

# EMC Analysis and Rectification Case of a Ground Communication Equipment

Li Shen Mohan Lin

The 34th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Guilin, Guangxi, 541004, China

## Abstract

Electromagnetic compatibility EMC refers to the electronic equipment and systems in the coexisting electromagnetic environment, so that these equipment and systems can not be affected in the surrounding electromagnetic environment, and will not cause adverse effects on the electromagnetic performance of other equipment and systems. The three elements of communication electronic equipment EMC design are shielding, filtering and grounding. For the equipment with the whole machine shielding design, the contact site shall be connected with the shielding body, and the equal potential of the shielding body and the contact site shall be ensured. Incorrect grounding will result in filtering and shielding performance. In this paper, by improving the installation mode of the power supply filter of the equipment and the grounding and casing shielding of the line, the CE102 and RE102 are rectified.

## Keywords

EMC rectification; filtering; grounding; shielding

## 某地面通信设备 EMC 分析整改案例

神力 林墨涵

中国电子科技集团公司第三十四研究所, 中国·广西 桂林 541004

## 摘要

电磁兼容EMC是指电子设备和系统在共存电磁环境中所必须具备的能力,使这些设备和系统能够在周围电磁环境不会受到影响,同时也不会对其他设备和系统的电磁性能造成不良影响的能力。通信电子设备EMC设计的三要素为屏蔽、滤波、接地。对于具有整机屏蔽设计的设备,接地点应与屏蔽体相连,而且要保证屏蔽体与接地点等电位。接地不正确将造成滤波和屏蔽性能的降低。论文通过改善设备电源滤波器的安装方式和线路的接地、机壳屏蔽的方式实现对某地面通信设备电磁兼容CE102、RE102试验限值超标的问题整改。

## 关键词

EMC整改; 滤波; 接地; 屏蔽

## 1 引言

论文涉及的电磁兼容 CE102 10kHz~10MHz 电源线传导发射试验与 RE102 10kHz~18GHz 电场辐射发射试验是以 GJB 151B《军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量》标准为依据开展。CE102 项目适用于所有的设备电源线,包括电源回线,由 EUT 以外的外部电源供电。试验的目的在于控制 EUT 工作时通过电源线以传导或辐射的方式对外造成干扰,在频率范围的较低频段,控制 EUT 工作时通过电源线向公共电网注入传导干扰。RE102 项目适用于设备和分系统的壳体、所有互联线缆以及永久性安装在 EUT(接收机和处于待发状态下的发射机)上天线的辐射发射,论文中的地面通信设备试验适用频率为 2MHz~18GHz。试验的

目的在于考核 EUT 工作时通过壳体、电缆向外辐射的电场强度是否达标,防止其对灵敏接收设备产生干扰。这两项试验也是大多数设备较难顺利通过的试验,下面结合具体的案例分析说明。

## 2 CE102 10kHz~10MHz 电源线传导发射试验限值超标分析与整改

### 2.1 现象描述

某地面通信设备交流电源端口传导发射测试结果频谱图如图 1 所示。由图 1 可见,该设备电源端口的传导发射测试存在超标的现象,测试中还发现更换有着不同插入损耗的滤波器对试验结果影响不大。

### 2.2 原因分析

根据现象首先推断是滤波器接地不良导致滤波器的滤波效果变差。为了验证,于是把设备直接放在接地平板上,滤波器接地线直接接地,结果仍然没有改善。再次推断是滤

【作者简介】神力(1990-),男,中国广西桂林人,本科,工程师,从事光通信设备试验与检测技术研究。

波器性能指标不能满足电源传导发射水平而导致超标。于是找来使用同样滤波器、同样电源的另一种同类设备 B 进行试验，试验能够顺利通过。因此说明该滤波器和电源可以满足试验要求。对比设备 B 发现，设备 B 的滤波器与电源的距离相隔较远，且滤波器的输出端与电源的输入端连线是直连的形式，没有环回。两台设备滤波器与电源的连接方式如图 2 所示。

