

# A Study on the Construction Organization Scheme of the Provincial Boundary Toll Station in Fokai Expressway

Zhiwan Yang

Guangdong High-Speed Technology Investment Co., Ltd., Guangzhou Guangdong  
Email: 510360121@qq.com

Received: Jun. 23<sup>rd</sup>, 2020; accepted: Jul. 20<sup>th</sup>, 2020; published: Jul. 27<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

In response to national policy for the cancellation of the provincial boundary of toll station, deepening the reform of toll roads industry structure, Fokai highway, cancel the provincial boundary toll station engineering project construction, ETC door frame system construction is the key and difficult point for this project, including the door frame layout, door frame layout, door frame foundation excavation, excavation and laying optical cable, and equipment debugging, and in the late inspection, ETC. This paper mainly studies and discusses the construction organization scheme of eliminating the provincial boundary toll station on Fokai expressway, and briefly introduces the main achievements in the construction organization of project. In addition, as for how to realize the effective tracking of the actual driving path of the vehicle after entering the high speed and how to ensure the accuracy of the tolls in the multi-sense loop driving, this paper starts from the Yafu high speed and introduces a multi-sense path identification technology based on 5.8 GHz RF.

## Keywords

Fokai Highway, Provincial Toll Station, Door Frame System, Construction Organization, 5.8 GHz RF Multiplex Path Identification Technology

---

# 佛开高速取消省界收费站施工组织方案研究

杨志婉

广东高速科技投资有限公司, 广东 广州  
Email: 510360121@qq.com

收稿日期: 2020年6月23日; 录用日期: 2020年7月20日; 发布日期: 2020年7月27日

## 摘要

为了响应国家的取消省界收费站的政策要求, 深化收费公路产业结构改革, 进行佛开高速取消省界收费站工程项目建设, ETC门架系统的建设则是本次项目的重点和难点, 其包括门架布设、门架基础开挖、光电缆的开挖和敷设, 还有后期的设备调试和检查等。本文则主要对佛开高速公路取消省界收费站的施工组织方案进行研究和探讨, 并简要的介绍了该项目施工组织方面的主要成果。另外, 对于如何实现车辆进入高速后实际行驶路径的有效跟踪, 如何确保车辆在多义性环路行驶中通行费的准确性, 本文也从佛开高速出发, 介绍了一种基于5.8 GHz射频频的多义性路径识别技术。

## 关键词

佛开高速, 省界收费站, ETC门架系统, 施工组织, 5.8 GHz射频频的多义性路径识别技术

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着我国国民经济的快速发展, 交通运输在推进经济发展中起着非常重要的作用, 高速运输凭借其优势成为人们出行的不二之选, 但高速公路收费体质需要改革的形势非常严峻, 对于高速公路的使用出现了诸多问题[1], 我国众多地区高速收费站服务无法满足社会需求, 众多省市出现高速超负荷运行, 高速交通堵塞等现象。为了解决高速拥堵问题, 进一步提高高速公路收费站服务的效率, 稳定促进地区性经济的发展和繁荣, 国家重视深化收费公路制度改革、取消高速公路省界收费站工作。

目前, 樊升印[2]等在取消省界收费站背景下, 详细阐述了借助敏捷管理控制器的智能化运维管控方案; 对于取消省界收费站可能会带来风险, 马骥[3]对取消省界收费站带来的风险及应对方案进行探讨; 对于怎么有效提高高速公路车辆的通行效率, 李明[4]采用基于射频技术的车辆信息识别系统在取消高速公路省界收费站中的应用; 对于建成取消省界收费站后有什么运营的变化和哪些管理的措施, 杨宝静[5]从分析取消省界收费站的变化特点入手, 对取消省界收费站后的运营变化和运营措施进行探讨; 苏叶岚[6]等基于5.8 GHz自由流的高速公路多义性路径识别系统进行探讨, 介绍了其技术优势、系统框架、系统原理、系统实现, 以及拓展应用等内容; 余绪金[7]等提出了一种基于有向图的高速公路多义性路径贝叶斯识别方法, 并应用于江西省高速公路建设中, 得到良好的反映效果。

