

基于 56F8300 数字信号控制器实现的数字 AC/DC 开关电源

作者 : Bill Hutchings

1 开关电源的系统原理

1.1 SMPS 的系统原理

电源的主要目的是在不同的输入电网条件下给负载提供规范且稳定的电力, 开关电源由于高效率和高能量密度, 已广泛应用于办公设备, 计算机, 通讯系统及其他应用领域。

由数字信号控制器上运行的软件全数字化控制的开关电源具有很多优点。超过了数模混合型处理器实现效果。这些优点包括可编程性、适应性、减少元件数量、设计可沿续性、独立处理、先进的校正能力及良好的性能。Freescale 半导体的 56F8300 器件结合了很多新特点。下面的应用是基于 56F8300 全数字化控制的高频开关电源。它有两个子系统组成: 带软开关的功率因数校正系统和带倍流及同步整流的移相全桥系统。此技术文档提供了该样机的操作原理和开关电源的相关设计。软件和硬件的详细介绍, 相关设计图表及其他技术参数参见第 1 章。

目录

1	开关电源的系统原理	1
1.1	SMPS 的系统原理	1
2	样机硬件的相关设计	4
2.1	样机硬件装置的概述	4
3	SMPS 系统构成	5
3.1	功率板的系统构成	5
3.2	控制板的系统构成	6
3.3	数字 PFC 算法的系统设计	7
3.4	直直变换器的系统设计	10
3.5	PFC 控制器软件结构	12
3.6	DC/DC 控制器的软件结构	13
4	样机运行和开发接口	15
4.1	JTAG 调试端口和 SCI 端口连接	15
4.2	JTAG 功能	15
4.3	SCI 通讯功能	17
5	总结	18
	附录 A 参考文献	19

1.1.1 概述

通过使用全数字控制，开关电源系统变得更加灵活，而且可以实现复杂的控制算法，这些算法提高了效率，降低了成本。基于数字控制器的开关电源结合了高性能数字处理和电力电子技术，为电力电子设计提供了一种新方法，并且满足了开关电源对高级控制和通讯能力的需要。此参考设计使用 Freescale 的 MC56F8323 芯片完成输入功率因数校正和移相全桥直直功率变换，且效率高、成本低、设计灵活。

1.1.2 设计理念

此系统由两部分组成：原边为带功率因数校正功能的 AC/DC 变换器，副边为全桥 DC/DC 变换器。AC/DC 系统采用交错 PFC 升压控制结构，其中包括一个全桥整流器、两个交错并联升压 PFC 电路和两个辅助开关管，以及用于实现主开关管零电压开关的辅助网络，进一步降低元件应力，提高效率，从而可以取消输出二极管的反向恢复。DC/DC 变换器使用带倍流整流的零电压开关管移相全桥控制结构，此功能在软件中实现。它降低了滤波器的尺寸，提高了效率。设计的高级功能要求和性能要求包括：

- 输入电压：85—265 VAC
- 输入频率：45—65 Hz
- PFC 开关频率：100 KHz
- 直流总线电压：380 V
- 输入功率因数：> 99%
- DC/DC 开关频率：150 KHz
- 输出电压：48 VDC
- 最大输出功率：500 W

基于 56800E 的开关电源的电路如图 1 所示。整个系统由两片 MC56F8323 芯片完成所有控制功能。前级装置实现对功率因数校正的所有控制，包括两个主开关管和两个零电压开关管；次级实现对 DC/DC 移相全桥变换的所有控制，其包括四个主开关管、两个同步整流器。为实现功率因数校正和 DC/DC 变换，软件要实现的功能有：功率系统里的两个数字 PI 调节器、所有开关控制、软启动、为主功率因数校正的数字正弦基准、通讯功能、电源保护和监测等功能。

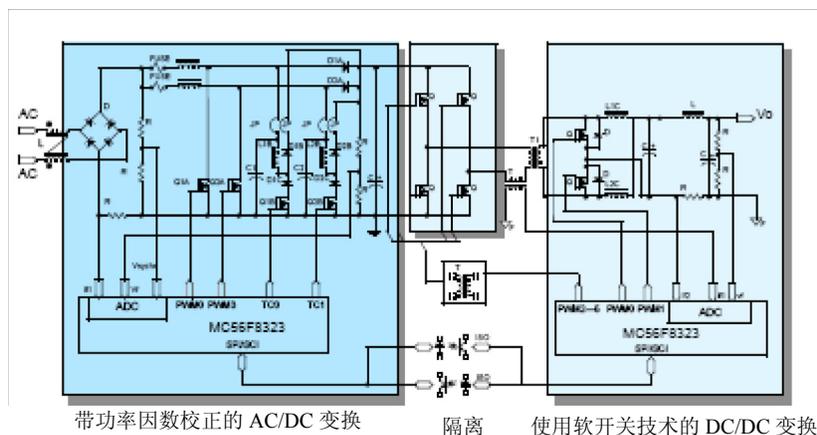


图 1. AC/DC 开关电源框图

1.1.3 数字化 PFC 系统设计

主电路是两路单管 PFC 交错并联的形式，即两组变换器运行在交错开关工作状态下，其系统框图如图 2 所示。主电路由 Q1/Q2、D1/D2、L1/L2 以及滤波电容 C 组成，输入侧还包括输入 EMI 滤波、输入继电器以及二极管全波整流电路。另外为了实现主功率管的零电压开关，加入两个辅助开关管 VT3/VT4。

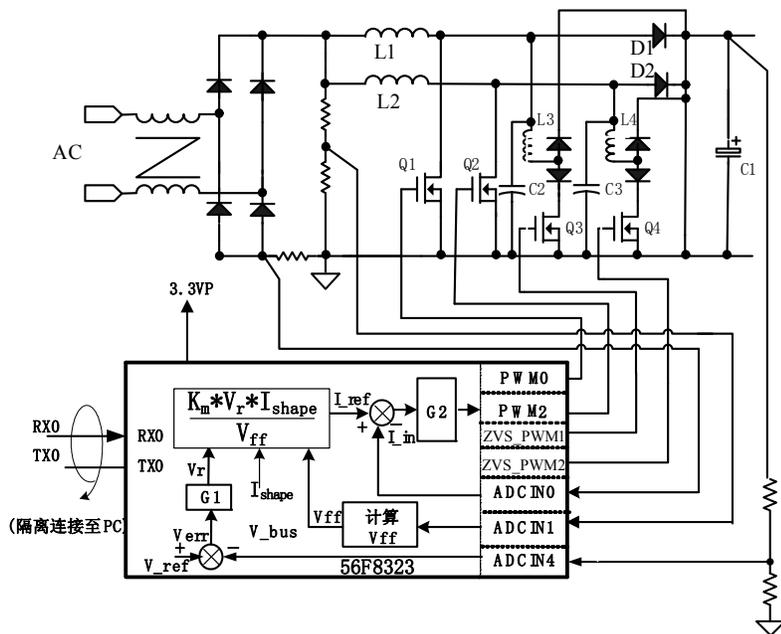


图 2. PFC 电路系统框图

基于 MC56F8323 的 PFC 应用模块系统中，数字控制器采样全波整流电压 V_{rect} 、输入电流 I_{in} 和输出直流母线电压 V_{bus} 。三个模拟信号通过 MC56F8323 转换成数字采样。在两个控制环中，控制算法使用这些信号完成 PFC 和整流功能。外环电压环 G1 保证了输出电压稳压在给定值，电压环的输出决定电流环给定的形状，即保证输入电流的正弦化；输入电压的采样不仅决定输入电流的过零点，保证电流与电压相位的一致，同时输入电压前馈也加速了输入变化时系统的响应速度。内环电流环 G2 的速度较快，将输入电流采样值与电流环给定相比较，经电流环的 PI 调节器产生变化的占空比参数，最后通过 PWM1/2 给出主功率开关管控制波形，最终达到输入功率因数校正并稳定输出电压的目的。

