

电源，现在如果不特别说明，多是指开关电源。它是任何电子产品的心脏！大数据分析结论：任何电子产品的故障率 60%来自电源。做一个电源，产生输出电压很容易；做好电源很难！

研发电源的工程师和使用电源的工程师都很关心电源的测试问题。因此，电源测试的问题一直是个热点讨论的话题，值得研究！

本期开始，连续几个周五将刊发鼎阳科技资深电源研发测试工程师团队推出的《鼎阳科技版开关电源的测试与分析》。今天刊发系列之一，是整个文章的目录和系列之一，介绍主要测试指标的第 1 个指标到第 12 个指标。

这是 V1.0 版本。欢迎大家提出修改意见和建议，我们将适时推出 V2.0 版本。

鼎阳科技版开关电源的测试与分析系列之一

一、电源的主要测试指标

1、输出电压、功率因素、效率

目的：

确保产品的输出电压、功率因素、效率在设计规格范围内

环境条件：

25°C 室温或产品规定的环境温度

测试设备：

- ①AC source
- ②电子负载
- ③示波器

测试条件：

①分别取输入电压 90V、220V 、264V 的情况下，测试满负载和空载时的输出电压

②分别取输入电压 90V、220V 、264V 的情况下，测试满负载和半载时的功率因素

③分别取输入电压 90V、220V 、264V 的情况下，测试满负载和半载时的效率

④关于测试功率因素与效率，若没有功率分析仪，可以使用示波器的电源分析模块功能进行测试，如下图 1-1 测试结果（输入电压、电流没有经过校正，其功率因素 PF 约为 0.57）



图 1-1

2、待机功耗

目的：

测试电源在整机待机时的功率，验证是否符合产品要求

环境条件：

25℃室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC source ②示波器

测试条件：

- ①输入电压：额定输入电压范围（取测试点：90V/60HZ、115V/60HZ、132V/50HZ、180V/50HZ、230V/50HZ、240V/50HZ、264V/50HZ）
- ②输出负载：电源空载或连接整机待机
- ③利用示波器测试待机功耗，如下图 1-2（待机功耗为 1.02W）：



图 1-2

3、输入浪涌电流

目的：

确保产品在接通电源时，交流输入瞬间产生的最大电流在要求范围内

环境条件：

25℃室温或产品规定的环境温度

测试设备：

① AC source ② 电流探头 ③ 高压差分探头 ④ 示波器 ⑤ 电子负载

测试条件与要求：

- ① 设定电子负载为产品的额定满负载
- ② 设定 AC source 的相位为 90° 输入且幅值在规格范围内
- ③ 测试要求：最大浪涌电流（浪涌最大值应小于 50 倍输入电流的额定值， $T_r < 20\text{ms}$ ，计算 I^2t 应该小于保险丝的规定值，才符合产品的设计要求）

