

单片机与电磁兼容基础研究之二

—— www.mcuzone.com By 小果 (hdapple_2000) QQ:8204136

目前随着制造工艺和设计能力的提高,各种微控制器层出不穷,并且在各个厂家的竞争下,微控制器价格也不断下降,性能不断增强,并广泛的应用到了工业和消费电子中。特别是近几年在消费类电子产品中几乎都可以找到单片机(微控制器)的踪迹。其中以 8 位机(内部总线位宽为 8 位)最为常见,其中典型的厂家有:

Microchip,也是目前 8 位机市场第一位的供货商(2002 年取代 Motorola 成为第一),其单片机产品线为 PIC12C/FXXX、PIC16C/FXXX、PIC18C/FXXX,其中 12 系列为低端产品,功能较弱,但价格便宜,广泛应用与小型家电控制,如吸尘器、电动执行器等等,以 PIC12C508 为代表,16 系列为中端产品,功能较强,价格也贵一点,其内部集成了一些特殊功能部件,如 A/D, PWM, LCD 等,用于一些控制逻辑比较复杂,资源需求比较厉害的家产品中,如按摩椅,18 系列功能更强,集成 USB, CAN 等功能,一般不用于家电产品。在 Microchip 的产品中有一个型号不得不提,即 CF 系列,为了打击台湾克隆 PIC 单片机的行为, Microchip 推出了 CF (CloneFight) 系列单片机,其特点是 OTP (One Time Program,程序只能烧写一次),性能和 PIC16 系列基本一样,但价格极其便宜,实际为 Microchip 未进行最后检验工序的半成品,故有一定比例的废片,在本实验室接到的样品中 CF745 在很多产品中都有出现。

Motorola, 现其半导体部门已完全独立出来,更名为 Freescale (中文名: 飞思卡尔),其 HC05、HC08、HC11、HC12 系列单片机广泛用于工业、消费电子等各个领域,其中 HC05/08/11 为 8 位机,HC12 为 16 位机,在家产品中以 HC05 和 HC08 系列出现最多,其中 HC08 的子系列 68HC908 为 Freescale 当前主推产品,性能强劲,价格合理,广泛用于汽车电子和高性能电子产品,在本实验室所遇到的以 HC08 为主控制器的较为少见,但也有,如变频电机控制器。

EMC,为台湾厂家,中文名为义隆,其主打产品为 153 和 156,价格只有 2-3 元,OTP,仿 Microchip 的 PIC16 系列,在低端电子产品中使用很频繁,由于可以使用内部 RC 振荡器和内部上电复位,还具备 WDT (看门狗),使得该芯片基本无需外部器件,缺点是没有内部 A/D。

Holtek,也为台湾厂家,中文名为盛群(上海公司为盛扬),同样走低端路线,但是功能较 EMC 强大,并不断有新型号推出,在家电中的主打产品为 HT46R 系列和 HT48R 系列,在一些慢炖锅中出现较多。

ATMEL,美国厂家,在 51 市场份额巨大,从学校刚毕业的学生和老工程师使用较多,在 51 市场其主打产品为 AT89C51、AT89C2051、AT89C52,以及在 AT89C51/2 停产后出来的 AT89S51/2 (具备看门狗和 ISP 功能,开发更方便,价格更便宜),ATMEL 的另一有名的微控制器为 AVR 系列,该系列处理器功能极其强大且处理速度极快,而且新品不断,价格也不断下降,从 AT90S8515/8535 到 ATmega8515/8535, ATmega8, ATmega16/32/64/128 等。并被不同等级的电子产品所采用。其各类单片机产品在各种电子产品中都有出现,如舞台控制器, RF 遥控器等。

在本实验室接触到的电子产品中 51 系列单片机出现的次数仅次于 PIC, 8051 原为 Intel 在八十年代的产品,但是随后 Intel 致力于研制更强能力的处理器 (Processor),而将控制功能突出的 51 (Controller) 架构授权给各个半导体厂家,

从此 51 遍地开花，欣欣向荣，虽然当前 16 位和 32 位控制器、处理器大行其道，倒是 51 架构仍有极强的生命力。在本实验室出现过的各种 51 包括：SIEMENS 的 8031；PHILIPS 的 P89C51XX；ATMEL 的 AT89C2051、AT89C5X、AT89S5X；Dalls 的 DS87C520 等等。

除了以上的主流单片机外，在本实验室出现过的单片机还有：HY（现代）、NEC、Toshiba、Panasonic、SAMSUNG，以及一些掩膜的 Die 等。

单片机的好处是可以通过编写软件来实现很多很复杂的逻辑，但是其随之带来的问题是单片机产生的电磁干扰。虽然单片机本身耗电很少，体积也很小，但是由于其工作于较高频率，产生的数字干扰不可忽视。特别是其使用的晶振可以在很宽的频谱内耦合，如果处理不好即会导致 EMC 测试不合格。基本情况在《单片机与电磁兼容基础研究之一》中可以有所了解。

下面以在一块 ATmega16 Demo 板上运行一个由三个LED灯组成的跑马程序为例来较为详细的了解一下在不同类型的振荡器下、不同的振荡频率下、不同的供电方式下、不同的接地方式下其产生的电磁干扰，并尝试如何减少甚至解决此电磁干扰。（测试设备和测试布置以及测试样品请参见附录。）

