

对高速公路行程中主线门架交易数据缺失的分析与思考

龚佑民

广东联合电子服务股份有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ASDS.2025050018

摘 要 : 车辆通行高速公路, 无论经过几条高速公路, 只需通过安装在车辆上的 OBU 或入口领取一张 CPC 卡作为通行介质, 便可完成一次通行。目前我省 CPC 卡使用率约占高速公路通行量的三分之一, 因此对于使用 CPC 卡的车辆在高速公路出口完成交费后, 途经各条高速是否均会获得相应的通行费收入, 这是高速公路运营单位十分关心的问题。广东联合电子服务股份有限公司作为广东省收费公路联网收费结算中心, 承担着我省高速公路通行费清分结算工作, 并向省内各高速公路运营单位开放提供其收益相关的拆分结算明细数据, 这有利于高速公路运营单位通过这些数据发现各种异常情况以及管理中可能存在的问题^[1]。本文通过对一些经过筛选的 CPC 卡以及对应的车辆行程等重要数据分别进行多维度分析, 以此来确定车辆行驶时未产生主线门架交易数据的异常原因。

关 键 词 : 高速公路; 通行费; 通行介质; CPC 卡; 门架交易数据; 清分结算

Analysis and Reflection on the Missing Transaction Data of Mainline Gantries in Highway Trips

Gong Youmin

Guangdong United Electronic Services Joint Stock Co., Ltd. Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : When vehicles travel on expressways, regardless of the number of expressways they pass through, they can complete a trip by using an On-Board Unit (OBU) installed in the vehicle or obtaining a Composite Pass Card (CPC card) at the entrance as the passage medium. Currently, CPC cards account for approximately one-third of the traffic volume on expressways in our province. Therefore, whether expressway operation and management units can obtain corresponding toll revenue for each expressway section traversed by vehicles using CPC cards after completing payment at the expressway exit is a matter of great concern to these units. As the toll road network charging and settlement center in Guangdong Province, Guangdong United Electronic Services Joint Stock Co., Ltd. undertakes the clearing and settlement of expressway tolls in the province and provides open access to detailed split settlement data related to the revenue of each expressway operation unit. This helps these units identify various anomalies and potential management issues through the data. Taking the Guangming Expressway as an example, this paper conducts multi-dimensional analyses of key data such as CPC cards and corresponding vehicle trips to determine the abnormal causes of missing mainline gantry transaction data during vehicle travel.

Keywords : expressway; toll fee; passage medium; CPC card; gantry transaction data; clearing and settlement

引言

在高速公路实行全国联网收费后, 从出口收费到每条高速获得相应通行费, 中间过程非常复杂。根据交通运输部路网监测与应急处置中心 (以下简称部路网中心) 发布的《收费公路联网收费运营和服务规则 (2020)》, 《收费公路联网收费运营和服务规程 (2020)》, 《费显和清分结算系统优化工程数据传输接口规范 (V1.1-4.4)》等, 部路网中心明确了 CPC 卡的管理、持有 CPC 卡车辆形成 ETC 门架交易流水的要求、以及出口收费规则和拆分结算规则等^[2]。但实际上, CPC 卡、ETC 门架系统难免会出现一些异常情况, 而这些异常会增加高速公路运营单位 (以下统称路段) 通行费损失的概率。目前, 全国只有广东省联网收费结算中心 (以下简称省中心) 为全省路段提供拆分结算明细数据, 并与路段定期开展通行费专项稽核工作。

有路段反映, 在 2024 年 12 月, 出现一些持有 CPC 卡车辆经过其高速但未获得相应通行费收益的异常情况。作者通过对该路段 (以下统称 A 路段) 提供的通行明细数据进行进一步核实, 发现这些通行介质为 CPC 卡的车辆行程都没有主线门架交易数据, 且出入口收

费站均不属于 A 路段。根据联网收费运营的相关规则，A 路段确实无法获得相应通行费收益。由于并不是所有通行介质为 CPC 卡的车辆经过 A 路段时均未产生主线门架交易数据，因此作者仅从 CPC 卡是否异常和车主是否有意屏蔽 CPC 卡两方面开展分析。

