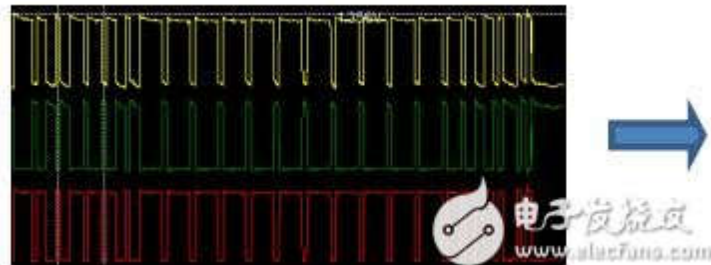


CAN总线抗干扰 6条“军规” - 电力技术

随着CAN总线在电动汽车、充电桩、电力电子、轨道交通等电磁环境比较恶劣的场合应用越来越多，信号干扰的问题已经严重影响到使用者对CAN总线的信任。究竟如何才能抗干扰？本文展示了致远电子CAN总线抗干扰的6条“军规”。

在汽油车时代，CAN总线遇到的干扰少之又少，即使有一些继电器和电磁阀的脉冲，也不会有很大影响，稍微进行双绞处理，完全可以实现零错误帧。

可是到了电动汽车年代，逆变器、电动机、充电机等大功率设备对CAN的影响足以中断通讯，或者损坏CAN节点，如图1图2所示，就是被逆变器干扰的CAN波形。



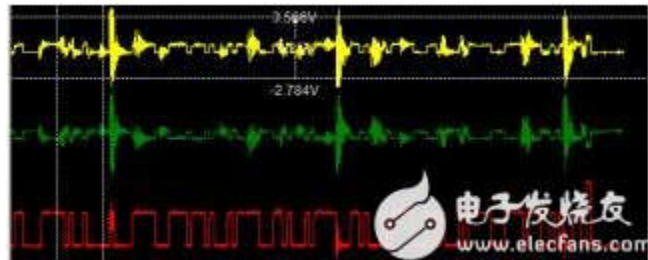


图1 干扰前 图2 干扰后

面对干扰，各个汽车厂、零部件厂，测试诊断设备的厂商都纷纷研究抗干扰之“妙方”，以保证CAN稳定运行。本文就以广州致远电子有限公司15年的CAN现场故障排查经验，介绍抗干扰6条“军规”。

1 . CAN接口增加隔离与保护

干扰不但影响信号，更严重的会导致板子死机或者烧毁，所以接口和电源的隔离是抗干扰的第一条“军规”。隔离的主要目的是：避免地回流烧毁电路板和限制干扰的幅度，保护控制器不死机。如图3所示，为未隔离时，两个节点的地电位不一致，导致有回流电流，产生共模信号，CAN的抗共模干扰能力是-12~7V，超过这个差值则出现错误，如果共模差超过 $\pm 36V$ ，烧毁收发器或者电路板。

