



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109617385 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 15

(21) 申请号 201910110881.5

(22) 申请日 2019.02.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109617385 A

(43) 申请公布日 2019.04.12

(73) 专利权人 武汉永力睿源科技有限公司  
地址 430000 湖北省武汉市东湖新技术开发区流芳园南路19号永力产业园二楼

(72) 发明人 孙健涛 邓卫华

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569  
专利代理师 程华

(51) Int. Cl.  
H02M 1/34 (2007.01)

(56) 对比文件

- CN 108880236 A, 2018.11.23
- CN 202818086 U, 2013.03.20
- CN 204376516 U, 2015.06.03
- CN 206180840 U, 2017.05.17
- CN 209267434 U, 2019.08.16
- EP 2731229 A1, 2014.05.14
- US 2006232253 A1, 2006.10.19
- US 2007252566 A1, 2007.11.01
- US 2015061382 A1, 2015.03.05
- WO 2011067974 A1, 2011.06.09

审查员 杨英

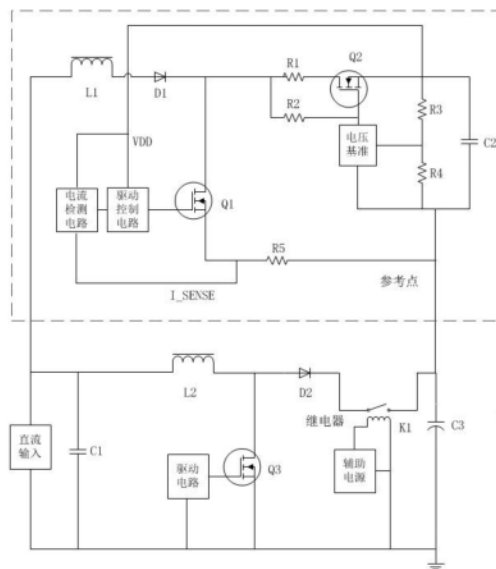
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

一种电容预充电电路

(57) 摘要

本发明公开了一种电容预充电电路。所述电容预充电电路包括：电感L1、开关管Q1、开关管Q2、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电压基准、电容C2、二极管D1、驱动控制电路以及电流检测电路；采用本发明电容预充电电路替换传统电源电路中的PTC电阻、NTC电阻或水泥电阻等元器件，从而避免了在高温环境中电源在很短的间隔时间内反复开关机的问题，进而提高了电子电路的可靠性。



1. 一种电容预充电电路,其特征在于,所述电容预充电电路应用于一种电源电路,所述电源电路包括BOOST电路、BOOST-PFC电路以及交流整流滤波电路;所述电容预充电电路包括:电感L1、开关管Q1、开关管Q2、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电压基准、电容C2、二极管D1、驱动控制电路以及电流检测电路;所述驱动控制电路为图腾柱电路;所述图腾柱电路包括开关管Q4以及开关管Q5;所述开关管Q4的发射极与所述R3的一端相连接;所述开关管Q4的基极分别与所述开关管Q5的基极以及所述电流检测电路中的运算放大器相连接;所述开关管Q4的集电极分别与所述开关管Q5的集电极以及所述开关管Q1的基极相连接;所述开关管Q5的发射极与所述电源电路的输出端相连接;

还包括:电阻R6、电阻R7以及二极管D3;所述电阻R7设于所述电流检测电路以及所述电阻R3的一端的之间;所述电阻R7的一端分别与所述电阻R3的一端以及所述电阻R6的一端相连接,所述电阻R7的另一端分别与所述电流检测电路中的运算放大器以及所述二极管D3的负极相连接;所述二极管D3的正极与所述电源电路的输出端相连接;

所述电流检测电路具体包括:运算放大器、电阻R9、电阻R10以及电阻R11;所述运算放大器的正极与所述电阻R10的一端相连接,所述运算放大器的负极分别与所述电阻R9的一端以及所述电阻R11的一端相连接;所述电阻R10的另一端与所述电阻R5的另一端相连接;所述电阻R11的另一端与所述电阻R6的另一端相连接;

所述电感L1的一端与所述电源电路的输入端相连接,所述电感L1的另一端与所述二极管D1的正极相连接,所述二极管D1的负极分别与所述开关管Q1的集电极、所述电阻R1的一端以及所述电阻R2的一端相连接;所述电阻R1的另一端与所述开关管Q2的集电极相连接,所述开关管Q2的基极分别与所述电阻R2的另一端以及所述电压基准的第一端相连接,所述开关管Q2的发射极与所述电容C2的一端相连接;所述电阻R3的一端分别与所述驱动控制电路的第一端以及所述电流检测电路的第一端相连接;所述电阻R3的另一端分别与所述电阻R4的一端、所述电压基准的第二端相连接;所述电容C2的另一端分别与所述电阻R4的另一端、所述电压基准的第三端、所述电阻R5的一端以及所述电源电路的输出端相连接;所述二极管D1采用一个独立的二极管实现或者是两个二极管分别放置开关管Q1和线性稳压两个支路来实现;所述电感L1为贴片电感、插件电感或由多层印制电路板所绘制的平面电感;

所述驱动控制电路的第二端与所述电流检测电路的第二端相连接,所述驱动控制电路的第三端与所述开关管Q1的基极相连接;所述开关管Q1的发射极分别与所述电阻R5的另一端以及所述电流检测电路的第三端相连接。

2. 根据权利要求1所述的电容预充电电路,其特征在于,还包括:电容C4、电容C5以及电阻R8;

所述电容C4与所述电阻R8并联,且所述电容C4的一端分别与所述电阻R6的另一端以及所述电阻R11的另一端相连接;所述电容C4的另一端分别与所述二极管D3的正极、所述开关管Q5的发射极、所述电容C5的一端以及所述电源电路的输出端相连接;所述电容C5的另一端分别与所述电阻R5的另一端以及所述电阻R10的另一端相连接。

3. 根据权利要求2所述的电容预充电电路,其特征在于,所述开关管Q1为N型金属氧化物半导体管、控制开关、双极性器件或场效应器件;

所述开关管Q2为N型金属氧化物半导体管、控制开关、双极性器件或场效应器件;

所述开关管Q4为N型金属氧化物半导体管、控制开关、双极性器件或场效应器件;

