



深圳市恒创技术有限公司

EMC整改案例

混合动力汽车整改案例分享 第二十八期

混合动力汽车整改案例分享

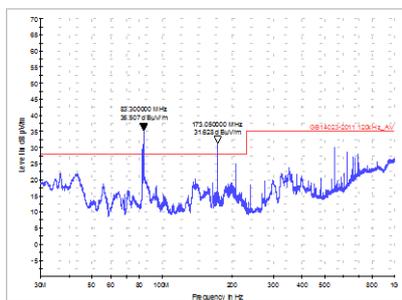
1. 现象描述

一款混合动力公交车在通过国家规定法规 GB14023 和 GB18387 时出现多个频点超标；具体见下面数据。

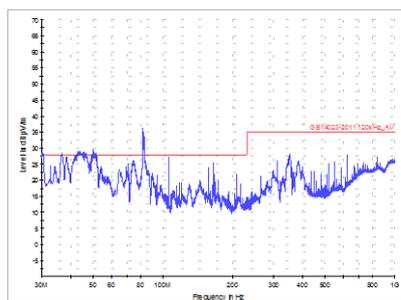


2. 原始测试数据

GB14023 平均值初测曲线

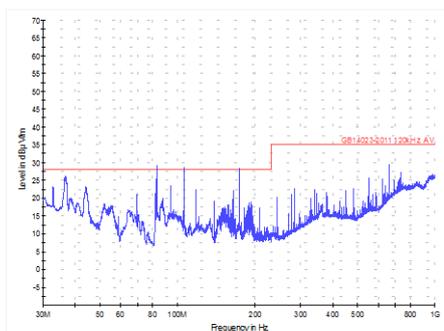


(1)左侧水平极化

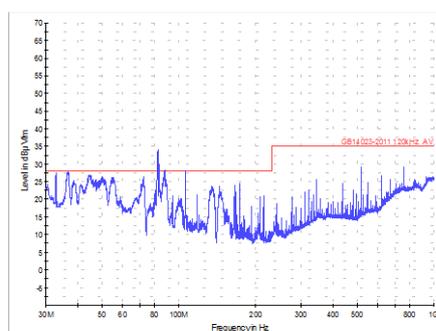


(2)左侧垂直极化

左侧平均值初测结果



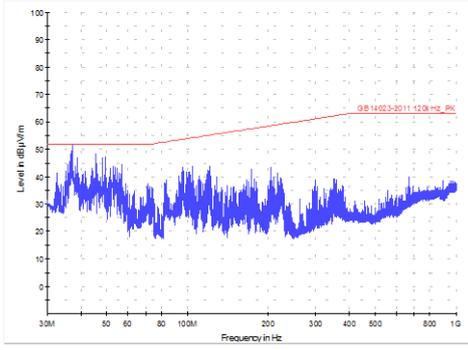
(1)右侧水平极化



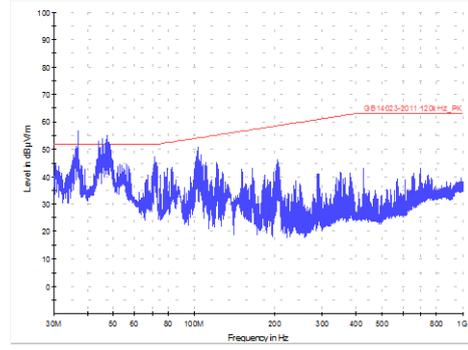
(2)右侧垂直极化

右侧平均值初测结果

GB14023 电动模式峰值初测曲线



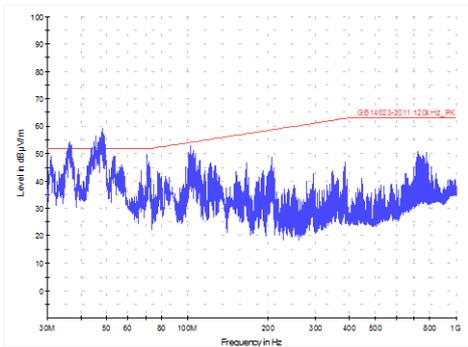
(1) 右侧水平极化



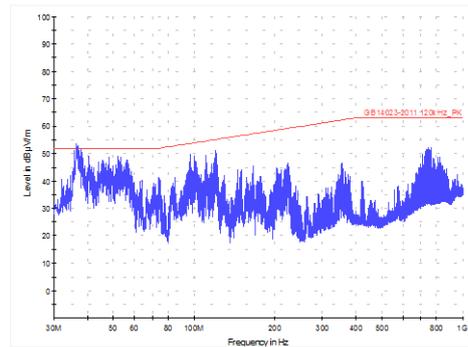
(2) 右侧垂直极化

纯电模式峰值初测结果

GB14023 燃气模式峰值初测曲线



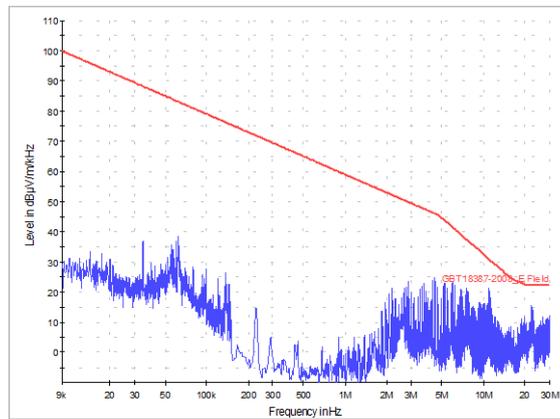