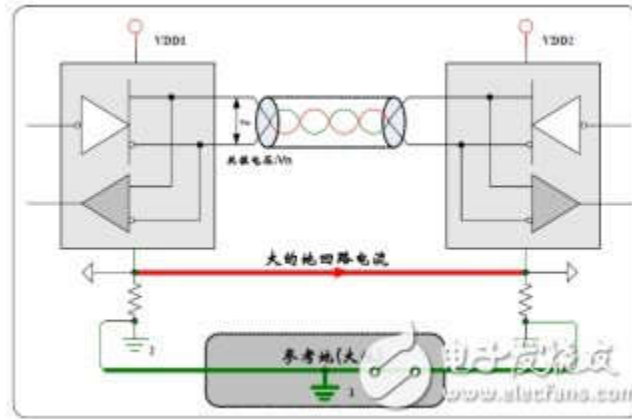


图3 未隔离时的地回流

而增加CTM1051KAT隔离模块后，如图4和图5所示。隔绝了地回流，限制了干扰幅度。

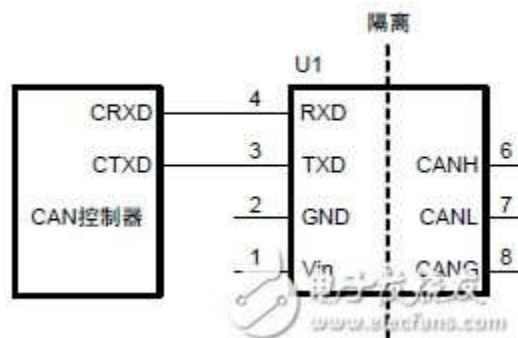


图4 CTM1051KAT隔离模块

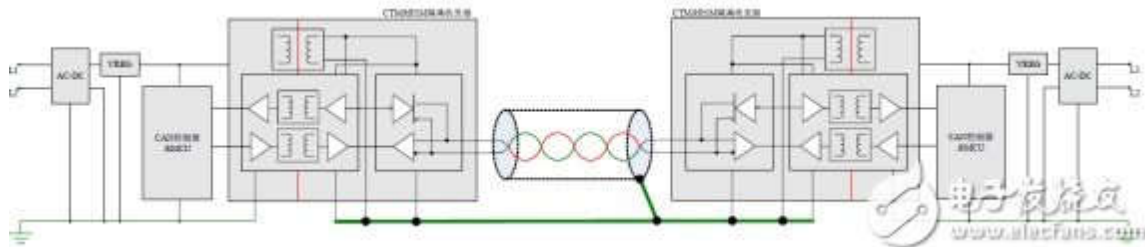
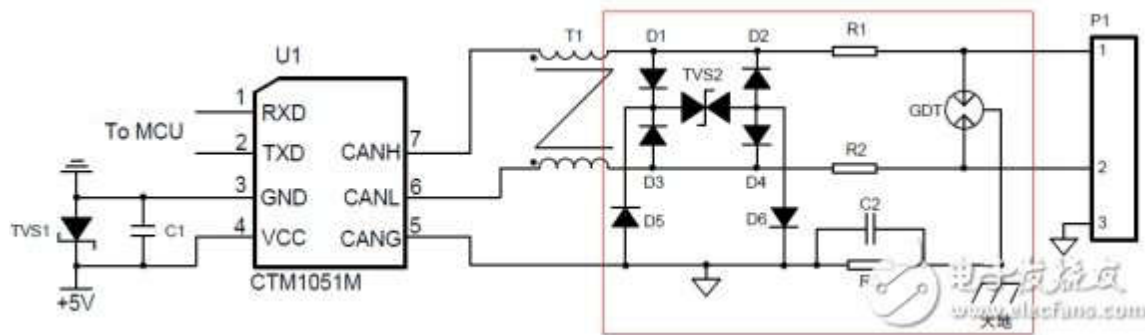


图5隔离地回流

增加隔离后，是否万事大吉了？肯定不是，隔离只是阻挡，如果干扰强度很高，比如达到2KV浪涌，隔离也会被破坏。所以要想达到更高的防护等级，必须增加防浪涌电路。如图6所示，为致远电子高速总线标准防浪涌保护电路。



标号	型号	标号	型号
C1	10 μ F, 25V	TVS1	SMBJ5.0A
R1, R2	2.7 Ω , 2W	TVS2	P6KE15CA
R3	1M Ω , 1206	GDT	B3D090L
C2	102, 2kV	T1	B0773305513N201
D1~D6	1N4007	U1	27M1051M-50111

