

# 一种计算机电源的新模式

——“三端口”容错电源

张谷勤 中船总七零九所 (武汉 430074)

**摘要:**本文运用“容错”概念,提出了一种计算机电源的新模式——“三端口”容错电源,用以解决绿色电源、市电停电和稳压器故障三大问题,极大地改善了计算机的供电质量,提高了供电的可靠性,真正实现了不间断供电。文中给出了系统框图和线路;阐明了工作原理,列出了实验结果。

**叙词:**容错电源 三端口 绿色电源

## One Kind of New Mode of the Computer Power Supply

The “Three - port” Fault - tolerant Power Supply

Zhang guxun 709th Research Institute (430074)

**Abstract:** The “fault - tolerance” concept has been used in this paper to propose a kind of new mode of computer power supply - the “three - port” fault - tolerant power supply, which can solve the three big problems, i. e. the green power supply, the power cut in the public power supply and the failures in the regulator, so that the power supply quality of the computer will be greatly improved and the reliability of the power supply will be raised, truly realizing the uninterruptable power supply. The system block diagram and the circuits, the working principles and the experiment results are also presented.

**Keywords:** fault - tolerant power supply three - port green power supply

### 1 问题的提出

电子计算机的中央处理器、存储器、各种总线、各种接口及大多数的外围设备如打印机等都是使用低压直流电,如:  $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 、 $\pm 24V$ 等,即电压值 $\leq 24V$ 。CRT显示器也是使用12V直流电,只是需要一个由直流12V供电的高压包和市电50HZ的同步信号。

大多数计算机如工业控制机、军用计算机、大型数据处理机、通信用计算机、银行用计算机、售票计算机等都需要连续供电,即电源不能突然中断,否则将前功尽弃,有的甚至造成毁灭性的灾难。

造成计算机电源中断的因素主要有外部的停电和内部的直

流稳压器故障。以往通常都购买交流UPS装置来解决外部停电的问题,很少注意到解决内部直流稳压器发生故障后的不间断供电问题。我们注意到程控交换机一次电源所采用的方案是首先将交流市电通过高频整流器转化为48V直流电,并同时给与高频整流器输出并联的48V蓄电池充电,一般高频整流器是几台并联,具有“N+1”的功能。可见电信中的程控交换机一次电源具有应付外电中断和高频整流器故障所造成的影响的功能。计算机电源可以吸取这里的有益的东西,但不能照搬程控交换机的供电模式,因为大多数计算机都是微型计算机,不像程控交换机那样庞大,如果照搬则造价就太高了。

## 2 容错电源的概念

计算机电源装置的功能是安全、可靠、不间断地供给计算机所需的电压稳定的直流电。造成电源异常状态的原因有：外部原因，包括温度、湿度、振动、冲击、噪声、停电等物理因素及操作人员过失等人为因素；内部原因，包括器件的偶然性故障和长时间使用后性能老化，以及经过试验未能发现的硬件及软件缺陷等引起的错误。

使电源异常错误不影响计算机操作的方法，除了常规的可靠性设计之外，就是在电源设计中采用冗余技术，最好做成容错电源。

冗余技术在线路级、逻辑级、模块级和系统中均可采用。系统冗余主要采用并联冗余。并联冗余系统的平均无故障工作时间的表达式是：

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \sum_{i=0}^{m-1} \frac{1}{(m-i)}$$

$$\text{当 } m=2 \text{ 时, } MTBF = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\lambda}$$

$$\text{当 } m=3 \text{ 时, } MTBF = \frac{11}{6} \cdot \frac{1}{\lambda}$$

.....

这里， $\lambda$ ——每一个分系统的失效率；

$m$ ——构成并联系统的分系统总数。

可见，并联冗余结构能够提高系统的平均无故障工作时间，当然在经济上和体积上要付出代价。

计算机容错电源就是要容许市电停电，容许直流稳压器发生故障，而不影响计算机的正常运行。显然，容错电源要使用能够贮能且能直接供给电子线路使用的免维护全密封蓄电池，容错电源要使用并联冗余结构。

