

硬件篇

BY_JC/HC

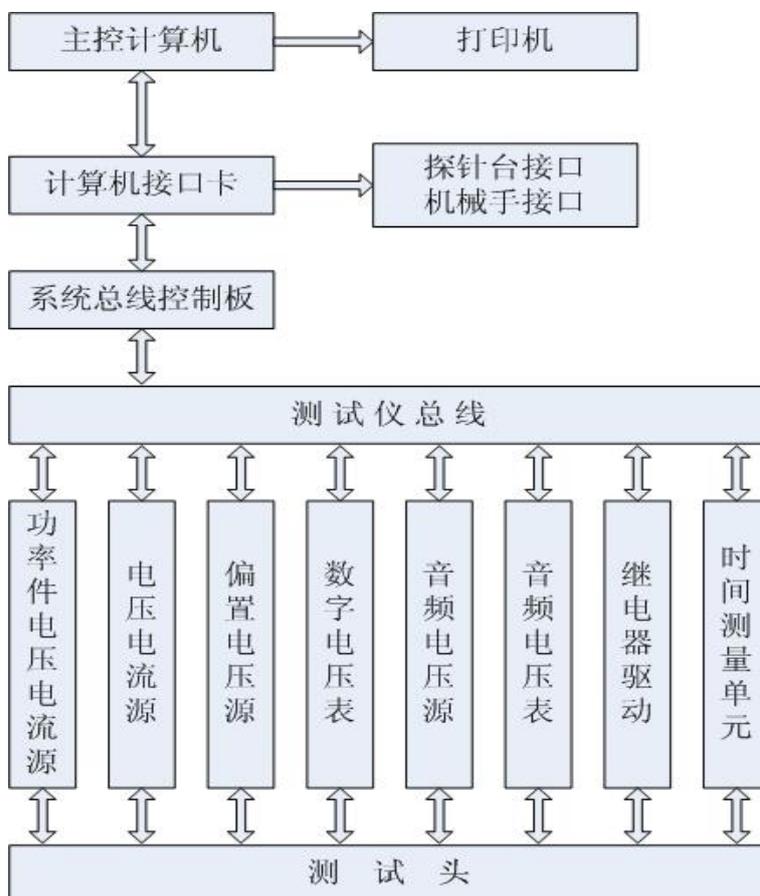
20220520

1. 系统简介

HC5600 模拟集成电路测试系统可用于运算放大器、比较器、模拟开关、音响电路、电话机电路、三端电源、电源管理电路等模拟集成电路的直流参数、动态功能及交流参数的测试。特别适合集成电路生产厂家、设计部门及各类电子整机厂的集成电路生产测试（包括中测和成测）、设计验证、进厂检验测试及质量/可靠性分析测试。主要测试方式包括：合格/不合格方式（Pass/Fail）、数据记录方式（Data Log）。该系统在同步并行多 SITE 测试时最大可同时完成 4 个 SITE 测试，利用乒乓的工作方式最大可完成 8 个 SITE 的测试。测试系统提供统计分析软件可有用户根据需要灵活地对测试数据的分布、离散度等参数进行分析。本系统具有的专用外设接口可与各类自动上料器及探针台相配接，完成 IC 的批量自动测试，另外系统可扩展 32 路数字 I/O 通道实现数字电路或混合电路测试功能。

2. 系统硬件说明

HC5600 模拟集成电路测试系统由功率电压电流源（PVIS）、双路电压电流源（VIS）、四路低电压电流源（LVIS）、信号源\交流表（AS/AVM）、数字电压表（DVM）、时间测量单元（TMU）、系统总线控制板（BUS）、计算机接口卡（IFC）等几部分组成。



2.1 双路电压电流源 VIS

双通道电压电流源(VIS)是系统中的标准模块，包括总线缓冲器，读写译码器，工作方式控制，继电器驱动电路，驱动电压电流值寄存器及数模转换器，箝位值寄存器及数模转换器，输出驱动器，反馈放大器等部分电路。提供两个相同的精密四象限恒压、恒流、测压、测流通道。系统最多支持 4 个 VIS 模块（8 个通道）工作，VIS 模块的主要性能如下：