零电压转换技术用来实现主开关管的零电压开关和二极管的零电流开关，降低了二极管的 di/dt ，因此降低了系统中开关管的损耗和 EMI 的热量。操作原理是通过在每个开关管的两端并联一个缓冲电容限制开关管的 dv/dt ，实现主管的零电压关断。在主管开通之前通过附加的 ZVS 辅助电路将其缓冲电容上的电荷释放到零，实现主管的零电压导通。主开关管零电压开通后，辅助电路立即停止工作。即辅助电路只是在主开关管将要开通之前的特定一段时间内工作。

1.1.4 移相全桥直直变换器系统设计

移相全桥直直变换器结合了零电压准谐振技术和传统 PWM 变换技术的优点。它工作频率固定，利用 LC 谐振使主开关管零电压开关。控制简单、开关损耗小、可靠性高。它应用倍流同步整流技术，与传统的全波整流相比，具有占空比丢失少、副边整流管没有反向恢复问题及前级两桥臂实现 ZVS 差异小等优点。

主电路如图 3 所示，主要包括四个功率开关管 Q1 ~ Q4、主变压器 Tr、隔直电容 Cr、副边同步整流管 Q5 和 Q6、副边滤波电感 Lf1 和 Lf2 和输出滤波电容 Cf。输入电压是 380 V，PWM 开关频率 150 kHz。忽略

死区时间，两个开关器件成 180° 互补导通。通过实时改变移相角的大小来实现变换器的稳压输出功能。当 $\alpha = 0^\circ$ 时， Q_1/Q_4 或 Q_2/Q_3 同时导通，输出电压达到最大值；当 $\alpha = 180^\circ$ 时， Q_1/Q_2 和 Q_3/Q_4 同时导通，输出电压为零。系统采样三路模拟信号，包括输出电压 V_o 、原边电感电流 i_L 和输出电流 i_o ，给副边 DSP 芯片的 ADC 输入。电感电流的采样信号被送入硬件保护电路，保护电路的故障输出信号连接至 DSP 的中断响应。控制器的软件实现电压环电流环，作为控制算法的基础。在控制软件里，通过对输出电压的给定值和采样值的比较，产生一个误差信号。电压环组成一个 PI 调节器，它的输入是一个输出电压的误差信号，它的输出作为电流环的参考值。在主电感电流和它的参考值之间的误差信号作为电流环 PI 调节器的输入。PI 调节器的电流环输出作为移相角 α 控制信号。C56F8323 的 PWM1 — PWM4 输出驱动信号，其死区时间和占空比固定，根据移相 α 大小的调节来稳定输出电压。同步信号和主驱动信号的关系使得同步驱动信号很容易产生。数字直变换器的软件也驱动 LED 电路来显示输出电压值，保护输出电流，并实现与 PC 机通讯。

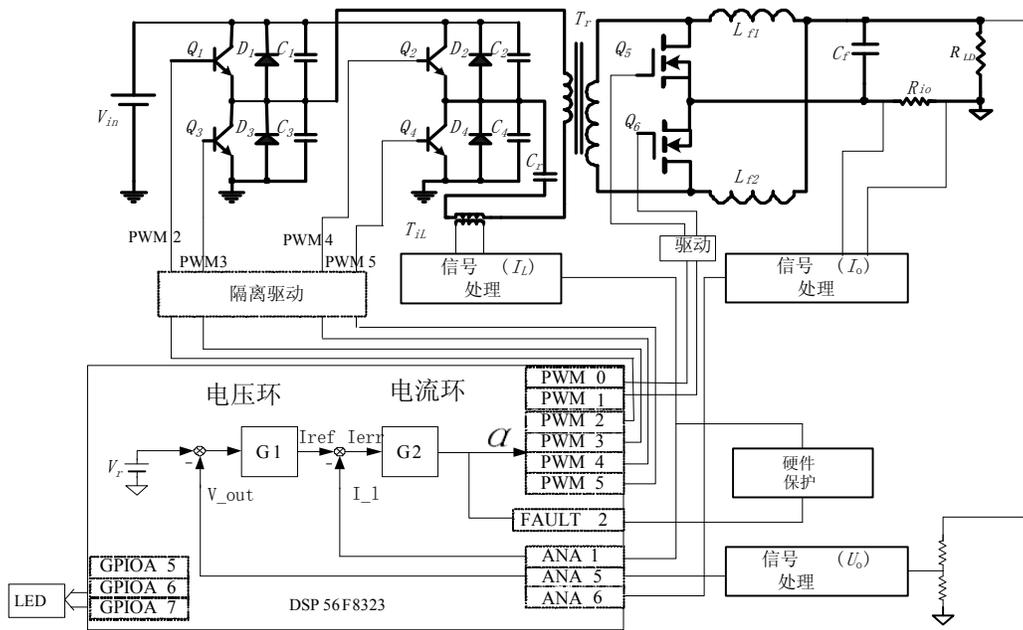


图 3. 数字化控制移相全桥变换器的框图

2 样机硬件的相关设计

2.1 样机硬件装置的概述

样机由印刷电路板、有源器件、无源器件及散热板构成，放置在透明盒子里。在右侧有一个输入电源插座，左侧有一个输出负载连接器，样机前面有个开启按钮。

在这个盒子中，纵向有三层：底层是散热器、中层是功率主板、顶层是应用 MC56F8323 芯片的两个控制板。图 4 为样机的图片，图 5 具体展示了纵向的三层板。



图 4. SMPS 系统样机（俯视图）

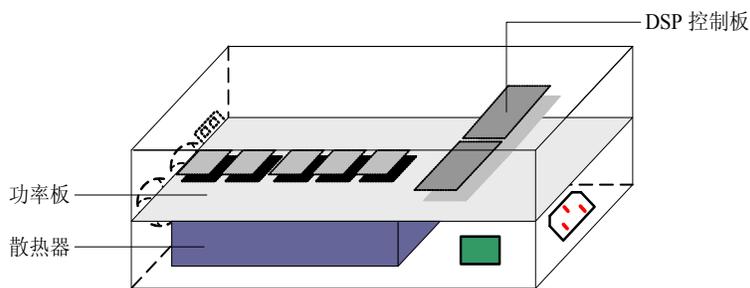


图 5. SMPS 样机单元简化框图

3 SMPS 系统构成

3.1 功率板的系统构成

SMPS 硬件系统由电源输入电路、辅助电源电路、PFC 原边功率电路、DC/DC 副边功率电路，以及前后级之间的 SCI 通讯电路组成。PFC 单元包括 PFC 驱动电路、PFC 主电路，PFC 模拟信号采样电路；DC/DC 功能块包括 DC/DC 驱动电路、DC/DC 主功率电路以及 DC/DC 模拟信号采样电路。为支持将来的样机扩展开发，这里有第二套光耦驱动电路，它支持变化的占空比驱动信号，这部分在样机里未安装。参考手册里有详细示意图及讲述；见附录 A。

