

电源供应器的功能及保护测试

直流电源供应器为将交流电源转换成所需直流 V/A/W 规格的装置。一个好的电源供应器必须可靠、符合所有功能规格、保护特性、安全规范及电磁相容能力等。本文系讨论电源供应器的功能规格及保护特性的测试为主，电源供应器的设计、制造及质量验证等测试需要精巧的电子设备，电源供应器不同的组成结构和输出的组合，亦需要具弹性多样化的测试仪器才能符合众多不同规格的需求。

博计的 3300 系列机框，3310/3320 系列电子负载模块如 3600A 电源供应器全自动测试器提供了可程序化、易操作性、可靠的测试结果，有效率及用最低的测试成本达到最高的测试质量。

当验证电源供应器的质量时，下列为一般的功能性测试项目，兹分别详细说明如下：

◎ 功能测试

- 输出电压调整
- 电源调整率
- 负载调整率
- 综合调整率
- 输出涟波及噪声
- 输入功率及效率
- 动态负载或瞬时负载
- 电源良好/失效(Power Good/Fail)信号
- 起动(Set-Up)及保持(Hold-Up)时间

◎ 保护动作测试

- 过电压保护(OVP)
- 过电流保护(OCP)
- 短路保护

1.1. 输出电压调整

于制造交换式电源供应器时，第一个测试步骤为将输出电压调整至规格范围内。此步骤完成后才能确保后继的规格能够符合。

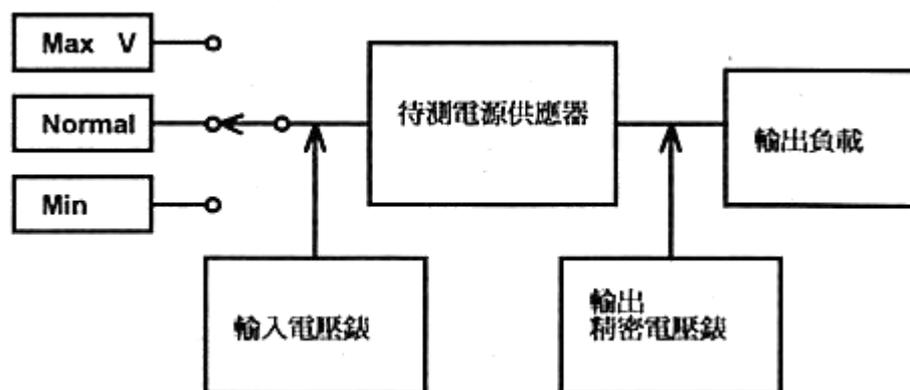
通常，做输出电压调整时，将输入交流电压设定为正常值(115Vac 或 230Vac)，并且将输出电流设定为正常值或满载电流，然后以数字电压表测量电源供应器的输出电压值并调整其电位器(VR)直到电压读值位于要求的范围内。

1.2. 电源调整率

电源调整率的定义为电源供应器于输入电压变化时提供其稳定输出电压的能力。为

精确测量电源调整率，需要下列的设备：

- A.能提供可变电压能力的电源，至少能提供待测电源供应器的最低到最高的输入电压范围。
- B.一个均方根值交流电压表来测量输入电源电压。
- C.一个精密直流电压表，具备至少高于待测物调整率十倍以上。
- D.连接至待测物输出的可变负载。通常测试设备的连接如下图所示



