

保收增效，科技护航

——广州华南快速大数据智能稽核系统研发应用

(广州华南路桥实业有限公司营运部 李绍碧)

摘要:2020年全国高速公路取消省界收费站,进入全国一张网联网收费时代,给收费管理和稽核业务带来了新的巨大挑战。本文介绍广州华南快速干线与广州天长信息技术有限公司合作研发的高速公路大数据实时智能稽核系统在华南快速路的成功应用,以及有关的管理工作思考,为各高快速公路的管理工作提供参考。

关键词:高速公路 联网收费 智能稽核

一、背景

2020年全国高速公路取消省界收费站,进入全国一张网联网收费时代,给收费管理和稽核业务带来了新的巨大挑战。一方面,全国一张网联网收费后,车辆通行里程较之前大幅增长,单车收费金额大幅提高,面对偷逃高速公路通行费带来的巨大利益诱惑,少数车辆利用政策、系统等漏洞,采取多种手段措施,恶意偷逃高速公路通行费,给高速公路管理单位维护通行费收益完整性带来严峻挑战;另一方面,由于全国联网收费系统采用设置ETC门架系统,实现对所有车辆(包括ETC车辆和MTC车辆)“分段计费、出口收费”,造成联网收费数据量呈几何级增长,原有的以人工为主的稽核模式难以满足新形势下的业务需求。

根据联网收费大环境变化,为提高稽核工作的效率,保证新形势下高速公路通行费收益完整性,2022年,广州华南快速干线(下简称华快)联合广州天长信息技术有限公司(下简称天长公司)联合研发了一套高速公路大数据实时智能稽核系统(以下简称大数据智能稽核系统),辅助稽核工作高效开展,该系统利用大数据、人工智能相关技术,对高速公路收费业务的海量数据通过

建模运算快速分析筛查，及时发现司机疑似偷逃通行费行为或少交、未交通行费情况，推送嫌疑数据供路段稽核进一步核查验证后追缴处理，保障通行费“颗粒归仓”。

二、系统建设

（一）项目合作

广州华南快速干线为广州市进出市区交通主干道，全线长约 51KM，设置有 17 个收费站，项目通车运营 20 余年，目前日均通行车流量超过 40 万车次，路段稽核人员有着较丰富的联网收费稽核管理工作经验；广州天长公司作为一家以科技创新助力的数智交通公司。2022 年年初，基于双方的业务需求，双方开始合作建设大数据智能稽核系统。

双方经对高速公路收费及稽核业务管理需求进行分析，商讨达成建立模型功能目标，并开展积极合作。过程中华快稽核组主要承担模型核心逻辑设计、产生数据的核查与异常数据反馈；天长方主要承担模型具体开发、部署及后续优化调整。具体来说，华快稽核人员根据丰富的稽核打逃经验，提出逃费模型需求建议，形成《稽核模型需求分析表》，并根据大数据智能分析平台推送的嫌疑数据展开核验、统计，对确认逃费的车辆进行追缴；并针对系统推送数据不够精准情况分析原因，提出完善建议。天长公司则根据华快稽核人员提供的稽核经验模型，进行逃费场景设立，并抽离指标，建立系统内的逃费模型，推送嫌疑数据；并根据华快稽核人员对各类逃费模型验证结果及完善建议，持续优化完善模型，对经验验证已成熟的模型部署在路段供路段按需使用。下图 1 为华快稽核人员建立的部分稽核模型需求分析表。