功率板功能块见图 6。APC 电路为 SMPS 控制系统提供数路辅助电源，包括为原边提供 +5 V/+12 V/-12 V 电源，为副边提供 +5 V/+12 V/-12 V/+20 V 电源。PFC 电路的 ADC 电路包括提供输入电流 I_i 、输入电压 V_i 、输出总线电压 V_{bus} 。软件的控制算法里用到这些参数。输入电源的继电器控制也通过 MC56F8323 来实现。PFC 主功率电路由两组交错并联的升压电路组成。PFC 零电压开关电路是实现主开关管零电压开关和升压电路中的二极管零电流开关、以降低二极管的 di/dt 的辅助电路。PFC 系统和 PFC 零电压开关系统的驱动电路均通过专用驱动芯片 IR2125 实现。

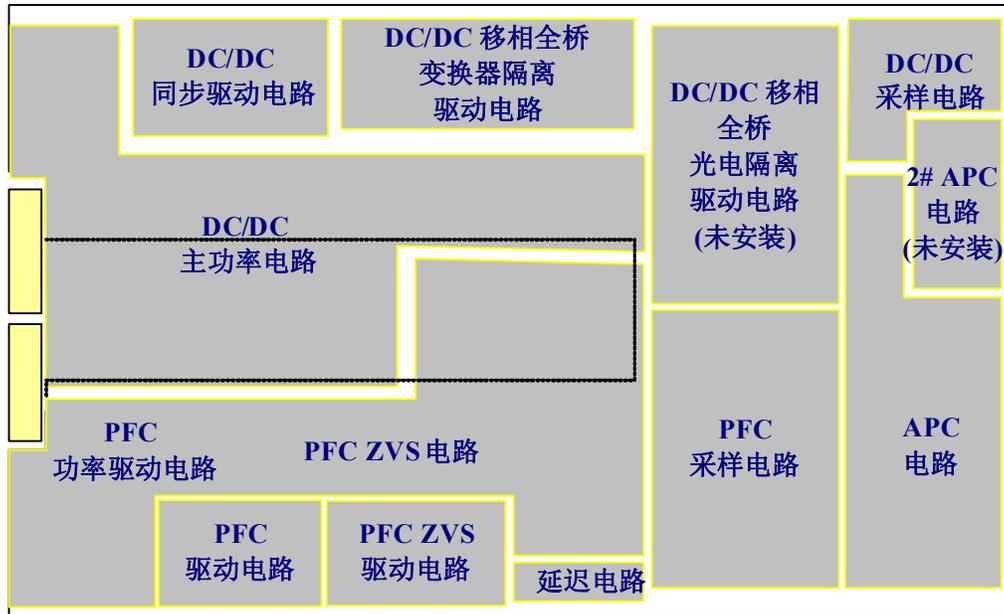


图 6. 主板的功能模块

3.2 控制板的系统构成

整个系统由两部分组成：功率因数校正电路和直直变换电路。控制板用于控制两个系统。前后级的控制板采用兼容设计，只是处理器所运行的软件不同。

控制器板包含六个子系统：

- CPU 单元
- ADC 单元
- 功率供应电路
- DAC 电路
- LED 显示电路
- 输出信号接口

系统电路如图 7 所示，所示为六个子系统和部分插座的连接关系。

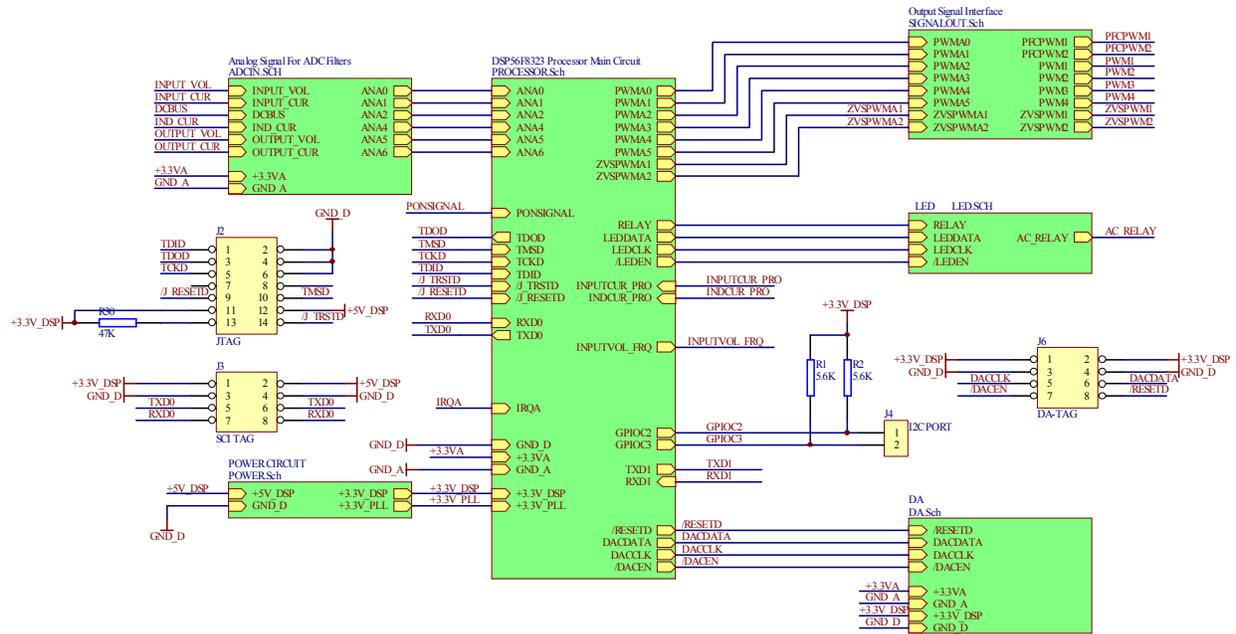


图 7. 控制板上各子系统间的连接

控制板的功能分块区域如图 8 所示。CPU 电路包括 MC56F8323 主控制芯片、简单的外围电路以及 ADC 电路。ADC 电路采样六路模拟信号，其中三路用于 PFC 控制、三个用于直直变换控制。电源电路把 +5V 的直流电变换成 +3.3V 的稳定电源供给 MC56F8323。DAC 电路与控制无关仅用来控制系统调试。DAC 电路也用于显示系统参数，如输入电压、输入电流、输出电压和输出电流。信号输出电路把 +3.3V 输出电压转换成 +5V 输出电压，像 PWM 输出信号那样。使用通讯辅助板来完成通讯功能，如 SCI/JTAG 引脚插座。连接插针用来连接控制器板和主功率板，各部分的详细介绍见设计参考手册，见附录 A。