## 3 计算机容错电源

### 3.1 技术要求

根据上述思想，我们做了一个计算机容错电源，其技术要求是：

- (1) 市电停电时计算机能继续工作，维持时间为 15~30 分钟或更长。
- (2) 使任一台直流稳压电源坏时计算机仍能正常运行，实现在线拔插，不停电维修。
- (3) 当输入功率  $\geq 100W$  时，输入功率因数  $\geq 0.90$ 。
- (4) 当输入功率  $\geq 100W$  时，输入电流谐波系数  $\leq 25\%$ 。
- (5) 电网调节系数  $\leq 0.5\%$ ，当电网电压从  $-20\% \sim +15\%$  变化和输出为 5V10A、+12V2A、-12V1A 时。
- (6) 直流电源输出纹波峰峰值  $\leq 100mV$ ，5V10A  
 $\leq 200mV$ ，+12V2A  
 $\leq 200mV$ ，-12V1A。

### 3.2 系统框图及工作原理

图 1 是计算机容错电源系统框图。

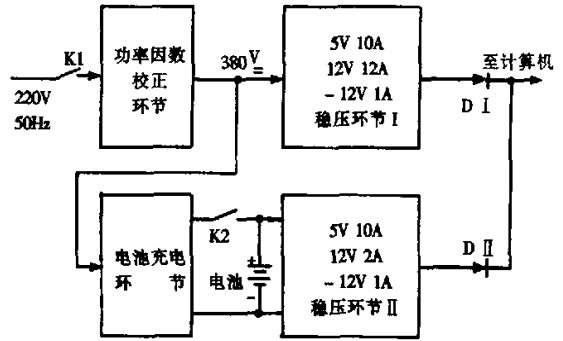


图 1 计算机容错电源系统框图

功率因数校正 (PFC) 环节是将交流 220V50Hz 变为直流 380V，使交流侧电流接近正弦波，功率因数接近 1，同时输出 380V 直流电压基本上不随电网和负载而变化，即电压基本稳定。

电池充电环节是根据 24V 电池充电要求，在有市电时，将 380V 直流电转换为低压直流电完成电池的充电。

稳压环节 I 是输入直流电压 380V，输出分别为 5V10A、+12V2A、-12V1A 的三台变换器。

稳压环节 II 是输入直流电压 24V，输出分别为 5V10A、+12V2A、-12V1A 的三台变换器。

D I 是三个肖特基二极管，分别接在 5V10A、+12V2A、-12V1A 变换器 I 输出端和计算机负载之间。

D II 是三个肖特基二极管，分别接在 5V10A、+12V2A、-12V1A 变换器 II 输出端和计算机负载之间。

D I、D II 共六个肖特基二极管，分别构成三组或门，以便构成市电和电池给计算机的双重供电，同时起了隔离作用，以免当稳压器 I 和稳压器 II 输出短路损坏时影响了计算机的运行。

当 220V50Hz 交流市电正常时，市电经功率因数校正环节得到电压基本稳定的 380V 直流电压，输入电流接近正弦波，功率因数接近 1。380V 直流电压，一方面经过稳压环节 I 得到 5V10A、+12V2A、-12V1A 供给计算机，另一方面经过电池充电环节给电池充电。稳压环节 II 输出电压值比稳压环节 I 稍低，比如低 0.05V，以保证市电正常时由稳压环节 I 给计算机供电，由电池供电的稳压环节 II 处于热备份状态。

当市电停电或几秒钟的电压大幅度的降低时，由电池 24V 供电的稳压环节 II 给计算机供电，由稳压环节 I 给计算机供电过渡到由稳压环节 II 给计算机供电是平稳的，没有间断的，不会影响计算机正常工作。

当稳压环节 I 中的任一损坏时，稳压环节 II 中相应的一台自动顶上去，平稳无间断。将发生故障的稳压器在线拔下来

维修,用好的电源插上去继续给计算机供电。同样,当稳压器Ⅱ中任一台坏了时立即更换,始终保持稳压器Ⅰ为“主供”电源,稳压器Ⅱ为“从供”电源,而且各个环节都处于良好状态。

