



# 电源模块的应用

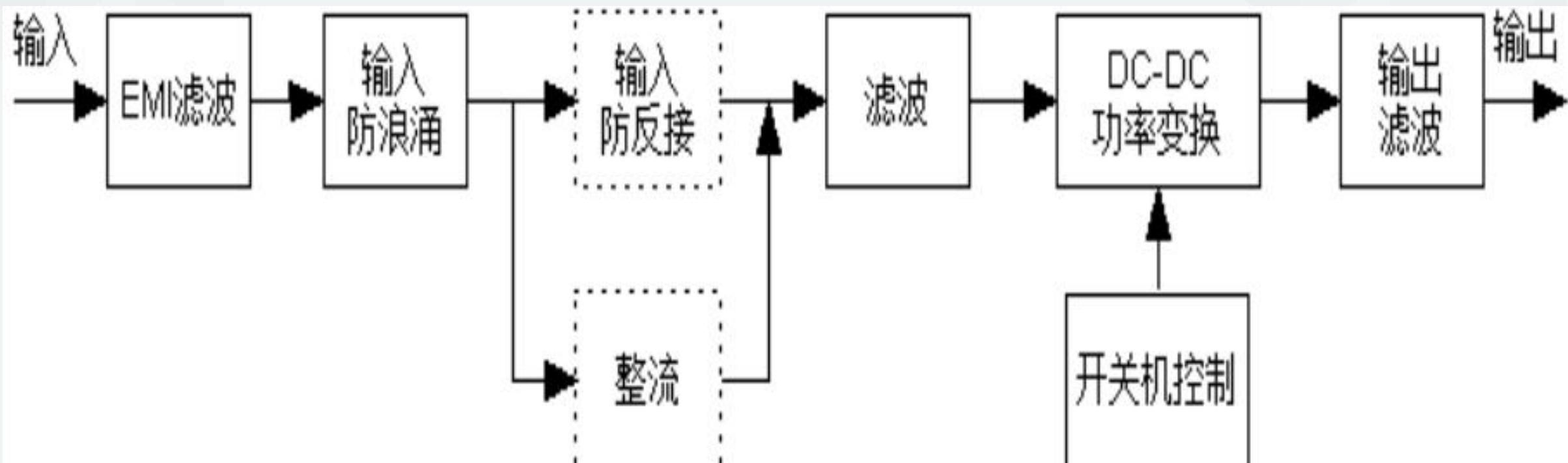
武汉特柏尔电子技术有限公司  
曹满欣

# 什么是电源？

**能够提供电能量  
的就是电源**

发电机是电源(水能、太阳能、风能等转换为电能)。  
电池是电源(化学能转化为电能)。

开关电源 ( switched-mode power supply ) 是  
把电能转换为你需要的电能。

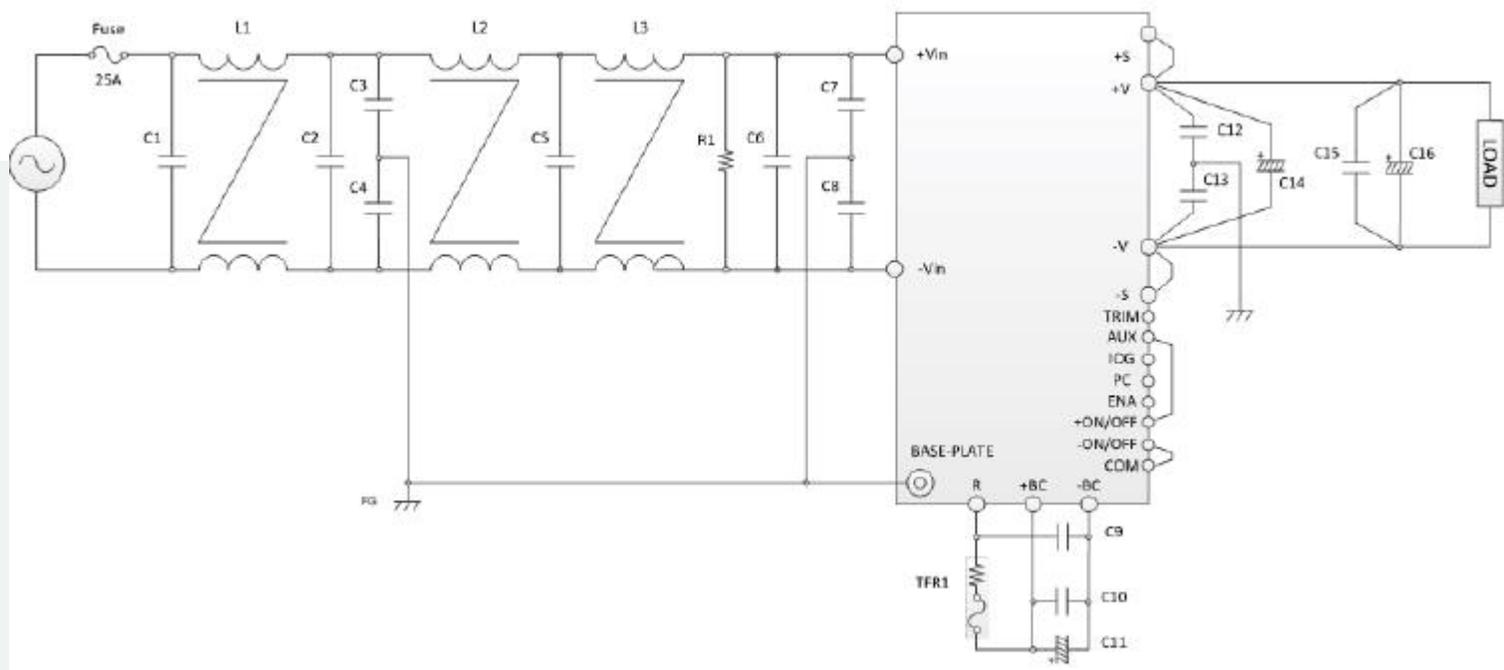
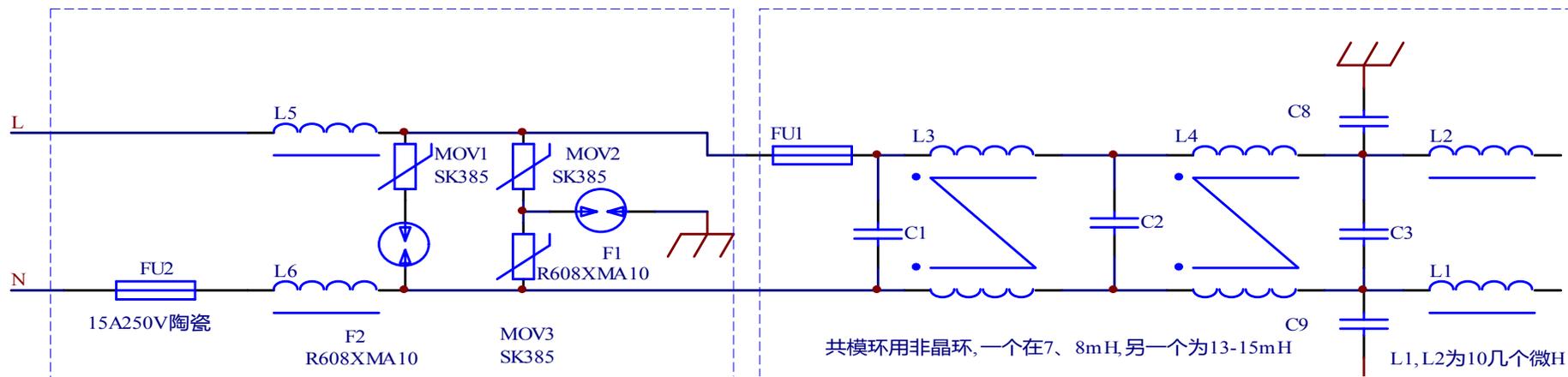