图 1—3 为在未经任何处理的情况下，不同的振荡器下，不同的振荡频率下的测试曲线：

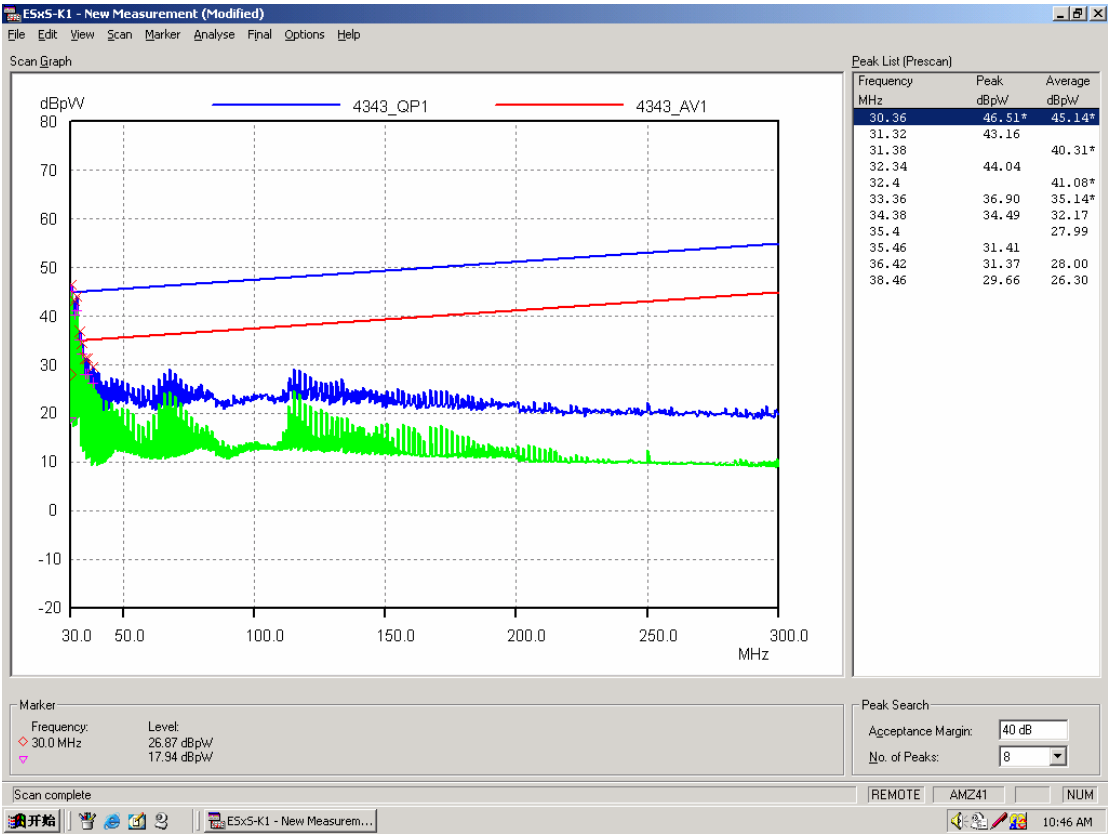


图 1、内部 RC 振荡器，1MHz，78L05 供电无任何处理

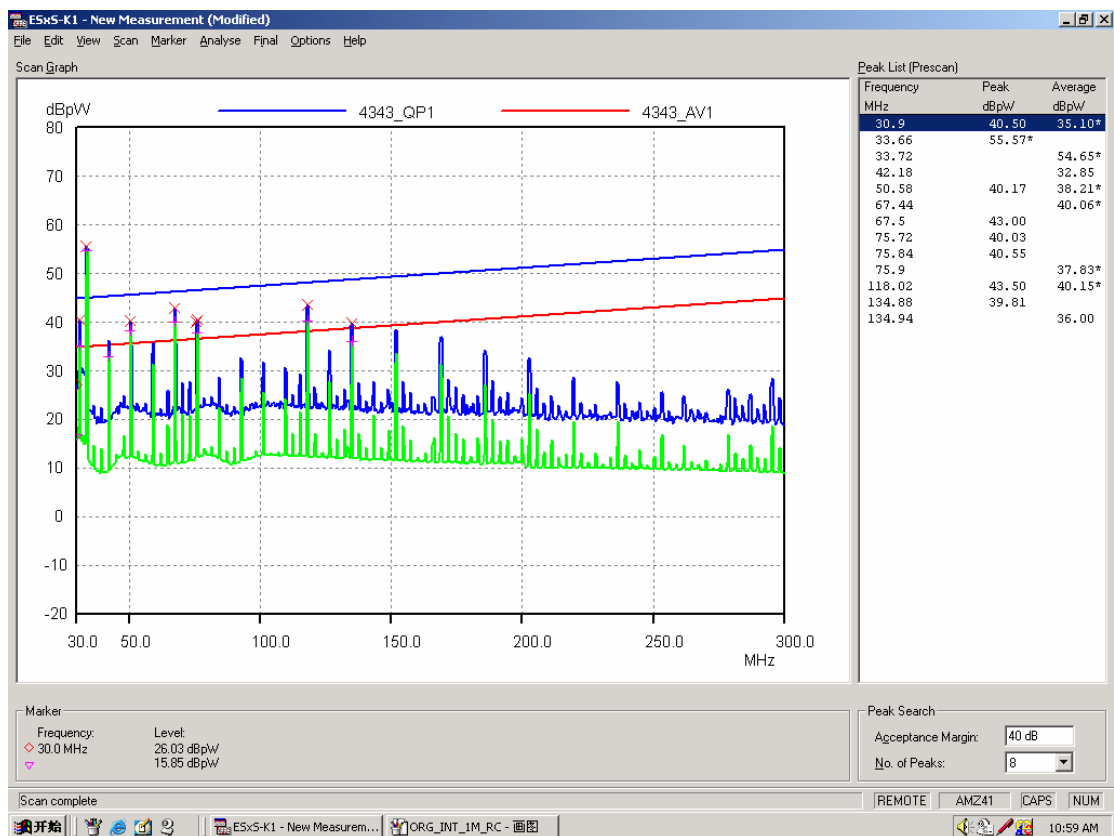


图 2、内部 RC 振荡器，8MHz，78L05 供电无任何处理

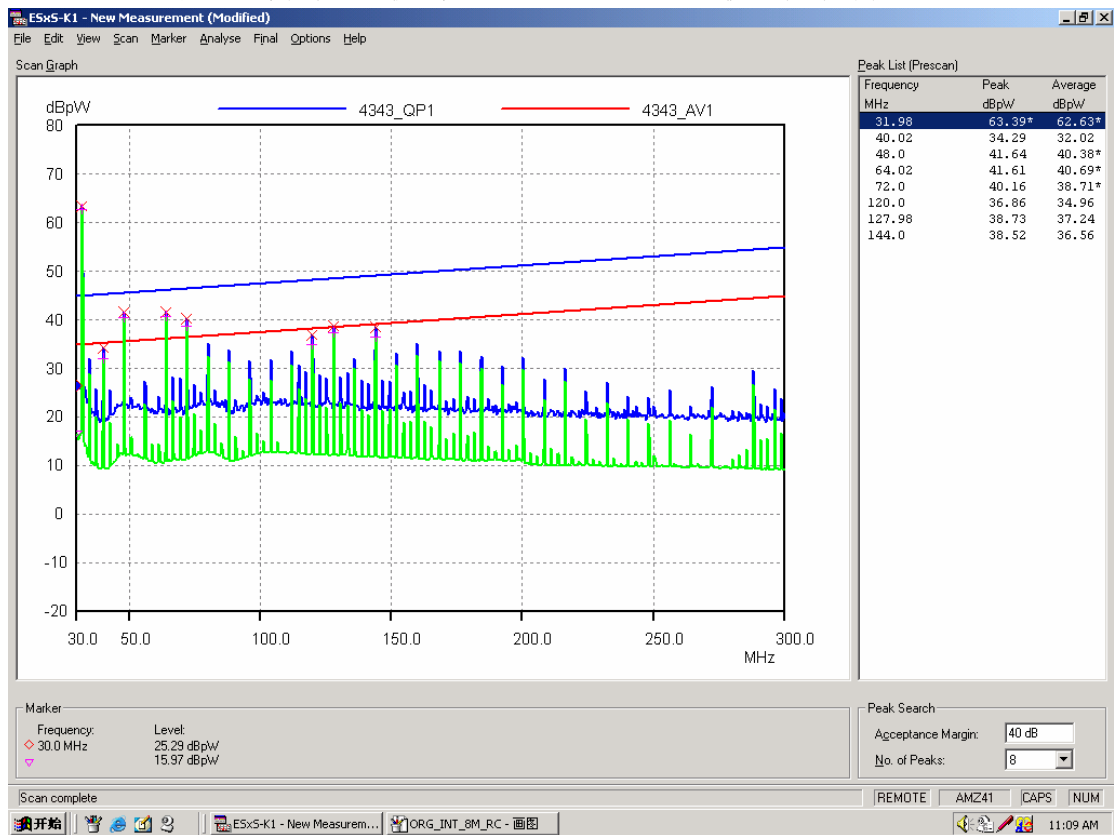


图 3、外部晶振，8MHz，78L05 供电无任何处理

可以看到，在采用 1MHz 内部 RC 振荡器的时候比使用 8MHz 内部 RC 振荡

器所产生的频谱密，而采用 8MHz 内部 RC 振荡器和使用 8MHz 外部晶体振荡器的情况基本一致，可以很清楚的看到相邻两个尖峰之间的间隔频率基本为振荡频率，即可证明该干扰为单片机的振荡器所引起！

为了让大家能看到各种处理下的不同效果，故在图 1—3 中未对电源部分进行滤波和去耦处理。在图 4—5 中分别对电源和板子进行了去耦和滤波处理，具体效果请参见图 4 和图 5。

图 4，采用外部 8MHz 晶体振荡器，在 78L05 的输出级通过一个 10uF 的电解电容和一个 104 独石电容滤波，同时在 ATmega16 的电源部分（板子反面）通过 104 贴片进行去耦处理，效果如下图所示：

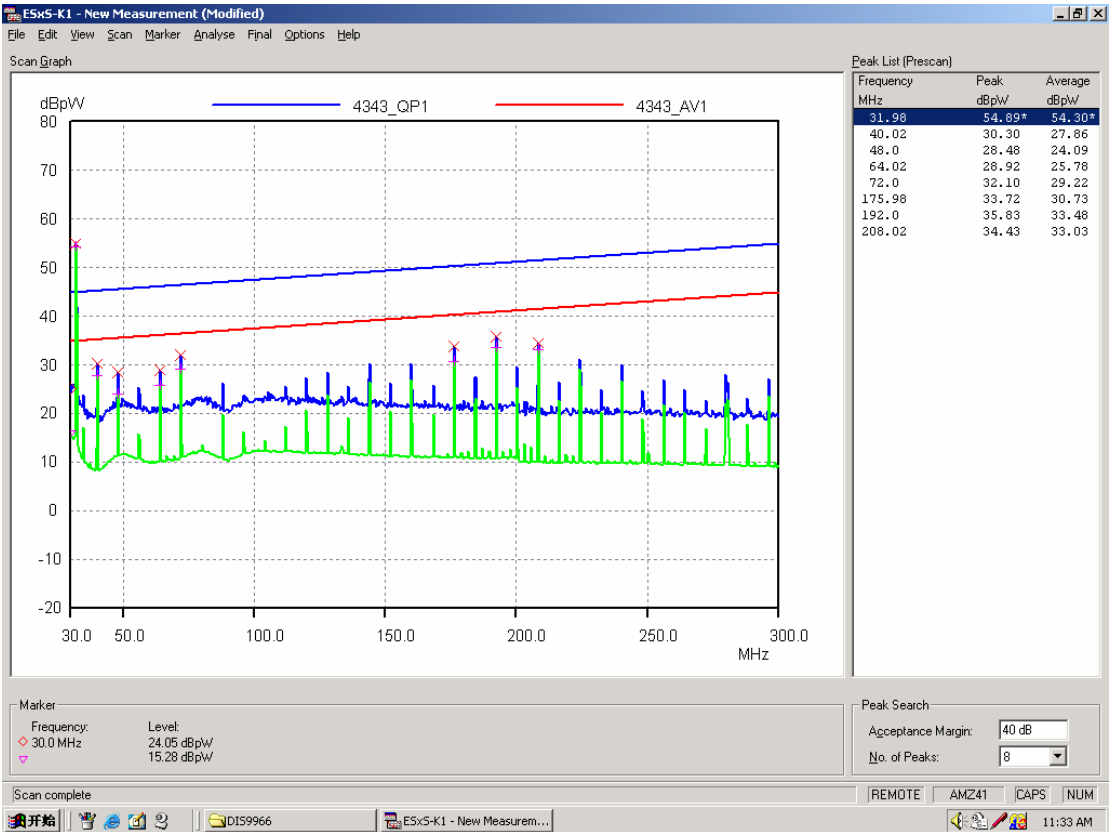


图 4、78L05 输出滤波，IC 加 104 去耦

和图 3 进行对比后可以发现在低频段（31M）的尖峰由 63dB 降为 54dB，在更高频率的曲线也有一定改善。该处理有一定效果！

按照 78XX 的典型应用，应该在其输入端端接一个较大的电解电容，在其输出端端接一个稍小的电解电容，并可以加一无极性小电容增强滤波效果。在图 5 中，即在 78L05 的前端加入了一个 330uF 的电解电容。