测试波形图 1-3（红色信号为输入的浪涌电流，青色信号为输入的 AC 电压）：

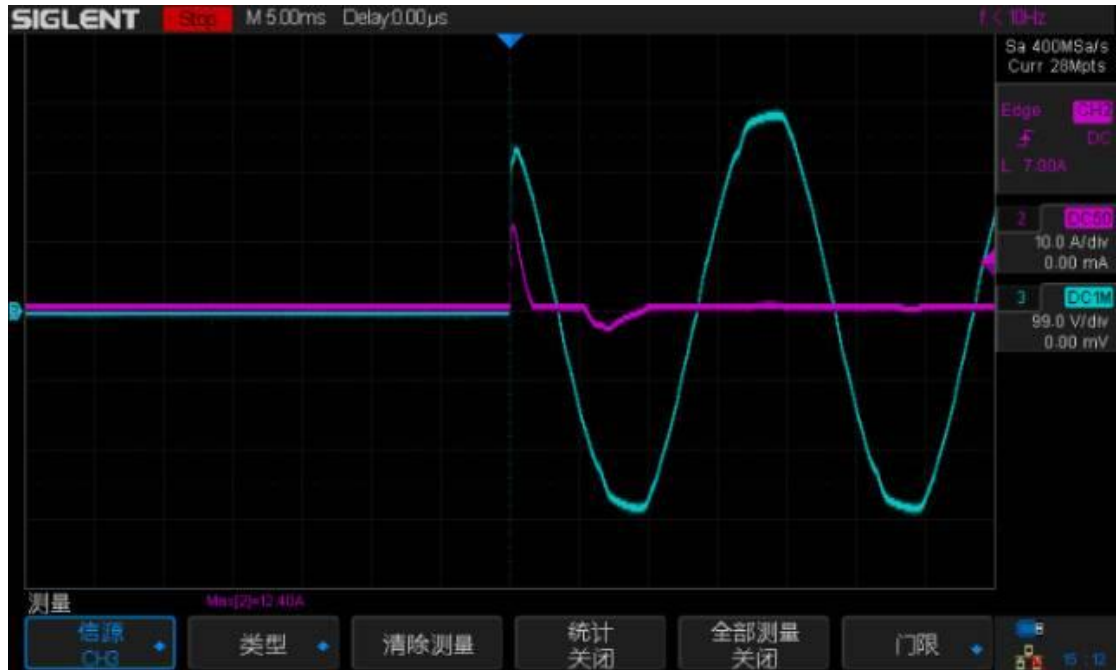


图 1-3

4、输出电压时序

目的：

量测电源输出各组电压上升时间先后顺序的时间差，确保满足设计要求

环境条件：

25°C室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC Source ②电子负载 ③示波器

测试条件：

- ①输入电压为额定输入电压的范围
- ②输入负载为产品规定的额定满负载

测试波形图 1-4：



图 1-4

5、输出电压上升与下降时间

目的：

确保各组输出电压上升及下降时间符合设计要求

备注：

①上升时间的定义：当 AC 供电时，输出电压由 10%上升到 90%的时间

②下降时间的定义：当 AC 关闭时，输出电压由 90%下降到 10%的时间

环境条件：

