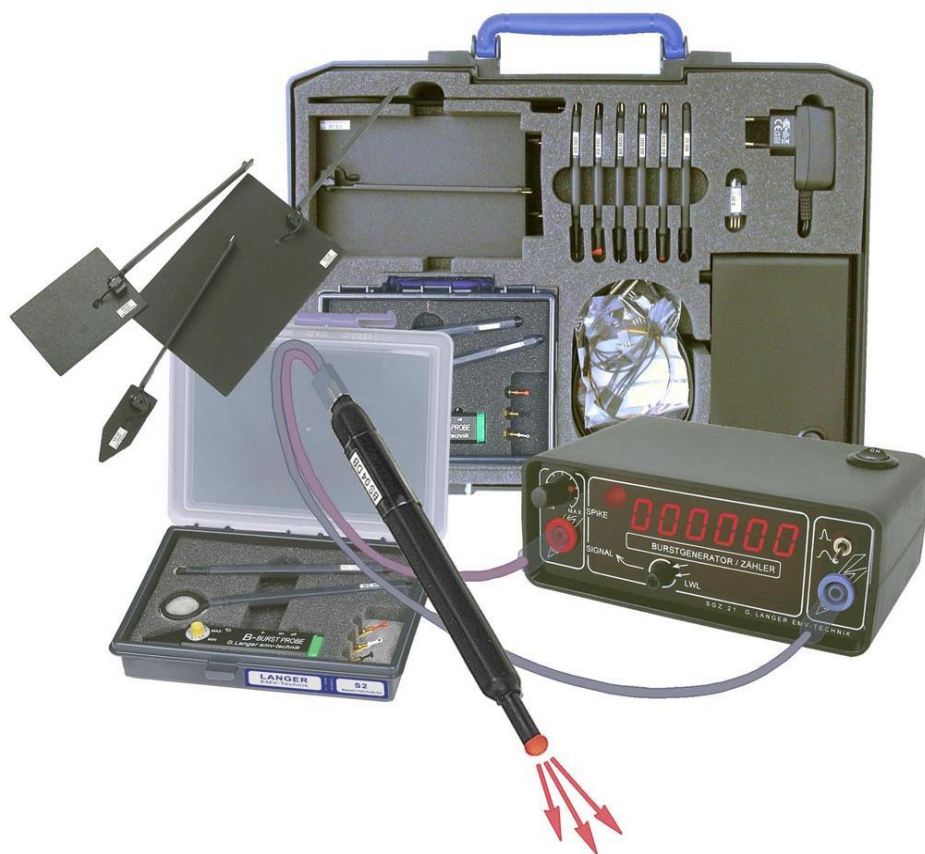




LANGER
EMV-Technik

用户手册

E1 抗干扰测试系统 ——研发阶段用的测试系统



怎样使被测设备在测试阶段通过测试和修改时不受干扰的影响



目录

1	E1 电磁兼容（EMC）抗干扰度测试套件的说明.....	3
2	E1 元件的说明	4
2.1	SGZ 21 脉冲密度计数器/脉冲群发生器	5
2.1.1	SGZ 21 作为一个干扰发生器	6
2.1.2	SGZ 21 作为一个脉冲密度计数器	6
2.1.3	为 SGZ 21 作为一个干扰发生器做准备	6
2.1.4	为 SGZ 21 作为一个脉冲计数器和信号检测做准备	8
2.2	场源.....	8
2.2.1	来自磁场的场源.....	9
2.2.2	来自电场的场源.....	10
2.2.3	SGZ 21 用场源注入电流群的测试设置	13
2.3	传感器.....	14
2.3.1	传感器运行的主要模式.....	15
2.4	磁场探头.....	16
3	脉冲密度法.....	17
4	被测设备干扰抑制的先决条件.....	21
5	被测设备干扰抑制的测试策略.....	22
5.1	干扰电流路径的分析.....	23
5.1.1	磁耦合的基本原理 – 两极注入到被测设备	24
5.1.2	电耦合的基本原理 - 单极注入到被测设备	29
5.2	用场源定位薄弱点.....	31
5.2.1	磁场耦合的作用机制.....	32
5.2.2	电场耦合的作用机制.....	33
5.2.3	耦合磁场源的实际过程.....	34
5.2.4	耦合电场源的实际过程.....	39
5.3	被测设备逻辑信号的监测.....	45
5.3.1	使用脉冲密度法来评估抗干扰度等级	46
5.3.2	被测设备逻辑信号的监测.....	47
5.4	相关脉冲群磁场的测试.....	48
6	安全守则.....	50
7	保证	51
8	技术规格.....	52
9	供货范围.....	53
10	可选组件.....	54
10.1	一套 S2 磁场探头	54
10.2	数字或模拟光信号的传输.....	55



1 E1 电磁兼容（EMC）抗干扰度测试套件的说明

E1 电磁兼容（EMC）抗干扰度测试套件是一种先进的工具，电子产品开发人员在实验中用来检查模块脉冲的抗干扰度(脉冲群/静电释放)。系统允许开发人员在模块的密闭空间分析抗干扰度。干扰电流选择性注入到单个部分(干扰电流路径)和脉冲电的应用领域(E 场)或磁场(H 场)模块来选择模块表面的区域对于区域化的薄弱点是决定性的。当脉冲干扰应用于被测设备时，在没有相互作用的情况下通过光纤可同时监控信号。

E1 电磁兼容（EMC）抗干扰度测试套件专为开发过程而设计。它可以帮助开发人员在设备/模块抑制干扰或进一步强化它们，因为它允许开发人员阐明抗干扰度问题的直接原因和直接测试应对措施的影响。

E1 电磁兼容（EMC）抗干扰度测试套件不能用于标准合规测试。然而，在 IEC 61000-4-4 和 IEC 61000-4-4 标准的基础上，测试一个模块的抗干扰度，对于用 E1 检查被测设备是一个理想开端。按照标准通过标准脉冲群发生器产生的干扰通过地注入被测设备的供电线并流回发生器。通过设备模块在尖脉冲干扰流动的路径是未知的。这些干扰不确定的百分比在设备中遇到一个未知的牺牲品，并生成一个功能故障。这个薄弱点通常可以发现一个模块的几平方厘米，但在标准合规测试中只能是局部困难的。开发人员还不知道，干扰电流和它的磁场在导体环路或双电场电容敏感线是否会和在哪引起电压脉冲。

已发生故障模式的准确信息是一个失败合规测试决定性的结果。但故障模式没有精确表明被测设备的薄弱点所在。因此在开始阶段，按照标准的测试应执行来确定被测设备的抗干扰度，以确定故障模式。然后开发人员可以使用 E1 在他的工作场所来分析抗干扰度问题的原因，在故障模式所示的功能故障为干扰抑制提供一定的方向。

电磁兼容（EMC）抗干扰度测试套件允许开发人员验证立即进行干扰抑制过程的 EMC 修改的有效性，从而实现显著地减少开发时间和开发成本。



2 E1 元件的说明

E1 电磁兼容（EMC）抗干扰度测试套件包含一个 SGZ 21 脉冲密度计数器/脉冲群发生器，一个 S21 光学传感器，一个带有光纤输出 MS 02 磁场探头，磁场源、电场源和大量的配件。

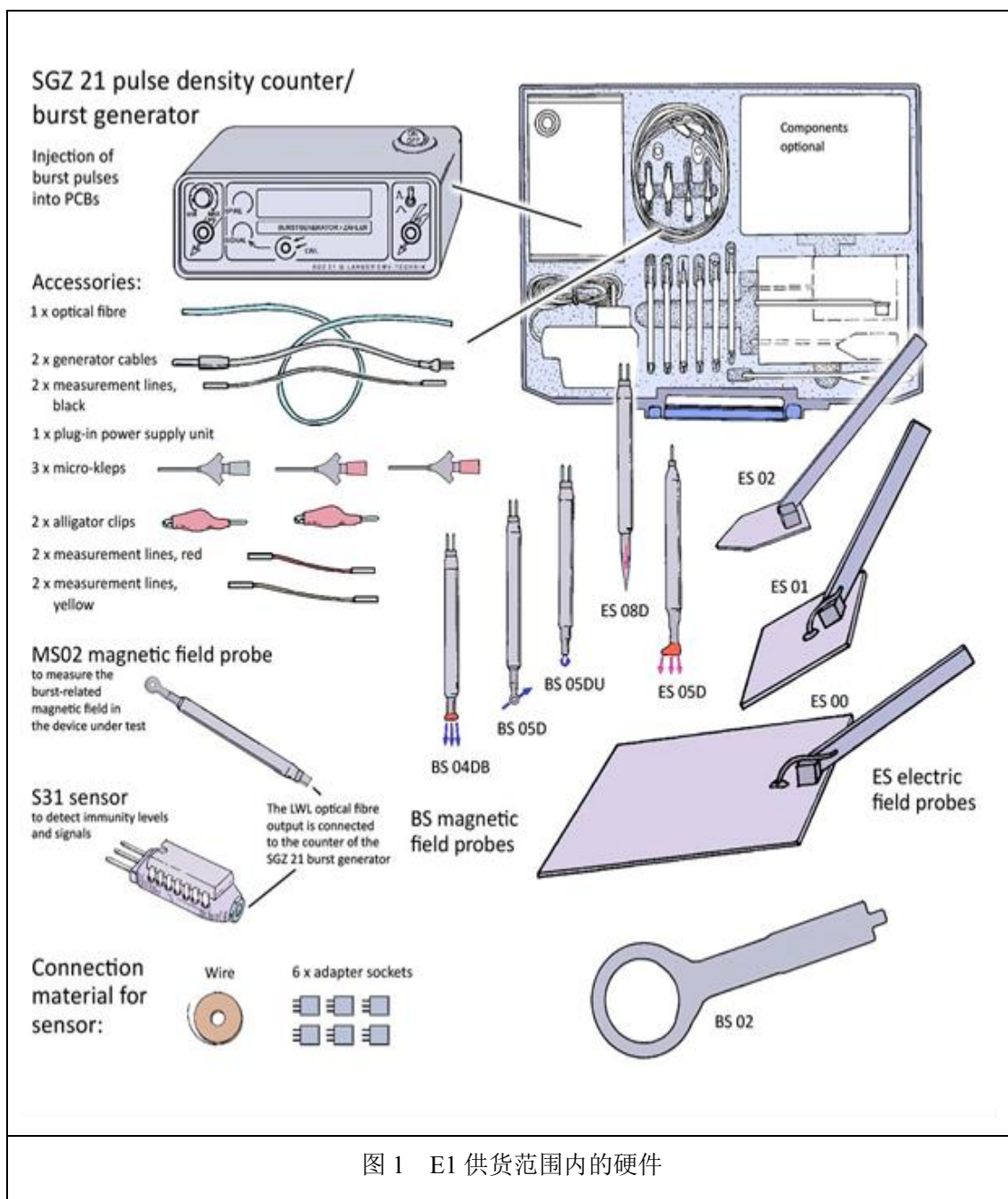


图 1 E1 供货范围内的硬件



2.1 SGZ 21 脉冲密度计数器/脉冲群发生器

SGZ 21(图 2) 一方面是一个产生自由电势脉冲的脉冲群发生器，另一方面 SGZ 21 也是一个脉冲计数器，来测量被测设备的干扰脉冲。



图 2: SGZ 21 脉冲密度计数器/脉冲群发生器

发生器开/关：来改变 SGZ 21 的开或关

强度：电势器逐步调整干扰脉冲的强度

脉冲形状：拨动开关改变之间的陡峭和平坦的脉冲

计数器显示：6 位计数器测量脉冲密度

信号 LED 显示屏：显示接收到的光信号

尖峰 LED 显示屏：显示接收到的脉冲阶梯的光信号脉冲；脉冲延伸到可见的 50ms 宽度

脉冲群输出：隔离地的电势对称输出

计数器的光纤输入：2.2 毫米的塑料光纤的输入插座

电源位于发生器的左边。一个 12 V 电源单元包括在供货范围内。



2.1.1 SGZ 21 作为一个干扰发生器

SGZ 21 生成自由电势，脉冲形状的干扰，其边缘有约 2 ns 的上升时间和约 10 ns 的下降时间。相比之下，一个标准的发生器产生 5/50 ns 的脉冲形状。

SGZ 21 较小的脉冲宽度可以防止测试设备被损坏。此外，对于工程师，工作在较低的干扰电压等级确保其更安全。

SGZ 21 允许局部注入结构部分，电缆，屏蔽，地的连接和主要直接连接的模块。SGZ 21 通过微分输出生成的干扰电流。因此，生成的脉冲电流与发生器的外壳表面电势无关。

通过被测设备产生的干扰电流的路径可以通过接触相应的被测设备来定义。因此，在没有显著影响环境的情况下，干扰电流可以被注入到模块的定义部分。

干扰脉冲的峰值在 0 和 1500 伏之间。它们不断改变，但随机均匀分布。

—SGZ 21 有一个隔离地的电势对称输出。干扰脉冲以交替极性与电容耦合。

—SGZ 21 脉冲波形的拨动开关可以用陡峭和平坦脉冲之间的变化来调整干扰的效果。

2.1.2 SGZ 21 作为一个脉冲密度计数器

带有光学输入(2.2 毫米的塑料光纤) 的计数器集成在 SGZ 21(图 2)。位于被测设备(第 0 节)或磁场探头的传感器通过光纤和光学输入将光脉冲传输到 SGZ 21 计数器。接收到的光脉冲最初由“信号”和“尖峰”LEDs 显示，然后由计数器计数。计数器的峰值时间是 1 s。使用脉冲密度方法(第 3 节)允许被测设备敏感性的快速评估。

SGZ 21 可以在其后方垂直站立操作，这样你可以很容易地从上面读取计数器——例如当站着工作的。

2.1.3 为 SGZ 21 作为一个干扰发生器做准备

发生器电缆和连接终端需要运行作为干扰发生器的 SGZ 21。发生器电缆通过 4 毫米插头(香蕉插头)连接到 SGZ 21 的输出插座。发生器电缆(图 3)以两极 0.64



毫米插头插脚为末端。两脚都连接到电缆的核心。每个发生器电缆只有一个插入式脚用于连接 250 毫米长伸长电缆(图 5)。



图 3：发生器电缆（底端）；两个扩展电缆（顶端）

被测设备的连接是通过鳄鱼夹或微型探针(旋转控制口的迷你钳式测试探针)(图 4)。包含在 E1 的场源可以根据需要直接连接到扩展电缆。



图 4：左边的鳄鱼夹和右边的微型探针



图 5：带发生器电缆的 SGZ 21，外加一个鳄鱼夹和一个微型探针



2.1.4 为 SGZ 21 作为一个脉冲计数器和信号检测做准备

光纤必须插入到输入的限位挡块，并用滚花的螺丝钉固定（图 6）。



2.2 场源

场源由来自 SGZ 21 的干扰电流提供，并根据所使用的场源类型产生脉冲磁场或电场。这些脉冲场的场强度与那些由瞬态电流产生的场相比较，瞬态电流位于处于标准合规测试模块的表面。场源可用于受制于小范围的被测设备或单独的导体段来定义干扰。

包含在 E1 的场源进行优化以使它们产生一个磁场或电场。另外，场源有不同的大小，允许开发人员在模块上应用脉冲场到不同尺寸的区域。此外，对于特殊的任务还有特殊的场源，如通过一个特殊形状的场耦合到导体的磁场源。

提供不同类型的探头是设计用于某些测量任务。这允许开发人员精确地找到毫米级的薄弱点或搜索关键的链接和连接件，如限定在干扰路径的元件，导体或集成电路引脚。不同集成电路引脚的灵敏度可以被评估。接下来定位后，敏感的区域可以一种特殊的方式被处理。

电场敏感薄弱点无法用磁场源来鉴别。特殊的电场探头不得不用来定位这些薄弱点。除了导体段部分，高阻抗元件如上拉电阻或石英发生器可能在这方面证明也很重要。



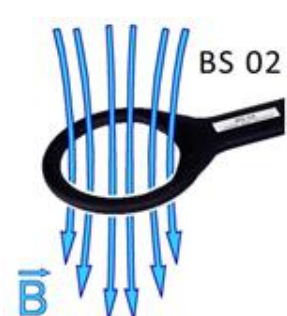
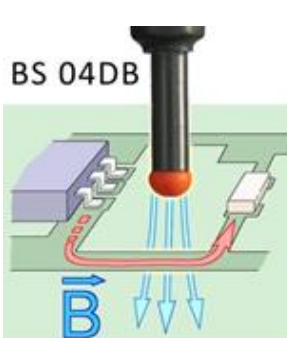
2.2.1 来自磁场的场源

E1 包含四个能够产生磁场的场源。由于探头各种各样的设计，可以执行两种类型的测量：

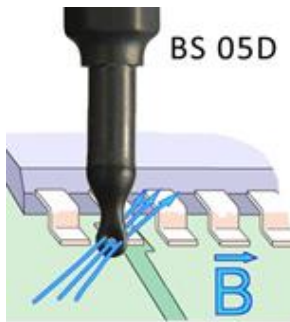
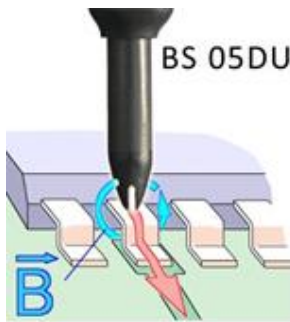
a)决定一个集成电路引脚/导体的敏感度不考虑一个相关布局干扰是否导电到集成电路。这个测量为开发人员提供了一个概述，即集成电路引脚和/或导体段通常在哪是敏感的。

b)在布局上定位薄弱点

处于标准合规测试的应用于外部的干扰场耦合到模块的运行在布局薄弱点的导体。干扰通过导体段传递给集成电路。模块上通过标准合规测试触发的干扰过程通常是由于电场和磁场的耦合。E1 包含已定制开发来模拟这些故障定位的耦合现象的场源。

