



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111769737 A

(43) 申请公布日 2020.10.13

(21) 申请号 202010442945.4

(22) 申请日 2020.05.22

(71) 申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路麓山门

(72) 发明人 汪洪亮 田子翔 朱晓楠 岳秀梅 罗安

(74) 专利代理机构 北京久诚知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11542

代理人 余罡

(51) Int.Cl.

H02M 3/155 (2006.01)

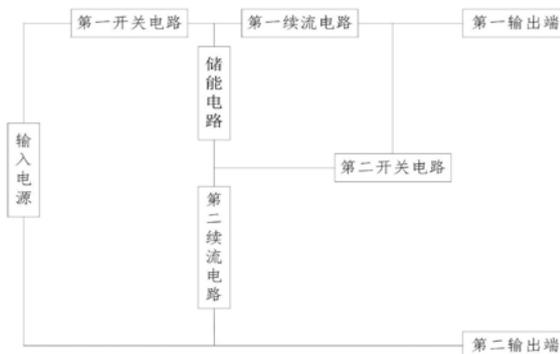
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

双极性输出的开关电源

(57) 摘要

本发明提供了一种双极性输出的开关电源，包括输入电源、第一开关电路、第二开关电路、第一续流电路、第二续流电路和储能电路；第一开关电路一端与输入电源的正极端相连，另一端与第一续流电路相连；第一续流电路的另一端与第一输出端相连；储能电路的一端连接在第一开关电路与第一续流电路的连接端上，另一端与第二续流电路的一端相连；第二续流电路的另一端与输入电源的负极端相连接同时与第二输出端相连；第二开关电路的一端与第一输出端相连，另一端连接在储能电路与第二续流电路的连接端上；控制第一开关电路和第二开关电路互补导通，以使第一输出端与第二输出端之间的输出电压为正极性或负极性。



1. 一种双极性输出的开关电源,其特征在于,包括输入电源、第一开关电路、第二开关电路、第一续流电路、第二续流电路和储能电路;其中,

所述第一开关电路的一端与所述输入电源的正极端相连,所述第一开关电路的另一端与所述第一续流电路的一端相连;所述第一续流电路的另一端与第一输出端相连;

所述储能电路的一端连接在所述第一开关电路与所述第一续流电路的连接端上,所述储能电路的另一端与所述第二续流电路的一端相连;所述第二续流电路的另一端与所述输入电源的负极端相连;所述第二续流电路与所述输入电源的连接端,与第二输出端相连;

所述第二开关电路的一端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路的另一端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;

控制所述第一开关电路和所述第二开关电路互补导通,并控制所述第一开关电路和所述第二开关电路在一个开关周期内的导通时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为正极性或负极性。

2. 根据权利要求1所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,所述第一开关电路至少包括串联在一起的一个开关管和一个二极管;

所述第一开关电路中开关管的漏极端与所述输入电源正极端相连,所述第一开关电路中开关管的源极端与所述二极管的正极端相连,所述二极管的负极端与所述第一续流电路相连。

3. 根据权利要求1所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,所述第二开关电路至少包括串联在一起的一个开关管和一个二极管;

所述第二开关电路中开关管的漏极端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路中开关管的源极端与所述二极管的正极端相连,所述二极管的负极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上。

4. 根据权利要求1所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,所述第一开关电路至少包括串联在一起的两个开关管;所述两个开关管均反向并联有一个二极管,所述两个开关管对顶设置。

5. 根据权利要求1所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,所述第二开关电路至少包括串联在一起的两个开关管;所述两个开关管均反向并联有一个二极管,所述两个开关管对顶设置。

6. 根据权利要求1所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,

所述第一开关电路至少包括一个开关管,所述第一开关电路中的开关管的漏极端与所述输入电源的正极端相连,所述第一开关电路中的开关管的源极端与所述第一续流电路相连;

所述第二开关电路至少包括一个二极管,所述第二开关电路中的二极管的正极端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路中的二极管的负极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;

控制所述第一开关电路中的开关管在一个开关周期内的导通时间和关闭时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为负极性。

7. 根据权利要求1所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,

所述第一开关电路至少包括一个二极管,所述第一开关电路中的二极管的正极端与所

述输入电源的正极端相连,所述第一开关电路中的二极管的负极端与所述第一续流电路相连;

所述第二开关电路至少包括一个开关管,所述第二开关电路中的开关管的漏极端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路中的开关管的源极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;

控制所述第二开关电路中的开关管在一个开关周期内的导通时间和关闭时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为正极性。

8. 根据权利要求1-7中任一所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,所述储能电路至少包括一个储能电容,所述储能电容用于在所述第一开关电路导通时进行充电,在所述第二开关电路导通时进行放电,以保证所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压恒定。

9. 根据权利要求1-7中任一所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,

所述第一续流电路至少包括一个第一电感;

和/或,

所述第二续流电路至少包括一个第二电感。

10. 根据权利要求1-7中任一所述的双极性输出的开关电源,其特征在于,进一步包括:滤波电路,用于对输出电压进行滤波处理;所述滤波电路至少包括一个滤波电容,所述滤波电容的一端与所述第一输出端相连,所述滤波电容的另一端与所述第二输出端相连。

双极性输出的开关电源

技术领域

[0001] 本发明涉及电源技术领域,特别涉及一种双极性输出的开关电源。

背景技术

[0002] 开关电源因为其体积小、重量轻、转换效率高等优点而广泛应用于军事、科技、医疗、居民生活等各个领域。开关电源普遍存在输出电流纹波大的缺点,导致其供电稳定性降低,供电可靠性差;而且传统非隔离型开关电源基本拓扑Buck、Boost、Buck-Boost等均为单极性输出,所以应用范围相应受限。

