



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114783744 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 22

(21) 申请号 202210643589.1

(22) 申请日 2022.06.09

(71) 申请人 中国农业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路17号
中国农业大学东区信电楼

(72) 发明人 杜海江 刘林辉

(74) 专利代理机构 合肥数字代码知识产权代理
有限公司 34253

专利代理师 张天会

(51) Int. Cl.

H01F 29/04 (2006.01)

H01F 27/40 (2006.01)

H01H 9/00 (2006.01)

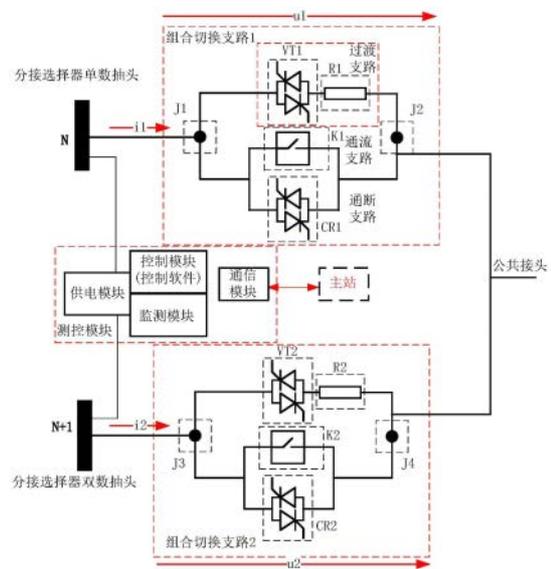
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种有载分接开关的电力电子式切换开关

(57) 摘要

本发明公开了一种有载分接开关的电力电子式切换开关设计。提出的切换开关包括由单数抽头组合切换支路、双数抽头组合切换支路、测控模块构成。每路组合切换支路包括通流支路、通断支路和过渡支路等三个支路。每个支路可以由测控模块按设计的工作时序控制实现独立的通断控制。所设计的切换开关可以实现切换过程每一步都能做到主回路不开路、级绕组不短路；切换过程无电弧产生；切换全过程切换开关不会承受系统电压；切换过程出现异常能及时发现并防止扩大故障。该切换开关与分接选择器配合构成的组合式无弧化有载分接开关，将是现有油浸式和真空式产品的替代产品。



1. 一种有载分接开关的切换开关,其特征在于,包括:单数抽头组合切换支路、双数抽头组合切换支路、测控模块,其中,

每路组合切换支路由通流支路、通断支路和过渡支路三个支路并联组成;

所述通流支路由机械开关构成,通断支路采用双向电力电子开关,过渡支路由双向电力电子开关和电阻串联构成;

测控模块由供电模块、控制模块、通信模块和监测模块组成,供电模块连接在分接选择器单数抽头和双数抽头间形成控制电源,监测模块测量两路组合切换支路的电压及电流,通信模块实现与远程主站的数据交换,接受主机调档指令并上传运行状态;

控制模块运行控制软件,一方面接收主站的调档操作指令,另一方面调档结束通过通信模块向主站上传切换结果;

调档操作有两种方式,一种是由单数抽头导通状态切向双数抽头导通,另一种是由双数抽头导通状态切向单数抽头导通。

2. 如权利要求1所述的双向电力电子开关,由两只晶闸管反向并联构成。

3. 如权利要求1所述的双向电力电子开关,由两只IGBT反向串联构成。

4. 如权利要求1所述的机械开关,由磁保持继电器构成。

5. 如权利要求1所述的机械开关,由快速永磁开关构成。

6. 如权利要求1所述的由单数抽头导通状态切向双数抽头导通过程可分为7步,第一步导通单数通断支路和双数过渡支路;第二步关断单数通流支路;第三步关断单数通断支路;第四步导通双数通断支路;第五步导通双数通流支路;第六步关断双数通断支路;第七步关断双数过渡支路。

7. 如权利要求1所述的由双数抽头导通状态切向单数抽头导通过程可分为7步,第一步导通双数通断支路和单数过渡支路;第二步关断双数通流支路;第三步关断双数通断支路;第四步导通单数通断支路;第五步导通单数通流支路;第六步关断单数通断支路;第七步关断单数过渡支路。