场类型	用途	设计
	BS 02 是一个场源来定位布局的薄弱点。磁场源产生一个大于 5 厘米直径的磁场线束。这适用于在设备和模块上调查。探头的大小允许开发人员应用场到大面积的壳体表面和内部空间，用导体结构和集成电路引脚连接元件和模块来识别对磁场敏感的薄弱点。	
	BS 04DB 是一个场源来定位布局的薄弱点。它在直径范围内产生一个磁场线束（大约 3 毫米）。从探头表面出现的场光束可以用来在布局 and 包装的场 3 毫米的小空间扫描电路板的表面和解决磁敏感薄弱点。BS 04DB 允许定位关键导体段部分，元件和元件连接部分。	



	BS 05D 是一个场源来定位布局的薄弱点。磁场源产生一个类似于 BS 04 DB 大约 3 毫米磁场线束。但磁力线是在 90° 到探头轴的角度。因此探头是这种理想的在两个印刷电路板之间或部件之间的模块难以到达的地点定位的薄弱点。例如，在使用 BS 05D 探头之前，用 BS 02 或 BS 04DB 探头应该大致缩小薄弱点的范围。	
	BS 05DU 是一个场源，它可用来确定单个集成电路引脚/导体的敏感性。磁场源在毫米范围内产生圆形磁场。也可以用作迷你耦合夹来耦合干扰电流到选择个体的导体段，集成电路引脚，SMD 设备和细线(带状电缆)。 模块通常有几个不敏感和只有少数敏感信号连接(导体段,集成电路针)。场源是最理想的工具来快速识别敏感的和执行适当的布局修改。	

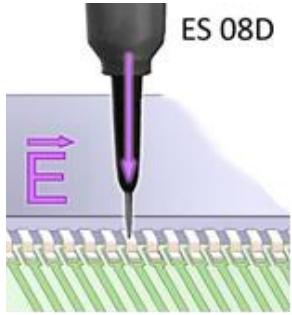
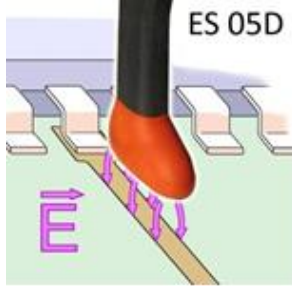
2.2.2 来自电场的场源

E1 包含五个能够产生电场的场源。由于探头各种各样的设计，能够进行两种类型的测量：

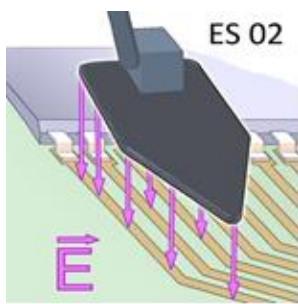
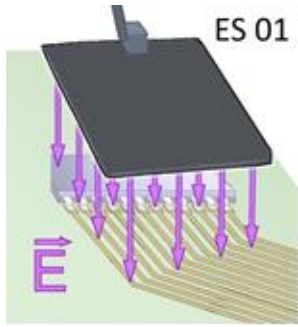
- 集成电路引脚/导体的敏感度测定
- 在布局薄弱点的定位

探头耦合电极的尺寸是场源的特点。



 ES 08D	ES 08D 是一个可用于确定一个单独集成电路引脚/导体灵敏度的探头尖端。 大约 1 pF 电容耦合的电流隔离点包含在探头尖端，这是理想化非常小的结构。引脚/导体段连接到探头尖端，在测试中它的灵敏度通过改变 SGZ 21（“强度”控制器）的强度来确定。场源经由两极相连。一个导体经由 1pF 的耦合电容连接到探头尖端。第二导体连接到反电极，从而防止无意中流过被测设备的干扰电流，因此影响其他区域。 连接：两极	
 ES 05D	ES 05D 是可用于测定集成电路引脚/导体或单个组件的灵敏度的场源。电场源在其探头有一个窄线状耦合电极。这样的设计使得它非常适合被放置在导体段和小的组件和它们的连接，电线和个别 SMD 元件，如电阻器和电容器。个人插头接触或带状电缆的芯也可以检查。探头被放置在组件/导体运行注入电场。 连接：两极	



	ES 02 是一个场源在布局来定位薄弱点。场源的大小允许开发人员耦合场到大面积的壳体的表面和内部空间，连接元件和部件与导电结构和集成电路（例如总线系统，液晶显示器）。电场源的尖端可以用来定位那些对电场敏感的小弱点（导体段，石英晶体振荡器，上拉电阻，集成电路）。 连接：两极	
	ES 01 是一个场源在布局来定位的薄弱点。本场源允许电耦合到大面积。探头是理想的大小为 5 到 10 厘米施加电场到广泛或线状薄弱点在 ES 02 和 ES 00 场源之间（请参考相应的说明）。对于某些目的，ES 02 可能太小，ES 00 源太大。ES01 也可以被用于耦合干扰电流到一个模块。干扰电流的强度可以通过在探头和模块之间的距离来控制。 连接：单极	
	ES 00 是一个场源在布局来定位的薄弱点。场源允许电耦合到大面积或线状结构（150 平方厘米）。电敏感的薄弱点经常从 10 到 15cm 的模块的（液晶显示器，总线系统）大面积上延伸。这些薄弱点不对小的场源作出响应。需	



	要大面积的场源，如 ES 00 来识别这种类型的薄弱点。源也可以被用于连接到壳体表面。ES 00 也可以被用于耦合干扰电流到一个模块。干扰电流的强度可以通过在探头和模块之间的距离来控制。 连接：单极	
--	--	--

设计关键			
例子：BS 04 DB			
场类型	型号	衰减	特殊场形状
BS 磁场场源	00	D 共模衰减	B 磁场线束
ES 电场场源	01		U 圆形场
	02		

2.2.3 SGZ 21 用场源注入瞬态电流的测试设置

场源通过发生器和扩展电缆直接连接到 SGZ 21 的“群输出”（图 2）。磁场源被经由两个极（图 7）始终连接。



取决于它们的类型，
电场场源经由一极或
两极（图 31）连接。

图 7：带有 BS 04DB 磁场源的 SGZ 21

除了场源本身，连接电缆也可生成场，这可能耦合到被测设备并影响测量结



果。因此如果有可能，电缆应总是与被测设备保持一定距离。

2.3 传感器

S31 传感器（图 8）是一个数字探头，用来发送来自被测设备的二进制信号。该传感器具有三引脚笼罩头（RM2.5 毫米）。笼罩头的一个引脚为 3.5 V 辅助电源。第二个引脚是接地引脚。第三个引脚是探头的输入端。传感器的输入在内部连接到一个数字集成电路的输入。这连接到数字信号，VCC ($\leq 5\text{ V}$) 和被测设备内部地。集成电路的输出提供一个光发射器。发射器连接到 2 毫米圆锥形插口以容纳了 2.2 毫米的塑料光纤（LWL）。来自传感器的光信号通过光纤传输到 SGZ 21 的“LWL”计数器输入。

等级切换开关允许信号被否定。

该传感器可以用在两种不同的方式：

- a) 在被测设备中检测逻辑信号
- b) 在被测设备中检测干扰

对于 a) 在 SGZ 21 抗干扰度测试中，这是有用的如果被测设备的重要信号（复位，CE）进行监测以便找到问题的原因。当使用常规的示波器探头，干扰经由探头被引导到示波器。干扰会影响示波器。另外，探头会改变被测设备的干扰电流路径，因此会歪曲测量结果。这就是为什么与光纤探头连接的探头必须使用的原因。S21 传感器就是这样的探头。

对于 b) S21 传感器的集成电路输入具有可用于检测被测设备中的干扰的抗干扰等级。传感器的灵敏度对干扰脉冲取决于所安装在其上的__00 集成电路（四个与非门）的灵敏度。用户可以通过选择在集成电路限定传感器的灵敏度，以从某个集成电路系列安装。



已在测量过程中损坏的集成电路可以容易地更换。

图 8： S21 传感器

脉冲展宽

其中快速瞬态干扰的 E1 的 S21 传感器可以依赖于集成电路的安装来检测。这些干扰的脉冲宽度可能在纳秒范围内。由于光学系统（5 兆赫兹）的下限频率，例如短干扰不能被传输。以 100 纳秒延伸的短脉冲的脉冲展宽电路集成在传感器。然后光纤能够发送这些脉冲。传感器的光学系统也不能传输 5MHz 以上的频率。同样的传感器电路降低大于 5 兆赫兹的频率到 5 兆赫兹。

如果没有此电路，该光学系统将无法传输任何东西。它会假设高或低的状态。该电路保证了故障状态从被测设备传输。

2.3.1 传感器运行的主要模式

该传感器集成在被测设备，并连接到感兴趣的线路。一个三极插座（包括在供货范围内）被粘在与有兴趣的信号线附近强力胶的被测设备上，如果可能的话在输入，并用短 CuL 线连接；该传感器被连接（图 9）之前，地，3-5V 电压和传感器输入也被连接。布线应短，并直接在模块表面上布局，以防止磁场或电场能耦合的地方环路的形成。

S21 传感器从被测设备得到 3 到 5 伏的电压。如果这不可能，可用一个电池模块（不包括在供货范围内）。



图 9：例如，在被测装置中，S21 传感器通过一个三极插座连接到集成电路中。

2.4 磁场探头

磁场探头用来测量被测设备相关脉冲群磁场。

SGZ 21 的干扰电流 i 产生一个磁场 B 。穿透探头的磁场在感应线圈中感应一个电压。电压驱动一个位于在 MS 02 探头轴（图 10）的光学发射机二极管。

SGZ 21 的每个干扰脉冲产生一个光学发射机二极管的光脉冲。发射机二极管具有一个 2.2 毫米锥形插座，并集成在 MS 02 探头轴。一个光纤从 MS 02 探头轴的后端通过对发射机二极管的插座引导。光脉冲以与 S21 传感器（第 2.3 节）相同的方式传输到 SGZ 21。磁场的测量是基于脉冲密度法（第 3 节）。

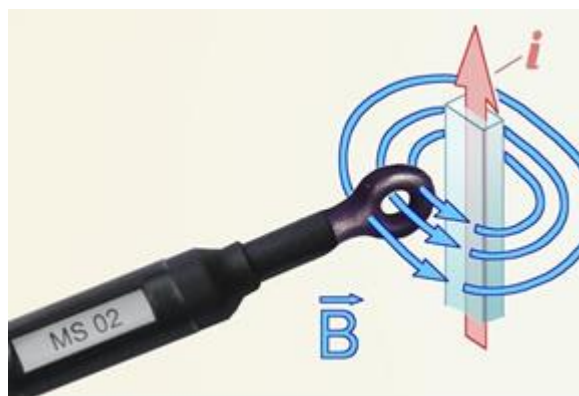


图 10：用 MS 02 探头测量磁场

在正交方向穿透探头感应线圈的场感应一个电压。方向与线圈平面重合的场不感应电压，因此不会被检测到。最大电压与磁场（图 11）的方向一致。MS 02



磁场探头被用于确定场的分布。探针发出对被检测的每个磁场脉冲的光脉冲。在 SGZ 21 计数器所示的值正比于测得的平均磁场强度（第 3 节，脉冲密度法）。场线配置和场密度仅指示在被测设备干扰电流的分布。

MS 02 是一个无源探头，并不需要任何辅助电源。需要产生光脉冲的电源从相关脉冲群磁场得到。MS 02 经由光纤连接到 SGZ 21 计数器输入端。

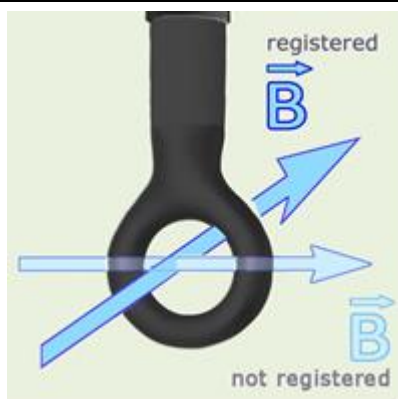


图 11：MS 02 磁场探头可以检测正交于探头开口/探头轴的磁场。

3 脉冲密度法

脉冲密度法是一种测量方法，该方法可以被用来确定被测设备的相对抗干扰度。EMC 修改的效果可以基于相对抗干扰度进行评估。此外，脉冲密度法是用 MS 02 磁场探头和可选 S2 磁场测量系统（第 10 章）测量相关脉冲群磁场的基础。

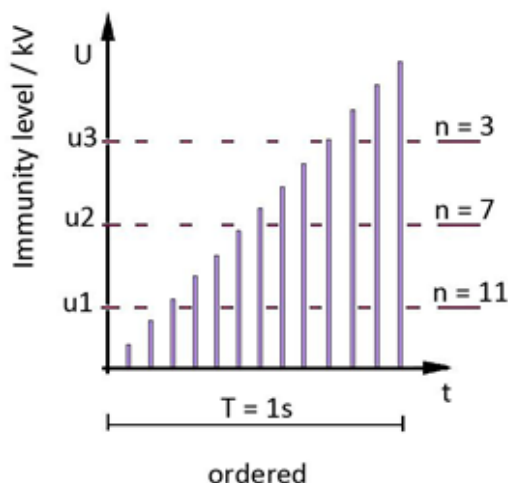


图 12: SGZ 21 干扰脉冲的斜坡状上升。抗干扰等级在不同的抗干扰等级电压 u 超过 n 次。

图 12 大体上显示了脉冲密度法如何运行。干扰脉冲的电压 u 在时间 $T=1$ 秒内逐渐从最小值到最大值斜坡上升。这个过程是连续重复的。

如果干扰脉冲在被测设备遇到抗干扰等级 u_1 ，比 u_1 更高的干扰脉冲将超过抗干扰等级 u_1 。在例子中这是 $n=11$ 脉冲。如果被测设备具有更高的抗干扰等级，例如， u_3 ， $n=3$ 脉冲将超过抗干扰等级。超过该抗干扰等级的脉冲数是反比于抗干扰等级的值。

这一原理可以用 E1 的部件来实现，即，SGZ 21 和 S21 传感器或 MS 02 磁场探头。

SGZ 21 产生注入到被测设备的干扰脉冲。在被测设备中，S21 传感器用于创建抗干扰等级。如果超过了 S21 传感器的抗干扰等级，光脉冲经由光纤发送到 SGZ 21 计数器。计数器计数抗干扰等级如何超标。根据不同的抗干扰等级，在上述的例子中，值为： $n=3$ ， $n=7$ ， $n=11$ 。这些值是成比例于被测设备相对于传感器的抗干扰等级下的抗干扰等级。

这意味着：被测设备的抗干扰等级在 $n=3$ 是高的，被测设备的抗干扰等级在 $n=11$ 是低的。

在实践中计数的脉冲可能是在 0 和 3000 之间的范围内。低值表示高抗干扰度而较高的值表示低抗干扰度。

建立与被测设备电路的 S21 传感器的抗干扰等级的有两种可能性。

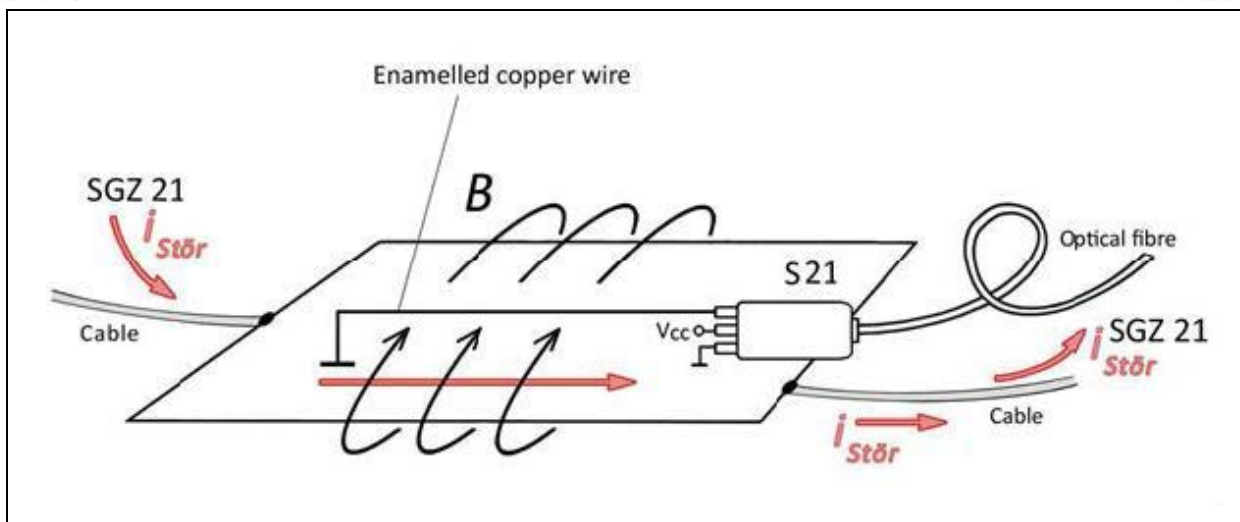


图 13: 通过安装与漆包铜线的 S21 传感器作为模拟导体段建立人工磁场抗干扰等级

图 13 示出了具有漆包铜线运行信号导体的模拟。漆包铜线连接到地的一侧，并在另一侧连接到 S21 传感器的输入。该 SGZ 21 通过两个极连接到被测设备。来自 SGZ 21 的干扰脉冲 $i_{Stör}$ 穿透被测设备，并产生一个相关脉冲群磁场 B 。相关脉冲群磁场感应一个插入漆包铜线环路变成在 S21 传感器输入有效的干扰电压。当超过 S21 的抗干扰等级时，光脉冲被触发。

