



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110971117 B

(45) 授权公告日 2020.12.15

(21) 申请号 201911344340.5

(22) 申请日 2019.12.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110971117 A

(43) 申请公布日 2020.04.07

(73) 专利权人 东莞市石龙富华电子有限公司
地址 523000 广东省东莞市石龙镇新城区
黄洲祥龙路富华电子工业园

(72) 发明人 黄子田

(74) 专利代理机构 东莞技创百科知识产权代理
事务所(普通合伙) 44608
代理人 朱晓光

(51) Int.Cl.
H02M 1/42 (2007.01)

(56) 对比文件

CN 104221473 A, 2014.12.17

US 2005047179 A1, 2005.03.03

CN 101860194 A, 2010.10.13

审查员 钟玲娜

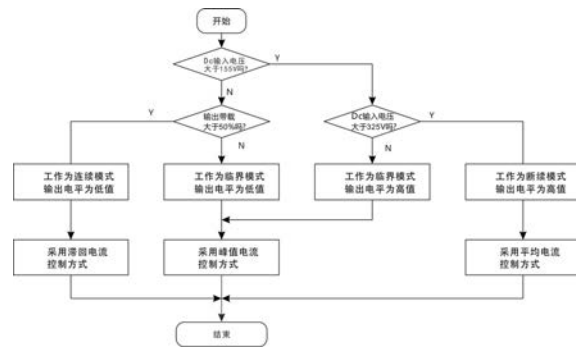
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种开关电源智能多模式功率因数校正方法和电路

(57) 摘要

本发明公开了一种开关电源智能多模式功率因数校正方法和电路,包括智能控制单元、输入电压检测单元电路,整流滤波单元电路之后是BOOST升压单元电路,升压电感L2上增加取样绕组LK;LK连接电感电流及输出功率检测单元,微处理器U3的具有内部ADC功能的输入端检测输入电压、输出电压和电感电流;本发明克服了现有功率因数校正电路模式单一,不能满足大功率小型化医疗电源需要的不足。本发明通过应用微处理器进行程序设计,实现PFC-BOOST电路三种模式智能切换,优势互补,使产品满足美国六级能效和欧盟COC V5 tier 2、高功率密度0.65W/cm³、输入AC80V~AC264V宽电压范围的要求,并且由磁性器件体积的减小使成本下降10%。



1. 一种开关电源智能多模式功率因数校正方法,其特征存于,所述方法包括:

第一步、首先在开关电源的交流电源输入电路中设置输入电压检测单元电路(101),交流电源输入电路之后连接输入整流滤波单元电路(102),之后是BOOST升压单元电路(104),然后在BOOST升压单元电路(104)中的升压电感L2上增加取样绕组LK;取样绕组LK连接电感电流及输出功率检测单元电路(103),开关电源中另设置智能控制单元(100),所述输入电压检测单元电路(101)有输出检测点ACIN和HV,分别接入智能控制单元(100)的微处理器U3的两个具有内部ADC功能的输入端;所述电感电流及输出功率检测单元电路(103)的输出端PFCISEN接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端;

所述微处理器U3的一个具有内部PWM功能的输出端PWM-PFC连接BOOST升压单元电路(104)中的MOS管的栅极;输出电压检测单元电路(106)的输出端BST-VFB接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端;

第二步、接下来在主控单片微计算机U1内部的程序存储器(120)中装载包括电流检测程序模块(201)、输入电压检测程序模块(202)、输出电压检测程序模块(203)、PFC工作模式和电流控制方式判定程序模块(211)、临界模式低值输出程序模块(221)、连续模式低值输出程序模块(222)、临界模式高值输出程序模块(223),断续模式高值输出程序模块(224)、平均电流控制程序模块(241)、峰值电流控制程序模块(242)、滞回电流控制程序模块(243),所述各个程序模块的指令适于由主控处理器(121)加载并执行;

在PFC工作模式和电流控制方式判定程序模块(211)中设定“输出电平为低值”是:当输入的交流电电压开始低于市值标准时,每递减10V,PWM占空比D增加0.02;“输出电平为高值”是:当交流电电压开始高于市值标准时,每递增10V,PWM占空比D减少0.01;

第三步、接下来检测输入电压、输出电压和输出功率;