8. 如权利要求6所述的由单数抽头导通状态切向双数抽头导通过程中,每步根据采样电压和电流与所设定的限值进行比较,若正常,则继续进行下一步切换操作;否则若检测到异常,则按着相反的时序操作,再回到初始的单数抽头导通状态,并报告故障。

9. 如权利要求7所述的由双数抽头导通状态切向单数抽头导通过程中,每步根据采样电压和电流与所设定的限值进行比较,若正常,则继续进行下一步切换操作;否则若检测到异常,则按着相反的时序操作,再回到初始的双数抽头导通状态,并报告故障。

一种有载分接开关的电力电子式切换开关

技术领域

[0001] 本发明涉及有载分接开关领域,尤其涉及一种机电混合式有载分接开关。

背景技术

[0002] 有载分接开关是一种在带负载条件下通过改变变压器抽头而调节输出电压的装置。它通常是从变压器高压侧引出多个分抽头与有载分接开关的静抽头相连,通过控制动抽头连接不同的静抽头实现输出电压的改变。

[0003] 有载分接开关可分为分体式和复合式。分体式有载分接开关主要包括分接选择器和切换开关两部分。切换开关灭弧机构目前采用油浸式和真空式。

[0004] 理想的有载分接开关切换过程应做到:一、切换过程做到主回路不开路,级绕组不短路;二、切换过程无电弧产生;三、做到切换全过程不能存在承受系统电压的可能;四、切换过程出现异常能及时发现并防止故障扩大。

[0005] 把电力电子开关用于切换开关灭弧是发展方向,也有很多专利申请。

[0006] 专利“一种变压器分体式无弧有载分接开关(201410330722.3)”利用主通流抽头和双向电力电子开关并联设计了切换开关,存在的问题一是由于采用弹簧驱动机构,切换过程有故障也不能停止,易使故障扩大;二是切换过程中若电子开关触发失效会扩大故障。

[0007] 专利“一种无弧有载自动调压配电变压器装置及其调压方法(201610685827.X)”提出了用复合开关级联的方式实现变压器抽头切换,这种设计相当于复合式,开关数量很多。

[0008] 专利“一种晶闸管辅助熄弧混合式有载分接开关(201501967943.6)”提出了一种利用机械抽头弧光电压触发晶闸管的方法,并用于有载分接开关消弧,但触发电流不易准确控制,且切换过程出现故障不能检测和停止。

[0009] 专利“有载分接开关及其控制方法、变压器(202010129598.X)”提出了一种分体式有载分接开关的切换开关,但电力电子开关过渡支路导通后,主通流支路断开时由于过渡支路电阻压降影响仍会有电弧。

[0010] 专利“一种用于高压输电变压器的有载分接开关及其控制方法(202010824844.3)”提出一种切换开关的无弧切换结构及控制方法,正常情况下可以实现分接的无弧切换,但前提是每一步操作必须能够正常通断,一旦出现失灵,则开关仍有可能承受系统电压而扩大故障。

[0011] 专利“一种以电力半导体器件进行分接的有载分接开关(202011005326.5)”与202010824844.3专利相比,将串联在级间切换开关的主通流开关分成2个,并直接接在分接选择器的静抽头上,其它问题依然存在。

[0012] 专利“一种非复用式电力电子有载分接开关切换的过渡电路(202011138031.5)”也提出了一种切换开关的无弧化实现方式,但由MC1切向GM1的过程,若GM1控制失灵,可能承受系统电压而扩大故障。

