

## 基于单片机控制的 UPS 抗干扰技术

单片机控制系统中通常存在很多干扰，影响系统的正常运行，因此抗干扰是在所难免的。本文分析了单片机控制的 UPS 的干扰类型，分别从硬件和软件的角度给出了多种有效的抗干扰措施。这对于提高系统的抗干扰能力和稳定性是有好处的。

### 0 引言

随着计算机应用的日益普及和全球信息网络化的发展，对高质量供电设备的需求越来越大，不间断电源 (UPS) 正是为了满足这种情况而发展起来的电力电子设备。UPS 在保证不间断供电的同时，还能提供稳压、稳频和波形失真度小的高质量正弦波电源，目前在计算机网络系统、邮电通信、银行证券、电力系统、工业控制、医疗等领域得到了广泛的应用。微机控制的不间断电源具有两大优点：简化硬件电路，降低成本；软件设计灵活，功能容易扩展，可方便的对软件进行修改完成不同的控制思想。

微机控制技术应用于不间断电源，主要体现在单片机系统上，单片机产生 PWM 脉冲信号放大后驱动逆变器的开关。而单片机抗干扰的能力不够强，如果抗干扰的措施不当，不但无法体现上述优点，还有可能降低系统的可靠性，甚至无法工作。

本文结合 UPS 的工作原理，从干扰的类型及采取相应的措施来说明抗干扰技术在 UPS 中的应用。

### 1 结构框图及工作原理

#### 1.1 结构框图

根据工作方式，UPS 分为后备式和在线式两大类。

UPS 的基本结构图见图 1、图 2 所示，它由充电电路、蓄电池、升压电路、逆变电路，切换开关、自动电压调节等部分组成。

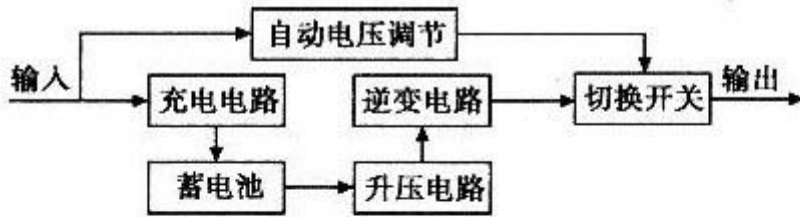


图1 后备式 UPS 拓扑结构

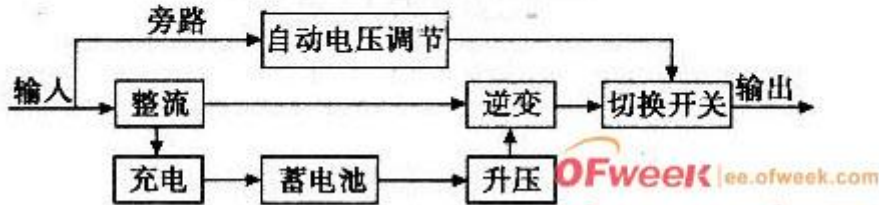


图2 在线式 UPS 拓扑结构

## 1. 2 基本工作原理

后备式 UPS：当市电在规定电压范围内正常供电时，输入电压经自动电压调节环节稍许滤波，排除一些干扰后，直接输出供给负载。而当市电异常，超出规定范围时，UPS 启动逆变器，将后备的电池电压变换成等价于正常市电时的电压值再输出给负载，其基本拓扑结构如图 1 所示。此种 UPS 的优点是可靠性较高，结构相对较简单，效率较高，价格也便宜。但由于经逆变后大都是方波或类方波波形，故供电质量稍差，加之市电异常时需启动逆变器由电池供电，有一定的切换时间。

在线式 UPS：又称为双变换式 UPS，即从市电输入到 UPS 输出经过了 AC / DC 和 DC / AC 两次变换，其基本拓扑结构如图 2 所示。在市电正常情况下，UPS 输入电压经整流、滤波等电路变成直流电压，然后经逆变器将直流电压变成负载需要的交流电压。当市电异常时，输入自动切换到蓄电池上，由蓄电池供电，经逆变器后输出交流电压给负载。此种 UPS 显然在电路上比后备式 UPS 要复杂得多，由于采用二次变换，大大改善了负载的供电质量。但其逆变器一直处于工作状态，对逆变器的可靠性和使用寿命提出了较高的要求，由此而产生在线式 UPS 比后备式 UPS 价格高很多。

