

公交调度中发车间隔的确定方法的探讨

孙 芙 灵

[西安 公路交通大学交通运输规划与管理研究所,西安 710064;硕士研究生]

摘 要: 依据西安市公交公司客流调查数据,探讨了几种确定发车间隔的方法。力求达到的四个目标是:根据乘客需求确定一个可供选择的发车间隔;当车辆供给受到约束时,相应地改变发车间隔;在相邻的时间段使用平滑法调节发车间隔;在一个发车时刻表中综合利用不同的间隔的设置法。

关键词: 公共汽车,调度,配车数,间隔,期望占用量

分类号: U492.412

The Research of Methods for Determining Bus Headway

Sun Fuling

① Traffic Transportation's Planning and Managing Institute, Xi'an Highway University, Xi'an 710064]

Abstract This paper provides some methods for determining bus headway using passenger load data. It attempts to fulfill four major objectives, to determine a alternative headway with passenger demand, to change the corrspondence of bus headway interms of required resource, to allow headway smoothing techniques in the transition segments between adjacent time periods, to intergrate different headway setting methods.

Key words bus, dispatching, frequency, headway, desired occupancy

车辆运行时刻表(或发车时刻表)是公共交通运输管理系统中一份重要的计划表,是调度员工作以及车辆正常运行的最基本依据。因为其中的变量太多,所以编制车辆运行时刻表成为一项冗长而复杂的工作。在实践中,只有经验丰富,熟悉路线情况的老调度员才能编制出一套较实用的车辆运行时刻表。而编制车辆运动时刻表的最关键的问题是确定发车间隔。本文引入时段配车数的概念,来探讨在不同客流状态时如何确定时段配车数和发车间隔。

1 发车间隔的一般确定方法

由于编制车辆运行时刻表的复杂性,所以传统的时刻表多是采用经验法。即参考线路的客流量情况和线路计划配车数,确定运行时间、周转时间及间隔。具体公式如下:

$$\text{运行时间} = \frac{\text{线路长度}}{\text{技术车速}} \times 60 \times 2 + \text{站数} \times \text{平均每站乘客上下车时间} \times 2$$
$$\text{周转时间} = \text{运行时间} + \text{起点站规定站停时间}$$

(1)

(2)

其中: 高峰 = 3~ 5min;吃饭时间 = 15~ 20min; 平峰 = 运行时间× 15%

行车间隔 = 小时 /小时通过车次

(3)

配车数 = 一次周转时间 /行车间隔

(4)

上述均为理论计算公式,实际操作时,由于客流量数据不充足,每条线路的计划配车数和实际配车数与各公司的效益有关,以及多年来各线路的情况的经验累计,配车数一般在编计划前是事先确定的。此时的发车间隔的计算公式一般为

间隔 = 周转时间 /配车数

(5)

根据以上计算公式计算出各参数,并且考虑早晚高峰、正副站车数、吃饭时间的安排、首末班车等若干因素,就可以编制运行时刻表了。

上述做法简单、容易理解,但是否有价值、有效率,那就要看制表人的经验了。这种做法的另一个缺陷是没有对比和评价指标

2 发车间隔的方法探讨

一个有价值、有效率并且效率高的车辆运行时刻表体现了乘客的舒适性和低成本的服务(公交公司的效益)两方面的均衡。编制好的运行时刻表应很好地处理车辆的供给和乘客的需求关系。

2.1 发车间隔确定的基本公式

在某一时间段内需求的车辆数称之为时段配车数。确定它的原则是,既要保证有足够的服务质量,又要保证配车数最小。以下四个公式(也称之为四个方法)反应了不同状况下的时段配车数。

方法 1

$$P_i = \frac{D_i}{d \times C} = \frac{D_i}{N_i}$$

(6)

方法 2

$$P_i = \frac{H_i}{d \times C} = \frac{H_i}{N_i}$$

(7)

方法 3

$$P_i = \max \left\{ \frac{Q}{d \times C \times L}, \frac{H_i}{C} \right\} = \max \left\{ \frac{Q}{N_i \times L}, \frac{H_i}{C} \right\}$$

(8)

方法 4

同方法 3,但是限制断面通过量大于 $P_i \times C$ 的线路长度

(9)