图6 信号保护电路

此保护电路可达4KV浪涌而不损坏，不过注意如果要通过2500VDC耐压测试时，需要将GDT和R3拆除，防止高压击穿导致测试不通过。

2. CAN线提高双绞程度

CAN总线为了提高抗干扰能力，采用CANH和CANL差分传输，达到效果就是遇到干扰后，可以“同上同下”，最后CANH-CANL的差分值保持不变。如图7所示。

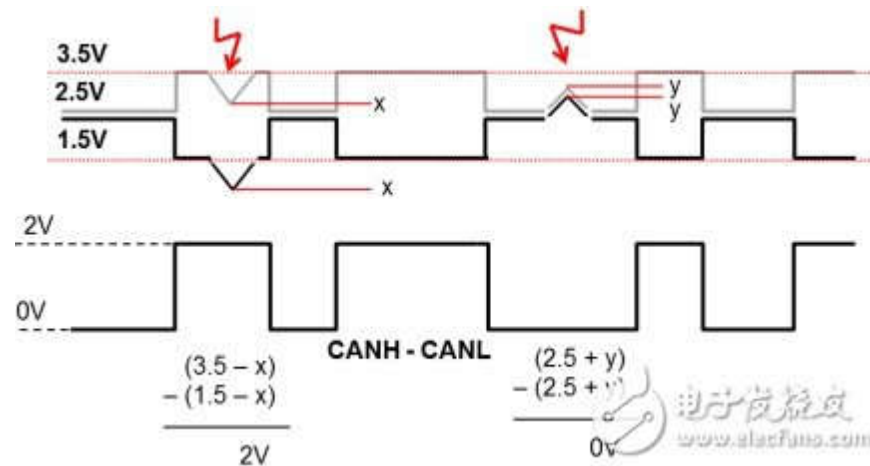


图7 差分抗干扰示意图

可是，这种抗干扰能力，必须的条件是，CANH和CANL要很紧密地靠在一起，否则受到的干扰强度就不一样，就会导致差分信号受到干扰。所以CANH和CANL要紧密地绞在一起，通常双绞线只有33绞/米，而在强干扰场合，双绞程度要超过55绞/米才能达到较好的抗干扰效果。另外线缆的芯截面积要大于 $0.35 \sim 0.5 \text{ mm}^2$ ，CAN_H对CAN_L的线间电容小于 75 pF/m ，如果采用屏蔽双绞线，CAN_H（或CAN_L）对屏蔽层的电容小于 110 pF/m 。可以更好地降低线缆阻抗，从而降低干扰时抖动电压的幅度。



图8 双绞线

3. CAN线保证屏蔽效果与正确接地

带屏蔽层的CAN线，可以良好地抵御电场的干扰，等于整个屏蔽层是一个等势体，避免CAN导线受到干扰。如图9所示，为一个标准的屏蔽双绞线，CANH和CANL通过铝箔和无氧铜丝屏蔽网包裹，如图9所示。需要注意的是和与接插件的连接，在连接部分允许有短于25 mm 的电缆不用双绞。



图9 屏蔽双绞线

较好的CAN屏蔽线带有2层屏蔽层，称为双层屏蔽线，其中内层的CAN_GND是与CAN收发器的地连接，外层的Shield是与外壳大地相连。内层可以平衡信号的地电位，抑制共模干扰，减少错误帧，但强干扰时收发器损坏率会提高；外层可以泄放电荷到大地，如图10所示。

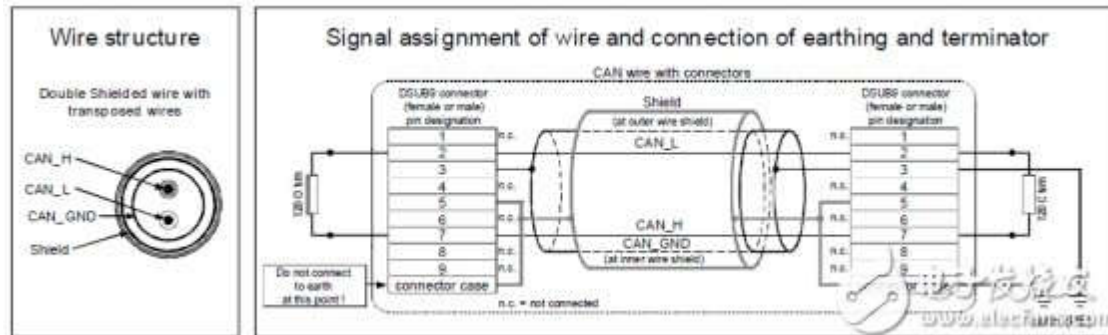


图10 双层屏蔽线

使用屏蔽线后，在屏蔽层没有良好接大地前，屏蔽线是不起作用的。所以我们要选择一种接地方式。通常来说，屏蔽层单点接地可以避免地回流（不同位置的地电位不同而导致的产生电流）、多点接地可以加快高频干扰信号的泄放。所以要根据实际情况选择合适的接地方式。如图11所示。

