



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106129509 B

(45)授权公告日 2019.07.30

(21)申请号 201610496158.1

(22)申请日 2016.06.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106129509 A

(43)申请公布日 2016.11.16

(73)专利权人 北方工业大学

地址 100144 北京市石景山区晋元庄路5号

(72)发明人 朴政国 郭裕祺 户永杰 李正熙

(74)专利代理机构 北京红福盈知识产权代理事务所(普通合伙) 11525

代理人 陈月福

(51)Int.Cl.

H01M 10/46(2006.01)

H01M 10/44(2006.01)

H02J 7/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种充放电控制器集成蓄电池

(57)摘要

一种充放电控制器集成蓄电池，包括蓄电池本体、功率主电路、检测电路、控制电路以及显示部分，其特征在于，功率主电路以多路输出的高频隔离型DC-DC电路，双向反激电路为基础与一些开关组合而成，开关频率采用高频，检测电路主要包括对变压器一次侧的电压 $U_i$ 、电流 $I_i$ ，每路输出的电池电压 $U_{b1}-U_{b6}$ 以及电池温度 $T$ 进行采样，控制电路以接收检测电路的信号进行处理并驱动各开关管开通与关断，在使用过程中，充电与放电可同时进行，采用正负脉冲进行充电，使用变压器原边电流及副边电压确定充放电状态，并在充电时进行温度补偿。

(56)对比文件

CN 102684269 A, 2012.09.19,

CN 101557105 A, 2009.10.14,

CN 105027379 A, 2015.11.04,

CN 104753146 A, 2015.07.01,

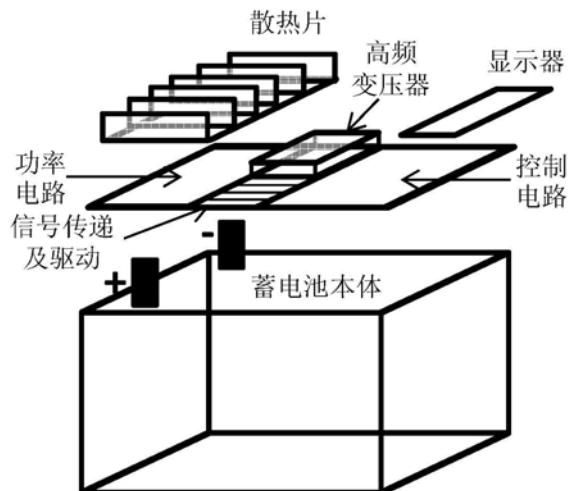
CN 201466746 U, 2010.05.12,

CN 102222957 A, 2011.10.19,

EP 1662632 A1, 2006.02.02,

US 2007/0222417 A1, 2007.09.27,

审查员 邱臣



1. 一种充放电控制器集成蓄电池，包括蓄电池本体、功率主电路、检测电路、控制电路以及显示部分，其特征在于，功率主电路以多路输出的高频隔离型DC-DC电路，双向反激电路为基础与一些开关组合而成，采用高频开关频率，检测电路主要包括对变压器一次侧的电压 $U_i$ 、电流 $I_i$ ，每路输出的电池电压 $U_{b1}-U_{b6}$ 以及电池温度 $T$ 进行采样，控制电路以接收检测电路的信号进行处理并驱动各开关管开通与关断，在使用过程中，充电与放电可同时进行，使用变压器原边电流及副边电压确定充放电状态，并在充电时进行温度补偿，功率主电路多路输出的每路输出电压2V或3V左右，同步整流型MOSFET替代二极管，在充电过程中进行两次电池均衡，具体方法是，在恒流充电阶段结束时，停止充电，检测对比各路电池电压，确定各路的荷电量；之后开始间歇放电，此时充电时反激电路的同步整流MOSFET变为原边开关管，原先的原边开关管变为同步整流管；根据每路具体的荷电量确定各路开关管的占空比或直接关断荷电量过低的开关管，荷电量过大则使用大占空比，从而将降低荷电量，直至间歇时荷电量均衡，大电流正负脉冲充电阶段结束后给电池施加固定窄脉宽的正负脉冲进行浮充电，在浮充间歇时检测对比各路电池电压确定荷电量并使用与恒流阶段相同的均衡方法进行均衡，直至充电结束，所述的充放电控制器集成蓄电池在不同荷电状态的脉冲进行精确充电的控制过程如下：