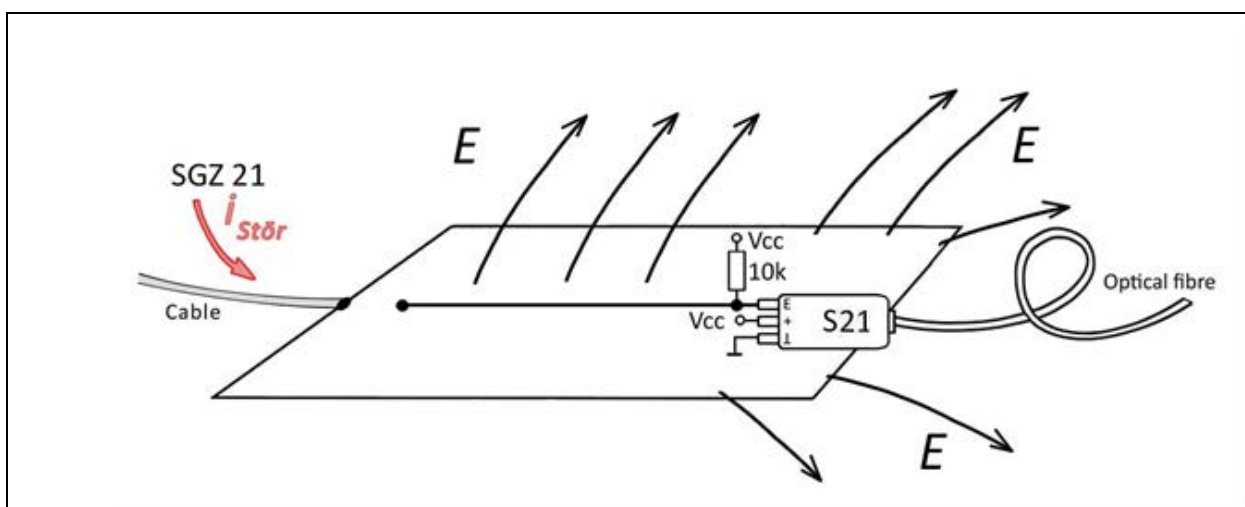


图 14: 通过安装与漆包铜线的 S21 传感器作为模拟导体段建立人工电场抗干扰等级

图 14 示出了具有漆包铜线运行信号导体的模拟。漆包铜线连接到上拉电阻器的一侧，并在另一侧连接到 S21 传感器的输入。该 SGZ 21 通过一极连接到被测设备。电场在该装置的被测表面产生。电场耦合电容的漆包铜线，并产生一个在 S31 传感器输入的干扰电压。当超过 S31 的抗干扰等级时，光脉冲被触发。

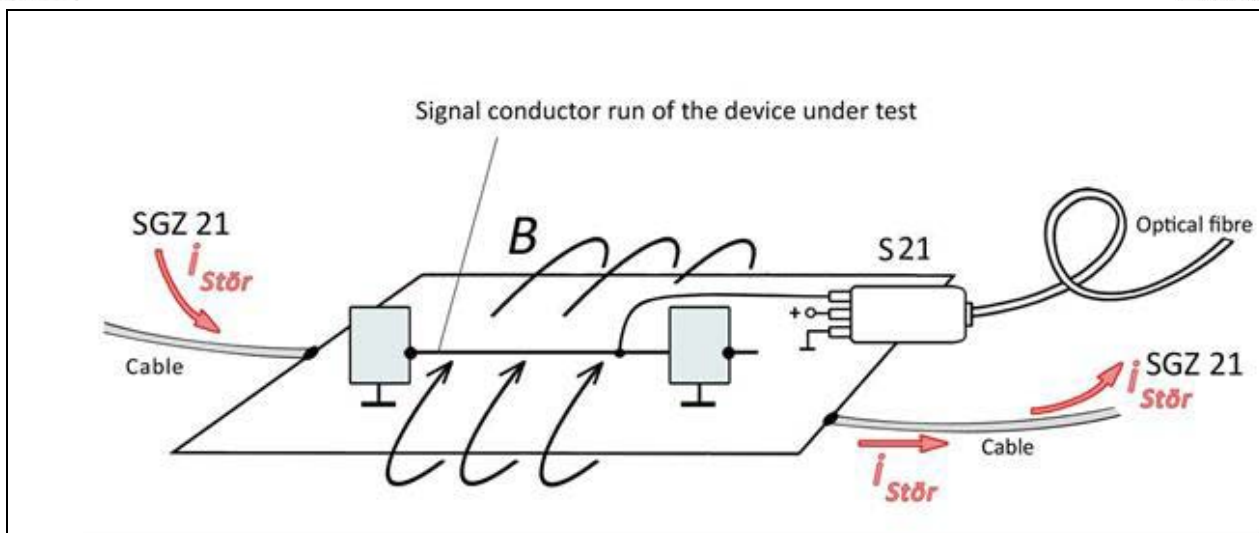


图 15: 通过放置 S21 传感器在被测设备的信号导体段自然抗干扰等级

在图 15 中被测设备的原始导体用于相同的过程。如果高频信号序列通过该信号线，脉冲密度法可以用在图 13 所示的设置。

在 SGZ 21 中，如图 12 所示根据振幅，脉冲序列不排序为斜坡；而脉冲序列的幅度 u 服从随机分布。

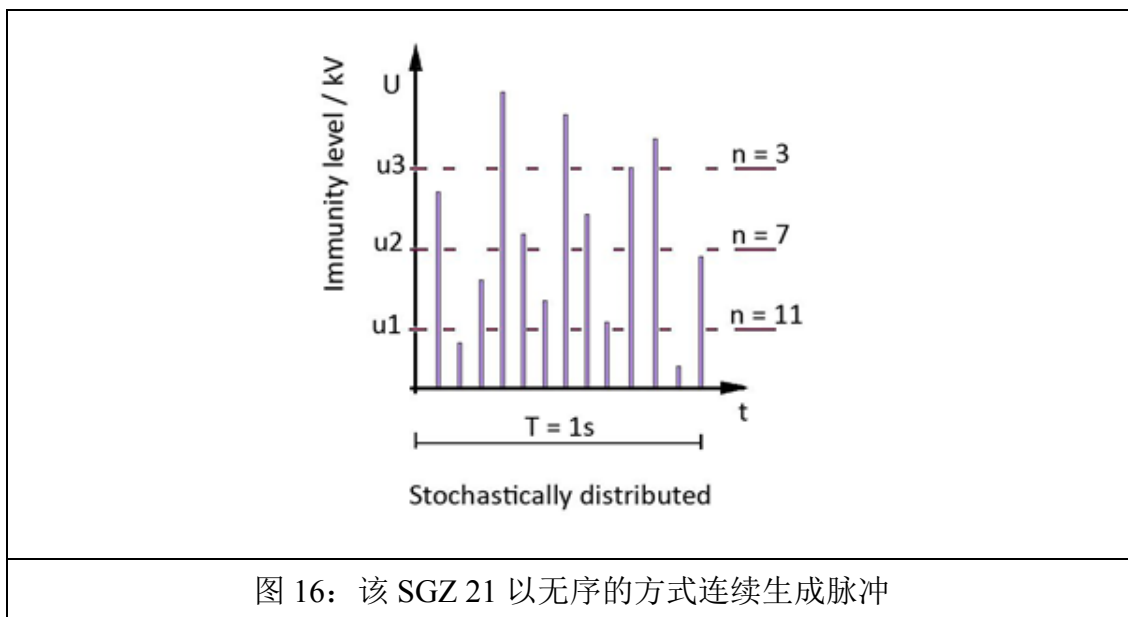


图 16: 该 SGZ 21 以无序的方式连续生成脉冲

发生器和计数器不必是同步的。开始时间不影响结果。测量脉冲的数量取决于这两个被测设备和“强度”控制器的设置。如果脉冲的最大数量不超过 2000，系统工作在最佳状态。在必要时强度应该减少。



4 被测设备干扰抑制的先决条件

当被测设备在标准合规测试经受干扰发生的抗干扰值和故障模式对于 E1 的运行奠定了良好基础。E1 抗干扰度的发展现在可以用来阐明正是这些故障相关的薄弱点是在被试设备。适当的反制措施可以有选择地集成和其效力用在测试 E1 上。

当用 E1 工作时，开发者模拟来自标准合规测试的耦合路径和为从测试的各故障模式运行有针对性的搜索。请注意，E1 可用于在这样高的强度耦合，该故障模式变得可见而没有在标准合规测试，在这其中开发人员不应试图在此时跟踪发生。开发人员必须始终将用 E1 触发的故障模式和发生在标准合规测试的故障模式进行比较，以继续跟踪。通过标准合规测试是关键目标。此外，开发人员可以使用 E1 来进一步强化产品。

以下问题应予以阐明：

—哪个故障发生作为哪个电压？

—一定时间（统计数据）后是否立即发生故障或者仅仅？

—故障每次测量是否完全一样，还是有什么不同吗？

—例如，修改电缆位置的差异在哪？

—是否其它故障发生较不频繁，例如，沿着和已知的故障？

初步分析故障后，开发人员应尽量找到故障是如何发生的一个合乎逻辑的解释。这种故障理论应该通过所有的后续工作中常见的线程上运行。开发人员在整个测量过程中应检查并不断地调整这种理论。

这个过程的目的找到一个特定的耦合路径和跟踪误动作之间的关系。然后，开发人员应该缩小使用 E1 测量技术的故障。该类型故障引起的和需要的干扰强度始终是相关性的耦合路径度的决定性标准。

用 E1 成功测量的关键因素是，开发人员集中在以下的故障模式的基础上的测试共同路线。



5 被测设备干扰抑制的测试策略

干扰电流流过在被测设备脉冲群测试(图 17)的模块上。。干扰电流的主要部分经由低阻抗供给系统流动。

干扰的两个基本原则:

1. 干扰经由磁场干扰-两极利用 SGZ 21 连接到被测设备 (图 17)

如果干扰电流在当前脉冲群测试过程中经由导体进入被测设备 (印刷电路板), 并经由导体离开被测设备, 干扰电流经由被测设备 (印刷电路板) 从发生器流入到一个闭合电路, 并回去。干扰电流在印刷电路板上产生磁场。

这些场在被测设备 (印刷电路板) 的接地系统和/或在信号线循环的感应电压产生电势差。在信号线环路的电压可在电路板上或在电路板之间的连接系统进行感应。

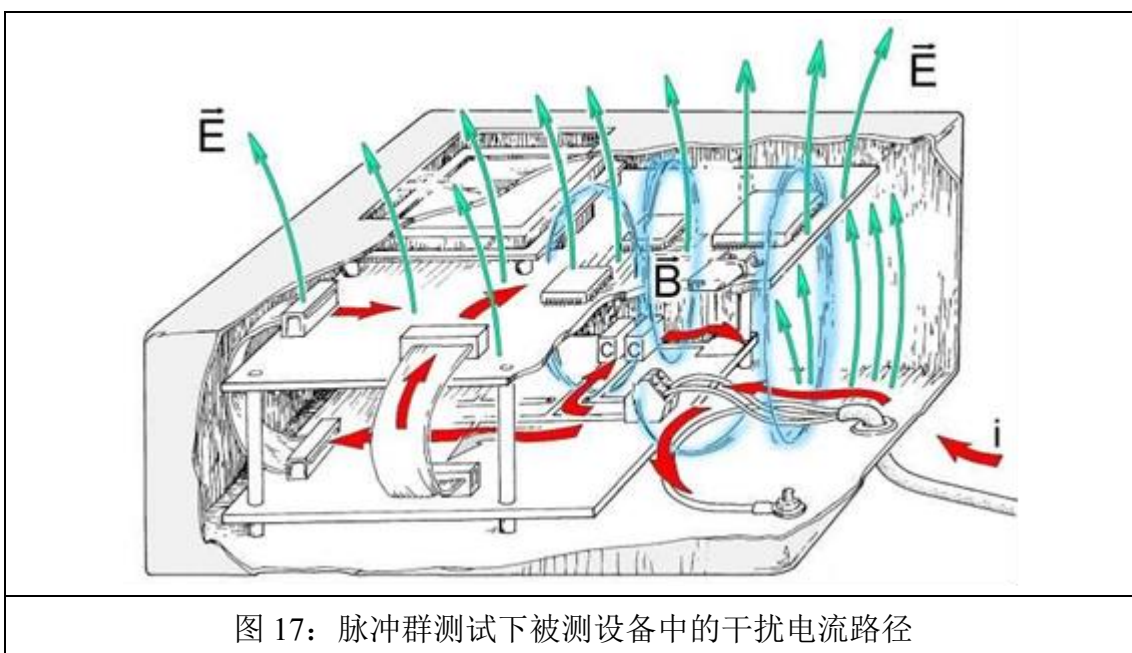


图 17: 脉冲群测试下被测设备中的干扰电流路径

2. 干扰经由电场干扰-单极利用 SGZ 21 连接到被测设备

如果干扰电流在当前脉冲群测试过程中经由导体进入被测设备 (印刷电路板), 并经由电场离开电容, 在印刷电路板的表面上产生一个干扰的电场。电场也在被测设备的电隔离点产生。

这个过程在被测设备的模块和结构件或相对于所述接地平面产生感应电压。由于模块和周围金属部件之间的差分电压, 在印刷电路板的表面上产生电场。这些场耦合到导体段, 引脚和部件, 并且可能与连接的集成电路干扰。

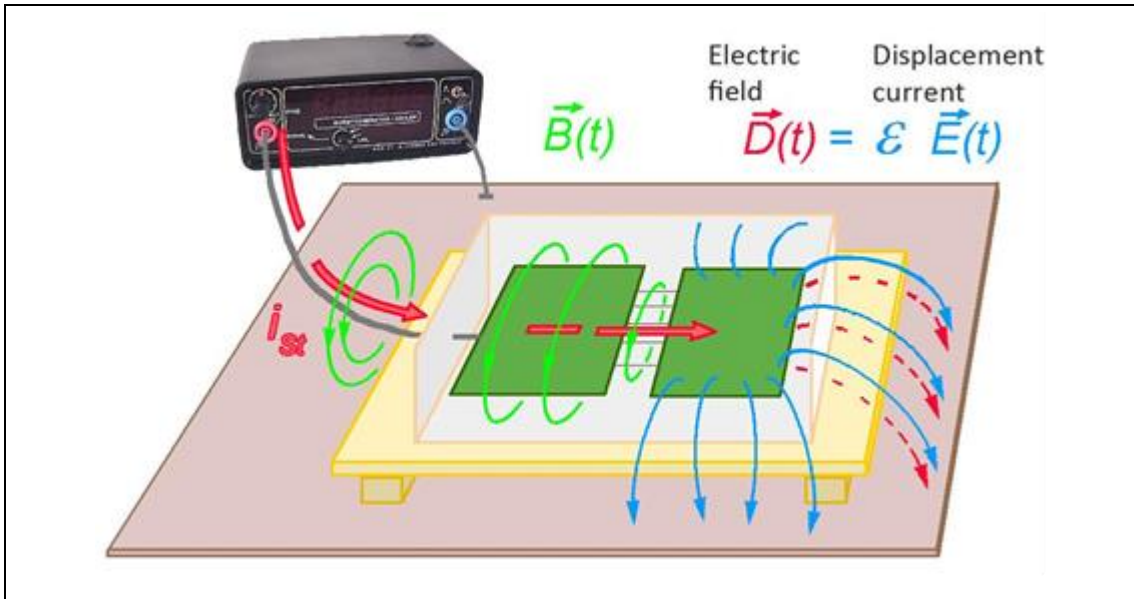


图 18: 用 SGZ 21 单极注入到被测设备的电流 i_{st} 产生一个相对于接地参考平面的电场

包含在 E1 的不同工具允许四种测量策略来阐明甚至最复杂的 EMC 抗干扰故障。

- 5.1—干扰电流路径分析；用 SGZ 21 发生器直接注入到在印刷电路板
- 5.2—使用场源定位布局和元件中的薄弱点
- 5.3—在印刷电路板上监测重要的逻辑信号
- 5.4—测量相关的脉冲群磁场来跟踪干扰电流

故障在系统的步骤中减少了。第一步总是分析干扰电流的路径和来自标准合规测试的故障模式的再现。不同的测量策略（5.2 至 5.4）可以根据被测设备的行为和开发人员自身的关于此问题的理论被应用。

5.1 干扰电流路径的分析

例如，在标准合规测试中，干扰电流 i 经由主连接电缆注入。干扰电流流过该装置中的模块和结构部件。电场和磁场干扰场生产。在任何地方这些场可能遇到薄弱点并引发故障。但是，薄弱点的准确位置无法确定（图 17）。

E1 可随机地用于注入干扰电流到各个路径（图 19）。如果由遇到的薄弱点产生的电场或磁场，故障会被触发。因此，故障位置变窄。一旦在被测设备中故



障被触发，开始故障定位。被测设备的各个部分，如单独的模块，单独的电缆连接，一个大模块的小区域等，开始被检查。

5.1.1 磁耦合的基本原理 – 两极注入到被测设备

第一步的目的是从标准合规测试中重现故障模式。因此具有完全设置的设备进行第一次测试。被测设备与 SGZ 21 在易接近的地方接触，干扰电流被注入。这是通过示例的方式展示了在图 19 中。SGZ 21 的一极被连接到辅助电源的端子。另一极被连接到外壳（PE）。干扰电流路径经由供应导体段，放电电容器和放电路径靠近外壳。脉冲群电流的磁场穿透上部的印刷电路板，并与处理器系统干扰。图 19 中，标志红色的明智选择的注入路径使开发人员能够得出关于实际干扰的大致位置及其作用机制的结论。

如果干扰电流经由导体或大电容（在纳法级）流经被测设备，它遇到在被测设备区域中持续低电阻的路径。这需要干扰电流具有高强度和感应强的磁场。在这种情况下只能期望小电场。