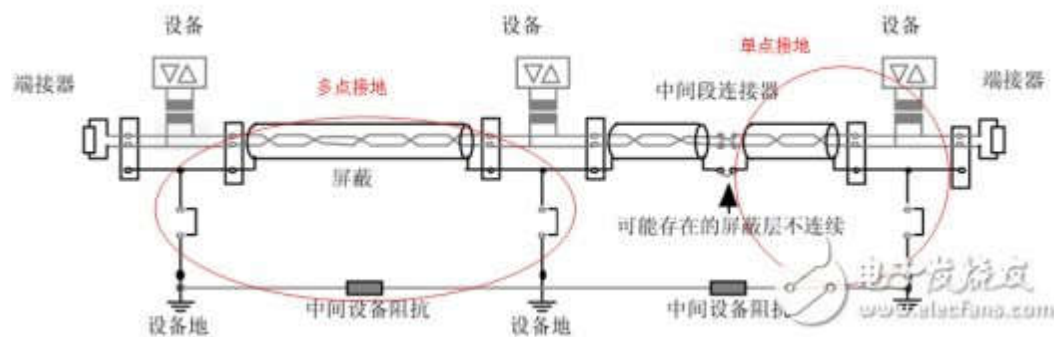


图11 屏蔽层接地方法

在CAN的应用场合，由于距离一般都较远，所以大部分采用屏蔽层单点接地的原则，在干线上找一点将屏蔽层用导线直接接地，该点应是所受干扰最小的点，同时该点位于网络中心附近。

4. CAN线远离干扰源

远离干扰源是最简单的抗干扰方法，如果CAN线与强电干扰源远离0.5米，干扰就基本影响不到了。可是在实际布线中，经常遇到空间太小而不得和强电混在一起，如图12所示，为某新能源汽车的驱动系统，CAN线与驱动线混在一起，结果导致干扰很大。只要与CAN并行的驱动线，具备2A/秒的电流变化，就会耦合出强磁场而导致CAN线上出现干扰脉冲。所以CAN线必须要和电流会剧烈变化的线缆远离。比如继电器、电磁阀、逆变器、电机驱动线等。



图12 布线乱问题

而解决这个问题，只能尽量保证强电与弱电分开捆扎，距离上尽量远离。实在避不开，也要垂直交叉，也不能平行布线。

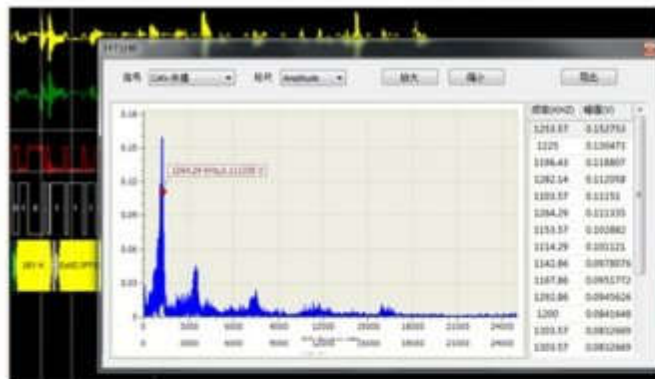
5. 增加磁环或者共模电感

使用抗干扰的磁环，目的就是削弱特定频率的干扰的影响。如图13所示，为增加磁环的效果。CAN差分线缆可以两线一起加，或者单端单独加。



图13 增加磁环

磁环的效果可以大大削减特定频率的干扰强度，在增加磁环前，需要用CANScope或者示波器FFT快速傅里叶变化功能，测试出最高干扰的频率，然后向磁环厂家定制对应频率的磁环。如图14所示。为增加磁环前和增加磁环后的FFT的结果。可以看出干扰强度明显减小。



