

10A 30V 恒流/恒压电子负载安装使用手册

sudo1234 1170010385@qq.com

2012 年 5 月 25 日

目录

一、电子负载参数.....	1
1、系统供电范围.....	1
2、性能指标.....	1
3、输出参数.....	1
4、输入抗扰能力.....	1
5、精度.....	1
6、系统温漂.....	1
二、电子负载使用说明.....	2
1、什么是电子负载.....	2
2、电子负载的特点.....	2
3、电子负载功能说明.....	2
(1) 电压表.....	2
(2) 电流表.....	2
(3) 直流稳压电源 CV 态的负载调整率的测量.....	2
(4) 稳压电源 CC 态的负载调整率的测量.....	3
(5) 电池性能测量.....	3
(6) 模拟电池.....	3
三、电子负载安装说明.....	5
1、原理图.....	5
a 电源部分.....	5
b 控制部分.....	5
2、印刷电路板.....	6
3、接线说明.....	7
4、关于系统散热.....	7
四、功率扩展和模块并联.....	8
1、利用功率电阻扩展电子负载输入电压范围.....	8
2、利用多个模块并联扩展电子负载的电流.....	9

一、电子负载参数

1、系统供电范围

AC 9-15V; DC12-15V

2、性能指标

输入电压范围 DC 0-20V 连续可调^①

输入电流范围 DC 0-10A 连续可调

3、输出参数

电流 10mV/A

电压 10mV/V^②

4、输入抗扰能力

1Vrms@10KHz

5、精度

电流测量精度 优于 1%^③

电压测量精度 优于 0.5%^④

6、系统温漂

电流温漂 100ppm

电压温漂 50ppm

^① 扩展后可达 30V

^② Rout=100Ω

^③ 串联校准以后

^④ 校准以后，采用开尔文测量方式

二、电子负载使用说明

1、什么是电子负载

电子负载是一种起程控电能吸收装置作用的仪器。其主要应用是对直流电源进行测试。不过，它也可用于其它场合，如制造或研发期间的电池测试、固态半导体大功率元件测试、直流电动机测试、直流发电机测试和固态电动机控制的测试。通常，电子负载具有允许输出电压和输出电流迅速改变的高输出阻抗。

由于电子负载要吸收能量，故常常称之为“电流吸收器”。典型情况下，电子负载的额定值从几十 W 到几 kW，电流额定值从几 A 到几百 A，电压额定值从几 V 到 1kV 左右。电子负载有固定电流（CC），固定电压（CV），固定电阻（CR）模式，可分别用于不同的电源参数的测量。电子负载在作为一个可变或恒定电阻时，还可以作为直流电压、直流电流的测量，而且有保护功能。这既利于提高测量速度也方便测量。因此，电子负载的正确使用和测试是很重要的。

2、电子负载的特点

（1）电子负载能在设定的模式下显示电压、电流，可以代替直流数字电压表；可以测量直流恒流源的输出电流，特别是大电流。

（2）电子负载在设定为固定电流模式下允许同极性的模块并联使用，此时负载电流为所有电子负载的电流之和，负载功率也为所有负载功率之总和。但切记不可以串联使用。

（3）当测量电源的CV态的负载调整率、输出电压调整率时，使用固定电流模式（CC）比较合适；

（4）当测量电源的CC态的负载调整率、输出电流调整率时，使用固定电压模式（CV）比较合适；

（5）用电子负载测量电源时，要保证两者正负对应连接，反接会损坏电子负载模块。

（6）电子负载有远端电压的测量功能，即配有电压测量端口，以减小在电流较大时测量引线引起的分压，避免测量误差。

3、电子负载功能说明

（1）电压表

调节电子负载 CC 值至 0，此时用电子负载以电压表形式测量直流稳压电源 CV 态的开路输出电压。

（2）电流表

调节电子负载 CV 值至 0，此时用电子负载以电流表形式测量直流稳压电源 CC 态的输出电流。

（3）直流稳压电源 CV 态的负载调整率的测量

例如有一台直流稳压电源，规格 12V/3A，把电子负载电压调节到最小，电流调节到最小，则设置电子负载在 CC 状态，逐渐增大电子负载电流值，使电子负载的 CC 值为 3A，此时电子负载测量出电源带载的实际输出电压 U_m 。再调节电子负载的 CC 值为

