(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102882380 A
(43)申请公布日 2013.01.16

(21)申请号 201210405935.9

(22)申请日 2012.10.22

(71)申请人 广州三晶电气有限公司
地址 510000 广东省广州市高新技术产业开发区科学城香山路17号

(72)发明人 李景志 卢雪明

(74)专利代理机构 广州市越秀区海心联合专利代理事务所(普通合伙) 44295
代理人 蔡国

(51)Int.Cl.
H02M 3/335(2006.01)
H02H 7/12(2006.01)

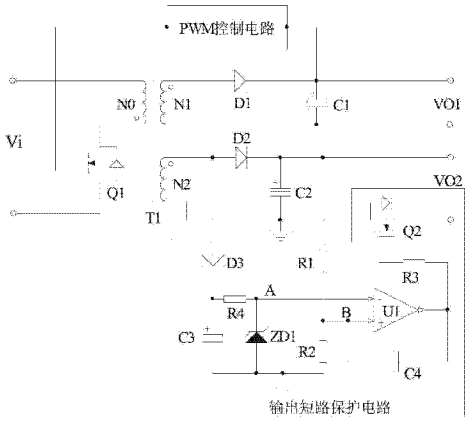
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54)发明名称

具有输出短路保护功能的多路输出反激电源及保护方法

(57)摘要

本发明公开了一种具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，包括具有一个初级绕组和多个次级绕组的变压器；与变压器初级绕组相连的主开关；对主开关进行控制的PWM控制电路；与变压器次级绕组相连的输出整流滤波电路，输出整流滤波电路连接负载；与输出整流滤波电路连接的输出短路保护电路；其中，输出短路保护电路包括运算放大器、MOS管、第一电阻、第二电阻、第三电阻、第一电容以及为运算放大器提供工作电源和基准电压的电源电路。本发明还公开一种上述反激电源的短路保护方法。本发明中采用的输出短路保护电路以及短路保护方法使得反激电源的每路输出能独立实现短路保护功能，即该输出即使短路，也不会影响到其他输出回路的工作状态。



CN 102882380 A

1. 具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，包括，

具有一个初级绕组和多个次级绕组的变压器 T1 ；

与所述变压器 T1 初级绕组 N0 相连的主开关 Q1 ；

对所述主开关 Q1 进行控制的 PWM 控制电路 ；

与所述变压器次级绕组相连的输出整流滤波电路，所述输出整流滤波电路连接负载 ；

与所述输出整流滤波电路连接的输出短路保护电路 ；

其特征在于，所述输出短路保护电路包括运算放大器 U1、MOS 管 Q2、第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3、第一电容 C4 以及为所述运算放大器 U1 提供工作电源和基准电压的电源电路，所述电源电路一端连接变压器次级绕组的一端，另一端连接运算放大器 U1 反相输入端，所述电源电路还与整流滤波电路共地连接 ；所述第一电阻 R1 一端连接输出整流滤波电路，另一端连接运算放大器 U1 同相输入端以及第二电阻 R2，第二电阻 R2 另一端连接电源电路，所述第一电容 C4 连接于运算放大器 U1 同相输入端与输出端之间，所述第三电阻 R3 一端连接运算放大器 U1 输出端，另一端连接 MOS 管 Q2 栅极，所述 MOS 管 Q2 源极连接变压器次级绕组另一端。

2. 根据权利要求 1 所述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，其特征在于，所述输出整流滤波电路包括主输出整流滤波电路以及辅输出整流滤波电路 ；所述主输出整流滤波电路与所述变压器第一次级绕组 N1 相连，所述辅输出整流滤波电路与所述变压器第二次级绕组 N2 连接。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，其特征在于，所述电源电路包括第三二极管 D3、第四电阻 R4、第三滤波电容 C3 以及稳压二极管 ZD1，所述第三二极管 D3 阳极连接第二二极管 D2 阳极，阴极连接第三滤波电容 C3 正极、第四电阻 R4 一端，所述第四电阻 R4 另一端连接稳压二极管 ZD1 阴极以及运算放大器 U1 反相输入端，所述第三滤波电容 C3 负极连接稳压二极管 ZD1 阳极以及第二电阻 R2，并接地。

4. 根据权利要求 3 所述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，其特征在于，所述电源电路还包括与所述稳压二极管 ZD1 并联的第二电容 C5。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，其特征在于，所述主开关 Q1 为 MOS 管。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，其特征在于，所述 MOS 管 Q2 为 N 型 MOS 管。