[0013] 专利“一种用于高压输电变压器的有载分接开关及其控制方法

(202110304422.8)”也提出一种切换开关的电力电子化实现方法,但该方案切换过程无法避免电弧产生。

[0014] 检索其它相关专利还没有发现能达到理想的切换过程的解决方法。

发明内容

[0015] (一)要解决的技术问题

[0016] 本发明针对现有技术的不足,并达到理想的控制目标,提出了新的切换开关结构及控制方法。

[0017] (二)技术方案

[0018] 提出的切换开关包括由单数抽头组合切换支路、双数抽头组合切换支路、测控模块构成。

[0019] 两路组合切换支路中,一路连接分接选择器的单数抽头,另一路连接分接选择器的双数抽头,两路组合切换支路再汇接在一起做为输出公共抽头。

[0020] 每路组合切换支路包括三个支路,即通流支路、通断支路和过渡支路。每个支路可以由测控模块按设计的工作时序控制实现独立的通断控制。通流支路由机械开关构成,导通时承受稳态的负载电流,断态时承受级绕组电压。通断支路和过渡支路只在切换过程中根据时序进行通断控制。通断支路采用双向电力电子开关,通断控制过程不产生电弧。过渡支路由双向电力电子开关和电阻串联构成,通断控制过程也不产生电弧。

[0021] 测控模块包括供电模块、控制模块、通信模块和监测模块。供电模块连接在分接选择器单数抽头和双数抽头间形成控制电源。监测模块测量两路组合切换支路的电压及电流,供控制模块的软件使用。通信模块实现与远程主站的数据交换,接受主机调档指令并上传运行状态。

[0022] 控制模块运行控制软件,是整个电路的控制核心。通过通信模块与主站进行数据交换,一方面接收主站的调档指令,另一方面调档结束通过通信模块向主站上传切换结果。控制模块控制切换开关各支路按设计的控制时序执行调档操作;调档过程中通过监测两路组合切换支路的电压及电流信号,判断切换过程是否正常;

[0023] 由单数抽头导通状态切向双数抽头导通的控制过程可以划分为7步,描述如下。第一步导通单数通断支路和双数过渡支路;第二步关断单数通流支路;第三步关断单数通断支路;第四步导通双数通断支路;第五步导通双数通流支路;第六步关断双数通断支路;第七步关断双数过渡支路。切换过程中,每步根据采样电压和电流与所设定的限值进行比较,若正常,则继续进行下一步切换操作;否则,则按着相反的时序操作,再回到初始的单数抽头导通状态,并报告故障。

[0024] 由双数抽头导通状态切向单数抽头导通的控制过程与之类似,划分为7步,描述如下。第一步导通双数通断支路和单数过渡支路;第二步关断双数通流支路;第三步关断双数通断支路;第四步导通单数通断支路;第五步导通单数通流支路;第六步关断单数通断支路;第七步关断单数过渡支路。切换过程中,每步根据采样电压和电流与所设定的限值进行比较,若正常,则继续进行下一步切换操作;否则,则按着相反的时序操作,再回到初始的双数抽头导通状态,并报告故障。

[0025] 所述控制过程可以达到:避免切换过程产生电弧,也避免产生级绕组短路,避免主

回路形成断路。所述切换过程中,每进行下一步切换前,依据测量的组合支路电压和电流,可以判断本步及之前的切换操作是否正确完成。若本步切换失败,则开始执行回退操作,退出到原始稳定状态,不致故障扩大,并上报故障。

[0026] (三)有益效果

[0027] 本发明所达到的效果是,1、切换过程每一步都能做到主回路不开路,级绕组不短路;2、切换过程无电弧产生;3、切换全过程切换开关不会承受系统电压;4、切换过程出现异常能及时发现问题并回退到切换前的稳定状态,防止扩大故障并上报故障。

附图说明:

[0028] 图1:本发明一种有载分接开关的电力电子式切换开关结构示意图;

[0029] 图2:由单数抽头向双数抽头切换过程时序图

[0030] 图3:由单数抽头向双数抽头切换过程中切换失败回退时序图

[0031] 图4:由双数抽头向单数抽头切换过程时序图

[0032] 图5:由双数抽头向单数抽头切换过程中切换失败回退时序图

[0033] 图6:全控器件IGBT构成的电力电子双向开关

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0035] 图1为一种有载分接开关的电力电子式切换开关实施例。由组合切换支路1、组合切换支路2、测控模块组成。

[0036] 组合切换支路1由过渡支路、通流支路、通断支路等三个支路并联组成。其中过渡支路由双向晶闸管VT1和电阻R1组成。通流支路由机械式开关K1构成,采用磁保持继电器。通断支路由双向晶闸管CR1构成。组合切换支路1一端通过节点J1与分接选择器单数抽头N连接;另一端通过节点J2与公共抽头连接。

