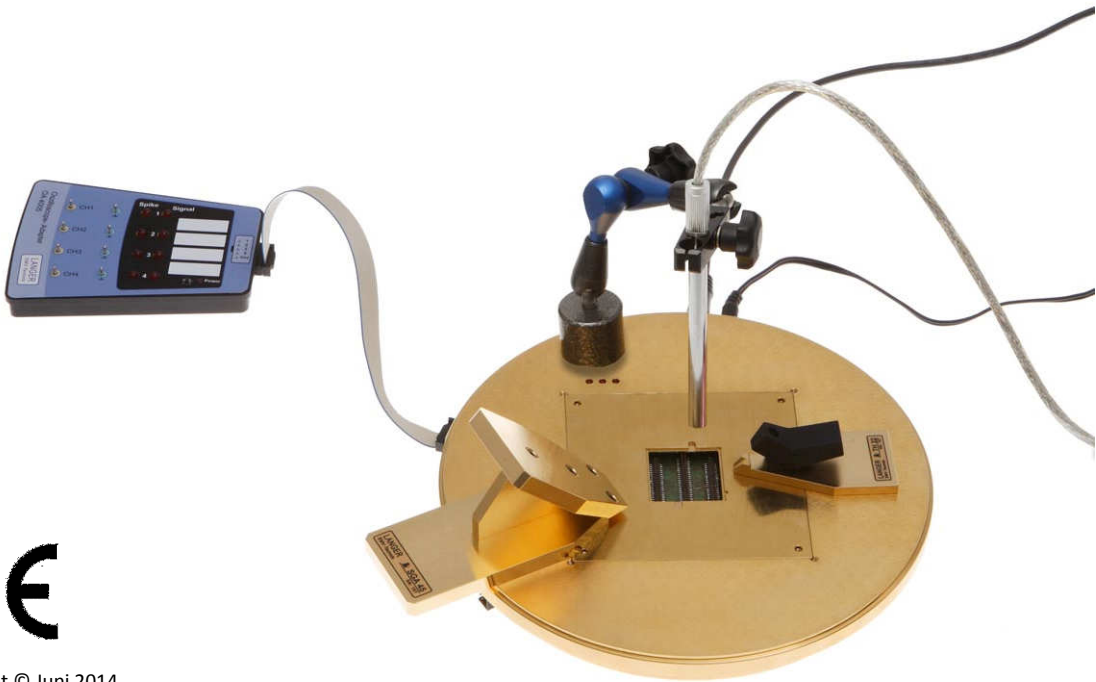




# IC TEST SYSTEM

用户手册

## 集成电路 (IC) 测试环境 ICE1 套组



Copyright © Juni 2014  
LANGER EMV-Technik GmbH

内容:	页
<b>1 集成电路 (IC) 测试系统</b>	<b>4</b>
<b>2 集成电路测试环境 ICE1 套组的组成部分</b>	<b>9</b>
2.1 集成电路测试板	9
2.2 接地适配器 GNDA	10
2.3 接地平面 GND 25	11
2.4 连接板 CB 0708	12
2.4.1 连接板的接口	13
2.5 示波器适配器 OA 4005	16
2.6 探头支架 TH 22	16
2.7 探头适配器 SGA 30 和 SGA 45	17
2.8 连接板控制软件	17
<b>3 系统配置</b>	<b>18</b>
3.1 集成电路测试环境 ICE1 套组: 使用用户电子技术嵌入被测 IC	18
3.2 集成电路测试环境 ICE1 套组: 连接板不与计算机连接	18
3.3 集成电路测试环境 ICE1 套组: 连接板与 PC 结合使用	19
3.4 测试装置中的示波器适配器 OA 4005	21
3.5 测试装置中的探头支架 TH 22	21
<b>4 集成电路测试环境 ICE1 套组的功能</b>	<b>22</b>
4.1 集成电路测试环境 ICE1 套组: 连接板不与计算机连接	22
4.2 集成电路测试环境 ICE1 套组: 连接板与计算机结合使用	22
4.3 连接板 CB 0708 的功能与编程	22
4.3.1 被测 IC 的电源供给	22
4.3.2 连接板电源	24
4.3.3 LED 显示灯	24
4.3.4 被测 IC 信号的接线场	24
4.3.5 滤波电路	25
4.3.6 测试板 CB 0708 正面的插接可能性	25
4.3.7 脉冲捕获器	26
4.3.8 SPI (串行外设接口)	27
4.3.9 插拔连接器	27
4.3.10 射频插口	28
4.4 示波器适配器 OA 4005 的功能	28
4.5 探头支架 TH 22 的作用	29

4.6	探头适配器 SGA 30 或 SGA 45 的作用	30
<b>5</b>	<b>软件</b>	<b>30</b>
5.1	安装要求	30
5.2	安装	30
5.2.1	安装说明	30
5.2.2	测试安装	31
5.3	连接板控制软件的使用	31
5.3.1	菜单	32
5.3.2	引脚设置对话框	32
5.3.3	被测 IC 的电源供应	33
5.3.4	捕获器 Trap 1	33
5.3.5	被测 IC 引脚信号的显示	33
5.3.6	状态栏	34
5.3.7	连接板远程控制命令	34
<b>6</b>	<b>安全须知</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>保修说明</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>技术规格</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>交货清单</b>	<b>39</b>

## 1 集成电路(IC)测试系统

利用集成电路(IC)测试系统，通过有针对性地施加骚扰(传导耦合以及电磁场耦合)，可以分析电路的特性及其干扰发射情况。图 1所示被测 IC(电路)功能测试的试验装置。

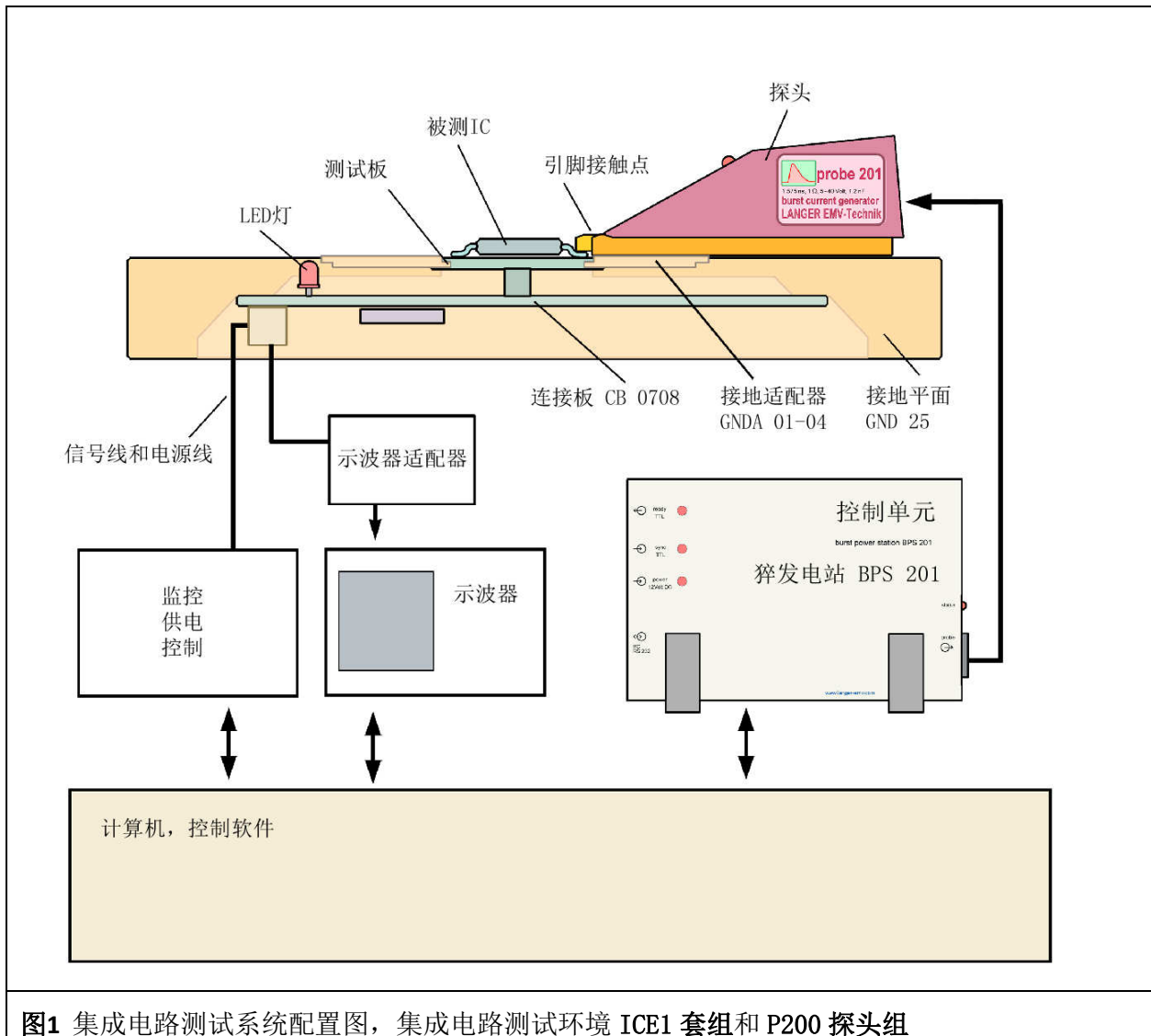


图1 集成电路测试系统配置图，集成电路测试环境 ICE1 套组和 P200 探头组

集成电路用户通过该测试系统获取 IC 的电磁兼容(EMC)性能参数，可以：

- 在 IC 的开发阶段就考虑其电磁兼容(EMC)性能参数，
- 根据 IC 的电磁兼容(EMC)性能参数，调整布局设计，
- 通过比较多种 IC 的电磁兼容(EMC)性能参数，为具体应用选择最佳的 IC。

集成电路生产商可以利用该系统测量 IC 的 EMC 参数，并在开发的过程中改善 IC 的电磁兼容特性。

- 通过集成电路的引脚和电磁场测量其 EMC 参数：电压(u)，电流(i)，正向功率( $p_{\text{vor}}$ )，电场强度(E)，磁场强度(H)
- 查找分析集成电路出现薄弱点的原因
- 有效地开发集成电路的电磁兼容性能

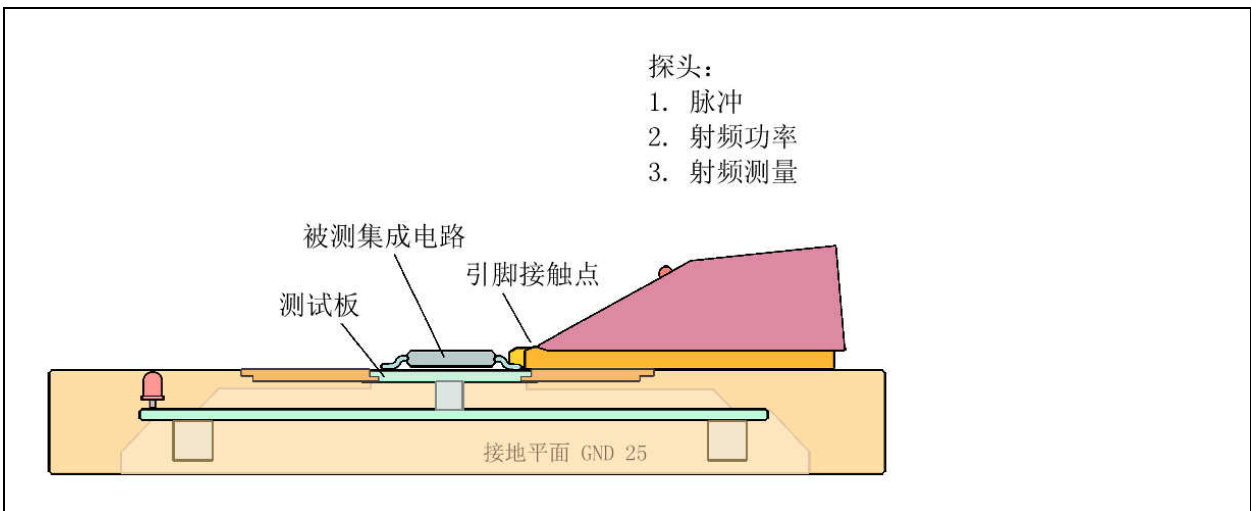


图2 集成电路测试系统的试验基本配置（导体耦合）

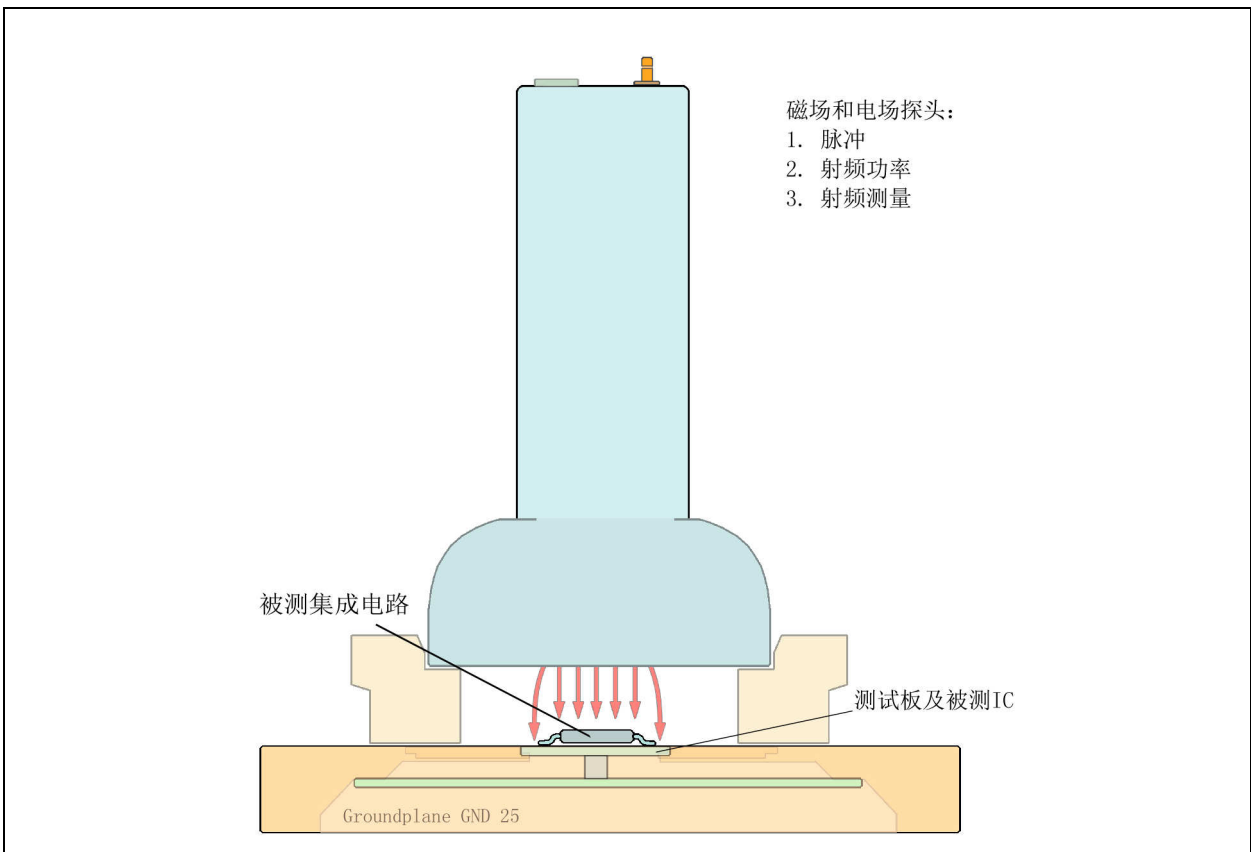


图3 集成电路测试系统的试验基本配置（电磁场耦合）

使用集成电路测试系统测量的优点：

将被测 IC 安装在通用测试板上并相应地连接。该测试板及其装入的被测 IC 可以用于集成电路测试系统的所有测量方法。为此对一种被测 IC，只需开发一个测试板即可。