[0003] 申请号为201720844207.6的专利,提出了一种正负对称输出的开关电源电路,该电路虽然能实现电源的双极性输出,但实际上是通过对称的电路结构,通过对电路中点取地,等效输出为负,此方法只适用于正负电压对称的情况,而且电路使用反激拓扑,采用变压器隔离,体积较大,电路复杂。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种双极性输出的开关电源,以解决现有技术中电路复杂的问题。

[0005] 本发明实施例提供了一种双极性输出的开关电源,包括输入电源、第一开关电路、第二开关电路、第一续流电路、第二续流电路和储能电路;其中,

[0006] 所述第一开关电路的一端与所述输入电源的正极端相连,所述第一开关电路的另一端与所述第一续流电路的一端相连;所述第一续流电路的另一端与第一输出端相连;

[0007] 所述储能电路的一端连接在所述第一开关电路与所述第一续流电路的连接端上,所述储能电路的另一端与所述第二续流电路的一端相连;所述第二续流电路的另一端与所述输入电源的负极端相连;所述第二续流电路与所述输入电源的连接端,与第二输出端相连;

[0008] 所述第二开关电路的一端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路的另一端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;

[0009] 控制所述第一开关电路和所述第二开关电路互补导通,并控制所述第一开关电路和所述第二开关电路在一个开关周期内的导通时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为正极性或负极性。

[0010] 优选地,所述第一开关电路至少包括串联在一起的一个开关管和一个二极管。所述第一开关电路中开关管的漏极端与所述输入电源正极端相连,所述第一开关电路中开关管的源极端与所述二极管的正极端相连,所述二极管的负极端与所述第一续流电路相连。

[0011] 优选地,所述第二开关电路至少包括串联在一起的一个开关管和一个二极管。所述第二开关电路中开关管的漏极端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路中开关管的源极端与所述二极管的正极端相连,所述二极管的负极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上。

[0012] 优选地,所述第一开关电路至少包括串联在一起的两个开关管;所述两个开关管均反向并联有一个二极管,所述两个开关管对顶设置。

[0013] 优选地,所述第二开关电路至少包括串联在一起的两个开关管;所述两个开关管均反向并联有一个二极管,所述两个开关管对顶设置。

[0014] 优选地,

[0015] 所述第一开关电路至少包括一个开关管,所述第一开关电路中的开关管的漏极端与所述输入电源的正极端相连,所述第一开关电路中的开关管的源极端与所述第一续流电路相连;

[0016] 所述第二开关电路至少包括一个二极管,所述第二开关电路中的二极管的正极端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路中的二极管的负极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;

[0017] 控制所述第一开关电路中的开关管在一个开关周期内的导通时间和关闭时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为负极性。

[0018] 优选地,

[0019] 所述第一开关电路至少包括一个二极管,所述第一开关电路中的二极管的正极端与所述输入电源的正极端相连,所述第一开关电路中的二极管的负极端与所述第一续流电路相连;

[0020] 所述第二开关电路至少包括一个开关管,所述第二开关电路中的开关管的漏极端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路中的开关管的源极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;

[0021] 控制所述所述第二开关电路中的开关管在一个开关周期内的导通时间和关闭时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为正极性。

[0022] 优选地,所述储能电路至少包括一个储能电容,所述储能电容用于在所述第一开关电路导通时进行充电,在所述第二开关电路导通时进行放电,以保证所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压恒定。

[0023] 优选地,

[0024] 所述第一续流电路至少包括一个第一电感;

[0025] 和/或,

[0026] 所述第二续流电路至少包括一个第二电感。

[0027] 优选地,进一步包括:滤波电路,用于对输出电压进行滤波处理;所述滤波电路至少包括一个滤波电容,所述滤波电容的一端与所述第一输出端相连,所述滤波电容的另一端与所述第二输出端相连。

[0028] 本发明实施例提供了一种双极性输出的开关电源,通过控制第一开关电路和第二开关电路互补导通,即在一个开关周期内,第一开关电路导通时,第二开关电路断开,在第一开关电路断开时,第二开关电路导通,通过控制第一开关电路和第二开关电路在一个开关周期内的导通时间,以使第一输出端与第二输出端之间的输出电压为正极性或负极性。本电路不仅结构简单,且在实现双极性输出的同时,可通过第一续流电路、第二续流电路的续流特性,可以保证输出电流连续,进而减小电流纹波,提高供电稳定性。

附图说明

[0029] 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,下面将对实施例或现有技术描述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的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1是本发明一个实施例提供的一种双极性输出的开关电源结构图;

[0031] 图2是本发明一个实施例提供的第一开关电路对应形式A时的元器件连接图;

[0032] 图3是本发明一个实施例提供的第一开关电路对应形式B、第二开关电路对应形式D时的元器件连接图;

[0033] 图4是本发明一个实施例提供的第二开关电路对应形式C时的元器件连接图;

[0034] 图5是本发明实施例1提供的一种双极性输出的开关电源电路图;

[0035] 图6是本发明实施例1提供的在工作状态I时电路中电流流向示意图;

[0036] 图7是本发明实施例1提供的在工作状态II时电路中电流流向示意图;

[0037] 图8是本发明实施例1提供的电压增益曲线图;

[0038] 图9是本发明实施例1提供的一种电路调制波形图;

[0039] 图10是本发明实施例1提供的另一种电路调制波形图;

[0040] 图11是本发明实施例2提供的一种双极性输出的开关电源电路图;

