Rav 1.0
2025.11.05

TBL5063-3　50uH　9KHz-30MHz 63A　LISN 三相线性网络

说明书

概述

TBL5063-3 是一种线路阻抗稳定网络，用于根据 CISPR 16-1-2 标准测量 9 kHz 至 30MHz 范围内的线路传导干扰。该设备设计用于测试电源电压高达 690V/400V 和 63A 的三相交流供电设备。可以在每相和中性导体上测量传导噪声。TBL5063-3 为每个相位和中性线提供独立的 RF 输出，因此可以与 TBLM1 结合使用，以将发射分为共模和差模分量。该 LISN 配备 63A CEE 标准插座。

TBL5063-3 不提供内置限幅器/衰减器，测试连接频谱仪或接收机时，使用外带的一个 9KHz 高通滤波器.

为了防止致命电击的危险，操作员有责任确保采取符合 IEC 60364-4-41 和 IEC 60364-5-54 的保护措施，并遵守本手册的所有安全相关信息。

应用

- 传导骚扰测试

技术指标

频率范围	9KHz-30MHz
阻抗	50 Ω ‖ (50 µH + 5 Ω)
仿真手	220 pF + 511 Ω
可切换PE	50 Ω ‖ 50 µH
最大电流	63A @23℃ @ 每相和中相
测量连接器	50Ω，BNC
其他	250uH前置过滤器
	每条线线和中性线的独立射频输出 （4个输出）
	空心电感
线电压	最大690V/400V AC（50/60Hz）
三相 DUT插座	CEE/IEC60309，3L+N+PE，63A，母头
电源连接器	CEE/IEC60309 3L+N+PE，63A，公头
限幅器	外置9KHz高通滤波器，N型接口
工作温度范围	+5°C ... + 40°C; 5% to 80% RH
尺寸	970×500×300 mm
重量	约51 kg
质保	1年

安全

交流 LISN（线性阻抗稳定网络）存在接地泄露高电流及其潜在的致命电压，操作LISN需要接受相关培训且合格后方可操作.

请仔细阅读本手册，确保了解 LISN 的正确操作。确保传导噪音符合测试设备设置正确，必要的可靠连接接地，以避免致命电击的风险。在进行任何其他电气连接之前，接地端必须牢固地连接现场可用的接地保护端，在主电源与LISN设置断开之前，不得断开接地保护。

始终仅通过隔离变压器提供LISN供电。

始终将LISN与频谱分析仪/EMI接收器输入端之间带9kHz高通滤波器（限幅器）一起使用。

采取预防措施，例如在连接频谱分析仪之前验证RF输出处的信号幅度，使用衰减器或限制器，以防止损坏EMI测试接收机或频谱分析仪。

请勿打开TBL5063-3机壳，对内部电气进行任何修改和操作，如进行了任何修改操作，我们不承担因修改操作带来的不良后果.

TBL5063-3人工电源网络长时间处于最大电流工作时，请勿接触仪器外壳，外壳温度有可能升高至50℃，传导干扰测量完成后请及时关闭设备，避免不必要的损耗。

1 介绍

1.1 传导骚扰的一致性预测试

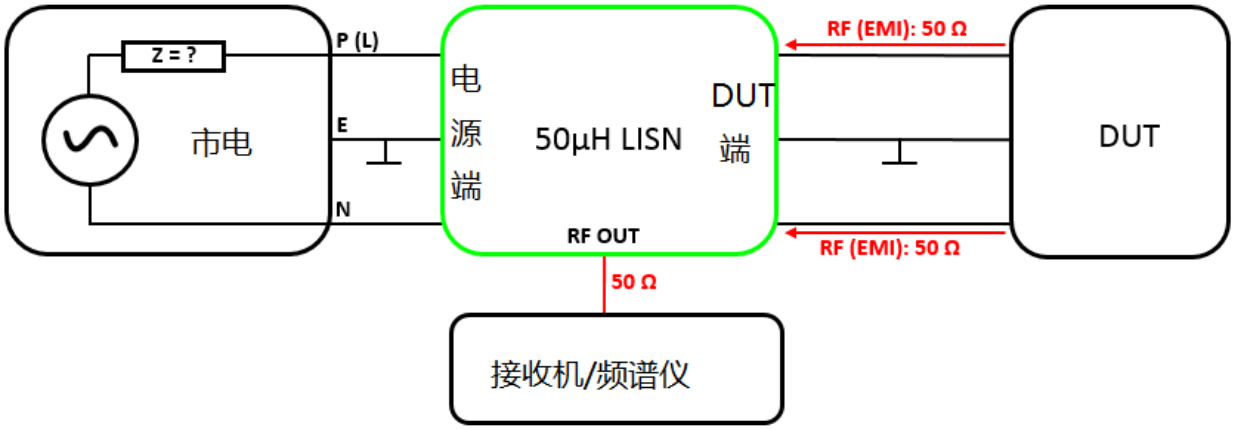
交流电源供电的产品完成认证符合性测量需要很多测试设备，如电波暗室或屏蔽室、符合CISPR 16要求的测量接收机、50μH LISN（线性阻抗稳定网络/人工电源网络）和隔离变压器、符合规范的测试平台等等，众多设备的投入确保测量准确性和重复性。

一致性预测试测量是在以完全认证符合性测试成本的一小部分，非常接近被测设备的EMC性能。测量接收机可由具有适当灵敏度、带宽和检波器的频谱分析仪代替。价格合理且具有EMI滤波器和准峰值检波器的频谱分析仪，加上Tekbox的测试附件，使得任何开发电子产品的公司都负担得起EMC预测试的仪器成本。

在去电波暗室进行认证符合性测试之前，预测试可以有效的消除电子产品的不确定性。几乎没有任何东西能像EMC预测试设备那样快速地为您带来投资回报。

1.2 线性阻抗稳定网络

LISN是一种插入电源和DUT（被测器件）电源端子之间的器件。它为DUT供电并通过被测器件的供电电缆的发射提供了定义的阻抗。射频发射的阻抗为50Ω‖50μH+5Ω，在指定频率范围内大部分产生50Ω。只有在其带宽的下边缘，阻抗才会降低。LISN的阻抗曲线在EMC测试标准（如CISPR 16-1-2）中有所规定。DUT端子处的发射具有规定的阻抗，可消除电源阻抗的任何影响。因此，噪声频谱的测量幅值变得与电源特性无关：



LISN　阻抗

此外，AC LISN可衰减来自接收机/频谱仪和DUT的输入电源的噪声。有关详细信息，请参阅LISN概述文档，该文档可从ocetest.com网站下载。

1.3 RF输出

TBL5063-3为L1、L2、L3及中性线分别提供独立的射频输出端口。因此，对于**星形（Y形）**接法的受试设备，完整的传导发射测量需进行**四次独立测量**；对于三角形（Delta形）接法的受试设备，则需进行**三次独立测量**。在对四条路径中的任意一条进行传导发射测量时，其余三个未使用的射频输出端必须接50欧姆负载。

由于TBL5063-3为每条路径提供独立输出，可连接TBLM2 LISN伴侣，将输出信号分解为共模和差模分量。请注

意：共模/差模测量仅能在两条线路之间进行。完整的共模/差模测量需执行十二组独立测量，包括L1-L2、L1-L3、L2-L3、L1-N、L2-N及L3-N之间的共模与差模测量。