零，则此时相当于断开负载，电子负载作为一个直流电压表，测量出电源不加载的输出电压 U_n 。则电源 CV 态的负载调整率为

$$\Delta U = \frac{U_n - U_m}{U_n} \times 100\%$$

（4）稳压电源 CC 态的负载调整率的测量

如有一台直流稳压电源，规格 12V/3A（具有输出恒流功能），把电子负载电压调节到最大，电流调节到最大，则设置电子负载在带有最大电流限制的 CV 状态，逐渐减小电子负载电压值，此时电子负载测量出电源带载的实际输出电压和 CC 电流值 I ，记录下电源进入恒流状态时的电流值 I_o ，继续减小电子负载的电压值至零，则此时相当于短路电源，电子负载作为一个直流电流表，测量出电源短路时的输出电流 I_s 。则电源 CC 态的负载调整率为

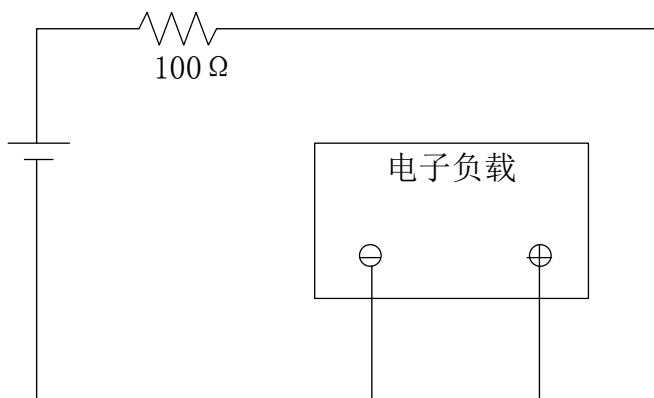
$$\Delta I = \frac{I_s - I_o}{I_s} \times 100\%$$

说明：如果电子负载的测量准确度不能满足测量电源的需求，则可以在测量的同时，在电源的测量回路里串联电流表进行测量电流。

（5）电池性能测量

例如有一块锂电池，4.2V 10Ah，测量其以 1C（10A）恒流放电时的外特性曲线，截止放电电压为 3.0V。

首先设置电子负载的截止放电电压值，此步需要一个高内阻电压源或恒流源，没有时可以用稳压电源串接 1 个电阻代替。本次测量中直接用电池串联一电阻代替。将一电阻，例如 100 欧姆，串入电池和电子负载回路，如图



将电子负载电压值减小至最小，调节电流值使电子负载的电压指示为截止放电电压 3.0V，逐渐增大电压值，直至电流指示值突然变为 0，此时即设置截止放电电压为 3.0V。

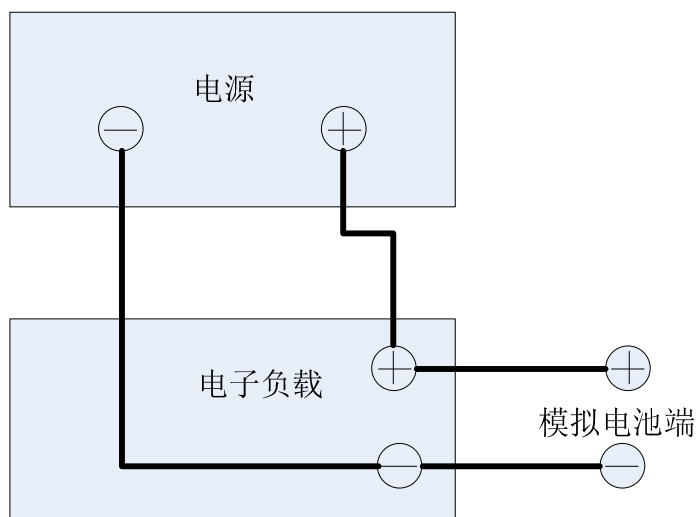
然后将电池正负极与电子负载正负极连接，用具有数据记录功能的电压表连接至电池两端，并将具有数据记录功能的电流表串入回路，调节电子负载电流值为 10A，等待电池以 10A 放电至 3.0V，即可获得电池放电特性曲线

