

大学生电动方程式汽车的安全回路设计

郑竹安,周玉鼎

(盐城工学院 汽车工程学院,江苏 盐城 224051)

摘要:安全回路通过碰撞开关来保证赛车在受到撞击等极限情况下断开高压回路。通过绝缘检测系统检测高压端和接地端是否存在电压差,来判定整个赛车是否绝缘,同时采用 KM 自锁电路来保证绝缘,以便电气安全人员排除故障,并进行手动复位。经过实际测试,安全回路稳定、可靠、适应性强,可以有效地保证车手的安全,提高赛车的驾驶安全性。

关键词:绝缘检测;自锁电路;碰撞开关;安全回路

中图分类号:U462.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2016)03-0023-04

在赛车竞赛中经常出现各种事故,其中不能及时切断高压动力输出是电动赛车安全隐患之一^[1-3]。当赛车遇到撞击、高压电接触及其他紧急情况时应及时切断系统高压动力输出,来保证赛车手的安全^[4-6]。本文设计结合了森萨塔(Sensata)碰撞开关、本德尔(Bender)绝缘检测装置、KM 自锁电路、制动可靠性装置等技术的电动方程式赛车安全回路。该安全回路设计能有效地通过绝缘检测,碰撞传感器也能及时切断高压输出,提供整车的主动安全;车上多处设置的急停开关方便车手切断高压动力输出保证赛车手和车外人员安全,提高赛车的被动安全性能。因此,利用该安全回路设计可以及时作出有效的安全措施,减少事故发生。

1 安全回路整体设计

该安全回路包括 sensata 碰撞传感器、Bender 绝缘检测传感器、制动可靠性模块(电压比较模块和延时比较模块)、急停开关、200 Ω 功率电阻、继电器和稳压电源等。将上述模块设计成开关量后和一个双路继电器串联在一起,实现对高压电路的控制,保证高压断开时,能接通放电阻。

2 硬件设置

2.1 碰撞传感器

碰撞传感器分为机电开关、电子开关和水银开关 3 种。本文选用机电式碰撞开关,该开关具有成本低、检测精度高、稳定性好等优点,其特性如图 1 所示。在实际测试过程中,当碰撞开关受到 6g 至 11g 减速度时触点就会断开,从而使整个安全回路断开高压控制继电器,同时闭合放电电阻使得赛车的电压瞬间降至 0 V。

2.2 绝缘检测模块

Bender A-ISOMETER iso-F1 IR155-3203 是一种通用的绝缘检测模块,其工作电压 300 V,设定的绝缘检测响应值为 500 Ω /V,使用 12 V 的车载电源供电。绝缘检测模块定义如图 2 所示。

当发生故障时模块检测到绝缘错误并及时降低 pin8 高电位输出,同时通过 KM 互锁电路实现错误信号的锁定。KM 自锁电路如图 3 所示,可以使用简单的八角继电器实现。该自锁模块具有简单稳定的特点,还可以有效避免外界干扰。

