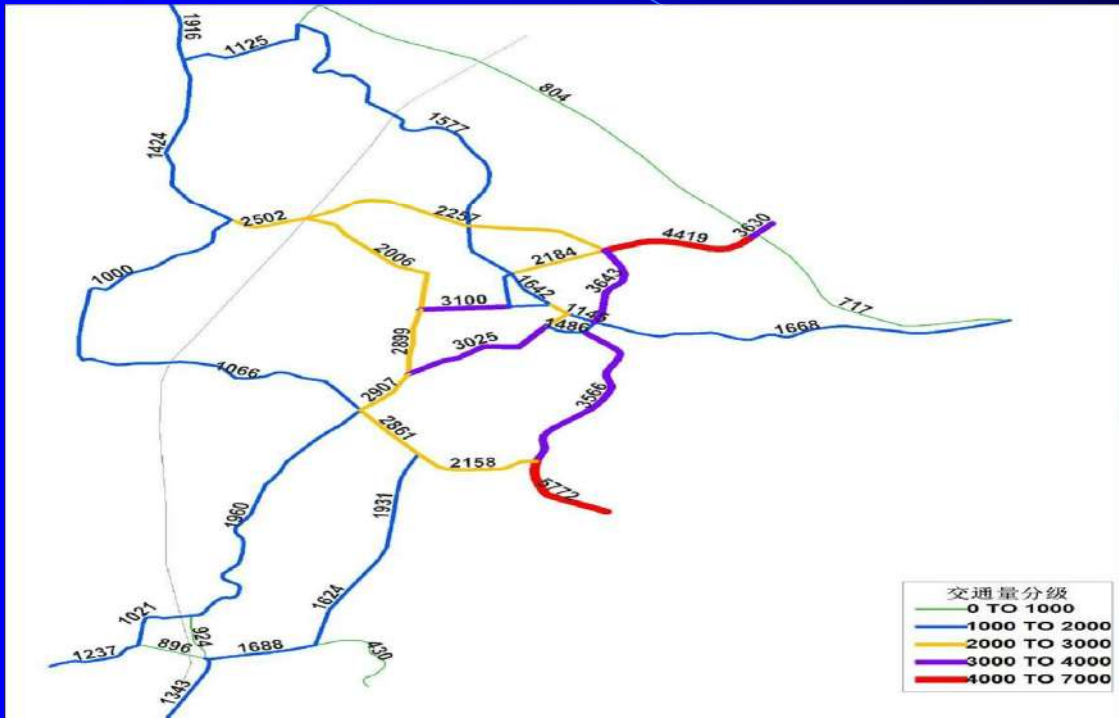
调查日期：2009.4.22 天气：晴

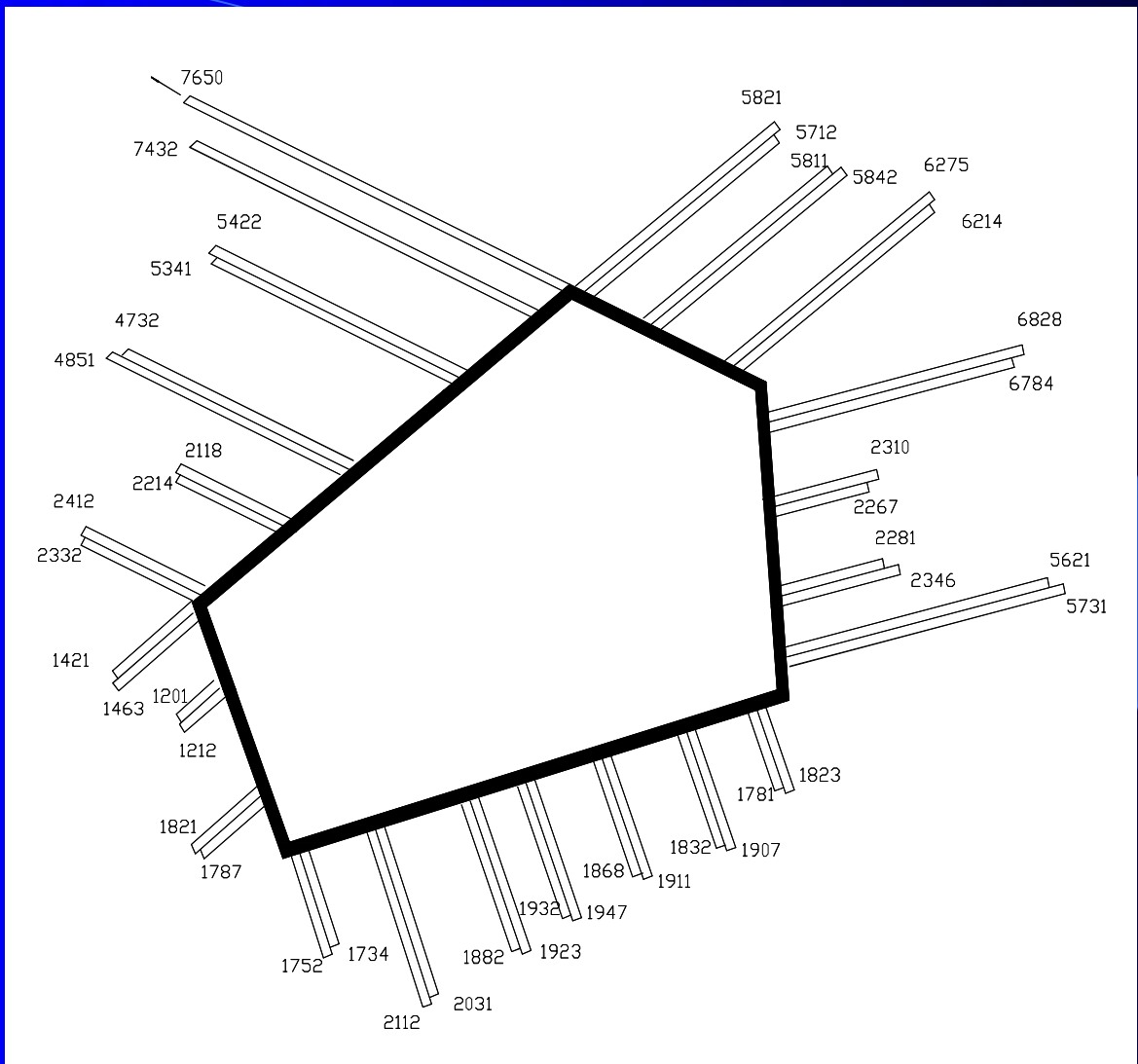
时间 类型	小汽车	中型客车	小型货车	中型货车	大型货车	公交车	出租车	摩托车	换算后的标准交通量
8:00-9:00	799	36	93	29	39	178	141	129	1962.2
9:00-10:00	985	40	147	48	57	190	184	103	2380.4
10:00-11:00	1039	32	169	40	57	192	180	131	2455.8
11:00-12:00	1199	20	169	32	33	211	174	170	2592
总量	4022	128	578	149	186	771	679	533	9390.4

