

NoiseKen

**静电放电
试验法指南
IEC 61000-4-2 Ed.3**

株式会社噪声研究所

～ MEMO ～

[illegible]

目录

1 目的篇	4
1.1 IEC 61000-4-2 的定位和意义	4
1.2 步骤书的阅读方法和注意事项	4
1.3 各篇的内容和流程图	4
1.3.1 关于各篇的内容	4
1.3.2 步骤书的通读流程图	5
2 试验室准备篇	6
2.1 试验室准备篇的流程图	6
2.2 试验室的准备	6
2.2.1 试验室所需条件	6
2.2.2 气象条件等环境	7
2.3 试验前的准备	7
2.3.1 试验前要准备的物品	7
2.3.2 试验设备的配置和配线	12
2.3.3 波形验证	13
3 试验方法篇	15
3.1 试验室准备篇的流程图	15
3.2 通用准备事项（配置、配线等）	16
3.2.1 供试装置的配置、配线和绝缘垫的准备	16
3.2.2 供试装置的状态	17
3.3 试验方法	17
3.3.1 直接放电时	17
3.3.2 间接放电时	21
3.3.3 对非接地供试装置的试验方法	24
3.3.4 对壁挂式装置的试验方法	26
3.3.5 对可穿戴设备的试验方法	26
3.3.6 升级策略	27
4 试验结果总结篇	28
4.1 试验报告书所需信息	28
4.1.1 试验报告书的整理	28
4.1.2 试验环境	28
4.1.3 供试装置和试验装置	28
4.1.4 试验方法和试验结果	28
4.1.5 其他	29
5 判定标准	30
5.1 EN61000-6	30
5.2 CISPR35	30
5.3 记述示例	31
5.4 有关静电放电现象的各种数据	43
5.5 参考文献	44
5.6 噪声研究所支持的产品型号一览	44

1 目的篇

1.1 IEC 61000-4-2 的定位和意义

本《试验法指南》详细记述了根据国际标准 IEC 61000-4-2 进行试验的具体方法。本试验的目的是通过模拟因人体介入而发生的静电放电，来评估电子设备的抗扰度。

在干燥的绒毯上行走并触摸门把手时，会因静电放电而受到电击。这种静电放电现象会以电子设备误动作的形式产生巨大的负面影响。

IEC 61000-4-2 是静电放电抗扰度试验的基本标准，该试验模拟了因人类介入而发生的静电放电引起的电子设备误动作，不仅欧洲，世界各国都采用了基于此基本标准的法规。

在没有人类介入的情况下，设备之间发生的静电现象导致的电子设备误动作不适用于 IEC 61000-4-2 标准。

1.2 步骤书的阅读方法和注意事项

本步骤书直至“3. 试验方法篇”基本上以流程图的形式编写。（为便于阅读，本步骤书各篇均附有目录和流程图。）请根据实际需求查找相关章节进行阅读。例如，如果试验室或试验场地已经准备就绪，则可跳过“2. 试验室准备篇”，根据目的直接阅读“3. 试验方法篇”。

1.3 各篇的内容和流程图

本步骤书由以下 5 篇构成。请根据需要参考本章最后的流程图进行阅读。

1.3.1 关于各篇的内容

第 1 篇 目的篇

即您现在正在阅读的篇章。记载了试验目的、阅读方法和各篇概要。

第 2 篇 试验室准备篇

解说了进行试验所需的环境和备件等。

第 3 篇 试验方法篇

记载了实际进行试验时，如何进行试验等的试验方法。

第 4 篇 试验结果总结篇

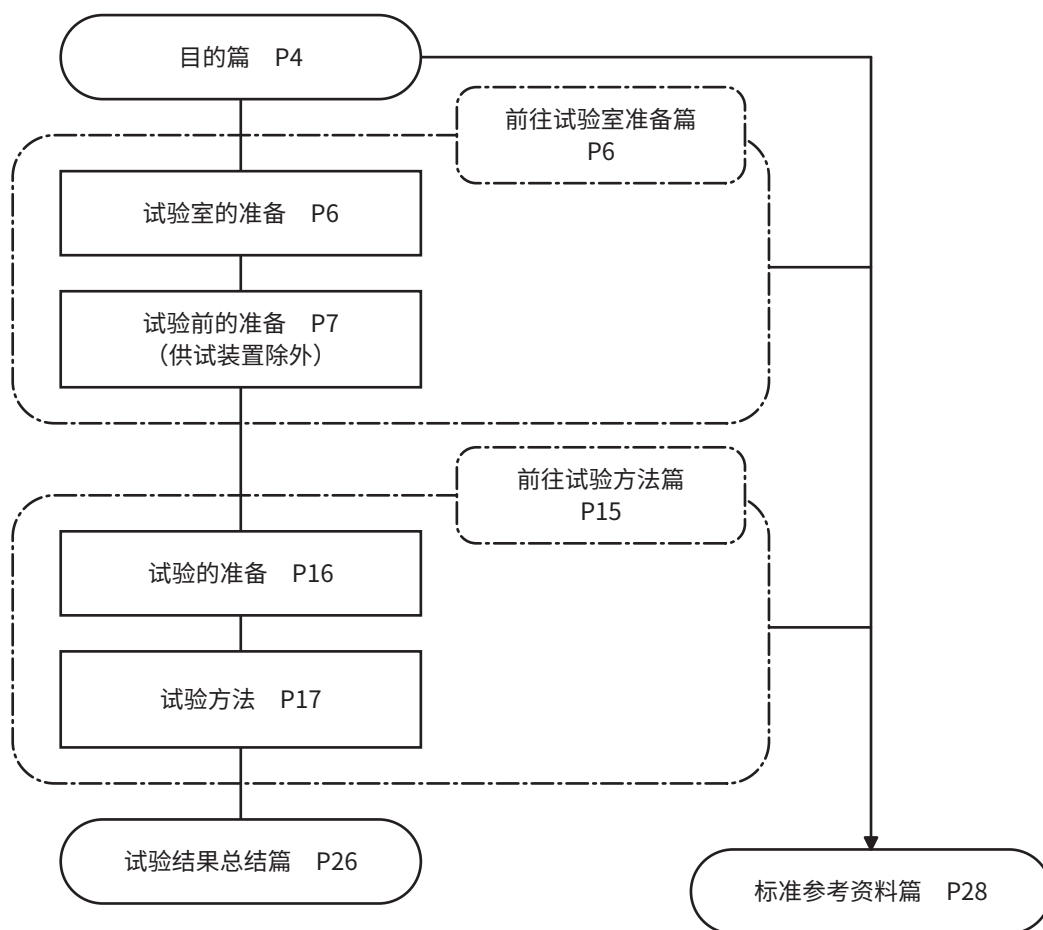
记载了试验结果的总结方法和试验报告书的撰写方法。

第 5 篇 标准参考资料篇

记载了 1 ~ 4 篇中所参照标准的摘录和解说等。

1.3.2 步骤书的通读流程图

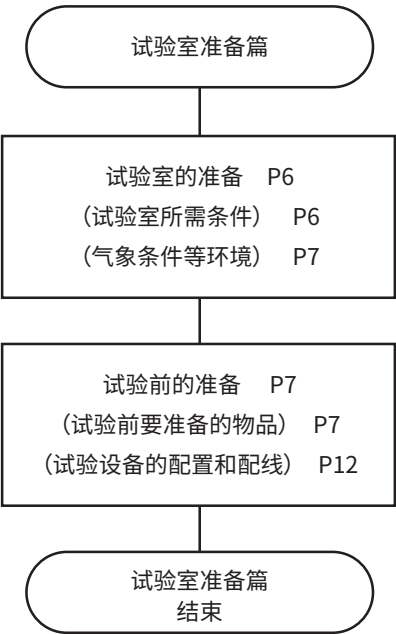
本手册的构成如以下流程图所示。内容按进行静电试验的各阶段细分，请根据需要进行阅读。



2 试验室准备篇

2.1 试验室准备篇的流程图

请按以下流程图准备好根据 IEC 61000-4-2 标准进行试验所需的环境、装置等。

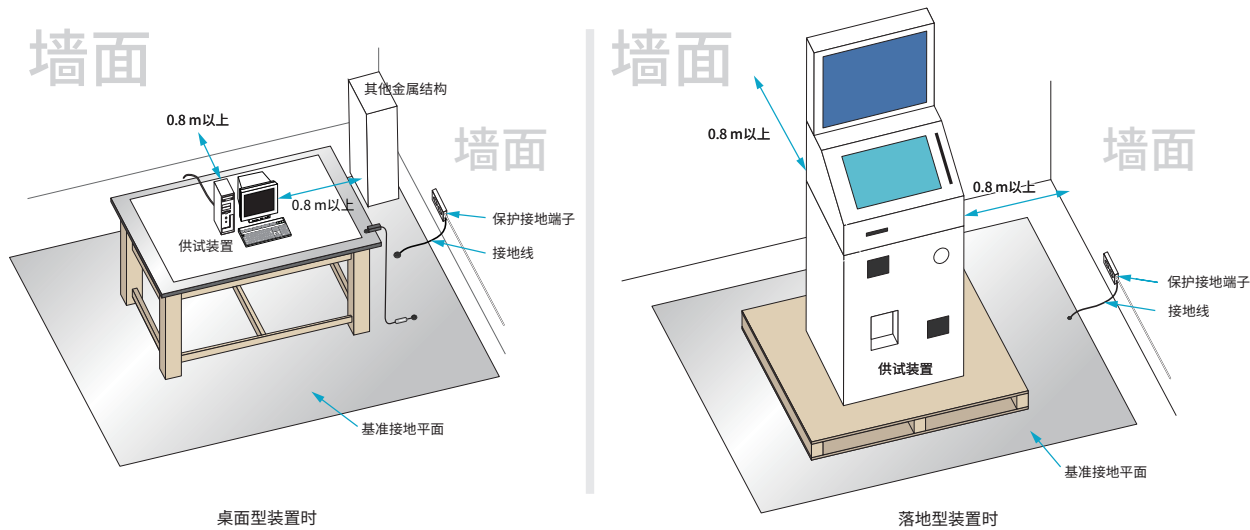


2.2 试验室的准备

根据 IEC 61000-4-2 标准进行试验所需的试验室大小、气温等环境条件如下所述。

2.2.1 试验室所需条件

为了根据 IEC 61000-4-2 标准进行试验，供试装置需要与试验室的墙壁及其他金属结构隔开 0.8 m 以上。



请准备一个能充分确保上述条件的场所。

2.2.2 气象条件等环境

从不同气象环境运来的设备需要充分适应试验环境再进行试验。为了定量地稳定放电状态，首先需要调节试验室的气象条件。要根据 IEC 61000-4-2 进行空气放电试验，必须满足下表所列条件。如果无法满足条件，请参考 (1) ~ (3) 通过使用空调等调整环境以满足条件。

项目	规程
环境温度	15 °C~35 °C
相对湿度	30 % ~ 60 %
气压	86 kPa (860 mbar) ~ 106 kPa (1060 mbar) ※ 也可使用气象站公布的数值。
电磁条件必须保证 EUT 正确运行，以免对试验结果造成影响。	

【关于实施空气放电试验时的气象条件】

空气放电造成的放电现象会因气象条件的不同而具有非常大的差异，但在同一气象条件下也会有所不同。对于空气放电，允许在条件更加严苛的低相对湿度环境（低于 30% 的环境）下通过试验。

(1) 调节温度

温度相对来说可轻松调节（使用空调机或其他设备，在温度过高时制冷，在温度过低时制热）。但是在试验过程中需要进行监控，确保温度不偏离要求范围。

通常，如果温度能让试验操作员感到舒适，就可以认为温度在要求范围内。

(2) 调节湿度

湿度的调节管理稍微有些棘手。湿度低时要加湿，湿度高时要除湿，但无法像制冷和制热那样在短时间内进行控制。在某些情况下，可能必须全天运行加湿器 / 除湿器。

【解说】

一般来说，湿度会随着温度的下降而上升，但在有空调和制冷的情况下，空气会在冷却器中达到相当低的温度并产生结露从而实现除湿。之后，当空气再次被释放回室内时，温度会升高，湿度会降低。因此，当处于初春的雨天等湿度非常高但温度较低的气象条件时，制冷就会降低湿度。可是温度也会同时下降，致使试验操作员无法耐受。因此，有时必须采取在制冷的同时用其他设备制热的复杂操作方式。

(3) 调节气压

气压的调节可使用大型特殊装置，但一般情况下难以实现。不过，除非是前所未有的低气压台风，否则不太可能超出要求范围。此外，气象条件需要记录，因此要准备测量设备或使用气象站公布的数值。（气象站数据基于 0 m 气压发布，因此需要进行海拔高度修正（每升高 100 m 减去 1.2 kPa）。）

【解说】

当标准大气压为 101.3 kPa (0 m) 时，海拔 1275 m 的高地气压为 86 kPa。86 kPa 是要求范围的下限值。

如果低气压逼近，气象站发布的气压为 99.5 kPa，这个高度将比下限值低 1.8 kPa。

例如，在海拔 850 m 的高地，若有约 96 kPa (0 m) 的台风来临，就会逼近下限值。

2.3 试验前的准备

根据 IEC 61000-4-2 标准准备好进行静电放电抗扰度试验所需的试验室环境后，再准备好要使用的试验设备等。请准备以下物品。

2.3.1 试验前要准备的物品

(1) 静电试验仪

进行试验时，请使用符合下表规格的发生器。

【一般规格】

储能容量 (Cs)	150 pF (典型值)
放电电阻 (Rd)	330 Ω (典型值)
输出电压 接触放电	2 kV ~ 8 kV
输出电压 空气放电 ※1	2 kV ~ 15 kV ※3
输出电压容差	±5 %
输出电压极性	正和负
保持时间	5 秒以上
放电操作模式 ※2	单发
放电电流波形	参照图片

※1 在放电电极测得的开路电压。

※2 为进行预备试验，发生器的放电重复率应至少为 1 秒放电 20 次。

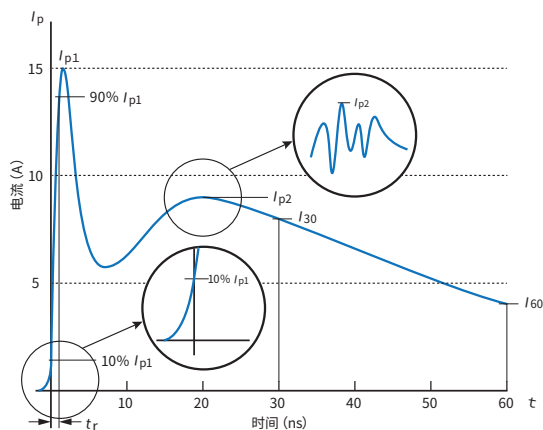
※3 如果使用的最大试验电压低于此值，则无需使用具备 15kV 空气放电能力的发生器。