第四步、当输入的交流电电压低于AC110V,并输出端带载大于50%时,启动连续模式低值输出程序模块(222),使BOOST升压单元电路(104)工作于连续模式,采用滞回电流控制技术,启动滞回电流控制程序模块(243)减小电感电流峰值,提升能源转换效率,然后转第八步;

第五步、当输入的交流电电压低于AC110V,并输出端带载小于50%时,启动临界模式低值输出程序模块(221),使BOOST升压单元电路(104)工作于临界模式,采用峰值电流控制技术,启动峰值电流控制程序模块(242),减少谐波和电磁辐射,然后转第八步;

第六步、当输入的交流电电压大于AC110V,并小于AC230V时,启动临界模式高值输出程序模块(223),使BOOST升压单元电路(104)工作于临界模式,采用峰值电流控制技术,启动峰值电流控制程序模块(242),提升能源转换效率,然后转第八步;

第七步、当输入的交流电电压大于AC230V,时,启动断续模式高值输出程序模块(224),使BOOST升压单元电路(104)工作于断续模式,采用平均电流控制技术,启动平均电流控制程序模块(241),实现最佳能源转换效率;

第八步、持续运行,转第三步;如停止运行,转第九步;

第九步、结束。

2. 根据权利要求1所述的开关电源智能多模式功率因数校正方法,其特征在于,所述临界模式低值输出程序模块(221)是设定恒定的MOS管Q1的导通时间,而关断PWM的时间要实现小于连续模式时的占空比D,根据输入电压低于标准值程度和带负载超过50%的程度确定

关断PWM的时间,再启动峰值电流控制程序模块(242)。

3. 根据权利要求1所述的开关电源智能多模式功率因数校正方法,其特征在于,所述临界模式高值输出程序模块(223)是设定恒定的MOS管Q1的导通时间,而关断PWM的时间要实现大于断续模式时的占空比D,根据输入电压高于标准值程度确定关断PWM的时间,再启动峰值电流控制程序模块(242)。

4. 根据权利要求1所述的开关电源智能多模式功率因数校正方法,其特征在于,在所述平均电流控制程序模块(241)中,微处理器U3已经事先存储了断续模式电流标准值;微处理器U3的PFCISEN输入端对电感电流连续采样8次,都作A/D转换,转换结果去掉最高最低后,取平均值,然后将该值与断续模式电流标准值进行比较,根据差值纠正PWM。

5. 根据权利要求1所述的开关电源智能多模式功率因数校正方法,其特征在于,在滞回电流控制程序模块(243)中,微处理器U3已经事先存储了滞回电流上限值 i_{max} 和滞回电流下限值 i_{min} ,微处理器U3的PFCISEN输入端对电感电流实时采样,当实时电感电流低于滞回电流下限值 i_{min} 时,MOS管Q1导通,当实时电感电流抵达滞回电流上限值 i_{max} 时,MOS管Q1关断。

6. 根据权利要求2或3所述的开关电源智能多模式功率因数校正方法,其特征在于,在所述峰值电流控制程序模块(242)中,微处理器U3已经事先存储了临界模式电流标准值和临界模式电压电流对照表;微处理器U3的BST-VFB输入端对输出电压连续采样8次,都作A/D转换,转换结果去掉最高最低后,取平均值,然后将该值查电压电流对照表,得到临界电流值,将临界电流值与临界模式电流标准值进行比较,根据差值纠正PWM。

一种开关电源智能多模式功率因数校正方法和电路

技术领域

[0001] 本发明涉及电源技术领域,尤其涉及一种开关电源智能多模式功率因数校正方法和电路。

背景技术

[0002] 电源的功率因数用PFC表示(PFC,Power Factor Correction),PFC越高,说明能源转换效率越高。

[0003] PFC分为无源PFC和有源PFC。无源PFC采用电感补偿来减小输入基波电流与电压之间相位差,无源PFC只能做到70%~80%。

[0004] 现有技术的有源PFC由多个运算放大器和电感电容器件构成,对电压电流取样和驱动开关管对输入电流进行适时的开或关,令其与电压尽量同步,PFC可以做到90%以上。因此采用有源PFC电路的电源其能源转换效率都不低于75%。

[0005] 无源PFC电路的功率因素校正最佳只能做到60%至70%,能源转换效率更低。

[0006] 例如,一采用有源PFC的200W电源,其能源转换效率取一个下限为70%,那么它只需要286W的交流电。而一个采用无源PFC的低效率200W电源,若能源转换效率也取下限,仅有40%,那么就需要500W交流电方能输出200W直流电给用电设备,一倍多的214W电能被无端浪费掉。

