

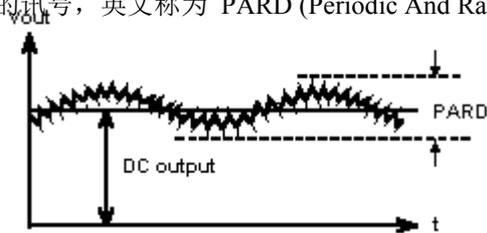
# 如何测试电源供应器的输出噪声

## 1.前言

目前交换式已取代传统的串联式电源供应器，成为大多数电子产品的电源组件，现已经广泛地用于桌上型计算机、监视器、列表机、笔记型计算机、传真机、复印机等设备上，最主要的因素为体积小，重量轻及效率高等多项优点，缺点则为其输出噪声较大，本文的目的就是来探讨直流交换式电源供应器的输出噪声。

### 1.1.定义

输出噪声的定义：此噪声为一交流成份，附着于直流准位的上，此交流成份包含周期性与随机性的讯号，英文称为 PARD (Periodic And Random Deviation)，其波形如下图：



图一 ...交换式电源供应器的输出噪声波形

由于交换式电源供应器采用高频切换 (20 KHz 以上) 技术，配合脉波调变 (PWM) 及输出滤波电路，可以将市电转换成 IC 电路所需的直流电压，例如 +5V、+12V、-5V、-12V、+3.3V 等电压，惟经此种转换后的副作用是在直流成份中含有少许的交流成份，若此交流成份 (以下称为噪声) 过大则会使应用的电路产生误动作，以 5V 为例若直流中心电压为 5.00V，噪声若为 1.0 Vp-p 则任何瞬时值的电压可能已经超过 4.75V - 5.25V 的容许范围，(此为一般逻辑 IC 正常的工作电压范围)，因而可能误动作或当机出现，因此输出噪声影响不可谓不小。一般而言，交换式电源供应器的输出噪声规格为其输出直流电压的 1% 以下，例如以 +5V、+12V 为例，其输出噪声规格分别为 50m Vp-p 与 120m Vp-p。

### 1.2. 输出噪声的控制

通常交换式电源供应器于设计时，便需将输出噪声控制于一规格内，才算完成，而产品量产时，可能因为零件 (如输出变压器、快速二极管、滤波电容器等) 材质规格不同，或误装、漏装，等因素造成出杂讯超过规格，为避免这些情况，于检测时将交换式电源供应器每个输出的噪声列为检测项目是必须的。