全四象限电压/电流操作

开尔文测试到用户板（DUT 卡）

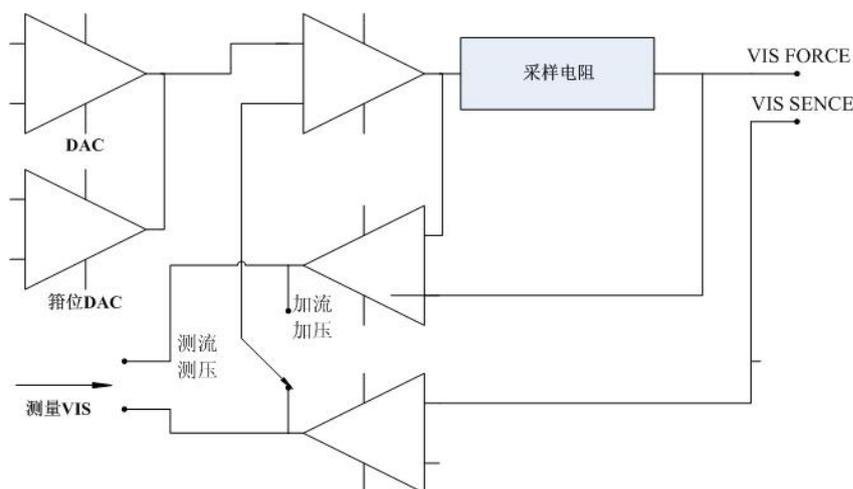
±50V电压范围

V1版本±500mA电流范围

V2版本±1000mA电流范围

窗口式电压 / 电流箝位保护

每通道独立编程，支持多工位同步并行测试及乒乓方式工作



加压测流（FVMI）方式

在 FVMI 方式中，驱动电压值通过数模转换器提供给输出驱动器；驱动电流由采样电阻采样，通过差分放大器转换成电压值，再由模数转换器读回电流值。箝位值可根据负载设值，箝位电路在这里起到限流保护作用，当负载电流超过箝位值时，输出由恒压源变为恒流源，输出电流为箝位电流。测试系统根据箝位值自动选择测流量程。

加流测压（FIMV）方式

在 FIMV 方式中，驱动电流值通过数模转换器提供给输出驱动器；电压由模数转换器读回。箝位值可根据负载设值，箝位电路在这里起到限压保护作用，当负载电压超过箝位值时，输出由恒流源变为恒压源，输出电压为箝位电压。测试系统根据箝位值自动选择测压量程。

2.2 四路低电压电流源 LVIS

四通道电压电流源(LVIS)是系统中的标准模块，包括总线缓冲器，读写译码器，工作方式控制，继电器驱动电路，驱动电压电流值寄存器及数模转换器，箝位值寄存器及数模转换器，输出驱动器，反馈放大器等部分电路。提供四个相同的精密四象限恒压、恒流、测压、测流通道。系统最多支持 4 个 LVIS 模块（32 个通道）工作，LVIS 模块的主要性能如下：

全四象限电压/电流操作

开尔文测试到用户板（DUT 卡）

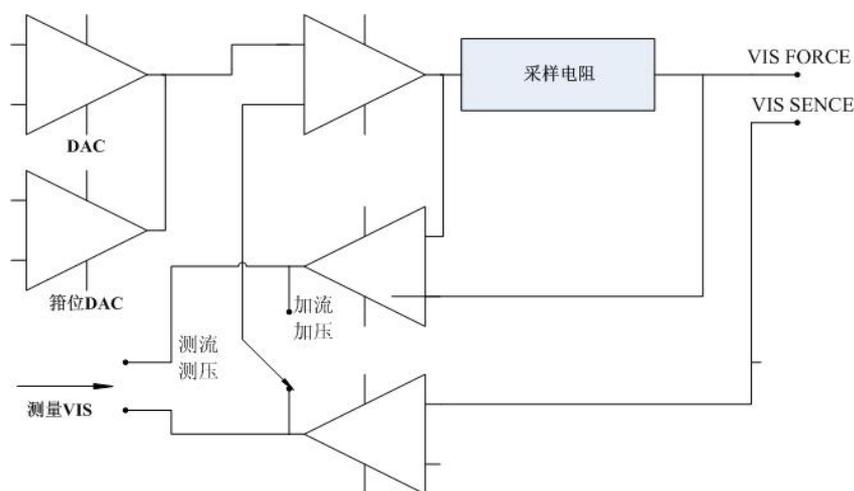
±24V电压范围

V1版本±250mA电流范围

V2版本±1000mA电流范围

窗口式电压 / 电流箝位保护

每通道独立编程，支持多工位同步并行测试及乒乓方式工作



加压测流（FVMI）方式

在 FVMI 方式中，驱动电压值通过数模转换器提供给输出驱动器；驱动电流由采样电阻采样，通过差分放大器转换成电压值，再由模数转换器读回电流值。箝位值可根据负载设值，箝位电路在这里起到限流保护作用，当负载电流超过箝位值时，输出由恒压源变为恒流源，输出电流为箝位电流。测试系统根据箝位值自动选择测流量程。