华快大数据稽核系统需求表							
分类	序号	模型（需求名称）	类别	条件1	条件2	条件3	条件4
打逃	1	短途超时(UJ型短途驾驶)	跑长买短	通行时间在3h以上	门架牌识大于交易门架数	门架不连贯且含反向门架	
	2	4型车大车小标	大车小标	历史数据中以4型车缴费的次数较多	当前车次不以4型车缴费		
	3	5型车大车小标	大车小标	历史数据中以5型车缴费的次数较多	当前车次不以5型车缴费		
	4	6型车大车小标	大车小标	历史数据中以6型车缴费的次数较多	当前车次不以6型车缴费		
	5	拖挂车或集装箱大车小标	大车小标	出口车种为半挂车或集装箱	通行介质为OBU	门架计费车型小于入口车型	出口计费类型为OBU累计计费
	6	普通车大车小标	大车小标	出口车种为普通	通行介质为OBU	出口计费车型小于出口轴数	出口计费类型为OBU累计计费
	7	OBU有入无出	应收尽收	只有入口流水无出口流水	下一趟行程不为纸卷/车队	最后一个牌识门架为我路段	未发CPC卡
	8	cpc有入无出	应收尽收	只有入口流水无出口流水	下一趟行程不为纸卷/车队	最后一个牌识门架为我路段	入口已领取CPC卡
	9	货车客标	改变车种	出口车种为普通	出口车型为客车	门架交易车型为货车	使用ETC卡通行
	10	一车多签	多通行介质	同一车牌在同一门架相近时间（5秒内）有不同的PASSID	同一车牌在同一出口30分钟内只有一个PASSID交易		

图1 部分模型需求分析表

(二) 系统模型建立

经双方通力合作，截止至2022年年末已建成少收漏收及内控管理核查模型6大类12个，主要包括短途超时（UJ型逃费）、4/5/6型车大车小标、拖挂车/集装箱大车小标、OBU有入无出、CPC有入无出、一车多签、重大节假日逃费、绿通车调头、车牌/车型/车轴不符等模型。具体如下：

分类	模型名称	逃费行为描述
改变路径	短途超时（UJ型逃费）	司机在高速公路上行驶时，通过屏蔽通行介质，在某一段高速公路通过工作通道等掉头返回，或是藏匿通行卡返程就近出口出，达到“跑长买短”少交通行费的行为。
改变车型车种	4/5/6型车大车小标	货车通行以一种车型概率最大，不会经常变更，如果计费车型小于经常收费车型，则大概率存在大车小标逃费情况。
	拖挂车/集装箱大车小标	出口车种为拖挂车或集装箱、计费类型为OBU累计计费，门架计费车型小于入口车型对应的轴数。
	普通车大车小标	出口车种为普通，通行介质为OBU，出现3次以上入口车轴大于对应的车型。
有入无出	OBU有入无出	车辆入口使用OBU通行，出口跟车或蹭OBU或闯关驶出高速，导致当前车次未缴费通行。
	CPC有入无出	车辆入口使用CPC通行，出口跟车或闯关驶出高速，导致当前车次未缴费通行。

通行介质异常	一车多签	同一辆车单次通行携带了多个通行介质。
假冒免费车	重大节假日逃费	包括重大节假日8座及以上客车及货车假冒小客车免费通行逃费情况。
	绿通车调头	免费绿通车在驶出高速后，在短时间内于同站或邻近站驶入并在出口以普通货车缴费通行。
内控管理	车牌不符	入口交易车牌与出口交易车牌不符。
	车型不符	入口车型与出口车型不符。
	车轴不符	入口车轴与出口车轴不符。

三、系统应用

大数据智能稽核系统分为高速公路智能模型平台和智能分析平台。其中智能模型平台提供高性能业务可视化的模型平台，可7-8分钟级从海量数据中筛选多个模型数据结果；智能分析平台保存模型产出的嫌疑数据以及详细行程信息；支持秒级查询单车全省多年数据。系统业务流程图如下：