2.3 制动可靠性装置

制动可靠性装置如图 4 所示,通过开关量采

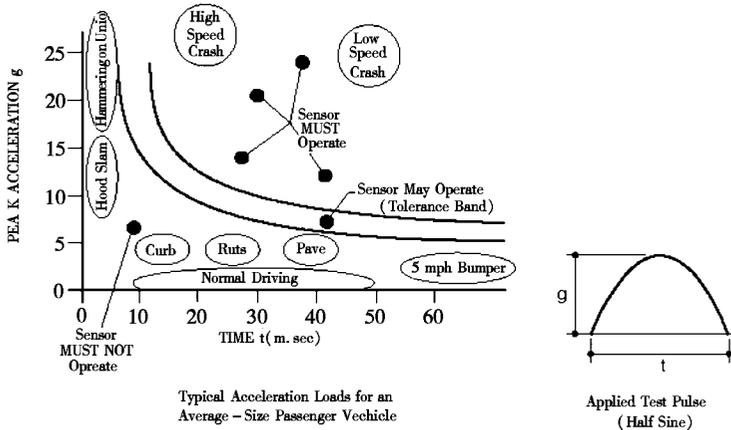


图 1 碰撞开关参数图
Fig. 1 Impact switch parameters

Wiring diagrams

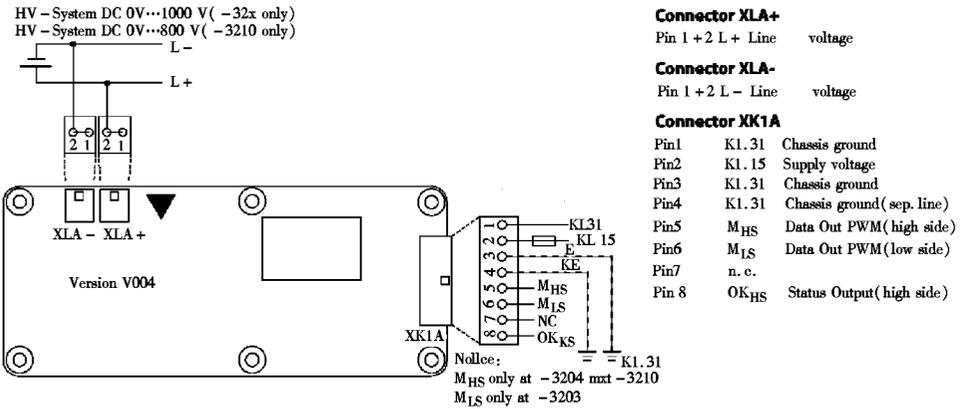


图 2 绝缘检测模块端口定义
Fig. 2 Port definitions of insulation detection module

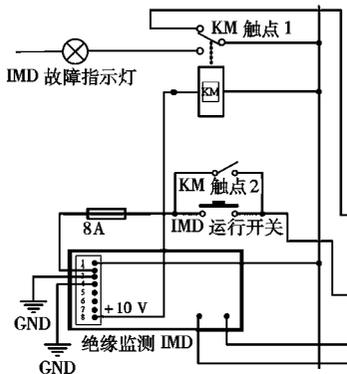


图 3 绝缘检测模块错误信号互锁电路
Fig. 3 Error signal interlocking circuit of insulation detection module

集制动信号的输出,利用霍尔元件采集直流母线上的电流数据并转换为电压量;然后利用 Lm393 双路电压比较集成器进行两路信号比较,判定车手发出的指令是否得到执行。

如果电机控制器没有执行制动指令而是继续加速,则触发制动可靠性装置中的光耦件动作,从而切断整个赛车的动力输出,保证制动的可靠性,同时监控汽车的制动状态。由于赛车在运行过程中会产生电磁干扰影响制动可靠性装置的稳定性,因此在电路信号采集中添加电容来过滤干扰信号,从而保证它的稳定性。

2.4 放电电路

放电电路如图 5 所示,通过将 一个 200 Ω 的电阻串联在一个常闭继电器上来实现放电功能。

当继电器接通时,放电电路断开从而避免整车功率的消耗和错误的运行。放电电阻控制端需接在继电器的常闭端,当赛车停止工作时高压系统就会连接放电电阻,从而保证赛车的安全性。

3 仿真结果

选用表1中的电阻参数,通过 MATLAB 软件模拟分析,计算放电过程中放电回路中的电压 u 和电流 i 。

表1 电阻参数

Table 1 Resistance parameters

参数	值
电阻/ Ω	200
连续工作功率/W	200
过载工作功率(20 s)/W	200
额定电压/V	250
最大预期电流/A	5.5
平均电流/A	3
所使用电缆的横截面积/ mm^2	1.5

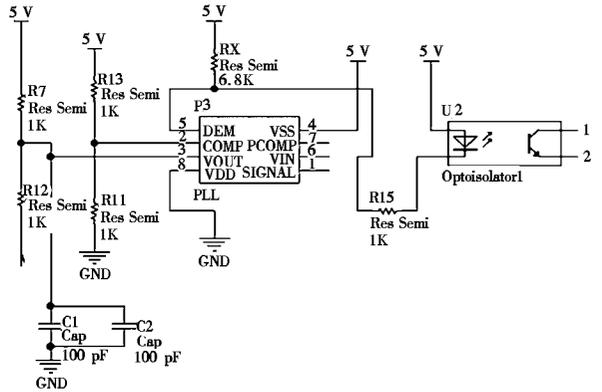
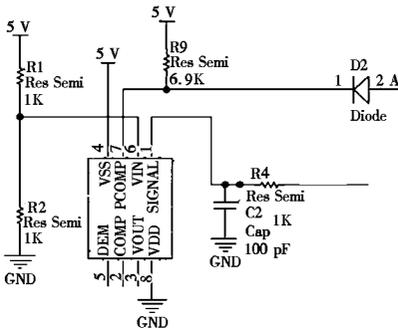
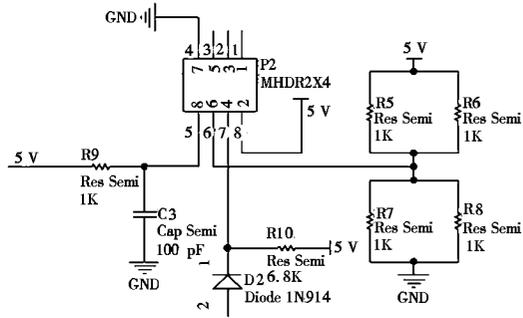
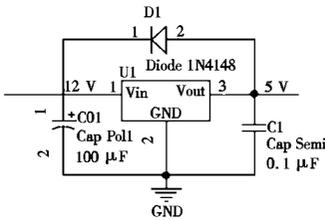