渝长高速杨公桥立交至沙坪坝车辆流量图

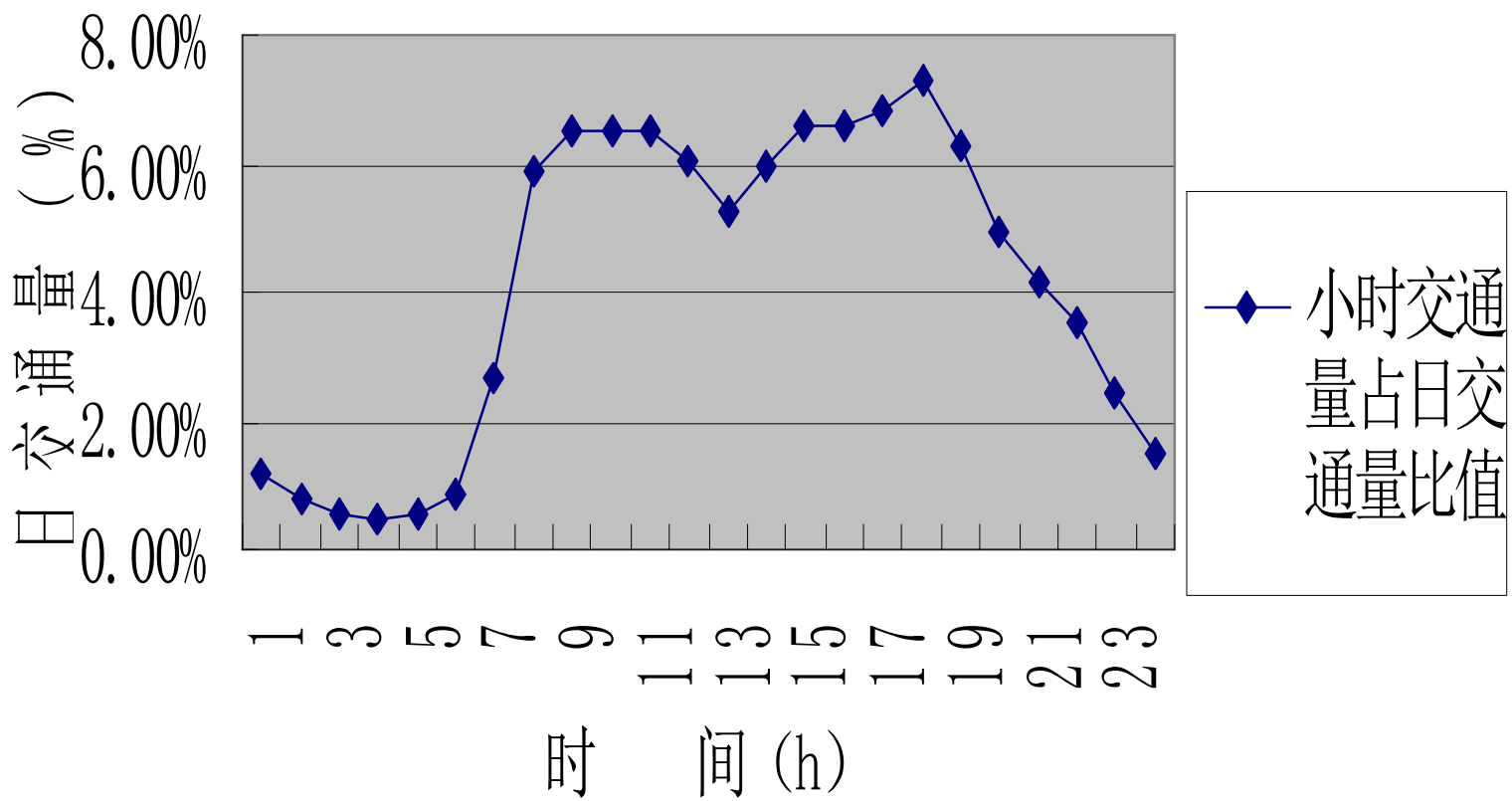








交通量时变曲线图



路网交通量表示图

2020 年预测流量
分布图



THE COMPREHENSIVE TRANSPORT PLANNING OF DATONG CITY, SHANXI

山西省大同市城市综合交通规划



3.2.5 交通量的调查步骤

- 确定调查目的、范围和内容；
- 拟定调查方案（调查地点或区域、调查对象、日期及时间、调查方法、所需的仪器工具、人员配备及分工）；
- 调查工作的准备：人员组织及培训、工具和调查表格的准备；
- 汇总，资料整理；
- 对所获的数据进行归纳、分析，写出调查报告及建议。

3.3 速度的调查与分析

3.2.1 速度调查的用途

3.2.2 地点速度调查

3.2.3 行程速度与行驶速度调查

3.3.1 速度调查的用途

速度是交通参与者、车辆及道路条件互相作用表现出的重要状态量，是确定交通设施的设计要素、管理手段与水平、交通质量评价、安全度评价的极其重要的指标。

通过速度的调查，掌握车速的分布规律和变化趋势，及其影响因素，有助于为交通分析与评价、交通设计和改善、交通控制和管理提供依据。

3.3.2 地点速度调查

3.3.2.1 地点车速调查综述

3.3.2.2 人工观测法

3.3.2.3 资料的整理与分析

地点车速调查的目的：

- (1)掌握某地点车速分布规律及速度变化趋势；
- (2)作为交叉口交通设计的重要参数；
- (3)用于交通事故分析；
- (4)判断交通改善措施的成效；
- (5)确定道路限制车速
- (6)设置交通标志的依据；
- (7)局部地点如道路弯道、坡度、瓶颈等处的交通改善设计的依据；
- (8)交通流理论研究中的重要参数。

3.3.2.1 地点速度调查综述

- 调查地点的确定：观测地点的选择应服从于观测的目的，以取得实际正常车速为目标。
- 调查时间的确定：代表性（无异常波动）；针对性（目的性较强）。
- 车速调查抽样：样本的选择要求具有相对随机性、独立性；数据观测条件具有相近的观测条件；样本的大小取决于精度的要求。

抽样方法

- ①样本的选择必须避免某种偏向。
- ②样本的各个单元，相互必须完全独立。
- ③选取数据的地区间应无根本的差别，构成样本所有项目的条件必须一致

样本容量的确定

$$n \geq \frac{t^2 S^2 (2 + \mu^2)}{2E^2} \geq 30$$

: S——所估计样本的标准差，参见表3-10

t ——对应于所要求的置信度的常数值，
参见表3-11

μ ——决定于要求统计类型的常数，参见表3-12。

调查方法：

- 人工观测法；
- 雷达测速法；
- 自动计数器（如线圈、视频）；
- 录像法。

1. 人工测速法

方法：最常见的是秒表测速法，即在欲调查的地点，量测一小段距离 L ，在两端做好标记观测员用秒表测定各种类型车辆经过前后两标记的时间，记录员在标准记录表上记录距离、车型及通过两标记的时间，经整理计算，得到各类车辆的地点车速。