本文对于佛开高速取消省界收费站工作, 介绍了一种基于5.8 GHz射频频的多义性路径识别技术, 对其进行了简要的阐述, 并对佛开高速施工组织方案进行研究。

## 2. 项目概况

佛开高速路线北起佛山市南海区谢边, 与广佛高速公路相接, 途经佛山市禅城区、顺德区, 江门市鹤山市、新会区, 止于江门开平市水口镇, 与开阳高速公路相接, 全长79.86公里, 谢边至三堡段已扩建为双向八车道, 三堡至水口段为双向四车道(共和至司前段正在扩建中), 设计行车速度为每小时120公里。

根据佛开高速地区性情况确定了相关的建设项目，其内容包括路段中心建设、ETC 门架系统建设、MTC 及 ETC 车道改造[8]、路网通讯系统扩容升级以及系统联调、切换与培训。其中，新建 ETC 门架总量为 22 个，6 个利旧，ETC 门架基础预计 44 个，吊装预计 22 套，ETC 门架电缆开挖、敷设预计 33 km，光缆开挖、敷设预计 52 km。佛开虚拟站情况分析如表 1 所示。

**Table 1.** The situation of Fokai's virtual stations  
**表 1.** 佛开虚拟站情况

序号	区段		ETC 门架桩号 (南行)	ETC 门架桩号 (北行)	取电路由	电缆长度	备注
1	谢边	张槎	K49+740	K49+870	张槎收费站	3800 米	跨桥梁 3100 m
2	张槎	南庄	K55+100	K54+700	张槎收费站	2500 米	跨桥梁 1300 m
3	南庄	吉利	K63+400	K63+470	吉利收费站	1800 米	有隔音板 800 m
4	吉利	沙头	K67+200	K67+280	沙头收费站	1600 米	电房没有备用回路
5	沙头	龙山	K72+303	K72+200	龙山收费站	2300 米	跨桥梁 80m
6	龙山	九江枢纽	K74+720	K74+700	龙山收费站	1500 米	
7	九江枢纽	大雁山	K3112+010	K3112+020	大雁山收费站	1500 米	
8	大雁山	陈山	K3114+180	K3114+000	大雁山收费站	1300 米	
9	陈山	昆东枢纽	K3119+900	K3119+915	陈山收费站	2200 米	
10	昆东枢纽	赤草枢纽	K3125+690	K3125+920	昆东枢纽箱变配电箱	3200 米	跨桥梁 400 米，需拉 8 公里光缆至陈山通讯
11	赤草枢纽	共和站	K3138+350	K3138+400	共和旧站	2600 米	
12	共和站	平连枢纽	K3142+170	K3142+200	共和旧站	2700 米	
13	平连枢纽	司前站	旧桩号 k3148+010 旧桩号 k3148+000		司前旧站	2400 米	
14	司前站	水口	旧桩号 k3150+640 旧桩号 k3150+700		司前旧站	1700 米	需拉 10 公里光缆至 12 项链接通讯

### 3. 施工组织方案

#### 3.1. ETC 门架系统的布设

ETC 系统的工作流程主要是在车辆上安装一个携带车辆信息的标签[9]，在车辆进站时，通过 ETC 门架系统时，就可以获得车辆的信息，在出站时，车辆的信息标签会与门架系统进行数据交换，完成自动缴费过程。