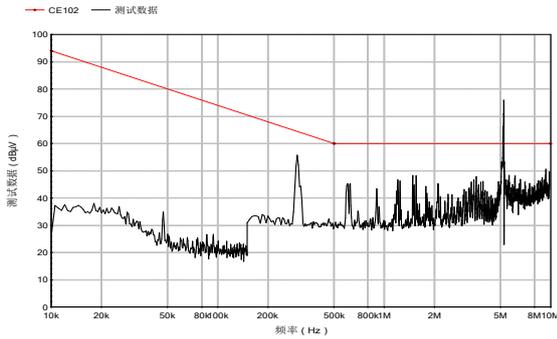


图 1 交流电源端口传导发射试验结果频谱图  
(火线端和零线端结果相似)

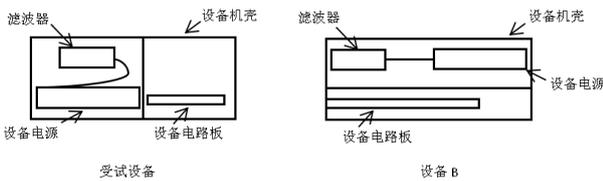


图 2 受试设备与设备 B 对比图

从设备安装的特点来看，受试设备的滤波器安装在电源上方，离电源距离较近，且滤波器的输出线通过环回的方式连接到电源输入端，导致电源中的噪声与滤波器及其输入与输出线之间存在较大的耦合。设备 B 的连接方式使滤波器与电源间有较大距离，滤波器及其输入与输出线之间没有被电源中的噪声耦合。

对以上分析采取方法验证，验证结果如图 3 所示：

①将滤波器从受试设备上拆下，拿到设备机壳外（远离电源），放在参考接地平板上，通过 CE102 试验测试，结果未发现超标现象。

②在受试设备电源和滤波器之间用导电铜箔进行隔离，并且滤波器的输出端与电源的输入端连线采用直连的形式，通过 CE102 试验测试，结果图谱未发现超标现象。

### 2.3 处理措施

由于受试设备结构定型不易更改，因此在整改方面采用验证方法②在受试设备电源和滤波器之间用导电铜箔进行隔离，并且滤波器的输出端与电源的输入端连线采用直连的形式。同时也可以对电源模块外加金属外罩，适当开一些散热孔，进一步形成良好的隔离。

