

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2021.09.009

基于平曲线参数的服务区出入口匝道长度研究

朱建方, 毛化冰, 韩泽祥

[济南市市政工程设计研究院(集团)有限责任公司, 山东 济南 250003]

摘要:以服务区出、入口匝道的基本概念和相关设计指标为出发点,基于匝道平曲线设计不同类参数,利用《公路项目安全性评价规范》(JTG B05—2015)(以下简称《规范》)中,匝道运行速度预测模型,构建服务区出、入口匝道最小长度计算模型。最后计算得到不同设计速度下高速公路服务区出、入口匝道长度的最小取值。

关键词:服务区匝道;平曲线参数;运行速度预测模型;匝道最小长度

中图分类号:U412.34

文献标志码:A

文章编号:1009-7716(2021)09-0034-03

0 引言

高速公路服务区作为高速公路重要的附属设施,为道路使用者提供休息、补给的重要场所。而服务区匝道在于保证用路者安全顺适地到达或离开服务区,目前道路设计相关规范中,缺少服务区匝道长度的有关指标要求。并且可以从多个理论角度与实测角度分析保证驾驶员安全快速地到达或驶离服务场区的最小匝道长度,以达到完善规范的目的。

1 服务区出入口匝道的概念及设计指标

1.1 服务区出入口匝道的概念

高速公路服务区匝道根据组成为出口匝道、场区车道和入口匝道^[2]。根据《公路立体交叉设计细则》(JTG/T D21—2014)^[1](以下简称《细则》)服务区出、入口匝道示意图可知(见图1),高速公路出入口匝道是根据车辆驶出、驶入高速公路的方向确定,其中由高速公路减速车道驶出,进入服务区停车场的匝道为出口匝道,由服务区驶出,汇入高速公路主线的匝道为入口匝道。

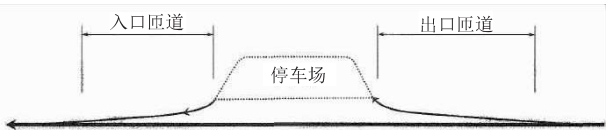


图1 服务区出、入口匝道示意图

匝道长度为主线鼻端至停车场入口或出口间的长度,即从减速车道末点或加速车道始点开始计算,以出口匝道为例,图2中黑点所示为减速车道末点,

即匝道长度计算始点。

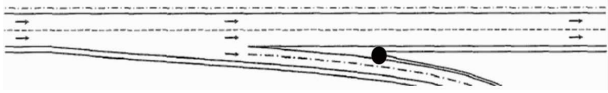


图2 减速车道与出口匝道始点示意图

1.2 变速车道的设计标准

目前,从高速公路进入服务区匝道的变速车道设计均遵循《细则》10.2变速车道的有关规定^[1]:

(1)细则规定为:减速车道的形式宜采用直接式,当出口匝道为环形时,减速车道宜采用平行式,单车道加速车道宜采用平行式^[1]。

(2)变速车道各路段最小长度符合《细则》10.2.5的相关规定,具体见表1。

表1 变速车道各路段最小长度

变速车道类型	主线设计速度 $V/(km \cdot h^{-1})$	变速段长度 L_1/m	渐变段长度 L_2/m	全长 L/m
减速车道 (单车道)	120	145	100	245
	100	125	90	215
	80	110	80	190
加速车道 (单车道)	120	230	90(180)	320(410)
	100	200	80(160)	280(360)
	80	180	70(160)	250(340)

