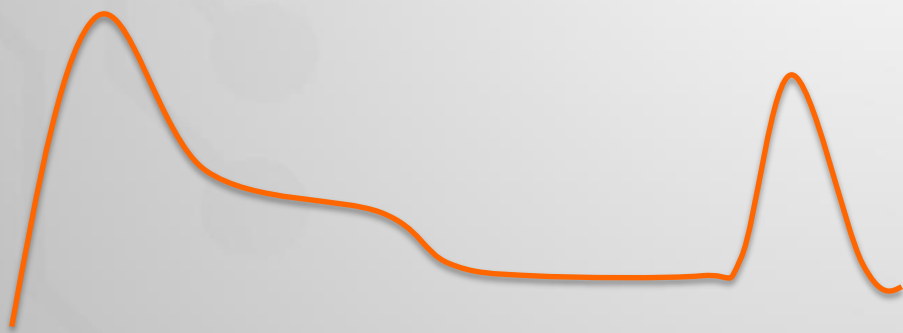




创新 改变世界 **服务** 开创未来





CS116波形校验和监测

2020年4月

张戈

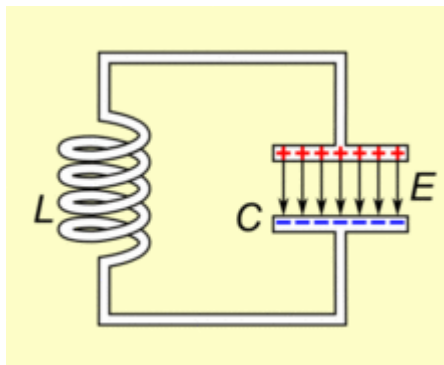
- CS116项目在GJB151系列标准**13版**和97版之间的变化
- 测试设备的性能指标要求
- 波形**校验**和注意事项
- 测试过程及**电流监测**
- 小结

CS116 10kHz-100MHz电缆和电源线阻尼正弦瞬变传导敏感度

- 目的：确保设备和分系统受到由于**固有谐振激励**而在平台内产生的电流和电压波形的瞬态影响下，性能不发生下降。
- 适用范围：本项目适用于**所有平台设备和分系统**的互连电缆、电源电缆和每根高电位电源线，但无需单独对电源回线进行试验。

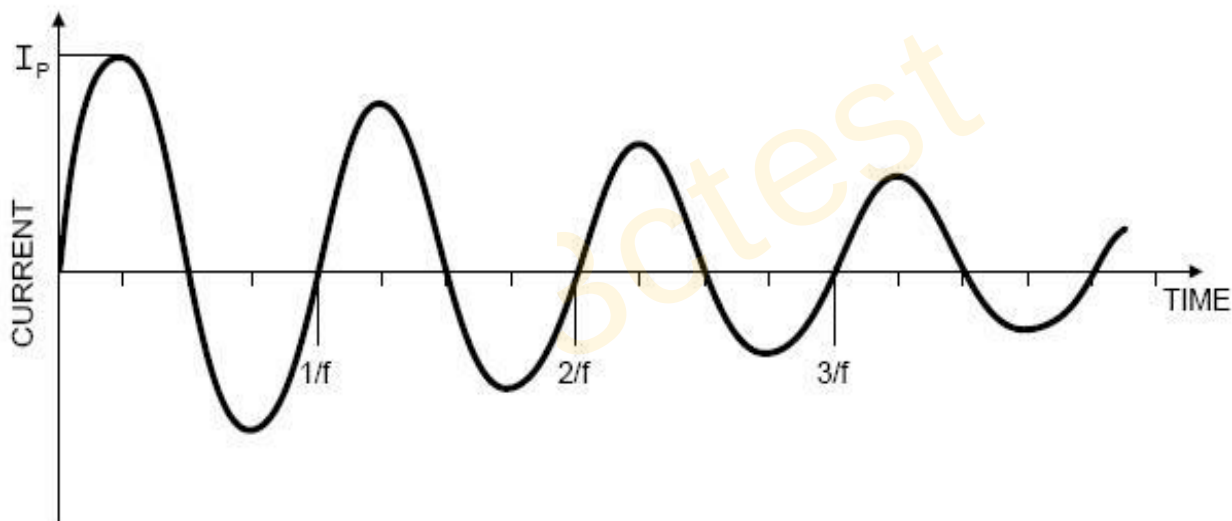
GJB151B-2013标准对于陆军设备从**“有条件适用”**修改成**“适用”**

LC振荡电路



$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

阻尼正弦信号波形



阻尼因子 Q , 15 ± 5

$$Q = \frac{\pi(N-1)}{\ln(I_p / I_N)}$$

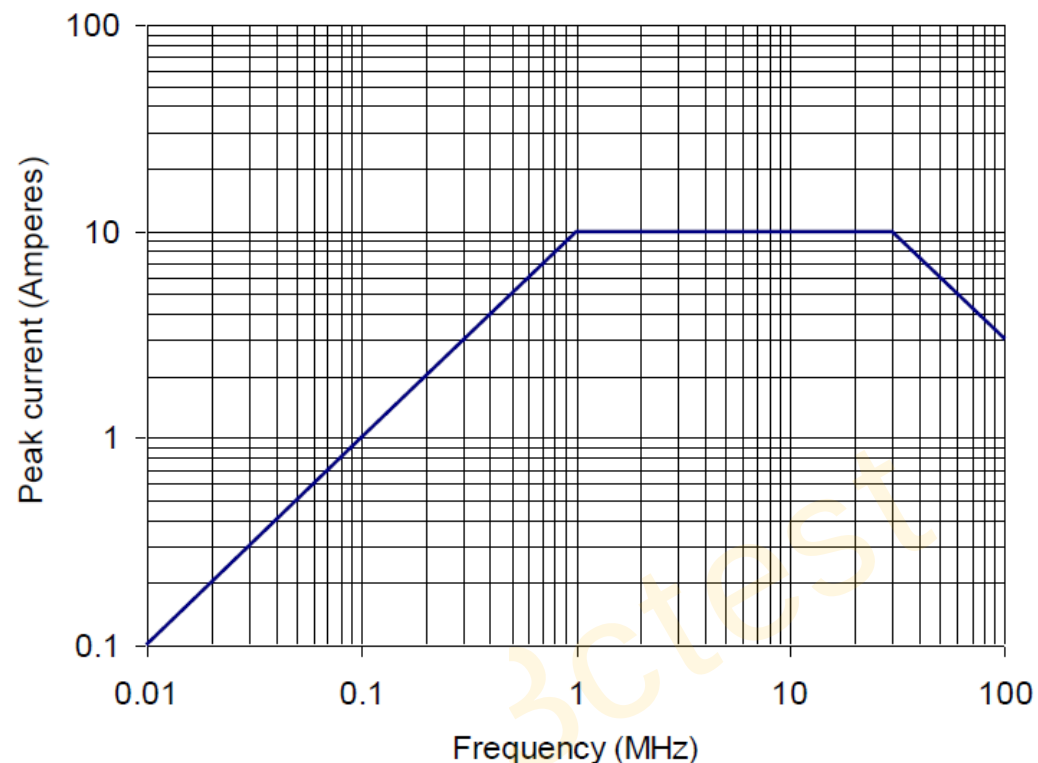
N ——周期数, (2、3、4, ...)