（6）模拟电池

充电器这种电子产品，由于其负载是电池，若要完整地检测一个电池从放空到充满

整个过程中充电器的输出特性，需要花很长时间对电池做一个完整的充电过程，而这么长的充电时间显然会使生产效率低下，而且经常的测试也会使被用来充电的电池寿命缩短，并使内阻增大，进而影响测试结果的准确性。而利用电子负载的恒压功能配合外部电源，模拟电池电路，它可以完全地模拟真正的电池，可以被充电，也可以放电，而且其电压可随意设定，供电能力视外部电源能力而定。

具体线路如图，该电路原理类似于并联稳压电路，具体内容请查阅相关书籍，不再赘述。



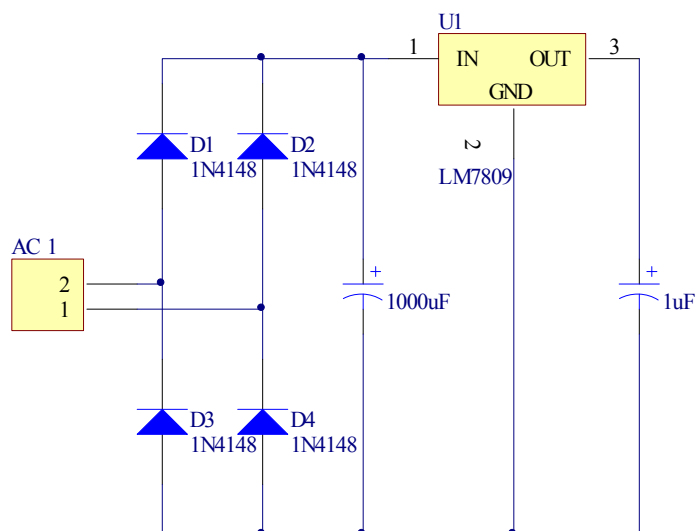
使用时，先将电子负载电压电流值调至最小，将外部电源电压设置略高于模拟电池电压（1-2V），若该电源具有恒流功能，则直接调至最大电压。然后增大电子负载电流值，同时增大电子负载电压值，使电子负载两端电压等同于需要模拟的电池电压，使电子负载流过的电流值大于需要的供电电流，此刻电子负载应工作在恒压状态，这时即可用该电路代替电池。

