

# Integrated Approach for ADAS Analysis And Designe

Wei Zhang<sup>1</sup>, Zhelin Fang<sup>1</sup>, Yuanbo Ma<sup>1</sup>, Zhongmin Ma<sup>1</sup>, Zhen Wan<sup>1</sup>, Xiaodong Tang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Beijing Automotive Technology Center, Beijing, China, 101300

Email: zhangwei12@beijing-atc.com.cn

**Abstract:** This paper focuses on the application of CIDAS data in the active safety technology of a off-road vehicle, we have done deep research and exploration. Put the CIDAS database and ADAS designing together. It provides ideas and reference for the automobile carry out developing of active safety system, designing the Chinese characteristics ADAS.

**Keywords:** CIDAS; ADAS; CAE Simulation; Pre-scan

## 汽车ADAS系统设计与仿真的整车集成应用

张巍<sup>1</sup>, 方柘林<sup>1</sup>, 王元博<sup>1</sup>, 马忠民<sup>1</sup>, 万振<sup>1</sup>, 汤晓东<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北京汽车研究总院有限公司, 北京, 中国, 101300

Email: zhangwei12@beijing-atc.com.cn

**摘要:** 本文着眼于 CIDAS 事故数据在某越野车型的 ADAS 技术领域上的应用, 开展深入研究与探索, 将 CIDAS 事故数据库与 ADAS 系统设计联系在一起。为主机厂开展 ADAS 系统开发, 设计中国特色化的 ADAS 提供了思路与参考。

**关键词:** CIDAS; ADAS; CAE 仿真; Pre-scan

### 1 引言

年来, 随着汽车被动安全系统的技术提升对于减轻交通事故伤害作用的变缓, 以 ADAS (先进驾驶辅助系统) 为代表的主动安全系统成为研究的新热点, 它为减少甚至避免交通事故的伤害提出了新的解决方案。ADAS 是利用现代电子信息技术、传感技术来扩展驾驶人员的感知范围, 将感知技术获取的外界信息 (如车距、其它障碍物距离) 传递给驾驶员; 同时在路况与车况的综合信息中辨识是否构成安全隐患。在紧急情况下, 能自动采取措施控制汽车, 使汽车能主动避开危险, 或在发生事故瞬间能有保护乘员的辅助装置, 保证车辆及人员的安全[1]。

雷达、摄像头是 ADAS 系统的主要产品, 本文通过对 ADAS 系统正向设计测试选取 5 组典型的 CIDAS 数据, 并且进行的事事故类型的区分, 针对性地在 Pre-scan 软件中建立基于 2 款市场上的主流 ADAS 系统产品的 CAE 仿真模型, 1 款为双模式雷达, 另 1 款为单目黑白摄像头+雷达, 检验其在 CIDAS 描述事故中的表现, 用以评价 AEB 系统的有效性, 并对其中 1 起典型碰撞事故进行了针对性的深入研究与产品优化。

### 2 国内外研究现状

基于智能化的主动安全将成为下一代汽车安全技术的主角。近年来, NCAP 陆续引入对主动安全系统的评价与加分奖励, 鼓励汽车厂家将更多的 ADAS 系统配置在自己产品中。

主动安全系统是否能够为消费者带来真正的安全? 如何评价其有效性, 还无法给出特别科学与合理的方法, 国外已经在很早之前就在此领域展开了研究, 来自德国 BAST 的评价: ADAS 驾驶辅助系统能够避免 70% 的严重交通事故<sup>[3]</sup>。

众所周知, 中国的道路交通状况远远比国外的复杂的多, 国外主流的 ADAS 系统供应商所提供的产品是否适用于中国的道路交通状况? 如何进行针对性与有效的评价? 国内对该方面的研究起步较晚, 标准法规及 C-NCAP

规则等目前也并不成熟与完善。相对的测试评价方法非常单一，主要集中在单一标准工况的实车场地测试与实车道路测试等方面，对于 ADAS 仿真测试方法方面的研究就更加缺乏，远未形成比较成熟与系统仿真测试评价方法。

### 3 ADAS 系统仿真开发工具

目前市面上存在众多仿真开发的软件工具，Pre-Scan 是较主流的主动安全仿真软件之一，其采用面向特性的参数化建模手段，能快速建立车辆行驶的模拟交通场景，拥有丰富的传感器仿真模型库，可以方便地建立 ADAS 仿真模型，并可与 Matlab/Simulink 等软件进行联合仿真<sup>[4]</sup>。