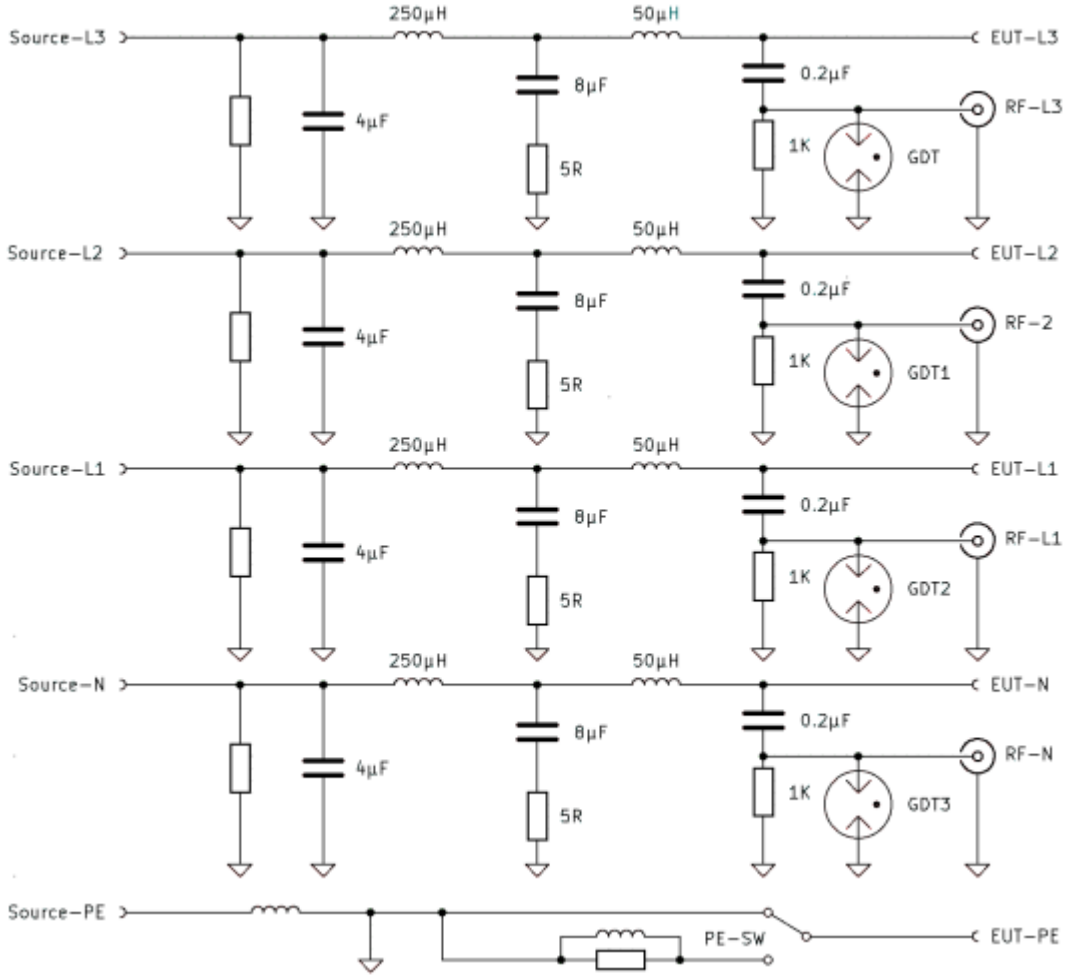
TBL5063-3的射频通道未内置衰减器/滤波器/限幅器。除非使用能保持直流至高频50欧姆阻抗的外部衰减器，或使用如TBFL1等外部衰减器/限幅器/滤波器，否则必须将随附的TBHPF1-9kHz高通滤波器连接至频谱分析仪/测量接收机的射频输入端。

需采取防护措施，例如在连接频谱分析仪前验证射频输出端的信号幅度，或使用衰减器/限幅器（如TBFL1），以防止测试接收机或频谱分析仪受损。

警告：在受试设备通电或断电时，务必断开频谱分析仪的射频输入连接。若受试设备在运行中切换感性负载，或对其特性存在任何不确定性时，请使用衰减器/限幅器。确认频谱分析仪未过驱后，方可移除或减小外部衰减。

1.4 示意图

下面的示意图简化显示了TBL5063-3 AC LISN的基本拓扑结构和主要组件的值。它由四个相同的LISN路径组成。

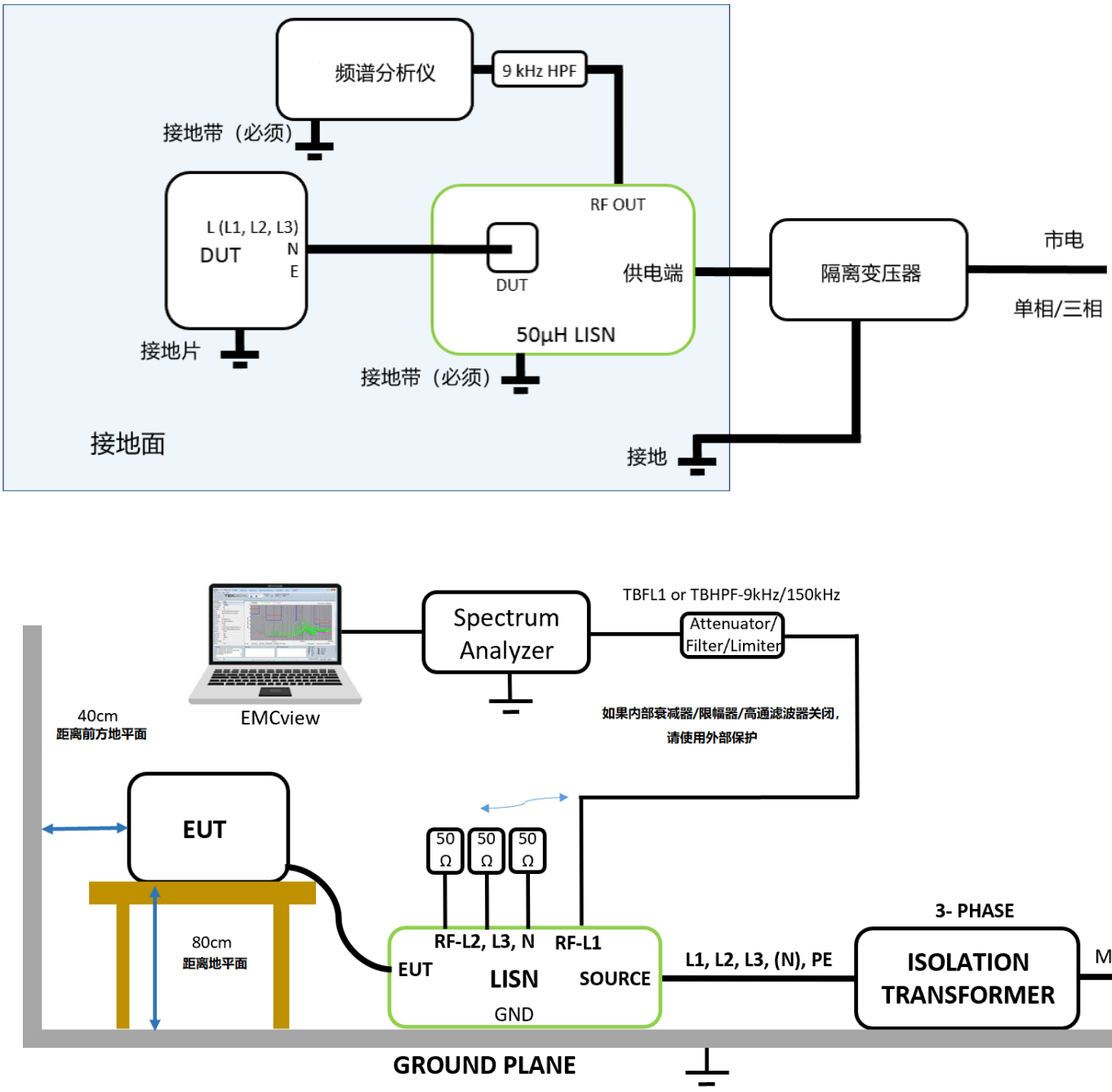


简化示意图

注意高电容值，在50Hz/60Hz线路电压下会导致相当大的漏电流。直接连接到电源插座会导致接地故障开关跳闸。请参阅下一章，了解如何在标准实验室环境中设置AC LISN。

1.5 搭建传导骚扰测试实验室

- 始终参考产品适用标准中规定的设置，如果无法在可用的实验室环境中实施，请参阅以下设置。
- DUT应与接地平面隔离并升高，频谱分析仪应测量线路和中性输出上的传导发射。
- 电容器并联组合的值从每条线路到中性点到地为12μF，这会导致大约0.75A的电流流入接地连接，并会使接地故障（开关跳闸）。因此，任何受到漏电流装置或接地故障（漏电）断路器保护的电源都需要绝缘变压器，良好的接地对安全至关重要。
- 以下设置仅供参考。有关设置和传导骚扰限值的详细信息，请参阅相关适用标准或LISN概述文件中的示例，可从我们的网站下载。



传导预测试设置

安全：确保所有所需的接地连接可靠连接，并且隔离变压器能够提供所需的负载电流。

1.6 地面

任所有电压测量都必须以一个公共电路节点为基准，该节点可视为“零伏”参考点。为提供射频测量所需的低阻抗零伏参考，必须配置金属板作为接地平面。设备与接地平面之间的所有接地带应尽可能短，并用螺丝紧固。关于接地平面尺寸、设备布局及互连电缆排布的具体要求，详见相关适用标准。

在预合规测试配置中，根据经验法则，接地平面尺寸应足以容纳所有相关设备，且每边至少超出设备边界10厘米。标准合规配置需使用屏蔽室：LISN置于地面（接地平面），受试设备置于80厘米高的木制测试台上，并与前方墙面（接地平面）保持40厘米间距。