## 2. 输出杂讯的检测

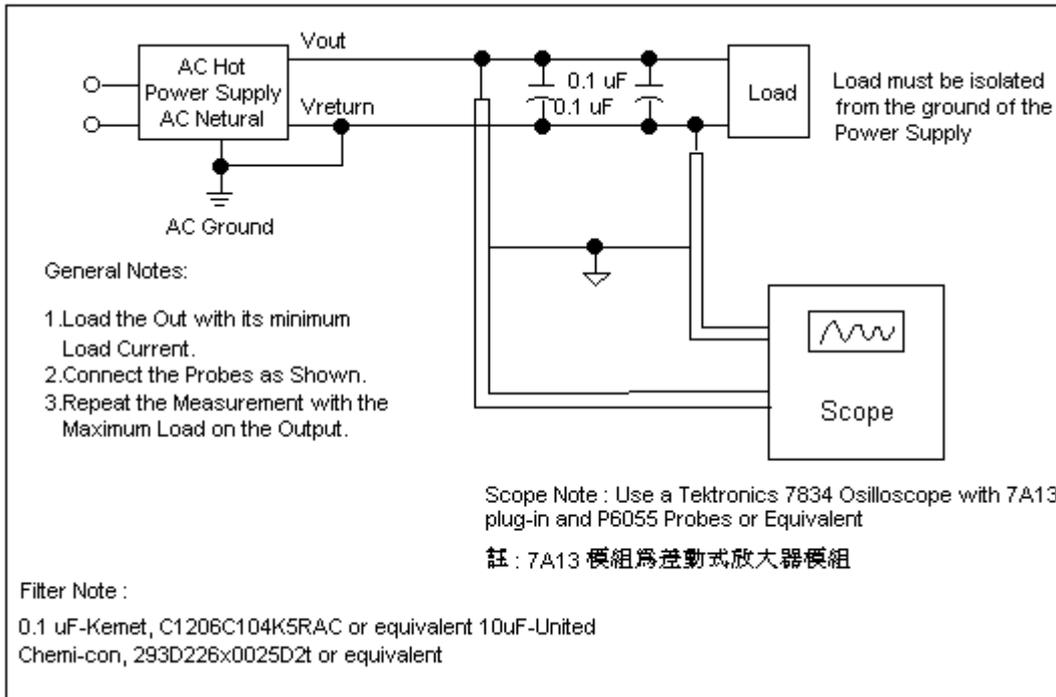
此种检测设备可用示波器或涟波与噪声电表，兹分别说明如下：

### 2.1.示波器

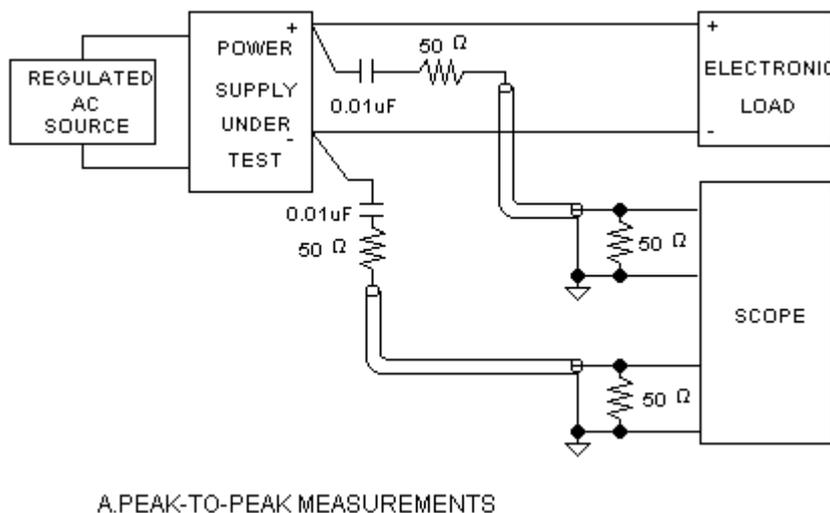
此设备为最普遍，常用的检测设备，唯测时应注意下述规范，否则其检测结果差异甚大。

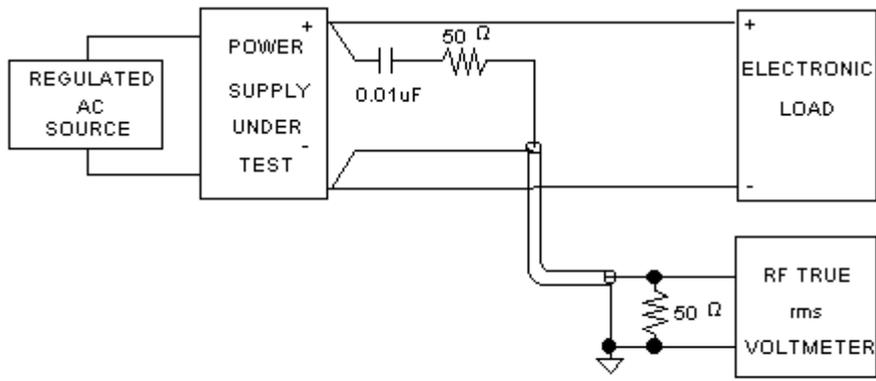
### 2.1.1. 避免地回路

应使用差动式输入的示波器，因为一般示波器的输入 BNC 的负端是与示波器机壳相连通的，而示波器机壳又与输入电源的接地端连接，若直接用探棒测量输出端，可能造成地回路电流，因而影响量测结果，因此应该避免，采用差动式示波器或示波器外加差动放大器是正确的检测接法，如图二为 INTEL 建议的检测连接图，图三为 HP 建议的检测连接图，二者均采用差动式示波器作为检测设备，HP 的差动式探棒如图四所示，Tek 的 差动式探棒如图五所示