ETC 门架系统的布设存在几点布设原则：1) 在交通流发生变化(如入/出口匝道、互通立交)前的路段区间设置 ETC 门架；2) 在省界设置 ETC 门架时，应由相邻两省分别设置；3) ETC 门架宜设置在平直路段，且来车方向 50 m 范围内平面曲线半径宜大于或等于不设超高的平曲线半径值；4) ETC 门架与互通立交、入/出口匝道端部、被交道路直线距离宜为 1.5~3 km，不具备条件的路段可根据实际情况适当调整；5) ETC 门架布设应尽量避免 5.8 GHz 相近频点干扰源；6) 在满足 ETC 门架功能要求的前提下，布设位置的选择应综合考虑，优选供电、安装、通信方便的地点，尽量靠近附近的收费站房；7) 应尽量避免交通拥堵严重的路段、避免逆光等干扰，利于提高车牌图像识别准确率。ETC 门架布设示意图如图 1 所示。

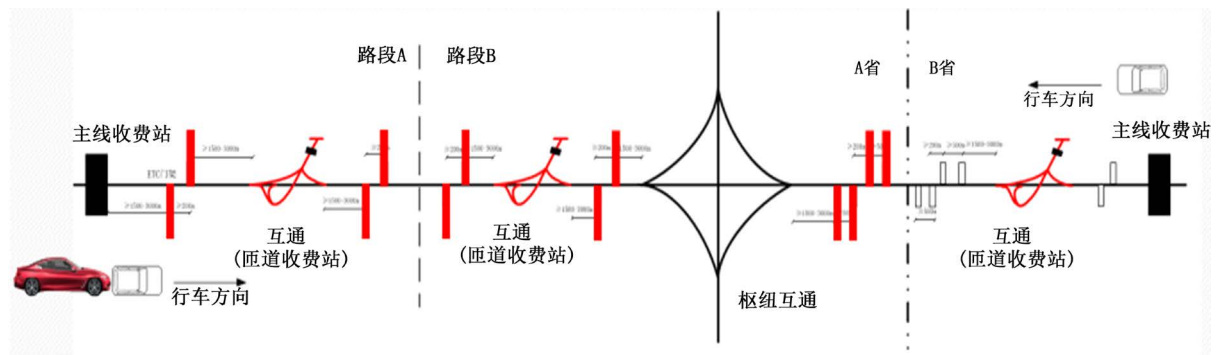


Figure 1. Schematic diagram of door rack layout

图 1. ETC 门架布设示意图

ETC 门架系统的布局，对于省界和非省界也有所不同。设置在省界的 ETC 门架系统，上下行方向各设置两个门架[10]，两个门架系统都具备完整的设备。考虑到在省界交通通行量比较大，设置两个门架系统，就有效的防止了当一个门架发生故障或者临时维护时，另外一个门架能够承担起全部的收费工作。而对于在非省界的 ETC 门架系统，上下行方向都只设置一个门架。省界和非省界 ETC 门架系统布局示意图分别如图 2 和图 3 所示。