一般而言，模块只负责**DC-DC**变换，其他外围电路需要我们来完成。

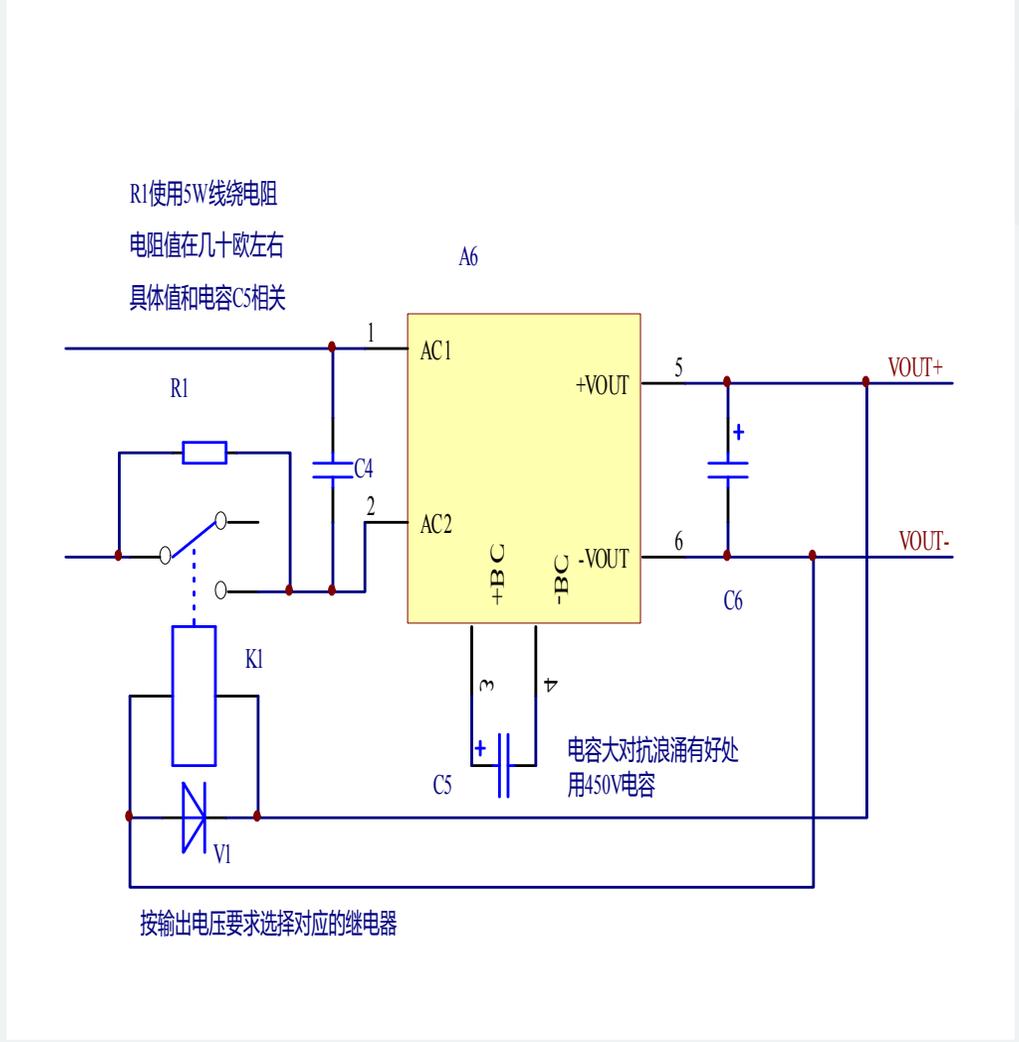
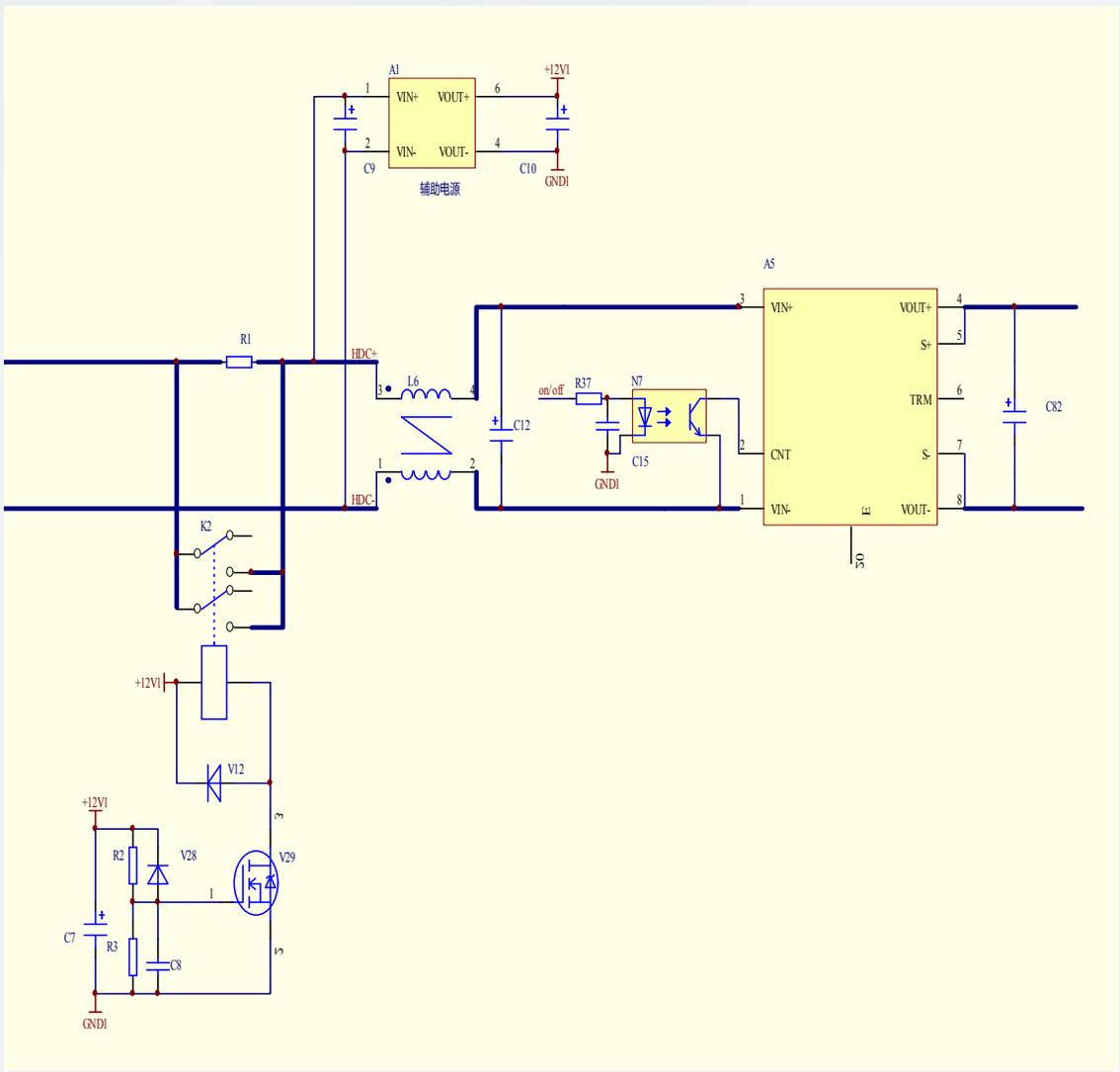
今天，和大家一起讨论模块的外围电路。

