

## 怎么样解决电磁干扰

方业岱

这几年来传播媒体常提及「公害」一词，诸如水质污染、空气污染、噪音问题等等，曾几何时，环境污染已成为我们最头痛的问题。

而电子技术的日新月异，各种电子器材也相继出现在我们的四周，这些器材有的是单独动作的，有的是须和其它器材组合一起而构成整个系统动作的；而这些电子器材的电路工作方式有些是类比的，有些是数位的，或是类比与数位两者皆有的。在这些日益增多的电子设备及大能量设施里，亦造成了极为严重的电磁讯号污染，即电磁干扰(Electro-Magnetic InterferenceEMI)。例如一些汽机车的引擎点火会对电视机造成干扰而以条纹方式出现在电视画面上；或对收音机造成干扰而以炒豆子声或背景杂讯方式出现於喇叭；而聆听音响时可能被电梯或高周波设备所产生之杂讯串入音响器材而造成不愉快的声音输出，亦或使用家用电脑时被冰箱的启动而造成电脑的错误动作等等。

### 电磁干扰无所不在

一些「古时候」不曾出现的电子产品现在也是电磁干扰的主要来源之一，如吹风机、洗衣机、冷气机、电冰箱、电梯、日光灯、电动缝纫机、录放影机、电焊机及高周波设备等等；另外电力线也会产生很多的干扰问题。除了人为的杂讯外，自然界也会产生许多干扰的问题，如静电、雷击及来自外太空的杂讯等等，总而言之，我们的生活圈里充满著电磁干扰，而且似乎生活水准愈高，问题也就愈严

重。

或许对许多人而言他们认为受到杂讯干扰只不过是使得电视机的画面变的不好看，或是音响器材发出一些杂音而已，并不会造成什麼危险；但若有一心脏病人正在使用心电仪器又受到电磁杂讯的干扰，或当客机於暴风雨中作紧急降落，而其电子导航系统又遭到电磁干扰而失效，那麽该怎麽办呢？只有自求多福罗！还好，大部份的人也都不曾进入这麼危险的环境，但这些危险确实存在，且不可不历。

电磁干扰远在马可尼设计了第一部无线电发射机时便已存在。电磁干扰在早些时候也称为射频干扰或高频干扰(Radio Frequency Interference RFI)，再早就叫做杂讯干扰。当年马可尼设计无线电发射机最大的问题是是在於两组火花式调谐电路的发射器干扰问题，但如果马可尼还在世的话，他将会惊讶於现今电磁干扰问题的严重性以及其复杂的程度。

几十年来工程人员便已知道几乎每个电子设备於工作时都会幅射出一些电磁波，故电子设备在使用时是不可能不去干扰到其它的电子设备；但由於这些杂讯的种类繁多，其产生的原因及其传送的方法更是包罗万象，既无法预知，亦无任何万金的解决办法，也往往为了解决杂讯干扰的问题所花费的时间与精力常比电路设计时所花费的还多。近年来已有许多机构在进行电磁相容性(Electro Magnetic Compatibility EMC)的研究，所谓的电磁相容性便是指器材於可能的电磁干扰环境下仍能正常工作之能力。

一些精密昂贵的军用器材、仪器、大型电脑、航空器材等，为了消除电磁干扰的问题也采用了许多电磁相容性的改善方法，但一些属于家电性质的消费性器材若非生产厂商的成本顾虑便是其相信他们的产品只有一小部份会进入电磁干扰的环境使用，因此就算有设计抗电磁干扰的电路於这些产品内也往往无法达到预期的效果。再加上市场的竞争，要厂商研究改进并且加上一些对其销售无直接帮助的电路简直是不可能的事。当使用者遇到干扰问题时，只好自个想办法啦！

#### 电磁杂讯解决方法

电磁杂讯依其传播的方法可分为辐射性杂讯(Radiated Noise)与传导性杂讯(Conducted Noise)；构成杂讯干扰的三个主要因素为「杂讯产生源」、「受到杂讯感染之感受体」及「杂讯传播路径」，若三者缺一便无法构成杂讯问题。

而干扰可能来自自己家中，或是由邻居家中发出者，或是导因於附近的电力输送线。杂讯亦可能经由天线而进入，在很多情况下，杂讯都很可能直接被屋内的配线、或器材的导线所拾取。

要解决电磁干扰有三种方法：其一为「杂讯产生源」产生的干扰必须被压到最小的情况，二为「感受体」（如电视机、电脑、音响器材等等）必须受到保护，以期能抗拒杂讯的干扰，三是「杂讯的传播路径」完全被阻断或是尽可能减少杂讯的传播机会。

一般而言，除直接由电磁辐射所引致的干扰外，另经由电源线而引入之电磁干扰最为常见；对一些高传真度音响器材而言，由电源线引入之杂讯会在很多情况下巧妙地对原音动了手脚，并在传真的可信度上有戏剧性的效果，而此时你用示波器根本看不出音频波形有何变化；同样的，辐射性电磁干扰亦会对讯号线、喇叭线等构成影响。