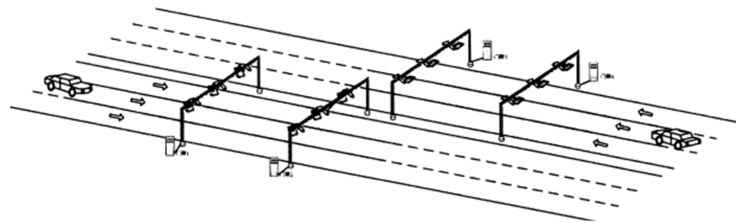


Figure 2. Schematic diagram of ETC system layout of provincial boundaries

图 2. 省界 ETC 系统布局示意图

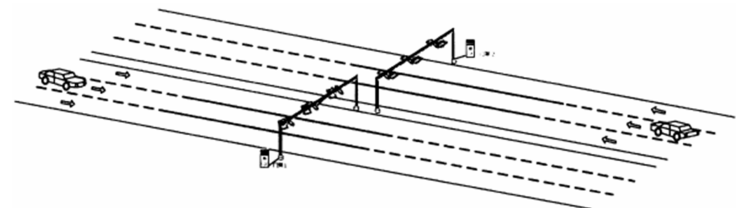


Figure 3. Schematic diagram of ETC system layout outside provincial boundaries

图 3. 非省界 ETC 系统布局示意图

## 3.2. 施工组织规划

### 3.2.1. 管理机构

此次任务时间紧迫、工作量大、点多面广、任务艰巨，需要精心组织、齐心协力、相互配合、统一思想和行动，健全施工管理体系，做好施工组织管理、现场安全生产管理到位；确保工程建设的安全，全力以赴完成好本工程建设任务。对此，组建了“取消省界收费站项目”联合指挥部，联合指挥部下设：工程实施组、商务组、技术支持组、资金保障组、安全与后勤保障组、宣传及人力资源保障组六个工作组，不同的组承担不同的职位和工作。安全管理方面由董事长亲自挂帅，成立取消高速公路省界收费站专项工程安全巡视督导组。

### 3.2.2. 工程施工计划

根据工程施工的情况,确定了工程施工班组投入计划方案。施工班组设有门架基础开挖制作施工组、门架吊装施工组、光、电缆开挖敷设施工组、设备安装及调试施工组,不同的组负责不同的施工方面,按照先门架基础开挖制作,再门架吊装,接着电缆开挖敷设,最后设备安装调试的顺序施工,并且每次施工都有时间规定,只有保证在规定的时间内完成这方面工作,才能进行下一方面的施工,才能保证整个工程项目在规定的工期内完工。

## 4. 工程施工工艺

### 4.1. 基础开挖方法和要求

工程基础开挖方法有人工开挖、机械开挖、人工及机械开挖相结合。考虑到工程项目的地形地质条件,工程基础开挖难易程度和项目经费情况,本项目工程基础开挖主要采用人工及机械开挖相结合的形式,机械开挖主要用在有水泥路面的地方(水泥面采用机械开挖,下层采用人工开挖),其他基础均采用人工开挖。

为了保证工程项目的质量和工程基础开挖工作的顺利完成,工程开挖也存在着几点要求:1)应严格按照测量放线进行准确开挖;2)中间绿化带开挖特别要时要注意避免损坏地下管路等地下设施,地下管线在开挖过程受到破坏,及时通知业主单位,并及时做好抢修工作;3)开挖时要做好防塌措施,开挖深度超过2m时要加挡土板;如果基础在斜坡处或土质松软的地方,周围应设挡土装置;在有水流的地方,可设防水柱和砌石围子;4)开挖要满足基础深度要求;5)基础施工开挖出现大量余泥,要严格按照规定或指定地点清卸。

### 4.2. 电缆开挖敷设工艺

#### 1) 电缆开挖工艺

对于电缆开挖,首先应确定路线的首末端、预埋管、桥梁、涵洞的位置。沟道深度也应符合设计、规范要求。

缆沟路由应当按路由复测后画出的标线开挖,开挖的沟要顺直,不得有蛇形弯,沟底应平整,不得呈波浪形,在坡、沟开挖时要缓慢放坡;基础施工开挖出现大量余泥,要严格按照规定或指定地点清卸;开挖沟中,如遇到障碍,可采用人字坡形式施工,在障碍处,采取逐渐降低或者逐渐升高的方式避让障碍,与障碍交叉的部位,应当采取适当的保护措施。

#### 2) 电缆敷设工艺

电缆采用聚氯乙烯铠装电力电缆,直埋敷设,电缆过桥涵时穿钢管保护,铠装电缆的金属护层应在其两端可靠接地。电缆直埋敷设时,采用C15素混凝土包裹进行防盗保护,并且其直埋深度不能低于0.7米。

电缆敷设时,在电缆终端头和接头附近留有备用长度。接头处预留有1.5m余量,终端头预留5m的余量。施工时可根据现场实际情况进行调整;电缆敷设时,应从盘的上端引出,应避免电缆与支架及地面摩擦拖拉,电缆上不得有未消除的机械损伤,如铠装电缆,电缆拧绞,护层折裂等;电缆敷设时,不宜交叉,电缆应排列整齐,加以固定,并及时的加设标志牌;敷设电力的管孔内径不应小于电缆外径的1.5倍;电缆头从开始剥切到制作完成必须连续进行,一次完成。