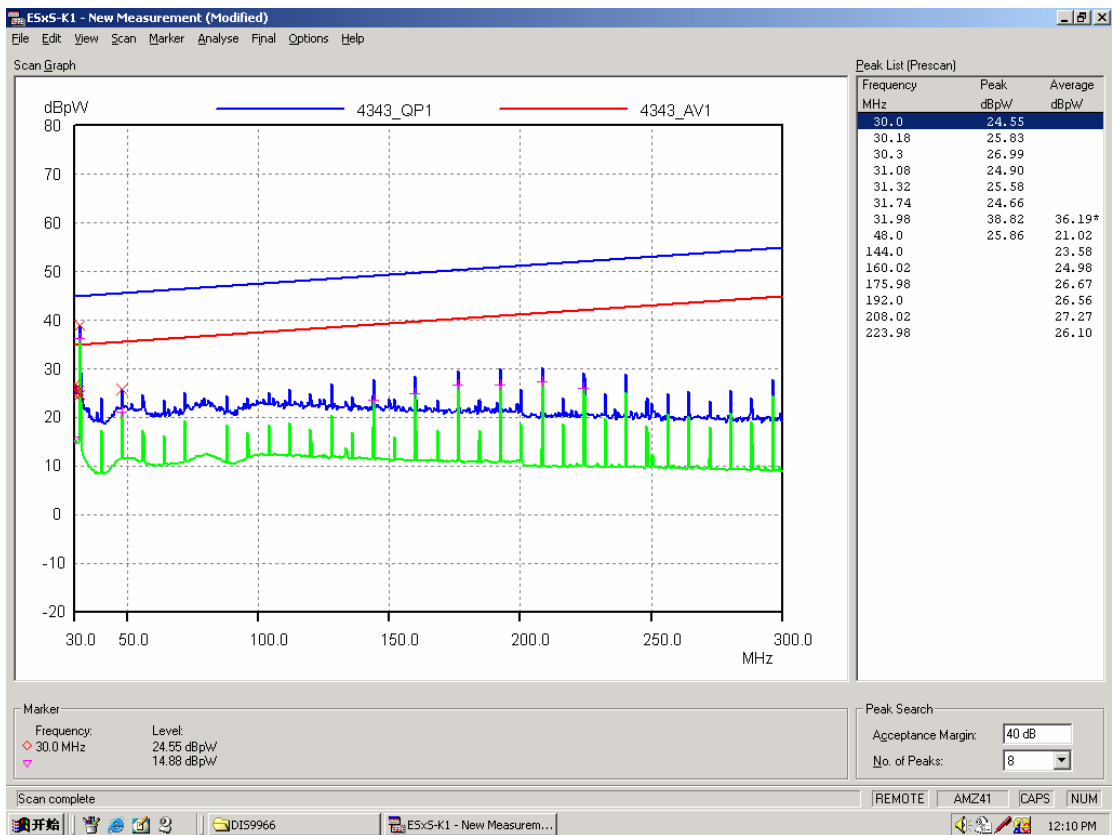


图 5、在图 4 基础上再在 78L05 的输入端加一个 330uF 的电解电容

与图 4 进行对照后可以发现低频段的尖峰由 54dB 直降到 36dB，而且在较高频率段也有一定的改善。该滤波大电容效果最为明显。

从这里可以看到在单片机最小系统中有两个地方值得大家注意，一个是晶振部分，从图 1 和图 2 的对比可以看出；一个是电源滤波的重要性，可以对比图 1—3 和图 4—5 得出。

在本测试中均采用了一个 220V 50Hz 输入，9V 200mA 输出的 Adaptor 作为主供电电源，上面采用的是 9V 输出通过 78L05 再给单片机供电，下面来看看如果改用 DC-DC 进行供电情况是否会有改变：