# 三 输入滤波电路

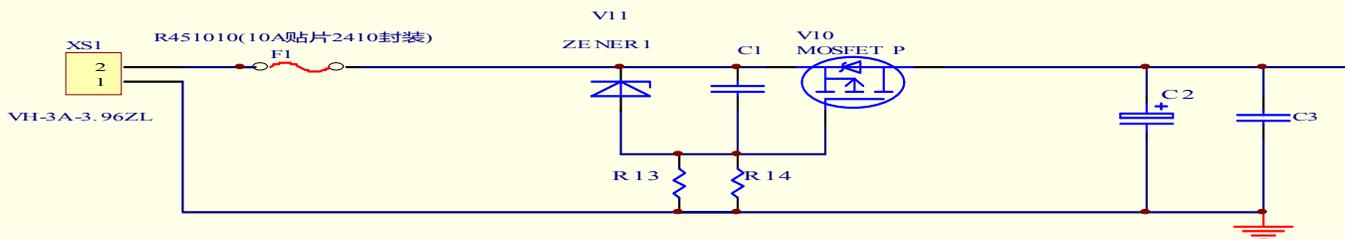
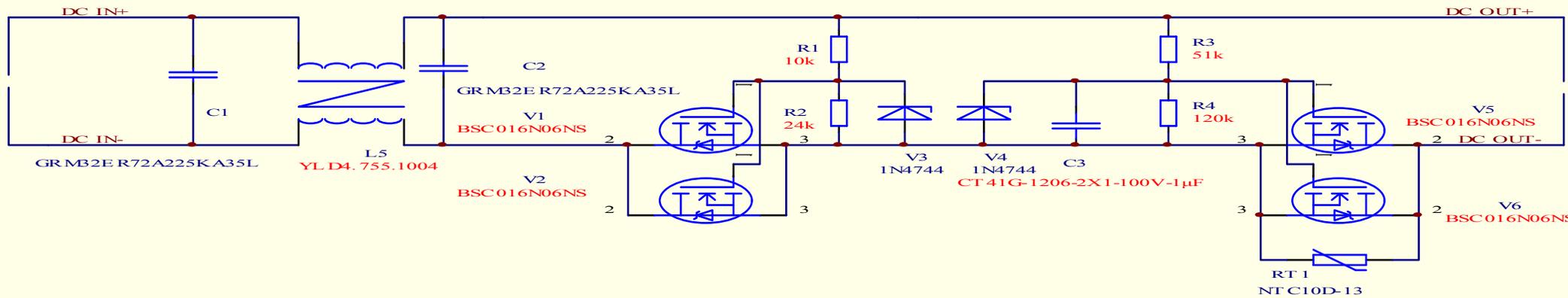
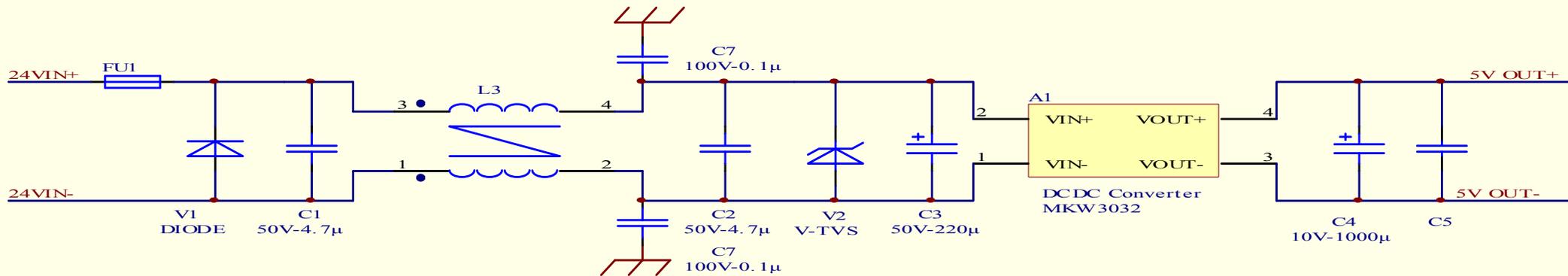
高压尖峰抑制



# 三 输入防浪涌电路



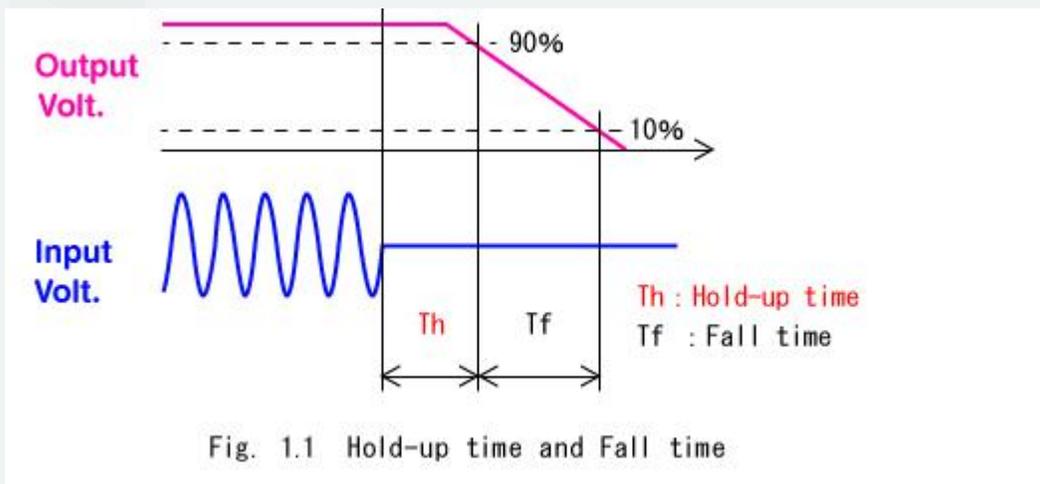
# 三 直流输入防反接电路



还有一种是前端采用由MOS管构成的整流桥。

### 三 维持输出，需多大的输入电容？

添加平滑电容可以延长保持时间（Th），增加输出电容可以延长下降时间（Tf）。



$$C_{bc} = \frac{P_o \times T_h \times 10^3}{\eta \times (V_{in}^2 - V_h^2)} \quad [\mu F]$$

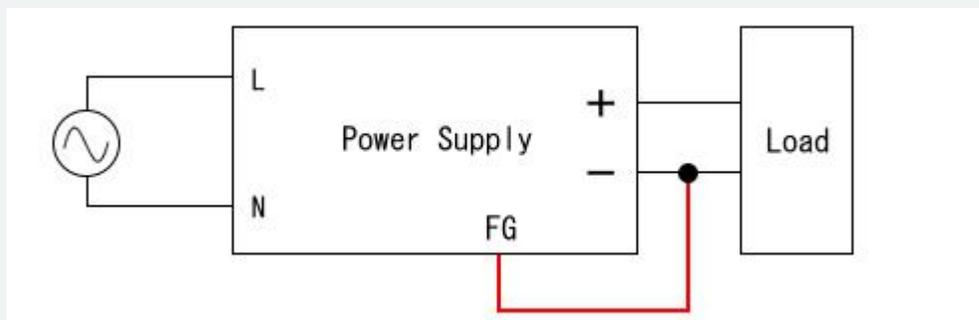
\*When input voltage is DC, Cbc shall be double the result of this formula.