加流测压（FIMV）方式

在 FIMV 方式中，驱动电流值通过数模转换器提供给输出驱动器；电压由模数转换器读回。箝位值可根据负载设值，箝位电路在这里起到限压保护作用，当负载电压超过箝位值时，输出由恒流源变为恒压源，输出电压为箝位电压。测试系统根据箝位值自动选择测压量程。

2.3 功率电压电流源 PVIS

单通道电压电流源(PVIS)是系统中的标准模块，包括总线缓冲器，读写译码器，工作方式控制，继电器驱动电路，驱动电压电流值寄存器及数模转换器，箝位值寄存器及数模转换器，输出驱动器，反馈放大器等部分电路。提供一个精密四象限恒压、恒流、测压、测流通道。系统最多支持 4 个 PVIS 模块工作，PVIS 模块的主要性能如下：

全四象限电压/电流操作

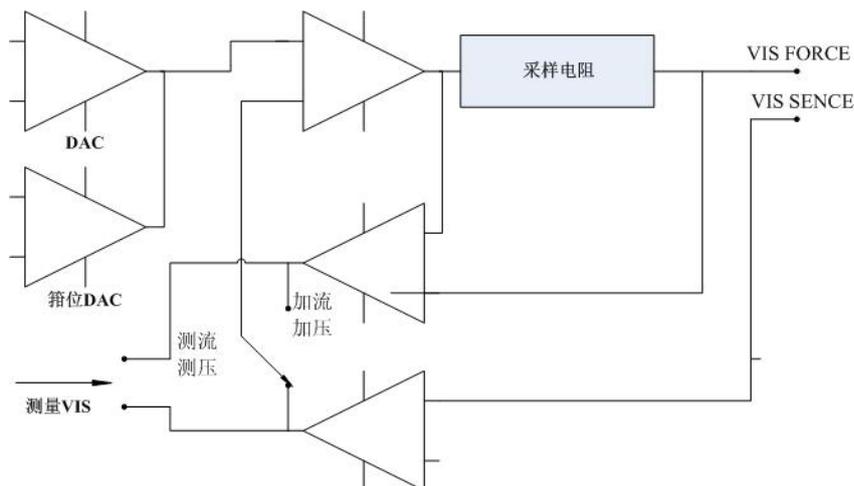
开尔文测试到用户板（DUT 卡）

±50V电压范围

±10A电流范围

窗口式电压 / 电流箝位保护

每通道独立编程，支持多工位同步并行测试及乒乓方式工作



加压测流（FVMI）方式

在 FVMI 方式中，驱动电压值通过数模转换器提供给输出驱动器；驱动电流由采样电阻采样，通过差分放大器转换成电压值，再由模数转换器读回电流值。箝位值可根据负载设值，箝位电路在这里起到限流保护作用，当负载电流超过箝位值时，输出由恒压源变为恒流源，输出电流为箝位电流。测试系统根据箝位值自动选择测流量程。