[0041] 图12是本发明实施例3提供的一种双极性输出的开关电源电路图;

[0042] 图13是本发明实施例4提供的一种双极性输出的开关电源电路图。

具体实施方式

[0043] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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。

[0044] 如图1所示,本发明实施例提供了一种双极性输出的开关电源,包括输入电源、第一开关电路、第二开关电路、第一续流电路、第二续流电路和储能电路;其中,

[0045] 所述第一开关电路的一端与所述输入电源的正极端相连,所述第一开关电路的另一端与所述第一续流电路的一端相连;所述第一续流电路的另一端与第一输出端相连;

[0046] 所述储能电路的一端连接在所述第一开关电路与所述第一续流电路的连接端上,所述储能电路的另一端与所述第二续流电路的一端相连;所述第二续流电路的另一端与所述输入电源的负极端相连;所述第二续流电路与所述输入电源的连接端,与第二输出端相连;

[0047] 所述第二开关电路的一端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路的另一端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;

[0048] 控制所述第一开关电路和所述第二开关电路互补导通,并控制所述第一开关电路和所述第二开关电路在一个开关周期内的导通时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为正极性或负极性。

[0049] 本发明实施例提供的双极性输出的开关电源,通过控制第一开关电路和第二开关

电路互补导通,即在一个开关周期内,第一开关电路导通时,第二开关电路断开,在第一开关电路断开时,第二开关电路导通,通过控制第一开关电路和第二开关电路在一个开关周期内的导通时间,以使第一输出端与第二输出端之间的输出电压为正极性或负极性。本电路不仅结构简单,且在实现双极性输出的同时,可通过第一续流电路、第二续流电路的续流特性,可以保证输出电流连续,进而减小电流纹波,提高供电稳定性。

[0050] 在本发明一个实施例中,由于在第一开关电路断开、第二开关电路导通时,输入电源无法继续给电路提供输入电压,因此,需要使用储能电路在第一开关电路导通时进行储能,在第一开关电路断开时通过放电给电路提供输入电压,其中,该储能电路可以至少包括一个储能电容,储能电容用于在所述第一开关电路导通时进行充电,在所述第二开关电路导通时进行放电,以保证所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压恒定。

[0051] 在本发明一个实施例中,为了减小电路纹波,该第一续流电路可以至少包括一个第一电感;和/或,所述第二续流电路可以至少包括一个第二电感。通过电感的续流特性,可以保证输出电流的连续性,从而减小电路纹波,提高供电稳定性。

[0052] 为了进一步提高供电稳定性,在本发明一个实施例中,该双极性输出的开关电源可以进一步包括:滤波电路,用于对输出电压进行滤波处理,以进一步滤除电路纹波;其中,所述滤波电路可以至少包括一个滤波电容,所述滤波电容的一端与所述第一输出端相连,所述滤波电容的另一端与所述第二输出端相连。

[0053] 为了实现第一开关电路的导通以及在第二开关电路导通时第一开关电路的关断,第一开关电路至少可以包括如下两种形式:

[0054] 形式A:所述第一开关电路至少包括串联在一起的一个开关管和一个二极管。

[0055] 所述第一开关电路中开关管的漏极端与所述输入电源的正极端相连,所述第一开关电路中开关管的源极端与二极管的正极端相连,二极管的负极端与所述第一续流电路相连。该形式A对应的元器件连接图请参考图2。图2中,D为开关管的漏极端,S为开关管的源极端,G为开关管的栅极端。

[0056] 形式B:所述第一开关电路至少包括串联在一起的两个开关管;所述两个开关管均反向并联有一个二极管,所述两个开关管对顶设置。

[0057] 所述串联在一起的两个开关管对顶设置。其中,对顶设置的一种连接方式是:第一个开关管的漏极端与输入电源正极相连,第一个开关管的源极端与第二个开关管的源极端相连,第二个开关管的漏极端与第一续流电路相连;对顶设置的另一种连接方式是:第一个开关管的源极端与输入电源正极相连,第一个开关管的漏极端与第二个开关管的漏极端相连,第二个开关管的源极端与第一续流电路相连。请参考图3,为该形式B提出的一种第一开关电路示意图。

[0058] 为了实现第二开关电路的导通以及在第一开关电路导通时第二开关电路的关断,第二开关电路至少可以包括如下两种形式:

[0059] 形式C:所述第二开关电路至少包括串联在一起的一个开关管和一个二极管。

[0060] 所述第二开关电路中开关管的漏极端与所述第一输出端相连,所述第二开关电路中开关管的源极端与所述二极管的正极端相连,所述二极管的负极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上。请参考图4,为该形式C提出的一种第二开关电路示意图。

[0061] 形式D:所述第二开关电路至少包括串联在一起的两个开关管;所述两个开关管均

反向并联有一个二极管,所述两个开关管对顶设置。

[0062] 其中,对顶设置的一种连接方式是:第一个开关管的漏极端与第一输出端相连,第一个开关管的源极端与第二个开关管的源极端相连,第二个开关管的漏极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;对顶设置的另一种连接方式是:第一个开关管的源极端与第一输出端相连,第一个开关管的漏极端与第二个开关管的漏极端相连,第二个开关管的源极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上。请参考图3,为该形式D提出的一种第二开关电路示意图。

[0063] 需要说明的是,本发明实施例提供的双极性输出的开关电源中,第一开关电路与第二开关电路的形式可以包括:形式A与形式C的组合,形式A与形式D的组合,形式B与形式C的组合,形式B与形式D的组合。

[0064] 本方案的实施例中的开关管均是指功率晶体管,例如,IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极型晶体管)、MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor,金属-氧化物半导体场效应晶体管)等。