图二 ...INTEL 建议的 PARD 差动式检测连接图





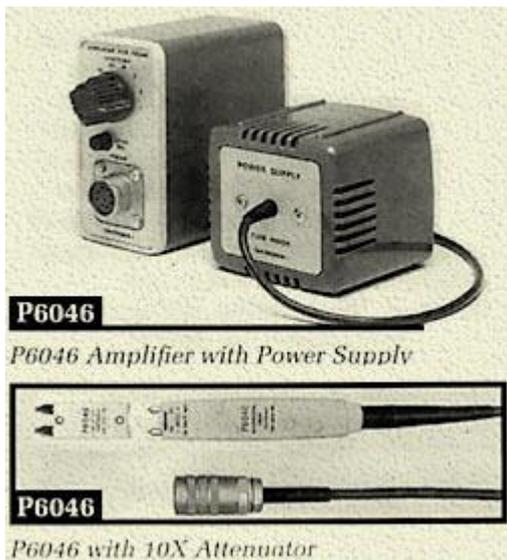
B. rms PARD MEASUREMENTS

图三.... HP 建议的 PARD 差动式检测连接图



图四 ....HP 的差动式探棒

(HP 1141A Differential Probe with HP 1142A Power Supply)



图五 ... Tek 的差动式探棒 (P6046 Active Differential System)

### 2.1.2.测试条件

待测端的旁路电容于测试规范中，应确实说明是否于待测端加入旁路电容器及其材质、容量、数量等，如图二中 INTEL 即加入 10uf 及 0.1uf 电容器以便仿真主机板上的系统电容。这部份并没有通则要求，而是视需求条件而定，于测试时应说明是否有旁路电容器，如图 A 及 B 的建议检测连接图，否则测试值会有不小差异。