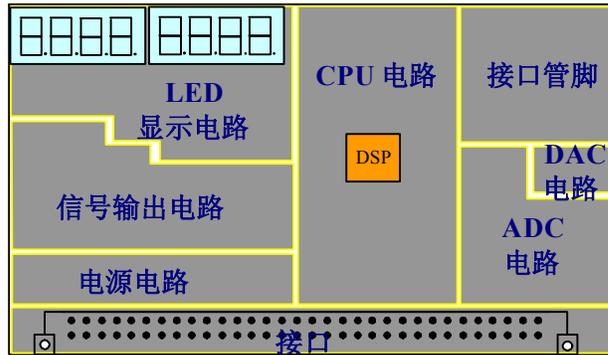


图 8. 控制板的功能划分区域

3.3 数字 PFC 算法的系统设计

功率因数的定义是有功功率与视在功率的比值。假定输入电压是理想的正弦波，功率因数可以定义为电流失真因数和移相因数的乘积。因此，功率因数校正电路的主要要求是：

- 控制电感电流，使输入电流基波和输入电压同相位
- 控制输出电压确保输出电压的稳定

满足这些要求需要两个控制闭环，电压环和电流环，来控制电路。电压外环实现输出直流电压跟随给定电压，电流环内环通过采样电感电流实现电流跟随给定的标准正弦电流以降低输入谐波电流。

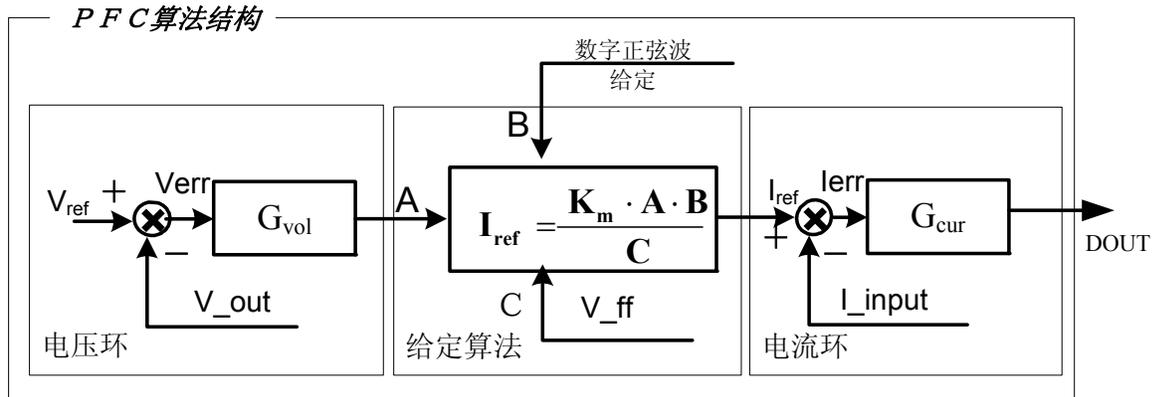


图 9. 数字 PFC 算法结构设计

根据 PFC 理论，PFC 算法分为三个部分：

- 电压外环，实现输出电压跟随给定电压 - 即恒压稳压输出
- 给定算法，实现电流参考值跟随正弦参考值和恒定功率前馈
- 电流内环，实现输入电流跟随给定电流

3.3.1 电流给定算法

在传统 PFC 模拟控制算法中，电流的波形给定是以输入电压波形作为依据，同时为了达到恒功率电流均值控制，电流环的给定将输入电压有效值平方作为倒数，如公式 1 所示

$$i_L^* = \frac{K_m \cdot v_{vo}}{V_{ff}^2} V_s |\sin \omega_0 t|$$

公式. 1

式中：

K_m 为比例常数

V_{vo} 为电压调节器的输出

V_s 为输入电压的瞬时值

V_{ff} 为前馈电压的有效值

在模拟实现的 PFC 算法中，由于将输入电压波形作为输入电流的波形给定，这样就势必将输入电压的纹波带入输入电流控制，将较大程度地影响电源的输入功率因数校正效果。此外，由于输入电压作为电流给定，为完成输入电压恒功率前馈作用，使得电流给定算法中的分母为输入电压有效值的平方，这样也会在数字算法中带来额外的计算开销，占用 DSP 计算资源。在基于 DSP 纯数字控制中，由于正弦给定可以方便地由 DSP 内部软件完成，不仅给定波形为纯净正弦，不受输入电压的影响，其算法结构也相对有了一定程度的简化。

$$i_L^* = \frac{K_m \cdot v_{vo}}{V_{ff}} I_{shape}$$

公式. 2

式中:

I_{shape} 为 DSP 软件程序生成的纯正弦给定

K_m 为比例常数

V_{vo} 为电压调节器的输出

V_{ff} 为前馈电压有效值

在输出电压、输出功率相同的条件下, 采用数字给定算法时输入电流谐波 ATHD 明显小于在模拟给定算法情况时的结果, 功率因数 PF 在数字给定时也明显大于在模拟给定时时的结果。

正弦给定可以方便地由 DSP 内部软件完成, 输入电流的正弦化程度有了明显提高, 即使输入电压具有较大的谐波, 系统的输入电流仍可保持较好的正弦输入, 取得较好的功率因数校正效果。此外对模拟算法而言, 计算电流给定的算法中分母为输入电压有效值的平方, 数字算法不要求输入电压的平方, 所以算法结构也有了一定程度的简化

3.3.2 电压环和电流环设计

由于 PI 调节器算法简单、可靠性高, 一直被广泛应用于工业控制, 本文的电压环和电流环调节器均采用成熟的 PI 算法。

进行离散化处理后的电压环结构如图 10 所示。

K_{vs} 为输出电压采样系数

$G_{VEA}(Z)$ 为离散控制传递函数

$G_{vh}(Z)$ 为离散功率传递函数。

在得到离散化的功率传递函数后, 还需考虑离散化的控制传递函数。

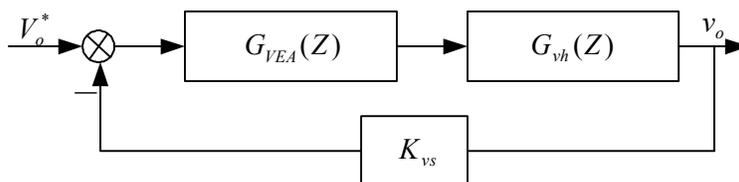


图 10. 离散化的电压环结构

由于电压调节器采用 PI 调节器, 则有

$$\begin{aligned} G_{VEA}(z) &= K_{pv} + \frac{K_{iv}z}{z-1} \\ &= \frac{(K_{pv} + K_{iv})z - K_{pv}}{z-1} = K_p \frac{z - \xi}{z-1} \end{aligned}$$