1) 系统初始化后 $U_i$ ,  $U_{b1}-U_{b6}$ ,  $I_i$ 和 $T$ 进行采样，并求得 $U_{b1}-U_{b6}$ 的平均值 $U_b$ ，最小值 $U_{min}$ ；若 $U_b$ 低于电池的放电截止电压 $U_{b,c}$ 时，电路停止运行，进行过放电保护；

2) 若电池平均电压大于截止电压则判断各电池电压与 $U_{min}$ 的差值是否大于均衡电压，若大于则关断该路同步整流管 $S_n$ ，从而进行电池均衡管理，否则该路处于充电状态，同步整流管与主开关管互补导通；

3) 在充电过程中，若电池电压 $U_b$ 小于预设电压值 $U_{b, set}$ ，则以大电流进行恒流充电，若 $U_b$ 大于浮充电压 $U_f$ ，则以固定脉宽的正负窄脉冲进行浮充电，若 $U_b$ 处于 $U_{b, set}$ 与浮充电压 $U_f$ 之间，则根据公式计算正脉冲脉宽：

$$T_c[k] = T_c[k-1] - \frac{U_b[k] - U_b[k-1]}{U_{b,f} - U_{b, set}} \times 0.9T_p,$$

式中 $T_p$ 为充电周期， $T_c$ 为充电脉冲宽度， $k$ 表示当前充电周期， $k-1$ 为上一次充电周期， $U_{b,f}$ 为蓄电池浮充电压， $U_{b, set}$ 为蓄电池脉冲充电起始电压，

随着电池荷电量的增加，电路以由宽到窄的电流脉冲对电池进行变脉宽充电，给电池施加符合需要的休息时间，以提高充电接受比，提高充电接受电流，可打破指数曲线自然接受特性的限制，实现快速充电并消除电池极化效应，延长电池寿命；

4) 在不同电池电压条件下产生需要的充电脉冲的同时，考虑电池温度的影响，对采样到的电池温度 $T$ 进行温度补偿，随温度升高削减充电脉冲的脉宽；

5) 由于电池会随其荷电量的不同而在不同充电阶段显示出不同的外特性，普通的PI闭环控制的效果很不理想，因此采用模糊自适应整定PID，在线运行过程中，控制系统通过对模糊逻辑规则的结果处理、查表和运算，完成对PID参数的在线自校正，从而实现对不同荷电状态的脉冲进行精确的充电控制。

2. 根据权利要求1所述的充放电控制器集成蓄电池，采用正负脉冲进行充电，在前期电池的充电接受率较高时，采用大电流恒流充电，待达到预设的充电电压时，转换为正负脉冲

充电,具体方法是在每个充电周期内,充电正脉冲后紧跟一或多个大电流放电负脉冲,之后再跟随一段间歇时间,消除电池充电过程中产生的极化效应,抬高充电接受率,以保证下个周期大电流充电的可能。

3.根据权利要求1所述的充放电控制器集成蓄电池,其特征在于,正脉冲充电时,变压器原边电源供电,主开关管与同步整流管互补导通,加载负脉冲或进行放电时,变压器原边负载吸收来自副边电池的能量,主开关管与同步整流管仍互补导通。

4.根据权利要求1所述的充放电控制器集成蓄电池,其特征在于,在放电过程中同样进行电池均衡,具体方法是,通过一直检测各路电池电压来确定各路是否均衡,如各路电压的差值超过均衡裕量时,削减过小支路开关管的占空比或直接关断荷电量过低的开关管,同时增大其他路开关管的占空比以补足被削减的功率,直至均衡结束,这样可使电池在放电均衡的过程中对外保持输出不变,从而不影响用户的使用。

## 一种充放电控制器集成蓄电池

### 技术领域

[0001] 本发明涉及充放电控制器集成蓄电池。

### 背景技术

[0002] 目前,无论对于任何类型的蓄电池,实际应用时需由充放电控制器来控制其充电和放电状态。具体方案都是根据负载选择不同种类和规格的电池进行串并联,再根据电池的具体情况设计其相对应的充放电控制器。这些控制器无论使用什么控制算法,一般只针对电池整体进行控制,而电池均衡、防止过充过放等问题的考虑最多细化到每块封装好的电池。并且蓄电池和控制器相互独立,不将这两者视作一个整体进行考虑。

[0003] 蓄电池与其充放电控制器相互独立的缺陷主要有以下三点:

[0004] 对于整个系统来说,目前市场上电池的种类规格繁多,这就使充放电控制器的设计需要根据具体情况而变化。使用成本低的控制器电池坏的快,对电池养护效果好的控制器(BMS)成本高兼容性差,只适用于特定种类和规格的电池,在系统对电池容量的需求有变化时就需另行设计控制器。而电池与控制器分开进行设计不可避免的导致了整个系统臃肿庞杂,稳定性低,易受外界条件变化的影响,同时也给使用带来了不便。