### 2.1.3.频宽

检测设备示波器的频宽会影响检测结果，一般规格为 20MHZ，或 30MHZ（INTEL 要求规格），为数字式示波器的取样速率必须高 PARD 频率 2 倍以上。

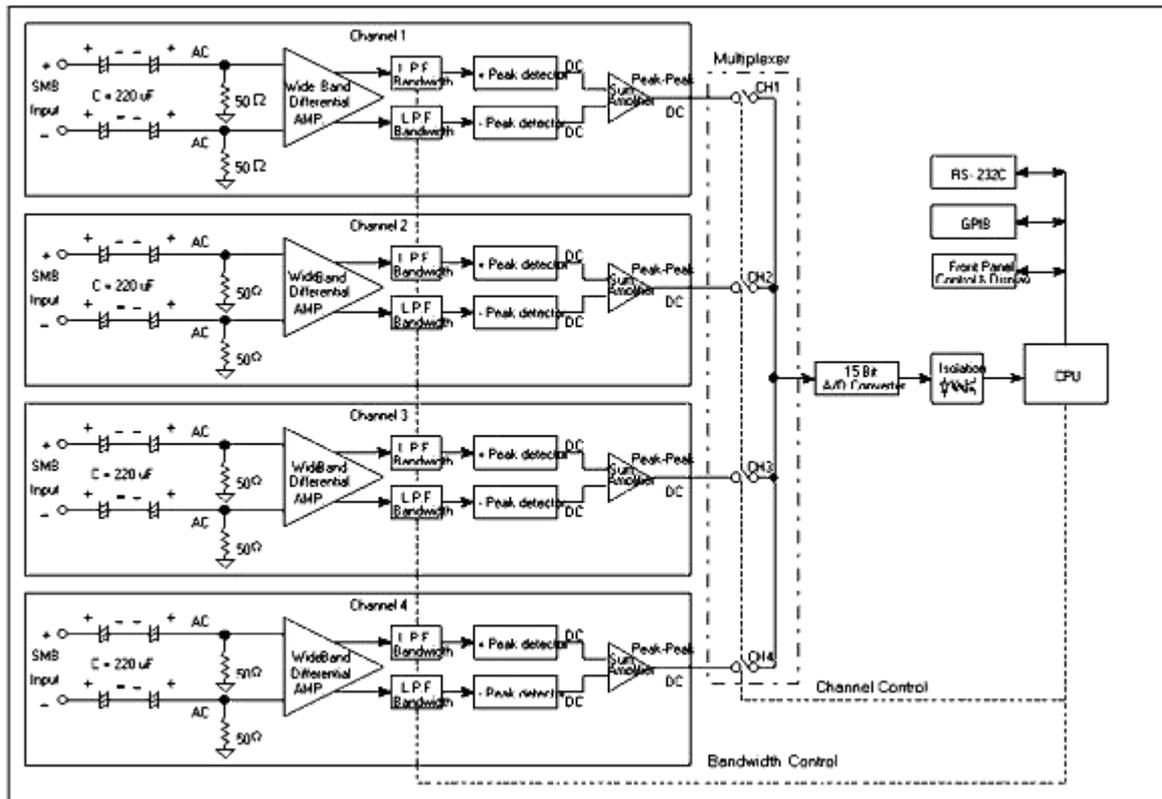
### 2.1.4.输入阻抗

一般均为 50 Ω。较低的输入阻抗（如 50 Ω）可以较高输入阻抗（如 1MΩ）防止其它讯号的干扰。此部份并无通则要求，但于测试时应说明其输入阻抗，否则数值会有不小的差异。

## 2.2.涟波与噪声电表

由于示波器一般仅 2 个 Channel 输入对于多输出的电源供应器，观测其输出噪声不方便，同时需用人来操作判别，又其价格不低等缺点，因此使用博计的 4030 具有多输入（达 4 个 Channel）的涟波噪声电表，可一次测量，并做上下限判别，又价格合宜（远低于示波器）因此是另一个绝佳的检测设备，4030 的功能方块图如图六所示。其主要规格说明如下：

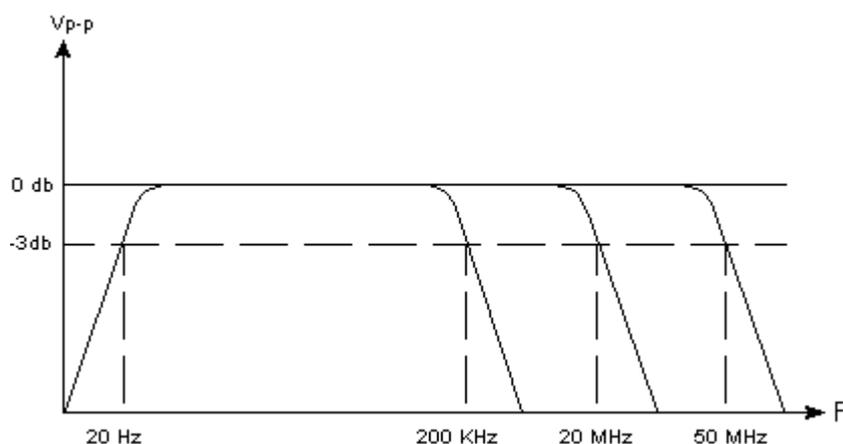
4030 Ripple/Noise (Peak to Peak) Meter Block Diagram



圖六 4030 的功能方块图

### 2.2.1.输入结构:

如同示波器的说明,与待测物的连接必须避免地回路,因此差动式(Differential)是必须的,又其输入阻抗一般为  $50\Omega$ ,可有效地量取待测物的输出噪声。



### 2.2.2.输入范围:

一般直流交换式电源供应器的输出噪声规格为其输出直流电压的 1%,例如一输出电压为 5V 时,其输出噪声规格为 50mVp-p 以下,一输出电压为 12V 时,其输出噪声规格为 120mVp-p 以下。博计的 4030 具有三种输入范围的规格,供订购前选择,其分别是 3.0Vp-p, 1.5Vp-p, 0.75Vp-p。一般的 5V, 12V 系统电压应用时建议选用 0.75Vp-p 的输入范围即已足够,若为 24V, 48V 系统电压时,则可选用 1.5Vp-p 或 3.0Vp-p 的规格。

