



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

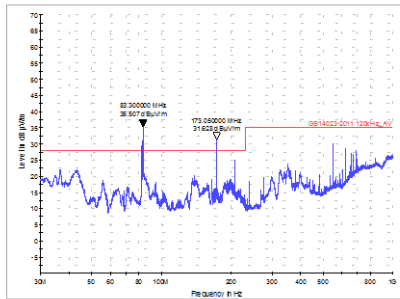
### 1. 现象描述

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。

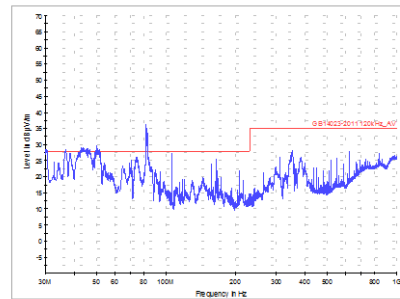


### 2. 原始测试数据

GB14023 平均值初测曲线

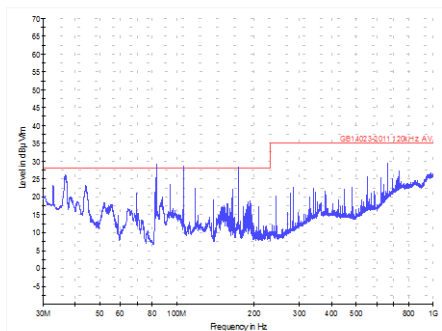


(1)左侧水平极化

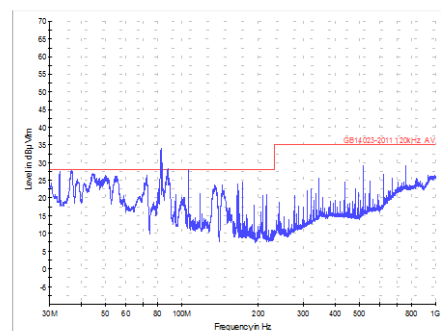


(2)左侧垂直极化

左侧平均值初测结果



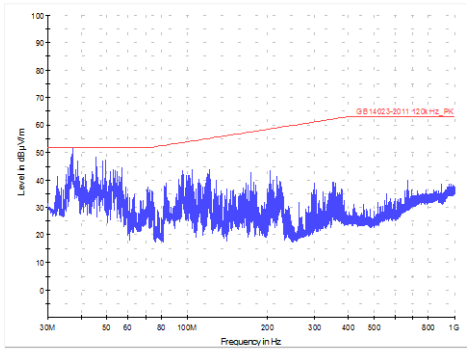
(1)右侧水平极化



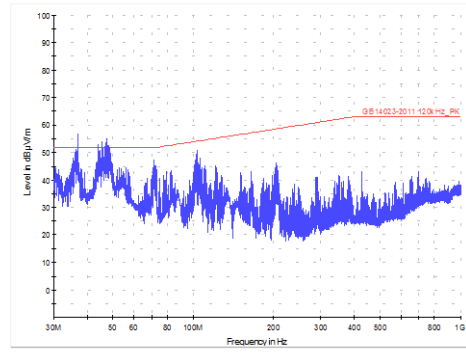
(2)右侧垂直极化

右侧平均值初测结果

## GB14023 电动模式峰值初测曲线



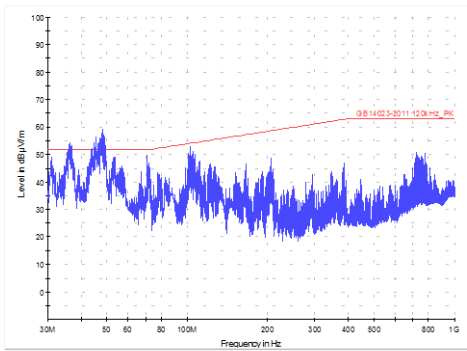
(1) 右侧水平极化



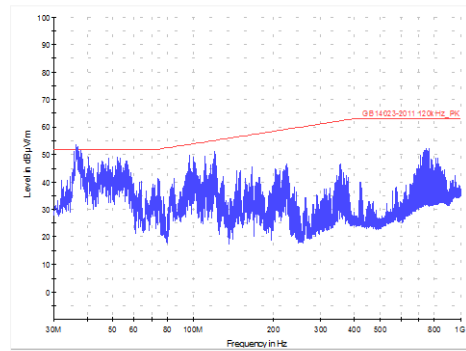
(2) 右侧垂直极化

纯电模式峰值初测结果