(1) 右侧水平极化



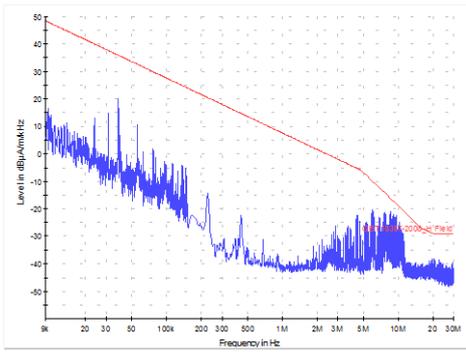
(2) 右侧垂直极化

燃气模式峰值初测结果

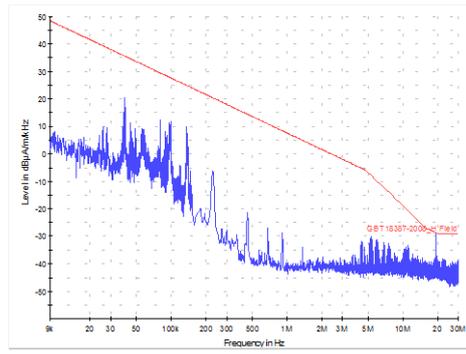
GB18387 初测曲线



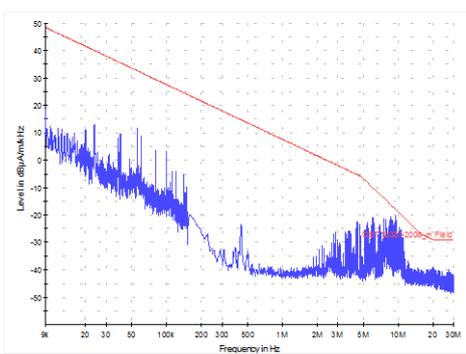
电场左侧初测结果



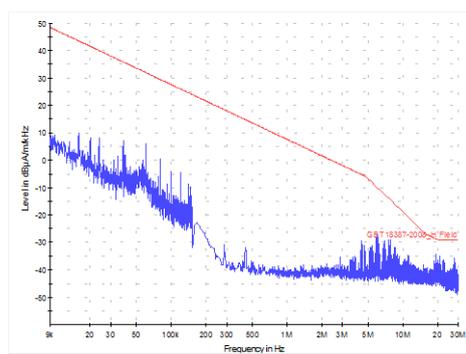
(1) 左侧 X 方向



(2) 左侧 Y 方向



(1) 右侧 X 方向

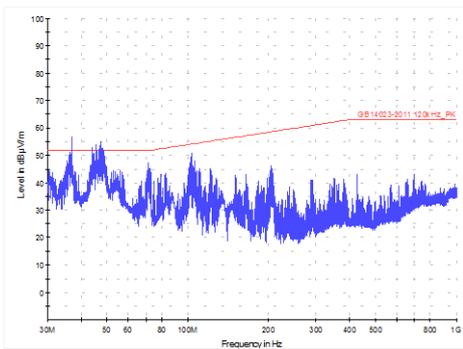


(2) 右侧 Y 方向

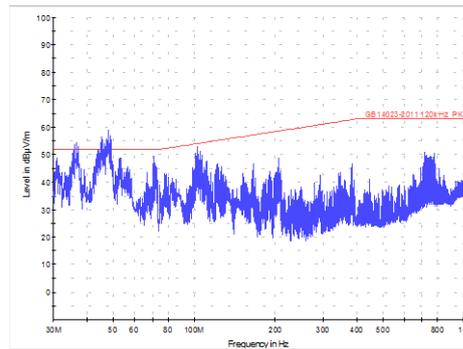
磁场初测结果

3. 定位分析

问题的分析及排查



纯电动模式（垂直）



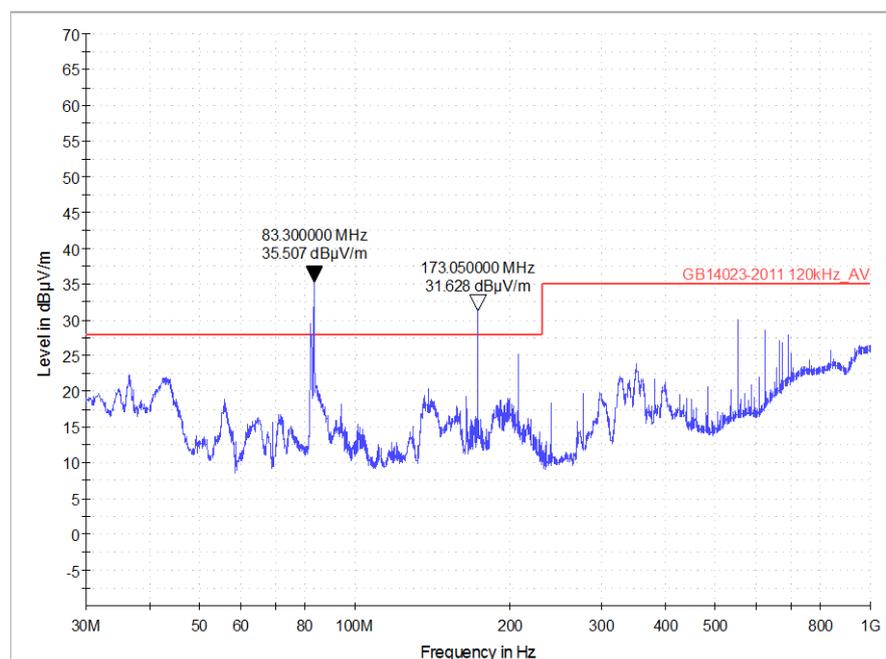
燃气模式(水平)

首先 GB14023 宽带骚扰的燃气模式与纯电动模式的测试数据相同，可以确认宽带骚扰并非只是由点火线圈单独引起干扰；宽带骚扰

超标应该是这两种模式同时工作的系统或部件引起，为验证此分析，将保险盒中 30A 保险丝断开（顶控模块和前控模块）再测试，两个模式的 30MHz~100MHz 均下降 30DB 左右；因此在后续整改时需要针对这一系统或子部件做重点处理。

