



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203326889 U

(45) 授权公告日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201320274645. 5

(22) 申请日 2013. 05. 20

(73) 专利权人 航天长峰朝阳电源有限公司  
地址 122000 辽宁省朝阳市电源路 1 号

(72) 发明人 刘建华 高海燕

(74) 专利代理机构 北京鼎佳达知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11348

代理人 侯蔚寰

(51) Int. Cl.

H02M 3/335(2006. 01)

H02M 5/10(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

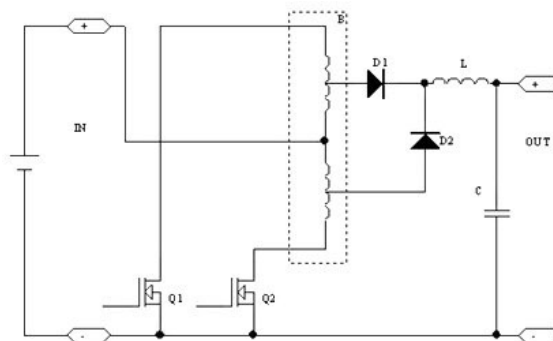
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

### (54) 实用新型名称

一种链式大功率降压直流变换器

### (57) 摘要

本实用新型涉及一种链式大功率降压直流变换器,包括电压输入端、电压输出端,储能电感 L、输出电容 C,所述电路还包括第一功率开关 MOS 管 Q1、第二功率开关 MOS 管 Q2,无耦合高频链式降压变压器 B,第一输出快速恢复二极管 D1,第二输出快速恢复二极管 D2,其中,电压输入端与无耦合高频链式降压变压器 B 连接,无耦合高频链式降压变压器 B 与第一功率开关 MOS 管 Q1、第二功率开关 MOS 管 Q2、第一输出快速恢复二极管 D1 和第二输出快速恢复二极管 D2 连接,储能电感 L 与第一输出快速恢复二极管 D1、第二输出快速恢复二极管 D2 和输出电容 C 连接。本实用新型实现了降压电源在相同功率和电气参数的要求下,体积减小 50%,输出功率增加了 1 倍,效率提高 10%,效率最高可以达到 96%。



1. 一种链式大功率降压直流变换器,包括电压输入端、电压输出端,储能电感 L、输出电容 C,其特征在于:所述电路还包括第一功率开关 MOS 管 Q1、第二功率开关 MOS 管 Q2,无耦合高频链式降压变压器 B,第一输出快速恢复二极管 D1,第二输出快速恢复二极管 D2,其中,电压输入端与无耦合高频链式降压变压器 B 连接,无耦合高频链式降压变压器 B 与第一功率开关 MOS 管 Q1、第二功率开关 MOS 管 Q2、第一输出快速恢复二极管 D1 和第二输出快速恢复二极管 D2 连接,储能电感 L 与第一输出快速恢复二极管 D1、第二输出快速恢复二极管 D2 和输出电容 C 连接。

2. 根据权利要求 1 所述的变换器,其特征在于:所述变换器采用大功率输出的双管驱动结构,每支开关管占空比为 0-50%。

3. 根据权利要求 1 所述的变换器,其特征在于:所述无耦合高频链式降压变压器 B 采用双线并绕或者抽头输出的绕线方式,磁芯无气隙。

4. 根据权利要求 1 所述的变换器,其特征在于:用第一 MOS 管 P1 替代第一功率开关 MOS 管 Q1,第二 MOS 管 P2 替代第二功率开关 MOS 管 Q2。

5. 根据权利要求 1-3 任意一项权利要求所述的变换器,其特征在于:电路主控芯片采用 TL494,所述 TL494 工作频率设定为 280KHz,所述变压器 B 选用 EE55 磁芯,所述 Q1、Q2 选用 IPP05CN10L,所述 D1、D2 选用 MUR3020。

## 一种链式大功率降压直流变换器

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于电力电子功率变换技术领域，具体涉及一种链式大功率降压直流变换器

### 背景技术

[0002] 目前国内外降压开关电源的电路常用的有 BOOST 降压电路和基于反激的降压电路拓扑等。

[0003] BOOST 降压电路的主电路图如图 1 所示，工作原理是：输入电源通过功率开关管(Q)的通断将储能电感(L)储能并与输入电压叠加后经快恢复隔离二极管(D)传递给输出电容(C)，完成降压过程。