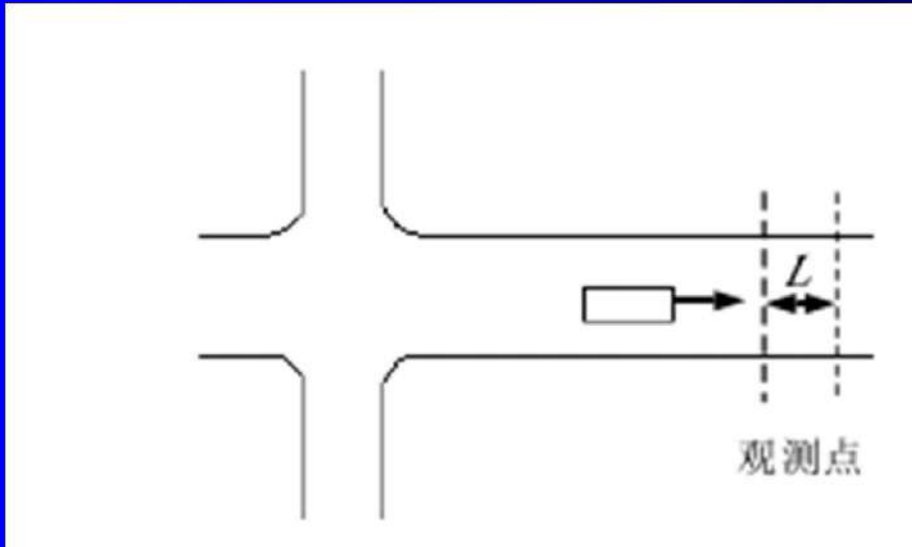


表3-13 推荐用于地点车速观测的路段长度

交通流的平均速度 (km/h)	路段长度 (m)
≤40	25
40~65	50
≥65	75

表3-14地点车速记录表

观测日期 2009.6.4 星期 四 天气 晴 观测人员 李同学、曾同学、张同学
 路段长度 30m 观测时间 8:00 至 12:00 观测地点 南岸区学府大道七公里

车型	Δt	$v = \frac{l}{\Delta t}$	车型	Δt	$v = \frac{l}{\Delta t}$
小客车	5.37	5.6	小客车	2.47	12.1
小客车	4.68	6.4	小客车	2.48	12.1
小客车	4.64	6.5	小客车	2.45	12.2
小客车	4.47	6.7	公交车	6.04	5.0
小客车	3.9	7.7	公交车	5.87	5.1
小客车	3.69	8.1	公交车	5.93	5.1
小客车	3.52	8.5	公交车	5.22	5.7

2 雷达测速法

- 雷达测速的基本原理是应用多普勒效应。当雷达测速仪瞄准测速车辆时，发射出无线电波，遇车辆后再从车辆反射回来，发射波与反射波的频率差与车辆行驶的速度成正比，从而得到车辆的瞬时车速。



雷达所发射的电波频率为 f ，发射电波碰到车辆后反射回来的频率为 f' ，车辆运行的速度为 v ，电波传播速度为 c ，雷达发射的电波方向与车辆运行方向之间的交角 φ

$$f' = f \left(1 \pm \frac{2v \cos \varphi}{c} \right)$$

$$\Delta f = f' - f$$

$$\Delta f = \frac{2vf \cos \varphi}{c}$$

式中“+”号表示车辆向接近雷达方向运行，“-”表示车辆远离雷达方向运行

3. 自动计数器测速

- 通常使用电感式、环状线圈式和超声波式检测器测量地点车速，均设置在固定测站上，同时测得流量和流速。
- 测量方法：在测速地点取一小段距离(如取5m)，两端均埋设检测器，车辆通过前后两检测器时，即发出信号，并传送给记录仪，记录下车辆通过前后两个检测器的时间，从而算得车速。

3.3.2.3 资料的整理与分析

- 数据整理步骤：速度分组；求组中值；求观测频数和频率；求累计观测频数和累计频率；绘制频率分布直方图和累计频率曲线图；
- 速度统计特征值计算：平均车速、标准离差；
- 代表性车速：中位车速；第85%车速（累计频率为85%时对应的车速，行驶的车辆中有85%的车辆的速度不超过该车速），作为最高限速的依据；第15%位车速，作为最低速度限速的依据。