图4 制动可靠性模块原理图

Fig. 4 Principle diagram of brake reliability module

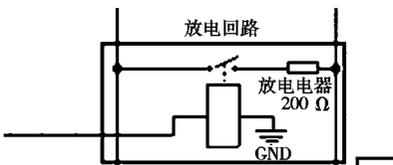


图5 放电电阻电路图

Fig. 5 Discharge resistance circuit diagram

$$u = 300 \times e^{(-t)/(200 \Omega \times 500 \mu\text{F})} \quad (1)$$

$$i = 300/600 \times e^{(-t)/(200 \Omega \times 500 \mu\text{F})} \quad (2)$$

图6为放电过程中放电回路电压随时间的变化情况。从图6可以看出电压特性符合安全回路要求,在0.5 s之后电压值下降了90%以上,基本满足安全要求。

图7为放电过程中放电回路电流随时间的变化情况。从图7可以看出电流特性符合安全回路要求,在0.5 s之后电流下降了90%以上,基本满足安全要求。

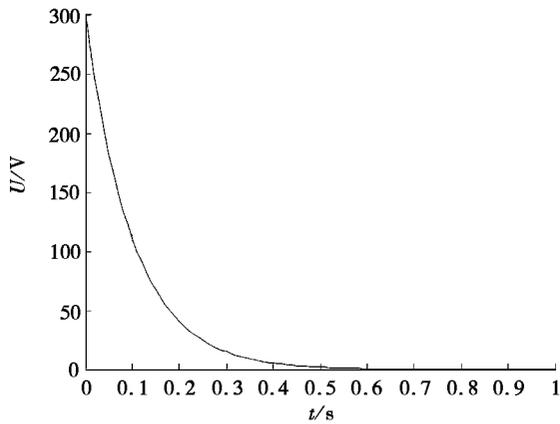


图 6 电压 - 时间曲线
Fig. 6 Voltage - time cure

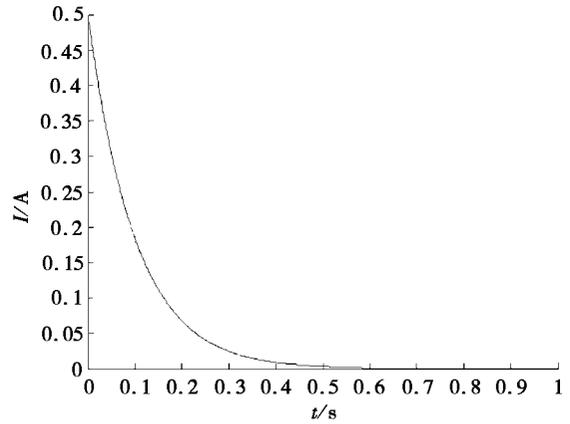


图 7 电流 - 时间曲线
Fig. 7 Current - time cure

4 结语

通过实际调试验证,该方程式赛车安全回路中制动可靠性模块、碰撞模块、绝缘检测模块都工作正常,达到预期设计目标,整体方案比较完善。但是,还有一些地方需要进一步完善,比如可以通

过微电子电路实现电路错误信号的寄存锁定,增加无线传输从而实现错误数据的远程采集和分析等。该安全电路在实际赛车中进行实车试验,结果表明整个安全回路在抗干扰、稳定性等方面稳定可靠。

参考文献:

- [1] 娄飞鹏, 康熙强, 张凯方. 一种纯电动教练车的实现方法[J]. 汽车电器, 2016(1):10-12.
- [2] 郭宏榆, 姜久春, 温家鹏, 等. 新型电动汽车绝缘检测方法研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2011(3):253-257.
- [3] 佚名. ST 新款中央碰撞传感器完善汽车安全气囊电子配套产品[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2015(11):86.
- [4] 董福强. 汽车碰撞传感器模拟系统的设计与实现[D]. 苏州: 苏州大学, 2012.
- [5] 吴中华. Altium Designer 10 使用快速入门[J]. 电子制作, 2012(6):75-78.
- [6] 吴玮玮. 电子产品开发系统 Altium 的研究及应用[J]. 电子制作, 2015(3):80.

Safety Circuit Design of Electric Formula Car for College Students

ZHENG Zhu'an, ZHOU Yuding

(School of Automotive Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract: Through the collision switch safety circuit ensure that the car disconnects the high voltage circuit by the impact and in other extreme cases. The insulation detection system is adopted to detect whether there is a voltage difference between the high-voltage side and the grounding terminal, to determine whether the whole car is insulated. At the same time, KM self-locking circuit is used to ensure insulation, so that electrical safety personnel can debar the fault, and reset by manual. By practical testing, the safety circuit is stable, reliable and adaptable, which can effectively ensure the safety of drivers and improve the driving safety of the car.

Keywords: Insulation detection; Self locking circuit; Collision switch; Safety circuit

(责任编辑:李华云)