

## 易用的PFC助益电机控制应用

作者: Frederik Dostal, ADI公司电源业务技术经理

许多超过某一功耗水平的交流供电系统都需要进行功率因数校正(PFC),这是电力公司或政府的要求。PFC位于系统输入端,在二极管桥式整流器后面,但在所有输入电容之前。PFC电路的作用是确保输入端的电压和电流彼此同相。换言之,PFC是输送至电路负载的平均功率与视在功率之比。

除了降低视在功率以外,PFC电路还有助于大幅降低输入线路上的失真。无PFC情况下,负载产生的THD(总谐波失真)会对由同一电网供电的其他电路造成不利影响。PFC电路会优化功率因数,同时降低THD。许多系统中,功率因数的重要性不及高THD带来的干扰。

本文介绍一种利用ADI公司带监控功能的ADP1047和ADP1048数字PFC控制器设计极其灵活且功能丰富的PFC电路的简单方法。设计工作利用直观的图形用户界面完成。另外还会结合电机驱动应用讨论这种方法的优点。

### 不同PFC电路

PFC电路通常采用升压型DC-DC转换器拓扑结构,并且位于交流整流器电桥正后方。这种拓扑结构迫使输入电流与输入电压同相。结果,负载在交流电源看来是一个纯无源负载电阻。对于较高的功率水平,可以使用交错式拓扑结构。最常见的是双通道交错操作,这与让两个升压转换器并联并分担负载并无不同。在PFC之外,类似方法称为“多相”。对于电流在不同的并联降压电路之间分配,并且输出合并在一起的情况,降压型调节器会使用术语“多相”。在PFC中,此功能不使用术语“相位”,原因是它会引起很多混淆。多相用于一个以上相位交流电源输入的PFC电路。因此,描述负载功率在多个并联升压拓扑结构之间分配时,术语“交错”更常用。

为了实现非常高的电源效率,也可以不使用电桥。这种情况下可以省去二极管桥式整流器。在有二极管桥式整流器的交错操作中,两个通道在每个开关周期之后交替工作。但是,在无电桥拓扑结构中,一个通道在交流输入电压的正半波周期中切换,另一个通道在负半波周期中切换。图1给出了这三个基本电路的原理图。最上方显示最简单的实现方案,中间显示交错概念,最下方显示无电桥配置。当然,还有很多其他电路方案都是可行的。例如,对于高功率和高效率操作,可以将交错式操作与无电桥配置结合起来。显然,这种设计需要许多元件,可能会变得相当复杂。ADP1047设计用于单通道PFC,ADP1048则提供交错式和无电桥操作能力。为此,它提供均流功能和两个不同的PWM输出信号。