根据 A 路段提供的通行明细数据，作者根据帕累托原则筛选出 8 张 CPC 卡，再从省中心数据库中调取这 8 张 CPC 卡对应车辆行程等信息进行定量和定性分析，最后认为主要是由于 CPC 卡自身异常导致在经过 A 路段时没有产生门架交易数据。同时，希望通过本次数据分析能促进我省的 CPC 卡管理，促使路段更加重视门架系统的维护管理，减少通行费损失的概率。

由于省中心仅有本省数据，因此 8 张 CPC 卡的使用数据仅限于本省，对应 8 辆车的行程也仅限于本省。

根据 2024 年数据，我省高速公路平均每天出口车流量约为 720 万，其中通行介质为 CPC 卡的车流量约为 260 万，占比约 36%。因此车主使用 CPC 卡通行高速时，路段如没有获得相应通行费收入应当引起重视。

近期，A 路段反映，经与省中心提供的拆分结算明细数据核对，在 2024 年 12 月，有通行介质为 CPC 卡的车辆经过 A 路段时，没有产生门架交易数据^[3]，最终导致通行费损失的情况，并提供一批通行明细数据，包括 CPC 卡号、对应出口流水号、车牌等。经作者分析发现这批数据具备以下几个特征：车辆通行介质为 CPC 卡、只有上下匝道承载门架交易数据、无主线门架交易数据。作者发现，由于并不是所有通行介质为 CPC 卡的车辆经过 A 路段时均未产生主线门架交易数据，基于多年通行费校核经验，作者认为有必要将 A 路段提供的这些数据进行深度分析和挖掘，并从 CPC 卡是否异常和车主是否有意屏蔽 CPC 卡两方面开展分析，找到车辆经过 A 路段但没有主线门架交易数据的真正原因。

一、确定数据分析样本

为高效解决核心问题，根据帕累托原则，作者按以下方法筛选出重点数据，然后分别开展定量和定性分析。

（一）数据来源

以 A 路段提供的通行明细数据为来源，选取每条流水明细信息所包含的 CPC 卡号、以及对应的车牌信息进行下一步分析。

（二）CPC 卡的时间范围

其对应出口流水时间在 2024 年 12 月 1 日 -31 日。

（三）CPC 卡的空间范围

入高速和出高速收费站均为广东省路段。

（四）确定所需明细数据信息

1. 在数据库中按 CPC 卡号找到其对应的所有行程信息，包括通行 ID、路段国标编码、路段名、收费单元国标编码、门架计费时间等关键信息，一条通行 ID 对应一次行程。

2. 对每张 CPC 卡行程次数进行汇总并排序，取总行程次数最多的 8 张卡作为分析样本，同时关联当次行程（A 路段提供的车辆行程作为当次行程）的 8 辆车车牌也作为分析样本。

3. 在数据库中根据 8 辆车车牌找到相邻行程，将早于且最接近当次行程视为上次行程，晚于且最接近当次行程视为下次行程，且每次行程需包括带入口和出口信息的详细交易数据。

（五）确定分析样本

8 张 CPC 卡以及 8 辆车。

具体如表一：

表一

序号	CPC 卡卡号	总行程次数	车牌
1	*1020161001089**	27	粤 *24U**
2	*1010163001280**	22	粤 *8MM**
3	*5010161002476**	22	粤 *988**
4	*4010192003001**	20	粤 *H0J**
5	*3010172000797**	12	粤 *8YX**
6	*1010161002998**	12	苏 *56F**

7	*4010204006983**	12	粤 *3S8**
8	*6010161000800**	10	粤 *C3W**

备注：基于数据保密和车主隐私考虑，对 CPC 卡的卡号及车牌号码进行脱敏处理。

二、对 8 张 CPC 卡样本的行程开展定量分析

（一）明确分析目标

以 8 张 CPC 卡样本的行程为分析目标，通过分析无主线门架交易数据行程次数占总行程次数的比例，来确定 CPC 卡存在问题的概率^[4]。

（二）界定数据范围

对每一张 CPC 卡在 2024 年 12 月每次行程的门架交易数据进行整理，并根据是否有主线门架交易数据进行分类。考虑到数据分析的完整性，本次分析在取数时必须要有完整的上下匝道门架交易数据，同时剔除外省上或下高速的情况。