[0005] 对于电池本身,现在市场上整块封装的电池都是由几个小的具有相同规格的电池单元串联而成的,对于外部控制器来说整块电池就是一个黑箱,其内部的各单元的状态不可监视也就不可控制。在不能兼顾到每个单元情况下,即使比较好的控制算法的效果也会大打折扣,从而导致蓄电池提前结束使用寿命,实际从长远来看是提高了成本。

[0006] 对于用户方面,许多人会由于缺乏相应的使用及养护知识而不能发挥电池完整的性能。购买电池后还要考虑控制的问题,费时费力,经济上不友好,效果也不一定有保障,在不控或控制效果不好的情况下还会有潜在的危险。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提出一种将充放电控制器和蓄电池集成为一体的新型集成蓄电池,其控制器能够对每个电池单元进行精确的充放电控制,它使用变脉宽的大电流正负脉冲充电来提高电池的充电接受率并缩短充电时间,能够根据蓄电池自身的特性控制其充电和放电的电流、电压,充电或放电截止,还可显示或以通信的方式输出温度和状态(电压、电流、荷电状态等),可即插即用,不仅使用方便,节省空间,而且保证最小单位的电池也在最优状态下进行充放电,可显著提高蓄电池的使用效率和寿命。集成蓄电池在实际应用中无需其他操作或设备就可串并联运行以满足系统电压和功率要求。

[0008] 本发明所采用的技术方案是:

[0009] 一种充放电控制器集成蓄电池,包括蓄电池本体、功率主电路、检测电路、控制电路以及显示部分,功率主电路以多路输出的高频隔离型DC-DC电路,双向反激电路为基础与一些开关组合而成,开关频率采用高频,检测电路主要包括对变压器一次侧的电压Ui、电流Ii,每路输出的电池电压Ub1-Ub6以及电池温度T进行采样,控制电路以接收检测电路的信

号进行处理并驱动各开关管开通与关断,在使用过程中,充电与放电可同时进行,采用正负脉冲进行充电,使用变压器原边电流及副边电压确定充放电状态,并在充电时进行温度补偿。

[0010] 进一步,功率主电路多路输出的每路输出电压2V或3V左右,同步整流型MOSFET替代二极管。

[0011] 进一步,采用正负脉冲进行充电。在前期电池的充电接受率较高时,采用大电流恒流充电,待达到预设的充电电压时,转换为正负脉冲充电,具体方法是在每个充电周期内,充电正脉冲后紧跟一或多个大电流放电负脉冲,之后再跟随一段间歇时间,消除电池充电过程中产生的极化效应,抬高充电接受率,以保证下个周期大电流充电的可能。

[0012] 进一步,正脉冲充电时,变压器原边电源供电,主开关管与同步整流管互补导通,加载负脉冲或进行放电时,变压器原边负载吸收来自副边电池的能量,主开关管与同步整流管仍互补导通。

[0013] 进一步,在充电过程中进行两次电池均衡。具体方法是,在恒流充电阶段结束时,停止充电,检测对比各路电池电压,确定各路的荷电量;之后开始间歇放电,此时充电时反激电路的同步整流MOSFET变为原边开关管,原先的原边开关管变为同步整流管;根据每路具体的荷电量确定各路开关管的占空比(荷电量过大则使用大占空比,从而将降低荷电量)或直接关断荷电量过低的开关管,直至间歇时荷电量均衡。大电流正负脉冲充电阶段结束后给电池施加固定窄脉宽的正负脉冲进行浮充电,在浮充间歇时检测对比各路电池电压确定荷电量并使用与恒流阶段相同的均衡方法进行均衡,直至充电结束。

[0014] 进一步,在放电过程中同样进行电池均衡。具体方法是,通过一直检测各路电池电压来确定各路是否均衡,如各路电压的差值超过均衡裕量时,削减过小支路开关管的占空比或直接关断荷电量过低的开关管,同时增大其他路开关管的占空比以补足被削减的功率,直至均衡结束,这样可使电池在放电均衡的过程中对外保持输出不变,从而不影响用户的使用。