【放电电流波形参数】

等级		指示电压	第1 峰值电流 I_{p1} ($\pm 15\%$)	上升时间 t_r ($\pm 25\%$)	第2 峰值电流 I_{p2} ($-20\%/+40\%$)	30ns 时的电流值 I_{30} ($\pm 30\%$)	60ns 时的电流值 I_{60} ($\pm 30\%$)
接触放电	空气放电※						
1	1	2 kV	7.5 A	0.8 ns	4.5 A	4.0 A	2.0 A
2	2	4 kV	15.0 A	0.8 ns	9.0 A	8.0 A	4.0 A
3	---	6 kV	22.5 A	0.8 ns	13.5 A	12.0 A	6.0 A
4	3	8 kV	30.0 A	0.8 ns	18.0 A	16.0 A	8.0 A
---	4	15 kV	56.3 A	0.8 ns	33.8 A	30.0 A	15.0 A

※ 使用空气放电头对电流靶实施接触放电，确认空气放电模式的放电电流波形。

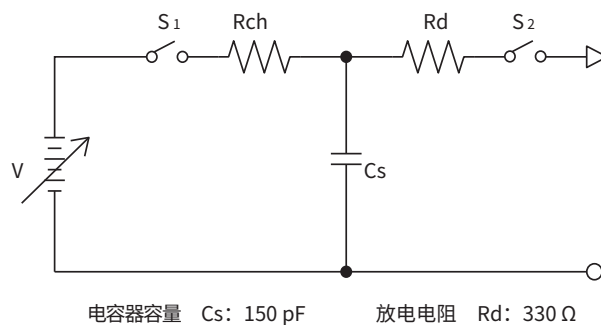
【放电电流波形及波形特征】



4 kV 时接触放电的放电电流波形

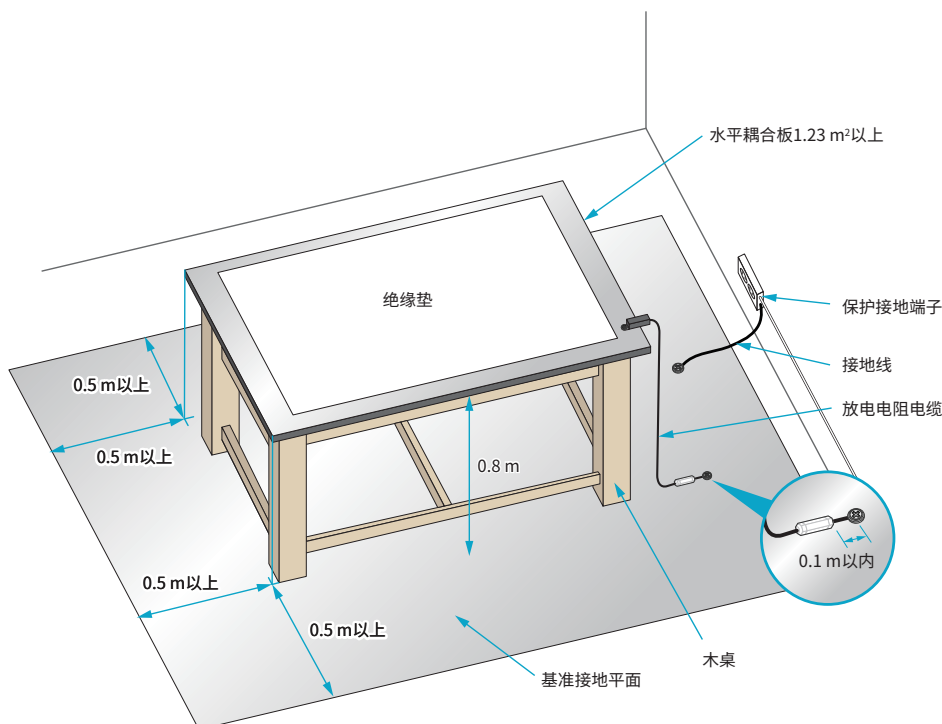
放电电流波形的规定要点包括电流值 I_{p1} 、 I_{p2} 、 I_{30} 、 I_{60} 及上升时间 t_r 。 I_{p2} 需测量 10 ns ~ 40 ns 区间内包括振铃在内的电流波形最大值，其最大值不得超过规定值的 $-20\% + 40\%$ 。

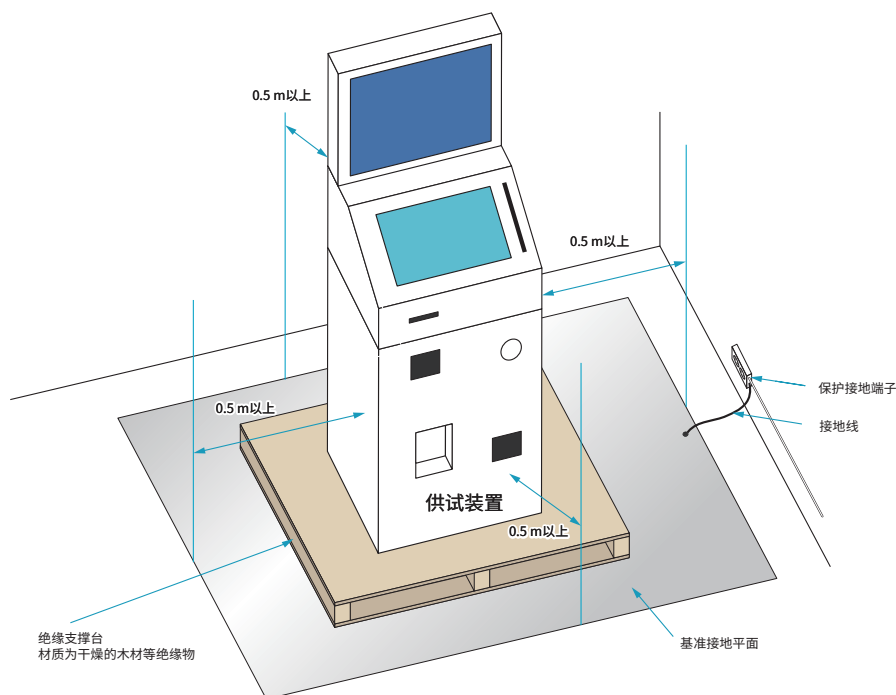
【静电试验仪简略示意图】



(2) 基准接地平面

- 如图所示，基准接地平面是一块比供试装置或水平耦合板（如适用）所有侧面大 0.5 m 以上、厚度为 0.25 mm 以上的板，材质为铜或铝。该板需要连接保护接地系统。
- 如果使用上述金属以外的金属，板的厚度必须最低为 0.65 mm。
- 基准接地平面必须配置于地面之上。





【保护接地系统说明】

是指为防止因电气设备故障或绝缘性能下降等原因导致漏电而引起的触电，而与电力供给线分离安装的接地线。实施静电试验时的保护接地是为了防止在试验过程中发生触电，因此没有指定保护接地系统的等级。并且，静电试验的试验结果并不会改变。

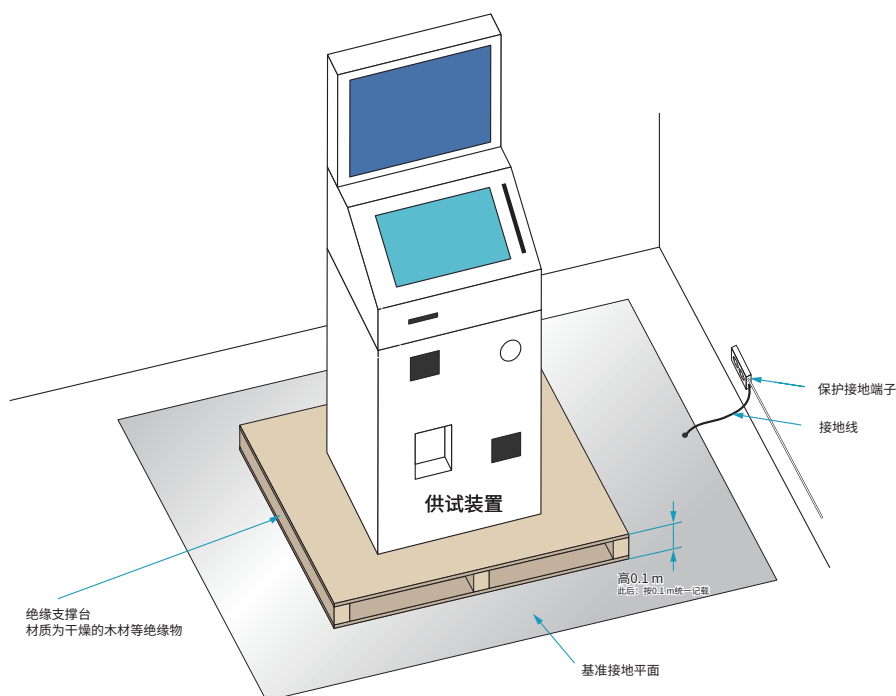
(3) 水平耦合板或绝缘支撑台<桌面和落地设备>

如果供试装置是落地设备，需准备绝缘支撑台。要在桌面安装的装置或手持设备应安装在水平耦合板上。

① 准备绝缘支撑台时

如果供试装置是落地设备，需准备绝缘支撑台。这是一种配置在基准接地平面上的绝缘物，厚度为 0.05 ~ 0.15 m，材质为干燥的木材等。

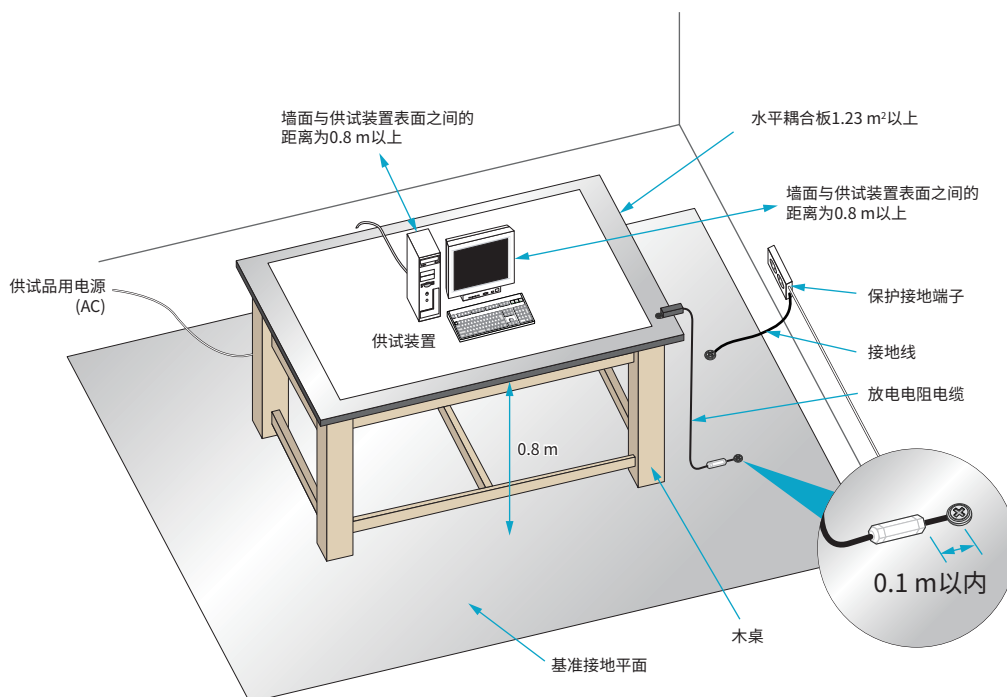
(本书后续会将绝缘支撑台的高度统一记载为 0.1 m，以获得试验结果的相关性。)



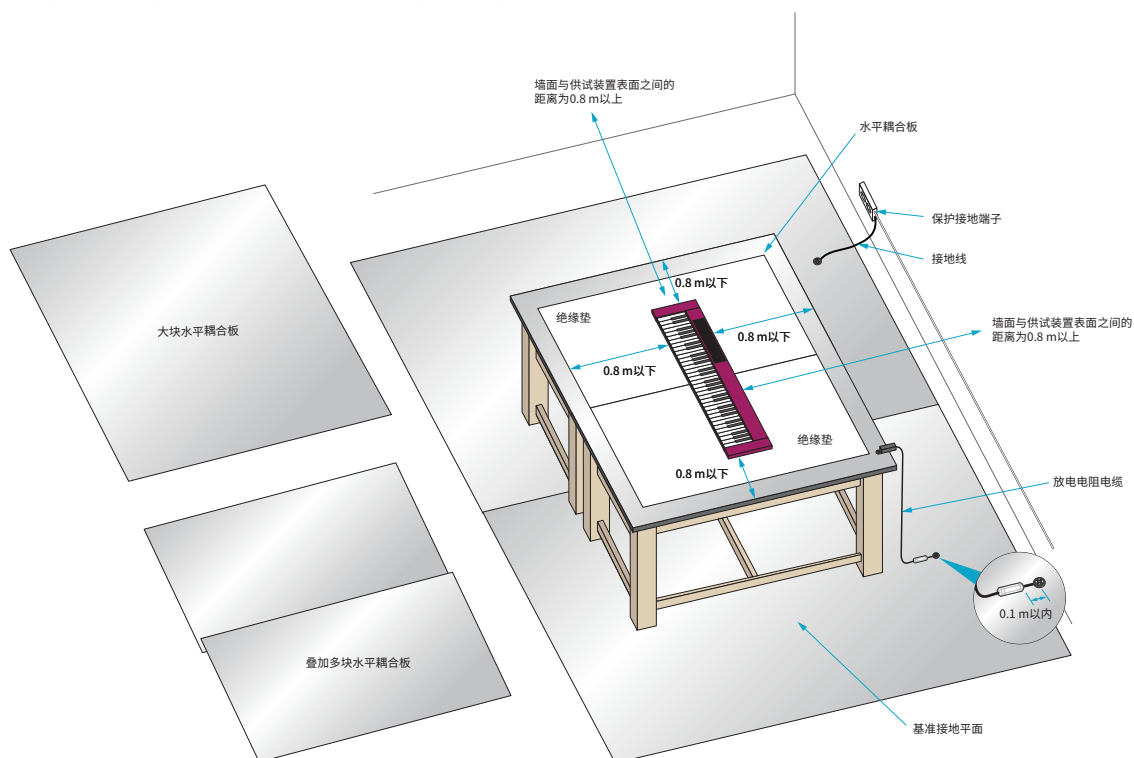
② 准备水平耦合板时（供试装置为桌面型装置或小型设备）

水平耦合板是一块面积（大小）在 1.23 m^2 以上、厚度在 0.25 mm 以上的板，材质为铜或铝。这个面积是根据传统水平耦合板 $(1.6 \text{ m} \pm 0.02 \text{ m}) \times (0.8 \text{ m} \pm 0.02 \text{ m})$ 负误差的最小面积得出的，因此可以使用传统水平耦合板。并且，形状不仅可以是长方形，还可以是正方形或圆形等。