（三）选择分析方法

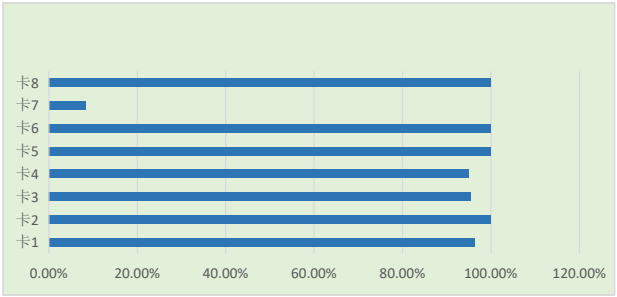
此次分析采用对大量明细数据进行分类汇总和对比，结果如下表：

表二

序号	卡号	总行程次数 (A)	无主线门架交易数据行程次数 (B)	有主线门架交易数据行程次数 (C)	占比 (D=B/A)
1	*1020161001089**	27	26	1	96.30%
2	*1010163001280**	22	22	0	100.00%
3	*5010161002476**	22	21	1	95.45%
4	*4010192003001**	20	19	1	95.00%
5	*3010172000797**	12	12	0	100.00%
6	*1010161002998**	12	12	0	100.00%
7	*4010204006983**	12	1	11	8.33%
8	*6010161000800**	10	10	0	100.00%

备注：由于全国联网收费运营对门架设置有具体要求，因此无主线门架交易数据不排除车辆途径路段确实无门架的特殊实际情况。

将每一张 CPC 卡通行出现的无主线门架交易数据行程次数占
总行程次数比例表示如下：



图一

图表数据解读：

1.CPC 卡对应总行程次数为 A，每张 CPC 卡的总行程次数分别用 A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8 表示。

2. 按是否有主线门架交易数据进行分类，无主线门架交易数据行程次数用 B 表示；有主线门架交易数据行程次数用 C 表示。

（1）每张 CPC 卡无主线门架交易数据行程次数分别用 B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8 表示^[6]；

（2）每张 CPC 卡有主线门架交易数据行程次数分别用 C1、C2、C3、C4、C5、C6、C7、C8 表示。

3. 无主线门架交易数据行程次数占总行程次数的比例为 D，每张 CPC 卡的该比例分别用 D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8 表示。

4. 从表二可以看出：

$$\begin{cases} 10 \leq A_i < 20, \forall i \in \{5,6,7,8\}, \\ 20 \leq A_j < 30, \forall j \in \{1,2,3,4\} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 \leq B_7 < 10 \\ 10 \leq B_i < 20, \forall i \in \{4,5,6,8\} \\ 20 \leq B_j < 30, \forall j \in \{1,2,3\} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 \leq C_i < 10, \forall i \in \{1,2,3,4,5,6,8\} \\ 10 \leq C_7 < 11 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 \leq D_7 < 95\% \\ 95\% \leq D_i < 100\%, \forall i \in \{1,3,4\} \\ D_i = 100\%, \forall i \in \{2,5,5,8\} \end{cases}$$

