



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110460248 B

(45) 授权公告日 2024.11.08

(21) 申请号 201910782726.8

H02M 1/08 (2006.01)

(22) 申请日 2019.08.23

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 106061084 A, 2016.10.26

申请公布号 CN 110460248 A

CN 210201737 U, 2020.03.27

(43) 申请公布日 2019.11.15

审查员 盛敏

(73) 专利权人 四川甘华电源科技有限公司

地址 610052 四川省成都市成华区成宏路

10号1栋3层308室

(72) 发明人 陈安清 杨宇帆

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理

有限公司 51214

专利代理师 管高峰

(51) Int. Cl.

H02M 7/06 (2006.01)

H02M 1/12 (2006.01)

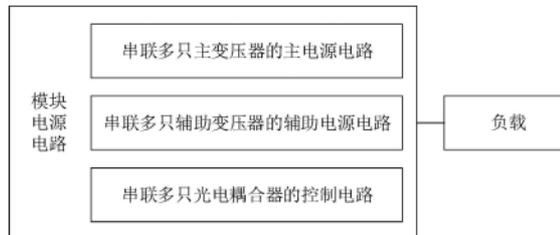
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种实现高电压隔离的模块电源电路

(57) 摘要

本发明公开了一种实现高电压隔离的模块电源电路,包括主电源电路、控制电路和辅助电源电路;所述主电源电路包括多只串联的主变压器;所述辅助电源电路包括多只串联的辅助变压器;所述控制电路包括多只串联的光电耦合器,串联的光电耦合器之间连接有直流电源进行供电。本发明通过采用多级变压器和光电耦合器提高模块电源的电压隔离,使得模块电源能够满足潮湿应用环境中 $\geq 10\text{KVac}$ 的高电压隔离的需求。



1. 一种实现高电压隔离的模块电源电路,包括主电源电路、控制电路和辅助电源电路;其特征在于,所述主电源电路包括多只串联的主变压器;所述辅助电源电路包括多只串联的辅助变压器;所述控制电路包括多只串联的光电耦合器,串联的光电耦合器之间连接有直流电源进行供电;通过采用多级变压器和光电耦合器提高模块电源的电压隔离,使得模块电源能够满足潮湿应用环境中 $\geq 10\text{KVac}$ 的高电压隔离的需求;

所述主电源电路包括主变压器T1、主变压器T2、整流桥电路和滤波电路;主变压器T1和主变压器T2串联;主变压器T1的原边连接高频开关电路;主变压器T2的次边依次经整流桥电路和滤波电路连接负载;

所述控制电路包括:光电耦合器U1、光电耦合器U2、电压比较器U3、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电阻R6、电阻R7、电阻R8、电阻R9、电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13、电阻R14、电容C3、电容C4、电容C5和电容C6;电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13和电阻R14依次串联,电阻R7、电容C6、电阻R8和电阻R9依次串联,电阻R7和电阻R10之间的电性连接点与负载的正输入端连接;电阻R8和电阻R9之间的电性连接点与电阻R13和电阻R14之间的电性连接点连接;电阻R9和电阻R14的一端与负载的负输入端连接;电容C6和电阻R8之间的电性连接点连接电压比较器U3的负输入端,又依次经电阻R6和电容C5连接电压比较器U3的输出端;电压比较器U3的正输入端连接VREF端;电压比较器U3的输出端依次经电阻R5和电阻R4连接辅助电源电路的VCC_S端;光电耦合器U2的发光二极管并联在电阻R4的两端;光电耦合器U2的光敏三极管一端连接辅助电源电路的VCC_M端,另一端依次经电阻R2和电阻R3接地;光电耦合器U1的发光二极管并联在电阻R3的两端;光电耦合器U1的光敏三极管一端连接高频开关电路,另一端接地;电阻C4并联在光电耦合器U1的光敏三极管的两端;电容C3和电阻R1串联后并联在光电耦合器U1的光敏三极管的两端;