## 5. 工程进度计划

佛开高速施工的重点是ETC门架的建设,其包括基础开挖制作及光电缆开挖敷设。因此合理安排ETC门架建设进度是整个项目能否按期完工并发挥效益的关键所在。

## 5.1. 基础开挖及制作计划

基础开挖及制作预计投入班组 3 组, 每组 6 人, 后期增加 3 个班组, 因为共和至水口双方向在扩建, 已选桩号都在封闭区域内, 减少了封路的时间, 所以先从水口至共和双方向的中间开挖基础, 开挖完中间基础之后, 协调改封桩号两侧道路, 保证施工进度按时高效完成。

根据施工情况对基础开挖及制作进行工期时间安排: 完成 ETC 门架系统选址的现场光缆敷设路由勘察 18 d; 完成虚拟站门架建设 10 d; 完成门架基础建设 18 d; 在门架基础完成之前得进行门架基础法兰定位测量并投入生产; 门架吊装伴随在整个门架基础建设工作之中。综上, 基础开挖及制作工期为 3 个月。

## 5.2. 光缆开挖敷设计划

光缆开挖敷设预计投入班组 2 组, 每组 25 人, 后期减少 1 个班组, 增加至基础开挖工作。

根据施工情况对光缆开挖敷设进行工期时间安排: 完成光缆沟开挖及敷设工作 45 d; 完成 ETC 门架设备的安装调试 75 d, 在工期目标完成前使其基本具备切换条件。综上, 光缆开挖敷设工期为 4 个半月。

综合考虑施工的其他时间之后, 佛开高速取消省界收费站的施工项目基本具备切换条件的总工期为 6 个月左右。

## 6. 5.8 GHz 射频的多义性路径识别技术

对于佛开高速存在多义性路径环的情况, 为了实现车辆进入高速后实际行驶路径的有效跟踪, 确保车辆在多义性环路行驶中通行费的准确性, 故在佛开高速建设中运用了一种基于 5.8 GHz 射频的多义性路径识别技术。

### 6.1. 技术原理

5.8 GHz 射频的多义性路径识别技术是采用非接触的方式, 通过射频信号自动识别目标对象并获得相关数据, 属于一种专用短途的通用技术。

在实际的应用中, 5.8 GHz 射频的多义性路径识别技术应用系统是由读写器、电子标签和天线组成。其工作原理是当电子标签进入磁场后, 会接收到读写器发出的射频信号, 依靠感应电流获取能量发送出存储的信息, 或者主动发送信号, 读写器读取信息并解码后, 送至中央信息系统进行数据处理[11]。此技术可广泛应用于停车管理, 电子收费等领域。

### 6.2. 应用方案

运用 5.8 GHz 射频的多义性路径识别技术是为了统一解决装有 ETC 和未装 ETC 车辆的标识识别问题, 通过在收费站入口、多义性路段、收费站出口设置统一的 5.8 GHz 路侧设备, 利用 5.8 GHz 通信频段在路侧设备和车载标签之间进行信息读写, 以此实现通行车辆的路径识别。

此技术的运用, 需要在标识点处加装 5.8 G 天线和高清车牌识别系统。对于联网收费的总中心系统下应设置多义性路径识别系统, 该系统主要由中心系统、收费站系统、标识点系统、CPC 卡等组成。其系统组成如图 4 所示。

对于在整个系统中, 标识点系统会将收集到的数据和设备状态实时的传输给总中心系统; 车牌的识别信息和图片信息会按照所属路段的高清卡口设备将数据接入到通信系统, 再传输到中心系统, 这类车牌识别和图片信息的存储时间不得少于一定的时间, 其中图片信息包括出入口车辆的抓拍图片信息, 将这类信息存储一定时间有利于应对用户可能会发生争议而投诉的情况。