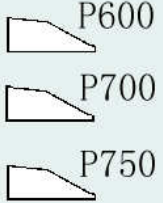
待测 IC 放置在测试板上，在进行传导耦合测试的时候，被测 IC 的所有引脚都必须能够与探头保持良好连接。

无论是传导耦合式还是电磁场耦合式测量，都可以使用同一个集成电路测试环境：**ICE1 套组**。

## 集成电路测试系统 - 产品总览

### RF发射

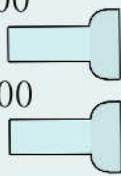
标准



P600  
P700  
P750

P600/700 探头组

RF场



P1600  
P1700

P1600 探头组

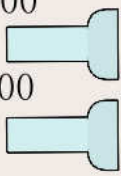
RF功率 - 标准



P501 /502  
P503

P500 探头组

RF功率

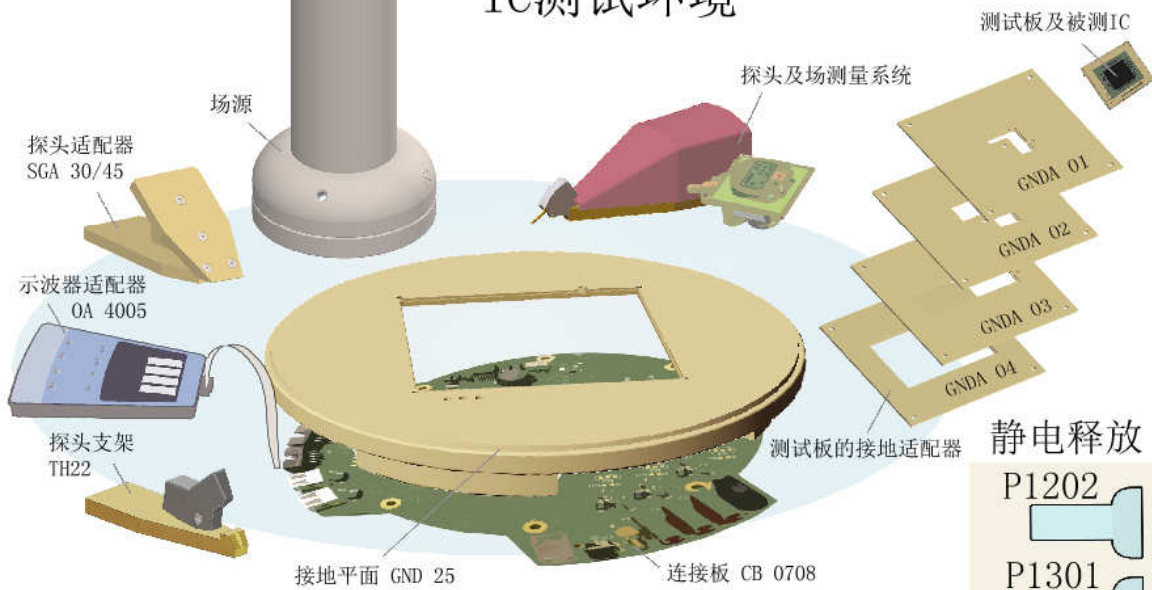


P1400  
P1500

P1400 探头组

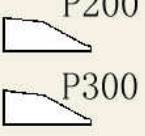
### RF抗干扰能力

### IC测试环境



### 脉冲耦合

脉冲

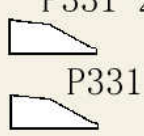


P200  
P300

BPS 201

P200/300 探头组

标准脉冲



P331-2  
P331

BPS 203

P331-2 探头组


EFT脉冲



P250

P250 探头组

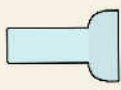
突发脉冲



P1202-4  
P1303-4

P1202-4 探头组

ESD标准



P1202-2

BPS 203

P1202 探头组

图 4 集成电路测试系统的探头组以及 IC 测试环境 ICE1 套组

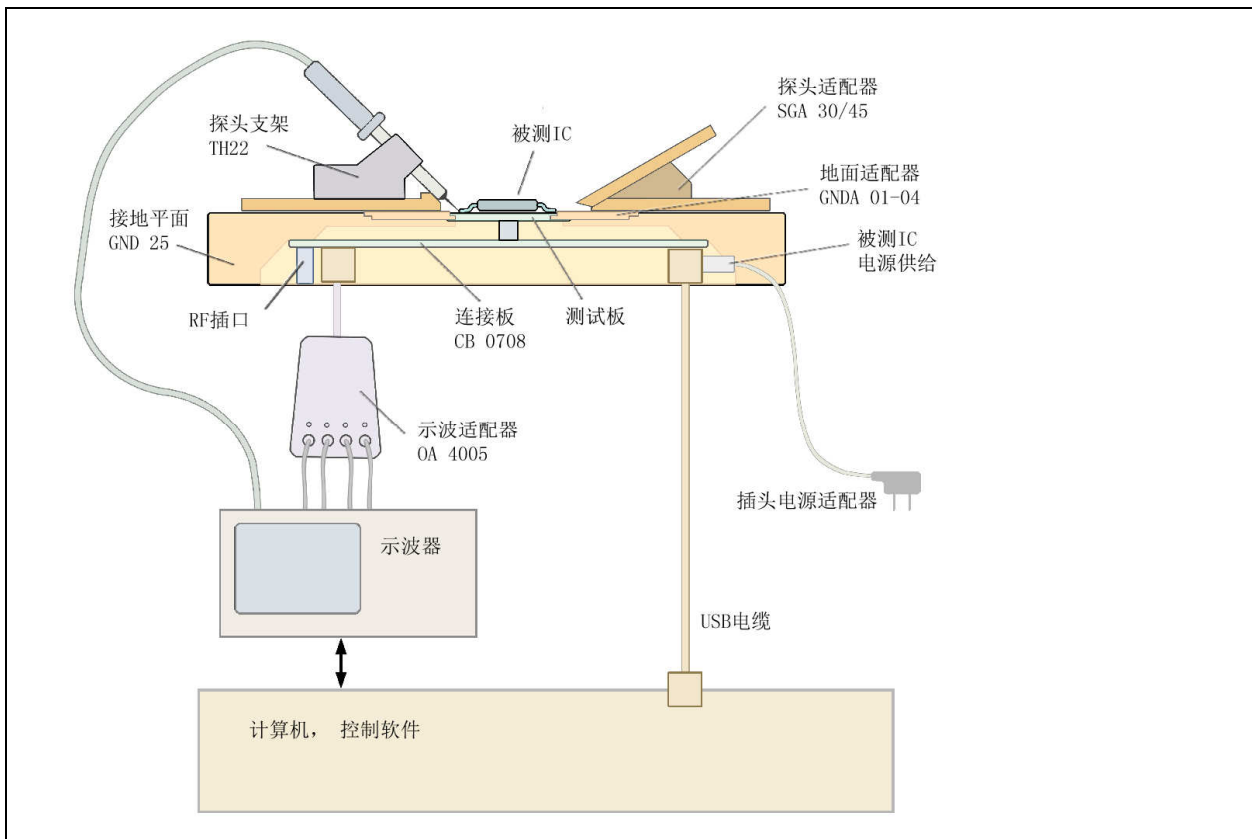


图5 集成电路测试环境 ICE1 套组与外部设备组成的测试装置 (标准配置中不包括示波器、探头以及个人计算机)

### 集成电路测试系统 ICE1 套组

除了探头组([www.langer-emv.de](http://www.langer-emv.de))以外，测量装置还需要以下基本部件：

用于固定被测 IC 的单元:	被测 IC 的测试设备:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC 测试板 (对每一个被测 IC 专门制作，咨询地址 mail@langer-emv.de)</li> <li>• 接地适配器 <b>GNDA 01-04</b></li> <li>• 地平面 <b>GND 25</b></li> <li>• 连接板 <b>CB 0708</b>, 用于监测和控制被测 IC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 示波适配器 <b>OA 4005</b></li> <li>• 探头支架 <b>TH 22</b></li> <li>• 控制单元</li> <li>• 探头适配器 <b>SGA 30</b> 和 <b>SGA 45</b></li> <li>• 各种电缆</li> <li>• 插头式电源适配器</li> <li>• 显微镜摄像机以及支架</li> <li>• 计算机控制软件 <b>Connection Board Control</b></li> </ul>

除了集成电路测试系统的标配组件（集成电路测试环境 ICE1 套组和探头组）以外，不同的测量任务需要不同的测量装置，可能还需要如下附加设备(图5):

(这些附加不属于交货内容)

- 骚扰信号发生器（譬如 EFT/Burst 电快速瞬变脉冲群）
- 示波器
- 频谱分析仪
- 个人计算机
- 功率放大器，频率发生器，定向耦合器等。

测量时，被测 IC 需要安装在测试板上。该 IC 测试板经过滤波器与其下面的连接板连接。被测 IC 通过该连接板与个人计算机(PC)连接。使用配套的软件程序，可以监测和控制测量中的被测 IC。连接板位于接地平面的下侧，该接地平面形成测量中的固定接地参考系统。探头放置在接地平面上，通过导体或电磁场耦合的方式将骚扰注入到被测 IC 中，或者测量其干扰发射。

根据不同的测量目的，探头要么连接到外部设备（频谱分析仪或骚扰发生器），要么连接到 Langer-EMV 的猝发电站 BPS。

猝发电站（Burst Power Station）属于某些探头的附件。通过附带的控制软件 BPS 客户端可以控制探头的脉冲电压、脉冲频率和极性。因此，耦合注入的骚扰脉冲定义精确，并具有可重复性。



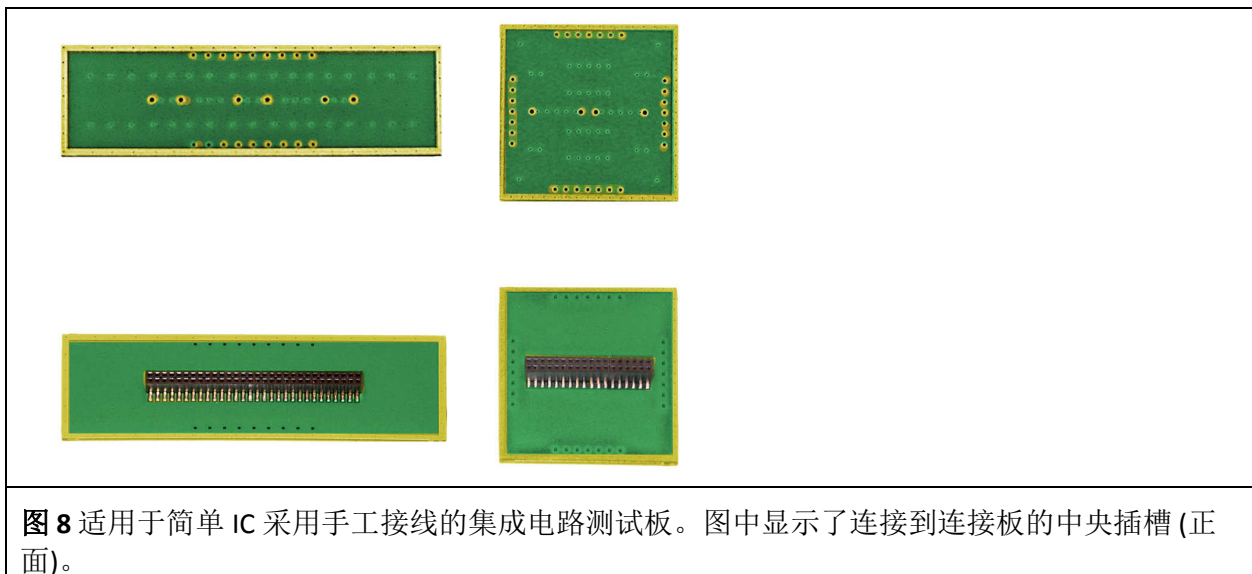
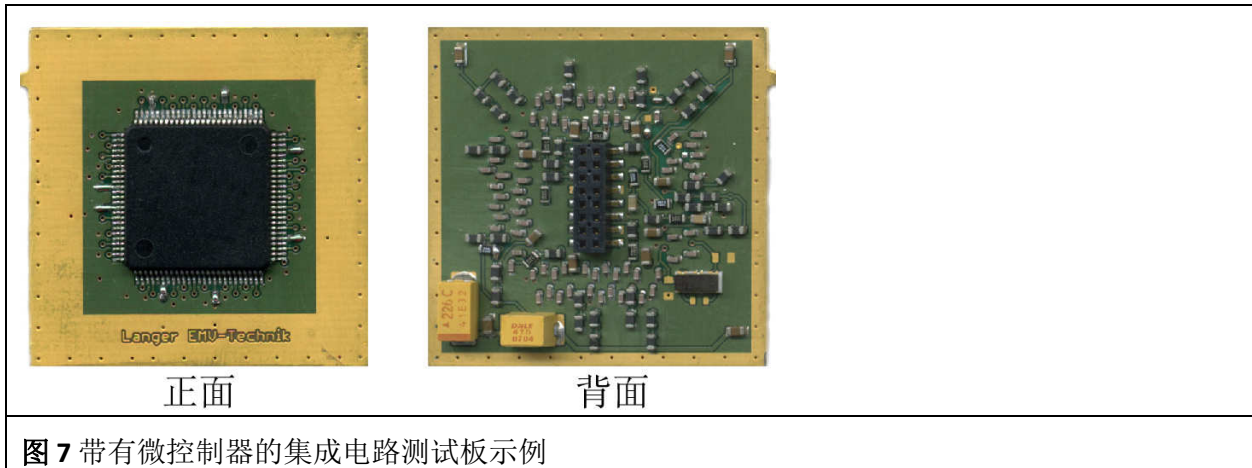
图 6 测试装置示例



## 2 集成电路测试环境 ICE1 套组的组成部分

### 2.1 集成电路测试板

集成电路测试板用于放置被测 IC，是被测 IC 和集成电路测试系统之间的接口（图 7）。集成电路测试板的大小取决于被测 IC 的尺寸以及接地适配器的凹槽情况。



对每个引脚分配和功能不同的 IC 的测试，都需要开发和制作一个集成电路测试板。客户可以根据朗格尔电磁兼容技术有限公司（Langer EMV-Technik GmbH）的集成电路测试指导手册自己制作，或者根据客户的要求，由 Langer EMV-Technik GmbH 公司代为开发和制造。

## 2.2 接地适配器 GNDA

接地适配器 GNDA 01 至 04 用于装入接地平面 GND 25 相应的缺口处。这 4 种方案分别用于不同的 IC 测试板，所以被测 IC 的大小决定了测试板的尺寸以及选用的接地适配器。

