

文章编号: 1002-0268 (2003) S1-0101-05

利用超时表解决收费系统中的 换卡作弊问题

梁 华¹, 江运志²

(1. 广东广韶高速公路有限公司, 广东 韶关 512100; 2 交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 本文通过对收费系统中换卡作弊可能性的分析, 在比较了车牌人工输入和自动车牌识别系统在防止换卡作弊优劣的基础上, 提出了建立超时表和增加入口车道摄像机, 通过提升和挖掘收费系统的整体性能和效率解决防止换卡作弊的技术路线。

关键词: 收费系统; 换卡; 作弊; 超时表

中图分类号: U491 **文献标识码:** A

Using Timeout Table Processing the Problem of Precaution Cheat by Exchanging the Transit Card in Toll System

LIANG Hua¹, JIANG Yun-zhi²

(1. Guang-Shao Expressway Company of Guangdong, Guangdong Shaoguan 512100 China;

2 Research Institute of Highway, Ministry of Communications, Beijing 100088, China)

Abstract: This paper analyzes the possibility of cheat by exchanging the transit card in toll system, based on comparison between manual and automatic vehicle plate identification systems, and puts forward the design of timeout table and setting enter lane camera to improve the performance and efficiency of toll system and to prevent cheat by exchanging the transit card

Key words: Toll system; Exchanging the transit card; Cheat; Timeout table

1 问题的提出

广东省高速公路建管模式基本上采用的是一路一公司的模式, 在这种模式下, 造成在主线收费站过密甚至在一些高速公路主线上出现同址两站的现象日渐突出, 使得进出高速公路的车辆不得不多次停车付费, 这种现象不仅为道路的使用者带来诸多不便, 而且与高速公路高速、快捷的形象极不相符, 给人们造成一种到处设卡收费的恶劣印象。因此, 由一路一公司独立收费过渡到路网环境下的联网收费需求日趋强烈。2000年10月, 交通部为了规范和引导各地的联网收费, 及时组织国内专家讨论通过了《高速公路联网收费暂行技术要求》, 随之广东省积极开展这方面的工作。

目前广东省开始着手分步进行高速公路联网收费系统的设计、研究与开发工作, 如正在进行广东粤西、粤北、粤东区域高速公路联网工程就是率先迈出的一步。从实际操作过程中反映出在联网收费的过程中仍然有相当多的技术问题需要在较高层次上统一研究解决。

现阶段我国的人均收入还是比较低的, 而高速公路一次通行费的收费额与收费作业人员的工资额相比形成很大的反差, 尤其广东省推行区域联网收费后, 长途车辆一次缴费的金额十分可观, 在利益的驱动下, 违章闯卡, 中途换卡, 司乘人员、收费作业人员内外勾结团伙作弊的可能性和危险性将会大大提高, 其中司乘人员利用中途换卡进行作弊就是一种隐蔽性很强的作弊方法, 如何通过简洁、经济的技术手段,

收稿日期: 2002-11-08

作者简介: 梁华 (1971—), 男, 广东梅县人, 广东广韶高速公路有限公司副总经理, 现从事高速公路机电管理及营运管理工作。

来解决区域联网收费这一问题，是摆在业内人士面前的一个重要课题，否则会给联网收费的投资、营运、管理带来许多信任上的危机。

2 换卡作弊分析

封闭式区域联网收费依据是车型和里程两个要素，所有的隐蔽性较强的作弊方法，尽管有千变万化，最终都必须在这两个要素上做文章，因为有而且只有这两个要素是收费系统本身必须作为正常的条件接受的要素，换卡作弊也不例外。下面以作者曾工作过的广东深汕高速公路东段为例，来分析换卡作弊的可能途径。

