

文章编号:1671-251X(2013)02-0020-03

唐白山,黄翠柏.一种新型单象限变频器预充电电路设计[J].工矿自动化,2013,39(2):20-22.

一种新型单象限变频器预充电电路设计

唐白山¹, 黄翠柏²

(1. 鹤壁煤业(集团)有限责任公司 供电处, 河南 鹤壁 458000;

2. 郑州煤炭高级技工学校, 河南 新郑 451150)

摘要:针对传统的单象限变频器预充电电路存在结构和控制复杂,接触器、充电电阻等主要器件成本高、体积大的问题,设计了一种新型单象限变频器预充电电路。该电路采用三相半控整流桥替换传统的单象限变频器预充电电路中的二极管整流桥,并去掉了接触器和充电电阻;当变频器启动时,通过同步电路和单片控制电路,三相半控整流桥的触发角从 120° 有规律地减小到 0° ,从而可使电容的充电电流在允许范围之内。试验结果表明,该电路结构简单、性能可靠、控制灵活。

关键词:单象限变频器;预充电;充电电流;三相半控整流桥;触发角;同步电路

中图分类号:TD605 文献标志码:B 网络出版时间:

网络出版地址:

Design of a new type of pre-charge circuit of single-quadrant frequency converter

TANG Bai-shan¹, HUANG Cui-bai²

(1. Power Department, Hebi Coal Industry (Group) Co., Ltd., Hebi 458000, China;

2. Zhengzhou Coal Senior Technical School, Zhengzhou 451150, China)

Abstract:In view of problems of complex structure and control, high cost and big volume of contactor and charging resistance existed in traditional pre-charge circuit of single-quadrant frequency converter, a new type of pre-charge circuit of single-quadrant frequency converter was designed. The circuit uses three-phase half control rectifier bridge to replace diode rectifier bridge of traditional pre-charge circuit of single-quadrant frequency converter and takes off contactor and charging resistance. When the frequency converter starts, trigger angle of the three-phase half control rectifier bridge decreases rhythmically from 120° to 0° through synchronization circuit and single-chip microcomputer control circuit, so as to make charging current of capacitance in allowable range. The test result showed that the circuit has simple structure, reliable performance and flexible control.

Key words: single-quadrant frequency converter; pre-charge; charging current; three-phase half control rectifier bridge; trigger angle; synchronization circuit

0 引言

交-直-交变频器的预充电电路的作用是在变频器上电时限制对直流环节储能电容的充电电流,避免强大的冲击电流烧坏功率模块和直流电容^[1]。目前,单象限变频器预充电电路采用在主回路接触

器触点旁跨接充电电阻的方案。该方案技术成熟、应用广泛,但由于其结构和控制较复杂,接触器、充电电阻等主要器件成本高、体积大,制约了单象限变频器的生产成本。本文提出了一种新型单象限变频器预充电电路,该电路的变频器整流部分采用三相半控整流桥电路,通过控制整流桥的输出电压,进而

收稿日期:2012-10-12。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51077125);河南省重点攻关项目(082102240008)。

作者简介:唐白山(1964—),男,河南鹤壁人,高级工程师,现主要从事煤矿供电技术研究工作,E-mail:taohj99@hpu.edu.cn。

控制充电电流的大小^[2-4],省去了接触器和充电电阻,且控制简单、性能可靠、损耗较低。

1 传统的单象限变频器预充电电路

图 1 为一种传统的单象限变频器预充电电路。当三相 660 V 交流电接入时,接触器处于断开状态,此时三相电源通过充电电阻并经过二极管不控整流桥向直流环节储能电容进行充电。当检测到直流环节电压达到某一给定值时,控制电路发出指令信号,接触器吸合,此时充电电阻旁路,变频器主回路开始正常工作。

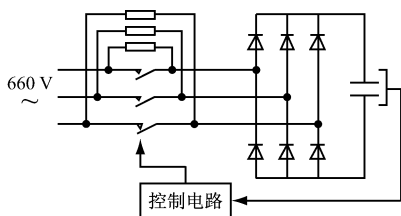


图 1 一种传统的单象限变频器预充电电路

这种预充电电路主要存在以下问题:(1)在变频器需要频繁启动的场合,也需要接触器频繁地闭合、断开,不仅降低了接触器的寿命,而且会因触头氧化接触不良、触头黏连和机械等原因影响设备正常工作;(2)随着变频器功率的变化,接触器的容量也需要相应变化,通用性差;(3)接触器、充电电阻等器件体积较大,不利于设备小型化和轻型化。