3.3.2.3 资料的整理与分析（续）

Frequency Distribution Table for Illustrative Spot Speed Study							
Speed Group		Middle Speed S (mi/h)	Observed Freq- in Group n	% Freq- in Group (%)*	Cum. % Freq- (%)*	nS**	nS ^{2**}
Lower Limit (mi/h)	Upper Limit (mi/h)						
32	34	33	0	0.0%	0.0%	0	0
34	36	35	5	1.8%	1.8%	175	6,125
36	38	37	5	1.8%	3.5%	185	6,845
38	40	39	7	2.5%	6.0%	273	10,647
40	42	41	13	4.6%	10.6%	533	21,853
42	44	43	21	7.4%	18.0%	903	38,829
44	46	45	33	11.7%	29.7%	1,485	66,825
46	48	47	46	16.3%	45.9%	2,162	101,614
48	50	49	62	21.9%	67.8%	3,038	148,862
50	52	51	37	13.1%	80.9%	1,887	96,237
52	54	53	24	8.5%	89.4%	1,272	67,416
54	56	55	14	4.9%	94.3%	770	42,350
56	58	57	9	3.2%	97.5%	513	29,241
58	60	59	5	1.8%	99.3%	295	17,405
60	62	61	2	0.7%	100.0%	122	7,442
62	64	63	0	0.0%	100.0%	0	0
			283	100.0%		13,613	661,691

*All percents computed to two decimal places and rounded to one; this may cause apparent "error" in cumulative percents due to rounding.

**Computations rounded to the nearest whole number.

解：

- 实测车速分组频数如表3—7。
- 地点车速频率分布表。
- 绘制地点车速频率分布直方图(图3—9)。
- 绘制地点车速累计频率曲线(图3—10)。

1.实测车速分组频数

调查数据中最高车速为22.33m/s，最低车速为6.63m/s，可分成九组。为了计算方便，取分组间隔为2m/s.

表3-16 实测车速分组频数

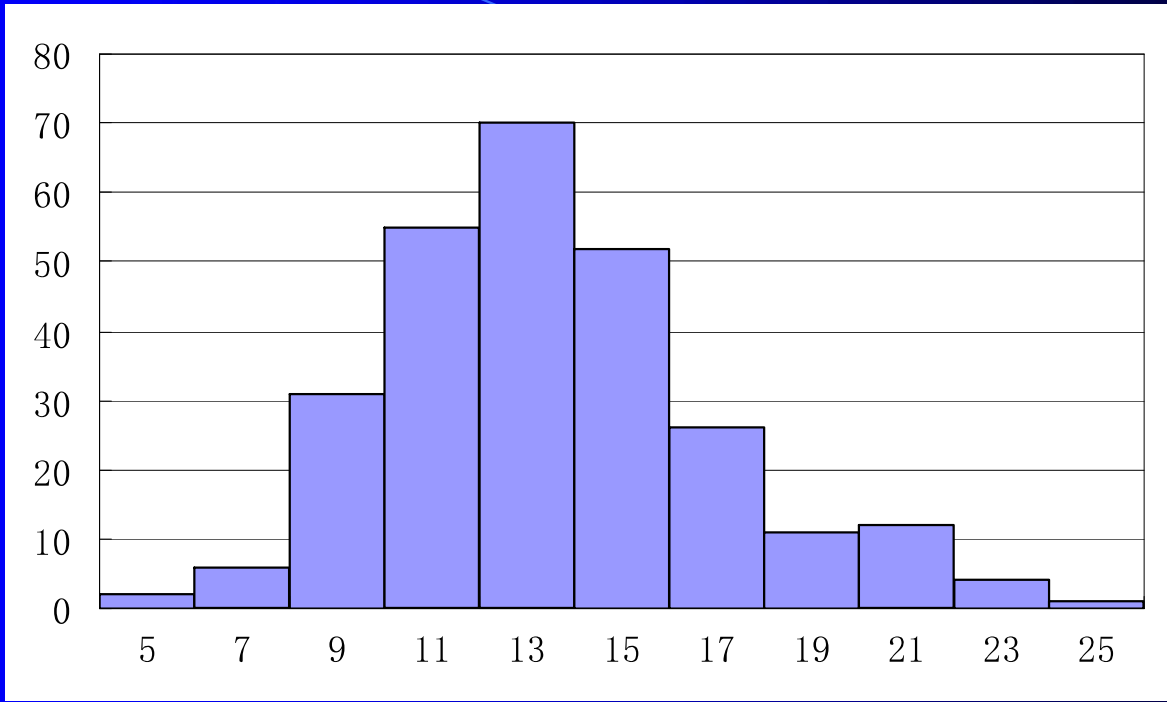
速度分组 (m/s)	6~8	8~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~20	20~22	22~24
观测频数	6	40	78	92	39	28	5	1	1