公式. 3

式中：

K_{pv} 为电压环的比例调节系数

K_{iv} 为电压环的积分调节系数

K_p 和 ξ 为两个临时变量

$$K_p = K_{pv} + K_{iv}, \quad \xi = \frac{K_{pv}}{K_{pv} + K_{iv}} \quad \text{公式. 4}$$

因此电压开环传递函数为：

$$G_{vopen}(z) = K_{vs} G_{VEA}(z) G_{vh}(z) \quad \text{公式. 5}$$

为抑制输出电压的二次谐波作用在电流环上，电压环必须抑制谐波电压使其范围在 100 至 120 Hz。取电压开环的截止频率为 20 Hz，相角裕度为 45°。根据开环传递函数的特性，可以求出电压环的比例和积分控制系数。电流环也同为 PI 调节器，其设计思路和推导步骤与电压环类似。

表 1. PFC 系统 PI 参数

调节环	参数	符号	数值
电压环	比例系数	K_{pv}	5
	积分系数	K_{iv}	0.007
电流环	比例系数	K_{pi}	0.17
	积分系数	K_{ii}	0.044

3.4 直直变换器的系统设计

忽略死区时间，每个桥臂的两个开关器件成 180° 互补导通。通过改变移相角 α 的大小来实现输出恒定电压。当 $\alpha = 0^\circ$ 时， Q_1/Q_4 或 Q_2/Q_3 同时导通，输出电压达到最大值；当 $\alpha = 180^\circ$ 时， Q_1/Q_2 和 Q_3/Q_4 同时导通，输出电压为零。三路模拟信号被采样送入 MC56F8323，分别为输出电压 V_o 、原边电感电流 i_L 和输出电流 i_o 。

3.4.1 直直变换器的算法

直直变换器系统的算法采用经典的双环控制算法，包括电压外环和电流内环，输出电压采样值与内部电压基准比较生成电压误差信号 V_{err} ，经过调节器构成电压外环；电压外环输出作为电流内环基准，与原边电感电流采样信号比较，经过调节器构成电流内环，电流环的输出即为有效占空比信号，根据计算得到的占空比可由软件产生各路移相控制的 PWM 信号和同步管控制 PWM 信号。

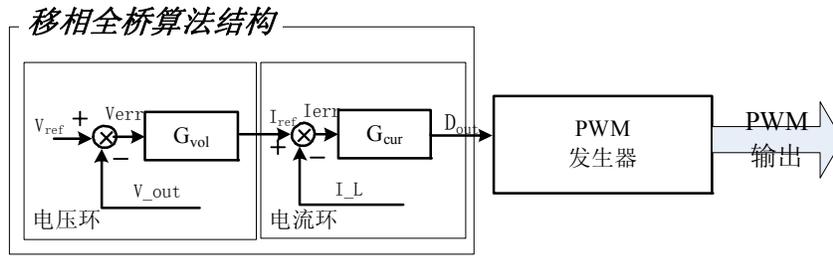


图 11. 数字化控制的移相全桥变换器

3.4.2 电压和电流环的设计

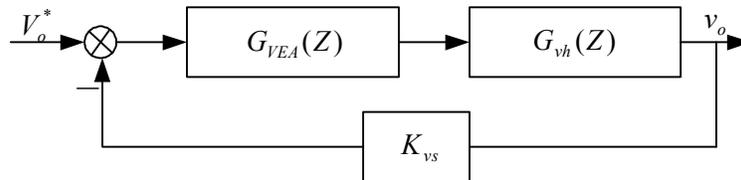


图 12. DC/DC 环控制结构

在本设计中，电压环和电流环均采用 PI 调节算法。基于 MC56F8323 实现的控制是离散数字控制系统。因为控制结果可以根据采样值计算出来，PI 调节的传递函数如公式 6 所示。

$$\begin{aligned}
 U(n) &= K_p \times E(n) + I(n-1) \\
 I(n) &= I(n-1) + K_i \times E(n) + K_{corr} \times E_{pi} \\
 E_{pi} &= U_s - U(n)
 \end{aligned}
 \tag{公式. 6}$$

其中，

$$U_s = \begin{cases} U_{\max} & U(n) \geq U_{\max} \\ U_{\min} & U(n) \leq U_{\min} \\ U(n) & \text{else} \end{cases}
 \tag{公式. 7}$$

$U(n)$: 第 n 个采样值的计算结果

$E(n)$: 采样第 n 个样本值时的变量误差

$I(n)$: 前 n 个样本值的积分量

$I(n-1)$: 前 $n-1$ 个样本值的积分量

K_p : 比例系数

K_i : 积分系数

SMPS 系统构成

K_{corr} : 抗饱和系数

E_{pi} : 抗饱和项

$K_{corr} \times E_{pi}$ 仅当 $U(n)$ 超限时起作用，正常情况下 $E_{pi}=0$

电压环和电流环的参数可以通过仿真和试验证实。在宽输入电压情况下，为确保最佳系统性能，当输入电压为 110 V 和 220 V 时，采用不同的参数。这种变参数的控制思路可以在数字算法中得以实现，而在模拟算法中则不能实现。为 PFC 电流提供相位基准，输入电压过零的捕捉信号被发送到控制器。样机同时完成保护功能、输入相位控制、LED 显示功能及计算机与副边控制器的 SCI 串行通讯。

表 2. DC/DC 系统 PI 参数

调节环	参数	符号	数值
电压环	比例系数	K_{pv}	0.195
	积分系数	K_{iv}	0.004
电流环	比例系数	K_{pi}	0.42
	积分系数	K_{ii}	0.001

3.5 PFC 控制器软件结构

基于 56F8323 的 PFC 模块系统，数字化控制器使用 ADC 外围来采样输入电压，输入电流以及来自全波整流的输出电压。经过两个环的算法计算后，MC56F8323 软件使用 PWM 外围发送 PFC 主功率电路的所有驱动信号。

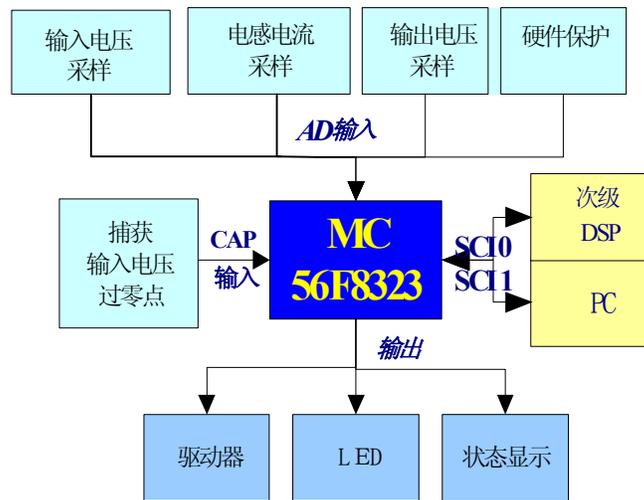


图 13. PFC 控制软件的结构

原边基于 MC56F8323 的 PFC 控制主程序功能包括：

- 初始化程序
- 电压环中断
- 电流环中断

图 13 为系统软件结构图。主程序初始化 ADC、PWM 和定时器外围，然后等待中断去执行控制环。在电压中断中执行电压环计算。根据电流参数，在电流环中执行电流环计算。如果发生故障中断，表明系统有一个故障产生，硬件控制器会自动屏蔽所有脉宽调制输出，以保护硬件的 PFC。