[0015] 本发明充放电控制器集成蓄电池,使用变脉宽大电流脉冲充电,提高了电池的效率和使用寿命,并相对于传统充电方式缩短了充电时间;集成化节省了空间,也省去了用户使用蓄电池时所需注意的各种繁杂事项,所有问题全部在集成蓄电池内部自行解决,不需要人工操作;此外,同步整流管提高了系统效率,用户也无需另行设计充放电控制电路,节能的同时节约了时间。

## 附图说明

[0016] 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的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 附图1为充放电控制器集成蓄电池结构图。

[0018] 附图2为脉冲充电器整体拓扑

[0019] 附图3为变脉宽脉冲充电示意图

[0020] 附图4为充放电控制器系统程序流程图

- [0021] 附图5为正脉冲充电电流仿真结果 (SOC:20%,50%,80%)
- [0022] 附图6为正负脉冲充电电流仿真结果
- [0023] 附图7为电池均衡仿真结果
- [0024] 附图8为有源钳位仿真结果

## 具体实施方式

- [0025] 下面结合实施例对本发明进行进一步说明。
- [0026] 实施例1
  - [0027] 一种充放电控制器集成蓄电池，包括蓄电池本体、功率主电路、检测电路、控制电路以及显示部分，功率主电路以多路输出的高频隔离型DC-DC电路，双向反激电路为基础与一些开关组合而成，开关频率采用高频，检测电路主要包括对变压器一次侧的电压 $U_i$ 、电流 $I_i$ ，每路输出的电池电压 $U_{b1}-U_{b6}$ 以及电池温度 $T$ 进行采样，控制电路以接收检测电路的信号进行处理并驱动各开关管开通与关断，在使用过程中，充电与放电可同时进行，采用正负脉冲进行充电，使用变压器原边电流及副边电压确定充放电状态，并在充电时进行温度补偿。
  - [0028] 功率主电路以多路输出的高频隔离型DC-DC电路，双向反激电路为基础与一些开关组合而成，使用反激为主电路的原因是其电路结构非常简单，体积小，成本低廉、性能良好且可靠性高，非常利于集成化，而它能够提供多路隔离输出的特点正可以实现对每个电池单元的精确控制。同时，开关频率采用高频以进一步减小变压器的体积。
  - [0029] 由于多路输出的每路输出电压很低(2V或3V左右)，普通二极管的导通压降为0.7V，导通压降最小的肖特基二极管也有0.3V，如使用二极管整流则会有大量功率损失在二极管上，因此采用同步整流型MOSFET替代二极管，其导通漏源电阻最大仅为几毫欧，在大充电电流下也只有极小的损耗。与此同时，同步整流MOSFET还可以通过控制各路的导通与关断来实现个电池单元之间电池均衡。为了回收变压器漏感能量提高控制器效率、钳位变压器原边开关管关断时的冲激电压并实现零电压开通，同时也为集成化考虑，减小散热面积以减小体积，采用互补型有源钳位技术。
  - [0030] 进一步，功率主电路多路输出的每路输出电压2V或3V左右，同步整流型MOSFET替代二极管。
  - [0031] 进一步，正脉冲充电时，变压器原边电源供电，主开关管与同步整流管互补导通，当检测到每路电池的电压之差超过均衡裕量时开始电池均衡，具体方法是在特定的电压点断开同步整流管，待各支路电压均达到预设值时后再恢复与主开关管互补导通，加载负脉冲或进行放电时，变压器原边为负载RL吸收来自副边电池的能量，主开关管与同步整流管仍互补导通，同样当检测到每路电池的电压之差超过均衡裕量时开始电池均衡，具体方法是削减过小支路整流管的占空比，待各支路荷电量均衡后再恢复与主开关管互补导通。
  - [0032] 所述的充放电控制器集成蓄电池在不同荷电状态的脉冲进行精确充电的控制过程如下：
    - [0033] 1) 系统初始化后对 $U_i$ ,  $U_{b1}-U_{b6}$ ,  $I_i$ 和 $T$ 进行采样，并求得 $U_{b1}-U_{b6}$ 的平均值 $U_b$ ，最小值 $U_{min}$ ；若 $U_b$ 低于电池的放电截止电压 $U_{b,c}$ 时，关断放电控制开关S7、S8，进行过放电保护；
    - [0034] 2) 若电池平均电压大于截止电压则判断各电池电压与 $U_{min}$ 的差值是否大于均衡

电压,若大于则关断该路同步整流管Sn,从而进行电池均衡管理,否则该路处于充电状态,同步整流管与主开关管互补导通;