## GB14023 燃气模式峰值初测曲线



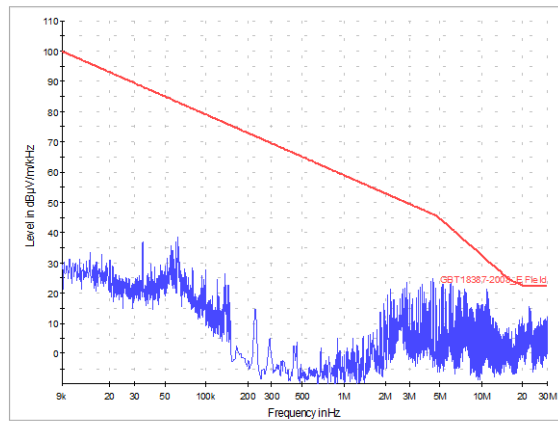
(1) 右侧水平极化



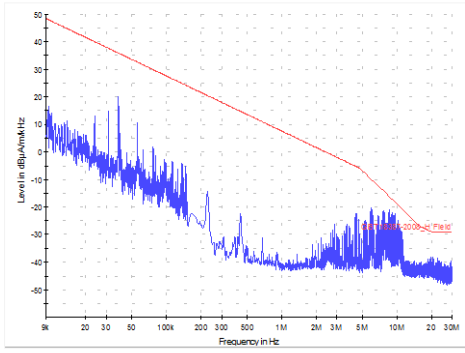
(2) 右侧垂直极化

燃气模式峰值初测结果

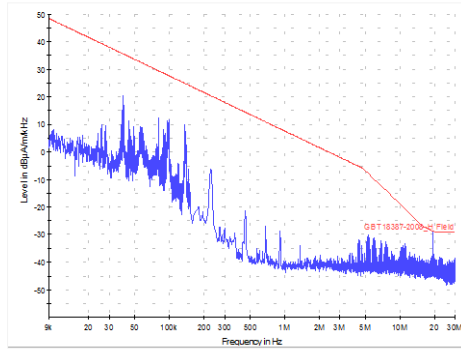
## GB18387 初测曲线



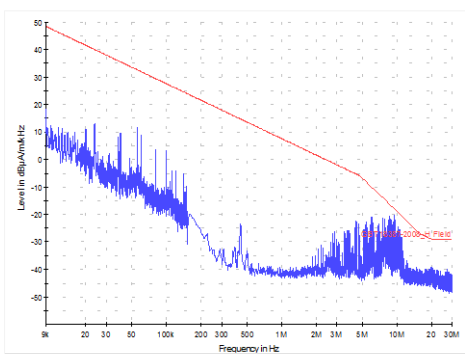
电场左侧初测结果



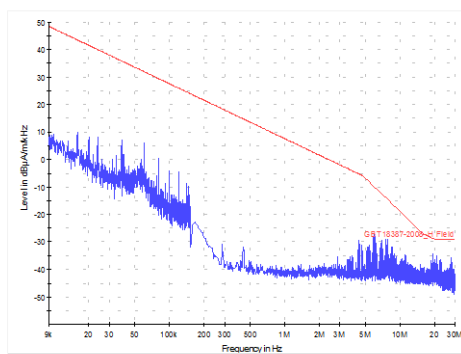
(1) 左侧 X 方向



(2) 左侧 Y 方向



(1) 右侧 X 方向

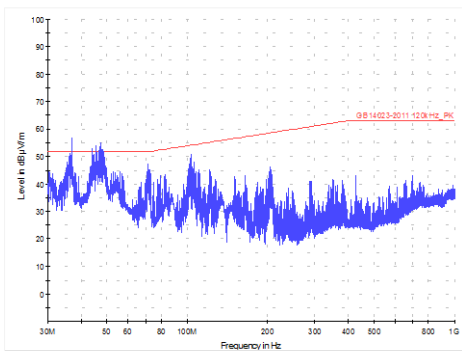


(2) 右侧 Y 方向

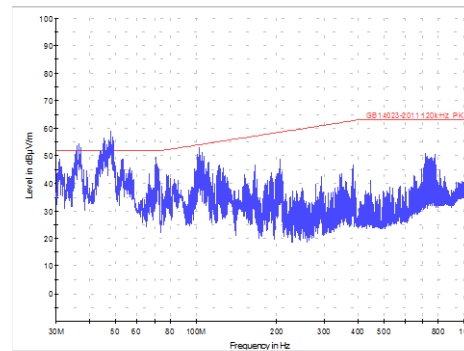
磁场初测结果

### 3. 定位分析

#### 问题的分析及排查



纯电动模式（垂直）



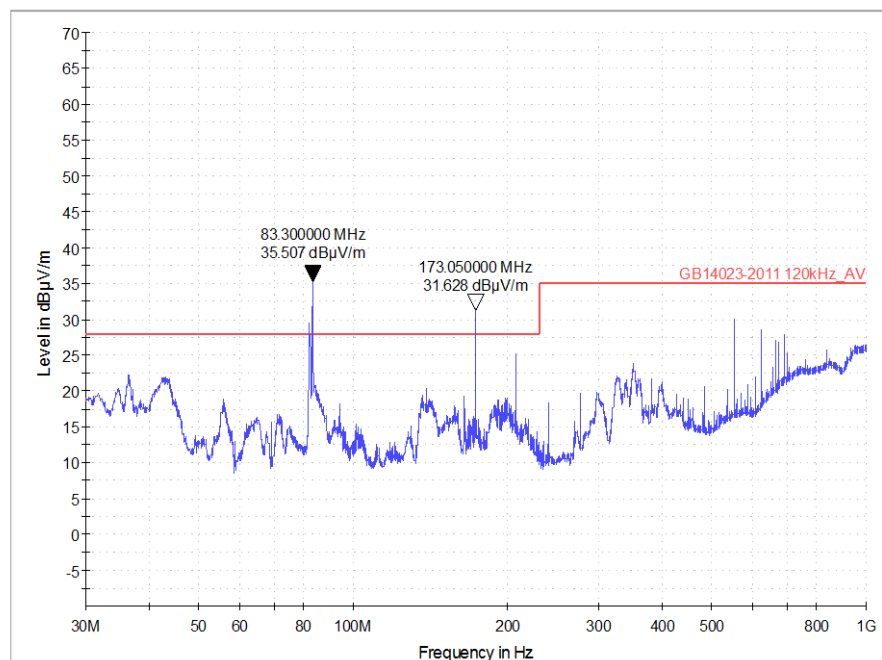
燃气模式(水平)

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

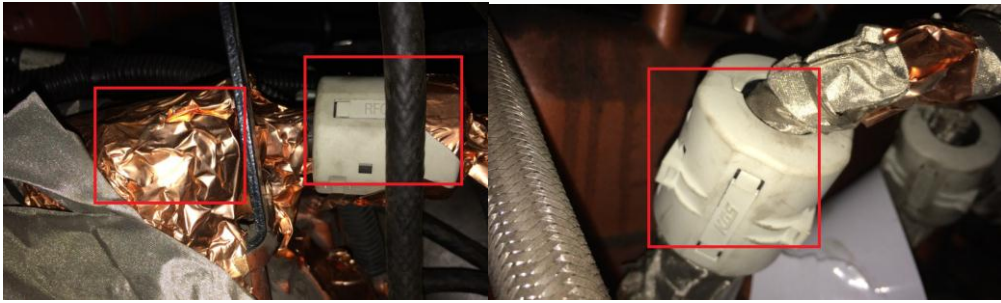