表 3. 功率因数校正的控制程序任务分配

DSP 主频率		60 MHz
单指令周期		16.67 ns
PWM 开关频率		100 kHz
采样频率		100 kHz
A/D 转换时间		1.7 μ s
中断名称	中断频率	中断任务
电压环	定时器 10 kHz	计算电压环 PI 值 电压环输出 计算输入电压的平均值
电流环	定时器 100 kHz	启动 ADC; 计算给定电流值; 计算电流环的 PI 值 刷新 PWM 计数值 产生 ZVS_PWM
故障中断	故障触发	关闭系统
RS232 通讯中断	故障触发	从次级 DSP 接收通讯数据; 从次级 DSP 设定开关或保护指令

3.6 DC/DC 控制器的软件结构

在基于 MC56F8323 的 DC/DC 系统模块中，数字控制器使用内部 ADC 的外围去采样输出电流信号、电感电流及输出电压信号。经过两个环的算法计算后，控制器软件使用 PWM 外围发送 DC/DC 主功率电路的驱动信号。PWM 使用固定占空比的驱动信号和相移技术以输出稳压。同时，根据同步信号和主驱动信号之间的逻辑关系输出同步管的驱动信号。因为数字控制器根据数字逻辑来执行主管和同步管驱动信号，所以可以既轻松又简单地完成。数字化 DC/DC 变换器的软件还包括输出电压的 LED 显示、输出电流的软件保护以及 PC 机与前级串行通信。

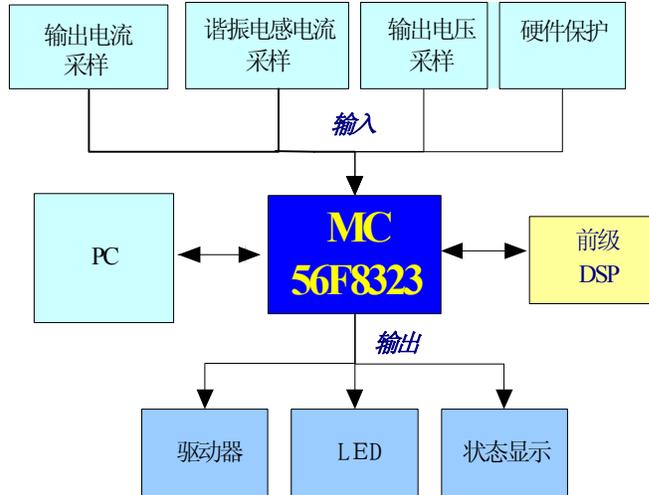


图 14. DC/DC 控制的软件结构

基于 DC/DC 模块的控制器的主程序包括：

- 初始化程序
- 电压环中断
- 电流环中断

系统的软件结构如图 14 所示。主程序初始化 ADC 外围、PWM 和定时器，然后等待控制回路产生中断。电压环的常规中断服务程序计算电压环控制算法并修改脉宽调制相应设置。电流环的常规中断服务程序根据电流给定值计算电流环。如果发生中断故障，中断发生，该控制器的硬件自动屏蔽所有脉宽调制输出，以保护硬件的 PFC。

表 4. DC/DC 控制器的控制资源分配

DSP 主频率		60 MHz
单指令周期		16.67 ns
PWM 开关频率		150 kHz
采样频率		50 kHz
A/D 转换时间		1.7 μs
中断名称	中断频率	中断任务
电压环	定时器 25 kHz	软件保护判断和控制 计算电压环 PI 值 计算输出电压的平均值和输出电流的平均值
电流环	定时器 500 kHz	启动 ADC 计算电流环 PI 值，获得新的占空比 刷新主功率电路和同步驱动信号 产生 ZVS_PWM 信号
故障中断	故障触发	关闭系统 向前级控制器传递通讯数据

4 样机运行和开发接口

这部分包含样机如何运转的一个简单的说明，它也说明了一些支持软件开发和展示系统性能的开发接口，这些开发接口在样机常规运行中并不是必要的。

该单元的运作很简单。当来自外部电源加电时，控制器上电，并进行硬件自检。在这之后，系统查询电源开关状态，如果按下电源开关按钮，控制器软件启动，开关电源开始为负载提供输出功率。

在运行中，控制器上的 LED 能够显示系统的操作参数。PFC 控制器从左至右依次显示输入电压大小和直流总线电压。DC/DC 控制器从左至右依次显示输出电压和输出电流的参数。在运行中，SCI 通讯端口提供状态数据并接受来自 PC 机的通讯控制。

设计支持 JTAC 接口提供的调试功能。为保障调试模式的安全运行，通过断开电源板上的 J14 连接器可以使主电源和主功率电路隔离。

断开供电按钮，来关闭样机；DSP 切断主电源，总线电压下降。只要电源线是插上的，控制器将会仍然保持上电状态。

这个应用程序的注意事项：

- 在控制板完全启动起来之后按下电源开关按钮
- 在样机完全关掉前不要拔下样机的电源线
- 软件调试应在电源连接器 J14 断开的状态下执行。如果 J14 在连接状态，必须保证处理器在关键时刻也不会停止运行，方能使用实时工具执行软件调试。

4.1 JTAG 调试端口和 SCI 端口连接

通过 JTAG 端口，CODE WARRIOR 集成开发环境支持强大的调试和软件开发功能。图例中包含一个通讯板，它提供混合通信功能，如在电源模块和 PC 机间的 JTAG 调试和 SCI 接口。这些通信接口在高压功率设备与低压电子设备之间提供了必要的电气隔离。

通信系统由两部分组成：

- JTAG，其目的是为软件的调试和编程
- SCI 电路，其目的在于和电脑之间通讯，支持实时调试，并通过软件工具控制

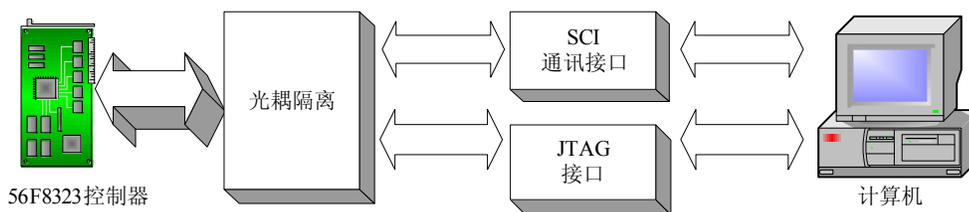


图 15. 通讯板框图

4.2 JTAG 功能

因为 56800 / E 内核集成了 JTAG/EOnCE 功能，用一个简单的接口电路通过并行端口无需任何额外的仿真器，就可以实现 MC56F8323 的调试和编程。为保证安全，通过光耦合器将控制器和电脑之间的所有通讯信号进行隔离。