[0037] 组合切换支路2同样由过渡支路、通流支路、通断支路等三个支路并联组成。其中过渡支路由双向晶闸管VT2和电阻R2组成。通流支路由机械式开关K2构成,采用磁保持继电器。通断支路由双向晶闸管CR2构成。组合切换支路2一端通过节点J3与分接选择器双数抽头N+1连接;另一端通过节点J4与公共抽头连接。

[0038] 测控模块由供电模块、控制模块、监测模块和通信模块组成。供电模块连接在分接选择器单数抽头N和分接选择器双数抽头N+1之间,产生控制电源。监测模块测量组合切换支路1电压 u_1 及电流 i_1 、组合切换支路2电压 u_2 及电流 i_2 。通信模块与主站进行数据交换,获取控制指令并上传切换开关运行状态。控制模块运行控制软件,是整个电路的控制核心,调档过程中通过监测两路组合切换支路的电压及电流信号,根据图2和图4所设计时序产生VT1、K1、CR1、VT2、K2、CR2的控制信号。若通过采样的电压和电流信号判断到操作过程发生异常,则根据图3和图5设计的回退时序回到初始稳定状态。

[0039] 图2为由单数抽头向双数抽头正向切换过程时序图,亦即由K1导通向K2导通的切换过程。切换过程用横坐标step表示分为7步。

[0040] Step为0时表示未切换时K1为导通的稳定状态。

[0041] 切换过程开始后,第1步为CR1和VT2导通并持续 t_1 时长,此过程中若 $i_2 >$ 限值则表示VT2导通即第1步执行正常。

[0042] 第2步为关断K1并持续 t_2 时长,此过程中若 $u_1 <$ 限值则表示CR1导通即第1步执行正常。

[0043] 第3步为关断CR1并持续 t_3 时长,此过程中若 $u_1 >$ 限值则表示CR1和K1关断即第2、3步执行正常,若 $i_1 <$ 限值则表示前次切换结束时VT1关断正常。

[0044] 第4步为开通CR2并持续 t_4 时长,此过程中若 $u_2 <$ 限值则表示CR2导通即第4步执行正常。

[0045] 第5步为开通K2并持续 t_5 时长。

[0046] 第6步为关断CR2并持续 t_6 时长,此过程中若 $u_2 <$ 限值则表示K2导通即第5步执行正常。

[0047] 第7步为关断VT2并持续 t_7 时长,整个切换过程结束,进入K2导通的稳定状态。

[0048] 这个切换过程做到了主回路不开路、级绕组不短路,并且通过双向晶闸管开关实现无电弧。并且切换过程中可以实时判断发现故障。

[0049] 图3为由单数抽头向双数抽头切换过程中切换失败回退时序图。

[0050] 当图2中执行第1步时,若发现异常,则断开CR1和VT2并持续 t_1 时长后回到单数抽头K1导通的稳态。

[0051] 当图2中执行第2步时,若发现异常,则重新导通K1并持续 t_2 时长后进入第1步,再断开CR1和VT2并持续 t_1 时长后回到单数抽头K1导通的稳态。

[0052] 当图2中执行第3步时,若发现异常,则按图3所示时序,从第3步往回执行,回到第0步的稳态。

[0053] 当图2中执行第4步时,若发现异常,则按图3所示时序,从第4步往回执行,回到第0步的稳态。

[0054] 当图2中执行第6步时,若发现异常,则按图3所示时序,从第6步往回执行,回到第0步的稳态。

[0055] 图4为由双数抽头向单数抽头正向切换过程时序图,亦即由K2导通向K1导通的切换过程。切换过程与图2类似,用横坐标step表示分为7步。

[0056] Step为0时表示未切换时K2为导通的稳定状态。

[0057] 切换过程开始后,第1步为CR2和VT1导通并持续 t_1 时长,此过程中若 $i_1 >$ 限值则表示VT1导通即第1步执行正常。

[0058] 第2步为关断K2并持续 t_2 时长,此过程中若 $u_2 <$ 限值则表示CR2导通即第1步执行正常。

[0059] 第3步为关断CR2并持续 t_3 时长,此过程中若 $u_2 >$ 限值则表示CR2和K2关断即第2、3步执行正常,若 $i_2 <$ 限值则表示前次切换结束时VT2关断正常。