图2 系统业务流程图

系统操作流程具体如下：

1、建立逃费模型

(1) 创建路段专属模型包，可根据不同类型创建不同的模型包，多租户模式，各路段间数据模型相互不可见。

(2) 部署本路段关心的成熟模型及个性化模型。

(3) 对部署的模型根据路段实际情况进行补充条件和修改条件的阈值。

2、触发模型数据

(1) 设定任务名称，选择多个模型，指定时间区间，运行任务，执行时间根据模型个数和时间跨度有关，4个模型1年时间跨度一般可在10分钟内执行完成。

(2) 运行结束查看结果并推送详细信息至智能分析平台，分析处理异常行程流水。

3、模型核验

(1) 风险流水推送成功后在智能分析平台依次点击“手动执行-核查单”查看。

核查单编号	passId	模型名称	入口站名	入口归属路段	入口车道类型	入口时间	入口
1370407		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 23:27:43	展开
1370625		OBU有入无出			混合车道	2022-08-31 23:18:08	展开
1370404		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 21:02:15	展开
1370650		OBU有入无出			混合车道	2022-08-31 20:04:20	展开
1370550		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 19:17:11	展开
1370274		OBU有入无出			混合车道	2022-08-31 19:14:11	展开
1371465		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 18:50:48	展开
1370570		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 18:31:34	展开
1371294		OBU有入无出			混合车道	2022-08-31 18:27:57	展开
1371480		OBU有入无出			混合车道	2022-08-31 18:21:46	展开
1371615		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 18:18:53	展开
1371706		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 18:10:13	展开
1370649		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 17:50:27	展开
1371552		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 17:49:29	展开
1370051		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 17:36:15	展开
1371247		OBU有入无出			混合车道	2022-08-31 17:34:36	展开
1371722		OBU有入无出			混合车道	2022-08-31 17:32:19	展开
1370159		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 17:23:15	展开
1371695		OBU有入无出			ETC车道	2022-08-31 17:18:21	展开
1371459		OBU有入无出			混合车道	2022-08-31 17:12:07	展开

