Characteristics and Preventing Strategy to the Self-Ignition Accidents of the Semi-Trailer Combination

Yihong Zhang[1,2], Xueyang Yin[1], Tingxuan Zhou[2]

[1]*School of Transportation and Automotive Engineering of Xihua University, Chengdu, Sichuan China, 610039*

[2]*Sichuan Xihua Institute of Automobile Vehicle Justice Identification, Chengdu, Sichuan, China, 610039*

Abstract: It has been found in many identifications for self-ignition accidents of the semi- trailer combination, the spring parking brake acted when the pressure of brake system is low, it caused the friction contact with the brake drum, the temperature of the brake drum raised, the tire be ignited and the vehicle will the fired if it not be noticed. The pressure monitoring instrument designed to avoid the bad consequences, it can warn the driver when the pressure of brake system is low.

Keywords: semi-trailer combination; spring parking brake; self-ignition accident; pressure monitoring instrument

半挂汽车列车自燃事故分析及预防措施

张易红[1,2]，尹学杨[1]，周廷萱[2]

[1]西华大学交通与汽车工程学院，四川，成都，610039

[2]四川西华机动车司法鉴定所，四川，成都，610039

摘　要：经对数起半挂汽车列车自燃事故的鉴定发现，当半挂车制动系统的气压不足或局部气压不足时，会导致储能制动器动作，造成制动摩擦片抱死，从而制动鼓发热，如果未能及时发现，将引起轮胎起火进而引发车上货物燃烧的严重后果。针对此种现象，设计开发了一种气压监测报警系统，用作对半挂汽车列车制动气压进行实时监测，当制动气压不足时提醒驾驶员立刻采取措施，避免不良后果发生。

关键词：半挂汽车列车；储能制动器；自燃；气压监测装置

1 引言

汽车在给人类带来巨大的便利的同时，交通事故也给人类的生命和财产带来极大的威胁和伤害。随着公路建设的发展，长途货运越来越发达，在长途货运中，由于经济性较高，半挂汽车列车占较高的比例。自2005年以来，经四川西华机动车司法鉴定所在四川省内鉴定的重特大道路交通事故中，有关半挂汽车列车自燃的事故已经发现多起，其损失极其严重。文章以2008年以来几个典型案例，对半挂汽车列车自燃事故自燃事故进行分析，提出预防对策。

2 概述

2008年8月9日5时许(天气:阴)，一辆解放牌CA4252P21K2T1A重型半挂牵引车及华锐牌HRG400L重型普通半挂车，由成都往南充方向行驶至成南高速公路93km处，发生该列车起火燃烧的事故，事故造成该列车及货物、路产受损。事故车辆如图1所示（下称8-9案例）。

2008年11月15日15时许(天气:雨)，一辆解放牌CA4140P1K2A80重型半挂牵引车及青岛牌QD9150重型普通半挂车，由南充往成都方向行驶至成南高速公路143km处，发生该列车起火燃烧的事故，事故造成半挂车及货物受损。事故车辆如图2所示（下称11-15案例）。

2008年7月13日13时许，一辆豪泺牌ZZ4257S3241V重型半挂牵引车及华骏牌ZCZ9390TJZ重型集装箱半挂车，由眉山往成都方向行驶至成雅高速公路34km处，发生该半挂车起火燃烧的事故，事故造成半挂车、货物及路产受损。事故车辆如图3所示（下称7-13案例）。

上述典型的半挂汽车列车自燃事故，造成了大量财产损失，引起各方面的广泛关注，个中情况值得我们深思。

图1. 8-9案例事故车

图2. 11-15案例事故车

图3. 7-13案例事故车左后部

3 半挂汽车列车自燃事故的原因分析

3.1 三起事故的共同点

经鉴定发现，三起事故的共同点为：(1) 均为半挂汽车列车自燃事故，起火部位均在半挂车制动器部位，制动器引燃轮胎，进而引起车厢着火，造成车辆、货物受损；(2) 这三起事故的半挂车的制动器都采用储能弹簧制动的形式；(3) 这三起事故车均没有合适的制动气压报警系统，在制动气压不足时，未能及时发出警告。

3.2 半挂车制动系统原理

传统的半挂车制动系统分为供气管路和控制管路，即双管路气压制动。制动原理如图4所示。在该制动系统中，供气管路由牵引车储气筒引出，对半挂车储气筒充气。控制管路由牵引车的制动控制阀引出，对半挂车输出控制气源。行车制动时，踩下制动踏板，控制气源作用于紧急继动阀A，对制动气室C、D充气，实现行车制动；当半挂车与牵引车意外脱开时，充气管路气源中断，通过紧急继动阀A的作用，半挂车储气筒E内压缩空气进入制动气室C、D，半挂车实现应急制动。B手柄为操纵半挂车驻车制动的直通开关，可对半挂车进行驻车制动或解除。