I_p ——第一周期的峰值电流

I_N ——最接近50%时的峰值电流

第4个周期或第5个周期衰减到50%

峰值电流限值



最大峰值电流为10A

在10kHz、100kHz、1MHz、10MHz、30MHz和100MHz六个频点上进行测试

系统平台的谐振频率点

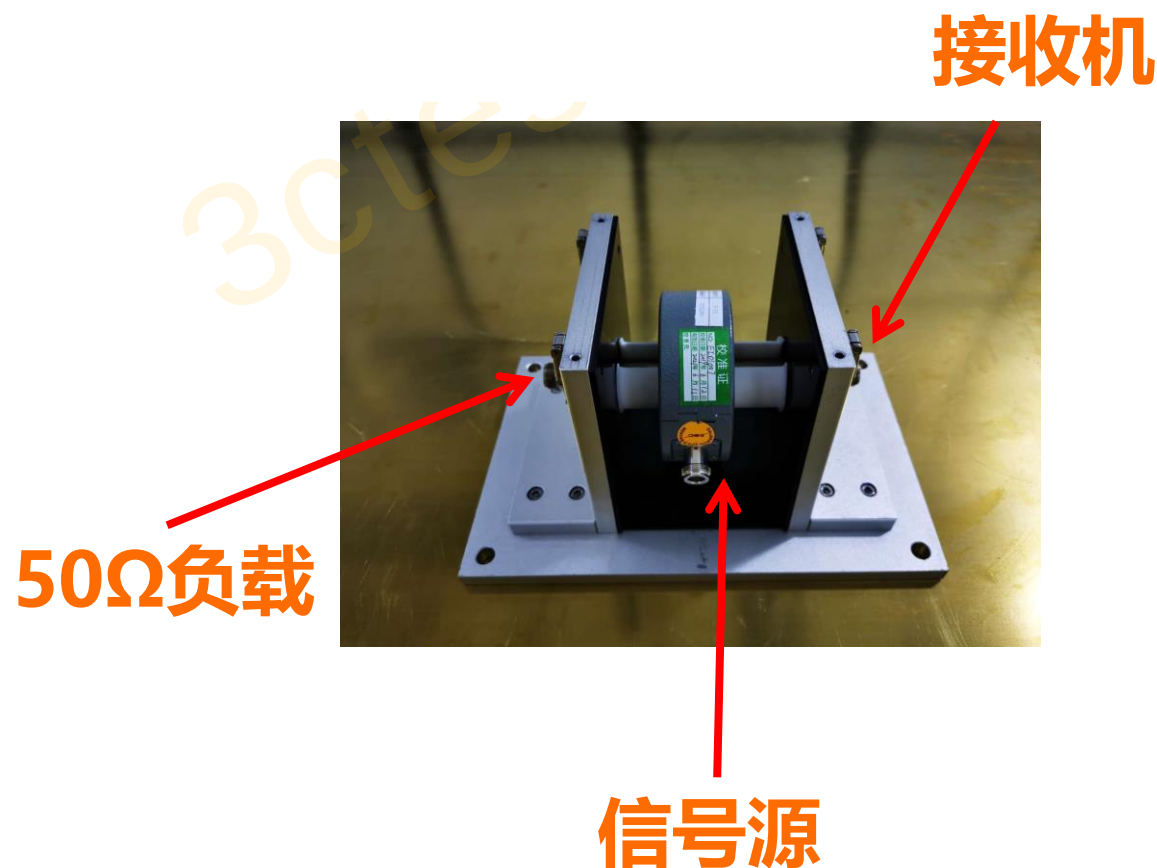
还记得旧版标准中的“环路阻抗”吗？

测量设备

- 阻尼正弦瞬态信号发生器，输出阻抗 $\leq 100\Omega$ ；
- 示波器， 50Ω ；
- 注入探头（**频率范围、插入损耗**）；
- 校验装置（ 50Ω 同轴传输线）；
- 电流监测探头（**频率范围、传输阻抗**）；
- 衰减器， 50Ω ，**承受的最大电压是500V，峰值功率可达5kW**；
- 同轴负载， 50Ω ；
- 连接电缆。

电流探头插入损耗与传输阻抗之间的关系

- 插入损耗：是当探头安装在校准装置中时，施加到探头上功率和连接在装置中的50Ω负载之一上的损耗功率之比。
- 插入损耗(dB)=34-传输阻抗(dB)



测量设备

- 阻尼正弦瞬态信号发生器，输出阻抗 $\leq 100\Omega$ ；
- 示波器， 50Ω ；
- 注入探头（**频率范围、插入损耗**）；
- 校验装置（ 50Ω 同轴传输线）；
- 电流监测探头（**频率范围、转移阻抗**）；
- 衰减器， 50Ω ，**承受的最大电压是500V，峰值功率可达5kW**；
- 同轴负载， 50Ω ；
- 连接电缆。