Po[W] : Output power  
 Th[ms] : Hold-up time  
 Vin[Vac] : Input Voltage  
 Vh[Vac] : Minimum input voltage for Regulated output voltage  
 η : Efficiency

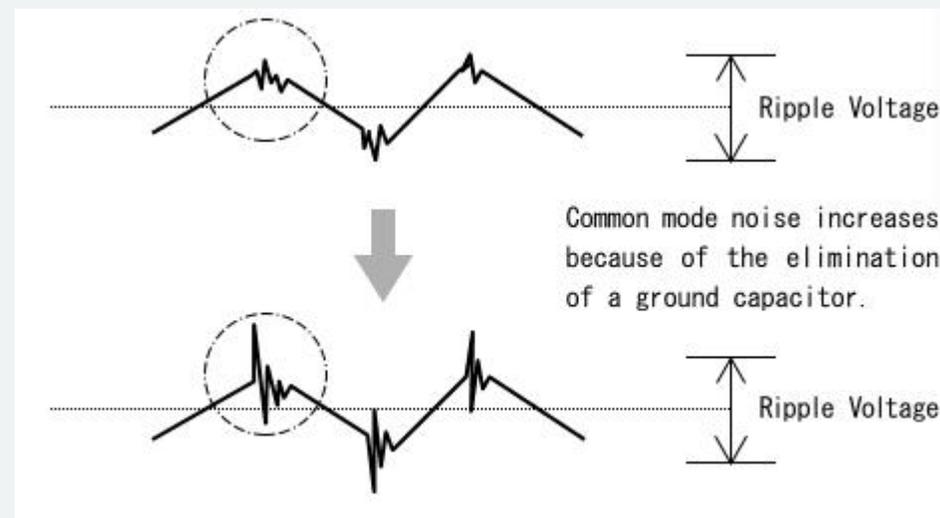


## 三 输出接地问题

连接**FG**端子和输出**-V**端子不会导致电源操作出现任何问题。但是，如果这样做，则不满足二次侧与**FG**以及一次侧和二次侧之间的耐压规格。这样做也会使初级侧和次级侧之间的绝缘变为基本绝缘，并且不符合安全标准。



如果取消次级接地电容器，则次级侧的电位（输出电压）可能变得不稳定。它还会增加输出共模噪声。因此，应慎重取消次级侧的接地电容。



### 三 调节输出电压时额定功率是否会改变？

如果在调节电源输出电压的条件下使用电源，则必须考虑输出功率和输出电流。

输出电压超过额定电压时，不允许电源以超过最大输出功率的输出功率运行，因为电源因内部组件的发热而损坏。

以PJA600F-12 为例，当输出电压调整到12.5V时，输出最大电流为：

$$\begin{aligned} & \text{最大输出功率/ 输出电压设定值} \\ & =600\text{W}/12.5\text{V} \\ & =48\text{A} \end{aligned}$$

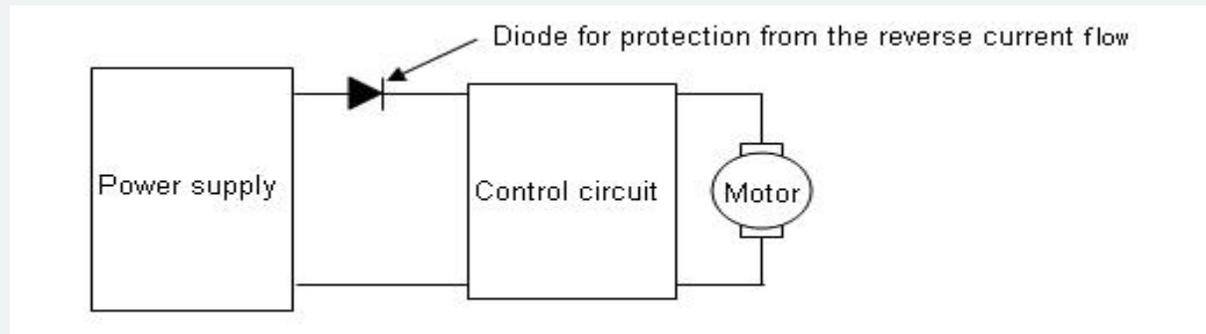
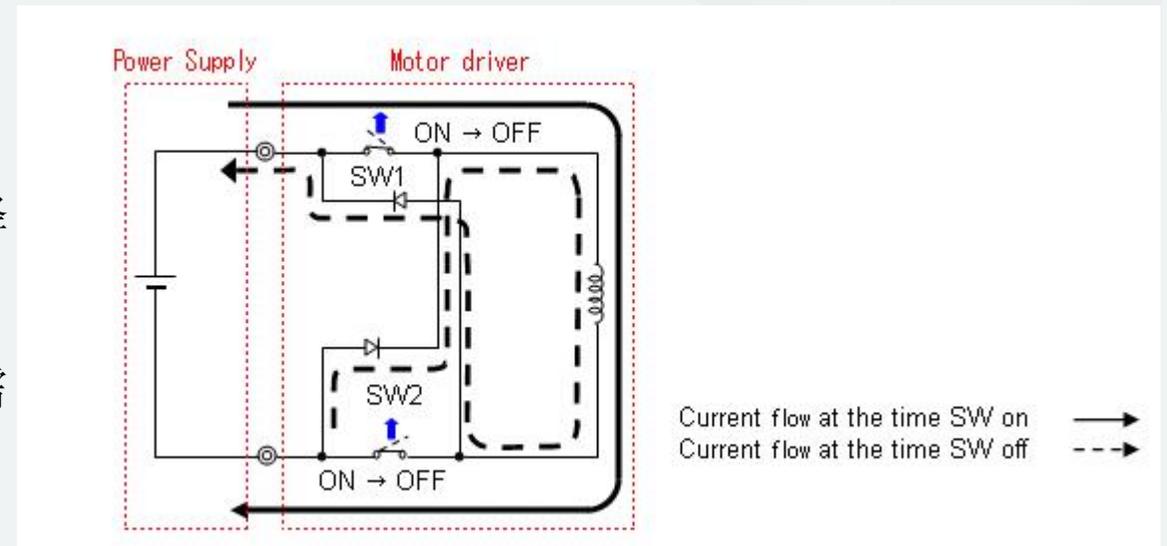
输出电压低于额定电压时，输出电流也应不超过额定电流。一般而言，电源内部的电流检测电路会按照正常额定的限流值工作。

### 三 感性负载

当电源带感性负载（如风扇），峰值电流是其额定电流的几倍。如果该峰值电流大于电源的额定电流，则通过激活过电流保护来降低电源的输出电压（即电源进入限流状态）。然后，因为施加到负载两端的电压减小，所以负载（如电机）不能产生最大扭矩。如果电机启动时需要最大扭矩，则需要使用额定电流大于电机峰值电流的电源。

