

基于模糊控制论的 PLC 在变频电源机组中的应用

吴靖, 赵荣祥

(浙江大学 电气工程学院, 浙江 杭州 310027)

[摘要] 介绍了如何在变频电源机组中应用基于模糊控制的 PLC 来实现励磁单元的控制。结合实际, 从模糊控制的原理出发, 分析本系统所采用的模糊控制策略, 并给出了实验结果。

关键词 PLC 模糊控制 变频电源

0 引言

随着 PLC 技术的不断发展, 各 PLC 厂家推出了适于各类过程控制的智能专用模块, 如 PID 模块等。但传统的 PID 调节超调量过大, 而且易受环境干扰, 所以有时 PID 控制难以满足要求, 而模糊控制不仅对被控对象参数变化适应能力强, 而且在对象模型结构发生较大改变时, 也能获得较好的控制效果。因此, 在本文所介绍的变频发电机组的项目中, 我们使用了模糊控制来代替 PID 调节。

1 系统简介

本文所介绍的电源系统是作为空调压缩机的测试平台, 故对测试电源的输出电压波形要求较高, 一般的变频电源难以满足要求, 而采用基于模糊控制的 PLC 控制旋转式变频电源系统则能很好地满足要求。系统构成如图 1。该系统主要是通过 PLC 控制发电机的转速和励磁达到调节电源电压和频率的目的。由 2 台同轴的异步电机和同步发电机作为发电机组, 变频器选用 ABB 公司的 ACS600, 励磁单元采用 ABB 公司的直流电源 DCS500, PLC 采用 OMRON 公司的小型机 CMP2A, 人机界面选用 OMRON 公司的 NT31 触摸屏。PLC

是整个系统的控制核心, 通过模糊控制算法完成对变频器及励磁单元的控制, 实现本系统变频发电的功能。

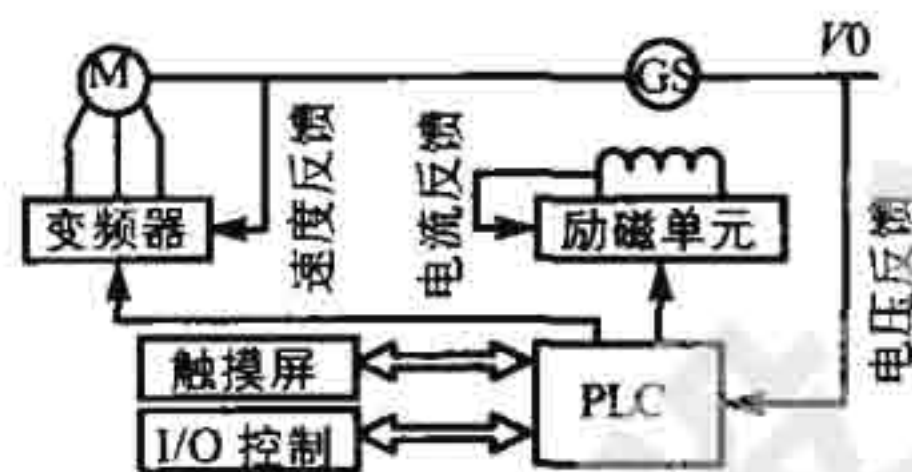


图 1 系统构成图

2 模糊控制原理

模糊控制的基本原理如图 2, PLC 通过采样获取被控量的精确值, 然后将此量与给定值比较得到误差信号 E , 把误差信号的精确量进行模糊化变成模糊量, 就得到了误差 E 的模糊语言集合的一个子集 e 。再由 e 模糊控制规则 R (模糊关系) 根据推理合成规则进行决策, 得到模糊控制量 u 为: $u=e \circ R$ (式中 u 为一个模糊量)。



图 2 模糊控制原理框图

为了对被控对象施加精确的控制, 还需要将模糊量 u 转化为精确的数字量, 经 D/A 转换, 并送给执行机构, 从而对被控对象进行控制。

3 实际应用

本电源系统中, 对励磁单元有很高的要求, 输出电压 60 ~

480V, 频率 20 ~ 200Hz, 常规的 PID 调节无法满足要求, 而用模糊控制理论则可以很容易地实现。

3.1 模糊控制器 I/O 变量

将通过触摸屏给定的电压值作为给定值 u_0 , 反馈回来的电压值记为 u_k , 则误差 $e(k) = u_0 - u_k$ 作为模糊控制器的输入变量, 模糊控制器的输出变量是励磁电压 u 的变化, 用来控制励磁单元励磁电流的大小。

3.2 I/O 变量的语言描述

描述 I/O 变量的语言值的模糊子集为:

