

基于 Transmodeler 的广州机场高速流量 调控仿真评价^{*}

冯川, 陈欢, 戴娟莉, 邹祥莉

(广州交通信息化建设投资营运有限公司, 广东 广州 510620)

摘要: 目前,国内采用 Transmodeler 进行二次开发的案例较少。文中在分析广州机场高速公路仿真路网静态基础数据的基础上,描述需要输入的仿真动态数据,包括用于仿真的 OD 矩阵及流量调控算法,着重阐述用 GISDK 和 TSM API 进行二次开发的思路及二者分别实现的主要功能;最后基于 Transmodeler 和二次开发对采取与不采取流量调控措施两种情况下的指标数据进行对比分析,评价调控措施的实施效果。

关键词: 公路交通;高速公路;流量调控;Transmodeler;二次开发

中图分类号:U491.1

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2020)01-0032-03

1 项目概况

广州机场高速公路一期(广州至新白云机场,见图1)作为白云机场与广州市中心区联系的单一高等级道路,其功能复合,可靠性较低,三元里路段尤为显著。在国庆等法定节假日因高速公路免费自驾出行增多,机场高速公路易出现大面积交通拥堵。广州机场高速公路承担着市区至机场的主要交通需求,同时也是过境车辆的重要通道,两种不同性质、不同任务的交通流互相影响、干扰,造成车辆行驶速度较低,运营成本上升,高速公路的功能降低。为有效疏导车流,缓解高峰时段或流量集中时段的交通拥堵,需根据实时路况采取适宜的交通管理措施。Transmodeler 4.0 仿真软件可通过建立高速公路仿

真路网,设置路网、路径、输入、输出等参数,通过二次开发将仿真结果进行分析得到所需评价指标,并在相关平台进行对比,分析调控措施实施效果。

2 仿真路网及基础数据设置

2.1 仿真路网数据

广州机场高速公路仿真路网南起于三元里,北止于机场,其中平沙至机场为双向八车道,其他路段为双向六车道。沿线(由南往北)设有三元里、白云新城、新市、黄石南、黄石北、平沙、蚌湖、人和、太和、机场 10 个收费站,除三元里和机场 2 个收费站外,其他收费站均可进行控制;沿线(由南往北)衔接的高速公路有北环高速、华南快速三期、北二环高速、机场高速二期;沿线(由南往北)的重要立交有平沙立交(见图2)、蚌湖立交(见图3);进行流量调控时

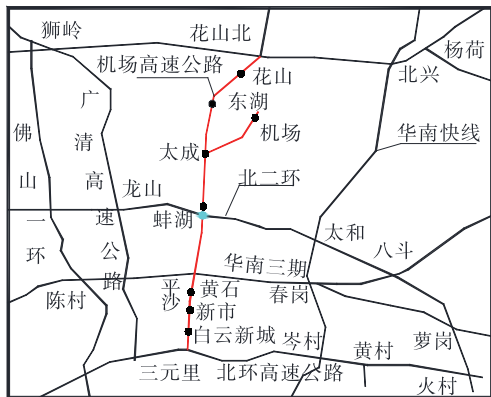


图1 广州机场高速公路示意图



图2 平沙立交仿真路网

^{*} 基金项目: 广东省交通运输厅科技项目(科技-2016-02-031)



图3 蚌湖立交仿真路网

由南往北可控制的匝道有与北环高速公路衔接处的匝道、平沙立交处的匝道、蚌湖立交处的匝道。

2.2 基础数据设置

(1) 仿真路网参数。包括各路段道路等级和通行能力、收费站类型和服务时间等。

(2) 路网输入参数。包括 OD 矩阵分布规律、事故参数、信号灯参数。

(3) 输出参数。包括需输出的数据表格、选择需输出的路网范围、统计粒度。

(4) 其他参数。包括交通流组成比例、加减速模型标定参数等。

3 仿真动态数据输入

机场高速公路仿真及二次开发所需动态输入数据包括仿真路网 OD 矩阵及由机场高速公路流量调控算法所得入口流量控制措施。

3.1 机场高速公路仿真路网 OD 动态数据

机场高速公路仿真路网 OD 动态数据获取方法分为两类:一类由视频流量数据推导得到,如三元里至黄石、平沙、蚌湖等收费站所关联的仿真路网 O 点和 D 点;另一类是根据视频流量 OD 数据,推导无视频监测的收费站流量的仿真路网 O 点和 D 点,如各收费站至人和、太成、机场等收费站相关的 O 点和 D 点。

