

# 无触点自耦调压器

钟华强, 冯杰, 龚秋声

深圳市亨利顺技术有限公司, 深圳 51600

**摘要:** 老式机电产品需要升级更新换代是创新创业的重要方向, 接触式自调调压器这个老式机电产品应用很广泛, 已有一百年历史, 存在着制造工艺复杂、调节速度慢和炭刷触点已损坏的问题。本文推出应用专利技术设计的无触点自耦调压器作老式接触式自耦调压升级更新换代新产品。

**关键词:** 自耦调压器, 交流斩波, 无触点调压

## 0 引言

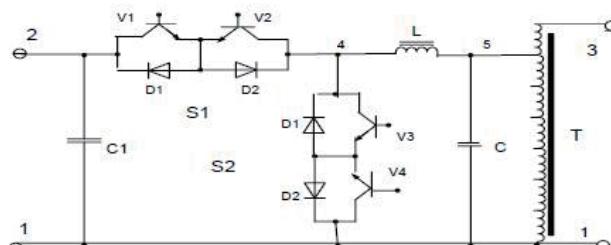
社会上广泛使用的接触式自耦调压器已有一百多年历史, 都是用炭刷触点移动调压, 单相交流电压 220V 输入, 交流电压 0~250V 输出的接触式自耦调压器和三相交流电压 380V 输入, 交流电压 0~420V 输出的接触式自耦调压器需要升级更新换代, 无触点调压代替炭刷触点调压肯定产品升级的方向, 考虑产品升级换代需考虑的另一个重要因素是产品制造成本, 由于家电产品的大量生产, 电力电子元器件价格迅速降低, 为电力电子技术改造接触式自耦调压器制造条件。我们推出用低价高可靠性家电中广泛应用的电力电子元器件, 使用专利技术设计制造的无触点调压器做创新创业的方向, 希望能为接触式自耦机电产品的更新换代做点贡献。

## 1 单相无触点自耦调压器

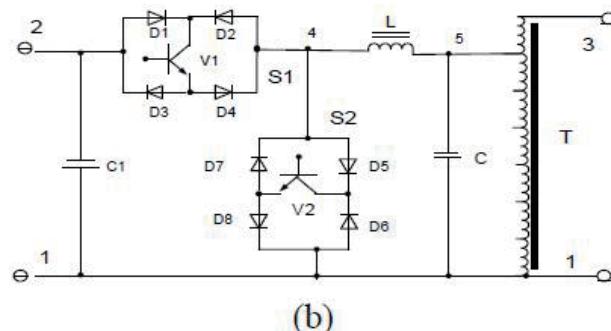
### 1.1 主电路

单相无触点自耦调压有 4 个实用新型专利, 它们的主电路如图 1 (a)、(b)、(c)、(d) 所示, 它们都是由高频 LC 滤波、升压自耦变压器、主控双向电子开关、续流双向电子开关及其控制电路组成, 图 1 (b) 交流斩波电路 2 个双向电子开关只能互补工作, 而其它的 3 个交波斩波电路既可互补工作也可非互补工作。由互补工作需要增加保护电路, 因此, 选用非互补交流斩波电路, 图 1 (a)、(c)、(d) 电路比较: 单向晶闸管比带阻尼二极管的三极管成本低、可靠性好, 单相桥式整流比带阻尼二极管的三极管低, 并且在交流斩波控制电路中可节省 1 光耦合器件, 因此, 我们认为选用图 1 (d) 由 4 个二极管和 1 个三极管组成

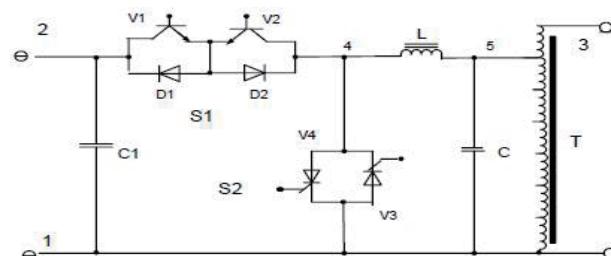
的主控双向电子开关 S1 和由 2 个单向晶闸管反并联的续流双向电子开关 S2 及其控制电路成本交流斩波调压电路的成本最低、性价比最高, 调压输出电压采用数字电压表。



(a)



(b)



(c)