如果将功率因数校正环节和电池充电环节也象稳压环节Ⅰ和Ⅱ一样都做成可拔插部件,则该计算机供电系统的可靠性就非常高了,真正完全地实现了“容错”功能。

开关 K1 和 K2 的设置大大提高了故障部件拔插维修更换的可靠性和灵活性,比如:发现稳压环节Ⅰ中任一稳压器或功率因数校正环节,或电池充电环节发生故障时,可以先把 K1 断开,将其故障部件更换后再将 K1 合上,这样就将带电更换变成了不带电拔插,可靠性提高了;当需要更换稳压环节Ⅱ中的任一稳压器或电池时,可先将 K2 断开,更换后再合上 K2,这样就变成了不带电操作。如果维护工作做得好,这样一个简单的计

算机供电系统的平均故障间隔时间可做到几十万小时,可谓真正的容错电源。

我们做出的稳压电源电压值是:

稳压环节Ⅰ输出电压 5.25V, +12.3V, -12.3V;

稳压环节Ⅱ输出电压 5.20V, +12.25V, -12.25V;

市电正常时供给计算机的电压 4.85V, +11.9V, -11.9V;

市电掉电时供给计算机的电压 4.80V, +11.85V, -11.85V。

### 3.3 线路

可以用分立元件或电源模块来实现上述系统框图。为了简单和缩短开发周期,以用电源模块搭成线路为佳,下面画出用美国 VICOR 电源模块为基本单元做成的计算机容错电源线路如图 2 所示。

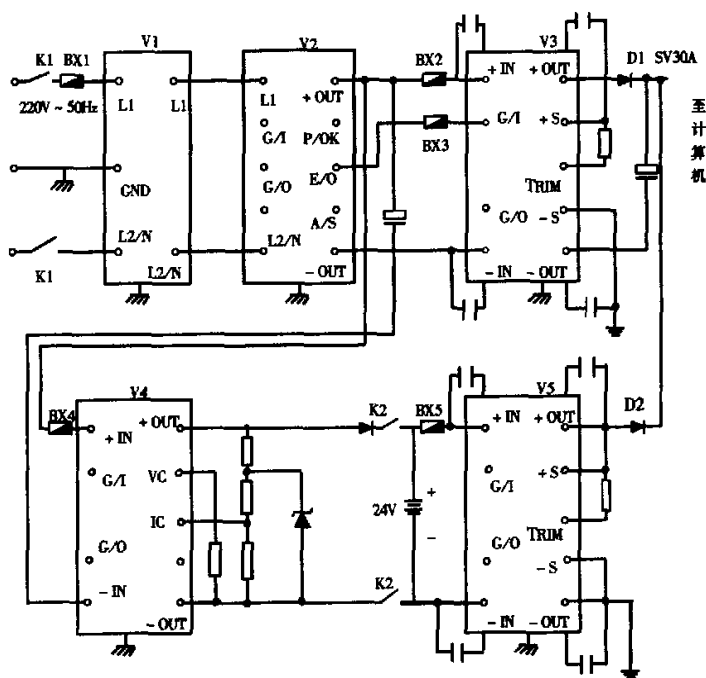


图2 计算机容错电源线路

图中:BX1 - BX5是保险器;U1 - U5是VICOR电源模块,U1是电网滤波器,代号为07818,U2是功率因数校正模块,代号为UI-HAM-CM,U3是5V30A稳压模块,代号为UI-260-CU,U4是充电模块,代号为UI-263-EU-BM,U5是稳压模块,代号为UI-2WO-CU;D1、D2是肖特基二极管,代号为01366;K1、K2为开关。

为了简化线路图,+12V2A,-12V1A两路均省略了,图中仅画出了5V30A一路。5V30A电源做5V10A用,价格并不贵多少,余量却是很大。

### 3.4 测试结果

(1) 电网调节特性

电网在 176 ~ 253V 范围内变化时,各路输出电压变化都小于 10mV。

(2) 输出纹波峰峰值

市电供电时输出纹波峰峰值都 ≤ 1%; 电池供电时,5V10A 电源纹波峰峰值为 10mV,12V2A,-12V1A 各为 15mV。

(3) 输入功率因数

电网电压和负载变化输入功率为 100W ~ 240W 时,输入功

率因数为 0.9~0.98。

#### (4) 输入电流谐波系数

输入功率从 100W~240W 时,输入电流谐波系数为 20~10%。

#### (5) 温度特性

环境温度在  $-40^{\circ}\text{C}$  ~  $+55^{\circ}\text{C}$  范围计算机都良好工作,稳压电源工作都很正常。

(6) 该容错电源给 Lx 加固工作站、雅派克军用容错计算机和 980JX 军用加固计算机等使用,稳定可靠,效果良好。

将市电关闭,计算机工作正常;