2 TBL5063-3规格

2.1 一致性

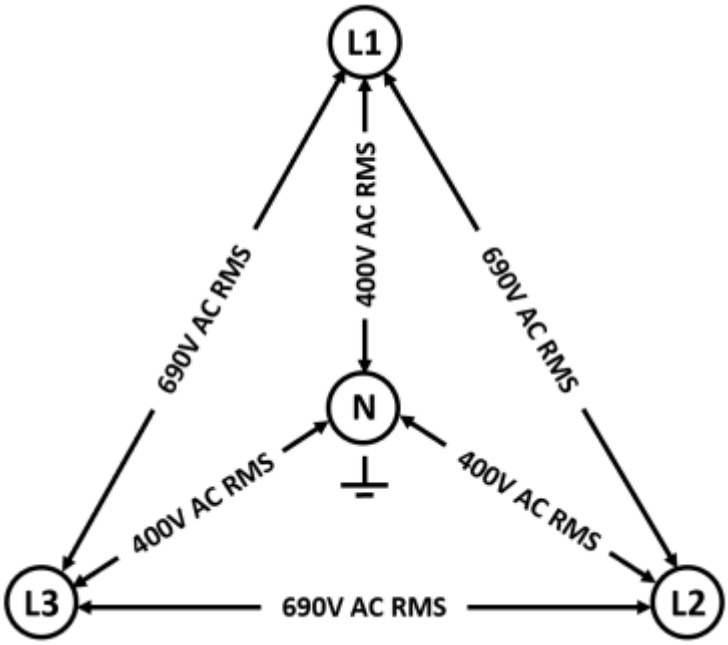
- TBL5063-3符合CISPR 16-1-2。
- 根据符合CISPR 16-1-2标准的设计和设置规范，TBL5063-3 V-LISN具有高接地泄漏电流和非标准隔离，因此无法满足EN 61010-1的安全要求。
- 此外，CISPR 16-1-2规定了线路1/2/3和中性点对地（PE）电容器的高电容值。这些电容值在Y2额定值中是不可商购的，并且使用具有适当额定电压的AC额定电容器来实现。
- 为了防止致命电击的危险，操作员负责确保符合IEC 60364-4-41和IEC 60364-5-54的保护措施，并遵守本手册的所有安全相关信息。

2.2 安全

为了确保安全操作，用户必须遵守本手册的所有安全相关信息。所有外壳部件均与电源电缆的接地导体、DUT插座、黄色香蕉插座以及外壳的接地母线连接。不允许对TBL5063-3进行任何修改或操作。TBL5032-2只能由合格的实验室人员操作。

2.3 规格

- 频率范围　9KHz-30MHz
- 阻抗　50 Ω ‖ (50 µH + 5 Ω)
- 仿真手　220 pF + 511 Ω
- 可切换PE　50 Ω ‖ 50 µH
- 最大电流　63A @23℃ @ 每相和中相
- 测量连接器　50Ω，BNC
- 其他　250uH前置过滤器
  - 每条线线和中性线的独立射频输出　（4个输出）
  - 空心电感
- 线电压　最大690V/400V AC（50/60Hz）
- 尺寸　970×500×300 mm
- 重量　约51 kg

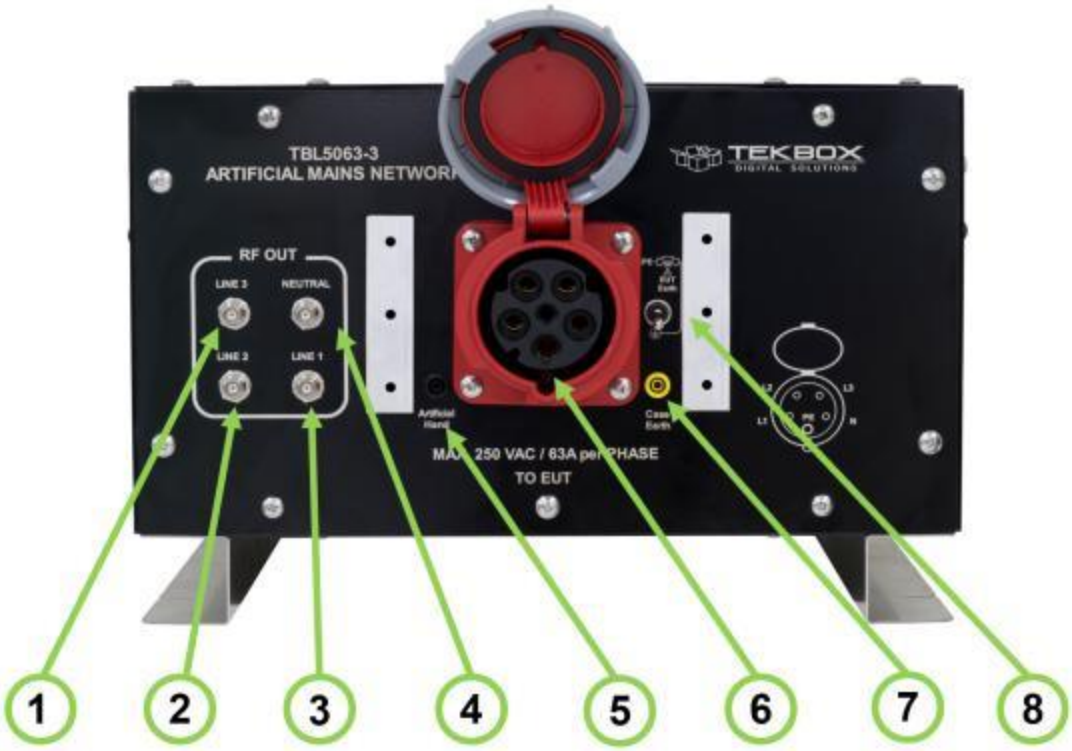


2.4 电源电压

TBL5063-3不需要任何特定的电压设置。它可以在不超过690V/400V、50Hz/60Hz的任何电源电压下工作。

同时，也适用于直流供电模式。

2.5 前面板



① 线路 3 BNC RF输出 ② 线路 2 BNC RF输出 ③ 线路 1 BNC RF输出 ④ 中性 BNC RF输出

⑤ 人工手连接器 安全香蕉插头 ⑥ 三相DUT插座 IEC60309标准，3L+N+PE，63A

⑦ 辅助外壳接地连接器，安全香蕉插孔

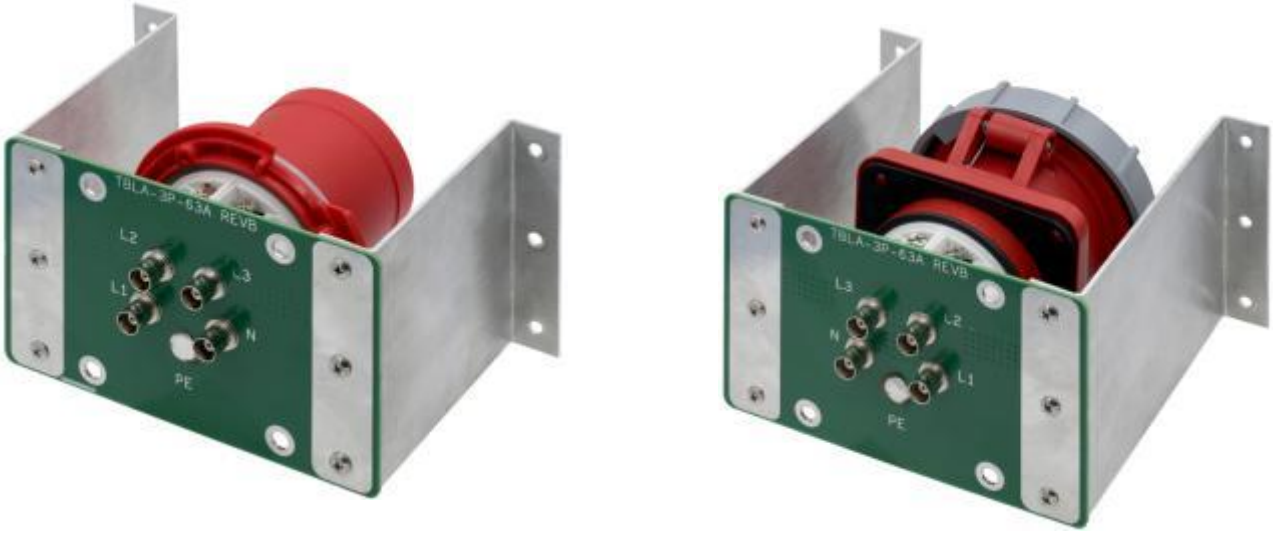
⑧ 保受试设备接地切换开关，可选择直接连接至外壳接地，或通过50μH‖50欧姆连接（模拟延长线/电缆卷盘）