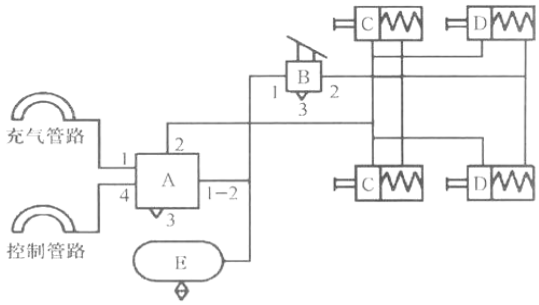

图4. 传统的半挂车制动系统原理

3.3 储能制动器的特点

汽车制动系统按制动系的作用可分为行车制动、驻车制动、应急制动、辅助制动。驻车制动又可分为中央盘式制动和储能弹簧制动，而储能弹簧制动则俗称为“断气刹”。

“断气刹”制动系统的行车制动原理与普通气刹是一样的,而驻车制动差别很大，特殊之处在于储能弹簧气室的结构，储能弹簧气室是行车制动气室和驻车制动气室的结合体，行车制动气室在下，驻车制动气室在上，行车制动气室的通气口焊接在驻车制动气室壳体上，其孔道与驻车制动气室的通气口接头孔道平行。并以平行于气室轴线的的孔道与行车制动气室相通。行车制动气室的活塞组件包括活塞体、密土封皮圈、导向套筒。当施行驻车制动时，推杆只推动活塞，

而行车制动时，活塞是不动的。在汽车起步之前，应将手控阀的操纵杆扳回解除驻车制动位置，使压缩空气自驻车制动储气筒充入驻车制动气室，压缩储能弹簧，使驻车制动活塞回到不制动位置，同时行车制动活塞也在回位弹簧作用下回位。此时驻车制动解除，汽车方能起步，但如果储气筒的气压未达到最小安全值，则不能压缩弹簧，因而汽车也不能起步，这是利用储能弹簧制动器进行驻车制动主要优点。

3.4 半挂汽车列车自燃事故的原因

半挂车制动系统管路较长，连接点较多，使得故障概率增大，一旦行车当中制动系统出现泄漏或其他故障，导致半挂车制动气压严重降低，将造成充入驻车制动气室的气压不足，不能压缩储能弹簧，使制动活塞回到驻车制动位置，将会造成意外制动，造成制动摩擦片抱死，从而制动鼓发热，由于目前配置的牵引车动力强劲，列车仍然可能高速前进，司机一般不容易及时发现并停车，就会引起制动鼓高温、引燃轮胎进而引发车上货物燃烧的严重后果。由于气压不足造成意外制动，也就成了利于储能弹簧制动器进行驻车制动主要缺点。

4 预防措施

针对半挂汽车列车自燃事故，提出了一种适用于半挂汽车列车的制动气压监测报警装置，气压监测报警装置的设计主要考虑了两方面，即气压监测报警系统的硬件和软件设计。

4.1 气压监测报警系统原理

系统工作原理如图5所示，为了力求结构简单、工作可靠，气压监测系统采用了FREESCALE的MC68HC908GR8、MPXY8300A与MC33591等芯片进行设计。该系统由气压监测发射模块和信号接收模块两个主要部分组成，气压监测模块安装在储能制动器前端管路上，该模块带有传感器和无线发射装置，用以监测制动器前端气压并把监测到的数据发送给信号接收模块;信号接收模块安装在驾驶室内仪表台附近，带有无线接收装置、声音报警模块和数字显示模块，无线接收装置将接收到的气压值由数字显示装置显示，当气压出现异常情况时，就通过声音报警模块报警。

4.2 气压监测报警系统的硬件设计

4.2.1 压力监测发射模块设计

如图6所示，压力监测发射模块主要由传感器、微控制器、RF发射器等构成，监测发射模块系统采用高度集成的MPXY8300A系统方案；MPXY8300A系统是集一个温度传感元件、一个接口电路和新一代电容式压力传感器于同一芯片中，具有电源管理和数字输出功能的系统，该传感器具有防潮防腐防氧化等特性，免受环境影响。MPXY8300A根据对管脚的不同配置有多种操作模式：待机/复位模式、测量气压模式和输出数据读取等模式。与控制器MC68HC908GR8共有6条引脚，其中2个引脚用于控制其操作模式，2个引脚用于数据串行交换，1个引脚用于唤醒控制器。MPXY8300A还具有复位功能，该引脚作为一个输出端子，定时向控制器发送复位信号，确保模块可靠工作。控制器MC68HC908GR8将8位Flash单片机MCU(微处理器)和发射器MC33591集成在同一芯片内。MCU连接传感器，定期检查气压和温度数据。发射器虽然与MCU集成在一起，但其工作完全由MCU控制，设定其工作频率和模式，从而控制数据的发送。匹配网络主要是确保由MC33591传送来的数据能以无线通信的标准发送出去。