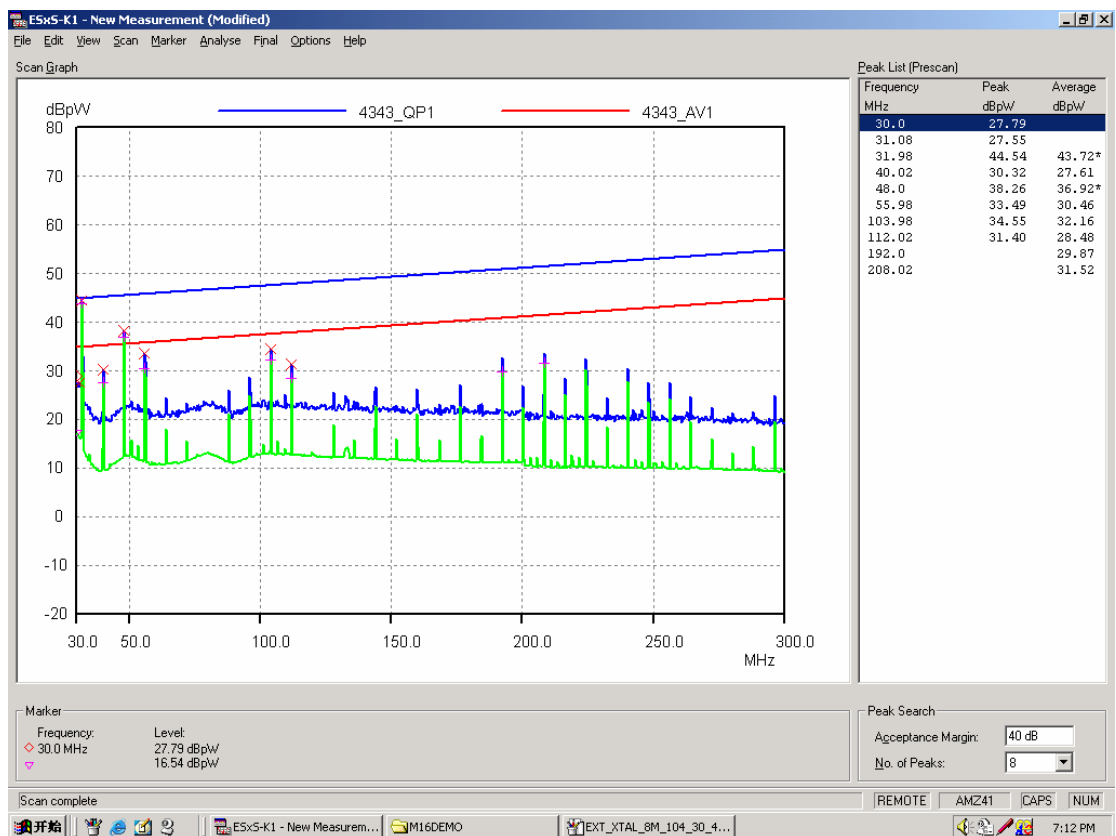


图 6、外部 8MHz 晶振、78L05 供电， $104 \times 2 + 30P \times 2 + 10\mu F + 4148$ 滤波

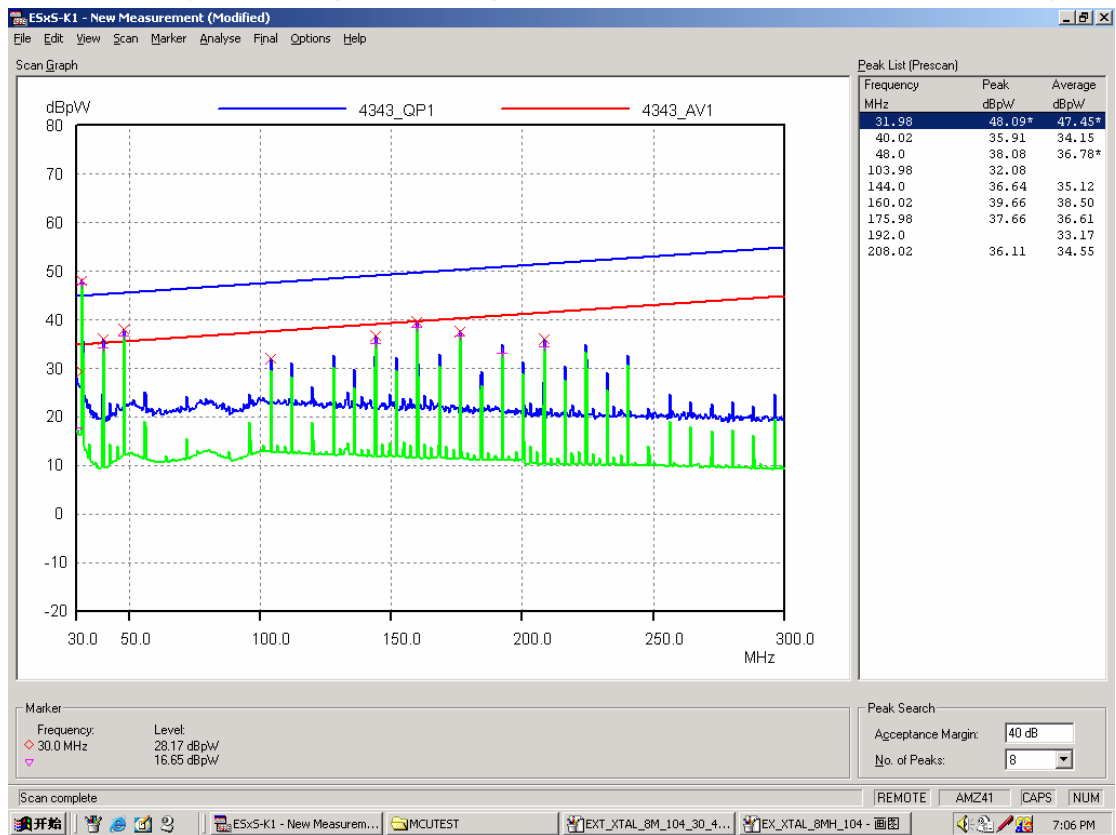


图 7、外部 8MHz 晶振、DC-DC (LM2825) 供电

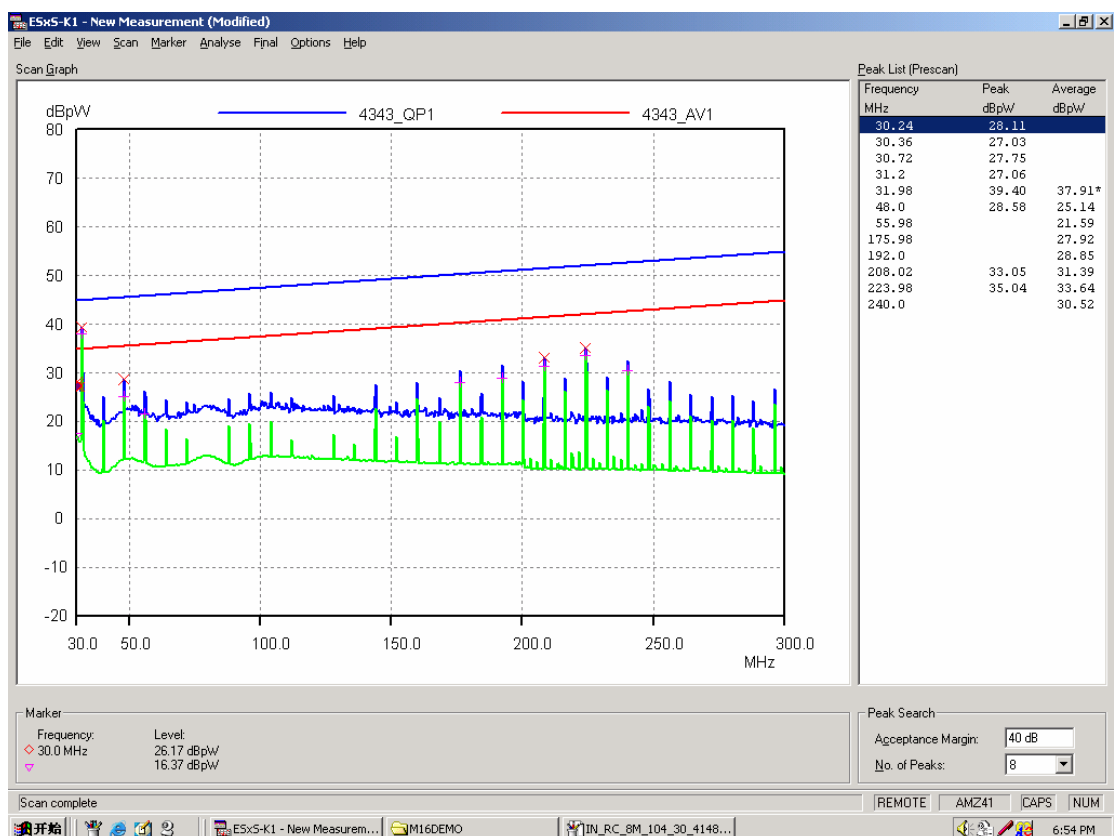


图 8、外部 8MHz 晶振、78L05 供电， $104 \times 2 + 30P \times 2 + 10\mu F + 4148$ 滤波，并将数字地接物理地

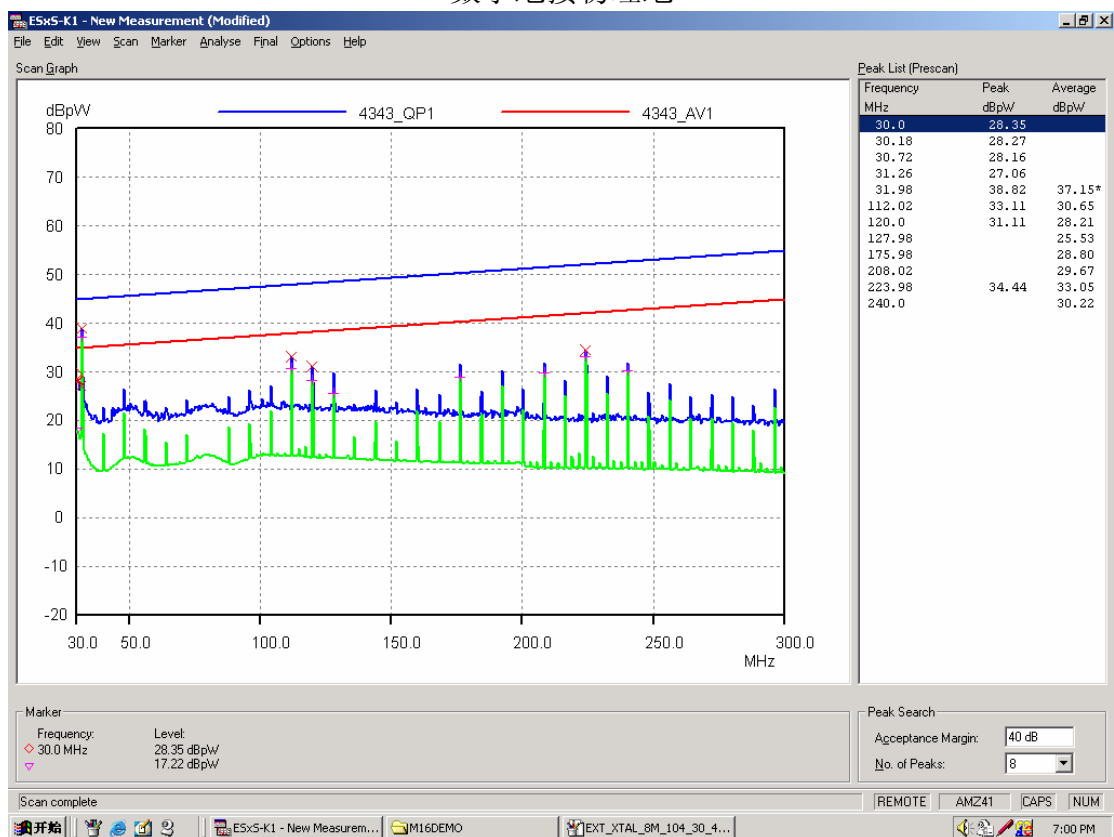


图 9、外部 8MHz 晶振、DC-DC (LM2825) 供电，并将数字地接物理地

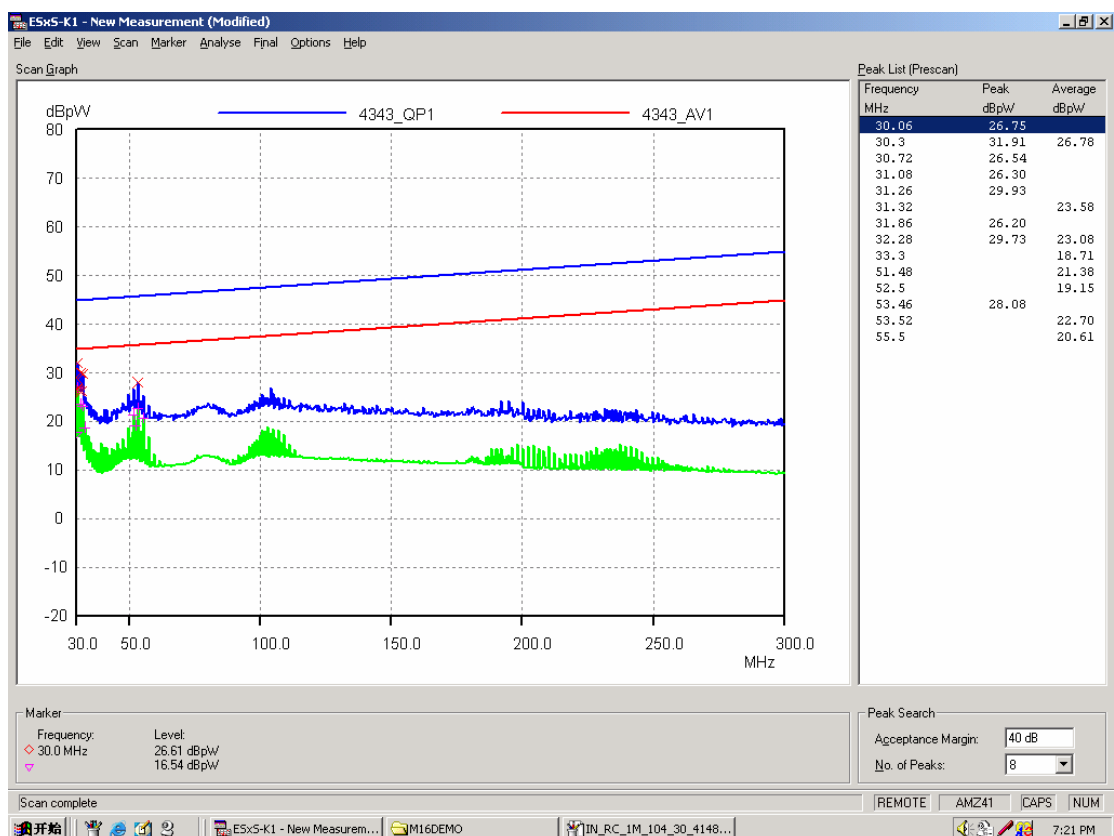


图 10、内部 1MHzRC 振荡器，78L05 供电， $104 \times 2 + 30P \times 2 + 10uF + 4148 +$ 输入级 100uF 电解滤波