[0060] 第4步为开通CR1并持续 t_4 时长,此过程中若 $u_1 <$ 限值则表示CR1导通即第4步执行正常。

[0061] 第5步为开通K1并持续 t_5 时长。

[0062] 第6步为关断通CR1并持续 t_6 时长,此过程中若 $u_1 <$ 限值则表示K1导通即第5步执行正常。

[0063] 第7步为关断VT1并持续 t_7 时长,整个切换过程结束,进入K1导通的稳定状态。

[0064] 这个切换过程做到了主回路不开路、级绕组不短路,并且通过双向晶闸管开关实现无电弧。并且切换过程中可以实时判断发现故障。

[0065] 图5为由双数抽头向单数抽头切换过程中切换失败回退时序图。

[0066] 当图4中执行第1步时,若发现异常,则断开CR2和VT1并持续 t_1 时长后回到双数抽头K2导通的稳态。

[0067] 当图4中执行第2步时,若发现异常,则重新导通K2并持续 t_2 时长后进入第1步,再断开CR2和VT1并持续 t_1 时长后回到双数抽头K2导通的稳态。

[0068] 当图4中执行第3步时,若发现异常,则按图5所示时序,从第3步往回执行,回到第0步的稳态。

[0069] 当图4中执行第4步时,若发现异常,则按图5所示时序,从第4步往回执行,回到第0步的稳态。

[0070] 当图4中执行第6步时,若发现异常,则按图5所示时序,从第6步往回执行,回到第0步的稳态。

[0071] 图6为由全控器件IGBT构成的电力电子开关。由T1和T2两只IGBT反向串联构成。图1中VT1、VT2、CR1、CR2也可以采用图6所示的全控器件电力电子开关。而K1、K1还可采用更快速的永磁开关,使整个切换过程加快。

[0072] 以上所述仅是本发明的实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变型,这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