在这种情况下经常出现的故障的发生表明磁场干扰。

与若干印刷电路板或大型模块的被测设备的情况下，仅仅通过个别的印刷电路板或模块的部分，以引导干扰电流它是有帮助的，从而缩小敏感区域。

这需要耦合干扰电流到被测设备的不同的变体，如：

—如果两个发生器输出电流连接到被测设备的接地系统，干扰电流可以通过接地系统的部分被馈送。

—干扰电流可以馈送到地并经由 VCC 返回。

干扰电流可以被馈送到一个变压器或光电耦合器的初级侧，并通过次级侧返回。（超过 42 V 电压工作时，采取适当的防护措施！）

—二极耦合的发生器双输出连接到被测设备。

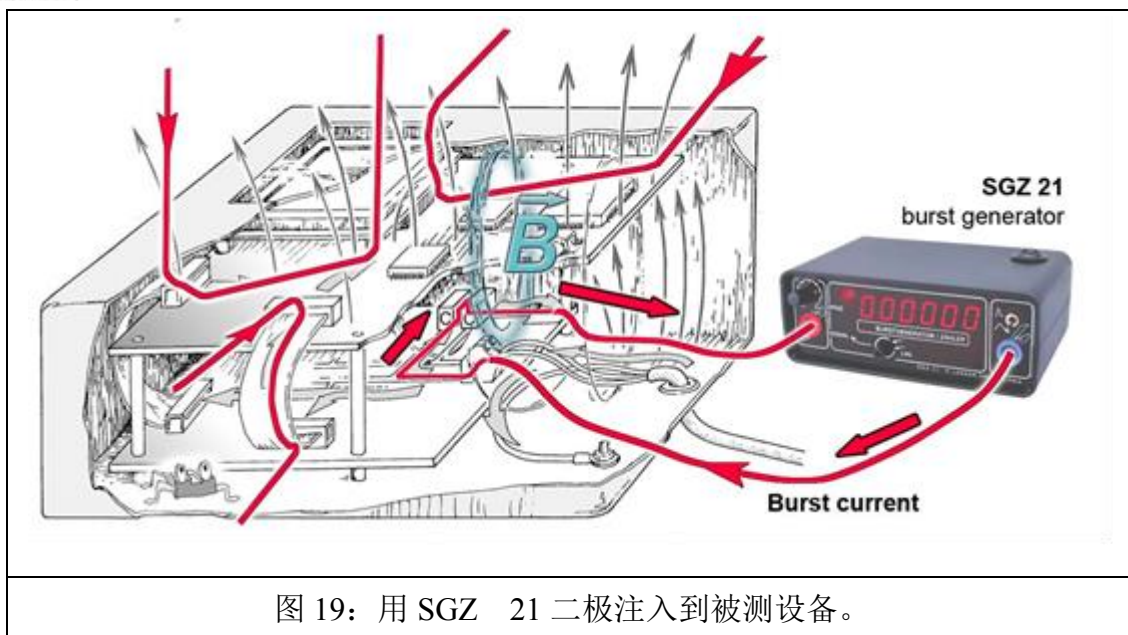
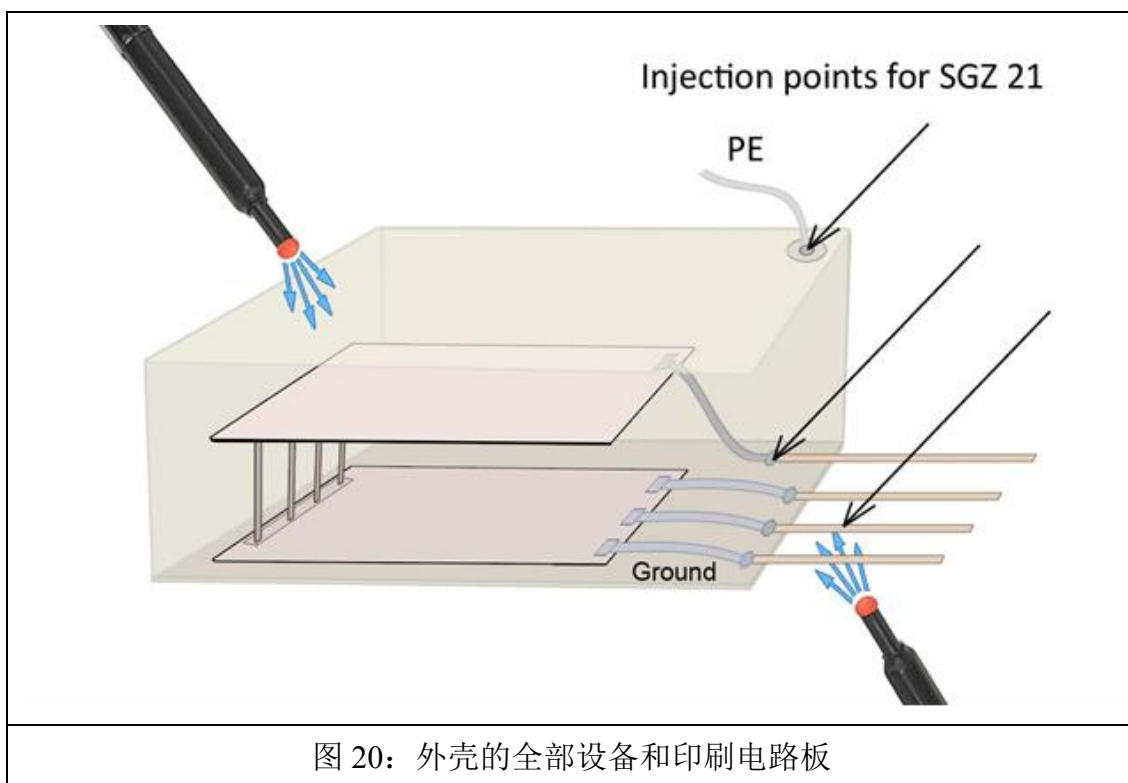


图 19 示出，如果设置完全，并不是所有标记红色的耦合路径是有效的。外壳防止 SGZ 21 被连接到印刷电路板。

该 SGZ 21 只能连接到导致外部（图 20）的外壳和线条的金属部件（PE 螺栓）。



由于 SGZ 21 必须直接连接到印刷电路板，外壳必须尽可能远点（图 21）。

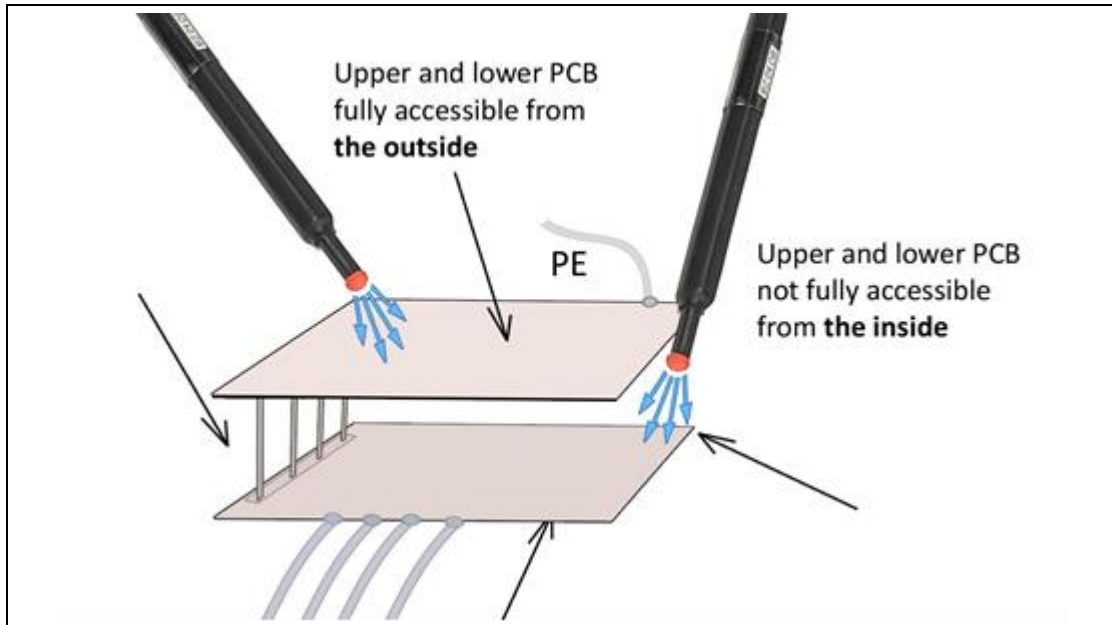


图 21：无外壳的设备；印刷电路板被连接和功能

印刷电路板之间的区域很难到达被测设备。因此，印刷电路板可能必须从设备中移除并布置成它们的原始互相并排连接。印刷电路板可以直接展开并随后易接近，如果它们在被测设备上灵活地连接。然而，如果它们被牢固地由销笼罩头连接，例如，它们只能用附加适配器（图 22）展开。

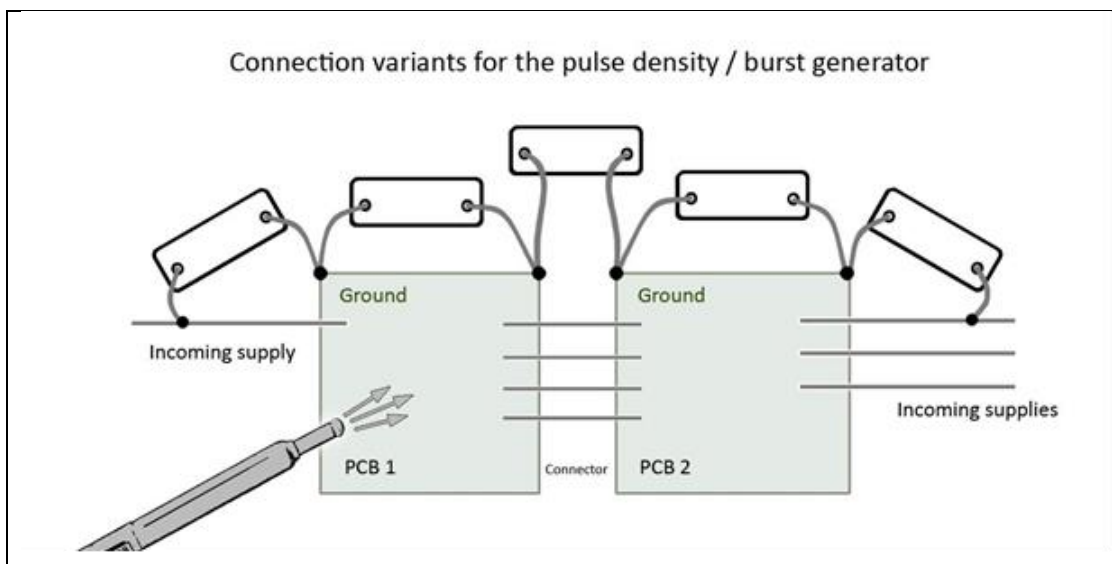


图 22：变体为二极注入到拆除装置，它包括两个印刷电路板

被测设备的印刷电路板现在是完全易接近，并且干扰电流可以经由二极连接选择性地连接到它们。

注入的可能性：

- 通过输入电源连接到印刷电路板 1



- 通过印刷电路板 1
- 通过印刷电路板 1 和 2 之间的插入式连接器
- 通过印刷电路板 2
- 通过输入电源到印刷电路板 2

发生器直接切换到控制线和电源线。发生器的极被连接到数据线的线屏蔽。
第二个极使发生器电路靠近印刷电路板的地（图 23）。



图 23：发生器直接连接到控制和辅助电源线。与数据线中，发生器的极被连接到线屏蔽或电容器涂层

如果干扰电流经由印刷电路板注射，发生器的极在现有地面点连接到电路板的地，如端子，元件连接等（图 24）。

如果该印刷电路板具有电隔离点，这可用于注入（图 24）。

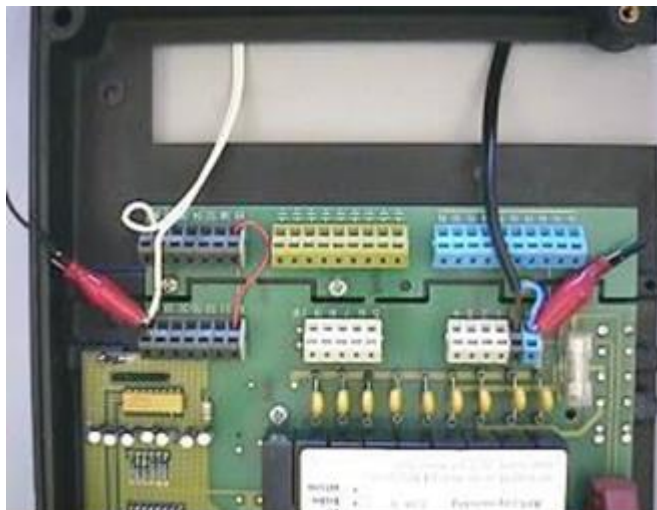
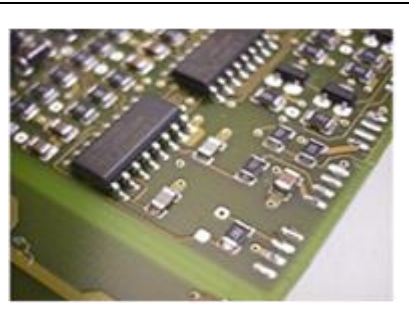
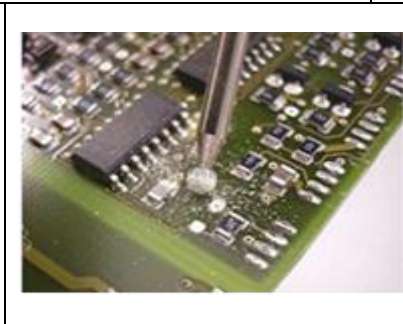


图 24：经由一个两极连接和一个电流隔离点干扰电流注入到被测设备



	图 25：通过一个两极电连接到地干扰电流注入到被测设备。
	图 26：通过一个两极连接和两个模块的连接器的干扰电流的注入。接触到每个模块的地。

如果在被测设备中没有合适的点连接到发生器（图 28），接触脚可焊接到印刷电路板。

	图 27：通过两极连接和两个模块的连接器的干扰电流的注入。接触到每个模块的地。 PC 的 USB 端口连接到被测设备。离开被测设备的线用铁氧体阻止，以防止与 PC 的干扰。	
		
图 28：通过点朝向准备地层，焊接接触引脚，发生器电缆用微型探针连接到接触引脚，经由导体注入干扰电流到地。		



5.1.2 电耦合的基本原理 - 单极注入到被测设备

干扰电流经由电缆耦合到模块，并经由电场通过电容耦合离开模块，其中只有一个电缆连接的设备或其中所有连接电缆的电缆束接合（例如，在一电缆管道）。

两极耦合代表一个闭合的干扰电流路径和导电耦合。与此相反，单极耦合不是始终导通。干扰电流路径在这种情况下通过位移电流闭合。

在实际中，有两种情况：

1. 电场耦合到环境中的一个宽的区域。从而，整个设备承受电场。
2. 金属零件（其它模块，散热片，金属结构件等）存在于印刷电路板附近。由于它们靠近印刷电路板中，电场集中该放电路径上。其结果是，电场强度大幅度提高。模块承受一个局部更高的负载。

测试设置为 1 的情况下：

来自发生器的干扰电流经由连接电缆通过导电耦合进入被测设备，并通过电容耦合离开环境。发生器电缆可以直接经由电路板，电缆屏蔽的接地系统连接到被测设备，或者，如果不存在电缆屏蔽，通过铜箔的电容涂层。

在实例中（图 29），干扰电流从发生器经由一个金属电容涂层耦合到带状电缆。它流经被测设备，并通过电容耦合返回到发生器的计数器极。电容涂层由粘合剂铜带组成。这是裹着一个带状电缆的某些部分。来自被测设备的干扰电流经由几厘米的空气间隙耦合到发生器的电缆，并返回到 SGZ 21。电场强度可以通过改变发生器电缆的距离，在图中的右侧，到模块进行控制。

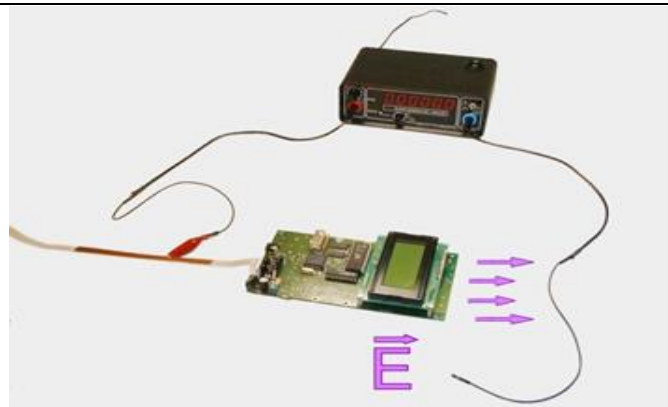
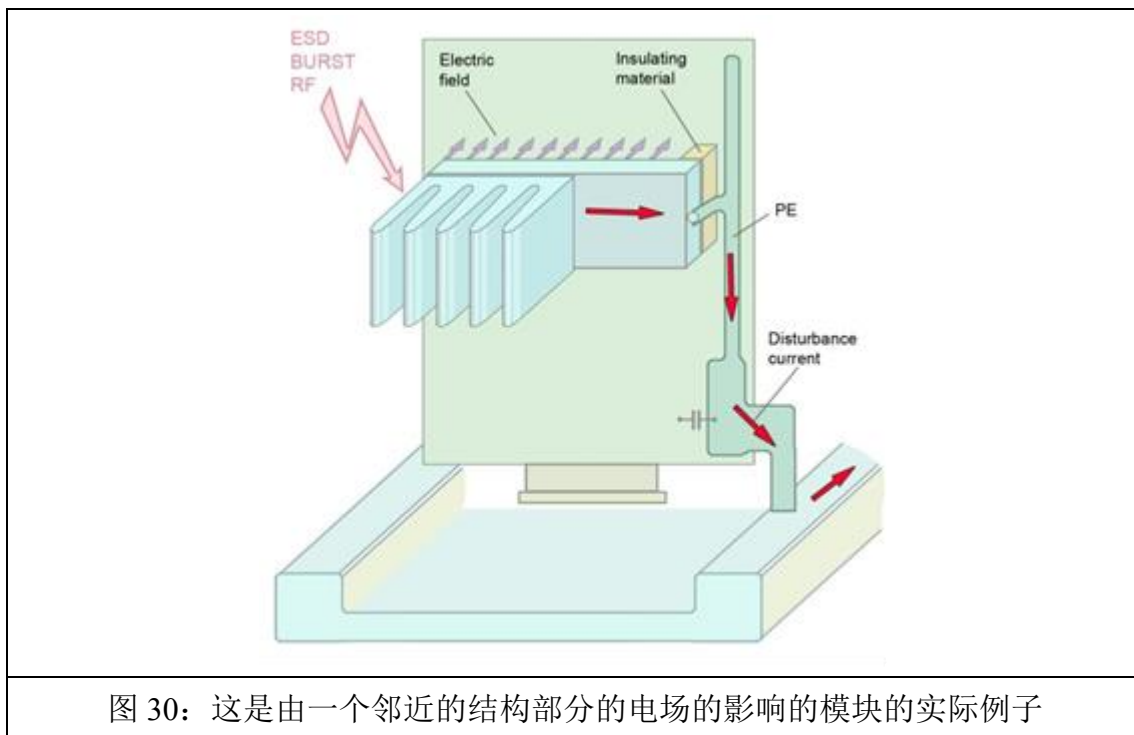