### 2.2.3.频宽:

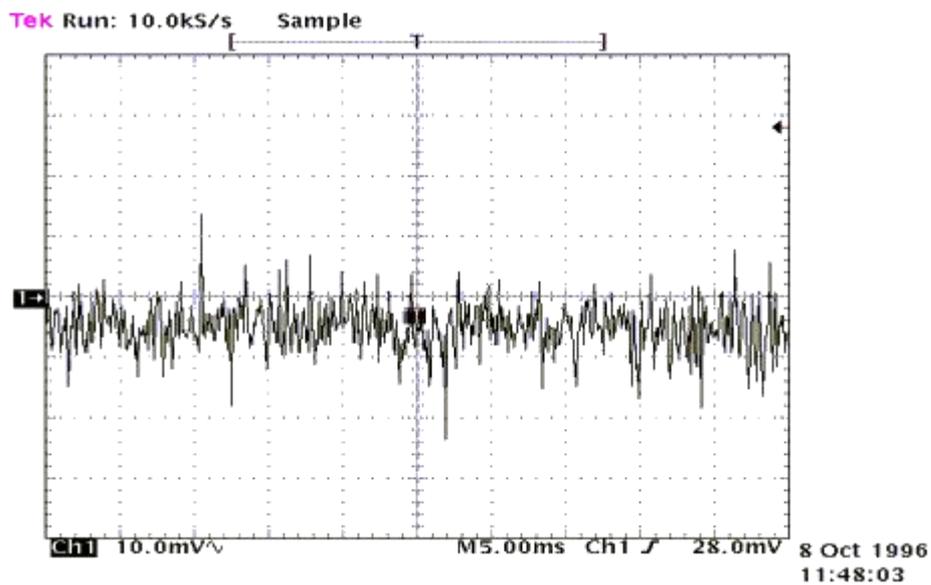
于博计 4030 涟波与噪声电表含有三个频宽范围供使用者选择,其分别是 20Hz~200KHz, 20Hz~2MHz 及 20Hz~50MHz。其中 20Hz~50MHz 主要供检测输出噪声的用,而 20Hz~200KHz 或 20Hz~2MHz 供检测输出涟波或动态负载的过激 (Over-shoot) 或低激 (Under-shoot) 的用。频宽范围 20Hz~50MHz 系指 4030 电表可以针对输入信号(噪声)响应的峰对峰值的频率范围而言,一般指于衰减 -3dB (即 0.707 倍) 时的频率范围,例如一输入讯号 100mVp-p, 50MHz 时,4030 涟波与噪声电表的输入讯号频率为 50MHz 其测数值为 70.7mV 以上,即符合频宽的定义。4030 涟波噪声电表典型的频率响应特性如图七所示。

