问题：事故预防，吞吐量（每小时通过广场末端加入L外出车道的车辆数量）和成本（土地和道路建设昂贵）

对已经是实现的收费广场进行性能分析而且要对进行改进看是否有更好的解决方案（形状、大小、合并模式）

确定解决方案在高峰时期和低峰时期的性能分析，随着自驾车的增多（分析为小车流量比例增大以及总的车流量增大），改变解决方案，我们的解决方案对收费站比例的影响啊

模型假设

（1）假设车辆的规格大小为大，中，小三种型，区别在于长和宽，高度暂时不考虑

（2）假设高速公路的电费很少，忽略不计

模型建立

（3）这个形状是假设的梯形，暂时没有更好的形状，假设车道数L行，收费站数B

（4）收费的方式分为均一式，开放式，混合式，封闭式，在这里考虑的是封闭式收费站

（5）收费广场实现不堵塞主要是设计好比例

（6）假设大车宽度较大需要暂用两条车道，就把大车当做两辆车进行计算收费

（7）假设三种车辆在收费站处所占用的时间一致

（8）收费系统在正常工作的情况下不会

变量假设：

假设总车流量p,小车流量为p1,中车为p2,大车为p3.

小车长l1,中车l2,大车l3,

常规（人员配备）收费站(NTC)个数n1，零钱收费站（自动）收费站n2和电子收费站（例如通过车辆中的应答器收集电子费用）n3

常规收费站对应的收费速度为s1，零钱收费站对应的收费速度s2,电子收费站的收费速度为s3 本题中的收费速度指的是单位时间可以服务的车辆数目

n1+n2+n3=B

等待时间：

用的是排队论

本例可以看做是一个M/M/1 的排队模型

单通道模型

假设：

汽车到达收费站的时刻符合泊松分布 汽车到达的时间符合负指数分布

就拿NTC通道来举例的话

（1）到NTC收费窗口的车流量p0

p0=(p1+p2+p3)\*s1/(s1+s2+s3)

（2）到一个NTC窗口的车流量

pNTC=p0/n1

（3）服务强度设为p

p=pNTC/s1

（4）等待的平均车辆数

Ls=p/(1-p)

（5）等待服务的平均车辆数

Lq=Ls-p

（6）车辆平均等待服务时间

Tq=Lq/pNTC

（7）车辆等待总时间

T1=Ls/pNTC

假设到高峰时期，收费站数变为通道数的两倍

没有改进的时候

就是2\*M/M/1模型

那么车流量变为原来的1/2

（1）pold=1/2\*pNTC

（2）服务强度

p=pold/s1

（3）等待平均车辆数

Ls=p/(1-p)

（4）车辆等待时间

T2=Ls/p

原来的是2\*M/M/1 改进后变为了M/M/2模型

（1）新的服务强度

p=p0/(s1\*n1\*2)=pNTC/2

（2）整个收费站空闲的概率

pfree=[(pNTC)^0/0!+(pNTC)^1/1!+(pNTC)^2]/(2!\*(1-pNTC/2))

（3平均车辆数

Lq=pfree\*(pNTC)^2\*pNTC/2/(2!\*(1-pNTC/2)^2)

Ls=Lq+p

（4）平均等待时间

T3=Ls/p

改进后排队时间减少

t1=T3-T2

小型车数据假设参考 常用车辆尺寸 数据来源http://wenku.baidu.com/link?url=MPd47YFe5yTZEqQKKoU8bBedcCadmz-8CYtRKx-bAfmFmVjzpxtCv-KZAtubV\_dj\_uOJYdwlmhoFXmhzS4r7eZOnvhW0lFbw6Uwh\_UZxeQ\_

安全距离：

前一辆车看到前面的车减速（或者是看到收费站后），减速距离为

1/2\*v1\*v1/abrake

后一辆车看到前面的的减速，加上反应时间t react，t react\*v2+1/2\*v1\*v1/abrake

最短距离L

安全距离G=L+t react\*v2+1/2\*v1\*v1/abrake

p1+p2+p3=p.

假定大车走中间的车道,小车和中车可以走

成本

假设人工收费站5.5万美元，假设ETC是13万美元，Exact-change tollbooth为a万美元

原来的成本是37+4a，现在的成本就是22+4a万美元