

泉厦高速公路收费站设计

郑建兴 江 平

(福建省交通规划设计院 福州 350004)

提要 本文主要介绍国内外收费公路收费站类型;结合泉(州)厦(门)高速公路介绍封闭式收费站,收费广场的设计,收费站车道数的计算、管理楼和附属建筑物设计等。

关键词 高速公路 封闭式收费站 收费广场 匝道

Design of Toll Collection Station for Quanzhou to Xiamen Freeway

Cheng Jianxing Jiang Ping

(Institute of Communication Planning and Design of Fujian Province, Fuzhou)

Abstract This paper mainly introduces the type of highway toll collection stations at home and abroad. In combination with Quanzhou to Xiamen freeway, toll collection station of blocked type, the design of toll collection square, the calculation of lane number of toll collection station, as well as the design of management storey and accessory buildings etc are also introduced in this paper.

Key Words Freeway Toll collection station of blocked type
Toll collection square Ramp

0 概述

随着国民经济的迅猛发展,落后的交通设施和管理手段严重阻碍经济发展,从 80 年代起我国大陆开始修建高速公路,到 1995 年 2 月据不完全统计表明已建成 1555km 以上的高速公路,而且每年还在大量地修建,方兴未艾。

目前高速公路收费站及交通工程土建部分设计国内还没有统一的现行设计规范,本文结合泉州至厦门段高速公路封闭式收费站交通工程土建部分设计,阐述看法。

1 收费站制式的选择

对世界各国收费系统通常采用 3 种收费制式,即均一制、开放式和封闭式,见图 1。

1.1 均一制系统

收费站建在高速公路所有入口处(包括主线两端入口和各互通立交入口),车辆经过一个收费站交费,然后就可以在高速公路内自由行驶。收费标准仅因车种不同而异,与行驶里程

无关,且各个入口收费站都取同一收费标准,即全线均等收费。这种收费制式适合于都市高速公路和短途城市间高速公路,其特点是距离短,道路出入口互通立交多而密,交通量大,采用均一制,车辆仅需一次停车交费,手续简便,效率高,对交通影响较小。目前我国首都机场高速公路,日本东京首都高速公路都是采用均一制收费。

1.2 开放式系统

开放式系统又称栅栏式收费或路障式收费,收费站建在高速公路主线上,间隔一般在 30~50km 不等,各个出入口不再设站,车辆可以自由进出受控制,高速公路对外界环境呈“开放”状态。每个收费站标准和均一制一样,仅根据车型不同而变化,但各站的标准则因控制距离不等而有所区别,长途车辆可能经过多个收费站而需要多次交费,体现了行驶距离决定收费金额的原则,这是与均一制不同的一面。开放式系统在欧洲一些国家和美国一些洲际公路上应用较多,我国台湾的中山高速公路也是应用开放式,在我国大陆开放式收费在过桥收费和短距离高等级公路上得到较多应用。

1.3 封闭式系统

目前我国已建成通车的几条高速公路,如沈大高速公路、津塘高速公路等普遍采用封闭式收费系统,收费站是建在各互通立交匝道上,它是在入口发通行卡,在出口处验卡,按车型和行驶距离(或区间)收费,车辆进出高速公路都要受到控制,但在高速公路内部可以自由行驶,高速公路对外界呈“封闭”状态。

1.3.1 封闭式收费站系统优点

- (1) 严格按车型和行驶里程收费,合理公平;
- (2) 没有漏收问题;
- (3) 停车次数少,使用都容易接受;
- (4) 车辆在收费站处运行不会受阻,所以车流量得以改善;
- (5) 可以兼顾出入口的交通管理;
- (6) 借助通行券上的记录信息,可以获得多种交通情报,如各入口交通量,各立交交通量分配,各路段交通量及平均车速等。

1.3.2 封闭式收费站系统缺点

- (1) 由于车辆的通过费与其运行距离有关,所以费用分类系统比较复杂;
- (2) 入口操作简便,但出口操作复杂,费时较多,为不影响交通,只能增多出口车道数;
- (3) 收费站的收费车道较多,所需的收费亭、收费岛数量较多,收费设备复杂,造价、管理维持费用高;
- (4) 收费站与互通式立交合建一处,为便于收费立交形式需作专门考虑(一般做成喇叭型)造价投资大。

