**要求**

企业的运营成本 = 固定成本（所需车辆的数量）+ 变动成本（列车总走行公里）

最大的服务水平(乘客在车时间和乘客等待时间)

现有的列车时刻表通常为等间隔的平行运行图，即发车间隔（如每5 分钟开行一趟列车）和在同一站点的停站时间相等

一般来说列车在车站的停站时间正比于在该站上、下车的乘客数量。

两列车在同一区间追踪运行时，需保留一定的安全间隔（追踪间隔时间）。

**建模**

开行数量= ⌈断面客流数/列车定员⌉（向上取整）

Nl——大交路开行数量

Ns——小交路开行数量

Nl : Ns = N—— 大交与小交的滚动发车比（Nl = 1 or Ns = 1）

Sa——小交路起点车站

Sb——小交路终点车站

Vc ——列车定员

Pi ——第i类乘客人数

——在第i车站停站时间

h——小交路列车间隔为h

 ——大交路线路长度

——小交路线路长度

**目标函数：**

* + 运营成本最小
    - 所需车辆数最小
      * 开行列车车次数最小（单个小时内）
      * 单位列车价格
    - 列车总走行公里最小：
      * 总走行公里 = Nl\*大交路长+Ns\*小交路长——确定小交路起点和终点
      * 单位走行距离成本

运营成本：

* + 服务水平最大
    - 乘客在车时间和乘客等待时间最小
      * Min(乘客在车总时间 + 乘客等待总时间）
        + 乘客在车总时间:

总的在车时间就是六类乘客分别计算各自的在车时间，然后求和

* + 乘客总的等待时间 ：

假设小交路列车间隔为h,大交路：小交路 = N（每开行N趟大交路开行一趟小交路），总共开行N+1趟车，共N个间隔N-1个间隔是h，其中一个间隔是2h，则大交路平均间隔 = （N+1）\*h/N，方差 = （N-1）\*h^2/N^2,小交路平均间隔h；

根据平均等待时间与间隔的关系，大交路平均等待时间Wl = （N+3）\*h/(2N+2)

小交路平均等待时间Ws = h/2

I II III IV类乘客只能乘坐大交路，其平均等待时间 = 大交路平均间隔 = （N+1）\*h/N

总的等待时间 等于每类乘客人数\*平均等待时间之后将六类乘客的等待时间求和，其中：

第V类乘客可能存在换乘，在平均发车间隔下，V类乘客均需在小交路候车，并且另外还有50%乘客需要在Sb换乘，即额外增加一次等车时间

**约束条件：**

* + 满足断面客流需求
  + 列车载客量限制
    - = 1860

|  |  |
| --- | --- |
| 列车定员(人/列) | 1860 |

* + 待办事项 Sa,Sb只能是特定车站
    - start\_end\_stations

0 车站1

1 车站2

4 车站5

7 车站8

9 车站10

13 车站14

16 车站17

17 车站18

20 车站21

21 车站22

24 车站25

25 车站26

26 车站27

29 车站30

|  |  |
| --- | --- |
| 最小/大 小交路区间通过车站数量 | [3,24] |

* + 在大小交路方案中，大小交路列车开行列数通常为1:n或n:1两种模式，即每开行n 列大（小）交路列车后，开行一列小（大）交路列车
    - 假设Ns=1, Nl = n 或
    - 假设Nl = 1，Ns=n
  + 受到车站通过能力的制约和服务水平的要求，在一定时间内，列车的发车数量也有一定的限制。
    - 发车数量 60/h
  + 等间隔的平行运行图，即发车间隔（如每5 分钟开行一趟列车）和在同一站点的停站时间相等
    - headway

|  |  |
| --- | --- |
| 最小/大发车间隔时间(s) | [120,360] |

* + 停站时间也需受到一定限制，一般来说列车在车站的停站时间正比于在该站上、下车的乘客数量
    - Dwell time

|  |  |
| --- | --- |
| 最小/大停站时间(s) | [20,120] |
| 乘客平均上下车时间（s/人） | 0.04 |

* + 两列车在同一区间追踪运行时，需保留一定的安全间隔（追踪间隔时间)

|  |  |
| --- | --- |
| 最小追踪间隔时间(s) | 108 |

假设早上7:00-8:00之间每开行n列大交路列车，则开行1列小交路列车，小交路列车总数为Ns,大交路列车总数Nl

列车时刻表是一个N = Ns(n+1)\*30的矩阵，其中N代表车次数，列代表30个车站的发车时间

目标函数：

运营成本最小：

服务水平最大

在车时间：

*h\_小交路发车间隔*

等待时间：

约束条件：

* 大小交路断面运力满足客流需求：

大交路：

小交路

* 上下车乘客人数：

某个车站总的上车人数

某个车站总的下车人数

——小交路列车在车站i平均下车人数

——小交路列车在车站i平均上车人数

——大交路列车在车站i平均下车人数

——大交路列车在车站i平均上车人数

* 车上人数不超过列车定员：

大交路列车在车站i和车站i+1区间上乘客人数：

在车站1总的上车人数为，在车站1和车站2之间车上人数为，在车站2下车人数，则在车站2到车站3过程中车上人数为

大交路列车在车站i和车站i+1之间车上人数为：

* 停站时间约束

每个乘客上下车时间为0.04秒，且大小交路列车在同一车站停站时间相同，则列车在车站停站时间需满足：

* 最小/最大发车间隔制约

列车最小/大发车间隔（秒）为[120,360]:

发车总数：

——停站时间，1\*30数组

大小交路开行比，大交路、小交路开行列车数量和——均为整数

列车时刻表，数组

## 目标函数

运营成本最小：

在车时间：

等待时间：

## 约束条件

满足断面客流需求：

* 上下车乘客人数：

某个车站总的上车人数

某个车站总的下车人数

——小交路列车在车站i平均下车人数

——小交路列车在车站i平均上车人数

——大交路列车在车站i平均下车人数

——大交路列车在车站i平均上车人数