
数码相机 EMC 定位测试辐射发射整改案例

先和大家说说这款数码相机的情况，此款数码相机对外有一个 USB 接口与电脑相连，产品为塑胶外壳，单板为双面板，在与 PC 通讯的情况下测试不能够通过，那么在我们拿到样品的时候，进行了一些措施准备工作，然后去深圳附件的一家实验室进行定位测试。

一、本次试验的目的

- 1、使产品辐射超标的样品在深圳实验室能够模拟出来；
- 2、产品经过整改后辐射发射按照标准测试能够通过EN55022 CLASS B的要求；

二、定位测试最终结果

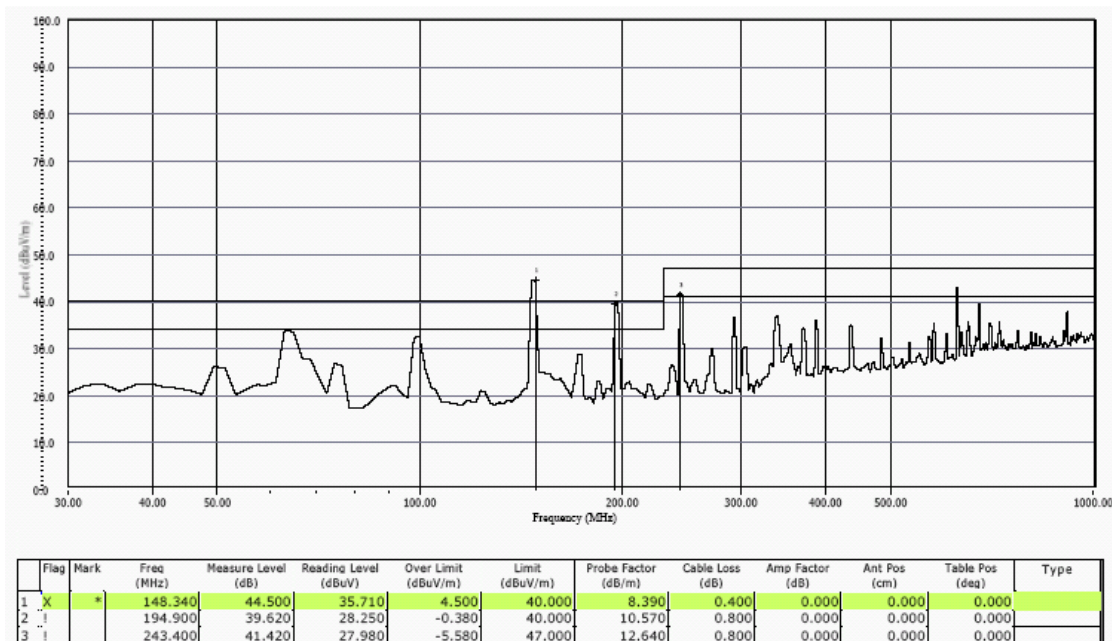
通过这次对辐射发射的摸底定位测试，对于测试频段30MHz-1GHz测试结果如下：

1. 经过从电缆, 单板接口和内部进行设计处理以后产品能够满足标准EN55022 CLASS B的要求；
2. 从测试过程和定位过程来看，产品超标主要由单板本身辐射过强和USB电缆设计不当引起。