2.6 后面板

⑨ 三相电源（输入）插座，IEC60309标准，3L+N+PE，63A，公头；针脚定义请参照后面板图示。

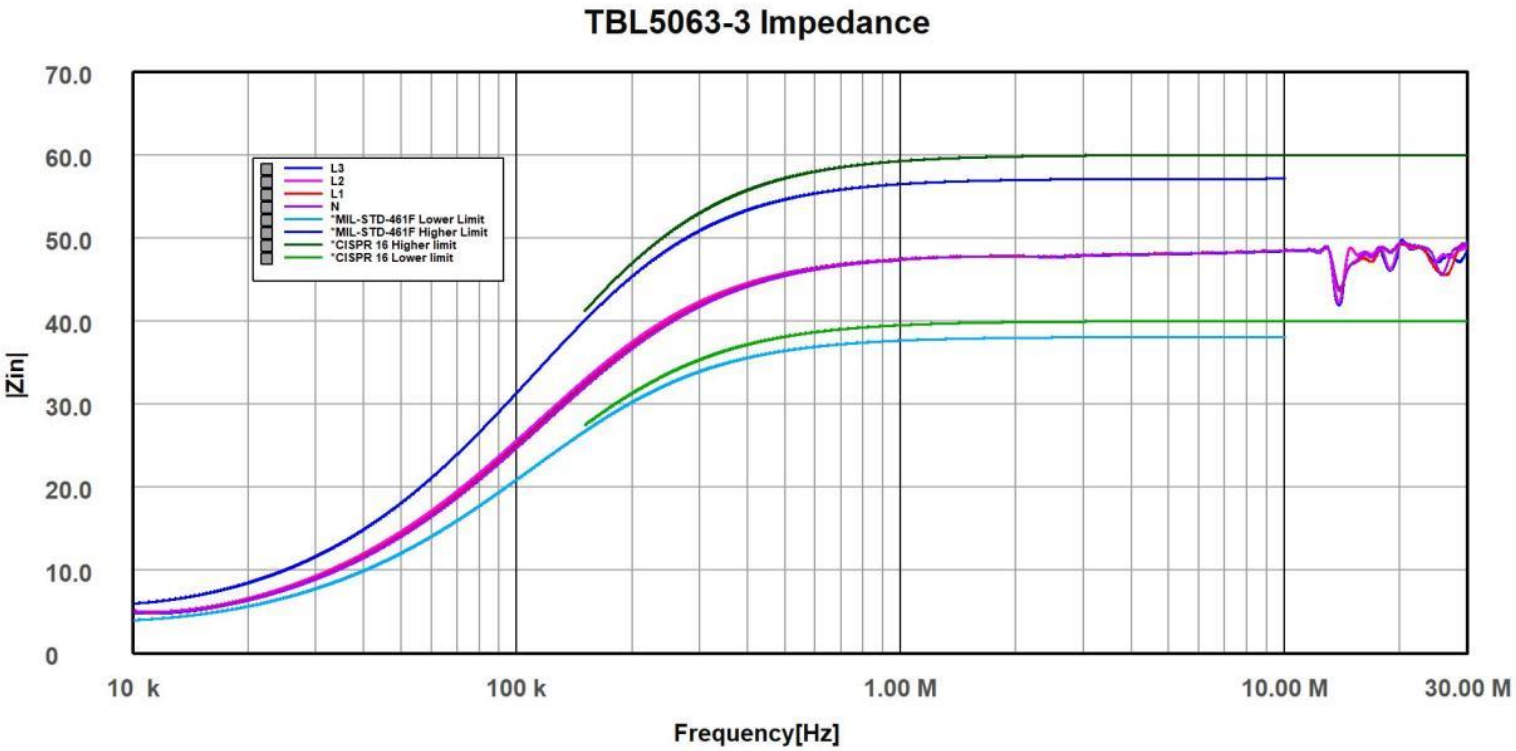
2.7 同轴校准适配器套装

提供同轴适配器作为选配件，用于校准目的及使用梳状发生器进行完整性检查等



适用于前后端插口的TBLA-3P-63A同轴适配器套装

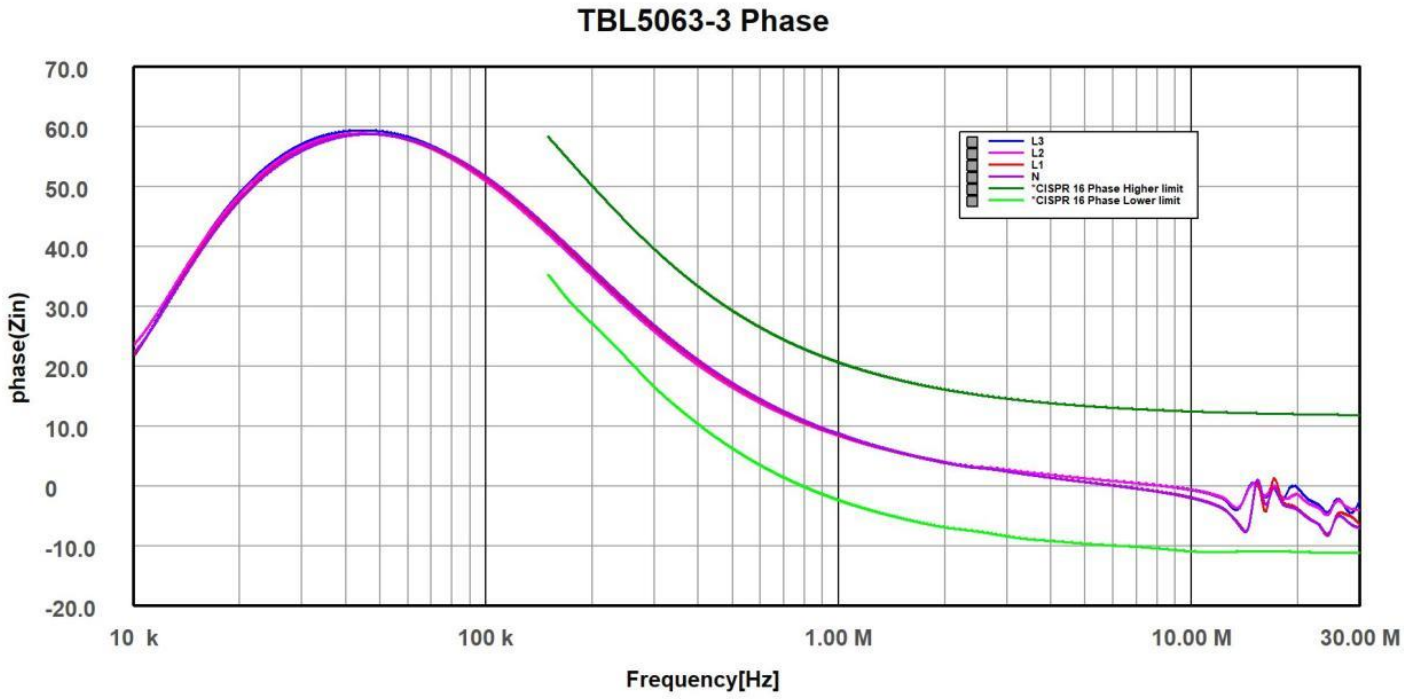
2.8 阻抗



根据CISPR 16-1-2，DUT端子、限制线处的阻抗与频率

- 带50欧姆终接的BNC连接器

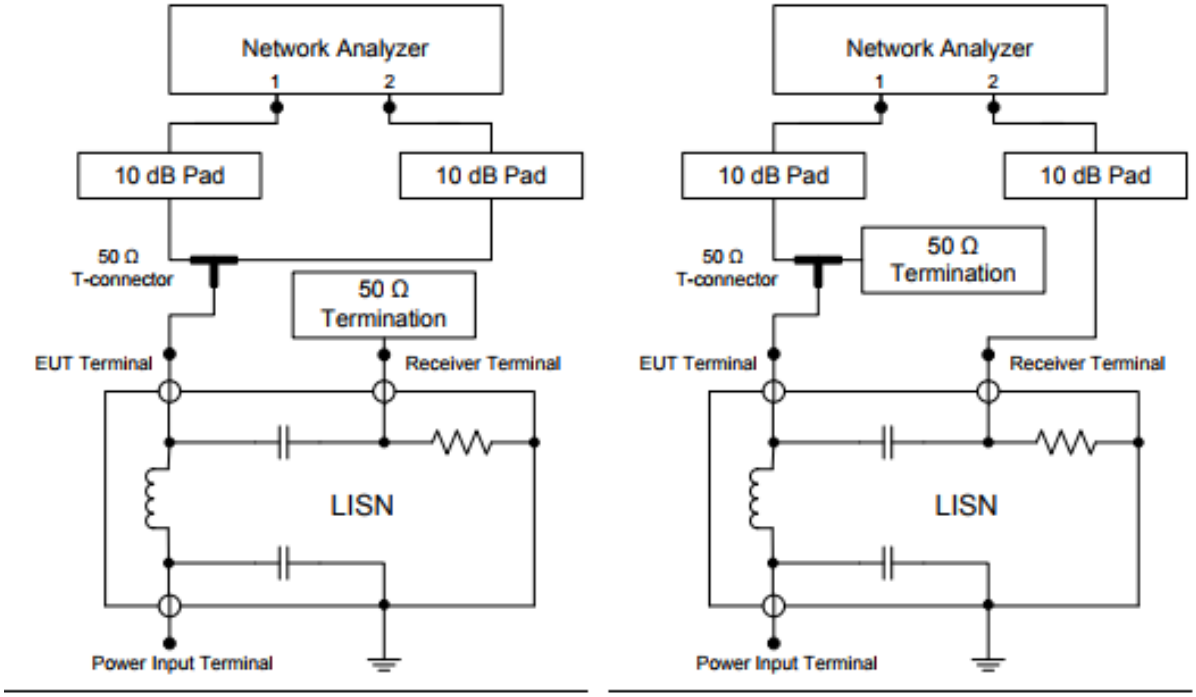
2.9 相位



CISPR 16-1-2规定的DUT终端、限制线的相位角与频率

- 带50欧姆终接的BNC连接器

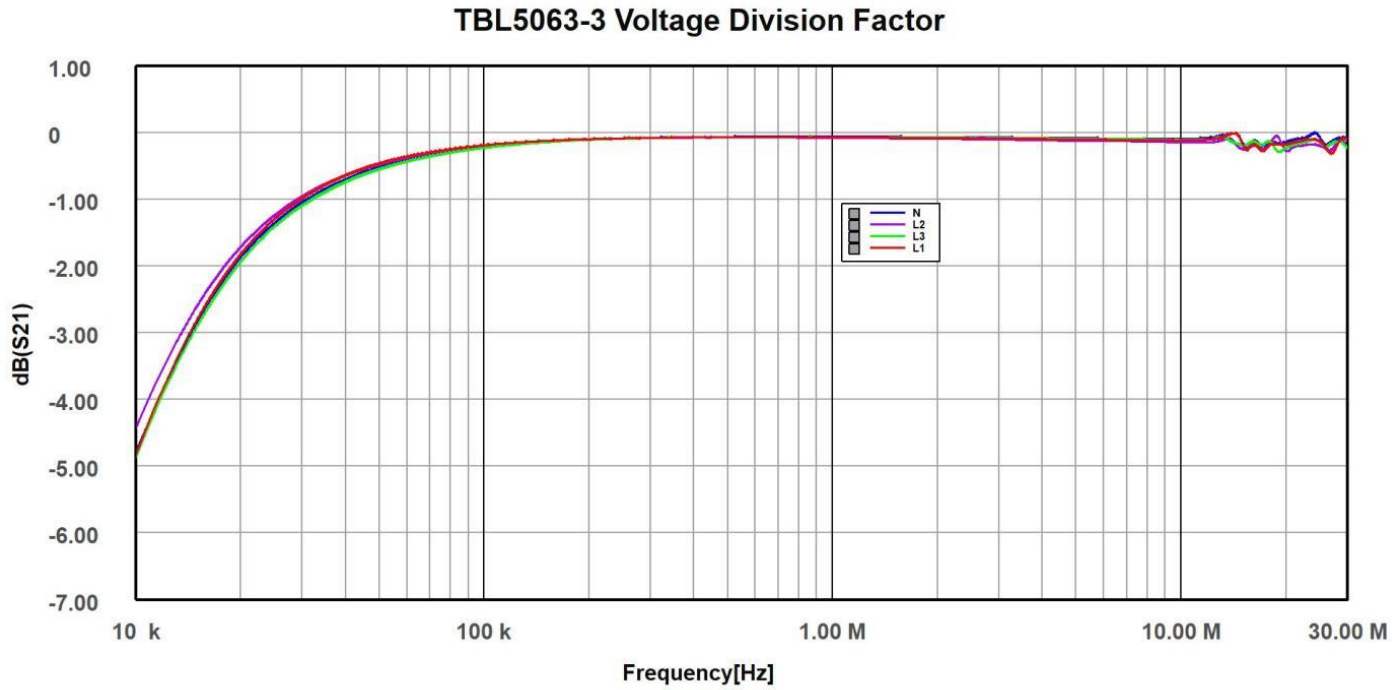
2.10 根据CISPR 16-1-2附录A8的校准数据



Reference measurement setup using network analyzer.

Transmission measurement setup using network analyzer.

根据CISPR 16-1-2附录A.8设置的校准



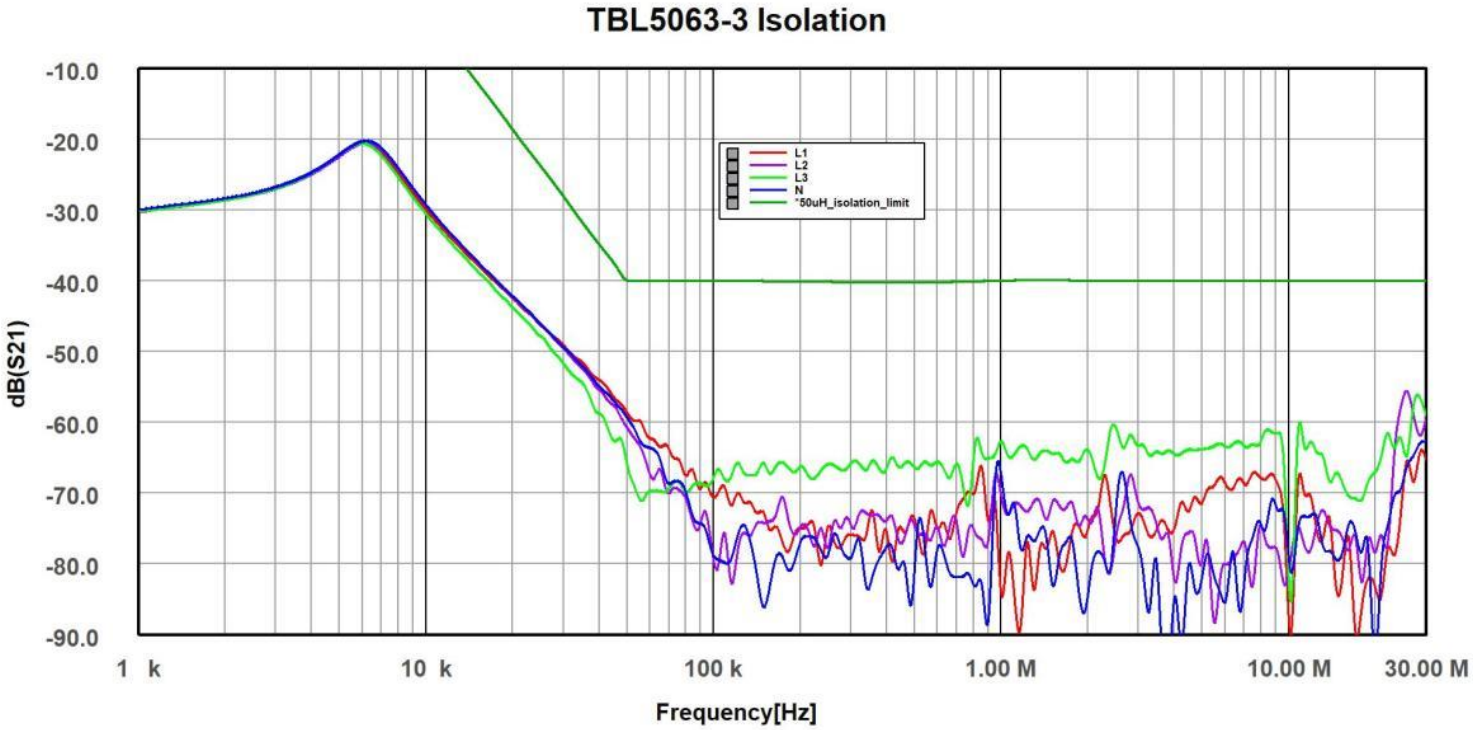
分压比随频率变化关系

频率[MHz]	典型分压比 [dB], L3	典型分压比 [dB], L2	典型分压比 [dB], L1	典型分压比 [dB], N
0.009	-5,49	-5,04	-5,48	-5,38
0.01	-4,88	-4,44	-4,84	-4,79
0.015	-2,91	-2,60	-2,80	-2,84