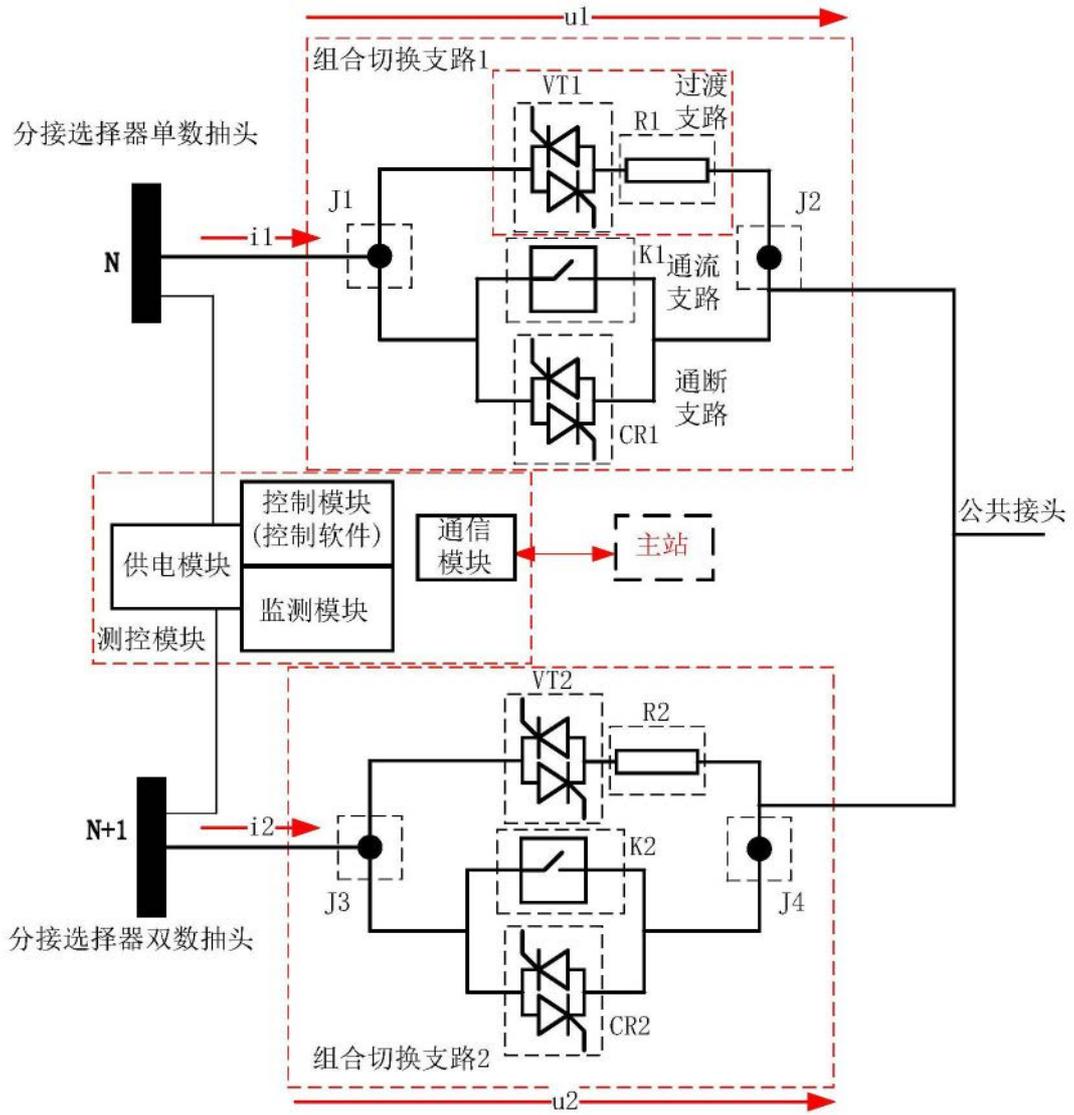


图1

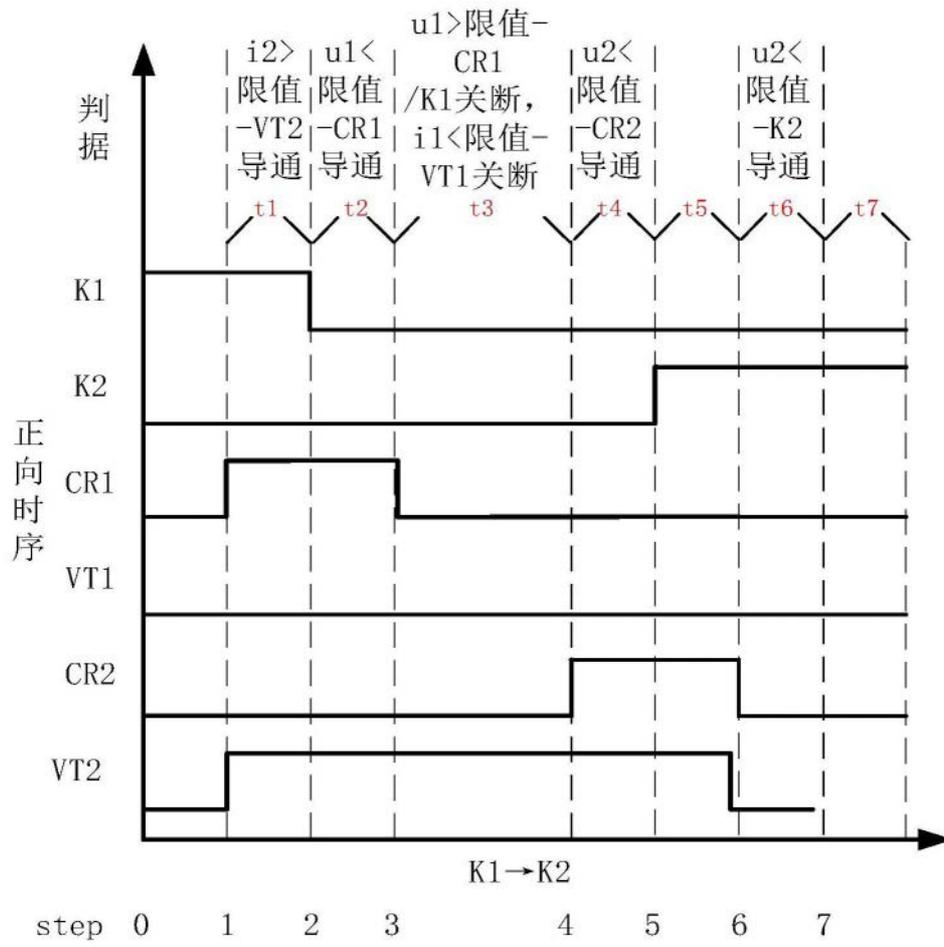


图2