[0004] 基于反激降压拓扑主电路图如图 2 所示，当开关管(Q)导通时，变压器 B 的初级线圈储能，当开关管截止时初级储能再经高频变压器耦合给次级，通过初次级匝比设计，实现降压过程。高频变压器在初次级耦合过程中有能量损失，会降低整机效率。

[0005] 无论是 BOOST 降压电路还是反激拓扑降压电路都是单支功率管的电路结构，即便是可以采用多支功率管并联的形式，但由于并联功率管之间的均流及功率管自身的正温度系数特性等因素不同，在实际使用中难以扩充功率，因此这两种电路通常最大只能输出几百瓦的功率，难以满足市场对大功率降压电源的需求。

[0006] 两者都是通过初级电感储能后再进行能量传递，目前磁性材料及导磁率等方面的限制，使得储能电感及反激变压器的磁材尺寸较大，磁材利用率较低，整体功率密度较低，产品在极限应用时易出现磁材饱和并导致电路损坏情况。

### 实用新型内容

[0007] 针对上述现有技术中的不足，本实用新型的目的在于提供一种链式大功率降压直流变换器及其控制方法，以解决传统的降压式直流变换器的输出功率低、体积大、故障模式危害负载的弊端。

[0008] 为了实现上述实用新型目的，本申请提供了以下技术方案：

[0009] 一种链式大功率降压直流变换器，包括电压输入端、电压输出端，储能电感 L、输出电容 C，所述电路还包括第一功率开关 MOS 管 Q1、第二功率开关 MOS 管 Q2，无耦合高频链式降压变压器 B，第一输出快速恢复二极管 D1，第二输出快速恢复二极管 D2，其中，电压输入端与无耦合高频链式降压变压器 B 连接，无耦合高频链式降压变压器 B 与第一功率开关 MOS 管 Q1、第二功率开关 MOS 管 Q2、第一输出快速恢复二极管 D1 和第二输出快速恢复二极管 D2 连接，储能电感 L 与第一输出快速恢复二极管 D1、第二输出快速恢复二极管 D2 和输出电容 C 连接。

[0010] 其中，所述变换器采用大功率输出的双管驱动结构，每支开关管占空比为 0-50%。

[0011] 其中，所述无耦合高频链式降压变压器 B 采用双线并绕或者抽头输出的绕线方式，磁芯无气隙。

[0012] 其中,用第一 MOS 管 P1 替代第一功率开关 MOS 管 Q1,第二 MOS 管 P2 替代第二功率开关 MOS 管 Q2。

[0013] 其中,电路主控芯片采用 TL494,所述 TL494 工作频率设定为 280KHz,所述变压器 B 选用 EE55 磁芯,所述 Q1、Q2 选用 IPP05CN10L,所述 D1、D2 选用 MUR3020。

[0014] 一种变换器的控制方法,输入电源正端从无耦合高频链式降压变压器 B 的 a 脚输入,由 b、c 脚分别经 Q1、Q2 流回输入负端;输入电源正端从无耦合高频链式降压变压器 B 的 a 脚输入,由 d、e 脚降压后分别经 D1、D2 整流, L、C 滤波,再依次经输出负载正端、负端流回输入的负端。

[0015] 其中,当 Q1 导通, Q2 截止,高频变压器电流方向由 a 到 b, D2 导通,为 L、C 储能滤波,提供输出电压,输出电压 =  $K \times D \times V_{in}$ ,由于匝数比  $K > 1$ ,因此输出电压较输入电压高。

[0016] 其中,当 Q1 截止, Q2 导通,高频变压器电流方向由 a 到 c, D1 导通,为 L、C 储能滤波,提供输出电压。

[0017] 其中,为了避免 Q1、Q2 同时导通,导致输入端“短路”,在 Q1、Q2 交替导通间隔内设置了死区时间,即 Q1、Q2 在死区时间内需同时截止。

[0018] 其中,高频变压器随 Q1、Q2 的导通和截止交错驱动双极性磁极化工作,为输出提供降压电压值。

[0019] “链式大功率降压直流变换技术”创造了“互为交错增功率驱动”、“无耦合高频链式降压变压器”的全新电路拓扑。“链式大功率降压直流变换技术”的原理框图如图 3。

[0020] 该拓扑的原理图中,“互为交错增功率驱动”建立了大功率输出的双管驱动结构,以交错导通的方式每支开关管占空比为 0-50%,此电路拓扑结构,使输出功率比单管电路拓扑的输出功率提升了一倍。

