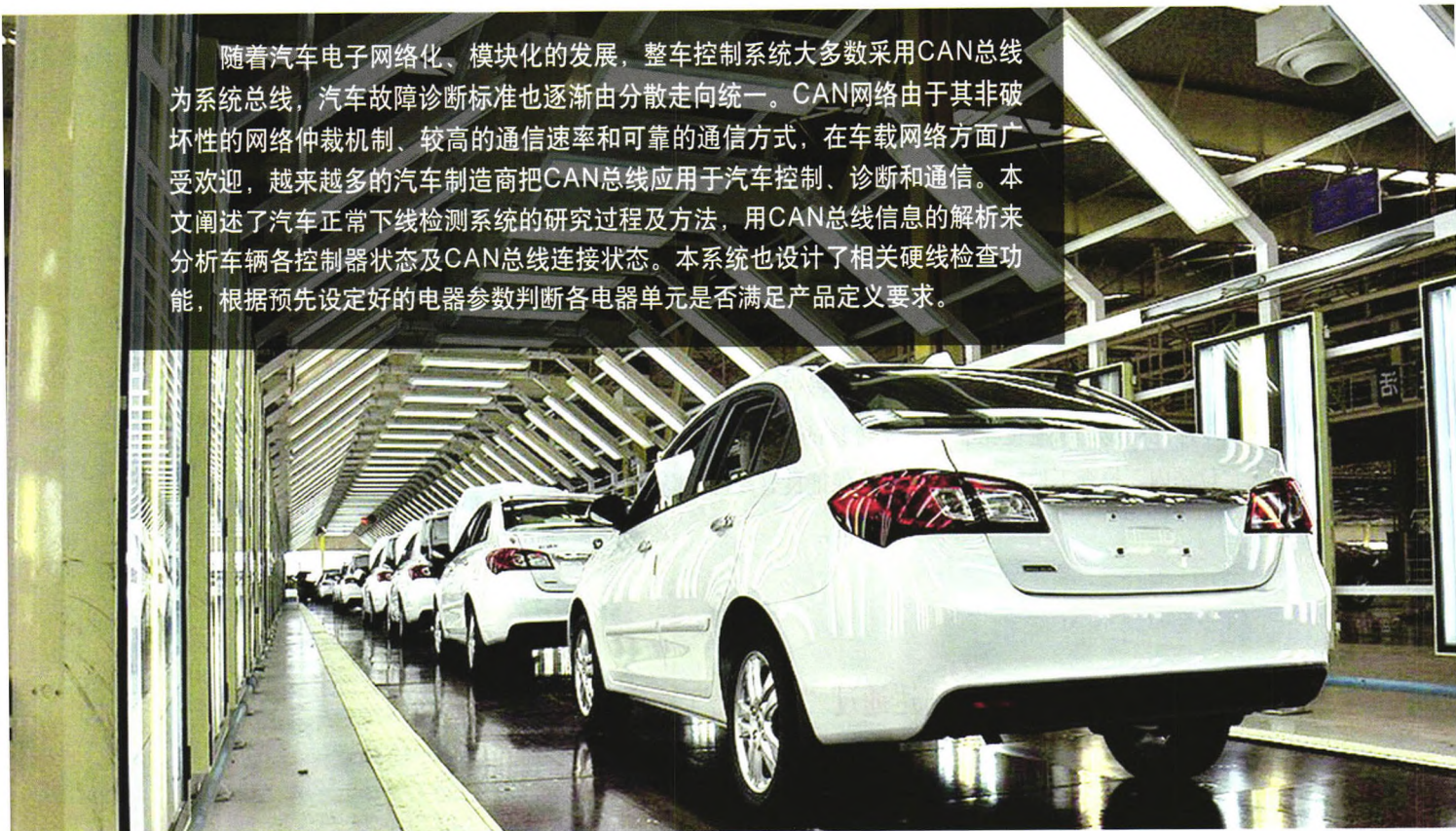


整车下线检测技术应用与分析

□ 奇瑞汽车股份有限公司/马庭松 周波

随着汽车电子网络化、模块化的发展，整车控制系统大多数采用CAN总线为系统总线，汽车故障诊断标准也逐渐由分散走向统一。CAN网络由于其非破坏性的网络仲裁机制、较高的通信速率和可靠的通信方式，在车载网络方面广受欢迎，越来越多的汽车制造商把CAN总线应用于汽车控制、诊断和通信。本文阐述了汽车正常下线检测系统的研究过程及方法，用CAN总线信息的解析来分析车辆各控制器状态及CAN总线连接状态。本系统也设计了相关硬线检查功能，根据预先设定好的电器参数判断各电器单元是否满足产品定义要求。