### 4 基于单一标准工况的 ADAS 仿真评价方法

目前各汽车企业对于 ADAS 系统仿真测试处于初级阶段。本文创建了 AEB、ACC、LDW 等 NCAP 及 ISO 标准仿真测试工况数据库，共计 100 余组，为汽车 ADAS 系统的开发提供了有力的仿真测试手段。

AEB 配置已确定成为 C-NCAP2018 版的测试评价内容之一，而且测试工况与 E-NCAP 略有不同，针对此项变更，对本文的研究车辆进行主动安全系统的目标设定与分解，并完成了规则要求的各项仿真测试，为车型匹配 AEB 系统及参数设定提供了目标输入。

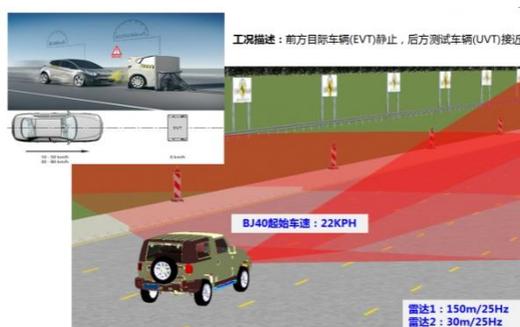


Figure 1. CID ADAS simulation of standard test conditions

图 1 CID 标准测试工况的 ADAS 仿真

### 5 基于 CIDAS 数据工况的 ADAS 评价方法

#### 5.1 CIDAS 项目介绍

CIDAS 项目（中国交通事故深入研究）是由中国汽车技术研究中心联合国内外多家知名汽车企业发起，旨在通过对中国道路交通事故的深入调查、分析和研究，为中汽车行业提供基础数据支持和技术服务[2]。2011 年项目启动以来，已采集了 3 千多起中国道路交通事故，其中完成事故重建的数据有近 1 千起。数据已在相关汽车安全标准修订、车辆被动安全技术研究中得到了应用，尤其在 C-NCAP 改版评价方面得到了很好的应用。

本文着眼于 CIDAS 事故数据在汽车主动安全技术领域上的应用，开展深入研究与探索，将 CIDA 事故数据库应用于 ADAS 集成设计及参数优化，为开发与设计中国特色的 ADAS 系统提供了思路与参考。

#### 5.2 CIDAS 事故数据导入方法

CIDAS 事故研究人员，针对交通事故进行现场详细调研，包括天气状况、车辆变形、事故现场拍照以及对事故人员受伤程度跟踪等，根据调研数据，绘制现场图和通过 PC-CARSH 对事故进行复现，以获得更详细的碰撞过程。CIDAS 数据生成及场景搭建流程如图 2 所示。

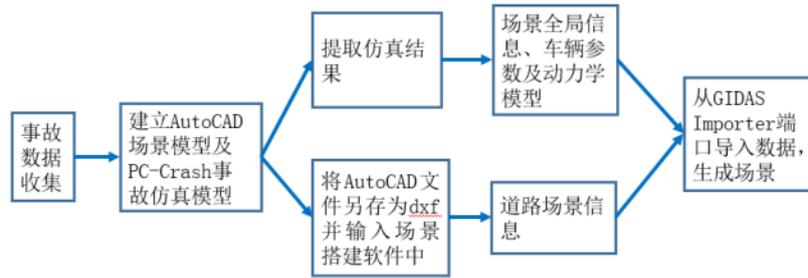


Figure 2. CIDAS data generated and scenario building process

图 2 CIDAS 数据生成及场景搭建流程

根据 CIDAS 事故研究中心提供的事故数据，对数据进一步处理，生成八个.csv 文件，文件名及文件内容<sup>[5]</sup>如表一所示。

Table 1. CIDAS data file contains the content of each

表 1 CIDAS 数据各文件包含的内容

文件名称	文件内容	文件类别
marks_continuous.csv	道路黄线、停车线	场景道路信息
marks_interrupted_long.csv	道路车道间的白实线	
marks_interrupted_short.csv	道路车道间的白虚线	
roadside.csv	道路边沿	
view_object.csv	道路中高于地面的所有物体	
dynamics.csv	车辆动力学模型	车辆参数及动力学模型
participant_data.csv	车辆参数	力学模型
global_data.csv	场景全局信息	场景全局信息