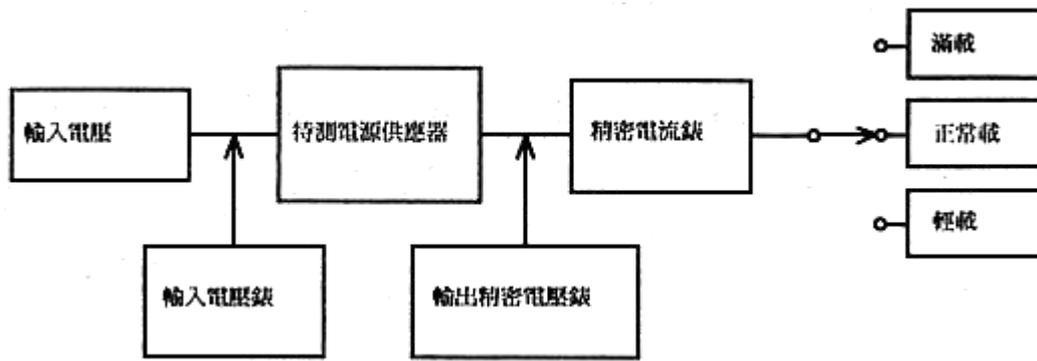
测试步骤如下，于待测电源供应器以正常输入电压及负载状况下热机稳定后，分别于 Min(低)，Normal(通常)，和 Max(高)输入电压下测量并记录其输出电压值。电源调整率通常以一正常的固定负载 (Nominal Load)下，由输入电压变化所造成其输出电压偏差率(deviation)的百分比，如下列公式所示：

$$\% \text{ Line Regulation} = \frac{V_o(\text{max}) - V_o(\text{min})}{V_o(\text{normal})} \times 100$$

电源调整率亦可用下列方式表示的：于输入电压变化下，其输出电压的偏差量须于规定的上下限范围内。

1.3.负载调整率 负载调整率的定义为电源供应器于输出负载电流变化时，提供其稳定输出电压的能力。

所需的设备和连接与电源调整率相似，唯一不同的是需要精密的电流表与待测电源供应器的输出串联。如下图所示：



测试步骤如下，于待测电源供应器以正常输入电压及负载状况下热机稳定后，测量正常负载下的输出电压值，再分别于低(Min)、高(Max)负载下，测量并记录其输出电压值(分别为 V_{max} 与 V_{min})，负载调整率通常以正常的固定输入电压下，由负载电流变化所造成其输出电压偏差率的百分比，如下列公式所示：

$$\% \text{ Load Regulation} = \frac{V_o(\text{max}) - V_o(\text{min})}{V_o(\text{normal})} \times 100$$

负载调整率亦可用下列方式表示：

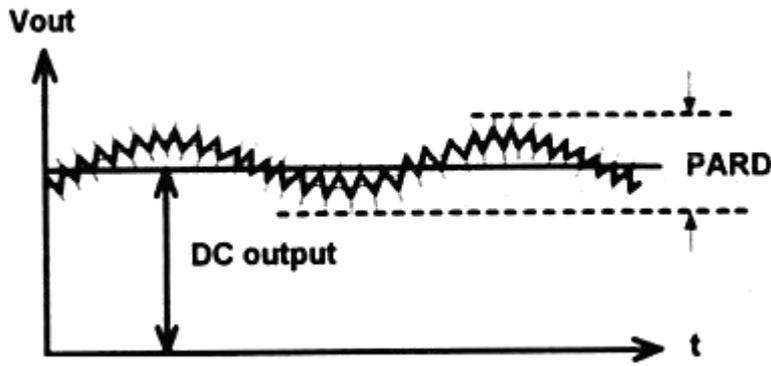
于输出负载电流变化下，其输出电压的偏差量须于规定的上下限电压范围内。

1.4.综合调整率

综合调整率的定义为电源供应器于输入电压与输出负载电流变化时，提供其稳定输出电压的能力。这是电源调整率与负载调整率的综合，此项测试可提供对电源供应器于改变输入电压与负载状况下更正确的性能验证。综合调整率用下列方式表示：于输入电压与输出负载电流变化下，其输出电压的偏差量须于规定的上下限电压范围内。

1.5.输出噪声(PARD)

输出噪声(PARD)系指于输入电压与输出负载电流均不变的情况下，其平均直流输出电压上的周期性与随机性偏差量的电压值。通常以 mV_{p-p} 峰对峰值电压来表示，又一般的交换式电源供应器的规格均以输出直流输出电压的 1% 以内为输出噪声的规格，其频宽为 20Hz 到 20MHz。例如 5V 输出，其输出噪声要求为 50mV 以内。输出噪声是表示在经过稳压及滤波后的直流输出电压上所有不需要的交流及噪声部份。