0.02	-1,94	-1,72	-1,83	-1,87
0.025	-1,41	-1,25	-1,30	-1,36
0.05	-0,55	-0,48	-0,47	-0,53
0.075	-0,33	-0,29	-0,27	-0,31
0.1	-0,23	-0,21	-0,19	-0,22
0.125	-0,18	-0,16	-0,15	-0,17
0.15	-0,14	-0,13	-0,12	-0,14
0.175	-0,12	-0,12	-0,11	-0,12
0.2	-0,11	-0,11	-0,10	-0,11
0.3	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
0.4	-0,07	-0,08	-0,07	-0,07
0,5	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
0.6	-0,07	-0,07	-0,07	-0,06
0.7	-0,06	-0,07	-0,07	-0,06
0.8	-0,07	-0,08	-0,07	-0,06
0.9	-0,07	-0,08	-0,07	-0,06
1	-0,07	-0,08	-0,07	-0,06
2	-0,07	-0,09	-0,08	-0,07
3	-0,08	-0,11	-0,09	-0,07
4	-0,09	-0,11	-0,10	-0,08
5	-0,09	-0,12	-0,10	-0,08
6	-0,09	-0,13	-0,11	-0,09
7	-0,09	-0,13	-0,11	-0,09
8	-0,10	-0,14	-0,12	-0,09
9	-0,10	-0,14	-0,12	-0,09
10	-0,11	-0,15	-0,12	-0,09
11	-0,11	-0,15	-0,12	-0,09