图3 分析平台稽核列表

(2) 展开详情，提供车辆详细信息，信息可配置增加，包括车辆特征信息、牌识信息、出入口通行信息等。

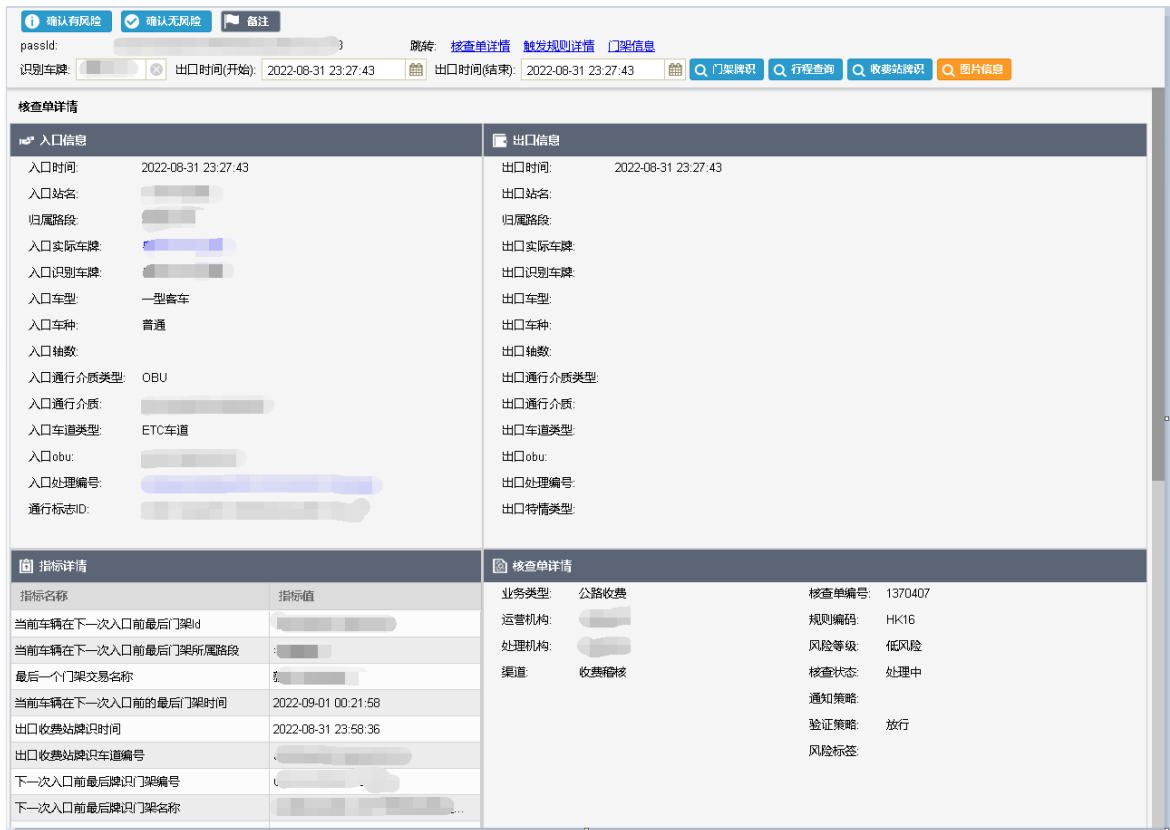


图4 稽核单详情

4、辅助稽查

系统同时提供秒级大数据查询，不限制查询时间跨度，快速查询单车通行情况；点击 passId 可查看车辆详情以及门架流水信息。

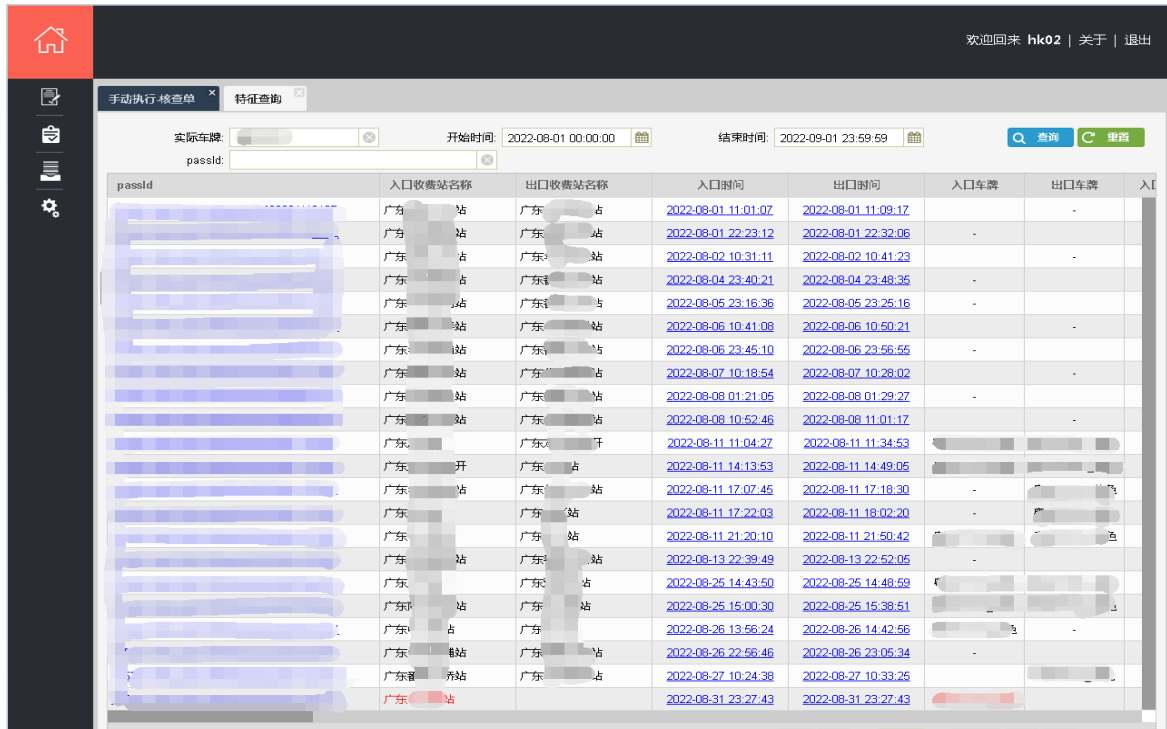


图5 行程查询

5、系统优势

路段级自主建模、精准核查，业务化建模。路段人员可配置，其核心在于批流融合技术和分布式决策技术带来的算力提升，支持路段级或管理中心级多用户个性化决策。通过以下几方面对性能带来提升：