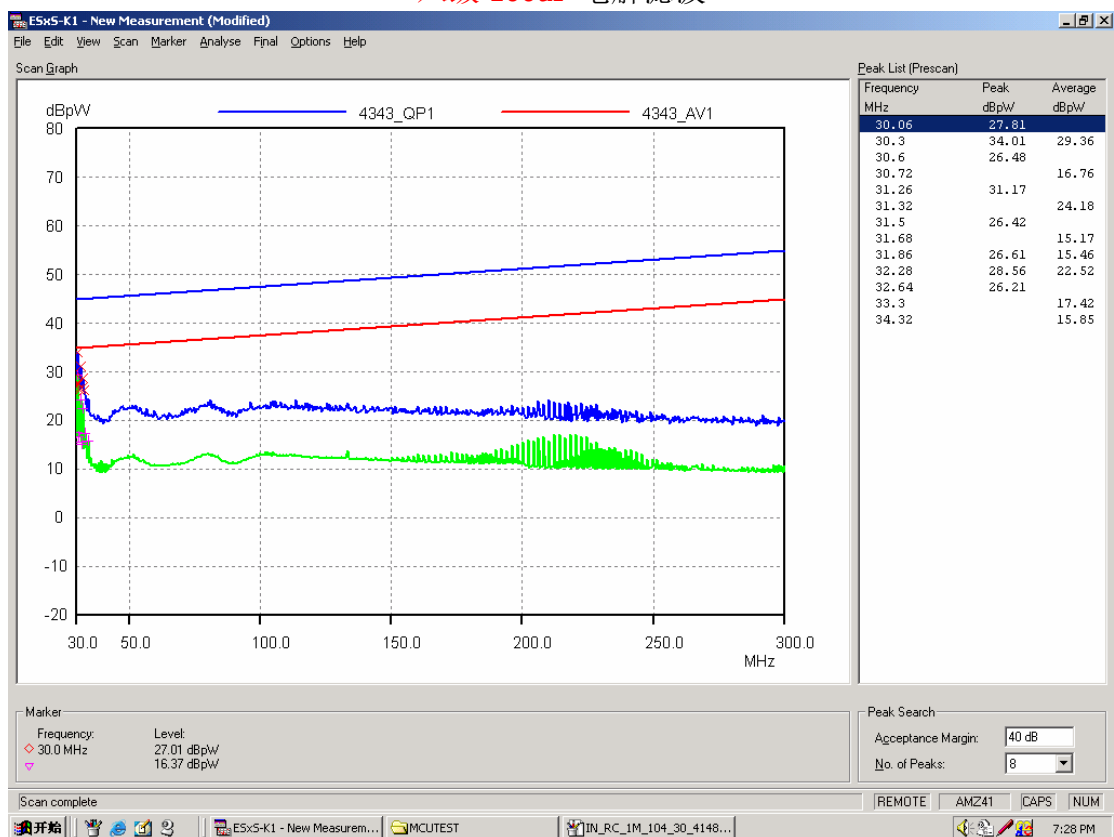


图 11、内部 1MHzRC 振荡器，78L05 供电， $104 \times 2 + 30P \times 2 + 10uF + 4148 +$ 输入级 100uF 电解滤波并将数字地接物理地