2.1 单一司机作弊

换卡作弊的可能情况之一是司机作弊，若车辆从陆丰起点主线站入，汕头终点主线站出，在出口司机

不上缴通行卡，则收费站判认为无卡车，按全程对其进行收费，并要求其赔偿通行卡费用。司机在受罚后，可以保留下来一张陆丰起点主线站的入口卡。当该车辆再次使用高速公路时，由汕头终点主线站入，从离陆丰起点主线站最近的霞湖匝道收费站出时，司机采用换卡的策略，将上次保留下来的陆丰起点主线收费站发出的通行卡交给收费员，系统判定该车辆由起点陆丰主线站入，由此该车辆少缴路费。与此同时，该司机又保留下来一张终点主线站入口卡，下一次其由汕头起点主线站入，离终点主线站最近的达濠匝道收费站出时，又可以依法炮制，再次进行换卡作弊，从而达到少缴路费。周而复始，司机每次都保留下一张入口卡，利用这张卡，通过不断的换卡，可以依靠“吃里程”的策略来进行作弊，详见图1：单一司机利用换卡进行作弊的可能分析图。

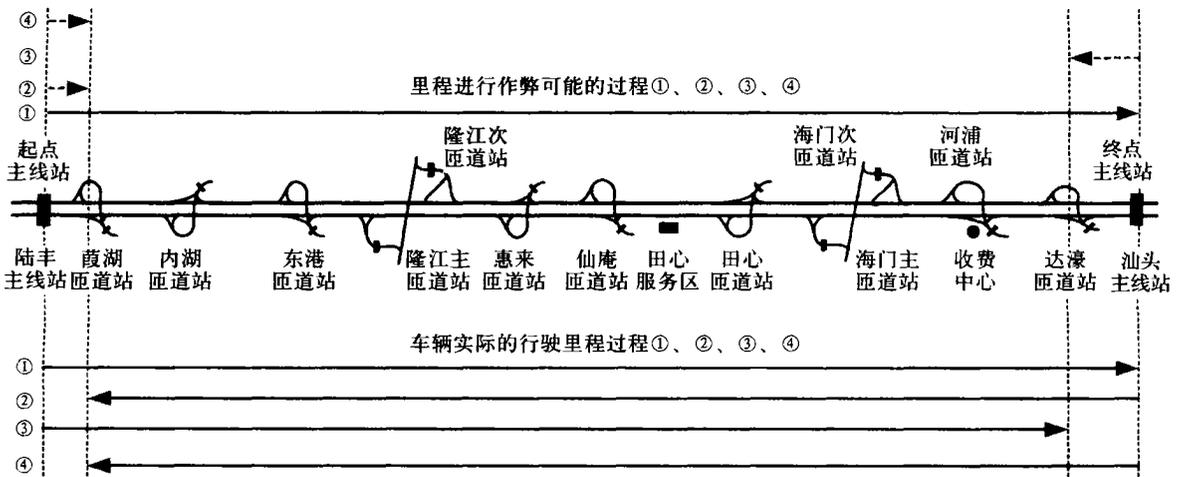


图1 单一司机利用换卡进行作弊的可能分析图

2.2 司机联合作弊

换卡作弊的可能情况之二是2个司机之间联合作弊，例如，甲乙2车相对而行，若甲车从陆丰起点主线站入，目标是从汕头终点主线站出，乙车是从达濠匝道站入，目标是从内湖匝道站出，中途甲乙2车的司机均到田心服务区休息，如果有意联合作弊，甲乙2个司机就可以换卡，甲司机在出口交乙司机领取的通行卡，系统自然判定是收取汕头起点主线站至达濠匝道站的通行费，乙司机在出口交甲司机领取的通行卡，收费系统自然判定是收取陆丰终点主线站至内湖匝道站的通行费，这样甲乙2车通过在田心服务区通过交换通行卡，达到少缴通行费的目的，详见图2：司机换卡作弊的可能分析图。按照此种换卡作弊的策略，推而广之凡是相对而行里程过半的车辆，通过中途换卡，均能够达到少缴通行费的目的。