所述开关管Q5为N型金属氧化物半导体管、控制开关、双极性器件或场效应器件。

4.根据权利要求1所述的电容预充电电路,其特征在于,所述二极管D1为防反二极管。

## 一种电容预充电电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子领域,特别是涉及一种电容预充电电路。

### 背景技术

[0002] 目前,高精密设备对电源的性能要越来越高,为了改善电源输入输出的特性,一般会在电源的输入输出端加比较大的电容,这些输入输出端电容的加入能改善电源的动态特性和纹波特性。然而,大电容的加入会引起很大的冲击电流,导致供电设备的冲击电流过大。例如:在开关直流(the boost converter,BOOST)升压拓扑输入输出端的电容;在升压型功率因数校正(BOOST-Power Factor Correction,BOOST-PFC)电路输出端的电容;交流输入,经过全波、半波或者可控硅整流后接入的母线电容等,这些电容在开机的瞬间都会引起很大的冲击电流,而输入端过大的冲击电流,需要提供更高功率的供电电源;输出端的冲击电流会增加电子线路失效风险,同时,设计上需要留足比正常工作时大好几倍的余量,导致电源的体积和成本都会增加很多。

[0003] 现阶段为了抑制开机过程中电容引起的冲击电流,通常会通过增加正温度系数(Positive Temperature Coefficient,PTC)电阻或者负温度系数(Negative Temperature Coefficient,NTC)电阻或者水泥电阻来实现输出电容的预充电,抑制开机过程中的冲击电流。

[0004] 为抑制开机过程中的冲击电流,现有的预充电电路如图1所示,其中R为PTC电阻或者NTC电阻或者水泥电阻;在开机之前,直流输入电压经过C1滤波后再经过L2,D2,R给输出电容C3充电;当电容C3的电压被充到接近输入电压大小后,主功率电路会控制继电器闭合;功率开关管通过缓起占空比,让输出电压缓慢上升,达到所设定的BOOST电压。但是如果R选择PTC电阻,在高温环境中,或者电源在间隔时间很短时间内反复进行开关机,PTC阻抗将会变的很大,导致电源没有办法正常开机;在低温环境中,PTC阻抗又将会比较小,导致开机的时候冲击电流过大。如果R选择NTC电阻,在低温环境中,NTC阻抗将会变的很大,会导致电源没有办法正常开机;在高温环境中,或者电源在很短的间隔时间内反复进行开关机,NTC阻抗会变得很小,将会导致开机时候冲击电流过大;如果R选择水泥电阻,虽然高低温特性比较好,但是在一个电源里面往往需要多个水泥电阻串并联使用,这样就是导致电源的体积重量都大大增加,很难在一些对重量和体积要求很高的环境中应用。

[0005] 因此,现有的预充电电路依旧存在开机冲击电流过大,从而增加电源的体积和成本,进而导致预充电电路可靠性低的问题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种电容预充电电路,以解决现有的预充电电路存在开机冲击电流过大,可靠性低的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0008] 一种电容预充电电路,所述电容预充电电路应用于一种电源电路,所述电源电路

包括BOOST电路、BOOST-PFC电路以及交流整流滤波电路；所述电容预充电电路包括：电感L1、开关管Q1、开关管Q2、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电压基准、电容C2、二极管D1、驱动控制电路以及电流检测电路；

[0009] 所述电感L1的一端与所述电源电路的输入端相连接，所述电感L1的另一端与所述二极管D1的正极相连接，所述二极管D1的负极分别与所述开关管Q1的集电极、所述电阻R1的一端以及所述电阻R2的一端相连接；所述电阻R1的另一端与所述开关管Q2的集电极相连接，所述开关管Q2的基极分别与所述电阻R2的另一端以及所述电压基准的第一端相连接，所述开关管Q2的发射极与所述电容C2的一端相连接；所述电阻R3的一端分别与所述驱动控制电路的第一端以及所述电流检测电路的第一端相连接；所述电阻R3的另一端分别与所述电阻R4的一端、所述电压基准的第二端相连接；所述电容C2的另一端分别与所述电阻R4的另一端、所述电压基准的第三端、所述电阻R5的一端以及所述电源电路的输出端相连接；

[0010] 所述驱动控制电路的第二端与所述电流检测电路的第二端相连接，所述驱动控制电路的第三端与所述开关管Q1的基极相连接；所述开关管Q1的发射极分别与所述电阻R5的另一端以及所述电流检测电路的第三端相连接。

[0011] 可选的，所述驱动控制电路为图腾柱电路；

[0012] 所述图腾柱电路包括开关管Q4以及开关管Q5；

[0013] 所述开关管Q4的发射极与所述R3的一端相连接；所述开关管Q4的基极分别与所述开关管Q5的基极以及所述电流检测电路中的运算放大器相连接；所述开关管Q4的集电极分别与所述开关管Q5的集电极以及所述开关管Q1的基极相连接；所述开关管Q5的发射极与所述电源电路的输出端相连接。

[0014] 可选的，还包括：电阻R6、电阻R7以及二极管D3；

[0015] 所述电阻R7设于所述电流检测电路以及所述电阻R3的一端的之间；所述电阻R7的一端分别与所述电阻R3的一端以及所述电阻R6的一端相连接，所述电阻R7的另一端分别与所述电流检测电路中的运算放大器以及所述二极管D3的负极相连接；所述二极管D3的正极与所述电源电路的输出端相连接。

[0016] 可选的，所述电流检测电流具体包括：运算放大器、电阻R9、电阻R10以及电阻R11；

[0017] 所述运算放大器的正极与所述电阻R10的一端相连接，所述运算放大器的负极分别与所述电阻R9的一端以及所述电阻R11的一端相连接；所述电阻R10的另一端与所述电阻R5的另一端相连接；所述电阻R11的另一端与所述电阻R6的另一端相连接。

[0018] 可选的，还包括：电容C4、电容C5以及电阻R8；

[0019] 所述电容C4与所述电阻R8并联，且所述电容C4的一端分别与所述电阻R6的另一端以及所述电阻R11的另一端相连接；所述电容C4的另一端分别与所述二极管D3的正极、所述开关管Q5的发射极、所述电容C5的一端以及所述电源电路的输出端相连接；所述电容C5的另一端分别与所述电阻R5的另一端以及所述电阻R10的另一端相连接。

[0020] 可选的，所述开关管Q1为N型金属氧化物半导体管、控制开关、双极性器件或场效应器件；

[0021] 所述开关管Q2为N型金属氧化物半导体管、控制开关、双极性器件或场效应器件；

[0022] 所述开关管Q4为N型金属氧化物半导体管、控制开关、双极性器件或场效应器件；

[0023] 所述开关管Q5为N型金属氧化物半导体管、控制开关、双极性器件或场效应器件。

[0024] 可选的,所述电感L1为贴片电感、插件电感或由多层印制电路板所绘制的平面电感。

[0025] 根据权利要求1所述的电容预充电电路,其特征在于,所述二极管D1为防反二极管。

[0026] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:本发明公开了一种电容预充电电路,替代了传统电源电路中的PTC电阻、NTC电阻或者水泥电阻,克服了高温环境中或低温环境中的反复开关机过程中PTC电阻、NTC电阻带来的启动异常等问题,提高了电子电路的可靠性;改善了电路中水泥电阻的体积和重量等问题,为电源小型化、高功率密度化提供了条件。