在测量输出噪声时，电子负载必须具备较待测电源供应器为低的 PARD 值，同时测量电路必须有良好的隔离处理及阻抗匹配，为避免导线上产生不必要的振铃和驻波。一般都采用双同轴电缆并以 50Ω 于其端点上。博计的 3310 / 3320 系列与 3600A 的电子负载具备低 PARD 值，又 030 噪声电表 3600A 均可一次测量 4 输出的噪声值。

1.6. 输入功率与效率

1.6.1 电源供应器的输入功率的定义为以下的公式

$$TruePower = P_{av}(Watt) = \int V_i A_i dt$$

即为对一周期内其输入电压与电流乘积的积分值，需注意的是 而是其中 P.F. 为功率因素 (Power Factor)，通常电源供应器的功率因素在 $0.6\sim 0.7$ 左右，而大功率的电源供应器具具备功率因素校正器者，其功率因素通常大于 0.95 ，当输入电流波形与电压波形完全相同时，功率因素为 1 ，并依其不相同的程度，其功率因素为 $1\sim 0$ 的间。

1.6.2 电源供应器的效率的定义为：

$$Efficiency = \frac{\sum V_{out} \times I_{out}}{Input\ power(Watts)} \times 100\%$$

即为输出直流功率的总和与输入功率的比值。通常 PC 用电源供应器的效率为 $60\%\sim 70\%$ 左右。效率提供对电源供应器正确工作的验证，若效率超过规定范围，即表示设计或零件材料上有问题出现，效率太低时，会导致散热增加而影响其使用寿命。

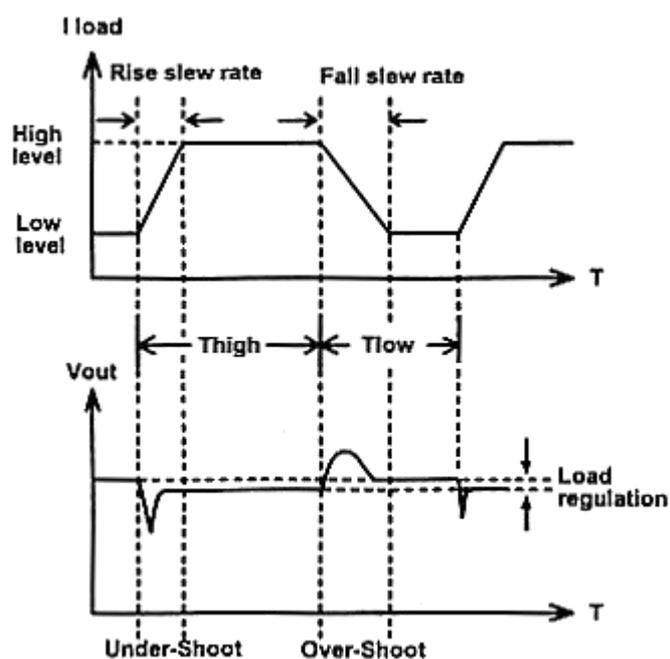
测试时可使用 4010 / 4011 来量测待测电源供应器的输入功率与功率因素；