7. 根据权利要求 2 所述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，其特征在于，所述主输出整流滤波电路包括阳极与所述变压器第一次级绕组 N1 一端相连的第一二极管 D1，正极与第一二极管 D1 阴极相连，负极与第一次级绕组 N1 另一端相连的第一滤波电容 C1。

8. 根据权利要求 2 所述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，其特征在于，所述辅输出整流滤波电路包括阳极与所述变压器第二次级绕组 N2 一端相连的第二二极管 D2，正极与第二二极管 D2 阴极相连，负极与第二次级绕组 N2 另一端相连的第二滤波电容 C2。

9. 一种根据权利要求 1 所述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的短路保护方法，其特征在于，包括以下步骤，

S10、输出负载正常工作，运算放大器 U1 同相输入端电压高于反相输入端电压，输出高电平，控制 MOS 管 Q2 导通，反激电源正常输出 ；

S20、当负载短路时，运算放大器 U1 同相输入端电压线性下降，当低于反相输入端电压时，运算放大器 U1 输出低电平，控制 MOS 管 Q2 关断，该路输出停止对负载供电 ；

S30、当输出停止对负载供电时，该路输出通过输出整流滤波电路重新充电到短路前的正常输出电压，运算放大器 U1 同相输入端电压线性上升，当高于反相输入端电压时，输出高电平，控制 MOS 管 Q2 导通，该路输出重新对负载进行供电 ；

S40、若负载仍然短路，则返回步骤 S10 ；若负载短路故障已排除，则执行步骤 S50 ；

S50、所述运算放大器 U1 同相输入端电压稳定至短路前的正常电压，并保持高于反相输入端电压，该路输出保持对负载供电。

具有输出短路保护功能的多路输出反激电源及保护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种保护电路，尤其涉及一种具有输出短路保护功能的多路输出反激电源及保护方法。

背景技术

[0002] 在工业自动化控制等许多领域，开关电源使用越来越广泛，其可靠性也越来越重要。而为了满足高可靠性的要求，在开关电源必须集成多种保护功能。在开关电源的各种保护功能中，短路保护（或过流保护）是保障电子产品可靠性的一项极其重要的功能。开关电源在短路时，半导体功率器件将会流过非常大的电流，使功率器件因流过大电流或温升过高而损坏。同时，开关电源短路时，会导致控制系统工作不正常而产生各种故障，甚至损坏昂贵的后级设备。所以，在开关电源的设计过程中，短路保护电路的设计是非常重要的，对于开关电源和负载设备的可靠性有着很大的影响。

[0003] 目前，低压输出电路的短路保护电路主要有以下几种具体保护方式：

[0004] 一、自锁型，即输出短路后立即封锁电源，需要重新启动电源或手动复位后才会有输出，此类对用户来说操作极为不便。

[0005] 二、限制型，即限制输出电流或输出功率，当输出电流或输出功率达到一定值后，控制电路降低输出电压，使电路输出维持在最大电流或最大功率状态。此模式一般运用电路本身的功率限制来达到保护目的，输入输出电流极大，主功率管和整流管一直维持在最大占空比，因此此类一般不具备真正意义上的短路保护，不能持续短路或短路功耗非常大。

[0006] 三、打嗝型，即输出电流达到保护点时延迟非常短的时间后封锁输出，再延迟较长的一段时间后重新开启输出。在这种保护方式下，电源只工作几个开关周期，然后就进入很长时间的启动过程，因此功率开关的电流应力很小，平均功耗低，即使长时间输出短路也不会导致电源的热损坏。目前大部分采用此模式。

[0007] 而对于短路状态的检测一般基于以下两种方式：

[0008] 一种是检测短路时大电流。在放电回路中串联采样电阻，放电时电流会在采样电阻上产生压降，放电电流越大则采样电阻上的压降越大，将该压降值与设定的阈值进行比较，超过阈值则视为短路，从而输出短路保护控制信号至后级开关器件切断放电回路，实现短路保护功能。其缺点是检测电阻本身功耗比较大。

[0009] 另一种是检测短路时的电压。当输出过载或短路时，输出电压降低，当检测电压低于设定的阈值，则视为过流或短路，从而输出短路保护控制信号至后级开关器件切断放电回路，实现短路保护功能。此方法检测简单，检测功耗小，目前常采用此方式，如目前通用的TL431加隔离光耦的方式。

[0010] 传统的多路输出反激电源变换器，是通过在同一个变压器耦合多个绕组以得到多个不同的输出，由于具有电路结构简单及制造成本低的优点，广泛应用于需要多种供电电源的复杂电子系统中。