将市电接入,计算机工作正常;

将任一台直流电源拔掉,计算机工作正常;

将被拔掉的电源插入,计算机工作正常。

(7) 上述指标大多是在带计算机实际负载下测试的,该容错电源最大输出可为:  $+5\text{V}30\text{A}$ ;  $+12\text{V}4\text{A}$ ;  $-12\text{V}4\text{A}$ 。

## 4 计算机容错电源的特点

这种计算机电源的新模式主要特点有三:

(1) 可靠性高。容许市电停电,容许任一电源部件发生故障,都不影响计算机工作,如果维护得力,可做到万无一失,平均故障间隔时间可做到几十万小时。这一点有点象程控交换机电源,它用简单的方法实现了“N+1”功能。

(2) 绿色电源。采用了功率因数校正技术,使输入电流谐波小,接近正弦波,输入功率因数高,接近“1”,达到了电磁兼容标准和节能要求。

(3) 经济实用。系统框图采用了直流不停电电源的概念,同时巧妙地利用了由电池供电的 DC-DC 变换器作为稳压器“N+1”中的一个环节。与程控交换机电源比较,电路简单经济,在技术上比程控交换机电源中的高频整流器要求低,更经济。与以往计算机电源中购买交流 UPS 比较,价格低,技术要求也低,这里不存在交流 UPS 中的锁相同步、并网等技术问题;另一方面,交流 UPS 无法解决直流稳压电源的故障问题,而这里具有“N+1”功能,允许稳压部件故障。与以往采用信息保护和 UPS 卡等比较,允许市电停电的时间较长,计算机作正常处理的时间较长,处理较容易,不会造成损失,而以往用 UPS 卡,计算机作异常处理的时间很短,可能某些信息来不及保留,而且处理程序也比较复杂。

## 5 问题及解决方法

这种计算机电源的新模式象“三端口”UPS 电源一样,是一种“三端口”直流不停电电源,输入两个端口:220V50Hz 市电,24V 蓄电池直流电;输出一个端口:直流稳定电压 5V 等。“三端口”是两进一出,常规的电源是“两端口”即一进一出,这就带来了结构上的问题,电池供电时间的长短,电池的大小和维护更换问题等。另一方面,不少计算机都需要显示器 CRT,而显示器 CRT 大多是一个单独部件,而且它需要一个高压包和一个 50Hz 的同步信号,这些都给推广这种计算机电源的新模式带来了困难。

从电子计算机的发展来看主要有四种型式:一是大型或巨型计算机,数量很少;二是小型或微型计算机,使用场合最多,数量大;三是笔记本计算机,功率小,数量大;四是要求可靠性极高的工业控制机和军用计算机,数量大,经济价值显著。

在大型或巨型计算机中,供电电源及计算机系统都是专门设计制造的,使用这种“三端口”容错电源显然是不难实现的。

工控机和军用机使用这种“三端口”容错电源当然是最恰当不过了,因为工控机和军用机通常都需要“加固”,研制力量和维修人员相对较强,在电路和结构上改变传统的和习惯的观念应当说是不太困难的,而且是很值得的,因为它带来了极高的可靠性和巨大的经济价值。

笔记本计算机,功率小,体积小,包括显示在内计算机部件全部都装在一起,这给使用容错电源带来了极大的方便,实际上许多笔记本计算机就已使用了这种供电模式,将电池和市电同时使用。

剩下就是通信、交通、银行等使用的微型或小型计算机,情况较为复杂,可以分门别类,根据实际情况,将上述容错电源的概念吸收进去,改造传统的供电模式,使供电质量更好,可靠性更高。

时代在发展,社会在前进,可以断言,随着新技术的推广,这种计算机电源的新模式——“三端口”容错电源不久将广泛应用于各种计算机领域,并产生更深更新更远的影响。

### 参考文献

- [1] 张谷勋,“电源中的容错技术”,电信商情,1998.5 总第 47 期(增刊)