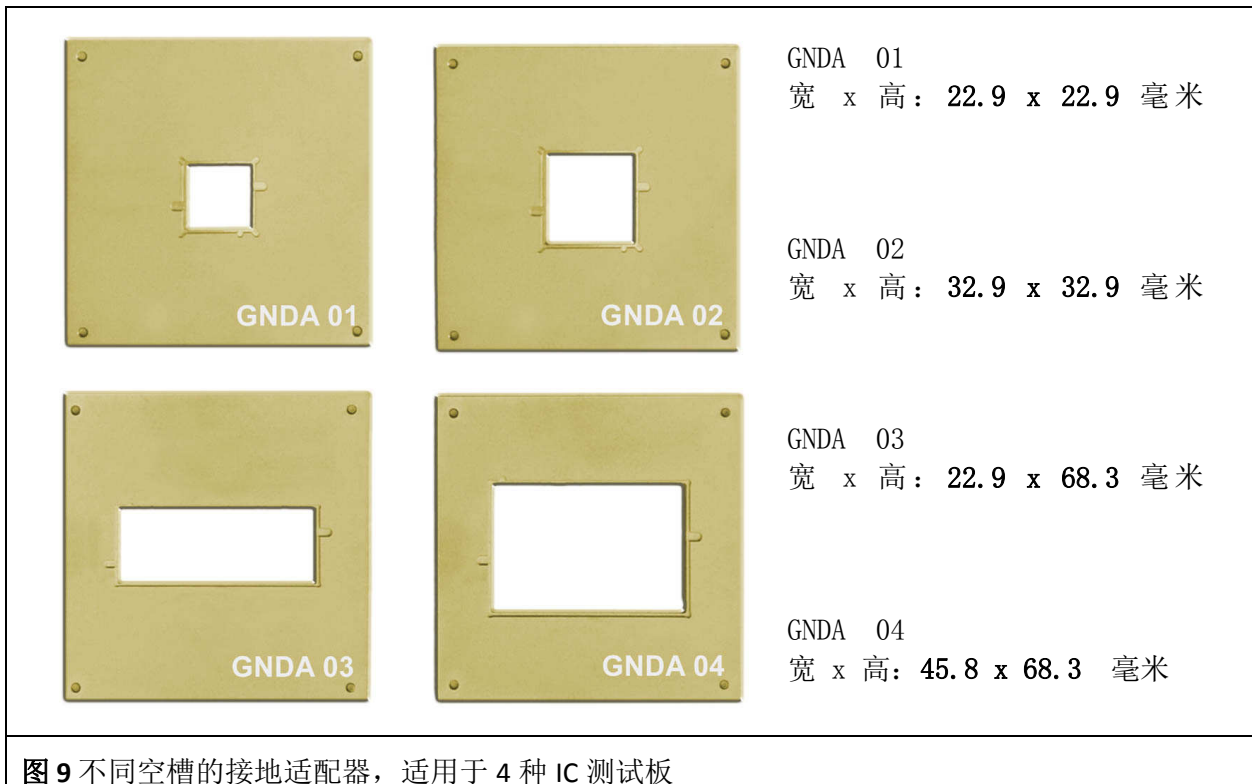


图 10 显示了四种不同空槽的接地适配器。根据不同的空槽尺寸，连接插槽的 56 只引脚当中只有某些引脚可用于连接测试板和连接板。除了接地适配器之外，也可以将 (100x100) 毫米的 TEM 小室安装到接地平面 GND 25 上 (图 10)。

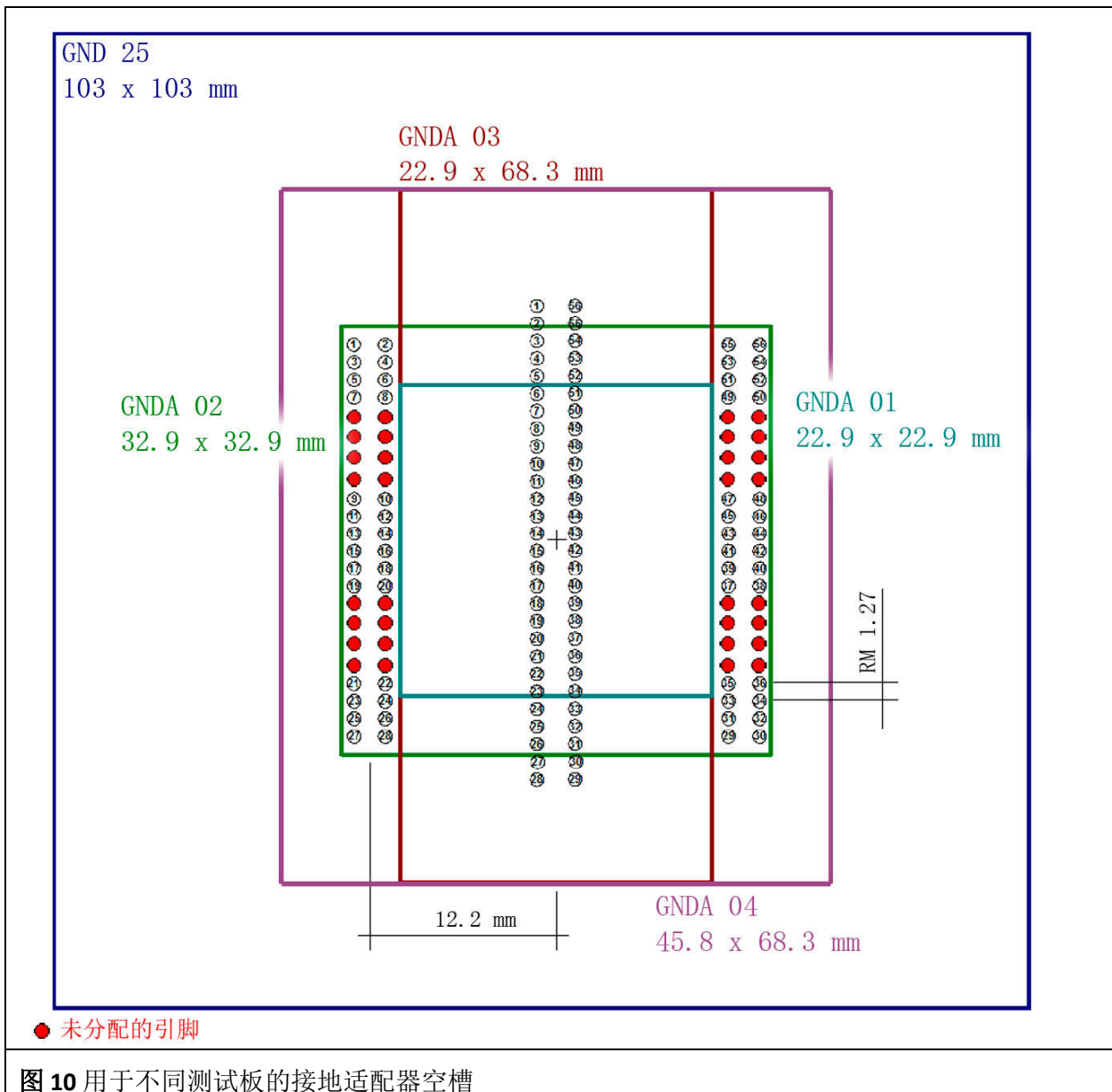


图 10 用于不同测试板的接地适配器空槽

### 2.3 接地平面 GND 25

GND 25 接地平面由表面连续镀金的钢材制成。探头通过磁铁固定在接地平面上。钢材料可以保证磁体附着力，而镀金表面可以确保探头的射频兼容性接触。接地平面上预留的开口 103x103 毫米用于装夹：

1. 接地适配器 **GNDA 01-04** 以及
2. TEM 小室 **print 100x100 mm**

在接地平面的背面安装有连接板 CB 0708。接地平面上还有为连接板的 LED 灯预留的三个孔(图 12)。

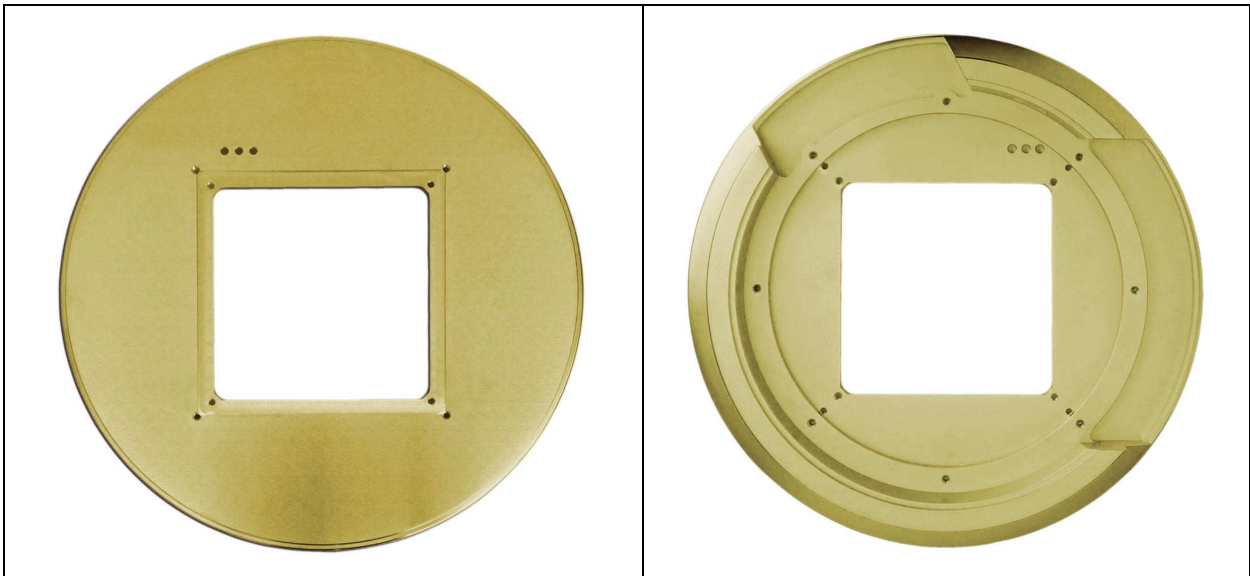


图 11 接地平面 **GND 25** 的正面和背面

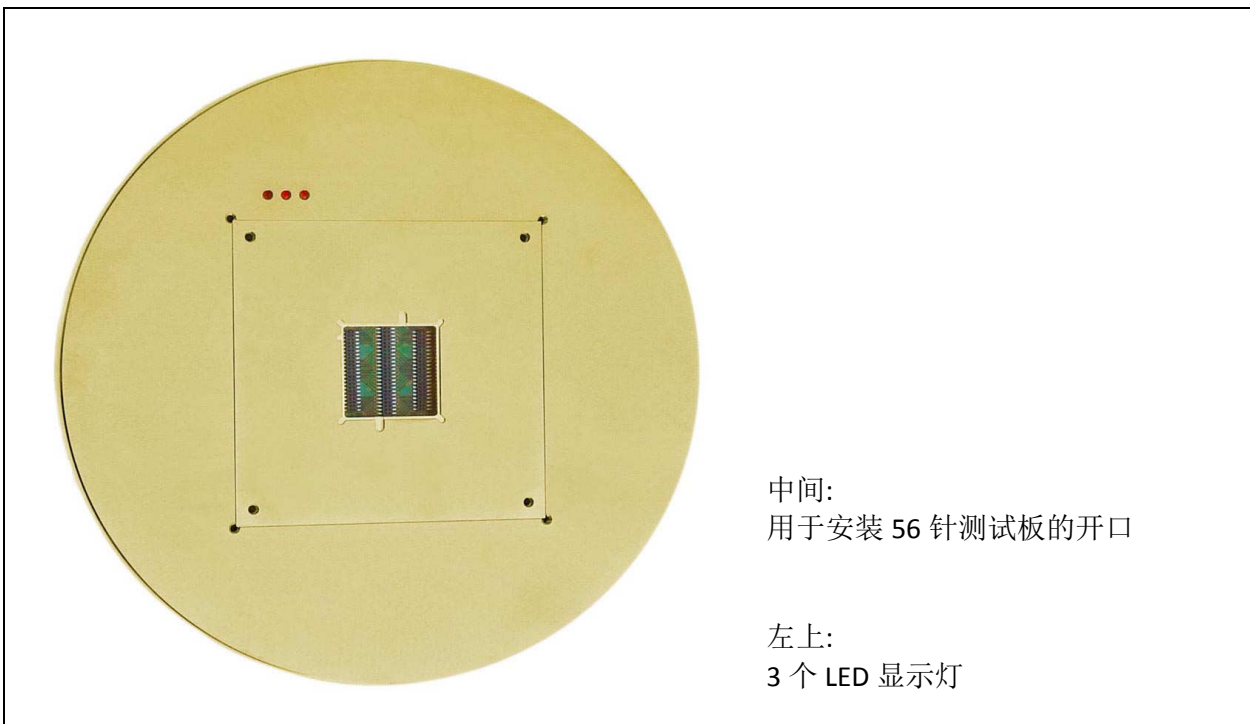


图 12 装入了 **GND A 02** 的接地平面 **GND 25**

## 2.4 连接板 CB 0708

连接板 **CB 0708** 是集成电路测试环境 **ICE1** 套组的核心组件，10 个十字螺丝将其固定在接地平面 **GND25** 的下面。

连接板 **CB 0708** 负责对被测 IC 的控制和监测。它通过插拔式连接器与测试板连接，并由此与被测 IC 连接(图 19)。在连接板的正面(图 13)有一个 56 针和两个平行接通的 44 脚插头连接器，用于接插测试板。3 个 LED 灯用于显示自由选定的信号。

背面中部的微控制器(图 14)负责控制其与被测 IC 的通信交流。此外它还提供可与计算机连接的

USB 接口，能够通过 USB 接口发送和接收命令及信号。在连接板的边缘还有用于与外部设备和信号连接的插口。输入和输出信号可以经由接线排与被测 IC 和微控制器连接。

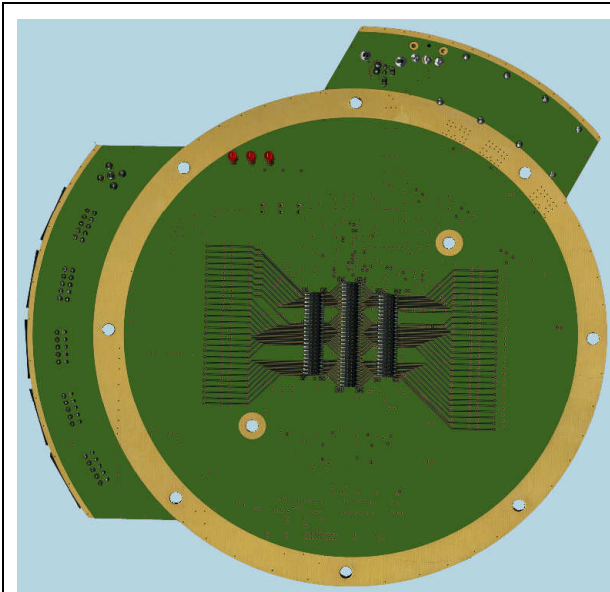


图 13 正面 CB 0708 (上面)

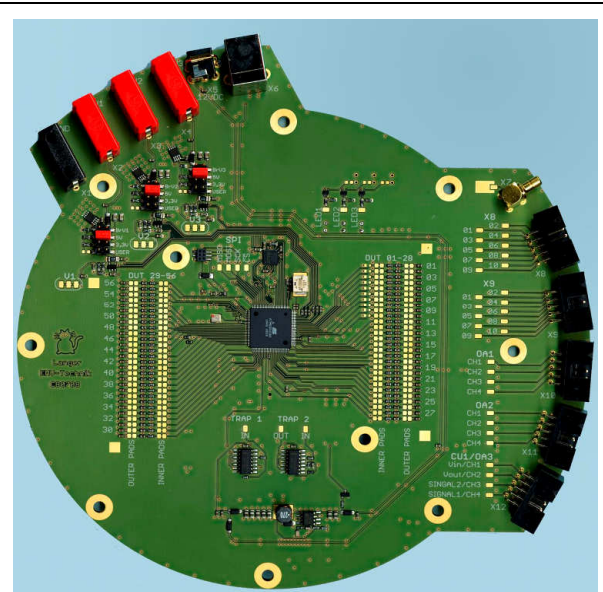


图 14 背面 CB 0708 (底面)