[0035] 3)在充电过程中,若电池电压Ub小于预设电压值Ub.set,则以大电流进行恒流充电,若Ub大于浮充电压Uf,则以固定脉宽的窄脉冲进行浮充电,若Ub处于Ub.set与浮充电压Uf之间,则根据公式计算脉宽:

$$[0036] T_c[k] = T_c[k-1] - \frac{u_b[k] - u_b[k-1]}{u_{b,f} - u_{b,sel}} \times 0.9T_p$$

[0037] 随着电池荷电量的增加,电路以由宽到窄的电流脉冲对电池进行变脉宽充电,给电池施加符合需要的休息时间,以提高充电接受比,提高充电接受电流,可打破指数曲线自然接受特性的限制,实现快速充电并消除电池极化效应,延长电池寿命;

[0038] 4)在不同电池电压条件下产生需要的充电脉冲的同时,考虑电池温度的影响,对采样到的电池温度T进行温度补偿;

[0039] 5)由于电池会随其荷电量的不同而在不同充电阶段显示出不同的外特性,普通的PI闭环控制的效果很不理想,因此采用模糊自适应整定PID,在线运行过程中,控制系统通过对模糊逻辑规则的结果处理、查表和运算,完成对PID参数的在线自校正,从而实现对不同荷电状态的脉冲进行精确的充电控制。

[0040] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,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、改进等,均应包含在本发明的保护。