## 2 干扰的类型与来源

单片机控制的 UPS 系统中的干扰，一般指各种外部和内部的干扰源产生的各种瞬变电信号，通过一定的途径传入到系统中，或者内部的互相干扰，对系统的正常运行造成一定程度的影响。它的干扰主要有以下几个方面：

### 2. 1 来自电网的干扰

UPS 作为一种经过净化处理，向负载提供高质量的电源系统，它的输入是谐波复杂的工频电源。电网中存在大量的谐波源如各种整流设备，电子电压调整设备，非线性负载及照明负载。

## 2. 2 交变磁场的干扰

在大功率变压器及大电流通过的电线的周围都有较强的交变磁场。

在 UPS 内部，交变磁场主要有：

### (1) 逆变器产生的电磁干扰

工作时，逆变器的功率管始终处于开关状态，为了降低其上的功率损耗，开关过渡时间不能太长，即  $di/dt$  不能太小，否则开关过热容易烧毁。但过大容易引起电路产生寄生振荡，产生的噪音干扰比如谐波电流、高频毛刺对设备不利。

### (2) 高频变压器产生的干扰

高频变压器存在漏感，在开关管由导通刚刚变为截至时，变压器原边漏感和引线电感上贮存的能量无处释放，将会给开关管等效的输出电容充电，由于这个等效电容很小，所以会冲得比较高的电压尖峰。

此类干扰对控制系统的破坏性最强。

## 2. 3 不等电位干扰

在工业生产中的用电设备，如果绝缘性能不良，会对地产生不稳定的漏电流；利用大地作为输电线的电气接地线，也会产生较大的地电流。如果在控制系统设备接地安装中，地点选择不当，漏电流或地电流会使系统中的各点存在电位差，使系统常常产生不确定的故障。

## 2. 4 自然干扰

自然干扰是指大气层发生的自然现象所引起的干扰，以及来自宇宙的电磁波辐射干扰，如雷电、大气低层电场的变化、电离层变化及太阳黑子的电磁波辐射等，其中雷电干扰最为严重。雷电不仅会造成回路的强干扰，还会烧毁输入模块。

## 2. 5 温度、湿度及腐蚀性介质对可靠性的影响

不同档次的元器件都有其特定的工作温度范围，使用时应以各厂家的资料为准，根据情况选用高一档次的产品。

环境潮湿或含有腐蚀性气体，会对元器件及线路板造成较大影响。如果系统长期工作在这种环境中，会使印制电路板腐蚀，造成断路，使接插件和 IC 插座氧化、锈蚀，造成接触不良，影响系统的可靠性；因此，应尽量保持环境干燥，

并尽量少用接插件及 IC 插座，采用直接焊接的方法互连；各种连接器应采用镀金或其他防腐处理的接插件。

### 3 系统的抗干扰措施

为了提高 UPS 的抗干扰能力，主要从两个方面入手，即从硬件和软件分别考虑：既要去除或者降低干扰源的干扰能力，又要提高系统本身的抗干扰能力。

#### 3.1 硬件抗干扰

##### (1) 交流进线滤波器

为了满足有关的电磁干扰 (EMI) 标准，防止 UPS 产生的噪音进入电网，或者防止电网的噪声进入 UPS 电源内部，干扰系统的正常工作，必须在不间断电源的输入端施加 EMI 滤波器。该滤波器能同时抑制共模和差模干扰信号。