12	-0,10	-0,15	-0,10	-0,08
13	-0,07	-0,12	-0,08	-0,05
14	-0,14	-0,12	-0,02	-0,02
15	-0,19	-0,25	-0,18	-0,15
16	-0,14	-0,20	-0,19	-0,15
17	-0,19	-0,24	-0,28	-0,20
18	-0,14	-0,17	-0,19	-0,15
19	-0,29	-0,07	-0,18	-0,16
20	-0,23	-0,28	-0,18	-0,14
21	-0,19	-0,22	-0,15	-0,11
22	-0,16	-0,20	-0,13	-0,09
23	-0,14	-0,18	-0,11	-0,07
24	-0,10	-0,18	-0,10	-0,01
25	-0,15	-0,20	-0,14	-0,08
26	-0,21	-0,24	-0,23	-0,18
27	-0,17	-0,26	-0,32	-0,14
28	-0,13	-0,16	-0,21	-0,10
29	-0,16	-0,13	-0,10	-0,08
30	-0,23	-0,24	-0,11	-0,07

TBL5063-3分压比，典型校准数据

2.11 隔离

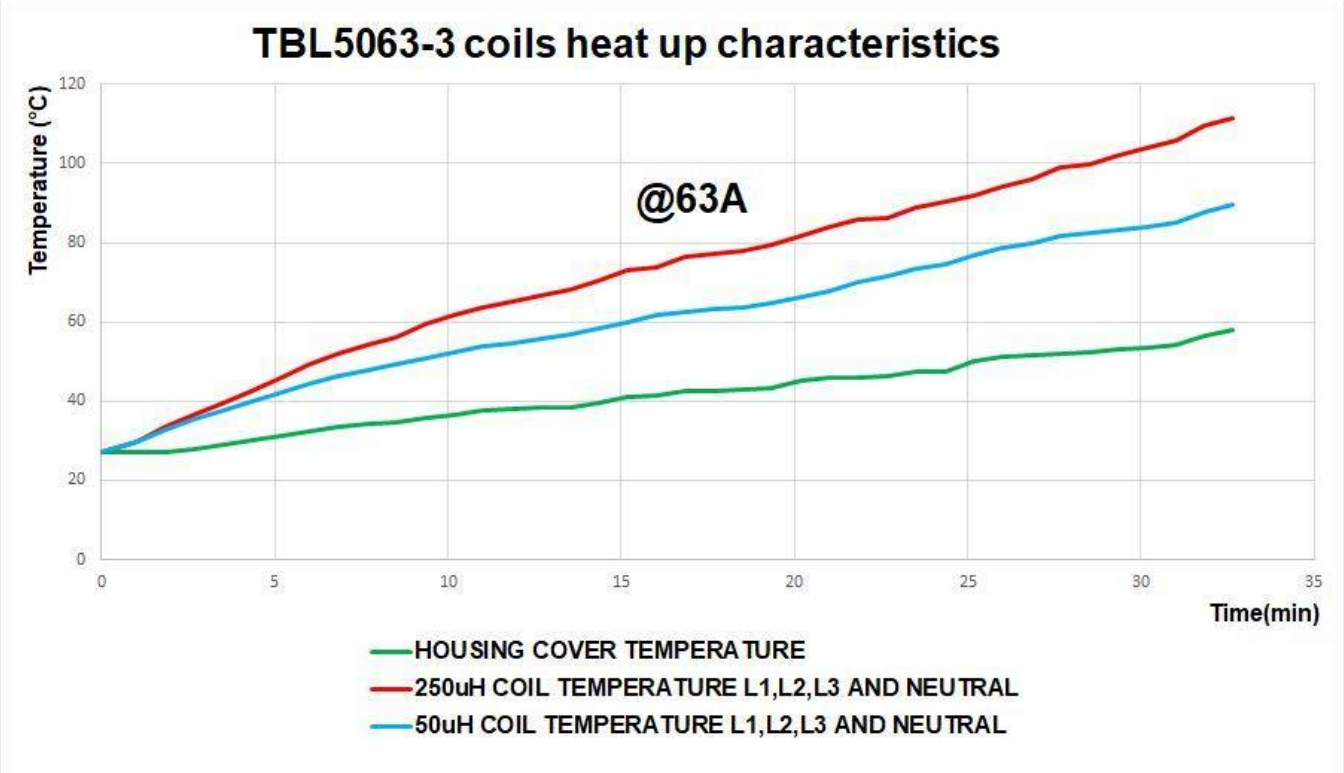


LISN隔离，源到射频输出，符合CISPR 16-1-2的限制线

测量电源（源）连接器和射频端口之间的隔离度，DUT端口端接50欧姆

2.12 热特性

长时间以最大电流操作LISN时，请避免触碰外壳。典型传导噪声测量中每条线路耗时不超过10分钟。测量结束后请关闭受试设备以避免不必要的功耗。当每条线路电流接近63A且需同时测量时，请将测量时间限制在30分钟内，并在执行后续测量前让设备充分冷却。



25°C环境温度下63A DUT电流下的线圈和外壳温度

3 频谱分析仪/EMI接收机射频输入保护

TBL5063-3不具备对残余50Hz交流电、瞬态信号及过量噪声幅值的抑制功能。所有四条射频通道均受50V气体放电管保护。

为抑制射频输出端的残余50Hz交流电，除非使用外部衰减器或诸如TBFL1之类的外部复合衰减器/滤波器/限幅器，否则必须始终将随附的外部TBHPF1-9kHz高通滤波器连接到所用频谱分析仪/EMI接收机的射频输入端。强烈建议在LISN射频输出端采用10dB衰减器串联高通滤波器的组合方案。更多详情请参阅可从我们网站下载的TBHPF1-9kHz数据手册。

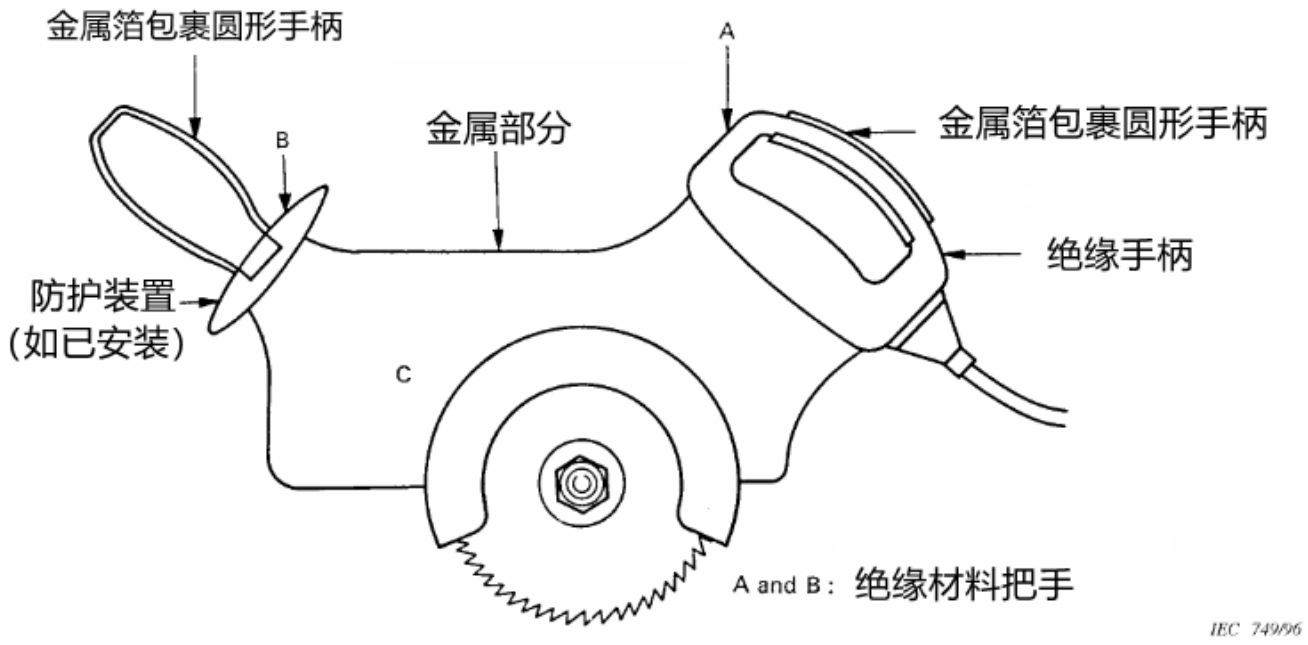
建议在频谱分析仪射频输入端额外配置复合衰减器/高通滤波器/限幅器进行保护。同时请注意，9kHz高通滤波器采用带铁氧体磁芯的电感器构建，在9kHz以下阻带范围内若出现过高的噪声电平可能导致磁芯饱和。若存在疑虑，请在高通滤波器前使用外部衰减器以防止非线性失真。