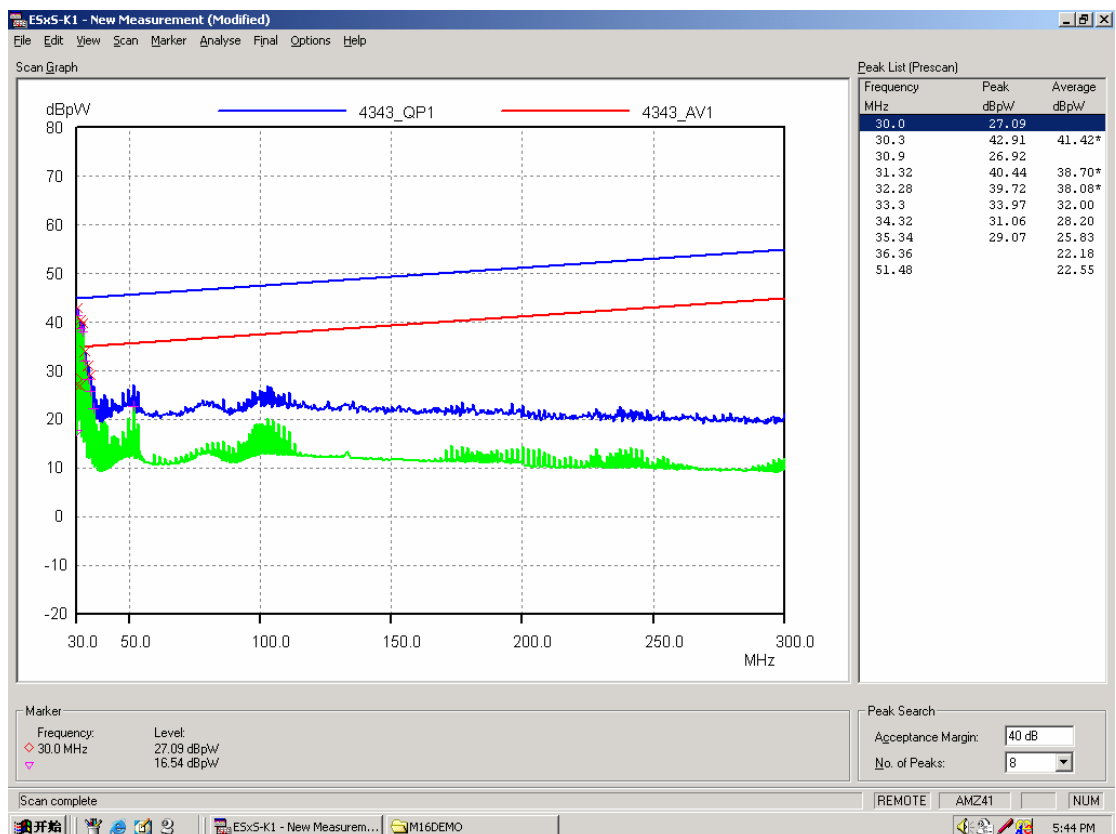


图 12、内部 1MHzRC 振荡器，78L05 供电， $104 \times 2 + 30P \times 2 + 10uF + 4148$ 滤波

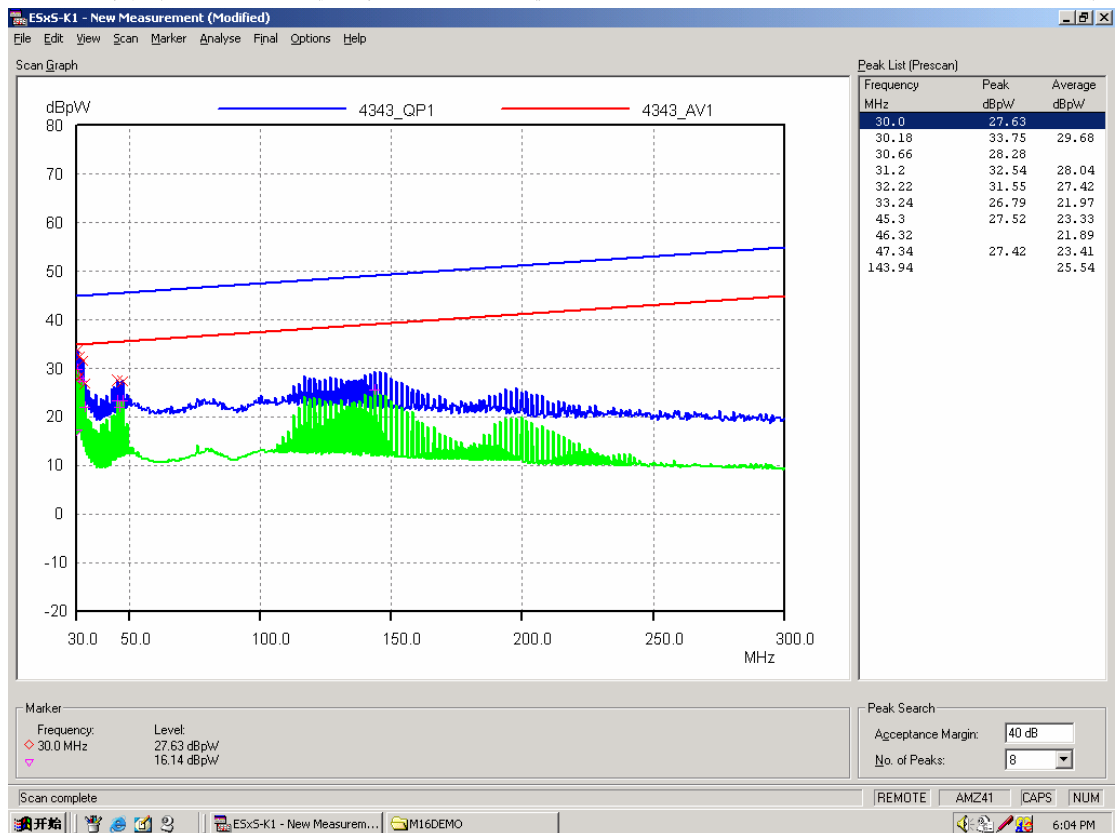


图 13、内部 1MHzRC 振荡器，DC-DC (LM2825) 供电

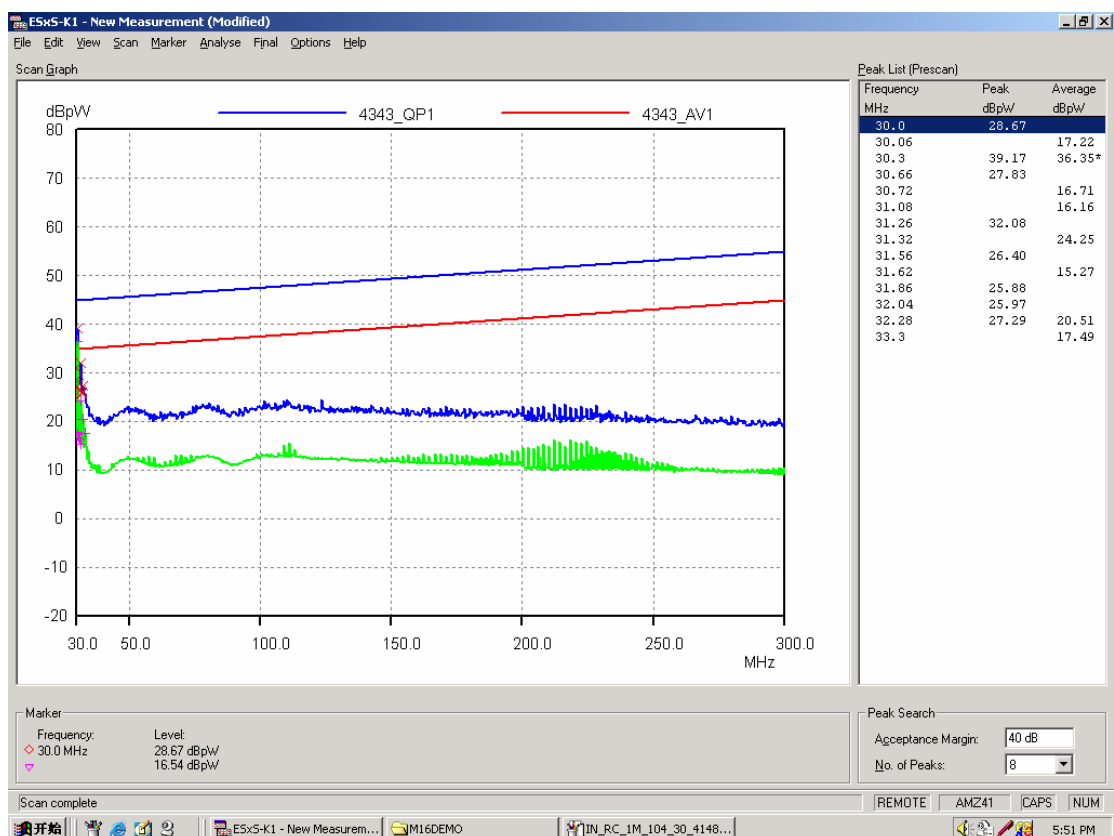


图 14、内部 1MHzRC 振荡器，78L05 供电， $104 \times 2 + 30P \times 2 + 10\mu F + 4148$ 滤波并将数字地接物理地

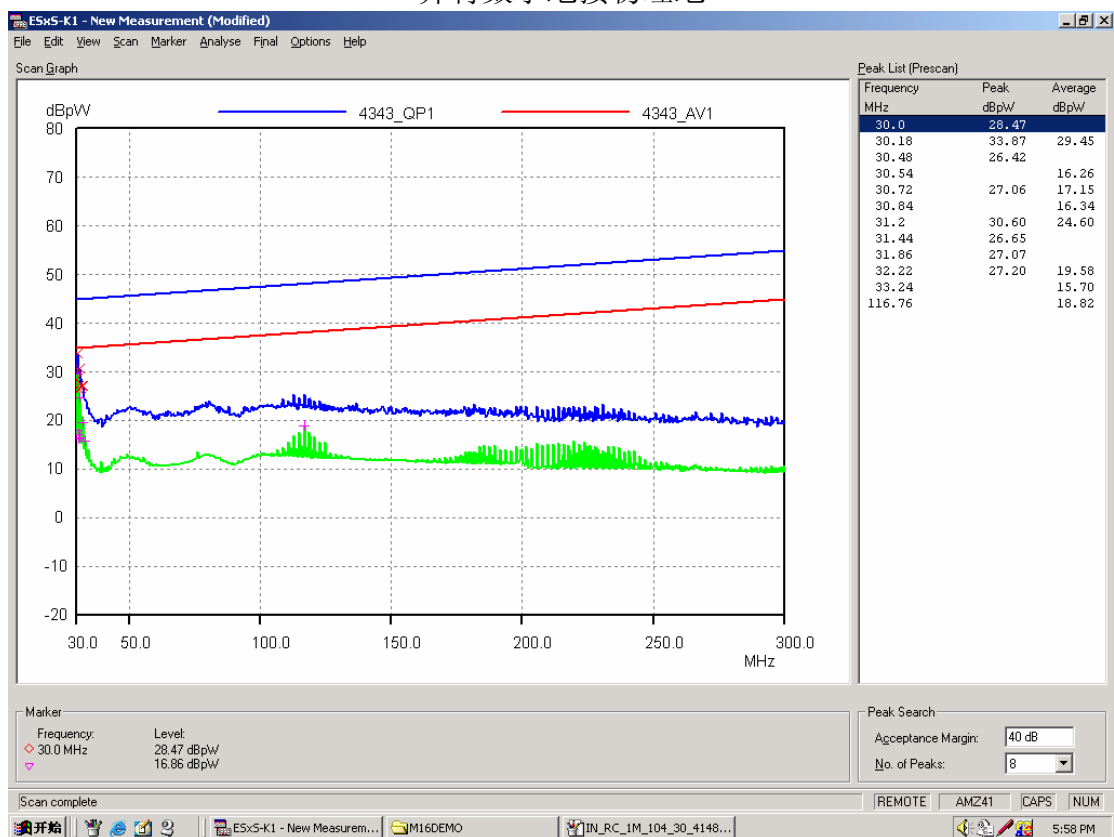


图 15、内部 1MHzRC 振荡器，DC-DC (LM2825) 供电，并将数字地接物理地

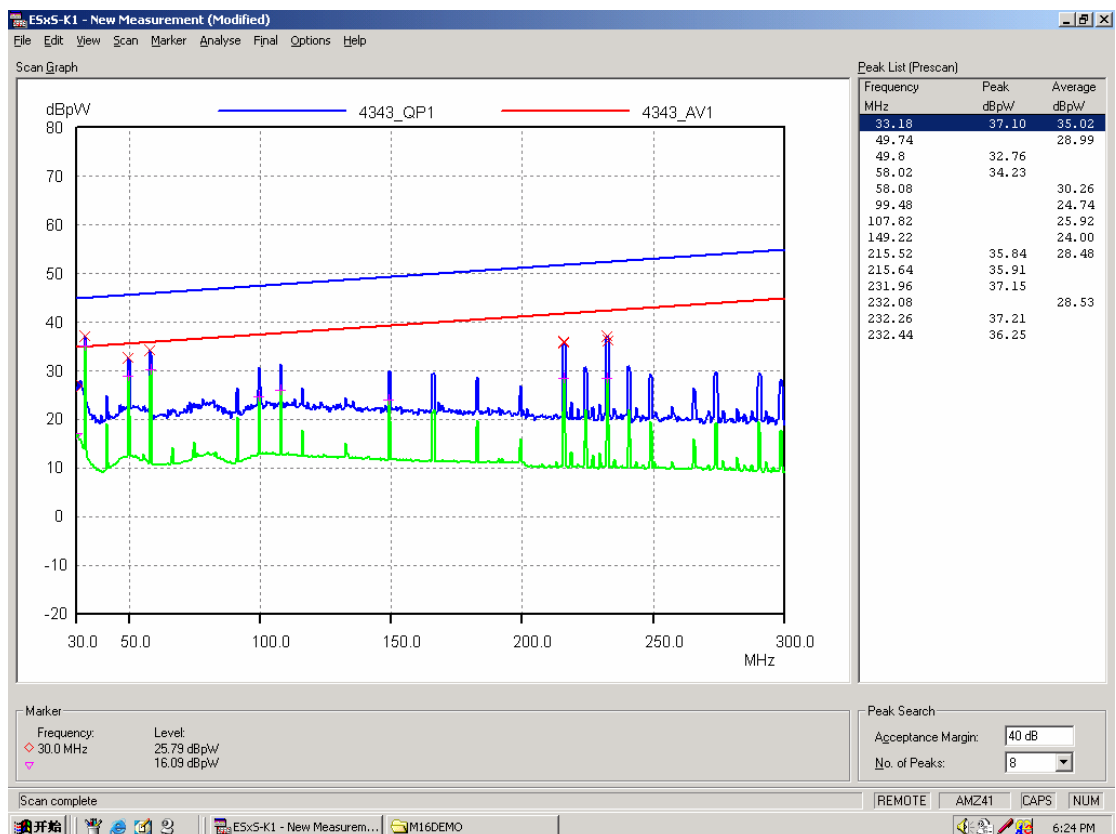


图 16、内部 8MHz RC 振荡器，78L05 供电， $104 \times 2 + 30P \times 2 + 10uF + 4148 +$ 输入级 100uF 滤波