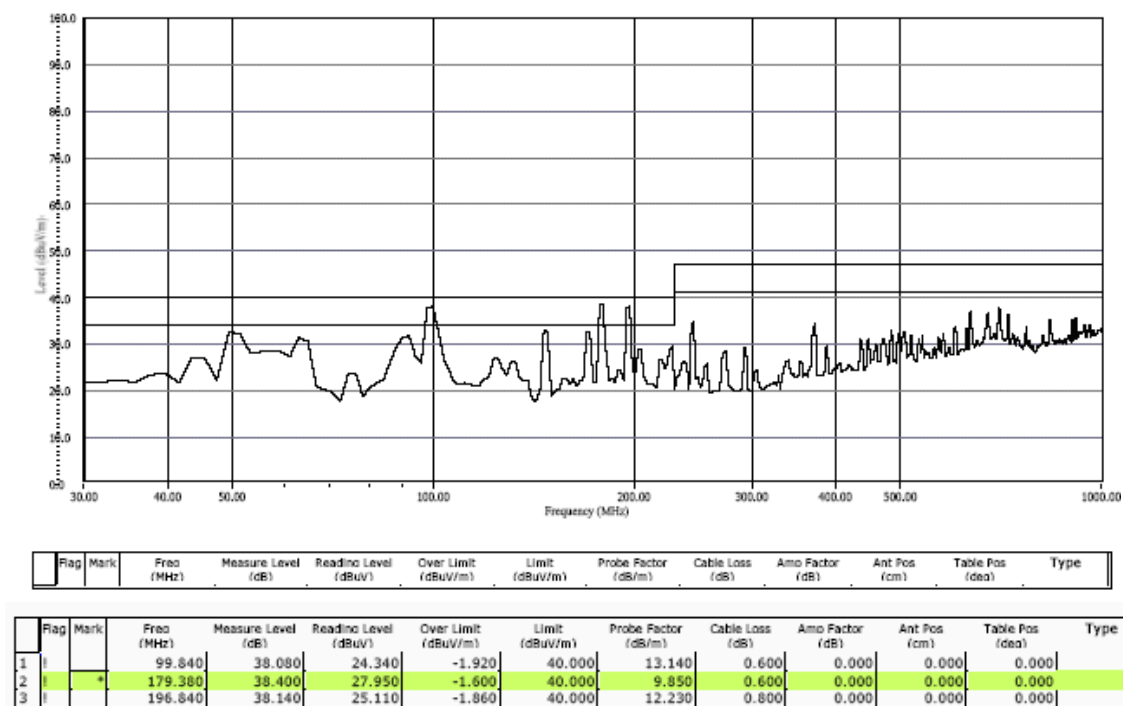
三、定位测试详细分析过程

1、**测试对策：**笔者刚刚拿到的原始机型，经过观察USB电缆采用单磁环，产品和电缆没有经过任何处理进行，146.40MHz测试超标4.50dB；

结果分析：能够重现超标现象，说明两边的实验室测试场地还是有一定的可比性；



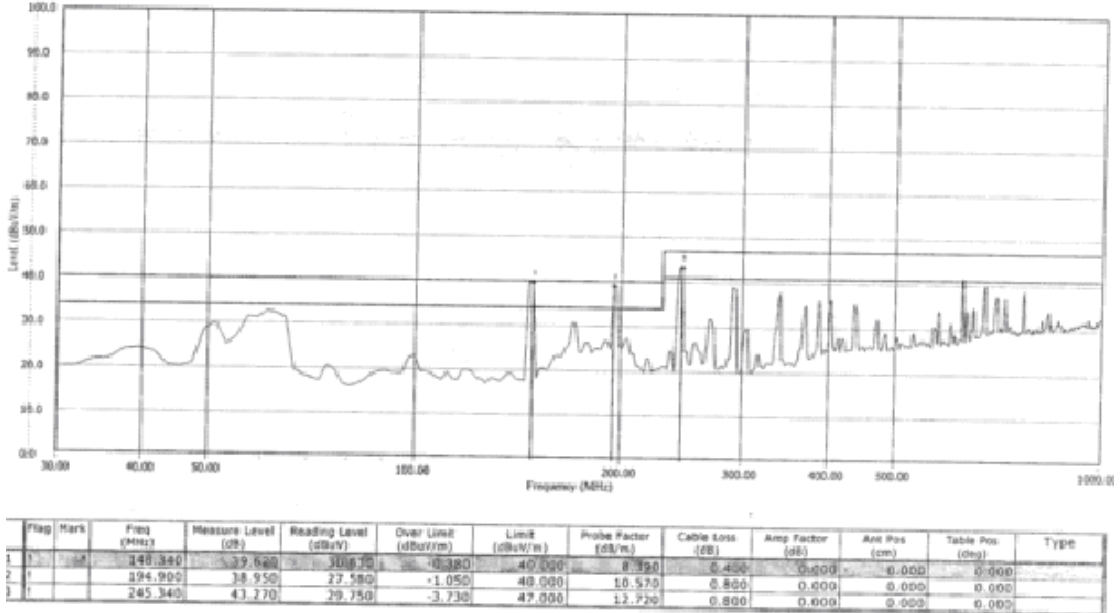
天线水平极化方向



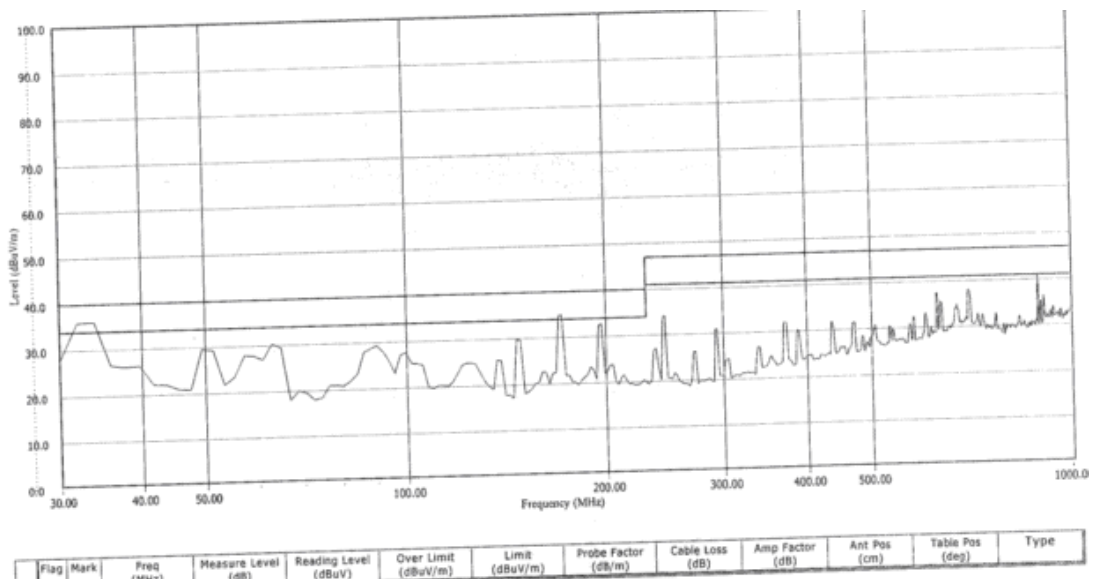
天线垂直极化方向

2、**测试对策：**经过对USB电缆进行分析，发现USB屏蔽电缆的屏蔽层与USB的金属连接器只是单点搭接，因此我们对此进行整改为环形搭接，超标频点146MHz下降4.5dB；