## 4. 样车整改方案

### 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）。

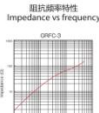
#### 整改后照片



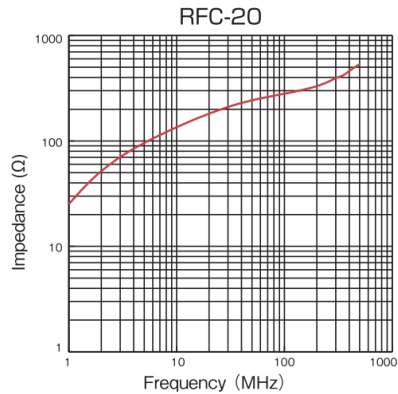
点火系统整改照片



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.



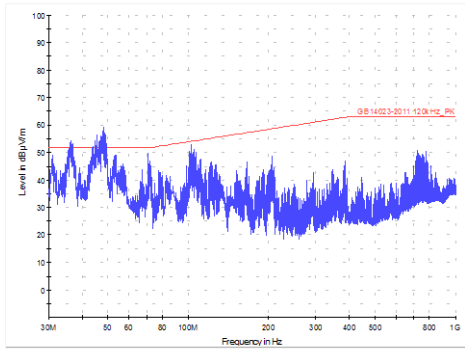
型号 Part No.	A	B	C	D	适用线径 Applicable cable diameter	阻抗 @ 100MHz (Ω) Impedance @ 100MHz (1.0um)
GRFC-3	13.7	13.5	18.0	—	φ3.0~4.0	≥ 35
GRFC-4	13.7	13.5	27.5	—	φ3.5~4.5	≥ 75
GRFC-5	18.1	18.4	31.5	35.5	φ4.5~5.5	≥ 100
GRFC-6	18.1	18.4	31.5	35.5	φ5.5~6.5	≥ 100
GRFC-7	14.25	15.8	20.0	24.0	Max.φ7	≥ 45
GRFC-8	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	≥ 185