## 附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1为本发明所提供的现有的预充电电路的电路图;

[0029] 图2为本发明提供的电容预充电电路应用于BOOST电路中的电路图;

[0030] 图3为本发明提供的电容预充电电路应用于BOOST-PFC电路中的电路图;

[0031] 图4为本发明提供的电容预充电电路应用于交流整流滤波电路中的电路图;

[0032] 图5为本发明所提供的基于图2所提供的电容预充电电路改进的另一种电容预充电电路的电路图;

[0033] 图6为本发明所提供的图5内的关键节点的波形图;

[0034] 图7为本发明所提供的基于图6的波形的展开图。

## 具体实施方式

[0035] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,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。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动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。

[0036] 本发明的目的是提供一种电容预充电电路,能够提高电子电路的可靠性。

[0037] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0038] 如图2-图4内虚线框所示,一种电容预充电电路,所述电容预充电电路应用于一种电源电路,所述电源电路包括BOOST电路、BOOST-PFC电路以及交流整流滤波电路;所述电容预充电电路包括:电感L1、开关管Q1、开关管Q2、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、电阻R5、电压基准、电容C2、二极管D1、驱动控制电路以及电流检测电路;所述电感L1的一端与所述电源电路的输入端相连接,所述电感L1的另一端与所述二极管D1的正极相连接,所述二极管D1的负极分别与所述开关管Q1的集电极、所述电阻R1的一端以及所述电阻R2的一端相连接;所述电阻R1的另一端与所述开关管Q2的集电极相连接,所述开关管Q2的基极分别与所

述电阻R2的另一端以及所述电压基准的第一端相连接,所述开关管Q1的发射极与所述电容C2的一端相连接;所述电阻R3的一端分别与所述驱动控制电路的第一端以及所述电流检测电路的第一端相连接;所述电阻R3的另一端分别与所述电阻R4的一端、所述电压基准的第二端相连接;所述电容C2的另一端分别与所述电阻R4的另一端、所述电压基准的第三端、所述电阻R5的一端以及所述电源电路的输出端相连接;所述驱动控制电路的第二端与所述电流检测电路的第二端相连接,所述驱动控制电路的第三端与所述开关管Q1的基极相连接;所述开关管Q1的发射极分别与所述电阻R5的另一端以及所述电流检测电路的第三端相连接。其中,电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4、开关管Q2以及电压基准组成线性电源,所述线性电源也可以由其他线性电压电路代替。

[0039] 图2为本发明提供的电容预充电电路应用于BOOST电路中的电路图,如图2所示,采用本发明所提供的预充电电路替代了BOOST电路中PTC电阻,NTC电阻或者水泥电阻。

[0040] 在BOOST主功率电路工作之前,预充电电路将会把输出电容C3充至输入电压大小;直流输入电压通过滤波电容C2后,为线性稳压电路供电,得到基于参考点的稳定电压VDD,VDD为驱动控制电路和电流检测电路供电;电流检测电路检测到电阻R5上电流转换成的电压信号,反馈给驱动控制电路,驱动控制电路判断电流的大小控制开关管Q1的通断。

[0041] 当开关管Q1导通时,输入直流经过滤波电感L1,二极管D1,开关管Q1,对输出电容C3进行充电。充电电流以一定的斜率上升,当充电电流值达到所设定的最大充电电流后,电流检测电路会反馈给驱动控制电路,驱动控制电路会关断开关管Q1,经过多个周期的充电,电容C3电压被充高;当电容C3电压接近输入电压大小后,主功率电路会闭合继电器K1,预充电电路不再起作用。

[0042] 当继电器K1闭合后,BOOST拓扑的主功率开关管Q3开始工作,根据缓起时间的设定,占空比由小变大,直到输出电容C3上面的电压达到所设定的BOOST输出电压的大小;由于有防反二极管D1,输出电压不会通过预充电电路反灌到直流输入侧;本发明所提供的预充电电路替代了PTC电阻,NTC电阻或者水泥电阻,克服了高温环境中,低温环境中,反复开关机过程中PTC电阻,NTC电阻会带来的启动异常等问题,提高了电子电路的可靠性;改善了电路中水泥电阻的体积和重量等问题,为电源小型化高功率密度化提供了条件。

[0043] 通常情况下,BOOST电路是不支持输出短路保护功能的,但是本发明所提供的预充电电路的加入为BOOST电路的短路保护提供了一种解决方案。

[0044] 当输出检测到短路电流,主功率会关断继电器K1,这时候预充电电路开始起作用。由于输出端呈短路状态,开关管Q1只要被打开,充电电流会急剧上升,当达到限定的充电电流大小,驱动控制电路会关断开关管Q1,只要输出端短路存在,电容C3的电压就不会被充起来,主功率将不会闭合K1;直到输出端短路状态消失,电容C3被充至输入电压大小,主功率才会闭合K1,开关管Q3开始工作。

[0045] 所述的D1采用一个独立的二极管实现或者是两个二极管分别放置开关管Q1和线性稳压两个支路来实现。开关管Q1采用NMOS实现或者控制开关、双极性器件或场效应器件。所述电流检测采用电阻检测电流或者是传感器来检测,驱动控制电路采用分立元器件图腾柱驱动来实现或者是集成驱动芯片来实现;或者是集成有电流检测和驱动控制的芯片来实现电流检测和驱动控制。所述的线性稳压电路采用分立元器件来实现或者是三端稳压芯片来实现。

[0046] 图3为本发明提供的电容预充电电路应用于BOOST-PFC电路中的电路图。采用本发明所提供的预充电电路替代了BOOST-PFC电路中PTC电阻,NTC电阻或者水泥电阻。

[0047] 在BOOST-PFC主功率电路工作之前,预充电电路将会把输出电容C3充至输入交流峰值电压的大小;交流输入电压通过桥式整流,整流成M型波,后经滤波电感L1,防反二极管D1,为线性稳压电路供电。当输入电压大于VDD电压的时候,线性稳压电路正常工作,得到基于参考点的稳定电压VDD,VDD为驱动控制电路和电流检测电路供电;电流检测电路检测到R5上电流转换成的电压信号,反馈给驱动控制电路,驱动控制电路判断电流的大小控制开关管Q1的通断。

[0048] 当开关管Q1导通时,输入直流经过滤波电感L1,二极管D1,开关管Q1,对输出电容C3进行充电。充电电流以一定的斜率上升,当充电电流值达到所设定的最大充电电流后,电流检测电路会反馈给驱动控制电路,驱动控制电路会关断开关管Q1,经过多个周期的充电,电容C3电压被充高;当电容C3电压接近交流输入峰值电压大小后,主功率电路会闭合继电器K1,预充电电路不再起作用。