[0007] 实施了有源PFC的电源有很宽的输入电压范围,对于AC220V,可以从85V到300V;而且该电源的输出不随输入电压波动变化,因此可获得高度稳定的输出电压;由于电源输出电压纹波很小不需要采用很大容量的滤波电容,从而减小了电源的体积。

[0008] 因此,在当今节能型的社会里,低效率电源必遭淘汰,高效率小体积电源是人们的首选。

[0009] 目前的电源适配器的功率因数校正电路一般使用传统模拟IC,其工作模式一般固定为连续工作模式(CCM)、临界工作模式(BCM)、断续工作模式(DCM)其中的一种。

[0010] CCM模式适合于大功率场合使用,其优点为电感电流峰值小,磁性元件体积小;缺点为升压续流二极管的反向恢复损耗大,效率不高,控制方式较复杂。

[0011] BCM模式适合于中小功率场合使用,其优点为开关频率不固定,EMC好,控制方式较简单;缺点为电感电流峰值较大,PFC电感体积较大。

[0012] DCM模式适合于中小功率场合使用,其优点为输入电流波形自然跟随输入电压波形,控制方式简单;缺点为电感电流峰值很大,PFC电感体积很大。

[0013] 综上所述,现有传统模拟IC单一工作模式的功率因数校正电路均有不同的缺点,均不能满足高功率密度、宽输入电压范围的电源设计需求。

[0014] 用硬件搭建的有源PFC电路比较复杂,硬件成本占开关电源总成本的近20%。

[0015] 因此,要设计兼容多种模式有源PFC,需要借助微处理器,用软件控制替代硬件电路。

发明内容

[0016] 本发明的目的在于提出一种智能的能工作在多种模式的功率因数校正开关电源，减小开关电源的体积，提高能源转换效率，降低开关电源的成本，满足人们对该类产品的需求。

[0017] 为达到目的，本发明采用以下技术方案：

[0018] 实施一种开关电源智能多模式功率因数校正方法，所述方法包括：

[0019] 第一步、首先在开关电源的交流电源输入电路中设置输入电压检测单元电路，交流电源输入电路之后连接输入整流滤波单元电路，之后是BOOST升压单元电路，然后在BOOST升压单元电路中的升压电感L2上增加取样绕组LK；取样绕组LK连接电感电流及输出功率检测单元电路，开关电源中另设置智能控制单元，所述输入电压检测单元电路有输出检测点ACIN和HV，分别接入智能控制单元的微处理器U3的两个具有内部ADC功能的输入端；所述电感电流及输出功率检测单元电路的输出端PFCISEN接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端；

[0020] 所述微处理器U3的一个具有内部PWM功能的输出端PWM-PFC连接BOOST升压单元电路中的MOS管的栅极；输出电压检测单元电路的输出端BST-VFB接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端；

[0021] 第二步、接下来在主控单片微计算机U1内部的程序存储器中装载包括电流检测程序模块、输入电压检测程序模块、输出电压检测程序模块、PFC工作模式和电流控制方式判定程序模块、临界模式低值输出程序模块、连续模式低值输出程序模块、临界模式高值输出程序模块、断续模式高值输出程序模块、平均电流控制程序模块、峰值电流控制程序模块、滞回电流控制程序模块，所述各个程序模块的指令适于由主控处理器加载并执行；

[0022] 在PFC工作模式和电流控制方式判定程序模块中设定“输出电平为低值”是：当输入的交流电电压开始低于市值标准时，每递减10V，PWM占空比D增加0.02；“输出电平为高值”是：当交流电电压开始高于市值标准时，每递增10V，PWM占空比D减少0.01；

[0023] 第三步、接下来检测输入电压、输出电压和输出功率；

[0024] 第四步、当输入的交流电电压低于AC110V，并输出端带载大于50%时，启动连续模式低值输出程序模块，使BOOST升压单元电路工作于连续模式，采用滞回电流控制技术，启动滞回电流控制程序模块减小电感电流峰值，提升能源转换效率，然后转第八步；

[0025] 第五步、当输入的交流电电压低于AC110V，并输出端带载小于50%时，启动临界模式低值输出程序模块，使BOOST升压单元电路工作于临界模式，采用峰值电流控制技术，启动峰值电流控制程序模块，减少谐波和电磁辐射，然后转第八步；