使用 3310 / 3320 系列负载仿真并测量其每个输出电压、电流与功率 经计算后便可得出效率。

当使用 3600A 时，能够测量输入及输出功率并自动计算出效率，并可设定上下限，做合格与否的判别。

1.7. 动态负载或瞬时负载

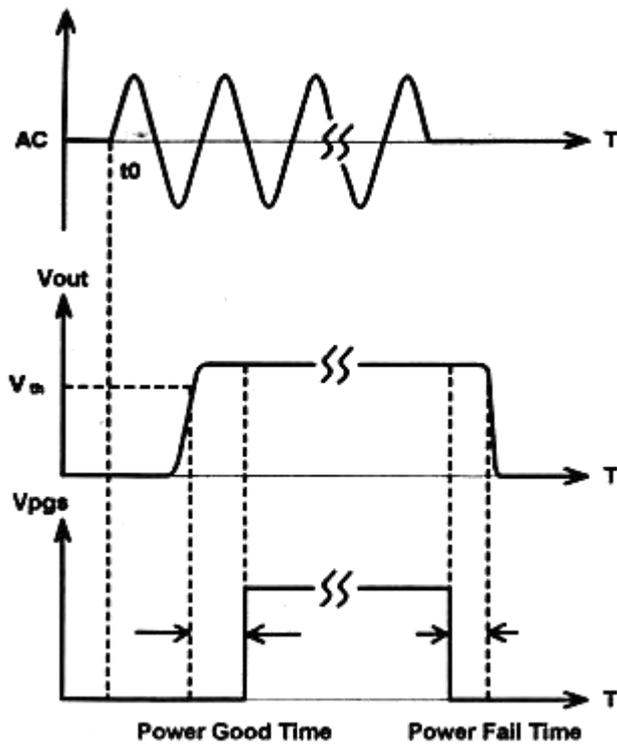
一个定电压输出的电源供应器，于设计中具备回授控制回路，能够将其输出电压连续不断地维持稳定的输出电压。由于实际上回授控制回路有一定的频宽，因此限制了电源供应器对负载电流变化时的反应。若控制回路输入与输出的相移于增益(UNITY GAIN)为 1 时超 180 度时电源供应器便会呈现不稳定、失控及振荡的现象。实际工作时的负载电流也是动态变化的而不是始终维持不变 (例如硬盘、软盘、CPU 或 RAM 动作等)，因此动态负载测试对电源供应器而言是极为重要的。电子负载可用来仿真电源供应器实际工作时最恶劣的负载情况，如负载电流迅速上升、下降的斜率、周期等，若电源供应器在恶劣负载状况下，仍能够维持稳定的输出电压不产生过高(OVERSHOOT)或过低(UNDERSHOOT)情形则通过此项测试。



博计的 3310 系列电子负载能够仿真各种高/低负载周期，上升/下降电流斜率及高 /低负载电流，能够测试出电源供应器对动态负载下的反应能力。

1.8 电源良好/失效信号 (POWER GOOD, POWER FAIL)

源良好信号，简称 PGS(POWER GOOD SIGNAL)，是电源供应器送往计算机系统的信号，当其输出电压稳定后，通知计算机系统，以便做开机的程序。而电源失效信号 (POWER FAIL) 是电源供应器表示其输出电压尚未达到或下降超过于--特定的情况。以上通常由 -PGS 信号来表示，由逻辑的改变来表示，逻辑为 "0"或 "High" 时表示电源良好 (Power Good)，而逻辑为 "0" 或"Low" 时，表示为电源失效 (Power Fail)，请参考下列时序图：

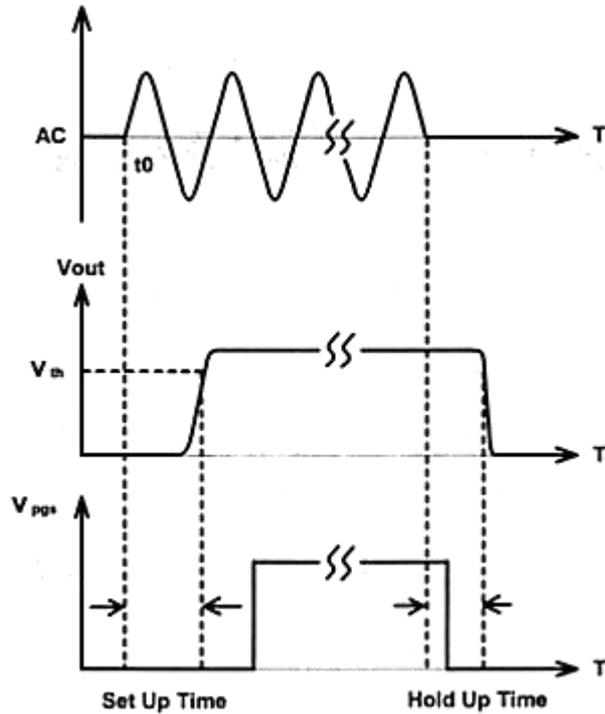


电源供应器的电源良好时间为从输出电压稳定时到 PGS 信号由 "0" 变为 "1" 的时间，一般值为 100ms 到 2000ms 的间，电源供应器的电源失效时间为从 PGS 信号由 "1" 变为 "0" 时到输出电压低于稳压范围的时间，一般值为 1ms 以上。博计的 3600A 可直接测量 POWER GOOD 及 POWER FAIL 的时间。