[0049] 当继电器K1闭合后,BOOST-PFC电路的主功率开关管Q3开始工作,根据缓起时间的设定,占空比会根据环路进行变化,让输出电压缓起。直到输出电容C3上面的电压达到所设定的PFC输出电压的大小;由于有防反二极管D1,输出电压不会通过预充电电路反灌到直流输入侧;本发明所提供的预充电电路替代了PTC电阻,NTC电阻或者水泥电阻,克服了高温环境中,低温环境中,反复开关机过程中PTC电阻,NTC电阻会带来的启动异常等问题,提高了电子电路的可靠性;改善了电路中水泥电阻的体积和重量等问题,为电源小型化高功率密度化提供了条件。

[0050] 通常情况下,BOOST-PFC电路是不支持输出短路保护功能的,但是该预充电电路的加入为BOOST-PFC电路的短路保护提供了一种解决方案。

[0051] 当输出检测到短路电流,主功率会关断继电器K1,这时候预充电电路开始起作用。由于输出端呈短路状态,开关管Q1只要被打开,充电电流会急剧上升,当达到限定的充电电流大小,驱动控制电路会关断开关管Q1;只要输出端短路存在,电容C3的电压就不会被充起来,主功率电路不会闭合继电器K1;直到输出端短路状态消失,电容C3被充到接近交流输入峰值电压大小后,主功率才会闭合继电器K1,让Q3开始工作。

[0052] 所述的D1采用一个独立的二极管实现或者是两个二极管分别放置开关管Q1和线性稳压两个支路来实现;开关管Q1采用NMOS实现或者控制开关、双极性器件或场效应器件;所述电流检测采用电阻检测电流或者是传感器来检测,驱动控制电路采用分立元器件图腾柱驱动来实现或者是集成驱动芯片来实现;或者是集成有电流检测和驱动控制的芯片来实现电流检测和驱动控制。所述的线性稳压电路采用分立元器件来实现或者是三端稳压芯片来实现。

[0053] 图4为本发明提供的电容预充电电路应用于交流整流滤波电路中的电路图。采用本发明所提供的预充电电路替代了电路中PTC电阻,NTC电阻或者水泥电阻。

[0054] 在继电器K1闭合之前,预充电电路将会把输出电容C3充至输入交流峰值电压的大小。交流输入电压通过桥式整流,整流成M型波,后经滤波电感L1,防反二极管D1,为线性稳压电路供电;当电压在大于VDD电压的时候,线性稳压电路正常工作,得到基于参考点的稳定电压VDD,VDD为驱动控制电路和电流检测电路供电。电流检测电路检测到R5上电流转换

成的电压信号,反馈给驱动控制电路,驱动控制电路判断电流的大小控制开关管Q1的通断。

[0055] 当开关管Q1导通时,输入直流经过滤波电感L1,二极管D1,开关管Q1,对输出电容C3进行充电。充电电流以一定的斜率上升,当充电电流值达到所设定的最大充电电流后,电流检测电路会反馈给驱动控制电路,驱动控制电路会关断开关管Q1,经过多个周期的充电,电容C3电压被充高。当电容C3电压接近交流输入峰值电压大小后,主功率电路会闭合继电器K1,预充电电路不再起作用。

[0056] 图5为本发明所提供的基于图2所提供的电容预充电电路改进的另一种电容预充电电路的电路图,如图5所示,由电阻R1,电阻R2,电阻R3,电阻R4,二极管D4,开关管Q2组成了线性稳压源;二极管D4采用431作为线性电源的电压基准,电阻R3和电阻R4组成反馈网络,开关管Q2为NMOS工作在线性区;线性电源输出基于参考点的稳定电压VDD,为电流检测和驱动控制电路供电。

[0057] 电阻R9,电阻R10,电阻R11和运算放大器U1组成了电流检测和开关管Q1控制信号电路;可以是具有类似功能的集成芯片,驱动控制电路和电流检测电路也可以集成在一个芯片里面。所述运算放大器的正极与所述电阻R10的一端相连接,所述运算放大器的负极分别与与所述电阻R9的一端以及所述电阻R11的一端相连接;所述电阻R10的另一端与所述电阻R5的另一端相连接;所述电阻R11的另一端与所述电阻R6的另一端相连接;电阻R7设于所述电流检测电路以及所述电阻R3的一端的之间;所述电阻R7的一端分别与所述电阻R3的一端以及所述电阻R6的一端相连接,所述电阻R7的另一端分别与所述电流检测电路中的运算放大器以及所述二极管D3的负极相连接;所述二极管D3的正极与所述电源电路的输出端相连接;所述电容C4与所述电阻R8并联,且所述电容C4的一端分别与所述电阻R6的另一端以及所述电阻R11的另一端相连接;所述电容C4的另一端分别与所述二极管D3的正极、所述开关管Q5的发射极、所述电容C5的一端以及所述电源电路的输出端相连接;所述电容C5的另一端分别与所述电阻R5的另一端以及所述电阻R10的另一端相连接。

[0058] VDD经过电阻R6与电阻R8分压后作为迟滞比较器的基准,流经R5的充电电流转换成电压送到迟滞比较器的另外一端;开关管Q4,开关管Q5组成图腾柱电路用于驱动开关管Q1;可以是具有类似功能的集成芯片,驱动控制电路和电流检测电路也可以集成在一个芯片里面。所述开关管Q4的发射极与所述R3的一端相连接;所述开关管Q4的基极分别与所述开关管Q5的基极以及所述电流检测电路中的运算放大器相连接;所述开关管Q4的集电极分别与所述开关管Q5的集电极以及所述开关管Q1的基极相连接;所述开关管Q5的发射极与所述电源电路的输出端相连接。

[0059] 在BOOST主功率电路工作之前,预充电电路将会把输出电容C3充至输入电压大小;直流输入电压经滤波电感L1,防反二极管D1,为线性稳压电路供电,得到基于参考点的稳定电压VDD。

[0060] 当开关管Q1导通时,输入直流经过滤波电感L1,二极管D1,开关管Q1对输出电容C3进行充电,充电电流以一定的斜率上升,当充电电流值达到所设定的最大充电电流后,迟滞比较器翻转,图腾柱驱动电路会关断开关管Q1。

[0061] 当开关管Q1关断后,充电电流小于迟滞比较器下限后,迟滞比较器翻转,图腾柱驱动电路会开通开关管Q1。经过多个周期的充电,电容C3电压被充高;当电容C3电压接近输入电压大小,线性电源停止工作,主功率电路会闭合继电器K1,预充电电路不再起作用。