式中: P_i 为 i 时段内的配车数(时段配车数)(车次); D_i 为 i 时段内的日最高断面通过量(人); H_i 为 i 时段内的小时最高断面通过量(人); C 为车容量(C = 车型定员+ 最大允许站人数,西安为 $9/m^2$)(人); d 为 i 时段内的期望满载率; N_i 为 i 时内的期望占用量(人); Q 为 i 时段内的乘客周转量(人·km); L 为路线长度(km)。

从平均意义上来讲,方法 3 也保证了在高断面通过量时段内不会造成因车上人数大于车容量而造成的拥挤。然而,当运行线路较长时,平均断面通过量会高于期望占用量,这将引起很长的一段路线上的服务质量不会令人满意。方法 4 通过限制整个路线上长度的车上人数大于期望占用量来建立一种对服务水平的评价。以下应用实例来具体说明这一点。

2.2 实例应用

以西安市公交某路车为例来说明各种方法。为了简便本例仅采用 6:00~10:00 四个小时为运行时间段。这里假设每小时被调查的上车人数基于均匀的到达率。该例基础数据为西安市公交公司 1996 年 11 月 10 日客流调查数据(见表 1)。根据公式计算结果见表 2。

这里需要说明的是,本文所采用的基础数据为 1996 年 11 月 10 日星期日的数据。由于节假日的特点,居民出行时间比较晚,所以高峰期也较晚。但公交是一项服务性的行业,为了保证首班车 6:00 钟发车,本文仍将首班车确定为 6:00,第二班车确定为 7:00,在计算过程中可将 7:00 做为首发时刻来处理,对于 6:00~6:59 时间段不与讨论,具体说明将在以下的讨论中体现。

以下请看图 1——各时段的周转量图。图中各时段的平均断面通过量是一条水平直线。水平直线以上的面积部分代表了断面通过量超过期望通过量的周转量。方法 4 所建立的服务水平将限制超过期望占用量的路线长度。例如在 09:00~10:00 时段内,方法要 3.07 车次/时段配车数,而方法 2 要求 3.84 车次。然而,如将法 3 的车次用于 F 站至 L 站的那段路线时,其平均通过量将超过期望通过量。这样,

54km 的路线上将会产生拥挤,占全程的 4℅。如果采用方法 4,只允许 20% 的线路上产生拥挤,那只有 20% 的线路上的周转量超过平均水平。 计算结果见表 2

表 1 基础数据表

编号	站距 (km)	站名	06 00~ 06 59	07 00~ 07 59	08 00~ 08 59	09 00~ 10 00	合计
0		第 1 站	2	18	18	12	50
A	0. 6	第 2 站	14	58	113	112	297
B	0. 8	第 3 站	17	65	139	144	365
C	0. 9	第 4 站	20	82	150	169	421
D	0. 9	第 5 站	20	90	160	190	440
E	0. 7	第 6 站	25	108	184	205	522
F	0. 6	第 7 站	42	120	233	257	652
G	0. 8	第 8 站		147	282	367	796
H	1. 2	第 9 站		160	287	454	901
I	0. 7	第 10 站		159	294	461	914
J	0. 4	第 11 站		113	233	405	751
K	1. 3	第 12 站		88	150	289	527
L	1. 0	第 13 站		76	117	220	413
M	1. 2	第 14 站		66	46	190	302
N	2. 2	第 15 站		—	—	—	—
周转量 (人公里)				1236. 6	2121. 5	3280	
平均断面通过量 (人)				93. 00	159. 5	246. 6	
车容量 (人)			150	150	150	150	
期望满载率			30%	60%	70%	80%	
期望占用量 (人)			45	90	105	102	

表 2 四种方法比较表

时间段	方法 1		方法 2		方法 3		方法 4	
	P	H _d	P	H _d	P	H _d	P	H _d
06 00~ 06 59	0. 93	—	0. 93	—	0. 28	—	—	—
07 00~ 07 59	1. 67	36	1. 78	34	1. 07	56	1. 33	45
08 00~ 08 59	2. 8	21	2. 8	21	1. 96	31	2. 22	27
09 00~ 10 00	3. 84	16	3. 84	16	3. 07	19	3. 38	18

注: P 为时段配车数 (车次); H_d 为间隔 (min)