{负大, 负小, 零, 正小, 正大} 对应为 {NB, NS, 0, PS, PB}

设误差 e 的论域为 X , 因为实际的输入变量都是连续变化的, 需要通过模糊化处理, 把精确的连续量离散为 $[-3, +3]$ 区间内的离散量, 即将误差大小量化为 7 个等级, 分别表示为 $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$, 则有 $X = \{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$, 对本系统来说, 就是把 $[-700, -500], (-500, -300), [-300, -100], (-100, 100), [100, 300], (300, 500], (500, 700]$ 的区间值分别转化为 $\{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$, 另外, 把大于 700 或小于 -700 的值做限幅处理, 即都转为 $+3$ 或 -3 。

同理控制输出量 u 的论域为 Y , 也可分为 7 个等级, 既 $Y = \{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$ 。

收稿日期: 2003-08-19

作者简介: 吴靖(1977-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力电子及传动和电机控制。

3.3 模糊控制规则

模糊控制规则表见表1、2。

表1 规则控制表

e	NB	NS	0	PS	PB
u	PB	PS	0	NS	NB

表2 模糊变量 e, u 的赋值表

语言变量	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
PB	0	0	0	0	0.5	1.0	0
PS	0	0	0	1.0	0	0	0
0	0	0	0.5	1.0	0.5	0	0
NS	0	0.5	1	0	0	0	0
NB	1.0	0.5	0	0	0	0	0

3.4 模糊控制规则的矩阵形式

模糊关系 R 可以写为:

$$R = (NB_e \times PB_u) + (NS_e \times PS_u) + (O_e \times O_u) + (PS_e \times NS_u) + (PB_e \times NB_u)$$

根据计算, 得到模糊关系矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 1.0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 1.0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 1.0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 1.0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1.0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

3.5 模糊决策及转化为精确量

模糊控制器的控制效果取决于控制量, 而控制量 u 等于误差的模糊向量 e 和模糊关系 R 的合成。假设 e = PS 时, u = eOR (0.5, 0.5, 1.0, 0.5, 0.5, 0, 0), 对上式的模糊子集按照隶属度最大原则, 应选取控制量为“-1”级。而当误差 e = PS 时, 控制量 u 为“-1”级, 在实际应用中, 变为实际的电压步进量, 然后通过这个精确值去控制励磁单元的励磁电流, 使得电流值向减小误差的方向变化。