以上只是简单分析了司机某1个人或某2个人通过交换通行卡的作弊过程，在实际的过程中换卡作弊的其它形式都有可能存在，之所以这种作弊形式大行其道，并且有愈演愈烈的趋势，表面上看是作弊的形式非常隐蔽，主要是在一般的收费系统车辆行驶距离的判定是根据入口和出口站号来决定的，显然要防止换卡形式的作弊，不在收费系统中增加新的技术手段和措施，是无法完成的。

针对目前这种在封闭式收费系统中，通过交换通行卡“吃里程”的作弊方式，业内通常有3种基本方法：第1种是将匝道收费站设计为上行人、出口站和下行人、出口站，并通过分卡的方式将入口发出卡分为上行卡和下行卡，采用区分上下行的方式解决通过交换通行卡“吃里程”的作弊方式。

第2种是车牌人工输入的方法，即在入口人工输

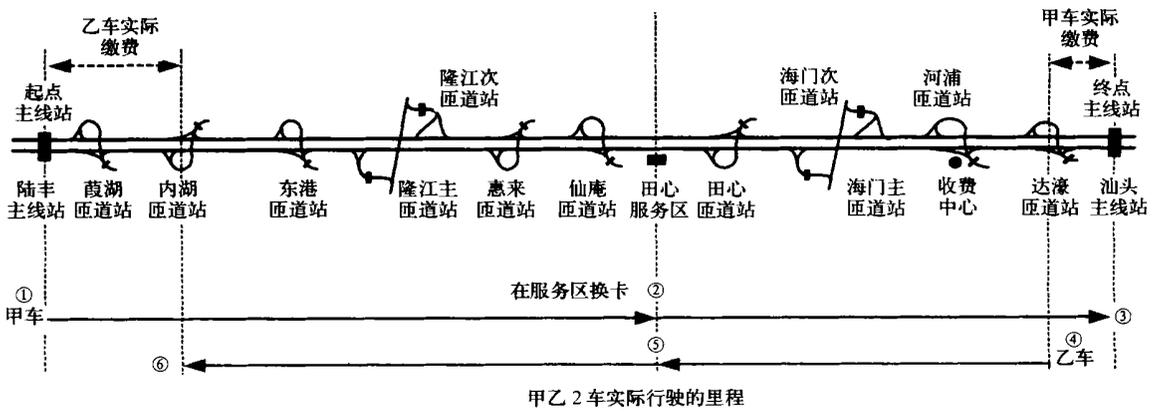


图2 司机换卡作弊的可能分析图

入车牌号并写入通行卡中，出口再进行核查。

第3种是车牌自动识别的方法，即使用入口、出口车道摄像机及车牌自动识别系统，进行连续的提取、记录和核查的方法。

显然，第1种方法投入的建设成本和运营成本较大，目前基本上没有采用，第2种车牌人工输入方法，降低了系统使用的效率，第3种车牌自动识别方法大大增加了系统的造价。详见表1：车牌人工输入与车牌自动识别方法的比较。

车牌人工输入与车牌自动识别方法的比较 表1

	人工输入	车牌自动识别
处理速度	慢	快
劳动强度	大	没有增加
资金投入	无	3~5万元/车道
防作弊能力	较弱	强

第2、第3种方法，其实质是利用车牌作为收费系统的因素来达到防止换卡作弊的目的，只是通过不同的技术途径来实现其防止换卡作弊的功能，目前已演变成各种各样的形式，如只输入某一类车牌号，或车牌末尾的2位、3位、4位、5位，车流量大的收费站安装车牌自动识别系统，车流量小的站采用人工输入等等形式。通过分析研究，作者提出另外一种防止换卡作弊的技术方案，即利用系统参数超时表，通过提升收费系统的效能同样能够达到防止利用换卡作弊的效果，这就是作者提出的利用超时表解决收费系统中的换卡作弊的问题。