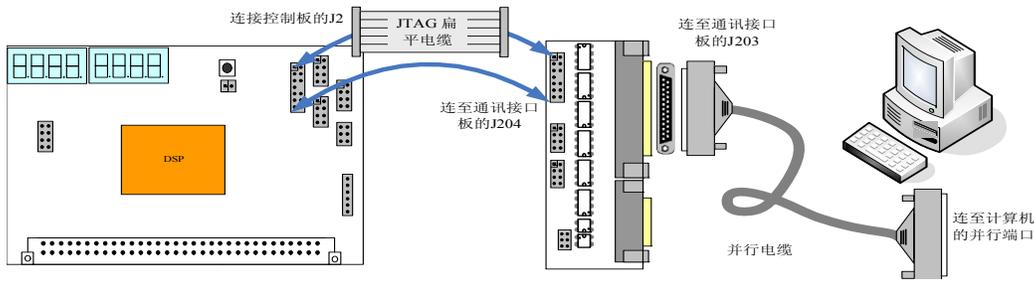


图 16. JTAG 接口连接

JTAG 接口连接为接线图。该单元的 JTAG 平面电缆附件把控制板的 J2 接口和通信接口板的 J204 接口连接起来。通过并行电缆将 JTAG 端口连接到计算机，此并行电缆把通讯接口板 J203 接口与计算机的并行端口相连接。

所有的软件调试或控制程序的更新最好是在功率板电源接口 J14 断开的状态下进行（主功率电源断开），如果 J14 接口处于连接状态，调试控制程序时必须谨慎使用，因为如果控制芯片停止工作或处于未决状态，其控制的功率电路可能会被烧坏。只能由熟悉高压功率电路和软件控制的技术专家才能进行控制器软件的调试。

Code Warrior 集成软件开发环境用于开发应用 Freescale56800/E 控制器。推荐 6.1 版本或更高级的版本。CodeWarrior 开发集成环境的用户界面为软件接口。关于 Code Warrior 的内容见附录 A。

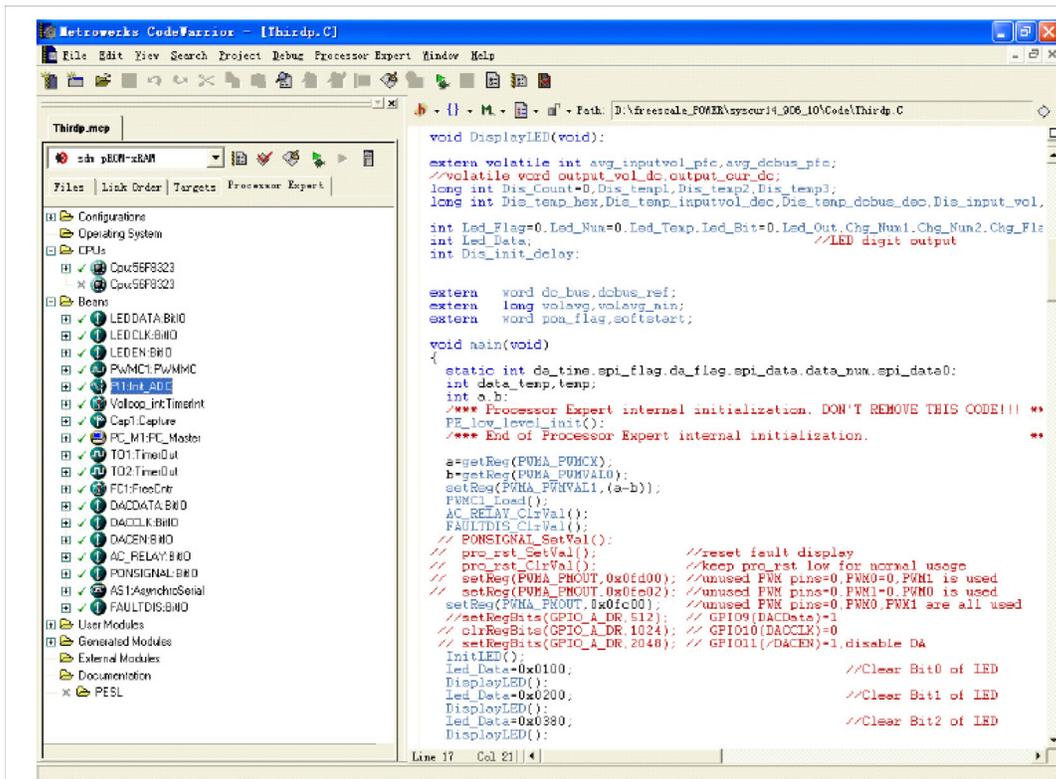


图 17. CodeWarrior 开发集成环境的用户界面

4.3 SCI 通讯功能

这个电路是实行 MC56F8323 和电脑之间的串行通讯。电荷泵电路用来通过计算机的 SCI 通信信号产生 +5V 工作电压，此电压为 RS-232 通讯协议转换专用集成芯片供电。

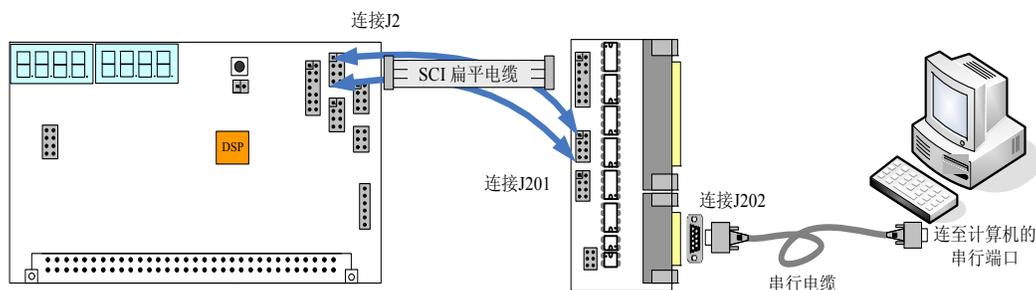


图 18. SCI 通讯接线框图

图 18 为 SCI 通讯接线图。SCI 平面电缆把 MC56F8323 控制器板的 J3 与通信接口板相连。控制器板中 J3 的 1 脚必须连接到通信接口板的中 J201 的 1 脚。在此同时，串行电缆连接通信接口板的 J202 与电脑的串口。

Codewarrior 软件安装完成后即包括用于 SCI 实时调试和控制的 FreeMaster 工具附件。使用 SCI 端口作为通讯渠道，FreeMaster 软件从 MC56F8323 处读取串行数据并直观地显示这些数据。

样机中已包含一个 FreeMaster 接口，样机可通过使用 FreeMaster 软件的数字示波器示图功能来显示目标板的参数数据，也可以用来控制演示样机系统。关于使用方法和 FreeMaster 软件工具的详细资料参见 CodeWarrior 的帮助文件。