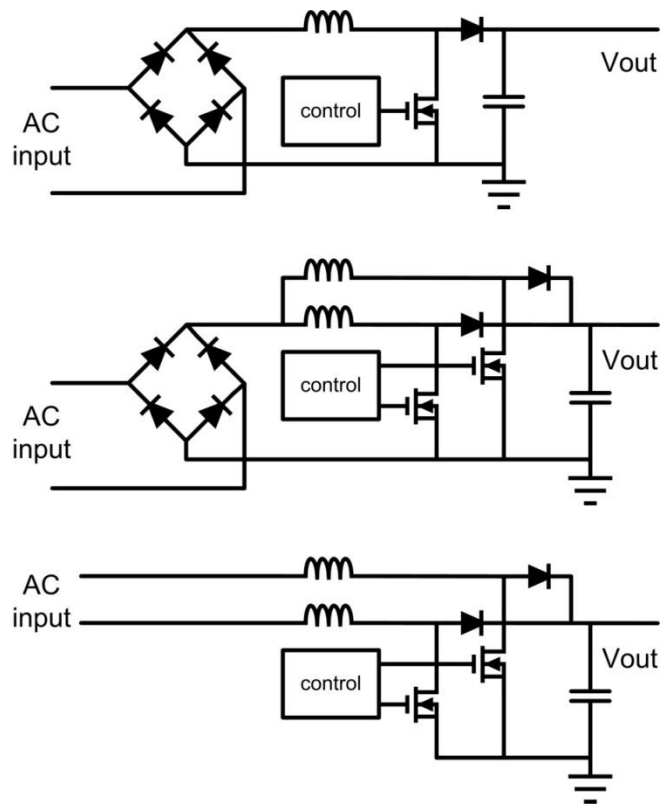


图1. 不同PFC电路

### 使用数字PFC控制器的灵活性

多数PFC转换器是模拟型系统。然而，利用当今的数字式衍生产品，例如ADI公司的ADP1047和ADP1048，设计人员可以获得数字产品提供的极大灵活性。用可编程数字滤波器代替硬件元件，便可针对高速工作优化环路稳定性，使电路足够稳定。虽然这些器件采用均流模式控制环路，但实际上有多个不同的环路可以独立编程。其中存在低线和高线电流滤波器，以及快速电压补偿滤波器。

可以设置PFC的输出电压，使其根据负载电流而变化。这样可以提高整个系统的电源转换效率。此外，还可以非常细致地调整软启动特性。

## 监控系统输入端的电压和电流很有价值

除了数字控制环路以外，ADP1047和ADP1048还提供精确的电压和电流监控功能。它们能检测输入和输出电压，以及输入电流。检测到的模拟值通过模数转换器转换为数字值。电感电流(等于输入电流)既可利用电流检测电阻直接测量(精度最高)，也可利用两个电流互感器和功率开关/升压二极管串联间接测量。无论使用何种检测方法，都可以在系统中校准检测以提高测量精度。这种校准通常是与生产测试一起完成，校准值存储在ADP1047和ADP1048的EEPROM中。除电压和电流外，还可以校准外部温度传感器。

测得的电压和电流相关信息用于操作、控制和保护，但也可通过PMBus提供给系统中的其他电路用于监控。PFC的输入功率具有特别重要的意义，因为它能提供关于系统潜在故障的信息。为了帮助系统安全可靠地工作，可以设置不同的中断，如标志等。电压和电流信息以及寄存器设置可以通过集成的PMBus接口访问。

## 图形用户界面使设计无需编程技能

富有经验的电源设计工程师通常不擅长编写代码，因此，该PFC解决方案采取的办法是把电路的数字方面缩减为易用的图形用户界面(GUI)。图2所示为该软件的屏幕截图。所有可以更改的参数皆以图形化方式显示在不同的设置和

监控屏幕上。这样，评估和编程设置ADP1047和ADP1048更为安全，因为与一般微控制器或数字信号处理器编程相比，这些芯片的内部状态机减少了用户犯错的空间。

展示GUI能力的一个例子是调整软启动特性。单击鼠标便可调整启动的输入电压阈值。随后设置浪涌电流时间延迟。浪涌控制用于在电路启动之前，对PFC电路的输出电容进行预充电。这常常是通过继电器或MOSFET实现。图2所示屏幕截图的中间显示，调整此浪涌时序是何等简便。图2下方显示，用户可以调整软启动功能本身的行为。对此，启动前的额外延迟时间和输出电压的上升时间均可调整。



图2. 图形用户界面简化设计

## 对电机控制应用的助益

在电机控制应用中，ADP1047/ADP1048有两个特性尤其有用。一是通过精密功率监控检测系统故障，二是即时调整PFC输出电压的能力。根据电机驱动状态，可以调整电压以提高效率而不影响性能。这些“智能电压”设置可用于电机暂停或以超低功率运行的情况。图3显示包含在电机控制架构中的PFC原理图。

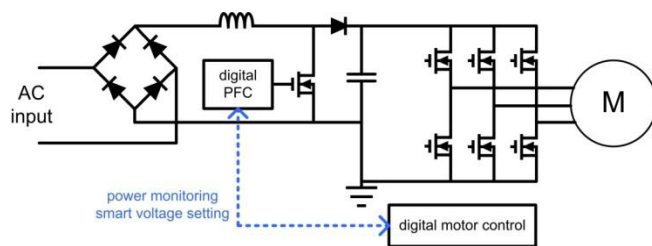


图3. 电机控制应用

### PFC易于使用

若使用合适的控制器IC和恰当的支持软件，实现数字PFC解决方案并不一定需要经历艰难的学习曲线。对于电机控制等动态应用，这种实现方法极具价值。

### 资源

分享本文

