

充电电源应用指南--2017 版

目录

1. 前言.....	3
1.1 警告.....	3
1.2 注意事项.....	3
2. 电源模块选型指导.....	4
3. 充电电源的测试.....	5
3.1 充电电源的单体测试电路与操作.....	5
3.2 电源模块的基本性能测试.....	6
4. 电源模块的典型应用.....	9
4.1 电容充电电源典型应用电路.....	9
4.2 电容充电电源的 EMC 推荐电路.....	9
4.3 电容充电电源的注意事项.....	10
4.4 27V/54V 输出电池充电电源典型应用电路.....	10
4.5 电池充、放电管理及状态显示.....	12
4.6 不间断供电.....	12
4.7 最大瞬时过功率.....	13
4.8 外部通信功能——告警信号.....	14
4.9 电池活化和控制功能.....	15
4.10 本地调试操作：.....	15
4.11 远程控制操作：.....	16
4.12 蓄电池充电电源应用注意事项.....	16
4.13 220VDC 输出充电电源典型应用电路.....	17
5. 常见疑问.....	19
5.1. 交直流输入.....	19
5.2. I 类、II 类设备和保护地 PE 的关系.....	19

5.3. 工作温度..... 19

6. 充电电源应用安全设计.....20

6.1 标志要求..... 20

6.2 材料要求..... 20

6.3 电气间隙和爬电距离.....20



1. 前言

在使用模块电源前，需特别注意以下警告及注意事项，不正确的安装操作可能会使产品发生电击、模块损坏或者着火等危险情况。请仔细阅读并确认相关警告及注意事项。

1.1 警告

- (1) 模块电源需轻拿轻放，避免撞击或跌落造成产品损坏；
- (2) 禁止打开产品外壳或触摸电源内部器件，以避免产品遭受静电、器件应力等易损坏的情况；
- (3) 当模块电源工作时，不要靠近模块或触摸散热器和外壳，避免在模块异常时可能对身体造成伤害。

1.2 注意事项

- (1) 在产品上电之前，请确认已按照产品技术手册，正确连接产品的输入、输出和信号引脚，以及必要的外围器件；
- (2) 充电电源模块属于一次设备电源，在应用时需确认符合安全规范要求；
- (3) 使用时为了满足安规要求，需在输入端 L 线(火线)上接入保险丝，保险丝选型请参考对应技术手册；
- (4) 模块电源的输入端有高压危险，必须保证终端用户无法接触。设备制造商还必须保证模块输入、输出不易被服务工程师短路或工程遗落的金属部件短路；
- (5) 相关应用电路和参数仅供参考，在完成应用电路设计之前必须对参数和电路进行验证；
- (6) 如模块电源存储或者不工作超过半年以上，建议客户每半年空载老化 1 小时，以保证产品的使用寿命和应用可靠性；
- (7) 使用 AC-DC 电源模块的设备，如长期不工作，应每半年开机工作半小时，使得电解电容重新充电，保证模块寿命。常规 AC-DC 产品不适合长期工作在超标高温环境下，如必须这样使用，建议每一、两年定期更换新品。电源模块附近不应有大的发热器件，如 CPU、电机等。
- (8) 模块电源属于元器件，安装和使用必须有专业设计人员进行设计和指导；
- (9) 本指南的更改不能保证及时通知客户，在实际使用中，请注意最新的说明。其他问题请咨询我司 FAE 工程师。

2. 电源模块选型指导

首先确定需求电源的规格，按照相应指标进行筛选，选择合适的电源产品。若常规型产品不满足规格需求，可申请定制开发产品。图一是我司充电电源产品的基本选型框图。



图 2-1 选型框图

注：因公司持续发展和技术突破创新，新产品的推出必然会导致选型框图的更新。

第一步，确定充电类型。确认电源模块是给超级电容充电，还是给铅酸蓄电池充电。若是配套超级电容使用，则选 MCPxx 系列产品；若是配套铅酸蓄电池使用，则选 MBPxx 系列产品。蓄电池与超级电容存在本质特征的差异，其对应的充电电源也不同。

第二步，确定充电电压规格。根据配套使用的储能部件电压规格，选择合适的充电电源规格。若是 24V 铅酸电池则选择输出电压为 27V 电源模块；若是 48V 铅酸电池则选择输出为 54V 电源模块。超级电容最高工作电压必须大于充电电压。蓄电池的充电电压大于其额定工作电压，以起到浮充作用，但需避免过高浮充电压造成蓄电池损坏，具体电压情况参考蓄电池相应规格。

第三步，确定充电电源功率。充电电源产品均为多路输出，其中一路给电容(蓄电池)充电，另外一路接入相应负载。需根据实际负载大小，选择相应功率大小的充电电源产品。

建议尽量采用标准规格的模块电源，可以确保产品具有较高的性价比和可靠性，以及产品交期快等优势。对于特殊输出电压、高温应用、更多保护等特殊性能需求，建议咨询我司技术服务人员。

3. 充电电源的测试

选定合适的电源后，关键是将产品应用于实际单元电路中，验证相关参数是否满足系统性能需求。但在使用产品之前，需经过检验测试合格后才能使用，下面简单介绍此类电源的一般测试方法。

说明：电源单品测试时不接入储能部件(超级电容或者蓄电池)，主要测试产品输出特性参数，以及产品的隔离耐压特性。

3.1 充电电源的单体测试电路与操作

我司电源产品基本参数的测试电路如下图二所示。其中，交流电源是给电源产品提供相应的交流输入电压，如没有此类仪器可直接采用市电替代；功率计是测试电源产品在工作时的输入功率大小；示波器是测试产品的输出电压纹波噪声、直流电压等波形和参数；电压表是测试输出电压大小；电流表是测试输出的电流大小；测试时的负载建议选用电子负载仪器或者纯电阻负载。