若需要模拟电池外特性来检验充电器，则需保证外部电源和充电器的电流之和小于电子负载的电流值，否则需要调低电源电压，同时增大电子负载的电流值。

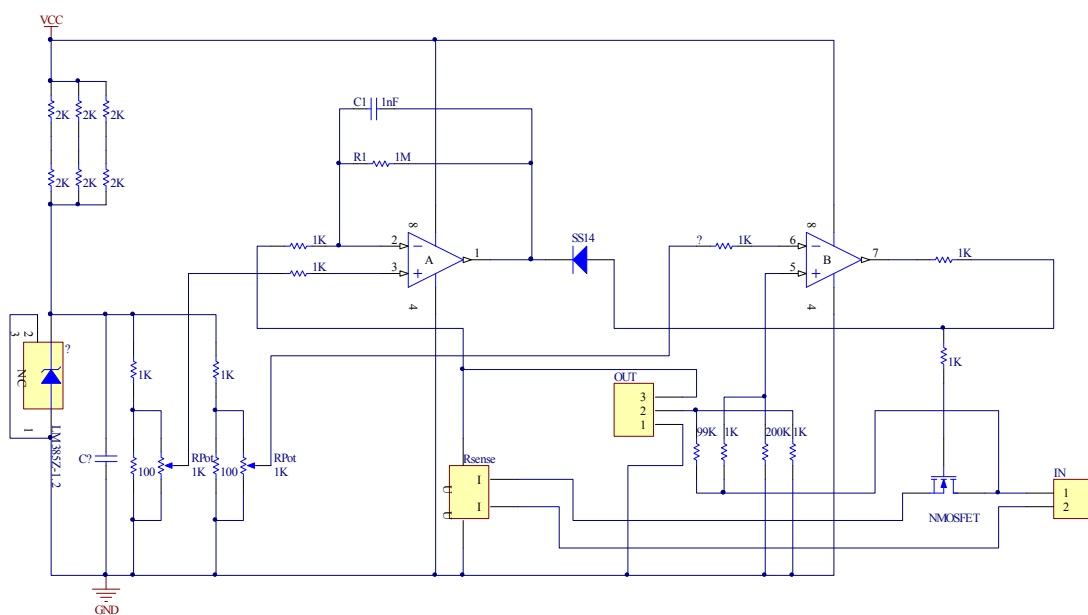
三、电子负载安装说明

1、原理图

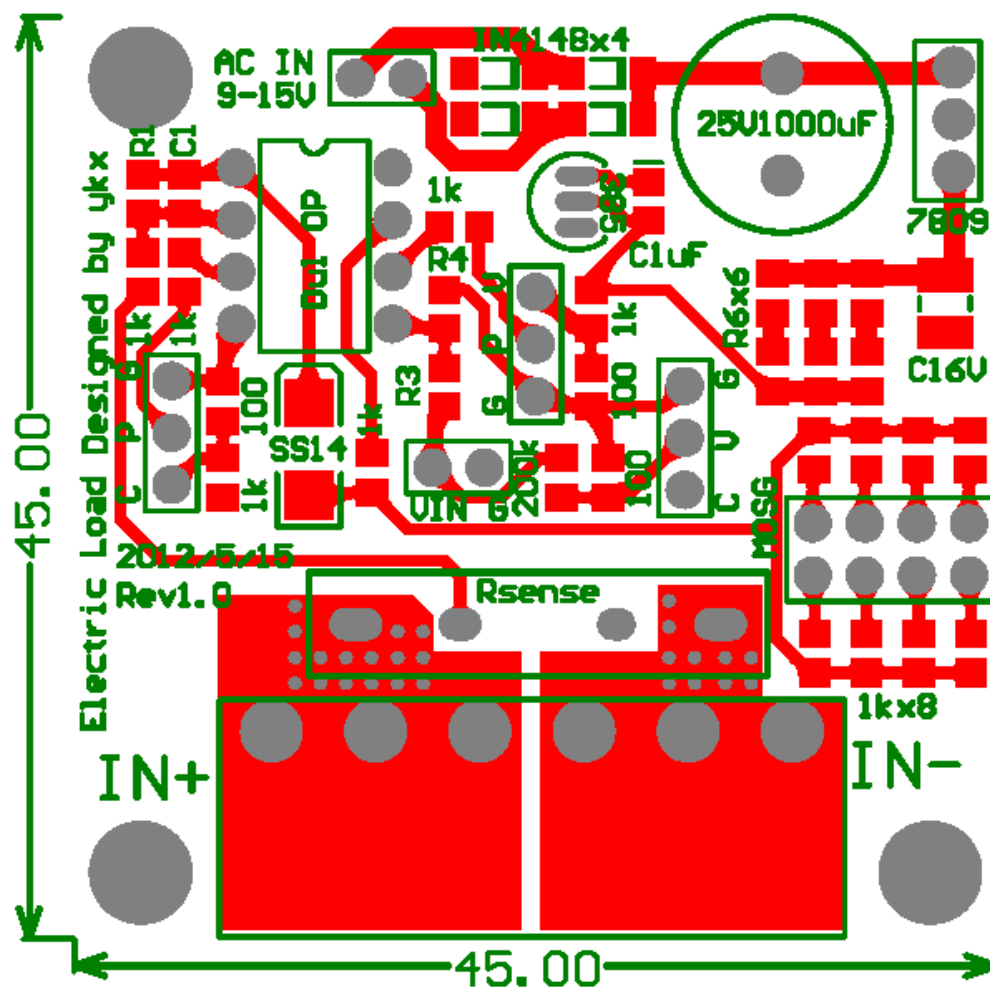
a 电源部分



b 控制部分



2、印刷电路板



其中

R1 1M Ω

C1 1000pF

C16V 为 1uF 耐压>16V 的陶瓷电容

R3 1K Ω

R4 200K Ω

R6 2K Ω -4K Ω ()

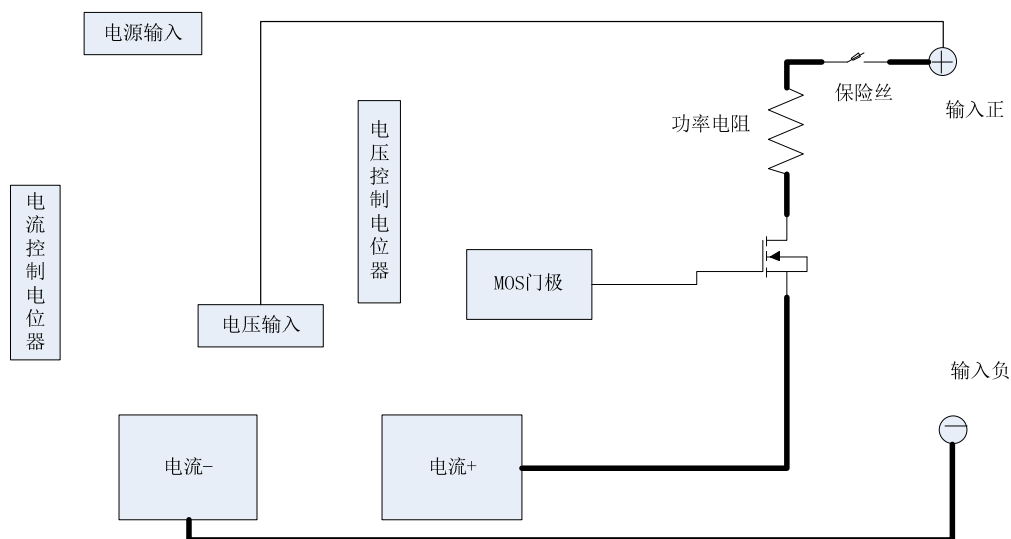
Dul OP 为 LM358 或同类型单电源双运放

Rsense 为四线采样电阻，阻值 10m Ω ，当用两线电阻代替时将中间的两个电压引脚分别和与之相邻的电流引脚连接。

MOS 的选择 MOS 可以是任何型号的 NMOS，建议采用 TO247 封装的 MOS 以减小 MOS 和散热片之间的热阻。

3、接线说明

如图



其中

电源输入接外部电源，要求 9-15VAC 或者 12-15VDC

电流控制电位器接阻值 1K 以上电位器，电位器动片接 P，剩余两端分别接 C、G。

电压控制电位器接阻值 1K 以上电位器，电位器动片接 P，剩余两端分别接 V、G。

MOS 管 G 极接 MOS 门极端子。

输入正通过保险丝接 MOS 管 D 级，MOS 管 S 极接电流+，电流负接输入负，此回路引线应尽可能的粗，而且电流-至输入-的引线应尽可能的短。

电压输入端 VIN 接电子负载的正极输入，注意为了减小引线电阻带来的误差，VIN 应该尽可能的接近输入正。

输出端分别接电压表电流表，电压表接 V G 两端 电流表接 C G 两端，输出电压值对应于 10mV/A 和 10mV/V。如果电子负载采用指针式电流电压表时，电流表需要串入电流回路，电压表和输入正负极并联，并且电压表的输入端应尽可能的接近输入端，以减小引线流过大电流时因电阻造成的压降。

