

# 基于 MATLAB 的 400Hz 中频电源仿真研究

## Research of 400 Hz Medium Frequency Power Supply Simulation Based on MATLAB

王归新<sup>1</sup>, 游文娟<sup>1</sup>, 吴磊<sup>2</sup>

1. 新能源微电网湖北省协同创新中心(三峡大学)(湖北, 宜昌, 443002);

2. 武汉精测电子科技股份有限公司(湖北, 武汉, 430000)

Wang guixin<sup>1</sup>, You wenjuan<sup>1</sup>, Wu lei<sup>2</sup>

1. Hubei Provincial Collaborative Innovation Center for New Energy Microgrid (Three Gorges University)(Hubei, Yichang, 443002, China);

2. Wuhan jingce electronic technology,(Hubei, Wuhan, 430000, China)

**摘要:** 本文以中频电源为研究对象, 针对 400Hz 中频电源系统的主电路搭建了整流逆变电路。SPWM 逆变器是整个中频电源的核心部件。根据中频电源的组成和工作原理建立了其 MATLAB 仿真模型, 对全主电路进行了仿真, 并给出了系统的实验波形和谐波分析结果。

**关键词:** 中频电源 SPWM 逆变电路 MATLAB

**Abstract:** Based on the medium frequency power supply as the research object, aiming at 400 hz medium frequency power supply system of main circuit structures, the rectifier inverter circuit was set up. SPWM inverter is the core component of the medium frequency power supply. According to the composition and working principle of intermediate frequency power supply, its MATLAB simulation model is established, on the main circuit are simulated, And give the experimental waveform and harmonic analysis results of the system.

**Keywords:** Intermediate frequency power supply, SPWM, Inverter circuit, MATLAB

[中图分类号] TN86 [文献标识码] A 文章编号: 1561-0349 (2015) 02-0024-02

## 0 引言

400Hz 中频电源属于特种电源范畴, 它可广泛应用于航空航天、舰船、机车以及雷达、通信交换机等设备中。在航空航天设备中, 除了有 50Hz 交流配电网外, 还有相当一部分设备使用 400Hz 的交流电。以往均是靠中频机组获取 400Hz 电源, 这套装置体积庞大、笨重, 稳压和稳频效果不好, 甚至为隔绝其震耳欲聋的噪音要设专门的舱房。随着我军装备现代化的要求, 迫切需要一种体积小、重量轻、噪音低的中频电源。

## 1 逆变器及 SPWM 技术特点

将固定直流电压变换成固定的或可调的交流电压的装置称为逆变器。逆变器采用了脉宽调制 (PWM) 技术后, 不仅有效地改善和提高了品质性能, 同时根据需要, 还能将直流电压变换成电压和频率均可调节的交流电压, 因此, 它又是一种逆变式变频器, 并称这类逆变器为脉宽调制型 (PWM) 变频

器。因其具有输入功率因数高和输出波形好的特点, 近年来发展很快, 其技术关键之一是采用了 PWM 方法。正弦脉宽调制技术, 是利用功率开关器件的导通与关断, 把直流电压变成脉宽按正弦规律变化的电压脉冲阵列, 并通过控制电压脉冲宽度和电压脉冲阵列的周期, 达到变压变频的一种控制技术。随着电力电子技术的飞速发展, 特别是 MOSFET、IGBT 等高频自关断器件的出现, 电压型 SPWM 变频器得到了广泛的应用。采用正弦波脉宽调制技术 (SPWM), 实现整机无输入、输出变压器和大功率输出的中频电源, 具有体积小、重量轻、噪声低、效率高、对电网无污染且稳定可靠等优点。

## 2 2SPWM 中频电源框图及工作原理

中频电源是一个 AC-DC-AC 电能变换装置, 一般由整流电路、逆变电路、控制电路、保护电路和辅助装置等部分组成。400Hz 中频电源在 Matlab/Simulink 中的主电路原理图如图 1

所示。

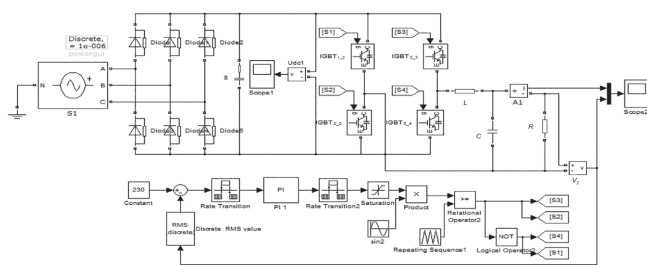


图 1 主电路原理图

系统的基本工作原理是：三相市电经三相不可控整流电路及直流滤波电路，以直流电压供给由 4 个 IGBT 组成的全桥逆变电路，逆变器开关元件采用的是 2 个 2 单元的 IGBT 模块；将受控正弦波与 40kHz 的三角波进行脉宽调制比较，得到按受控正弦波规律变化的 SPWM 波，调制波加到逆变电路开关管上，控制开关管的开与关；最后由输出滤波网络滤波，得到 400Hz 输出。