[0026] 第六步、当输入的交流电电压大于AC110V，并小于AC230V时，启动临界模式高值输出程序模块，使BOOST升压单元电路工作于临界模式，采用峰值电流控制技术，启动峰值电流控制程序模块，提升能源转换效率，然后转第八步；

[0027] 第七步、当输入的交流电电压大于AC230V，时，启动断续模式高值输出程序模块，使BOOST升压单元电路工作于断续模式，采用平均电流控制技术，启动平均电流控制程序模块，实现最佳能源转换效率；

[0028] 第八步、持续运行，转第三步；如停止运行，转第九步；

[0029] 第九步、结束。

[0030] 所述临界模式低值输出程序模块是设定恒定的MOS管Q1的导通时间,而关断PWM的时间要实现小于连续模式时的占空比D,根据输入电压低于标准值程度和带负载超过50%的程度确定关断PWM的时间,再启动峰值电流控制程序模块。

[0031] 所述临界模式高值输出程序模块是设定恒定的MOS管Q1的导通时间,而关断PWM的时间要实现大于断续模式时的占空比D,根据输入电压高于标准值程度确定关断PWM的时间,再启动峰值电流控制程序模块。

[0032] 在所述平均电流控制程序模块中,微处理器U3已经事先存储了断续模式电流标准值;微处理器U3的PFCISEN输入端对电感电流连续采样8次,都作A/D转换,转换结果去掉最高最低后,取平均值,然后将该值与断续模式电流标准值进行比较,根据差值纠正PWM。

[0033] 在滞回电流控制程序模块中,微处理器U3已经事先存储了滞回电流上限值 i_{max} 和滞回电流下限值 i_{min} ,微处理器U3的PFCISEN输入端对电感电流实时采样,当实时电感电流低于滞回电流下限值 i_{min} 时,MOS管Q1导通,当实时电感电流抵达滞回电流上限值 i_{max} 时,MOS管Q1关断。

[0034] 在所述峰值电流控制程序模块中,微处理器U3已经事先存储了临界模式电流标准值和临界模式电压电流对照表;微处理器U3的BST-VFB输入端对输出电压连续采样8次,都作A/D转换,转换结果去掉最高最低后,取平均值,然后将该值查电压电流对照表,得到临界电流值,将临界电流值与临界模式电流标准值进行比较,根据差值纠正PWM。

[0035] 依照上述方法设计实施一种开关电源智能多模式功率因数校正电路,所述校正电路包括:

[0036] 在开关电源的交流电源输入电路中设置输入电压检测单元电路,输入电路之后连接输入整流滤波单元电路,再之后是BOOST升压单元电路,然后在BOOST升压单元电路中的升压电感L2上增加取样绕组LK;取样绕组LK连接电感电流及输出功率检测单元电路,开关电源中另设置智能控制单元、所述输入电压检测单元电路有输出检测点ACIN和HV,分别接入智能控制单元的微处理器U3的两个具有内部ADC功能的输入端;所述电感电流及输出功率检测单元电路的输出端PFCISEN接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端;

[0037] 所述微处理器U3的一个具有内部PWM功能的输出端PWM-PFC连接BOOST升压单元电路中的MOS管的栅极;输出电压检测单元电路的输出端BST-VFB接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端。

[0038] 所述升压电感L2与续流二极管D10的正极之间连接磁珠B1。

[0039] 本发明的有益效果是:克服了现有功率因数校正电路工作模式单一,不能满足大功率小型化医疗电源的设计要求。本发明通过应用可编程的微处理器,结合程序设计,实现PFC-BOOST电路三种模式依情况智能切换使用,优势互补,使得产品满足美国六级能效和欧盟COC V5 tier 2、高功率密度 $0.65W/cm^3$ 、宽输入电压范围AC80V~AC264V的要求,并且由磁性器件体积减小而带来总体成本下降约10%。

附图说明

[0040] 图1是本发明一种开关电源智能多模式功率因数校正方法和电路所涉及的电原理示意图;

[0041] 图2是本发明一种开关电源智能多模式功率因数校正方法和电路所涉及的电原理

方框图；

[0042] 图3是本发明一种开关电源智能多模式功率因数校正方法和电路所涉及的微处理器内装载的程序模块原理方框图；

[0043] 图4是本发明一种开关电源智能多模式功率因数校正方法和电路所涉及的控制流程图。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图并通过最佳实施方式来进一步说明本发明的技术方案。