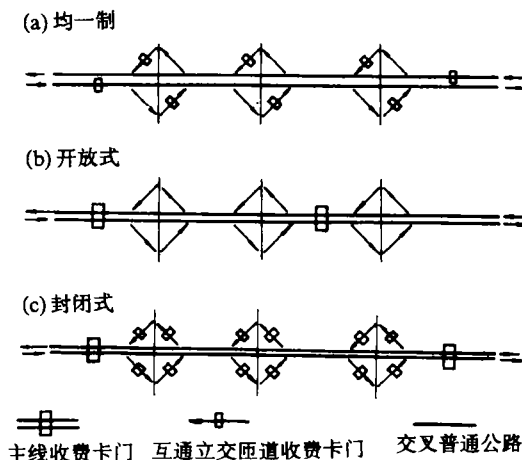


图 1 三种收费制式示意图

均一制为全线均等收费;开放式为各路段均等收费;
封闭式为互通立交区段收费。

2 泉州至厦门段高速公路交通工程土建部分设计组成

2.1 泉厦高速公路起自于泉州市西福，途经牛山、朴里、仓头、后安至厦门市郊田厝，全长 81.4km，全线建六座互通式立交，设有六个匝道收费站，如图 2 所示，考虑到泉厦高速公路两头分别与福泉、厦漳高速公路连接，取消了原设计泉州西福和厦门官林头的临时主线收费站。

2.2 收费广场设计，封闭式收费广场一般均设在互通立交匝道上，即车辆驶入和驶出收费站的区段，如图 3，为车辆进入区段到达收费亭之前进行减速和离开收费亭后为车辆提供的过渡段，平面布置要求从匝道宽度到收费站断面的渐变率（锥度）长度 $1:n$ ，美国推荐最大为 $1:20$ ，最小 $1:8$ ，欧洲采用 $1:10$ ，泉厦高速公路参照日本《高等级公路设计规范》渐变率取小于 $1:3$ ， L_2 固定值取不小于 30m。

2.3 在互通立体交叉上的收费站，考虑到驾驶员在驶出入收费站对前方公路情况的判断，操纵等需要 3~4 秒钟，所以从收费广场中心线到匝道分岔点的距离不小于 75m。泉厦段各收费站广场中心线到匝道分岔点的距离：西福为 100m，

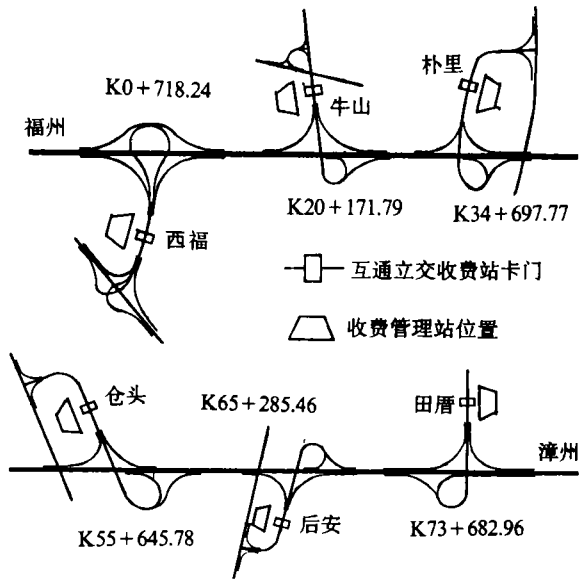


图 2 泉厦高速公路沿线收费站位置

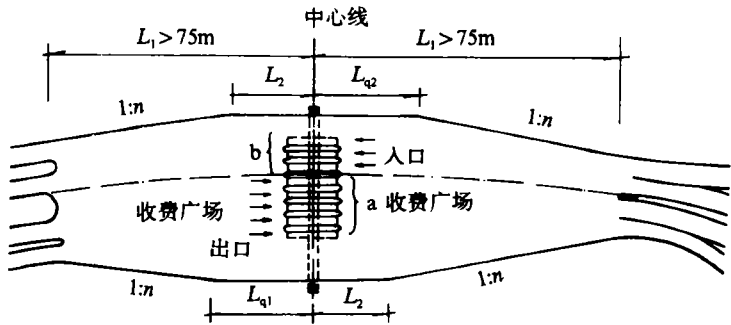


图 3 封闭式收费广场平面图

牛山为 180m，朴里为 120m，仓头为 100m，后安为 80m，田厝为 272m。

2.4 主线收费站广场自收费岛中心线两侧各 100m，匝道收费广场自收费岛中心线两侧各 50m 以内，纵坡和横坡不大于 2%。

2.5 收费广场直线段区间（见图 3），除了满足收费口长度的要求外，还要考虑到在高峰小时进出车辆等待排队长度，世界银行在福建的金硕公司丹麦公路理事会专家提出，对收费广场进出口直线段等待排队长度 L_{q1} 、 L_{q2} 按下列公式计算。