2 新型单象限变频器预充电电路设计

新型单象限变频器预充电电路是在传统的单象限变频器预充电电路的基础上,把二极管整流桥换成半控整流桥,并去掉了接触器和充电电阻,主要由三相半控整流桥、同步电路、单片机控制电路和脉冲触发电路组成^[5-7],如图 2 所示。当三相 660 V 交流电接入时,通过同步电路和单片机控制电路,三相半控整流桥的触发角从 120° 有规律地减小到 0° ,电容两端的电压逐渐升高,从而可使电容的充电电流在允许范围之内。

2.1 硬件设计

2.1.1 单片机控制电路

单片机控制电路以 C8051F500 单片机为核心。C8051F500 主要用于采集、处理三相电源同步信号, 确定初相, 并按一定规律调整控制触发角发送 PWM 脉冲驱动信号。

2.1.2 同步电路

同步电路主要由过零比较和光电隔离组成,如图3所示。过零比较主要将交流正弦信号转换为方

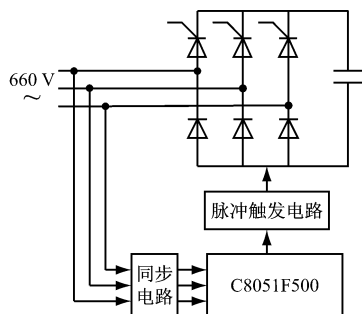


图 2 新型单象限变频器预充电电路

波同步信号,其中 2 个反并联的二极管 D_{20} 、 D_{21} 起到输入限幅的作用;光电隔离主要完成电平转换和与主电路隔离等任务。同步电路不需要同步变压器,大大减小了数字触发电路的体积。

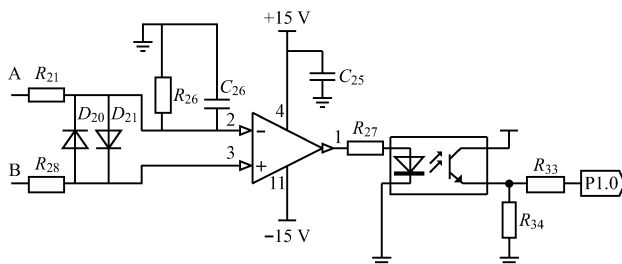


图 3 同步电路

2.1.3 脉冲触发电路

脉冲触发电路主要产生一定频率和占空比的脉冲,从而对 3 个晶闸管触发导通。为能够适应多种电压、功率等级的单相变频器,要求脉冲触发电路留有足够的触发功率裕量。脉冲触发电路如图 4 所示,供电电压为 DC24 V,由于 3 个晶闸管轮流导通,3 个脉冲变压器的通断受到同一个 MOSFET 管 Q_1 的控制,从而简化了电路。C8051F500 发出的控制信号,经光耦进行电压转换,驱动 Q_1 ,让脉冲变压器工作,输出脉冲信号驱动晶闸管。

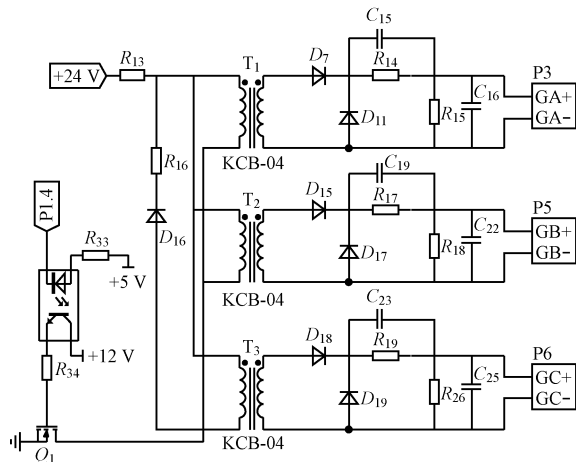


图 4 脉冲触发电路

2.2 软件设计

新型单象限变频器预充电电路软件主要分为主

程序和外部边沿中断子程序 2 个部分。主程序主要完成系统初始化任务;外部边沿中断子程序主要完成相序鉴别和三相触发脉冲的发送任务。触发脉冲的相位角从 120° (此时输出电压为 0)逐渐减小到 0° (此时输出电压最大),并在 2~3 s 内完成。主程序及外部边沿中断子程序流程分别如图 5、图 6 所示。