- (1) 构建业务指标中间层，大幅度减少重复计算；
- (2) 增量计算，减少不必要消耗，大幅度减少计算数据量；
- (3) RETE分布式决策，大幅度降低基础计算量。

多向整合逃费方式信息，快速配合路段需要的模型并及时更新迭代模型。

数据安全，服务器部署于收费内网云平台，数据安全可靠；采用多租户模式。

亿数据秒级查询，由大数据分布式解决方案提供百亿数据跨年度秒级数据查询能力，优化稽核查证繁琐问题。

四、模型校验情况

(一) 常用打逃模型校验情况：

系统逃费模型建立后，经过华快稽核人员对系统各模型推送的嫌疑数据进行持续核验，并反馈开发人员改进完善模型，至2022年第四季度，对经验证已成熟的模型安排部署在路段内供路段按需使用。各模型核验情况见下表：

分类	模型名称	核查数据时间	核查车次	符合设计逻辑车次	符合率	命中欠费情况	
						欠费车次	欠费命中率
改变路径	短途超时(UJ型逃费)	2022.8-12月	2124	2124	100.00%	2010	94.63%
有入无出	OBU有入无出	2022.7-12月	27948	23517	84.15%	15569	77.85%
	CPC有入无出	2022.9-12月	181	173	95.58%	151	87.28%
改变车型	4型车大车小标	2022.8-12月	136	136	100.00%	123	90.44%
	5型车大车小标	2022.8-12月	188	188	100.00%	97	51.60%
	6型车大车小标	2022.8-12	162	162	100.00%	101	62.35%

		月					
	集装箱/拖挂车 大车小标	2022.8-12 月	177	141	79.66%	141	79.66%
	普通车大车小标	2022.8-9 月	10	8	80.00%		
通行 介质 异常	一车多签	2022.8-12 月	253	252	99.60%		
假冒 免费 车	重大节假日逃费 车	2023.8-12 月	1483	1483	100.00%	944	63.65%
	绿通车调头	2022.1-9 月	268	268	100.00%		
内控	车牌不符	2022.7.1	65	65	100.00%		
	车型不符	2022.7.1	63	63	100.00%		
	车轴不符	2022.7.1	41	41	100.00%		

注：上述模型中，“普通车大车小标”模型因各路段对于入口车轴确认机制不一致造成模型实用性不足，“一车多签”筛查的出相关嫌疑车辆因出口不在本路段故未能统计欠费车次及命中率数据；而内控的三个模型由于主要用于内控管理，故无欠费数据统计。

（二）数据分析：

对上表中各稽核模型筛选的数据，经使用《稽核模型需求分析表》中设计的条件标准进行跟踪核验，从模型的逻辑符合率来看，大部分模型的运行效果已达到需求目标，能够成功按照设计的条件从车流数据中筛选存在逃费嫌疑的通行数据，但部分模型的欠费命中率有所欠缺，经分析原因主要包括：路段工作车（施工养护车辆等）异常通行、出入口车道输错车牌（含车牌颜色）、相邻路段门架时间出错、以及部分逃费行为在出口被现场工作人员发现予以纠正等。各模型欠费命中率不足的具体原因分析如下：

1、短途超时核查情况：经多次核验优化，目前该模型的逻辑符合率达到100%，欠费命中率也较高达到94.63%。经分析造成该逃费情况多为车辆在路网中开展业务，事后经路网中的调头返回在邻近入口的站点出；此外，也存

在少量通过倒换 OBU，在出口按最小费率缴费逃费情况。少量符合逻辑但不欠费的原因主要是由于路网内的路段工作车通行异常通行造成。

2、OBU 有入无出核查情况：由于全国联网收费后 OBU 车流占比较高，且为保障 ETC 车道通行的抬杆率，目前 ETC 车道系统对交易车牌与识别车牌不一致的情况现场未作拦截；且华快由于位于广州城区，高峰时段车流密集，容易出现跟车逃费情况，故该模型筛查出现的逃漏费嫌疑数据较多，欠费命中率也较高。经核查，影响模型欠费命中率不足 100%的原因主要包括以下 3 种情况：