25°C室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC Source ②电子负载 ③示波器

测试条件与要求：

①输入电压为额定输入电压范围

②输出负载为产品规定的额定满负载

③上升时间 $\leq 100\text{mS}$,下降时间 $\leq 100\text{mS}$ 或者符合产品标准规定

如下波形图 1-5、图 1-6：

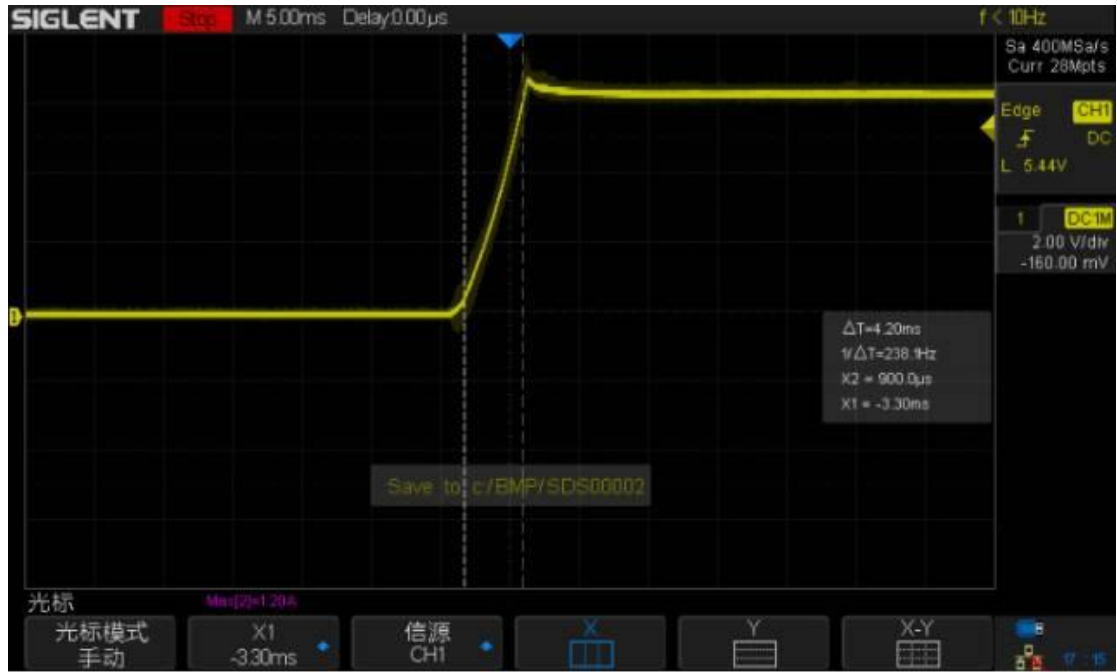


图 1-5

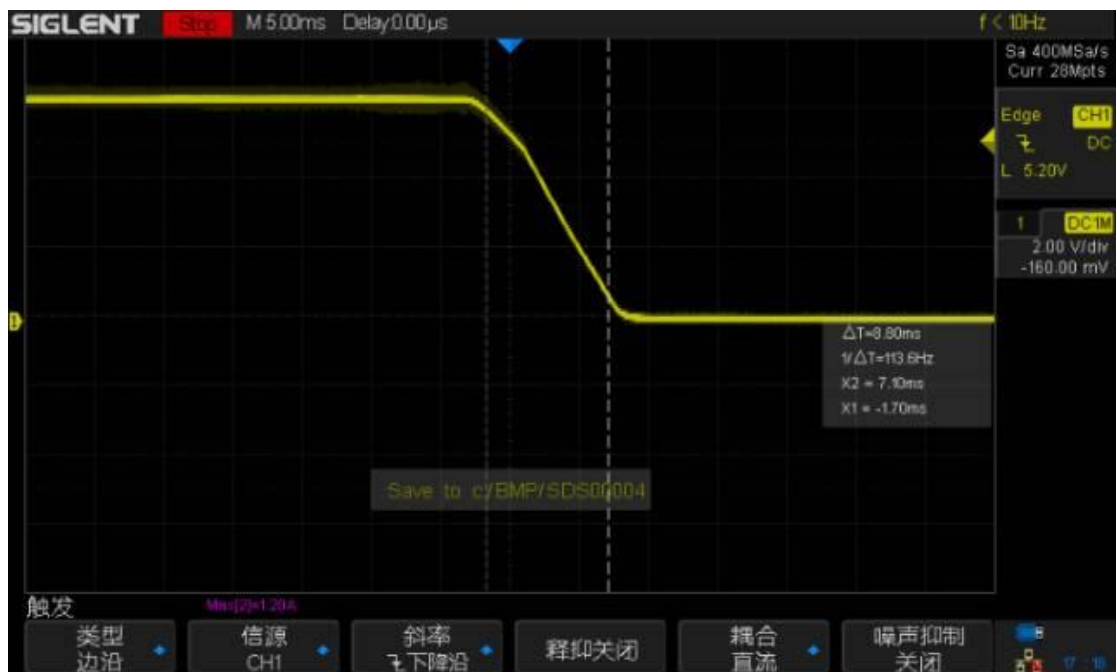


图 1-6

6、电压过冲

目的：

确保各路输出电压在开机或关机瞬间引起的过冲电压不超出规定的最大值

环境条件：

25°C室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC Source ②电子负载 ③示波器

测试条件与要求：

- ①输入电压为额定输入电压范围
- ②输出负载为产品规定的额定负载