[0011] 然而目前对于传统的多路输出反激电源变换器的短路保护，都是通过主控PWM芯

片进行集中式保护(如公开号为CN101034798A的中国发明专利公开的一种电源变换器输出保护电路),电源正常工作,保护电路不工作,当电源电路发生短路时,短路引起的电压异常使保护电路开始工作,并将故障反馈给电源的反馈电路,通过电源的反馈电路传输到电源的控制模块,关闭电源的输出模块,从而达到停止元件工作,切断电源输出,保护电源电路元件不发生烧毁和过热,不发生高温和爆炸的情况。这对于具有同时多路输出直流电压的开关电源来说,只要有一路输出短路,就会影响到其它各路输出电源的正常工作。对于设备中的核心控制部分,其供电电源必须非常稳定,否则将造成严重的损失或人身伤害。

[0012] 因此,为了解决前面讨论的电源变换器短路保护存在的缺陷,需要提供一种具有输出短路保护功能的多输出反激电源及短路保护方法,使得反激电源具有短路功耗小,电路简单,检测功耗小的优点;并且每路输出能独立短路保护,即该输出即使短路,也不会影响到其他输出回路的工作状态。

发明内容

[0013] 基于此,本发明要解决的第一技术问题是提供一种具有输出短路保护功能的多路输出反激电源,其每路输出能独立短路保护,即该输出即使短路,也不会影响到其他输出回路的工作状态。

[0014] 本发明要解决的第二技术问题是提供一种根据上述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的短路保护方法。

[0015] 本发明的第一目的是通过以下技术方案来实现的:

[0016] 具有输出短路保护功能的多路输出反激电源,包括,

[0017] 具有一个初级绕组和多个次级绕组的变压器T1;

[0018] 与所述变压器T1初级绕组N0相连的主开关Q1;

[0019] 对所述主开关Q1进行控制的PWM控制电路;

[0020] 与所述变压器次级绕组相连的输出整流滤波电路,所述输出整流滤波电路连接负载;

[0021] 与所述输出整流滤波电路连接的输出短路保护电路;

[0022] 其中,所述输出短路保护电路包括运算放大器U1、MOS管Q2、第一电阻R1、第二电阻R2、第三电阻R3、第一电容C4以及为所述运算放大器U1提供工作电源和基准电压的电源电路,所述电源电路一端连接变压器次级绕组的一端,另一端连接运算放大器U1反相输入端,所述电源电路还与整流滤波电路共地连接;所述第一电阻R1一端连接输出整流滤波电路,另一端连接运算放大器U1同相输入端以及第二电阻R2,第二电阻R2另一端连接电源电路,所述第一电容C4连接于运算放大器U1同相输入端与输出端之间,所述第三电阻R3一端连接运算放大器U1输出端,另一端连接MOS管Q2栅极,所述MOS管Q2源极连接变压器次级绕组另一端。

[0023] 优选的,所述输出整流滤波电路包括主输出整流滤波电路以及辅输出整流滤波电路;所述主输出整流滤波电路与所述变压器第一次级绕组N1相连,所述辅输出整流滤波电路与所述变压器第二次级绕组N2连接。

[0024] 优选的,所述电源电路包括第三二极管D3、第四电阻R4、第三滤波电容C3以及稳压二极管ZD1,所述第三二极管D3阳极连接第二二极管D2阳极,阴极连接第三滤波电容C3

正极、第四电阻 R4 一端，所述第四电阻 R4 另一端连接稳压二极管 ZD1 阴极以及运算放大器 U1 反相输入端，所述第三滤波电容 C3 负极连接稳压二极管 ZD1 阳极以及第二电阻 R2，并接地。

[0025] 优选的，所述电源电路还包括与所述稳压二极管 ZD1 并联的第二电容 C5。

[0026] 优选的，所述主开关 Q1 为 MOS 管。

[0027] 优选的，所述 MOS 管 Q2 为 N 型 MOS 管。

[0028] 优选的，所述主输出整流滤波电路包括阳极与所述变压器第一次级绕组 N1 一端相连的第一二极管 D1，正极与第一二极管 D1 阴极相连，负极与第一次级绕组 N1 另一端相连的第一滤波电容 C1。

[0029] 优选的，所述辅输出整流滤波电路包括阳极与所述变压器第二次级绕组 N2 一端相连的第二二极管 D2，正极与第二二极管 D2 阴极相连，负极与第二次级绕组 N2 另一端相连的第二滤波电容 C2。

[0030] 本发明的第二目的是通过以下技术方案来实现的：

[0031] 一种根据上述的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的短路保护方法，包括以下步骤，