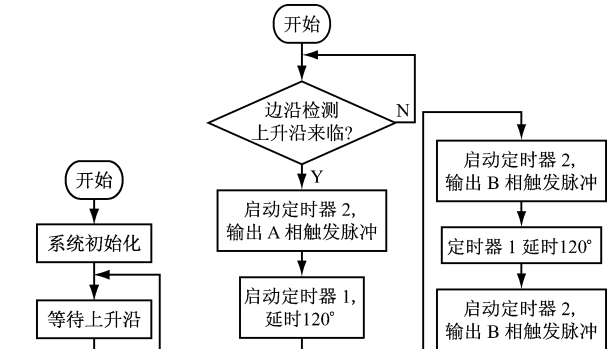


图 5 主程序流程

图 6 外部边沿中断子程序流程

3 试验结果及分析

3.1 同步信号测试

图 7 为电源线电压 U_{AC} (经过晶闸管外限幅)和同步方波信号波形。从图 7 可看出,方波信号和电源电压过零点重合,完全保持同步,且边沿陡直,大大减小了检测相位误差。

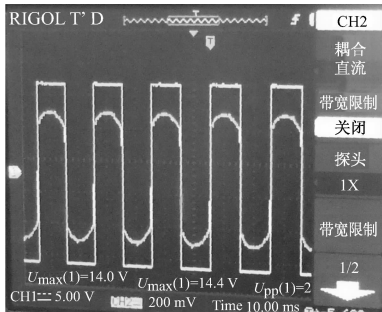


图 7 电源线电压和同步方波信号波形

3.2 驱动信号

图 8 为当 $\alpha=0^{\circ}$ 时,同步信号和驱动信号波形。C8051F500 发出的是一个 18° 宽、5 kHz 的 PWM 波,这样的窄脉冲有利于减小脉冲触发电路的功率,且不易导致脉冲变压器出现饱和。

3.3 电容充电电压

图 9 为电容充电时的电压波形,电容电压按余弦规律上升,经过 3 s 达到稳定状态,上升时间的长短根据实际情况可以调整。

从试验结果可看出,该新型单象限变频器预充电电路实现了对母线电容的充电电流限制,减小了启动时对电力电子器件的冲击。由于采用窄脉冲驱

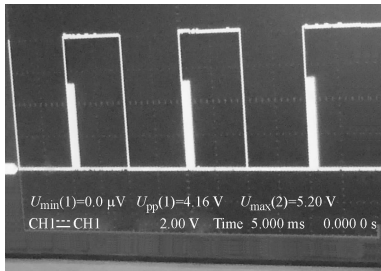


图 8 $\alpha=0^{\circ}$ 时的同步信号和驱动信号波形

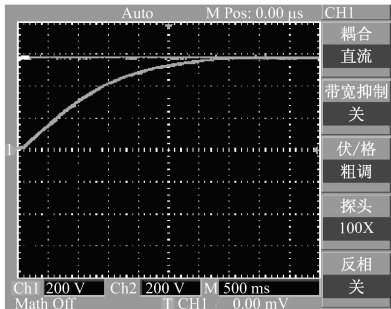


图 9 电容充电时的电压波形

动,驱动电路损耗小,且控制灵活,可以对不同功率等级的变频器实现预充电功能。

4 结语

针对交-直-交单象限变频器采用接触器方式进行预充电时存在的问题,设计了一种基于三相半控整流桥数字触发器的单象限变频器预充电电路。该电路省去了接触器和充电电阻,在变频器启动时,自动调整三相半控整流桥触发角控制输出电压,从而可限制电容的充电电流在允许范围之内。试验结果表明,该电路控制简单、性能可靠、损耗小。

参考文献:

[1] 陈广泰. 机车牵引变流器预充电电阻的参数设计与仿真[J]. 内燃机车, 2009(12): 6, 24-26.
[2] 田位平, 黎普明. 晶闸管三相半控整流桥及移相触发环节模型[J]. 中国农村水利水电, 2003(5): 74-75.
[3] 荆象泉, 马保树. 三相半控桥式整流触发电路的改进[J]. 中国设备工程, 2006(7): 35-36.
[4] 张雷. 基于单片机与 TC787 芯片的三相半控整流电路设计[J]. 今日电子, 2008(12): 61-63.
[5] 赵治军, 韩斌. 微电脑控制焊机三相晶闸管触发电路设计[J]. 电焊机, 2007, 37(3): 74-75.
[6] 朱群峰, 黄磊, 王跃球. 基于 89C51 单片机的晶闸管触发装置设计[J]. 仪表技术, 2009(2): 46-48.
[7] 王宇峰. 晶闸管触发装置中电源自适应同步电路的设计[C]// 第十五届全国煤矿自动化学术年会和中国煤炭学会煤矿自动化专业委员会学术会议, 昆明, 2005.