### 2.4.1 连接板的接口

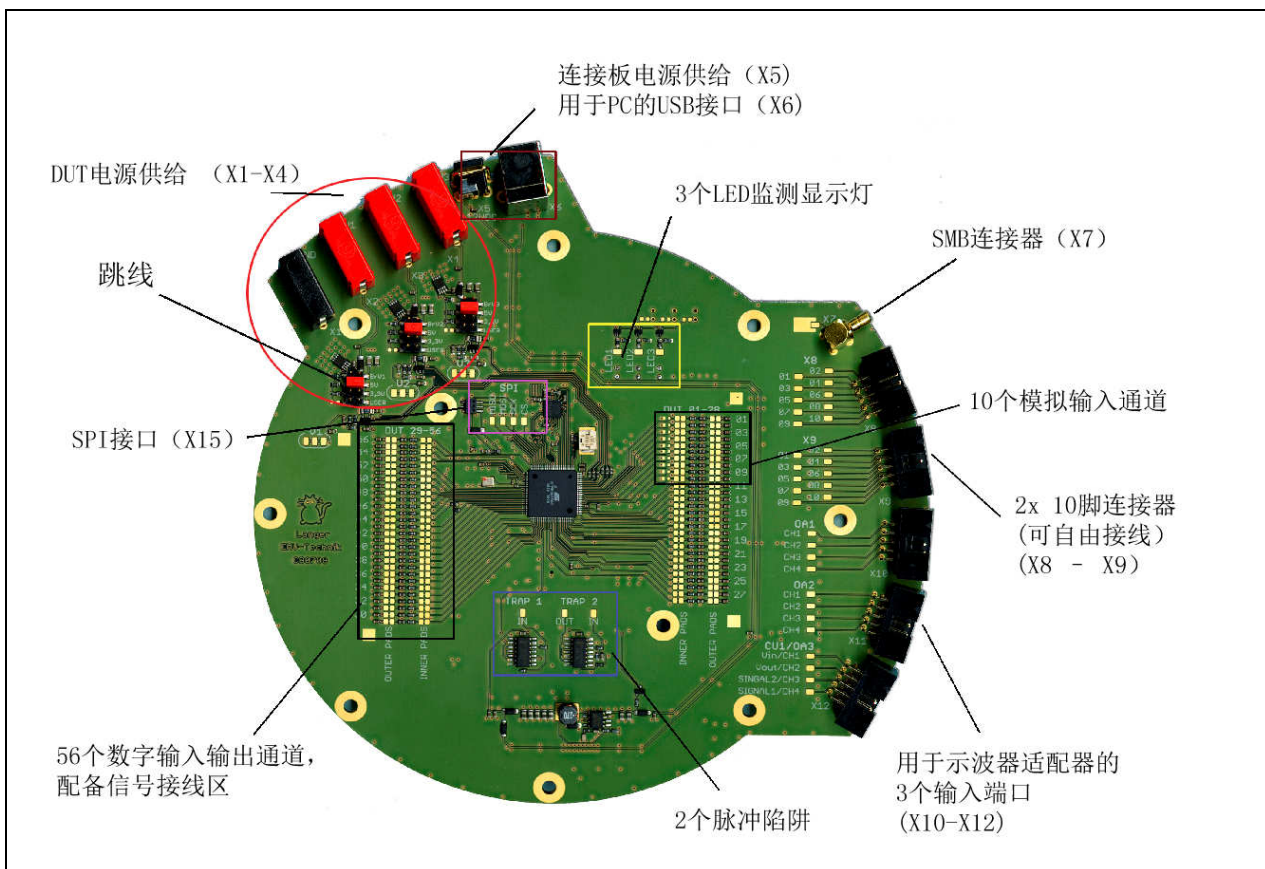


图 15 连接板的各个功能块

外部接口

插头名称	类型	应用
X1	实验室插座	DUT 的电源接地
X2	实验室插座	DUT 电源
X3	实验室插座	DUT 电源
X4	实验室插座	DUT 电源
X5	低压插口	连接板的 12 V 电源 (可以替代 USB 电源)
X6	B 型 USB 接口	连接板的电源供应， 连接板与计算机连接
X7	SMB-插头	输入信号，譬如时钟信号发生器
X8	2.54 毫米插口, 2*5 针	输入/输出信号
X9	2.54 毫米插口, 2*5 针	输入/输出信号
X10	2.54 毫米插口, 2*5 针	示波器适配器 <b>OA 4005</b>
X11	2.54 毫米插口, 2*5 针	示波器适配器 <b>OA 4005</b>
X12	2.54 毫米插口, 2*5 针	示波器适配器 <b>OA 4005</b>
X13	1.27 毫米插口, 2*28 针	<b>CB 0708</b> 正面用于连接测试板的插头
X14	1.27 毫米插口, 2*22 针	<b>CB 0708</b> 正面用于连接测试板的插头

插头名称	类型	应用
X15 (SPI)	1.27 毫米插口, 2*3 针	SPI (串行外设接口), 用于控制和监测
X16	1.27 毫米插口, 2*22 针	<b>CB 0708</b> 正面用于连接测试板的插头

### 内部功能接口

内焊盘 01-56 INNER PADS 01-56	微处理器数字输入输出通道的 56 个焊盘 可以自由编程 01 至 10: 模拟输入通道的焊盘, 作为选项可以安装分压器
外焊盘 01-56 OUTER PADS 01-56	用于测试板插拔连接器 (正面) 的 56 个焊盘
INNER 和 OUTER 之间的焊盘	用户连接使用的 56 个滤波器
SPI	SPI 端口的 4 个焊盘。连接后可以用于被测 IC 的控制和监测。
V1 至 V3	DUT 电源供应(3-24 V, 500 mA)的 3x 输出口焊盘 - 每个都有电压和电流测量 - 能够通过控制软件开通与关闭
TRAP1, TRAP2 2xIN, 1xOUT	2x 脉冲陷阱 (脉冲扩展) • 1x 100 ms 脉冲扩展, 快速独立脉冲指示器 • 1x 通过控制器灵活控制的捕获电路
X8.01 至 X8.10 X9.01 至 X9.10	两个 10 极连接器 X8 和 X9 的焊盘, 按需使用
OA1 CH 1 - CH 4 OA2 CH 1 - CH 4	两个插接连接器的焊盘, 用于 4 通道示波器适配器 <b>OA 4005</b>
CU1/OA3 CH 1 - CH 4	插接连接器的焊盘, 用于 4 通道示波器适配器 <b>OA 4005</b> 或者控制单元 CU1。
X7 的焊盘	SMB-射频插口, 用于连接时钟信号发生器等
LED1 至 LED3	监测 LED 灯的焊盘

## 2.5 示波器适配器 OA 4005

示波器适配器通过带状电缆与 **CB 0708** 连接板 (X10 至 X12, 用于三个示波器适配器) 连接, 可以监测被测 IC 的信号 (图 15)。

显示灯 Signal1-4 和 Spike1-4 显示被测 IC 的信号。此外还可以连接 4 个示波器探头 CH1 至 CH4。示波器适配器 **OA 4005** 通过扁平电缆由连接板供电。

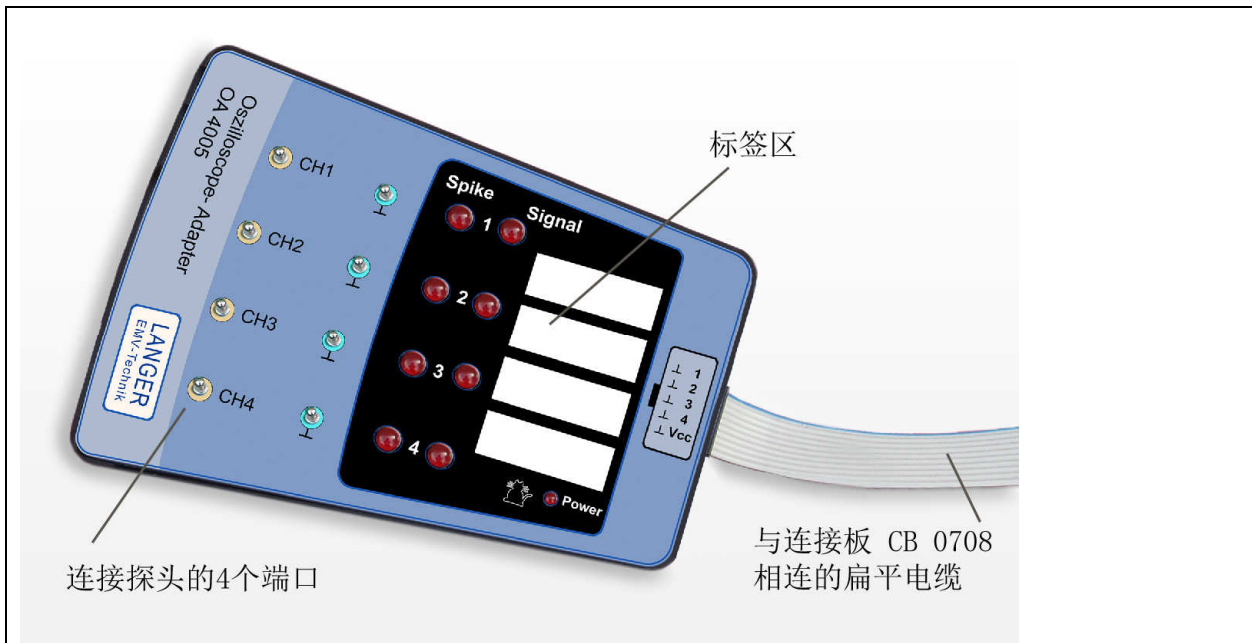


图 16 示波器适配器 OA 4005

## 2.6 探头支架 TH 22

探头支架用于放置示波器探头, 以确保示波器探头尖与被测 IC 的良好接触。探头支架的底部内含磁铁, 以确保其吸附和固定在接地平面 **GND25** 上。



图 17 探头支架 TH 22



## 2.7 探头适配器 SGA 30 和 SGA 45

探头适配器用于将探头按照一定的角度放置，30° (SGA 30) 或者 45° (SGA 45) (图 18)。在探头适配器的底部内嵌有磁铁，确保其吸附和固定在接地平面 GND 25 上。

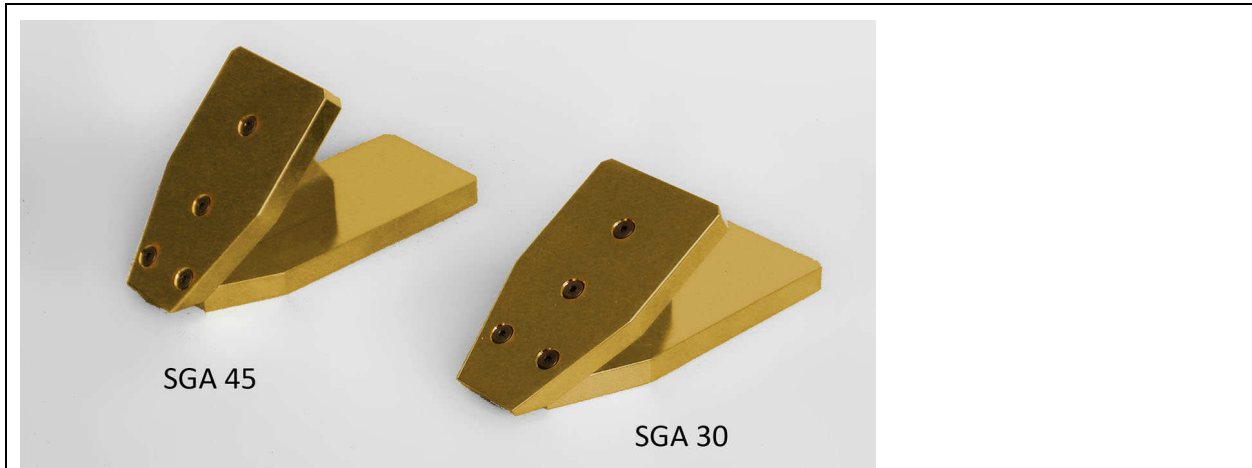


图 18 30°和 45°角的探头适配器

## 2.8 连接板控制软件

连接板控制软件用于监测被测 IC。被测 IC 由连接板 CB 0708 的微控制器监控。信号经由 USB 连接传输到连接板控制软件并在用户界面上显示。

### 3 系统配置

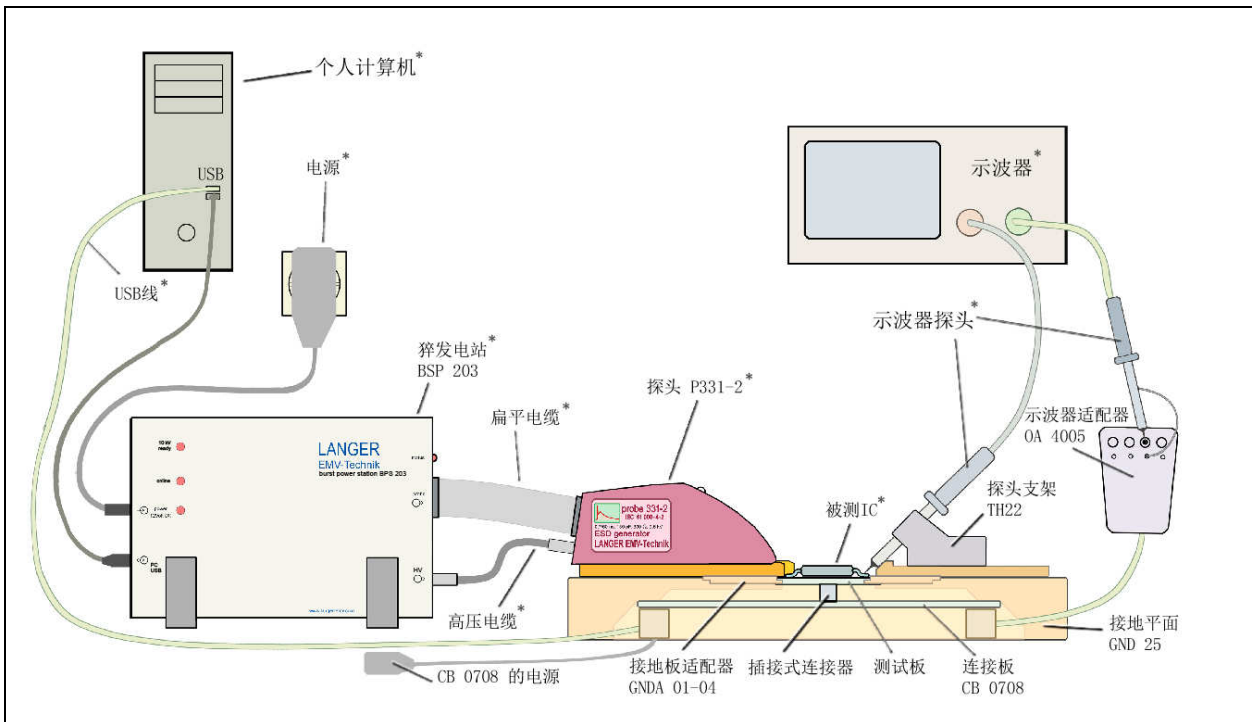


图 19 集成电路测试环境 ICE1 套组、探头以及被测 IC 的剖面图，没有 SGA 30/45 (有 \* 标记的设备不属于标准配置)

交货时，连接板通常已经装入接地平面。

使用集成电路测试环境 ICE1 套组以及各类探头组，可以连接组成不同的测试装置。测试系统的配置取决于客户的测试目标。用户必须根据其测试目标选择使用 ICE1 套组的组件、探头组和外部设备。

#### 3.1 集成电路测试环境 ICE1 套组：使用用户电子技术嵌入被测 IC

用于嵌入被测 IC 的用户电子装置是被测 IC 的电子环境，用于控制、监测和支持被测 IC 的功能，它替代集成电路测试环境 ICE1 套组中的连接板。被测 IC 不是通过连接板，而是通过用户电子装置进行操作。在这种情况下，从接地平面 GND 25 中拆除连接板。带有被测 IC 的测试板安装到接地适配器 GNDA 以及接地平面 GND 25 中。用户电子装置通过一个适配器插头连接到 GND 25 的背面。这样的测试装置还可以使用如下组件：探头适配器 SGA 30、SGA 45 以及探头支架 TH 22。

#### 3.2 集成电路测试环境 ICE1 套组：连接板不与计算机连接

被测 IC 通过连接板驱动。连接板承担对被测 IC 的控制（通过控制单元，此控制单元不属于标准配置，X12，图 15）和监测（三个 LED 灯、Trap2 和示波器适配器）。测试板及装入的被测 IC 通过接地适配器 GNDA 安装进接地平面 GND 25 中。根据不同的测试任务，采用焊接（例如铜漆包线）的方式将连接板的接线场进行连接编程。