结果分析：缆屏蔽采用环形搭接有一定的效果，但是还是不能够完全满足余量要求；



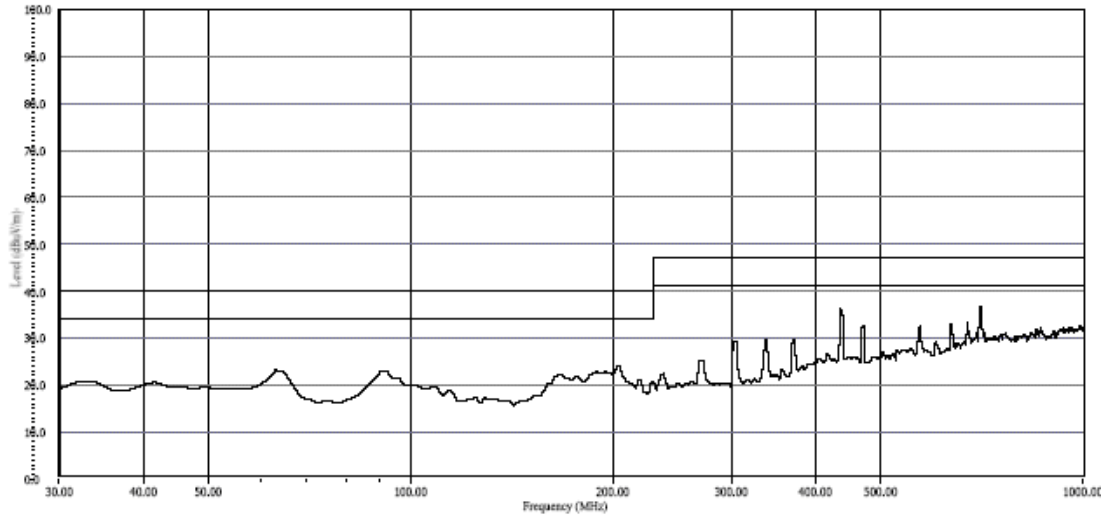
天线水平极化方向



天线垂直极化方向

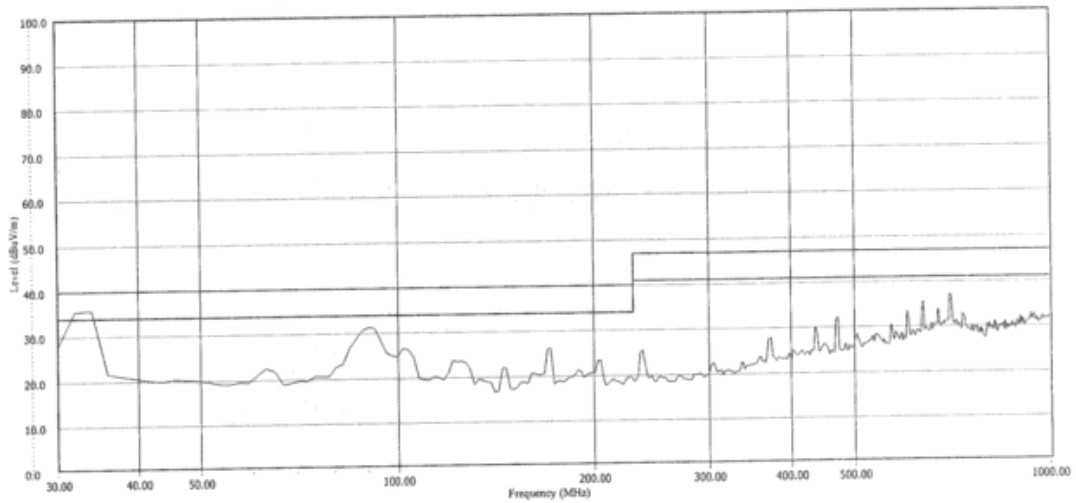
3、**测试对策：**把靠近数码相机侧的USB拔掉，就是PC带上USB电缆，看看超标频点是否由PC的USB接口辐射出来，测试结果很好；

结果分析：说明PC的EMI效果很好，超标频点主要还是由数码相机引起；



Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
------	------	------------	--------------------	----------------------	---------------------	----------------	---------------------	-----------------	-----------------	--------------	-----------------	------

