

---

# 高速公路车辆轨迹数据的分析应用

---

## 摘要

本文主要针对高速公路车辆轨迹特征和门架，高速公路的畅通分析。由于所给数据是 2022 年 2 月 22 号，到 2022 年 2 月 27 号 6 天之内车辆的轨迹数据，因数据庞大，所以本模型采取抽样方式，简化数据有小部分反应大部分，利用概率统计，来预测每个问题。

并通过每个路段的分布函数来得出，时间段内车辆的变化，将实际问题转化为数学问题，从而给出费用的最省与如何保证高速公路车辆畅通，门架的损失概率。

## 问题重述

高速公路是经济发展的必然渠道，我国高速公路数量近几年增长趋势较大。那么如何解决高速公路畅通问题，近几年引入 ETC 门架，可以自动识别车号用于高通收费，但每一段高速公路的车流量不同，那么 ETC 车价使用也应该加以改变，根据题意本文要解决的问题有

1. 在该段时间内，运维部门对一些 ETC 门架进行了维修。请描述车流量的时空分布特征，并依据分布指出维修门架的编号和维修的时间。
2. 门架是否会漏失对过路车辆的记录，如果会，请指出各门架的漏失记录率和容易漏失记录的车辆的特征。
3. 说明收费站流量与路段流量的关系，并确定各站收费车道数以及应急收费系统（便携式收费机或移动电站收费车）的数量，使得在保证通行顺畅的前提下达到费用的最省。
4. 预测各路段未来 24 小时的车流量，并利用交通流时空分布不均衡的特点，依据预测模块实时优化未来 24 小时各个路段的限速值，以达到最大限度提高路

---

网安全畅通的目的。

## 问题分析

由第 1 个问题，我们需要解决的是，在 ETC 门架每段时间内车流量的分布特征，并由分布抽样法得出，最有可能损坏的 ETC 门架，与最有可能进行维修的 ETC 门架。得出最有可能维修的 ETC 门架之后，观看某一段时间车辆最少，因为需要维修所以时间最少的可能是维修的时间，那么需要抽取最少的时间段。通过考试文件下给出的每段时间门架的通过车辆，由筛选得出 ETC 门架内一个时间段通过的车辆，与哪三个门架通过的车辆最多。与哪一段时间通过车辆最少。通过数据给予资料，随机抽取其中部分，利用函数分布来解决问题，从而使实际问题转换成数学问题。建立有关 ETC 收费站的车流量函数分布，建立 ETC 之间门架记录的车流量函数分布，从而使问题清晰可见。

随机抽取其中部分，通过假设进行分析，先假设每个车辆会走，有一段记录，那么两个门架之间的车辆通过数应该相等，再假设每个车辆会走两段记录那么三个车架之间的数量应该相等，由此类推。我们可以得出一段两段，还有 N 段车辆行驶的记录，通过两个之间的差值，我们可以估算出，每个车段内大概平均会走多少车辆，再通过差值减去可能走去的车辆，我们可以算出可能遗漏的车辆数量，进而去观察可能遗漏的车辆会是什么类型，通过每个门架遗失的车辆，除以总遗失数，我们可以算出每个车架的遗失记录率。

由第 3 个问题，根据抽取 15 个收费站的车流量与 15 个门架的车流量，通过他们的比值与，函数图表，分析可以得出收费站流量与路段流量的关系，多观察哪个收费站，车辆流量最多，我们可以得出那个收费站的车道数以及应急收费系统的数量较多，通过查询其资料得出需要多少收费车道数以及应急收费系统的

---

数量，主要保证通行畅通的前提达到费用最省。

由 4 个问题，根据前几个问题统计的所有表格，我们可以看出，哪个收费站和哪个门架的车流量最多，因此设置限速来保证安全畅通，根据每一个收费站和，门架的车流量我们可以得到的信息，从而来调整每一个路段的限速。

## 问题解决

由支撑材料 ETC 门架可以看出收费站 11 与收费站 8 与收费站 13, ETC 车流量通过量最多。且收费 11 于 2022/2/27 日车流量最多 2022/2/24 车流量最少，收费 8 于 2022/2/27 车流量最多于 2022/2/23 车流量最少，收费 12 于 2022/2/27 车流量最多于 2022/2/22 最少。且可以看出车辆分布普遍由少变多，2022/2/27 日每个收费站都处于最高，2022/2/23 大部分收费站处于最低。由此可知在不排除外界因素与门架本身因素最有可能坏的门架为收费 11 所处于的门架，由高速路状图可以看出收费 11 收费之后车辆都会由门架 4 记录，即门架 4 为坏门架修复时间为 2022/2/24 可能性最大。

通过统计我们可以算出一段路程之间门架与门架之间的走的车辆，与来的车辆。最后统计出一共走的车辆为 41,501，一共来的车量为 61,681，那么差值为 20,180 证明门架有遗漏，总数值为 20180。总的遗漏率为 0.074%，分别算出各门架的遗漏率，门架一为 4%、门架二为 4%、门架三为 12%、门架四为 11%、门架五为 22%、门架六为 65%、门架七为 3%、门架八为 1%、门架九为 4%，门架十为 54% 门架十一为 21%，门架十二为 9%，门架十三为 4%，门架十四为 9%，门架十五为 27%，从而可以得知遗失率最高的是门架六。我抽样观察门架六的，通过车型，货车占比为 14.21%、客车占比为 85.63%、其他占比为 0.16%，则最有可能遗失的车型是客车。

---

通过观察收费站和路段流量的比值，我们可以发现路段数值越高的时候，收费站的数值也越高，因此他们是一个正比的关系。在观察函数图上，我们很明显的可以看出收费站 5 的车流量最多，收费站 7、收费站 6、收费站 14、第二多。那么我们可以得知收费站五所需要的车道最多。我们可以观察得到数据线路车流量达到 351 路段容量达到 71,317。因此车道数应该达到 4 个车道，应急车道为一个车道，应急收费系统应达到三台。

根据观察表格可以发现，随着时间的推移车流量越来越多，及未来 24 小时之内车流量可能会更多，则我们可以看到收费站 11 车辆车流量可能更多，且车架 8，车架 9，车架 10，车流量多。所以车架 8，车架 9，车架 10 的路况限速应该调高，来保证畅通。车架一，车架二，车架上的车流量较小，所以限速可以降低。收费站 5 对应的架价 10 和车架 11 因此这一段路段应该限速较高。