整车下线检测技术主要通过发送接收CAN报文，根据车辆模块诊断协议，检查各控制器故障信息。同时通过上位机Lab VIEW平台发送指令，使ECU控制各电器元件工作，利用钳型电流表测量电源正极端电流变化值，根据汽车电器的实际和理想状态的对比，判断电器元件是否正常工作。

现代社会对汽车的要求不断提高，包括车辆主动安全性和被动安全性，乘坐的舒适性，驾驶的便捷

和人性化，尤其是低排放和低油耗的要求等。在汽车设计中运用计算机微处理器及其电控技术是满足这些要求的最好方法，而且已经得到了广泛的运用。

汽车出厂之前，要对整车的电器设备、开关线束以及控制器进行检测，避免故障车辆被售出，同时某些特殊的控制器下线后需要进行一些特殊功能的标定及功能触发，而当前的汽车生产都是自动流水化作业，因此开发一套高效率的整车

故障诊断设备尤为重要。

下线检测系统功能需求分析

根据整车电器设计、车辆诊断网络拓扑结构及现场实际要求，需要整车下线检测系统具备回路电流、蓄电池电源电压、模块CAN诊断等功能，完成对车辆关键电器元件检测目的。

1. 检测内容

主要检测有无错漏装及有无电

器不良品。具体包含如下内容：

- (1) 控制器故障检查。
- (2) 特殊控制器功能学习：
例如防盗钥匙学习、中控锁学习及转角控制器标定等。
- (3) 控制器软件版本、硬件版本识别，配置信息写入。
- (4) 蓄电池电压检查。
- (5) 执行电器（电机、灯光）电流检测。
- (6) 通信协议检查。

(7) 测试系统的软件具有自动完成所有测试的功能，而且要根据各控制器的电性能参数对测试的结果进行处理。由于是在线检测，对软件运行时间、节拍有要求，因此软件方面尽可能的自动化、快速和精确。

2. 软件设计

软件设计具体包括：

- (1) 从工厂MES系统中自动获取车辆信息，定制检测。
- (2) 自动显示检测菜单，具备自动逐项检测或手动单项检测。
- (3) 系统具备自诊断功能，采用故障代码进行故障显示。
- (4) 模块故障代码文本解析。
- (5) 可根据需要切换和删减测试单项。
- (6) 建立检测数据库，可存储10 000辆份的检测结果，并可随时通过网络查询和传递结果。
- (7) 车辆参数的设置要求用户分级密码保护。

3. 硬件设计

由于下线检测系统是在整车间使用的，所以系统所处的环境比较恶劣，系统的硬件设计也需要满

足以下要求：

- (1) 系统采用模块化设计，方便维修、更换。
- (2) 通信板卡和适配器要考虑现场的环境，如振动、灰尘和温差等不良因素的影响。
- (3) 工控机和电控柜顶部需要有防水措施，考虑灰尘的影响。
- (4) 硬件设计中考虑保护装置，防止操作错误。

下线检测系统设计原则

由于是在线的终端检测系统，必须能够满足汽车流水线生产效率和节拍，所以软件尽可能地自动化、智能化、快速和准确。测试台的软件应具有自动完成所有测试功能，能够根据各控制器的性能、参数对测试结果自动检测、判断并进行处理。整个测试系统应满足如下原则：测试流程自动化、操作过程简单化、测试过程实时化以及测试数据标准化。

下线检测系统信息分类

根据整车ECU的功能和位置，同时了解各电器的工作原理及控制规则，通过对下线检测系统的功能需求进行分析，确定下线检测系统的信号分类。整个系统处理的信息包括：车辆CAN报文信号、MES（制造执行系统）数据交互信息及电器元件电流信号。

(1) 车辆CAN报文信号。整车内部绝大部分信息都是通过CAN总线进行传输的，各个控制器通过非破坏性的仲裁机制在CAN总线发送各种信息，包含车身控制器的各种配置信息，驾驶仪表上显示的各种车辆状态信息，发动机的油温、

转速等信号，蓄电池电压信号以及车辆防抱死系统需要的轮速信号等。虽然正常情况下可以通过汽车仪表板显示屏指示灯的形式判断车辆有无重大故障信息，但是仪表板能显示的信息非常有限，它能显示某个控制器有故障，但不能具体到故障信息是什么，更不能告之如何处理这些故障。因此，这就需要通过CAN总线获取各控制器的报文信息，进行故障排查。

(2) 与MES的数据交互。如今的车辆生产都是订单化生产模式，同一型号的车辆有着不同的配置，根据不同的配置车辆装配不同的电器元件，以本课题研究的某型号车型为例，总共有多达24种配置类型。主机厂都会用到MES系统安排、组织车间的生产，收集和获取车辆实际生产信息。下线检测系统需要从MES系统中获取准确的车辆模块信息，同时将检测结果上传至MES服务器。