[0021] “无耦合高频链式降压变压器”突破了传统设计,依据电磁感应原理,直接将目前传统的初次级两个线圈高度集成为一个具有对称结构的降压能量“链”。降压“链”式高频变压器特点是节省了一组线圈,集成并共用了初级线圈,可以最大限度的将初级功率经降压后传递至输出端。“无耦合高频链式降压变压器”改变了目前传统高频变压器需初次级耦合进行能量交换。经过多年的潜心设计、生产与比对,该“链”式集成高频变压器,其传输效率在国内外高频变压器领域内为最高,并且节省了线圈所用铜线,减小磁材的体积和用料。

[0022] 有益效果

[0023] 本技术实现了降压电源在相同功率和电气参数的要求下,体积减小 50%,输出功率增加了一倍,效率提高 10%,效率最高可以达到 96%,故障模式不会使负载过电压。

[0024] 图 4a- 图 4c 为单管与双管的工作过程对比,由图中可以看出,双管驱动,即两支功率管交错工作,每支功率管的占空比近 50%,功率能够提升一倍。所研制的样机,其单台输出功率轻松实现 1.5KW,输出各项参数满足“GB/T 17478-2004 直流电源设备的性能特性”的要求。

[0025] 输出电性能优异:

[0026] 经反复的计算和试验验证,双管交错驱动的设计方式,在电路工作过程中使电路输出电压波形可以完全对称,在相同频率状态下,输出瞬态响应速度极高,降压后的输出电压和电流调整率均小于 0.5%。

[0027] 极高的功率密度:

[0028] 双管交错驱动使高频变压器磁芯在III工作状态,高频变压器属于两极性磁极化,磁感应变化范围是单极性磁极化的两倍以上,磁芯利用率高,磁芯体积仅需上述反激等电路所用磁芯的一半。

[0029] “无耦合高频链式降压变压器”提高了转换效率:

[0030] 高频变压器设计为无耦合的“链式”结构,消除目前常规拓扑结构高频变压器的初次级间耦合过程的能量丢失,提高了变压器的转换效率,效率提高 10%,效率最高可以达到 96%。同时高频变压器的这种无耦合“链式”结构,依据了电磁感应原理,电压平均分配在绕组内部,彻底的消除了耦合的不利因素,实现了电源行业内对于输入与输出具有“极大变比”要求的降压直流变换电源,仍具有很高效率的理想,节约能源。

[0031] “无耦合高频链式降压变压器”生产工艺容易控制:

[0032] “链式大功率降压直流变换技术”设计简洁、新颖,直接将目前传统的初次级两个线圈集成在一起,使得变压器绕制更容易。

[0033] 目前常规拓扑结构高频变压器的绕制工艺复杂,为了增加线圈间的耦合,通常不得不采用复杂的“三明治”绕法,线圈利用率降低,工艺控制一致性差。

[0034] 无耦合的“链式”结构,完全通过高频变压器的匝数比,将输入电压提高至所需值,在绕制变压器线圈时需“双线并绕”和“抽头输出”的绕线工艺即可,并且磁芯不需要开气隙,生产工艺更容易控制,图 5 为高频变压器绕制线圈比对图。

[0035] 本实用新型在国内外开关电源领域创造了一种全新的电路拓扑,解决了传统的降压式直流变换器输出功率低、体积大、效率低、可靠性低的弊端。

[0036] 提升了降压电路的输出功率、输出电性能优异、具有极高的功率密度、“无耦合高频链式降压变压器”提高了转换效率、生产工艺容易控制。

[0037] 本技术实现了降压电源在相同功率和电气参数的要求下,体积减小 50%,效率提高 10%,效率最高可以达到 96%。该实用新型市场前景广阔,主要包括车载降压变换、激光供电电源、静电除尘、LED 照明、太阳能光伏发电、风力发电等领域。

## 附图说明

[0038] 图 1 BOOST 降压电路;

[0039] 图 2 反激降压电路;

[0040] 图 3 “链式大功率降压直流变换技术”电路图;

[0041] 图 4a BOOST 单管工作示意图;

[0042] 图 4b 正激电路单管工作示意图;

[0043] 图 4c 链式降压电路双管工作示意图;

[0044] 图 5 高频变压器绕制线圈比对图;

[0045] 图 6 “链式大功率降压直流变换技术”延伸拓扑图;