### 3 系统仿真分析

在 Matlab/Simulink 仿真平台中对系统进行仿真。仿真参数如下：输入电压为 360V 三相工频交流电，输出低通滤波电容  $C=50\mu\text{F}$ ，电感  $L=1.2\text{mH}$ ，采用变步长的 ode45 (Dormand—Prince) 进行仿真，检验负载为  $R=10\Omega$  的情况。仿真输出电压电流波形如图 2 所示，输出电压电流波形良好，输出电压频率为 400Hz，幅值为 324V。对输出电压电流进行快速傅里叶分析，结果如图 3、图 4 所示，输出电压总谐波畸变率为 1.20%，单次谐波为 1.51%，输出电流总谐波畸变率为 1.20%，单次谐波畸变率为 1.53%，谐波含量比较小，验证了本设计的输出滤波的效果，并且验证了本设计的可行性。

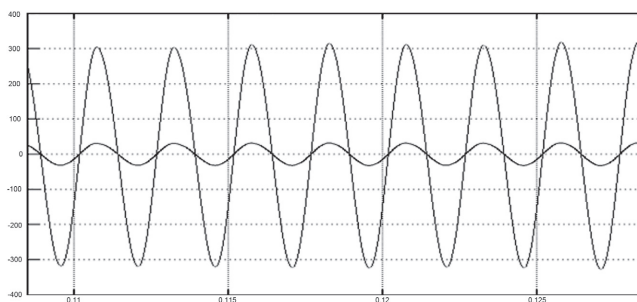


图 2 带 R 负载仿真输出电压电流波形图

### 4 结束语

本文分析了 SPWM 技术中频电源的工作原理，介绍了一种基于 SPWM 调制电压有效值的 400Hz 中频电源方案。该方

案设计简单高效，并有效的抑制了谐波。仿真结果证明，本文提出的设计方案是一种行之有效的控制方案，可广泛应用到中频电源系统中。

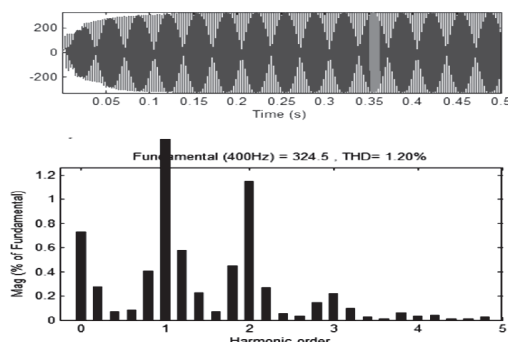


图 3 输出电压 FFT 分析

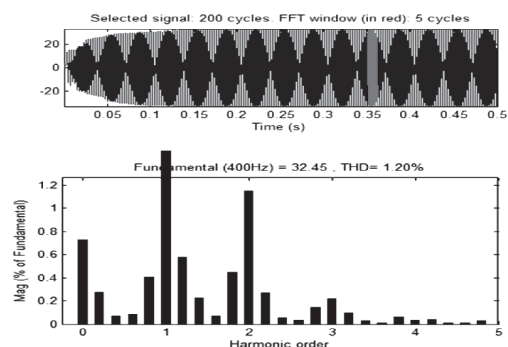


图 4 输出电流 FFT 分析

### 参考文献

- [1] 杨荫福. 电力电子装置及系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006. 201-202.
- [2] 赵众. 单相 400Hz 中频电源复合控制技术的研[D]. 北京: 中国科学院电工研究所 2006.
- [3] 李爱文, 张承慧. 现代逆变技术及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [4] 陈定华. 电力系统中频谐波电源的仿真研究 [D]. 西安: 浙江大学, 2011.
- [5] 张宁, 石健将, 何湘宁. 400Hz 三环三相逆变器的设计 [J]. 机电工程. 2008, 25 (6): 65-66.

### 作者简介

王归新 (1961-10), 男, 湖北黄梅人, 三峡大学电气与新能源学院副教授, 研究方向为电力电子与电力传动。  
游文娟 (1988-02), 女, 河南洛阳人, 三峡大学电气与新能源学院硕士研究生, 研究方向为电力电子与电力传动。