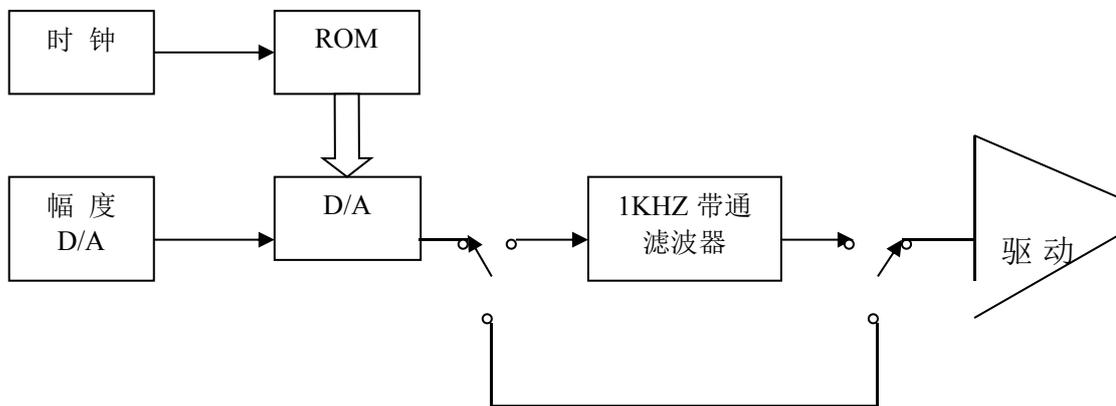
加流测压（FIMV）方式

在 FIMV 方式中，驱动电流值通过数模转换器提供给输出驱动器；电压由模数转换器读回。箝位值可根据负载设值，箝位电路在这里起到限压保护作用，当负载电压超过箝位值时，输出由恒流源变为恒压源，输出电压为箝位电压。测试系统根据箝位值自动选择测压量程。