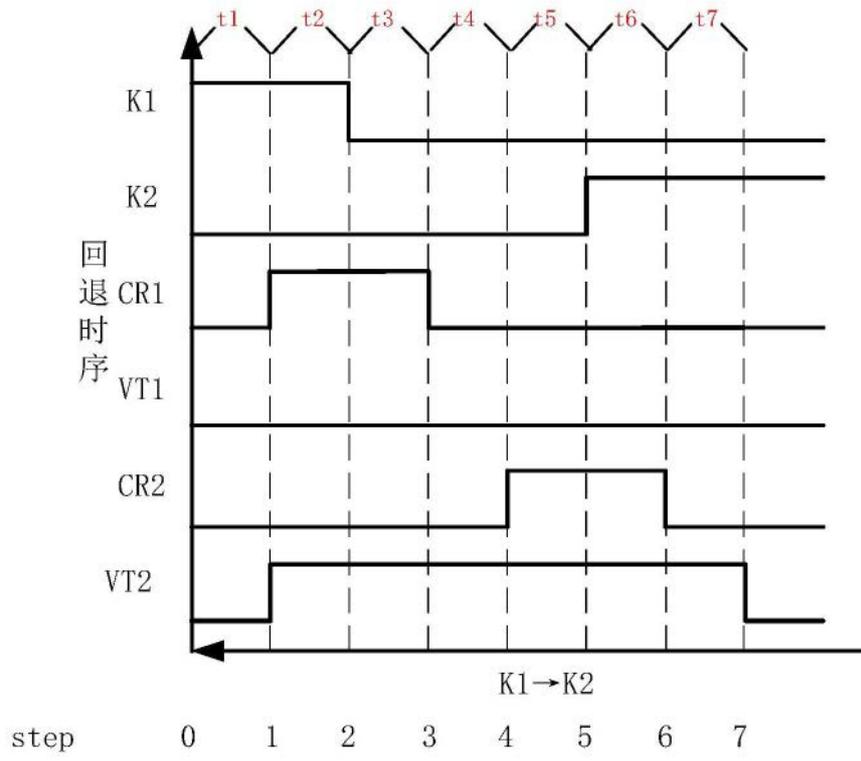


图3

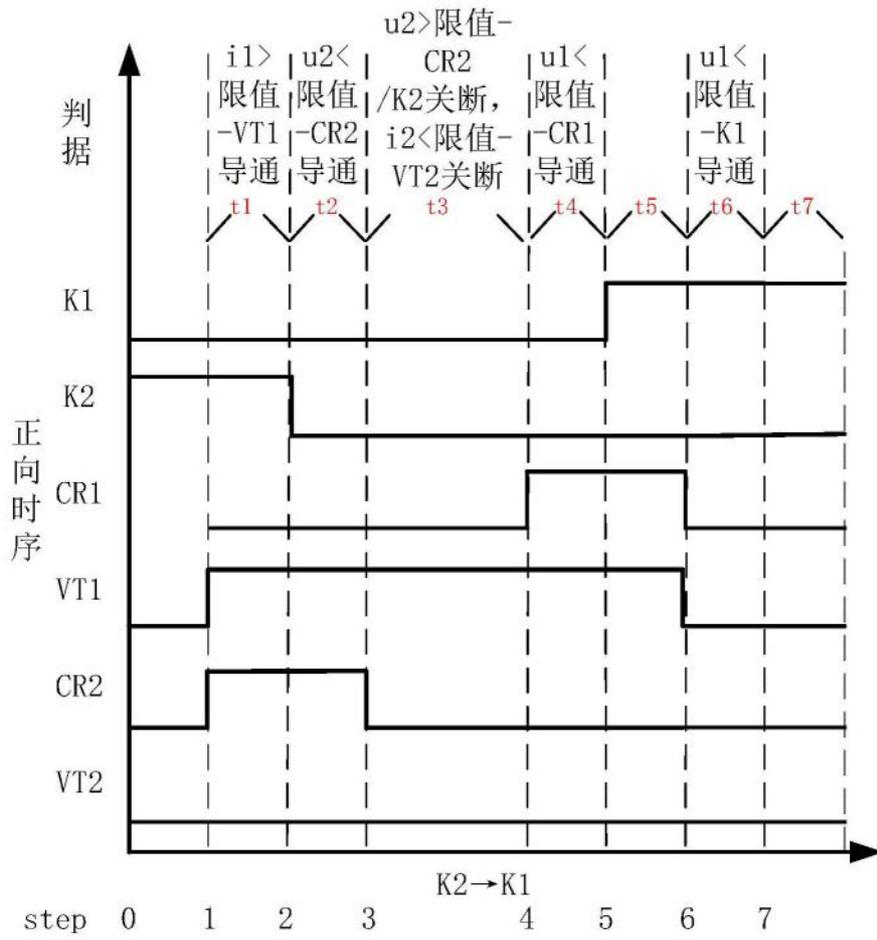


图4