天线水平极化方向

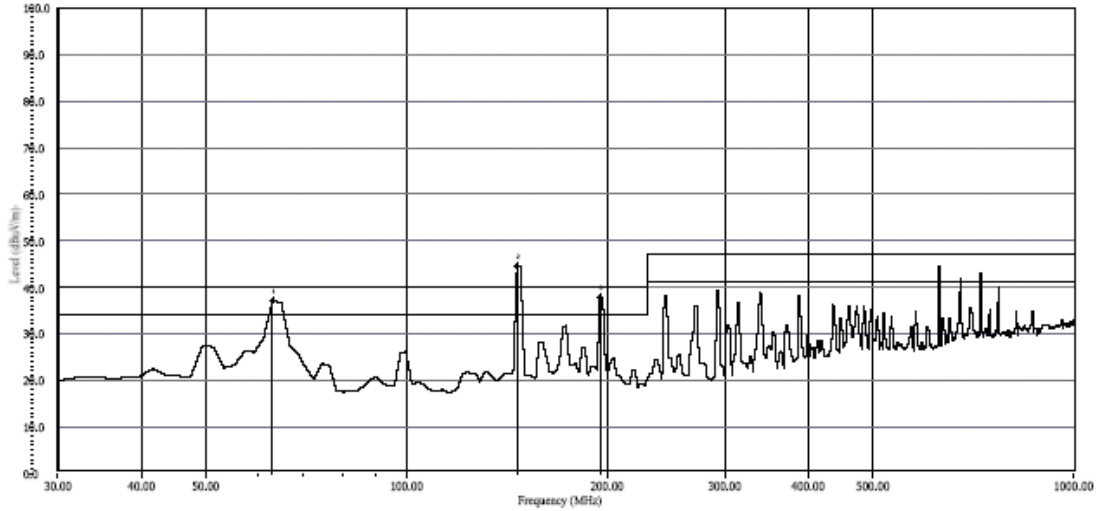


Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
------	------	------------	--------------------	----------------------	---------------------	----------------	---------------------	-----------------	-----------------	--------------	-----------------	------

天线垂直极化方向

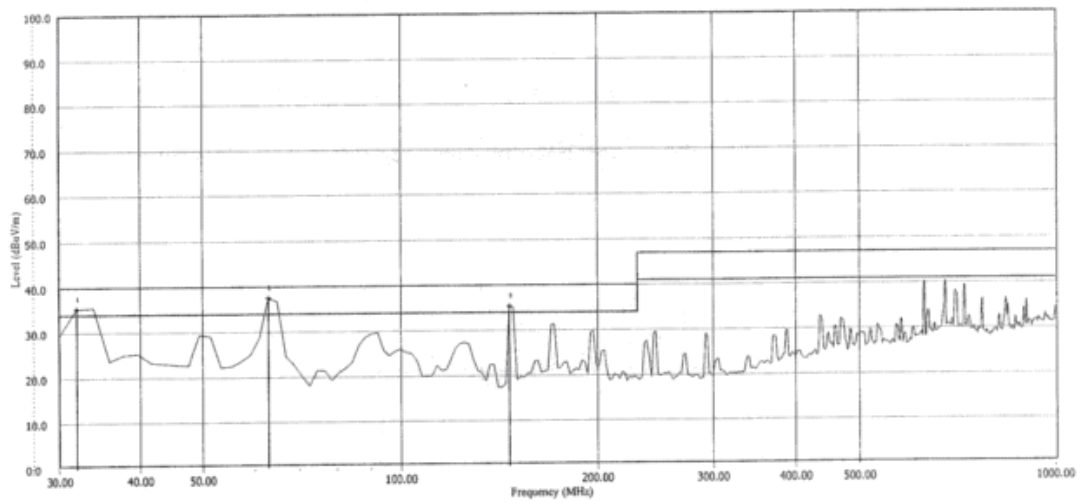
4、**测试对策：**更换另外一台数码相机样机进行试验，测试还是146.40MHz超标4.43dB；

结果分析：说明两台数码相机样品还是有一定的统一性；



Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1		62.980	37.120	24.730	-2.880	40.000	11.990	0.400	0.000	0.000	0.000	
2	X	146.400	44.430	35.490	4.430	40.000	8.340	0.600	0.000	0.000	0.000	
3		194.900	37.850	26.480	-2.150	40.000	10.570	0.800	0.000	0.000	0.000	

