

# 船用异步轴带发电机仿真平台

湛莹欣 吕帅伟 包雅轩

(重庆交通大学 重庆 400074)

**摘要:** 海上航行的船舶主要是依靠普通的柴油发电机发电和船舶轴带发电机发电两种发电模式。使用船舶轴带电机发电大约需要消耗 120-140 克重燃油, 然而采用普通的柴油发电机进行发电大约可以增加 30 克燃油。因此采用轴带发电机发电可以有效地降低燃油消耗量和污染气物排放量。同时船舶主机消耗的是重油, 常规的电机需要消耗轻柴油。这样, 使用轴带电机可以减少轻柴油的消耗, 节约航运成本。总之, 采用这种方式不仅可以保护环境、节约资源还可以给船企带来经济效益。

**关键词:** 路面积水; 超声波传感; 系统; 减涝

## 1. 研究背景

目前我国船舶轴带发电机仍普遍采用同步轴带发电机, 其控制系统较为复杂, 不适合船舶复杂多变的航行状态。而异步轴带系统与同步轴带系统相比, 该系统本身特性适合船舶复杂多变的航行状态。当船舶航速变化时, 它可以通过对转子侧的变换器对励磁电流的相位、频率、幅值、相序进行调节使轴带发电机对电网提供高品质的电, 增强船舶电网的稳定性。

## 2. 硬件部分

### 2.1. 实验平台

实验室的异步轴带实验平台硬件部分主要包括主电路和控制电路, 主要由模拟船舶主机的变频电机、异步发电机、变压器、变频器、背靠背双 PWM 变换器组成, 原理图如图 1 所示。

用实验室墙上的市电模拟 380V 船舶电网, 送变频器驱动变频调速异步电机来模拟船舶主机, 设置不同频率来模拟主机不同工况的转速, 变频电机拖动异步发电机发电, 即异步轴带。异步发电机定子输出电压通过主开关可与船舶电网电压 380V 并网。同时该电压送给变换器的整流级, 变换器的逆变级输出正弦交流到异步轴带的转子进行励磁。仿真平台系统结构组成图如图 1 所示。

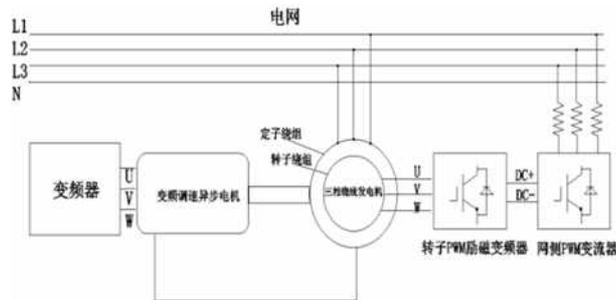


图 1 实验平台原理图

实验平台变频器采用 ABB 公司变频器, 在系统中主要目的就是利用变频技术, 利用变频调速异步电机进行变速控制来模拟船舶在行驶的过程中因海况的变化或是航道的改变, 转速的突然变化。三相绕组发电机定子直接连接电网, 转子连接 PWM 励磁变频器, PWM 励磁变频器主要目的就是为转子绕组提供励磁电流, 其内部采用 DSP 控制器, 运行电网电压定向矢量控制模型。转子 PWM 励磁变频器可以给转子提供励磁电流, 网侧 PWM 变流器可以实现能量双向流动, 保证异步轴带处于次同步、超同步时的能量转换。

## 2.2 PWM 励磁变频器

实验平台硬件布置如图 4-3 所示, 变频器、变频电机、异步发电机功率分别变频电机和异步发电机磁极对数均为 2。



图 2 实验平台图

## 2.3 实验结果

可以看到超同步转子励磁电流的相位、幅值、频率的变化, 能够清晰的显示实验结果, 帮助验证实验的正确性。

超同步转子绕组两相波形如图 4 所示。

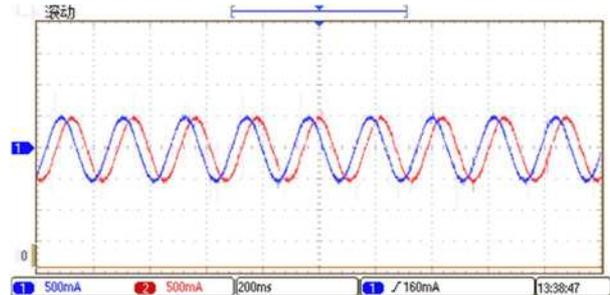


图 3 超同步转子电流

该实验是通过变频器调整在 55HZ (船舶电网 50HZ) 使异步轴带系统稳定在超同步运行, 得到的转子侧的励磁电流波形。

## 3. 异步轴带仿真程序实现

控制屏上, 功能跟同步轴带发电机类似。

(1) 能实时显示异步轴带定子输出电压、频率、功率以及电流等参数;

(2) 异步轴带的手/自动启/停;

- (3) 防潮加热;
- (4) 异步轴带的 PTI 模式。

### 3.1 人机仿真界面

#### (1) 设计原则

以 Windows 操作系统为平台, 利用 Visual Studio.net 2013 开发环境中的 C#语言工具, 以船用异步轴带发电机为研究对象, 对其操作控制、报警显示、参数监测等进行仿真设计与开发。

Visual Studio.net 开发环境中的自定义用户控件给异步轴带系统的仿真提供了丰富的接口元素, 使得虚拟仿真平台具有容量大、界面形象逼真更接近实物的优点。系统所有的仿真内容都应写入 C#程序, 在能进行各种参数的动态显示的同时允许操作人员按既定规则完成各种自定义操作, 在仿真界面设计中应解决好各种不同界面的布局与切换、以及各种函数调用等问题。在整个仿真系统设计中, 自定义设计原则如下:

- 1) 采用唯一主界面的方式, 界面程序选用树形结构; 以异步轴带的控制屏界面为主界面, 诸如参数测试、报警等界面为辅界面;
- 2) 按异步发电机的功能以及船上电机员/轮机员的操作习惯设计所有界面;
- 3) 仿真系统中, 界面设计严格按照 CCS 钢质海船入级与建造规范要求设计, 操作步骤参考国家海事局船员考试规范要求。

#### (2) 异步轴带仿真图例

##### 1) 异步轴带控制屏

根据以上原则编写的异步轴带控制屏如图 4 所示。

图 4 仿真控制屏主要由用来显示异步轴带电压、电流、功率等参数的仪表, 电压、电流转换开关, 指示灯, 主开关组成。操作人员可以通过界面的启动和停止按钮对异步轴带进行启停操作, 通过转换开关所处位置的不同来读取异步轴带三个线电压和三个线电流。

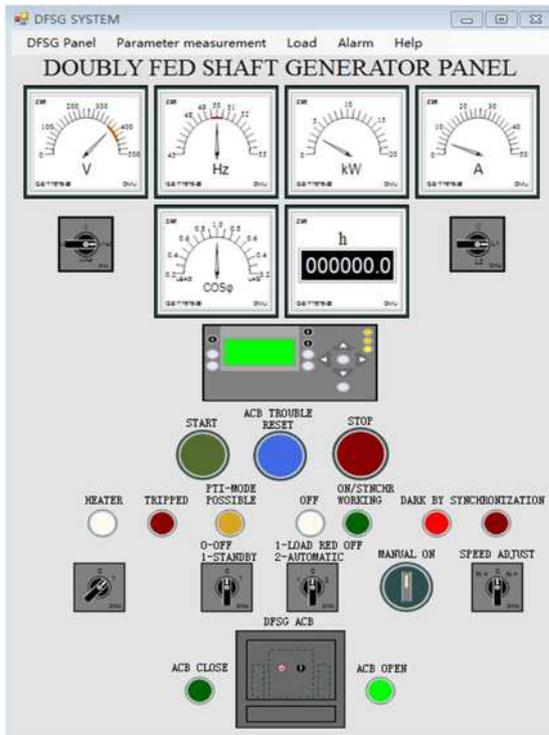


图 4 异步轴带控制屏

##### 2) 异步轴带负载屏

异步轴带的负载主要分为动力负载和照明负载, 为了提高程序的运算速度, 动力负载和照明负载设计在同一个负载屏界面。

负载屏主要包括左边的电压为 380V 的动力负荷以及右边电压为 220V 的照明负荷。

左边动力负载屏上电流表用来显示船上重要设备、大型动力负载、特殊工况时的电流, 电压表显示 380V 母线上的电压。右边照明负载屏上电压表电流表分别显示 220V 母线电压和电流, 欧姆表用来检测绝缘, 当绝缘值低于设定值时报警指示灯亮, 发出声光报警信号。

##### 3) 异步轴带参数获取屏

参数比较多, 对转子三相电流进行波形检测的界面截屏如图 5 所示, 能获取 ABC 三相电流波形以及各相的单相电流波形。

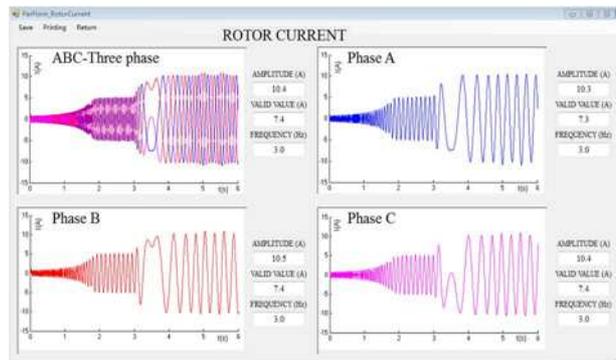


图 5 参数实时显示

参数的波形检测是采用 C#语言读取 Matlab/Simulink 中异步轴带当前状态参数的方法来原因, 这里以转子电流为例, 在第 3 秒突加负载时的电流随时间的变化曲线。可以读取单相电流的幅值、频率, 计算出相应的有效值, 图中 ABC 三相的幅值、频率及有效值取 A、B、C 三相中单相对应值的平均值。

##### 4) 异步轴带报警面板

当发生故障时, 相应的指示灯亮, 发出声光报警信号, 等待操作人员故障确认和故障排除。

通过“Fault information”可以对当前故障进行查询和显示, 显示故障出现的时间和故障数据类型等, 与操作记录显示类似, 并可进行故障数据的保存和打印, “ACKN”表示故障应答, 应答后报警蜂鸣声消除, 故障灯闪光变平光。

#### 参考文献

- [1]姜玉蛟. 轴带发电机系统建模及主要环节的仿真[D].大连: 大连海事大学, 2013.
- [2]张维竞. 舰船动力装置系统仿真. 上海: 上海交通大学出版社, 2006.
- [3]郝琇. 轴带发电机大有可为. 船电技术. 2000.0: 62-63
- [4]冒天诚, 王天序, 潘玉泊. 船舶可控硅轴带发电机控制系统及装置. 大连: 大连海运学院轮机分院.1993.3
- [5]官子武. 船用轴带发电机的发展. 船舶节能. 2002.2: 27
- [6]康乐, 万细义, 汪伟等. 船用轴带发电机的并网控制. 船电技术. 2008, 28 (06): 348-350.