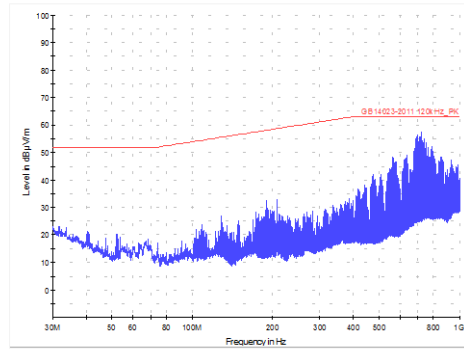
### RFC-20 磁环规格

(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

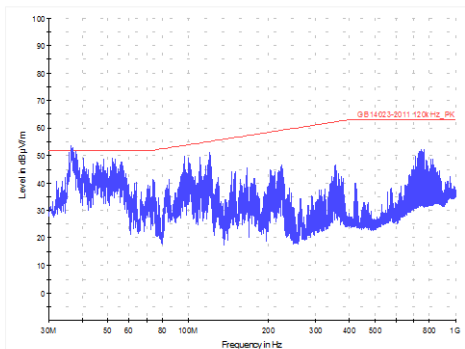


整改前

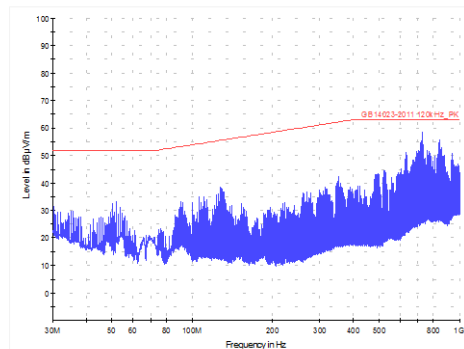


整改后

## 右侧水平极化燃油模式峰值曲线



整改前



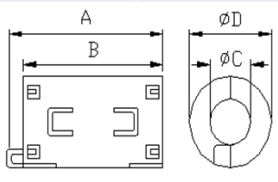
整改后

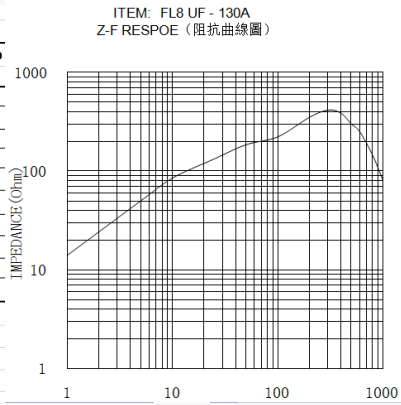
## 右侧垂直极化燃油模式峰值曲线

### 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;

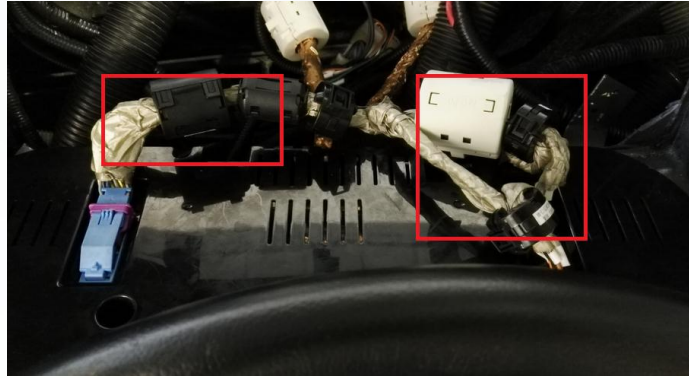
SPECIFICATION				DATE: 20140331	
Customer code	ITEM	MATERIAL	DWG.NO.(CUSTOMER)ISSUED PART NO		
Y001	UF - 130A	FL8			
(1)MECHANICAL ASSEMBLY					
			A	39.00	± 1.00 mm
	B	34.00	± 1.00	mm	
	φC	13.00	± 0.50	mm	
	φD	31.00	± 1.00	mm	
	E			mm	
	B1			mm	
	G		±	mm	
	H		±	mm	
	I		±	mm	
	L		±	mm	
(2)ELECTRICAL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