使用 FreeMaster 软件，样机参考设计中已包含有 PFC 和 DC/DC 控制的 FreeMaster 项目文件：PFC 控制的项目文件是 pfcsupervisal.pmp；DC/DC 的项目文件是 dcdcsupervisal.pmp。图 19 显示了 FreeMaster 软件的“模拟”示波器显示和变量观测。来自于实时运行 56F8323 处理器的状态数据可以在“模拟”示波器上实时显示和改变。

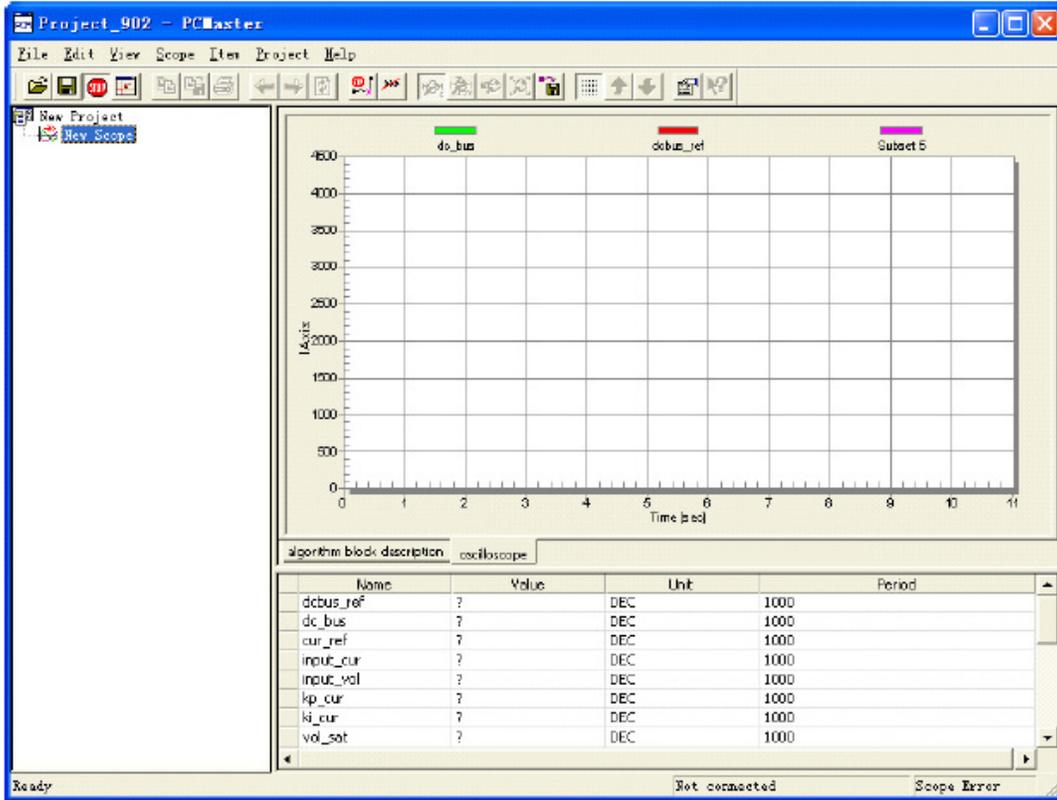


图 19. FreeMaster 串口通信软件

为了保证串行通信的正常使用，必须正确设定 FreeMaster 软件工具，计算机 RS-232 设置应与 MC56F8323 上的 SCI 设置相同。此选项设定在“项目”->“选择”菜单中。在选项设置对话框中，正确的计算机通讯端口和 SCI 配置参数如下：

- 波特率：9600 波特
- 奇偶校验：无
- 数据宽度：8 位
- 停止位：1 位
- 中断信号：禁用
- CTS 和 RTS：禁用

5 总结

本样机参考设计实现了一个完整的高性能全数字 AC/DC 开关电源。如上所示，利用全数字控制，开关电源系统变得更为灵活，也能实现复杂的控制算法，这种算法用模拟控制很难或者不可能完成。基于数字信号控制器的开关电源系统集成了高性能数字信号处理与电力电子技术，为电力电子设计提供了新方法，并提供开关电源系统所要求的典型高级控制及通讯能力。这一参考设计使用 Freescale 的 MC56F8323 完成输入功率因数校正和相移全桥 DC/DC 功率变换，且效率高，成本低和设计灵活。

附录 A 参考文献

1. 56F8300 外围用户手册, MC56F8300UM, Freescale 半导体公司
2. 56F8323/56F8123 数据表, MC56F8323, Freescale 半导体公司
3. 基于 56F8323 的数字 AC/DC 开关电源设计, DRM074, Freescale 半导体公司

为提供最新的信息, 我们文献的修改将最先登在万维网上。您的版本可能是较早的版本。为证实您拥有可用的最新资料, 请查阅 www.freescale.com 或联系您的 Freescale 的代理商。

联系我们：

主页：

www.freescale.com

技术支持网站：

<http://www.freescale.com/support>

美国 / 欧洲或未列出的地点：

Freescale Semiconductor, Inc.
Technical Information Center, EL516
2100 East Elliot Road
Tempe, Arizona 85284
1-800-521-6274 or +1-480-768-2130
www.freescale.com/support

欧洲、中东和非洲：

Freescale Halbleiter Deutschland GmbH
Technical Information Center
Schatzbogen 7
81829 Muenchen, Germany
+44 1296 380 456 (English)
+46 8 52200080 (English)
+49 89 92103 559 (German)
+33 1 69 35 48 48 (French)
www.freescale.com/support

日本：

Freescale Semiconductor Japan Ltd.
Headquarters
ARCO Tower 15F
1-8-1, Shimo-Meguro, Meguro-ku,
Tokyo 153-0064
Japan
0120 191014 or +81 3 5437 9125
support.japan@freescale.com

亚太地区：

飞思卡尔半导体（中国）有限公司
北京市朝阳区建国路乙 118 号京汇大厦 23 层 100022
+86 10 5879 8000
support.asia@freescale.com

索取技术资料：

Freescale Semiconductor Literature Distribution Center
P.O. Box 5405
Denver, Colorado 80217
1-800-441-2447 or +1-303-675-2140
Fax: +1-303-675-2150
LDCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com

文档号：AN3115

第 0 版

2005 年 8 月

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use Freescale Semiconductor products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits or integrated circuits based on the information in this document.

Freescale Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Freescale Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Freescale Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in Freescale Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals", must be validated for each customer application by customer's technical experts. Freescale Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Freescale Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Freescale Semiconductor product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Freescale Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Freescale Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Freescale Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part.

RoHS-compliant and/or Pb-free versions of Freescale products have the functionality and electrical characteristics as their non-RoHS-compliant and/or non-Pb-free counterparts. For further information, see <http://www.freescale.com> or contact your Freescale sales representative.

For information on Freescale's Environmental Products program, go to <http://www.freescale.com/epp>.

Freescale™ and the Freescale logo are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners.

© Freescale Semiconductor, Inc. 2005-2008. All rights reserved.



初稿：本文档可能在未经通知的情况下更新