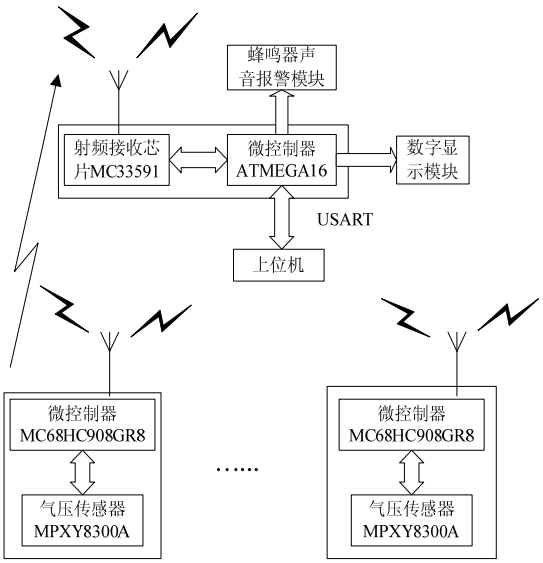

图5. 气压报警系统原理图

4.2.2 信号接收报警模块设计

如图7所示，接收模块由一个单片机和一个高频接收器组成，接收模块的解调电路将发射模块发射出来的射频信号放大解调后，将数字信号送给MCU，让MCU作出相应的处理。主控制器采用低功耗8位

CMOS微控制器AT89S51及接收器等器件组成，该控制器具有运行速度快、流水线方式执行指令、可在线编程、保密性高、价格低廉等特点。对于与主控制器相连的外围器件其功能是当制动气室内的气压或温度出现异常情况时，可通过蜂鸣器的声响形式告警。另外该模块设计的键盘模块和与计算机的串行通信接口主要是为了查询、设置参数方便和便于通过计算机分析气压数据使用。

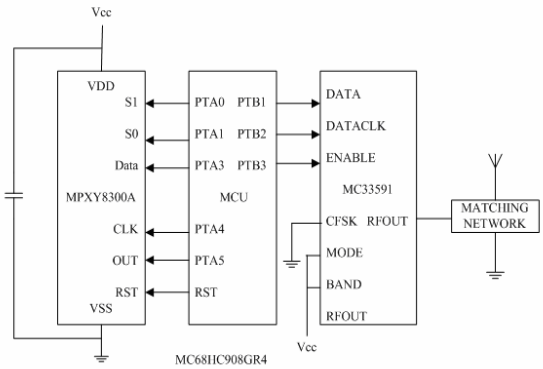

图6. 气压监测模块原理图

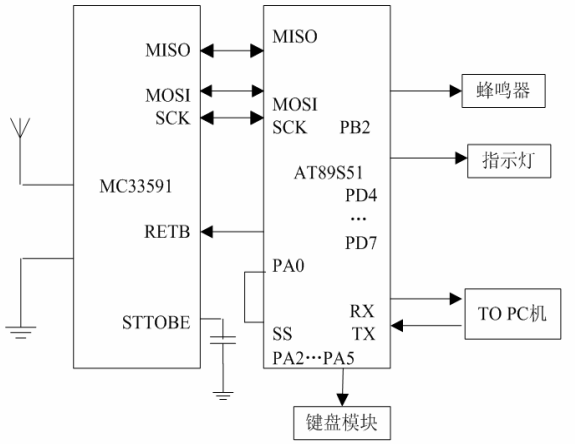

图7. 信号接收模块原理图

4.3. 气压监测报警系统的软件设计

4.3.1 胎气压监测发射模块软件设计

胎压监测模块的软件流程如图8所示，模块上电后，首先控制器MC68HC908GR8对自身及传感器MPXY8300A进行初始化。为了降低能耗、延长电池的使用寿命，控制器在没有数据需要处理和传输的情况下，将自身配置成STOP模式，同时将传感器配置成STANDBY模式。控制器在中断处理程序中，通过修改传感器的工作模式，分别读取采集到的胎压和温度数据，然后启动射频发射模块将数据以曼彻斯特编码方式发送出去，同时进入省电模式，等待响应新的中断。