3 平滑法确定相邻时间段的间隔

运用前述方法已经能够确定时段配车数和间隔,现在面临的是如何确定相邻两个时段之间的转换段内的发车时间

3. 1 基本原理

最简单的方法是采用平均间隔,但这样导致的结果是要么过分拥挤,要么车辆利用率不足
平滑法是根据计算的时段配车数,在前一时段内确定第一辆车的发车时间,在转换段内综合前后两种配车数,设置平均期望占用量而不是不均间隔。

如前述实例中,在 7 00~ 7 59, 8 00~ 8 59 两个时段内 (第一辆车为 7 00 发车),根据表 2,两个时段的配车数和发车间隔分别为 1. 78 车次, 34min; 2. 8 车次 21min。 前一时段所需要的配车数的 0. 78 车被留在 7 34 之后与下一时段的 0. 22 车结合。 因此, 0. 78 车的期望占用量为 90 人, 0. 22 车的期望占用

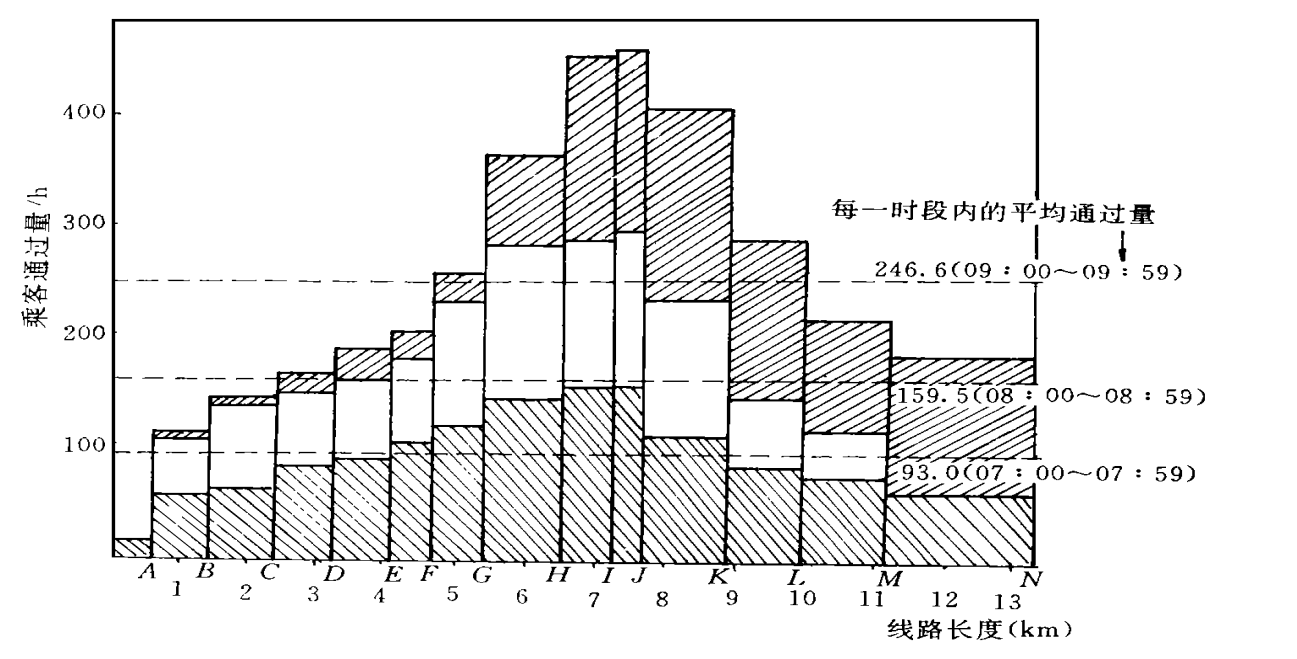


图 1 周转量图

量为 105人,后一时间每分钟需求的配车数(斜率)为 $2.8/60$, 相应的 0.22车要运行 $0.22/(2.8/60)=5\text{min}$ 因此第二时段内第一辆车的发车时间为 8 05,其期望占用量为 $0.78 \times 90+0.22 \times 105=93$ 人。