图 29：用 SGZ 21 脉冲群发生器干扰电流单极注入产生电场到发生器的计数器极



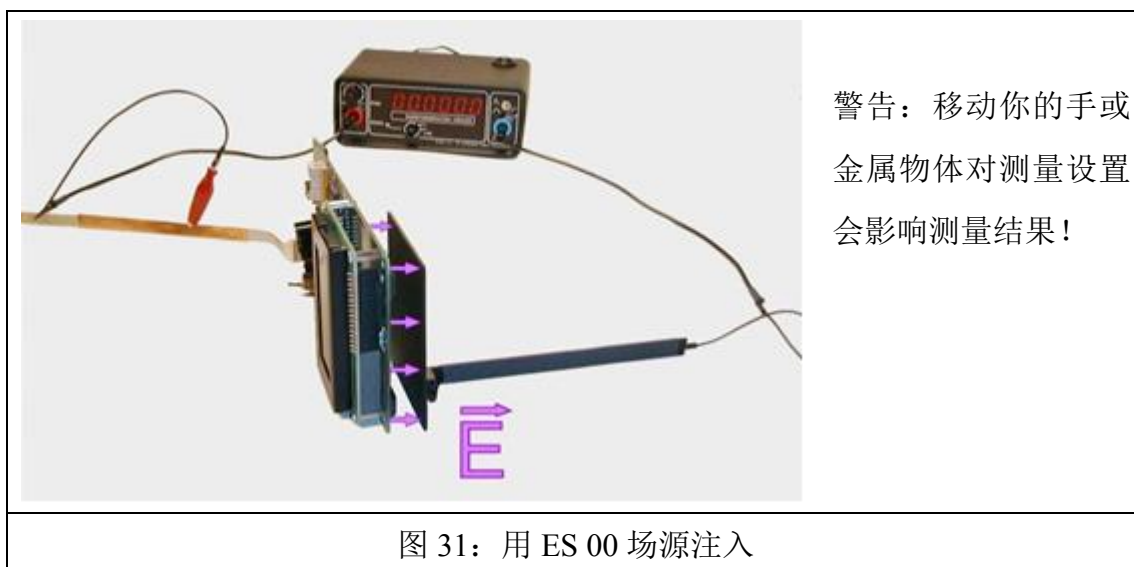
案例 1 的例子：

结构的金属零件，屏蔽，金属外壳等直接位于被测设备的电子模块旁边。如果这些部件不稳定地连接到电子元件（图 30）的接地系统，干扰电势差可能出现在金属部件和接地系统之间。



干扰电势差产生作用在模块表面上的电场。与在 1-10k Ω 的范围内上拉或下拉电阻高电阻网络对这些电场特别敏感。石英晶体电路的连接重置或所有上拉/下拉的布置是一些实际例子。

测试设置为 2 的情况下：





连接到 SGZ 21 的电场源 (ES 00 到 ES 02) 是用来模拟产生的电场相邻金属系统 (图 31)。电场源的尺寸可以根据实际的金属部件的尺寸来选择。

场源被连接到第二个发生器的极。

如果这些测试导致故障，两种不同的耦合机制是可能的：

- 1) 被测设备和探头之间的电场或直接触发故障
- 2) 电场的位移电流流过模块，并产生磁场，这反过来又耦合到信号线环路并引起故障。

请按如下两个耦合机制来区分：

短，低电阻连接建立在被测设备的接地系统与相邻金属部件之间。两部分之间的电势差因此是短路的，并且电场不再存在。如果已知的故障没有再出现，它是由电场引起的。如果仍然出现或更严重，模块上的位移电流引起的磁干扰是引起此故障的原因。另外，可在这些条件下可能出现其它故障。

5.2 用场源定位薄弱点

不是干扰电流或干扰电压直接引起干扰，而是电场或磁场引起干扰。磁场通常引起在脉冲群影响下出现的故障，其中电场引起在静电耦合下出现的故障。

在“5.1 干扰电流路径分析”中进行的测量结果确定哪些场源的类型应被选择来进行定位。耦合的代表类型，即单极或两极，已经表明的电场和磁场之间的区别。

根据其类型，场源产生一个小规模的磁场或电场。这些场系统地耦合到模块，以查明干扰的地方。

如果两极注入被测设备的过程中发生故障，干扰是由于磁场。在这种情况下，磁场源在随后的定位过程中使用。

如果单极注入被测设备的过程中发生故障，干扰是由于电场。在这种情况下，电场源在随后的定位过程中使用。

这种相关性应作为指示。当然，这两种机制的组合也可发生在实际中。如果是这样，这两种类型的场源必须一前一后地使用。



5.2.1 磁场耦合的作用机制

干扰磁场耦合到集成电路外部的线路网络。连同集成电路引脚，网络外部的集成电路形成感应一个电压的环路。干扰集成电路是通过集成电路引脚和导体。

$$u_{\text{ind}} = -d\phi/dt$$

在最简单的和最常见的情况下，通过电容器集成电路外部的环路闭合（图 32）。

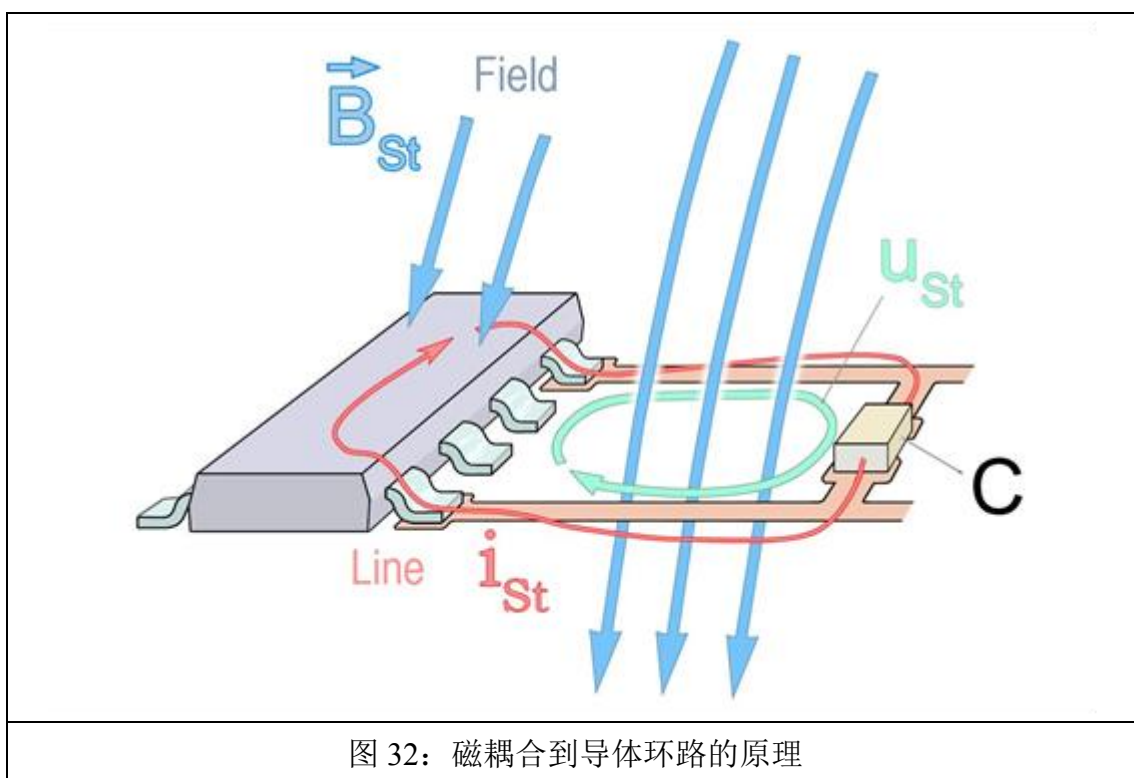


图 32：磁耦合到导体环路的原理

磁场 $H(t)$ 生成的磁通密度 $B(t)$ 或磁通量 $\Phi(t)$ 的。磁通 $\Phi(t)$ 在导体环路感应脉冲电压。由导体环路包围的磁场引起电压感应。在实际中感应的电压值大约是 10 伏。对应导体环路的阻抗是在 1 欧姆范围内。在场源干扰抑制的过程中，场源产生磁场。为了触发干扰，场源必须保持，以使磁场穿透导体环路。（图 33）。如果感应电压足够高，集成电路启动故障。

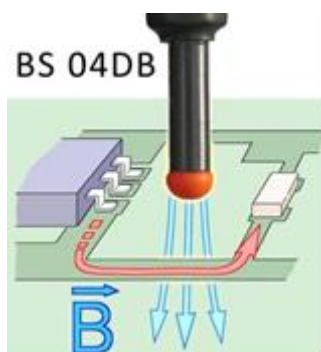


图 33：场源的磁场穿透导体环路，并感应出电压

5.2.2 电场耦合的作用机制

干扰电场耦合到线路网络。线路网络形式的耦合电极到电流脉冲通过电场容性耦合。在最简单的和最常见的情况下，这些是在印刷电路板（图 34）的高电阻电流路径的导体段。具有高内部电阻的线路网络对于干扰电场特别敏感。这些可以是具有 $k\Omega$ 范围电阻的上拉或下拉电路。

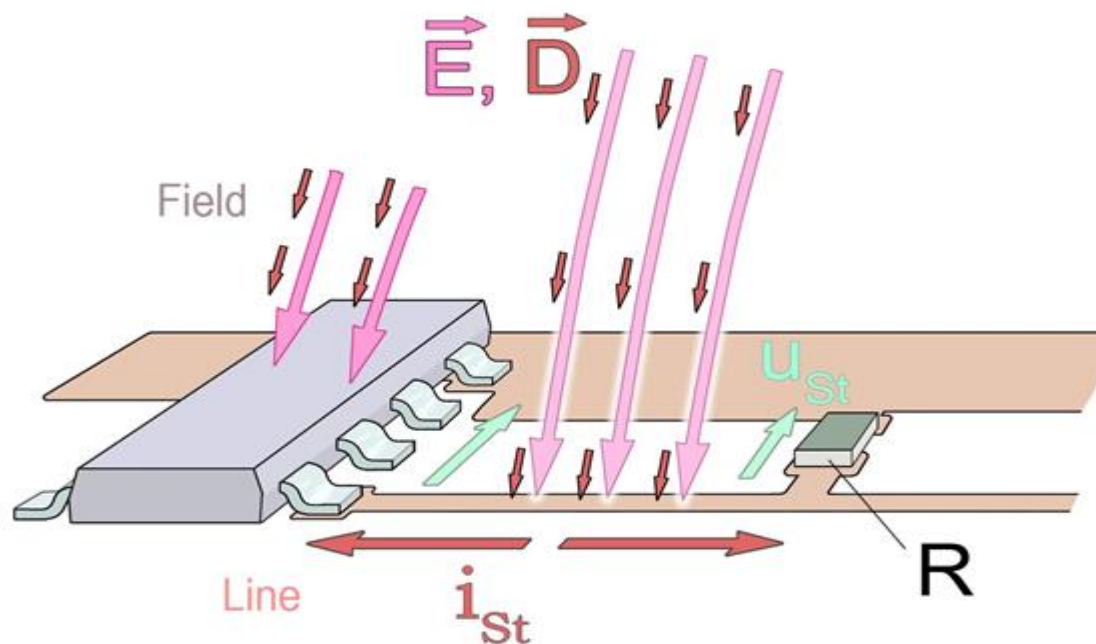


图 34：电耦合到导体环路的原理

由导体段形成的耦合电极的每单位长度的外电容是总电容 C_p 。此电容吸收来自电场的位移电流 $i(t)$ ，并馈送它到导体段。



$$i(t) = C_P \cdot du/dt$$

位移电流的一部分被引导到集成电路。它通过保护二极管流入集成电路。

实际中耦合电流约有 1A。

每单位长度的导体段的电容加到耦合电容 C_P 。在实际中电容约为几个毫微法级。干扰取决于发生器电压的 du/dt 。发生器电压特性的陡前沿有最大的影响。

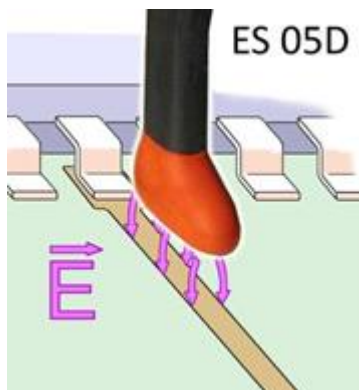


图 35：场源的电场耦合到导体环路并馈送一个电流脉冲到这个环路

在场源干扰抑制的过程中，场源产生电场。场源必须保持，这样它的场充当敏感的导体段/组件。导体/组件越接近场源，干扰越密集。

5.2.3 耦合磁场源的实际过程

场源用于寻找某一故障模式的敏感的导体回路。干扰电压只能用场源感应在一个大范围的导体回路中，这个场源可以产生一个同样大小的场光束。例如，BS 02 场源可用于在 10 厘米范围的导体环路（图 36）（2.2.1 场源用于磁场）。



图 36：具有大场光束的 BS 02 场源应用磁场至周围 10 厘米环路的导体

在毫米范围内较小的区域需要较小的磁场源。例如，BS 05DU 磁场源用于



集成电路引脚（图 37）。

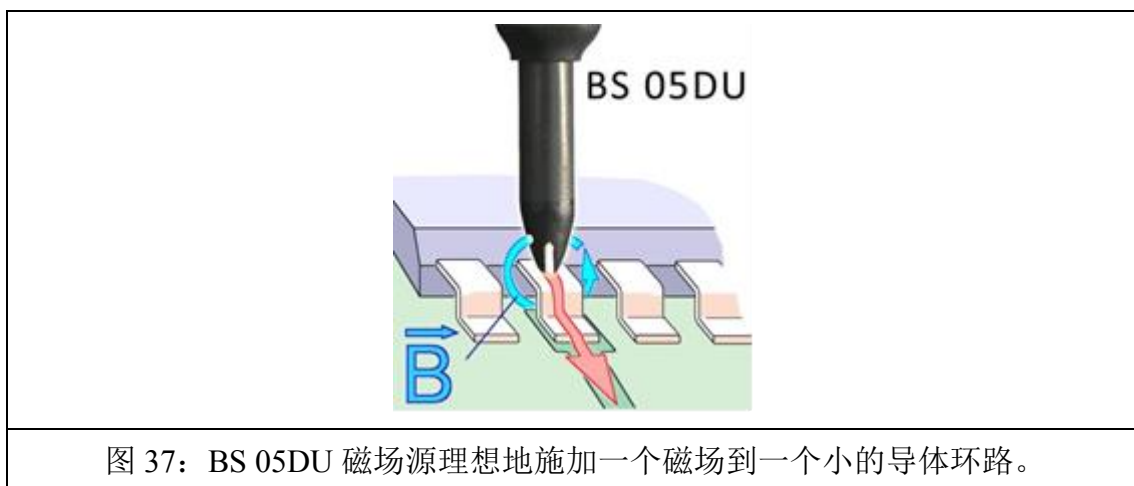


图 37：BS 05DU 磁场源理想地施加一个磁场到一个小的导体环路。

具有场光束的磁场源跨过模块的表面直接引导为磁耦合（图 38）。只有表面小范围通常对磁场敏感。场源不得被旋转，并找到这些场光束敏感的导体环路。只要一个敏感的导体环路已经被发现，故障就被触发。然后可以在这个位置采取 EMC 测试。

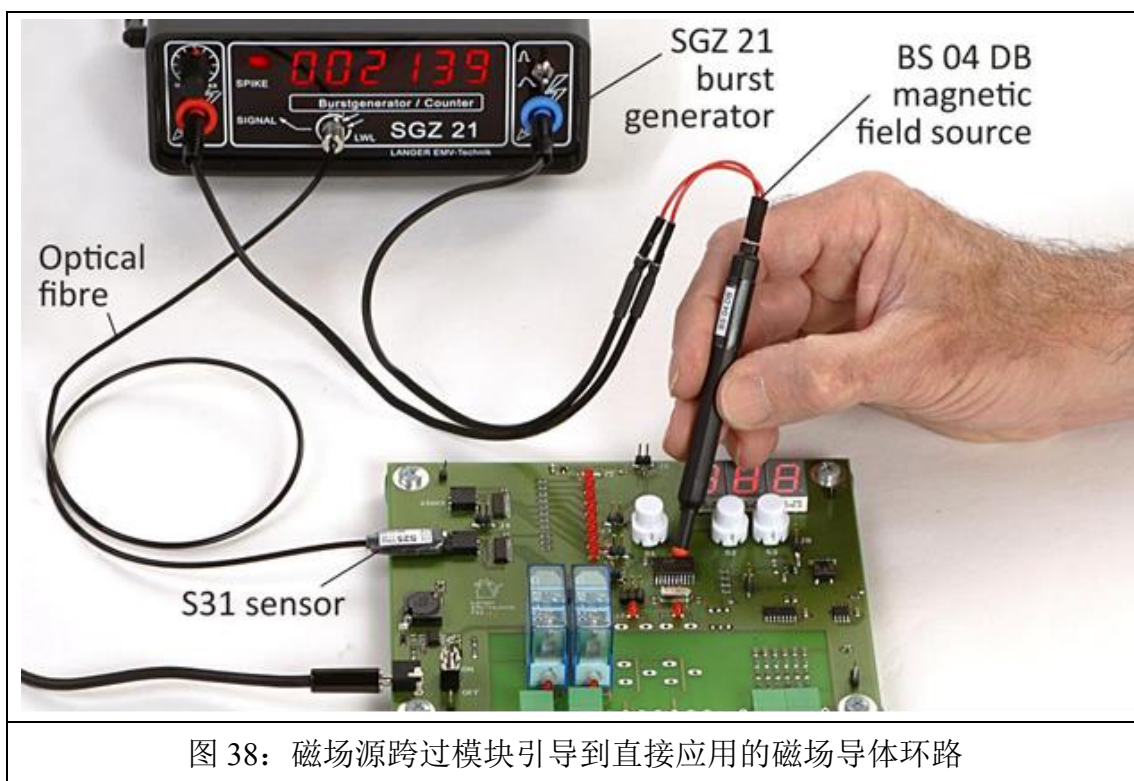
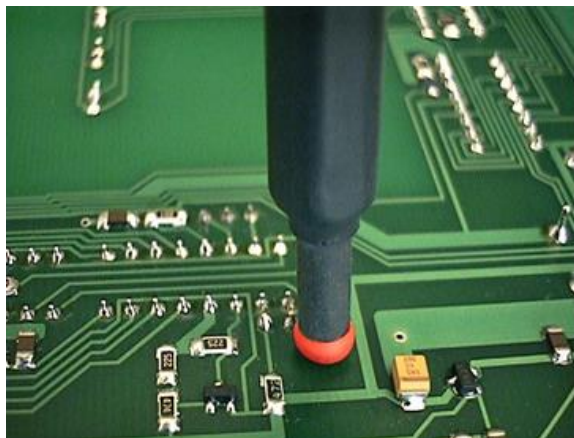