将插头式电源适配器连接到连接板。外部电源（X1 至 X4）为被测 IC 提供电源。X1 是接地（GND），X2 至 X4 端口可以分别与外部电压 V1 至 V3 连接。连接板配有三个电压控制器。

通过跳线可以设置电压控制器的电压为 3.3 V, 5 V 或（使用分压器）自由调节。此外，插口 X2 至 X4 的输入电压还可以通过接线桥 BrV1 至 BrV3 经由旁路（跳线）连接到 V1 至 V3 的输出端口。用导线将电压控制器的输出端口 V1 到 V3 连接到接线场的选定焊盘。这些焊盘与被测 IC 的电源供应相连。

这样的测试装置可以使用如下组件：探头适配器 SGA 30、SGA 45，示波器适配器 OA 4005 以及探头支架 TH 22。

集成电路测试环境 **GROUNDADAPTER** 可以与以下外部仪器结合使用：频谱分析仪，示波器，频率发生器，骚扰发生器等(图 20, 图 21)。这些仪器可以与以下组件连接使用：

1. 探头支架 **TH 22**
2. 示波器适配器 **OA 4005**
3. 探头的测量信号输出端口(参考探头组的使用手册)
4. 探头的测试信号输入端口(参考探头组的使用手册)
5. 连接板 **CB 0708** 的射频插口 X7 (图 15)。

### 3.3 集成电路测试环境 ICE1 套组：连接板与 PC 结合使用

被测 IC 通过连接板驱动(图 19)。连接板承担对被测 IC 的控制和监测。测试板及装入的被测 IC 通过接地适配器 GNDA 安装进接地平面 **GND 25** 中。根据不同的测试任务，采用焊接（例如铜漆包线）的方式将连接板的**接线场**进行连接编程。

然后使用 USB 线将其与个人计算机连接，并由此为连接板供电。

如同第3.2章所述连接被测 IC。

这样的测试装置可以使用如下组件：探头适配器 **SGA 30** 和 **SGA 45**，示波器适配器 **OA 4005** 以及探头支架 **TH 22**。

集成电路测试环境 ICE1 套组可以与以下外部仪器结合使用：频谱分析仪，示波器，频率发生器，骚扰发生器等(图 20, 图 21)。这些仪器可以与以下组件连接使用：

1. 探头支架 **TH 22**
2. 示波器适配器 **OA 4005**
3. 探头的测量信号输出端口(参考探头组的使用手册)
4. 探头的测试信号输入端口(参考探头组的使用手册)
5. 连接板 **CB 0708** 的射频插口 X7 (图 15)。



图 20 P500 探头组、ICE1 套组以及外部仪器组成的测试装置

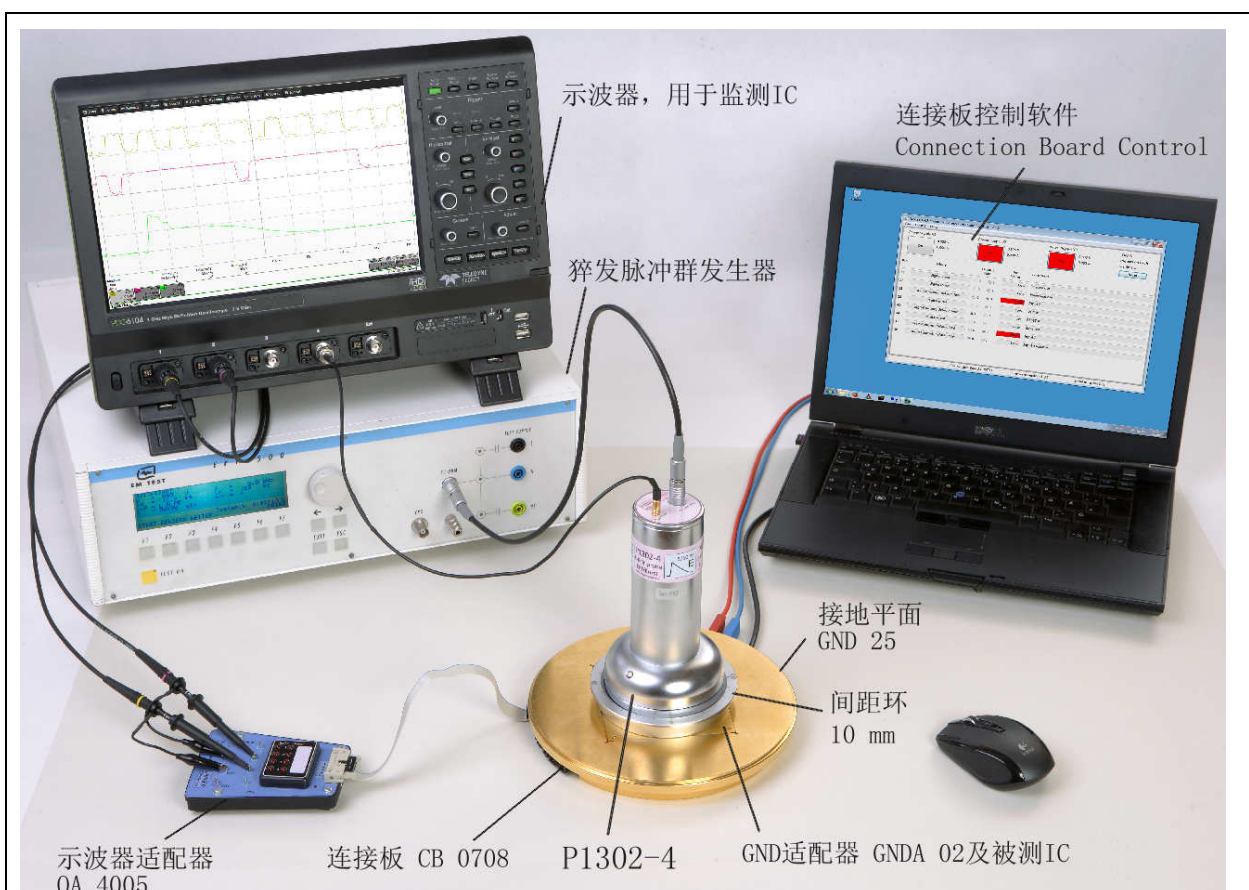


图 21 P1302-4 探头组、ICE1 套组以及外部仪器组成的测试装置

### 3.4 测试装置中的示波器适配器 OA 4005

无论是否有计算机控制，示波器适配器都可以与连接板配合使用(第3.2和 3.3章)。示波器适配器通过扁平电缆连接到连接板 CB 0708 的 X10 至 X12 插口(图 15)。

在 4 个示波器探头连接端口 CH1 至 CH4，探头与接地及信号连接(图 22)。集成电路测试环境 ICE1 套组中的连接板上，总共可以连接三个示波器适配器。



图 22 示波器适配器 OA 4005 的应用，测试装置包括 P250 探头组及 ICE1 套组

### 3.5 测试装置中的探头支架 TH 22

探头支架 TH 22 放置在 GND 25 接地平面上，并通过内部磁铁固定。把示波器探头放入探头支架。在特定的情况下，需要拆除探头的接地电缆。调整探头支架在接地平面 GND 25 上的位置，使探头的顶尖与被测 IC 的引脚保持良好的接触。

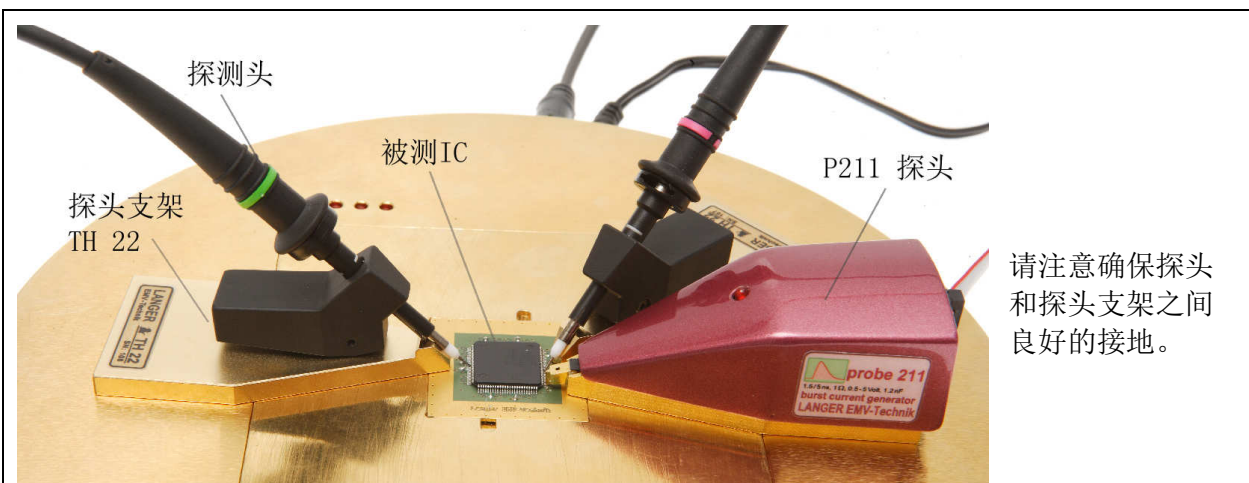


图 23 探头支架 TH 22 与 ICE1 套组测试装置

## 4 集成电路测试环境 ICE1 套组的功能

根据被测 IC 及其测量要求，选定集成电路测试环境 ICE1 套组的组件和外部设备而组成测试装置（第 3 章）。然后对连接板 CB 0708 进行编程，将需要监测的被测 IC 信号与故障检测器以及连接板的相应端口连接起来（集成电路测试指南，Langer EMV-Technik GmbH）。

### 4.1 集成电路测试环境 ICE1 套组: 连接板不与计算机连接

在这种运行模式下，断开连接板的计算机 USB 接口(X6 图 15)，通过外部 12 V 插头电源适配器为整个连接板供电（连接板电源接头 X5 – 图 15）。

通过 3 个 LED 灯，可以直接简单地监控被测 IC。

此外，外部设备可以通过插口 X7 至 X12 控制并监测受测 IC（图 15）。还可以使用 SGA30 和 SGA 45 探头适配器、TH 22 探头支架与相应的测量设备以及示波器适配器 OA 4005 进行监测。

### 4.2 集成电路测试环境 ICE1 套组: 连接板与计算机结合使用

连接板 CB 0708 由微控制器控制和监测，并通过 USB 线与计算机连接。连接板的电源供应直接通过 USB 端口或在 X5 插口附加 12 伏外接电源。被测 IC 的电源通过 4 毫米插口 X1 至 X4 由外部电源单独提供，这样就可以单独监测被测 IC 的电源供应。

连接板的元件可以用铜漆包线通过焊盘自由连接（可编程），可以在以下位置连接被测 IC 的信号（集成电路测试指导手册，Langer EMV-Technik GmbH）：

- 微控制器（DUT 01-28 和 29-56）
- 10 极端口 X8 - X12
- 射频插口 X7
- 脉冲陷阱 Trap1 和 Trap2
- LED 灯 1 至 3
- 电源 V1-V3。

### 4.3 连接板 CB 0708 的功能与编程

连接板的功能块如图 15 所示。

#### 4.3.1 被测 IC 的电源供给

对 DUT 的电源供给，有 3 个单独的输入端口 V1 至 V3 (X1 至 X4)。电压调节器将输入电压调节至所需的输出电压 ( $V_{in} \geq V_{out} + 1V - 24V$ )。跳线连通 USER 时，输出电压可以通过一个电阻分压器无级调节。对每一输入电压，都有 3 种调节输出电压的跳线位置（图 24）：

- 5 V: 输出电压 5 V
- 3.3 V: 输出电压 3.3 V
- USER: 通过一个相应焊接的电阻 R 调节输出电压

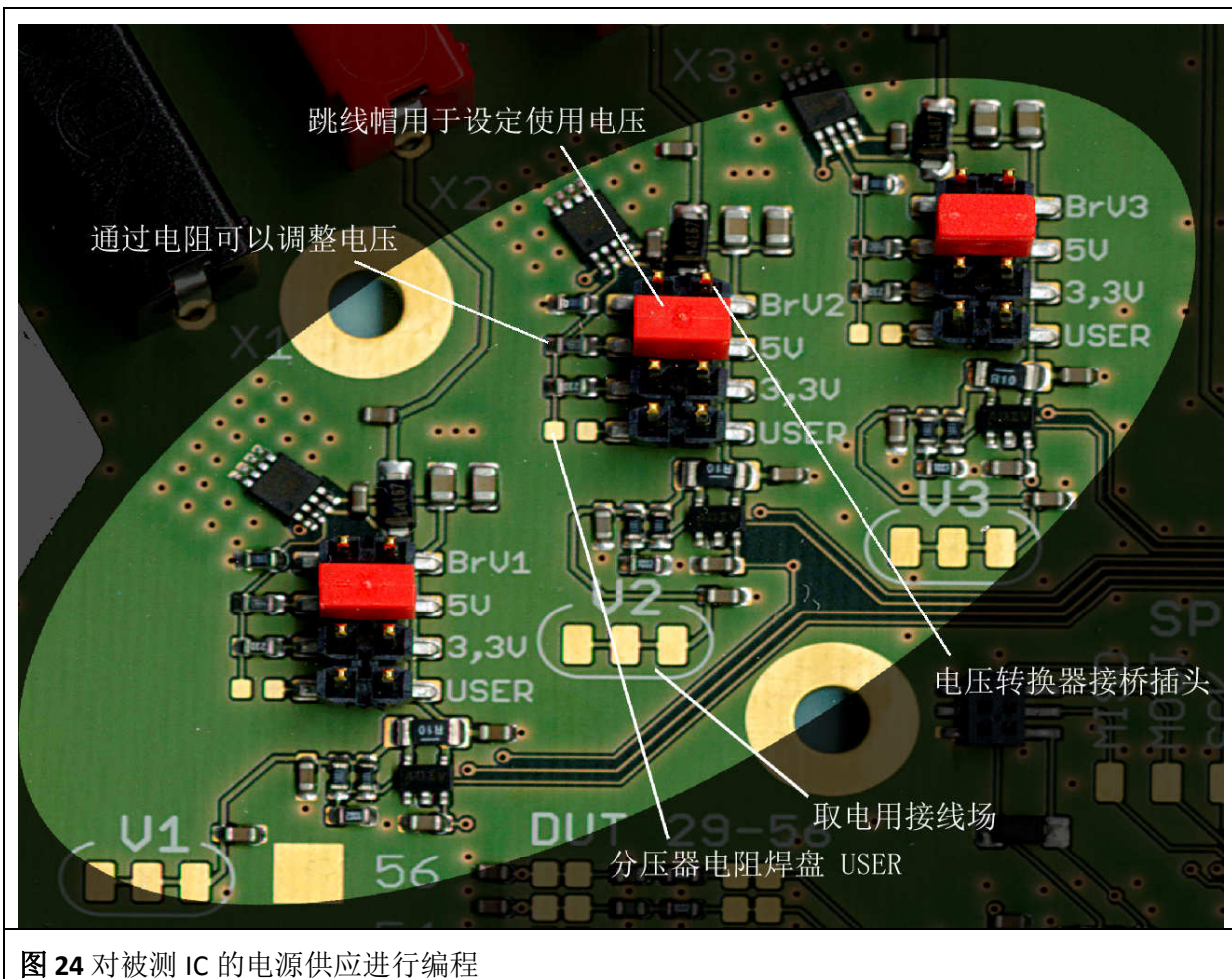


图 24 对被测 IC 的电源供应进行编程

使用下列公式计算 USER 位置的电压值：

$$V_{out} = 1,23V \cdot \left( 1 + \frac{R}{100k\Omega} \right)$$

电阻 R 焊接在 USER 跳线插位左侧的焊盘上（图 24）。根据要使用的电压，跳线必须要插到双列排针相应的位置。如果要将通过插口 X2 至 X4 供给的外部电压直接施加到被测 IC 上，必须将跳线插到 BrV1 至 BrV3 上。