其中，participant\_data 文件包含的车辆参数主要有：车辆的长度、宽度、重量、重心及转动惯量等；dynamics 文件包含的车辆的碰撞点坐标、各个时刻的航向角及速度等；global\_data 场景全局信息包含事故的编号、X 向偏移量、Y 向偏移量、参与方编号及仿真序号等。

指定上述 CIDAS 数据文件的路径、利用 Pre-scan 中的 GIDAS Importer 功能导入 CIDAS 数据，数据导入 Pre-scan 后，工况场景会自动建立，包括自动添加车辆模块、添加行人、创建车辆及行人的运动轨迹及运动速度、创建车道线以及路边栅栏等。图 3 是某个 CIDAS 事故导入 Pre-scan 时，自动创建的场景。

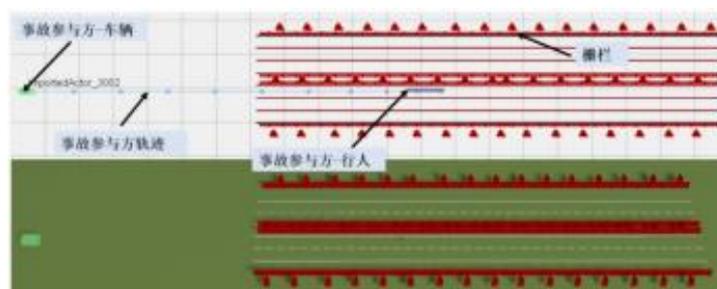


Figure 3. CIDAS data import to create scenes in the Pre - scan

图 3 CIDAS 数据导入 Pre-scan 中创建的场景

## 6 AEB、PPS 系统有效性评价

## 6.1 CIDAS 事故在 Pre-scan 中的建立

导入 CIDAS 数据后, 需要进行一些场景搭建工作, 才能更好的复现事故及进行仿真工作。例如, 事故参与方车辆用一个方形物体表示, 在仿真之前, 需要换成自己研究的车辆; CIDAS 数据中创建的道路基础设施比较简单 (例如栅栏、建筑等) 需要进一步美化场景; 在对 ADAS 功能的有效性进行研究时, 需要连接相应的算法等。CIDAS 工况数据在 Pre-scan 中的应用及建模流程如 4 所示。