如果供试装置是桌面型装置，则将水平耦合板放置在高度为 $0.8 \text{ m} \pm 0.08 \text{ m}$ 的非导电性桌面上，并用放电电阻电缆与基准接地平面连接。



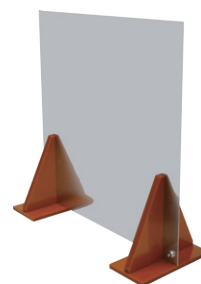
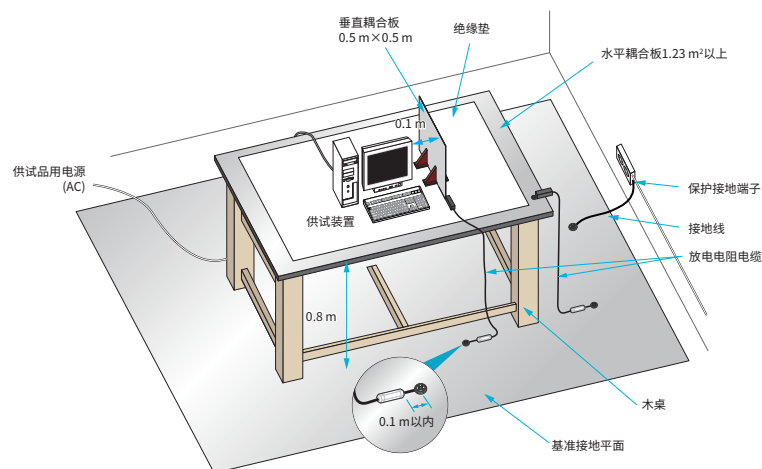
如果供试装置较大，则需要提前准备一个大块水平耦合板进行试验，或者叠加多块水平耦合板，使其在外观上等效为一块水平耦合板后进行试验。但是，若使用尺寸大于需要的水平耦合板，会削弱产生的电场，因此水平耦合板不应大于供试装置各边 0.8 m 以上。任何水平耦合板都要用放电电阻电缆与基准接地平面连接。



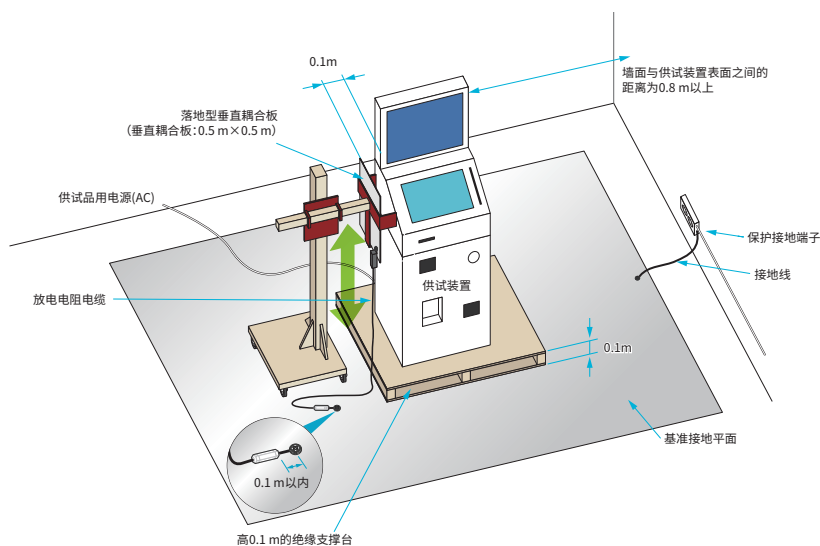
(4) 垂直耦合板

在进行间接放电试验时使用。进行直接放电试验时不需要。

垂直耦合板是一块大小为 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ 、厚度在 0.25 mm 以上的板，材质为铜或铝。



垂直耦合板（桌面型）MODEL：03-00005A



落地型垂直耦合板 MODEL：03-00034A

(5) 放电电阻电缆

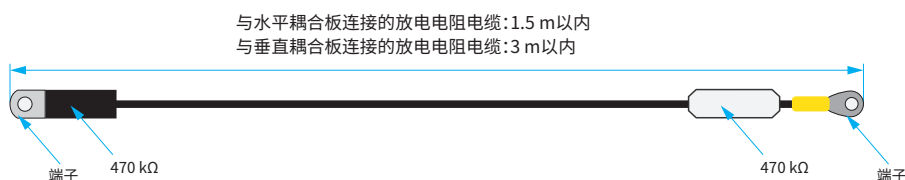
用于连接水平耦合板 / 垂直耦合板与基准接地平面的电缆。

如下图所示，电缆两端连接 $470\text{ k}\Omega$ 的电阻器。电缆的线径、材质等没有规定。

连接水平耦合板与基准接地平面的放电电阻电缆全长需在 1.5 m 以内，连接垂直耦合板与基准接地平面的放电电阻电缆全长需在 3 m 以内。

放电电阻电缆中使用的电阻器需要具有试验电压以上的耐电压能力，因为在进行间接放电时会施加放电电压。

在放电电阻电缆两端设置电阻的原因是，高电阻可以平缓地消除水平 / 垂直耦合板上累积的电荷，两端设置电阻可以防止电缆引起的共振及辐射。电阻与端子之间的距离规定为 0.1 m 以内。用于 Ed. 2 中非接地装置的除电时，规定为 0.02 m 以内。



放电电阻电缆（1.5 m）Model：05-00182A

2.3.2 试验设备的配置和配线

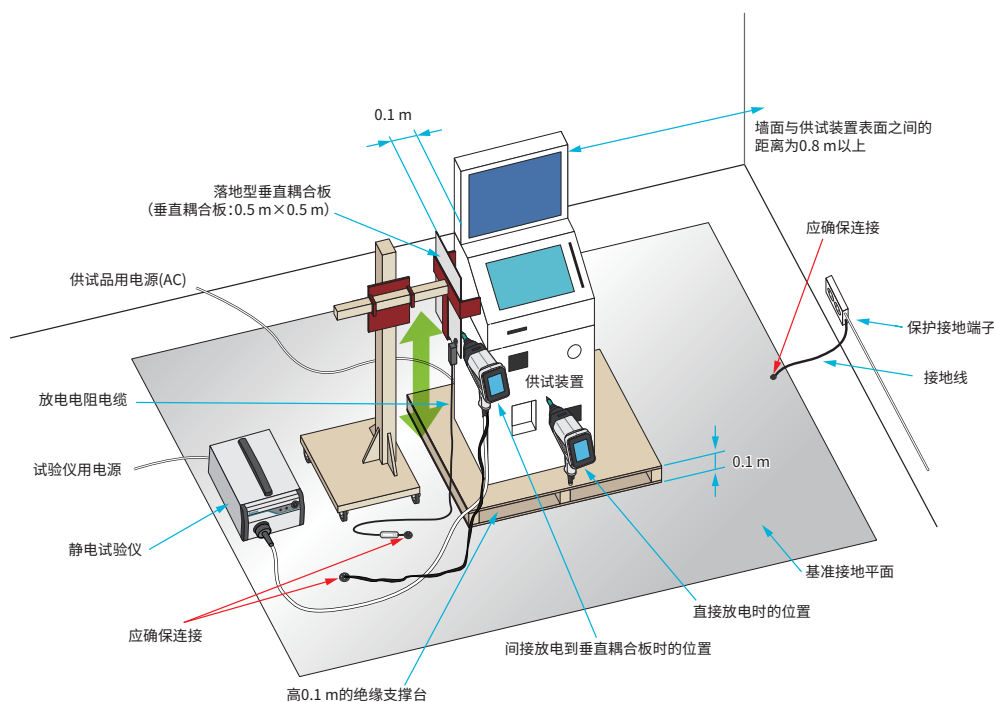
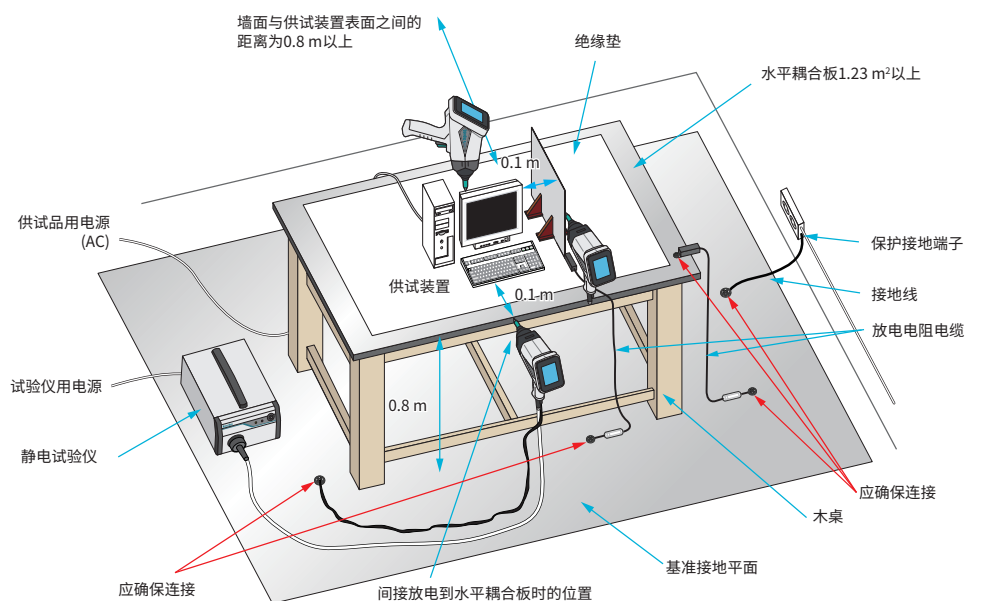
如果供试装置有保护接地端子并指定了接地，应确保将其连接到保护接地系统。对于没有保护接地端子的供试装置（没有接地的装置、电池驱动、通过 AC 适配器运行的设备等），则不与保护接地系统连接。此外，如果保护接地端子有可能不接地，也需要在断开状态下进行试验。

关于非接地的试验设备，也请参照“3.3.3 对非接地供试装置的试验方法”。

【解说】

在日本国内，尤其是家用电子设备等，由于电源插座是两个插孔，没有保护接地，很多设备都没有接地端子，因此需要实施非接地试验。如果这些设备带有接地端子，且装置规格或安装手册中未指定其接地端子的处理方法，则还需要在进行保护接地以及断开接地端子和保护接地系统的状态下进行试验。

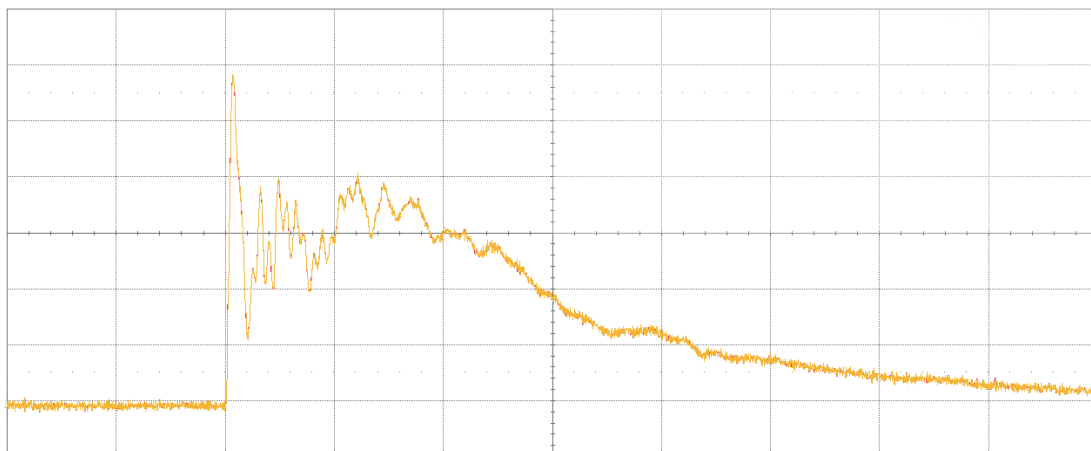
应确保将放电枪的放电回流电缆连接到基准接地平面上。放电枪的放电回流电缆和放电电阻电缆可连接到基准接地平面的任何位置。水平 / 垂直耦合板也用放电电阻电缆与基准接地平面连接。此外，基准接地平面也与保护接地系统连接。