高峰小时等待排队车辆

$$na(b) = \frac{\ln(P)}{\ln \frac{Na(b) \cdot t}{a(b) \cdot 3600}} \quad (1)$$

式中, P 为排队多于 n 辆的可能性 (按 5% 取值);

$Na(b)$ 分别为出入口高峰小时车辆数 (辆/小时);

t 为出入口服务时间, 出口 $t=20$ 秒, 入口 $t=12$ 秒;

$L_{q1} (L_{q2}) = 7 \cdot na (nb)$ 为出入口等待排队长度 (车辆长度按 7m 计算)。

现列出按上式计算的 2005 年泉厦高速公路收费广场等待排队长度, 见表 1。

表 1

收费 站名	2005 年 (标准小客车)			N_a (辆/n)	N_b (辆/n)	na	nb	$7 \times na (b)$	
	ADT	入口 (b)	出口 (a)	入口	出口	入口	出口	L_{q2}	L_{q1}
西福	14240	3	5	558	572	7	7	49	49
牛山	15614	3	5	653	585	10	7	70	49
朴里	8477	2	4	314	358	5	5	35	35
仓头	10011	2	4	383	410	7	6	49	42
后安	3502	2	2	140	138	2	3	14	21
田厝	31517	4	9	1239	1259	6	4	42	28

举例: 牛山收费站出口高峰小时车辆, $Na=585$ 辆/时, 出口车道数 $a=5$, 求等待排队长度为多少米。

按公式(1)
$$na = \frac{\ln(P)}{\ln \frac{Na \cdot t}{a \times 3600}} = \frac{\ln(0.05)}{\ln \frac{585 \times 20}{5 \times 3600}} = 6.95 \approx 7 \text{ 辆}$$

出口排队长度
$$L_{q1} = 7 \times na = 7 \times 7 = 49 \text{ (m)}$$

3 泉厦段高速公路收费站收费车道的配置

3.1 服务时间 (t_s), 服务时间是指车辆进入收费站开始到离开收费站为止这一段时间。服务时间与到达收费口的车辆数有很大的关系, 一般来说它满足泊松分布:

$$P(t) = \frac{m^t e^{-m}}{t!} \quad (2)$$

式中, m 为服务时间平均值;

$P(t)$ 为平均服务时间 $m=t$ 秒时的概率。

3.2 服务水平, 服务水平牵涉到很多因素, 它包括等待车辆数、等待时间、工作效率等, 还与出入口车道设备能力有关系。

3.3 收费广场车道数计算, 由于目前国内还没有现行的高速公路设计规范, 泉厦高速公路入、出口车道数计算的有关参数, 参照《日本高等级公路设计规范》设计小时交通量:

$$DHV = ADT \times K \times D \quad (3)$$

式中, DHV 为 (单向) 不同方向的设计小时交通量;

ADT 为 (双向) 两个方向合计年平均日交通量 (根据预测交通量换算成标准的日平均

交通量)；

K 为第 30 位小时交通量与 ADT 之比值；

D 为第 30 位小时中车辆多的方向的交通量与两个方向的合计交通量比。

3.4 泉厦段高速公路，收费站车道数计算考虑到福建省的特点，为节省投资和少占地，以建成后的 2002 年交通量修建车道数， K 取 0.12， D 取 0.6，平均等待车辆为 1 辆，入口服务时间取 6 秒，出口服务时间取 14 秒。以 2015 年交通量所需的车道数征地，由于 2015 年主线交通量趋于饱和，服务水平相应下降，这时 K 取 0.1， D 取 0.6，平均等待车辆为 3 辆，入口服务时间取 6 秒，出口服务时间取 14 秒。

举例：西福收费站 2002 年平均日交通量 $ADT=14240$ 辆/日，入口服务时间 6 秒，出口服务时间为 14 秒，平均等待车辆为 1 辆， $K=0.12$ ， $D=0.6$ ，求入、出口车道数。

由公式 (3) $DHV=ADT\times K\times D=14240\times 0.12\times 0.6=1025$ (辆/时)，查《日本高速公路设计要领》表 17-1，入口车道数等于 3，出口车道数等于 5。

泉厦高速公路收费站道数计算见表 2。

泉厦封闭式收费站车道数计算 表 2

序号	站址	2002 年				2015 年			
		$AADT$	入口	出口	小计	$AADT$	入口	出口	小计
1	西福	14240	3	5	8	35966	4	8	12
2	牛山	11419	3	5	8	28486	4	8	12
3	朴里	7959	2	4	6	13995	2	4	6
4	仓头	7077	2	4	6	20036	3	6	9
5	后安	2492	2	2	4	18366	3	5	8
6	田厝	31517	4	9	13	44066	5	11	16
总 计			16	29	45		21	42	63