以上8张 CPC 卡样本的数据显示，其中有7张 CPC 卡的无主线门架交易数据行程次数占总行程次数的比例超过95%，因此，可判定这7张 CPC 卡存在异常。

三、对8辆车样本的行程进行定性分析

（一）明确分析目标

以8辆车样本的连续三次行程为分析目标，通过分析其是否每次行程均出现无主线交易门架信息，来判断8辆车的车主是否存在估计屏蔽 CPC 卡的可能。

（二）界定范围

从省中心数据库中找到8辆车的上、下次行程的明细数据，并

按照是否有主线门架交易数据进行分类。考虑到数据分析的完整性，本次分析在取数时必须要有完整的上下匝道门架交易数据，同时剔除外省上或下高速的情况。

（三）选择分析方法

1. 将8辆车的连续3次行程进行分类如下：

表三

序号	车牌	上一次行程是否有主线门架交易数据	本次行程是否有主线门架交易数据	下一次行程是否有主线门架交易数据
1	粤 *24U**	无主线门架交易数据	无主线门架交易数据	无主线门架交易数据
2	粤 *8MM**	有主线门架交易数据	无主线门架交易数据	有主线门架交易数据
3	粤 *988**	有主线门架交易数据	无主线门架交易数据	有主线门架交易数据
4	粤 *H0J**	有主线门架交易数据	无主线门架交易数据	有主线门架交易数据
5	粤 *8YX**	有主线门架交易数据	无主线门架交易数据	有主线门架交易数据
6	苏 *56F**	无主线门架交易数据	无主线门架交易数据	有主线门架交易数据
7	粤 *3S8**	有主线门架交易数据	无主线门架交易数据	无主线门架交易数据
8	粤 *C3W**	无主线门架交易数据	无主线门架交易数据	有主线门架交易数据

从以上统计可以分为三大类：

- （1）第一类：1辆车连续3次行程无主线门架交易数据；
- （2）第二类：3辆车连续2次行程无主线门架交易数据；
- （3）第三类：4辆车仅1次行程无主线门架交易数据。

结合以上统计，第三类包含的4辆车车主故意屏蔽 CPC 卡信息的概率较小，下面重点分析第一类和第二类共4辆车的行程。

2. 将表三中第一类和第二类无主线门架交易数据的行程，按照出口交易数据还原路径如下：

表四

分类	车牌	上一次行程路径	本次行程路径	下一次行程路径
第一类	粤 *24U**	B 路段（1）-B 路段（2）	F 路段（6）-C 路段-B 路段（2）	B 路段（2）-B 路段（4）
第二类	苏 *56F**	B 路段（3）-C 路段-E 路段（8）	E 路段（8）-C 路段-B 路段（3）	
第二类	粤 *3S8**		F 路段（6）-C 路段-B 路段（3）	B 路段（3）-D 路段（5）
第二类	粤 *C3W**	F 路段（7）-C 路段-B 路段（3）	B 路段（3）-C 路段-E 路段（9）	

备注：出于对数据保密要求和车主隐私考虑，对途经的路段名分别用字母表示，入口和出口收费站用数字表示，相同的字母表示同一路段，相同数字表示同意收费站。

表四共涉及到5个路段^[6]，9个收费站。为了更加直观，将包括以上5个路段和9个收费站用简易路径图示意如下：



图二

据了解，B 路段目前正在扩建，其主线门架已于 2024 年 8 月下旬开始停用，预计三年扩建完成后恢复使用，因此扩建期间内任何车辆持有通行介质经过 B 路段时，均不会有门架交易数据。因此，粤*24U** 的上下两次行程无主线门架交易数据属于正常现象。

为便于了解 B 路段扩建对车辆行程的影响，作者对 B 路段 2024 年 7 月 -12 月的日均路网车流进行统计^[7]如下：

表五

所属年月	日均路网车流	当月较 7 月份车流 减少数量	当月较 7 月份车流 下降比例
2024 年 7 月	11.66 万辆	—	—
2024 年 8 月	11.02 万辆	0.64 万辆	5.49%
2024 年 9 月	8.96 万辆	2.7 万辆	23.16%
2024 年 10 月	7.42 万辆	4.24 万辆	36.36%
2024 年 11 月	8.81 万辆	2.85 万辆	24.44%
2024 年 12 月	8.81 万辆	2.85 万辆	24.44%

可以看出，B 路段 12 月较 7 月的日均路网车流下降了 24.44%，说明 B 路段扩建对其路网车流的影响非常大，也说明扩建后其通行效率大大降低，拥堵较为严重。而作为分析样本，8 辆车的本次行程无主线门架交易数据的特情均发生在 2024 年 12 月期间，因此，车主为了避开 B 路段的拥堵，绕道其他高速符合正常逻辑^[8]。

结合 B 路段扩建期间拥堵情况以及 8 辆车的三次行程，作者认为车主故意屏蔽 CPC 卡的可能性几乎不存在。

参考文献

[1] 胡果，杜科. 试谈取消省界收费站 ETC 及车牌识别数据应用 [J]. 通讯世界, 2020, 27(04): 48-49.