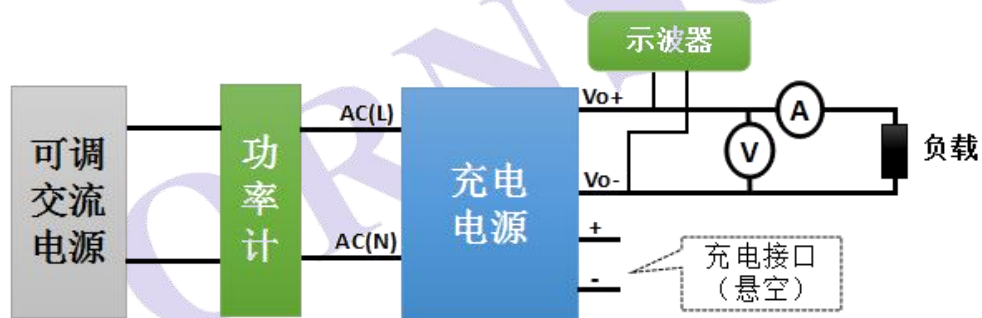


图 3-1 基本测试电路连接方式

在完成上述电路连线并检查之后，需先确认可调交流电源的输出电压设置必须符合产品技术手册提供的输入电压范围，以免过高输入电压损坏产品；然后确认产品的负载电流大小或者电阻大小是否合理，此时不接入储能部件(超级电容、蓄电池等)。最后，给产品上电启机，进行基本性能的测试操作。

注意：我司 AC-DC 充电电源产品的输入标称电压为 220VAC。

3.2 电源模块的基本性能测试

3.2.1 输出电压精度

标称输入电压、50%额定电流输出条件下，输出整定电压为 V_{nom}	输出电压精度 = $\frac{V_{out} - V_{nom}}{V_{nom}} \times 100\%$
标称输入电压下测试输出电压 V_{out}	

3.2.2 线性电压调节率

标称电压输入、额定负载下，测得输出电压记为 V_{outn}	线性调节率 = $\frac{V_{outn} - V_{mdev}}{V_{outn}} \times 100\%$
输入电压上限、额定负载下，测得输出电压记为 V_{outh}	
输入电压下限、额定负载下，测得输出电压记为 V_{outl}	
V_{mdev} 取 V_{outh} 、 V_{outl} 偏离 V_{outn} 最大值	

3.2.3 负载调节率

标称电压输入、10%负载下，测得输出电压记为 V_{b1}	负载调节率 = $\frac{V_b - V_{b0}}{V_{b0}} \times 100\%$
标称电压输入、100%负载下，测得输出电压记为 V_{b2}	
标称输入电压、50%额定电流输出条件下，输出整定电压为 V_{b0}	
V_b 取 V_{b1} 、 V_{b2} 中偏离 V_{b0} 最大值	

3.2.4 转换效率 η

AC-DC 模块电源的转换效率：输入端不能直接采用万用表测试电压和电流的乘积值作为输入的功率，一般采用功率计直接读取输入功率 P_{in} ；输出端通过实际输出负载值 I_{out} 和输出电压值 V_{out} 计算输出功率。

标称输入电压下 P_{in} 、满载 I_{out} 下，
测试输出电压记为 V_{out}

$$\text{效率 } \eta = \frac{I_{out} \times V_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

注：输入为交流方式，由于产品内部的感抗和容抗的存在，导致输入的电压和电流出现相位差以及输入电流波形发生畸变。

3.2.5 纹波噪声

纹波和噪声是叠加在直流输出上的周期性和随机性交流成分，它也影响着输出精度，一般对纹波和噪声采用峰-峰值量(mVp-p)。

第一步，先将示波器带宽设置为 20MHz，可以有效滤除高频噪声；

第二步，采用双绞线或靠侧法，如下图 3-2 和图 3-3 所示：

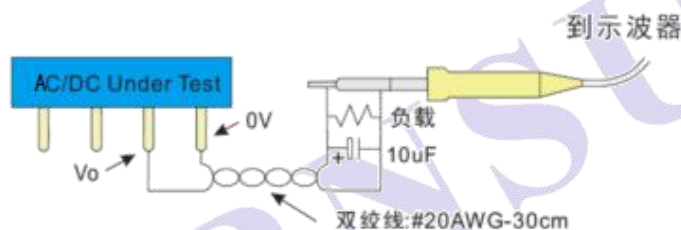


图 3-2 双绞线测试法

其中，双绞线测试法：采用 30cm 长、#20AWG 线规组成的双绞线与被测开关电源的 V_o 及 0V 连接，在 V_o 与 0V 之间接上阻性假负载。在双绞线末端接一个 $10\mu\text{F}$ 电解电容，在测量点连接时，一端接在 V_o 上，另一端接到 V_o -或者 0V 上。