从平均值超标数据分析 30MHz~50MHz 属于内部走线、DC-DC 系统引起超标；单支超标频率点经过定位（系统子部件断电）明确出整车仪表盘、视频监控、燃气报警系统对 GB14023 窄带干扰影响。

如下图所示平均值在 83.3MHz、173MHz 超标可能是由燃气报警系统引起。



左侧水平极化平均值超标（可能由燃气报警系统引起）

为了准确定位骚扰源和骚扰路径，制定排查计划并执行如下：

- 1) 在 6 个点火线圈低压侧各套两个磁环后，燃气模式下峰值下降；
- 2) 在仪表连接线束上增加磁环；

3) 燃气报警连接线上增加磁环

4) 拔掉 DC-DC

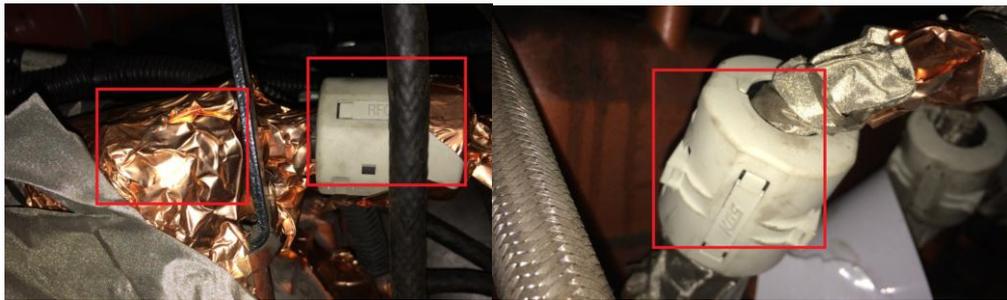
4. 样车整改方案

点火系统的整改方案

解决方案描述

将高压点火线圈的高压侧、低压侧连接线屏蔽并将屏蔽层接地，并在线束上套上 RFC-20 磁环（六组都采取这种处理方式）。

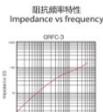
整改后照片



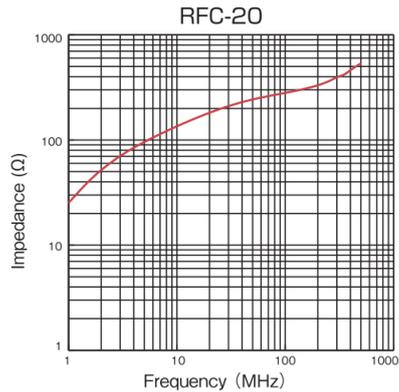
点火系统整改照片



RFC-20包含两个磁环组件，其型号为RFC20-20。
RFC20-20 RFC-20 with mounting future is available. Contact us for the details.



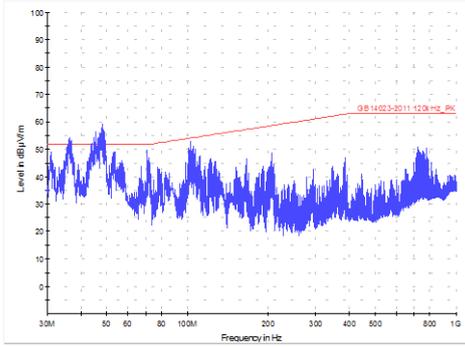
型号 Part No.	A	B	C	D	适用线径 Applicable cable diameter	阻抗 @ 100MHz (Ω) Impedance @ 100MHz (1.0um)
GRFC-3	13.7	13.5	18.0	—	φ3.0~4.0	≥ 35
GRFC-4	13.7	13.5	27.5	—	φ3.5~4.5	≥ 75
GRFC-5	18.1	18.4	31.5	35.5	φ4.5~5.5	≥100
GRFC-6	18.1	18.4	31.5	35.5	φ5.5~6.5	≥100
GRFC-7	14.25	15.8	20.0	24.0	Max.φ7	≥ 45
GRFC-8	20.1	20.4	31.5	35.5	φ7.5~8.5	≥ 75
GRFC-9	20.1	20.4	31.5	35.5	φ8.5~9.5	≥ 75
GRFC-10	26.3	26.4	32.4	37.2	φ9.5~10.5	≥105
GRFC-13	29.1	29.4	31.5	36.3	φ12.5~13.5	≥ 95
RFC-H13	31.7	29.4	41.0	—	φ12.5~13.5	≥170
RFC-20	40.0	40.0	47.0	—	Max.φ20	≥188



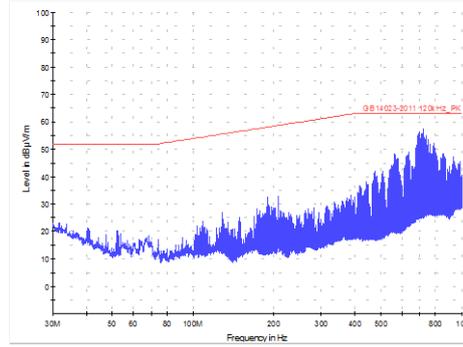
RFC-20 磁环规格

(注：后面整改方案用同样磁环请参考此规格)