2.4 AS（音频电压源）/ AVM（音频电压表）

音频电压源可以产生频率为 1KHZ~200KHZ，幅度为 0~6Vrms 的正弦波，还可以产生低失真度的 1KHZ 信号，幅度为 0~2Vrms。

音频电压源主要包括幅度控制电路、图形存储电路、时钟控制电路、波形合成电路及输出驱动电路。

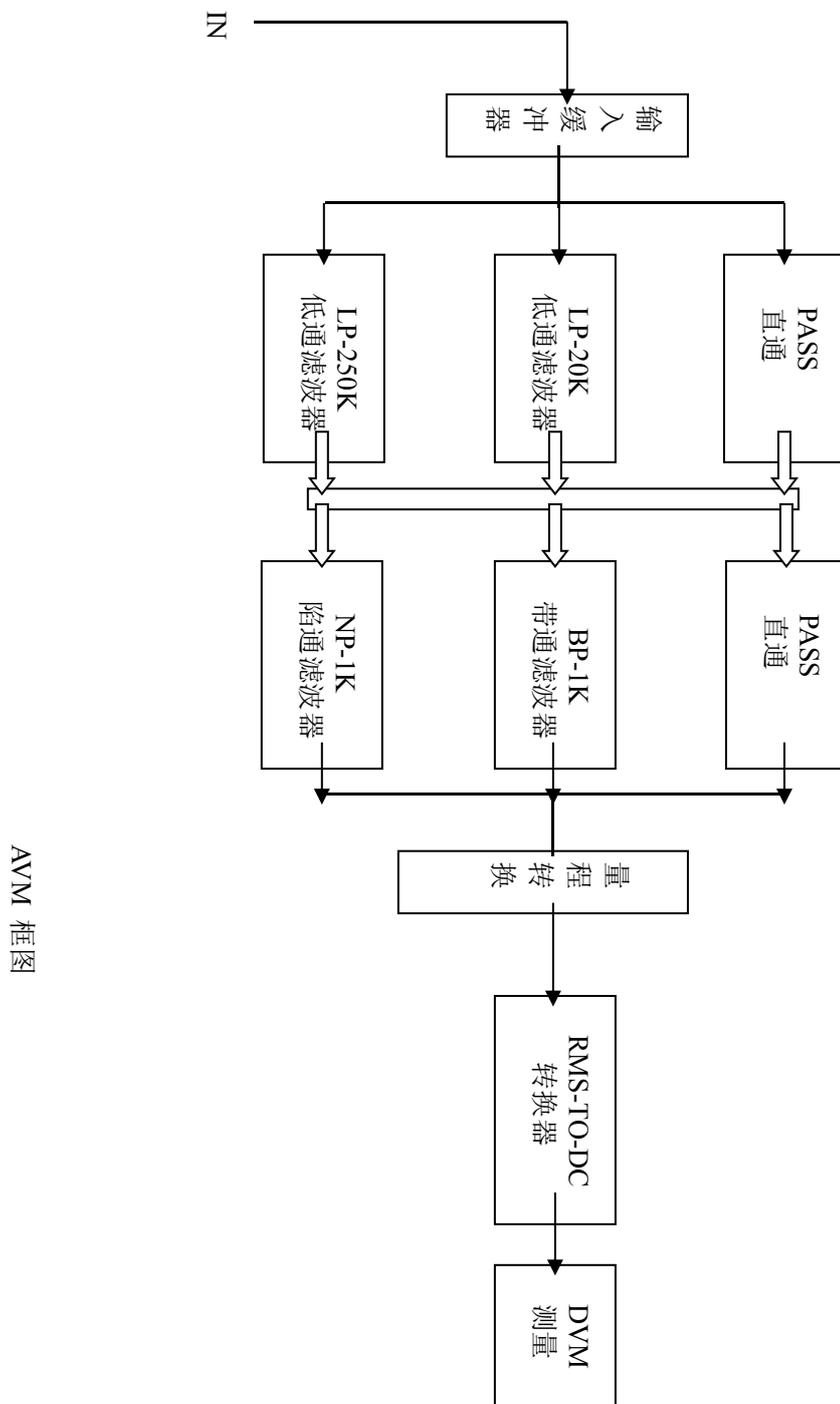


AS 逻辑框图

音频波形存储在图形存储器中，通过时钟控制电路产生存储器的地址，依次将波形数据逐点输出到 D/A，产生正弦波信号。输出幅度由一个 12 位 D/A 控制，如果经过 1KHZ 带通滤波器可产生 1KHZ 低失真度正弦信号，音频源输出阻抗为 50Ω，输出电流为 20MA。

音频电压表主要功能：测量音频范围电压信号的幅度

AVM 由直通、低通 20K/250K、带通 1K、陷通 1K 滤波器和 RMS-TO-DC 转换器等部分组成；各个通路的设置以及量程的使用均可由编程控制；测量信号范围 0~6Vrms。AVM 的量程选择分别为：6V、400MV、40MV。



AVM 框图

2.5 DVM（数字直流电压表）

4 路数字直流电压表（DVM），测量范围为 $\pm 50V$ ，DVM 板包括总线缓冲器，读写译码器，工作方式控制，电压值寄存器及数模转换器，多路选择器，模数转换器等部分电路。

2.6 RELAY（继电器）控制位

继电器控制位最多 96 位。

2.7 BUS（系统总线控制板）

系统总线控制板提供 HC5600 测试仪与计算机接口卡、提供标准的 GPIB 接口连接智能外部仪器以扩展测试系统的功能。专用的 TTL 接口用与 Handler、Prober 的连接。计算机接口卡在测试仪内部通过 50 芯电缆，连接到系统总线控制板的插槽，

2.8 TMU（时间测量单元）

用于测量信号的间隔时间，其包含四个输入阻抗分为高阻抗和低阻抗，高输入阻抗为 $1M\Omega$ ，高阻抗部分可作 1:5 的衰减，用于扩展 QTMU 的电压量程。低输入阻抗为 50Ω 用于高频信号的输入。TMU 可以用于选择测量信号周期、脉冲宽度或斜率的测量。

2.9 HVIS（高压电压电流源）（选件）

具有加压、加流、测压、测流的功能，输出电压范围： $\pm 1000V$ ，输出电流范围： $\pm 10mA$ ，可用于测量漏电流和击穿电压等参数。

电压源有电流嵌位功能。高压源板包括总线缓冲器，读写译码器，工作方式控制，继电器驱动电路，施加电压电流值寄存器及数模转换器，箝位值寄存器及数模转换器，输出电压放大电路，驱动电路。

高压电压电流源（HVIS）工作方式有加压测流(FVMI)和加流测压(FIMV)两种。

FVMI 方式中，驱动电压值通过数模转换器提供给输出驱动器；驱动电流由采样电阻采样，通过差分放大器转换成电压值，再由模数转换器读回电流值，从

而实现在同一管脚加压测流。

FIMV 方式是一个逆过程，驱动电流值通过数模转换器提供给输出驱动器；电压由模数转换器读回。从而实现在同一管脚加流测压。

数字通道板（选件）：

2.10 数字通道板（选件）

- 1、每套板支持 16 个数字 I/O 通道，最多可配 32 个数字 I/O 通道
- 2、每通道含有 512K×4 bit 图形存储器。
- 3、图形产生速率 10 MHz，定时分辨率 10nS。
- 4、驱动电压：0v ~ 7.8v 精度：10mV
- 5、比较电平：0v ~ 7.8v 精度：10mV

2.11 通讯接口支持 TTL 和 GPIB, 支持双 SITE、四 SITE 并行测试。

2.12 测试头板

3. 测试系统硬件安装说明

3.1. 安装前的准备工作

3.1.1. 经运输后的测试主机柜在安装前应先进行下述内容的检查:

3.1.2. 测试主机柜、机外电缆及各种配件不得有由运输导致的损伤。

3.1.3. 测试主机柜内部的各种结构件不得有损伤、变形、松动和脱落。

3.1.4. 机架内已连接的各种电源以及线缆应连接良好，无损伤、松动和脱落。

3.1.5. 为了确保 HC5600 集成电路测试系统安全使用，请务必使用有地线保护的三脚电源。若使用没有地线保护电源线，请接一真实地线到测试系统的主电源。若 HC5600 集成电路测试系统因没有地线保护而导致损坏，或者在测试工作过程中出现问题，本公司不负责免费维修和解决。

3.2. 硬件安装

HC5600 模拟集成电路测试系统由计算机接口卡（IFC）、系统总线控制板（BUS）、测试系统总线底板、双路电压电流源（VIS）、功率电压电流源（PVIS）、四路低电压电流源（LVIS）、数字电压表（DVM）、时间测量单元（TMU）、继电器驱动位、信号源\交流表（AS/AVM）（选件）、高压源（选件）、数字通道板（选件）等几部分组成。

除计算机接口卡（IFC）安装在主控计算机内部 PCI 插槽上之外，其它板卡都安装在主机柜里。在计算机接口卡和测试系统总线控制板之间，用 50 芯扁平线缆相连接，以此实现计算机对测试系统的控制。为保证系统安全，在安装计算机接口卡时，必须关闭计算机，断开计算机的 220V 电源线。在连接线缆前，必须关闭计算机和测试系统，不能在开机状态下连接线缆。在安装测试板和自检板之前，必须关闭测试仪系统。

主机柜上部安装的是散热风扇和插板箱，左下部安装的是电源系统，右下部安装的是高压源。

测试系统总线底板安装在插板箱的后方，其它功能板卡都插在测试系统总线底板上工作。测试系统总线底板提供 17 个插槽（插槽按照从右到左排序），一般情况下，功能板卡按照下表插入各个插槽，请正确安装。功能板卡在插拔时务必关闭电源，以免造成板卡损坏。板卡顺槽位导轨向内推入插槽，到位后，应将板卡上、下两个起拔器上的锁紧螺丝紧固，以免板

卡松脱。

4. 系统技术指标

4.1 V1 版本 $\pm 50V/\pm 500MA$ 电压电流源 (VIS)

V2 版本 $\pm 50V/\pm 1000MA$ 电压电流源 (VIS)

施加分辨率 16Bit、测量分辨率 16Bit 每块 2 路，

(1) 加压

加压范围	准确度
$\pm 50V$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 15V$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 5V$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 0.5V$	$\pm 0.1\%$ (FS)

(2) 测流

测流范围	准确度
$\pm 250nA$	$\pm 0.7\%$ (FS)
$\pm 2.5\mu A$	$\pm 0.5\%$ (FS)
$\pm 25\mu A$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 250\mu A$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 25mA$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 500mA$	$\pm 0.2\%$ (FS)

(3) 加流

加流范围	准确度
$\pm 2.5\mu A$	$\pm 0.7\%$ (FS)
$\pm 25\mu A$	$\pm 0.2\%$ (FS)
$\pm 250\mu A$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 25mA$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 500mA$	$\pm 0.2\%$ (FS)

(4) 测压

测压范围	准确度
$\pm 50V$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 15V$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 5V$	$\pm 0.1\%$ (FS)
$\pm 1V$	$\pm 0.1\%$ (FS)

4.2 ±50V/±10A 功率电压电流源 (PVIS)

施加分辨率 16Bit、测量分辨率 16Bit，每块 1 路

(1) 加压

加压范围	准确度
±50V	±0.1%(FS)
±10V	±0.1%(FS)
±2V	±0.1%(FS)
±0.2V	±0.2%(FS)

(2) 测流

测流范围	准确度
±20uA	±0.5%(FS)
±200uA	±0.2%(FS)
±2mA	±0.1%(FS)
±20mA	±0.1%(FS)
±200mA	±0.1%(FS)
±2A	±0.3%(FS)
±10A	±0.5%(FS)

(3) 加流

加流范围	准确度
±20uA	±0.5%(FS)
±200uA	±0.2%(FS)
±2mA	±0.1%(FS)
±20mA	±0.1%(FS)
±200mA	±0.1%(FS)
±2A	±0.3%(FS)
±10A	±0.5%(FS)