[0032] S10、输出负载正常工作，运算放大器 U1 同相输入端电压高于反相输入端电压，输出高电平，控制 MOS 管 Q2 导通，反激电源正常输出；

[0033] S20、当负载短路时，运算放大器 U1 同相输入端电压线性下降，当低于反相输入端电压时，运算放大器 U1 输出低电平，控制 MOS 管 Q2 关断，该路输出停止对负载供电；

[0034] S30、当输出停止对负载供电时，该路输出通过输出整流滤波电路重新充电到短路前的正常输出电压，运算放大器 U1 同相输入端电压线性上升，当高于反相输入端电压时，输出高电平，控制 MOS 管 Q2 导通，该路输出重新对负载进行供电；

[0035] S40、若负载仍然短路，则返回步骤 S10；若负载短路故障已排除，则执行步骤 S50；

[0036] S50、所述运算放大器 U1 同相输入端电压稳定至短路前的正常电压，并保持高于反相输入端电压，该路输出保持对负载供电。

[0037] 本发明具有如下有益效果：本发明中采用的输出短路保护电路以及短路保护方法使得反激电源的短路功耗小，电路简单，成本低；并且每路输出能独立短路保护，即该输出即使短路，也不会影响到其他输出回路的工作状态。

附图说明

[0038] 为了易于说明，本发明由下述的较佳实施例及附图作以详细描述。

[0039] 图 1 所示为本发明的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的基本框架图；

[0040] 图 2 所示为本发明的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的具体电路图；

[0041] 图 3 所示为本发明的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源中的电源电路的另一种电路图；

[0042] 图 4 所示为本发明的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的电路波形图；

[0043] 图 5 所示为本发明的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的另一种框架图；

[0044] 图 6 所示为本发明的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的短路保护方法流程图。

具体实施方式

[0045] 实施例一

[0046] 参阅图 1、图 2 所示，本发明提供一种具有输出短路保护功能的多路输出反激电源，包括：

[0047] 具有一个初级绕组和多个次级绕组的变压器 T1；

[0048] 与所述变压器 T1 初级绕组 N0 相连的主开关 Q1；

[0049] 对所述主开关 Q1 进行控制的 PWM 控制电路；

[0050] 与所述变压器次级绕组相连的输出整流滤波电路，所述输出整流滤波电路连接负载；

[0051] 与所述输出整流滤波电路连接的输出短路保护电路；

[0052] 其中，所述输出短路保护电路包括运算放大器 U1、MOS 管 Q2、第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3、第一电容 C4 以及为所述运算放大器 U1 提供工作电源和基准电压的电源电路，所述电源电路一端连接变压器次级绕组的一端，另一端连接运算放大器 U1 反相输入端，所述电源电路还与整流滤波电路共地连接；所述第一电阻 R1 一端连接输出整流滤波电路，另一端连接运算放大器 U1 同相输入端以及第二电阻 R2，第二电阻 R2 另一端连接电源电路，所述第一电容 C4 连接于运算放大器 U1 同相输入端与输出端之间，所述第三电阻 R3 一端连接运算放大器 U1 输出端，另一端连接 MOS 管 Q2 栅极，所述 MOS 管 Q2 源极连接变压器次级绕组另一端。

[0053] 在本发明中，所述输出整流滤波电路包括主输出整流滤波电路以及辅输出整流滤波电路；所述主输出整流滤波电路与所述变压器第一次级绕组 N1 相连，所述辅输出整流滤波电路与所述变压器第二次级绕组 N2 连接；所述主输出整流滤波电路包括阳极与所述变压器第一次级绕组 N1 一端相连的第一二极管 D1，正极与第一二极管 D1 阴极相连，负极与第一次级绕组 N1 另一端相连的第一滤波电容 C1；所述辅输出整流滤波电路包括阳极与所述变压器第二次级绕组 N2 一端相连的第二二极管 D2，正极与第二二极管 D2 阴极相连，负极与第二次级绕组 N2 另一端相连的第二滤波电容 C2。所述 MOS 管 Q2 为 N 型 MOS 管。

[0054] 其中：所述电源电路主要是为运算放大器 U1 提供工作电源和基准电压的，其包括第三二极管 D3、第四电阻 R4、第三滤波电容 C3 以及稳压二极管 ZD1，所述第三二极管 D3 阳极连接第二二极管 D2 阳极，阴极连接第三滤波电容 C3 正极、第四电阻 R4 一端，所述第四电阻 R4 另一端连接稳压二极管 ZD1 阴极以及运算放大器 U1 反相输入端，所述第三滤波电容 C3 负极连接稳压二极管 ZD1 阳极以及第二电阻 R2，并接地。所述主开关 Q1 为 MOS 管。