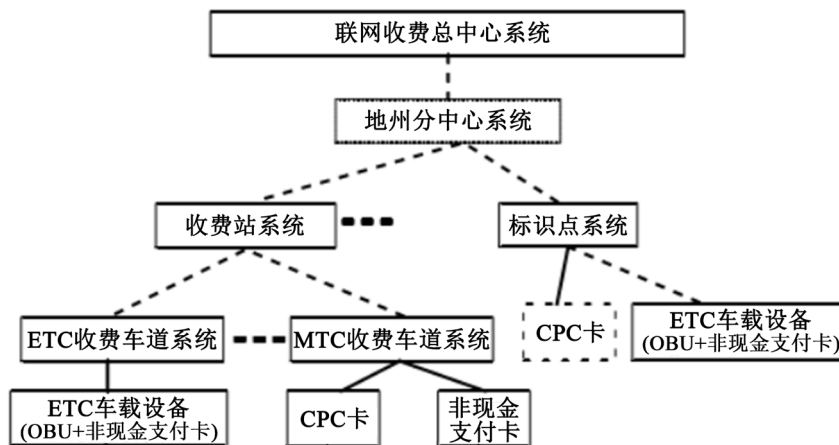


Figure 4. Schematic diagram of multi-path identification system  
图 4. 多路径识别系统组成示意图

## 7. 结语

取消省界高速公路收费站是国家的政策要求，是为了深化产业结构改革，而对于此项政策的实施还是有所难度的，并且对于取消省界高速公路收费站项目的施工，如何做到有限的施工条件下经济快速的完成施工项目非常值得讨论和研究。本文以佛开高速取消省界收费站项目为例，从ETC门架系统的布设、施工组织规划、门架基础开挖和光电缆开挖敷设的工艺及计划等方面，研究和探讨了佛开高速取消省界收费站项目的施工组织实施方案，并以此为其他取消省界收费站项目的建设提供了参考依据，本文也介绍了一种基于5.8 GHz射频的多义性路径识别技术，对佛开高速实现车辆进入高速后实际行驶路径的有效跟踪，确保车辆在多义性环路行驶中通行费的准确性起到了一定的效果，这类技术在ETC行业中已经推广多年，核心设备也相对成熟了，如何利用此技术服务于新兴领域，是我们以后研究的方向。

## 参考文献

- [1] 张志国, 刘祺. 潍日高速取消省界收费站施工组织方案探讨[J]. 中国交通信息化, 2019(12): 31-32.
- [2] 樊升印, 杜志军. 取消省界收费站背景下智能化运维管控方案[J]. 中国交通信息化, 2019(8): 126-128.
- [3] 马骥. 取消省界收费站带来的风险及应对方案探析[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(10): 214-216.
- [4] 李明. 射频技术在取消高速公路省界收费站项目中的应用[J]. 交通世界, 2020(11): 157-158.
- [5] 杨宝静. 取消高速公路省界收费站后的运营变化及管理措施[J]. 中国交通信息化, 2020(1): 35-37.
- [6] 苏叶岚, 徐砺艺. 基于5.8 GHz自由流的高速公路多义性路径识别系统探讨[J]. 中国交通信息化, 2018(1): 89-91.
- [7] 余绪金, 许俊. 一种基于有向图的高速公路多义性路径贝叶斯识别方法[J]. 公路交通科技, 2018, 35(11): 110-115.
- [8] 尧敏, 许俊, 余绪金. 取消省界收费站MCT车道改造技术要求探讨[J]. 中国交通信息化, 2019(10): 125.
- [9] 苏丽娅·艾尔肯. 电子不停车收费系统(ETC)的设计及实际应用[J]. 机电信息, 2019(17): 159+161.
- [10] 连榕滨. 取消高速公路省界收费站设计方案[J]. 四川建材, 2020, 46(4): 128-129+131.
- [11] 许永存, 贺静, 韩豪. 基于5.8 GHz射频的多路径识别技术应用探讨[J]. 中国交通信息化, 2019(2): 113-117.