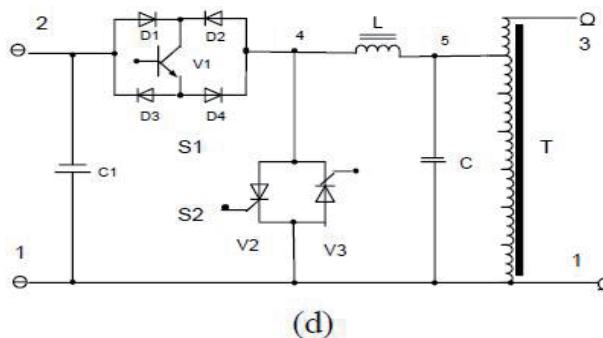


图 1 单相无触点自耦调压器电路

## 1.2 工作原理

图 2 (a) 是图 1 (d) 的单相无触点自耦调压器中输入交流电压 (a) 与主控三极管 V1 的控制信号 (b)、续流单向晶闸管 V2 的控制信号 (c)、续流单向晶闸管 V3 的控制信号 (d) 及其相位关系。在交流电压正半波时，单向晶闸管 V2 触发极在半个周期内加触发信号，正向电压通过二极管 D1、三极管 V1 集电极和发射极、二极管 D4 进行斩波，通过单向晶闸管 V2 续流，正半波斩波电压经 LC 滤波获得正半波可调交流电压，供给升压自耦变压器 T 初级绕组，在升压自耦变压器 2 个端头 3 与 1 之间输出正半波可调电压。在交流电压负半波时，单向晶闸管 V3 触发极在半个周期内加触发信号，负向电压通过二极管 D2、三极管 V1 集电极和发射极、二极管 D3 进行斩波，通过单向晶闸管 V3 续流，负半波斩波电压经 LC 滤波获得负半波可调交流电压，供给升压自耦变压器，在升压自耦变压器 2 个端头 3 与 1 之间输出负半波可调电压。因此，只要调节三极管 V1 的通断比，就能在升压自耦变压器 T 升

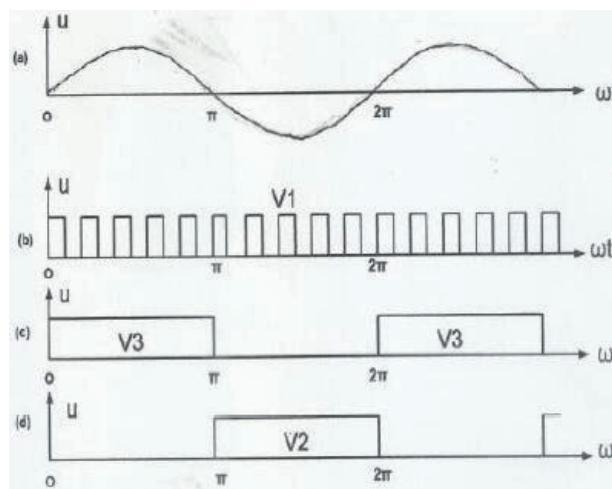


图 2 单相无触点自耦调压器控制信号

压 2 端输出 0~250V 交流电压。

## 2 三相无触点自耦调压器

### 2.1 主电路

由 3 个图 1 (d) 所示的单相无触点自耦调压器星形连接，就构成 1 个三相无触点自耦调压器。它有 3 个交流三相电压输入端 A1、B1、C1 和 1 个零相输入端 N，3 个交流电压输出端 A2、B2、C2 和 1 个零相输出端 N，只要同时调节三相中 3 个主控双向电子开关 S1A、S1B、S1C 中的 3 个三极管的通断比，就能在 3 个交流输出端 A2、B2、C2 输出 0~420 伏的交流电压，在输出 N 与 A2、B2、C2 之间输出 0~250 伏交流电压。