整改前后测试曲线对比

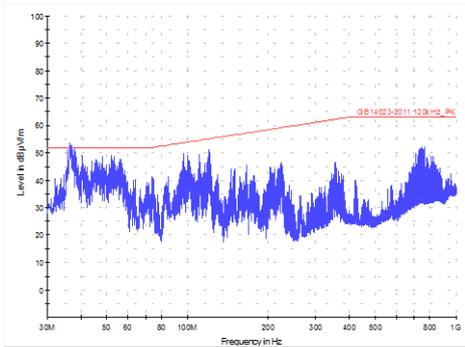


整改前

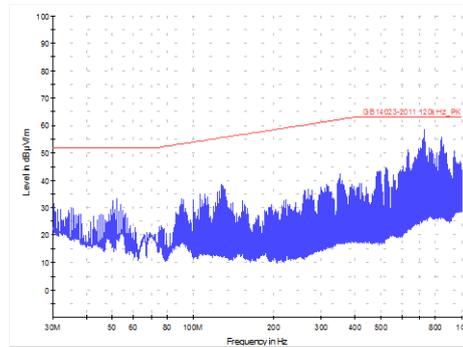


整改后

右侧水平极化燃油模式峰值曲线



整改前



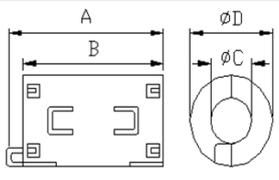
整改后

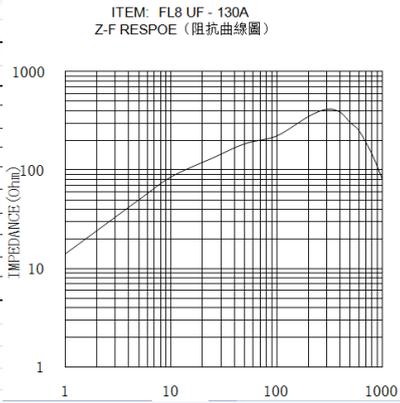
右侧垂直极化燃油模式峰值曲线

仪表的整改方案

整改方案描述

- 将仪表线束屏蔽,并在连接线束上增加磁环,磁环型号 UF-130A 和 WFC-25*12*15 磁环;

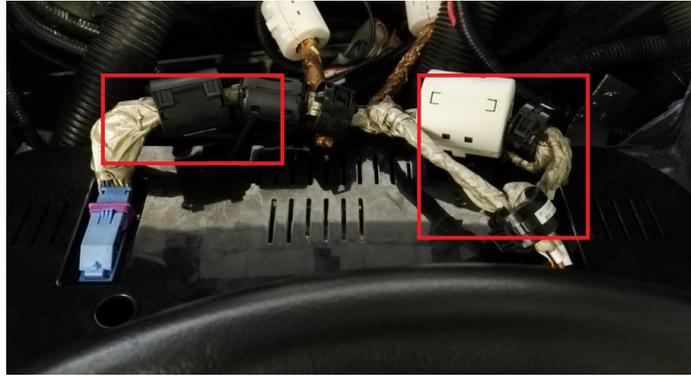
SPECIFICATION				DATE: 20140331	
Customer code	ITEM	MATERIAL	DWG.NO.(CUSTOMER)ISSUED PART NO		
Y001	UF - 130A	FL8			
(1)MECHANICAL ASSEMBLY					
			A	39.00	± 1.00 mm
	B	34.00	± 1.00	mm	
	φC	13.00	± 0.50	mm	
	φD	31.00	± 1.00	mm	
	E			mm	
	B1			mm	
	G		±	mm	
	H		±	mm	
	I		±	mm	
	L		±	mm	
(2)ELECTRICAL REQUIREMENTS			TEST INSTRUMENT		
L (uH)		TEST FREQUENCY	LCR-METER:		
Q		TEST FREQUENCY	QM-METER:		
IMP		TEST FREQUENCY			