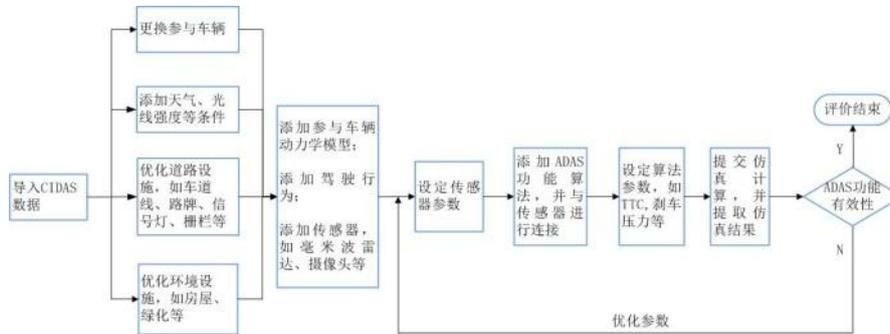


Figure 4. CIDAS data modeling and optimization of process in the Pre - scan

图 4 CIDAS 数据在 Pre-scan 中的建模及优化流程

本文选定的 5 组典型的 CIDAS 交通事故现场如图 5 所示。

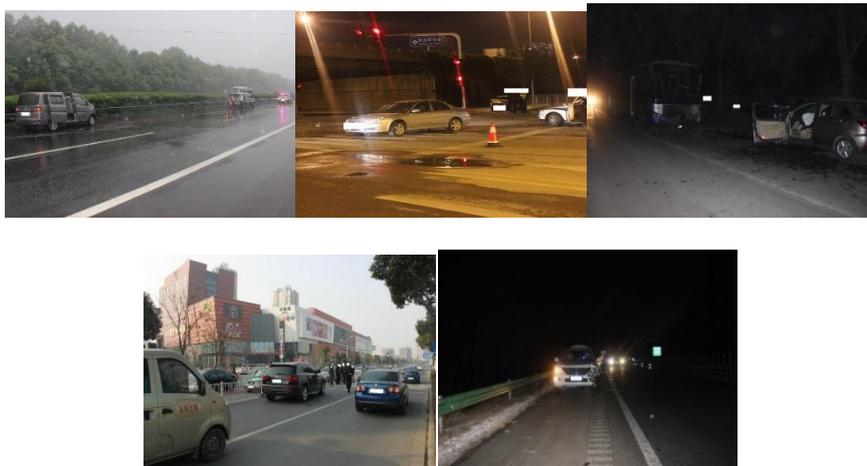


Figure 5. A typical 5 groups CIDAS traffic accident scene graph

图 5 典型的 5 组 CIDAS 交通事故现场图

对上述 5 组事故类型进行区分, 前 3 组属于涉及与车辆碰撞的追尾 AEB 系统范畴, 后 2 组属于涉及与行人碰撞的 AEB 功能, 车辆设置采用 PPS (行人保护系统)。按照市场上主流的两款 ADAS 传感器配置, 1 款为双模式雷达, 另 1 款为单目黑白摄像头+雷达, 分别检验它们在 CIDAS 描述事故中的表现。5 组 CIDAS 事故的信息及产品设计分类如表 2 所示。

Table 2.CIDAS the information and product design analysis of the accident

表 2 CIDAS 事故的信息及产品设计分析

序号	事故类型	地点	速度 km/h	备注	事故后果	产品设计
1	追尾	成都	60	白天 下雨	车主受伤	双模式
2	侧碰	北京	70	夜晚	被撞车主受伤	
3	轿车正碰公交	北京	轿车-41 公交-29	夜晚 弱光	车主死亡	雷达
4	车撞行人	宁波	40	白天	行人受伤	雷达
5	车撞行人	长春	99	高速 夜晚 弱光	行人死亡	+摄像头

按照导入的上述 5 组场景进行优化，如添加天气条件、优化道路设置、添加信号灯等。场景搭建完成后，按照产品设计分类，导入并替换事故车辆为进行 ADAS 开发研究的某越野车辆模型，并对事故 1、2、3 的车辆配置双模式雷达，事故 4、5 的车辆配置单目摄像头+雷达，传感器参数设置及安装位置如图 6。