所述辅助电源电路包括辅助变压器T3、辅助变压器T4、MOS驱动晶体管Q1、电容C7、电容C8、电容C9、二极管D5、二极管D6、二极管D7和电阻R15;辅助变压器T3的原边包括第一抽头和第二抽头;第一抽头的一端连接电压输入端,另一端连接MOS驱动晶体管Q1的漏极;第二抽头的一端依次经二极管D5的正极、负极和电容C7接地,另一端接地;MOS驱动晶体管Q1的栅极连接辅助电源控制电路,源极接地;辅助变压器T3的次边连接辅助变压器T4的原边连接;辅助变压器T3的次边和辅助变压器T4的原边之间并联二极管D6和电容C8;辅助变压器T4的次边两端并联二极管D7和电容C9。

2. 根据权利要求1所述的实现高电压隔离的模块电源电路,其特征在于,所述整流桥电路包括二极管D1、二极管D2、二极管D3和二极管D4;二极管D1的正极与二极管D3的负极连接;二极管D2的正极与二极管D4的负极连接;二极管D1的正极和二极管D3的负极之间的电性连接点,以及二极管D2的正极和二极管D4的负极之间的电性连接点,分别与主变压器T2的次边的两端连接;二极管D1的负极和二极管D2的负极均连接滤波电路;二极管D3的正极和二极管D4的正极接地。

3. 根据权利要求2所述的实现高电压隔离的模块电源电路,其特征在于,所述滤波电路包括电容C1、电容C2和电感L1;电容C1和电容C2的一端分别连接在电感L1的两端,另一端接地;电容C1和电感L1之间的电性连接点与二极管D1的负极和二极管D2的负极连接;电感L1和电容C2之间的电性连接点作为负载的正输入端,电容C2的另一端作为负载的负输入端。

一种实现高电压隔离的模块电源电路

技术领域

[0001] 本发明涉及电源领域,尤其涉及一种实现高电压隔离的模块电源电路。

背景技术

[0002] 模块电源因其结构紧凑,长宽高尺寸限制原因,目前,其初次级之间的隔离电压通常较低,一般为1.5KVac、2.5KVac、3KVac、3.5KVac等几个常用量级,难以满足潮湿应用环境中 $\geq 10KVac$ 的高电压隔离的要求。

[0003] 也有设计者试图通过提高变压器初次级绝缘电压、采用高隔离电压的光电耦合器作为电压反馈器件的方法来满足高隔离电压的要求,然而,标准化模块电源的厚度常小于15mm,一般为10mm、12.7mm、13mm、15mm等几种厚度尺寸,变压器的初次级间距以及绕组与磁芯的间距都非常有限,而且,常用光电耦合器的绝缘电压常 $\leq 5KV$,具有高隔离电压的光电耦合器其尺寸根本就无法设计装配在模块电源的内部,因此,满足潮湿应用环境的 $\geq 10KVac$ 的高电压隔离的模块电源长期没有实现。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是:针对上述存在的问题,提供一种实现高电压隔离的模块电源电路。

[0005] 本发明采用的技术方案如下:

[0006] 一种实现高电压隔离的模块电源电路,包括主电源电路、控制电路和辅助电源电路;所述主电源电路包括多只串联的主变压器;所述辅助电源电路包括多只串联的辅助变压器;所述控制电路包括多只串联的光电耦合器,串联的光电耦合器之间连接有直流电源进行供电。

[0007] 在一个实施例中,所述主电源电路包括主变压器T1、主变压器T2、整流桥电路和滤波电路;主变压器T1和主变压器T2串联;主变压器T1的原边连接高频开关电路;主变压器T2的次边依次经整流桥电路和滤波电路连接负载。

[0008] 在一个实施例中,所述整流桥电路包括二极管D1、二极管D2、二极管D3和二极管D4;二极管D1的正极与二极管D3的负极连接;二极管D2的正极与二极管D4的负极连接;二极管D1的正极和二极管D3的负极之间的电性连接点,以及二极管D2的正极和二极管D4的负极之间的电性连接点,分别与主变压器T2的次边的两端连接;二极管D1的负极和二极管D2的负极均连接滤波电路;二极管D3的正极和二极管D4的正极接地。

[0009] 在一个实施例中,所述滤波电路包括电容C1、电容C2和电感L1;电容C1和电容C2的一端分别连接在电感L1的两端,另一端接地;电容C1和电感L1之间的电性连接点与二极管D1的负极和二极管D2的负极连接;电感L1和电容C2之间的电性连接点作为负载的正输入端,电容C2的另一端作为负载的负输入端。