[0062] 所述电流检测采用电阻检测电流或者是传感器来检测,驱动控制电路采用分立元器件图腾柱驱动来实现或者是集成驱动芯片来实现;或者是集成有电流检测和驱动控制的芯片来实现电流检测和驱动控制;所述的线性稳压电源电路采用分立元器件来实现或者是三端稳压芯片来实现。

[0063] 图6为本发明所提供的图5内的关键节点的波形图,如图6所示,其中,所述关键节点为在上电过程中,判断母线电容充电过程的电压和电流波形,图7为本发明所提供的基于图6的波形的展开图;其中,输出电容C3对地的输出电压波形为图7中的C3\_Vout,C3\_Vout为电容C3的电容电压);开关管Q1的栅源极波形为图7中的Q1-Vgs,Q1-Vgs为开关管Q1的驱动电压;电流流经电阻R5后相对于参考点的电流检测波形见图7中的R5\_Isense,R5\_Isense为电流检测电阻R5上的检测电压;充电电流波形为图7中的I\_charge,I\_charge为电容C3的充电电流波形。

[0064] 从图6-图7可以看出,电容C3上的电压是随开关管Q1的开关,缓慢的上升,最终被充到输入电压300Vdc附近。开关管Q1导通的时候,充电电流上升,当达到一定值后,驱动控制电路关闭开关管Q1;当电流下降到一定值后,驱动控制电路打开开关管Q1,继续充电。从波形中可以看出,该预充电电路能够完成对输出电容预充电。

[0065] 由于电源的输入输出电容在开机过程中会产生很大的冲击电流,过大的冲击电流会带来可靠性问题,因此,电源输入输出端有大电容开机时,采用本发明所提供的电容预充电电路对电容进行预充电,从而抑制开机过程中的冲击电流,可以设置预充电电流的大小,控制预充电时间;还能够缩小电源的体积;由本发明所提供的预充电电路替换电源电路内部的PTC电阻、NTC电阻或水泥电阻等元器件,能够有效提高电子电路的可靠性。

[0066] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0067] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