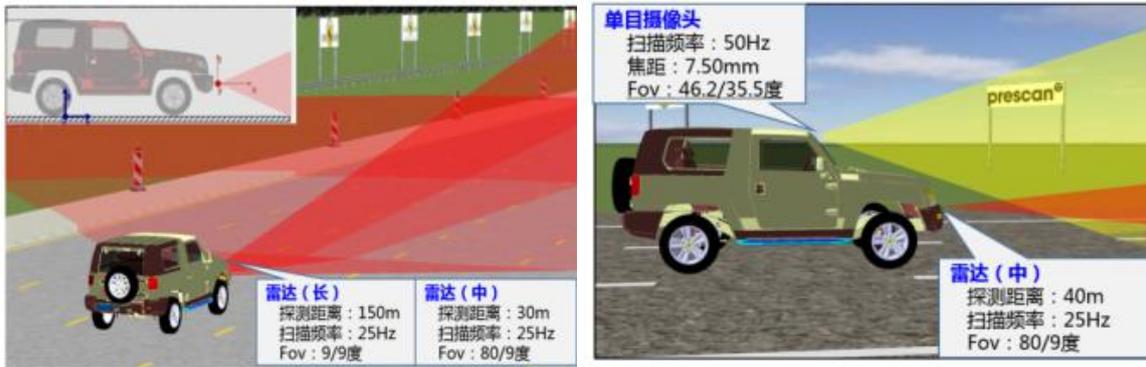


Figure 6. Position sensor placement and parameter Settings

图 6 传感器布置位置及参数设置

传感器设置完成后，添加算法，并连接。事故 1、2、3 采用 AEB 模块，事故 4、5 采用 PPS 模块。

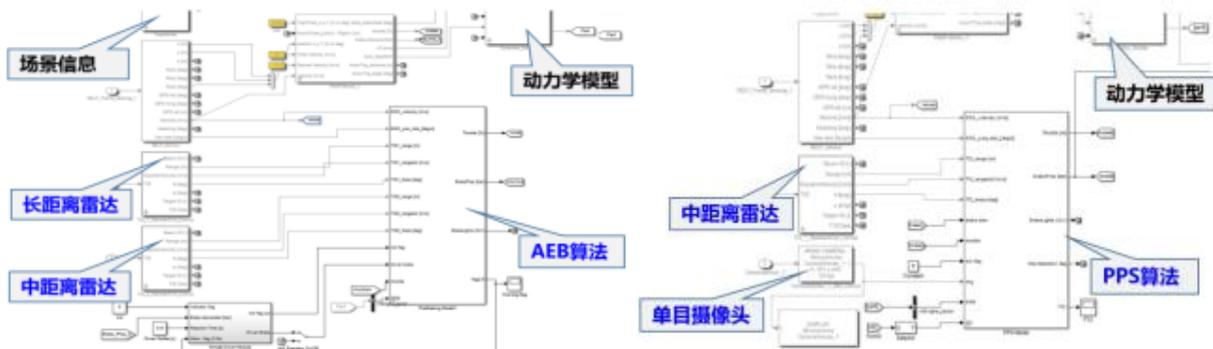


Figure 7. Control logic diagram of AEB function module

图 7 AEB 功能模块的控制逻辑图

工况搭建完成 5 组 CIDAS 事故场景如图 8 所示。

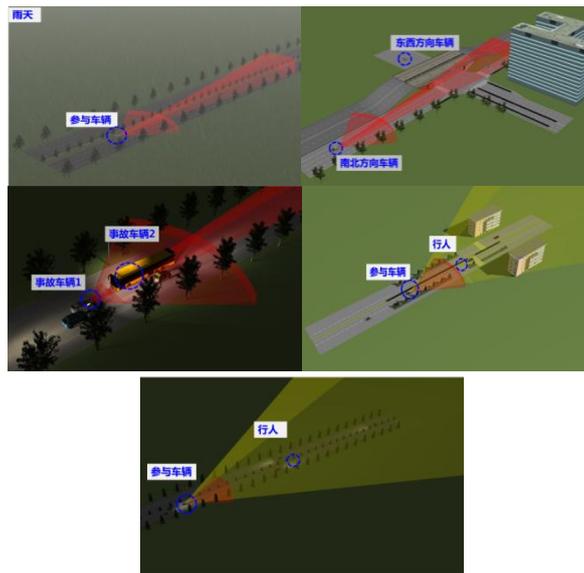


Figure 8.5 groups CIDAS data simulation scenario  
图 8 5 组 CIDAS 数据仿真场景

## 6.2 基于 CIDAS 数据的 AEB 系统参数优化

对搭建好的 CIDAS 场景工况进行仿真，提取分析结果对其配置的某项 ADAS 功能的有效性进行评价，同时优化 ADAS 系统参数。本文介绍 CIDAS 数据在 ADAS 系统开发中的应用，通过 CAE 仿真对 AEB 系统的有效性作出简单评价，并对其中 1 组事故进行了 ADAS 参数优化。

通过对未配置 ADAS 功能的原事故进行复现以及在该车辆上配置 ADAS 功能进行仿真分析，ADAS 功能的有效性评估结果如表 3 所示。

Table 3. Based on CIDAS ADAS function of accident data validity evaluation results

表 3 基于 CIDAS 事故数据的 ADAS 功能有效性评估结果

序号	原事故车辆			配置 ADAS 系统车辆			备注
	事故类型	ADAS 功能	能否避撞	产品设计	ADAS 功能	避免事故状态	
1	追尾	无	否	双模 式雷 达	AEB	避免事故	需进一步优化 逆向来车，算法 不起作用
2	侧碰	无	否			事故减轻	
3	轿车正 碰公交	无	否	无法避免			
4	车撞行 人	无	否	雷达 +单 目摄 像头	PPS	避免事故	速度大于 70KMH 算法不 起作用
5	车撞行 人	无	否	无法避免			