天线水平极化方向

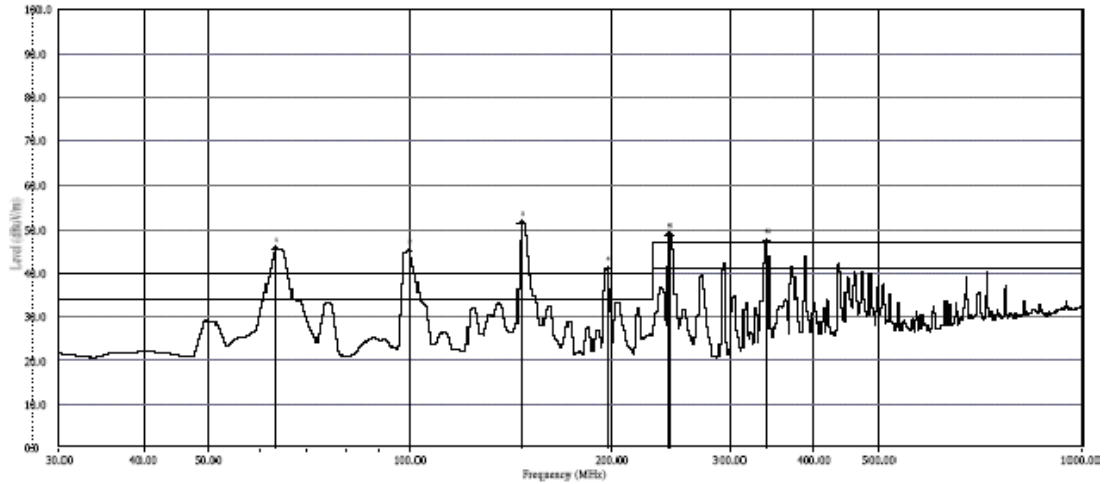


Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1		31.940	35.380	21.470	-4.620	40.000	13.510	0.400	0.000	0.000	0.000	
2	X	62.980	37.540	25.650	-2.460	40.000	11.490	0.400	0.000	0.000	0.000	
3		146.400	35.290	26.350	-4.710	40.000	8.340	0.600	0.000	0.000	0.000	

天线垂直极化方向

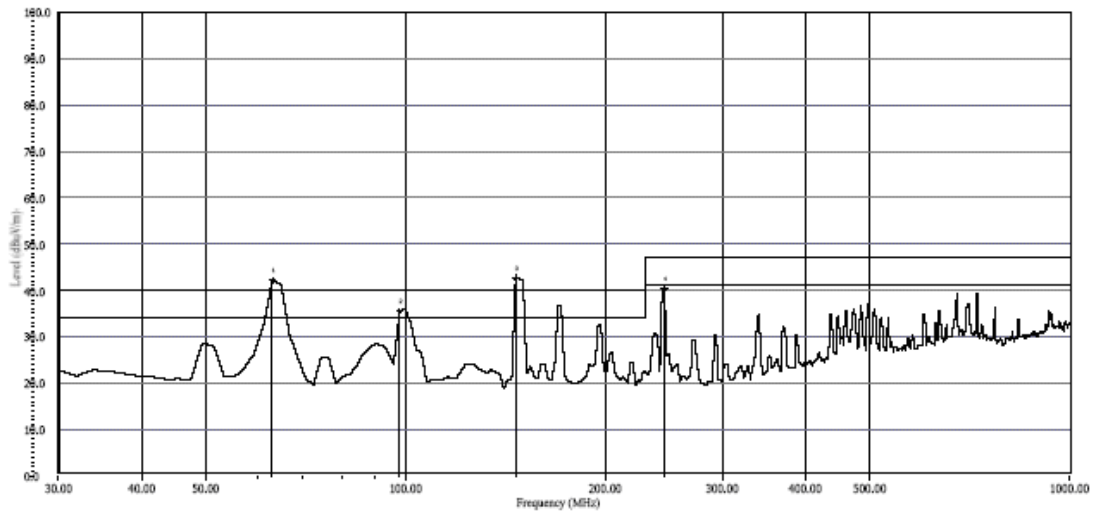
5、**测试对策：**更换编织密度为64%的USB电缆，没有增加磁环进行测试，99.54MHz超标5.10dB，146MHz超标11.54dB；

结果分析：说明只是增加USB电缆的编织密度，不增加磁环，不能够得到完全改善；



Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (dBu)	Type
1	X	62.980	45.640	33.250	5.640	-40.000	11.990	0.400	0.000	0.000	0.000	
2	X	99.540	45.100	31.360	5.100	-40.000	13.140	0.600	0.000	0.000	0.000	
3	X	146.400	51.540	42.600	11.540	-40.000	8.340	0.600	0.000	0.000	0.000	
4	X	196.540	40.980	29.500	0.980	-40.000	10.650	0.800	0.000	0.000	0.000	
5	X	243.400	48.860	35.420	1.860	-47.000	12.640	0.800	0.000	0.000	0.000	
6	X	340.400	47.430	31.610	0.430	-47.000	15.020	0.800	0.000	0.000	0.000	