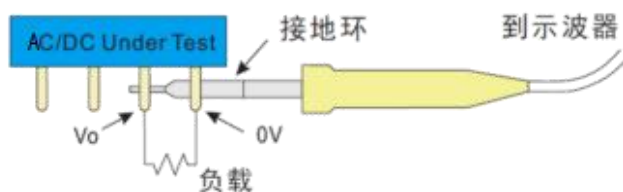


图 3-3 靠测法

由于示波器的地线夹会接收各种高频噪声，干扰测量结果，为了屏蔽干扰可采用靠侧法测试。

注：充电电源均为接线式输出，若需要采用靠测法，则需在输出端口处连接非绝缘导线，以便示波器探头靠近端口进行测试。

实际测试的纹波和噪声会因电路和外接元件的不同而有所差异，图 3-4 为实际测试的纹

波噪声波形。

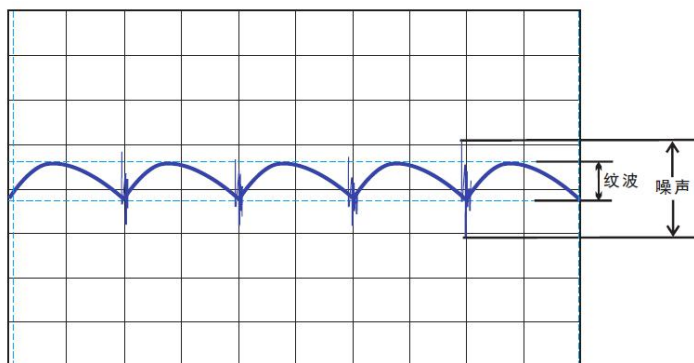


图 3-4 纹波噪声测试波形图

3.2.6 隔离及绝缘特性

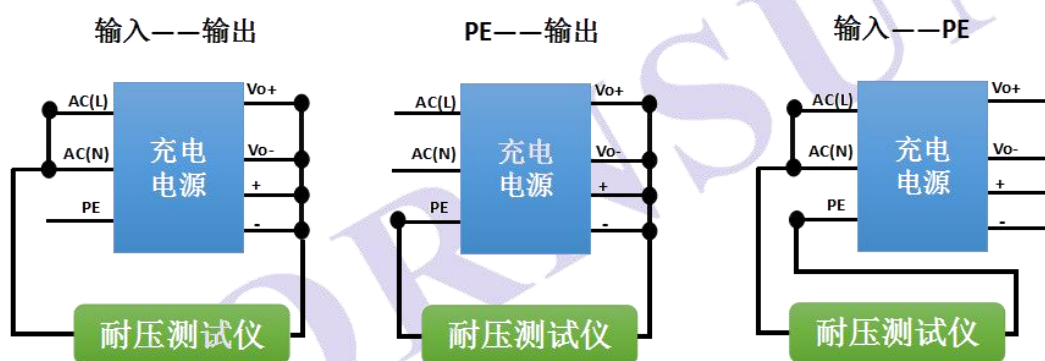


图 3-5 耐压测试接线图

耐压测试方法：

各类耐压测试的接线方式如图六所示，按照耐压的测试标准，将耐压值从 0 开始慢慢往上调，当调至设定值时，在设定值处维持一分钟时间。

绝缘强度：

分别短路输入端和输出端的引脚，并在输入、输出端间加隔离电压(直流或交流的峰值，根据产品给出的隔离电压) 测试 1 分钟。

说明：具体各个隔离的参数值请参考技术手册指标。

4. 电源模块的典型应用

4.1 电容充电电源典型应用电路

电容充电电源在实际应用中，建议按照图 4-1 进行电路连接。

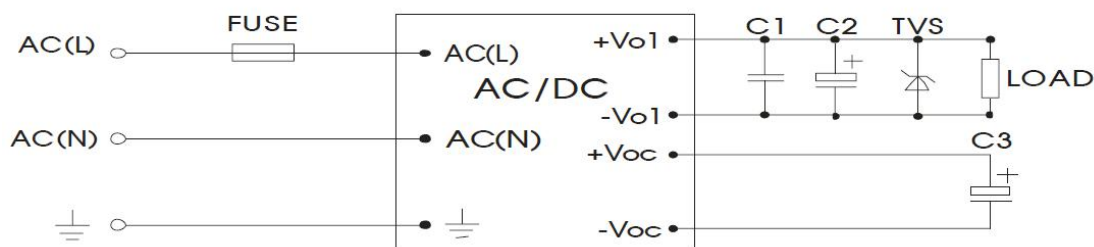


图 4-1 电容充电电源典型应用电路

(1) FUSE 是输入侧保险丝，应选择具有安规认证的慢断保险丝，推荐值为：3.15A/250V。

注意：保险丝的额定电流取值过大则起不了保护作用，过小则容易因启动时产品内部电容充电引起误熔断。

(2) C1 是陶瓷电容，去除高频噪声，推荐值 $1\mu\text{F}$ 。

(3) C2 是输出滤波电解电容，建议使用高频低阻电解电容，容值选择建议参照技术手册的推荐规格值。电容耐压降额大于 80%。

(4) TVS 管在模块异常时保护后级电路，推荐值 SMBJ30A，建议使用。

(5) C3 是为大容量电容，做不间断供电使用。如超级电容等。

4.2 电容充电电源的 EMC 推荐电路

当应用于电磁兼容比较恶劣的环境时，需要加入更高要求的 EMC 滤波电路。图 4-2 为一种典型输入 EMC 滤波电路，仅供参考。具体推荐的 EMC 滤波电路、参数请参考对应型号产品的技术手册资料。