3 防止换卡作弊的主要技术路线

针对上述2种利用车牌来防止换卡作弊的方法，作者提出利用超时表解决收费系统中的换卡作弊问题的技术路线是：在收费系统参数中，建立超时表，并

在入口增加车道摄像机及图像抓拍功能，出口依据超时表检查车辆行驶的合理的行驶的时间，如果超出范围出口车道就通过收费系统网络调出入口车道的图像在终端上显示以进行比对处理。

只要是通过换卡作弊，无论是单一司机作弊，还是司机联合作弊，车辆在高速公路行驶的时间（入口时间来源于换卡后所持卡卡内的入口信息，出口时间来源于实际通过出口车道的的时间）与车辆在高速公路行驶的里程（入口站号来源于换卡后所持卡卡内的入口信息，出口站号来源于实际通过的出口站号）肯定不对应，此时系统发出报警，并调入该卡入口图像进行比对，从而达到防贪堵漏的目的。

下面就深汕高速公路东段收费系统超时表的设计过程描述如下，希望能够对目前广东省采用非接触式IC卡作为其通行券的区域联网收费系统工作起到抛砖引玉的作用。

3.1 超时表的设计

对于封闭式收费系统，设计合理的超时表是防范利用换卡、同卡重复、坏卡等特殊事件进行隐蔽性作弊的有效手段之一，超时表的设计应根据车型、车速、线路及沿线设施的状况等来综合考虑，下面以深汕高速公路东段为例来说明超时表设计的过程。

深汕高速公路东段由陆丰、葭湖、内湖、东港、隆江主、隆江次、惠来、仙庵、田心、海门主、海门次、河浦、达濠、汕头14个收费站，1个田心服务区、1个收费分中心组成，其中陆丰、汕头为主线收费站；共计74条车道，其中34条为入口车道，40条为出口车道；深汕东段采用封闭式半自动收费方式，通行卡采用可重复使用的硬磁卡。即人工判别车型，入口发放通行卡，出口回收、验卡、计算通行费，人工收费，计算机管理，辅以车辆检测器计数、电动栏

杆计数、通行卡计数、票据打印机计数校核, 闭路电视监视。

根据深汕东段每个收费站实际相对位置, 按照收费系统的5种车型, 每种车型的行驶速度为100km/h、90km/h、80km/h、70km/h、60km/h, 这样计算出每种车型合理的行车时间表。

3.2 收费系统的网络设计

3.2.1 局域网数据量的估算

假设以高峰小时交通量为基准进行数据量的估算, 即: 根据《广东深汕高速公路东段系统软件(收费部分)概要设计》中的入口车流量表、出口车流量表的要求, 每个入口产生的入口信息记录数据为39字节, 每个出口产生的出口信息记录数据为86字节, 并且假设发生特殊事件车辆都进行图像抓拍, 压缩后的图片大小为30k字节。

深汕东段的收费站、收费分中心网络系统均会采用以太网进行设计, 其速率均为10Mbps。

假设入口车道高峰小时处理的车辆数为400辆, 出口车道高峰小时处理的车辆数为240辆, 并且所有出口车道的特殊事件抓拍的图像、入口车道的每辆车抓拍图像全部上传站图像数据库, 如果出口特殊事件发生概率为10%时, 收费站局域网峰值传输速率可以由式(1)、式(2)、式(3)计算得出。

$$LT_{\eta} = D_i + D_x \quad (1)$$

其中, LT_{η} 为收费站局域网峰值传输速率; D_i 为入口车道的需要的峰值速率; D_x 为出口车道的需要的峰值速率。

$$D_i = (R_i + 30 \times 1024) \times V_i \times 8 \times L_i / 3600 \quad (2)$$

其中, R_i 为入口车道的信息记录数; V_i 为入口车道高峰小时处理的车辆数; L_i 为一个收费站入口车道的数量。

$$D_x = (R_x + 30 \times 1024 \times P_n) \times V_o \times 8 \times L_x / 3600 \quad (3)$$