图七... 4030 涟波杂讯电表典型的频率响应特性

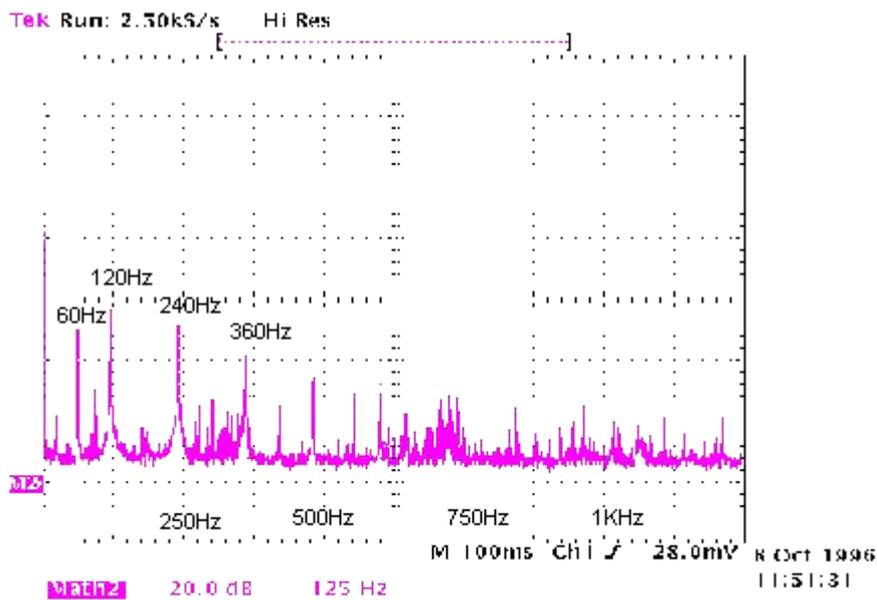
### 2.2.4. 电源供应器输出噪声的频谱

电源供应器的输出噪声系包含了许多频率成份(如 50Hz, 60Hz 涟波开关频率)及其杂波等,若输出噪声有窄而尖锐的开关晶体 ON / OFF 时的尖波 (Spike), 则包含了大量的高频谐波成份,观测频率成份可用频谱分析仪 (Spectrum Analyzer) 来分析,图八、九 分别为一典型电源供应器输出噪声的波形与频谱。用 4030 涟波与噪声电表来测量噪声时,选用不同的频宽其

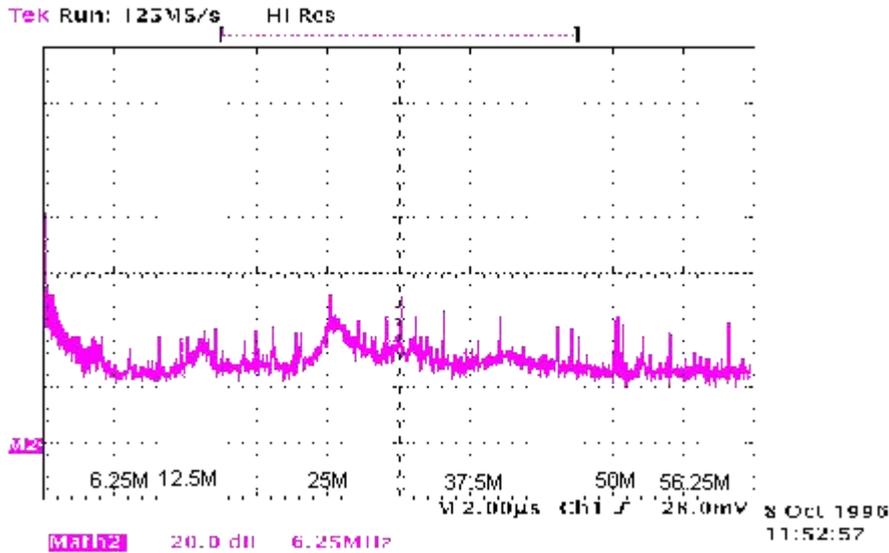
数值便会随的改变，一般情形下，于高频宽 (20Hz~50MHz)的数值会高于低频宽 (20~2MHz 或 200KHz) 的数值。



图八 典型电源供应器输出噪声的波形



图九(A)



图九(B)