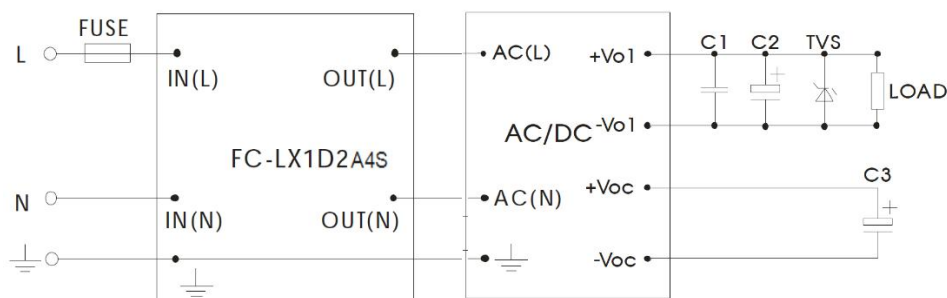


图 4-2 典型输入 EMC 滤波电路

4.3 电容充电电源的注意事项

(1) 输出 4 脚定义为 K，是交流断电警告端子。在交流有电时，K 端对-Vo1 为高电平，大于 23V；当交流电断开时 K 端对-Vo1 为低电平，小于 5V，K 端不能作为负载输出端子。

(2) 输出大容量电容负载不可反接，以免发生危险。

(3) 当电容带电时禁止输出短路，以免损坏电源。

(4) 本电源只做后备不间断电源使用，不允许持续频繁充、放电工作；需要连续充放电时，控制充放电间隔不小于 60 秒，温度高于+55℃时请按降额比例相应增加间隔时间。

(5) 输出调节端见外观尺寸图，逆时针调节输出电压升高；调节输出电压时请确保 Vo1 的输出电压略大于 Voc 的限制电压，建议值 Vo1 满载时电压大于 Voc 的限制电压。