[0010] 在一个实施例中,所述控制电路包括:光电耦合器U1、光电耦合器U2、电压比较器U3、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电阻R6、电阻R7、电阻R8、电阻R9、电阻R10、电

阻R11、电阻R12、电阻R13、电阻R14、电容C3、电容C4、电容C5和电容C6；

[0011] 电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13和电阻R14依次串联,电阻R7、电容C6、电阻R8和电阻R9依次串联,电阻R7和电阻R10之间的电性连接点与负载的正输入端连接;电阻R8和电阻R9之间的电性连接点与电阻R13和电阻R14之间的电性连接点连接;电阻R9和电阻R14的一端与负载的负输入端连接;电容C6和电阻R8之间的电性连接点连接电压比较器U3的负输入端,又依次经电阻R6和电容C5连接电压比较器U3的输出端;电压比较器U3的正输入端连接VREF端;电压比较器U3的输出端依次经电阻R5和电阻R4连接辅助电源电路的VCC_S端;光电耦合器U2的发光二极管并联在电阻R4的两端;光电耦合器U2的光敏三极管一端连接辅助电源电路的VCC_M端,另一端依次经电阻R2和电阻R3接地;光电耦合器U1的发光二极管并联在电阻R3的两端;光电耦合器U1的光敏三极管一端连接高频开关电路,另一端接地;电阻C4并联在光电耦合器U1的光敏三极管的两端;电容C3和电阻R1串联后并联在光电耦合器U1的光敏三极管的两端。

[0012] 在一个实施例中,所述辅助电源电路包括辅助变压器T3、辅助变压器T4、MOS驱动晶体管Q1、电容C7、电容C8、电容C9、二极管D5、二极管D6、二极管D7和电阻R15;辅助变压器T3的原边包括第一抽头和第二抽头;第一抽头的一端连接电压输入端,另一端连接MOS驱动晶体管Q1的漏极;第二抽头的一端依次经二极管D5的正极、负极和电容C7接地,另一端接地;MOS驱动晶体管Q1的栅极连接辅助电源控制电路,源极接地;辅助变压器T3的次边连接辅助变压器T4的原边连接;辅助变压器T3的次边和辅助变压器T4的原边之间并联二极管D6和电容C8;辅助变压器T4的次边两端并联二极管D7和电容C9。

[0013] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

[0014] 本发明通过中所述主电源电路包括多只串联的主变压器;所述控制电路包括多只串联的光电耦合器;所述辅助电源电路包括多只串联的辅助变压器,通过采用多级变压器和光电耦合器提高模块电源的电压隔离,使得模块电源能够满足潮湿应用环境中 $\geq 10\text{KVac}$ 的高电压隔离的需求,

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0016] 图1是本发明的实现高电压隔离的模块电源电路的结构框图。

[0017] 图2是本发明的主电源电路图。

[0018] 图3是本发明的控制电路图。

[0019] 图4是本发明的辅助电源电路图。

具体实施方式

[0020] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明,即所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通

常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0021] 如图1所示,本发明提供了一种实现高电压隔离的模块电源电路,包括主电源电路、控制电路和辅助电源电路;所述主电源电路包括多只串联的主变压器;所述辅助电源电路包括多只串联的辅助变压器;所述控制电路包括多只串联的光电耦合器,串联的光电耦合器之间连接有直流电源进行供电。

[0022] 以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

[0023] 实施例1

[0024] 如图2所示,在本实施例中,所述主电源电路包括主变压器T1、主变压器T2、整流桥电路和滤波电路;主变压器T1和主变压器T2串联;主变压器T1的原边连接高频开关电路;主变压器T2的次边依次经整流桥电路和滤波电路连接负载。

[0025] 在本实施例中,所述整流桥电路包括二极管D1、二极管D2、二极管D3和二极管D4;二极管D1的正极与二极管D3的负极连接;二极管D2的正极与二极管D4的负极连接;二极管D1的正极和二极管D3的负极之间的电性连接点,以及二极管D2的正极和二极管D4的负极之间的电性连接点,分别与主变压器T2的次边的两端连接;二极管D1的负极和二极管D2的负极均连接滤波电路;二极管D3的正极和二极管D4的正极接地。