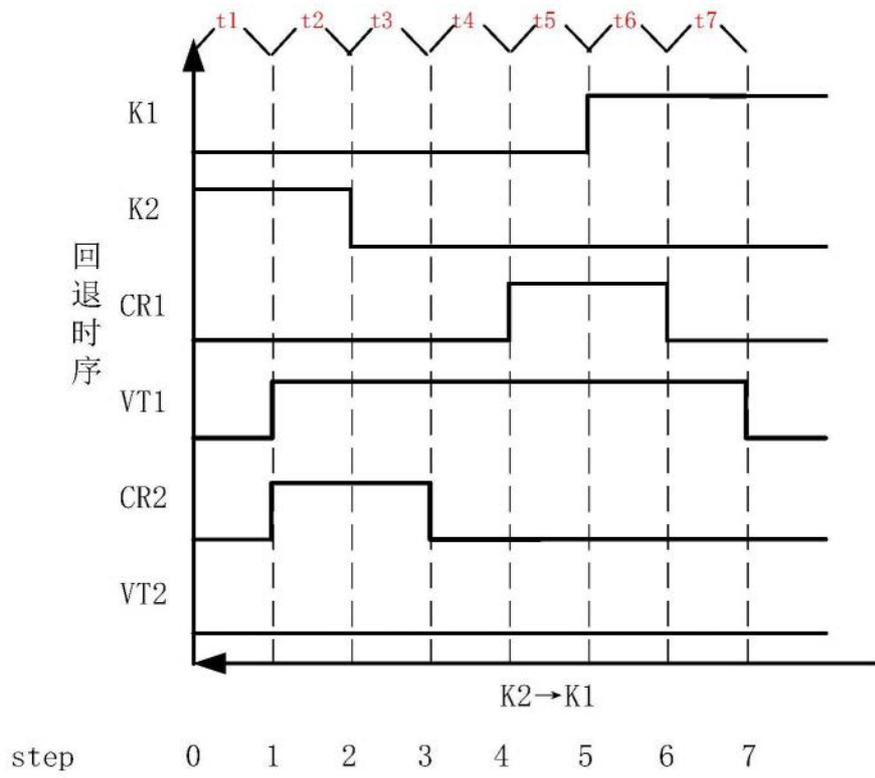


图5

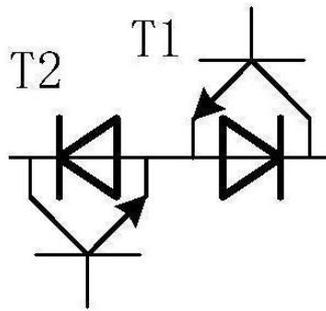


图6