4 收费站总体布置型式

4.1 收费管理站位置的选择：泉厦段收费站均按一侧集中型布置，设在收费卡门的出口一侧。选择、设置在平坦而又稍高的地段，以利于排水和车辆的加、减速。另外还考虑为将来收费站可能拓宽留出余地，充分考虑到有效地利用地形，本着少占良田耕地，少拆迁民房，尽量利用坡地，避开大挖，大填地段以及利用高速公路互通匝道和地方公路所包围的已征用的土地等节省投资的原则。沿线六个收费管理站除了牛山和仓头收费站设在入口一侧外，其它均设在出口一侧。收费管理站位置如图 2 所示。

4.2 收费车道和收费岛尺寸选择：收费车道宽度 3.2m，为满足特种车辆通行最外侧车道 4.0m，收费棚净空高 5.5m。收费岛的各部尺寸，岛长 22m，宽 2.2m，缘石台阶高 0.15m。收费广场中心线下设电缆沟通道，净高 1.5m，净宽 1.2m，按 2015 年车道数修建收费广场，预留电缆沟出线孔。收费亭外形尺寸，出入口岛收费亭（长×宽×高）按 2.5m×1.5m×2.4m，中心岛收费亭按 3.6m×1.5m×2.4m，如图 4、5 所示。

5 收费站生产管理楼和附属建筑设计

生产管理楼必须设在对所有的收费亭都能看得清楚的位置，泉厦段收费站生产管理楼设

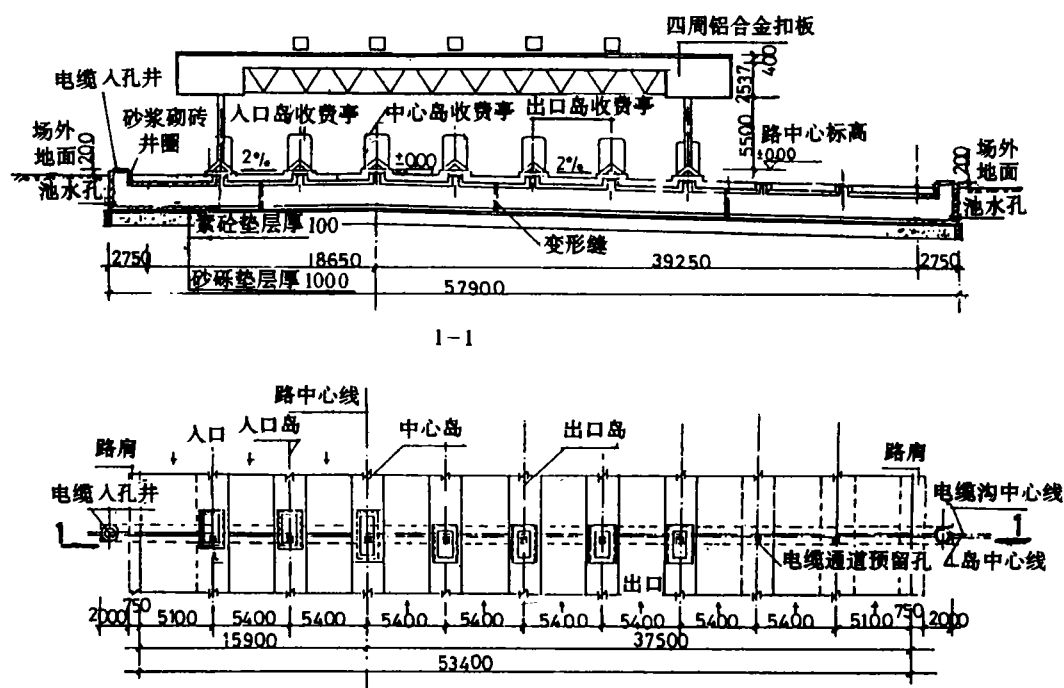
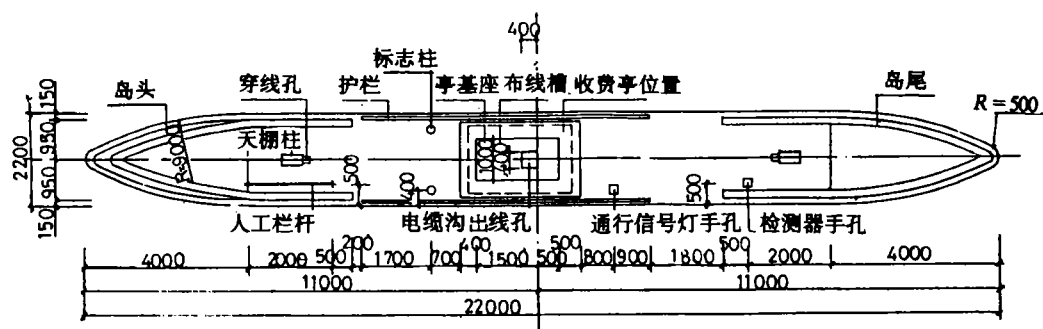
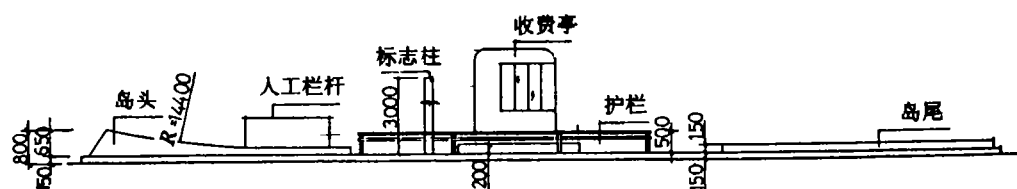