[0045] 如图1~4所示，实施开关电源智能多模式功率因数校正方法，所述方法包括：

[0046] 第一步、首先在开关电源的交流电源输入电路中设置输入电压检测单元电路101，交流电源输入电路之后连接输入整流滤波单元电路102，之后是BOOST升压单元电路104，然后在BOOST升压单元电路104中的升压电感L2上增加取样绕组LK；取样绕组LK连接电感电流及输出功率检测单元电路103，开关电源中另设置智能控制单元100，所述输入电压检测单元电路101有输出检测点ACIN和HV，分别接入智能控制单元100的微处理器U3的两个具有内部ADC功能的输入端；所述电感电流及输出功率检测单元电路103的输出端PFCISEN接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端；

[0047] 所述微处理器U3的一个具有内部PWM功能的输出端PWM-PFC连接BOOST升压单元电路104中的MOS管的栅极；输出电压检测单元电路106的输出端BST-VFB接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端；

[0048] 第二步、接下来在主控单片微计算机U1内部的程序存储器120中装载包括电流检测程序模块201、输入电压检测程序模块202、输出电压检测程序模块203、PFC工作模式和电流控制方式判定程序模块211、临界模式低值输出程序模块221、连续模式低值输出程序模块222、临界模式高值输出程序模块223，断续模式高值输出程序模块224、平均电流控制程序模块241、峰值电流控制程序模块242、滞回电流控制程序模块243，所述各个程序模块的指令适于由主控处理器121加载并执行；

[0049] 在PFC工作模式和电流控制方式判定程序模块211中设定“输出电平为低值”是：当输入的交流电压开始低于市值标准时，每递减10V，PWM占空比D增加0.02；“输出电平为高值”是：当交流电压开始高于市值标准时，每递增10V，PWM占空比D减少0.01；

[0050] 第三步、接下来检测输入电压、输出电压和输出功率；

[0051] 第四步、当输入的交流电压低于AC110V，并输出端带载大于50%时，启动连续模式低值输出程序模块222，使BOOST升压单元电路104工作于连续模式，采用滞回电流控制技术，启动滞回电流控制程序模块243减小电感电流峰值，提升能源转换效率，然后转第八步；

[0052] 第五步、当输入的交流电压低于AC110V，并输出端带载小于50%时，启动临界模式低值输出程序模块221，使BOOST升压单元电路104工作于临界模式，采用峰值电流控制技术，启动峰值电流控制程序模块242，减少谐波和电磁辐射，然后转第八步；

[0053] 第六步、当输入的交流电压大于AC110V，并小于AC230V时，启动临界模式高值输出程序模块223，使BOOST升压单元电路104工作于临界模式，采用峰值电流控制技术，启动峰值电流控制程序模块242，提升能源转换效率，然后转第八步；

[0054] 第七步、当输入的交流电压大于AC230V，时，启动断续模式高值输出程序模块

224,使BOOST升压单元电路104工作于断续模式,采用平均电流控制技术,启动平均电流控制程序模块241,实现最佳能源转换效率;

[0055] 第八步、持续运行,转第三步;如停止运行,转第九步;

[0056] 第九步、结束。

[0057] 所述临界模式低值输出程序模块221是设定恒定的MOS管Q1的导通时间,而关断PWM的时间要实现小于连续模式时的占空比D,根据输入电压低于标准值程度和带负载超过50%的程度确定关断PWM的时间,再启动峰值电流控制程序模块242。

[0058] 所述临界模式高值输出程序模块223是设定恒定的MOS管Q1的导通时间,而关断PWM的时间要实现大于断续模式时的占空比D,根据输入电压高于标准值程度确定关断PWM的时间,再启动峰值电流控制程序模块242。

[0059] 在所述平均电流控制程序模块241中,微处理器U3已经事先存储了断续模式电流标准值;微处理器U3的PFCISEN输入端对电感电流连续采样8次,都作A/D转换,转换结果去掉最高最低后,取平均值,然后将该值与断续模式电流标准值进行比较,根据差值纠正PWM。

[0060] 在滞回电流控制程序模块243中,微处理器U3已经事先存储了滞回电流上限值 i_{max} 和滞回电流下限值 i_{min} ,微处理器U3的PFCISEN输入端对电感电流实时采样,当实时电感电流低于滞回电流下限值 i_{min} 时,MOS管Q1导通,当实时电感电流抵达滞回电流上限值 i_{max} 时,MOS管Q1关断。