通过停止感性负载如电动机停止工作会带来反电动势。如果存在用于极性反转的电路，则反向电流通过停止电动机产生的反电动势流动。然后，电源的输出电压可能会降低。请参考图2.1和图2.2。

由于同样的原因，电源的输出电压可能会增加并被过压保护关闭。因此，如果使用电动机，电感等作为负载，则需要安装用于防止反向电流流动的二极管，以不增加电源的输出电压。



## 三 为什么脉冲负载会发出声音？

脉冲负载通常会发出声音。大多数情况下，由于人耳的频率是几百Hz到20kHz的音频频率时，当脉冲负载的频率落到这个范围内时，人耳就会听到声音。声音是由电源内部的电感线圈产生。具体由流过线圈的脉冲电流产生的磁场引起的磁芯振动产生声音。如果电流流过磁体，则磁芯被磁化。然后，如果电流改变，则磁体产生伸缩。这是磁体膨胀和收缩的现象。空气因这种现象而振动，发出声音。但电特性没有问题。

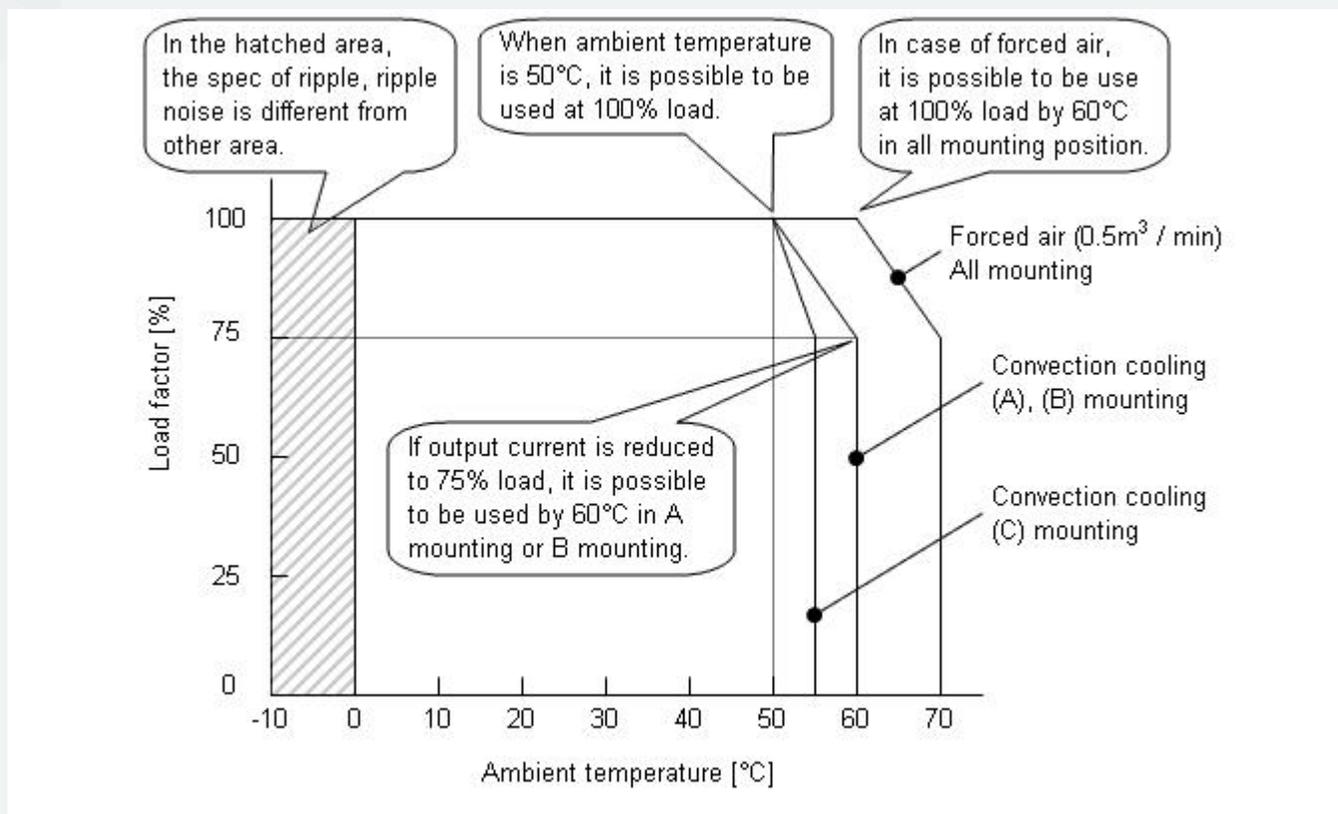
如何解决：

- 1 将外部LC滤波器组装到电源输出端，电源的声音将会减少。
- 2 磁芯点胶，整体灌封。

### 三 如何理解降额曲线



电源的可用输出电流取决于环境温度和安装方法。在目录和规格表中显示为降额曲线。



### 三 当负载为脉冲或存在峰值电流时，如何考虑？

脉冲负载意味着像脉冲一样改变电流。

常见负载如打印机，打印头，LED显示器，HDD，FDD等的电机。如果峰值电流是额定电流或更低，则没有问题。

原则上，电源不能连续流过超过额定电流的输出电流。但是，当峰值电流时间足够短时，是可以的。

(1) 峰值电流时间为us级的情况：

峰值电流将能够从电源的内部电容流出。

(2) 峰值电流时间从几us到几ms的情况

如果安装了外部电容，则可以流过峰值电流。外部电容器的电容可以通过以下公式计算。

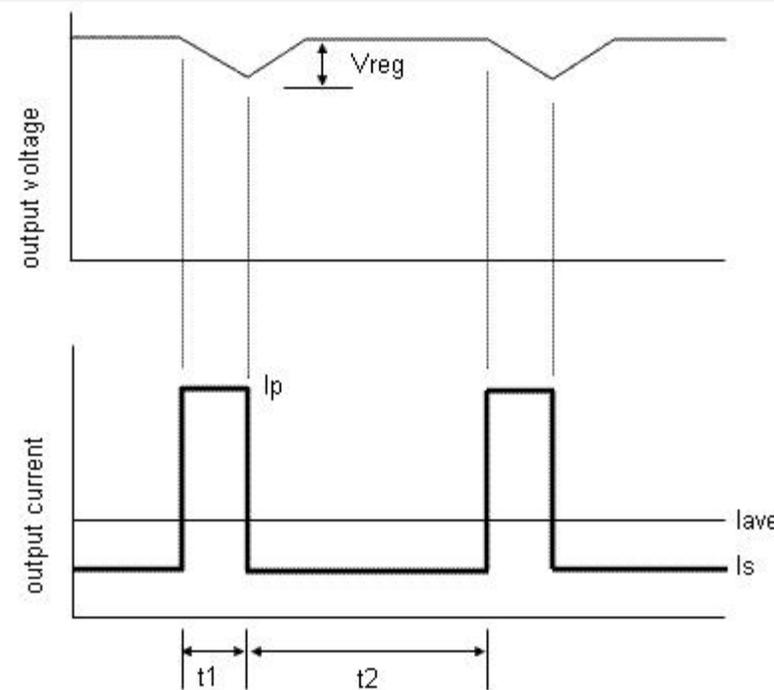
$$C [\mu\text{F}] = \frac{(I_p - I_o) \times t_1}{V_{\text{reg}}} \times 10^6$$