注:括号内数值为单车道直接式减速车道的渐变段长度,平行式减速车道采用括号外的值。

一般情况下,服务区与主线之间的交通流量较小且出入口匝道的任意断面车头时距较大,《细则》指出,服务区匝道宜采用互通式立体交叉单向单车道匝道。

1.3 服务区出入口匝道的设计速度

由于高速公路服务区的出、入口匝道的直接作用是服务车辆便捷驶入、驶出场区,平纵面线形设计指

收稿日期:2021-03-22

作者简介:朱建方(1979—),男,学士,高级工程师,从事道路桥梁工程设计。

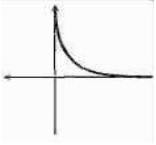
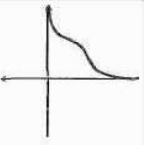
标高且形式简单,高速服务区的选址一般尽量选择地形平坦开阔地带,然而在山岭地区受制于周边复杂地形条件,高速服务区的选址及出、入口匝道布置条件受限,服务区的出、入口匝道长度不长,很大程度上区别于互通式立交一般意义上的匝道。图3为青兰高速沂源服务区。



图3 青兰高速沂源服务区示意图

《细则》中指出,高速公路服务区入口匝道的长度不小于60 m,当主线设计速度为80 km/h时,服务区出口匝道长度不小于80 m^[1]。类比互通式立交设计形式,服务区出、入口匝道的形式与设计速度可类比于一般互通式立交交叉直连式变化型和标准型匝道,见表2。

表2 匝道基本路段设计速度及匝道类型

匝道类型	直连式	
	标准型	变化型
设计速度/(km·h ⁻¹)	40~60	30~40
一般互通式立交交叉 匝道形式		

《细则》中指出匝道的设计速度可采用40 km/h。当条件受限时,可根据主线设计速度适当降低,但不应小于30 km/h。国内相关论文经过实际测速和规范参考提出服务区匝道的设计速度是根据主线设计速度区分的^[2],见表3。

表3 服务区匝道的设计速度

主线设计速度/(km·h ⁻¹)	120	100	80	60
出口匝道设计速度/(km·h ⁻¹)	40	35	30	25
入口匝道设计速度/(km·h ⁻¹)	45	40	35	30

服务区场区速度是指服务区内部场区车道的设计速度,服务区的场区速度一般为10~15 km/h^[2]。考虑到山区高速服务区地形差,选址困难,场区速度在本文计算中取大值。

2 服务区出入口匝道长度计算

根据《细则》中的相关规定:

(1)出口匝道在分流鼻端附近的设计速度可参考表4。

表4 出口匝道分流鼻端通过速度

主线设计速度/(km·h ⁻¹)		120	100	80	60
分流鼻端通过速度 /(km·h ⁻¹)	一般值	70	65	60	55
	最小值	65	60	55	45

(2)入口匝道在合流鼻端附近的设计速度可采用匝道基本路段的设计速度。

根据《规范》中互通式立交交叉匝道路段运行速度预测模型,由于服务区出入口匝道设计指标高,纵断面坡度一般不大于3%,将服务区出入口匝道划分为平直路段或者平曲线路段。当圆曲线半径小于等于600 m时为平曲线路段,大于600 m时为平直路段。

2.1 平直路段下出、入口匝道长度计算

2.1.1 出口匝道长度计算

根据我国《汽车驾驶员手册》建议,一般舒适的减速度为1.0~1.5 m/s²,基本舒适的减速度为1.5~2.0 m/s²,取 $a=2.0 \text{ m/s}^2$ ^[4]。由《规范》中匝道平直路段终点的运行速度模型:

$$V_{\text{out}} = 3.6 \sqrt{\left(\frac{V_{\text{in}}}{3.6}\right)^2 + 2as} \quad (1)$$

式中: V_{out} 为场区速度,取15 km/h; V_{in} 为出口匝道分流鼻端通过速度,当主线设计速度为80 km/h时,根据表4取60 km/h。

计算得到出口匝道长度 $S=65 \text{ m}$ 。当主线设计速度为其它设计速度时,结果见表5。

表5 服务区出口匝道最小长度

主线设计速度/(km·h ⁻¹)	120	100	80	60
服务区出口匝道最小长度/m	90	77	65	54

2.1.2 入口匝道长度计算

服务区入口匝道与平行式加速车道相连接,车辆在合流鼻端附近的运行速度小于分流鼻附近的运行速度。根据以下模型:

$$V_{\text{out}} = 3.6 \sqrt{\left(\frac{V_{\text{in}}}{3.6}\right)^2 + 2as} \quad (2)$$