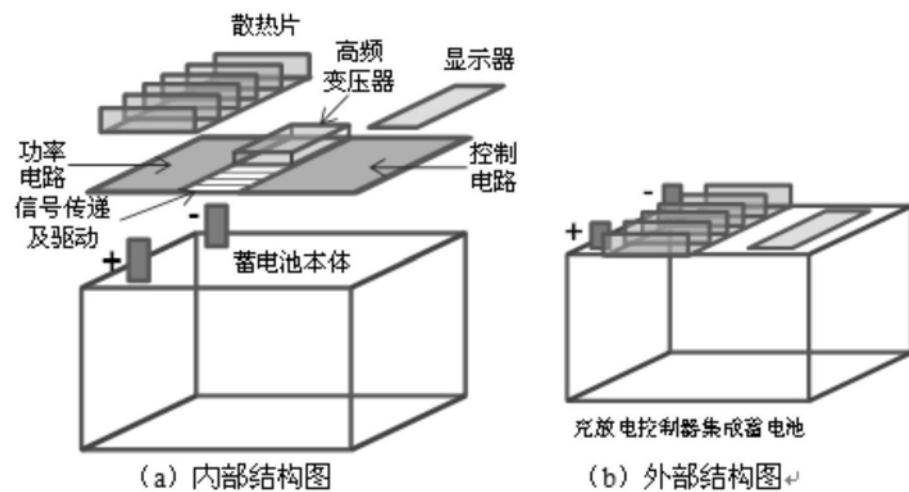


图1

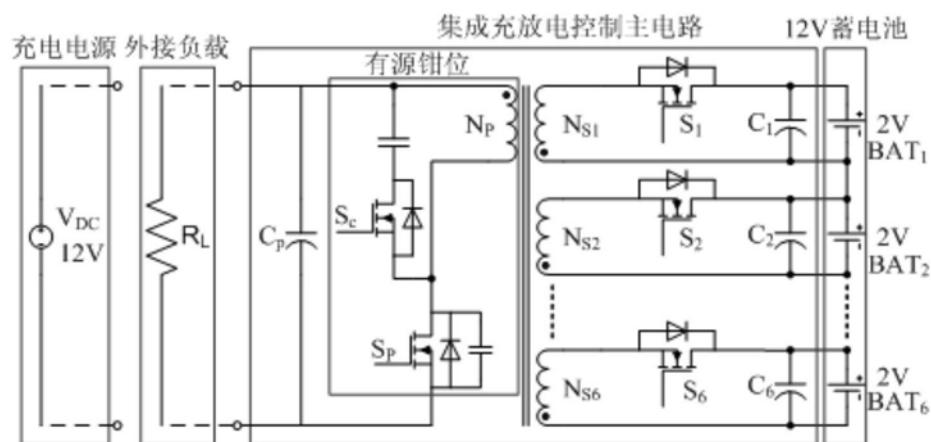


图2

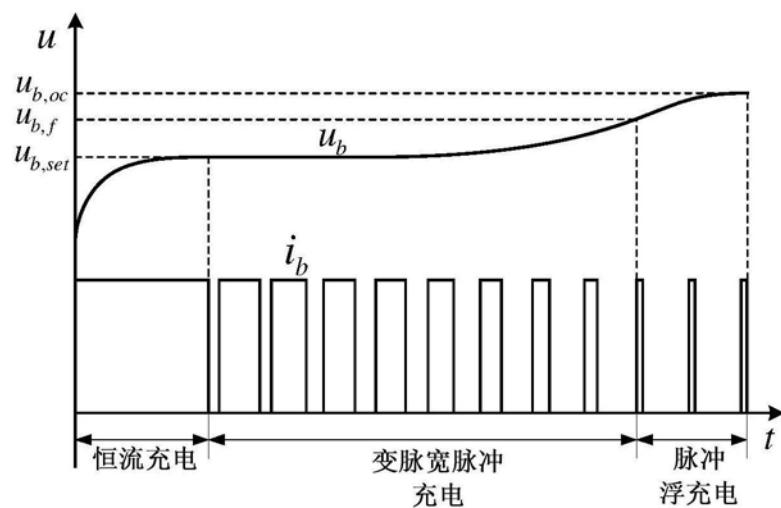