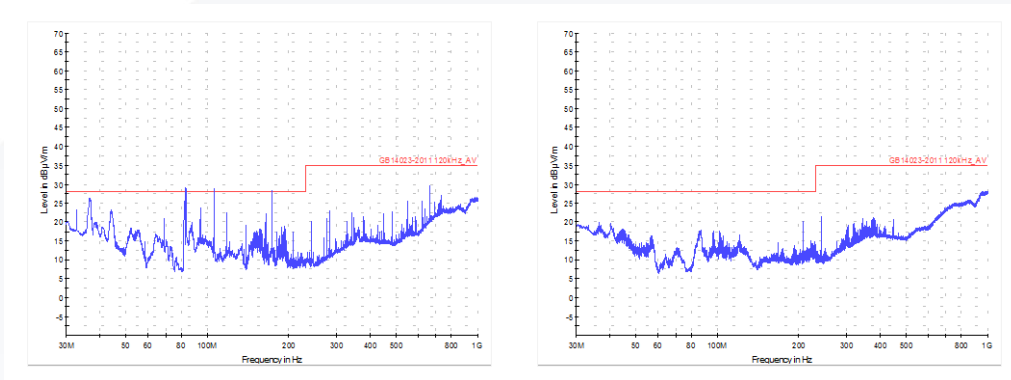
仪表线束部分整改后的图片



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

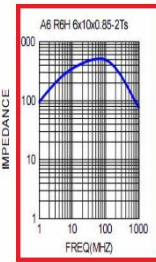
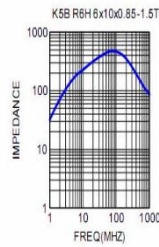
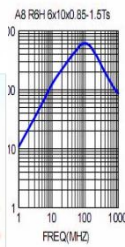
## 燃气报警系统整改方案

### 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



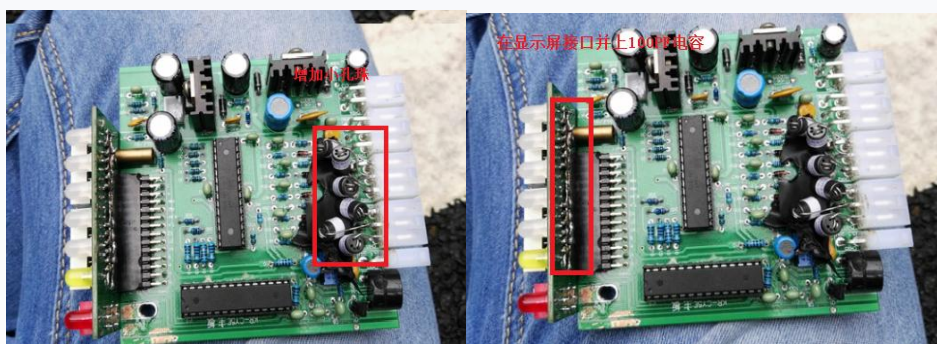
小孔珠型号

- 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）。

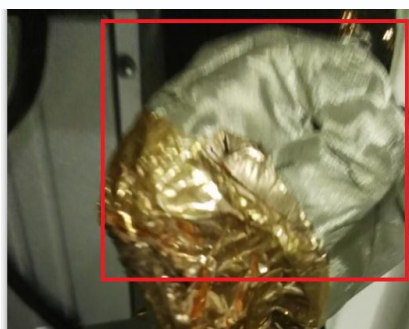
整改后的照片



燃气报警器控制盒整改后的照片

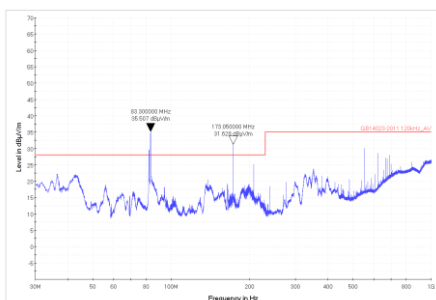


燃气报警器接口整改后的照片

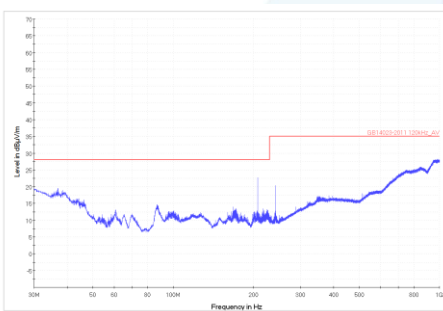


燃气报警器连接线整改后的照片

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

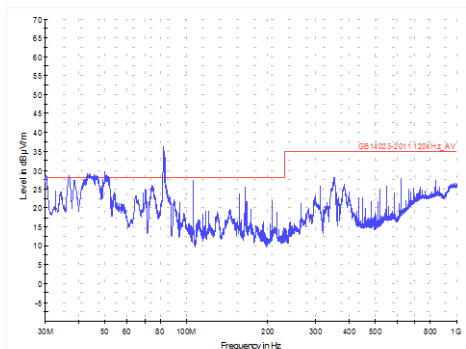
- 将 DC-DC 电源的上盖下盖绝缘漆去掉，使上盖下盖进行良好的搭接；
- 将 DC-DC 电源的输入、输出线进行屏蔽，将屏蔽层与车身搭接良好，并在靠近输入、输出端增加 RFC-20 磁环；