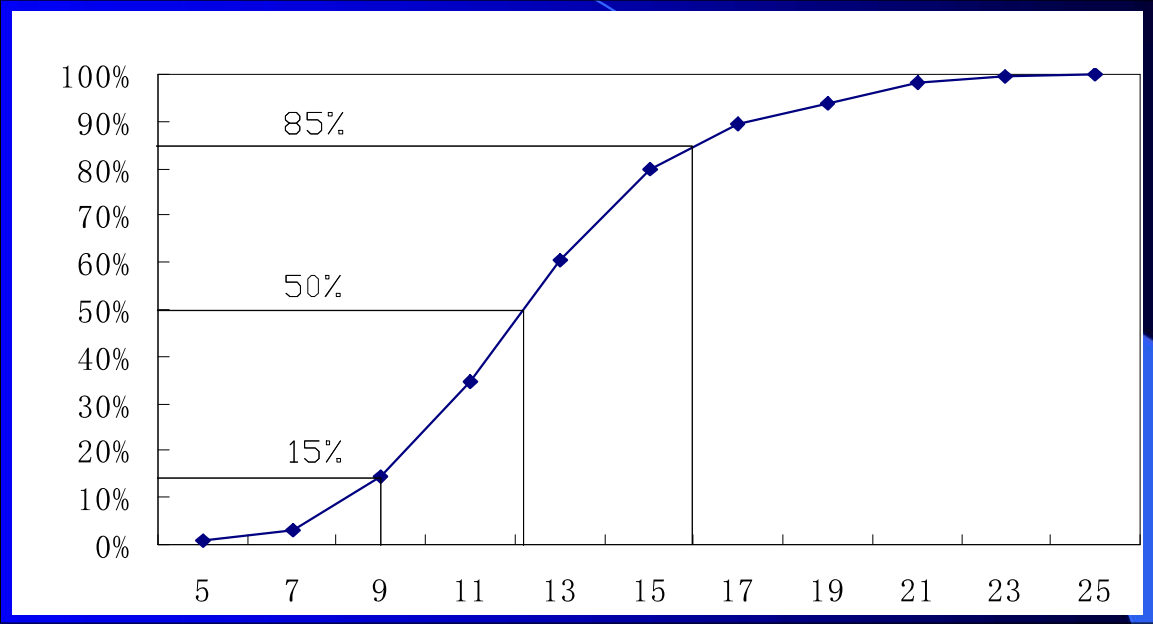
组数及组距确定（一般分为8-10组）

$$R=V_{\max}-V_{\min}$$

表3-17 地点车速频率分布表

速度分组 (1)	组中值 V_i (2)	观测频数 f_i (3)	累计频数 f (4)	观测频率 (%) (5)	累计频率 (%) (6)
6~8	7	6	6	2.1	2.1
8~10	9	40	46	13.8	15.9
10~12	11	78	124	26.9	42.8
12~14	13	92	216	31.7	74.5
14~16	15	39	255	13.5	88
16~18	17	28	283	9.7	97.7
18~20	19	5	288	1.7	99.4
20~22	21	1	289	0.3	99.7
22~24	23	1	290	0.3	100
Σ		290		100	





1.
计算

地点车速特征值

平均值:

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i v_{i中}}{\sum_{i=1}^n f_i} = 12.61 \text{ (m/s)}$$

标准离差

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (v_{i中} - \bar{v})^2 \cdot f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} = 1.78$$