C [μF] : Capacitance of external capacitor  
 I<sub>p</sub> [A] : Peak current  
 I<sub>o</sub> [A] : Rated current  
 t<sub>1</sub> [s] : Peak current time  
 V<sub>reg</sub> [V] : Allowable voltage drop

注意：1 外部电容的额定纹波电流能力应可以满足要求  
 2 输出电流应满足以下要求：

$$I_{\text{ave}} = \frac{I_p \times t_1 + I_s \times t_2}{t_1 + t_2} \leq \text{Rated current}$$

(3) 峰值电流时间是几毫秒或更长：部分电源可以  
 但是，平均电流应该不超过额定电流



# EMC处理：开关电源的噪声源和路径

噪声源：

1 初级开关管 2 变压器 3 次级整流管

路径：

电源产生的噪声根据路径分为如下所示的几种。

线路导通：从电源输入端子导通

差模噪声：在AC输入线之间发生----- 1

共模噪声：在AC输入线和FG ----- 2

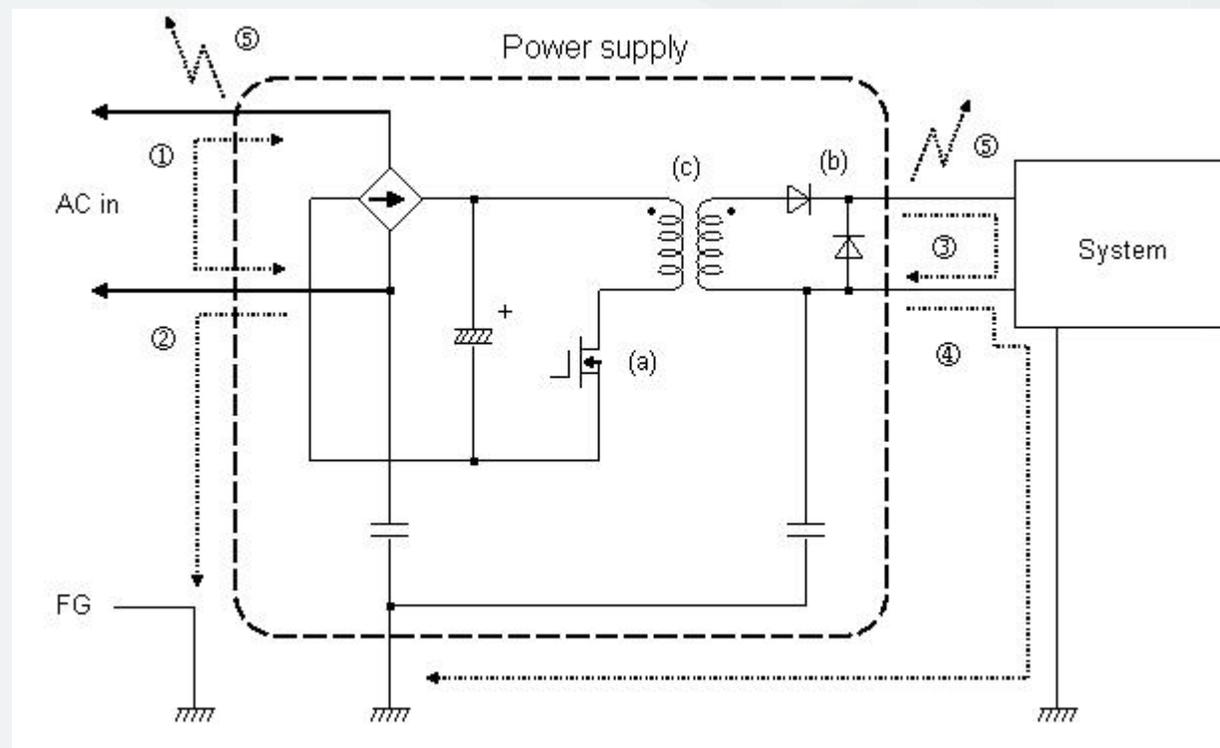
输出噪声：从电源输出端子传导

差模噪声：在输出线之间发生----- 3

共模噪声：在输出线和FG ----- 4

辐射发射：直接从电源或输入/输出线辐射----- 5

(辐射噪声)



# 三 如何减少噪声（发射类型/ EMI）(1)？

## 1. 不同类型的噪音

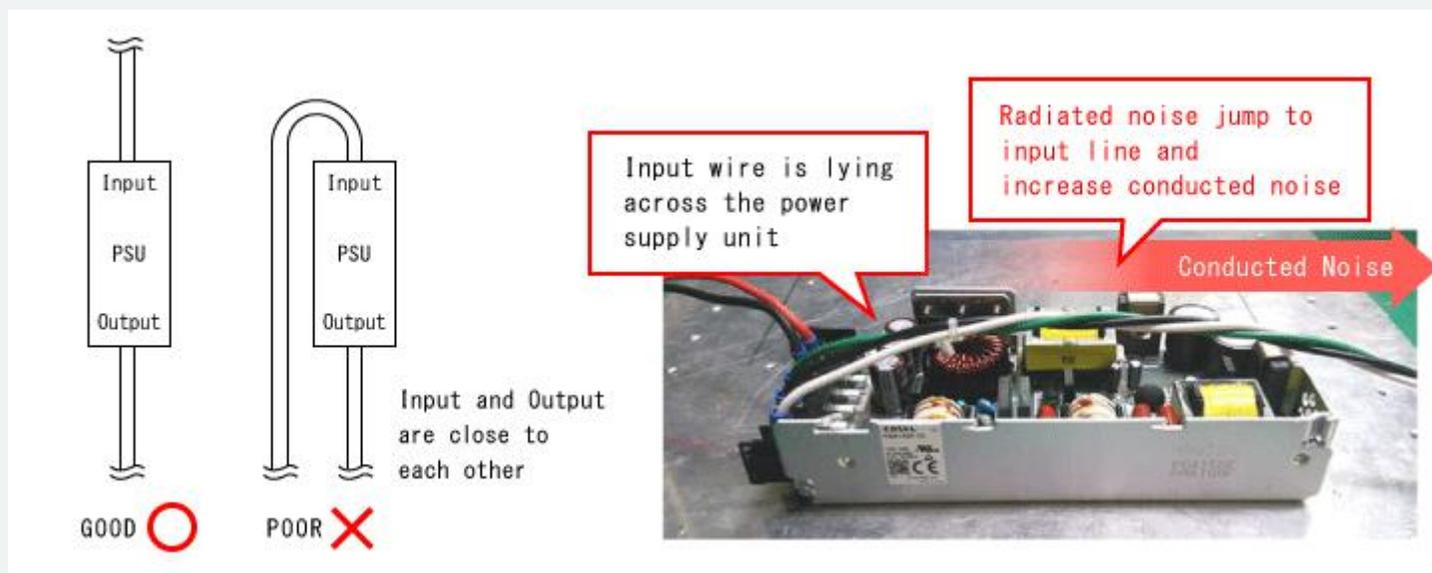
电源产生的噪声根据传导路径来分主要是传导发射和辐射发射。

## 2. 电源噪声的对策

### 线传导的对策

**A** 电源内置噪声滤波器，以便从电源内部产生的噪声不会返回到输入侧。接线时请保持输出线和输入线分开，以免破坏噪声滤波器的效果。此外，为保持输入线远离辐射噪声的影响，请将输入线远离电源。

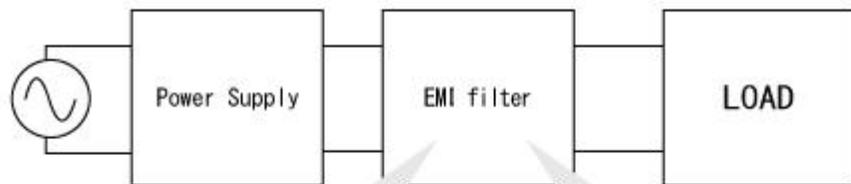
此外，为了减少电源辐射的噪声并避免因输入线长而受到噪声影响，请在外壳的交流端子上安装外部噪声滤波器。