我们提供一系列适用的衰减器及型号为TBFL1的复合衰减器/滤波器/限幅器。

4 模拟人手

对握持式设备进行传导噪声测量时，人工手网络用于模拟人手对设备的影响。此类设备的典型示例包括电动工具、电吹风、厨房用具及类似设备。

操作设备时人手接触的绝缘外壳部分需覆盖金属箔，并连接至人工手接口。



CISPR 16的示例，带人工手的便携式电锯

5 操作检查

- 按图3所示配置隔离变压器、TBL5063-3、受试设备及频谱分析仪
- 隔离变压器通电前，检测各设备机箱与接地平面之间的连通性
- 确认隔离变压器电源线、LISN电源线、频谱分析仪电源线及受试设备电源线（若适用）均包含接地导线
- 确保射频电缆尚未连接
- 确保保护接地开关处于直接接地位置
- 确保频谱分析仪射频输入端已连接10dB衰减器+高通滤波器，或复合限幅器/衰减器
- 确认受试设备电源开关处于“关闭”状态
- 启动隔离变压器供电
- 开启频谱分析仪，设置频率、带宽、幅度等参数
- 启动受试设备供电
- 连接射频电缆执行传导噪声测量。若传导噪声未超出分析仪输入限值且需更高动态范围，可移除限幅器/衰减器以提升灵敏度（但严禁不使用9kHz高通滤波器进行操作）
- 测量完成后按逆序操作。特别注意：关闭受试设备前务必先断开射频电缆连接

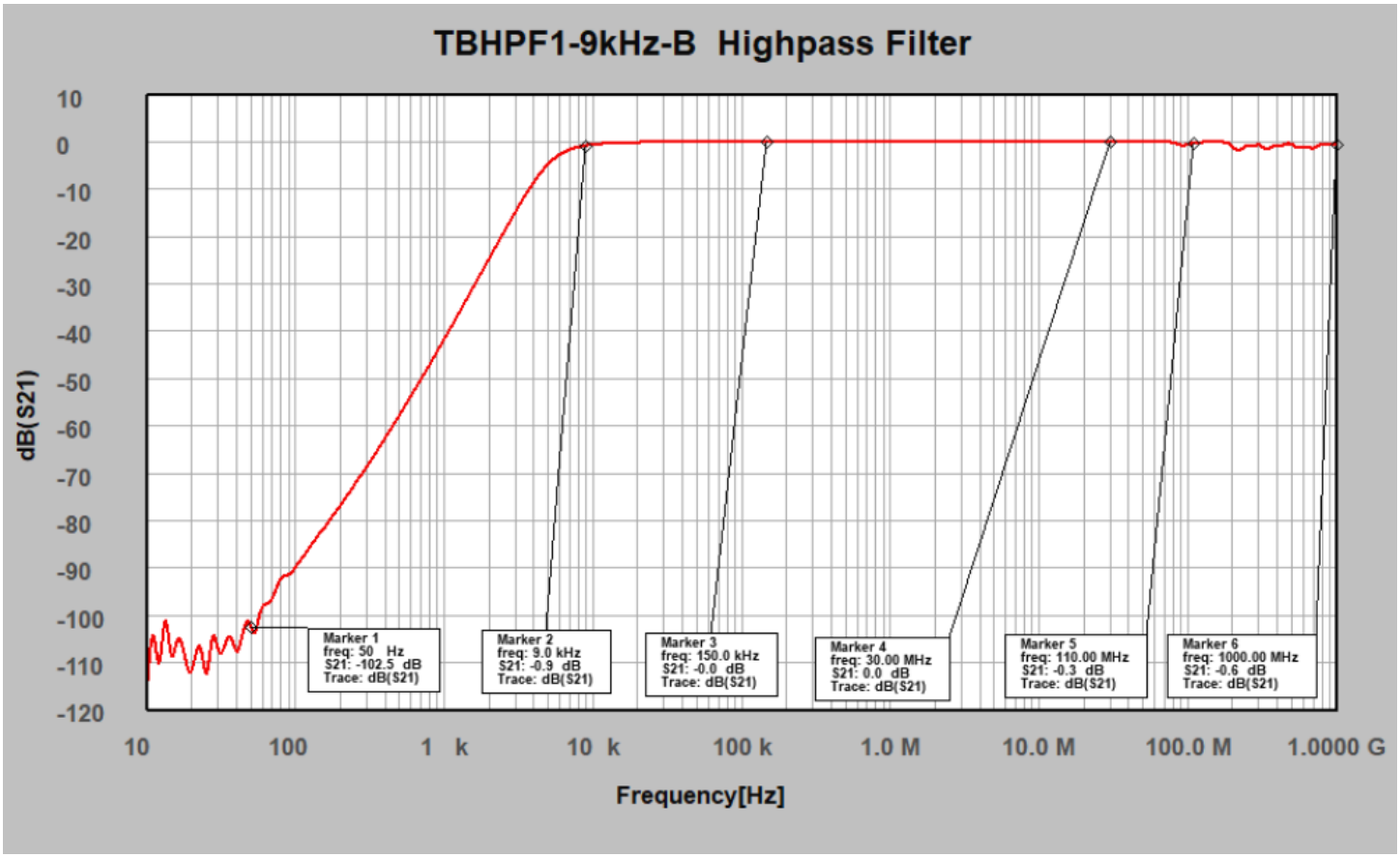
6 TBHPF1-9KHz-B 高通滤波器

6.1 技术参数

- 50Ω反射式对称结构高通滤波器
- 3dB带宽：9KHz-3GHz
- S11（9K-110M）:< -12dB
- 拓扑结构：5阶切比雪夫型
- 滤波电容电压：100V
- 滤波电感饱和电流：0.7A
- 最大输入功率：10W @ 9KHz-1GHz
- 电阻阻尼，以防止快速上升的脉冲导致过载
- 接口：N型（公-母）
- 尺寸：26×26×82 mm
- 重量：约100g

6.2 频率响应

50Ω典型数据

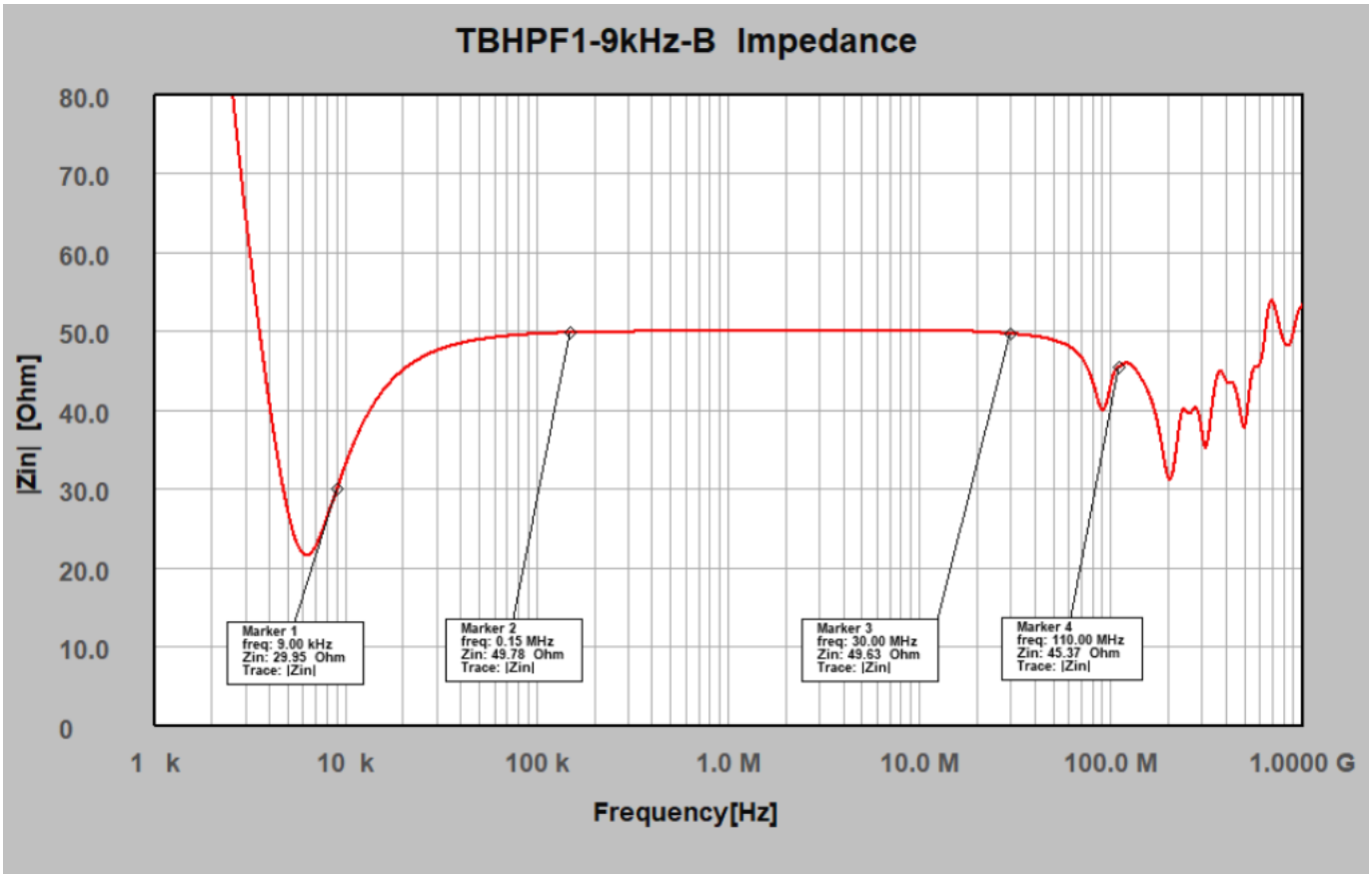


TBHPF1-9KHz-B ，10Hz-1GHz衰减，典型数据

50Ω，衰减表

频率 [KHz]	衰减 [dB]	频率 [MHz]	衰减 [dB]
<0.1	-0,03	0,1	-0,03
0.1	-89,88	0,5	-0,01
0.2	-76,96	1	0,00
0.3	-68,82	5	0,01
0.4	-62,72	10	0,01
0.5	-57,84	25	0,03
0.6	-53,74	30	0,03
0.7	-50,21	50	0,03
0.8	-47,11	75	-0,14
0.9	-44,34	100	-0,69
1	-41,83	200	-1,11
2	-24,87	300	-0,78
3	-15,02	400	-0,85
4	-8,68	500	-0,69
5	-4,84	600	-1,32
7.5	-1,41	700	-1,46
9	-0,86	800	-0,61
10	-0,67	1000	-0,58