图3

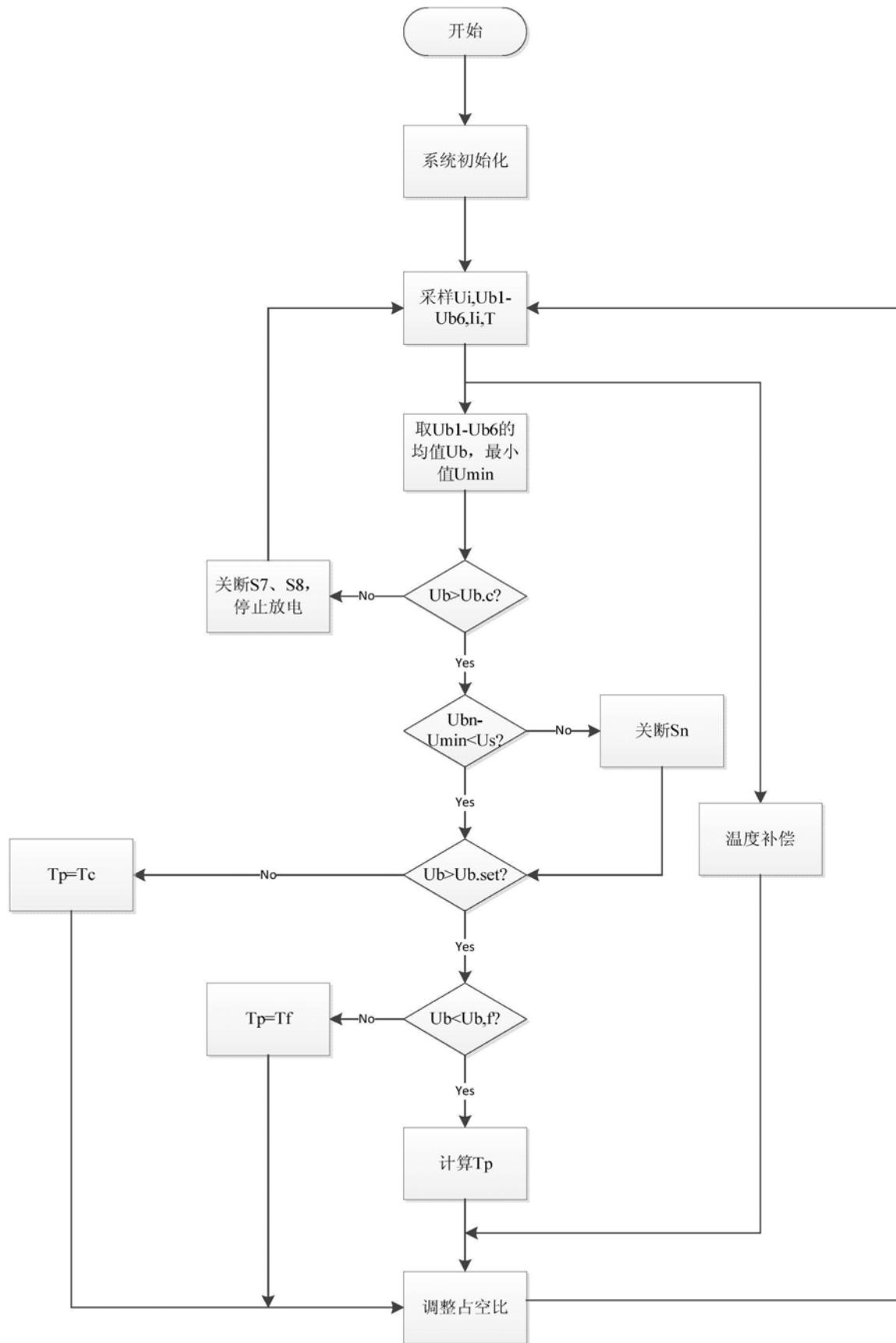


图4

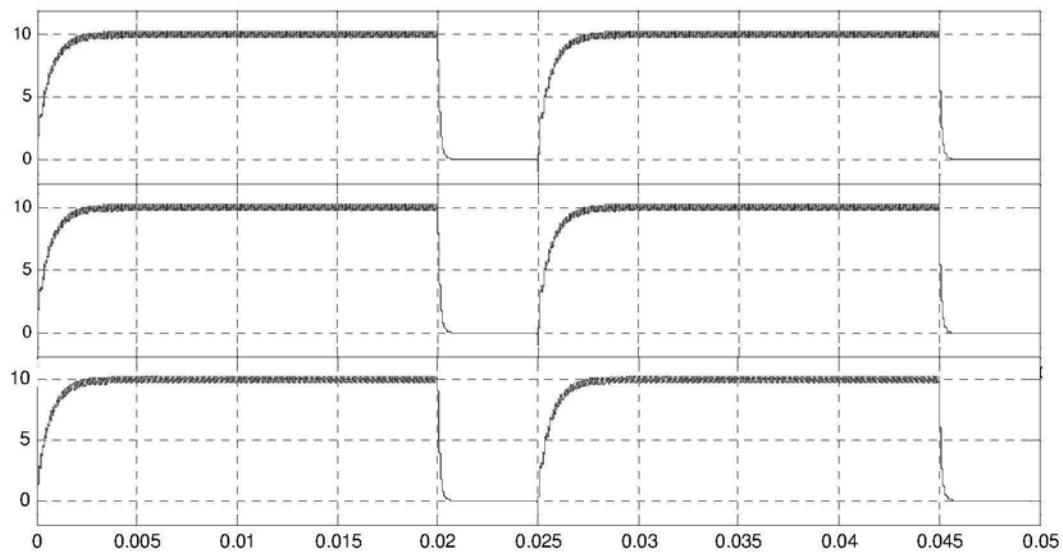


图5