图 38：磁场源跨过模块引导到直接应用的磁场导体环路

BS 04DB 磁场源

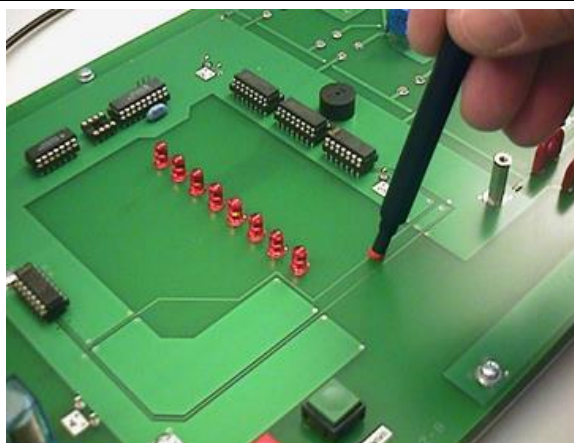
使用说明



BS 04DB 耦合磁场到电源线。探头直接放置在电源线的左侧。磁场环绕在电路板上的电源线。



BS 04DB 耦合磁场到信号线。它被用来发现受影响的信号线之一是否对磁场敏感。然后 BS 05DU 磁场探头可用于各条线的一个更精确的选择。

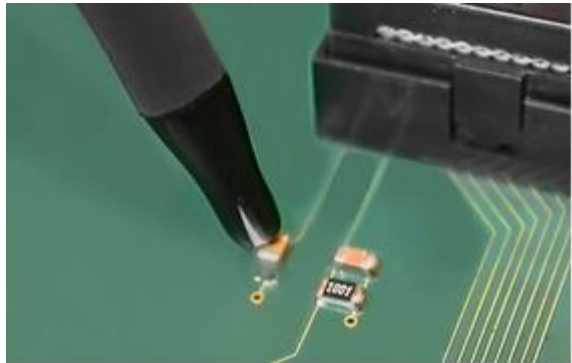
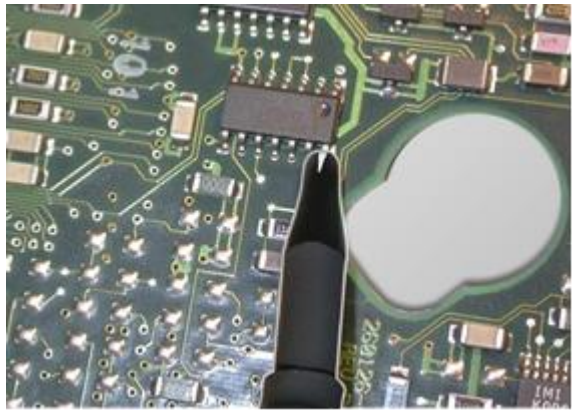


BS 04DB 耦合磁场到两信号线之间的地。它被用来找出两线之一是否对磁场敏感。如图所示，如果线被充分地间隔，线的灵敏度才能确定。

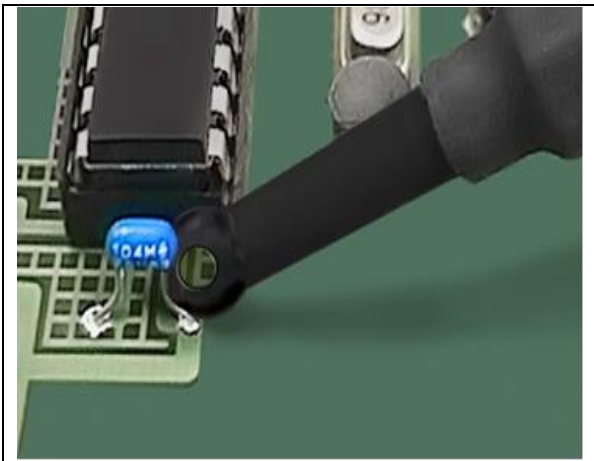


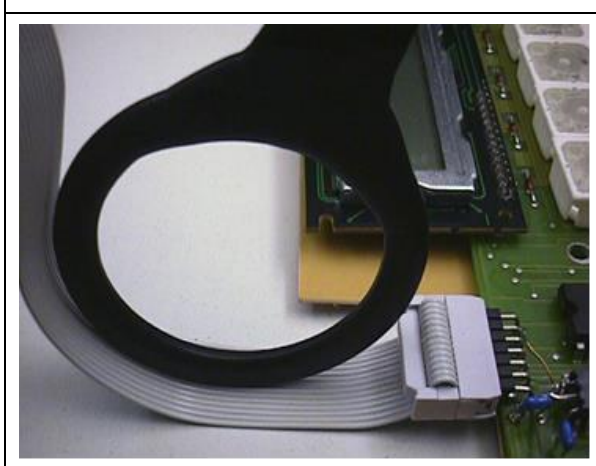
BS 04DB 在连接器屏蔽连接和信号线（引脚）之间耦合磁场来发现信号输入是否对干扰敏感。



BS 05DU 磁场源	使用说明
	BS 05DU 在贴片电容附近耦合磁场。在电容上感应电压来测试感应电压是否引起故障。
	BS 05DU 耦合到磁场到一个选择的导体段来测试感应电压是否引起故障。
	BS 05DU 耦合磁场到一个集成电路引脚来测试感应电压是否会引起故障。每个引脚可以单独地进行测试。这允许开发人员在抗干扰度方面对各个引脚进行比较。最敏感的引脚可以被识别。 （确切抗干扰等级可用集成电路测试系统确定：www.langer-emv.de）
BS 05D 磁场源	使用说明



	BS 05D 耦合磁场到有线后备电容的引脚来测试集成电路的 Vdd 的引脚是否对磁场敏感。
---	--

BS 02 磁场源	使用说明
	BS 02 耦合磁场到模块的大面积范围来测试星状连线接地系统是否拥有大范围的薄弱点。
	BS 02 耦合磁场到 U 形接地系统来测试场是否会影响位于外部接地系统的线。
	BS 02 耦合磁场到带状电缆来测试各线是否是对磁场敏感。



BS 02 耦合磁场到带状电缆来测试各线是否是对磁场敏感。



BS 02 在连接器屏蔽连接和信号线（引脚）之间耦合磁场来发现信号输入是否对干扰敏感。

请参考第二章 2.2 的提示如何选择单个探头。

磁场源的场强度可以在 SGZ 21 的“强度”控制器（图 2）进行调整。如果强度被设置得很高，场源的磁场比强度设置为较低的值遍及模块更大的区域。测量过程必须用“强度”控制器进行调整，以精确找出小的敏感薄弱点。即使是非常小的敏感点也可以精确地定位。调整应该不足，脉冲形状拨动开关（图 2）可以切换到“宽脉冲”以便衰减干扰的影响。强度在必要时可能要稍微再次增强。

5.2.4 耦合电场源的实际过程

场源用于搜寻引起某一故障模式的敏感导体或组件。产生一个同样大小的场源是耦合到大面积线部分或线路束的唯一可能。例如，场源 ES 00 至 ES 02（图 39）（2.2.2 用于电场的场源）可用于在 10 厘米范围的线。场源逐渐朝被测设备从大约 10 厘米的距离开始，直到它取决于测试设备。

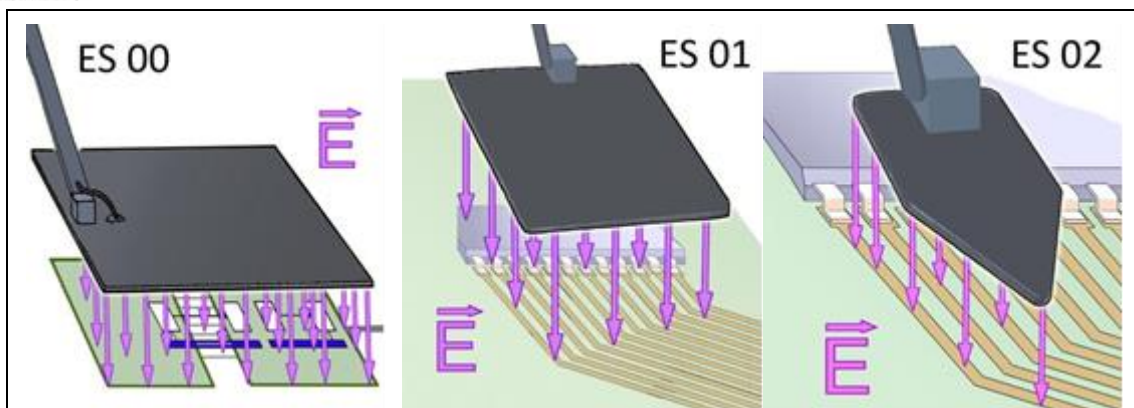


图 39：具有大面积场的 ES 00 - 02 场源应用电场至导体周围 10 厘米的环路。

较小的电场源用于在毫米范围内较小的区域。例如，ES 05D 场源或 ES 08D 探头尖端（图 40）是用于集成电路引脚。

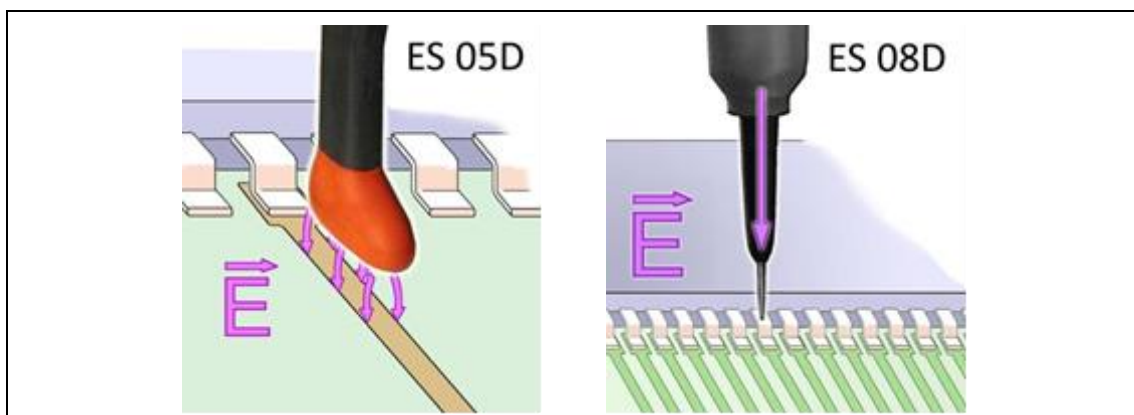


图 40：ES 05D 电场源和 ES 08D 探头尖端是理想的施加电场到小的线路，组件或集成电路引脚。

电场源和它的场直接引导跨过模块的表面进行电耦合（图 41）。只有表面小面积通常对磁场敏感。场源逐渐朝模块上敏感的区域。只要敏感区域被发现，故障就会立即触发。然后在这个位置可以选择 EMC 测试。

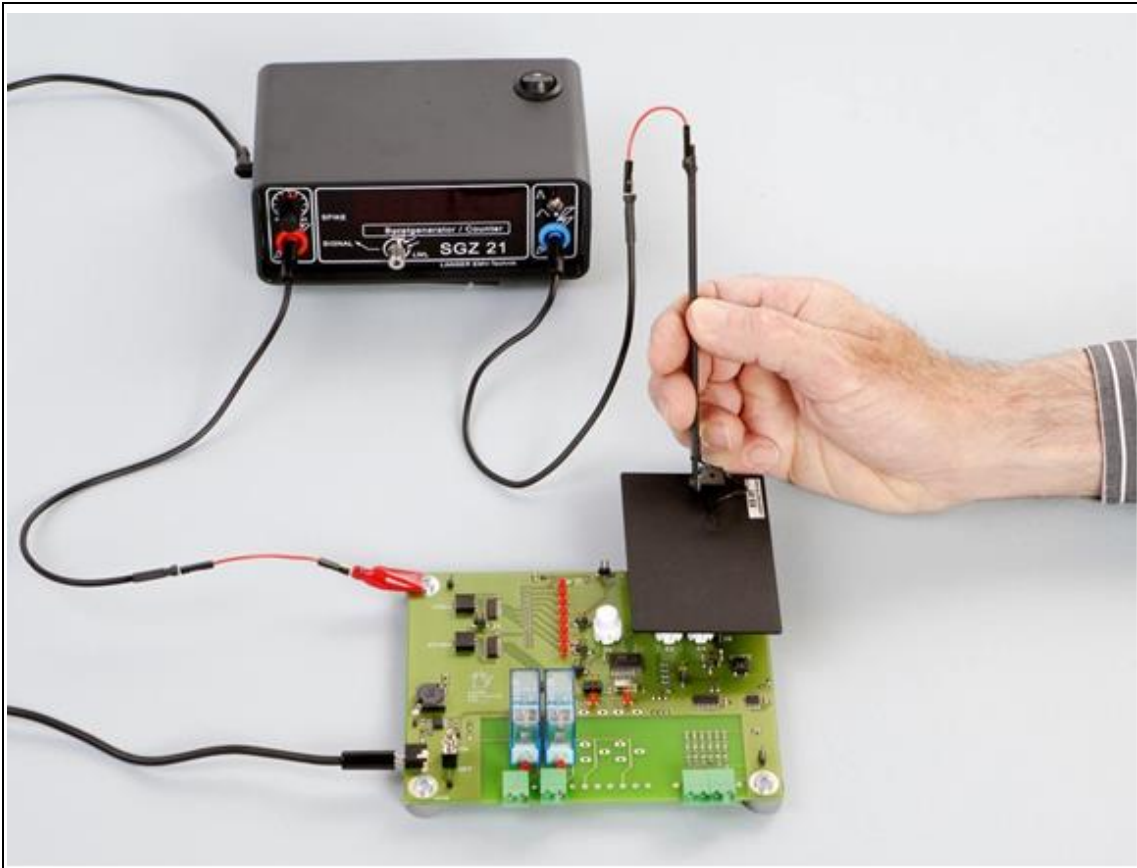
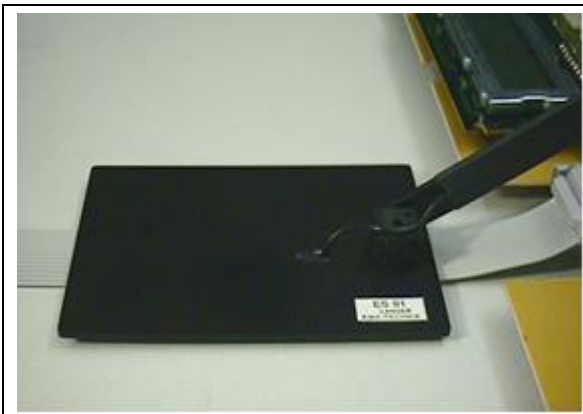
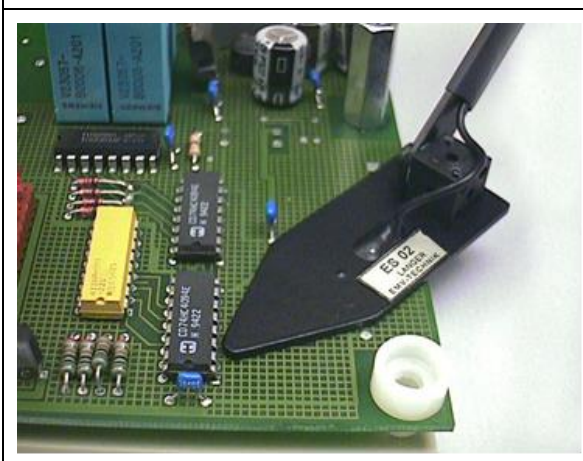
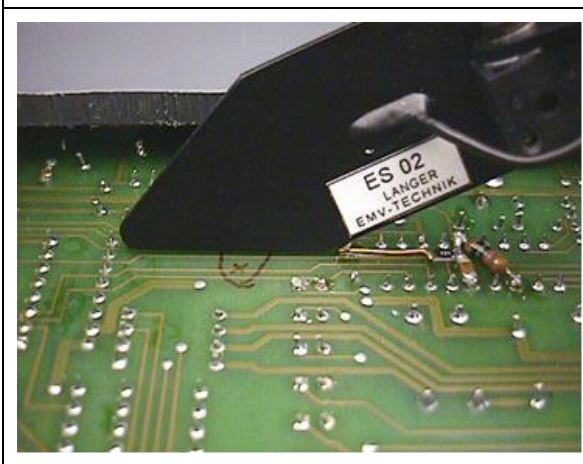
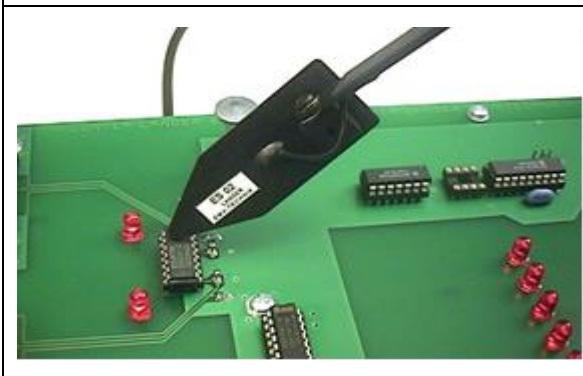