[0061] 在所述峰值电流控制程序模块242中,微处理器U3已经事先存储了临界模式电流标准值和临界模式电压电流对照表;微处理器U3的BST-VFB输入端对输出电压连续采样8次,都作A/D转换,转换结果去掉最高最低后,取平均值,然后将该值查电压电流对照表,得到临界电流值,将临界电流值与临界模式电流标准值进行比较,根据差值纠正PWM。

[0062] 实施一种开关电源智能多模式功率因数校正电路,所述校正电路包括:

[0063] 在开关电源的交流电源输入电路中设置输入电压检测单元电路101,输入电路之后连接输入整流滤波单元电路102,再之后是BOOST升压单元电路104,然后在BOOST升压单元电路104中的升压电感L2上增加取样绕组LK;取样绕组LK连接电感电流及输出功率检测单元电路103,开关电源中另设置智能控制单元100、所述输入电压检测单元电路101有输出检测点ACIN和HV,分别接入智能控制单元100的微处理器U3的两个具有内部ADC功能的输入端;所述电感电流及输出功率检测单元电路103的输出端PFCISEN接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端;

[0064] 所述微处理器U3的一个具有内部PWM功能的输出端PWM-PFC连接BOOST升压单元电路104中的MOS管的栅极;输出电压检测单元电路106的输出端BST-VFB接入微处理器U3的一个具有内部ADC功能的输入端。

[0065] 所述升压电感L2与续流二极管D10的正极之间连接磁珠B1。

[0066] 如图1所示, LK与升压电感L2构成一个电流互感器形式,LK的另一个端头悬空,实际上是利用分布电容使LK得感应电动势形成回路,适当选择R18\R19\R20\C9的参数,在PFCISEN端得到合适的输入电平。

[0067] 微处理器U3有许多中选择,一般的,在P1口都设置8个ADC接口,而且ADC都是11位的,精度已经满足需要,例如可以选择STC15W408AS,当然还有许多型号都适用。

[0068] 输出滤波单元电路105是为最终的输出进行滤波的。

[0069] 以上内容仅为本发明的较佳实施例,对于本领域的普通技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式和应用范围上均会有改变之处,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