天线水平极化方向

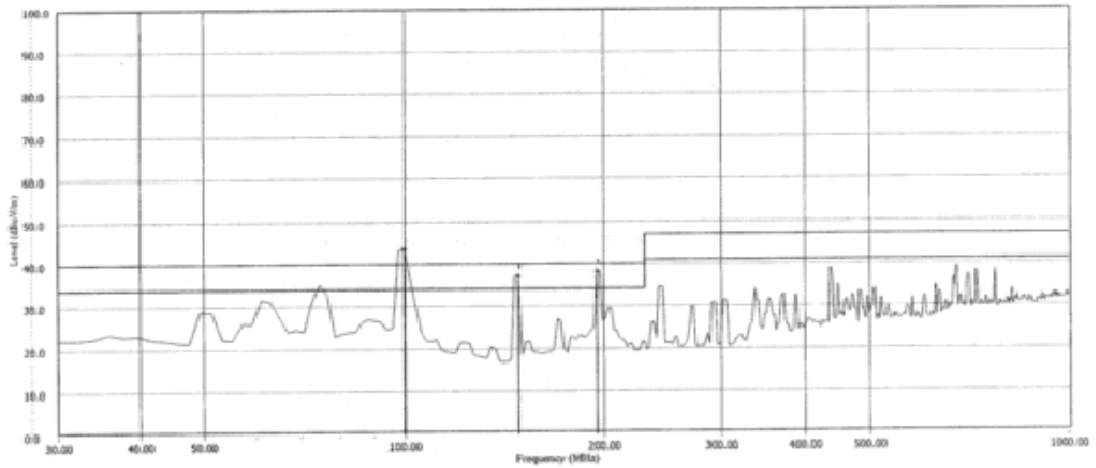


Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (dBu)	Type
1	X	62.980	42.110	30.220	2.110	40.000	11.490	0.400	0.000	0.000	0.000	
2	f	97.900	35.510	22.210	-4.490	40.000	12.900	0.400	0.000	0.000	0.000	
3	X	146.400	42.580	33.640	2.580	40.000	8.340	0.600	0.000	0.000	0.000	
4		245.340	40.290	26.990	-6.710	47.000	12.500	0.800	0.000	0.000	0.000	

天线垂直极化方向

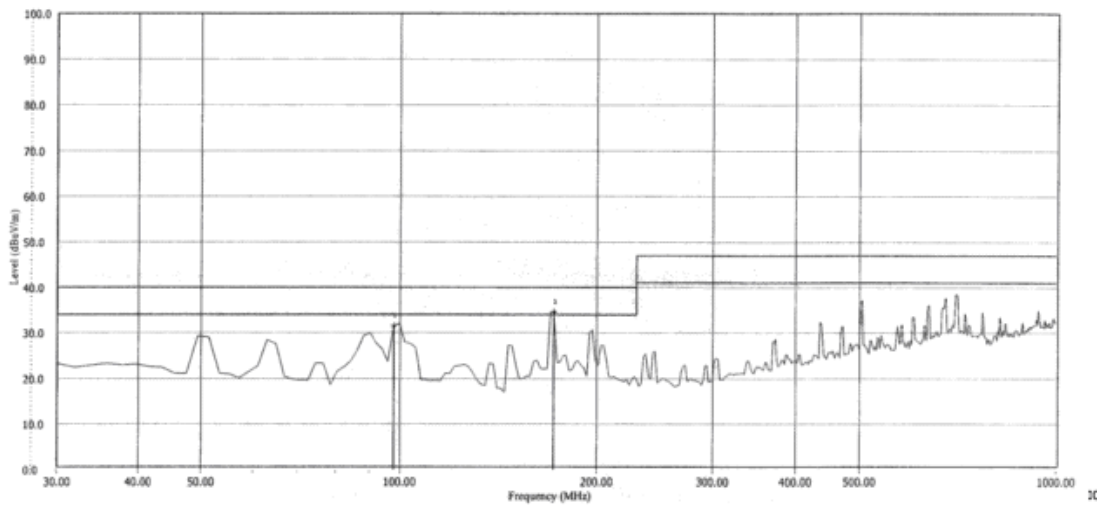
6、**测试对策：**增加单个磁环在靠近数码相机侧的USB线缆上, 高频下降, 只有99.64MHz超标3.5dB;

结果分析：说明靠近相机侧的磁环不能够去掉, 还是需要保留;



Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1	X	99.640	43.540	29.030	3.510	40.000	13.140	0.000	0.000	0.000	0.000	
2		148.340	37.510	28.320	-2.890	40.000	8.390	0.400	0.000	0.000	0.000	
3		194.900	38.330	26.760	-3.870	40.000	10.570	0.800	0.000	0.000	0.000	