图 41：电场源逐渐朝模块移动应用电场到各条有代表性的线路。

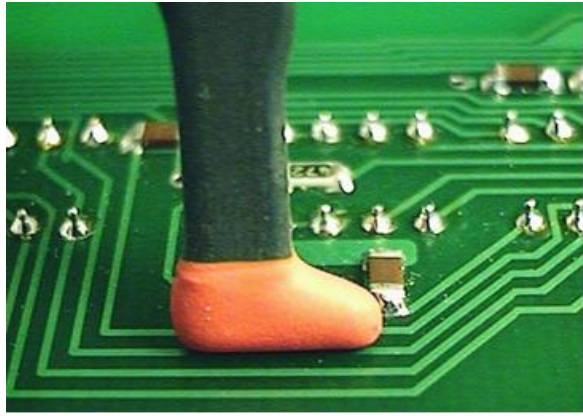
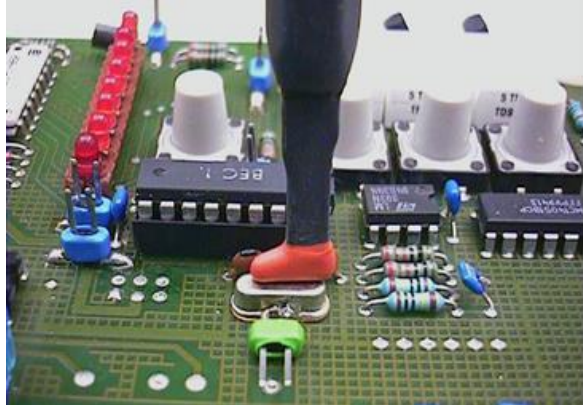
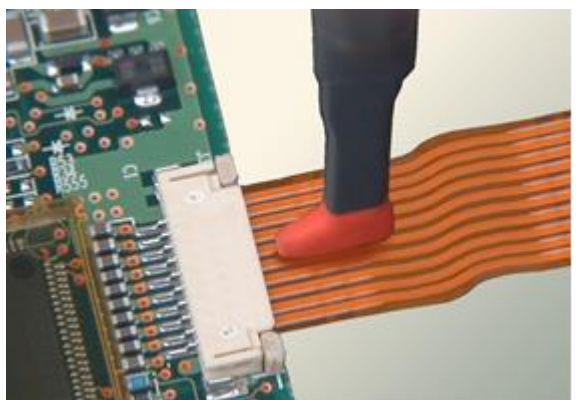
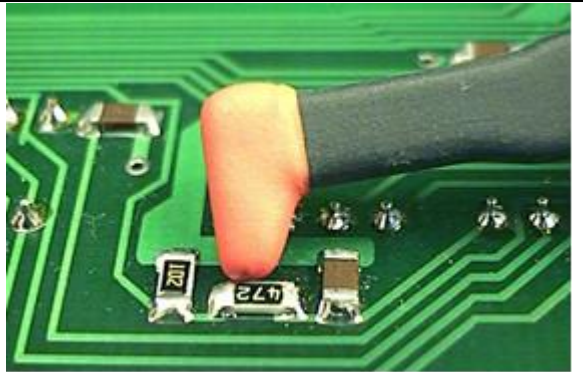
ES 00-02 电场源	使用说明
	ES 00 耦合电场到印刷电路板的信号线，来测试元件或信号线的敏感度。然后 ES 05D 电场源或 ES 08D 探头尖端可以用于选择各线或组件。



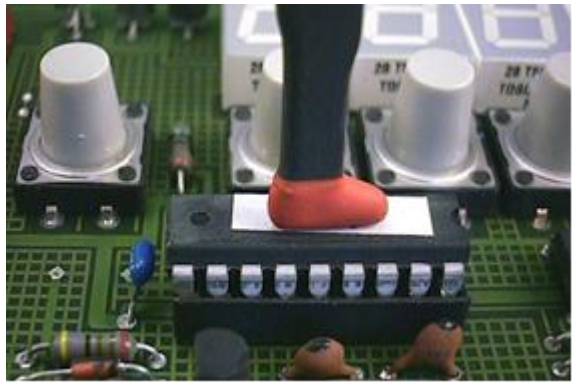
	ES 01 耦合电场到带状电缆的信号线，以发现受影响的信号线之一是否对电场敏感。然后在 ES 05D 电场探头用于各线的一个更精确的选择。
	ES 02 耦合电场到印刷电路板的接地系统。干扰电流耦合电容到印刷电路板。然后干扰电流可能会影响对磁场敏感的薄弱点。
	ES 02 耦合电场到导体段。将探头放在导体段的边缘有利于单独导体段的选择。由于电场源具有比 ES 05D 更长的边缘（耦合表面），这种方法相对于不敏感线是理想的。

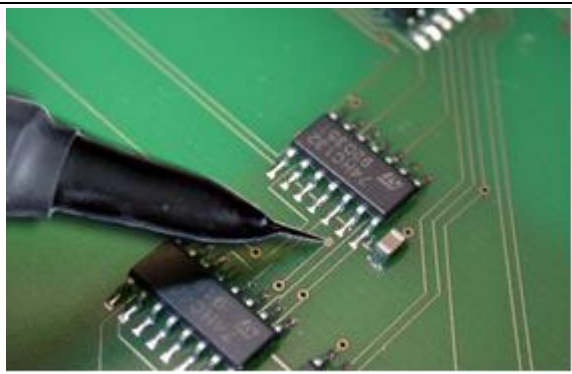
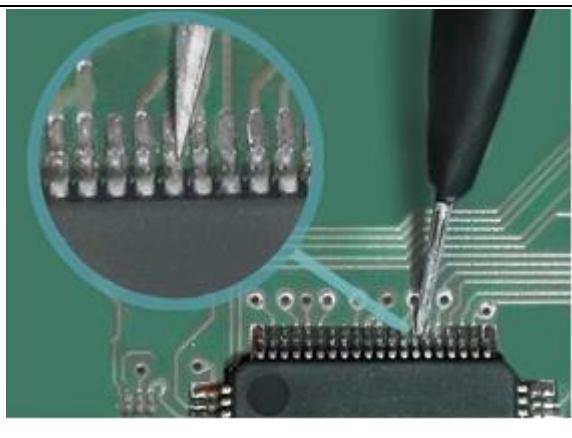
ES 02 电场源	使用说明
	ES 02 耦合电场到集成电路的外壳。电场源的尖端放置在集成电路外壳来检查个别区域。 这种方法也可用于其它部件（SMD 电阻）或导体段。



ES 05D 电场源	使用说明
	ES 05D 耦合电场到印刷电路板的导体段。如果导体段在束彼此非常接近，这可能无法准确找出究竟是哪个导体段是敏感的。因此，开发人员必须找到在布局中的一个点，在这其中导体段暴露或他不得不使用 ES 08D 探头尖端。
	ES 05D 耦合电场的石英晶体振荡器外壳，以测试相关联的集成电路连接的敏感度。根据集成电路的制造商，集成电路的石英晶体振荡器连接对电场是非常敏感的。
	ES 05D 耦合电场到一个带状电缆的中心，以测试它的敏感度。
	ES 05D 耦合电场到贴片电阻，以测试相关联的线路网络和集成电路输入的敏感度。上拉或下拉电阻通常带来较高的风险，因此应总被测试。



	ES 05D 耦合电场到集成电路的外壳，以测试集成电路的电场的敏感度。取决于制造商，集成电路可能对电场非常敏感。集成电路的振荡器组和锁相环组通常是电场敏感的。
---	--

ES 08D 电场源	使用说明
	ES 02 耦合电场到导体段，以检查相关联的集成电路是否发生故障。
	ES 08D 注入干扰电流到各个集成电路引脚。由于针状尖端所需的引脚可以准确地选择，以测试集成电路引脚是否受电容干扰电流的影响。各个集成电路引脚可以进行比较和评价。 （精确的抗干扰等级可用集成电路测试系统确定：www.langer-emv.de）

请参考第二章 2.2 的提示如何选择各个探头。

电场源的场强度可以在 SGZ 21 的“强度”控制器（图 2）进行调整。如果强度被设置得很高，场源的电场比强度设置为较低的值遍及模块更大的区域。测量过程必须用“强度”控制器进行调整，以精确找出小的敏感薄弱点。即使是非常小的敏感点也可以精确地定位。调整应该不足，脉冲形状拨动开关（图 2）可以切换到“宽脉冲”以便衰减干扰的影响。强度在必要时可能要稍微再次增强。



5.3 被测设备逻辑信号的监测

被测设备通常在测试过程中提供有关故障的信息。故障可能不足以评估内部干扰过程。模块特性逻辑信号必须被监测以获得更多关于被测设备的信息，例如复位，芯片选择，看门狗或任何其他关键信号。E1 通过尖峰电压和信号指示灯提供表示 SGZ 21 信号状态的可能性，并用计数器计数（图 2），使用光学探头，S21 传感器（第 0 节传感器）和光纤。

此外，脉冲密度法（第 3 节）可以用于监测在被测设备中抗干扰度的等级是否超出。

测试设置：

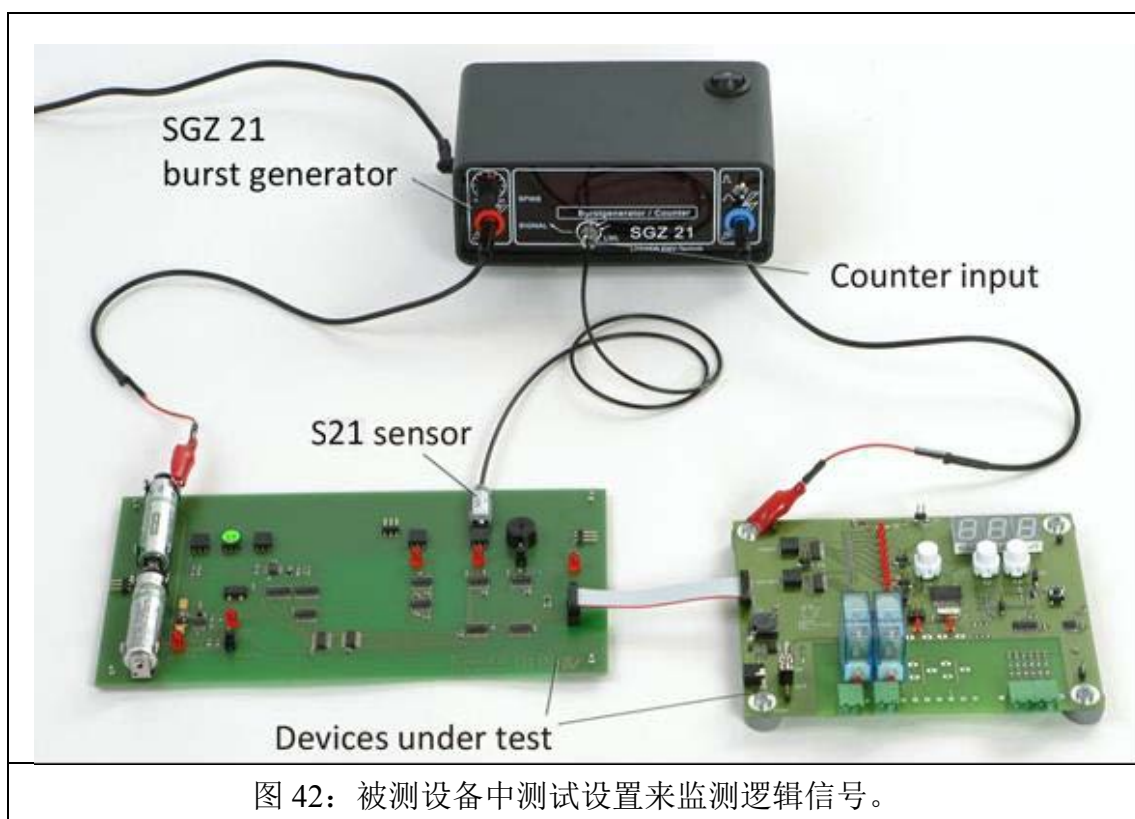


图 42：被测设备中测试设置来监测逻辑信号。

图 42 示出了测试设置下监测被测设备的逻辑信号。SGZ 21 发生器的输出端连接到模块。可以设置单极或两极连接。S21 传感器通过一个适配器插座和漆包铜线连接来被监测的信号。传感器的输出通过光纤连接到的 SGZ 21 “计数器的输入”（图 2）。

该适配器插座用强力胶粘到印刷电路板合适的位置上（图 43）。3 至 5 伏供



电，接地和信号连接到根据传感器分配（图 8）的适配器插座。电源可以从一个备用电容中分接。如果一个敏感信号必须被监测，S21 传感器可能需要被屏蔽。

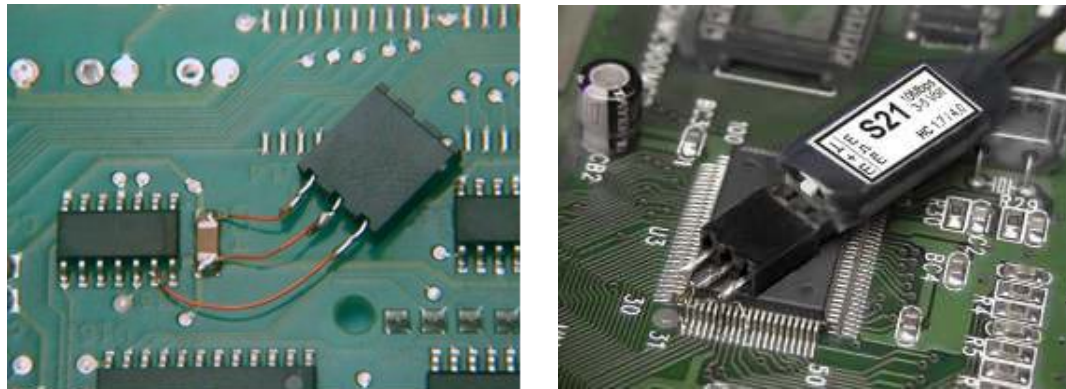


图 43：可以连接 S21 传感器的插座粘贴在印刷电路板。

5.3.1 使用脉冲密度法来评估抗干扰度等级

S21 传感器输入端有一个定义的抗干扰度等级。传感器连接到被测设备的一根线。这形成一个人工设备抗干扰度等级，如果超过，则通过光纤信号标记出来。

被测设备的线可能是原始导体段或制成已被插入用于此目的（第 3 章）的人工信号线。如果使用原始导体段，无信号或具有恒定频率的信号应该被分配到该导体段。这是必要的，以便能够区分由有用信号超调的抗干扰度等级的信号。

人工抗干扰度等级允许开发人员评估已采取滤波器，外壳或机械结构的 EMC 测试。例如，在机械结构中改变放电路径能使开发人员以确定此测试对整个装置的抗干扰度的影响。

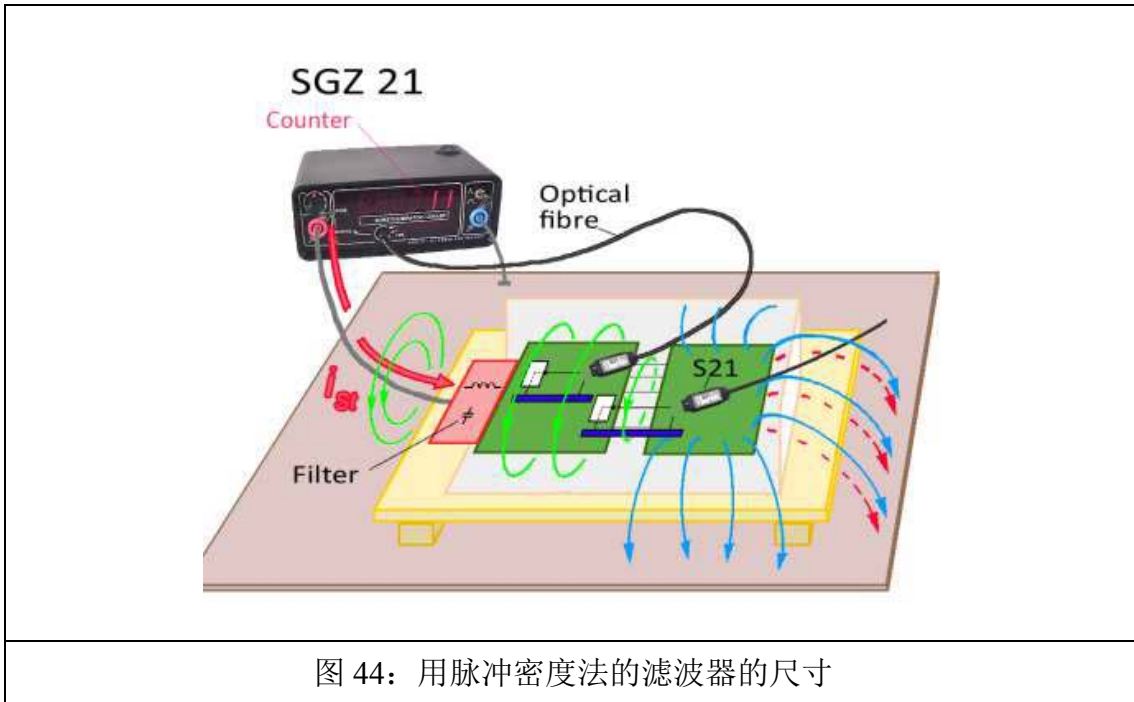


图 44：用脉冲密度法的滤波器的尺寸

滤波器的尺寸是脉冲密度法的典型使用（图 44）： SGZ 21 用于注入干扰电流到被测设备。S21 传感器与被测设备的线路建立一个抗干扰度等级，经由光纤每个超出等级时发送信号给 SGZ 21 的“计数器输入”。高值表示对干扰敏感的敏感线路。

图 44 中抗干扰设备的滤波器的改进效果可立即进行测试。恒定的测量和修改的过程将导致最佳滤波器的设计。

5.3.2 被测设备逻辑信号的监测

可以实现两种策略：

- 1) 如果出现故障，恒信号（复位）监测其变化。经由光纤变化传送到 SGZ 21，并由信号与尖峰电压指示灯指示。尖峰电压指示灯具有一直延伸即使是很短的脉冲陷阱，不可见光学信号到能够由人类（55 毫秒）被感知的信号长度。
- 2) S21 传感器监测序列周期（CE），它提供了计数器一个恒定数值。由于故障如果周期被干扰，数值变化。