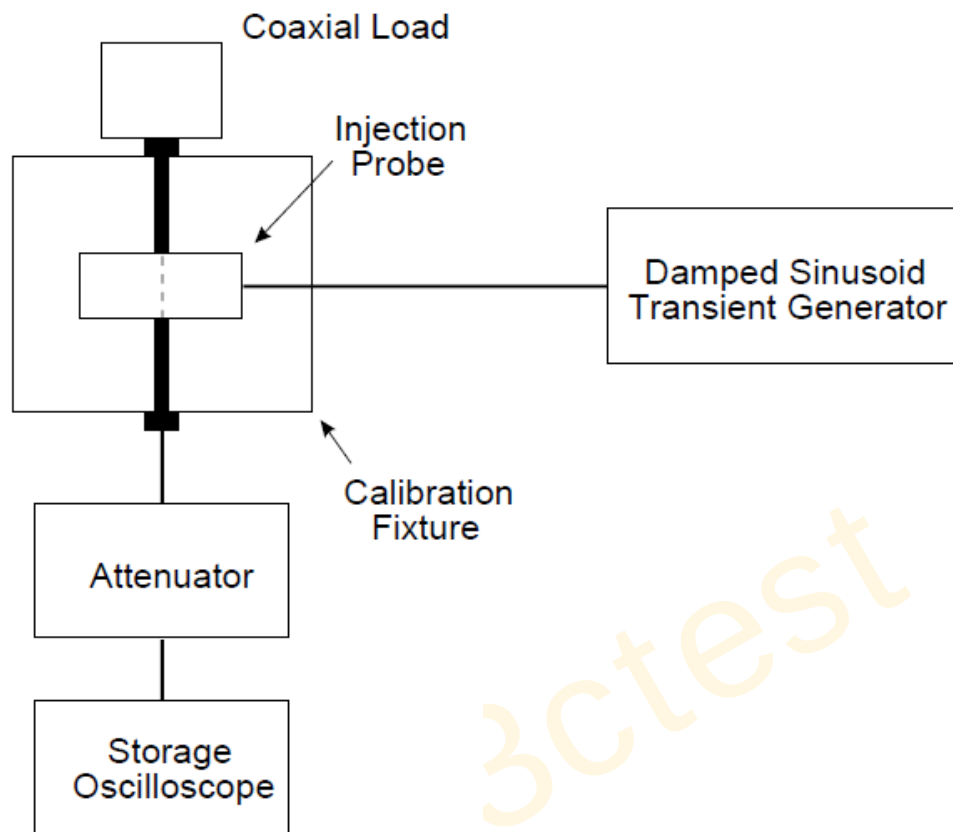
信号源的设置

- 峰值电流;
- 测试频点;
- 重复率
0.5-1个脉冲/秒;
- 注入时间5min

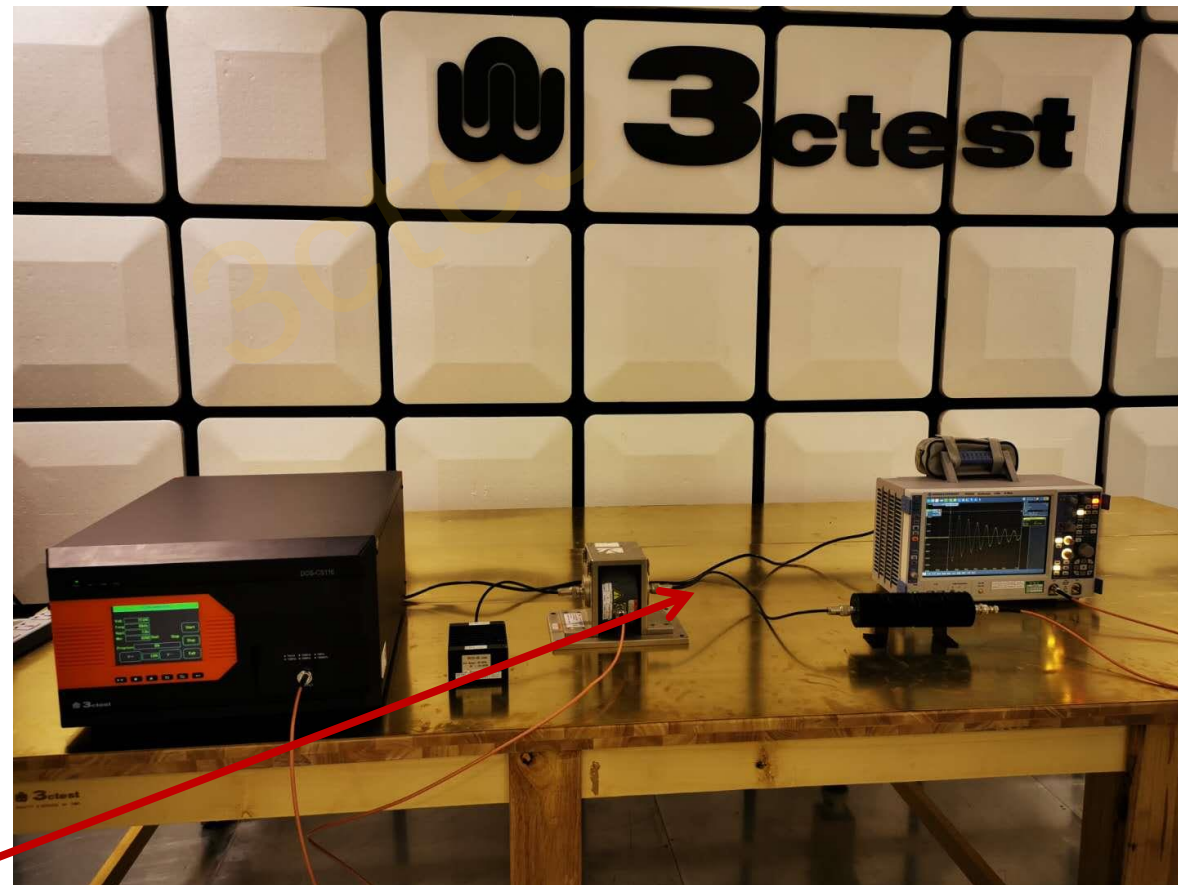


设备操作界面

校验配置

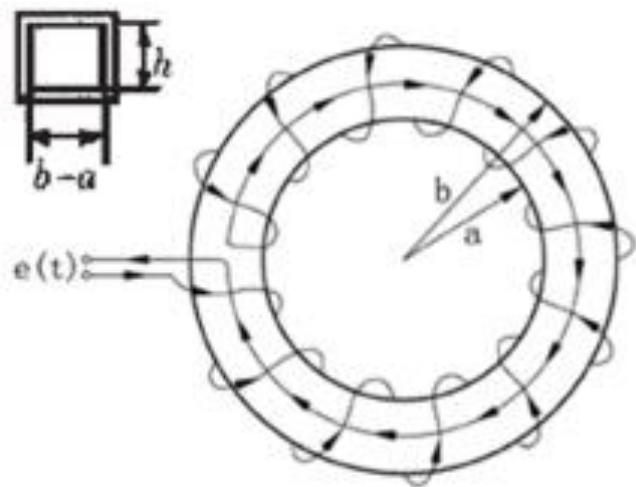


注意方向



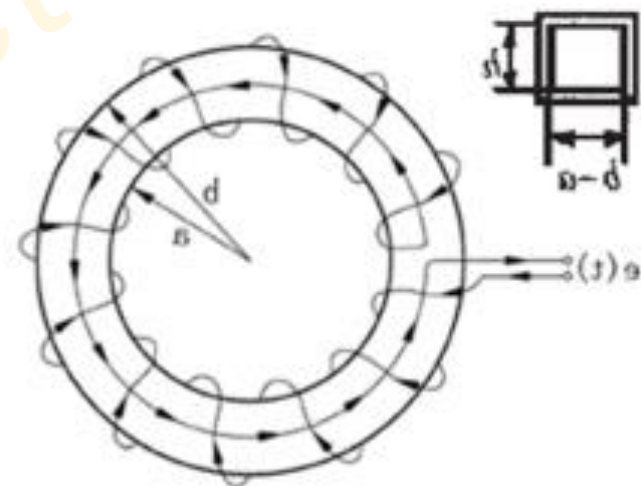
法拉第电磁感应定律

安培环路定律



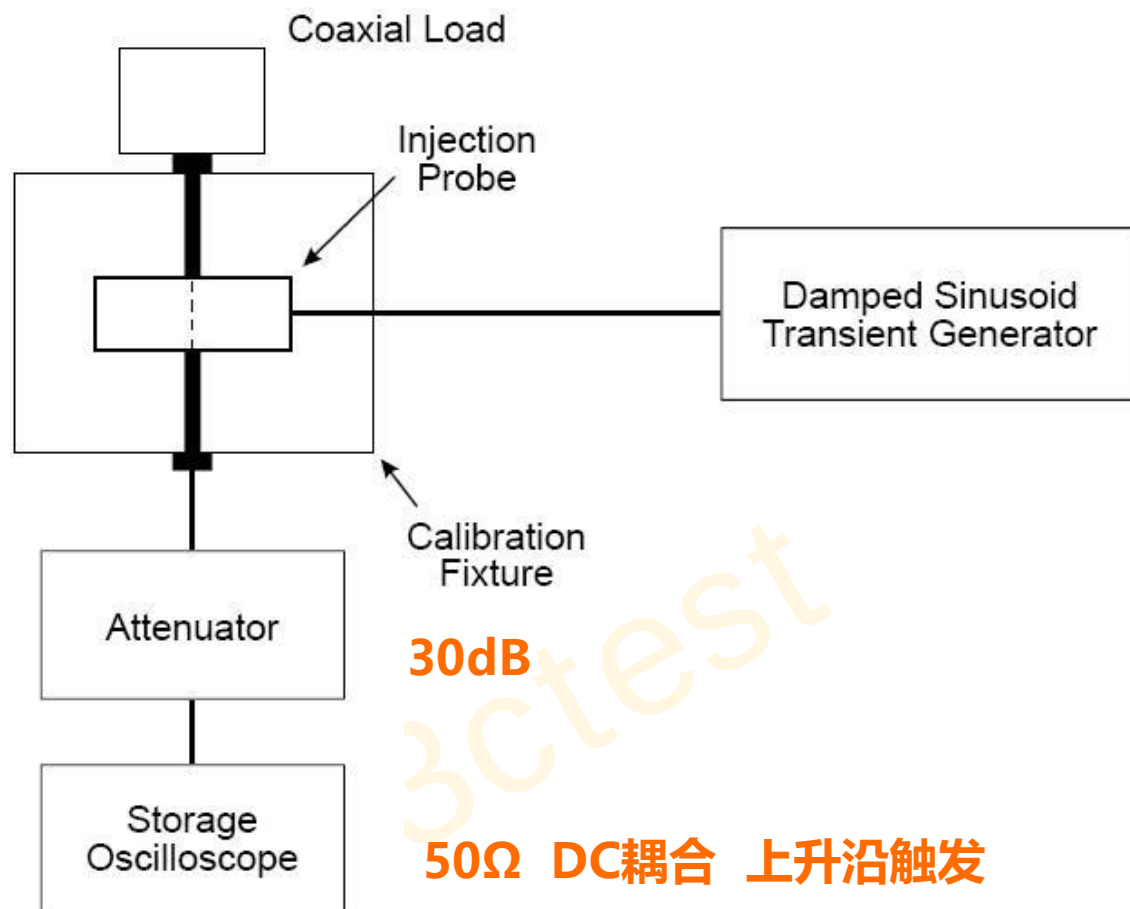
罗氏线圈基本原理图

右手螺旋法则



图型线圈基本原理图

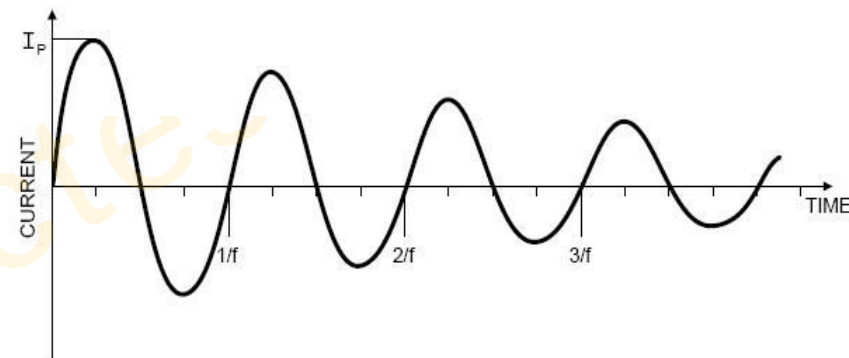
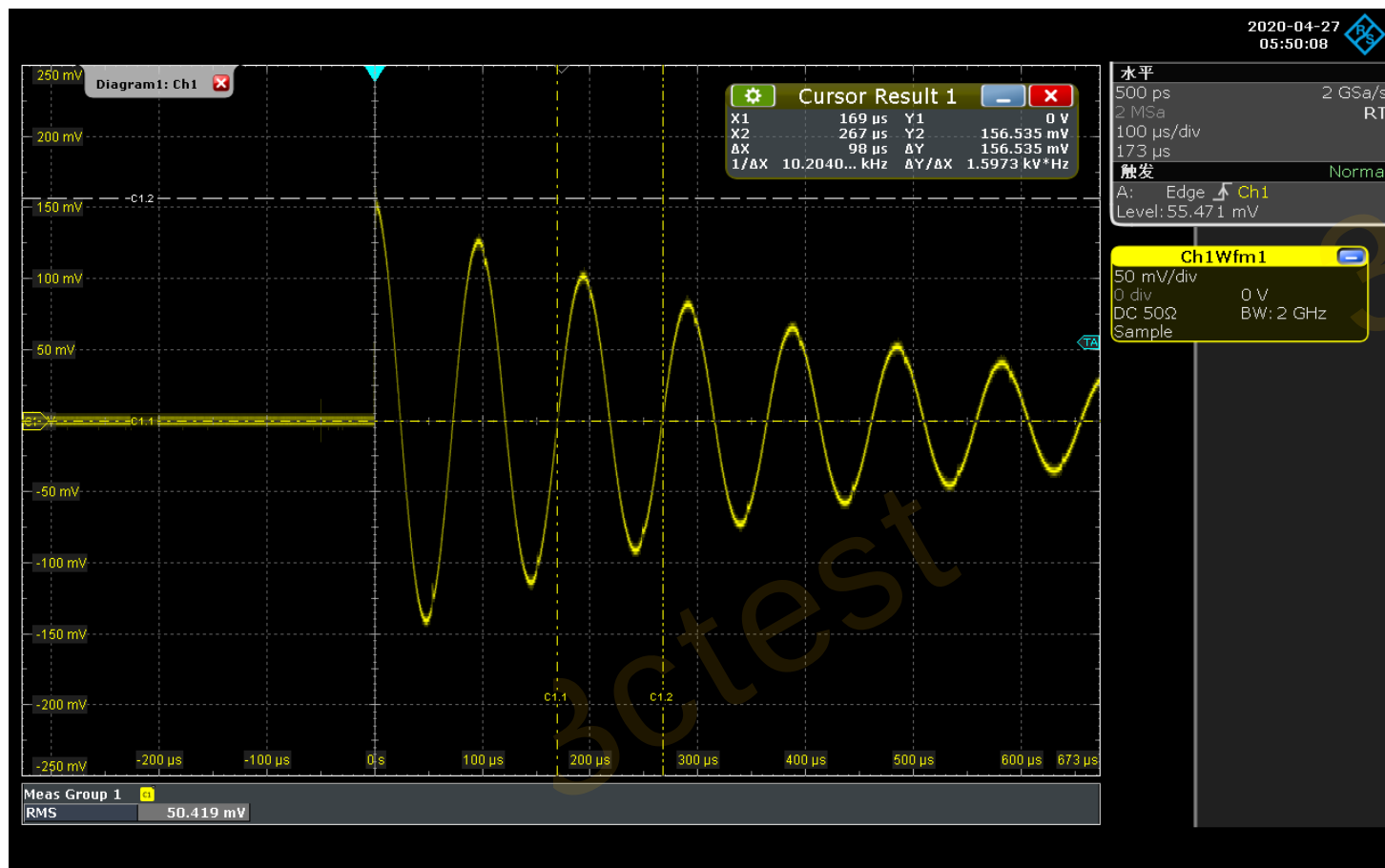
监测波形



