

文章编号: 1002-0268 (2011) S1-0077-04

安徽省 ETC 应用效益分析

周正兵

(安徽省交通信息中心, 安徽 合肥 230051)

摘要: 对安徽省 ETC 系统应用效益进行分析。首先对 ETC 系统所产生的效益从直接效益、间接效益、交通性能、交通安全、能源环境、营运效率等进行多角度分析。然后, 针对这些角度进行评价指标的选择, 并应用评价指标的计算方法, 对 ETC 系提高安徽省收费站通行能力、节省时间和节能减排等效益进行分析估计。最终通过分析估计得到 ETC 系统在安徽应用效益显著。

关键词: 效益分析; 评价指标; 电子不停车收费 (ETC); 节能环保

中图分类号: F540

文献标识码: A

Benefit Analysis of ETC Application in Anhui Province

ZHOU Zhengbing

(Traffic Information Center in Anhui Province, Hefei Anhui 230051, China)

Abstract: We focused on the benefit analysis about ETC application in Anhui Province. First, we decomposed the benefit obtained from ETC system from the aspects of direct benefit, indirect benefit, traffic functional performance, traffic safety, energy and environment, operational efficiency and so on. Then, we chose some evaluation indexes from these aspects and applied the calculation method of evaluation index system to estimate the benefit effect of ETC application in Anhui Province in terms of traffic capacity, saving time, energy saving and emission reduction, etc. accordingly. Finally, we concluded by estimation that the benefit of ETC system application in Anhui Province is significant.

Key words: benefit analysis, evaluation index, Electronic Toll Collection (ETC), energy-saving and environment protection

0 引言

电子不停车收费 (ETC) 系统基于专用短程通讯 (DSRC) 技术, 通过路侧天线与车载电子标签之间的通讯, 不需要司机停车和其他收费人员采取任何操作的情况下, 自动完成收费处理全过程。

因 ETC 技术具有免除现金交易、无需停车快速通过、有效提高通行能力、大大提升服务水平、简化收费管理、推动节能减排, 降低环境污染等明显特点和优势, 具有良好的应用效益, 目前正在全国广泛推广使用。安徽省 2008 年开始分期分批逐步实施 ETC 车道和客户服务网点建设, 并大力推广 ETC