- (1) 出口发生特情，现场使用坏卡操作输入错误车牌（含车牌颜色）。
- (2) 司机使用实际车牌与 OBU 卡内车牌不一致。
- (3) 车辆最后一个门架处于与外路段交界可能从外路段离开高速。

3、CPC 有入无出核查情况：经核查，造成模型欠费命中率不足的原因主要包括：入口异常造成双介质通行、省内救护车、入口或出口输错车牌、部分联网路段的工作车/业务车超时停留或异常通行等；此外，经核查，相邻路段门架时间出错（较正常时间提前较长时间，造成前面路段门架的交易时间反而靠后）可能会造成大量非本路段出口数据被模型误筛。

4、4、5、6 型大车小标核查情况：因模型设计逻辑为当次通行缴费车型与历史通行常用缴费车型不一致，逻辑较为简单，故模型整体逻辑符合率较高，欠费命中率不高的原因主要由通行车实际使用车型与历史常用车型不一致造成。因模型对象为拖挂车，实际拖挂车可根据业务需要更换不同的挂车，故与历史常用车型不一致的情况客观存在。经对不欠费数据进行有关生态调查，发现多数通行数据前后数天内使用车型一致。根据此特征，双方拟商议完善模型的逻辑设计，增加了条件“对数据发生当天前后若干天范围内，使用通行车型进行检索”，若轴数均为同一、较低轴数，即排除逃费嫌疑，以提高模型欠费命中率。

5、 集装箱/拖挂车大车小标核查情况：经核查发现不符合需求与设计逻辑的 19 车次均不符合《需求表》中“门架计费车型小于入口车型”的条件，主要原因为车辆通行途中个别门架计费异常（大部分门架计费无误）、以及出口收费员输错车轴造成。后续需要针对不符合设计逻辑的流水进行分析，讨论错误流水生成的原因，并适当完善模型设计，提高模型准确率。

6、 普通车大车小标核查情况：此模型设计目的是针对发行方错误发行 OBU 或司机使用假冒信息申请 OBU 通行的逃费行为。模型设计逻辑以华快路段发生的普通车大车小标逃费行为作为样本进行，但实际投放核查后发现，部分联网路段对于入口车轴的确认与华快的做法不同，存在入口确认轴数错误率较高情况导致模型实用性不足。后续需要针对具体实际情况研究，优化有关逻辑以适应目前联网收费实际运营情况。

7、 一车多签核查情况

模型逻辑设计为在华南快速门架通行时，同一通行车牌在同一计费门架信息中极短时间内存在多条不同介质信息的交易流水。因逻辑设计较为简单，故整体逻辑符合率接近 100%，不符合的少量车次为筛选时间信息出错引起。

2022 年 1 月至 9 月间，模型共筛查出逃费嫌疑数据 1186 车次，月均 132 车次。根据核查，数据中车牌重复度极高，即同一车辆多次通行且多次截留通行介质，经进一步核查，途经华南快速的一车多签通行车多数为疑似防疫工作车，该类车辆于疫情期间在入口通行时未出示“防疫工作车”标识并正常取卡通行，在出口时则出示“防疫工作车”标识在 ETC 车道被不接触抬杆放行。路段计划收集相关车辆通行信息及证据材料，汇总后组织追缴工作。

8、 重大节假日逃费车核查情况

该模型设计的逻辑条件为 8 座以上客车或货车在重大节假日出现免费放行情况。其中的 8 座及以上客车需要建立车牌库，该信息主要来源于两方面，

一方面对于 ETC 车辆，由省联网中心协调 ETC 发行单位对历史重大节假日免费通行的客车比对 ETC 车辆发行库得到；另一方面由联网路段系统筛选客车在重大节假日出现部分交费、部分免费通行情况，交由路段通过省稽核系统中机动车信息查询确认。