[0026] 在本实施例中,所述滤波电路包括电容C1、电容C2和电感L1;电容C1和电容C2的一端分别连接在电感L1的两端,另一端接地;电容C1和电感L1之间的电性连接点与二极管D1的负极和二极管D2的负极连接;电感L1和电容C2之间的电性连接点作为负载的正输入端,电容C2的另一端作为负载的负输入端。

[0027] 其中,所述高频开关电路由高频开关器件组成的各种功率开关电路,可以是全桥、半桥、单端等,采用PWM信号驱动。所述主电源电路将高频开关电路的高频交流方波电压通过T1-A和T1-B馈入串联的主变压器T1,经串联的主变压器T1和主变压器T2形成的两级隔离耦合后,经VOUT+、VOUT-输出负载所需的直流电压。其中,二极管D1、二极管D2、二极管D3和二极管D4形成的整流桥电路对输出电压进行整流,电容C1、电容C2和电感L1形成的滤波电路对输出电压进行滤波。需要说明的是,采用主变压器T1和主变压器T2串联的两级隔离耦合是本实施例的一个示例,实际上,为了进一步提高隔离电压,可以根据需求采用多只主变压器串联隔离耦合。

[0028] 如图3所示,在本实施例中,所述控制电路包括:光电耦合器U1、光电耦合器U2、电压比较器U3、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电阻R6、电阻R7、电阻R8、电阻R9、电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13、电阻R14、电容C3、电容C4、电容C5和电容C6;

[0029] 电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13和电阻R14依次串联,电阻R7、电容C6、电阻R8和电阻R9依次串联,电阻R7和电阻R10之间的电性连接点与负载的正输入端连接;电阻R8和电阻R9之间的电性连接点与电阻R13和电阻R14之间的电性连接点连接;电阻R9和电阻R14的一端与负载的负输入端连接;电容C6和电阻R8之间的电性连接点连接电压比较器U3的负输入端,又依次经电阻R6和电容C5连接电压比较器U3的输出端;电压比较器U3的正输入端连接VREF端;电压比较器U3的输出端依次经电阻R5和电阻R4连接辅助电源电路的VCC_S端;

光电耦合器U2的发光二极管并联在电阻R4的两端;光电耦合器U2的光敏三极管一端连接辅助电源电路的VCC_M端,本实施例采用辅助电源电路对串联的光电耦合器之间进行直流电源供电,另一端依次经电阻R2和电阻R3接地;光电耦合器U1的发光二极管并联在电阻R3的两端;光电耦合器U1的光敏三极管一端连接高频开关电路,另一端接地;电阻C4并联在光电耦合器U1的光敏三极管的两端;电容C3和电阻R1串联后并联在光电耦合器U1的光敏三极管的两端。

[0030] 其中,电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13和电阻R14串联成分压电路,输出的负载所需的直流电压经分压后反馈给电压比较器U3的正输入端,经过电压比较器U3的电压比较运算控制,可以改变光电耦合器U1和光电耦合器U2的输出阻抗,从而改变FB端的瞬时电压值,以调节高频开关电路的PWM驱动信号(高频交流方波电压)占空比或开关频率,最终实现输出电压的稳定。其中,电容C3与电阻R1,电容C5与电阻R6,以及电阻R7与电容C6分别组成电压反馈环路补偿电路,以消除环路震荡,提高环路动态特性。需要说明的是,采用光电耦合器U1和光电耦合器U2串联的两级隔离耦合是本实施例的一个示例,实际上,为了进一步提高隔离电压,可以根据需求采用多只光电耦合器串联隔离耦合。

[0031] 如图4所示,在本实施例中,所述辅助电源电路包括辅助变压器T3、辅助变压器T4、MOS驱动晶体管Q1、电容C7、电容C8、电容C9、二极管D5、二极管D6、二极管D7和电阻R15;辅助变压器T3的原边包括第一抽头和第二抽头;第一抽头的一端连接电压输入端,另一端连接MOS驱动晶体管Q1的漏极;第二抽头的一端依次经二极管D5的正极、负极和电容C7接地,另一端接地;MOS驱动晶体管Q1的栅极连接辅助电源控制电路,源极接地;辅助变压器T3的次边连接辅助变压器T4的原边连接;辅助变压器T3的次边和辅助变压器T4的原边之间并联二极管D6和电容C8;辅助变压器T4的次边两端并联二极管D7和电容C9。

