# 一种多功能整车涉水实验测试设备研究

汪江, 刘东余, 邹慧娴, 李平, 赵玉玺 东风汽车有限公司东风日产乘用车公司技术中心

【摘要】 本文从整车涉水实验条件的设定逻辑入手,结合车辆电控系统部品的电路逻辑,以及车身底盘部品水流压力检测需求,融合开发出了一套多功能整车涉水实验测试设备,能同时完成实验条件设定、机舱各系部品进水监测以及车身底盘部品水流压力检测,提高了实验效率和测试精度,确保了车型开发品质。

【关键词】 涉水实验,参数设定,进水监测,水压检测

## Research on a Multi-functional Equipment for Vehicle Flooded Road Test Wang Jiang, Liu Dongyu, Zou Huixian, Li Ping, Zhao Yuxi

Dongfeng Motor Co., Ltd. Dongfeng Nissan Passenger Vehicle Company Technical Center

**Abstract:** In this paper, according to the setting parameter of vehicle flooded road test, combined with the circuit logic of water detection system and the water pressure detection of the body chassis parts, a multi-functional equipment is developed, which can complete the setting parameter, water inflow detection and water pressure detection. This equipment can greatly shorten the vehicle evaluation and analysis time, and ensures the quality of model development.

Key words: flooded road test, parameter set, water inflow detection, water pressure detection

# 引 言

近些年受气候变化影响,每年的极端性强降雨频次逐渐上升,同时伴随着城市规模的不断扩张,城市内涝易发点也在与日俱增。汽车作为一种常见的交通工具,早已走进千家万户。在有积水的道路行驶时,水深、车速、载荷等条件都会对汽车的正常行驶产生影响,诸如扰流板遇水流冲击脱落、底盘隔热板变形、乘客舱进水等,严重者甚至会造成发动机、变速器故障,车辆无法行驶[1,5]。因此,在车型开发阶段,基于客户经常走行的积水路面,需设定整车涉水实验条件,通过实车涉水走行实验来确认整车各部品性能<sup>[2]</sup>。

经过调查,发现国内外同行尚未形成用于涉水实验兼具车辆控制及检测功能的具体相关的工程技术,更多的是聚焦于汽车发动机防进水的相关技术研究<sup>[3]</sup>,或者是单纯的汽车涉水预警系统<sup>[4]</sup>,但总的来说实施手段及作用都存在很大的区别,它们主要是采用在进气管道前部安装防进水阀体的方式防止汽车发动机进水,破坏了原有进气系统结构,且不具备控制车辆参数的功能,无法满足前期开发的需求。

在前期开发中除了发动机进水的评价之外,还有散热风扇和炭罐等需要调整实验参数的部品,为了保证实验时各部品处于最严苛的状态,需要在实验过程中根据风扇转速、炭罐开度等车辆参数同时进行设定。对于进气系部品进水评价,需要监测进气管、空滤等部位进水情况,对于驱动系部品(发动机、变速器、差速器等),需要检测呼吸管处进水情况,对于电装系部品(蜗牛喇叭、前照灯等),也需要检测是否有水进入。针对保险杠、下护板等涉水后易脱落部品,需要通过安装载荷传感器进行人力的测量,获取部品受到冲击的应力。针对整车机舱各部品的进水检测,目前评价方法各异,有使用试水膏的、有布置片状水传感器的、有使

用外接集水桶的。因此,一次整车涉水实验需要使用到很多的设备或仪器来进行各类型部品的性能评价,但是受车辆参数设定设备的限制、各部品评价方法繁杂不一等原因,导致实验的误差较大且效率低下。

同时,由于汽车电动化的日趋普及,电动汽车的涉水性能要求尤高于普通燃油汽车,驱动电机、电池包等高压部品的进水评价至关重要。

因此,急需开发一款多功能整车涉水实验测试设备,整合不同车辆参数设置、机舱各系部品评价、水流压力检测为一体,可同时检测整车多部品性能,提高实验开发的精度,提升车辆开发的效率。

### 1 设备原理

基于上述实验开发和课题解析需求,本文提出了开发一种多功能整车涉水实验辅助设备,该设备集成了风扇转速控制、炭罐开度控制等实验条件设定、机舱各系部品进水检测、机舱底盘部品水压检测等功能,具体各功能模块的控制原理如下。