[0055] 下面通过对本发明的具有输出短路保护功能的多路输出反激电源的工作原理作介绍，来描述其如何实现短路保护的：

[0056] 参阅图 2、图 4、图 6 所示，使用时，反激电源的输出端 VO1、VO2 连接负载；变压器 T1 第二次级绕组 N2 通过第三二极管 D3 给第三滤波电容 C3 充电，其中，第三滤波电容 C3 的作用是保持为运放提供稳定的电源，并通过第四电阻 R4 和稳压二极管 ZD1 得到稳定的基准电压 VA，该基准电压 VA 送入运算放大器 U1 的反相输入端。

[0057] 当输出负载处于正常工作状态时，第二滤波电容 C2 上的电压处于正常的输出电压，第二滤波电容 C2 的电压经过第一电阻 R1 和第二电阻 R2 分压后送入运算放大器 U1 的同相输入端；此时运算放大器 U1 同相输入端的电压 VB 高于其反向输入端的基准电压 VA，其输出高电平，通过第三电阻 R3 对 MOS 管 Q2 源极进行充电，MOS 管 Q2 导通，反激电源正常输出额定电压给负载。

[0058] 当输出负载短路时，第二滤波电容 C2 上的电压 VC2 被拉至 0V，运算放大器 U1 输出的高电压通过第二电阻 R2 为第一电容 C4 充电，同时第一电容 C4 的电压线性上升，第二电阻 R2 上的电压 VB 线性下降，在 T1 时刻，运算放大器 U1 同相输入端电压 VB 低于反相端基准电压 VA，运算放大器 U1 输出低电平，由于第一电容 C4 的电压不能突变，VB 被钳位在一个负的电位；同时 MOS 管 Q2 的源极电压通过第三电阻 R3 放电，MOS 管 Q2 迅速关断，第二滤波电容 C2 重新建立起正常的输出电压 VC2，VC2 通过第一电阻 R1 为第一电容 C4 反向充电，第二电阻 R2 上的电压 VB 开始线性上升。由于 MOS 管 Q2 关断，输出电压 VO2 继续保持低电平。

[0059] 在 T1 至 T2 时刻，第一电容 C4 被继续反向充电，VB 电压继续线性上升，在 T2 时刻，VB 电压大于基准电压 VA，运算放大器 U1 输出高电平，由于第一电容 C4 电压不能突变，VB 被抬高到一个比运算放大器 U1 输出电压更高的电位。运算放大器 U1 输出的高电平通过电阻 R3 对 MOS 管 Q2 源极充电，MOS 管 Q2 开通，输出电压 VO2 重新获得电压对负载进行供电。

[0060] 若负载不再短路时，在 T2 时刻以后，第一电容 C4 上的电压开始通过第一电阻 R1 和第二电阻 R2 进行放电，VB 电压线性下降，当 VB 电压下降到 VC2 以下，电容 C4 通过第二电阻 R2 继续放电并被反向充电，VB 电压继续下降，直至 VB 电压下降到短路前的正常电压，即 VC2 通过第一电阻 R1 和第二电阻 R2 分压后的电压，此时 VB 电压保持不变，并保持高于反相输入端电压即：基准电压 VA，而 MOS 管 Q2 维持导通。

[0061] 若负载短路状态再次发生，整个电路将重复前面所述的工作状态。这样，若输出持续短路，整个电路将一直处于“打嗝式”的工作状态，MOS 管 Q2 间歇性的开通和关断；而在 MOS 管 Q2 开通状态下，变压器 T1 的各路输出均被短路，电能无法传递给各路输出，各路输出依靠其滤波电容（第一滤波电容 C1、第二滤波电容 C2）保持输出电压稳定；在 MOS 管 Q2 关断状态下，由于 PWM 控制电路仍处于工作状态，迅速为各输出整流滤波电路输出充电至额定电压。另外，本发明通过调节第一电阻 R1、第二电阻 R2 和第一电容 C4 的数值大小，可调节 MOS 管 Q2 开关的频率和开通的占空比等参数，从而实现调节其它各路输出在短路状态下的电压波动范围。这样选择合适的数值，就可以使得在某路输出短路的情况下，其它各路输出也能保持对负载持续供电的状态。

[0062] 实施例二

[0063] 参阅图 3 所示，作为本发明的另外一种实施方式，其他内容均和实施例一相同，不同之处在于为了给运算放大器 U1 提供更为稳定的基准电压 VA，在电源电路中还设有一个与稳压二极管 ZD1 并联连接的第二电容 C5。