由视频流量推导仿真路网 OD 矩阵通过两步获得:第一步是通过收费站历史 OD 数据获取仿真路网 OD 数据的基础样本;第二步将所需时段的视频流量数据根据第一步所得 OD 基础表转换为仿真路网相应时段的 OD 数据。

3.2 机场高速公路流量调控措施数据

机场高速公路流量调控算法依据高德地图中实

时路段速度判定每个路段(两出入口之间为一个路段)的拥堵状态,当路段达到中度拥堵状态时启用延迟收费站抬杆速度的措施,当路段达到严重拥堵状态时启用临时封闭收费站或压缩与其他高速公路相衔接匝道车道的措施;措施实施一定周期后,根据路段实时速度判定是否需解除流量调控措施。

4 Transmodeler 仿真软件二次开发

二次开发是指用户根据自身需求,在软件开发者提供的开发环境或编程接口的基础上进行新功能开发或完善原有功能的过程。利用 Transmodeler 进行二次开发的思路见图 4。

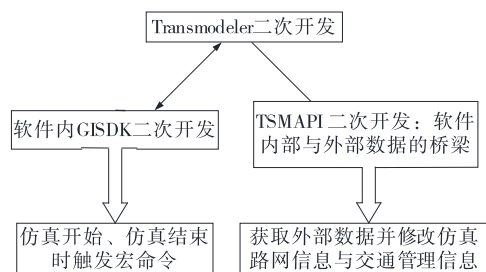


图4 Transmodeler 二次开发思路

4.1 Transmodeler 内部 GISDK 二次开发

GISDK 二次开发的功能主要体现在:1) 通过使用回调函数实现仿真开始时便触发打开 Oracle 数据表并更新用于仿真的 OD 矩阵;2) 通过使用回调函数实现仿真结束时便触发输出 trips、segment、检测器速度值等仿真结果及数据保存的时间粒度、数据格式等。

GISDK 的回调函数为 RegisterCallback,该函数可通过设置参数值来确定调用的宏命令、UI 界面及何时调用(仿真开始、仿真运行过程中、仿真结束)等。打开数据库表可调用 OpenTable 函数,UpdateMatrixFromView 可用于更新仿真工程所用的 OD 矩阵,CreateObject(TSM.RunManager)、SetOutputCurrentSetting、CreateOutputReport 等函数则用于仿真结果输出与保存。

4.2 Transmodeler 与外部数据对接的 TSMAPI 二次开发

TSMAPI 二次开发采用 C 语言,利用 TSMAPI 接口获取路网信息(Network)、交通控制(Traffic Manage)等并进行修改。利用 TSMAPI 接口进行二次开发的主要功能是打通 Transmodeler 内部与外部数据库之间的连接,并修改路网中机场高速公

路衔接其他高速公路的匝道信号灯和沿线收费站的基础数据。外部数据分为两部分:一是定时获取有关仿真任务状态、优先级、仿真开始与结束时间等基础信息,这部分数据主要用于控制是否启动仿真、设置仿真时长;二是获取机场高速公路流量调控措施数据,包括需控制的收费站(Toll Plaza ID)、各收费亭(Toll Booth)的状态(Open 或 Closed)、是否路过(Yes 或 No)、服务时间(Time)、需控制匝道对应的Signal ID、开始时间(Start Time)、结束时间(End Time)、信号灯状态(Green 或 Red)。

在程序开发时需引用 TSM。二次开发涉及的收费站(Toll Plaza)属于交通控制(Traffic Manage)类别,而匝道信号灯(Ramp Meter)属于路网(Network)类别,在修改收费站和匝道信号灯基础数据时都需在代码中创建相应的类(Class),类的字段名需遵守用户指南。