其中, R_x 为出口车道的信息记录数; P_n 为出口车道发生特殊时间的概率; V_o 为出口车道高峰小时处理的车辆数; L_x 为一个收费站出口车道的数量。

以汕头主线收费站6进6出的站为例, 按照式(1)、式(2)、式(3)进行计算, $D_i = (39 + 30 \times 1024) \times 400 \times 8 \times 6 / 3600$, $D_x = (86 + 30 \times 1024 \times 0.1) \times 240 \times 8 \times 6 / 3600$ 得出 $D_i = 160.204\text{kbps}$, $D_x = 9.869\text{kbps}$, 所以汕头主线收费站局域网峰值传输速率 LT_{η} 为170.073kbps, 按照同样的计算规则可以得出所有收费站局域网高峰小时传输的速率均远远没有超过以太网的传输效率的极限。

3.2.2 广域网数据量的估算

深汕高速公路东段有14个收费站, 共计74条收费车道, 每个收费站均通过通信系统提供一个2M、G.703信道与路段分中心构成收费系统广域网络, 这样每个收费站均有一个独立的2048kbps广域网链路, 每个收费站的车道原始数据每5min向收费分中心上传一次, 则广域网峰值传输速率可由式(4)计算出。

$$WT_{\eta} = \left(\sum_{i=1}^n P_i \right) / 5 \times 60 \quad (4)$$

其中, WT_{η} 为广域网峰值传输速率; P_i 为每个站广域网的每5min要传输的数据量。

$$P_i = ((R_i \times V_i \times L_i) + (R_x \times V_o \times L_x)) \times 8 / 12 \quad (5)$$

为了简化计算, 假设深汕高速公路东段每个收费站均按照最大车道数进行估算, 即6进6出的车道数量进行计算, 则每个站5min要传输的数据量 $P_i = ((39 \times 400 \times 6) + (86 \times 240 \times 6)) \times 8 / 12$, 即 $P_i = 141.563\text{kbit}$, 所以整个深汕高速公路东段广域网峰值传输速率 $WT_{\eta} = 6.607\text{kbps}$, 因此可以得出广域网峰值传输的速率 WT_{η} 远远小于整个收费系统广域网设计的传输效率极限。

为了充分发挥广域网的传输效率, 尽最大可能挖掘和利用收费系统的效能, 在出口车道可以调出入口车道的部分车辆的图像, 而又不会造成收费系统广域网拥堵, 假如通过超时表有3%的车辆不在合理的超时表范围之内, 出口车道系统则可以通过广域网实时调用入口图像, 则网络需要传输的容量可以由式(6)计算出。

$$T_{\eta} = \sum_{x=1}^n E_x \quad (6)$$

其中, T_{η} 为广域网图像传输的峰值速率; E_x 为每个出口车道的峰值传输图像的速率要求; x 为收费系统的出口车道的数量。

$$E_x = I \times 1028 \times 8 \times V_o \times P / 3600 \quad (7)$$

其中 E_x 为广域网图像传输的峰值速率; I 为车道图像抓拍并压缩后的图片大小; V_o 为出口车道处理的高峰小时数量; P 为出口车道车辆发生超时的概率。

设 $I = 30\text{kbyte}$, $V_o = 240$ 辆/h, $P = 3\%$, 根据(7)计算出每个出口车道图像查询需要的带宽 E_x 为0.48kbps, 深汕东段一共40条出口车道, 极限情况是所有的出口车道均要调用同一个收费站的入口车道图像, 根据公式6, 需要的广域网带宽 T_{η} 为19.20kbps, 显然增加部分调用入口车道图像这一项功能需要占用的广域网带宽还是比较小的, 远远没有超过一个收费站广域网的传输效率的极限, 从而也证明这一技术方案

是完全可行的。

3.2.3 网络组成

深汕高速公路东段的收费管理机构由路段分中心、收费站 2 级管理机构组成, 2 级管理机构呈树型分布, 对应的分为分中心网络系统、站级网络系统。分中心、站设置以太网交换机, 其速率均为 10Mbps,