##### (2) 启动浪涌电流抑制电路

开启电源时，由于 UPS 的整流电路会给滤波电容充电，会产生很大的浪涌电流，其大小取决于启动时的交流电压的相位和输入滤波器的阻抗。抑制启动浪涌电流的最简单的方法是在整流桥的直流侧和滤波电容之间串联具有负温度系数的热敏电阻。启动时电阻处于冷态，呈现较大的电阻，从而抑制启动电流。启动后，电阻温度升高，阻值降低，以保证电源有较高的效率。对于大功率的电路，将上述热敏电阻换成普通电阻，同时在电阻两端并联晶闸管开关，电源启动时晶闸管开关关断，由电阻限制启动浪涌电流，当滤波电容的充电完成后，触发晶闸管，使之导通，达到短路限流电阻的目的。

##### (3) 有源功率因数校正技术

抑制谐波的传统方法是采用无源校正技术，但无源校正目前一般用于抑制高次谐波，如需进一步抑制装置的低次谐波，提高装置的功率因数，目前大多采用有源功率因数校正技术。有源功率因数校正技术就是在传统的整流电路中加入有源开关，通过控制有源开关的通断来强迫输入电流跟随输入电压的变化，从而获得接近正弦波的输入电流和接近 1 的功率因数。

##### (4) 采用软开关技术

电力电子开关在其端电压不为零时开通和在其电流不为零时关断统称为硬开关。硬开关时，开关器件会承受大功率，发热严重，降低器件寿命，并且产生严重的电磁干扰。如果采取一些措施，改变电路结构和控制策略，使开关零电压开通和零电流关断，即采用软开关技术可以大幅度提高 UPS 性能。

##### (5) 正确、良好的接地

电源线及接地线的粗细对系统的可靠性有很大的影响。如果地线太细，将不能为系统提供足够的电流，电源线、地线的电阻也会增大，电流流过电源线，在电源线上形成较大的压降，影响正常工作。

电源线、地线应尽可能短。如果线过长，电流流过时产生压降，外部的干扰信号可能耦合到电源线上，避免与大电流的控制信号近距离、平行的走线，以免产生很大的干扰。

#### (6) 模块化设计

模块化设计的好处在于：

减少各部分之间的相互关联与耦合，避免或减轻彼此间的相互干扰；

便于故障定位，便于快速修复，提高系统的可靠性。

#### (7) 隔离与缓冲

输入输出通道是外部干扰信号传入系统的一种途径。对交流信号可采取变压器隔离；对直流信号采用光电耦合器件进行隔离。使外部的输入输出通道与控制部件在电气连接上相互隔离，阻断外部干扰信号进入控制系统。

#### (8) 器件的优化

由于 UPS 一般为连续工作状态，因此要反复筛选对比，杜绝因为器件本身导致系统失败。

#### (9) 印制电路板的抗干扰

印制板应遵循大面积接地、分级屏蔽、大信号、高阻抗电路走短线等原则。

### 3.2 软件抗干扰

按来源不同，软件干扰类型主要分为两大类：一类是输入输出通道受到干扰，使系统不能准确控制；另一类是程序在执行过程中，程序受到干扰而跑飞。在设计系统时采用：

#### (1) 系统上电自诊断

在系统冷启动时，首先进行 CPU、RAM 等自检。如果发现异常，则报告错误并等待修复，避免带病工作。

自检一般有以下方法：

上电自检；定时自检；键控自检。

### (2) 使用监控定时器即看门狗技术

监控定时器是当系统软件受到干扰时偏离了预定的路径运行的监控电路使系统复位。大多数单片机系统都设置监控定时器电路。

### (3) 设置软件陷阱

在程序区的断层，以 NOP 指令填空，以保证因干扰而造成弹飞的程序尽快步入正常运行轨道。用一条强跳转引导指令强行将捕获的程序引向一个指定地址。在它前面还加 2 条 NOP 指令。

(4) 在所有未使用的中断入口，均以 RETI 指令填充。

## 4 结论

不间断电源是强信号与弱信号交叉的系统，存在着各种各样的干扰。如果系统没有足够强的抗干扰能力，即使总体设计，硬件设计，软件设计都合理也不能完全保证系统很好的工作。实际系统干扰复杂，需要在实践中不断积累经验。只有这样，才能设计更佳的电路。