5 仿真评价效果与分析

通过 Transmodeler 及二次开发可实现对高速公路不同交通控制策略下交通流的仿真需求,但不能直观地观察不同策略的实施效果,需借助数据展示平台对不同策略下相关指标数据进行对比分析。

以 2018 年 2 月 6 日 19:00—20:00 期间未采取任何措施,封闭蚌湖立交处的左车道并延长黄石北收费站服务时间(相比正常情况下延迟 5 s)两种情况下的交通流进行对比,结果见图 5 和图 6。

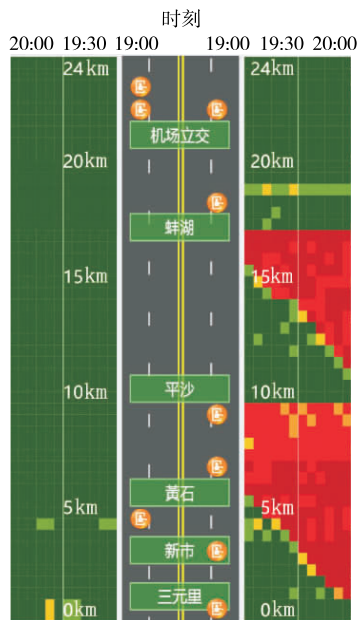


图 5 未采取措施时的路况

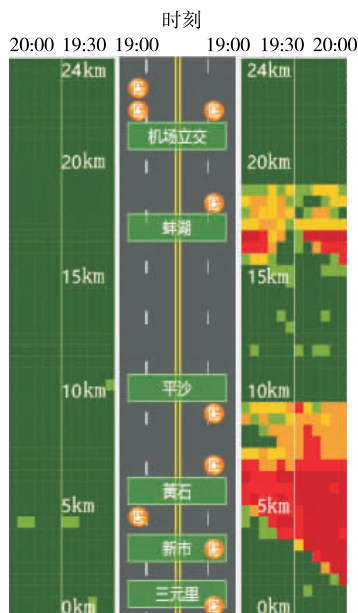


图 6 采取措施后的路况

由图 5、图 6 可知:封闭蚌湖立交处匝道并延长黄石北收费站服务时间后,蚌湖立交附近与黄石北至平沙之间机场高速公路主路北行路段的路况(由仿真路网中设置的检测器所测速度值)明显好转,蚌湖立交附近路况等级由严重拥堵优化为畅通,黄石北至平沙路段北行路况等级由严重拥堵优化为轻度拥堵。经测算,相应时段内蚌湖立交附近主路北行路段的速度均值由 26.8 km/h(未采取措施)提升至 56.5 km/h(封闭蚌湖立交处匝道的左车道),黄石北至平沙路段北行路段的速度均值由 32.1 km/h(未采取措施)提升至 43.8 km/h。

两种情况下每 5 min 测算一次机场高速公路主路北行行程时间,结果见图 7。由图 7 可知:在仿真时段中后期采取措施后的行程时间明显缩短,比未采取措施情况下的行程时间少 8~9 min,调控措施的效果较明显。

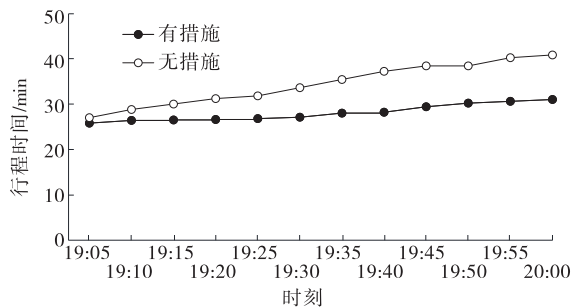


图 7 两种情况下机场高速公路主路北行行程时间对比

(下转第 45 页)

由图 13、图 14 可知:大轴压比的 ZP-L-S-M 发生二次冲击时的位移比 P-S-S-M 小 60 mm,二次冲击时冲击力—位移曲线下的面积大近 1 倍。ZP-S-M-M、ZP-L-M-M 与上述结果大致相同。