6.3 HPF阻抗



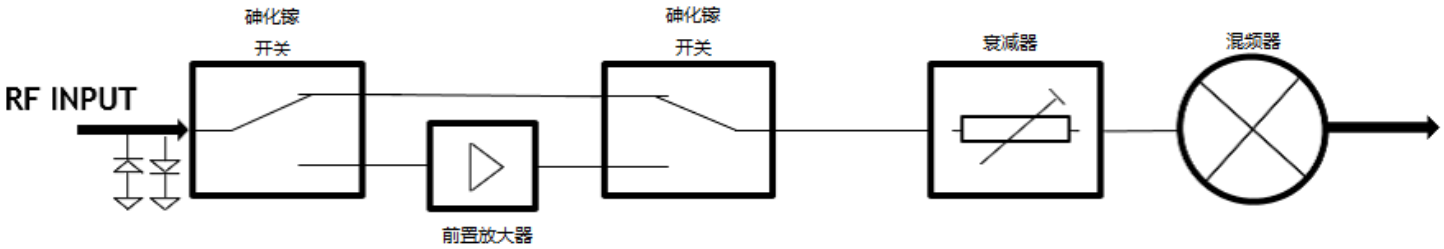
TBHPF1-9KHz-B 阻抗，1KHz-1GHz

6.4 应用

频谱分析仪输入端限值：

无论何时使用频谱分析仪，请注意过高的输入功率、电压瞬变或ESD都会损坏RF前端。频谱分析仪通常具有+20dBm至+30dBm范围内的最大CW输入额定值。与示波器不同，频谱分析仪的输入不受保护或仅受有限的保护。

简化的射频前端如下所示：



输入端的二极管通常用作ESD保护二极管。为了用限幅器充分保护输入，分流二极管需要与串联电阻器结合，在输入信号过大的情况下限制正向电流。因此，无法实现经典的限流电阻器解决方案，因为它会增加分析仪的输入阻抗。限幅器可以通过将其与衰减器结合来实现，但这会降低分析仪的灵敏度并限制其使用。

输入链的第一个薄弱环节是RF开关。典型的EMI频谱分析仪使用集成的GaAs开关。GaAs开关在低频下固有地很弱。许多GaAs开关甚至没有规定低频（低至9kHz）下的最大输入功率。

下图是典型GaAs开关的数据表：

HMC221B

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

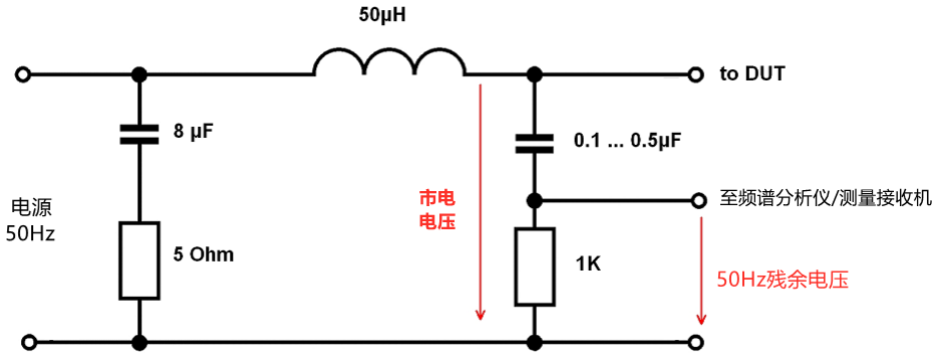
Table 2.

Parameter	Rating
Control Voltage Range (A and B)	−0.2 V dc to 12 V dc
RF Input Power Level (CW Peak, V_{CTL} = 0 V/5 V)	0.36 W
10 kHz to 10 MHz	8 dBm
10 MHz to 20 MHz	10 dBm
20 MHz to 30 MHz	11 dBm
30 MHz to 250 MHz	14 dBm
250 MHz to 3.0 GHz	31 dBm
Hot Switching RF Input Power Level (CW Peak, V_{CTL} = 0 V/5 V)	
10 kHz to 250 MHz	6 dBm
250 MHz to 3.0 GHz	20 dBm

最大RF输入功率额定值与频率的关系清楚地显示了低频率下的退化。

LISN射频输出处的残余50 Hz电压：

下图显示了AC LISN的基本电路图：



LISN的DUT端子上存在全交流电源电压。RF耦合电容器和1K电阻器形成分压器，分压器确定RF连接器处50Hz电压的幅度。

以0.1µF电容器为例，其在50 Hz时的阻抗为32K。与1K电阻器一起，在没有任何负载的情况下，LISN的RF端子处产生的50Hz电压约为6.6V。若在1K电阻两端并联50欧姆负载，残余50Hz电压将可忽略不计。

某些LISN为满足低频阻抗规格可能需要采用更大容值电容。若使用0.5µF电容，LISN射频端子的残余50Hz电压将高达31V。但若在1K电阻两端并联50欧姆负载，该电压仍会降至可忽略水平。

然而低成本分析仪在50Hz频点具有50欧姆输入阻抗的可能性极低。通常这类设备不会对9kHz以下频段指定输入阻抗参数。此外如前所述，低成本分析仪在射频输入端采用砷化镓开关，其固有特性对低频信号尤为脆弱。

因此，在频谱分析仪或测量接收机的射频输入端配置9kHz或150kHz高通滤波器可有效防护残余50Hz电压。由于该器件在通带内插入损耗极低，不会降低测量动态范围。

开关电源的次谐波问题：

在进行开关电源传导噪声测试时，最高杂散电平往往出现在相对较低的频段。次谐波问题尤为关键，这些信号通常远低于100kHz。除非因功率电感磁致伸缩产生可闻噪声，这类干扰极易被忽视——因为多数测试起始于9kHz或150kHz。您可能在进行传导噪声测试时发现，尽管所有杂散信号均远低于限值，分析仪仍发出警报并显示ADC过载警告。导致衰减器饱和的元凶可能是幅值极高的次谐波（例如6kHz频点）。

若发现测量信号比实际值低约20dB，则表明设备已受损。首级砷化镓开关已遭破坏：多数情况下会表现为射频通路短路，从而保护后续组件；但在极端情况下，损坏可能蔓延至第一混频器。

为预防此类情况，建议在测试任何新型受试设备时始终采用外部衰减器、高通滤波器或复合衰减/滤波/限幅器。通过在分析仪输入端连接20dB外部衰减器或限幅器，仔细观测低频段频谱，确保不存在临界高幅值信号。

另一种方案是先将示波器连接至LISN射频输出端，通过时域观测检查受试设备发射特性。为建立与连接频谱分析仪时相同的阻抗环境，请使用50欧姆贯通终端连接示波器输入端，或若示波器支持此功能则直接将输入阻抗设置为50欧姆。

饱和特性说明:

需注意9kHz高通滤波器采用带铁氧体磁芯的电感器构建,当9kHz以下阻带范围内出现过载噪声电平时可能导致磁芯饱和。若存在疑虑，请在高通滤波器前级使用外部衰减器以防止非线性失真。

7 订货信息

型号	描述
TBL5063-3	50μH LISN，100cm同轴BNC电缆/RG223线缆（N公），3个50Ω负载，1个TBHPF1-9KHz-B高通滤波器
TBPC- IEC60309-63-3m TBPC- IEC60309-63-5m TBPC- IEC60309-63-10m	三相电源线，63A，3米、5米或10米长度，CEE/IEC60309标准，3L+N+PE，63A公头，CEE/IEC60309标准，3L+N+PE，63A母头
TBCON-CEE-M-63	CEE/IEC60309-63标准，3L+N+PE，63A公头电缆连接器
TBCON-CEE-F-63	CEE/IEC60309-63标准，3L+N+PE，63A母头电缆连接器
TBLA-3P-63A	同轴校准适配器套装