以10kHz 0.1A电流为例:

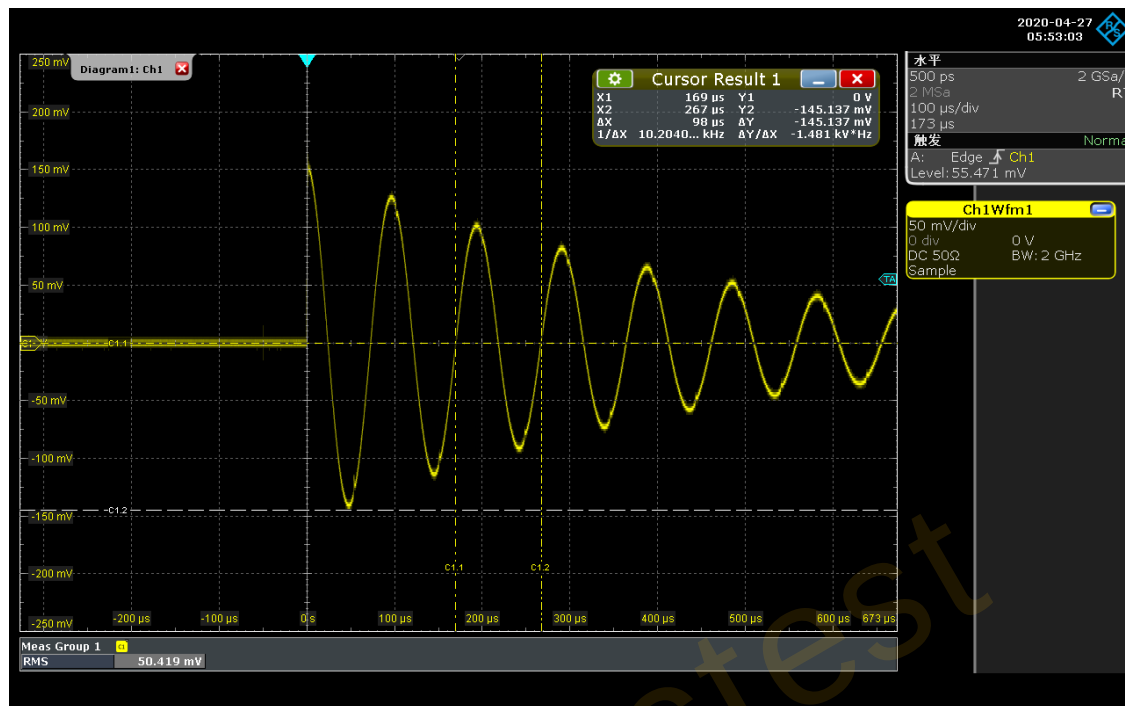
- 100dBμA
- 70dBμA
- 3.16mA
- 158mV

校验过程示波器捕捉的波形



- 余弦阻尼振荡波形
- 拥有更快的上升沿
- 大部分情况下，考核更严酷

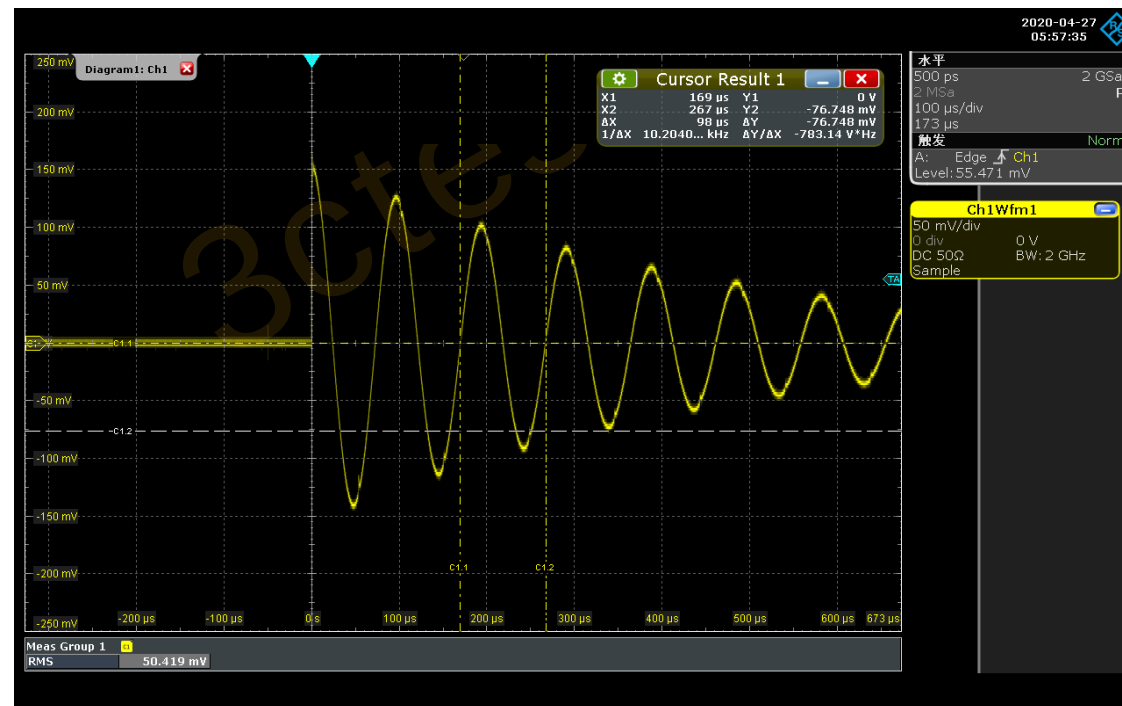
余弦阻尼正弦波形的Q值计算



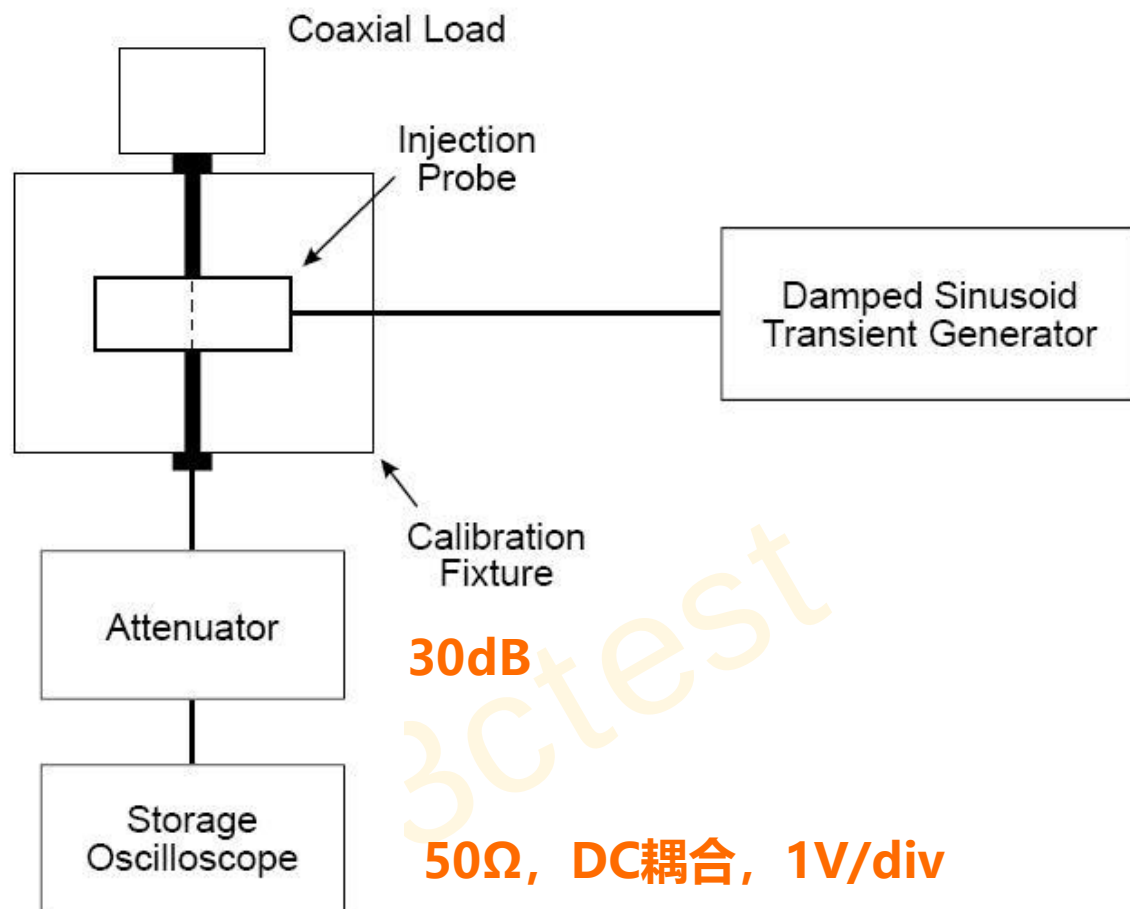
I_p ——145mV
 I_N ——76mV
 N ——第4周期

$$Q = \frac{\pi(N-1)}{\ln(I_p / I_N)}$$

$Q=14.6$



监测波形

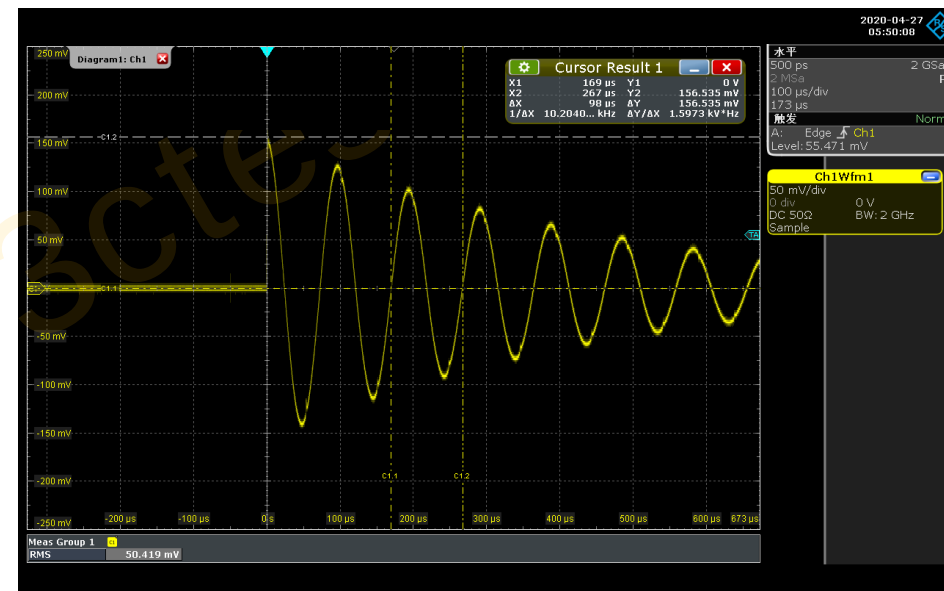
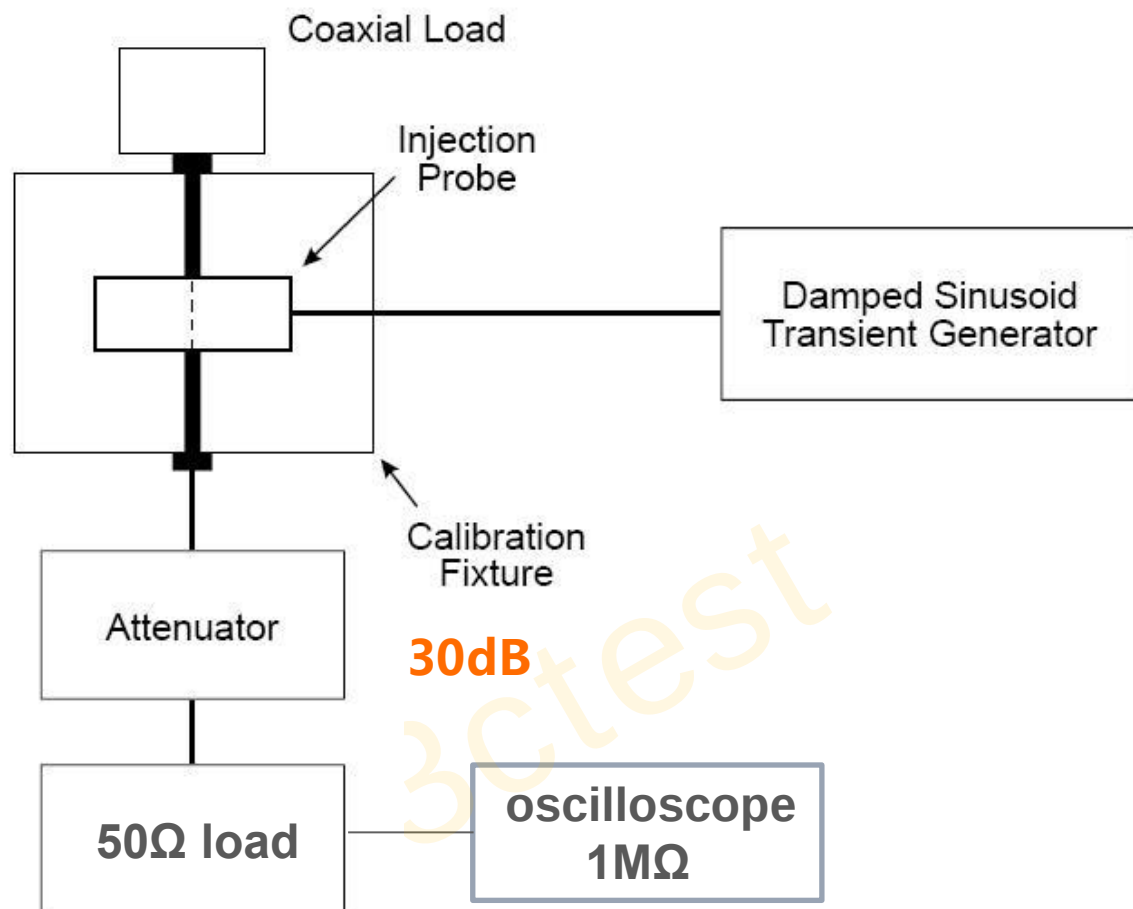


那么1MHz 10A电流呢?

- 140dBμA
- 110dBμA
- 316mA
- 15.8V

增加衰减量
是否还有其他办法?