4.4 27V/54V 输出电池充电电源典型应用电路

27V/54V 输出电池充电电源的内部功能原理框图如图 4-3 所示：

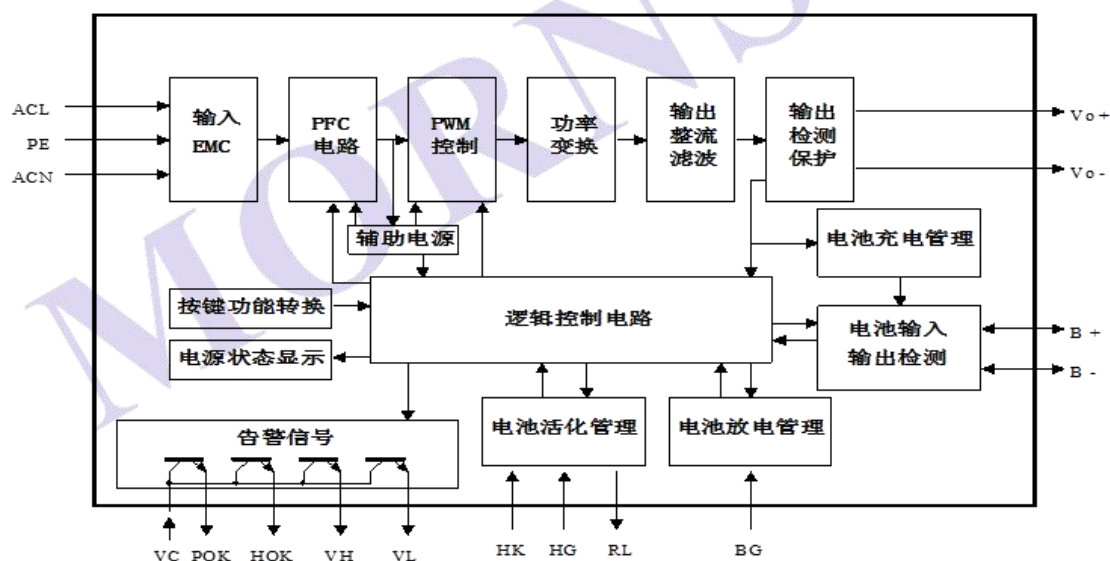


图 4-3 27V/54V 输出电池充电电源内部功能框图

结合产品的内部功能框图，则在应用中主要包括四部分外接电路，如图 4-4 所示：

虚框①内是产品的高压交流输入端连线；

虚框②内是产品各类告警信号输出端，以便外部通过检测此类电压信号变化得知产品相关工作状态，进行远程监控；

虚框③内是遥控信号输入端，以便外部通过控制 K1/K2/K3 动作，可用于远程控制操作；

虚框④内是产品负载输出端和储能蓄电池连接方式。

产品各个接线端子的定义或命名，请参考对应产品技术手册文档。

在应用中，若不需要对充电电源进行外部监控和控制操作时，则不需要设计和连接虚框②③的相关电路。

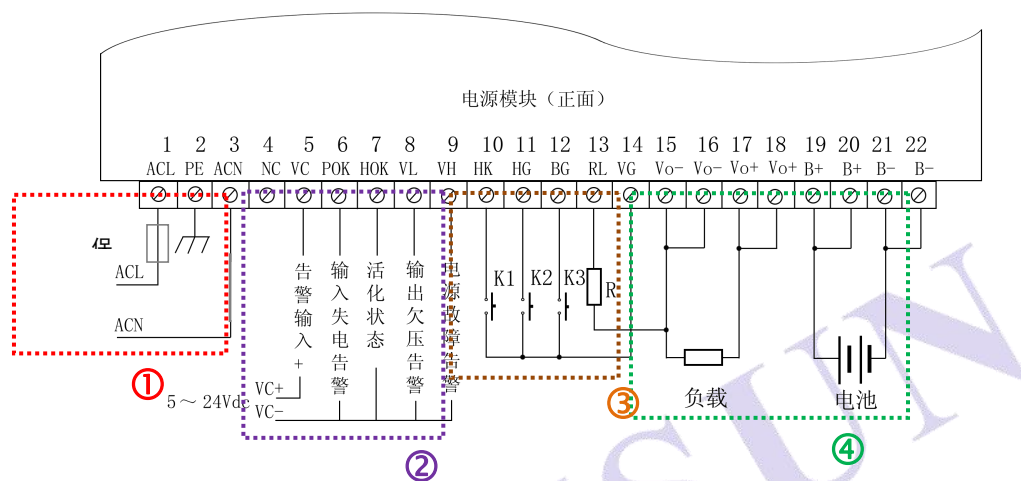


图 4-4 蓄电池充电电源典型应用电路

(1) FUSE 是输入侧保险丝，应选择具有安规认证的慢断保险丝，推荐值为：10A/250V。

注意：保险丝的额定电流取值过大则起不了保护作用，过小则容易因启动时产品内部电容充电引起误熔断。

(2) VC+/VC-是产品相关告警信号输出端口工作电压，需外接隔离 5~24VDC 电压。使产品可以实现远程监控。其中告警结点与电源输入、输出、机壳、保护地等均隔离。

(3) K1 K2 K3 是用户 CPU 等控制的继电器触点。以使用户进行远程操作等控制。

(4) R 是电池活化放电电阻，以便实现电池的快速活化过程。根据不同的电池容量选择放电电阻，当电源正常工作时此电阻不工作，当电源进 AC/DC 模块电源入活化状态时电阻自动接入电池放电回路，放电电流的选择（推荐）：

$$\text{放电电流(A)} = 0.1 \times \text{电池容量(AH)} - \text{经常性负载电流(A)}$$

如计算放电电流值为负，则可不加放电电阻，放电电阻较热应妥善散热并远离电源模块。

(5) 电池是相应的储能部件，配套产品起到不间断供电作用。如 24V 铅酸电池组、48V 铅酸电池组等。

注意：在配套蓄电池等储能部件使用时，严禁进行输出负载短路保护测试。

4.5 电池充、放电管理及状态显示

此类型产品内部集成智能电池充放电、状态显示等管理功能。其充、放电过程由产品自动监测和执行。图 4-5 为产品外壳标签上的相应信号灯变化情况。

电池充电：实时监测电池充电过程，智能切换快速充电与浮动充电模式。当存在交流高压输入时，蓄电池一直处于充电状态。当蓄电池储能少时，则自动切换为快速充电；当蓄电池储能快满时(电池两端电压接近产品输出负载电压最大值，比如 27V 或者 54V 等)，则自动切换为浮充模式，保证蓄电池不会出现过度充电的情况。见图 4-5 的充电信号。

电池放电：自动检测电池放电的欠压保护点、放电关断点以及自动关断输出。

当交流输入端断电时，自动切换为蓄电池通过产品向负载供电状态，见图 4-5 的放电信号。在蓄电池持续给负载供电，若蓄电池能量不足时，产品的输出电压降随之下降。

当输出电压下降到相应保护点电压时，则显示欠压告警信号，见图 4-5 的输出欠压信号；当欠压告警之后若持续放电，下降到一定程度后，产品将自动关断输出电压，避免蓄电池过度放电而影响使用。

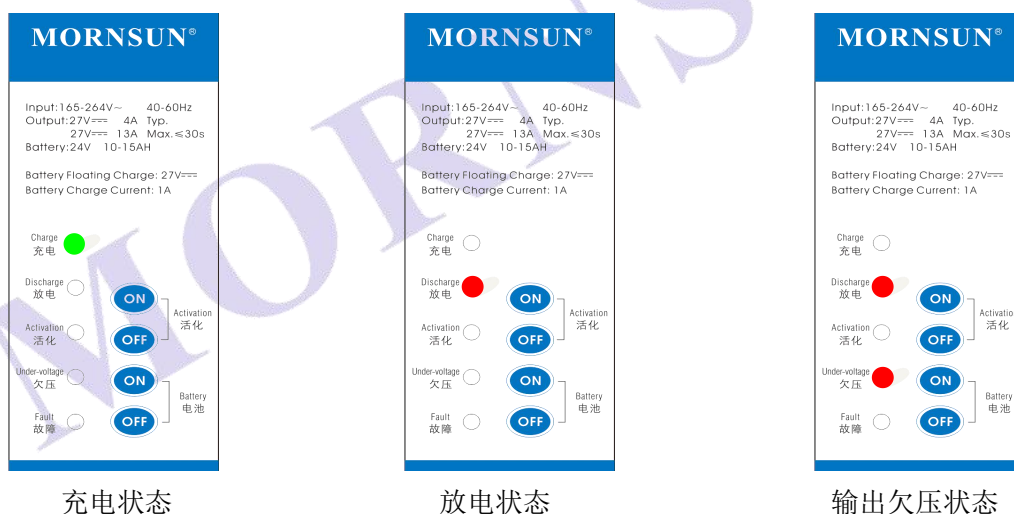


图 4-5 蓄电池充电电源的充放电过程信号灯变化

4.6 不间断供电

当 MBP 系列充电电源配套蓄电池使用，在输入掉电时，“0”秒切换间隙，输出直流不间断供电。

测试操作过程——按照图 4-4 完成线路连接(可以不接入②③)。输入端采用差分高压探头检测输入交流电压波形，输出采用示波器探头检测输出负载 Vo+/Vo-两端的电压波形，然