系统的应用。本文将针对安徽省 ETC 系统应用状况, 对安徽省 ETC 系统应用效益进行分析。

1 ETC 应用效益概述

ETC 应用效益可以从多角度进行分析。

从不同的主体, 可分为驾驶员、道路业主和社会效应。进一步又可分为直接效益和间接效益, 具体如图 1 所示。

对于驾驶员来说, 直接的效应就是减少油耗, 节约时间, 减少服务时间, 减少因拥堵带来的交通事故等, 间接的效应就是方便行程。

对道路业主来说, 直接的效应就是节省收费站

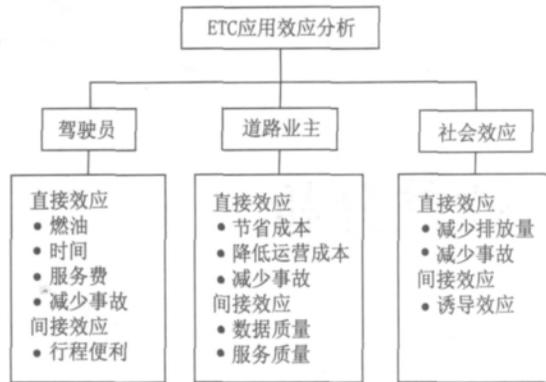


图 1 ETC 系统应用效益分析

Fig. 1 Benefit analysis of ETC system application

成本、节省运营成本、减少事故；间接效应就是可提高数据质量和服务水平。

对社会来说，直接的效益就是减少排放带来的环境污染，减少交通事故；间接效应就是诱导效应，可诱导驾驶员、社会大众关注环保、节能减排等问题。

对 ETC 系统应用效应分类，可以从交通性能、交通安全、能源环境、营运效率的角度进行 ETC 系统应用效益分析^[1]，具体见图 2。

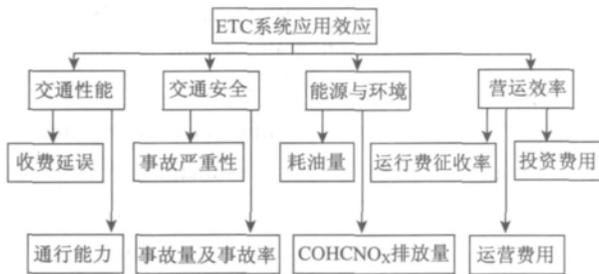


图 2 ETC 系统应用效益

Fig. 2 Benefit of ETC system application

(1) 从交通性能角度，可以提高收费站通行能力，从而减少收费延误。

(2) 从交通安全角度，可以减少事故量和事故发生率。

(3) 从能源与油耗角度，可以减少油耗量，从而减少尾气的排放量。

(4) 从营运效率角度，可以减少运营费征收率、投资费用，从而降低运营费用。

2 评价指标选取及计算方法

目前，对 ETC 系统应用效应分析的研究方法很多^[2-3]，依据上述分析 ETC 系统应用效应的分析，根据综合性、全面性、科学性、实用性、可比性、协

调性的原则，结合安徽省 ETC 系统应用现状，选择收费站通行能力、节省时间、减少油耗作为安徽省 ETC 系统应用效应评价指标。

2.1 收费站通行能力

收费站的综合通行能力一般取决于 3 种因素：收费站本身的特性、收费站交通流特性以及收费站的付费形式。美国马萨诸塞大学 Zarrillo^[4] 等人对车道配置、各种付费方式车辆比例、ETC 专用车道数等因素对收费站通行能力的影响进行了深入研究，提出了收费站综合通行能力计算模式，即

$$C = H + \frac{B_1 B_2 - (N_E S_E - P_E H)(B_1 - B_2)}{B_1 - P_E (B_1 - B_2)}, \quad (1)$$

式中：C 为收费站的通行能力；H 为提供单项服务车道的通行能力之和； B_1 和 B_2 分别为混合车道中 ETC 用户及其它用户的交通量； N_E 为 ETC 专用车道数； S_E 为 ETC 单车道服务能力； P_E 为 ETC 用户的比例。式(1)考虑了 ETC 专用车道，人工车道及混合车道 3 种车道类型。

目前安徽省建设的都是 ETC 专用车道和 MTC 车道，由此混合车道的交通量为 0，则在上述公式中 $B_1 = B_2 = 0$ 。只需估计单行服务车道的通行能力之和 H，即 MTC 车道和 ETC 专用车道的通行能力之和。

2.2 节省时间

节省时间是指车辆通过收费站 MTC 车道接受收费服务与车辆通过 ETC 车道收费、通过同样距离的时间差。通常车辆通过收费站的时间应包括：车辆减速进入收费站的时间、排队延误时间、收费时间、加速出收费站的时间。