改变新型防撞护栏结构轴压比能改变护栏的二次刚度。在较大轴压比下,产生第一次冲击力峰值后迅速下降,冲击力恢复至零后位移继续增大,随后产生的二次峰值造成的横向位移比第一次冲击力峰值的小。采用小轴压比的护栏产生的冲击力峰值与大轴压相比几乎无异,但出现二次峰值的位移增大,二次冲击所吸收的冲击物动能为大轴压比的 2 倍,与第一次冲击时所吸收的动能几乎相同。新型防撞护栏对结构轴压较敏感,由于该结构在护栏和桥面板处分离,连接主要采用结构自重、预应力钢筋和钢板阻尼,结构轴压比能增加结构的自重效应和刚度。在较小轴压比下结构通过增大位移来减小瞬间应力,且采用二次接触来消耗冲击物的动能,减少护栏和冲击物的损伤。

5 结论

(1) 与普通砼护栏相比,预应力装配式防撞护栏能迅速降低冲击物冲击护栏后的冲击力,同时产生较大位移,提高车辆爬坡效应,保护护栏和车辆。

(2) 在相同冲击下,预应力装配式防撞护栏砼部分的应力比普通砼护栏的小,波折钢板及预应力钢筋的应力较大,但材料强度高且易更换。

(3) 预应力装配式防撞护栏所吸收的冲击物动能与普通砼护栏相近,但它能在较长时间耗散,减少护栏的损伤。

(4) 预应力装配式防撞护栏对各种冲击能量均有作用,较小的结构轴压比下护栏防撞性能较好。

(5) 冲击物接触预应力装配式防撞护栏后,冲击力达到峰值时,护栏砼危险点及波折钢板都未达到峰值,说明应力波在护栏中的传递存在滞后性。且应力波由护栏钢筋砼传递至波折板,在波折板中的传递速度远低于在钢筋砼中的传递速度,即波折板上产生最大应力的时间滞后于钢筋砼。

参考文献:

- [1] Housner G W. The behavior of inverted pendulum structures during earthquakes[J]. Bulletin of the Seismological Society of America, 1963, 53(2).
- [2] Mander J B, Cheng C. Seismic resistance of bridge piers based on damage avoidance design[R]. Technical Report Nceer, 1997.
- [3] 刘笑显. 地震作用下无粘结预应力钢筋混凝土桥墩的自复位性能研究[D]. 上海: 同济大学, 2018.
- [4] Pollino M, Bruneau M. Bidirectional seismic behavior of controlled rocking four-legged bridge steel truss piers[J]. Journal of Structural Engineering, 2010, 136(12).
- [5] Pollino M, Bruneau M. Seismic testing of a bridge steel truss pier designed for controlled rocking[J]. Journal of Structural Engineering, 2010, 136(12).
- [6] Pollino M, Bruneau M. Seismic retrofit of bridge steel truss piers using a controlled rocking approach[J]. Journal of Bridge Engineering, 2007, 12(5).
- [7] Pollino M, Bruneau M. Dynamic seismic response of controlled rocking bridge steel-truss piers[J]. Engineering Structures, 2008, 30(6).

收稿日期: 2019-06-20

(上接第 34 页)

6 结语

该文阐述利用 Transmodeler 中 GISDK 与 TS-MAPI 进行二次开发所需的静态数据、动态数据及开发思路,并对不同调控措施下的路况进行分析,评价调控措施的实施效果。由于广州机场高速公路主路的视频点数量有限,部分收费站间的 OD 交通流数据需进行二次推导得到,对其准确性有一定影响;其次,虽然 Transmodeler 4.0 在二次开发可实现的功能和稳定性上比之前的版本有较大幅度提升,但仍然存在一些 bug,导致开发的仿真平台不太稳定。

参考文献:

- [1] Transmodeler user's guide[Z]. Caliper Inc, 2016.
- [2] 刘晓娟. 机场高速入口匝道车流控制的算法研究[R]. 广州: 广州市交通运输研究所, 2018.
- [3] Transmodeler API user's guide[Z]. Caliper Inc, 2016.
- [4] Transmodeler GISDK user's guide[Z]. Caliper Inc, 2016.
- [5] 蒋昊辰. 基于 Transmodeler 的城市快速仿真平台设计与实现[D]. 杭州: 浙江大学, 2014.

收稿日期: 2019-08-13