为了保证电路安全性，应该在回路中串入保险丝，位置如图。

4、关于系统散热

为了保证 MOS 管的结温在安全范围内，应该给 MOS 管配备足够大的散热片，为了增加散热效果，应当给散热片增加主动散热风扇。为了降低电子负载自身的功耗，散热风扇的电源可以取自待测试的电源，利用 KIS3R33 进行降压。还可以对散热风扇进行温度控制，以降低电子负载的噪声。

散热片和风扇的选择要视系统功率和 MOS 管的热阻而定，如果只用 1 个 MOS，建议对 MOS 进行水冷散热。

经试验，单颗 TO220 封装的 IRF540 在水冷的散热环境下可以工作在 100W 的状态。

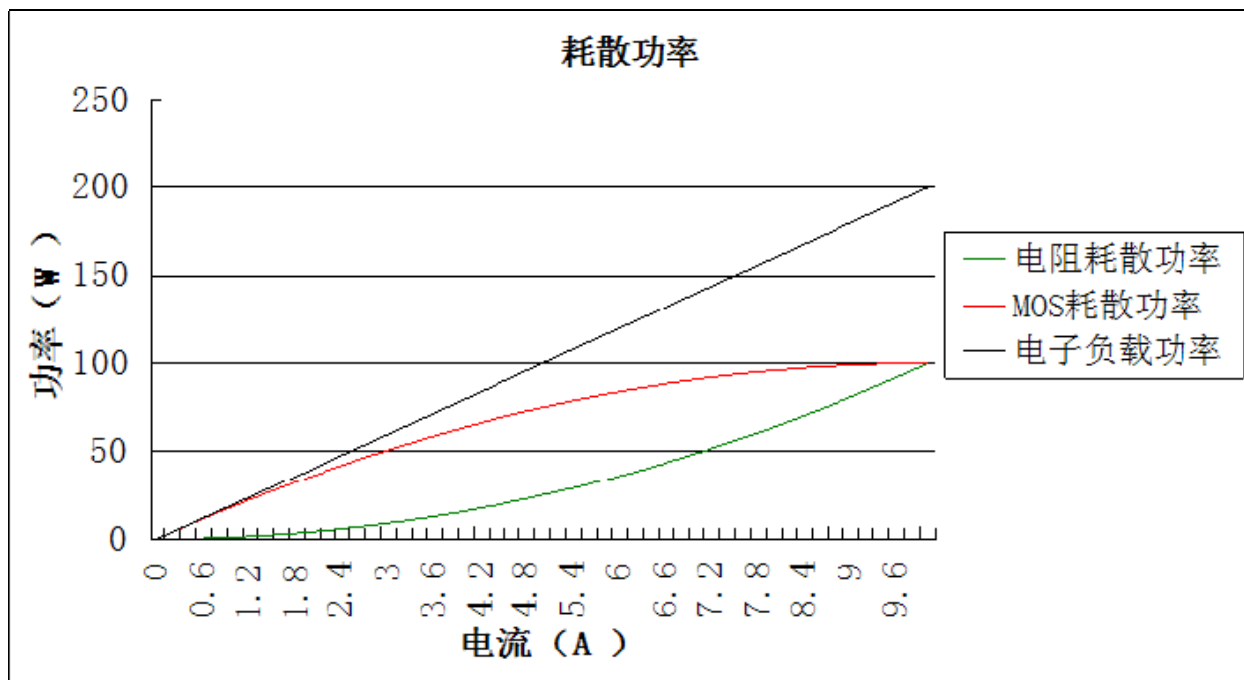
四、功率扩展和模块并联

1、利用功率电阻扩展电子负载输入电压范围

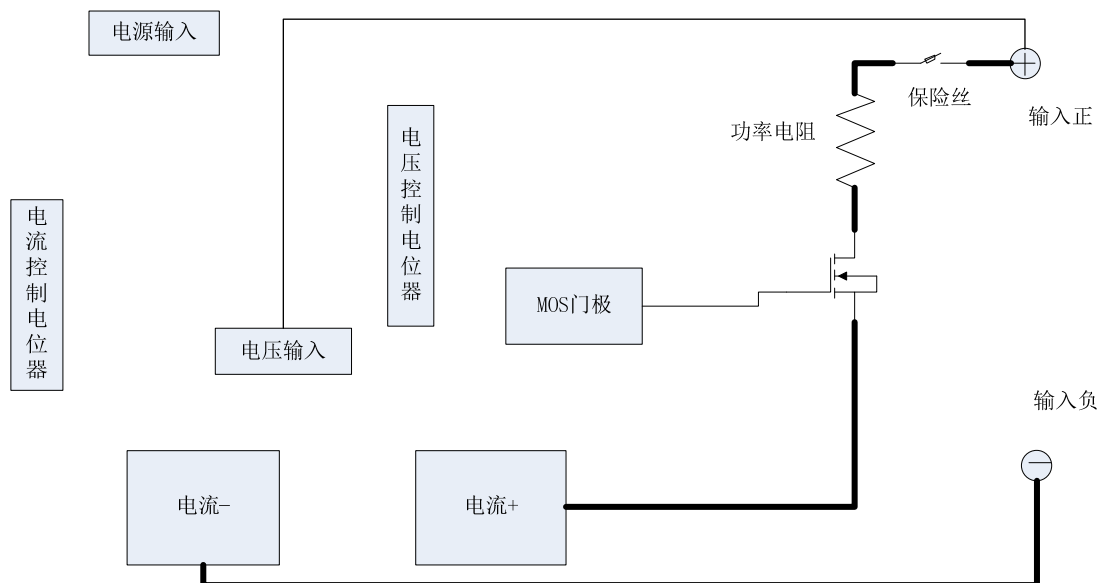
由于受 MOS 结温限制，电子负载的耗散功率不能太大，而有时我们又需要测试较高电源电压设备在大电流下的工作状态，例如开关电源，因此我们需要对电子负载模块进行功率扩展。