监测波形

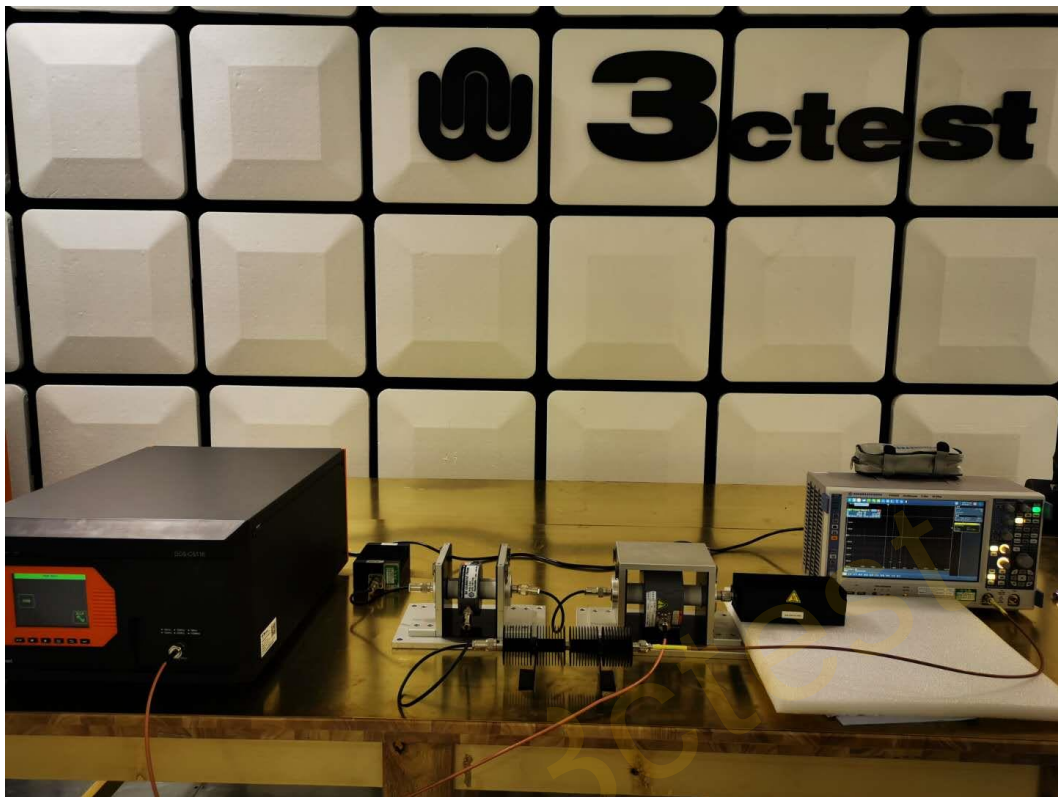


注意示波器带宽
和信号频率之间的关系

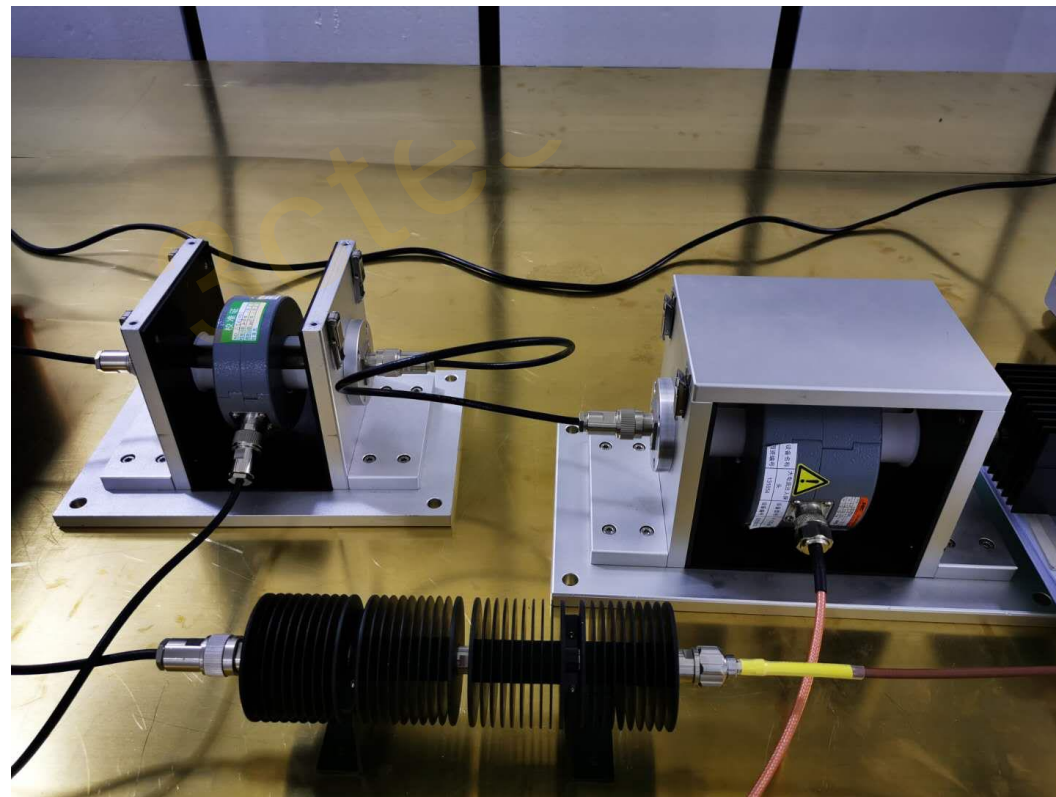
在试验中使用电流监测探头时需要注意：

- 1、电流探头的输出端应接**功率衰减器**，具体数值取决于电流监测探头的传输阻抗 ($\text{dB}\Omega$) ；
- 2、电流探头的频率范围应覆盖10kHz-100MHz，记录下每个频点的**传输阻抗**数值；
- 3、示波器的读数（电压值） / 【(传输阻抗+衰减器)数值转换成(Ω)】
=电流值