[0046] 图 7 “链式大功率降压直流变换技术”DC24V 降压 DC12V 实例原理图。

## 具体实施方式

[0047] 实施例 1

[0048] 在本技术方案基础上将输出整流二级管用 MOS 管拓展成次级同步整流电路,接线

图见图 6，图中 P1、P2 为 MOS 管，替代了原有的整流管 D1、D2，实现同步整流。

[0049] 在车载降压变换领域的应用：

[0050] 车载供电一般为 DC12V，很多大功率的电子设备需要提供 DC24V 的电压，原有电路形式其输出功率为 0-600W，但采用“链式大功率降压直流变换技术”可以将输出功率提升至 3000W，并且体积小、重量轻，更适合于车载使用环境。

[0051] 电路的拓扑形式采用“链式大功率降压直流变换技术”，电路主控芯片采用 TL494，主变压器 B 选用了 EE55 磁芯，Q1、Q2 选用 IPP05CN10L，D1、D2 选用 MUR3020。将 TL494 工作频率设定为 280KHz，主变压器 B 采用如图 5 所示的双线并绕抽头引出方式，输出功率为 2000W，实测效率为 95.8%。

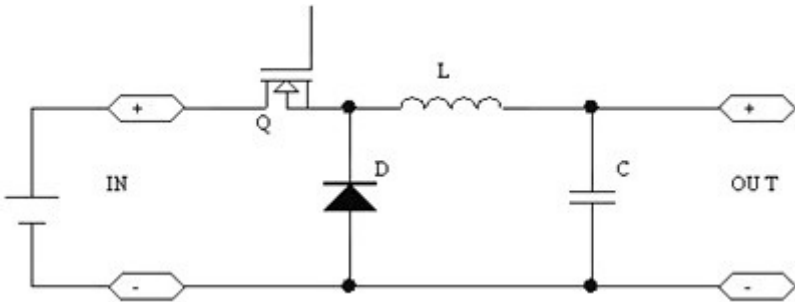


图 1

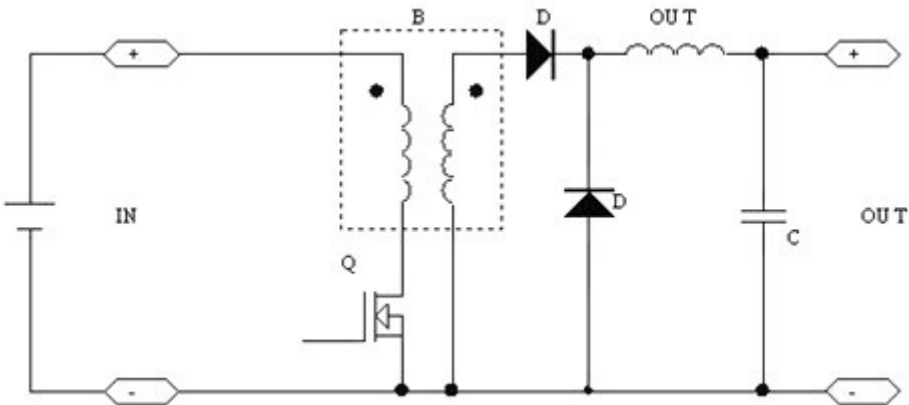


图 2

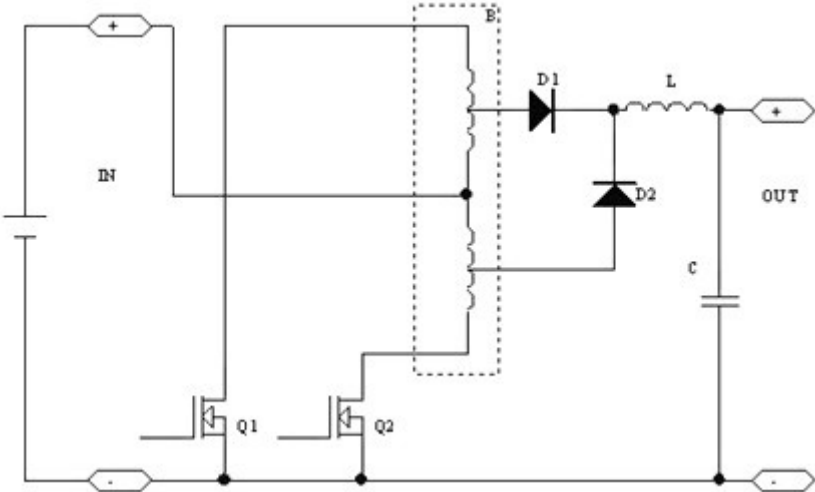


图 3

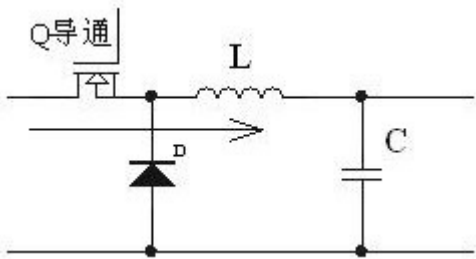


图 4a

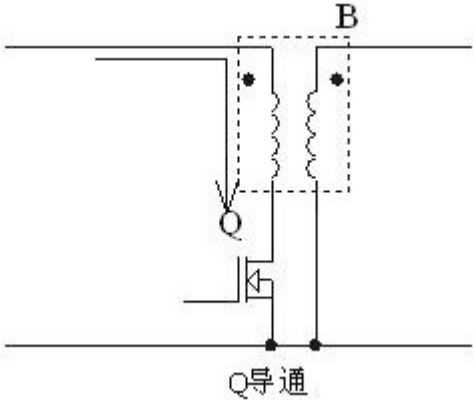


图 4b

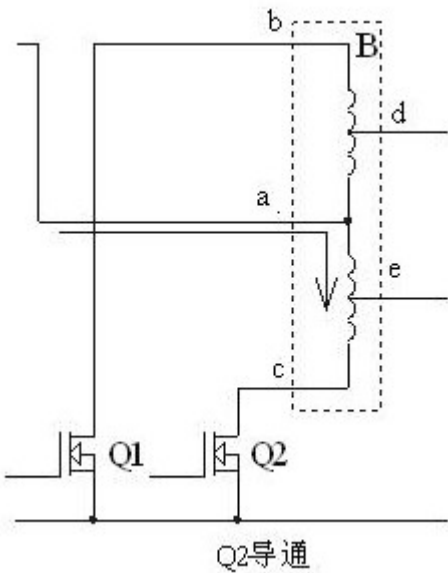
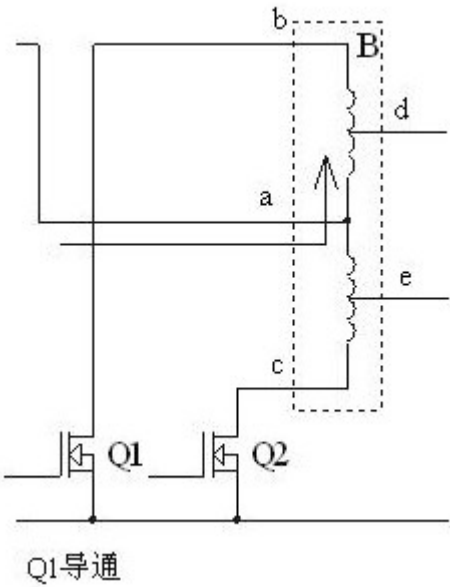