#### 1.1 风扇转速控制模块

发动机 ECM 根据车辆速度、发动机冷却液温度、制冷剂压力信号,通过 CAN 与智能电源分配模块通信,智能电源分配模块控制冷却风扇继电器的通断来控制风扇工作。根据某车型冷却风扇的工作原理,绘制控制设备的电路图(见图1),主要由继电器开关控制冷却风扇的工作。

#### 1.2 炭罐开度控制模块

炭罐控制阀是控制炭罐中的燃油蒸汽是否被发动机抽进 气缸内燃烧。发动机 ECM 根据车辆速度、发动机的工作温 度、转速信号和负荷信号等确定占空比,控制活性炭罐电磁

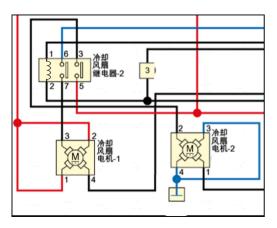


图 1 风扇转速控制电路图

阀的开合程度,将汽油蒸气吸入进气支管,进入发动机燃烧,以降低蒸发排放。基于上述工作原理,通过采集发动机的 PWM 信号,将其转化成相应的电流信号,以调控电磁阀开度。

#### 1.3 进水监测模块

进水监测模块主要用于监测机舱各系部品的进水情况,通过布置在部品上的水感应传感器,遇水后连通电路输出电流信号,针对各系部品给予不同反馈。对于进气系统、驱动系统部品,通过电子节气门阻断车辆继续行驶;对于电装系部品,如喇叭、前照灯等,通过外接电路警示灯提醒。以进气系统为例,各传感器依次布置在进气管前端、进气管后端、空气滤清器干净侧、空气滤清器赃侧、节气门等部位(见图 2),通过节气门处的水传感器控制节气门熔丝的切断。

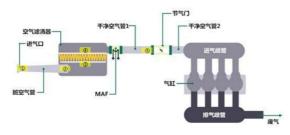


图 2 进气系统各水传感器布置位置示意图

#### 1.4 水压检测模块

水压测试模块主要用于获取车身、底盘各部品涉水走行的水流压力,通过布置在各部品上的水压传感器,遇水冲击时,水流的压力直接用于传感器的膜片上,使膜片产生与水压成正比的微位移,使传感器的电阻发生变化,和用电子线路检测这一变化,并转换输出一个相对应压力的标准测量信号。

基于上述四大模块的控制逻辑,将各部分整合,通过一套集成电路控制,开发一个多功能整车涉水实验测试设备。 其控制逻辑如图 3 所示。

总电源控制部分:直接利用 12V 直流车载蓄电池,也可外接其他 12V 电源,作为本系统供电电源,为实验条件设定部分和实验结果检测部分供电。

实验条件设定方法,其包括:冷却风扇转速设定部分:

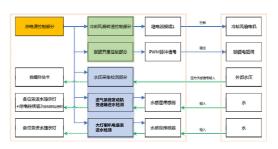


图 3 多功能整车涉水实验测试设备逻辑控制图

通过继电器模组 1,控制冷却风扇电机,从而实现涉水实验中风扇高低转速切换。炭罐开度设定部分:通过向车辆炭罐电磁阀输入 PWM 信号,控制调节炭罐开度,以满足实验条件要求。

实验过程进水监测方法部分,其包括:车辆进气系统单元及动力总成进水监测部分,在车辆各进气系统单元及动力总成呼吸口处布置水感应传感器,若涉水走行过程中有水进入到上述相关水感应传感器,相应的各位置进水指示灯则亮起。其中若布置在滤芯干净侧和节气门前方的传感器感应到水,则会相应的触发节气门熔丝和油泵熔丝断开,从而起到保护发动机的作用。前照灯、蜗牛喇叭等电装系部品进水监测部分,在前照灯呼吸帽、蜗牛喇叭内布置水感应传感器,当涉水过程中,水流进入上述各部位,相应的进水指示灯亮起,从而起到前照灯和喇叭进水检测的作用。

水压采集检测部分:在车辆底盘相关部品布置压力传感器,仪器可以连接电脑,实现联机显示功能,从而可以采集到相应部品的水压大小。

该系统能在不改变车辆进气系统初始结构的同时,还能很好地监测进气系统及发动机进水情况。另外,还会根据进水部位做出相应强制动作(如灯光警示、关闭节气门、断开油泵熔丝等),对发动机起到了很好的保护作用,避免因发动机进水而产生的高额维修成本。