组网方式采用客户机—服务器方式, 分中心、站设置路由器通过通信系统提供的 2M、G. 703 信道构成收费系统的广域网, 每个收费站至路段收费分中心均有一个独立的 2Mbps 的数据通路, 局域网、广域网的通信协议均采用 TCP/IP 协议, 详见图 3。

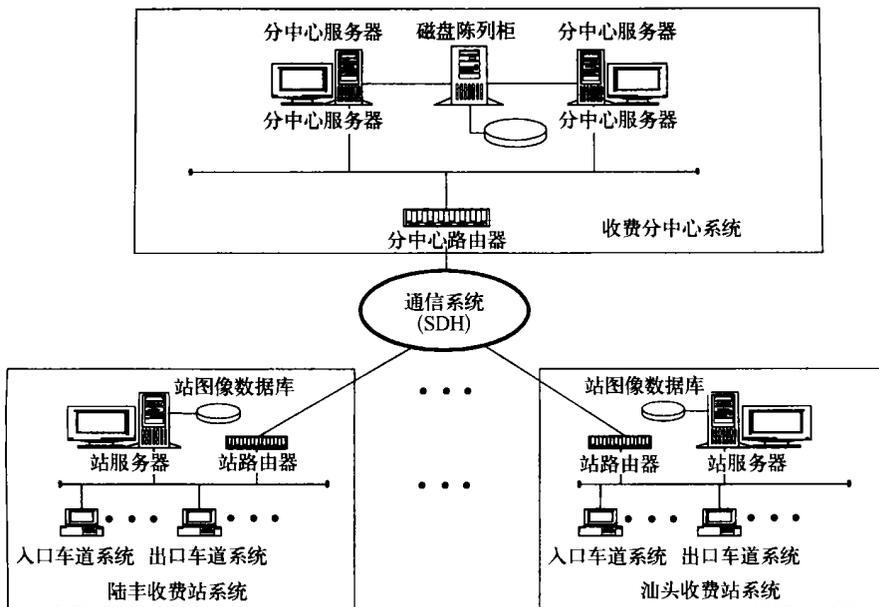


图 3 深汕高速公路东段收费网络系统的组成

3.2.4 数据库设计

在深汕高速公路东段每个收费站服务器建立一个入口图像数据库, 所有入口车道捕获的图片通过收费站局域网在实时上传写入站图像数据库的同时也同时写入入口图像数据库。

入口图像数据库根据超时表最长的时间 (比如 4h) 存放本站所有入口车道的图片, 这个数据库是动态变化的, 一般只是保持最近 8h 的图片, 过期图片单独处理后滚动删除, 这样始终保持入口图像数据库的大小相对不变, 以保持其有较高的查询、插入、删除的效率。

出口收费车道系统每收到 1 张通行券, 系统均要扫描一下超时表, 核对车辆行程时间是否在合理范围之内, 假设行车时间在超时表值的 $\pm 10\%$ 均属于合理范围, 否则系统判定就是行车时间超时, 系统就作为特殊事件进行处理, 并且要向收费站监控室发送报警信息, 出口车道系统自动根据读出的通行卡上的收

费站编号、车道号、入口时间、入口员工号等信息直接到该入口站的入口图像数据库中将该车辆的入口车道图片通过收费系统广域网调出至本出口车道, 同时与本车道捕获的车道图片进行核对, 以检查是否为同一车辆, 通过这样一系列的技术措施, 可以急剧地减少利用车型、行驶里程进行作弊的途径, 使收费系统防作弊的功能以及系统的效率大大增强。

4 小结

本文通过对换卡作弊可能的分析, 比较了车牌人工输入和车牌自动识别防止换卡作弊的优劣, 在此基础上提出了在收费系统建立超时表参数和增加入口车道摄像机, 通过提升和挖掘收费系统的整体性能和效率也能够有效防止换卡作弊的技术路线, 技术路线正确、清晰并且很好地解决了收费系统的成本问题, 对目前广东省正在进行区域联网收费系统防作弊功能的挖掘具有很好的借鉴作用。