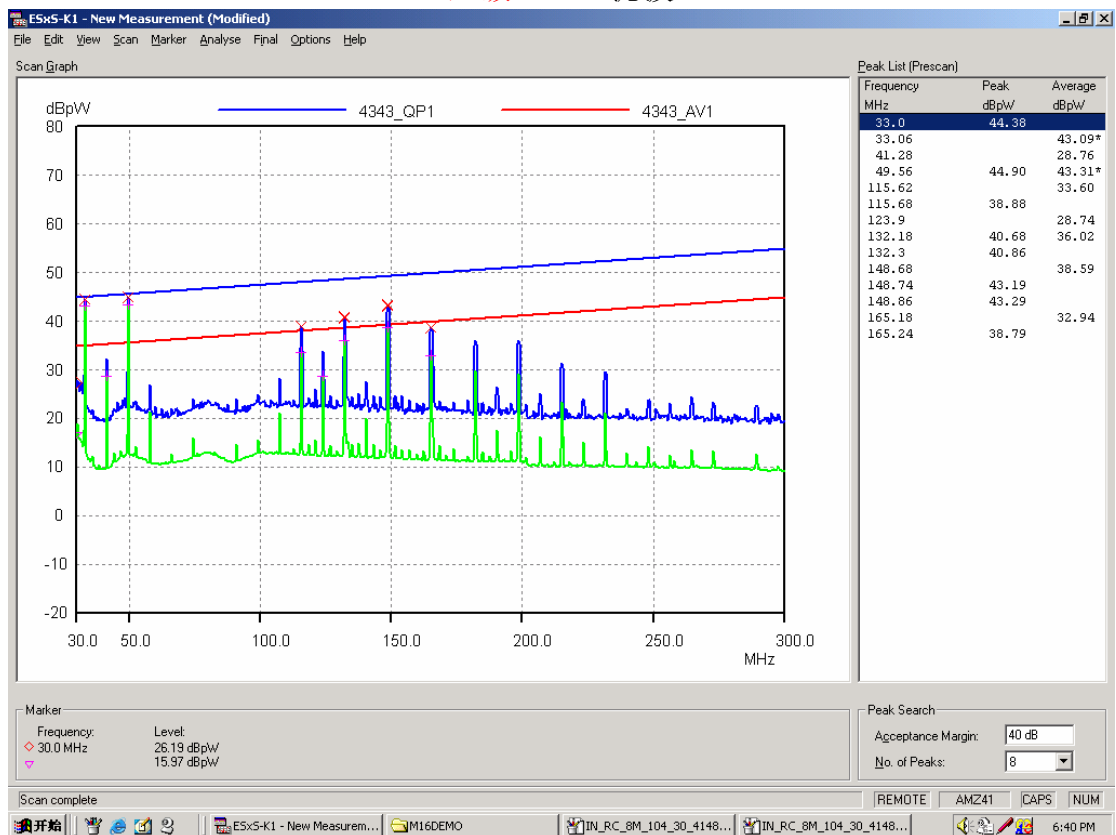


图 17、内部 8MHz RC 振荡器，DC-DC (LM2825) 供电

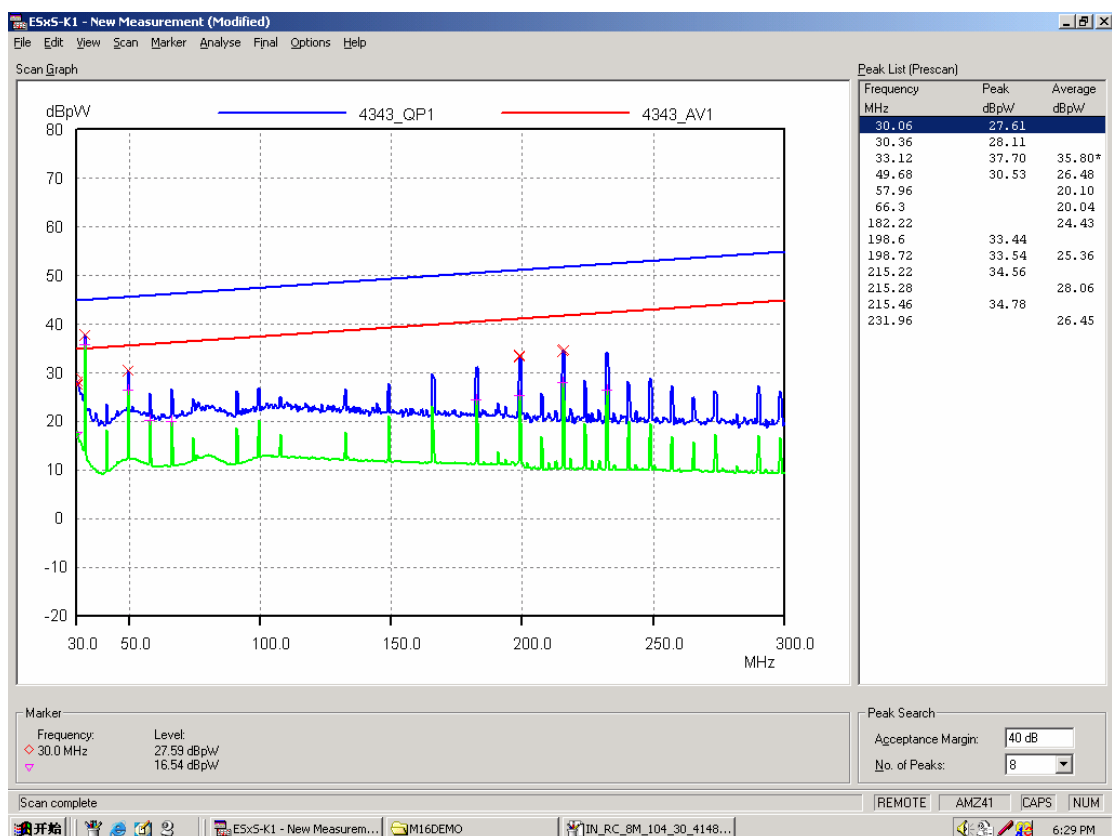


图 18、内部 8MHz RC 振荡器，78L05 供电， $104 \times 2 + 30P \times 2 + 10uF + 4148 +$ 输入级 $100uF$ 滤波并将数字地接物理地

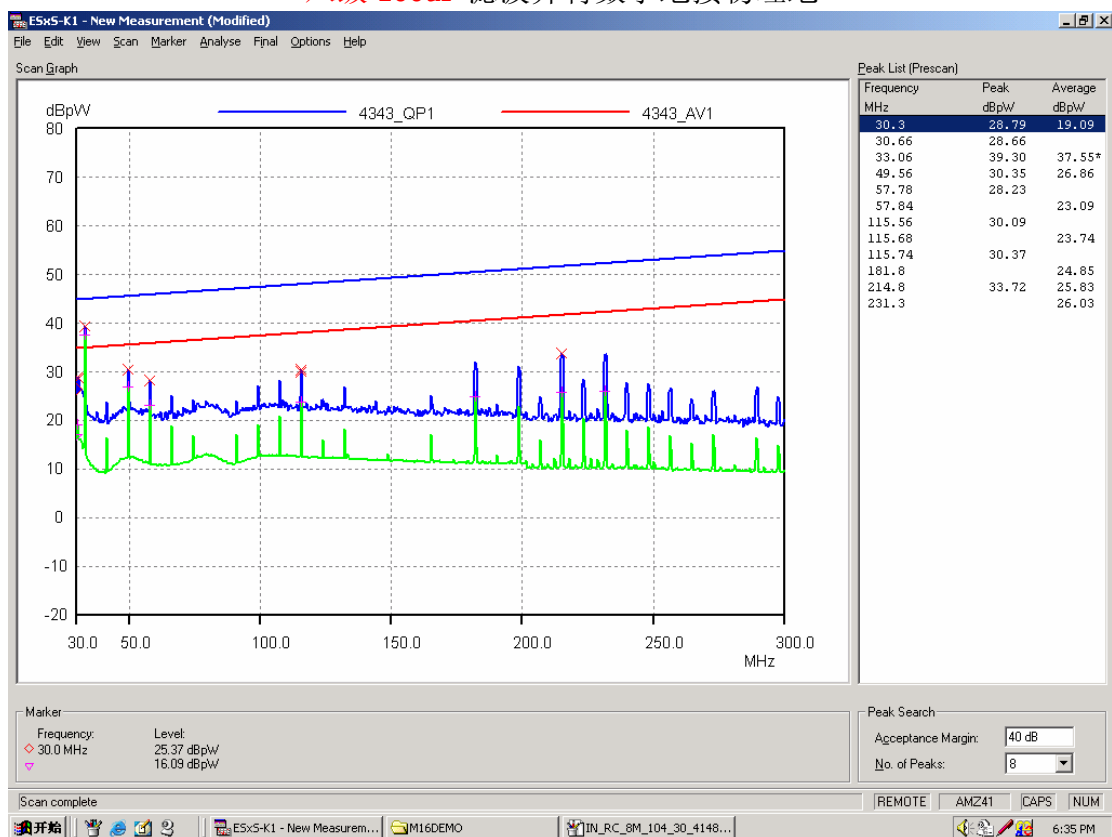


图 19、内部 8MHz RC 振荡器，DC-DC (LM2825) 供电，并将数字地接物理地

注 1: 采用 DC-DC 供电时, 由于电源从 LM2825 出来后通过导线直接连接到 ATmega16 Demo 板的 JTAG 接口上的电源, 所以在 78L05 供电下起滤波作用的 100uF 电容在 DC-DC 供电时将不再起作用!