[0065] 基于本发明提供的上述实施例,下面以双极性输出的开关电源对应的不同优选电路,分别对该开关电源的双极性输出进行说明。

[0066] 实施例1:

[0067] 在本实施例1中,第一开关电路与第二开关电路的形式为形式A与形式C的组合。

[0068] 请参考图5,输入电源的输入电压为 V_{in} ,第一开关电路包括开关管 T_1 和二极管 D_1 ,第二开关电路包括开关管 T_2 和二极管 D_2 ,储能电路包括储能电容 C_s ,第一续流电路包括电感 L_1 ,第二续流电路包括电感 L_2 ,该双极性输出的开关电源还包括滤波电容 C_0 ,为了保证输出电压正常的输出以及便于双极性输出的说明,在第一输出端和第二输出端之间增加一个输出端负载 R_0 ,其中, V_{out} 为输出电压。

[0069] 针对图5中开关电源的电路拓扑,该电路在一个开关周期 T 内,输入电源输入直流电压保持 V_{in} 不变,开关管 T_1 和 T_2 互补导通,其中开关管 T_1 导通时间为 DT ,则 T_2 导通时间为 $(1-D)T$,其中 D 为占空比,即在一个开关周期内,先控制开关管 T_1 导通、开关管 T_2 关断,在导通时间达到 DT 时,控制开关管 T_1 关断、开关管 T_2 导通,在导通时间达到 $(1-D)T$ 时,继续控制开关管 T_1 导通、开关管 T_2 关断……,考虑到电路中电感 L_1 、电感 L_2 以及储能电容 C_s 、滤波电容 C_0 充放电的平衡,现对开关电源中电路工作状态进行分析,开关电源中的电路可以对应如下两种工作状态:

[0070] (1) 工作状态I

[0071] 开关管 T_1 导通,开关管 T_2 关断,由于开关管 T_2 处于关断状态,且二极管 D_2 的反向截止,因此,第二开关电路为断开状态,此时电路等效工作状态如图6所示,此时 $V_{in}-T_1-D_1-L_1-C_0$ 回路、 $V_{in}-T_1-D_1-L_1-R_0$ 回路和 $V_{in}-T_1-D_1-C_s-L_2$ 回路同时导通,储能电容 C_s 和滤波电容 C_0 进行充电,电感 L_1 和电感 L_2 储能,其中电感 L_1 左端电位为 V_{in} ,右端电位为 V_{out} ,电感 L_2 上端电位为 $V_{in}-V_{Cs}$,电感 L_2 下端电位为0,储能电容 C_s 的电流流向为图6中参考+到参考-的方向,电路的电流流向如图6中所标。

[0072] (2) 工作状态II

[0073] 开关管 T_2 导通,开关管 T_1 关断,由于开关管 T_1 处于关断状态,且二极管 D_1 的反向截止,因此,第一开关电路为断开状态,此时电路等效工作状态如图7所示,由电感 L_1 、电感 L_2 续

流可知,此阶段储能电容 C_s 和滤波电容 C_o 放电,电感 L_1 通过开关管 T_2 、二极管 D_2 与储能电容 C_s 进行能量交换,电感 L_2 通过开关管 T_2 、二极管 D_2 向负载 R_o 供电,所以此时 $C_s-L_1-T_2-D_2$ 回路、 $T_2-D_2-L_2-C_o$ 和 $T_2-D_2-L_2-R_o$ 回路同时导通,其中电感 L_1 左端电位为 $V_{out}+V_{C_s}$,右端电位为 V_{out} ,电感 L_2 上端电位为 V_{out} ,电感 L_2 下端电位为0,储能电容 C_s 的电流流向从图7中参考-到参考+,电路的电流流向如图7中所标。

[0074] 在综合考虑上述两种工作状态,且根据电感 L_1 和电感 L_2 一个开关工作周期内的伏秒平衡,可以得出如下公式:

[0075] 电感 L_1 两端伏秒平衡: $V_{in}DT+(V_{out}+V_{C_s})(1-D)T=V_{out}T$

[0076] 电感 L_2 两端伏秒平衡: $(V_{in}-V_{C_s})DT+V_{out}(1-D)T=0$

[0077] 通过对上述两个公式求解,可以得到电压增益为: $M=\frac{V_{out}}{V_{in}}=\frac{D}{2D-1}$

[0078] 由于占空比 D 变化范围为 $0\sim 1$,则可画出对应的电压增益曲线如图8所示,由曲线图以及电压增益(M)与占空比(D)的关系表达式可以得出如下关系:

[0079] 关系1:当占空比 D 在 $0\sim 0.5$ 范围变化时,理论上电压增益可在 $0\sim -\infty$ 范围内变化,且电压增益 M 随占空比的增加而负向增加,当占空比 D 从此范围趋近于0.5时,电压增益 M 趋近于 $-\infty$,此时电路相当于一个负向升降压电路,输出电压 V_{out} 为负极性输出。特别的,当电压增益 $M=-1$ 时 $D=1/3$,所以当占空比 D 在 $0\sim 1/3$ 范围变化时,电压增益可在 $0\sim -1$ 范围内变化,此时电路相当于一个负向降压电路;当占空比 D 在 $1/3\sim 0.5$ 范围内变化时,电压增益可在 $-1\sim -\infty$ 范围内变化,此时电路相当于一个负向升压电路。

[0080] 关系2:当占空比 D 在 $0.5\sim 1$ 范围变化时,理论上电压增益可在 $1\sim +\infty$ 范围内变化,且电压增益 M 随占空比 D 的增加而正向减小,当占空比 D 从此范围趋近于0.5时,电压增益 M 趋近于 $+\infty$,此时电路相当于一个正向升压电路,输出电压 V_{out} 为正极性输出。