# 三 如何减少噪声（发射类型/ EMI）(2)

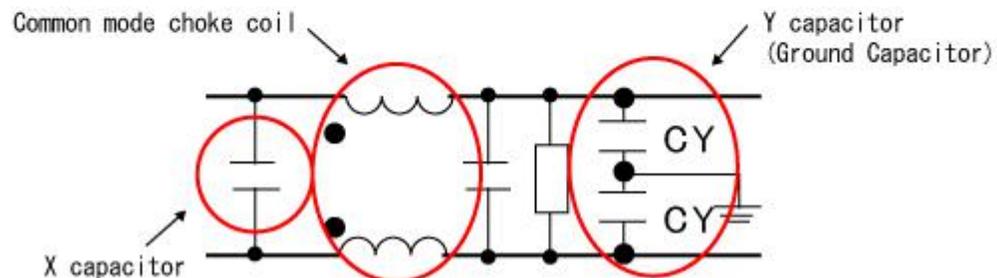
## 输出噪声的对策

用粗线和短线连接电源非常重要。  
通过在输出线上设置电容或滤波器，可以降低差模噪声和共模噪声。



Differential mode choke coil and X capacitor is effective to reduce differential mode noise

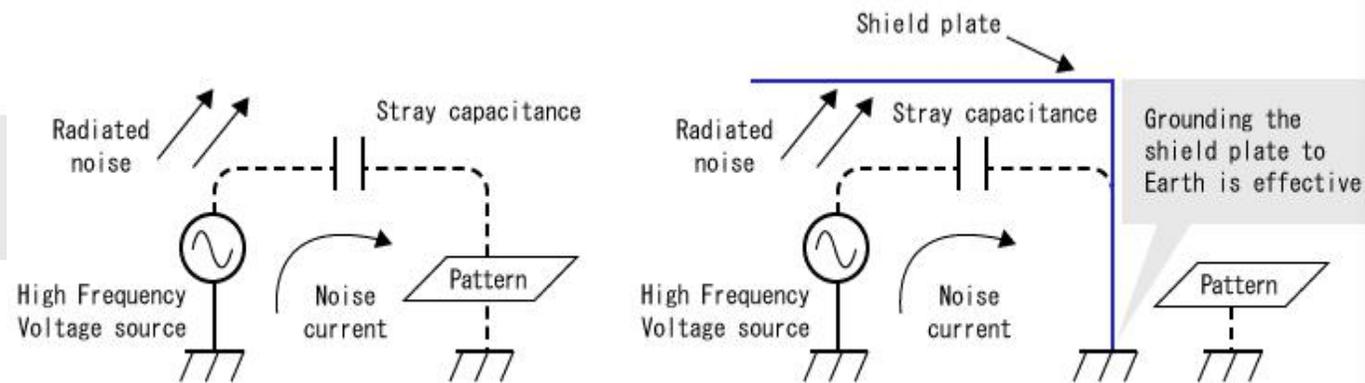
Common mode choke coil and Y capacitor is effective to reduce common mode noise



## 辐射噪声对策（辐射发射）

噪声耦合到输入线，输出线和其他具有天线效应的单元(如外部延伸的信号线等电缆)辐射到半空中。

- 1 应先减小避免对输入/输出线路产生噪声。如果还不够，需使用噪声滤波器或数据线滤波器等组件。
- 2 如果外壳不是金属，需使用金属板或金属膜屏蔽。



电源辐射噪声为高频噪声，屏蔽效果取决于安装和环境条件。理想情况下，电源和其负载应连接到同一机箱。否则应通过金属板将应用机箱接地。

# 三 如何防护外部噪音 ( EMS ) ?

外部的电源的噪声如下所示。

静电放电免疫力

脉冲噪声，电快速瞬变/突发抗扰度

浪涌免疫力

由射频场引起的传导干扰

辐射，射频，电磁场免疫

对策

## (1) 电源的对策

基本上，**EMI**的对策也可以有效地抵抗噪声。因此，**EMI**的各种对策对噪声抗扰度起着关键作用。

- 1 内置输入滤波器。
- 2 印刷电路板和底盘设计中优化的**FG**线。
- 3 使用噪声抑制器件，如铁氧体磁芯，差模扼流圈（套环）

## (2) 用户系统中的对策

外部滤波器/浪涌吸收器

设置浪涌吸收器或滤波器以容忍设备交流端的脉冲噪声将有效降低高压噪声。

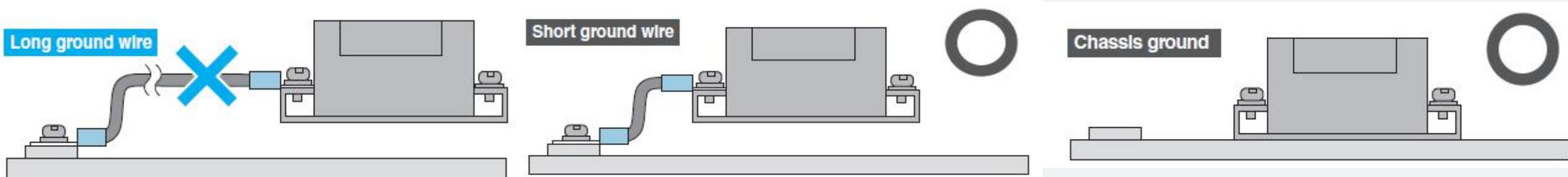
\*当在输入线路上使用**EMI**滤波器并施加浪涌电压时，由于**EMI**滤波器的扼流线圈中存储的能量，输入电压可能会跳跃。在实际应用中需要进行充分的评估以选择合适的**EMI**滤波器。