设备最终的 IC 控制原理图如图 4 所示。

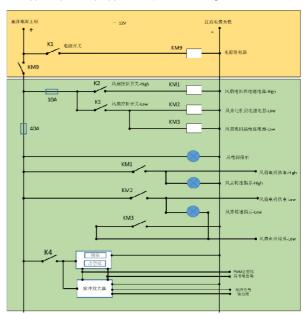


图 4 多功能整车涉水实验辅助设备电路控制原理图

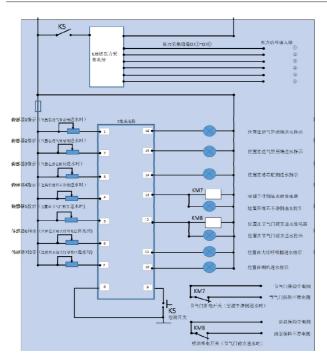


图 4 多功能整车涉水实验辅助设备电路控制原理图 (续)

## 2 设备应用

该设备集成了炭罐开度、风扇转速等参数控制、机舱各系部品进水检测、电池包进水检测、车身底盘护板等部品水压检测(见图 5),在车辆开发的多个实验领域均有应用:



图 5 多功能涉水实验测试设备

在某车型的风扇噪声评价实验中,由于诊断仪无此车型数据,无法控制风扇,通过该设备,可实现对风扇不同转速情况下的实时控制,满足实验要求,顺利按节点完成实验。

在某车型洗车实验中,通过该设备可实现实时检测前照 灯呼吸帽、喇叭等车辆狭窄空间的水密性,相比以前的涂显 影剂的方法,避免了反复拆装的过程中引起的进水,极大地 提高了实验的准确性。

## 参考文献

- [1] 武攀晓,汽车涉水发动机损坏原因分析 [J]. 时代汽车,2020,343 (19):162-163.
- [2] 张子庆,倪计民,蒋长龙,等. 车用发动机涉水条件下性能试验研究[J]. 汽车技术, 2010 (2): 41-46.
- [3] 燕明伟,李会,马世超.一种汽车发动机防进水保护 装置「P],CN205779261U.

在某 SUV 整车涉水实验评价过程中,在深水位进入瞬间,保险杠下部进气格栅卡扣卡爪立即脱落。针对该课题,需要测量人水瞬间格栅卡扣受到的水流冲击力,并结合格栅卡扣的设计强度进行对策。现有人力测量的应变片无法在水中测试,通过该设备的水压测量模块,可实现实时测量格栅卡扣的水压,其测量曲线如图 6 所示,从图中可看出格栅在人水瞬间,受到的最大冲击力为 338N,而现有格栅的安装固定的设计强度仅有 198N,通过加装两个卡爪支架使其安装的设计强度达到 350N 之上,满足涉水实验的受力要求。

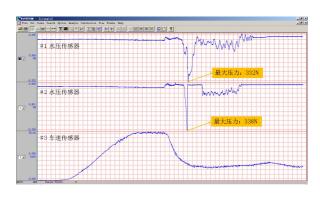


图 6 某 SUV 保险杠下格栅在深水位的水压检测结果

在某新能源车型开发阶段进行深水位整车涉水走行实验时,通过在驱动电机呼吸口布置相匹配的水感应传感器,实时监测驱动电机呼吸口有无水进入。

在整车涉水实验中,通过该设备可随时控制炭罐开度和 风扇转速,不用再担心车辆熄火后需要重复连接,另外,进 水监测传感器设置了不同的型号,可布置在各种狭窄空间, 满足了不同条件下的测试性能。

### 3 结论

基于车型开发过程中车辆参数设定、机舱部品进水监测、车身底盘水压检测等需求,本文提出了一种通过集成电路整合控制并实现上述需求的多功能整车涉水实验测试设备。该设备在车型开发的多个实验领域,如整车涉水实验、洗车实验、风扇噪声评价实验、新能源车型水密实验等,均得到了较好的应用,极大地提高了实验精度,节省了实验工时和对策成本,提升了车型开发效率,确保了开发品质。

- [4] 贾宇涵,马晓春,杜明岗,等.车用智能涉水感应预警系统的研究[J].科技创新导报,2018,15(35):
- [5] 王伟, 浅谈车辆涉水所引起的发动机失效, 时代汽车, 2018 (8): 52-60.