后进行输入市电关断、开通等操作，观察负载直流输出电压波形。当市电关断时，输出直流电压持续平稳输出。以 MBP500-2A27D27 为例，实际测试不间断供电电压如下图 4-6 所示：

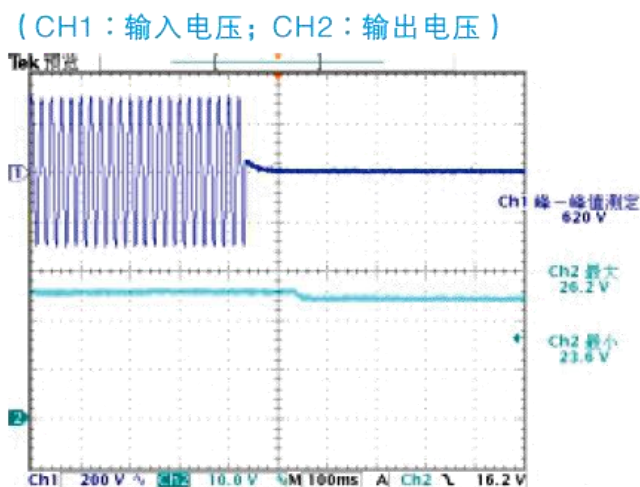


图 4-6 蓄电池充电电源输出不间断供电电压波形

4.7 最大瞬时过功率

当 MBP 系列充电电源配套蓄电池使用，在稳态工作时，将输出负载从典型负载值切换至最大负载值时：

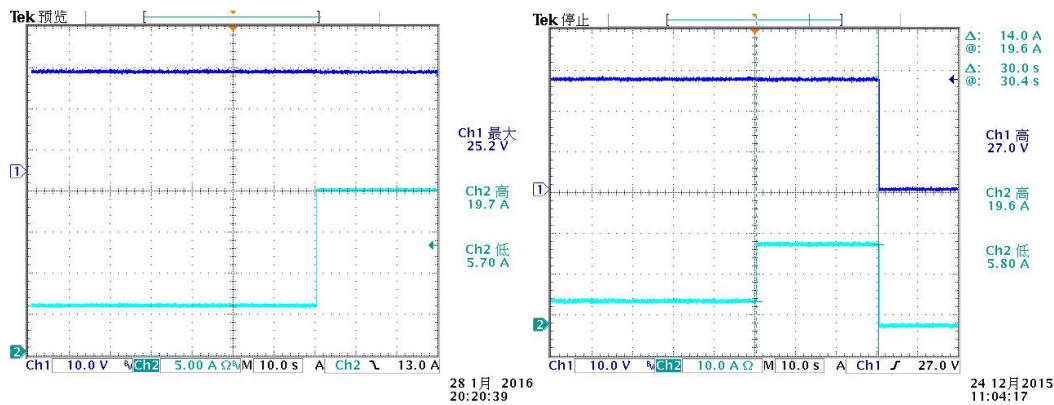
- (1) 若在最大持续时间内恢复典型负载，则产品输出电压保持正常状态。
- (2) 若超出最大持续时间，则产品将进入输出保护状态；产品约在 4-5 分钟后进行自恢复、重启，并进入上述(1)(2)循环工作状态。

以上设计，是为了当执行机构处于动作过程异常时，保持充电电源的可靠性，以及整体系统的安全性。

测试操作过程——按照图 4-4 完成线路连接(可以不接入②③)。采用示波器探头检测输出 Vo+/Vo-两端的电压波形，同时采用差分电流探头测试输出负载的电流波形。初步设置输出负载电流为典型负载电流，然后切换为最大负载电流(或者小于最大值均可)，持续时间 30s 内，输出电压正常。

若在 30s 内将负载切换为正常的负载或典型负载电流，则产品输出电压无变化；若持续时间超出 30s，则进入保护状态，关断输出负载，间隔约 5 分钟后自动重新启动。若重启后仍处于过流状态，则重复进入保护状态。

以 MBP500-2A27D27 为例，实际测试最大瞬时过功率电压及电流波形如下图 4-7 所示：



持续时间小于 30s

持续时间大于 30s

图 4-7 蓄电池充电电源输出最大瞬时过功率测试波形

4.8 外部通信功能——告警信号

告警信号应用设计参考——产品的告警信号输出端口与产品本身采用光耦进行安全隔离和传输信号，各告警信号端口的具体电路形式如图 4-8 所示。

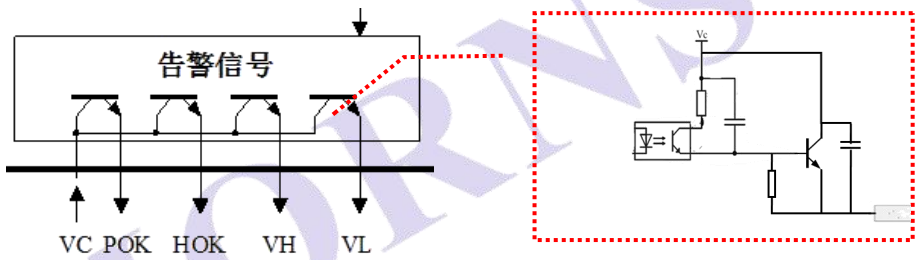


图 4-8 告警信号端口对应的工作电路图

在 VC 端输入+5V~+24V 直流电压，在告警时光耦输出端导通或截止，告警结点带载能力为 0~5mA，告警结点压降为 0.1~3V。此告警结点不适宜直接带功率较大的负载，如有需要可驱动外部功率三极管等带载。告警状态真值表如下表：