每个双列排针上面只能插一个跳线。

**请注意：**如果没有设置跳线，输出电压等于电压转换器各自的输入电压。

接线编程需要的电压截取于“取电用接线场”（图 24）。

通过测量电压调节器 V1 至 V3 输出端口的电压和电流，并将测量值传送给微控制器。图 25 所示是以电压 V2 为例的电源供电电路。

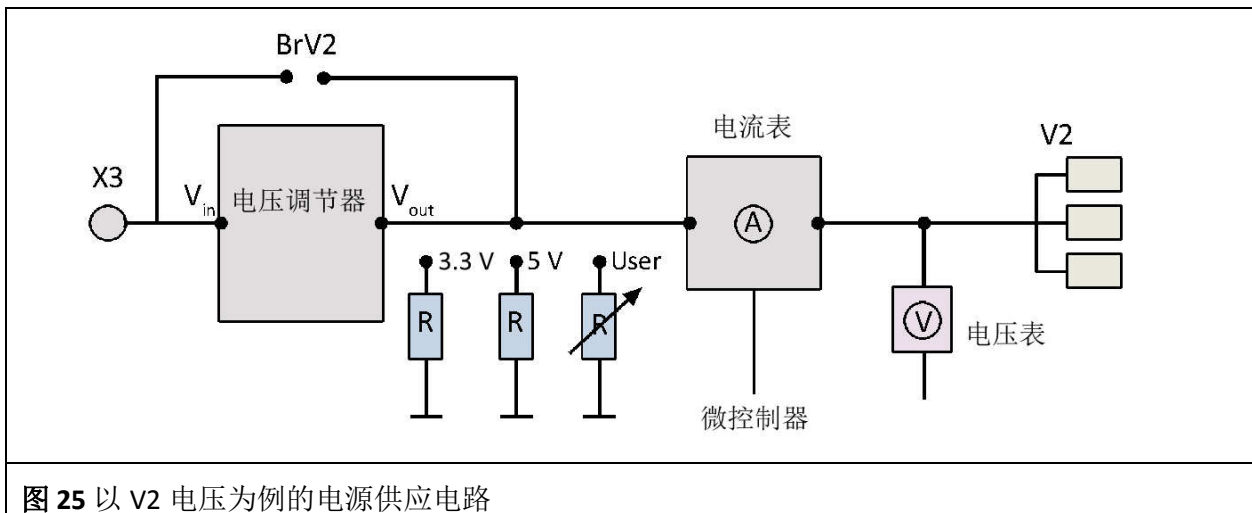


图 25 以 V2 电压为例的电源供应电路

通过接线编程设置被测 IC 需要的电压。从 V1 至 V3 焊接一根到接线场相应焊盘 DUT01-56 的搭桥线（图 15）。

#### 4.3.2 连接板电源

通过计算机的 USB 线为连接板提供电源。也可以通过插口 X6 由外部电源适配器为其提供 12V 电源。

#### 4.3.3 LED 显示灯

利用三个可自由接线的 LED 灯可以用来监控被测 IC。

利用 LED 灯监控被测 IC 的监控电路可以按照集成电路测试指南(Langer EMV-Technik GmbH)进行设计。

#### 4.3.4 被测 IC 信号的接线场

接线场 OUTER PADS: DUT 01- 56 (图 15) 与连接板正面的插头连接。带有被测 IC 的测试版插在这个插头上。接线场 INNER PADS: DUT 01- 56 (图 15) 与连接板的微控制器连接。被测 IC 通过 INNER 与 OUTER PADS 之间的过桥线与微控制器连接。该链接也可以通过 INNER 与 OUTER PADS 之间的过滤器实现。

接线场还可以实现被测 IC 和微控制器与内部信号（TRAP 1, TRAP 2, LED 1 至 3, SPI）以及外部单元（X7-X12）连接。根据被测 IC 信号的连通情况，微控制器端口可编程为输入或输出端口。



#### 4.3.5 滤波电路

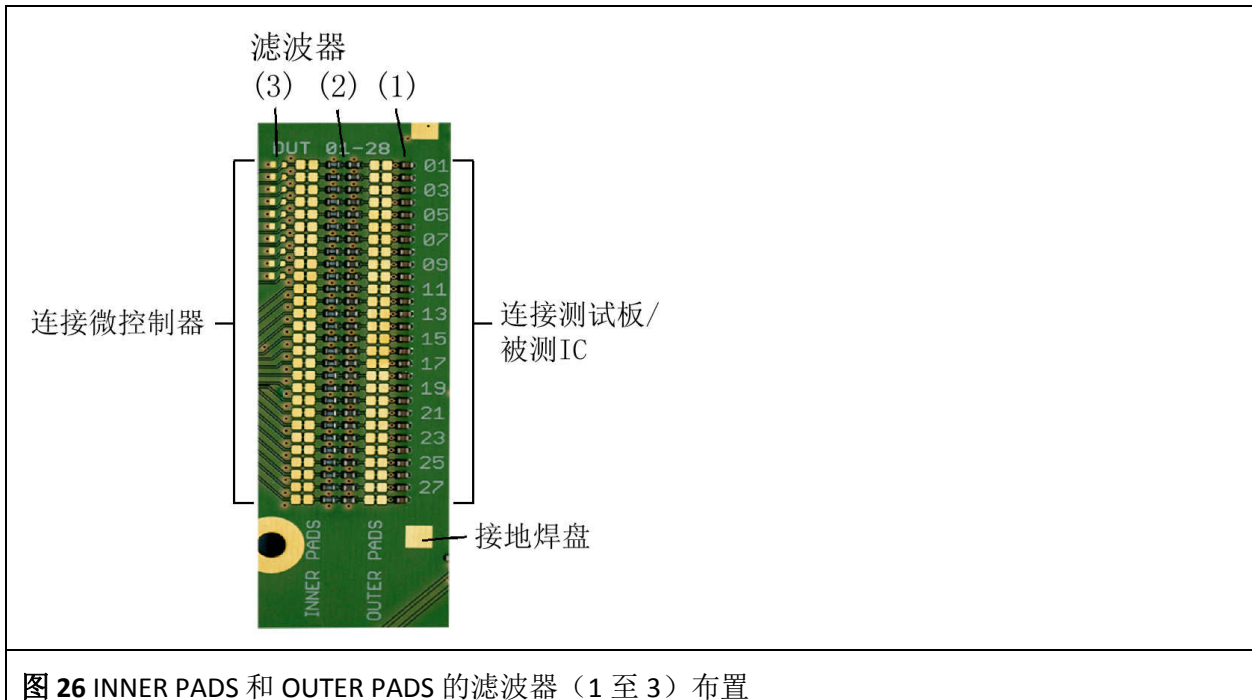


图 26 INNER PADS 和 OUTER PADS 的滤波器（1 至 3）布置

被测 IC 的信号通过滤波器输送到微控制器。

滤波器（1）在外部焊盘 OUTER PADS，100pF 接地

滤波器（2）2.5k $\Omega$ @100 MHz 芯片铁磁体 + 微控制器输入端口 10k $\Omega$  电阻  
（滤波器 + 电平移位器）

滤波器（3）模拟端口 1-10 还额外拥有一个可选的输入电压分压器。出厂状态的空焊盘（3）可安装一个电阻。

滤波器（2）通过 10k $\Omega$  电阻形成一个分压器。受内部参考电路限制，模拟输入端口的最大电压为 2.5V。

滤波器（3）的值必须相应匹配，以确保电压不超过 2.5V！

在出厂状态，过滤器已连接到外部焊盘 OUTER PADS（被测 IC）以及另一面的内部焊盘 INNER PADS（微控制器）。滤波器的连接可以在每对焊盘之间断开（图 26）。

四个接地焊盘用于接地电路（图 26）。

#### 4.3.6 测试板 CB 0708 正面的插接可能性

测试板背面的两个区域有插接连接器。

- 1) 纵向中间部位
- 2) 纵向外边缘

在连接板 CB 0708 的正面准备了这两种插接测试板的方式(图 27)。

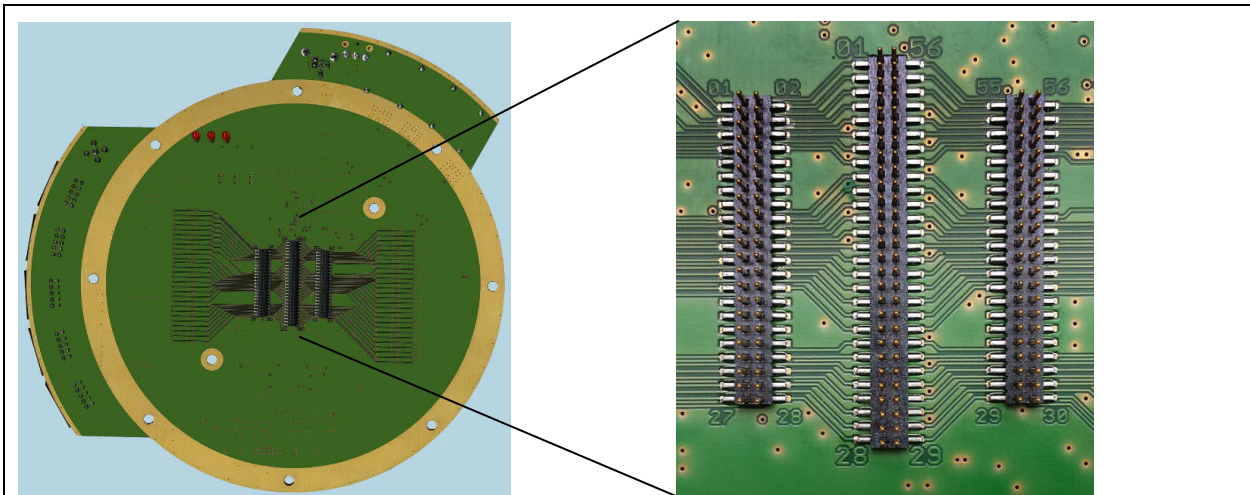


图 27 连接板 CB 0708 正面用于插接测试板的插头

#### 4.3.7 脉冲捕获器

被测 IC 可能给出小于 1 毫秒的故障信号。假如用 LED 来指示这些故障信号，那么将无法察觉。脉冲捕获器将这些短脉冲延长到 100 毫秒。脉冲捕获器甚至能够捕获宽度只有 10 纳秒的单独短脉冲并显示出来。其输入和输出电压为 5V（图 28）。脉冲捕获器也可以用来延长信号，便于微控制器端口读取。

捕获器 Trap1：输入自由接线；通过软件读取和复位该脉冲捕获器。

捕获器 Trap2：输入和输出自由接线；例如输出端口可以直接与 LED 连接，脉冲扩展宽度固定为 100 毫秒。

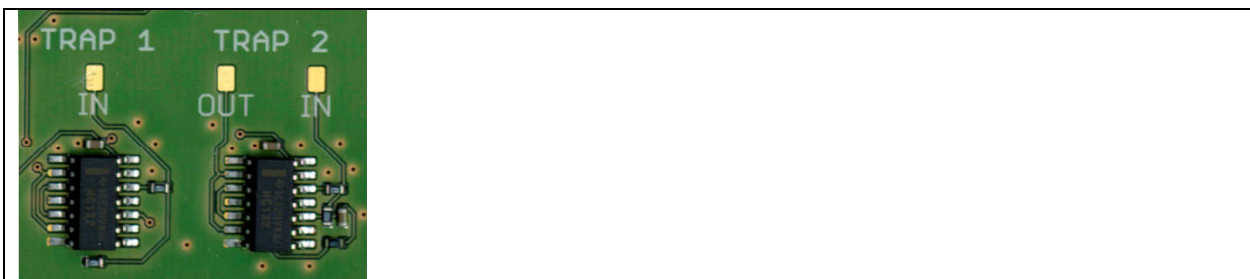


图 28 脉冲捕获器 Trap1 和 Trap2

图 29 所示为脉冲捕获器 Trap2 的时序图。大于 10 纳秒宽的脉冲被扩展至 100 毫秒。脉冲宽度大于 100 毫秒的脉冲保持不变。

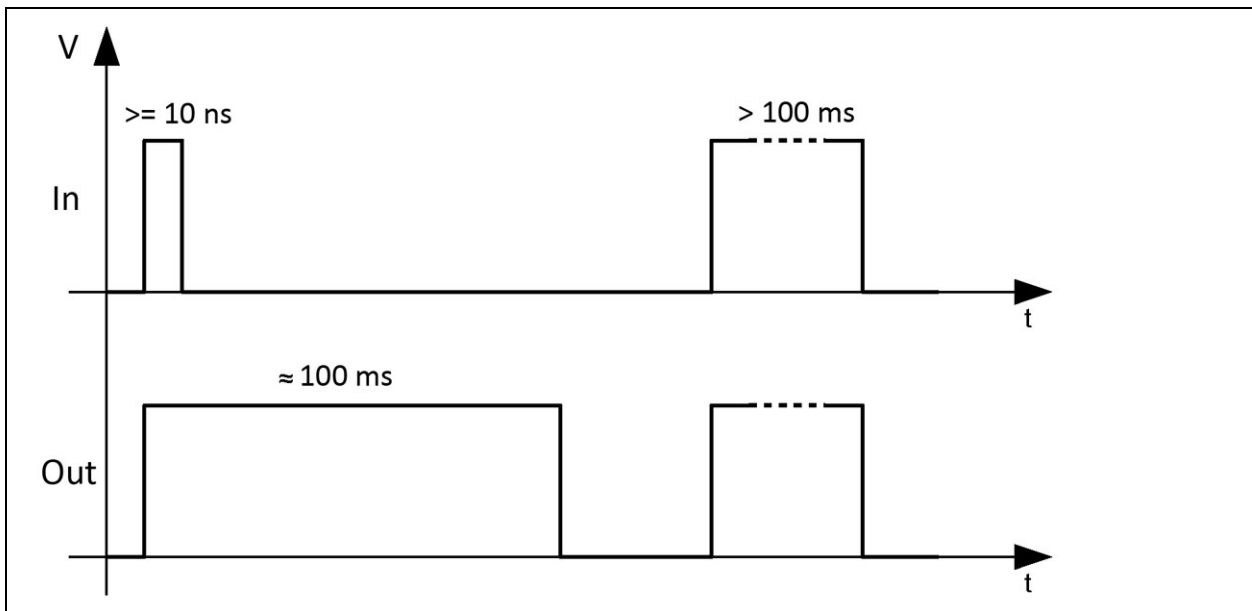


图 29 脉冲捕获器 Trap2 的时序图

#### 4.3.8 SPI（串行外设接口）

如果要通过 SPI 对被测 IC 进行监测和控制，可以利用连接板上的 SPI 端口（图 30）。SPI 信号必须通过相应的滤波器和外部焊盘 OUTER PADS 与被测 IC 接线连接。



图 30 SPI 的接线场

#### 4.3.9 插拔连接器

连接板上有五个 2×5，RM 2.54 毫米的插拔连接器（从 X8 到 X12）。引脚编号请参阅图 31。通过这些连接器可与外部仪器元件连接，例如：示波器适配器 0A4005，控制单元或用户自己用于监测和控制被测 IC 的设备。

X8 和 X9            10 个引脚可自由接线

X10 至 X12        引脚 2、4、6、8 可以自由接线。引脚 1/3/5/7/9 分配为接地。引脚 10 为连接板上的 5V 电源，可以用于为外部仪器元件供电。

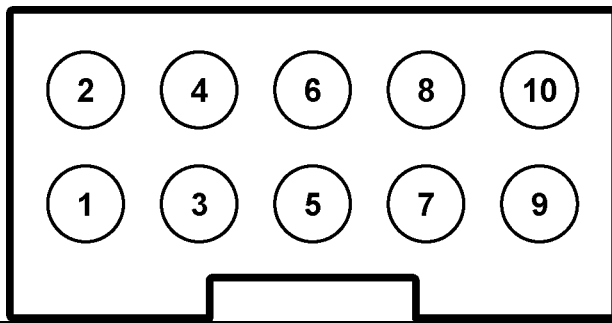


图 31 连接器 X8 到 X12 的引脚分配

#### 4.3.10 射频插口

射频插口 (X7) 用于向被测 IC 传输射频信号 (图 15)。例如, 通过该插口可以从外面 (信号发生器等) 向被测 IC 注入特定的时钟速率。此外, 还可以从被测 IC 传输带宽超过示波器适配器实现范围的信号。