天线水平极化方向

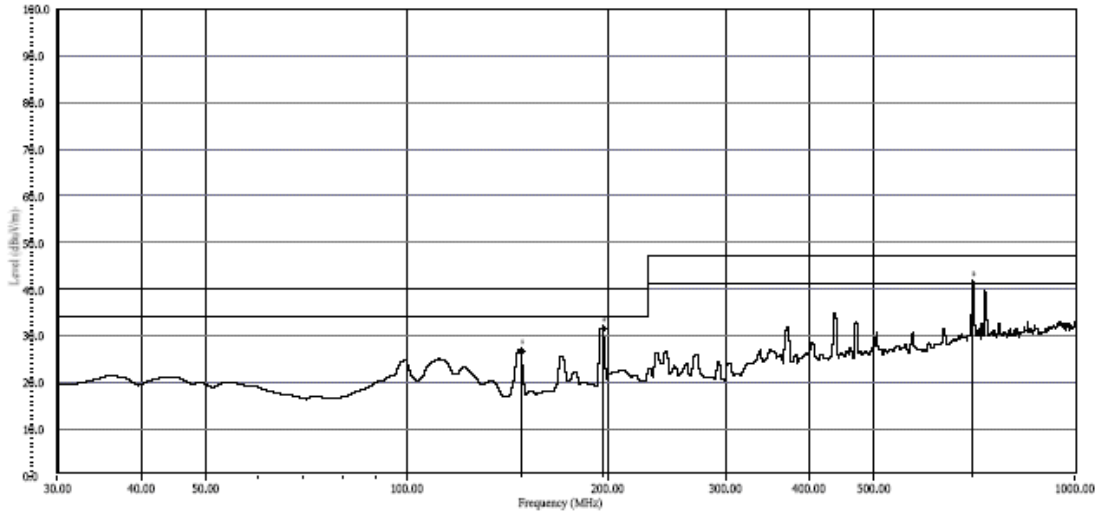


Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1		97.900	31.520	18.220	-8.480	40.000	12.900	0.400	0.000	0.000	0.000	
2	X	171.620	34.640	24.660	-5.360	40.000	9.380	0.600	0.000	0.000	0.000	
3	X	146.400	42.380	33.640	2.580	40.000	5.340	0.600	0.000	0.000	0.000	
4		245.340	40.290	26.990	-6.710	47.000	12.500	0.800	0.000	0.000	0.000	

天线垂直极化方向

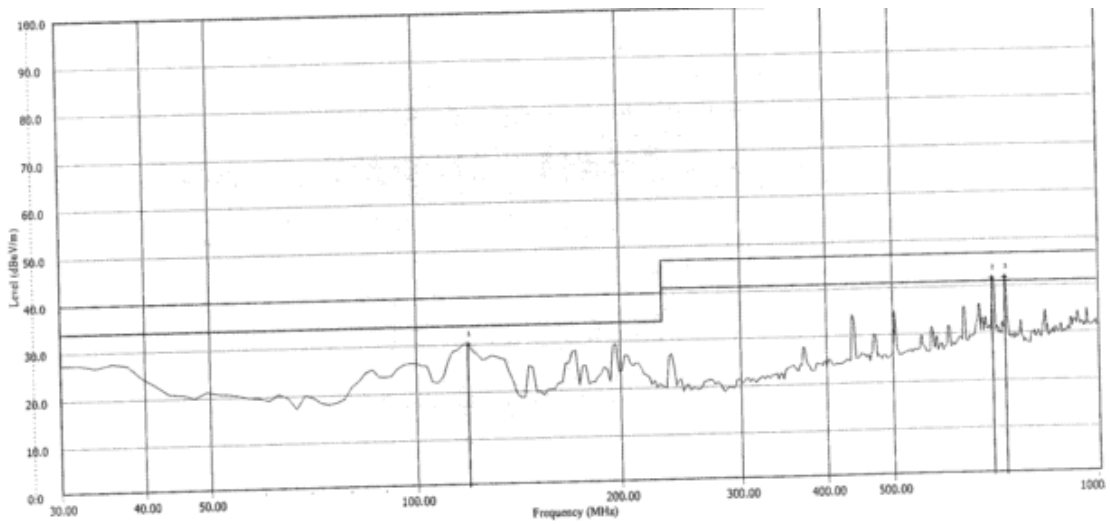
7、**测试对策：**因此我们把数码相加放置到一个自制的金属罩里面，完全下降，并且最低频点都有5.8dB余量；

结果分析：说明单板本身辐射很强，单单靠外部USB电缆不能够解决所有超标问题；



Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1		148.340	26.640	17.850	-13.360	40.000	8.390	0.400	0.000	0.000	0.000	
2		196.840	31.420	19.940	-8.580	40.000	10.680	0.800	0.000	0.000	0.000	
3	*	703.180	41.130	18.510	-5.870	47.000	21.420	1.200	0.000	0.000	0.000	

天线水平极化方向

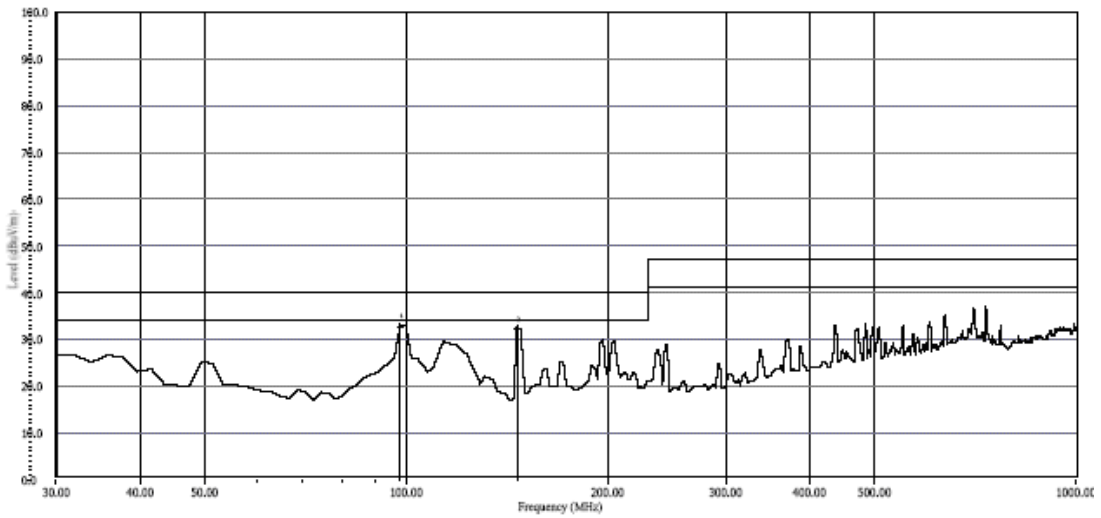


Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1		148.340	26.640	17.850	-13.360	40.000	8.390	0.400	0.000	0.000	0.000	
2		196.840	31.420	19.940	-8.580	40.000	10.680	0.800	0.000	0.000	0.000	
3	*	703.180	41.130	18.510	-5.870	47.000	21.420	1.200	0.000	0.000	0.000	