告警端子	告警名称	正常(或非活化)状	告警(或活化)状
		态	态
VC	告警输入正端	--	--
POK	输入失电告警	通	断
HOK	活化状态	断	通
VL	电池欠压告警	断	通
VH	故障告警(过压)	断	通

注：在应用设计时，由监测电路提供的电压需要与产品的输出负载电压隔离。避免告警信号端口的安全隔离将失效。

4.9 电池活化和控制功能

此类型产品具备电池活化、电池投入投出等管理功能。

当产品配套蓄电池使用，在保持市电输入的条件下，蓄电池长期处于高压浮充状态，易造成蓄电池内部极板钝化，影响电池的使用寿命及储能容量。电池活化就是给电池放电，避免蓄电池极板钝化，延长电池的使用寿命。

4.10 本地调试操作

产品表面设计有控制按键，以便在进行系统调试或者现场检验维护时，进行功能参数调试或产品维护操作。

测试操作过程（活化功能）——按照图 4-4 完成线路连接(可以不接入②③)。正常充电状态如下图充电状态所示；按活化启动键进入活化状态，放电和活化指示灯亮，见下图活化放电状态；按活化终止键，退出活化状态，放电和活化指示灯灭。在活化时，若电池储能不足，在输出电压降低至欠压保护点，见下图输出欠压状态，持续一阵子后将自动退出活化状态，放电和活化指示灯灭，又回到正常充电状态。



图 4-9 蓄电池充电电源的活化过程信号灯变化

测试操作过程（电池控制）——按照图 4-4 完成线路连接(可以不接入②③)。正常工作状态下，然后断开市电，充电指示灯灭，电池不间断给负载供电，放电指示灯亮。此时，按

电池终止键（持续按住约 5 秒钟），则输出负载关断，放电指示灯灭；按电池启动键（按一下），则负载通电，放电指示灯亮。

在没有市电时，当因蓄电池储能不足而进入欠压保护状态，持续按住电池启动键，则应强制电池对负载输出。

注意：在交流有电时电池按键功能不起作用；强制输出时间不宜过长，以免损坏电池。

4.11 远程控制操作

结合产品外部通信功能，确认产品实时工作状态；根据用户对蓄电池活化周期的设定，可远程控制产品进入和退出蓄电池活化功能。在市电掉电时，客户可远程切断蓄电池供电，使远端系统停止运行。

遥控功能应用设计参考——按照图 4-4 完成线路连接。接线说明：K1 K2 K3 为用户 CPU 等控制的继电器触点。

遥控操作：

当电池需进行活化状态，由用户 CPU 控制继电器把 HK 与 VG 短接 K1 一次（高脉冲信号持续不小于 0.5 秒），进入活化状态。

当需提前退出活化状态，由用户 CPU 控制继电器触点把电源的 HG 与 VG 端子短接 K2 一次（高脉冲信号持续不小于 0.5 秒），则可提前退出活化。

当市电断开时，不允许电池继续供电，则可由用户 CPU 控制继电器把 BG 与 VG 短接 K3 一次（高脉冲信号持续不小于 5 秒），则电池提前关断输出负载。

4.12 蓄电池充电电源应用注意事项

- （1）输出请选用截面积大于 2.5mm^2 的导线，输入端应加装 10A/250VAC 保险丝。
- （2）请按接线示意图正确接线，切勿接错，输出电池端严禁接反，输入交流端严禁与其它端子错接，否则将造成电源永久性损坏。
- （3）安装方式以标识正对、端子向下竖直方向安装，保证散热片垂直于地面以利于散热。
- （4）接线端子容量为 15A，输出及电池端子应用两个端子接线，否则容易烧毁接线端子。

- (5) 告警端子禁止过载及短路，否则将烧毁电子告警接点。
- (6) 为进一步降低输出纹波噪声，用户可在输出端并联 $470\sim 1000\ \mu\text{F}$ 电解电容（耐压值降额 80%以上）和 $1\ \mu\text{F}$ 独石电容。
- (7) 此类型输出不允许并联工作。
- (8) PE 端应可靠接入大地，以增加抗干扰能力。
- (9) 电源工作时外壳会散发热量，为保证电源散热良好，请在电源周围保留一定的缝隙以保证空气流动顺畅，对温度敏感的装置尽量远离电源。

4.13 220VDC 输出充电电源典型应用电路

220VDC 输出充电电源的内部功能原理框图如图 4-10 所示：

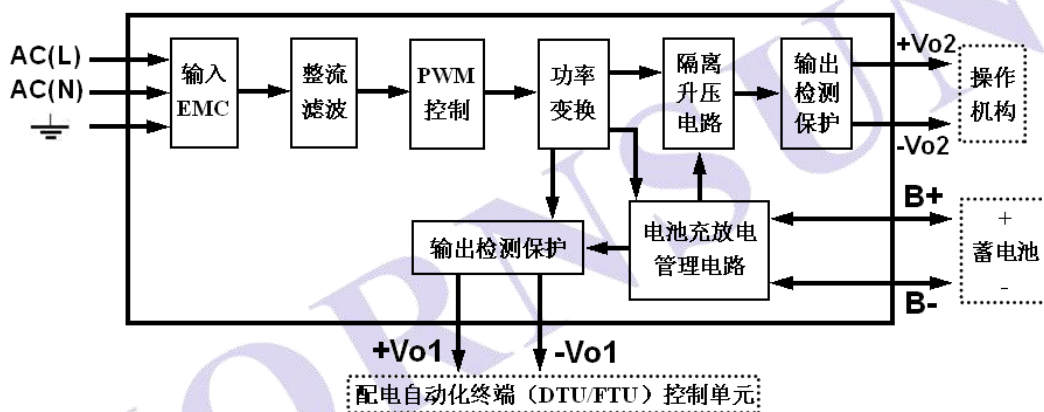


图 4-10 220VDC 输出充电电源内部功能框图

结合产品的内部功能框图，如图 4-10 所示。此产品有三路输出：①操作机构供电电压，220VDC；②蓄电池充电电压，27VDC；③控制单元供电电压 27VDC。接线图如下所示：