- ③过冲幅度小于额定值的 10%，且过冲电压小于输出电压标准规格的最大值

测试波形图 1-7：

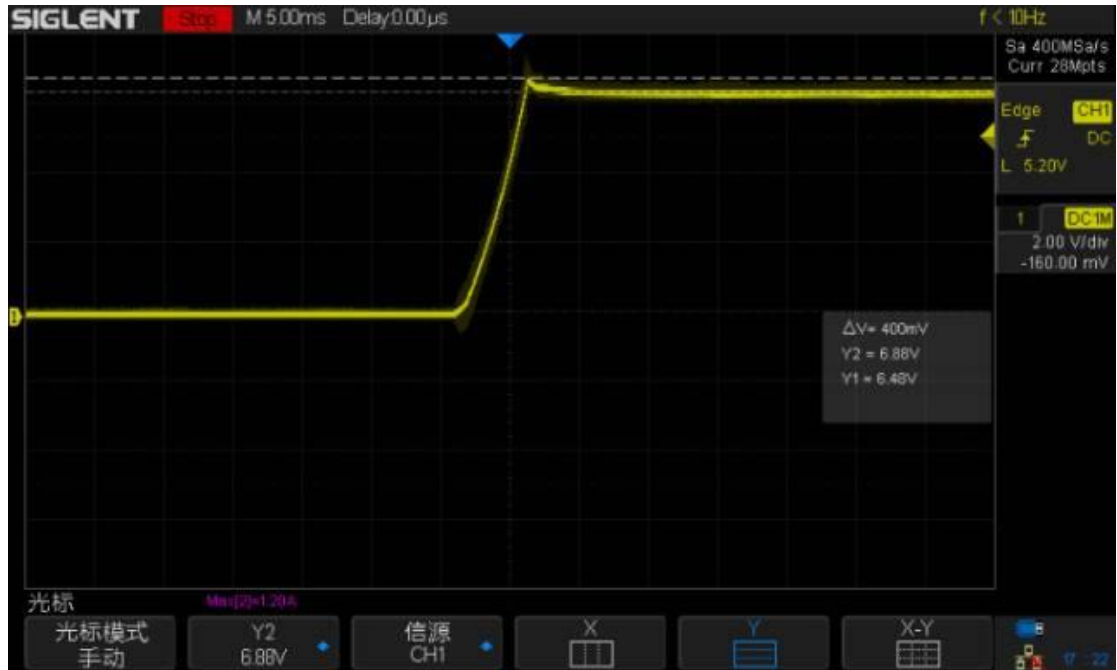


图 1-7

7、电压维持时间

目的：

确保 AC 供电关断时，各组输出电压保持时间符合设计要求

环境条件：

25℃室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC Source ②电子负载 ③示波器

测试条件与要求：

- ①输入电压为额定输入电压范围
- ②输出负载为产品规定的额定负载
- ③输出维持时间 A 级 $\geq 20\text{mS}$, B 级 $\geq 15\text{mS}$, C 级 $\geq 10\text{mS}$, D 级 $\geq 5\text{mS}$, 或依据产品设计标准规定

测试的波形图 1-8:

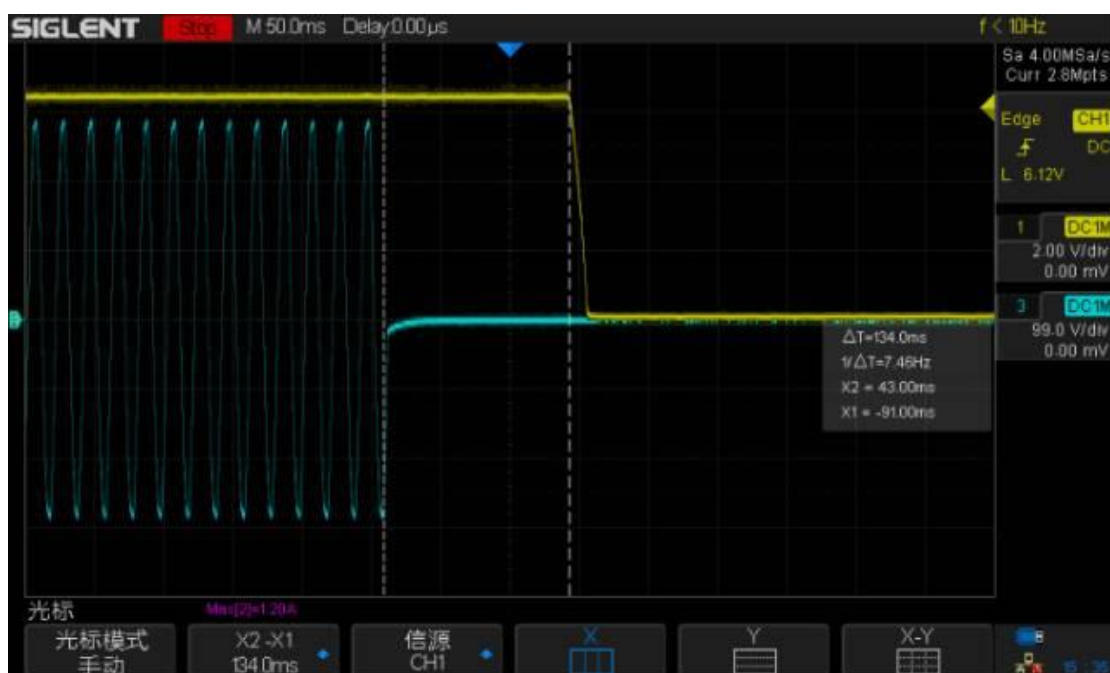


图 1-8

8、输入电压缓升及缓降

目的:

量测产品在输入电压以固定时间及斜率上升或下降时产品的工作状态

环境条件:

25°C室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC Source ②电子负载 ③示波器

测试条件与要求：

①输入电压为额定输入电压范围

②输出负载为产品规定的额定负载

③利用 AC Source 程控输入电压由最大额定值以一定的时间缓慢下降到最低额定值，再以同样的时间缓慢上升到最大额定值，此时产品不得有保护锁死的现象

实测波形图 1-9：

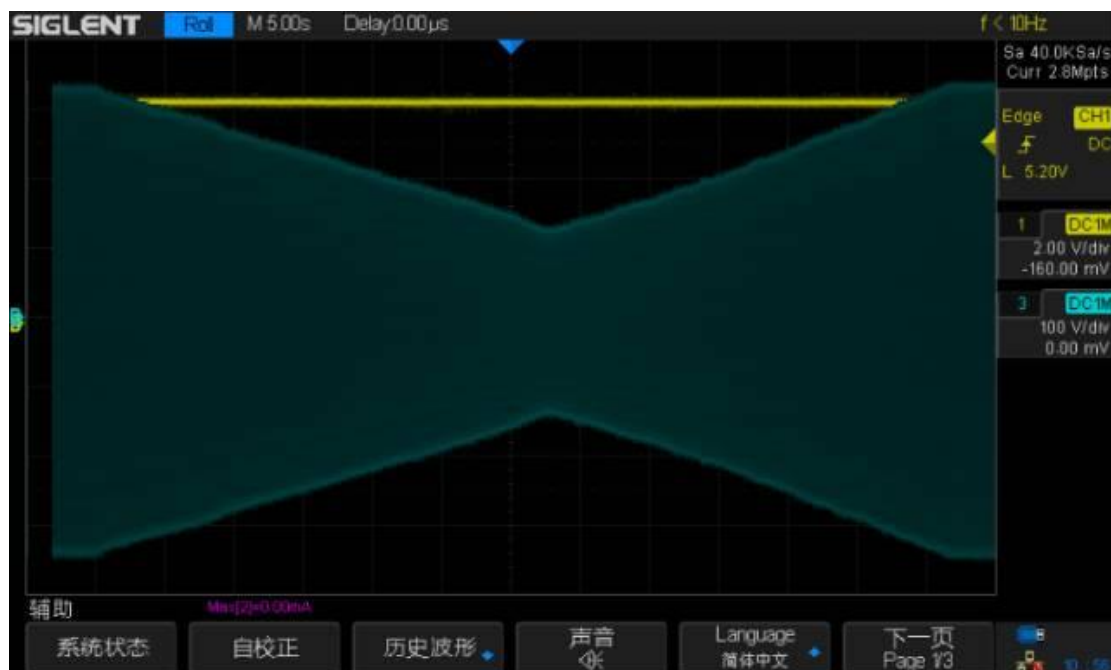


图 1-9

9、开机延迟时间

目的：

确保 AC 供电开启时，从开启瞬间到各组输出电压稳定的时间段，符合设计要求

环境条件：

25℃室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC Source ②电子负载 ③示波器

测试条件与要求：

- ①输入电压为额定输入电压范围
- ②输出负载为产品规定的额定负载
- ③开机延迟时间 $\leq 1S$ 或由产品规定

如下波形图 1-10：

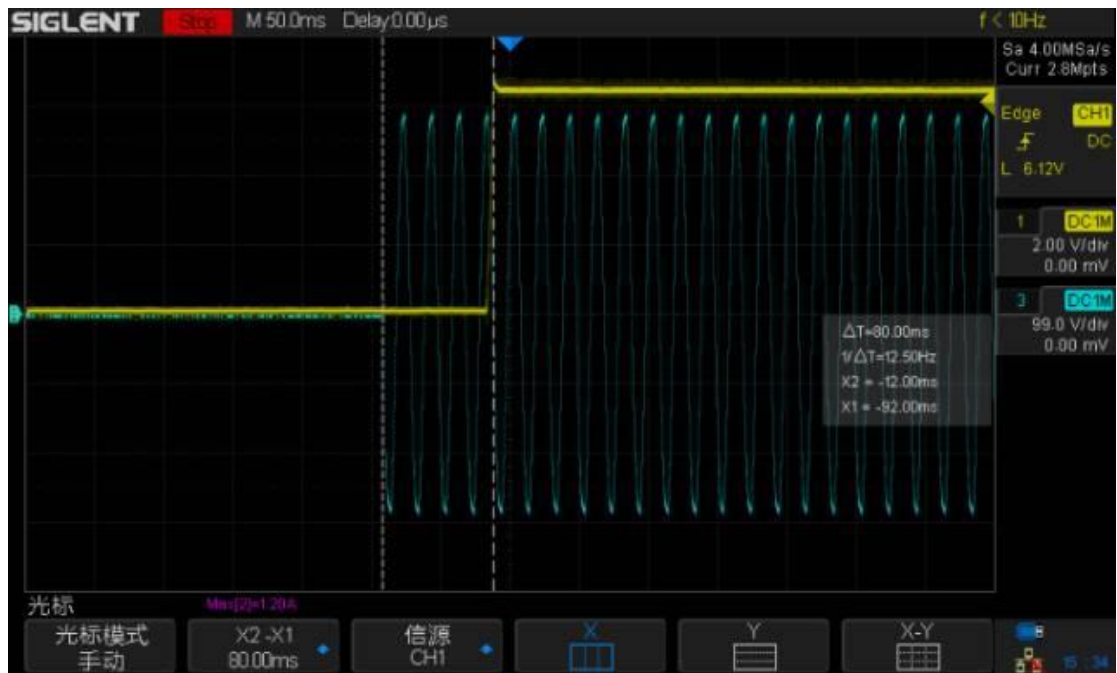


图 1-10

10、电压调整率

目的：

确保产品由于输入电压变化而引起输出电压变化时，各组输出的稳定度符合要求

环境条件：

25℃室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC Source ②电子负载 ③万用表

测试方法与要求：

- ①设置电子负载，使电源为满负载输出
- ②调节 AC Source，使输入电压为规定的最大值，记录此时输出的电压 U1
- ③调节 AC Source，使输入电压为额定值，记录此时输出的电压 U0
- ④调节 AC Source，使输入电压为规定的最小值，记录此时输出的电压 U2
- ⑤按以下公式计算：