以第 2 组 CIDAS 数据为例，对 AEB 算法进行简单优化，以重刹起作用的时刻为变量，来优化 AEB 功能。方案 1 TTC 设为 0.35s，方案 2 TTC 设为 0.5s，通过计算，方案 1 不能避免碰撞，方案 2 能避免碰撞，两方案的速度、制动减速度曲线分别如图 9、10 所示。

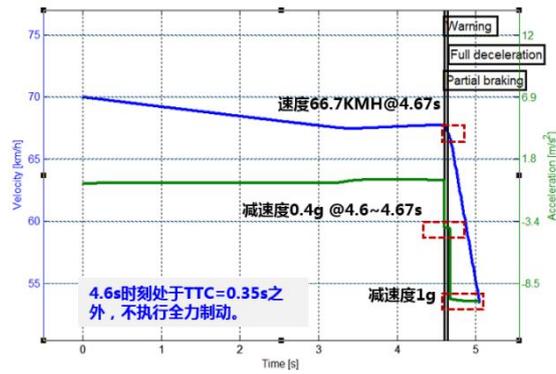


Figure 9. Plan 1: speed/deceleration  
图9 方案1: 速度/减速度

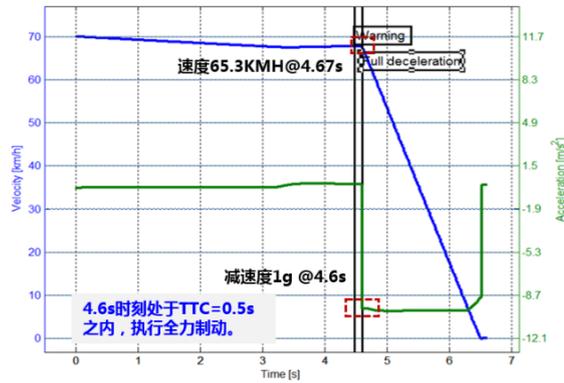


Figure 10. Plan 2: speed/deceleration  
图10 方案2: 速度/减速度

当检测到车辆且开始制动的时刻(4.6s)，方案1 算法判断的 TTC 碰撞时刻大于 0.35s，此时不进行全力制动，仅在 4.6s~4.67s 执行 0.4g 减速度制动，在 4.67s 后才执行全力制动，从而导致研究车辆速度没有减少到可以使得两车避开碰撞的程度。然而，方案2 在 4.6s 时刻，算法判断的 TTC 碰撞时刻在 0.5s 之内，因而不经过 0.4g 的非全力制动过程，直接进行全力制动。在两车即将相碰时，方案1 与方案2 速度差为 1.4km/h，这导致方案2 避开了侧向车的碰撞，如图 11 所示。



Figure 11. Scheme 2 optimization results  
图11 方案2 优化结果

当然，重刹的作用时刻以及刹车减速度，还需要通过用户主观体验评价等方法，考虑中国消费者的接受程度，进行综合性能的设计优化，这里列举的 TTC 优化参数仅能作为 CIDAS 数据在 ADAS 功能开发中应用及优化的参考案例。

## 7 结论

1) 将 CIDAS 数据库应用于 ADAS 系统有效性的评价, 基于某越野车型设计针对性的 AEB 系统, 并在 Pre-scan 重建的事故场景中进行了有效性评价。

2) 提出了一种基于中国交通事故深入调查 CIDAS 数据的某越野车型 ADAS 开发的 CAE 仿真方法, 对于主机厂开展 ADAS 开发提供了一种新思路。

## 致谢(Acknowledgement)

感谢各北汽研究院各级领导对 ADAS 项目专项给予的高度关注与支持 and 帮助, 感谢中国汽车技术研究中心提供的用以研究的 CIDAS 事故重建数据, 感谢上海 tass 工程师提供的技术支持。

## 参考文献(References)

- [1] 宋健, 王伟玮, 李亮, 于良耀. 汽车安全技术的研究现状和展望. 汽车安全与节能学报, 第 1 卷第 2 期, 2010
- [2] 中国汽车技术研究中心, CIDAS 项目数据, 2014~2015
- [3] 朱西产. 汽车智能安全技术的展望: 道路交通事故零伤亡愿景. Tass 2014 年会论文集, 2014
- [4] Tass International China, Pre-scan 用户手册, 2015
- [5] 服务于 Pre-scan 场景自动搭建功能的接口软件. Tass 2015 年会论文集, 2015