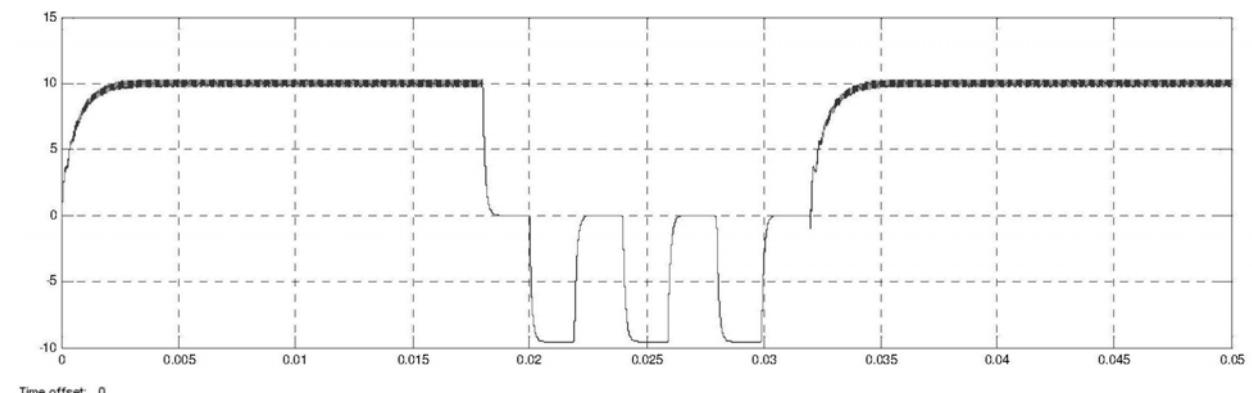


图6

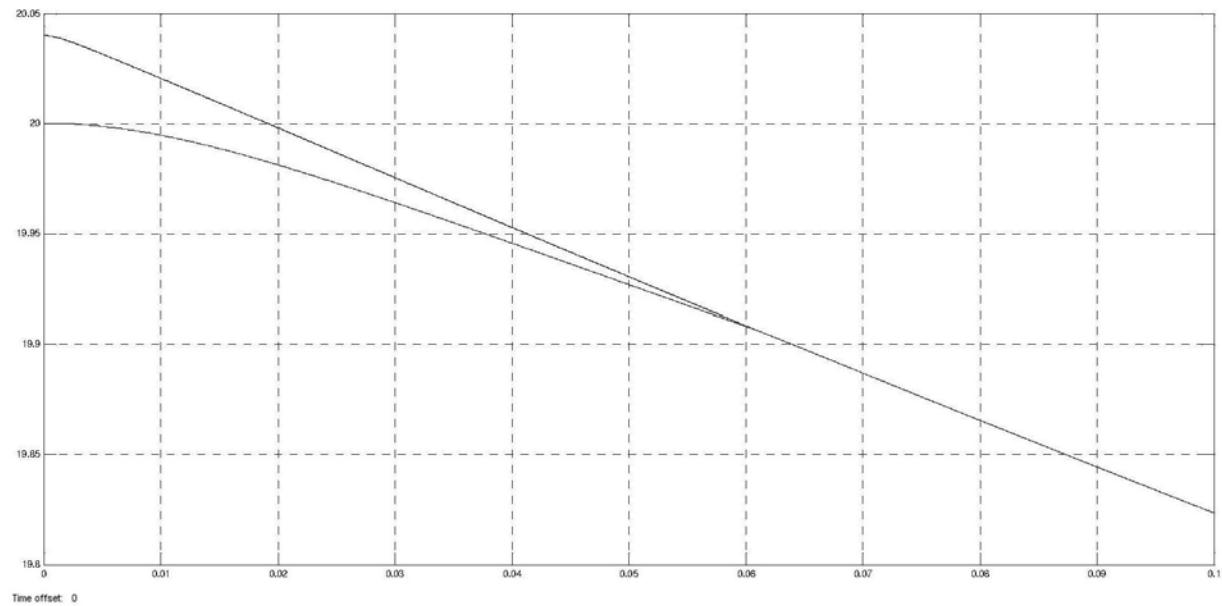


图7

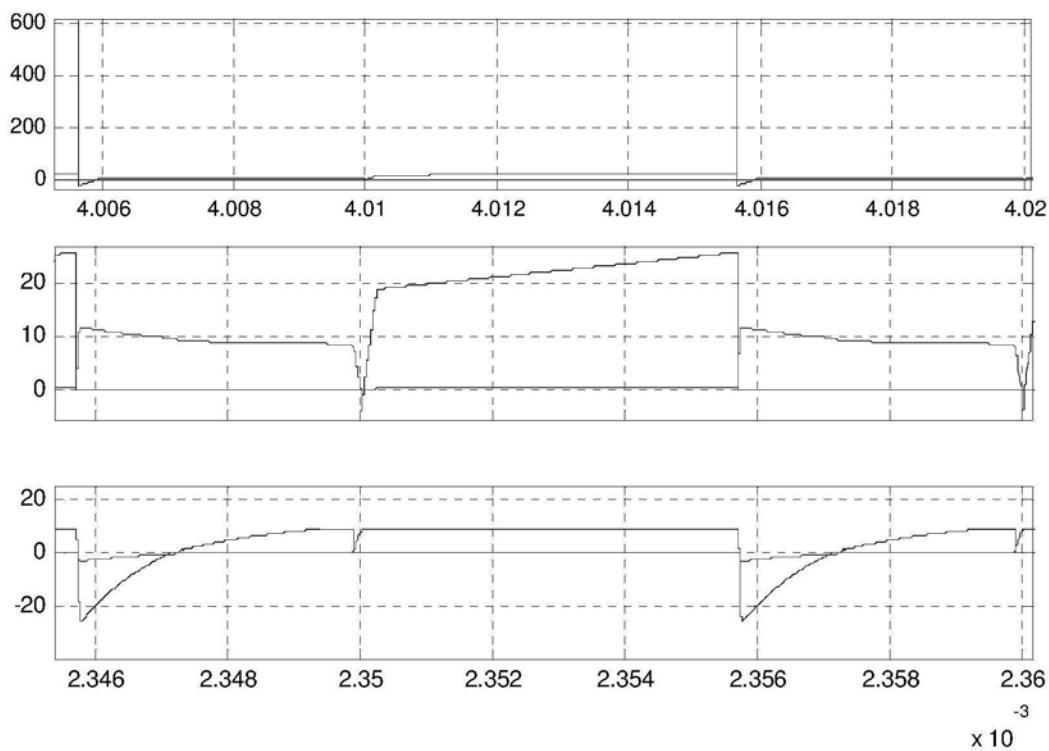


图8