[0081] 对开关管占空比的调节控制,可以通过参考电压和调节电压的关系来实现:当占空比 D 在 $0\sim 0.5$ 范围变化时,电路采用的调制波形如图9所示,当占空比 D 在 $0.5\sim 1$ 范围变化时,电路采用的调制波形如图10所示。其中,参考电压 u_r 为所需稳定的输出电压,当调节电压 u_c 小于参考电压 u_r 时,控制开关管 T_1 导通,控制开关管 T_2 关断,当调节电压 u_c 大于参考电压 u_r 时,控制开关管 T_1 关断,控制开关管 T_2 导通。

[0082] 通过上述对增益曲线的分析可以知道,通过对电路中开关管占空比的调节控制,可以控制电路工作在正向高增益升压模式和负向升降压模式,所以电路可以工作在双极性输出模式,由于该电路输出端通过电感接到负载,所以输出电流连续,而且两个工作模式输出电流的流向相反,所以电流纹波理论上可以实现对消,进而减小或消除电流纹波,且本实施例可以在占空比较低的情况下实现高增益。

[0083] 实施例2:

[0084] 在本实施例2中,第一开关电路与第二开关电路的形式为形式B与形式D的组合。

[0085] 请参考图11,输入电源的输入电压为 V_{in} ,第一开关电路包括开关管 T_1 和开关管 T_3 ,第二开关电路包括开关管 T_2 和开关管 T_4 ,其中开关管 T_1 、开关管 T_2 、开关管 T_3 、开关管 T_4 均反向并联有一个二极管(图12中示出但未标号),储能电路包括储能电容 C_s ,第一续流电路包括电感 L_1 ,第二续流电路包括电感 L_2 ,该双极性输出的开关电源还包括滤波电容 C_o ,为了保证输出电压正常的输出以及便于双极性输出的说明,在第一输出端和第二输出端之间增加

一个输出端负载 R_0 ,其中, V_{out} 为输出电压。

[0086] 由于考虑实施例1中第一开关电路、第二开关电路中二极管的单向导电性,以及开关管自身具有的反并联二极管,因此,可以使用一个开关管替代其中的二极管,实现开关管导通时电流的双向流动,从而实现功率能量的双向流动。

[0087] 基于实施例1,可以得出实施例2中电路的工作状态,在开关管 T_1 导通、开关管 T_2 关断,且开关管 T_3 导通/关断,开关管 T_4 关断时,电路处于实施例1中的工作状态I;在开关管 T_1 关断,开关管 T_2 导通,且开关管 T_3 关断,开关管 T_4 导通/关断时,电路处于实施例1中的工作状态II。

[0088] 本实施例2中电压增益与占空比的关系与实施例1相同,在此不再赘述。

[0089] 需要说明的是,在第一开关电路与第二开关电路的形式为形式A与形式D的组合,形式B与形式C的组合时,其电压增益与占空比的关系与实施例1相同,其开关管的控制方式可参考实施例2,在此不再赘述。

[0090] 实施例3:

[0091] 由上述实施例1中工作状态与增益曲线分析可知,当第一开关电路中开关管 T_1 的占空比 D 控制在 $0\sim 0.5$ 范围内变化时,电路工作在负向升降压状态,根据电路中结点电压以及二极管的单向导通性分析可知,当需要开关电源仅进行负极性输出时,第二开关电路中的开关管 T_2 和第一开关电路中的二极管 D_1 可以省略,以降低电路成本。

[0092] 在本实施例3所述的双极性输出的开关电源中,所述第一开关电路至少包括一个开关管,该开关管的漏极端与所述输入电源的正极端相连,该开关管的源极端与所述第一续流电路相连;所述第二开关电路至少包括一个二极管,该二极管的正极端与所述第一输出端相连,该二极管的负极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;控制该开关管在一个开关周期内的导通时间和关闭时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为负极性。

[0093] 请参考图12,为本实施例3提供的优选电路,其中,输入电源的输入电压为 V_{in} ,第一开关电路包括一个开关管 T ,第二开关电路包括一个二极管 D ,储能电路包括储能电容 C_s ,第一续流电路包括电感 L_1 ,第二续流电路包括电感 L_2 ,该双极性输出的开关电源还包括滤波电容 C_0 ,为了保证输出电压正常的输出以及便于双极性输出的说明,在第一输出端和第二输出端之间增加一个输出端负载 R_0 ,其中, V_{out} 为输出电压。

[0094] 基于实施例1,可以得出实施例3中电路的工作状态,在开关管 T 导通时,电路处于实施例1中的工作状态I;在开关管 T 关断时,电路处于实施例1中的工作状态II。其中,本实施例3中开关管 T 的占空比 D 控制在 $0\sim 0.5$ 范围内变化,本实施例3中电压增益与占空比的关系与实施例1相同,在此不再赘述。

[0095] 实施例4:

[0096] 由上述实施例1中工作状态与增益曲线分析以及 T_1 与 T_2 导通时间互补可知,当第一开关电路中开关管 T_1 的占空比 D 控制在 $0.5\sim 1$ 范围内变化时,即第二开关电路中开关管 T_2 的占空比 $(1-D)$ 控制在 $0\sim 0.5$ 范围内变化时,电路工作在正向升压状态,根据电路中结点电压以及二极管的单向导通性分析可知,当需要开关电源仅进行正极性输出时,第一开关电路中的开关管 T_1 和第二开关电路中的二极管 D_2 可以省略,以降低电路成本。