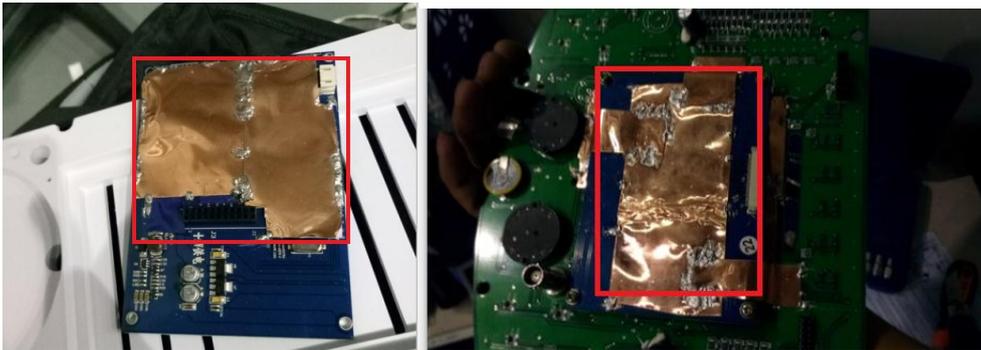
RC 26*30*23 磁环规格

- 将仪表 PCB 板内部局部屏蔽来减小时钟产生的谐波干扰。

整改后的照片

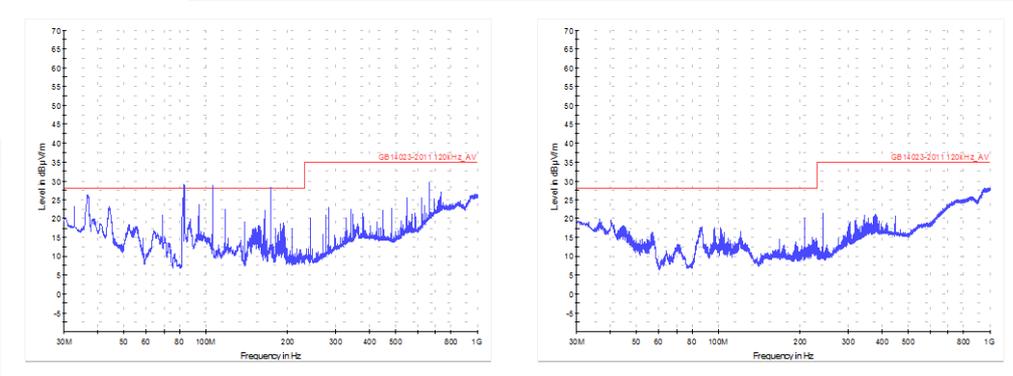


仪表线束部分整改后的图片



仪表 PCB 板整改后的图片

整改前后测试曲线对比



整改前

整改后

右侧水平极化平均值曲线

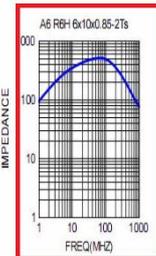
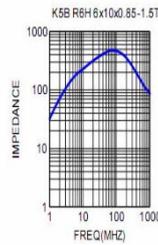
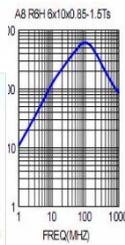
燃气报警系统整改方案

整改方案描述

- 为减少金属外壳缝隙，将燃气报警器控制盒接触部分绝缘漆去掉，使金属之间搭接良好；
- 为减少燃气报警系统接口对外产生辐射发射，在连接线接口串联小孔珠，在显示屏接口增加 100PF 的对地电容；

ORDERING CODE

$\frac{K5B}{(1)} \frac{R8H}{(2)} \frac{5.2 \times 10 \times 0.85}{(3)} - \frac{4Ts}{(4)}$
 (1) MATERIAL
 (2) PRODUCT CODE
 (3) SIZE CODE
 (4) TURNS WOUND



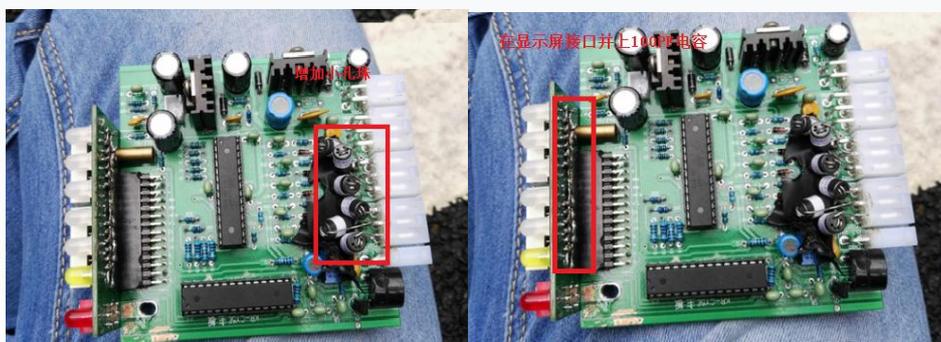
小孔珠型号

- 在燃气报警连接线上增加磁环，磁环型号为 RFC-20 磁环，并将连接线屏蔽，屏蔽层接入车身金属（注，先加磁环，后屏蔽）。

整改后的照片



燃气报警器控制盒整改后的照片

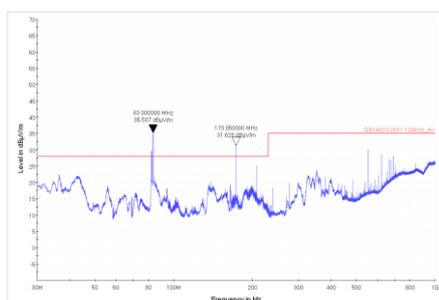


燃气报警器接口整改后的照片

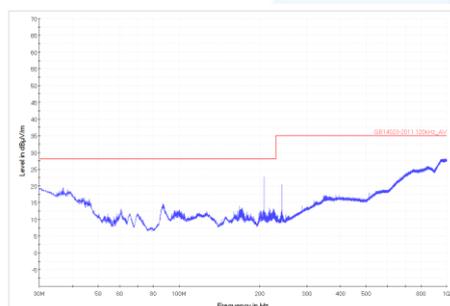


燃气报警器连接线整改后的照片

整改前后测试曲线对比



整改前



整改后

左侧水平极化平均值曲线

DC-DC 整改方案

整改方案描述

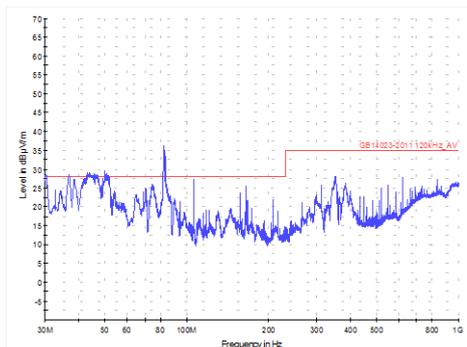
- 将 DC-DC 电源的上盖下盖绝缘漆去掉，使上盖下盖进行良好的搭接；
- 将 DC-DC 电源的输入、输出线进行屏蔽，将屏蔽层与车身搭接良好，并在靠近输入、输出端增加 RFC-20 磁环；