1.9 启动时间 (SET-UP TIME) 与保持时间 (HOLD-UP TIME)

启动时间为电源供应器从输入接上电源起到其输出电压上升到稳压范围内为止的时间，以一输出为 5V 的电源供应器为例，启动时间为从开机起到输出电压达到 4.75V 为止的时间。

保持时间为电源供应器从输入切断电源起到其输出电压下降到稳压范围外为止的时间，以一输出为 5V 的电源供应器为例，保持时间为从开机起到输出电压低于 4.75V 为止的时间，一般值为 17ms 以上。启动时间与保持时间的时序如下图所示：



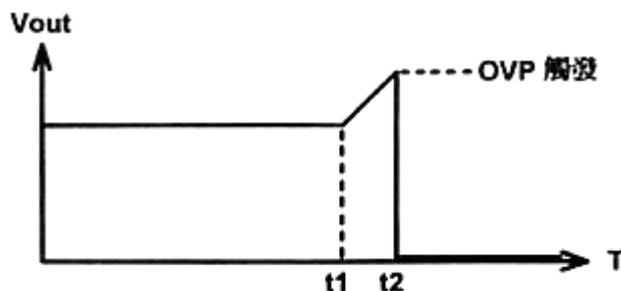
博计的 3600A 具备测试启动时间与保持时间的能力。并可设定上下限范围，做检测时，能判别合格与否。

2. 保护测试

2.1 过电压保护(OVP)测试

当电源供应器的输出电压超过其最大的限定电压时，会将其输出能力关闭 SHUTDOWN，称为过电压保护。

过电压保护测试系用来验证电源供应器当出现上述异常状况时，能否正确地反应。过电压保护功能对于一些对电压敏感的负载特别重要，如 CPU、记忆体、逻辑电路等，因为这些贵重组件若因工作电压太高，超过其额定值时，会导致永久性的损坏，因而损失惨重。电源供应器于 OVP 情形发生时，其输出电压波形如下图所示：



電源供應器發生OVP時的輸出電壓波形

t1：輸出電壓開始上升

t2：當電源供應器的OVP觸發時，輸出電壓下降

博计的 3600A 配合选用配备 5030 时，可直接对电源供应器模拟 OVP 发生状况，进而测试电源供应器的反应是为将其输出关闭，同时可设定上下限范围，于检测时，能判别合格与否。

2.2 过电流保护 OCP 测试

当电源供应器的输出电流超过额定时，则电源供应器应该限制其输出电流或关闭其输出，以避免负载电流过大而损坏。又若电源供应器的内部零件损坏而造成较正常大的负载电流时，则电源供应器也应该关闭其输出，以避免损坏。过电流保护测试是验证当上述任一种状况发生时电源供应器能否正确地反应。

博计的 3600A 能够模拟并测试电源供应器的输出过电流状况，测试时，负载电流能够预先设定的负载电流值开始上升，直到电源供应器的输出电压低于所设定的临界电压值为止。

2.3 短路保护测试

当电源供应器的输出短路时，则电源供应器应该限制其输出电流或关闭其输出，以避免损坏，短路保护测试是验证当输出短路时，电源供应器能否正确地反应。

博计的 3600A 及 3310/3320 系列电子负载均有短路测试键可仿真短路负载，可以直接测量其短路时的输出电压及电流。



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

邮编: 100096

传真: 010-62176619

邮箱: market@oitek.com.cn

购线网: www.gooxian.net



扫描二维码关注我们
查找微信公众号: 海洋仪器