(3) 电器元件电流信号。为了检测车辆电器元件装配及来件质量是否合格，采用钳型电流表对回路电流进行测试。因为电流测试是利用电流钳通过霍尔效应读取车载电瓶正极电流的变化，根据该变化判断用电负载是否工作正常。电流钳所记录的电流图，是整个电流测试过程中的所有电流变化曲线。通过对各个用电负载的时间区间控制来区分不同的电器。

下线检测系统整体设计方案

整车下线检测系统采用工控机为控制中心，根据虚拟仪器技术，通过CAN总线通信电路和车辆各

ECU单元进行通信，利用钳型电流表检测车辆电器元件在蓄电池正极端电流有无短路、开路等故障，并将测试结果保存传输至工厂MES系统。返修人员根据测试结果对车辆进行检修，确保每一辆出厂的汽车都不存在电气故障。诊断完成后系统可以将检测的结果保存在以VIN码为索引的数据库中，方便调用查看。为了满足生产线节拍要求，采用多站点设计，整体设计结构如图1所示。

整车下线检测系统主要分为门总成检测站点、胎压学习检测站点、模块配置及特殊功能学习站点、四轮定位标定站点、报交站点、服务器管理和参数计算机站点

- (见图2)。
- (1) 门检测站点：检测玻璃升降电流、玻璃升降时间、门喇叭等。
 - (2) 胎压学习站点：轮胎传感器激活与识别。
 - (3) 模块配置及特殊功能学习站点：BCM/ICM/ESP等控制器的配置写入；IMMO/PEPES/TCU的防盗匹配学习；玻璃防夹学习、中控锁学习等。
 - (4) 四轮定位站点：转角传感器、ESP集成传感器等的标定学习。
 - (5) 报交站点：各控制器的故障代码清除与读写，出厂模式切换。

该系统需要满足如下基本应用要求：

- (1) 较高的可靠性：生产车间环境复杂，系统所选用的相关元器件应该有较好的可靠性，满足防尘、防水等环境要求。
- (2) 较好的纠错性：能够比较方便地检测出整车的电器元件、ECU控制器的故障，并且通过故障分析给出合适的解决方法。
- (3) 较强的扩容性：除了检测整车厂给出的车辆型号，系统还可一通过改变参数或者配置文件检测其他不同型号的车辆，同时被检测车辆电器元件增加或减少时，能够较方便的实现程序升级。

结语

一次通过率 (FTT) 概念的提出源于汽车制造商在常年的检测过程中，遇到的一大困扰，就是如果被检测车辆出现问题，无法确定是车辆自身的问题，还是检测设备不准确导致的误诊。其结果可能是无问题车辆被迫送修，有问题车辆被售出。如果汽车厂测试系统较差，生产合格率统计就会出错，而且会投入无谓的人力、物力做大量维修工作。

为了能更准确地判断生产线的生产质量，制造商提出使用FTT的概念，以定义某检测系统的可靠性，以此来保证在生产线上，更准确的确定测试失败是否与车辆自身。

汽车下线诊断检测系统是汽车生产、制造过程中保障电器质量的有效检测手段和管理平台。

AUTO1950

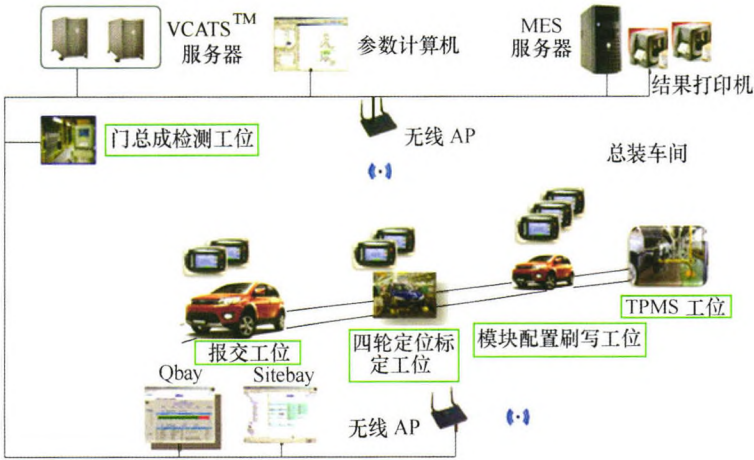


图1 下线电检系统整体方案构架



(a) 门检测站点 (b) 模块配置及特殊功能学习站点 (c) 胎压学习站点
图 2