### 整改后的照片

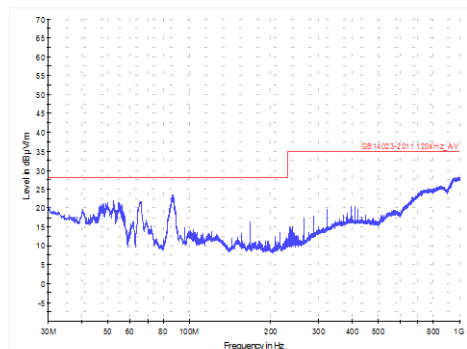


整改后的照片

### 整改前后测试曲线对比



整改前

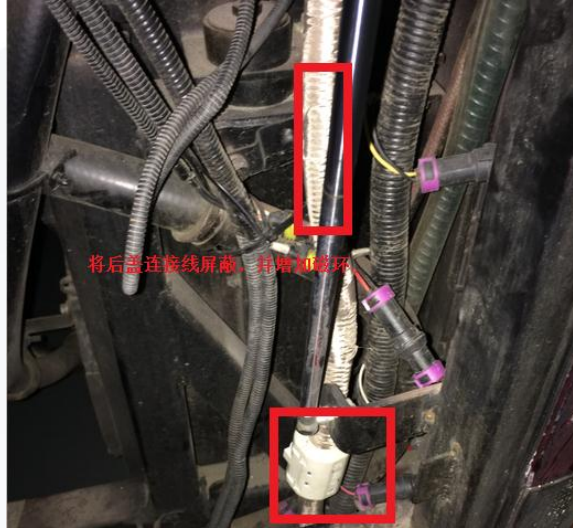


整改后

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；



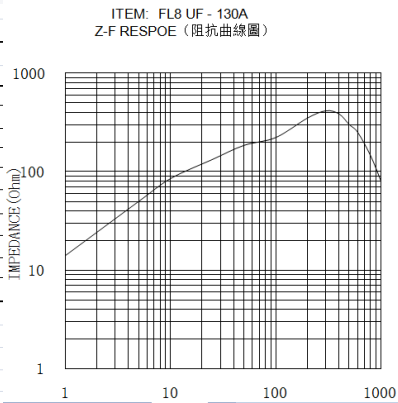
蓄电池征集馈线整改后照片

- 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

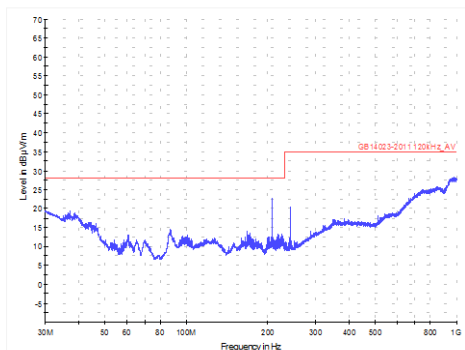
d、将电池负极增加 RFC-20 的磁环；



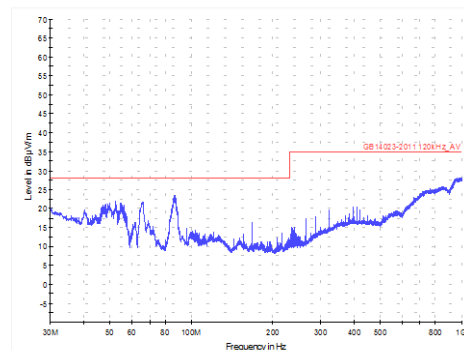
## 终测结果

### GB14023 测试结果

平均值测试结果

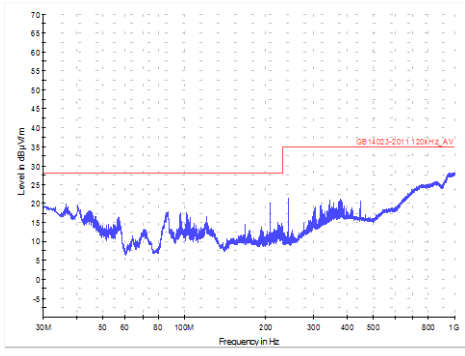


左侧水平极化

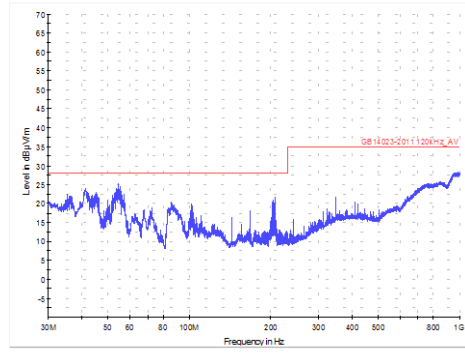