整改后的照片

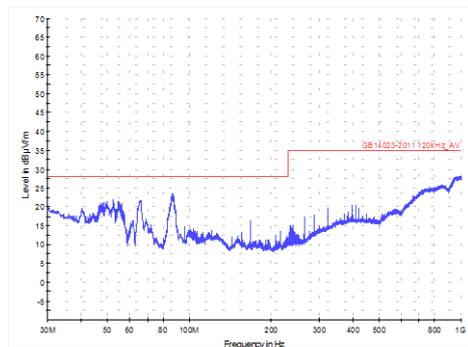


整改后的照片

整改前后测试曲线对比



整改前

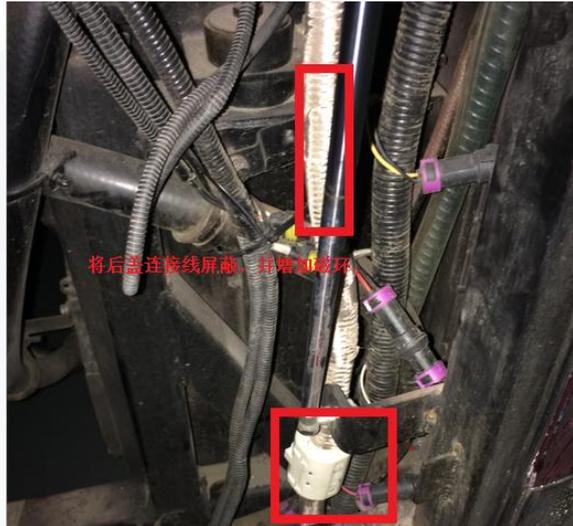


整改后

左侧垂直极化平均值曲线

其它整改措施

- a、将车身后连接车顶连接线进行屏蔽，并增加磁环，磁环型号 RFC-20；



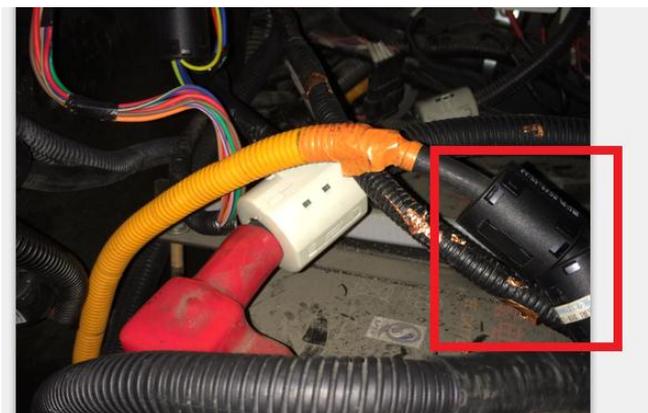
车身到车顶连接线整改后照片

- b、在蓄电池的正极反馈线上增加磁环，磁环型号为 RFC-20，并绕线一圈；



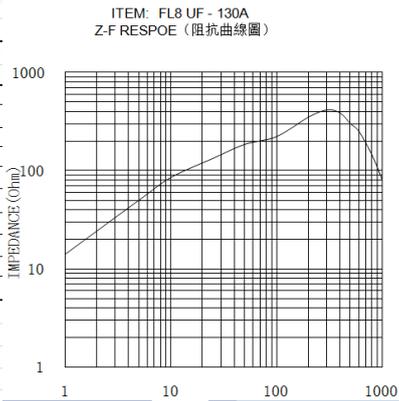
蓄电池征集馈线整改后照片

- c、在蓄电池的充电连接线上增加两个 CF-130 磁环；



蓄电池充电连接线整改后照片

SPECIFICATION		DATE: 20140331
Customer code	ITEM	MATERIAL
Y001	UF - 130A	FL8
(1) MECHANICAL ASSEMBLY		DWG.NO.(CUSTOMER)ISSUED PART NO
		A 39.00 ± 1.00 mm
		B 34.00 ± 1.00 mm
		φC 13.00 ± 0.50 mm
		φD 31.00 ± 1.00 mm
		E mm
		B1 mm
		G ± mm
		H ± mm
		I ± mm
		L ± mm
(2) ELECTRICAL REQUIREMENTS		TEST INSTRUMENT
L (μH)	TEST FREQUENCY	LCR-METER:
Q	TEST FREQUENCY	QM-METER:
IMP	TEST FREQUENCY	