[0064] 以上所述之具体实施方式为本发明的较佳实施方式，并非以此限定本发明的具体实施范围，本发明的范围包括并不限于本具体实施方式，如本发明的短路保护电路可用于主输出整流滤波电路，或适用于更多路输出反激电源的一路或几路输出回路，如图 5 所示。而凡依照本发明之结构所作的等效变化均包含本发明的保护范围内。

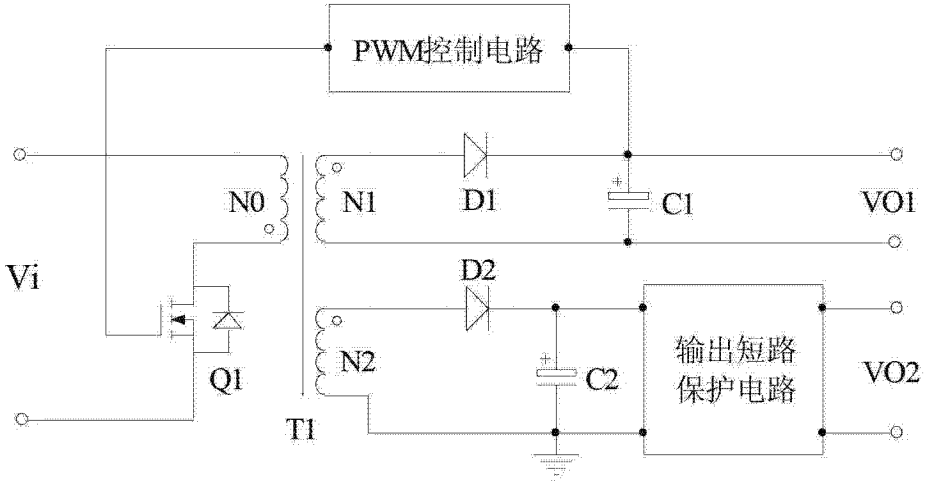

PWM控制电路
N0
N1
D1
C1
VO1
Vi
D2
Q1
N2
C2
输出短路
保护电路
VO2
T1

图 1

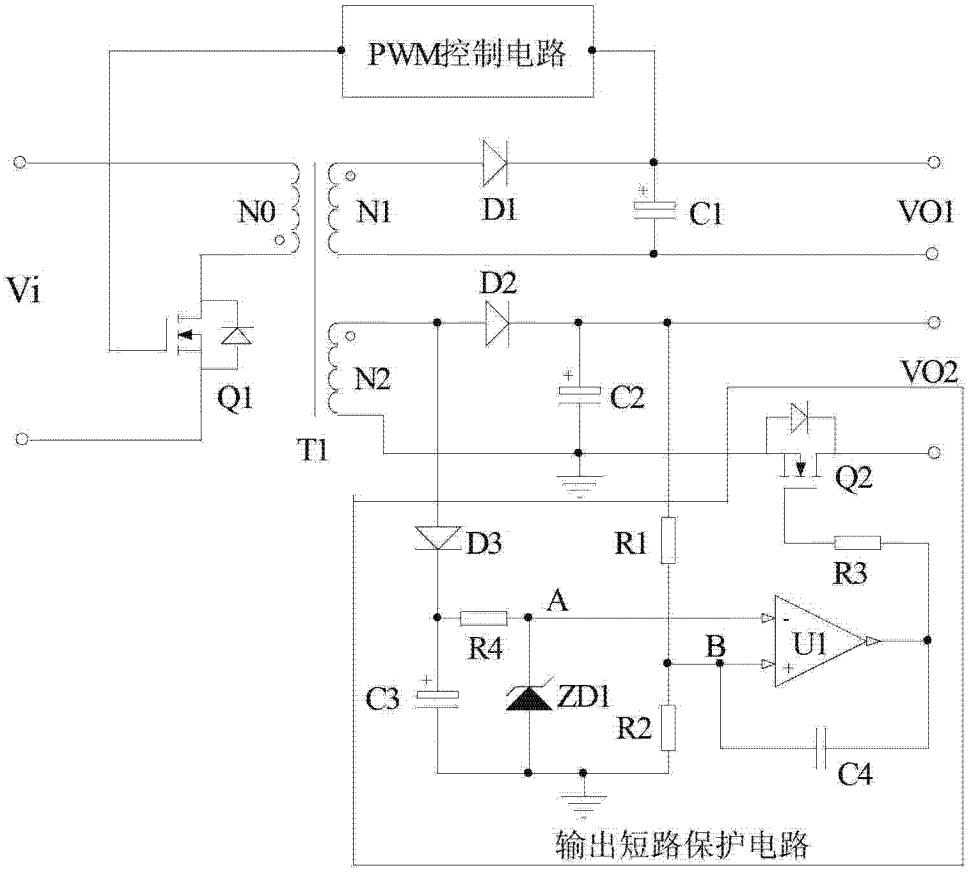

PWM控制电路
N0
N1
D1
C1
VO1
Vi
D2
Q1
N2
C2
VO2
T1
Q2
D3
R1
R3
A
R4
B
U1
C3
ZD1
R2
C4
输出短路保护电路