### 4.4 示波器适配器 OA 4005 的功能

示波器适配器用于连接 4 通道示波器和连接板, 以显示和监测被测 IC 信号 (Reset 复位信号, 芯片选择 (CS or CE) 信号等)。被测 IC 信号通过测试板和插接件进入连接板的外引脚 (OUTER PINS), 再经过滤波器进入插口 X10 至 X12 的焊盘 (CH1 至 CH4)。最后信号通过扁平电缆到达示波器适配器。

示波器适配器有两个功能:

1. 将被测 IC 的信号传送给示波器探头
2. 通过示波器适配器的 LED 灯显示信号

对于功能 1: 被测 IC 的信号在示波器适配器中通过低通 (1k, 22pF) 进入探测头信号 CH1 至 CH4 的连接引脚。低通的带宽为 7 兆赫, 以确保高频测试信号不进入示波器。测试过程中, 探头将高频测试信号注入到被测 IC, 特别是利用 P500 探头向被测 IC 注入射频。高频信号将与被测 IC 的信号叠加, 进而在示波器中产生混叠效应。低通阻隔所有高于 7 兆赫的射频, 并防止示波器的混叠效应。

对于功能 2: 被测 IC 的信号被传送给 LED 显示灯。LED 灯 “Signal” 显示原始信号的高低电平状态。LED 灯 “Spike” 的输入电路中加入了脉冲捕获器。LED Spike 显示那些因脉冲很短无法观察而被延长到 50 毫秒的信号。测试过程中, 使用 LED 灯可以非常简单地监测被测 IC 信号。例如, 被测 IC 可能会触发宽度在纳秒范围的不完全复位。这些复位信号可以通过 LED Spike 显示出来。

所以示波器适配器也可以在没有示波器的情况下使用。通过 LED 显示灯可以简单地监测被测 IC。

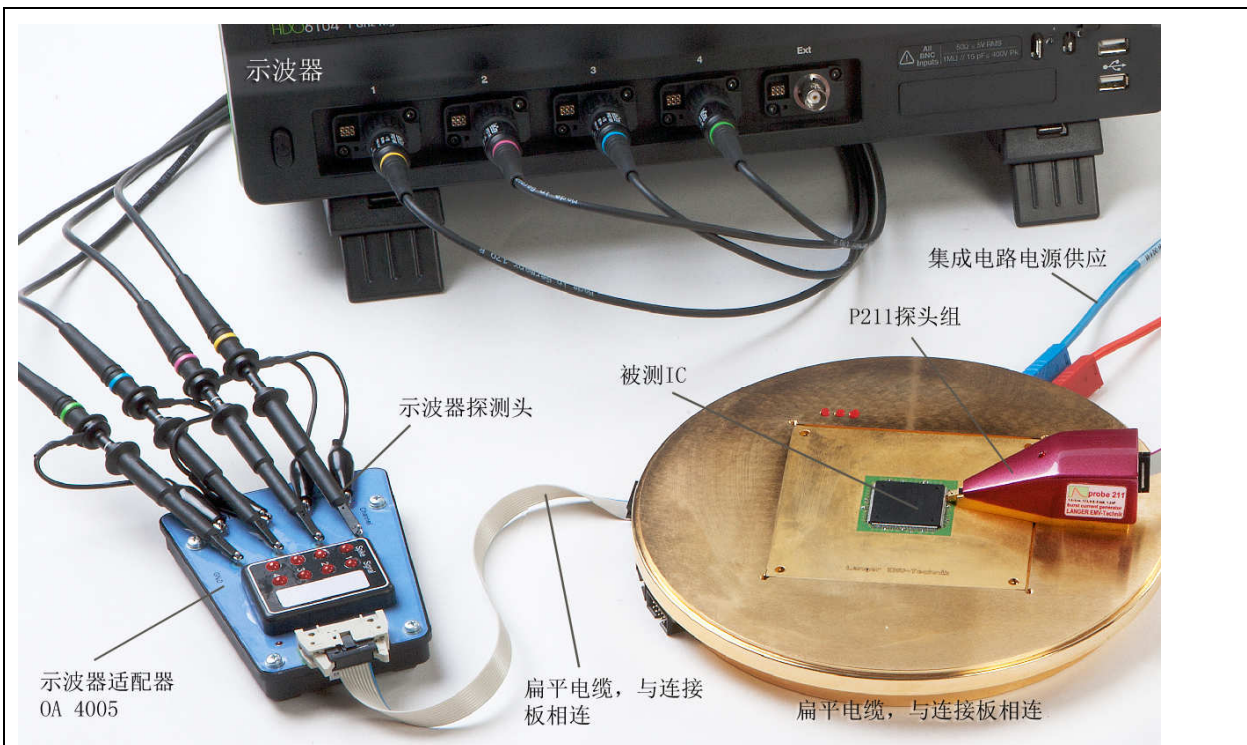


图 32 P200 探头组与 ICE1 套组的集成电路测试环境中，示波器适配器 OA4005 与 4 个示波器探头的使用情况

#### 4.5 探头支架 TH 22 的作用

探头支架用于放置示波器探头。探头支架与相应的示波器探头结合，可以实现频率达 1GHz 的测量。

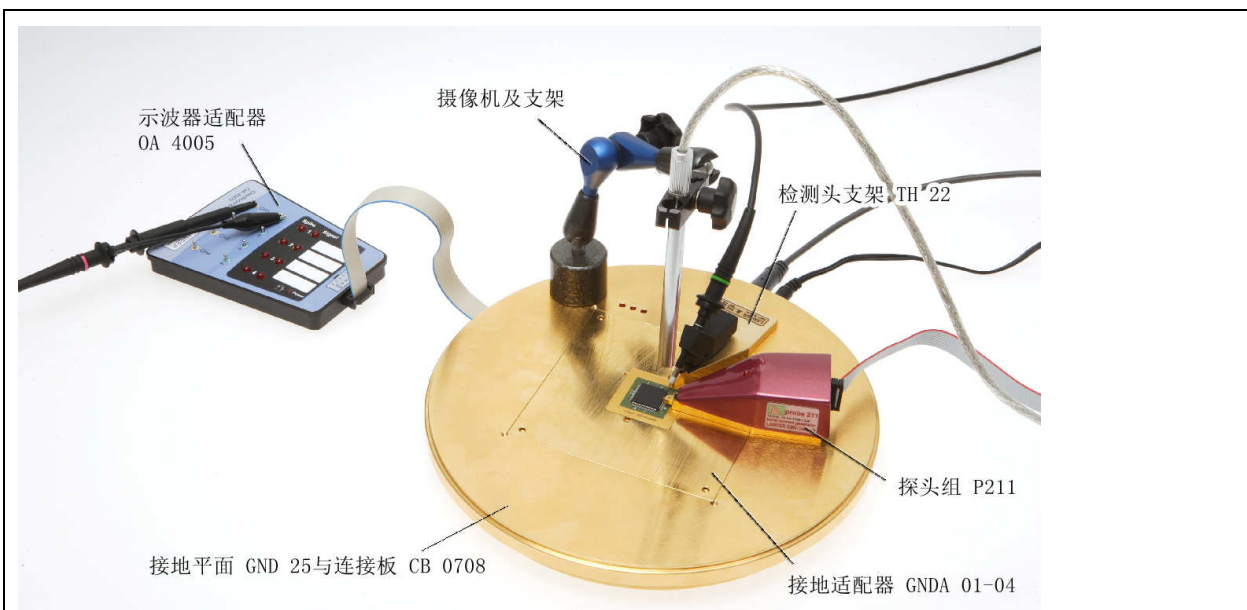


图 33 探头支架的使用情况，集成电路测试装置含 P200 探头组与 ICE1 套组  
为了更精确地定位探头尖和示波器探头尖，测试装置中配置了一架摄像机。视频图像经由 USB 电缆传输到计算机。

## 4.6 探头适配器 SGA 30 或 SGA 45 的作用

球栅阵列封装集成电路（BGA-IC）没有探头可以直接接触的引脚，为此在 BGA 集成电路的下面，测试板的另一面上排列了与 BGA 引脚分配相对应的焊盘网格。

使用探头适配器能够接触到测试板上的焊盘网格。借助于这些适配器，探头可以从上方以倾斜 30° 或 45° 的方向定位到要接触的焊盘。通过这种方式，即使是测试板上或其附近很难靠近的位置点，探头尖端也可以接触到。

探头适配器的底端内含磁体，通过磁吸力固定在接地平面 GND 25 上。

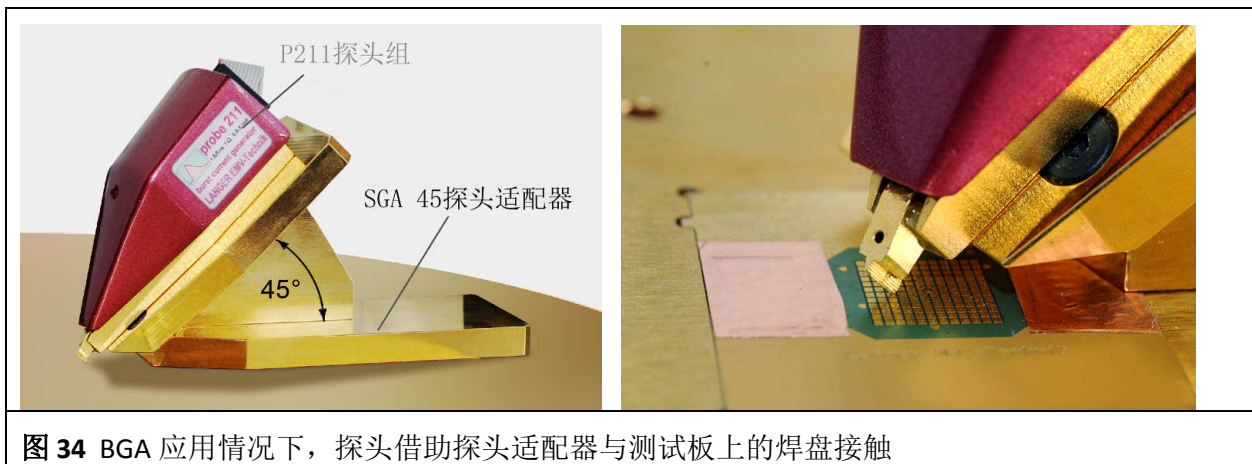


图 34 BGA 应用情况下，探头借助探头适配器与测试板上的焊盘接触

## 5 软件

### 5.1 安装要求

- 奔腾 III 至少 500 兆赫兹
- 128MB 内存
- 20MB 硬盘
- USB 接口
- Windows XP SP3 及更新版本

### 5.2 安装

#### 5.2.1 安装说明

将连接板与计算机连接，并将连接板的附带安装光盘插入计算机光驱。首先安装光盘子目录“Driver”里的驱动程序“CDM20828\_Setup.exe”，然后再安装应用程序“Connection Board Control.exe”。

### 5.2.2 测试安装

首先确保连接板已经与您的计算机连接。然后点击 Windows 开始菜单→程序文件夹→“Connection Board Control”文件夹→“Connection Board Control”。应用程序“Connection Board Control”启动后的主窗口如图 35 所示，程序状态栏显示连接板的固件版本和序列号，安装成功完成。

### 5.3 连接板控制软件的使用

进入 Windows 起始菜单，点击相应的文件夹并运行控制程序“Connection Board Control”。该程序将自动建立与连接板的连接。

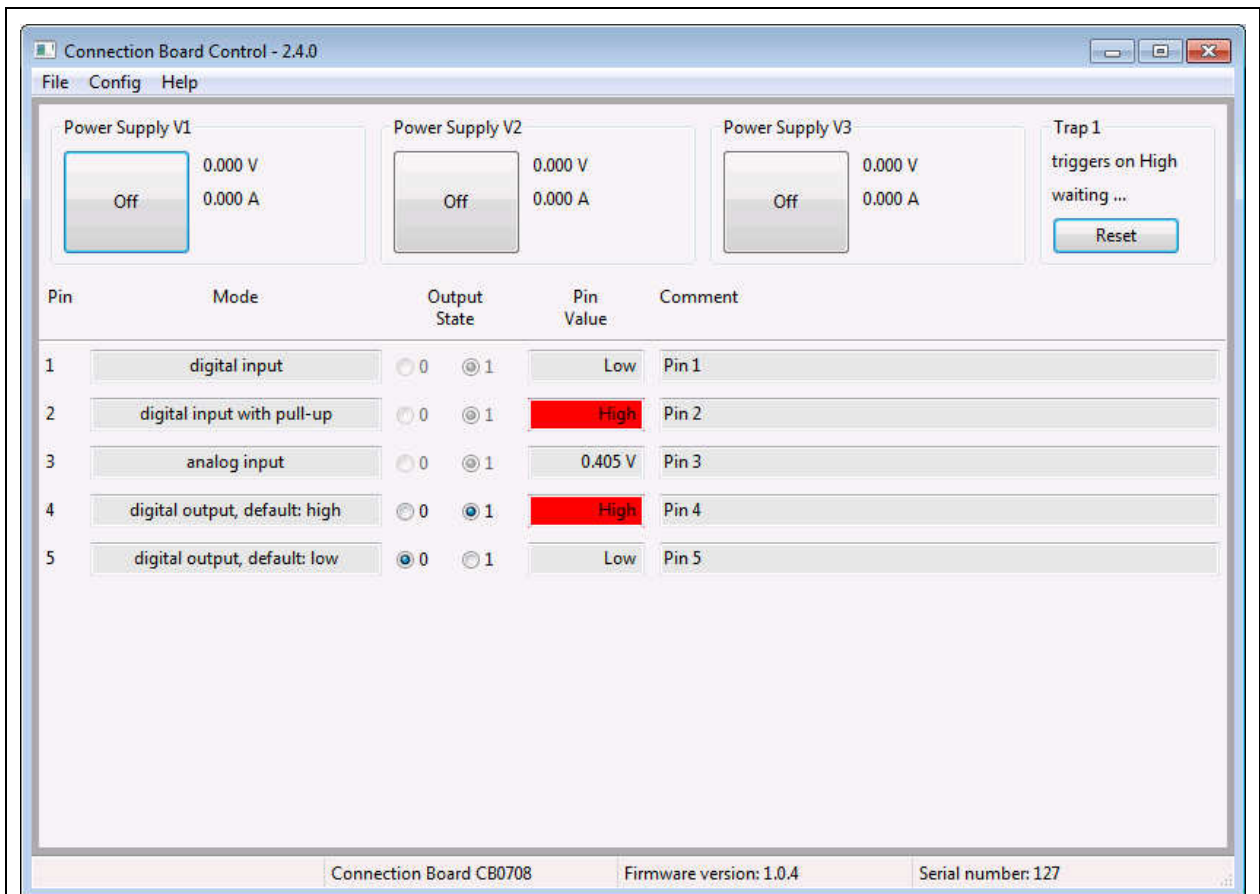


图 35 连接板监测控制软件 Connection Board Control 的用户界面

### 5.3.1 菜单

File → Quit	结束连接板控制软件 Connection Board Control
Config → Load Settings ...	加载存入文档的引脚设置
Config → Settings	打开引脚设置对话框
Config → Save settings	存储当前的引脚设置
Config → Save settings as...	将当前引脚设置另存在新的名字下
Help → Help	打开用户手册
Help → About	软件版本信息