在抗干扰度测试过程中发生在被测设备中的故障尽可能快速，清晰地被检测是很重要的。但是干扰从外部常常是不可见的，或更长的一段时间后。例如，当 LCD 模块仍然显示正确的数据，被测设备的处理器可能已经崩溃。如果复位信号已被监测，这个崩溃会被立即识别出来。



总线系统中的数据业务和/或在界面通常提供在被测设备工作状态的信息。用示波器或逻辑分析仪中准确分析的数据通常是太费时又费钱。一个快速的替代方法是用 SGZ 21 计数器监测数据流。当然，由于改变数据的内容和缺乏计数器和数据包之间的同步，不能总是在计数器上获得恒定的数值。但某些数值通常是分配给特定的工作状态。因此开发人员可以识别某些连续的数值，例如，当系统复位后启动时，他可以得出关于被测设备运行状态的各自电流的结论。

例如，在抗干扰度测试中，他可以看到干扰是否造成系统重启或数据异常频繁重发。

光学 OSE 系统允许被测设备脉冲群测试处理过程中更精确的检查。光学传感器的信号通过光纤传输到示波器。被测设备的信号可以精确地用示波器进行跟踪。OSE 系统的光接收器将光信号转换成电信号 (www.langer-emv.de)。

5.4 相关脉冲群磁场的测试

知道相关脉冲群磁场的分布这是好事，以便了解被测设备中的干扰机制。MS 02 磁场探头可以用来测试被测设备相关脉冲群磁场。磁场探头是通过光纤电隔离以防止与被测设备交互。光纤连接到 SGZ 21 的计数器。磁场探头的信号在脉冲密度法的基础上进行评估。计数器显示正比于所测磁场的数。

相关脉冲群磁场的测试允许开发人员来回答关键的问题，如：

- 被测设备哪里存在磁场？
- 被测设备干扰电流哪条路径？
- 通过输入和输出干扰电流是否进入集成电路？
- 如何有效的整合放电电容，它们应该有多大？
- 影响放电电流的屏蔽连接的长度如何？
- 等等

MS 02 磁场探头测试提供两个结果：磁场（脉冲计数）的绝对值和磁场（探头的位置）的方向（图 10 和图 11）。这给开发人员在被测设备的磁场一个清晰的思路，让他评估哪些结构是特别危险。

测试设置：



图 45 显示在被测设备中，相关脉冲群磁场的测试的设置。SGZ 21 发生器输出端连接到模块。可以设置单极或两极连接。光纤连接到磁场探头的后方。记住光纤通过发射器二极管的圆锥形插孔被插入。发射器二极管靠近探头的前端。光纤的另一端被连接到 SGZ 21 计数器输入端。

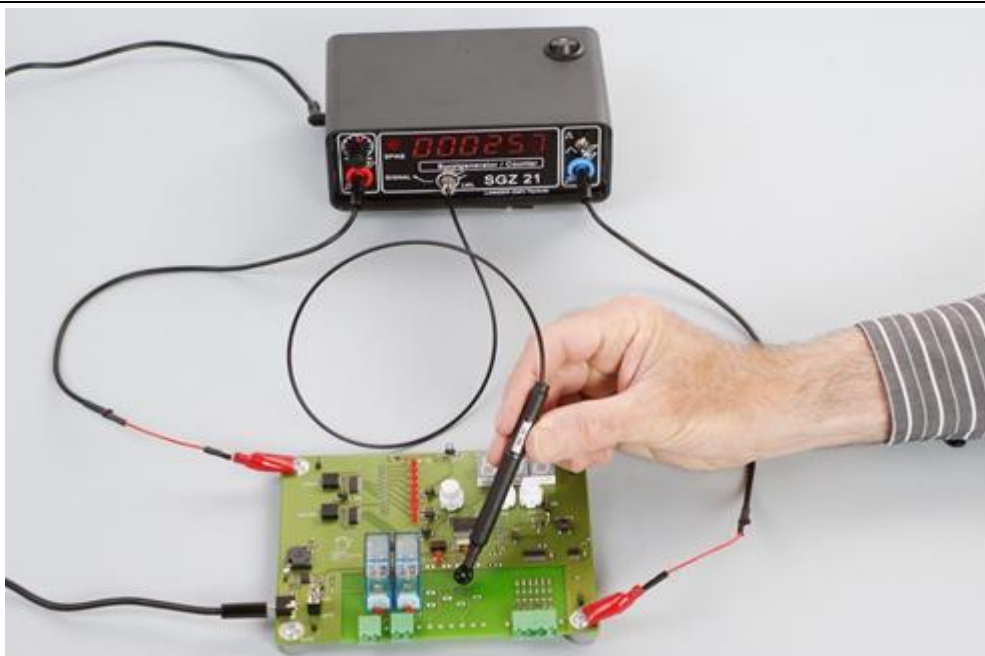


图 45：用 MS 02 磁场探头测试设置来测量磁场。

馈送到模块的干扰电流根据模块的金属系统分布。接地系统通常占金属系统的最大部分。这意味着，干扰电流将经由接地系统流动，相应的磁场取决于接地系统的形式。图 46 显示电流流动和相应的磁场。

如果接地系统不包括封闭的表面，而是由间隙分开，强磁场将在这些间隙中产生，位于那里的线路将有特别不利的影响。MS 02 磁场探头可用于搜索这些关键点。

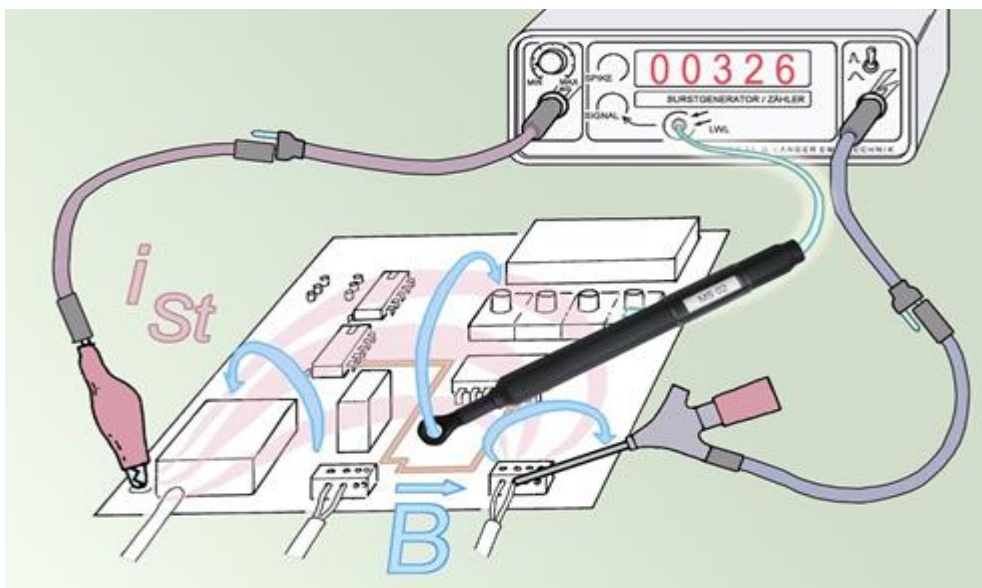


图 46：连接到 SGZ 21MS 02 磁场探头的工作原理。

6 安全守则

本产品符合欧盟以下指令的要求：2004/108/ EC（EMC 指令）和 2006/95/ EC（低电压指令）。

当使用从 LANGER EMV 技术公司的产品时，请遵守以下安全提示以保护自己免受电击或受伤的风险。阅读并遵守使用说明书，并在以后咨询中让他们保持一个安全的地方。该设备只能由谁有资格在 EMC 领域，谁是在合适的干扰电压的影响，（电和磁）脉冲群字段下工作的人员使用。

- 切勿使用任何损坏或有缺陷的设备。

使用兰格 EMV-Technik 股份有限公司产品的测量设置之前进行人工检查。在开始使用产品之前更换损坏连接的电缆。

- 切勿用兰格 EMV-Technik 股份有限公司产品无人值守而这是操作
- 兰格 EMV-Technik 股份有限公司产品只能用于其预期目的。禁止任何其他用途
- 注意在设置了使用的所有设备的操作和安全说明。
- 有心脏起搏器的人不得操作该设备。
- 该测试设置应该总是通过一个过滤的电源进行操作。



- **注意！操作 SGZ 21 时，尤其是在使用本手册中介绍的测试设置时，可能会出现功能性近场和干扰排放。用户负责采取措施以防止（尤其是通过干扰排放）外部运行的 EMC 环境的产品的正确功能的任何干扰。**

这可以通过以下方式实现：

- 遵守适当的安全距离
- 使用屏蔽或屏蔽室
- 如果它们的强度过高，被注入到各模块的干扰可能破坏被测设备（闭锁）。
通过以下方式来保护被测设备：
 - 逐渐增加干扰，当一个功能发生故障时停止
 - 中断在连锁的情况下的被测设备电源

注意！确保内部功能故障是在外部可见的。如果故障是不在外部可见的，由于注入强度的增加，被测设备可能会损坏。采取以下必要措施：

- 在被测设备中用光学传感器监测有代表性的信号
- 专用测试软件
- 被测设备的可见反应输入（被测设备的反应试验）

我们不能承担被测设备的任何损坏责任！

7 保证

在法定保修期内，由于有缺陷的材料或制造缺陷，兰格 EMV-Technik 股份有限公司将弥补任何故障，无论是维修或更换交付的。

本担保仅授予的条件：

-在用户手册中的信息和说明已经注意到。

保修将被剥夺，如果：

- 在产品上进行未经授权的维修，
- 该产品被修改，
- 该产品是根据其预期目的没有使用。



8 技术规格

SGZ 21 脉冲密度/群发生器:

-外形尺寸	x 宽 x 高:	(154x100x62)毫米
-脉冲参数	上升时间:	大约 2 纳秒
	尾时间:	大约 10 纳秒
	峰值:	大约 0 ...1500 V 均匀分布
	脉冲间隔:	大约 1 毫秒
	输出:	对称的, 电隔离
-触点间隙	机械火花间隙	
-计数器	显示:	6 位 (1 兆赫兹)
	峰值时间:	1 秒
-光输入	最大频率:	5 兆赫兹
	最小脉冲宽度:	100 纳秒
	光纤:	2.2 毫米塑料
-供电电源	12 伏; 200 毫安	
-标准作为 CE 标志测试的基础	排放:	EN 50 081-1 /-2
	抗干扰:	EN 50,082-1 /-2



图 47：E1 套件

9 供货范围

项目编号	名称	类型	参数	数量
01	脉冲密度/群发生器	SGZ 21		1
02	供电电源		12 伏，200 毫安	1
03	发生器电缆			2
04	250 毫米电缆	0.64 联轴器		2
05	鳄鱼夹			2
06	微型探针			3
07	光纤	直径 2.2 毫米	1 米	1
08	磁场源	BS 02		1
09	磁场源	BS 04DB		1
10	磁场源	BS 05DU		1
11	磁场源	BS 05D		1
12	电场源	ES 00		1



13	电场源	ES 01		1
14	电场源	ES 02		1
15	电场源	ES 05D		1
16	电场源	ES 08D		1
17	磁场探头	MS 02		1
18	传感器	S21		1
19	测试线，红色	7 厘米		2
20	测试线，黄色	12 厘米		2
23	适配器，3 极			6
24	漆包铜线	直径 0.2 毫米	卷轴	1
25	带状电缆，3 芯	150 毫米		1
26	用户手册			1
27	层压快速指南			1
28	E1 系统案例			1

10 可选组件

10.1 一套 S2 磁场探头

一套 S2 中的探头比 MS 02 具有一个显著更高的分辨率。还包括一个可用于不同的任务（图 49），诸如测量在集成电路和个别导体段（图 48）相关引脚的磁场和干扰电流的三个不同的可交换的探头。

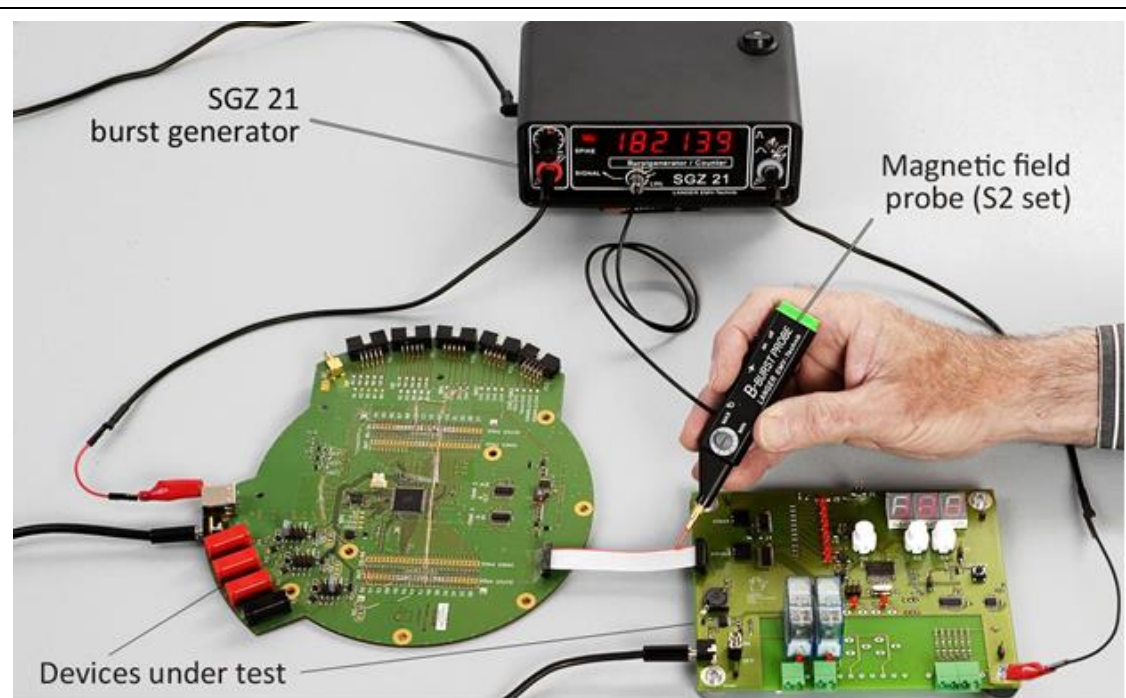


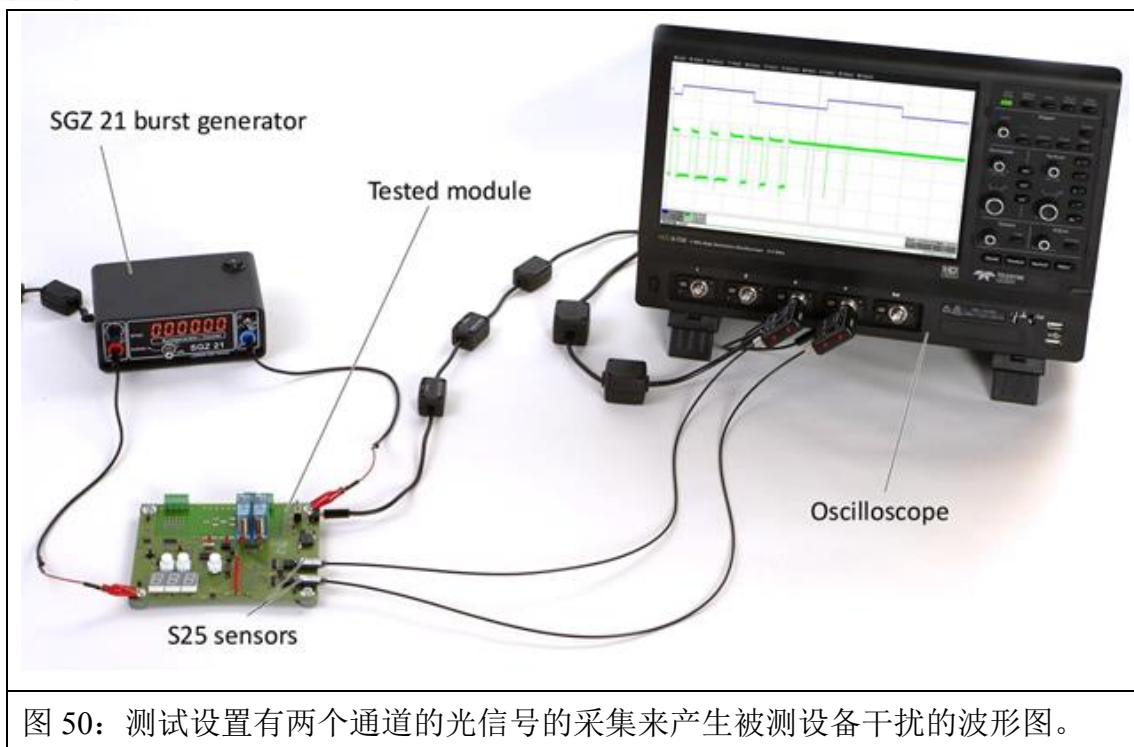
图 48：用 S2 中探头来测量带状电缆的各个内核的干扰电流。



图 49：用多变的头和 S2 的光纤的磁场探头。

10.2 数字或模拟光信号的传输

模拟和数字信号可以从被测设备传输到具有特殊光学传感器的示波器。这种传输是没有互动。这些系统的优点是被测设备的信号可以在干扰的影响下（图 50），示波器被记录。



没有兰格 EMV-Technik 股份有限公司的书面许可，该文件不得复制，转载或电子方式处理，无论是其全部或部分。兰格 EMV-Technik 股份有限公司的管理层否则可能使用此打印的信息出现损坏不承担责任。

 北京海洋兴业科技股份有限公司

北京市西三旗东黄平路 19 号龙旗广场 4 号楼(E座)906 室

电 话: 010-62176775 62178811 62176785

企业 QQ: 800057747

企业官网: www.hxyxyq.com

邮编: 100096

传真: 010-62176619

邮箱: info.oi@oitek.com.cn

购线网: www.gooxian.net



扫描二维码关注我们
查找微信企业号: 海洋仪器