校验波形时建议使用电流监测探头查看波形

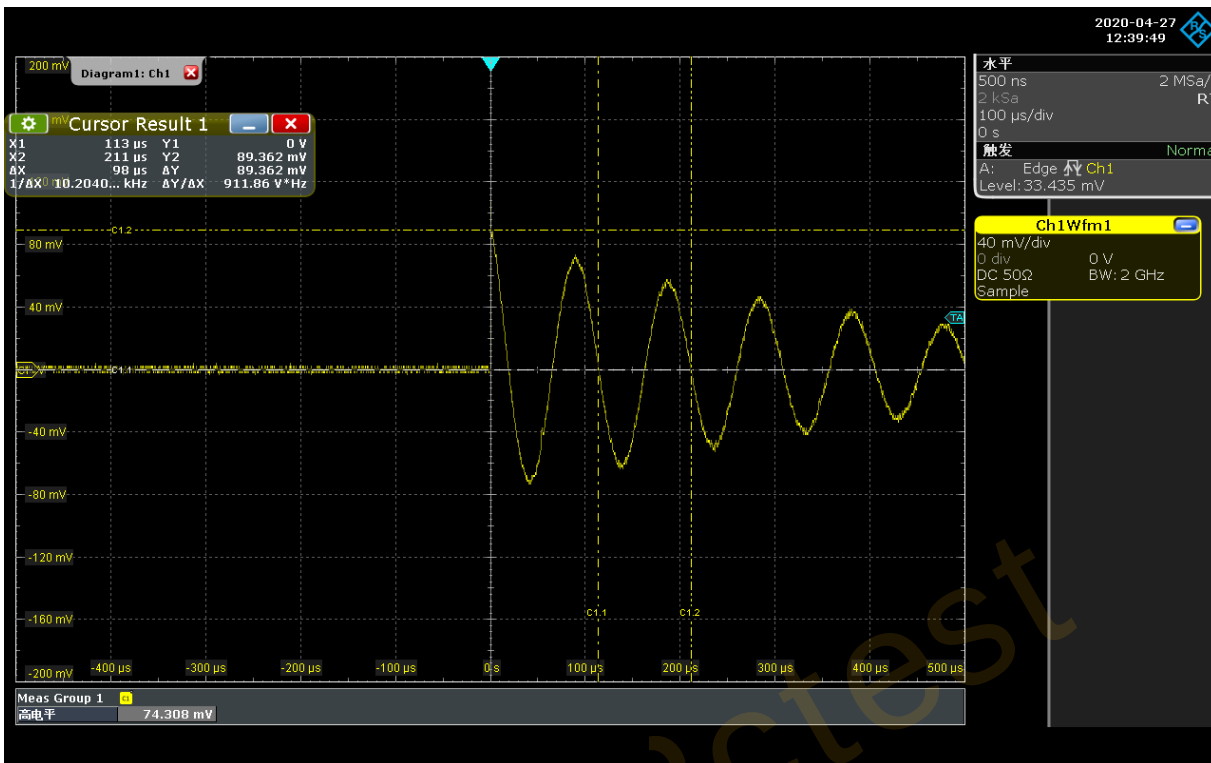


整体配置图

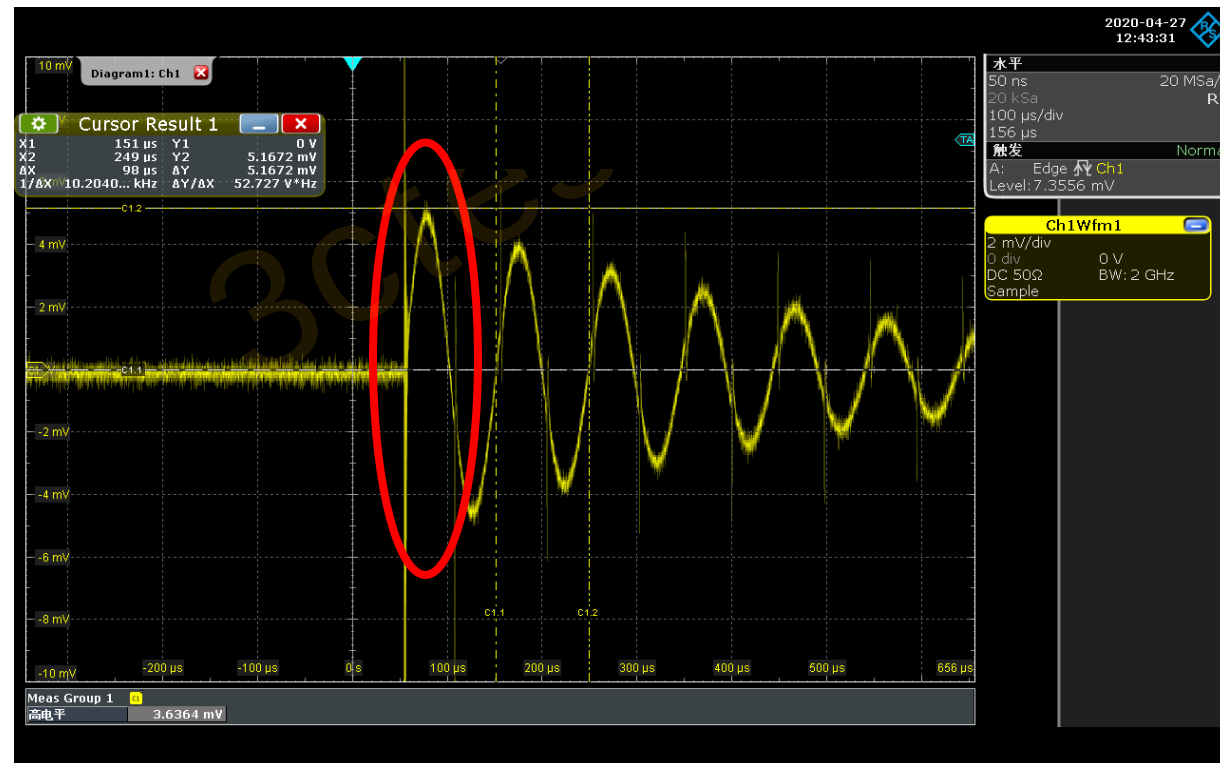


局部放大图

两款不同型号电流监测探头的测量结果比较

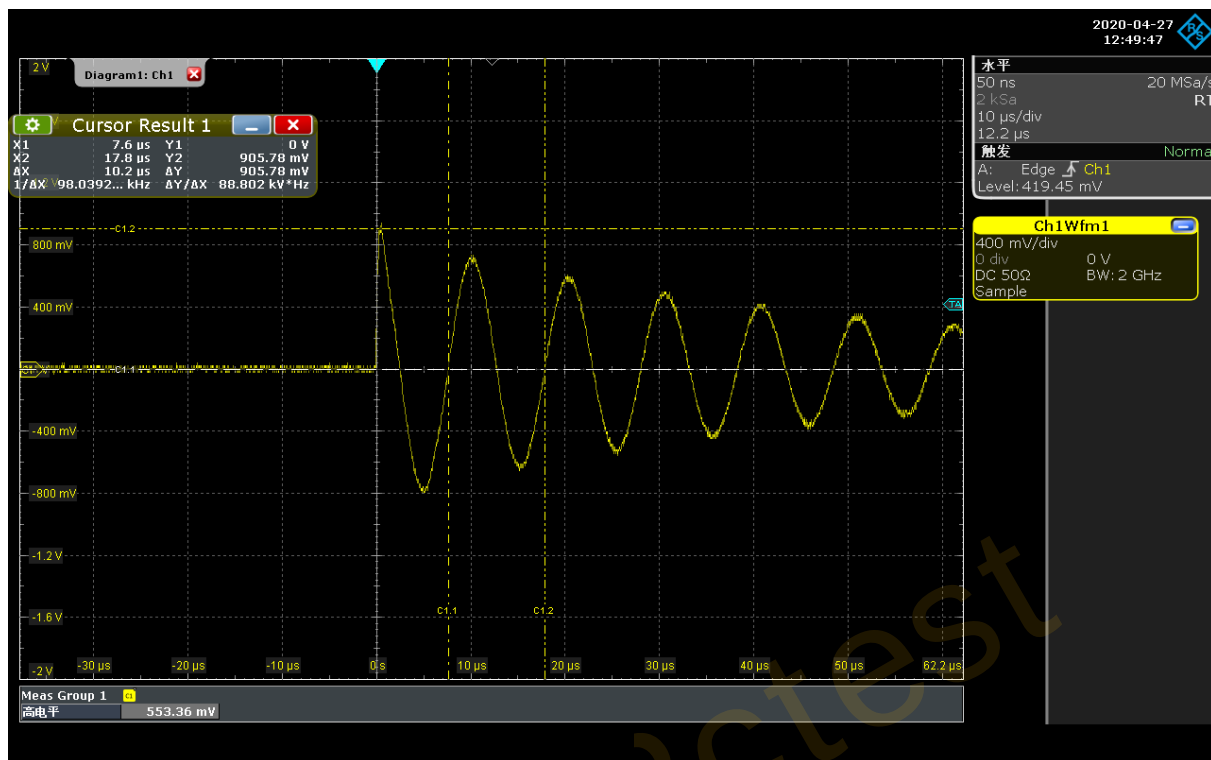


$f=1\text{kHz}$ $V=89.36\text{mV}$ $Z=-1.2\text{dB}\Omega$
 $I=0.1\text{A}$

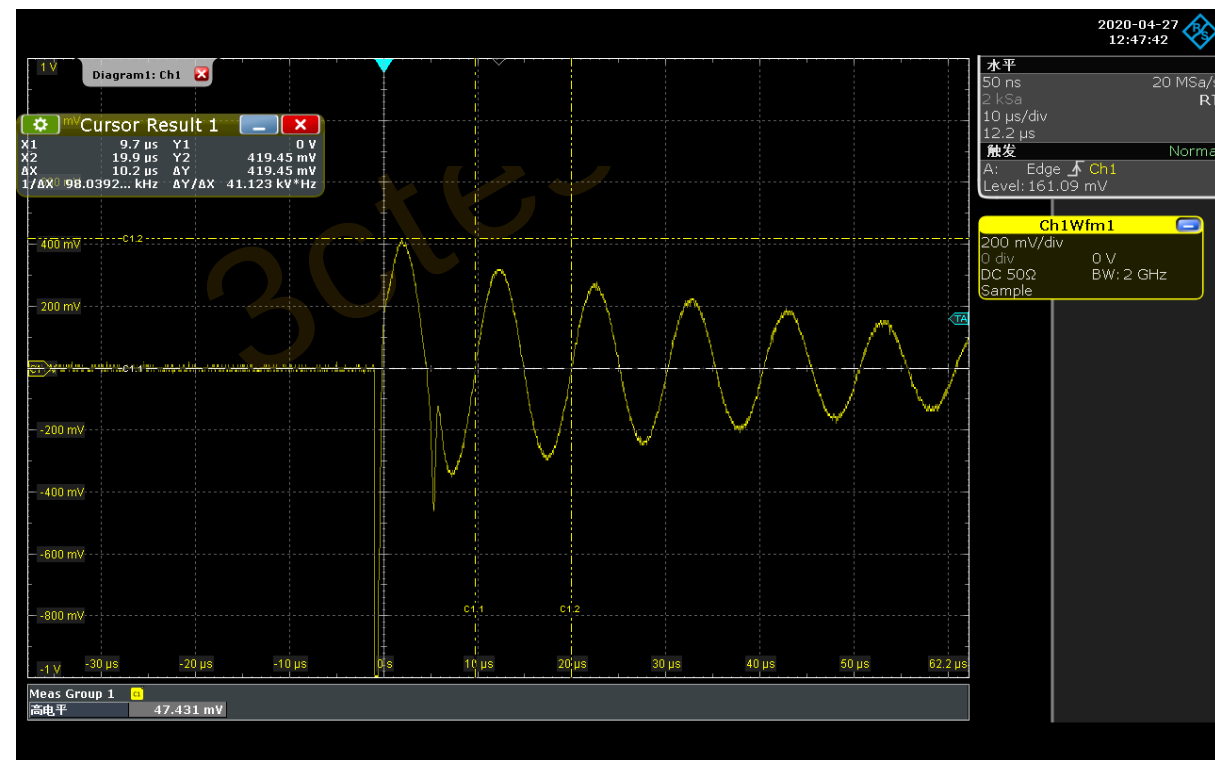


$f=1\text{kHz}$ $V=5.17\text{mV}$ $Z=-25.2\text{dB}\Omega$
 $I=0.09\text{A}$

两款不同型号电流监测探头的测量结果比较