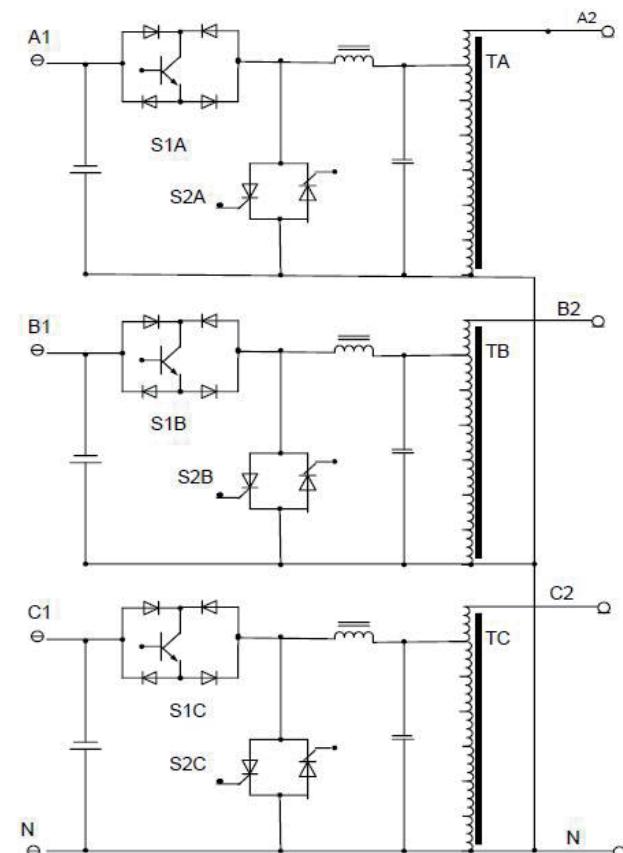


图 3 三相无触点自耦调压器主电路

### 2.2 工作原理

三相无触点自耦调压器由 3 个相同明单相无触点自耦调压器组成，工作原理也相同，只要做到 3 个三极管的通断比同步调节即可，三相无触点自耦调压器中的升压自耦变压器 TA、TB、TC 可以是 1 个三相升压自耦变压器，

也可以是 3 个升压自耦变压器。

### 3 结束语

我们三位作者，年纪最大的作者希望将新发明的多个交流斩波调压基础电路尽快使用于机电产品的更新换代，年纪最轻作者希望使用无触点自耦调压器专利实施创新创业，另一位作者去年就希望有这种无触点自耦调压器用于他设计生产的新产品，最近在商定用 20 安 1200 伏 IGBT（价格 12 元 / 个）等元器件研制单相 2~3KW 和三相 5~10KW 无触点自耦调压器，向 21 届中国电源学会学术年会献礼。

### 参考文献

- [1] 龚秋声，专利文献，专利号：ZL200701037582.8，ZL201420513539.2 ZL201420513515.7 ZL201420513513.8 ZL201420513512.8 发明专利申请号：201410450014.X，北京：国家知识产权出版社
- [2] 王兆安，刘进军，电力电子技术（第 5 版）[M]，北京：机械工业出版社，2009.5
- [3] 赵莉华，舒欣梅，电力电子技术 [M]，北京：机械工业出版，2011

### 作者简介

钟华强，1979 年生，男，2003 年毕业于汕头大学

理学学士。2006 年成立深圳市亨利顺技术有限公司。从事新能源系统的应用设计，超级电容无论是单独使用还是结合电池使用，都能提供蓄能和瞬间大功率输电解决方案，包括汽车、重型运输、微电网（风能和太阳能）、后备能源、石油钻井机械、建筑打桩机械、无线通信、消费业和工业电子。并把动态测试理念引入品质检测，使其载荷条件下，检测已规范的技术指标，工作状态与互动效果。  
zhqmouse@sina.com

冯杰，湖北郧西，1942 年生。1958 年考入西安电力学校，选读“电力系统继电保护与自动装置”专业，后被选送电力部干校专业深造。长期在西北电网从事电站调整试验和测控设备研制工作。1995 年赴深圳办亨利电子。探讨 L·C 工频变量常数及其应用。设计制作动态品质检测仪器。现领办亨利工作室，专职学术研究并推广应用。  
12163873@qq.com

龚秋声，1935 年出生，男，江西航空工业集团老科协教授级高工，中国电源学会高级会员，世界生产力科学院研究员，南昌大学客座教授，创立了给世界教书上所有的相控整流电路戴上高功率因数绿帽的“龚氏复式相控方法”，发明了众多导通角控制角与熄灭角控制相结合的双控制角相控整流电路，2015 年元月 2 日被科技部《科技文摘报》誉为世界复式相控学之父、诺贝尔奖级科学家。从事“教学基础电路”研究工作，发明专利及申请 30 多项，当前主要从事力图改变教科书上相控整流电路和交流斩波调压结构，发展绿色电源的研究。  
qs351002@163.com

上接 155 页

### 7 结论

- (1) 高纯度、低杂质、超细原材料的选择与 BET 值适配是制造高品质高  $\mu$ i 材料的基础；
- (2) 选择合适的微量添加剂和添加方式可改善高  $\mu$ i 材料的综合性能，少量 V、Nb 取代 Bi 以降低烧结温度和改善 THD 外，再加入 Ti 或 Zr，改善材料频率特性和阻抗特

性，高密度的成型坯件。

(3) 高  $\mu$ i 材料应以降低烧结产品应力、提高产品密度为前提，形成完整的防止 Zn 挥发的气氛烧结、冷却工艺技术规范，才能得到性能全优的高导、超高导锰锌铁氧体材料。

参考文献（略）