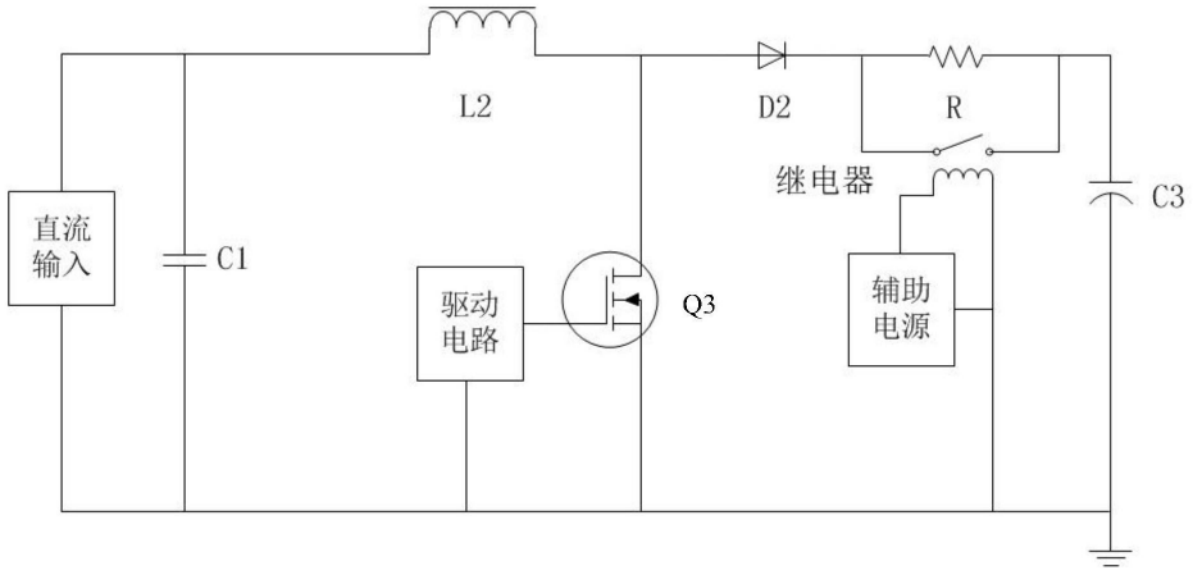


图1

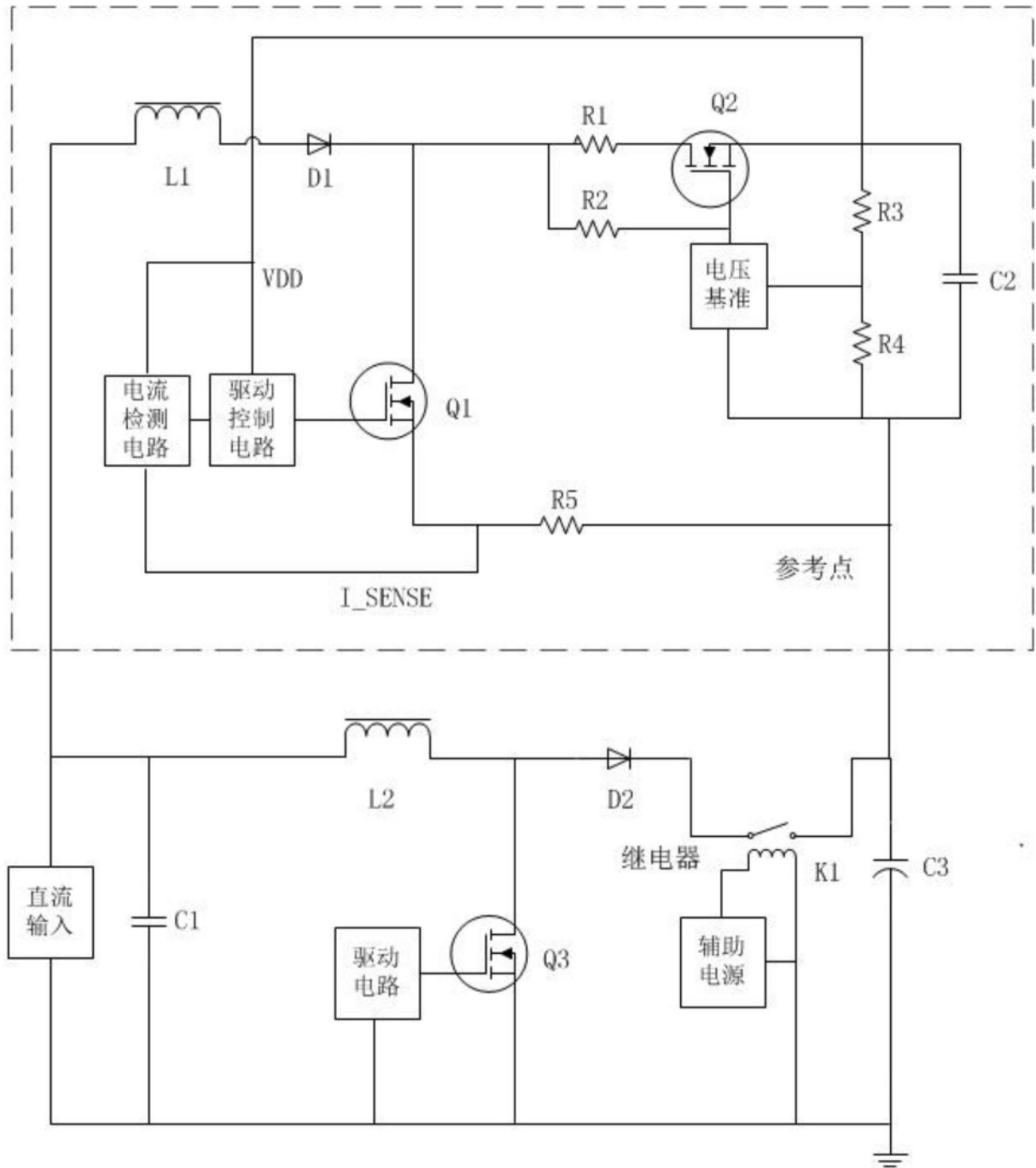


图2