$f=10\text{kHz}$ $V=905.78\text{mV}$ $Z=0\text{dB}\Omega$
 $I=0.9\text{A}$



$f=10\text{kHz}$ $V=419.45\text{mV}$ $Z=-5.8\text{dB}\Omega$
 $I=0.82\text{A}$

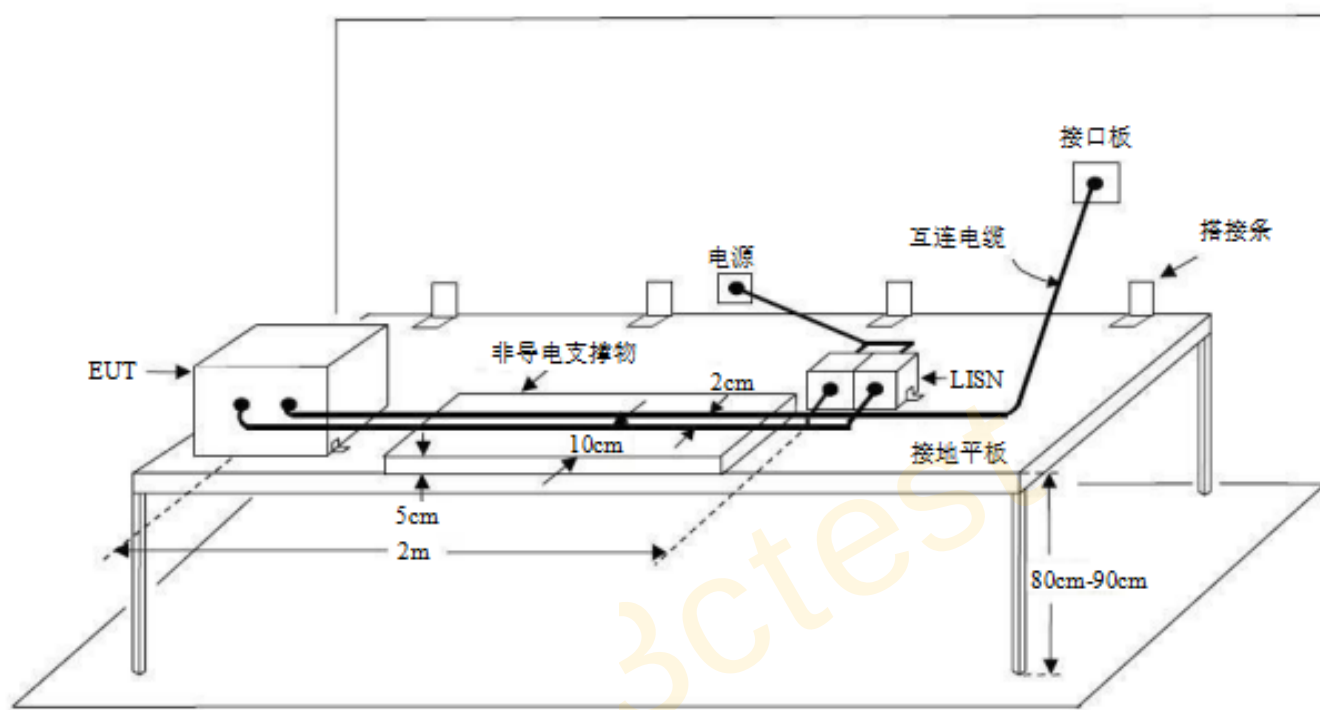
测试过程中受试线缆的选择

连接器端接的电缆类型	电流探头每次卡住的电缆
互连线电缆	完整的互连线电缆
电源线电缆	完整的电源电缆（含高电位线、回线和地线）
	单根高电位线（不含其他高电位线、回线和地线）
同时包括互连线和电源线的电缆	完整的电缆
	所有的电源线（含高电位线、回线和地线）
	单根高电位线（不含其他高电位线、回线和地线）

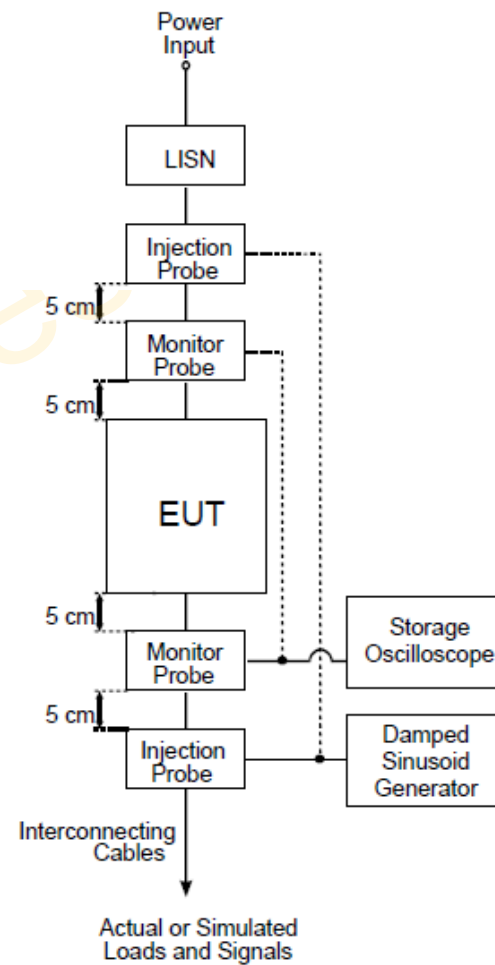
测试步骤:

- 在标准规定的6个频点上分别施加校验信号到受试电缆上，信号电平**从小到大**，缓慢调整；
- 同时监测电缆束上感应到的峰值电流；
- 实际施加值是测试时感应电流达到标准值或信号源输出电平达到校验值，**两者取小**；
- 以每秒0.5-1个脉冲，持续施加5min；
- 监测性能是否降低，如降低确定敏感度门限电平；
- 重复所有频点和所有的线束。

试验布置示意图



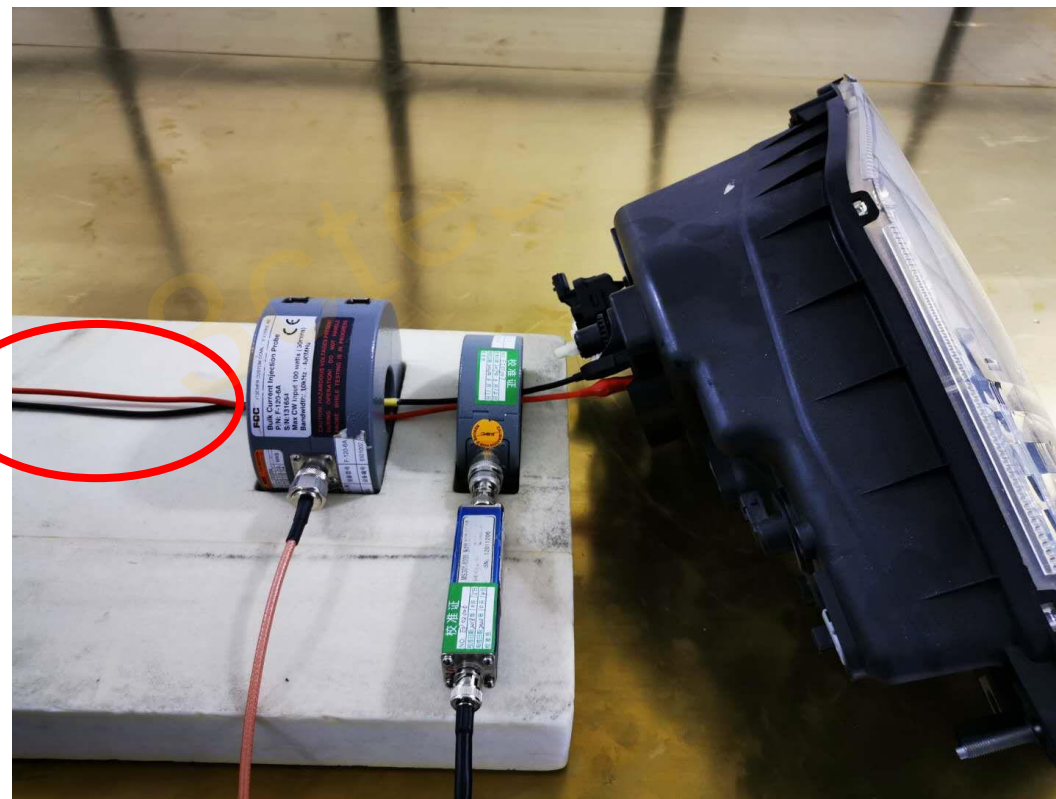
一般测试配置



CS116测试配置



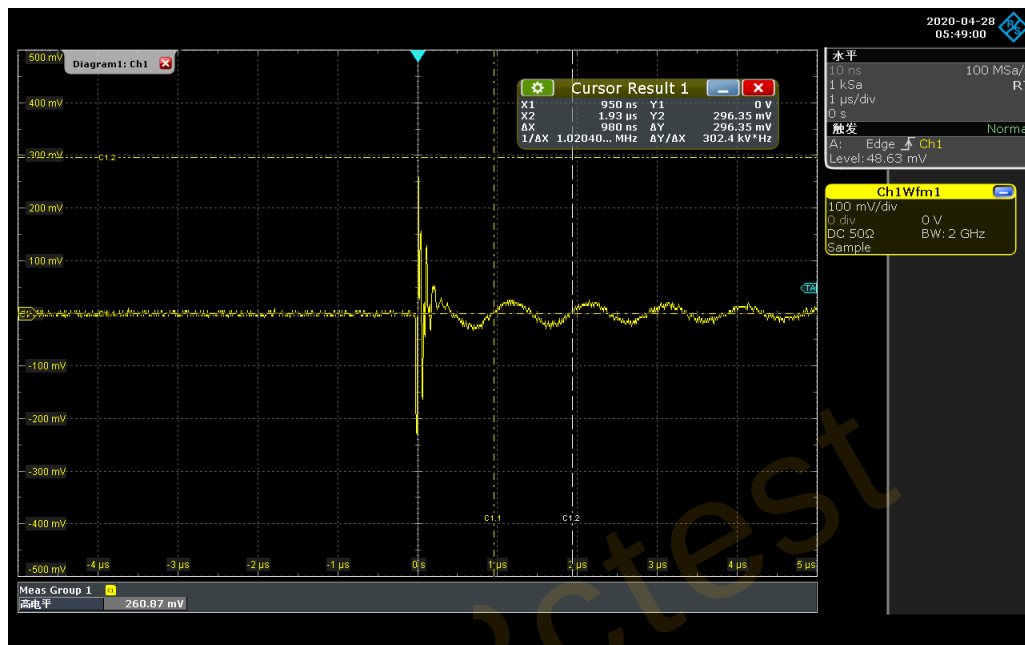
整体布置



注入探头和监测探头的位置

试验中监测的波形

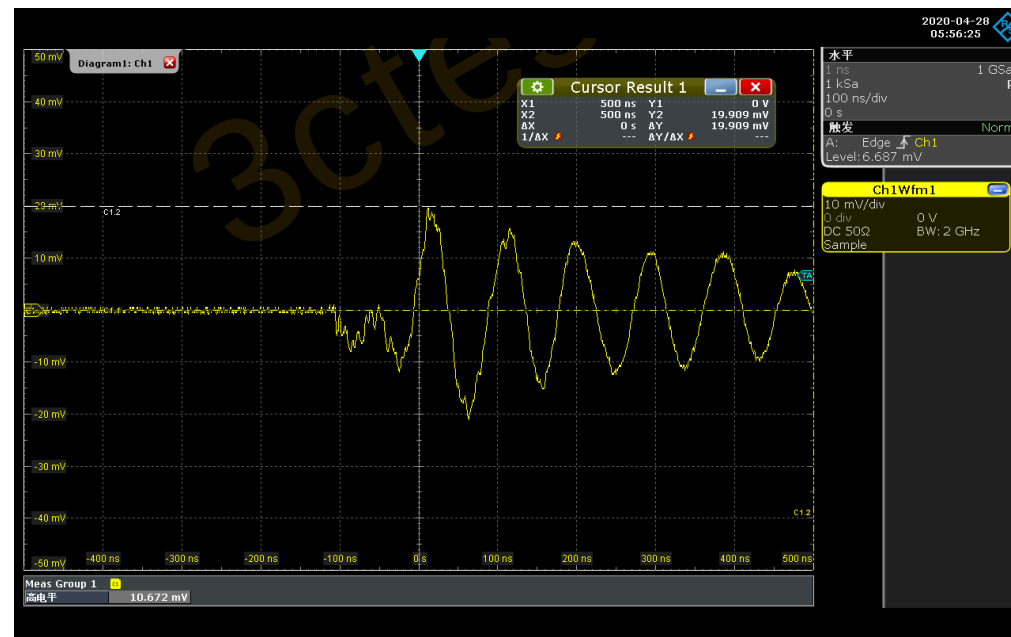
非屏蔽电源线，完整线束



1MHz 10A

试验中监测的波形

屏蔽电源线，完整线束



10kHz 0.1A

实际监测峰值电流约为**0.02A**



特点:

- 10kHz到100MHz 六种基本频率;
- **6合1**输出端口, 操作简便;
- PC软件测试排程

DOS-CS116 高频**阻尼正弦**波发生器



➤ **CTS-CS114**
射频传导抗扰度测试系统



➤ **DOS-CS115**
快速方波脉冲发生器



➤ **TPS-CS106**
电源线尖峰脉冲发生器

小结:

- 波形校验时，建议利用（电流监测探头、衰减器、线缆、示波器）**同步**监测波形，查看电流**监测探头**的**频率响应和波形失真情况**；
- 建议使用能承受一定**脉冲功率**的衰减器，并根据电流限值和监测探头的传输阻抗合理选择衰减值；
- 测试时，实际施加值是测试时感应电流达到标准值或信号源输出电平达到校验值，**两者取小**；
- 对于标准限值的**剪裁**，例如空间系统，可在输出端加衰减器；
- 标准中只给出基本测试方法，具体如何运行还要结合实验室的情况灵活运用，**具体问题具体分析**。

谢谢！
敬请关注下一期直播！