天线垂直极化方向

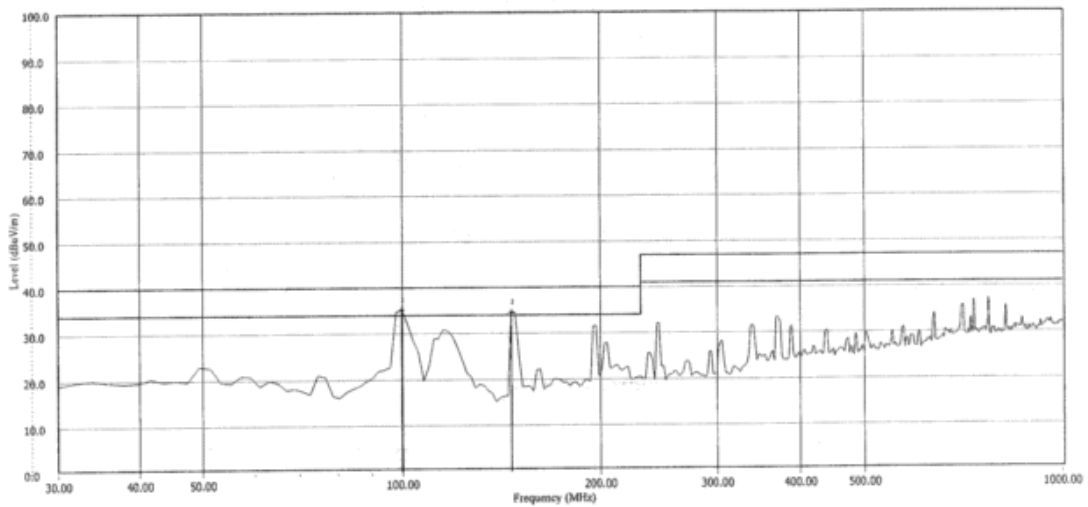
9、**测试对策：**结果对单板的原理图进行分析，发现单板上所有滤波电容都是0.1uF，按照正常情况0.1uF的电容器只是对10多MHz的频率有滤波效果，对于高频没有滤波作用，单板上没有对100MHz左右高频进行能够滤波的高频小电容，因此我们对单板上面的主芯片以及USB等的电源管脚都增加了330pF的对地电容，在相机侧的USB电缆上增加了1个磁环，在以上单板和电缆采取的措施基础上，在PC侧也增加磁环，所有频点下降，最低频点余量有4.8dB；

结果分析：说明单板上需要进行滤波处理，至此说明，在改进电缆屏蔽密度与屏蔽层与USB的搭接方式，同时USB电缆采取双磁环以及单板上增加330pF的高频电容进行滤波的基础上可以解决问题。



Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1	*	97.900	32.710	19.410	-7.290	40.000	12.900	0.400	0.000	0.000	0.000	
2		146.400	32.210	23.270	-7.790	40.000	8.340	0.600	0.000	0.000	0.000	

天线水平极化方向



Flag	Mark	Freq (MHz)	Measure Level (dB)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dBuV/m)	Limit (dBuV/m)	Probe Factor (dB/m)	Cable Loss (dB)	Amp Factor (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1	*	99.840	33.180	21.440	-4.820	40.000	13.140	0.600	0.000	0.000	0.000	
2		146.400	34.660	25.720	-5.340	40.000	8.340	0.600	0.000	0.000	0.000	

天线垂直极化方向

四、最终整改方案

通过以上定位分析过程，要解决这款数码相机的辐射发射超标的问题，单单从改善电缆的屏蔽和增加磁环并不能够完全解决问题，还必须要配合PCB单板进行整体对高频增加330pF的滤波小电容才能够解决问题，最后最终需要采用的整改方案措施如下：

一方面，按照现场以及上面分析结果，USB 电缆需要进行如下措施整改：

- 1、USB 电缆的需要采用编织屏蔽电缆；
- 2、注意在 USB 电缆接口处屏蔽层与 USB 接口搭接；
- 3、电缆的靠近数码相机侧增加磁环；

另一方面，从现场测试，单板本身对高频几个超标频点影响比较大，具体整改措施如下：

- 1、USB 电源接口的 5V 电源串磁珠，对外壳增加 1000pF 电容；
 - 2、单板上目前 0.1uF 的电容两侧都增加 330pF 的电容，进行高频滤波；
-