$$[(U-U_0)/U_0] \times 100\%$$

备注：式中 U 为 U1 与 U2 中相对于 U0 变化较大的值
- ⑥一般要求电压调整率 $\leq 5\%$ 或由产品规定

11、负载调整率

目的：

确保量测产品由于输出负载的变化所引起的各组输出电压变化的稳定度符合要求

环境条件：

25°C室温或产品规定的环境温度

测试设备：

①AC Source ②电子负载 ③万用表

测试方法与要求：

- ①输入电压为额定值，输出电流为空载时，记录输出电压 U1
- ②输入电压为额定值，输出电流为 50%额定满载时，记录输出电压 U0
- ③输入电压为额定值，输出电流为额定满载时，记录输出电压 U2
- ④要求负载调整率≤5%或由产品规定
- ⑤负载调整率的计算：

$$[(U-U_0)/U_0] \times 100\%$$

备注：式中 U 为 U1 与 U2 中相对于 U0 变化较大的值；为了电源的寿命，通常取 50%的额定满载使用电源，因此取 50%额定满载时的输出电压为参考

12、交叉负载调整率

定义：

交叉负载调整率：是指当多路输出电源中一路负载发生变化时，其他各组输出电压的变化率

环境条件：

25°C室温或产品规定的环境温度

测试设备：

- ①AC Source ②电子负载 ③万用表

测试方法与要求:

- ①输入电压为额定电压
- ②假设为 V1, V2 两路输出, 测试 V1 负载变化时, 对 V2 电压稳定度的影响
- ③V1, V2 同时带 50%满载时, V2 的电压记为 U0
- ④在 V1 与 V2 同时带 50%满载的情况下, V1 负载跳变到空载, 此时 V2 电压记为 U1
- ⑤在 V1 与 V2 同时带 50%满载的情况下, V1 负载跳变到满载, 此时 V2 电压记为 U2
- ⑥要求交叉负载调整率 $\leq 5\%$ 或由产品规定
- ⑦交叉负载调整率的计算: $[(U-U_0)/U_0] \times 100\%$

备注: 式中 U 为 U1 与 U2 中相对于 U0 变化较大的值