[0032] 其中,电容C7和二极管D5,电容C8和二极管D6,以及电容C9和二极管D7分别组成整流滤波电路。需要说明的是,采用辅助变压器T3和辅助变压器T4串联的两级隔离耦合是本实施例的一个示例,实际上,为了进一步提高隔离电压,可以根据需求采用多只辅助变压器串联隔离耦合。

[0033] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

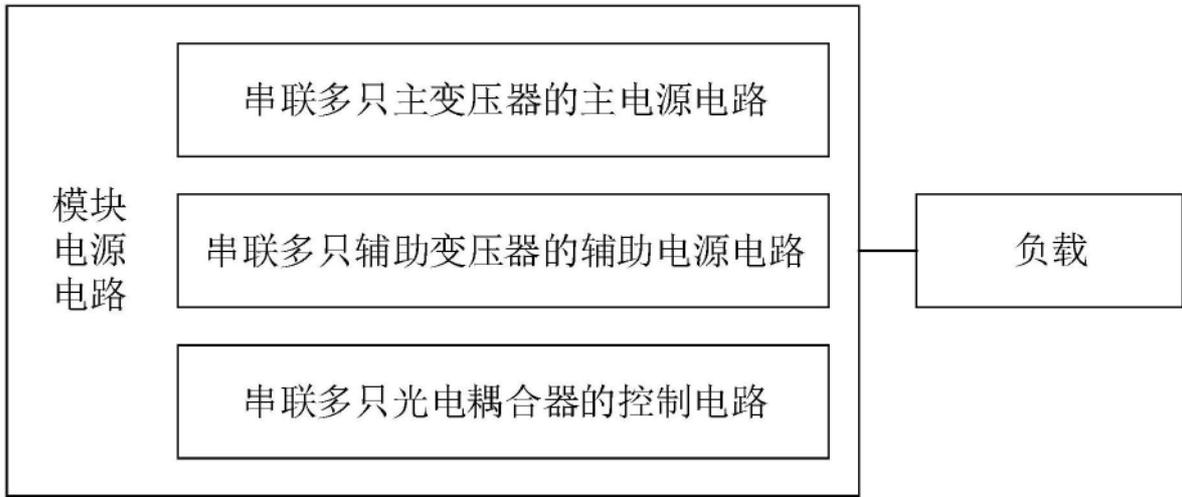


图1

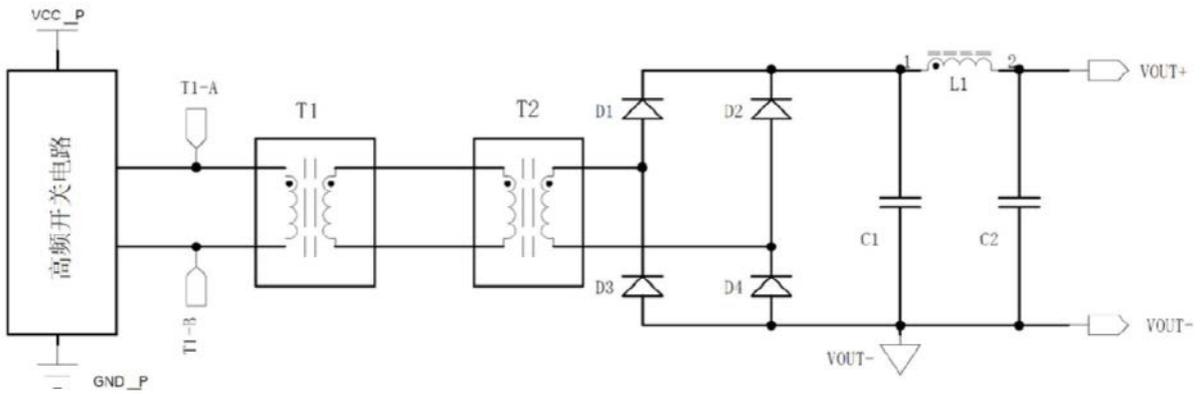


图2

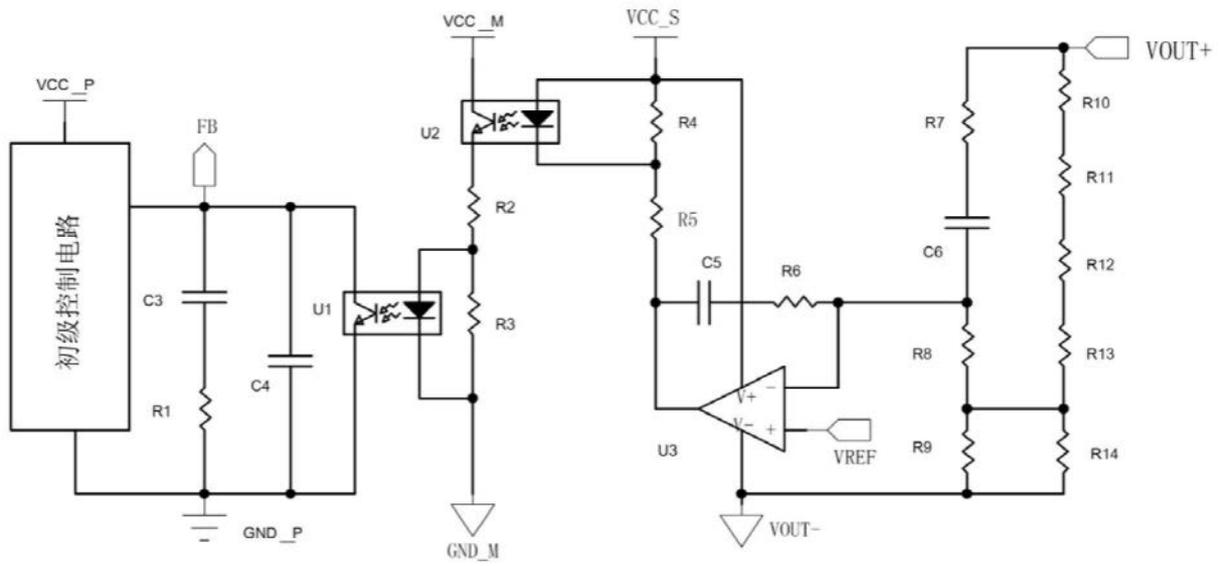


图3

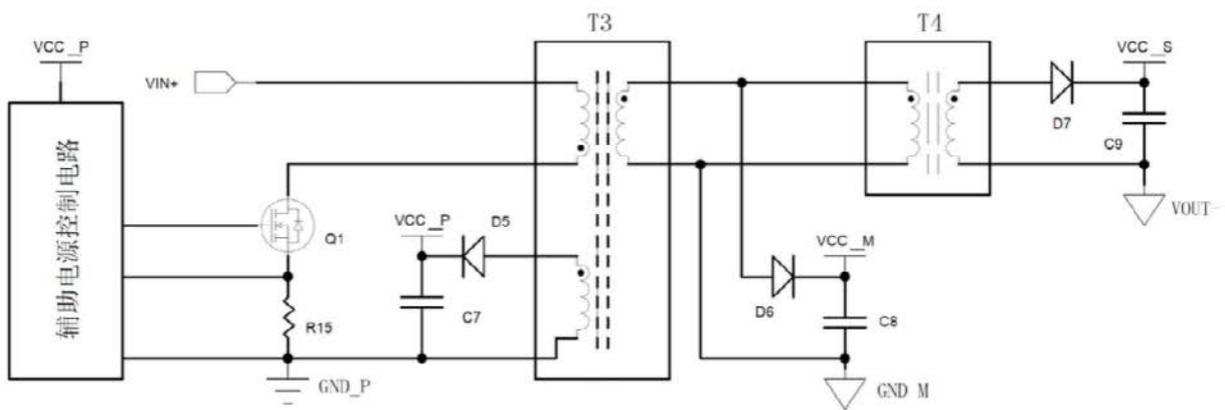


图4