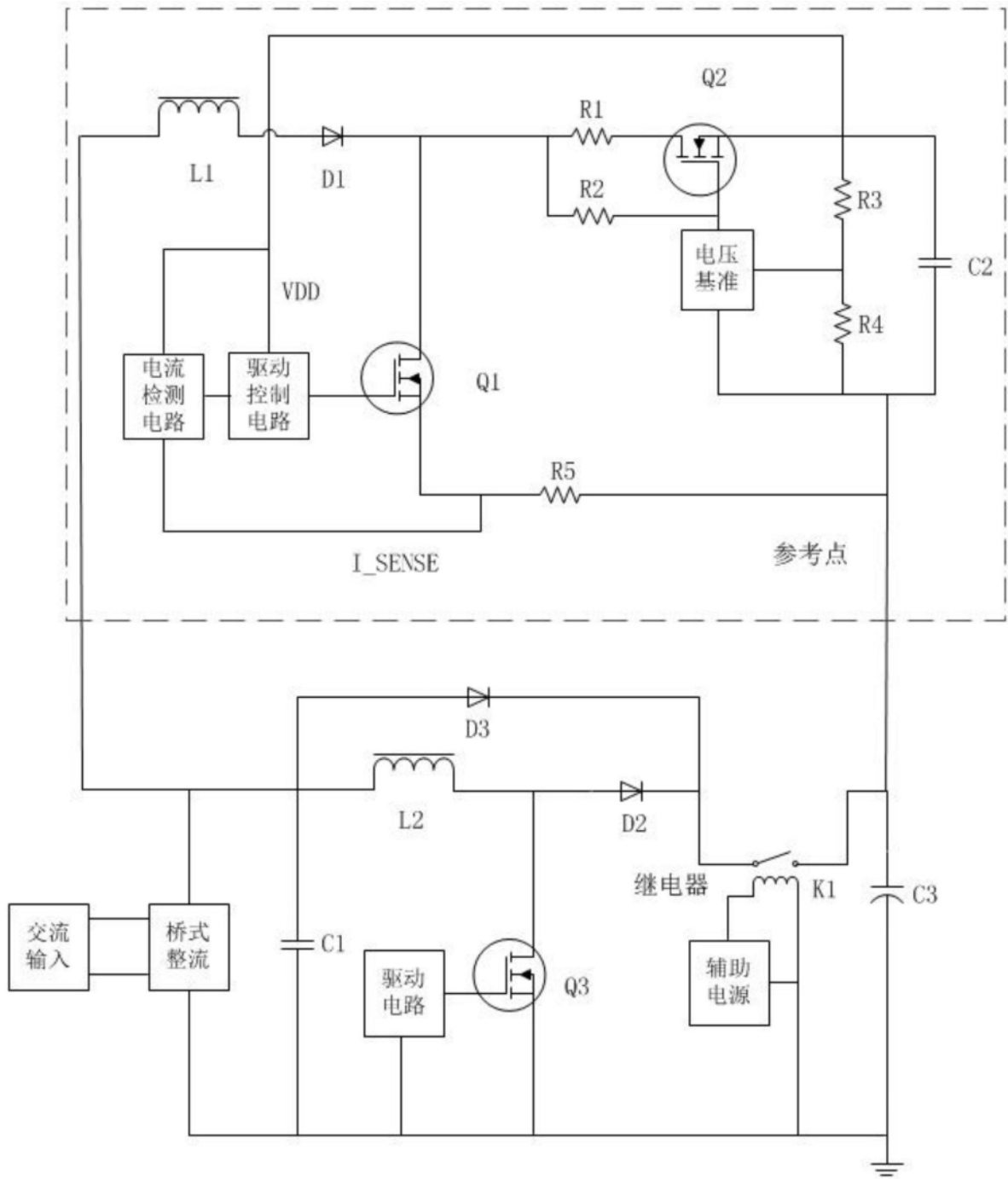


图3

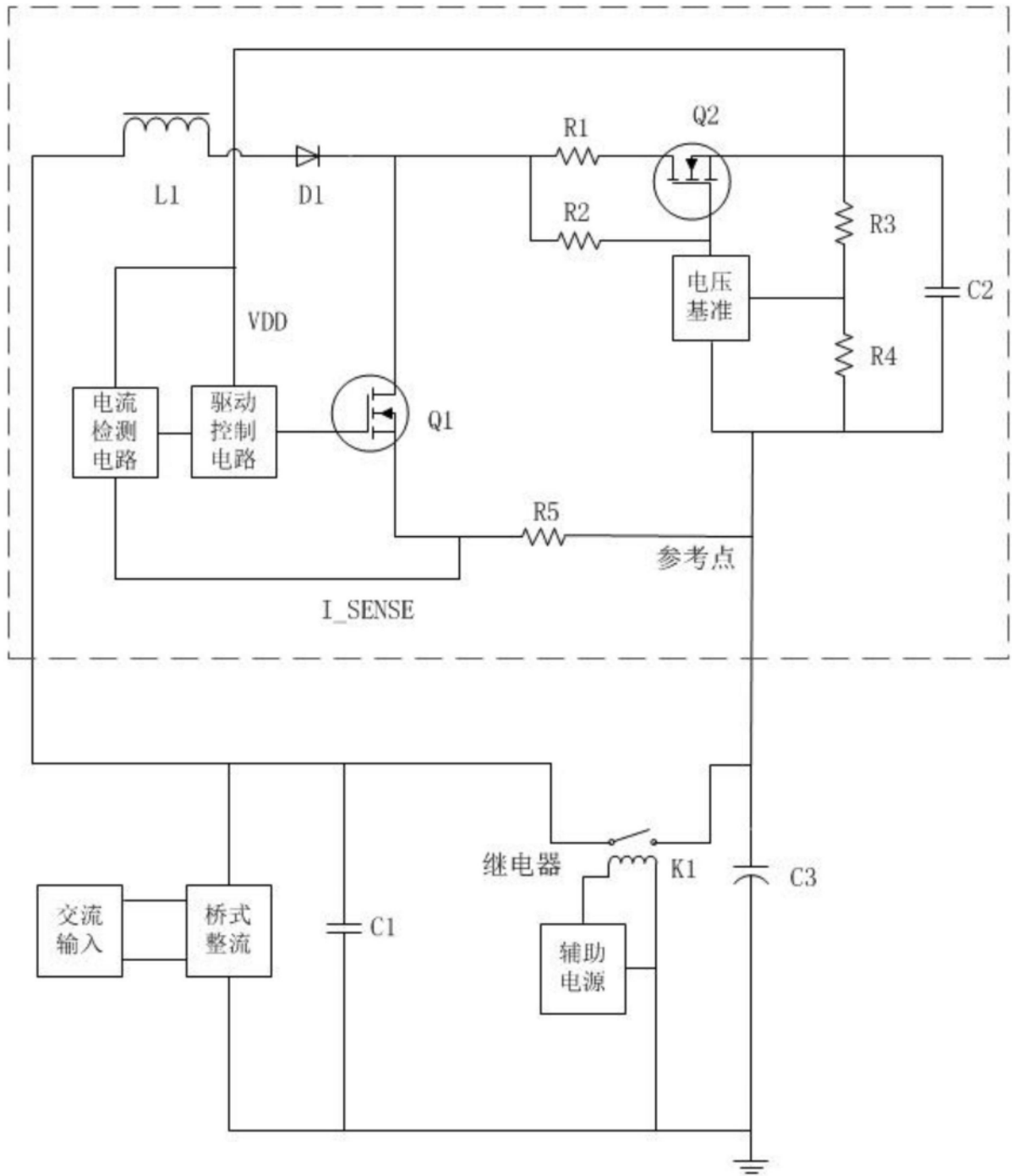


图4

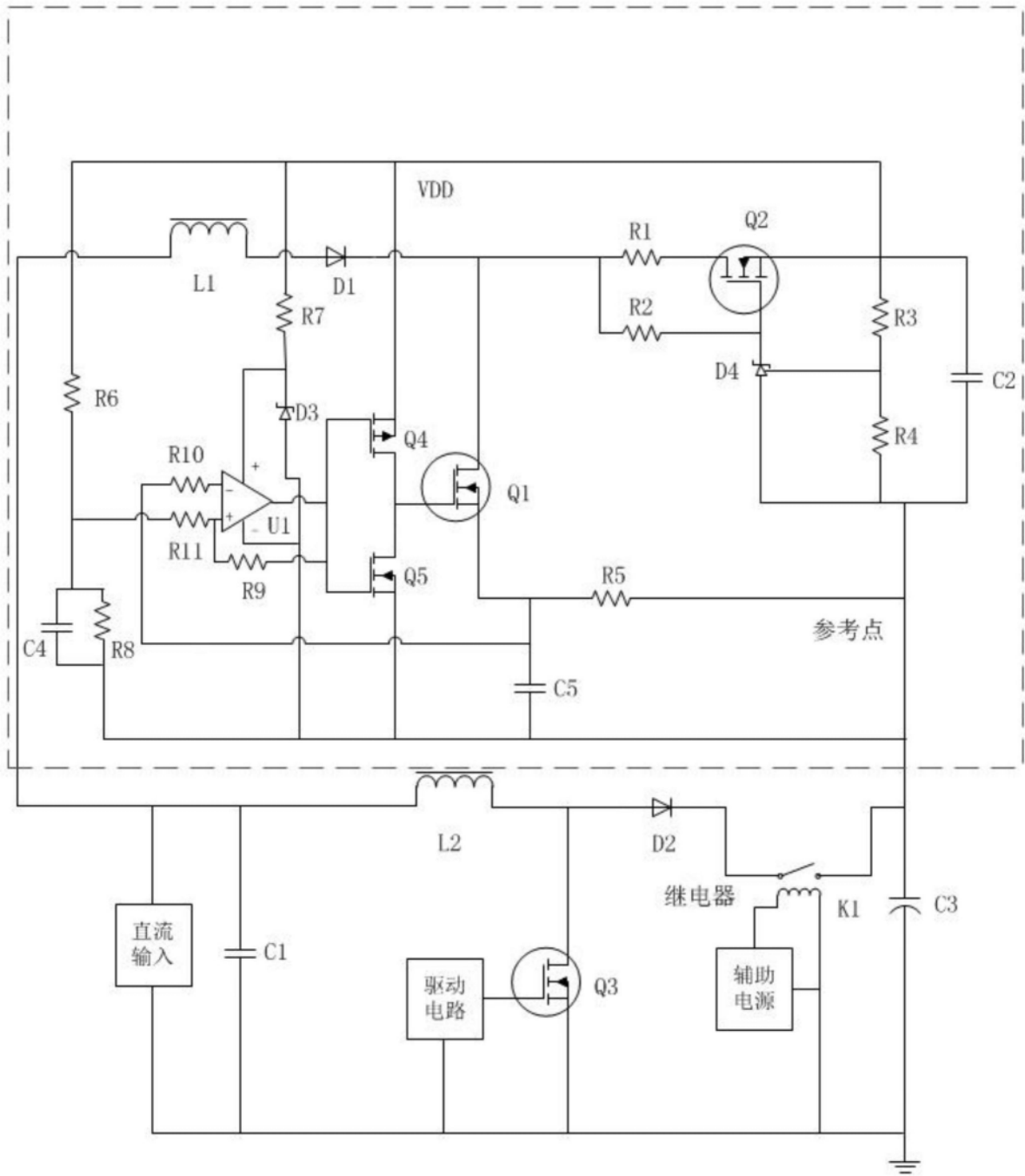