[0097] 在本实施例4所述的双极性输出的开关电源中,所述第一开关电路至少包括一个

二极管,该二极管的正极端与所述输入电源的正极端相连,该二极管的负极端与所述第一续流电路相连;所述第二开关电路至少包括一个开关管,该开关管的漏极端与所述第一输出端相连,该开关管的源极端连接在所述储能电路与所述第二续流电路的连接端上;控制该开关管在一个开关周期内的导通时间和关闭时间,以使所述第一输出端与所述第二输出端之间的输出电压为正极性。

[0098] 请参考图13,为本实施例4提供的优选电路,其中,输入电源的输入电压为 V_{in} ,第一开关电路包括一个二极管D,第二开关电路包括一个开关管T,储能电路包括储能电容 C_s ,第一续流电路包括电感 L_1 ,第二续流电路包括电感 L_2 ,该双极性输出的开关电源还包括滤波电容 C_0 ,为了保证输出电压正常的输出以及便于双极性输出的说明,在第一输出端和第二输出端之间增加一个输出端负载 R_0 ,其中, V_{out} 为输出电压。

[0099] 基于实施例1,可以得出实施例4中电路的工作状态,在开关管T关断时,电路处于实施例1中的工作状态I;在开关管T导通时,电路处于实施例1中的工作状态II。其中,本实施例4中开关管T的占空比D控制在 $0\sim 0.5$ 范围内变化,本实施例4中电压增益与占空比的关系与实施例1不同之处在于,实施例1中的占空比D变成了占空比 $(1-D)$,将实施例1中电压增益与占空比的关系式中D用 $1-D$ 替换,得到相应的关系式,即电压增益为:

$$M = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1-D}{1-2D}。$$

[0100] 综上,本发明各个实施例至少可以实现如下有益效果:

[0101] 1、在本发明实施例中,通过控制第一开关电路和第二开关电路互补导通,即在一个开关周期内,第一开关电路导通时,第二开关电路断开,在第一开关电路断开时,第二开关电路导通,通过控制第一开关电路和第二开关电路在一个开关周期内的导通时间,以使第一输出端与第二输出端之间的输出电压为正极性或负极性。本电路不仅结构简单,且在实现双极性输出的同时,可通过第一续流电路、第二续流电路的续流特性,可以保证输出电流连续,进而减小电流纹波,提高供电稳定性。

[0102] 2、在本发明实施例中,输出电压既可以实现正极性升压,同时又可以实现负极性升降压变换,且可以满足在占空比较低的情况下实现输出电压的高增益。

[0103] 上述装置内的各单元之间的信息交互、执行过程等内容,由于与本发明方法实施例基于同一构思,具体内容可参见本发明方法实施例中的叙述,此处不再赘述。

[0104] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个·····”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同因素。

[0105] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储在计算机可读取的存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质中。

[0106] 最后需要说明的是：以上所述仅为本发明的较佳实施例，仅用于说明本发明的技术方案，并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所做的任何修改、等同替换、改进等，均包含在本发明的保护范围内。