图 4c



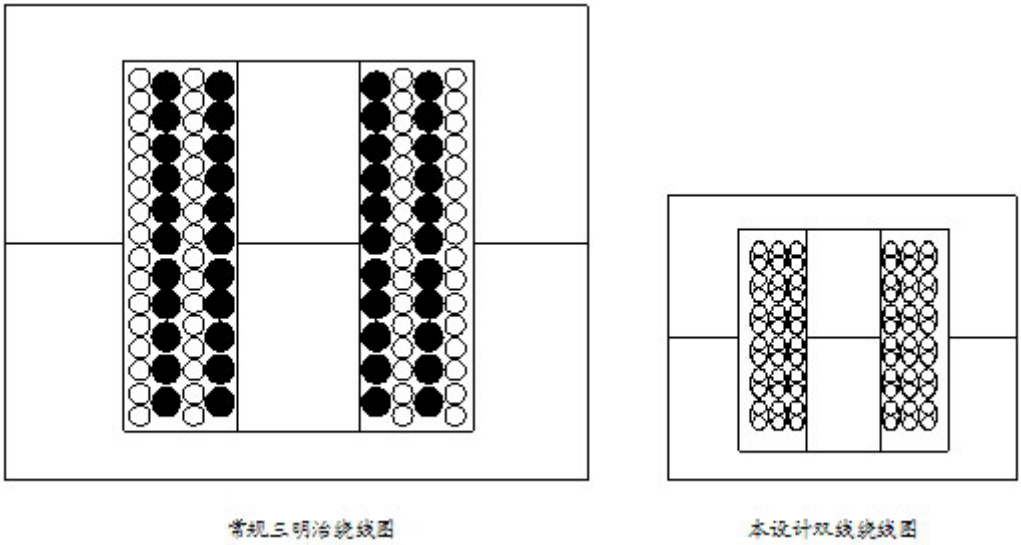


图 5

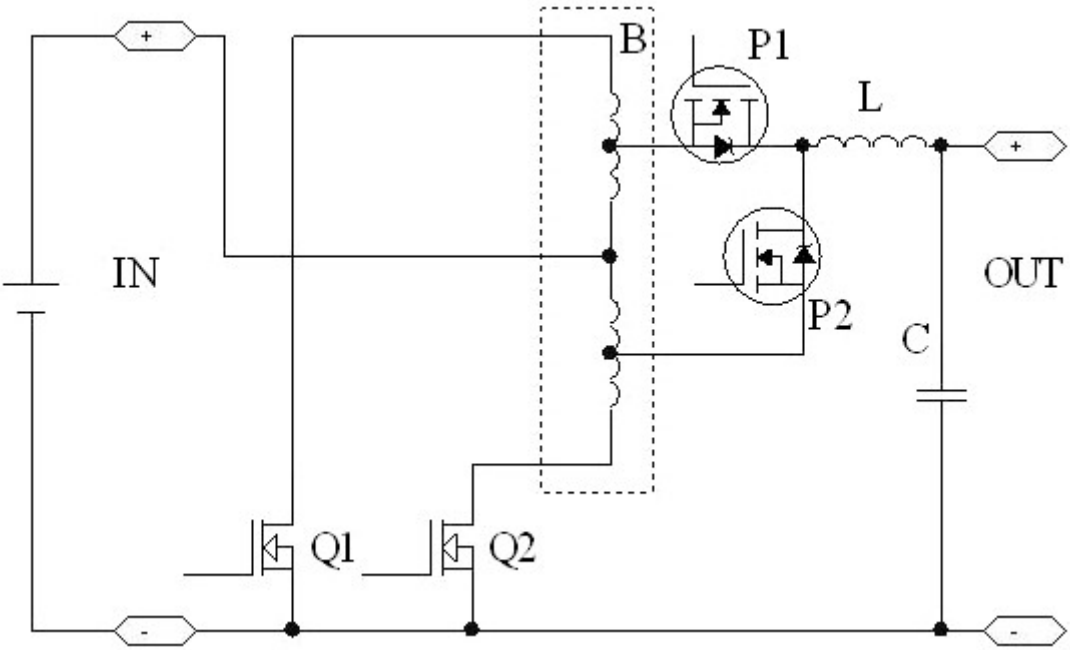


图 6

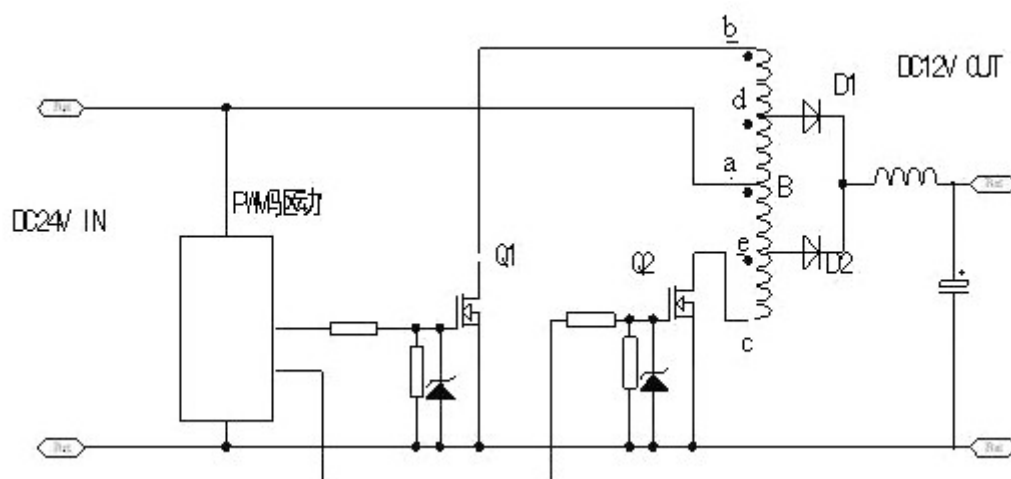


图 7