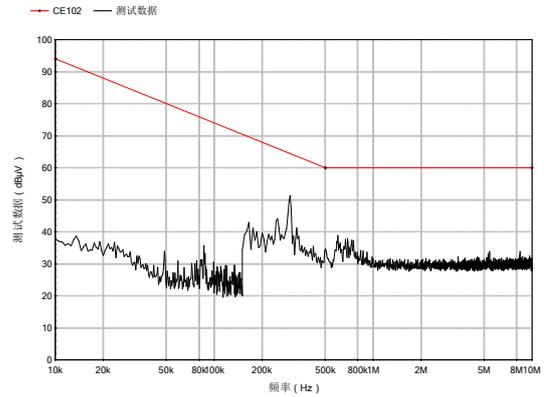


图 3 CE102 验证方法②试验测试结果频谱图

## 3 RE102 10kHz~18GHz 电场辐射发射试验限值超标分析与整改

### 3.1 现象描述

某地面通信设备进行电场辐射发射试验时不能满足要求，在频段内出现大量超标的现象，频谱图如图 4 所示。

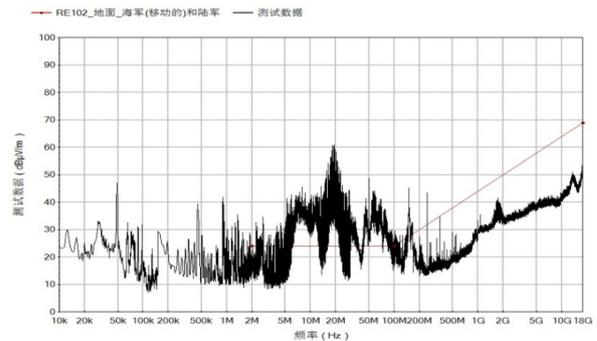


图 4 受试设备电场辐射发射试验结果频谱图（垂直极性）

### 3.2 原因分析

由于超标现象较为严重（从 2~370MHz 都超标），频率分布广，超标严重，引起超标的原因极有可能是多个因素，甚至是多个因素造成同一频段超标，需要对问题现象进行全面定位，从线缆、航插件、电源、结构、布线等多个方面分别进行着手。首先是线缆部分的定位，根据屏蔽原理，在 2 路 E1 业务线缆及 2 路以太网线上使用铜箔胶带进行包裹，工艺上需要保障包裹效果。一是包裹的连续性，需要保证包裹到位，不能有裸露的部分；二是保证包裹后线材尽量摆放笔直，否则易造成铜箔胶带屏蔽泄露甚至破损；三是要对屏蔽胶带进行近端接地，保证干扰信号的泄放<sup>[1]</sup>。在准备完成后进行试验，发现测试结果有一定改善，但是依旧有大量超标的部分，其中 50~200MHz 改善明显，已达到合格标准。但其他部分改善极小，推断无改善的部分另有泄露，使用屏蔽布对产品外观进行包裹并把屏蔽布接地，并对包裹时存在的缝隙用铜箔胶带封堵，随后再次进行测试，发现试验结果整体都有小范围的下降，但 200~370MHz 较为明显，

且存在超标点少量偏移,达到合格水平,推断产品结构可能存在不合理设计。保留上述方案继续验证,使用包裹 E1 业务线和以太网方法对电源线进行同样处理,随后进行试验<sup>[2]</sup>,发现改善非常明显,试验结果整体都有下降,其中低频 2~50MHz 最明显,已达到合格标准。至此,全频段都已达到合格标准。

综合上述试验结果,参试人员将网线、E1 业务线切开,发现内部虽然有金属编织层包裹的屏蔽线,但发现屏蔽层的编织密度较低,目视下透过表层可以直接清晰地看到里层材料,而且 E1 线的屏蔽层存在尾部包裹覆盖不全、尾部与航插件接地不良的问题,没有良好接地的屏蔽层很容易成为被共模电流或共模电压驱动的天线,因此可以判定没有达到良好的屏蔽效果。随后检查产品整体外观,发现产品存在一处散热窗,内部仅使用了一层铜网进行了屏蔽隔离,且铜网密度低,屏蔽方案极有可能失效。拆开机箱内部发现,高速以太网业务和低速 E1 业务的走线皆十分靠近电源及电源线,表层亦没有任何屏蔽处理,且电源线预留过长,所有航插件未在机箱内做屏蔽包裹处理<sup>[3]</sup>。

### 3.3 处理措施

对设备外部的网线、E1 业务线的屏蔽层重新进行制作,使用编织密度更高的屏蔽层,保证屏蔽层覆盖效果并接地处理。对产品散热窗进行处理,更换屏蔽效果更优异的波导窗进行屏蔽。箱体内部的以太网线和 E1 业务线重新布线,将两组线材远离电源模块及内部电源线,并对内部的网线、E1 业务线进行处理,先包裹屏蔽层再包裹绝缘胶带,并保证屏蔽层接地。将内部多余电源线裁剪,并对内部所有航插件包裹屏蔽层再包裹绝缘胶带。随后对设备垂直极性

(2MHz~18GHz) 频段进行试验,结果通过测试<sup>[4]</sup>。同时举一反三,对设备的水平极性(30MHz~18GHz)频段进行验证试验,结果也通过测试,达到预期整改效果。频谱图如图 5 所示。

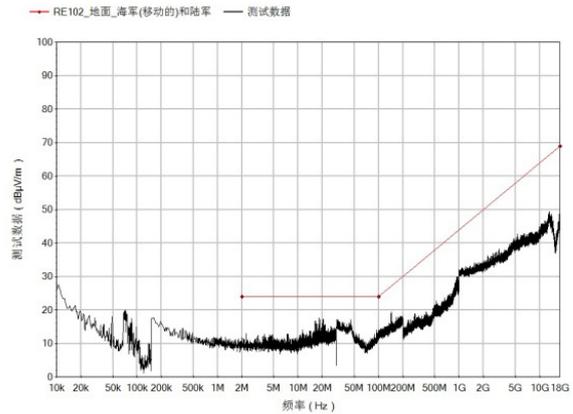


图 5 RE102 验证试验测试结果频谱图(垂直极性)

### 参考文献

- [1] GJB 151B—2013 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量[S].
- [2] 郑军奇.EMC电磁兼容设计与测试案例分析(3版)[M].北京:电子工业出版社,2018.
- [3] 杨显青,杨德强,潘锦.电磁兼容原理与技术(3版)[M].北京:电子工业出版社,2016.
- [4] 梁振光.电磁兼容原理、技术及应用(2版)[M].北京:机械工业出版社,2017.