【输出波形规定】

放电电流波形规定请参照 2.3.1。

【施加电压 8 kV 的实测波形示例】



电流波形整体
5 A/div 20 ns/div



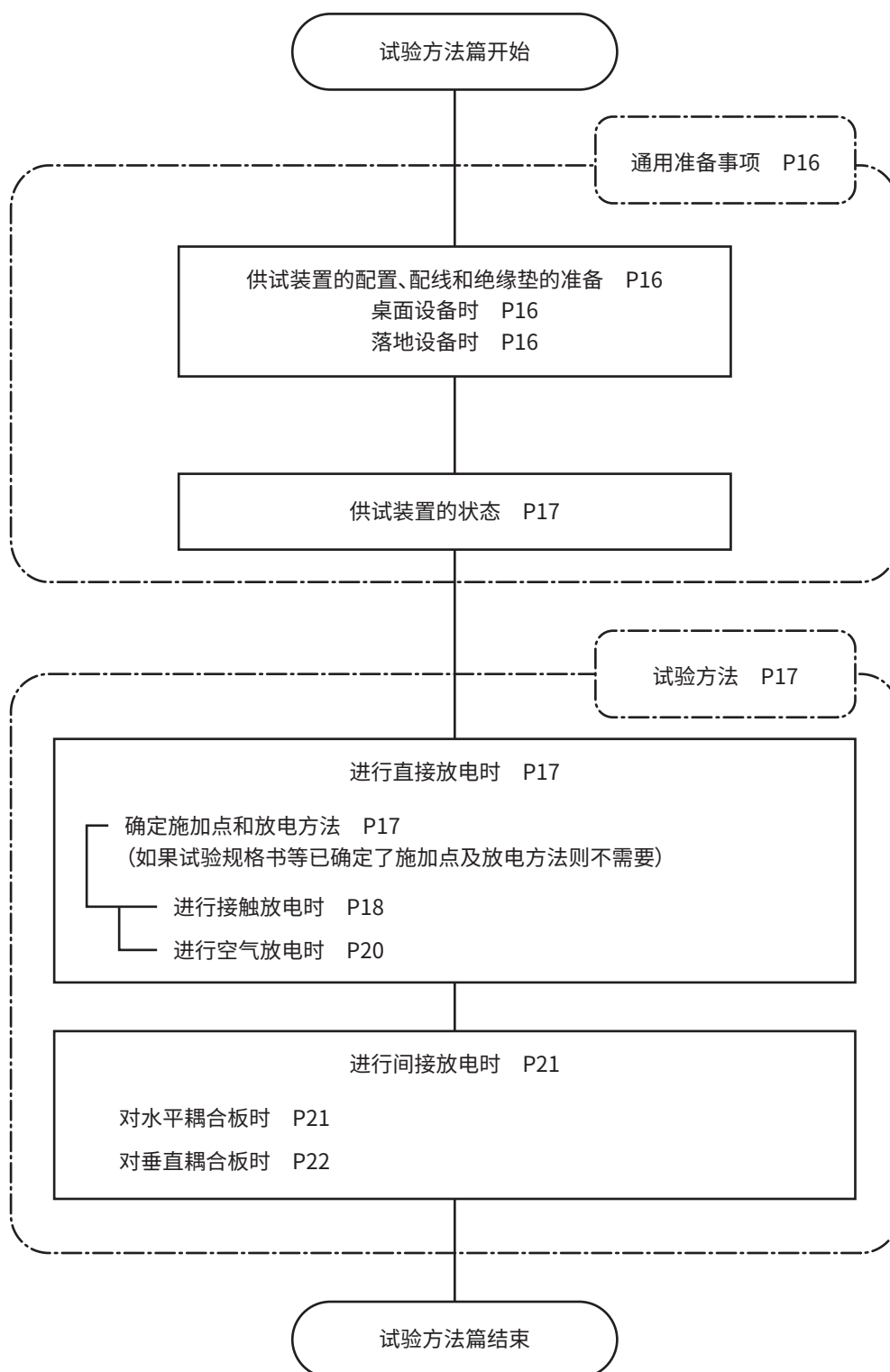
上升沿波形
5 A/div 1 ns/div

● 使用该测量系统（ESD电流靶—20 dBATT—20 dBATT—50 Ω 输入示波器）组合，放电电流为 10 A 时，示波器的输入电压为 0.2 V。（将示波器的探头校准设置为 50:1，可直接将电压轴读数转换为电流值。）

3 试验方法篇

3.1 试验室准备篇的流程图

请按以下流程图准备好根据 IEC 61000-4-2 标准进行试验所需的环境、装置等。

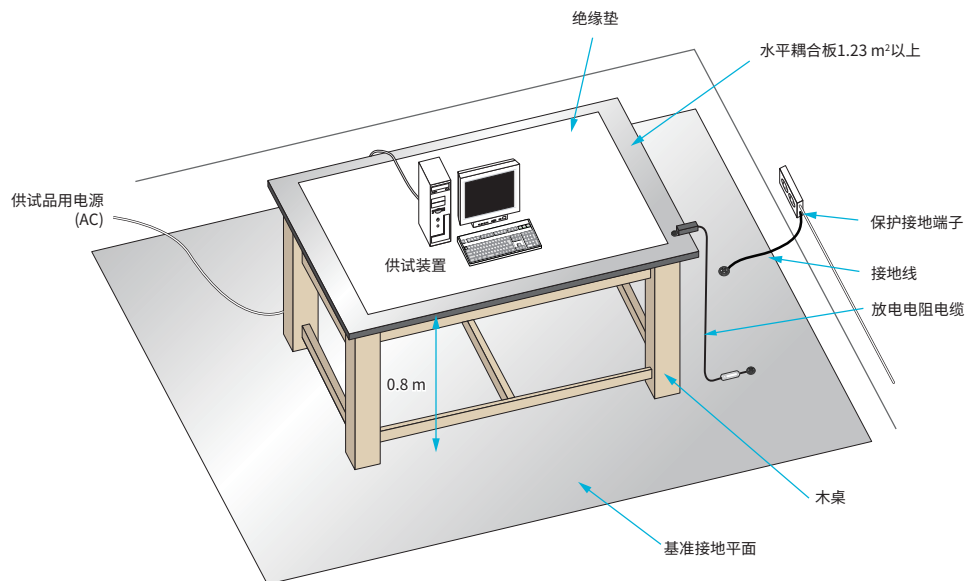


3.2 通用准备事项（配置、配线等）

下面介绍进行静电放电抗扰度试验时所需的所有通用准备事项。

3.2.1 供试装置的配置、配线和绝缘垫的准备

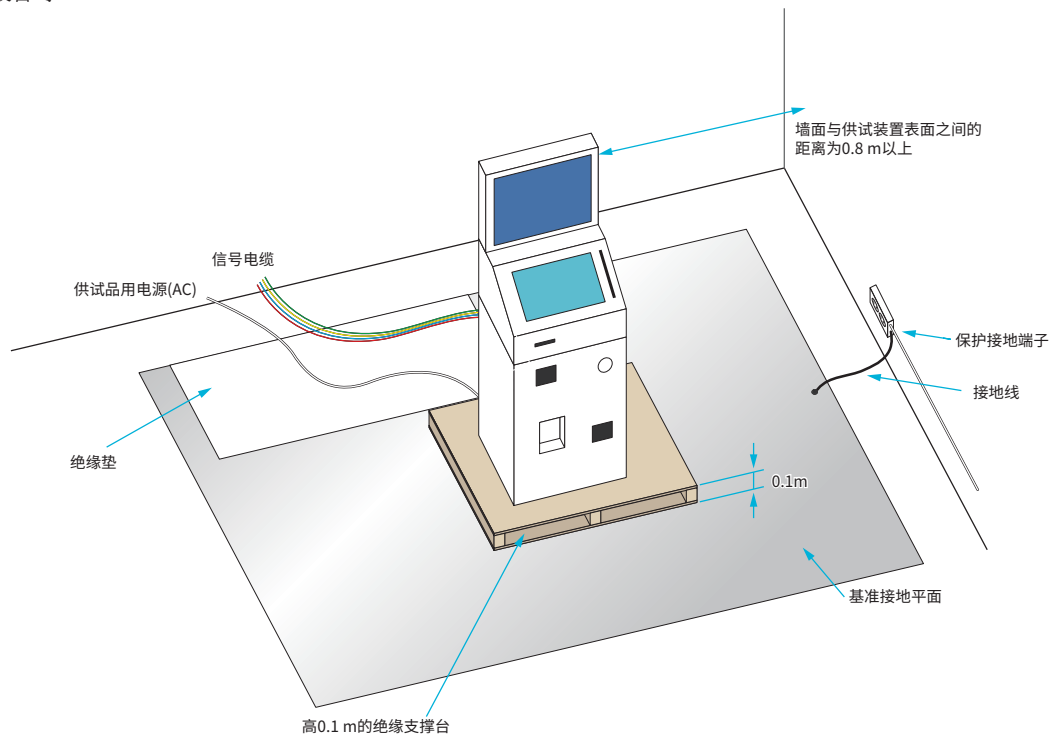
(1) 桌面设备时



配置在耦合板上的绝缘垫最少需要与供试装置投影面相同的大小，垂直耦合板最好还要能够配置在该绝缘垫上，因此也需要考虑其大小。

- 如果供试装置有保护接地端子，应确保按照产品规格将其连接到保护接地系统。
- 绝缘垫需要有 $0.5 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ 的厚度。

(2) 落地设备时



如果供试装置是落地设备，请在基准接地平面上准备一个高度为 0.1 m 的绝缘支撑台，并将其配置于其上。此外，供试装置的电缆（电源电缆或信号电缆等）用厚度为 0.5 mm 的绝缘垫与基准接地平面绝缘。

如果供试装置有保护接地端子，应确保按照产品规格将其连接到保护接地系统。

3.2.2 供试装置的状态

将供试装置设置为运行状态。

由于需要分别在各运行模式下进行试验，因此应根据需要连接外部设备或辅助设备，并连接辅助设备的电源。

（功能上需要的物品，如果是电脑，需安装键盘、显示器、鼠标等。如果是 DVD 播放器等，需安装显示屏等，并放入 DVD 光盘、CD 光盘等以便运行。）

外部设备或辅助设备等的电源可使用商用电源。

为了执行供试装置所拥有的所有标准运行模式，需要选择测试程序和软件。如果特别制作的软件可以证明供试装置可执行广泛的运行模式，也可以使用该软件。

3.3 试验方法

IEC 61000-4-2 的试验可大致分为“直接放电”和“间接放电”两种试验。以获得标准认证为目的时，必须同时进行直接放电和间接放电。

直接放电是一种假定人类与供试装置直接接触的试验方法。换句话说，带电的人类接触电子设备时会发生电荷转移，这种试验法通过电荷转移时产生的电磁场等判定电子电路是否会出现误动作。

直接放电中发生的真实静电放电现象，是当人类与供试装置从互相分离的位置逐渐接近时发生绝缘击穿，人体所带电荷向供试装置放电的现象，但 IEC 61000-4-2 规定的直接放电试验方法采用的是一种被称为接触放电的方式，即将放电枪的放电头与施加点接触并关闭放电开关，注入静电电流。这是特意采用了一种不同于现实中静电放电现象的方式，目的是提高试验的再现性。

此外还采用了基于实际静电放电现象的试验方法，即在空气中造成绝缘击穿从而放电的空气放电方式。这种空气放电方式是在放电开关关闭的情况下，将放电枪靠近施加点，直至与其接触的试验方法。

间接放电是指，模拟人体所带电荷通过指尖等向供试装置附近的金属物体放电所产生的电磁场效应。

3.3.1 进行直接放电时

直接放电包括接触放电和空气放电两者，在供试装置的金属部要进行接触放电。接触放电是在放电枪与供试装置的施加点接触时关闭放电开关来施加静电噪声的方法，使用圆锥形状的放电头以确保接触良好。

而如果供试装置中没有金属部，或者虽然有金属部，但对于使用者可能频繁接触的绝缘面部位，要在放电开关关闭的情况下，将放电枪靠近施加点，直至与其接触，从而进行空气放电。

空气放电使用圆形放电头。与圆锥形相比，圆形的优点是带电电荷不易释放到空气中。此外，放电要在 5 秒以内进行，以避免电荷释放。

（1）确定施加点和放电方法

如果试验规格书等已确定了施加点及放电方法，则无需进行预备试验。

在进行试验之前，请参照各自的规格。如果没有记述，请执行以下操作。

（a）确定施加点（预备试验）

进行预备试验是为了判断供试装置的哪些部分容易受到噪声影响。

这是决定施加到哪些部分的参考依据。

- 预备试验按空气放电、接触放电、使用水平耦合板及垂直耦合板的间接放电这一顺序进行调查。
- 由于空气中放电的放电电流上升时间会随施加电压的变化而变化，从而导致频率谱不同，因此要逐渐升高施加电压来进行预备试验。
- 接触放电以 20 Hz（重复周期 0.05 秒）的施加频率为例进行记载，如果没有指定间隔时间，也可按 1 次 / 秒进行施加。
- 将 ESD 发生器的模式设为连续，使放电枪以掠过供试装置表面的方式移动。
- 将容易受到静电放电影响的位置设为施加点。
- 首次放电可能会导致装置带电，致使后续放电无法正常触发。此时请使用除电刷等进行除电，释放电荷。

【注意】

由于供试体在释放所带电荷（除电）时可能会发生误动作，因此通过电阻（数 $k\Omega$ ~ 数 $M\Omega$ ）进行除电可以避免误动作。（参照“3.3.3 对非接地供试装置的试验方法”。）也可通过与继电器等相组合，自动进行除电（自动除电探头 01-00013B 等）。

(b) 免施加部位

若产品规格等中无特别规定，下列部位规定为免放电部位。

- 1) 仅在维护时接触的部位
虽然是使用者会接触到的部位，但接触的频率非常低，例如与更换电池等有关的部位。
- 2) 安装后不会接触的部位
例如桌面或落地设备的底部、壁挂设备的贴墙侧、安装后固定的连接器部。
- 3) 连接器 1
在容易受到噪声影响的测量用 / 通信用高频连接器附近粘贴警告标签时。

- 4) 连接器 2
根据外壳 / 外盖材质组合的不同，静电放电的施加部位规定如下。如果外盖是用来保护引脚的，则会在外盖上或其附近粘贴注明此意的警告标签。这样做的目的是缓解对信号引脚施加的放电。如果外壳是金属的，则可期待放电优先发生于外壳而非引脚。

箱体	外壳	外盖	接触放电部位
1	金属	无	对外壳接触放电
2	金属	非金属	对会接触到的外壳接触放电
3	金属	金属	外壳和外盖
4	非金属	金属	外盖
5	非金属	无	对会接触到的金属引脚接触放电

(c) 确定各施加点是接触放电还是空气放电

接触放电是主要方法，如果无法实现，则进行空气放电。

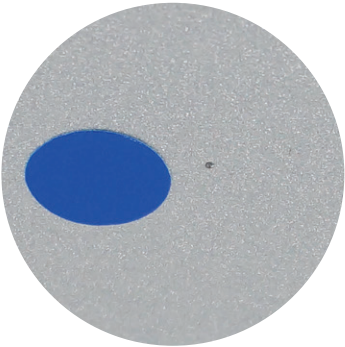
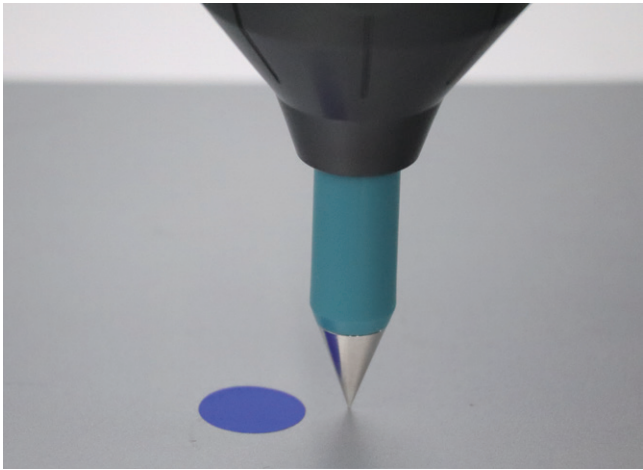
要确定是接触放电还是空气放电，请参照下文。