项目	次数	百分比	说明
状态	31.887	100.00	
成功	25.813	81.28	
总线故障检测	1.101	3.73	
CRC校验失败	1.129	3.84	
数据帧失败	1.056	3.30	
空帧	2.017	6.37	
帧长度错误	2.228	6.97	
帧间隔错误	5	15.68	
帧间隔错误	16	50.23	
帧间隔错误	112	351.88	
CRC校验失败	258	811.81	
数据帧失败	52	163.48	
数据帧失败	1.529	4.79	
数据帧失败	177	555.81	
数据帧失败	47	147.45	

▲ 优化前的共模干扰和错误帧比例



项目	次数	百分比	说明
状态	51.912	100.00	
成功	51.507	99.22	
帧长度错误	2	0.00	
数据帧失败	1	0.00	
数据帧失败	1	0.00	
帧长度错误	51.512	100.00	



图14 增加磁环后的效果

需要注意的是增加磁环或者共模电感时，不可随意添加，如果适应频率不对，则会影响正常信号通讯。

6. CAN转为光纤传输

抗干扰的终极手段就是把CAN转化为光纤传输，光纤是一种无法被电磁干扰的传输介质。如果前5种抗干扰手段均无法解决干扰问题，可以把CAN转化为光纤，实现“无懈可击”。如图15所示。为使用致远电子的CANHub-AF1S1和CANHub-AF2S2组合的光纤主干网络。

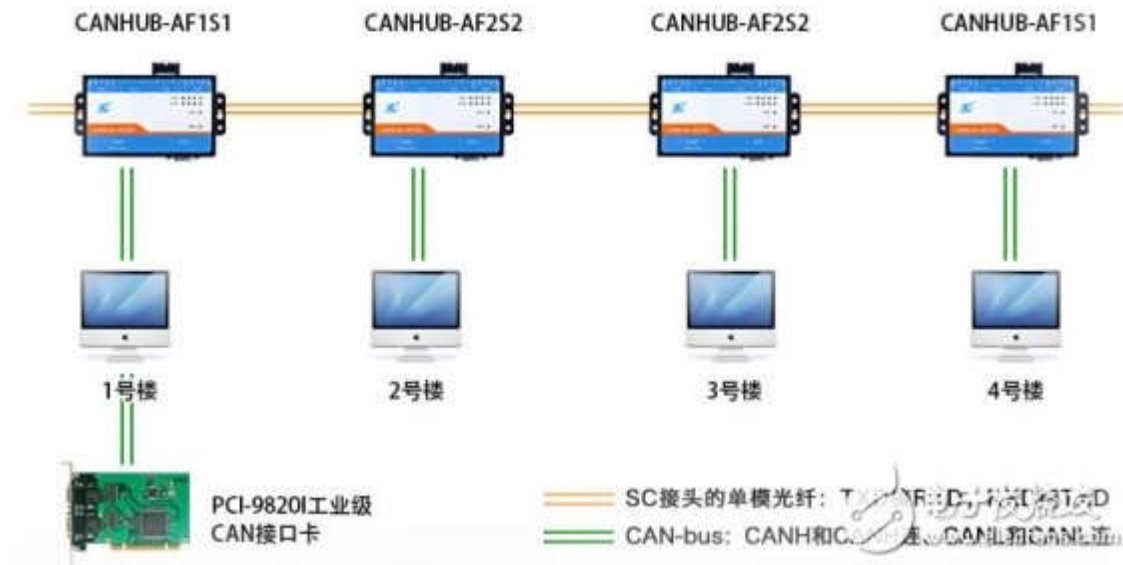


图15 使用光纤转换器实现光纤主干传输

致远电子拥有近20年的CAN总线系统解决方案，形成产品系列最全的CAN总线设备家族。具备一支经验丰富的CAN故障诊断和测试的技术团队，可以给客户提供全套的技术服务支持。