图 4 收费站设施布置图



出入口收费岛平面图



出入口收费岛立面图

图 5 封闭式收费站收费岛

在出口一侧,管理楼的监控室位置和出口车道的位置到内侧出口收费车道的视角不小于 60° 。若碰到地形位置受限制做相应的调整。管理楼内设有监控室、维护室、设备材料库、收费、办公会议室、光缆 PCM 传输室。通讯电缆经地下电缆沟来连接所有的收费亭。如图 6 所示。

6 几点体会

通过泉厦高速公路收费系统以上问题的设计,对以下几个问题发表些看法

(1) 对收费广场渐变率不宜过大,建议不小于 $1:10$ 这样改善最外侧车道线型,给驾驶员进入收费卡门之前容易判别前方设施,不容易撞坏收费岛上的设备,有利于收费工作人员生命安全。

(2) 对收费广场中心线两侧(如图3)直线段区间,笔者认为可以设计成不等的长度: L_2 固定值取不小于 30m 、 L_{q1} 、 L_{q2} 按公式(1)提供的高峰小时排队长度计算取值,对收费广场的设计较经济合理。

(3) 收费广场电缆沟地下通道问题,从现行我国已通车的几条高速公路均设有地下电缆沟,虽然对施工检修和二期收费广场车道拓宽有利,但从造价计算未免浪费,经测算电缆沟每延米造价 $1000\sim 1100$ 元/m。如改用预埋 $4\phi 100$ 镀锌管做为配电通讯电缆穿管是可行的,造价每延米约 260 元/m,这样单电缆沟可节省造价 76% 。

参考文献

- 1 福厦高速公路泉州至厦门段交通工程土建部分施工图设计文件.福建省交通规划设计院,1994年5月.
- 2 福厦高速公路泉州至厦门段收费系统主要技术要求.交通部公路科学研究所,1992年6月.
- 3 京塘高速公路收费系统的研究.
- 4 日本高速公路设计要领.交通部工程管理司译制组译,1991年5月.
- 5 日本高等级公路设计规范.1990年6月.

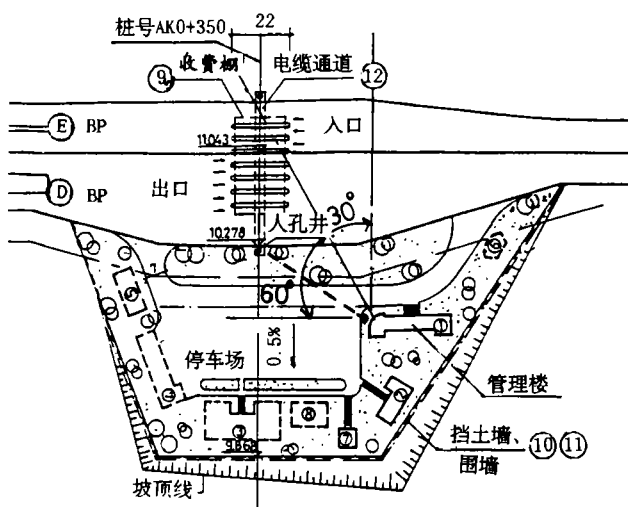


图6 管理楼位置图