### 5.3.2 引脚设置对话框

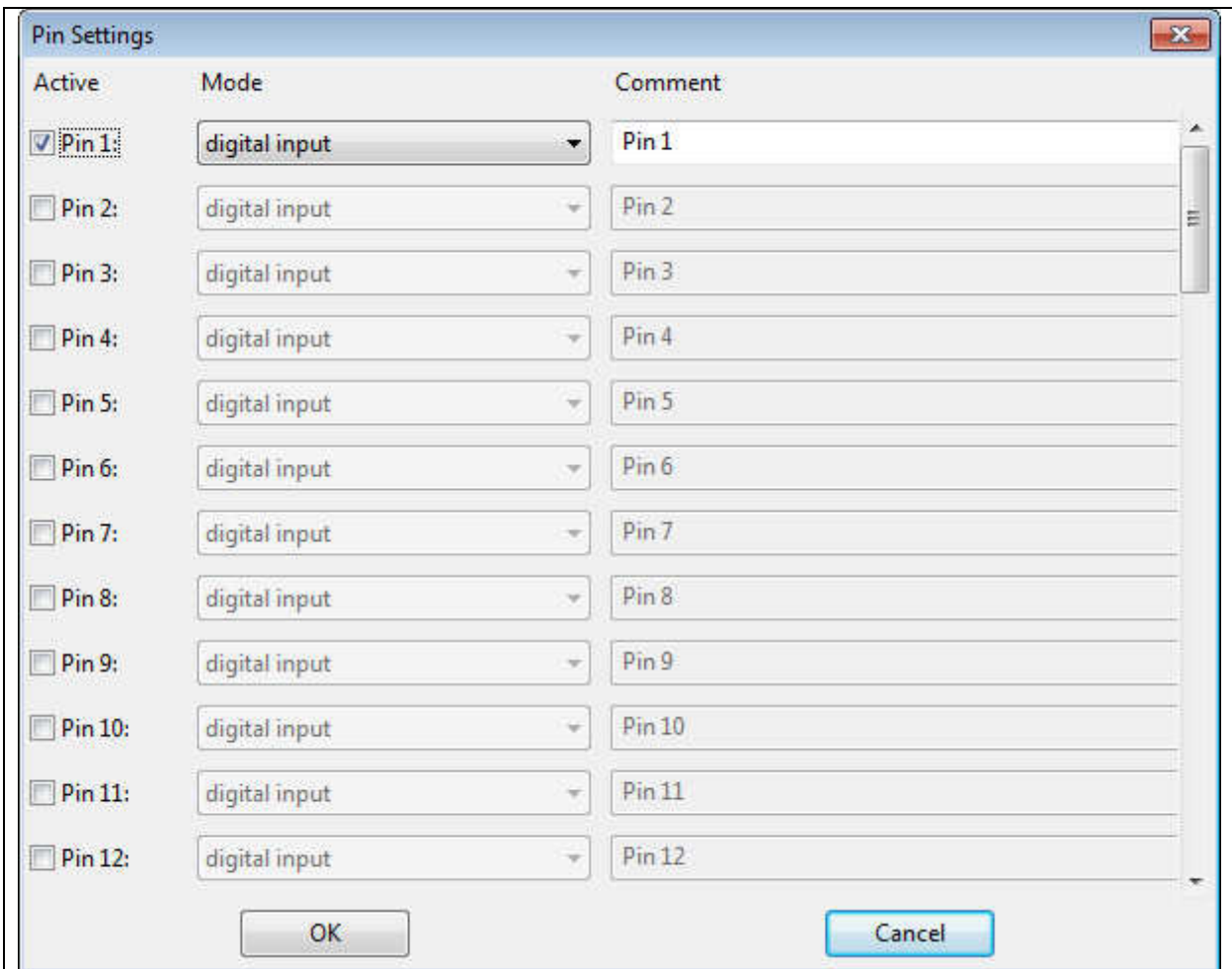


图36 引脚设置对话框



通过菜单 Config -> Settings 打开引脚设置对话框，如图 36所示。通过引脚设置对话框，可以设置每个引脚的激活状态(active)，操作模式(Mode)并添加注释(comment)。

在模式 (Mode) 一项，有 5 种操作模式可供选择：

digital input	数字输入引脚，无上拉电阻
digital input with pull-up	数字输入引脚，有上拉电阻
digital output, default: low	数字输出引脚，初始值：低
digital output, default: high	数字输出引脚，初始值：高
analog input	模拟输入引脚 (只适用于相应的引脚)
<b>表 1</b> 操作模式	

未激活的引脚在接线板上保持为数字输入模式。

当前的引脚设置可以通过菜单命令 Config -> Save Settings 存到一个文档中。通过命令 Config -> Load Settings 可以从文档中重新载入引脚设置，前提是该程序 (Connection Board Control) 必须与连接板处于连接状态。

### 5.3.3 被测 IC 的电源供应

对被测 IC 供电的控制和测量也是通过连接板控制软件 “Connection Board Control” 的用户界面操作 (图 35)。电源供应标记分别为为 Power Supply V1 至 Power Supply V3。按钮用于控制被测 IC 相应电源的开与关。被测 IC 的电压和电流消耗分别显示在按钮的右边。

### 5.3.4 捕获器 Trap 1

连接板的脉冲捕获器 Trap1 监测被测 IC 静态信号的短时故障。信号的高或低基本状态决定着脉冲捕获器的信号状态。故障引起的信号变化会触发脉冲捕获器。在软件用户界面上按 Reset 按钮可以将信号重置为其基本状态。

连接板脉冲捕获器 Trap1 的信号传输到软件用户界面。在用户界面的 “Trap 1” 项有相应的显示和操作元素。按钮 “Reset” 的颜色显示脉冲捕获器的状态。未触发状态按钮的颜色是灰色，如果由于信号变化而触发脉冲捕获器，按钮 “Reset” 颜色就变成红色。  
„triggers on high/low” 项显示脉冲捕获器下一次触发的状态。按 “Reset” 按钮后捕获器复位。一旦触发事件发生，它就会再次被触发。

### 5.3.5 被测 IC 引脚信号的显示

在显示项 “Power Supply” 和 “Trap 1” 的下面显示被测 IC 的引脚信号。

Pin	引脚编号 (对应连接板焊盘 INNER PADS 的 01-56, 在引脚设置对话框中设定, 图 36)
Mode	显示设置的操作模式 (表 1)
Output State	显示焊盘 INNER PADS 的输出状态 (连接板的微控制器) 0 或 1 (在引脚设置对话框中的 Mode 项设置, 表 1: 操作模式)
Pin Value	当前的输出值: high, low, U, I
Comment	用户注释

### 5.3.6 状态栏

窗口底部的状态栏按顺序从左到右分别显示: 连接板的制造商, 连接板详细名称, 连接板固件版本, 连接板序列号。

### 5.3.7 连接板远程控制命令

通过连接板的 USB 接口可以访问连接板的功能。用户软件可以通过程序库直接调用这些远程控制命令。因此您可以自己编写您的 C/C++ 应用程序来控制连接板或将其集成到其他进程中。

控制命令概述:

- 设置/读取 I/O 端口
- 配置中断
- V1-V3 端口的电压电流测量
- 设置/读取脉冲捕获器 Trap1
- 配置 SPI 接口

下面列出了这些远程控制命令。编程用头文件 “cb0706.h” 及命令说明存在安装光盘的子目录 “lib” 中。

联系地址: [software@langer-emv.de](mailto:software@langer-emv.de)

一般说明:

- 对于所有函数功能: 返回值为负值表示有错。
- 通过 `cb_get_error_msg()` 方法可以返回出错信息。
- 引脚 Low 状态用 0 表示, 引脚 High 状态用 1 表示。
- 输入引脚用 0 表示, 输出引脚用 1 表示。
- 假 (False) 为 0, 真 (True) 为 1。
- 数字引脚编号从 1 开始, 而不是 0。
- 电源供给编号为 1 至 3。

**int cb\_open()**

使用前调用。

**int cb\_close()**

使用后调用, (以便可以再次调用 **cb\_open()**)。

**int cb\_is\_connected()**

检查连接板是否已连接。

**int cb\_company(char\* value, int size)**

读取设备制造商名称。 *value* 必须是一个指向已被分配内存块的指针, 其内存块大小为 *size*。

**int cb\_device(char\* value, int size)**

读取设备名称。 *value* 必须是一个指向已被分配内存块的指针, 其内存块大小为 *size*。

**int cb\_firmware\_version(char\* value, int size)**

读取设备的固件版本。 *value* 必须是一个指向已被分配内存块的指针, 其内存块大小为 *size*。

**int cb\_serial\_number(char\* value, int size)**

读取设备的序列号。 *value* 必须是一个指向已被分配内存块的指针, 其内存块大小为 *size*。

**int cb\_get\_digital\_pin\_count()**

返回连接电路板上的针脚总数。

**int cb\_get\_analog\_pin\_count()**

返回连接电路板上的 ADC 针脚总数。

**int cb\_get\_pin\_states(int\* digital\_pins, int ndigital, double\* analog\_pins, int nanalog)**

读取引脚的状态。 *digital\_pins* 和 *analog\_pins* 必须有足够的空间储存所有的引脚状态。数组 *digital\_pins* 的大小至少为 **cb\_get\_pin\_count()**, 数组 *analog\_pins* 至少为 16. *ndigital* 和 *nanalog* 为数组中的元素个数。

*analog\_pins*[0]: 电源 1 的电压值

*analog\_pins*[1]: 电源 1 的电流值

*analog\_pins*[2]: 电源 2 的电压值

*analog\_pins*[3]: 电源 2 的电流值

*analog\_pins*[4]: 电源 3 的电压值

*analog\_pins*[5]: 电源 3 的电流值

*analog\_pins*[6-15]: 引脚的电压值, 引脚 2-11 (CB 0706), 引脚 1-10 (CB 0708)

**bool\* cb\_get\_digital\_buffer()****double\* cb\_get\_analog\_buffer()**

返回指向存储引脚值的缓冲区指针。该缓冲区绝对不允许释放。

**int cb\_set\_pin\_adc(int pin, int state)**

将引脚设置为 ADC 引脚。使用 **cb\_has\_pin\_adc()** 来检查某一引脚是否支持 ADC。

**int cb\_get\_pin\_adc(int pin)**

**int cb\_has\_pin\_adc(int pin)**

检查某一引脚是否已经/能够被设置为 ADC 引脚。

**int cb\_set\_pin\_direction(int pin, int dir)**

**int cb\_get\_pin\_direction(int pin)**

设置/返回引脚的作用方向。0=输入，1=输出

**int cb\_get\_pin\_input(int pin)**

读取引脚的输入值。0=低，1=高

**int cb\_set\_pin\_output(int pin, int output)**

**int cb\_get\_pin\_output(int pin)**

设置/返回引脚的输出值。0=低，1=高

**int cb\_set\_pin\_pullup(int pin, int pullup)**

**int cb\_get\_pin\_pullup(int pin)**

开/关引脚的上拉电阻。读取引脚上拉电阻的状态。

**int cb\_reset\_trap()**

捕获器复原。

**int cb\_is\_trap\_triggered()**

检查捕获器是否已经触发。

**int cb\_get\_trap\_trigger\_value()**

返回捕获器触发值。0=低，1=高

**int cb\_get\_trap\_input()**

返回捕获器输入值。

**int cb\_enable\_ps(int ps, int state)**

开通/关闭电源供应。

**int cb\_is\_ps\_enabled(int ps)**

检查电源供应是否开通/关闭。

**int cb\_get\_ps\_voltage(int ps, double \*pvoltage)**

读取电源供应的电压，单位：伏特。

**int cb\_get\_ps\_current(int ps, double \*pcurrent)**

读取电源供应的电流，单位：安培。

**const char\* cb\_get\_error\_msg()**

返回最后一项错误的出错信息。

## 6 安全须知

当您使用朗格尔电磁兼容技术有限公司（Langer EMV-Technik GmbH）的产品时，请遵守以下安全须知，保护自己免受电击或受伤。

本设备只能由拥有电磁兼容方面的专业知识、适合在干扰电压和突发电磁场（电场和磁场）影响下工作的专业人员使用。

请仔细阅读并遵守用户手册，并将其保存在一个安全的地方，以备需要时使用。

- 切勿使用任何被损坏或者存在缺陷的设备。
- 请您在使用Langer EMV技术有限公司的产品进行测量之前，首先对产品进行外观检查，并更换所有被损坏的连接电缆。
- 切勿在无人值守的情况下使用Langer EMV技术有限公司的产品。
- Langer EMV技术有限公司的产品只能根据其预期用途使用，禁止用于任何其他用途。
- 请注意遵守所有使用设备的操作和安全说明。
- 带有心脏起搏器的人员不得使用该设备。
- 原则上测试装置的供电电源须经过滤波器。
- **警告！在使用测试装置进行电磁兼容测试的时候，可能会出于功能性原因而产生近场和干扰辐射。用户必须采取措施，保证电磁兼容测试环境之外安装的设备的正常工作性能不受影响（尤其是通过干扰辐射）。**  
为此需要做到以下几点：
  - 保持适当的安全距离，
  - 使用被屏蔽的工作室或屏蔽室。
- 测试过程中，注入集成电路的骚扰信号强度过高，可能会损坏测试中的集成电路（闩锁效应）。可能的保护方法有：
  - 逐步增加骚扰强度，当出现功能故障时，立即停止增加强度，
  - 在闩锁的情况下，立即断开被测集成电路的电源。

**警告！必须确保从外部能够识别系统内部的功能故障，否则，随着耦合强度的增加，被测集成电路会受到损坏。必要时可以采取以下措施：**

- 监测被测集成电路的代表性信号
- 使用专用测试软件
- 可视化被测集成电路的输入响应（被测集成电路的反应试验）。

如果被测集成电路遭受损坏，我们概不承担任何责任！

## 7 保修说明

朗格尔电磁兼容技术有限公司（Langer EMV-Technik GmbH）将在法定保修期内对任何由于材料或工艺缺陷而产生的故障进行排除、维修或换货。

**保修仅限于如下条件：**

- 用户遵守了用户手册的信息和其他说明。

**以下情况保修失效：**

- 未经授权对产品擅自维修，
- 擅自更改产品，
- 未按其预定用途使用产品。

## 8 技术规格

<b>连接板 CB 0708</b>	
尺寸规格 (最大直径/最大高度)	215 / 23 (mm)
重量	CB 0708: 200 克 CB 0708 + GND 25: 2,200 克
控制/通信	USB
软件	Connection Board Control
供电电压	12 V DC 或者 直接通过 USB
被测 IC 的电源	3 x 4 mm 插口，适于实验室插头 (3 – 24 V, 500 mA) $V_{in} \geq V_{out} + 1 V$ , 最大 24 V
其他接口	4 x 2.54 mm 插接器 2 x USB 端口，内置 USB 集线器 1 x SPI 端口 1 x SMB 插接件

<b>示波器适配器 OA 4005</b>	
最高输入电压	50 V
带宽	7 MHz
连接可能性	4 通道探测头的信号与接地

## 9 交货清单

序号	名称	型号	参数	数量
1.	接地平面	<b>GND 25</b>		1
2.	连接板	<b>CB 0708</b>		1
3.	接地适配器	<b>GND A 01-04</b>		4
4.	示波器适配器	<b>OA 4005</b>		1
5.	扁平电缆 OA 4005	FBK 10P 25 厘米		1
6.	探头支架	<b>TH 22</b>		1
7.	探头适配器	<b>SGA 30 / SGA 45</b>		2
8.	摄像机及 USB 线	*		1
9.	支架 (用于摄像机)	*		1
10.	USB 线	插头 A 型 – 插口 B 型		1
11.	电源适配器		12 V	1
12.	配置泡沫塑料内衬的箱子			1
13.	箱子填充物 / 快速使用指南			1
14.	使用说明书	<b>Set ICE1</b>		1
15.	集成电路测试指南			1
16.	光盘, 含 USB 驱动程序, 连接板控制软件	Connection Board Control		1

\* 摄像头型号视情况而定

供货清单会根据订单情况而有所不同。

未经朗格电磁兼容技术有限公司 (Langer EMV-TECHNIK GmbH) 的书面许可, 任何人不得擅自复制、转载或电子化处理该文件或其部分内容。Langer EMV-TECHNIK GmbH 对因使用本印刷资料而导致的损失不承担任何责任。