- 接触放电
在通常的使用中，接触放电是在判断会与人体直接接触的金属部进行的。
- 空气放电
在通常的使用中，空气放电是在判断会与人体直接接触的绝缘部进行的。通常，如果存在金属，只需要对金属部进行接触放电，但如果存在使用者在通常的使用状态下会频繁接触的绝缘部，则需要对该部位进行空气放电。

(2) 进行接触放电时

在进行接触放电时，请参考以下内容确定施加点并进行放电。

- 1) 预备试验结果如无特别问题，建议以手掌大小的面积设置 1 处施加点。
- 2) 对操作部等可能与人体接触的金属部分进行放电。
- 3) 若存在多个单元，需分别对每个单元进行放电。
- 4) 对于输入输出端子，部分产品群标准中已有相关规定。
- 5) 如果表面有涂层，则用圆锥形放电头穿透涂层面进行接触放电。
(制造商指定为绝缘涂层的部位除外。)



穿透涂层面。

6) 如果供试装置为电池驱动等无接地情况，也请参照“3.3.3 对非接地供试装置的试验方法”。

进行接触放电的部位为下图箭头所指的部位。



※ 红色贴纸部分为空气放电部位



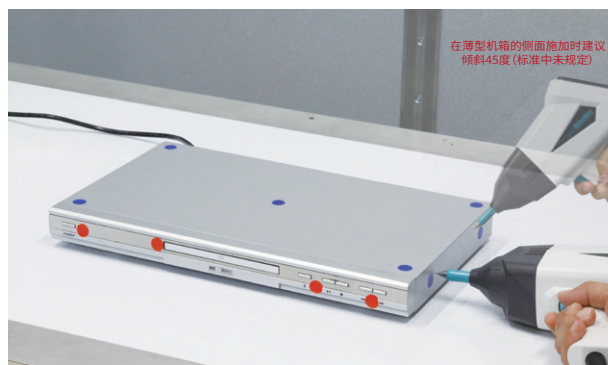
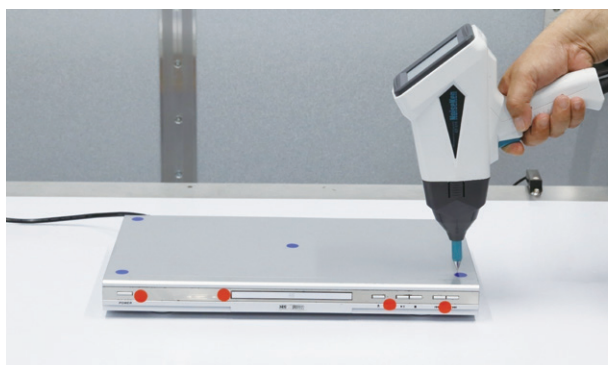
对设定或规定的施加点进行接触放电。

- 使用圆锥形的放电头。
- 将测试仪调至接触放电模式，将放电枪垂直抵住施加点，然后按下触发开关。
- 试验电压等级请参照“2 试验室准备篇”。
- 对于每个施加点，各极性至少要施加 10 次单发放电。建议施加间隔 1 秒以上。
- 放电回流电缆请距离供试装置 0.1 m 以上。
- 进行试验时，不得接触放电枪以外的物体。
- 原则上，施加方向应垂直于受试面。但在薄型机箱的侧面施加时，由于水平耦合板会与放电枪紧密接触，因此建议倾斜 45 ° 施加（不符合标准规定）。



【解说】

在桌面型装置的试验中，供试装置很容易受到周边导体的影响。人体作为导体自然也会产生影响，因此若在观察的同时施加放电，将会影响试验结果的再现性。并且，抗噪能力越弱的设备受到的影响越大。

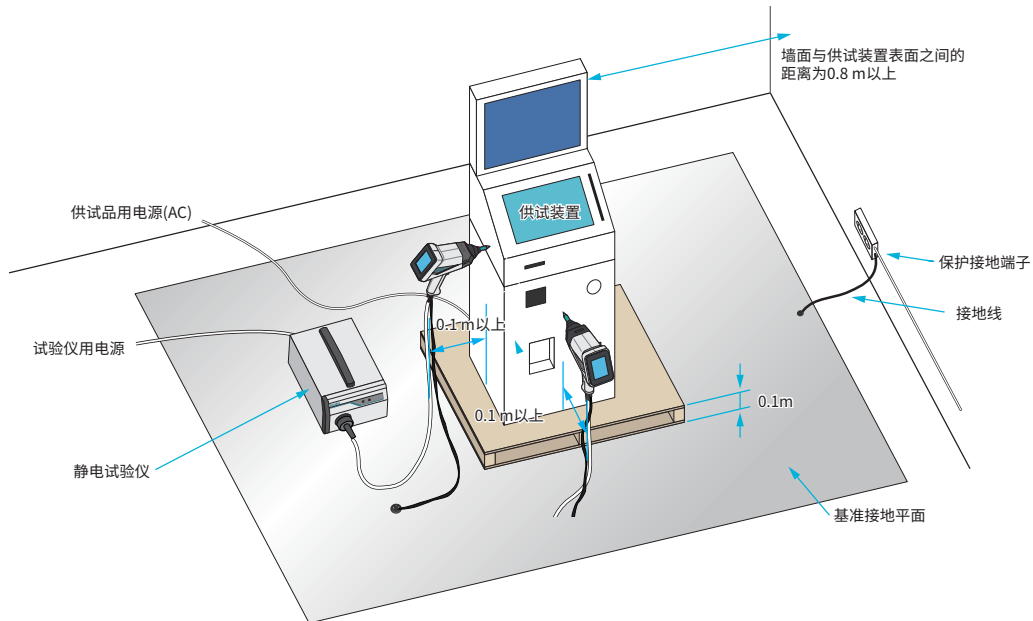
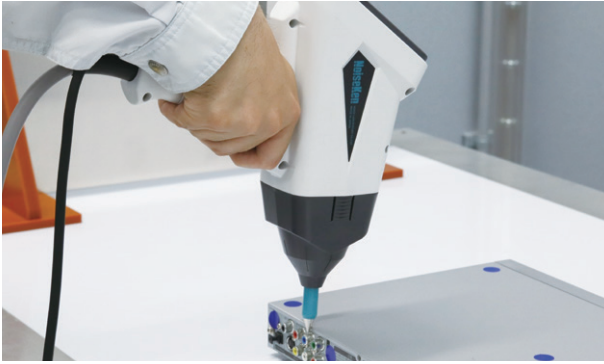


关于放电枪的握持方式

握持放电枪试验时应注意以下几点。

- 请单手握住放电枪的握把。
- 请勿触摸握把以外的部分。
- 用双手握住放电枪或触摸其他部位时，人体会在放电回路中形成寄生电容，从而影响放电波形，造成试验结果出现差异。



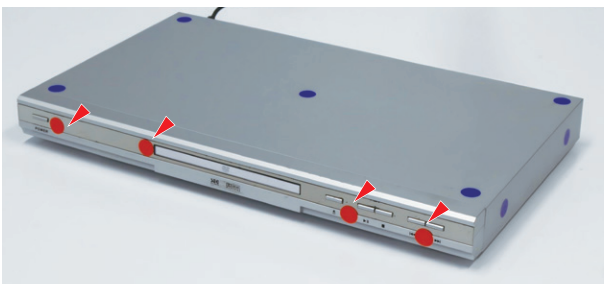


(3) 进行空气放电时

在进行空气放电时，请参考以下内容确定施加点并进行放电。

- 1) 针对非金属操作部等可能与人体接触的部分（特别是可能会通过内部机架等树脂缝隙放电的部分）进行放电。
- 2) 预备试验结果如无特别问题，对于操作部以外的区域，建议以手掌大小的面积为单位确定 1 处施加点。
- 3) 若存在多个单元，需分别对每个单元进行放电。
- 4) IEC 61000-4-2 未对输入输出端子作出规定，但部分产品群标准参照中已有相关规定。评估产品时仍需进行。
- 5) 如果供试装置为电池驱动等无接地情况，也请参照“3.3.3 对非接地供试装置的试验方法”。

进行空气放电的部位为下图箭头所指的部位。



※ 蓝色贴纸部分为接触放电部位

对设定或规定的施加点进行空气放电。

- 使用圆形的放电头。
 - 放电枪的使用方法如下。
1. 将试验仪切换到空气放电模式，在按住放电枪触发开关的状态下从远处以最快速度靠近供试装置并与之接触。
 2. 在按住放电枪触发开关的状态下远离供试装置。
然后松开触发开关。
- 试验电压首先从试验等级 1 开始实施，然后按等级 2、等级 3 的顺序逐级提升至目标试验等级。
 - 试验电压等级请参照“2 试验室准备篇”。
 - 对于每个施加点，各极性至少要施加 10 次单发放电。（施加间隔可以在 1 秒以上。）
 - 放电回流电缆请距离供试装置 0.1 m 以上。
 - 进行试验时，不得接触放电枪以外的物体。

【参考 1】

空气放电的电流上升时间及峰值电流会随放电距离而变化。（通常，放电距离越长上升越慢，峰值电流越小。）此外，其中包含的频率成分及放电电流也会变化，因此对于高试验等级的要求，需要从较低的电压试验到所需等级。

【参考 2】

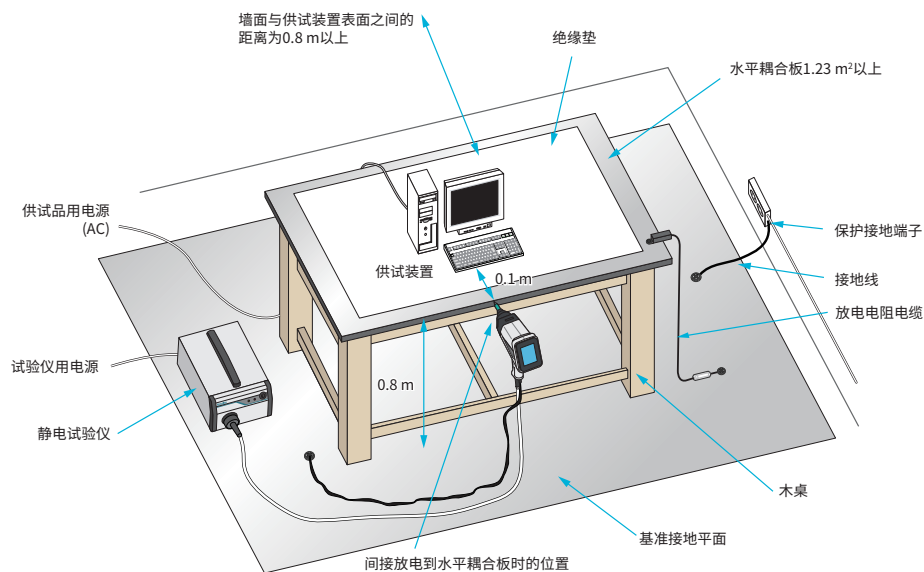
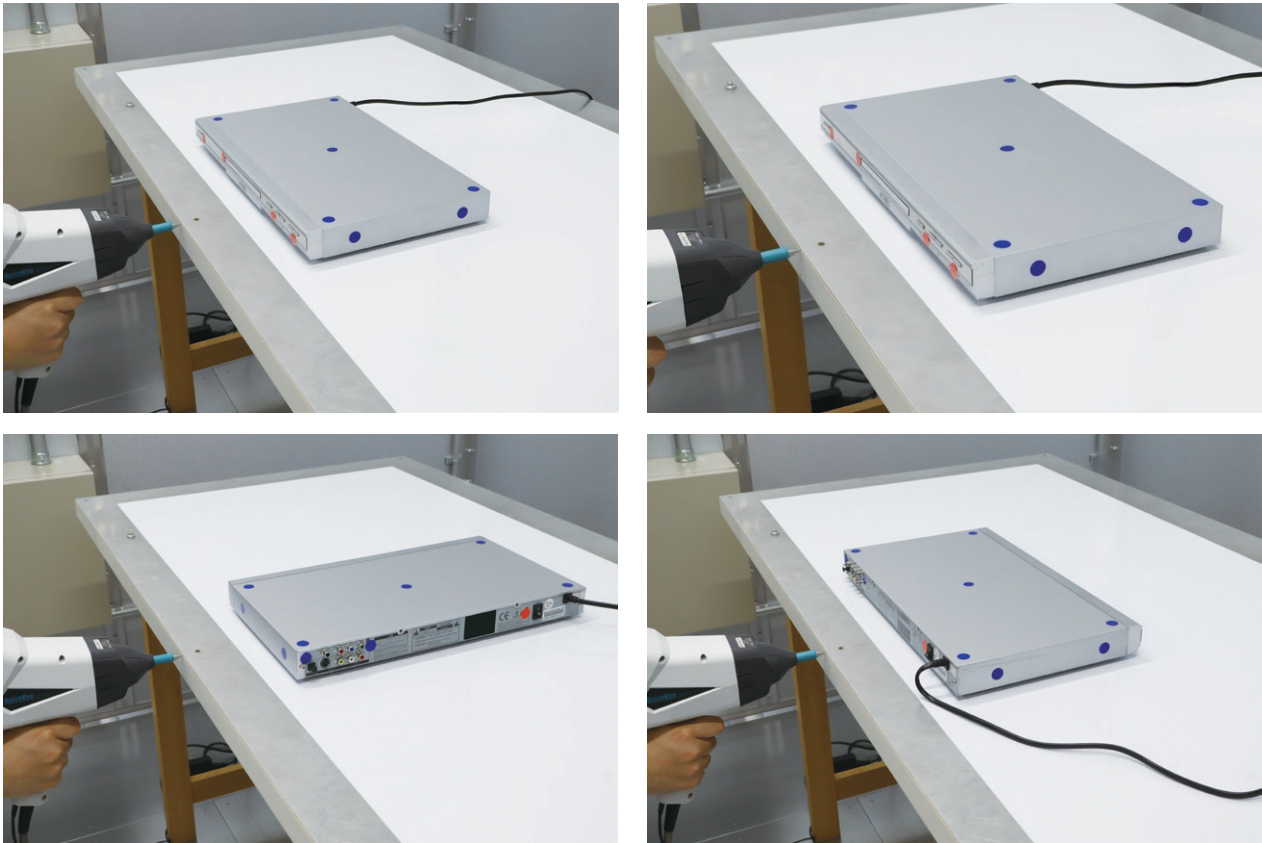
空气放电的施加位置会根据施加电压而变化。