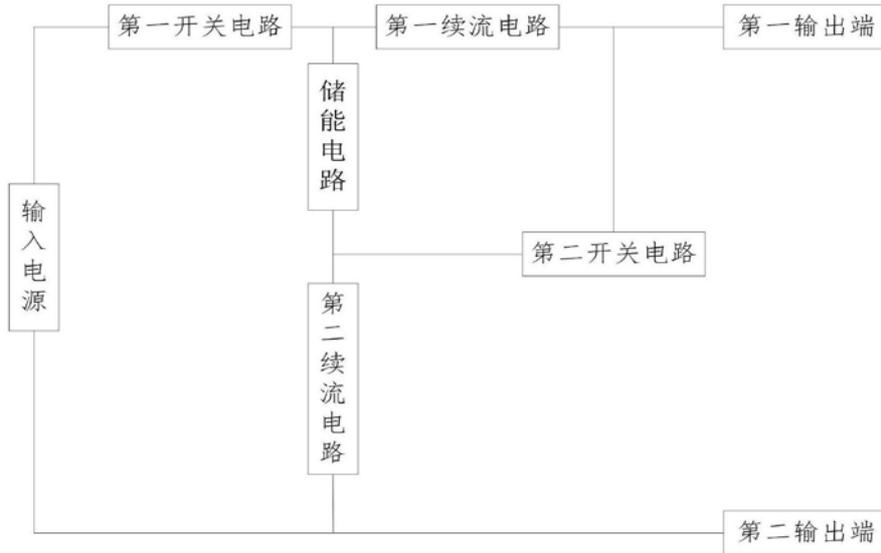


图1

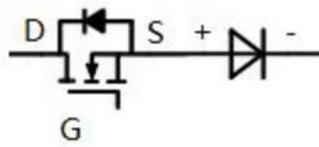


图2

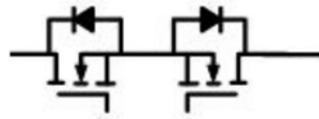


图3

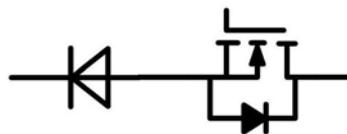


图4

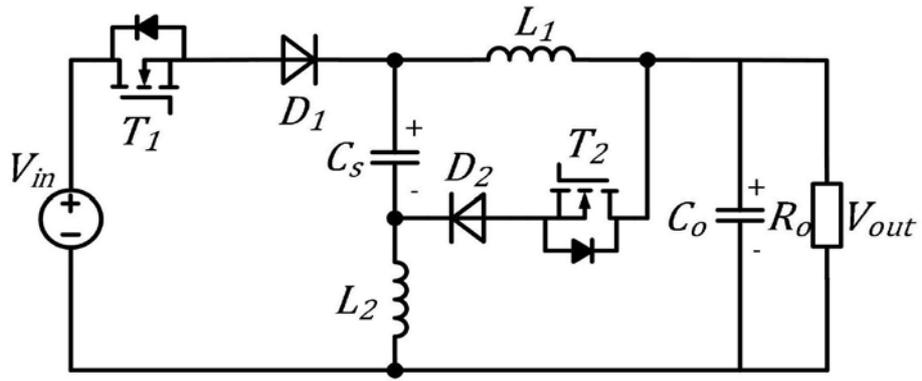


图5

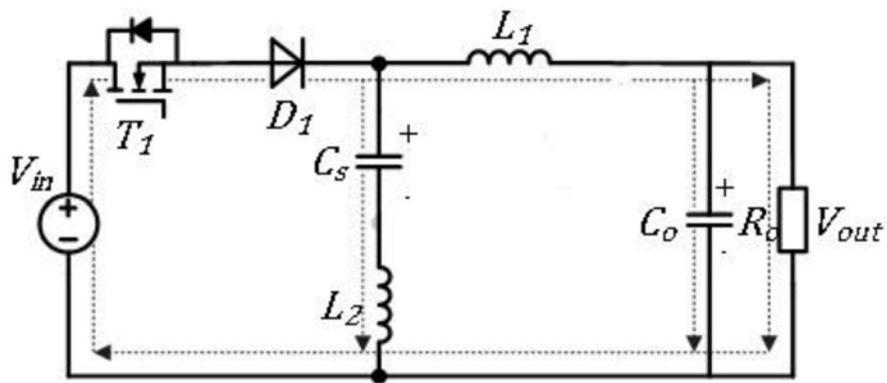


图6

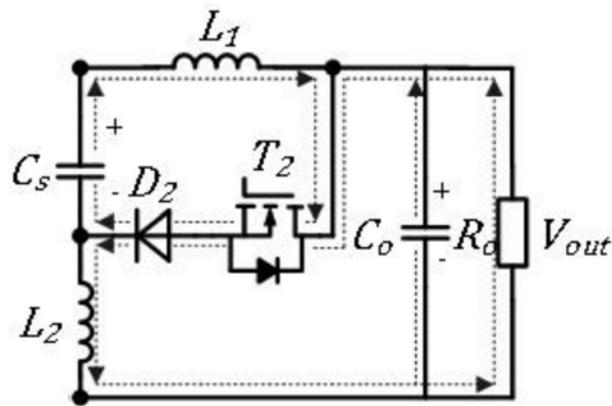