图5

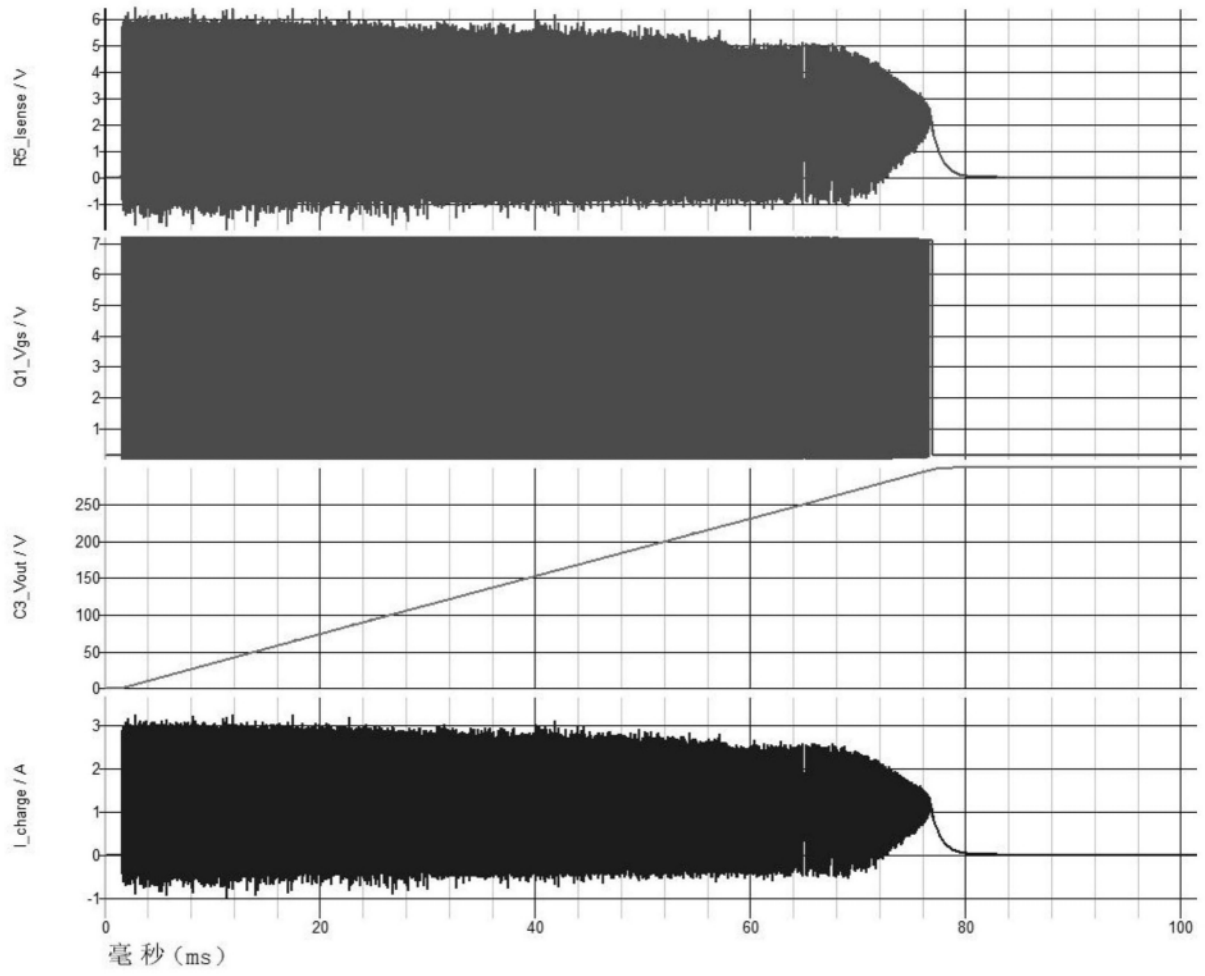


图6

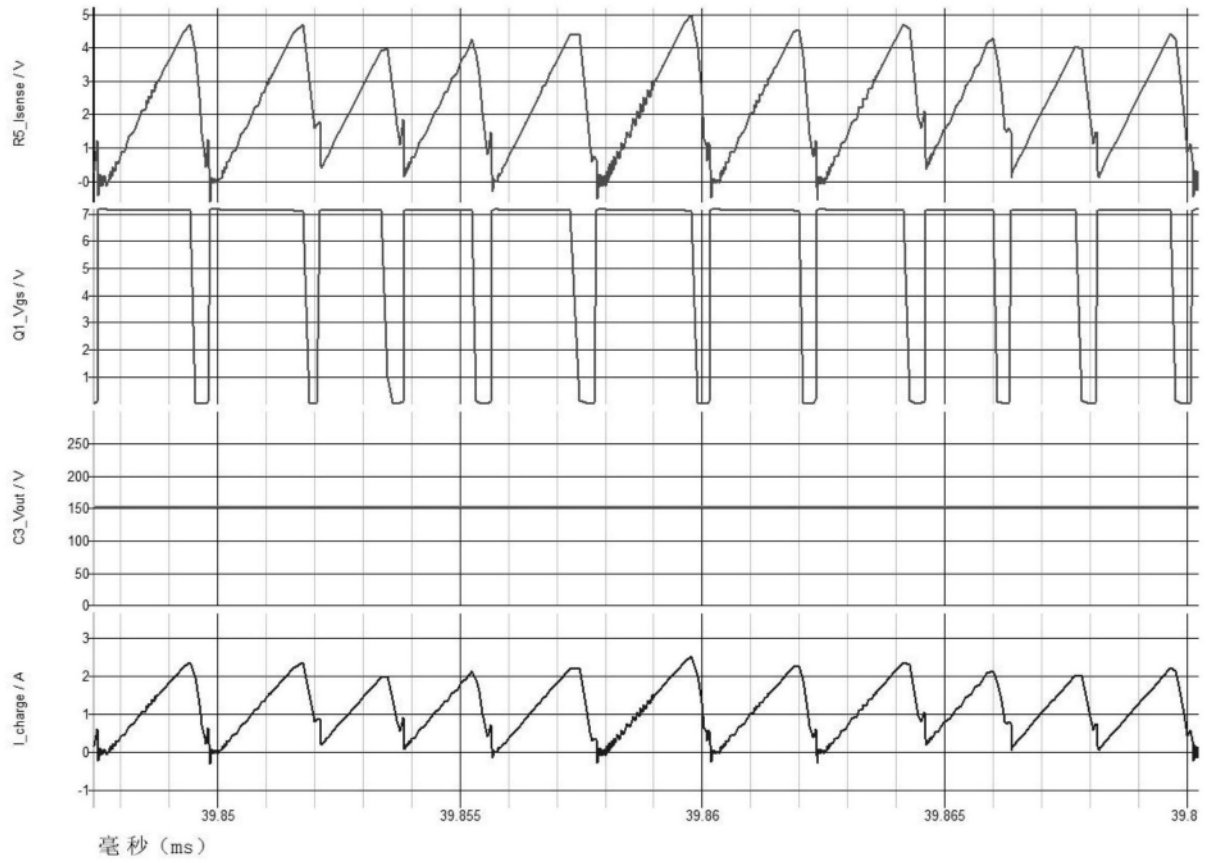


图7