车辆以 f 为加速度，速度由 V 匀速变化为 V' ，其时间和距离变化公式为：

$$\text{时间 } t = \frac{V - V'}{f}, \text{ 行驶距离 } S = \frac{V^2 - V'^2}{2f}.$$

2.3 节省燃油

车辆的油耗不仅仅与车辆的速度有关，还与车辆的加速、减速等动态过程相关^[5]。车辆的油耗其实是由车辆发动机的工况决定的，车辆发动机对应工况下的油耗计算为：

(1) 怠速

怠速过程的油耗近似的与车辆怠速时间成正比，可按式计算，即

$$FC_d = d_1 \cdot UFC_d,$$

式中： d_1 为怠速时间； UFC_d 为怠速时的油耗系数。

(2) 排队

车辆在收费区排队减速时，由于其初始速度很小，故可近似的看成怠速状态，其油耗可按怠速计

算方法计算。

(3) 加速

车辆在加速时燃烧耗油由两部分组成, 一是与速度有关的燃油消耗, 另一是由于加速度引起的额外燃油消耗, 这部分油耗可以按下式计算, 即

$$FC_a = d_a \cdot UFC_a,$$

式中: d_a 为车辆的加速时间; UFC_a 为车辆对应的加速状态的燃油消耗系数。

与速度有关的燃油消耗量可近似的看成以平均速度行驶于加速过程相同时间所消耗的油量, 可按下式计算, 即

$$FC_s = d_s \cdot UFC_s,$$

式中: d_s 为车辆的加速时间; UFC_s 为车辆对应加速过程中平均速度的燃油消耗系数。

(4) 匀速

$$FC_s = d_s \cdot UFC_s,$$

式中: d_s 为车辆的加速时间; UFC_s 为车辆对应加速过程中平均速度的燃油消耗系数。

最后根据车辆在整个行驶过程中的各种状态所占的时间比例, 计算车辆在收费区的油耗。

3 安徽省 ETC 应用效应分析

3.1 收费站通行能力分析

根据观测, 安徽省 ETC 车道的服务水平约为 3 s, 则安徽省 ETC 车道的最大通行能力为:

$$C = \frac{3\ 600}{3} = 1\ 200 \text{ veh.}$$

根据实际调研, 安徽省 MTC 车道最大通行量如表 1 所示。

表 1 安徽省各类型收费站通行能力表

Tab. 1 Capability of all types of toll station in Anhui Province

收费站类型	基本通行能力 / (veh · h ⁻¹)
封闭式交费找零	220
封闭式领卡/验票	480
均一制收费站	380

明显 ETC 收费车道的通行能力是 MTC 收费车道的 2 倍以上, 大大提高了收费站的通行能力。

以安徽某 6 条 MTC 车道 (封闭式领卡/验票) 收费站为例, 将其中一条 MTC 车道升级改造为 ETC 专用车。原收费站的最大通行能力为: $480 \times 6 = 2\ 880 \text{ veh}$; 建设 1 条 ETC 车道后, 其最大通行能力变为: $480 \times 5 + 1\ 200 = 3\ 600 \text{ veh}$ 。提高了收费站的最大通行能力, 可有效缓解收费站拥堵。

3.2 节省时间分析

ETC 用户在 ETC 专用车道内的驾驶速度为 20 km/h (约为 5.6 m/s)。假设车辆在收费站外的正常行驶速度为 60 km/h, 减速度为 5.6 m/s², 加速度 2.78 m/s²。在高峰时间, 每条 MTC 车道有 3 辆小型车排队等待缴费。假设车头距为 6 m。安徽省 ETC 车道的平均服务时间为 3 s, MTC 车道入口的平均服务时间为 6 s, MTC 车道出口的平均服务时间为 14 s。

对准备进入 MTC 车道的车辆至少从收费站前 108 m 开始减速。(18 m 为 3 辆车的距离, 90 m 为减速距离); 驶出收费站, 加速到正常速度, 所需行驶的距离为: 180 m, 9 s。排队等待时间为前面 3 辆车的服务时间。进入 MTC 车道的车辆行驶总距离为 288 m。

对准备进入 ETC 车道的 ETC 用户, 只需从距离收费站 80 m 开始减速。ETC 岛内行驶时间 3 s, 约 16.7 m。加速驶离收费站 4 s, 约 160 m。整个收费过程行驶 256.7 m。

根据上述假设和分析, 可以得出 ETC 用户经过入口收费站和出口收费站的时间都为: 9 s。进入 MTC 车道的车辆在入口收费站和出口收费站的时间分别为 33 s 和 65 s。如表 2 所示。

表 2 时间对比分析表

Tab. 2 Comparison of time cost

类型	减速时间/s	排队等待时间/s	服务时间/s	驶离时间/s	合计/s
ETC	2	0	3	4	9
MTC 车道	入口	18	6	6	33
	出口	42	14	6	65

进入 MTC 车道的车辆比 ETC 用户多行驶 31.3 m, 按照 60 km/h, 约合 1.5 s。由此可以得到, 用户使用 ETC 车道比 MTC 车道在入口收费站可节省 22.5 s, 出口收费站可节省 54.5 s。

安徽省 2011 年内拟建成 100 条 ETC 车道 (其中 50 条为入口车道), 保守估计 2012 年平均每天每条 ETC 车道交易量为 200 次, 则 2012 年一年可节约时间 78 070 h, 约为 8.9 a。