3.3.2 进行间接放电时

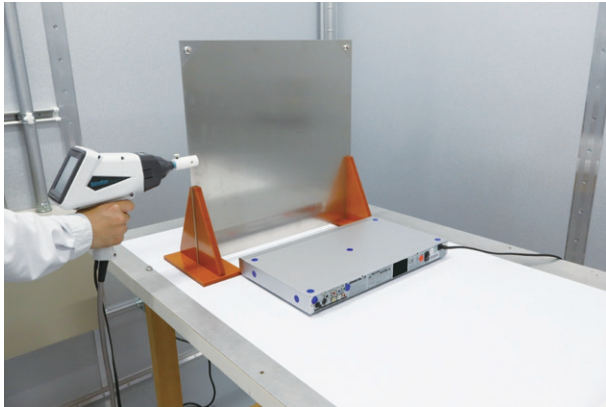
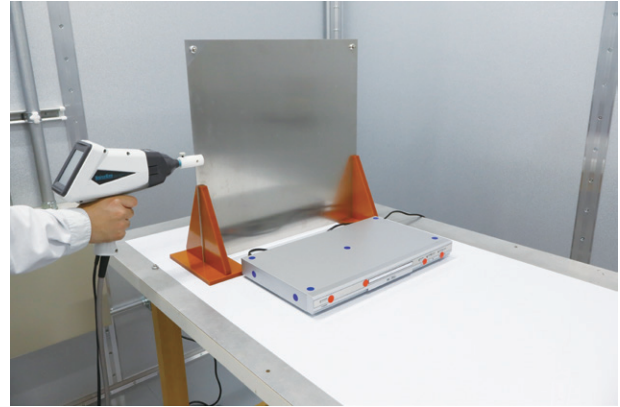
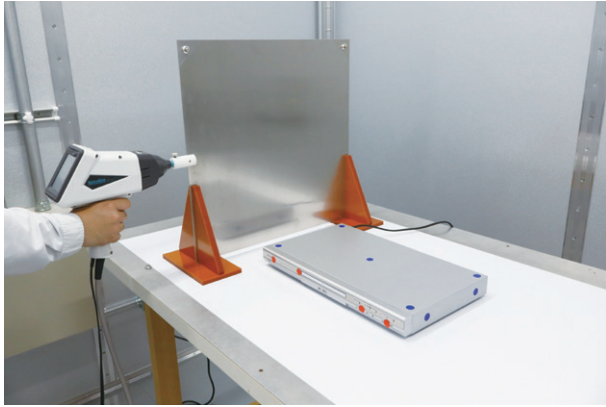
(1) 对水平耦合板进行放电时

- 使用圆锥形的放电头。
- 在距离供试装置 0.1 m 的位置对所有面进行。
- 放电枪平行于水平耦合板的表面与水平耦合板的横截面接触并进行放电。
- 要改变供试装置的放电面时，应移动（旋转）供试装置进行放电。
- 试验电压等级请参照“2 试验室准备篇”。
- 对于每个施加点，各极性至少要施加 10 次单发放电。建议施加间隔为 1 秒。
- 放电回流电缆请距离供试装置 0.1 m 以上。
- 进行试验时，不得接触放电枪以外的物体。

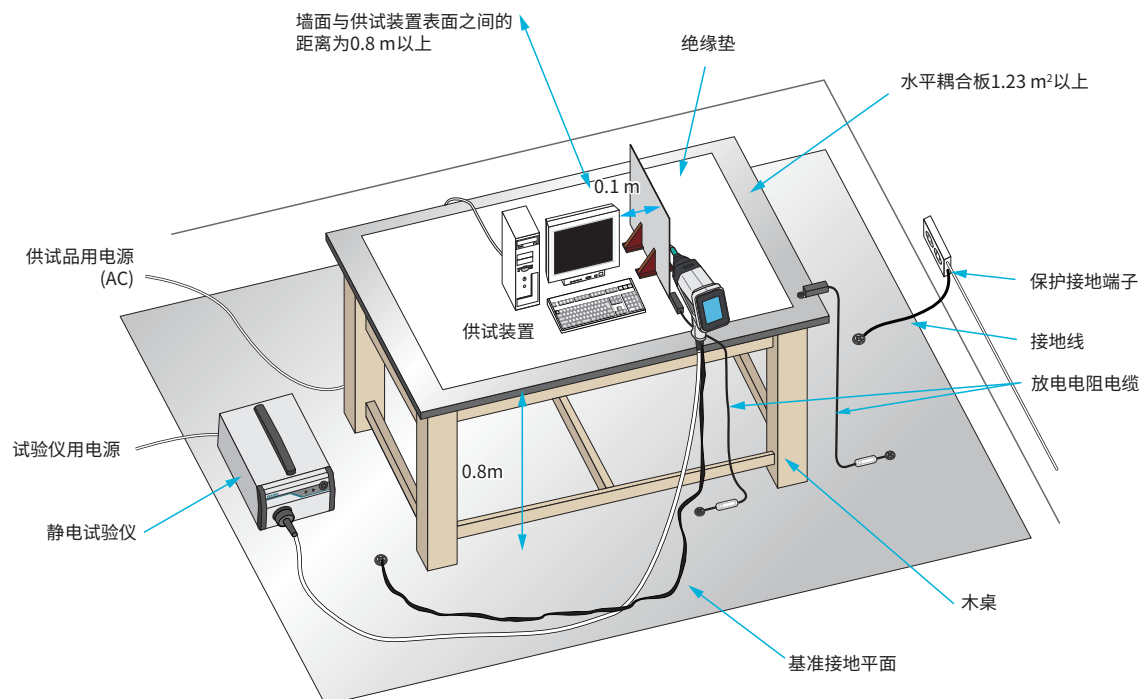


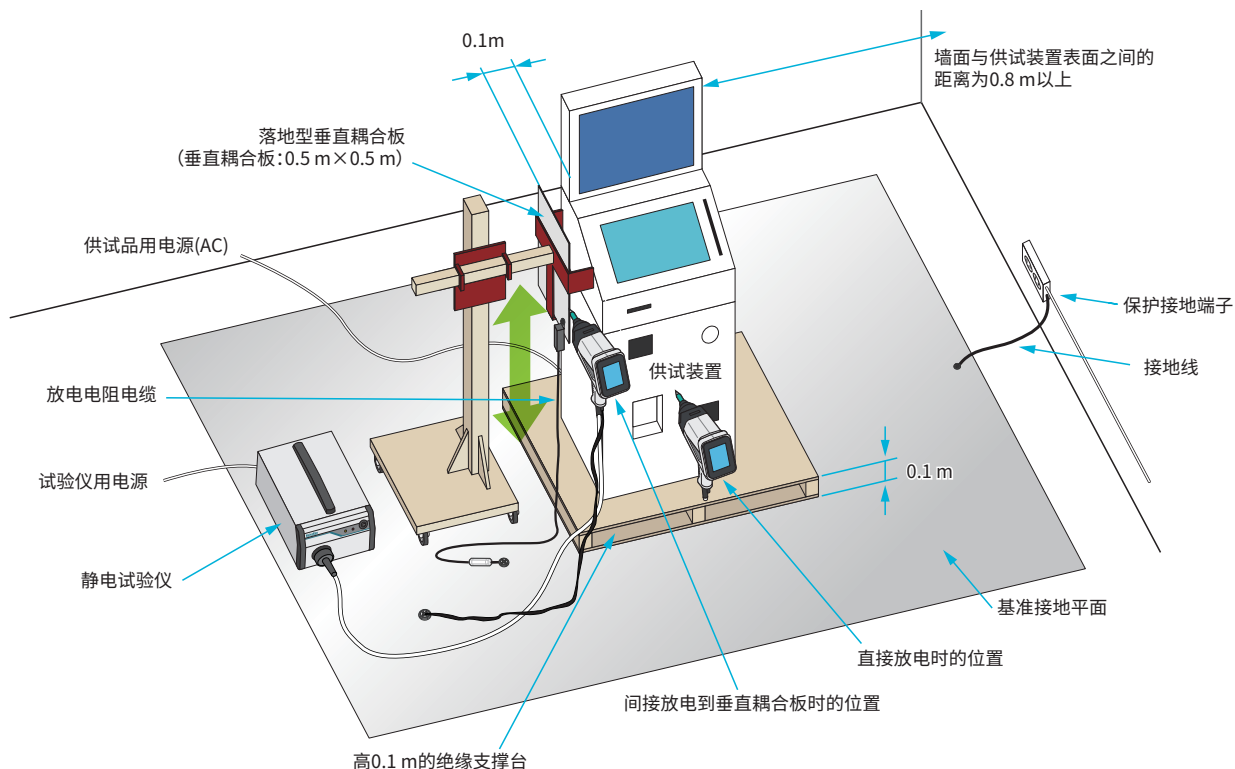
(2) 对垂直耦合板进行放电时

- 使用圆锥形的放电头。
- 对所有侧面进行放电。
- 将垂直耦合板配置在距离供试装置端面 0.1 m 处。(用 $470\text{ k}\Omega \times 2$ 根放电电阻电缆与基准接地平面连接。)
- 将放电枪垂直抵住垂直耦合板横截面(垂直边)的中央部进行放电。
- 如果供试装置的侧面比垂直耦合板大很多, 则应移动垂直耦合板以覆盖整个侧面。
- 垂直耦合板可以超出水平耦合板, 但最好将垂直耦合板配置于水平耦合板上的绝缘垫上。
- 试验电压等级请参照“2 试验室准备篇”。
- 对于每个施加点, 各极性至少要施加 10 次单发放电。(建议施加间隔为 1 秒。)
- 放电回流电缆请距离供试装置 0.1 m 以上。
- 进行放电试验时, 不得接触放电枪以外的物体。



使用如图所示的导板可使放电更易操作。





3.3.3 对非接地供试装置的试验方法

对装置规格或设计不允许设备连接到接地系统的供试装置（无接地装置或电池驱动、通过 AC 适配器运行的设备等）进行静电试验时，为模拟单发发电现象，必须在施加静电放电之前消除供试装置上的电荷。