左侧垂直极化

左侧平均值测试结果



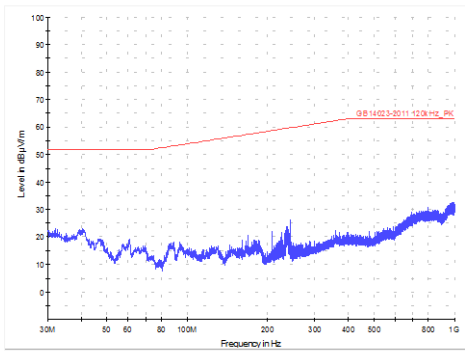
右侧水平极化



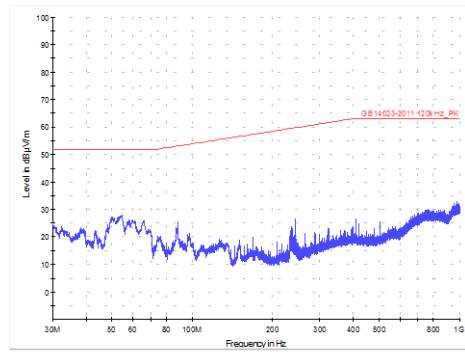
右侧垂直极化

右侧平均值测试结果

纯电模式峰值测试结果

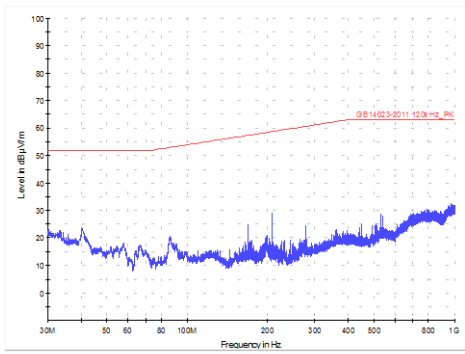


左侧水平极化

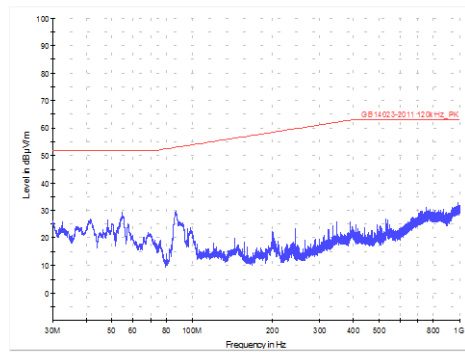


左侧垂直极化

纯电模式左侧峰值测试结果



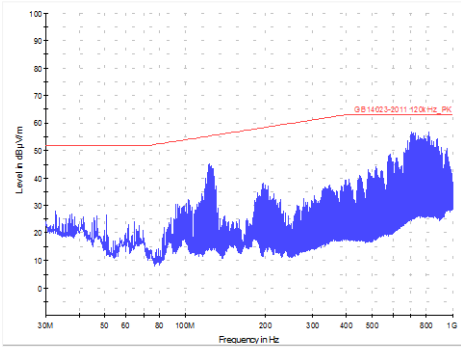
右侧水平极化



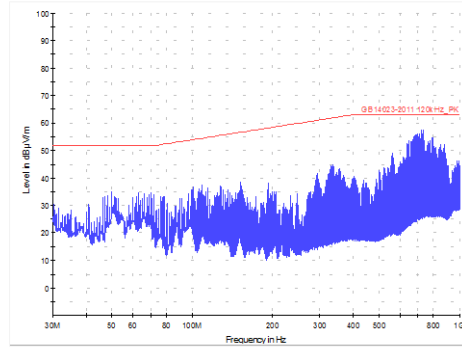
右侧垂直极化

纯电模式右侧峰值测试结果

### 燃气模式峰值测试结果

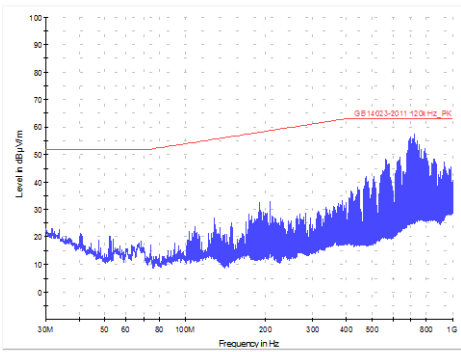


左侧水平极化

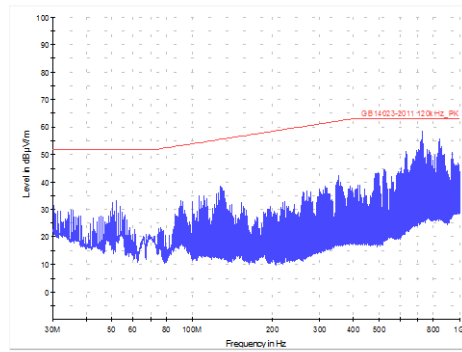


左侧垂直极化

### 燃气模式左侧峰值测试结果



右侧水平极化

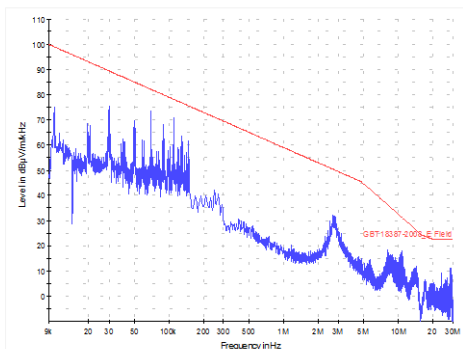