图7

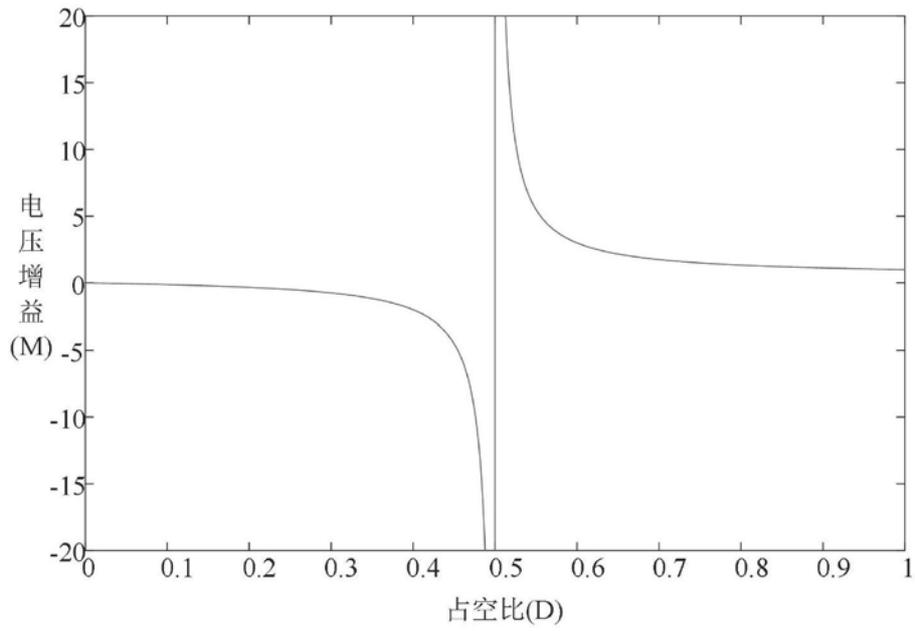


图8

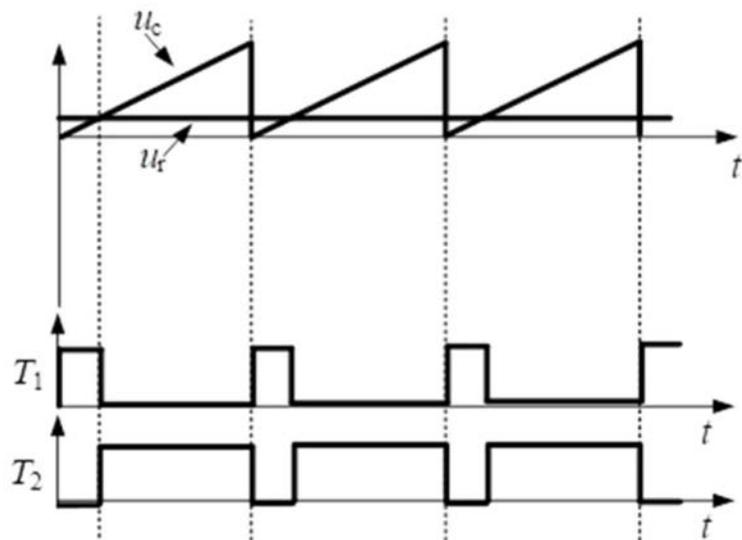


图9

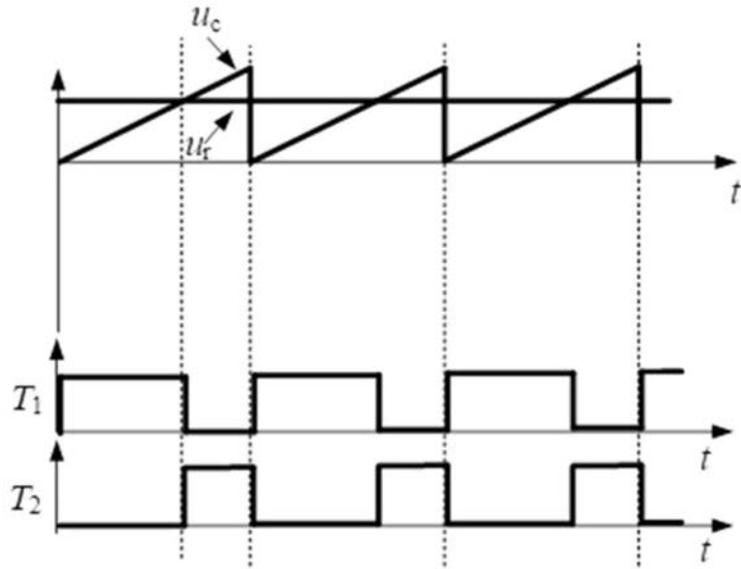


图10

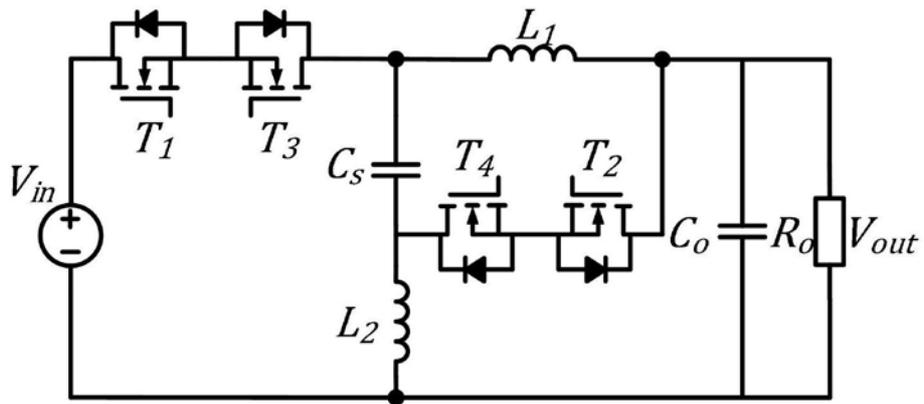


图11

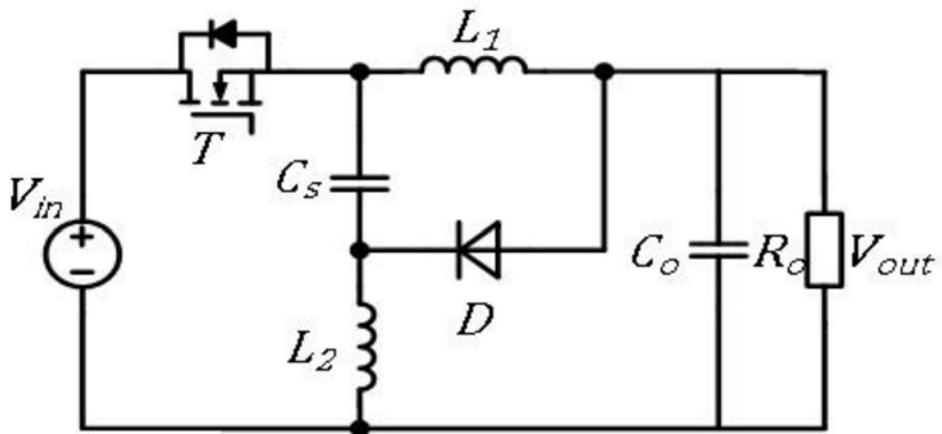


图12

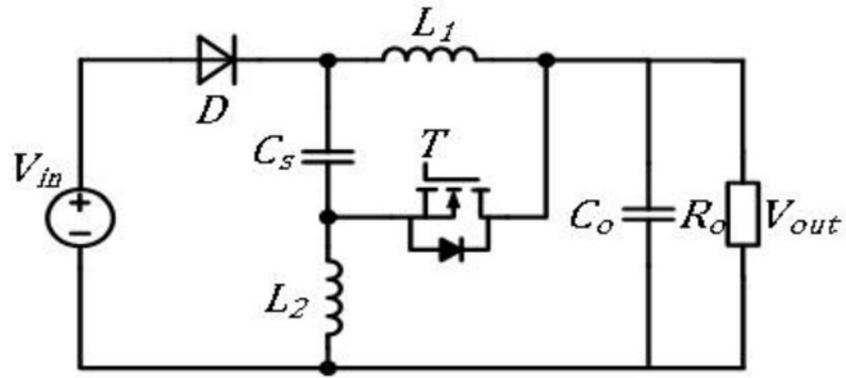


图13