此外，连接器外壳、电池端子引脚和天线等金属部同样必须在施加静电放电前进行除电。

消除供试装置上所带电荷的方法有以下方法。

(1) 桌面型装置时

通过 $470\text{ k}\Omega \times 2$ 根放电电阻电缆将供试装置的施加部位与基准接地平面连接。

(2) 落地设备时

通过 $470\text{ k}\Omega \times 2$ 根放电电阻电缆将供试装置的施加部位与基准接地平面连接。

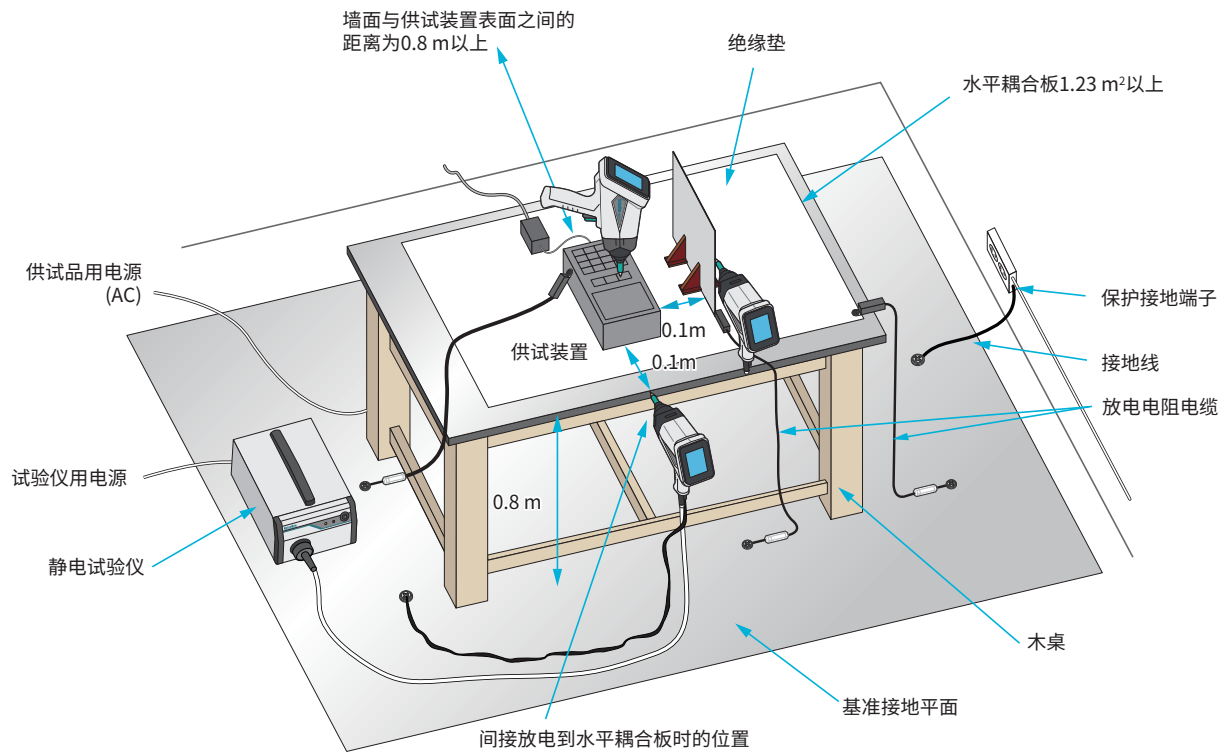
放电电阻电缆的连接必须确保从供试装置到电阻的距离在 0.1 m 以内。

此外，除电的替代方法有以下方法等。

- 设置足够自然放电的施加间隔。
- 使用除电刷。

如果安装了放电电阻电缆的试验结果与未安装状态不同，则以未安装状态的结果为准。

在试验方法中，根据上述直接放电及间接放电，对于每个施加点，各极性至少要施加 10 次单发发电，但施加间隔可以在 1 秒以上。



除电刷 Model : 05-00125A

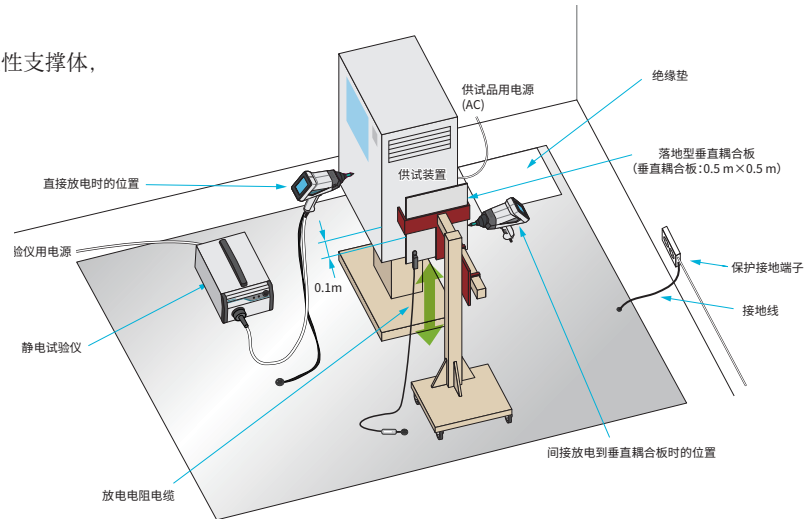


放电电阻电缆 Model : 05-00182A / 05-00183A

3.3.4 对壁挂式装置的试验方法

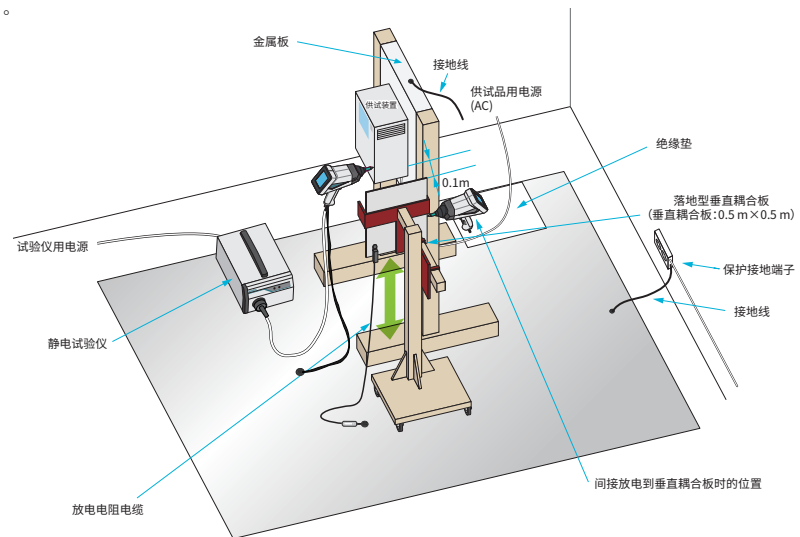
(1) 如果安装面为非导电性

在接地平面上放置高 0.8 m 的非导电性支撑体，将装置放在上面进行试验。



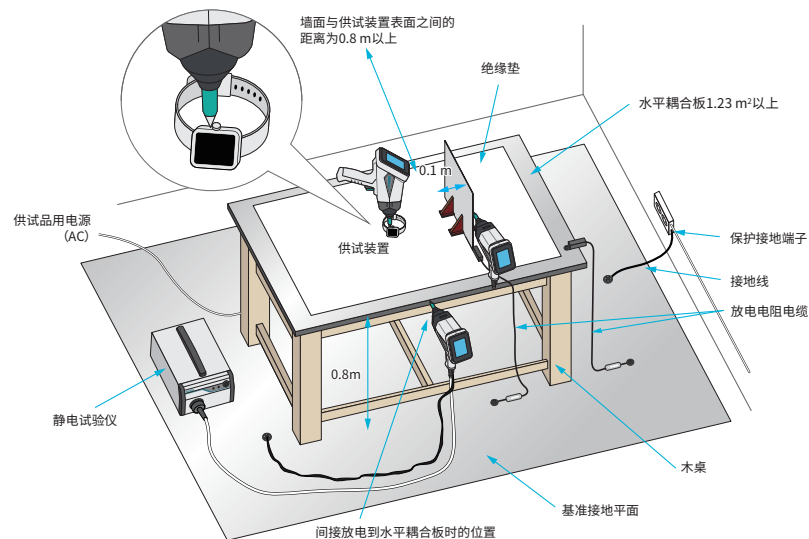
(2) 如果安装面为导电性

保持从接地平面到装置底面的距离为 0.8 m，将其安装在接地的金属墙壁上进行试验。其他规定与落地装置的试验没有明显区别。



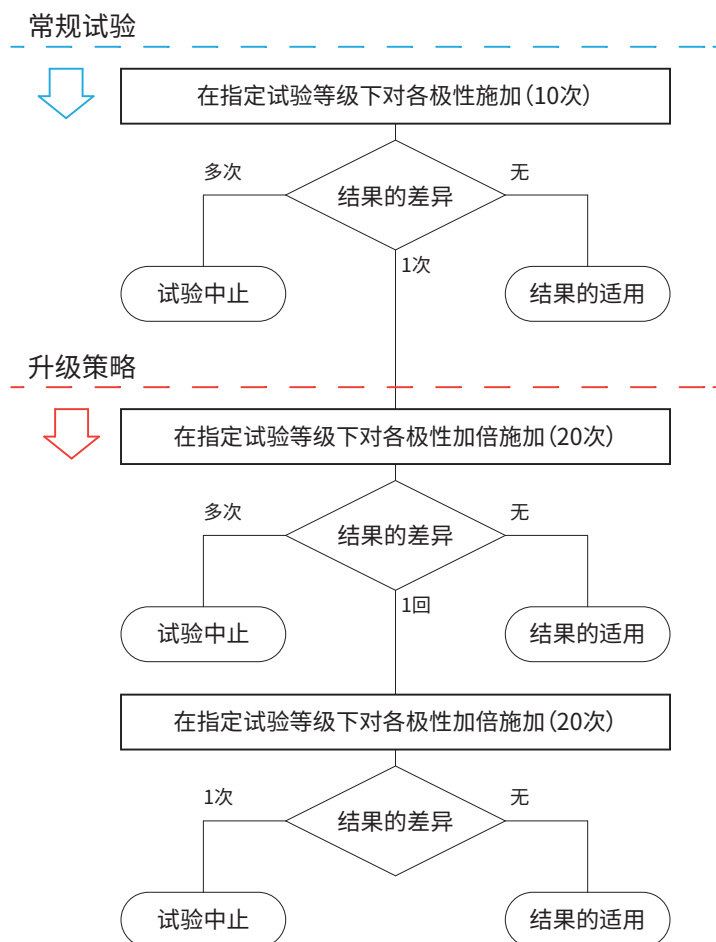
3.3.5 对可穿戴设备的试验方法

采用非接地桌面装置的试验配置进行试验。此外，作为追加试验，为了再现佩戴在腰部的可穿戴设备最严苛的放电电流条件，充电电容和放电电阻分别在 200 pF 和 50 Ω 下进行试验，以供参考。



3.3.6 升级策略

如果在直接放电时装置的性能出现波动，且无法判断这些波动是否由放电引起，则应采用升级策略。



如果装置在放电过程中性能出现波动，且无法判断这些波动是否由放电引起，则应参考上图中的流程图进行操作（规定）。
注释：如果放电能确保装置始终如一地运行，并能确定试验结果，则不适用。

在实际的试验中，如果在 10 次施加过程中出现了 1 次差异，那么就再次施加 20 次，若没有出现差异，则结果适用。

如果在再次试验中又出现 1 次差异，那么就再施加 20 次，若没有出现误动作则适用，若出现多次差异，则不适用。

4 试验结果总结篇

4.1 试验报告书所需信息

总结试验结果的基本原则是实施的试验可以在相同条件下再次试验。这意味着，实施该试验以外的人也可以在相同条件下进行试验，即试验具有可量化性。因此必须记载需要的信息。

至少需要提供以下信息认证机构才能对标准进行认定。

因此，在对产品进行独立评估时，部分信息可能被视为非必要项。

另附“ESD 试验记述示例”请参考。

4.1.1 试验报告书的的管理

(1) 报告书的的管理和种类

总结试验结果的报告书应标注管理编号进行管理。

报告书的格式可以多种多样，但为了防止编写后被篡改，应标注整份报告书的总页数并为各页编号。

(2) 客户姓名及地址

像试验场一样承接非本公司的外部委托试验时需要此项信息。

(3) 明确试验责任

需明确记载试验报告书技术负责人的署名、职务或同等标记（签名或印章），以及发行日期。

4.1.2 试验环境

(1) 试验实施日期

记载根据 IEC 61000-4-2 实施试验的日期。

(2) 记载试验场地

如果使用公共试验场或其他试验场等，则需记载该试验场的名称及地址。还应记载进行试验的建筑物或房间。如果在公司内部环境中实施试验，应同样记录实施试验的房间等场所。

(3) 温度、湿度等环境

记载实施试验时的气温、湿度、气压、电磁环境等试验室内的状态。

4.1.3 供试装置和试验装置

(1) 供试装置的名称及标识

记载供试装置的通用名称及装置名。这里的通用名称是指如“收音机”“电视机”“洗衣机”等可以判断供试装置具有何种功能的名称。而设备名称则指供试装置的型号或名称，即“PCA - **1”等型号名或“Libretto”或“VAIO”等供试装置的名称或爱称。如果试验是通过取样进行的，则还需要记载生产编号等信息来识别用于试验的供试装置。此外，还应记载选择供试装置的理由和方法。

(2) 试验设备的识别符号

ESD 发生器等试验设备的装置名和生产编号等记录。（填写校准期限 / 周期）

4.1.4 试验方法和试验结果

(1) 试验方法

若为规格认证试验则无需特别记载，但如果实施的试验不符合 IEC 61000-4-2，例如为了评估供试装置而在未使用水平耦合板的情况下进行了试验，则应具体记载其理由和方法。

(2) 记载试验结果

试验报告书必须记载根据评估等级做出的判定结果。

此外，如果出现轻度的品质下降，必须记载试验造成的影响。

下面介绍根据评估等级做出的判定。

(a) 记载试验评估等级

进行符合 IEC 61000-4-2 的静电试验并根据等级做出判定时，存在两种依据：基于 IEC 61000-4-2 的评估等级，和基于通用标准 / 产品群标准的评估等级判定。供试装置特有的具体运行条件和功能规格的退化或丧失，是针对标准的评估等级事先定义的。

(i) 基于 IEC 61000-4-2 的评估等级

在 IEC 61000-4-2 中, 除非适用标准或产品规格明示了判定标准, 否则试验结果的判定标准就根据供试装置的运行条件和功能规格分为 4 个等级。请参考以下 4 个等级为产品群标准和采购规格书设定标准。

1. 在规格的容许值内正常运行
2. 可自行恢复的功能或运行暂时出现降低或丧失
3. 需要操作员介入或重置系统的功能或运行暂时出现降低或丧失

(ii) 基于通用标准 / 产品群标准的评估等级

通用标准 EN61000-6 和产品群标准 CISPR24 的一般判定标准记载于“5 标准参考资料篇”以供参考。

(b) 记载造成的影响 / 偏差事项

如果出现轻度的功能或性能下降, 必须记载发生了什么现象。(如需进行再次试验, 建议提前记载以免发生故障。)

此外, 如果有不符合试验规定的偏差事项, 例如因预计静电放电可能导致供试装置损坏而将某些部位排除在试验部位之外等情况, 应记载其理由。

【什么是轻度的功能或性能下降】

LED 短时间闪烁、指针计的指针轻微摆动等现象。

4.1.5 其他

(1) 补充事项

除了用表格和图表记载试验结果外, 还应记录和记载系统构成和使用辅助设备时的配置图等。

(2) 有关判定不确定性的记录

需对判定中的不确定性进行记录。例如, 进行 10 次放电后, 若 8 次结果判定为“2 级”, 2 次结果判定为“3 级”, 而等级记载为“2 级”时, 需完整记载为什么判定为“2 级”的决策流程。

5 判定标准

根据 IEC 61000-4-2 标准进行试验时，必须对试验结果进行等级判定，但其判定等级需根据所要达到的标准来确定。下面以 EN61000-6 和 CISPR35 为例进行说明。

5.1 EN61000-6

EN 61000-6-1、EN 61000-6-2

○ 性能判定标准 A

供试装置（EUT）从试验开始到结束后，必须始终按预期运行。在按预期使用供试装置的状态下，性能水平不得因性能水平降低或功能丧失而低于制造商的规定。可以规定允许的性能损失，而非性能水平。

如果制造商没有设定最低性能水平或允许的性能损失，则可根据产品说明书或文件进行设定，或根据用户在按预期使用的状态下，对供试装置合理期望的水平进行设定。

○ 性能判定标准 B

试验结束后，供试装置也必须始终按预期运行。在按预期使用供试装置的状态下，性能水平不得因性能水平降低或功能丧失而低于制造商的规定。可以规定允许的性能损失，而非性能水平。但是在试验过程中，性能下降并不是问题。不允许实际运行状态或保存的数据出现变化。如果制造商没有设定最低性能水平或允许的性能损失，则可根据产品说明书或文件进行设定，或根据用户在按预期使用的状态下，对 EUT 合理期望的水平进行设定。

○ 性能判定标准 C

允许出现暂时性功能丧失。在此种情况的条件是，功能能够自行恢复或通过操作控制装置恢复。

5.2 CISPR35

○ 性能判定标准 A

供试装置（EUT）从试验开始到结束，必须在不进行操作的状态下始终按预期运行。

在按预期使用供试装置的状态下，性能水平不得因性能退化或功能丧失而低于制造商规定的最低限度。

用允许的性能损失来代替性能水平也没有问题。

如果制造商没有设定最低性能水平或允许的性能损失，则可根据产品说明书或文件进行设定，或根据用户在按预期使用的状态下，对供试装置合理期望的水平进行设定。

○ 性能判定标准 B

试验结束后，供试装置必须在无需任何操作的情况下始终按预期运行。在按预期使用供试装置的状态下，性能水平不得因进行试验后性能退化或功能丧失而低于制造商的规定。用允许的性能损失来代替性能水平也没有问题。

试验过程中的性能退化没有问题，但试验后不允许运行状态或保存的数据出现变化。

如果制造商没有设定最低性能水平或允许的性能损失，则可根据产品说明书或文件进行设定，（或根据用户在按预期使用的状态下，对供试装置合理期望的水平进行设定。

○ 性能判定标准 C

如果有自行恢复功能，或者用户可以按照制造商的指示操作控制装置来恢复功能，或者可以对供试装置循环供电来恢复功能，则允许在试验期间及试验后暂时丧失功能。

5.3 ESD试验记述示例

测试报告的记述示例如下所示。

(使用本公司方波脉冲噪声测试仪 (INS-4040) 作为供试装置时的记述示例。)



TEST REPORT

Electrostatic discharge

Noise Laboratory CO.,LTD

Impulse noise simulator

Model : INS-4040

Serial : INS11X4127

Rep.No. : 2025-0077

1 of 12 Pages

Test Data : June 23, 2025

Issue Date : July 23, 2025

Taro Noise

Product Development Dept Product Development Section 2

NOISE LABORATORY CO., LTD.

1-4-4, Chiyoda, Chuo-ku, Sagamihara City, Kanagawa Pref. 252-0237, Japan
TEL : +81 (0)42 712 2011 FAX : +81 (0)42 712 2010

The test results applies only to the tested sample and this report shall not be reproduced except in full without the written approval of the laboratory.