由欧姆定律可知，电阻两端电压与电阻电流成正比，当工作电流较大时，一个定值电阻可以分担电子负载的一部分耗散功率，而同容量的耗散功率，定置电阻比 MOS 成本要低很多，例如一个全新 100W 的电阻需要约 20 元，能够耗散 100W 的功率，需要四个全新的 IRF3205，大约需要 20 元，还需要一个大约 20 元的旧散热片，同时还要有主动散热的风扇，总成本约 60 元。当电子负载负载较轻时，电阻上的压降较小，电子负载功耗主要由 MOS 发散出去。当电子负载电流满载时 ($I=10A$)，1 欧姆电阻上会产生 10V 压降，此时 MOS 部分只要承担 10V 压降即 100W 功耗即可。由全电路欧姆定律可知当电子负载 MOS 部分电阻阻值等于外接功率电阻阻值时，MOS 和电阻分别达到最大功耗，各是电子负载消耗总功耗的一半。

电子负载电流经外接 1 Ω 功率电阻扩展电压范围的功率曲线如图(MOS 部分设计功率 100W)



外接功率电阻接线方式示意图



2、利用多个模块并联扩展电子负载的电流

当需要测试大电流电源，例如电台电源时候，可以利用多个模块并联来扩展电流范围。此时只需设定每个电子负载的电流即可。