$$V_{85\%} = 15.86 \text{ m/s}$$

$$V_{15\%} = 8.87 \text{ (m/s)}$$

3.3.3 行程速度与行驶速度调查调查

3.3.3.1 行程车速和行驶车速调查综述

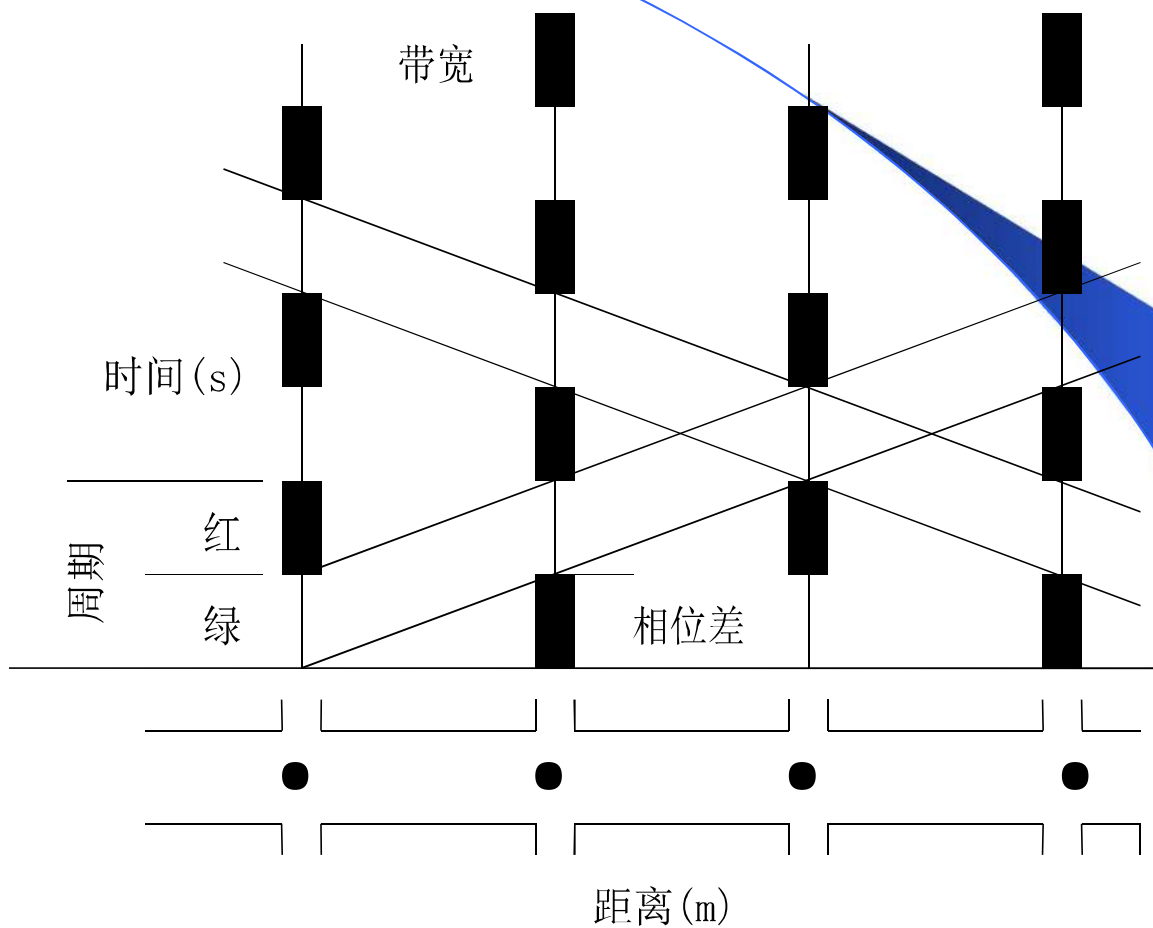
3.3.2.2 牌照调查法

3.3.2.3 跟车观测法

3.3.2.4 资料的整理与分析

区间车速调查的目的：

- (1)掌握道路交通现状，作为评价道路服务水平的主要指标；
- (2)路线改善设计的依据；
- (3)作均衡量道路上车辆运营经济性(时间和车辆耗油)的重要参数；
- (4)作为交通规划中路网交通流量分配的重要依据；
- (5)确定交通管理措施及联动交通信号配时的依据；
- (6)判断道路工程改善措施前后效果对比的重要指标；
- (7)交通流理论研究中的重要参数。



3.3.3.1 行程速度与行驶速度调查综述

- 调查路线的选定：随资料的使用目的而定。
- 调查时间的确定：随资料的使用目的而定。
- 调查方法：牌照法（人工观测或图象识别观测）；跟车观测法；仪器观测法（五轮仪观测法、光感测速仪法）；浮动车观测法。

3.3.3.2 牌照法

- 方法：起终点各配两名观测员，观测员记录观测点的车辆类型、牌照号码、各辆车的到达时间。
- 优点：取样速度快、目的性强（能测出不同车辆类型和不同时段行程车速）。
- 缺点：不能测途中延误、起终点的牌照号码可能不完全一致，要求样本数较大。

行程车速调查观测表

日期_____ 天气_____ 起点位置_____ 终点位置_____

观测人_____ 起止时间_____ → _____ 距离_____

车辆类型	牌照号码	起点时间	终点时间	行程时间	区间车速
------	------	------	------	------	------

表3-18 牌照法车速调查表

道路名称 重庆南岸区学府大道 起始时间 14:00—16:00 日期 2009-4-8 天气 晴
 起终点 5公里车站—6公里车站 道路长度 1km 观测人员 曹同学、张同学等

车型	牌照号码	1	2	$\frac{1}{(S)}$	行程车速 (km/h)
	记录时间				
小型车	渝 B 78436	14:02'24"	14: 04'32"	68	52.9
公交车	渝 A 07843	14:02'48"	14:06'42"	234	15.4
出租车	渝 T 35297	14:03'01"	14:04'28"	87	41.4
.....					