图 2

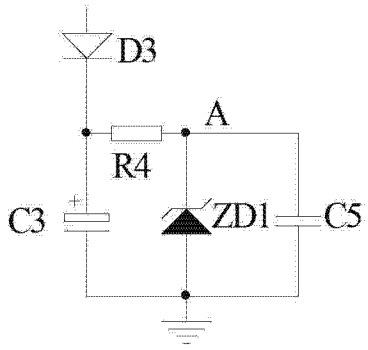


图 3

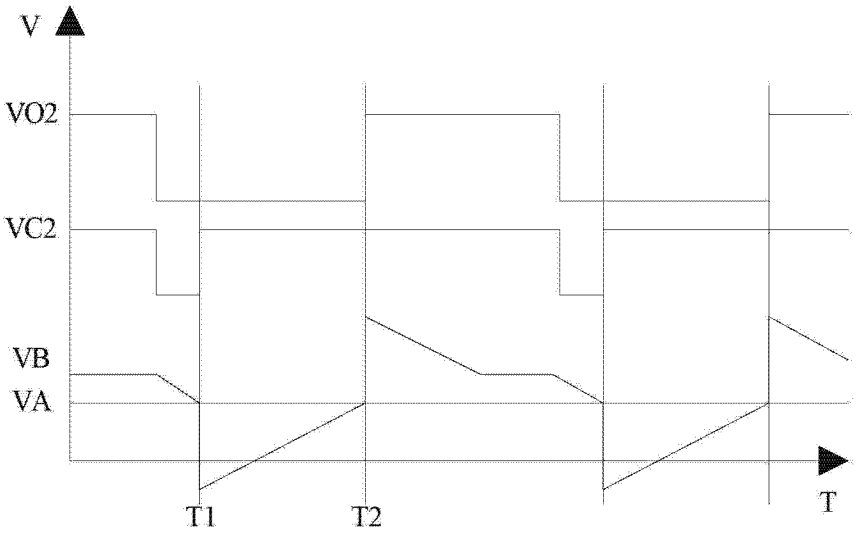


图 4

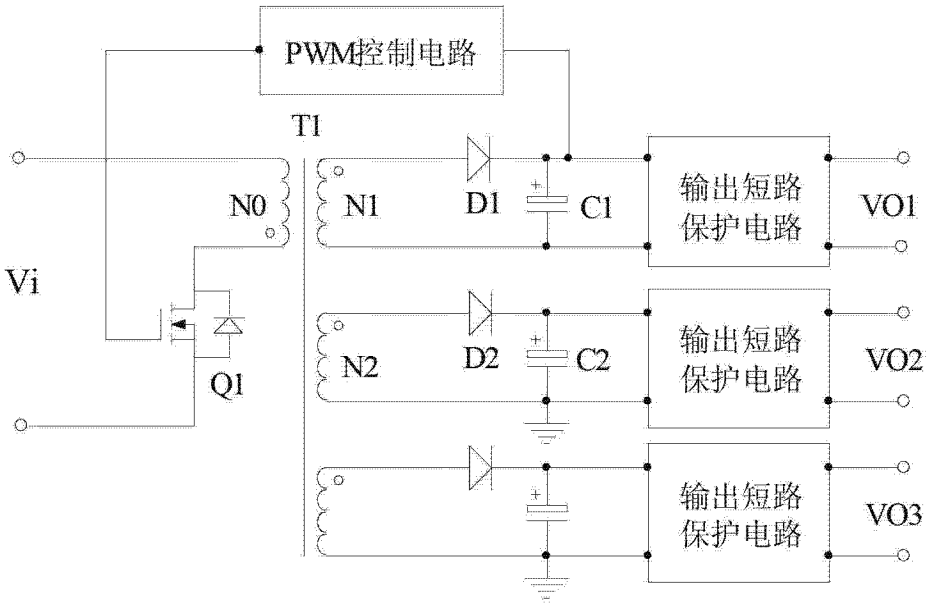

PWM控制电路
T1
N0
N1
D1
C1
输出短路
保护电路
VO1
Vi
N2
D2
C2
输出短路
保护电路
VO2
Q1
输出短路
保护电路
VO3

图 5

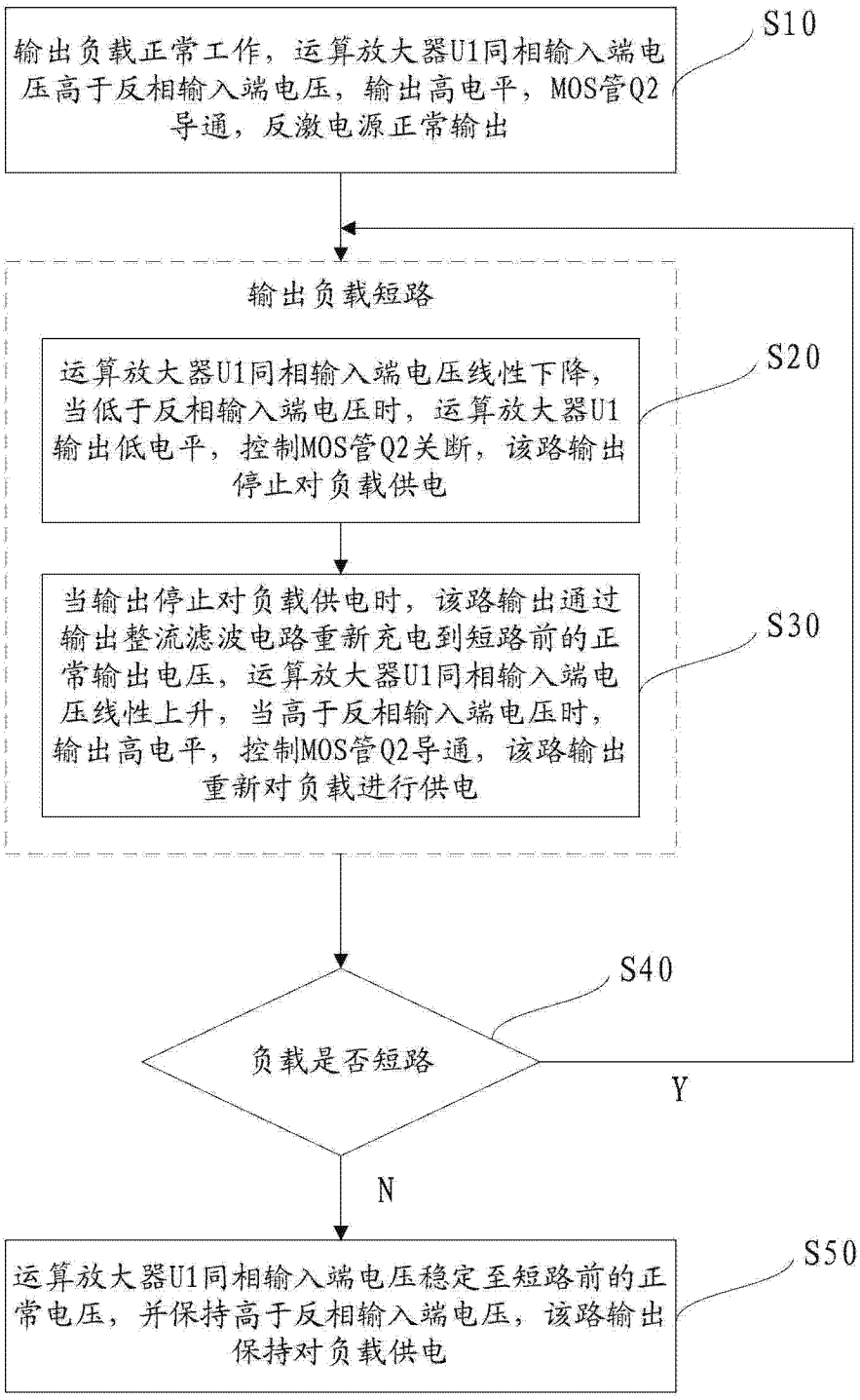

输出负载正常工作，运算放大器U1同相输入端电压高于反相输入端电压，输出高电平，MOS管Q2导通，反激电源正常输出
S10
输出负载短路
运算放大器U1同相输入端电压线性下降，当低于反相输入端电压时，运算放大器U1输出低电平，控制MOS管Q2关断，该路输出停止对负载供电
S20
当输出停止对负载供电时，该路输出通过输出整流滤波电路重新充电到短路前的正常输出电压，运算放大器U1同相输入端电压线性上升，当高于反相输入端电压时，输出高电平，控制MOS管Q2导通，该路输出重新对负载进行供电
S30
负载是否短路
S40
Y
N
运算放大器U1同相输入端电压稳定至短路前的正常电压，并保持高于反相输入端电压，该路输出保持对负载供电
S50

图 6