图九 ...典型电源供应器输出噪声波形 (如图八) 的频谱

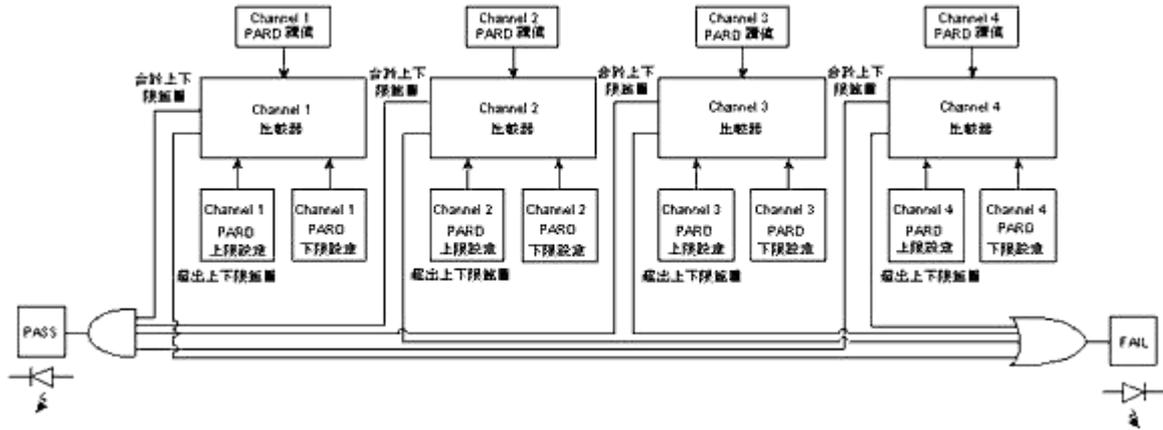
#### 2.2.5. 4030 的 PASS/FAIL 判别

4030 内含量测数值上下限比较功能。在每单个 PARD 量测通道，当量测值位于所设定的上下限以内时为 GO 或合格，当量测数值位于所设定的上下限以外时为 NG 或不合格；在全部四个 PARD 量测通道均合格时，此时面板上的 PASS 绿色 LED 显示器亮起，以表示为通过状态；在全部四个 PARD 量测信道中有一个信道以上不合格时，此时面板上的 FAIL 红色 LED 显示器亮起，以表示为不通过状态。4030 内每个 PARD 量测通道均有其个别的上下限值，可由操作者分别设定的，其 PASS / FAIL 比较功能方块图如图 十一 所示。

※ 注：4030 显示面板上在 PASS (合格) 时，绿色 PASS LED 会点亮；在 FAIL (不合格) 时，红色 FAIL LED 会点亮。

若以逻辑符号表示时结果如下所示：

PASS = (PARD1L ≤ PARD1 ≤ PARD1H) AND (PARD2L ≤ PARD2 ≤ PARD2H)  
AND (PARD3L ≤ PARD3 ≤ PARD3H) AND (PARD4L ≤ PARD4 ≤ PARD4H)  
FAIL = (PARD1L > PARD1) OR (PARD1 > PARD1H) OR (PARD2L > PARD2)  
OR (PARD2 > PARD2H) OR (PARD3L > PARD3) OR (PARD3 > PARD3H)  
OR (PARD4L > PARD4) OR (PARD4 > PARD4H)



图十... 4030 的 PASS/FAIL 比较功能方块图

### 2.2.6. 检测连接 cable 线

4030 随机附有八条 SMB 高频电缆线及 16 个 SMB 连接器，供 4030 连波与噪声电表与待测电源供应器的间的连接，其连接方法请参考 4030 操作手册。博计并备有选购 (Optional) 的 PC 电源供应器用测试治具(Fixture)，供操作者可立即连接使用。

## 3. 结论

### 3.1. 适用性

4030 连波与噪声表具备四组的噪声量测电路，可同时对四输出的电源供应器做噪声大小检测的用途。若电源供应器的输出超过四组，则可估用 2 台 4030 来达到 8 组噪声同时测量。因此可改善示波器输入通道不足的问题。

### 3.2. 输入结构

4030/3600A 具备差动式输入结构，可避免地回路问题，并具价格低廉及使用方便的优点。可改善示波器每个输入信道需配置差动式探棒的等高费用又不易使用的缺点。

### 3.3. 判别性

4030/3600A 具备通过 / 不通过 (PASS/FAIL) 判别能力可改善用示波器观测判别不易的情况。这点非常适合品管及生产线的检测时使用

### 3.4. 系统扩充性

4030 具备 RS-232C 及 GPIB 界面，3600A 则具备 RS-232C 接口，均能用程控，以手动操作或计算机控制自动检测均适宜。

 **北京海洋兴业科技股份有限公司** (证券代码: 839145)

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 维修QQ: 508005118

企业官网: [www.hyxyyq.com](http://www.hyxyyq.com)

邮编: 100096

传真: 010-62176619

邮箱: [market@oitek.com.cn](mailto:market@oitek.com.cn)

购线网: [www.gooxian.net](http://www.gooxian.net)



扫描二维码关注我们  
查找微信公众号: 海洋仪器