UF-130 磁环规格

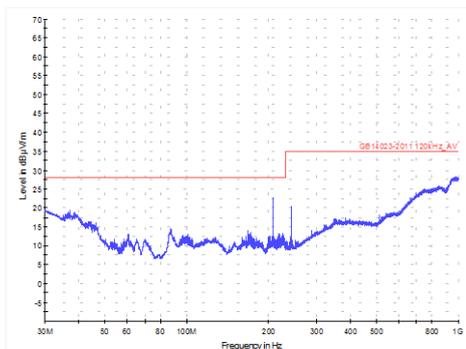
d、将电池负极增加 RFC-20 的磁环；



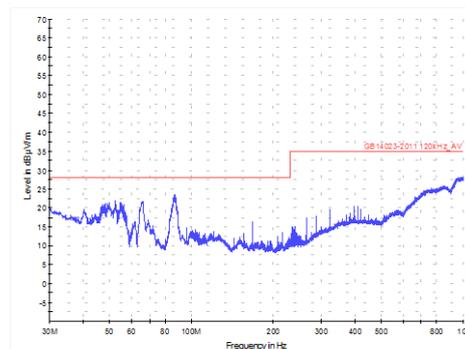
终测结果

GB14023 测试结果

平均值测试结果

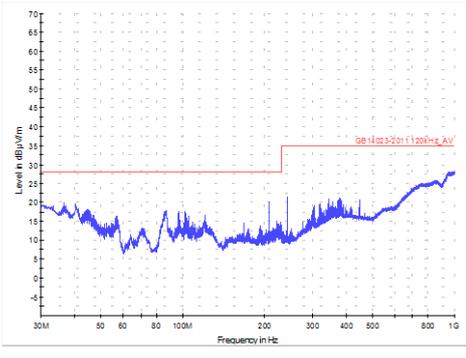


左侧水平极化

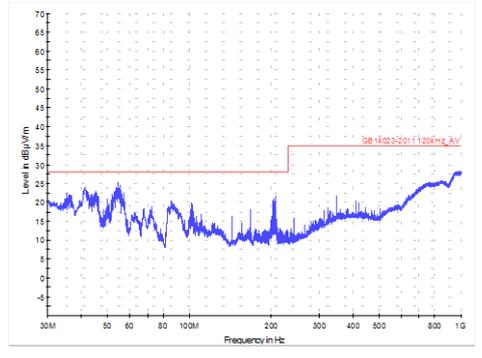


左侧垂直极化

左侧平均值测试结果



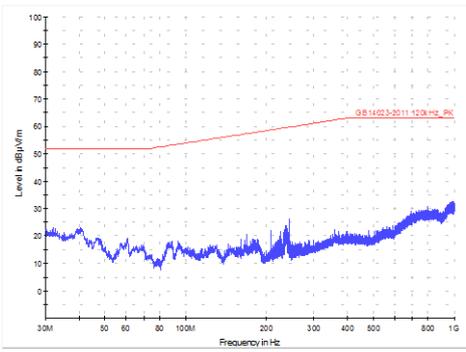
右侧水平极化



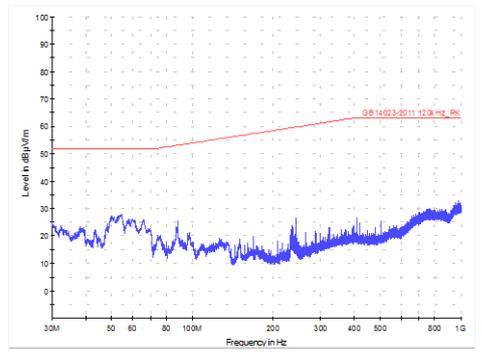
右侧垂直极化

右侧平均值测试结果

纯电模式峰值测试结果

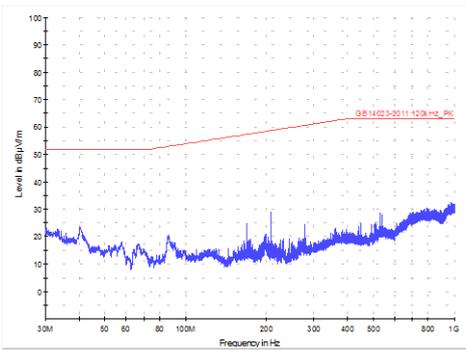


左侧水平极化

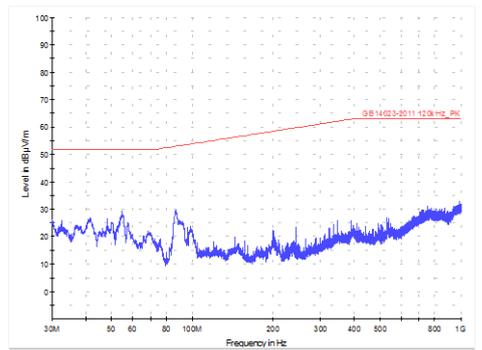


左侧垂直极化

纯电模式左侧峰值测试结果



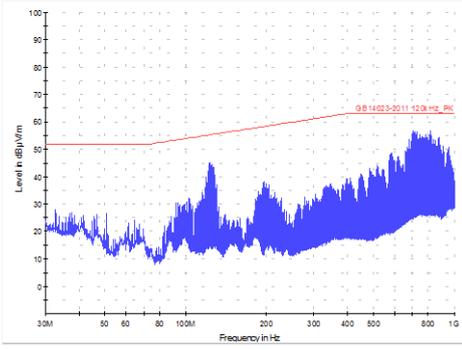
右侧水平极化



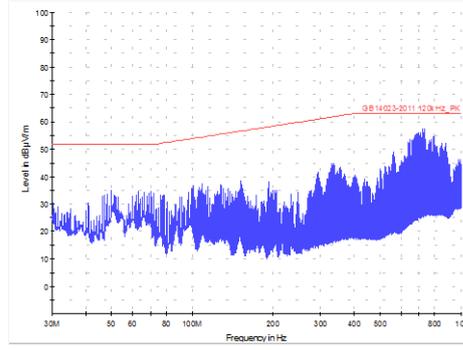
右侧垂直极化

纯电模式右侧峰值测试结果

燃气模式峰值测试结果

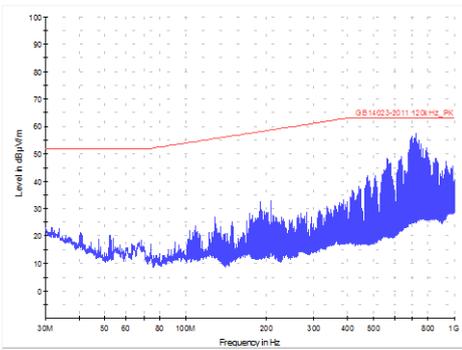


左侧水平极化

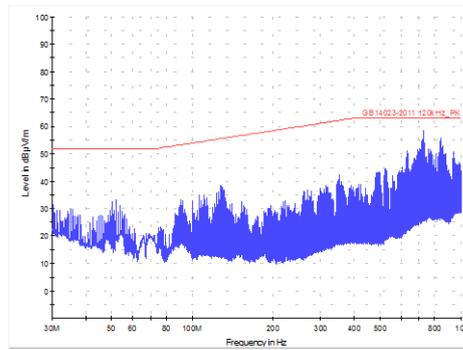


左侧垂直极化

燃气模式左侧峰值测试结果



右侧水平极化

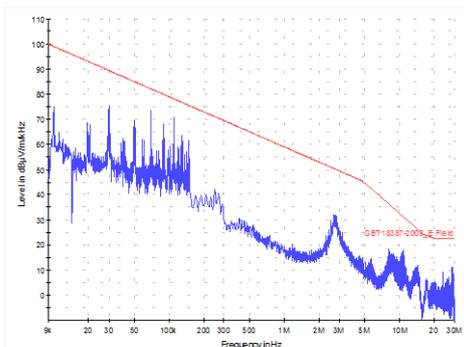


右侧垂直极化

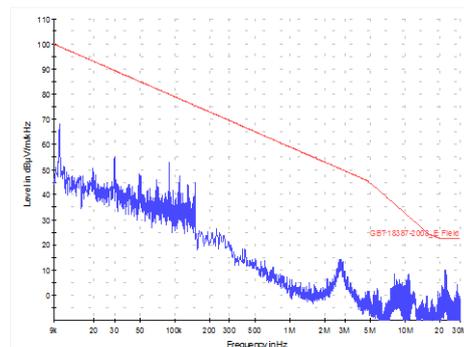
燃气模式右侧峰值测试结果

GB18387 测试结果