该模型逻辑符合但未命中欠费原因主要为：车牌库新建，8 座及以上客车车牌数量不足；部分车牌更换新车座位数较之前发生变化。

9、绿通车调头核查情况

此模型设计初衷在于筛选出可能存在假冒绿通车的通行车次，该类车逃费的现象为：货车在途中对绿通车查验相对较宽松的站（A 站）申报绿通免费通行，之后在短时间内（30 分钟内）再于同站（A 站）或邻近站再次进入高速，并在之后的出口（B 站）为正常收费车通行情况。

2022 年 1 月至 9 月间，模型共筛查出逃费嫌疑数据 411 车次（113 辆车），月均 46 车次。路段公司已将有关车辆整理成名单下发收费站加强对名单车辆的绿通查验。

从以上校核结果可知，智能稽核系统总体上能够成功按照设计的条件从海量车流数据中筛选出存在逃费、漏费嫌疑的车辆通行数据；经人工进一步校核后确认存在欠费的车辆比例较高。故系统整体实用性较强，能有效提高核查工作效率。

五、系统应用成效及展望

2022 年，华快通过与天长公司合作研发该大数据智能分析系统投入实际工作应用，在对外打击逃费和内部管控两方面均取得了重大突破。具体如下：

（一）对外打击逃费成效

2022 年，华快通过对智能稽核系统筛查提供的嫌疑数据的核验，共发现

约 18781 车次少交未交、逃费嫌疑车辆，其中存在逃费嫌疑且证据完整已录入工单追缴的数量约 8589 车次，较 2021 年同期的 660 车次增长约 12 倍；另外剩余 10192 车次少交未交因属于不能证实为客户原因造成故未能录入工单。

（二）内部管控成效

在对模型推送的嫌疑数据核查分析中，路段公司还发现了车道系统功能和管理环节中存在的不足导致少收漏收通行费情况，及时组织进行了改进完善。

1、促进改善的 ETC 专用车道设备以下问题：

（1）出口 ETC 专用车道货车通行后，车道系统由于线圈感应异常导致不落杆，造成后续车辆漏扣费通行情况。

（2）出口 ETC 专用车道系统队列满，无法交易，但仍按一车一杆的形式放行车辆，未生成交易流水，造成通行损失情况。

（3）车道交易后车放行前车情况，及邻道交易误放车情况。

2、促进全线 ETC 专用车道值守工作

通过核查智能稽核系统导出的异常流水分析，发现 ETC 专用车道存在员工误操作和值守不足造成通行费流失情况。对此，路段公司及时组织完善了相关管理制度，对现场值守不到位、收费误操作造成的少收漏收情况，由相关责任人赔偿通行费损失并进行考核处理。

制度完善后，全线收费站的操作规范性及 ETC 专用车道值守效果明显加强，很好地保障了联网各路段的通行费收益。自该系统使用以来，共查处了 189 宗此类事件，涉及 1186 车次。

3、提醒收费人员加强绿通车查验

通过绿通车逃费模型分析，发现部分绿通车在华快收费站出口免费通行后，短时间内又从同一收费站或相邻站进入高速，最后从其他路段缴费离开高速公路。此类车辆存在较大的假冒绿通车逃费嫌疑。自该系统使用以来共核查

发现 113 辆相关逃费嫌疑的车辆，路段公司及时将相关车辆车牌录入系统内部名单下发到车道，提醒收费人员加强对有关车辆的查验。

根据上述分析，大数据智能稽核系统研发应用极大地提升了路段稽核工作效率。下一步，华快计划联合天长公司进一步研究完善模型设计，一方面完善已有模型的逻辑设计，另一方面将根据新的联网收费工作形势及车辆偷逃通行费变化，研究建立其他新的稽核模型及系统功能投入应用，促进大数据智能稽核系统的效能持续提升，为维护高速公路通行费收益的完整性保驾护航。