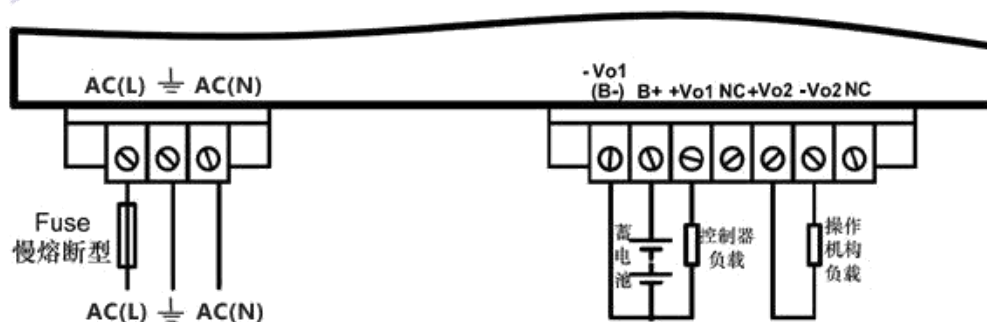


图 4-11 220VDC 输出充电电源引脚定义图

使用说明：

(1) 电源状态指示

充电：绿灯亮，红灯灭，电池处于充电或浮充状态；

放电：绿灯灭，红灯亮，电池处于放电状态，交流输入已断开；

反接：正常输入时，若 Vo1 和 Vo2 输出正常，但绿灯和红灯都灭，则电池极性接反，请对照接线示意图重新连接电池。

（2）电源的使用

本电源在输入交流电后即可工作，电源本身对负载输出电流，同时为电池进行恒流恒压充电，当电池充电完成后，电源自动转为浮充电状态，此时电源提供浮充电电压及电流补充电池的 normal 自放电。

交流断电时，电池不间断为负载供电，0 切换时间。当电池放电低于欠压保护点并保持 3-10 秒后，电源自动关闭负载输出。

无交流输入情况下，可通过外部无源结点使 Vo1+对 B+短接（短接时间 1-2S，但端子不应长时间短接，否则电池失去过放电关断保护功能），即可以使电池启动输出。

Vo2 输出电压 200Vdc~240Vdc 连续可调，用户可通过调节“输出电压调节”旋钮，选择需要的输出电压。

（3）电池的使用

本电源可配用 6 - 30AH 铅酸电池或胶体免维护电池，电池接在电源的电池端子（B+、B-）上，电池端子不可短路，此时电源的 Vo1 的输出过流和短路保护功能失效。

电池的大概充电时间简易计算：电池容量 C（AH）÷ 充电电流（A）。

5. 常见疑问

5.1 交直流输入

AC-DC 电源输入端一般采取全桥整流，满足交流和直流电压两种供电方式。例如 MBP 系列产品其交流工作电压范围：165—264VAC，其直流工作电压范围：200—375VDC。具体型号的工作电压，以技术手册规格值为准。

5.2 I 类、II 类设备和保护地 PE 的关系

EN60950 中对 I 类、II 类设备有明确的定义：

I 类设备指采用基本绝缘，而且还要装有一种连接装置，使那些在基本绝缘一旦失效就会带危险电压的导电零部件与建筑物配线中的保护接地导体相连。I 类设备带有保护地 PE 引脚。

II 类设备指防电击保护不仅依靠基本绝缘，而且还采取附加安全保护措施的设备（例如采用双重绝缘或加强绝缘的设备），这类设备既不依靠保护接地，也不依靠安装条件的保护措施。II 类设备不具有保护地 PE 引脚。

5.3 工作温度

产品在高温的环境下工作，其内部元器件的温度要比环境的要高许多，为保证产品可靠的工作，常规的产品最高的环境工作温度为 70℃，当环境温度达到 50℃时就需要开始降额使用，或者采取其他散热措施。而在低温的情况下工作，由于内部电解电容和其他元器件的低温特性，也存在功率降额的要求，同时，输出的纹波噪声会比常温值大，降额曲线具体内容可参考产品型号对应的技术手册。

6. 充电电源应用安全设计

6.1 标志要求

在保险丝、保护地、开关处必须按照安规要求明确标志规格和符号，能够触及的危险电压和能量贴危险警告标识。

6.2 材料要求

输入的 L、N、PE 接线分别使用褐色、蓝色和黄绿色导线。属于依靠基本绝缘加保护地防电击的设备（I 类设备），确保接地线（黄绿线）与大地良好连接，接地电阻小于 $0.1\ \Omega$ 。

6.3 电气间隙和爬电距离

确保 L 和 N 在保险丝之前电气间隙大于 2mm，爬电距离大于 2.5mm，输入和金属外壳或 SELV 电路之间电气间隙大于 5mm，爬电距离大于 6.4mm。