(4) 测压

测压范围	准确度
±50V	±0.1%(FS)
±20V	±0.1%(FS)
±5V	±0.1%(FS)
±1V	±0.2%(FS)

4.3 直流电压表 (DVM)

测量分辨率 16Bit

测压范围	准确度
±50V	±0.1%(FS)
±20V	±0.05%(FS)
±10V	±0.05%(FS)
±5V	±0.05%(FS)
±1V	±0.1%(FS)

4.4 四路低电压电流源 (LVIS)

V1 版本 ±24V/±250MA 电压电流源 (LVIS)

V2 版本 ±24V/±1000MA 电压电流源 (LVIS)

施加分辨率 14Bit、测量分辨率 16Bit，每块 4 路

(1) 加压

加压范围	准确度
±24V	±0.1%(FS)
±10V	±0.1%(FS)
±5V	±0.1%(FS)
±0.5V	±0.2%(FS)

(2) 测流

电流范围	准确度
±25uA	±0.3%(FS)
±250uA	±0.2%(FS)
±25mA	±0.1%(FS)
±250mA	±0.1%(FS)

(3) 加流

加流范围	准确度
±25uA	±0.3%(FS)
±250uA	±0.2%(FS)
±25mA	±0.1%(FS)
±250mA	±0.1%(FS)

(4) 测压

测压范围	准确度
±24V	±0.1%(FS)

±10V	±0.1%(FS)
±5V	±0.1%(FS)
±0.5V	±0.2%(FS)

4.5 音频信号表 (AS) 二路 (选件)

频率: 1HZ~150KHZ

输出电压范围: 6Vrms

频率范围: 0HZ~20.0KHZ	准确度: ±0.2%(FS)
20KHZ~50KHZ	±1.0%(FS)
50KHZ~150KHZ	±3.0%(FS)

4.6 音频电压表 (AVM) 四路 (选件)

测量范围: 6Vrms

频率范围: 0HZ~20.0KHZ	准确度: ±0.2%(FS)
20KHZ~50KHZ	±1.0%(FS)
50KHZ~150KHZ	±3.0%(FS)

4.7 继电器驱动位: 最大 96 位。

4.8 时间测量单元 (TMU)

频率测量: 0.1Hz~10MHz 准确度: 0.01%

时间范围: 20nS~40S 最小分辨率: 125pS(4路)

时间测量准确度: ±5nS±0.1%

电压范围: ±10V

5. 设备操作及维护

5.1 设备使用环境

HC5600 使用工作环境如下：

使用电压： 交流 220V， 50Hz

操作温度： +20℃~+25℃

相对湿度： 30%~+60%

电源消耗： <2000W

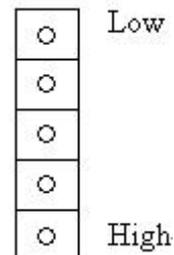
5.2 Handler 或 Prober 连接

在 HC5600 模拟集成电路测试系统内的系统总线控制板上，有 2 个 34 芯牛角的插座，用扁平电缆引出四路 DB25 公插头，该插头位于主机柜后侧，可分别用于连接 4 台外设。连接信号定义如下：

DB25 公头	名称	DB25 公头	名称
1	BIN1	18	START
2	BIN2		
3	BIN3	22	EOT
4	BIN4		
5	BIN5		
6	BIN6	24	VCC
7	BIN7	25	GND
8	BIN8		
其余未使用			

其中 START 信号，可以通过系统总线控制板上的短路插针（JP18、JP19、JP20、JP21）控制高有效或低有效；短路插针（JP10、JP11、JP12、JP13）控制隔离光藕的电源是使用测试仪 TVCC 还是 Prober 或 Handler 提供的 HVCC；短路插针（JP14、JP15、JP16、JP17）控制隔离光藕的 GND 是使用测试仪 TGND 还是 Prober 或 Handler 提供的 HGND；CAT、EOT 信号可通过软件控制高有效或低有效。

START 信号跳线说明如右图：将两个跳线连到“High”方向的 4 个插针时，START 信号低有效，将两个跳线连到“LOW”方向的 4 个插针时，START 信号高有效，



在 HC5600 模拟集成电路测试系统内的系统总线控制板上，有 1 个 26 芯牛角的插座（JP5），用扁平电缆引出 1 路 DB24 插头，该插头位于主机柜后侧。该接口是标准的 GPIB 接口，用于连接 GPIB 接口的外设。