3.2 使用不同的间隔确定方法

本文选用三种方法确定间隔。

应用方法 2

在前述实例中,最后一时段为 9 00~ 10 00,为了满足需求时段配车数为 3.84车次,取最后一时段的配车数为 4 在实际中,时段还应继续

应用方法 4

方法 4采用了 20%的路线长度限制。其他与方法 2分析过程类似

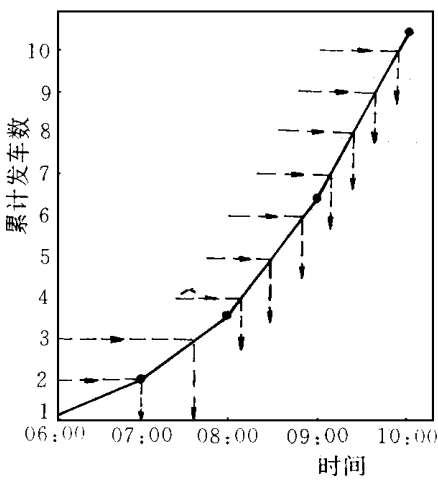


图 2 平滑法图解图

综合法:

该方法是在不同时段运用不同的方法确定时段配车数 这样调度员可根据高峰期和平峰选择不同的方法来确定配车数 本文实例中将方法 2应用于二、三时段,方法 4应用第四时段 其它与前述方法类似 以上计算结果均见表 3

3.3 图解法

前述的几种方法均可用图解法描绘出来 图解法直观、易理解 操作简单,但精度不够高。以方法 2 为例 如图 2,横纵坐标分别为时间和累计发车数。图中第一时段 06 00~ 06 59的发车数为 1,第二时段 07 00~ 07 59的斜率为 $1.78/60$,累计发车数为 $1+1.78$,以此类推最后一时段累计发车数为 $1+1.78+2.8+3.84=10.42$ 详细请看图 2

4 两个评价标准

为了能对以上方法做定性的比较,引入总发车数和最小配车数概念。

总发车数,是指所有时段配车数的总和。

表 3 用平滑法获得的 4种时间表

	方法 2	方法 4 (20%)	二、三时段用方法二 ,第四时段 用方法 4(20%)	方法 2 (限制 8次发车)
	06 00	06 00	06 00	06 00
	07 00	07 00	07 00	07 00
	07 34	07 45	07 34	07 44
	08 05	08 18	08 05	08 17
	08 26	08 45	08 26	08 45
	08 47	09 14	08 47	09 03
	09 03	09 32	09 04	09 23
	09 19	09 50	09 22	09 43
	09 35		09 40	
	09 51		09 58	
总发车次数	10	8	10	8
最小配车数	5	4	5	4

最小配车数 ,如仅考虑单行向是指路线上需要供给的最少车辆数 ;如考虑上下行则是上下行最小配车数的最大值。

表 3最后两行列出了各方法的总发车次数和最小配车数值 如取 30km /h的技术车速 ,用公式 (1) 计算得运行时间为 83min,对于每一人发车时间加上 83后 ,所得在每辆车第一次发车与第二次发车之间的发车数的最大值为最小配车数

5 约束条件下的间隔确定

这里考虑两种约束条件:① 当资金有限 ,应配备的车辆数不足或当日应配车辆发生事故不能上岗又无替补车辆供给时 ,调度员就应及时考虑时刻表的变动 ;② 当运力充足时 ,可以增加总发车次数 ,提高对乘客的服务质量

如方法 2计算出的总发车次数为 10. 42次 ,但应车辆供给受到限制 (假如临时坏了一辆车) ,总发车数减小至 8,那么相应的间隔变化率为 $8/10. 40= 0. 77\%$,据此随着各时段配车数和间隔的变化 ,时刻表也随之变化 ,见表 3最后一例 ,此时的最小配车数为 4

6 结 语

根据以上的思路和算法 ,已为编制车辆运行时刻表做好了一个大致的框架 但具体的时刻表的编制工作内容远不止这些 编制计算机程序将会节省许多工作量。另外 ,还有一种方法就是用不均匀的间隔法去获得均匀的通过量 ,该法将更有助于提高对乘客的服务水平。这些工作将在下一节段的研究工作中继续完成

参 考 文 献

1 Nelson J D and Hills P J The Integration of Bus Conveying Systems and Passenger Information. Traffic Engineering Control. June, 1992

2 Ceder A. Methods for Creating Bus Timetables. Transpn Res. 1986, 21A

3 西安市公用事业局客流调查项目小组 . 城市公共交通客流调查报告 . 西安: 西安市公交总公司 , 1996