Summary

Type of Test : Electrostatic discharge

Regulation(s) : —

Test method(s) : IEC 61000-4-2 : 2025

Test Date : June 23, 2025

Client : Noise Laboratory CO.,LTD

Address : 1-4-4, Chiyoda, Chuo-ku, Sagamihara City,
Kanagawa Pref. 252-0237, Japan
TEL : +81 (0)42 712 2031 FAX : +81 (0)42 712 2031

Test Sample : Impulse noise simulator

Model : INS-4040

Serial : INS11X4127

Clock Frequency : -MHz

Power Supply : AC100V(50Hz)

Phase : Single Phase

Test Place : EMC Solution Center
Noise Laboratory CO.,LTD
1-4-4, Chiyoda, Chuo-ku, Sagamihara City,
Kanagawa Pref. 252-0237, Japan

Noiseken Engineer : Jiro Noise

Product Development Dept Product Development Section 2

TEST Result : PASS

TEST No. : Noise0601

Equipment Under Test



Test Sample : Impulse noise simulator

Model : INS-4040

Serial : INS11X4127

EUT Type : Floor-Stand

Operation Mode : Normal Operation

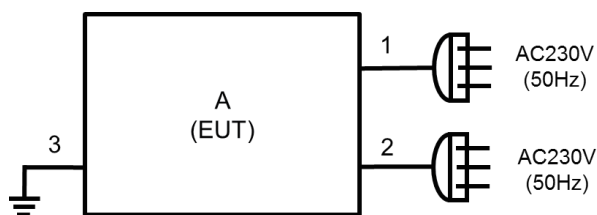
Power on State (AC100V)

EUT Line Input Power (AC100V)

TEST No. : Noise0601

Equipment Under Test

System Configuration Diagram



【Equipment Used】

A :

Equipment : Impulse noise simulator

Brand : Noiseken

Model : INS-4040

Serial : INS11X4127

Note : EUT

【Cable Used】

1 :

Cable Name : AC Power Cable

Length(m) : 2.0m

Shield : No

Note : EUT

2 :

Cable Name : EUT Line input pwer Cable

Length(m) : 1.5m

Shield : No

Note : —

3 :

Cable Name : GND Cable

Length(m) : 0.15m

Shield : No

Note : —

TEST No. : Noise0601

Test Equipment

ESD Simulaor

Noiseken

Model : ESS-PS1

Serial : ESS2512345

Last Cal. : 2025/05

Cal.int. : 1 Year(S)

Discharge Gun

Noiseken

Model : GT-31S

CR Constant(150pF-330Ω)

Serial : ESS2567890

Last Cal. : 2025/05

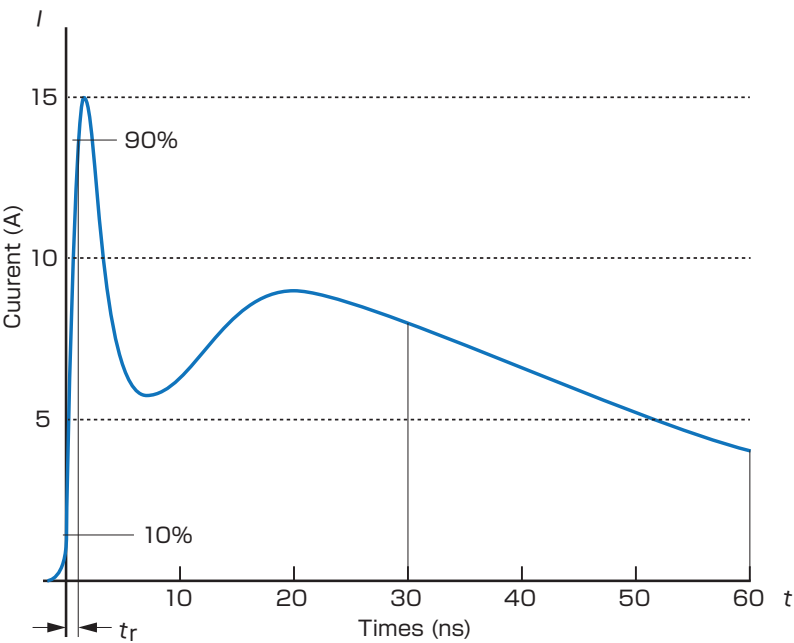
Cal.int. : 1 Year(S)



TEST No. : Noise0601

Test Conditions

Regulation(S) : —
Test Method(S) : IEC 61000-4-2 : 2025
Test Level : Direct Discharge Contact 4kV
Indirect Discharge VCP 4kV
Polarity : + And —
Test Times : 10 Times / Pont
Interval : 1s
CR Constant : 150pF-330Ω

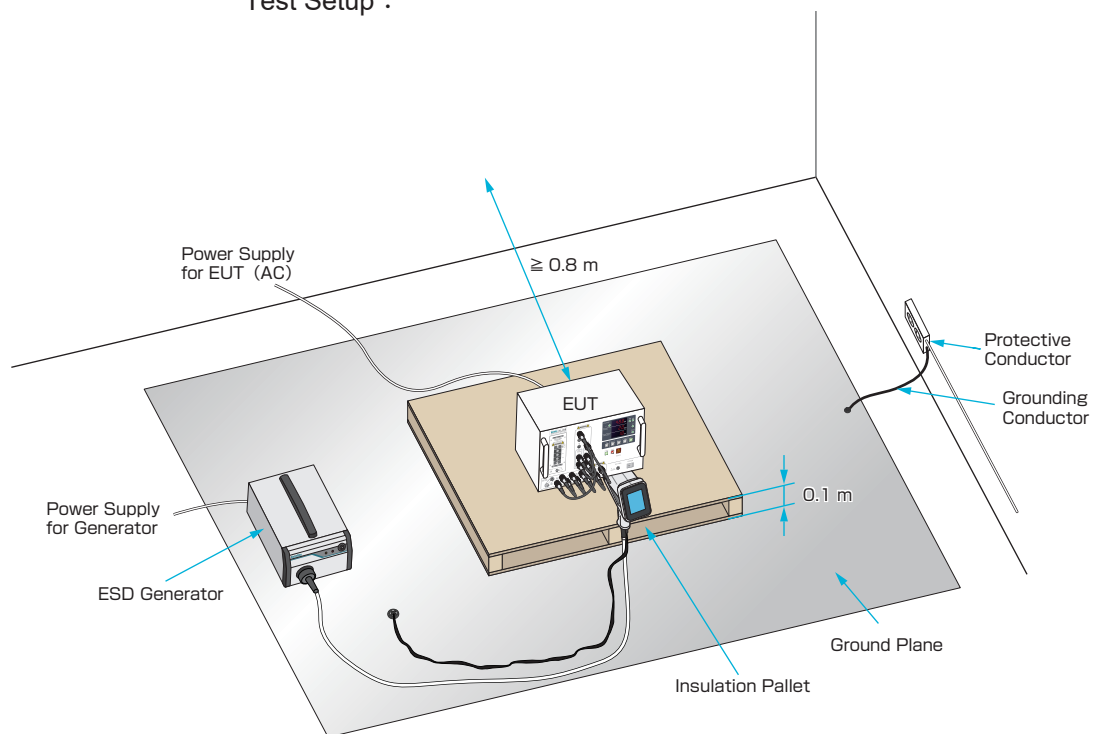


Discharge Current Waveform

Test Environment

Facility :	Shield Room
Temperature :	23°C ~ 23°C
Humidity :	52% ~ 50%
Insulating Support Height :	10cm

Test Setup :



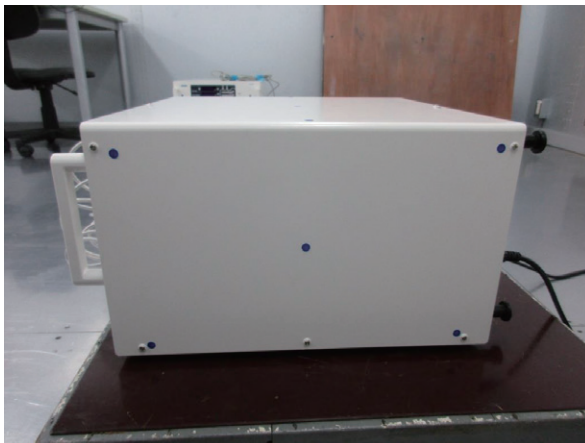
TEST No. : Noise0601

Setup Photo(S)



Test Pont
(Front Side)

- Contact Dischage

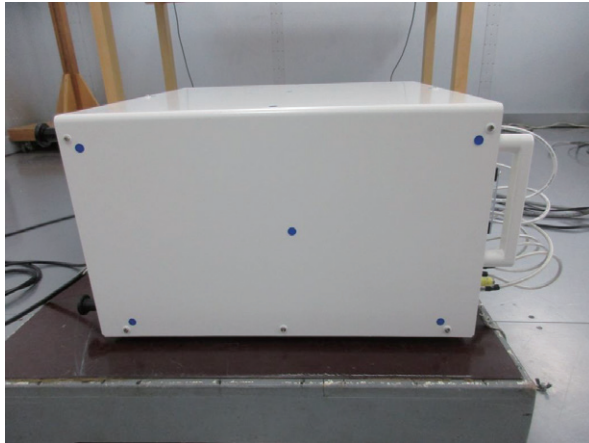


Test Pont
(Rihgt Side)

- Contact Dischage

TEST No. : Noise0601

Setup Photo(S)



Test Pont
(Left Side)

- Contact Discharge

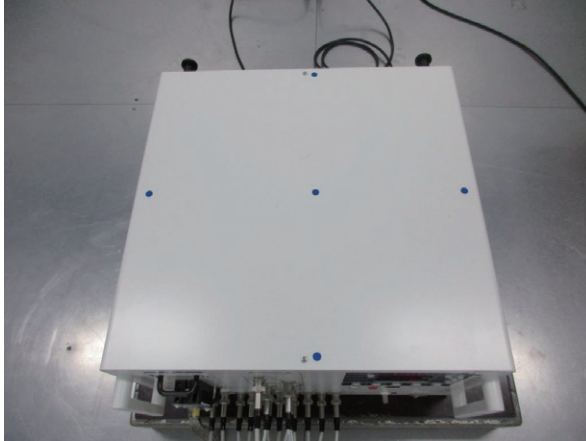


Test Pont
(Rear Side)

- Contact Discharge

TEST No. : Noise0601

Setup Photo(S)



Test Pont
(Top Side)

- Contact Discharge



Indirect Discharge
(VCP)

TEST No. : Noise0601

Judgment

《Performance criteria》

- A) The equipment shall continue to operate as intended during and after the test.
No degradation of performance or loss of function is allowed below a performance level specified by the manufacturer, when the equipment is used as intended.

- B) The equipment shall continue to operate as intended after the test.
During the test, degradation of performance is allowed.
No degradation of performance or loss of function is allowed below a performance level specified by the manufacturer, when the equipment is used as intended.

- C) Temporary loss of function is allowed, provided the function is self-recoverable or can be restored by the operation of the controls.

TEST No. : Noise0601

Test Result

《Direct discharge Test (Contact discharge)》

	Surface	Front		Right		Left		Rear		Top	
	Quantities	6 point(s)		5 point(s)		5 point(s)		6 point(s)		5 point(s)	
	Polarity	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Level	2.0 kV										
	4.0 kV	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	6.0 kV										

《Indirect discharge Test (VCP)》

	Surface	Front		Right		Left		Rear		Top	
	Quantities	1 point(s)		1 point(s)		1 point(s)		1 point(s)			
	Polarity	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Level	2.0 kV										
	4.0 kV	A	A	A	A	A	A	A	A		
	6.0 kV										

5.4 有关静电放电现象的各种数据

(1) 不同物质的摩擦起电极性和排序 (DOD-HDBK-263)



(2) 带电记录数据 (DOD-HDBK-263)

静电发生现象	产生电压	
	相对湿度	相对湿度
	10% ~ 20%	65% ~ 95%
在地毯上步行	35000	1500
在塑胶地面步行	12000	250
坐在椅子上工作的人员	6000	100
工作指示书的塑料封套	7000	600
从椅子上捡起的塑料袋	20000	1200
用聚氨酯包覆的作业椅	18000	1500

5.5 参考文献

- IEC 61000-4-2
Electromagnetic compatibility (EMC) -
Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test
- ISO 10605
Road vehicles — Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge
- DOD HDBK 263
Electrostatic Discharge Control Handbook For Protection Of Electrical And Electronic Parts, Assemblies And Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices)Metric
- CISPR35
- EN 61000-6 系列

5.6 噪声研究所支持的产品型号一览

本书中使用的株式会社噪声研究所的静电试验相关产品一览如下所示。如需帮助，请咨询本公司营业。

名 称	型号	名 称	型号
静电试验仪	ESS-PS1、ESS-S3011A	法拉第笼	FC-300
放电枪	GT-31S 和 GT-30R 系列		03-00138A (FC-300 用 RGP)
试验台	03-00039A	ESD 电流靶	06-00094A
绝缘支撑台	03-00024A	同轴电缆	02-00157A
垂直耦合板 (桌面型)	03-00005A	衰减器	00-00022A
垂直耦合板 (落地型)	03-00034A	GND 电缆固定支架	03-00129A
接地平面	03-00007A	放电枪固定底座	03-00128A
绝缘垫	03-00004A		
放电电阻电缆	05-00182A / 05-00183A		
水平耦合板	03-00020A		
自动除电探头	01-00013B		
除电刷	05-00125A		

～ MEMO ～

Handwriting practice area consisting of multiple horizontal dotted lines.

～ MEMO ～

～ MEMO ～

Handwriting practice area consisting of multiple horizontal dotted lines.

海外営業課

〒252-0237 神奈川県相模原市中央区千代田 1-4-4

TEL: 042-712-2051 FAX: 042-712-2050 E-mail: sales@noiseken.com

【请注意】 ● 未经许可，不得复制或转载本目录的全部或部分内容。 ● 产品规格和外观如有更改，恕不另行通知。 ● 由于各种情况，名称和价格可能会发生变化，也可能导致生产中止。 ● 请与我们
的销售部门联系，以了解订购和合同中的任何问题。 此外，我们可能无法承担因未经确认而产生的任何责任或义务。 ● 目录中的公司名称和品牌名称是商标或注册商标。 ● 目录中描述的我们的产品
是由对使用有足够了解的工程司或在其监督下使用的设备，不是为一般家庭或消费者设计或制造的产品。 ● 由于印刷的原因，目录中的照片可能与实际产品在颜色、纹理等方面存在差异。 ● 关于目录
内容我们会尽量做最好，但如果您有发现，如印刷错误或书写错误，请我们的销售人员联系。

NoiseKen

<https://cn.noiseken.com/>