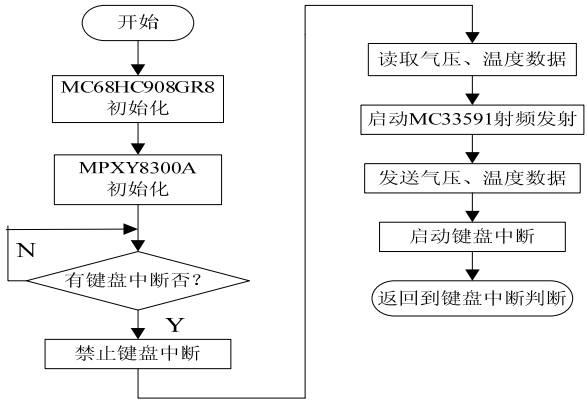

图8. 气压监测模块软件流程

4.3.2 信号接收模块软件设计

中央接收模块软件流程如图9所示。该模块以AT89S51为主控制器，在完成初始化后将自身配置为主机模式，通过SPI口对射频接收器MC33591进行初始化，将其配置在315MHz FSK模式下工作，然后又将自己配置成从机模式，等待接收数据。MC33591在接收到从气压监测模块发送来的压力、温度数据后，由SPI口传送给控制器，控制器在接收数据的同时还要对该数据进行一系列处理，并对处理后的结果进行判断。如果制动气压低于了预先设定范围，则立即启动蜂鸣器声音报警，反之显示汽车运行正常。当然控制器还可以利用串口实现与PC之间的通信重新设定、更新气体压力上/下限值。

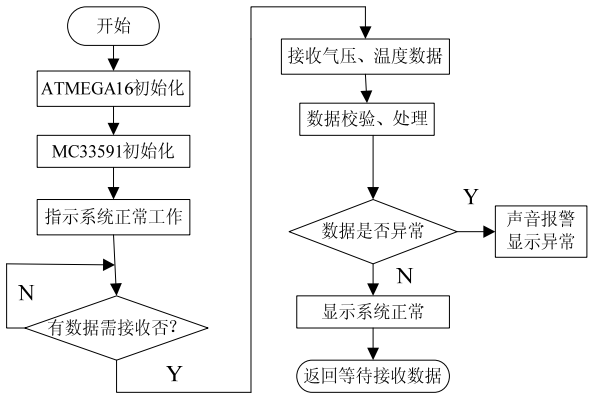

图9. 信号接收模块软件流程

5 结论

半挂汽车列车高速行驶中，一旦制动系统出现泄漏或其他故障，半挂车制动气压低于起步气压，将造成充入驻车制动气室的气压不足，不能压缩储能弹簧，使制动活塞回到驻车制动位置，将会造成意外制动，引起制动鼓高温、引燃轮胎进而引发车上货物燃烧的严重后果。针对此类自燃事故设计的气压监测报警装置，当制动气室前端气压低于设定值时，便接通驾驶室内的报警装置，及时提醒驾驶员当前制动气压状态，能有效避免因气压不足导致储能制动器抱死、发热引发火灾的事故。在实验室内，模拟输入制动气压进行试验。该装置能准确地完成数据的收发，对模拟故障信息，能正确地作出判断，并且发出警报。试验证明，该装置各项功能正常，达到了系统设计要求。

References（参考文献）

[1] Chen Jiarui. Automobile Construction [M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2009.
陈家瑞 汽车构造 北京： 机械工业出版社， 2009 年

[2] Wang Yifeng,LiuYueming,Wen Xidong,Yuan Yuan Design of Automobile tire pressure monitoring system Based MC68HC908 RF2 [J], Application of Electronic technique , 2007, 06.
王毅峰,刘跃明,温希东,袁媛.基于 MC68HC908RF2 的汽车胎压监测系统的设计[J].电子技术应用 2007.06

[3] Wang Lei,Huang Ying,Huang Panfeng A New RPTM Module Hardware Design of the TPMS [J], Electronic Instrumentation Customer 2007.08
王磊 黄英, 黄攀峰 一种新型 TPMS 发射模块硬件设计 仪器仪表用户 2007.08

[4] Yuan Conggui Zhang Xinzhen Wu Huacheng A New Design of Tyre Pressure Monitioring System[J], Industrial Instrumentation & Automation,2005.06
袁从贵 张新政 吴华程 一种新型 TPMS 设计与实现 工业仪表与自动化装置 2005.06