输入线/输出线的接线

输入线和输出线应分开，以避免破坏噪声滤波器的影响。

接地线

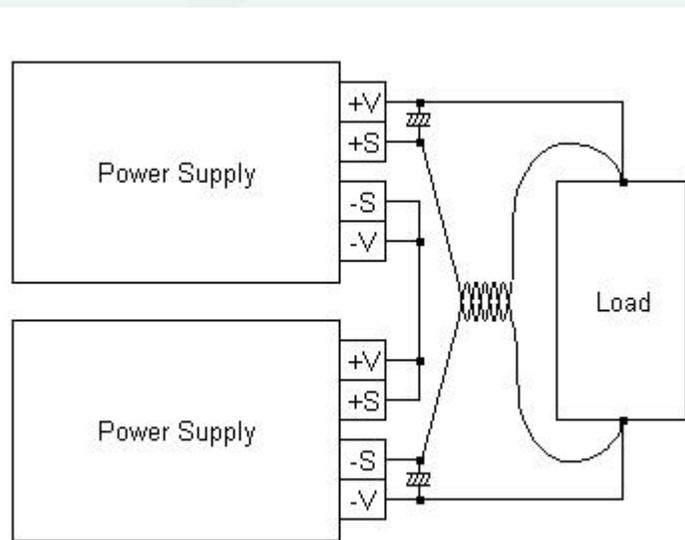
接地线应尽可能厚且短。



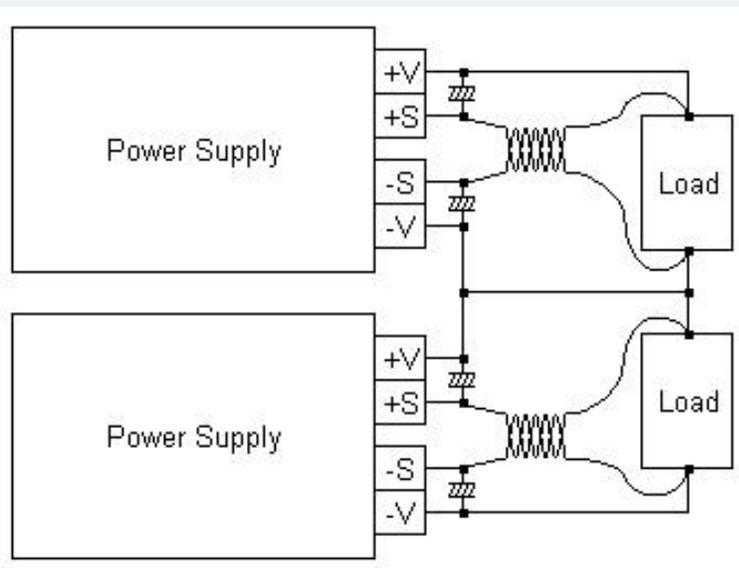
# 三 如何在串联/并联连接中使用遥感（S端）？

电源串联或并联连接，也可以使用遥感功能。另外，如果输出电压不稳定，请在感应线（+S和-S）和输出线（+V和-V）之间安装电容器。

串联工作

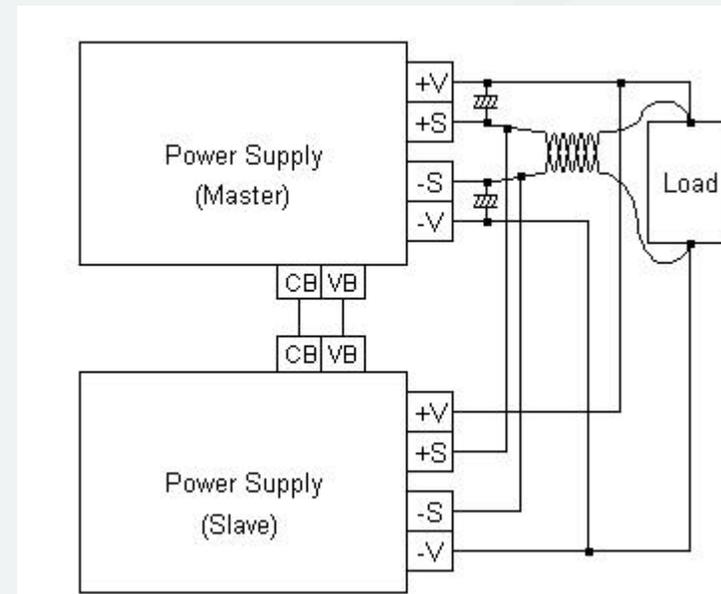


无中心点的串联运行（用作单输出）  
仅使用连接负载的遥感终端。



无带中心点的串联运行（用作双输出）  
将遥感终端连接到连接到每个电源的  
每个负载

并联工作



在并联运行的情况下，有主单元的感  
应端子连接到负载即可。

## 三 并行/冗余操作有什么区别？

### 并联运行

是通过并联连接增加输出功率以补充输出功率不足的方式。如果电源并联运行，则使用具有并联运行功能的电源（电流平衡功能）但是，如果使用选项“-P”或将二极管作为一种简单方法，则可以在并联操作中使用不具有并联运算功能的电源。

### 冗余操作

“冗余操作”也称为“备份操作”。关于并联连接的部分，与“并联运行”相同，但其目的不是为了增加输出功率。这是连接电源储备的方法，即使电源坏了也不会停止系统。

如果完成“冗余操作”，则通常连接额定电流与主电源相同的电源备用。

### N + 1 并行冗余操作

在一般冗余操作中，如果组成并联连接有一些电源的系统，则需要与它们相同数量的电源。

“N + 1 并行冗余操作”是多个电源共享系统所需功率的方式，并且一个用于冗余的电源连接到系统。

当系统功率较大时，这种方式可以构成比正常系统便宜的系统。

## 三 保险丝的选择

如果没有客户强制要求，不建议安装外部保险丝。

如果非要安装，选择方法如下。

- (1) 额定电压：检查最大输入电压，并选择更高额定值的保险丝。
- (2) 额定电流：连续输入电流**1.5~2.0**倍。
- (3) 浪涌电流\*：计算浪涌电流的焦耳热 ( $I^2t$ )（浪涌能力）。选择慢熔类型的保险。
- (4) 异常情况：评估保险丝是否安全熔断。
- (5) 安全认证：根据您的设备要求选择合适的保险丝。

内部保险建议安装焊接式的，避免保险丝安装故障。

保险丝熔断内部元件因短路而损坏。联系我们进行维修。在大多数情况下，由于某些原因，内部元件也会损坏。

## 三 耐压测试注意事项

- 1 电源所有的输入端子、输出端、应短路处理。若没有短路电源相应端子，电源内部元件可能承受额外分压应力并可能导致损坏。建议使用测试夹具，避免直接夹在电源端子上做绝缘耐压测试。
- 2 为了满足电磁兼容要求，电源内部至机壳之间存在滤波电容，其在耐压测试期间会流过交流漏电流。如果测试不过，请检查耐压测试时仪器漏电流限值是否过小。
- 3 从额定测试电压的一半开启耐压测试仪，然后缓慢加压至额定测试电压。
- 4 如果电压内部有防雷（浪涌冲击）电路,需在测试时断开。

### 三 为什么有的电源外壳会摸着麻手？

为了满足电磁兼容要求，电源输入端经滤波电容与机壳相连。若机壳没有良好接地，通过电容的泄漏电流易造成外壳带电现象。接地漏电流在安规中有明确规范，IEC60950规定信息设备漏电流低于3.5毫安，IEC60601-1规定医疗设备漏电流小于0.5毫安。满足相应安规标准的漏电流不至于对人体造成伤害。

**GJB151B**也对电源初级侧接地电容做出来相应规定。

部分电源生产厂家为满足技术指标，初级侧对地电容过大，会对危及人身安全。也会在接地不良时干扰其他设备的正常工作。

### 三 为何实际测量纹波值远超规格书上标称值？

---

- A 纹波测试点与电源输出端子之间距离是否与推荐值一致
- B 是否采用同轴电缆或去除地线夹探头“螺线管”式测量
- C 是否在测试点并联100uF和0.1uF电容
- D 测量纹波的引出线是否双绞处理。若正负测量引线之间环路面积较大易将空间近场干扰转化为感生电压噪声，严重影响测量结果



**感谢大家 欢迎提问**

武汉特柏尔电子技术有限公司