5.3 安全操作规程

5.3.1 操作（作业）者的资质

5.3.1.1 操作者必须仔细阅读使用手册，并经过专业培训合格后，才容许操作。

5.3.1.2 操作者应熟练掌握该设备的基本操作技能，具有相应的安全技术知识。

5.3.2 操作（作业）前的检查准备

5.3.2.1 确认测试系统在检定周期内。

5.3.2.2 确认电源的连接（零线和火线）正确，而且必须连接地线。

5.3.2.3 在规定的湿度、温度等条件下工作（开机预热）。

首先启动主控计算机，然后将开启测试系统，这时电源指示灯亮。在测试工作开始前，应将测试系统预热半小时以上，将环境温度控制在 $+20^{\circ}\text{C}\sim+25^{\circ}\text{C}$ 、湿度控制在 30%–60%。

5.3.2.4 在使用高压源测试器件时，需要在开启测试系统电源前开启高压源箱电源。在系统电源开启时，高压源箱电源开启时，箱体上部指示灯熄灭，此时高压源箱内部高压（1000V）开启，请注意安全。

5.3.3 本操作（器件测试）中关键及注意事项

5.3.3.1 在进行器件测试时，先启动主控计算机，再打开测试系统电源，然后打开测试程序，待机器稳定后，开始测试。

5.3.3.2 根据被测器件型号选用相应的测试板和程序进行测试，更换测试适配器和自检板时，应关闭测试系统电源。

5.3.3.3 避免测试过程中系统掉电。

5.3.3.4 测试完成后退出测试程序，关闭测试系统电源，然后再关闭主控计算机。

5.3.3.5 在使用高压源测试器件时，请注意安全。

5.3.4 本操作中禁止的行为。

5.3.4.1 测试系统电源开启时，禁止对设备进行清洁。

5.3.4.2 测试系统电源开启时，禁止插拔机柜内部板卡、线缆。

5.3.4.3 芯片测试时，尤其是在使用高压源测试时，不要触摸芯片。

5.3.5 本操作中事故的应急与响应

5.3.5.1 操作中若突然遇到停电，应立即关闭电源开关。

- 5.3.5.2 系统出现异常错误时，应立即关闭电源开关。
- 5.3.6 本操作的归零结束工作
 - 5.3.6.1 测试工作完毕后，退出测试程序，然后关闭电源。
 - 5.3.6.2 关闭电源后才能进行清洁工作。

5.4 维护与保养规程

- 5.4.1. 测试系统应置于清洁干燥处，过度潮湿或灰尘过多均会对测试系统工作有不良影响。
- 5.4.2. 定期使用干净抹布擦拭测试系统表面，以保持清洁。
- 5.4.3. 定期清理测试系统主机柜内部灰尘，有利于测试系统稳定工作。
- 5.4.4. 测试系统不在使用时，应关闭电源并且加盖防尘套。
- 5.4.5. 计算机务必安装杀毒软件，并定期更新防毒程序，欲安装新软件之前，请务必事先杀毒，确定没有感染病毒后才能安装。
- 5.4.6. 连接测试系统的主控计算机，请勿再作其它用途使用，以确保测试系统的安全性。
- 5.4.7. 测试程序务必定期备份，以防止测试程序不慎遭受损坏而遗失。

5.4 常见故障维修和排除

当测试系统发生故障时，请先了解故障原因。

故障 1：无电源时。

检查电源插头是否松动。

主电源开关是否开启。

电源保险丝是否烧断。

故障 2：测试系统无法和主控计算机连接时。

检查连接测试系统与主控计算机连接线缆是否松动或断裂。

检查主控计算机内的计算机接口卡（IFC）是否松动。

测试系统电源是否开启。

在检查线缆和计算机接口卡时，需要关闭主控计算机和测试系统并且断开电源。

故障 3：测试系统无法和 Prober 或 Handler 连接。

测试系统和 Prober 或 Handler 连接控制信号的接线是否正确，连接电缆是否松动或断裂。

测试系统的 EOT，START，BIN1-8 控制信号与 Prober 或 Handler

控制信号的电平和时序是否匹配。

故障 4：器件测试时好时坏。

DUT 测试板与测试头连接是否松动。

Handler 或 Prober 连接至 DUT 测试板上的测试线是否太长