电场测试结果



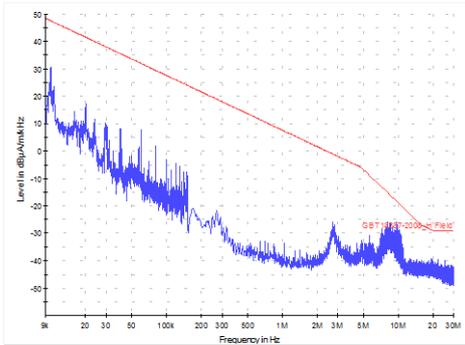
16km/h



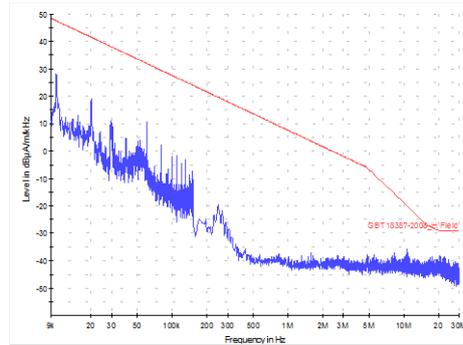
64km/h

右侧电场测试结果

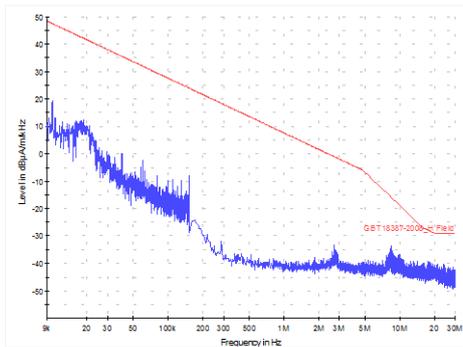
磁场测试结果



X 方向

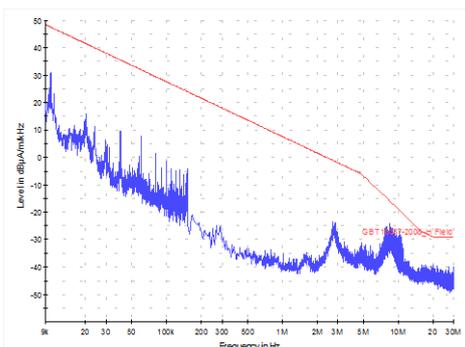


y 方向

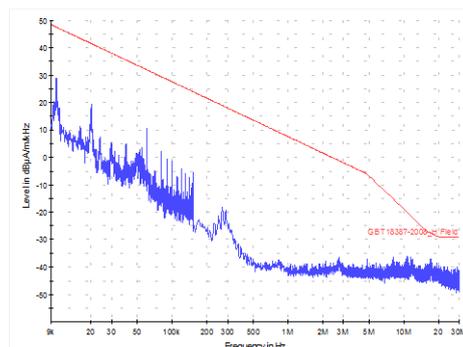


Z 方向

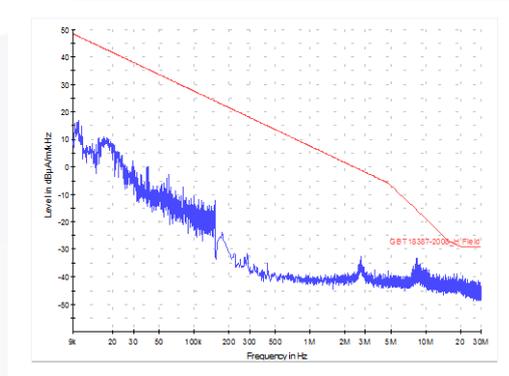
16km/h 时磁场测试结果



X 方向



y 方向



Z 方向

64km/h 时磁场测试结果

总结和建议

- A 将 6 个点火线圈低压侧线束更换为屏蔽线，屏蔽层就近接地或更换另一种火花塞（需试验验证）；
- B 将仪表连接线束更换为屏蔽线。
- C 将燃气报警器控制盒接触部分不适合用绝缘漆，金属之间应该搭接良好；
- D DC-DC 电源的上盖下盖不适合用绝缘漆，应该进行良好的搭接，并将 DC-DC 电源的输入输出线换为屏蔽线，屏蔽层就近接地；
- E 将车前身控制器的连接线束更换为屏蔽线；
- F 将电机控制器 UVW 三相输出线更换为屏蔽线，且屏蔽层与外壳良好接地；
- G 电控箱连接线，蓄电池正极馈线等线缆更换为屏蔽线；
- H 整车上的 CAN 总线应采用双绞屏蔽线缆，以减小对外辐射。
- I 要求仪表、燃气报警系统，蓄电池等零部件供应商对其产品进行整改，降低对外传导骚扰和辐射骚扰水平；
- J 现场整改中大量使用了磁环，这在工程实施中是不可行的，需在设计前期从零部件性能管控、整车布局布线和电器架构方面出发，进行相应的整车级系统化的 EMC 设计，否则无法根本解决问题。

感谢您对恒创技术的支持，敬请期待第 29 期

如需预定请发邮件至 hanker@hc-emc.com