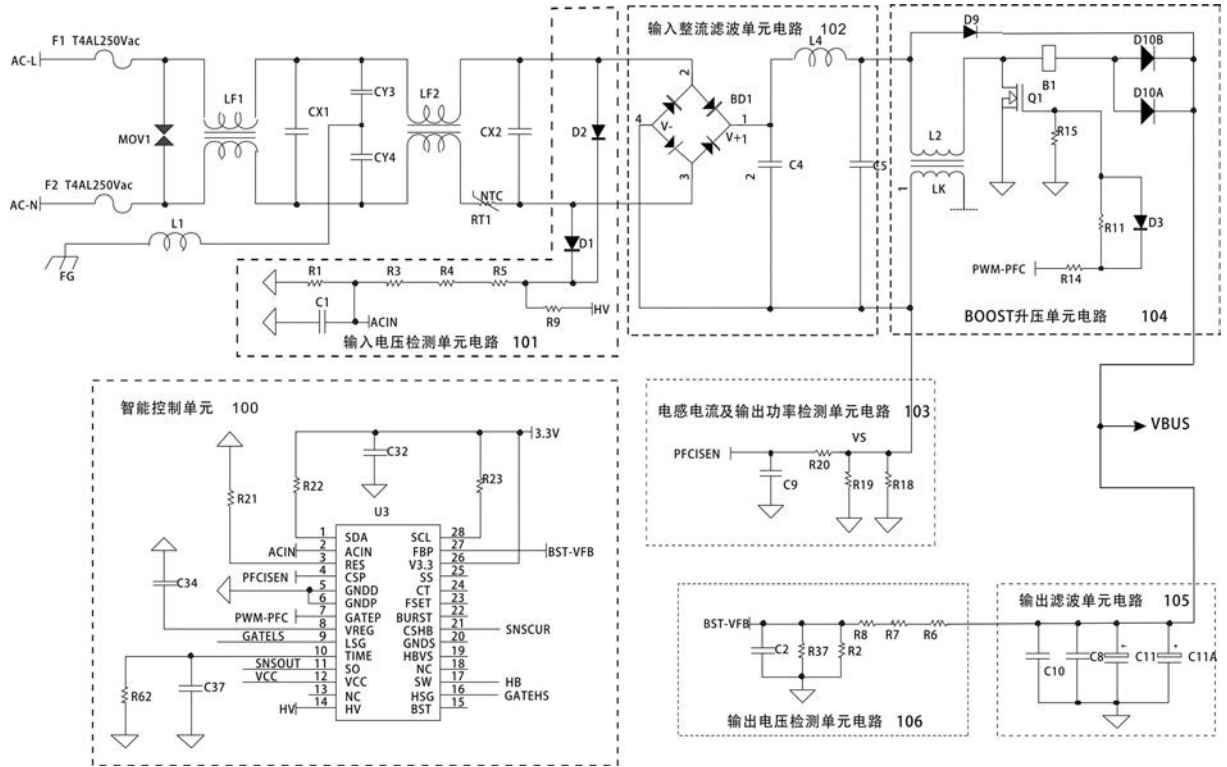


图1

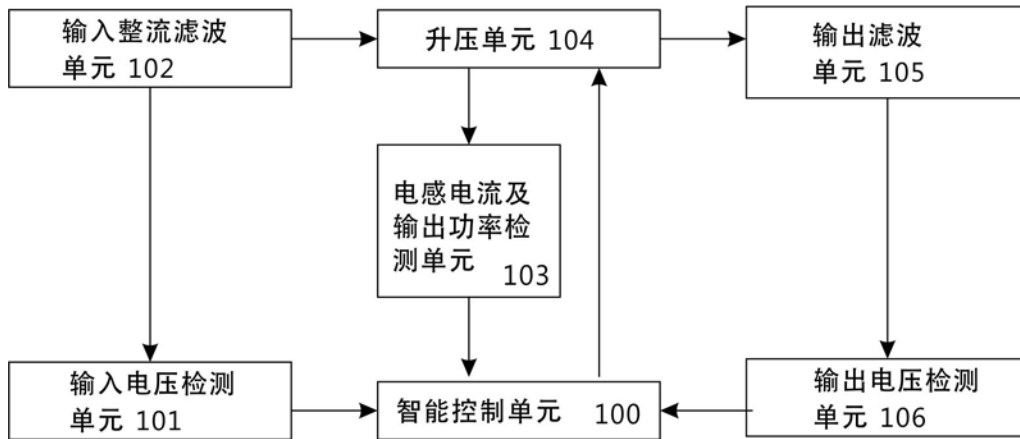


图2