3.3.3.3 跟车观测法

- 方法：预先确定观测路线并进行路段编号；两名观测人员，一人测量观测时间和延误原因，一人记录；跟车队行驶；测速次数一般为6~8次。
- 优点：方法简单、观测全面、工作量小。
- 缺点：难以在同一时间段进行多次测量；要求车辆较多，并形成车流；易受驾驶员行车习惯和测试车性能的影响。

表3—19 行程车速调查观测表

日期 7月4日 天气 晴 调查路段 学府大道 观测人 赵山 万一 起止时间 8:00→10:00

起点	起点时间	止点	止点时间	停车时间 (s)	距离 (m)	停车原因	行驶车速 (km/h)	行程车速 (km/h)
①	00: 00	②	01: 30	20	500	红灯	20	16.4
	01: 50	③	03: 10	10	1200	左转车	31.5	28
	03: 20	④	05: 22	32	1000	堵塞	29.5	23.4
	05: 54	⑤	07: 42	10	800	红灯	33.3	30.5
.....								

3.3.3.4 资料的整理与分析

- 制作汇总表：路段长度、行程时间、行驶时间、延误、行程速度（计算）、行驶速度（计算）；
- 时间分布特征分析：高峰、平峰、低峰时的速度；
- 空间分布特征：不同道路、不同区域车速分布特征。

(1) . “前后”对比分析

①  检验:

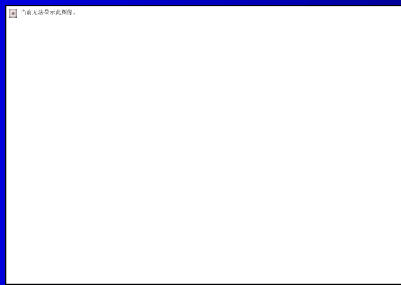




表3-20 统计量临界值

显著水平 	
0.01	2.58
0.05	1.96
0.10	1.64

②



检验



自由度



(2)、道路行程车速的时间分布特征

- 非机动车高峰小时(也是公共汽车高峰期)车辆的平均行程车速
- 上午机动车高峰小时车辆的平均行程车速;
- 下午机动车高峰小时车辆的平均行程车速。



(3)、路线上车辆行驶延误分析



(4)、道路网上行程车速分布



(5)、道路网上车速综合分析

路线情况：全天平均行程车速、全天平均行驶车速、高峰小时行程车速、延误率(延误 / 总行程时间)、全线各路段平均车速及占路线总长度的比例，沿线交叉口数；

交叉口情况：交叉口平均车速、交叉口平均受阻时间，交叉口分级车速所占比例

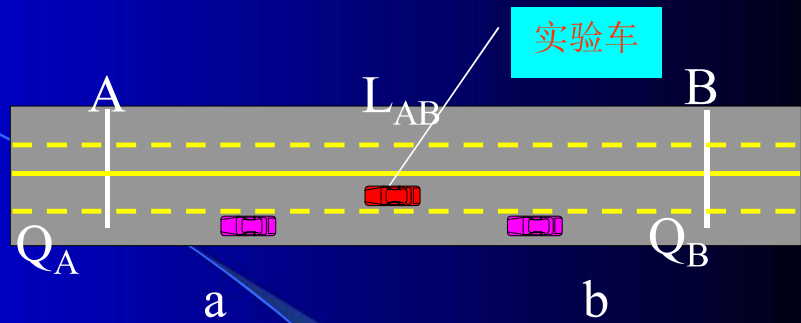
(6)、车辆行驶等时线



(7)、车速、流量、道路条件综合分析图

3.4 密度的调查

调查方法：出入量法



●原理：在路段AB上， t_0 时刻存在的车辆数为 $E(t_0)$ ，若从 t_0 到 t_1 的这段时间内进入该路段的车辆数为 Q_A ；驶出该路段的车辆数为 Q_B ，

则 t 时刻时，AB段上的车辆数为：
$$E(t) = E(t_0) + Q_{A(t)} - Q_{B(t)}$$

● $E(t_0)$ 的计算：试验车法

试验车跟随车流通过A处的时刻为 t_0 ，通过B处的时刻为 t_1 ， t_0 到 t_1 这段时间内通过A处的车辆数为 q_A ，通过B处的车辆数为 q_B ，试验车超车数为 a ，试验车被超出数为 b ，则：

$$E(t_0) = q_B + a - b$$

$$E(t_1) = q_A + a - b$$

地面高处摄影观测法



密度资料的应用

- 1、研究交通流理论的重要基础数据
- 2、划分服务水平的依据



3、高速公路管制

一般交通管制皆以占有率为控制参数

美国底特律

美国芝加哥

4、探测高速公路的交通事故

在高速公路上安装大量检测器，提供交通量和占用率等交通信息。经常对相邻检测点上行向和下行向的占用率比较。当某路段发生交通事故时，则该处下行向的占用率下降，而上行向的占用率上升。