注 2: 图 6—图 19 采用的板子和图 1—5 采用的板子有所不同。图 1—5 采用的板子使用输入级 300uF 电解+输出级 104 独石, 10uF 电解+IC 级 104 滤波, 而图 6—19 采用的板子则使用输入级 100uF 电解 (在内部 1MHz 的测试中有两次未接上, 注意看图下注解)、4148+输出级 104 独石、10uF 电解、30P×2+IC 级 104 滤波。

本测试中采用的 DC-DC 为美国国家半导体出品的 LM2825N-5.0, 采用其典型电路, 摒弃控制功能, 未在输出级加入 47uF 电解电容。由图 6—图 19 基本可以看到采用 DC-DC 供电和采用 LM78L05 供电的效果相差不大, 时而 DC-DC 稍微占优, 时而 78L05 占优, 两者之间并没有绝对的优势和劣势。

同时通过对比数字地接物理地和不接物理地的测试曲线可以发现, 在数字地接物理地的情况下测试结果要比不接物理地的情况下好很多。这可以理解为在不接物理地时数字地为浮空地, 其上的一些高频干扰仍存在其上, 并通过电源线折返; 而当将数字地和物理地相连时这些高频干扰将直接引入至物理地, 从本质上讲算是找到了一个释放干扰的通路, 其测试结果自然要改善不少。

由于本测试中间间隔了较长时间 (间隔两个星期左右), 故总体测试结果和处理方法略有冗长和重复的嫌疑。同时只是利用手头的板子, 并不具备很好的针对性, 下次将采用专门的板子和专门的针对性测试来考证各种单片机在各种工作模式、各种供电方式和各种振荡器模式下的 EMC 问题和 EMC 解决方案。

最后感谢浙江立德产品技术有限公司提供测试设备, 感谢美国国家半导体提供免费样品, 感谢浙江立德和 C51BBS 提供发布空间, 欢迎各位业者进行指正和讨论。

附 录



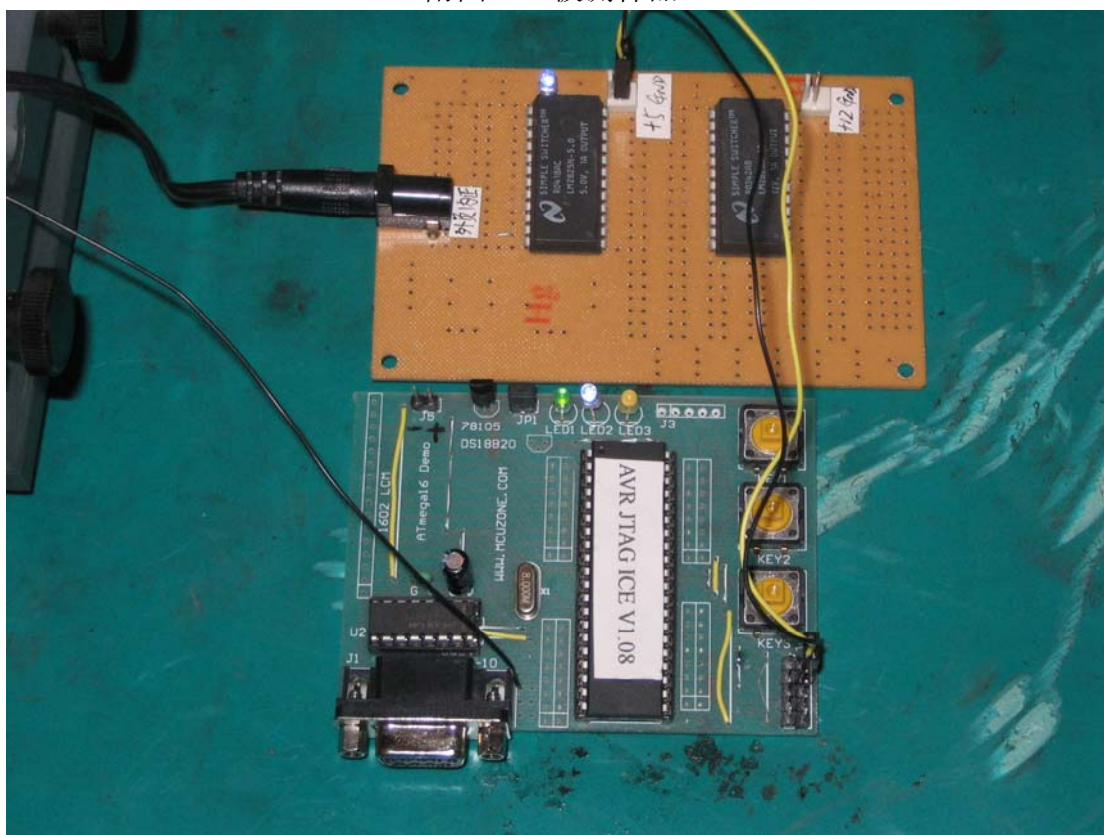
附图一、测试设备（EMI 接收机）



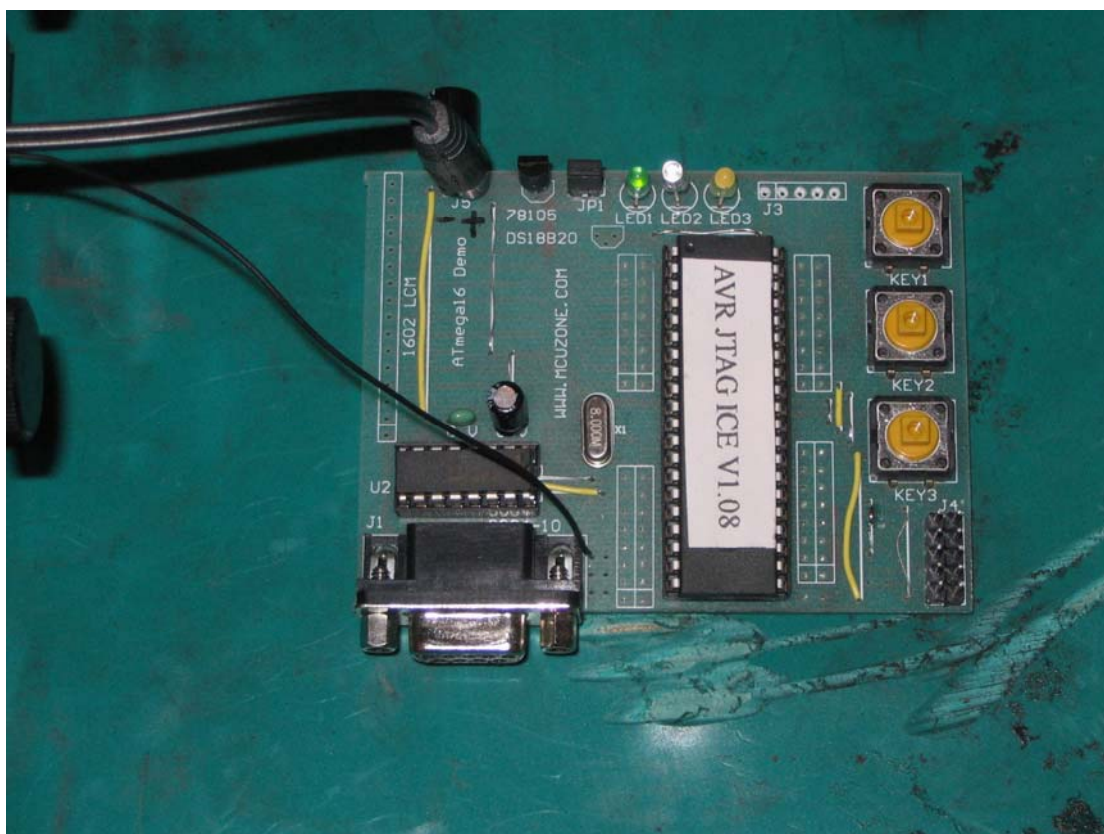
附图二、测试布置图



附图三、被测样品



附图四、被测样品



附图五、被测样品



Powered by xiaoguo's publishing studio
QQ:8204136