3.3 节省燃油

按照普通经济型车辆平均百公里 7 L 油耗的标准, 平均每车每百公里的油耗为 0.07 L, 怠速油耗约为 0.000 4 L/s。

依据前面的计算方法和节约时间分析, 则可得

到油耗的对比表(表3)。

表3 油耗对比分析表

Tab. 3 Comparison of fuel consumption

类型	减速 油耗/L	排队等待 油耗/L	服务时间 油耗/L	驶离 油耗/L	合计/L	
ETC	0.005 6	0	0.001 2	0.011 2	0.018 0	
MTC 车道	入口	0.006 3	0.007 2	0.002 4	0.012 6	0.028 5
	出口	0.006 3	0.016 8	0.005 6	0.012 6	0.041 3

进入 MTC 车道的车辆比 ETC 用户多行驶 31.3 m, ETC 用户此部分的油耗约为 0.0022 L。由此可以得到, 用户使用 ETC 车道比 ETC 车道在入口收费站可节省 0.008 3 L 燃油, 出口收费站可节省 0.021 1 L 燃油。

安徽省 2011 年内拟建成 100 条 ETC 车道(其中 50 条为入口车道), 保守估计 2012 年平均每天每条 ETC 车道交易量为 200 次, 则 2012 年一年可节约油耗 107 602.0 L。

4 结语

本文通过对安徽省 ETC 系统提高收费站通行能力、节约时间和减少油耗的进行分析, 可见 ETC 系统在安徽应用效益显著。

参考文献:

References:

- [1] 陆键, 丁纪平, 叶凡, 等. ETC 系统效益评价指标体系 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2003, 1 (1):

75 - 80.

LU Jian, DING Jiping, YE Fan, et al. ETC System Benefit Evaluation and Performance Index System [J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2003, 1 (1): 75 - 80.

- [2] 林思, 熊文华, 徐建闽. 基于决策偏好的 ETC 系统评价指标体系及评价方法 [J]. 城市交通, 2008, 6 (1): 81 - 85.

LIN Si, XIONG Wenhua, XU Jianmin. Research on Decision - making Orientated Index and Method of ETC Evaluation System [J]. Urban Transport of China, 2008, 6 (1): 81 - 85.

- [3] 贾洪飞, 隗志才, 姚宏伟, 等. 电子收费系统 (ETC) 社会效益分析 [J]. 系统工程理论与实践, 2004 (7): 121 - 127, 134.

JIA Hongfei, JUAN Zhicai, YAO Hongwei, et al. Socio - economic Analyses for Electronic Toll Collection Projects [J]. System Engineering - Theory & Practice, 2004 (7): 121 - 127, 134.

- [4] ZARRILLO M L. Capacity Calculations for Two Toll Facilities: Two Experiences in ETC Implementation [C] // The 79th Annual Meeting of the TRB. Washington, D. C.: [s. n.], 2000.

- [5] 项乔君. 城市交通系统汽车燃油消耗研究 [D]. 南京: 东南大学, 2000.

XIANG Qiaojun. Research on Vehicle Fuel Consumption in Urban Transportation system [D]. Nanjing: Southeast University, 2000.

(上接第 54 页)

8 结语

任何一个行业的标准都需要随着技术的发展、社会的进步而不断的修订, 我国高速公路的相关国标及地方标准同样需要不断前进, 完善不足, 增加新的技术与方案, 更好的指导行业的健康发展, 更好的服务于行业建设。不管是国家标准的修订还是地方标准的完善, 都需要我们共同去参与。

参考文献:

References:

- [1] 江苏省高速公路联网收费管理中心. 江苏省高速公路

联网收费暂行技术要求 [S].

Jiangsu Expressway Network Operation & Management Center. Jiangsu Expressway Network MTC Technical Requirements [S].

- [2] 交通部 2007 年第 35 号文件, 收费公路联网收费技术要求 [S].

No. 35 [2007] by MOC, Turnpike Networking Toll Technical Requirements [S].

- [3] 江苏省高速公路联网收费管理中心. 江苏省高速公路联网不停车收费暂行技术要求 [S].

Jiangsu Expressway Network Operation & Management Center. Jiangsu Expressway Network ETC Technical Requirements [S].