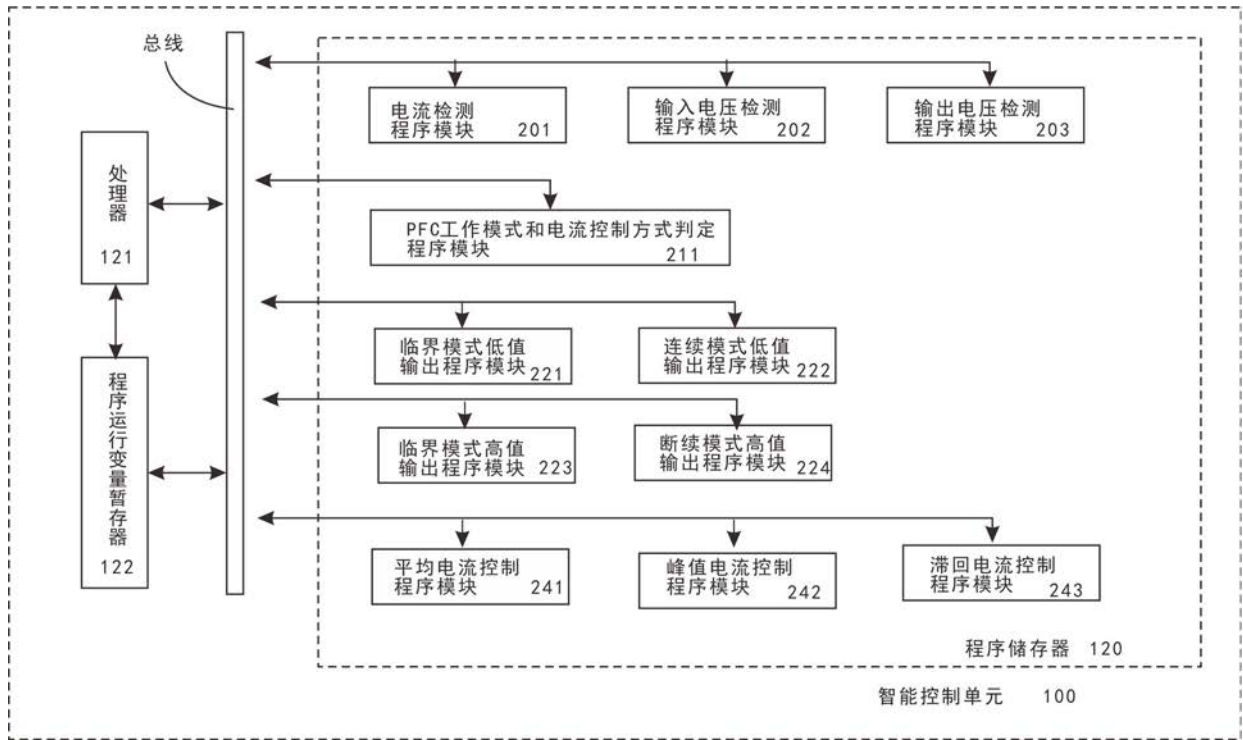


图3

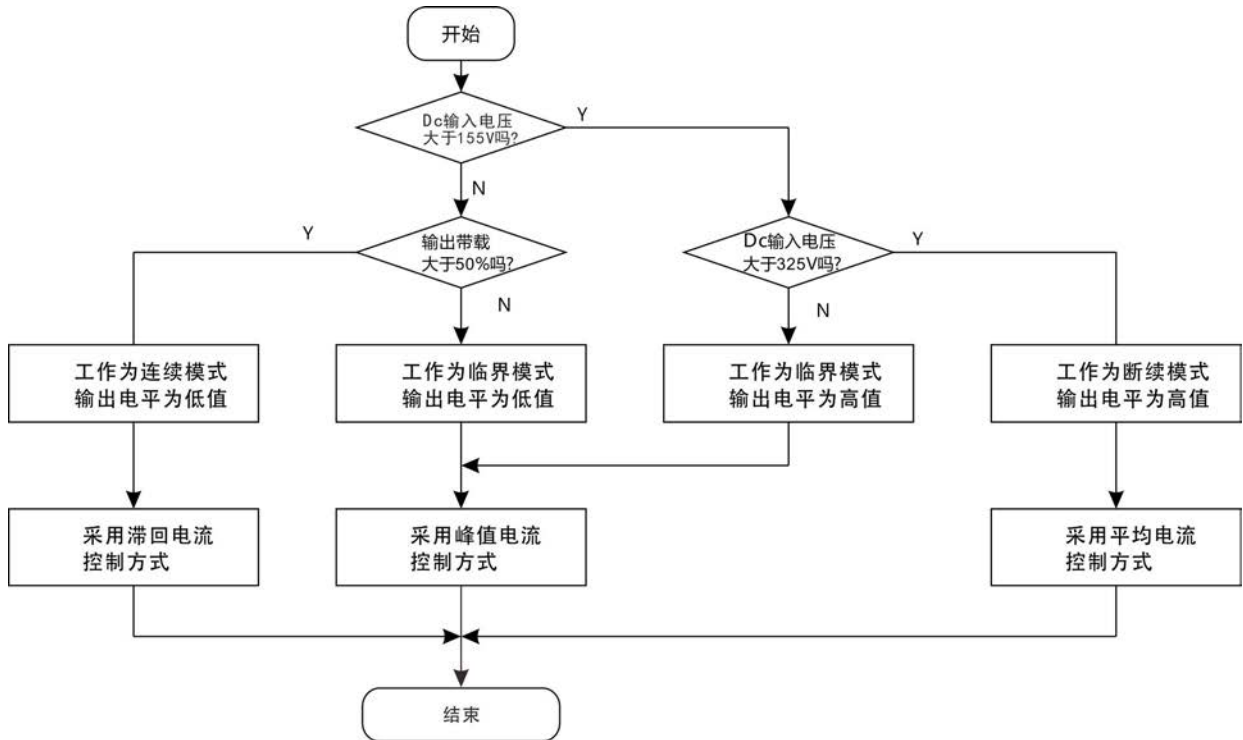


图4