式中: V_{out} 出口匝道分流鼻端通过速度,当主线设计速度为80 km/h,取35 km/h; V_{in} 为场区速度,取15 km/h。加速度 a 根据《公路路线设计规范》(JTG D20—2006)^[5]取1.0 m/s²,计算得到入口匝道长度 $S=28 \text{ m}$ 。

当主线设计速度为其它设计速度时,计算结果见表6。

表6 服务区入口匝道最小长度

主线设计速度/(km·h ⁻¹)	120	100	80	60
服务区出口匝道最小长度/m	52	40	28	20

2.2 平路路段下出、入口匝道长度计算

2.2.1 入口匝道长度计算

当服务区入口匝道位于半径 $R \leq 600$ m 的曲线上,入口匝道设计速度取 40 km/h,入口匝道路假设为 60 m,圆曲线半径 $R=100$ m,缓和曲线 $l_s=50$ m,根据式(3)反算:

$$L = R \times \alpha \frac{\pi}{180^\circ} + l_s \tag{3}$$

转角 α 约为 6° ,文章以小汽车为研究对象,根据《规范》B.4.6 模型,取 $R_{front} = 5R_{now}$

$$V_{out} = 0.42V_{in} + 30\ln(5R_{now} + 500) + 28\ln(5R_{now} + 500) - 353.978$$

其中 V_{in} 为场区速度,取 15 km/h,得到:

$$V_{out} = 30\ln(5R_{now} + 500) + 28\ln(5R_{now} + 500) - 347.678$$

V_{out} 与 R_{now} 的函数关系见图 4。

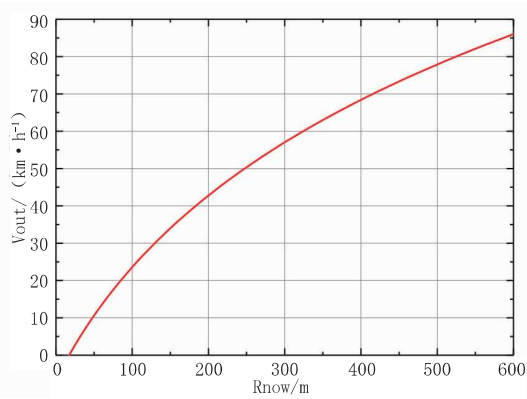


图4 V_{out} 与 R_{now} 函数关系图

根据相关论文研究服务区入口匝道在合流鼻端附近的速度 V_{out} 具体取值参考表 3,当主线设计速度为 80 km/h, V_{out} 取 35 km/h,此时 $R_{now}=158$ m。由《细则》得到匝道回旋线长度最小取值,见表 7。

表7 匝道回旋线的最小长度

匝道设计速度/(km·h ⁻¹)	45	40	35	30
回旋线最小长度/m	40	35	30	25

当 $V=35$ km/h,缓和曲线最小长度为 30 m。匝道最小长度:

$$L = R \times \alpha \frac{\pi}{180^\circ} + l_s = 158 \times 6 \frac{\pi}{180^\circ} + 30 = 47$$

当主线设计速度为其它设计速度时,计算结果

见表 8。

表8 服务区入口匝道最小长度

主线设计速度/(km·h ⁻¹)	120	100	80	60
服务区出口匝道最小长度/m	66	55	47	39

2.2.2 出口匝道长度计算

当服务区入口匝道位于半径 $R \leq 600$ m 的曲线上,同样以小汽车为研究对象,根据 2.2.1, V_{out} 为场区速度,取 15 km/h,得到:

$$V_{in} = 30\ln(5R_{now} + 500) + 28\ln(5R_{now} + 500) - 347.678$$

V_{in} 与 R_{now} 的函数关系见图 5。

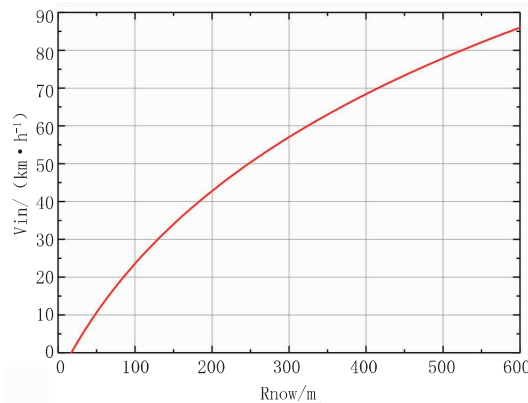


图5 V_{in} 与 R_{now} 函数关系图

当主线设计速度为 80 km/h, 根据表 4, V_{in} 取 60 km/h,此时 $R_{now}=325$ m,根据表 3 和表 6 得到回旋线最小长度 25 m,则:

$$L = R \times \alpha \frac{\pi}{180^\circ} + l_s = 325 \times 6 \frac{\pi}{180^\circ} + 25 = 59$$

当主线设计速度为其它设计速度时,计算结果见表 9。

表9 服务区出口匝道最小长度

主线设计速度/(km·h ⁻¹)	120	100	80	60
服务区出口匝道最小长度/m	78	68	59	55

3 结 论

文章以小汽车为研究对象,以不同的主线设计速度为变量,考虑服务区出、入口匝道不同的平曲线参数,分别得到了不同参数下匝道的最小长度。通过分析 2.1 和 2.2 的计算结果,对于出、入口匝道的最小长度根据表 10、表 11 确定。

表10 服务区出口匝道最小长度 单位:m

主线设计速度(km·h ⁻¹)	120	100	80	60
平曲线半径大于 600 m	90	77	65	54
平曲线半径不大于 600 m	78	68	59	55



图 3 道路改造完成后现场照片

提出的将路面雨水引入绿化分隔带的方式（见图 4）不仅收集雨水量大,后期还可减少清除孔内、空隙内垃圾等养护成本。



(a)路缘石开孔设置 (b)路缘石断开设置

图 4 开孔、断开式路缘石现场照片

5 结 语

本文结合北京经济技术开发区天宝中街道路改造工程，将海绵城市理念应用于城市道路非机动车道设计中,并简要介绍了该设计方式的设计原理、具体设计方法以及推广的意义。

(1)通过抬升非机动车道及人行道路面高度,使下凹式分隔带通过设置的生物滞留设施净化收集人行道、非机动车道、绿化带的雨水。

(2)在临近路侧开口处,需要设置非机动车道的道路横坡渐变,以使坡向道路内侧的非机动车道横坡在路口处坡向道路外侧。

(3)目前,国家提倡慢行,重视慢行系统路权,越来越多的道路通过设置机非分隔带实现机非分离。本工程在此背景下,在新建或改造道路的同时,在道路设计中加入海绵城市理念,具有一定推广意义。

参考文献:

[1] 孙芳.基于海绵城市的城市道路系统化设计研究[D].西安:西安建筑科技大学,2015.
[2] 张雪强.海绵城市设施应用于新建市政道路——以临沂国际商贸城临西十二路建设为例[J].上海建设科技,2020(2):54-57.

(上接第 36 页)

表 11 服务区入口匝道最小长度	单位:m			
主线设计速度(km·h ⁻¹)	120	100	80	60
平曲线半径大于 600 m	90	77	65	54
平曲线半径不大于 600 m	66	55	47	39

本文利用匝道平曲线参数计算理论，结合运行速度计算模型,对高速公路服务区出、入口匝道长度进行研究。建立了以小汽车为研究对象,在平曲线参数下，主线不同设计速度出、入口匝道长度计算模

型,并给出最小值。文章所提出的出入口匝道长度的最小值及计算模型，对于完善高速公路相关规范具有重要的理论价值和参考意义。

参考文献:

[1] JTG/T D21—2014,公路立体交叉设计细则[S].
[2] JTG B05—2015,公路项目安全性评价规范[S].
[3] 李江.汽车驾驶员手册[M].北京:机械工业出版社,1997.
[4] JTG D20—2006,公路路线设计规范[S].