对很多人而言，他们相信自电力设施输送到用户的电跟他们的讯号产生器所产生的正弦波差不多，差别只是在於功率而已。事实上，若用示波器去作观测的话，将会发现所看到的根本不是「清纯」的 60Hz 正弦波，而是含有著各种不同的失真、早已扭曲变形、有突波、凹陷等等，此一现象还因时因地而变化；至此，若你深感此问题的严重性，那麽最好的方法便是去买一堆电池回来使用，或是去买一部发电机回来，只是发电机的功力来源切不可为汽油引擎，因汽油引擎的火星塞亦为电磁干扰的来源之一。说真的，这两个解决办法还真是治本的唯一方法，而军方单位、电信单位及广播电台也确曾使用过一屋子的铅酸电池和发电机去供给他们器材所需的电源。不过，我俩现在的变通办法便是在电源进到器材以前，好好的把它「美容整形」一番便得了。

### 隔离变压器

曾有人想到使用一个隔离变压器，以阻断杂讯的传播路径，因为专供电源使用的变压器通常只设计在一个固定的低频率工作，其频率响应也相当的差，所以，在高频时的磁力线交连便很差，结果便限制了多种类型的杂讯。此一构想不错，

但一般的变压器为了要降低成本及减少磁损，初级与次级便做得很靠近，那么它们之间便有足够的电容量来将杂讯传过去。有一个方法可以降低初级圈与次级圈间的电容量，即便是将初级圈和次级圈分离，但分离得愈开则变压器的效率将愈低，较好的方法是在初级圈和次级圈之间用一层铜片隔开并接地，亦即法拉第屏蔽(Faraday Shield)；假设以  $Z_s$  为 0 的状态下接地，则 A, B 间的静电容量  $C_1$  与  $C_2$  则不再串联，而仅由  $C_s$  产生作用。此时，所使用的静电隔离材料，如铜片的材质，铜片的厚度等等都会影响到效果。实际上，即使隔离材料的厚度很厚，也多少会有  $Z_s$  存在，因此， $C_1$ 、 $C_2$  的影响仍无法完全消除；若将隔离片的片数增加，则效果会大些，此时除了相当于将分布容量做更多的串联以减少其等效电容值外，对电磁波的隔离也多少有点效果。总之，为了达到良好的静电隔离效果，应尽量降低  $Z_s$  值，并减少  $C_s$  值。

若要真正做到具有高度杂讯截止效果的变压器便必须做到「箱隔屏蔽」，即是 将初级圈与次级圈完全分开并做静电隔离，并使其初级圈与次级圈的配置与配线 结合为最小，如此，初级圈和次级圈间的电容将可少于  $0.005\text{pF}$ 。只是此种变压 器的制造已非传统的 EI 型那么简单，售价也不低，若你真的很爱惜你的器材的 话它还是值得的。不过若你能找到和你器材内同规格的此种变压器时，你不妨直 接替换，这样将会比你使用隔离变压器时的效果还好。

近来市上有种内含射频滤波器的电源插座盒出售，它较使用隔离变压器的方法 要简单且经济许多，但仍然与使用变压器作杂讯隔离时一样，其滤波器(或变压 器)本身到器材间的本屏蔽电源线常会形成一支天线，特别是在 VHF 的波段；而

大多数的滤波器均在 1MHz 到 10MHz 之间的频率有著良好的衰减特性，而 10MHz 以上的频率则愈来愈差，亦即它不大能压抑 100MHz 以上的起高频杂讯进入到你的器材里。

有些厂商在发现了其产品有了干扰问题存在时，大都会直接把滤波器装在器材里以期能压低这些杂讯的能量，使其不致干扰到电路的正常工作；不过大家所期望的结果是所有的电子产品均能免除电磁干扰的困扰，那麽，便只有在设计当时充份考虑到电磁相容此一问题才行，否则於产品问世後才发现有问题，那麽便有可能要花较高的代价与精神才能解决部份问题，而有时甚至无法澈底的解决所存在的干扰问题。

#### Cello 与 Jadis 可抗电磁干扰

以音响器材而言，在设计时便顾虑到电磁相容性(EMC)此一问题者似乎只有 Cello 这个牌子了，它的器材可工作在电磁干扰颇为严重的环境中而不影响其性能，这除了要归功于它的电源部份有著极强的抗干扰能力外，另外其与电路相关的零件选择、PC 板设计、机箱内部安排等等细节也都面面顾到，而这更是一项成功的产品所不可或缺的因素。另有一种罕见的电源供应方式见於 Jadis 的前级中，它的电源设计虽对于电磁干扰的抑制效果不大，但却颇有创意，它由一主电源提供电源给一 RC 振荡电电路及一功率放大电路使用；该 RC 振荡电路产生一 120Hz 的正弦波讯号，此正弦波讯号送至功率放大电路放大并推动一个变压器，然後再从变压器的次级输出作整流、滤波及稳压以供给音频放大电路之用。此种

作法类似由一发电机直接提供电能，在整体上效率虽低些，但却能得到极为「纯真善良」的电给机器使用，而这也正是音响迷们所企求的项目之一。

后记：

本文仅概略的介绍了一些产生电磁干扰的来源及其简单的抑制方法，事实上，这些是不够的，至於其详细的解决方法是必须从产品设计时使开始，有与趣的读者可参阅该方面的事实，您将会对电子器材有更深一层的了解。