右侧垂直极化

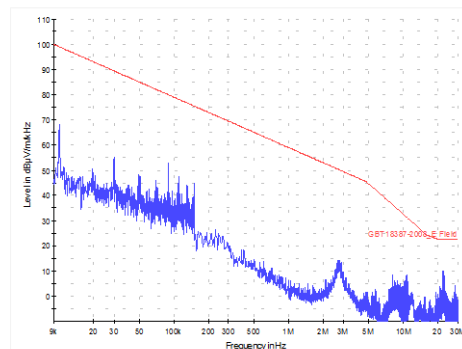
### 燃气模式右侧峰值测试结果

## GB18387 测试结果

### 电场测试结果



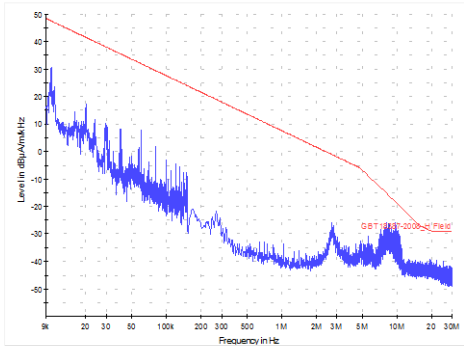
16km/h



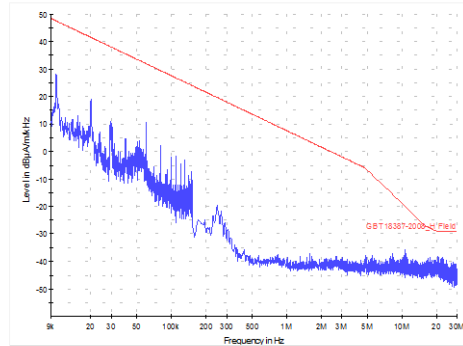
64km/h

### 右侧电场测试结果

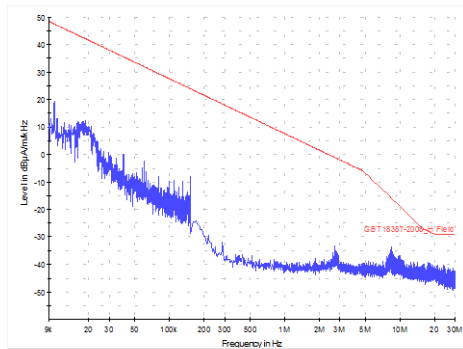
### 磁场测试结果



X 方向

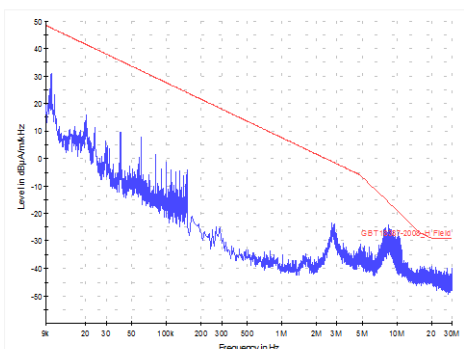


y 方向

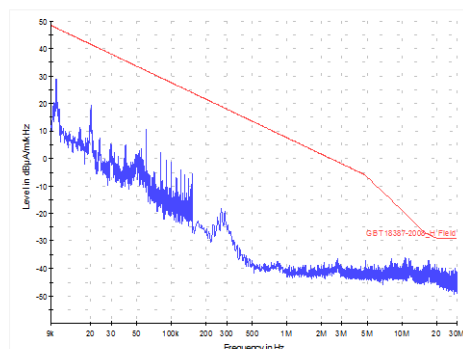


Z 方向

### 16km/h 时磁场测试结果

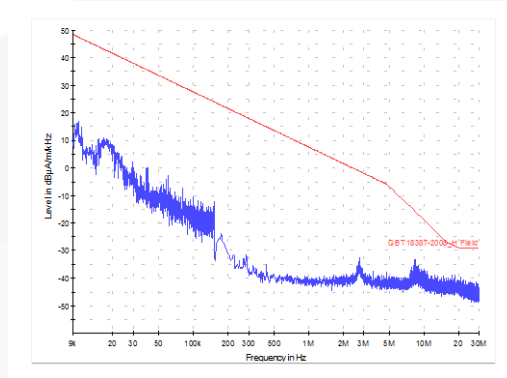


X 方向



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](mailto:hanker@hc-emc.com)