[2] 杨璐，张素豪，党琳. 高速公路 ETC 专用车道软件设计探究 [J]. 中国交通信息化, 2025, (05): 75-78.

[3] 梁丽娟，袁红叶，何日升，等. 基于门架数据的高速公路稽核平台 [J]. 中国交通信息化, 2022, (10): 101-104+108.

[4] 许德胜. 高速公路匝道自由流预交易系统的设计——泉州南高速公路预交易系统为例 [J]. 运输经理世界, 2024, (24): 56-58.

[5] 陈铃. 基于门架车型识别的智能稽核系统构建 [J]. 中国交通信息化, 2024, (S2): 51-54.

[6] 赵文霞. 交通建设“加速跑”助力高质量发展走上“快车道” [N]. 广东建设报, 2024-01-12(004).

[7] 张航，马宝林，储泽宇，等. 基于数据驱动的快速路合流区加速车道长度的研究 [J]. 重庆交通大学学报（自然科学版）, 2024, 43(05): 53-60.

[8] 万华森，陈晶晶，李秀雪，等. 基于分段数据和联合模型的交通流特性分析 [J]. 公路与汽运, 2025, 41(03): 18-24+40.

[9] 安铁兵，宋森，聂静辉，等. 高速公路复合通行卡防作弊方法探究 [J]. 中国交通信息化, 2024, (04): 43-45.

[10] 崔敏，黄丽雅，马衍军. 我国综合交通基础设施投融资现状问题及对策建议 [J]. 中国公路, 2022, (22): 16-20.

四、数据分析结果产生原因以及建议

经过以 A 路段为例对 CPC 卡和车辆行程等一系列分析，作者认为：

1.8 辆车的车主在收费站入口领取 CPC 卡后故意屏蔽 CPC 卡的可能性极小，CPC 卡本身存在问题的可能性极大。

2. 不是所有通行介质为 CPC 卡的车辆经过 A 路段时均未产生主线门架交易数据，因而本文中 CPC 卡本身存在异常的可能性极大。

3.8 张 CPC 卡中仅有 7 张 CPC 卡存在异常的可能性较大，因而 A 路段主线门架也存在个别门架不灵敏的情况。

4. A 路段的主线门架中存在个别门架不灵敏的情况，当 CPC 卡存在异常时，双重因素导致门架交互出现异常，最终 A 路段未产生相应门架交易数据。按照联网收费运营规则，最终 A 路段产生一定的通行费损失。

5. 当路段扩建时，主线门架一般会停用，建议相邻路段重视自身门架系统运维管理，避免可能发生的通行费损失^[9]。

6. 目前部路网中心的技术规范未强制要求门架系统上体现 CPC 卡的电量，建议从便于 CPC 卡管理的角度出发，全国实施统一要求，同时对 CPC 卡的制作提出更高的技术标准和质量要求。

五、作者的一点思考

本文作者基于对高速公路多年营运管理和数据分析经验，从一些特殊现象着手，对相关数据进行多维度分析。由于我省高速公路路网密集、投资主体多^[10]，在分析过程中无法考虑到更多细节或一些特殊情况，比如我省门架设置更多注重实际、路面扩建会临时停用主线门架等。因此，如需对 CPC 卡是否存在异常进行更加精准的判断，还需要提取更多的数据，需要提供更多的算法，并对数据加以更多次的验证。

从本文分析结果来看，如果 CPC 卡异常，路段扩建时又会停用部分或全部主线门架，对个别路段来说确实存在通行费损失的风险。而我省即将进入高速公路扩建高峰期，因此，作者建议采取各种措施不断提高 ETC 的使用率，既实现提高车辆通行效率的目标，也可减少路段通行费损失概率，最终实现双赢。