3.6 模糊控制器的响应表

对于每个非模糊控制的结果, 都可以从 R 中确定一个确切响应, 列成模糊控制表, 见表3。

表3 模糊控制表

e	-3	-2	-1	0	1	2	3
u	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

4 模糊控制算法在 PLC 程序中的实现

模糊控制程序作为整个 PLC 控制程序的一个子程序, 包括数

据的读取、模糊推理和控制信号输出。模糊控制算法的程序流程图如图3。

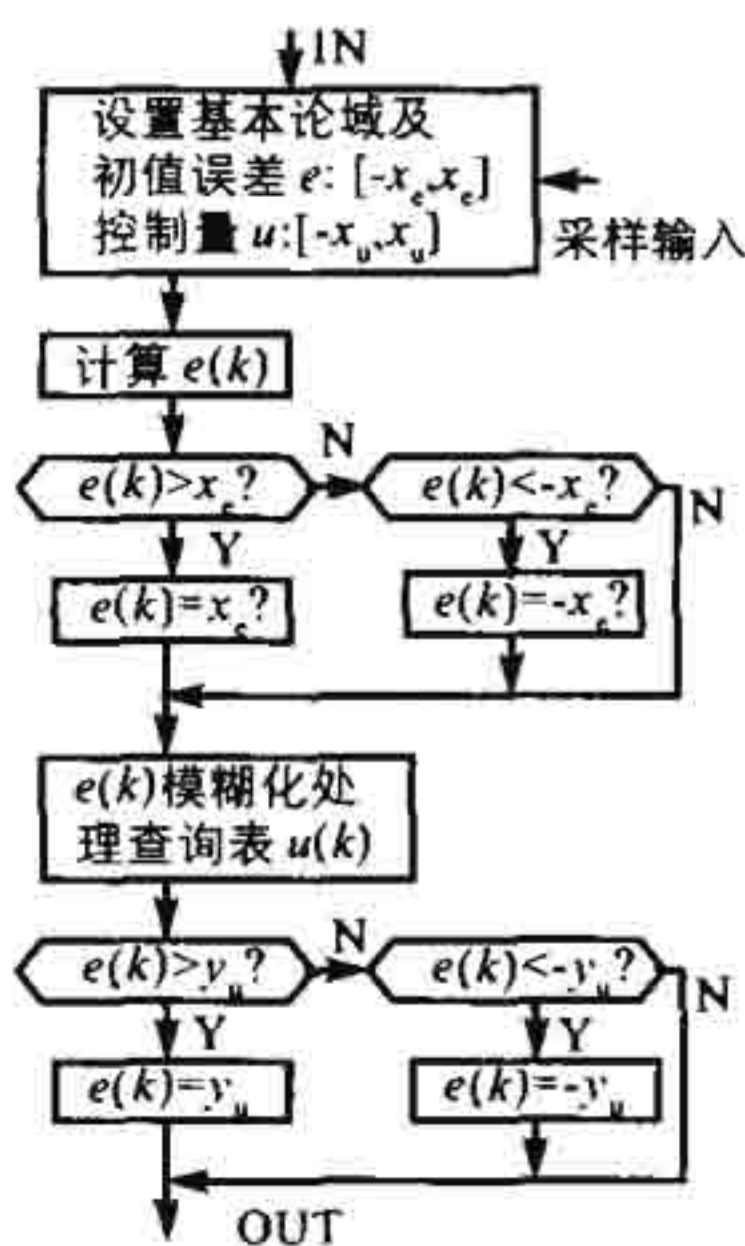
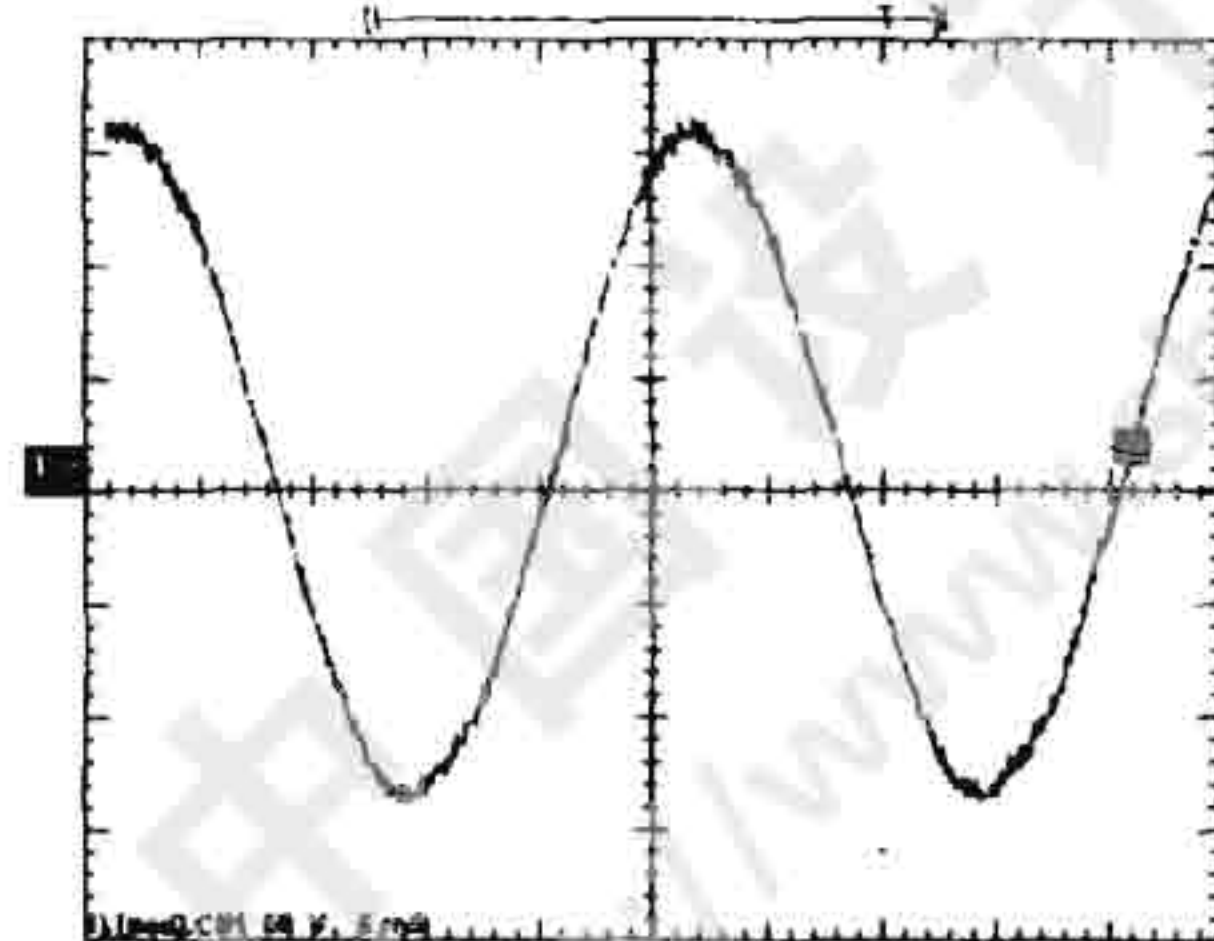


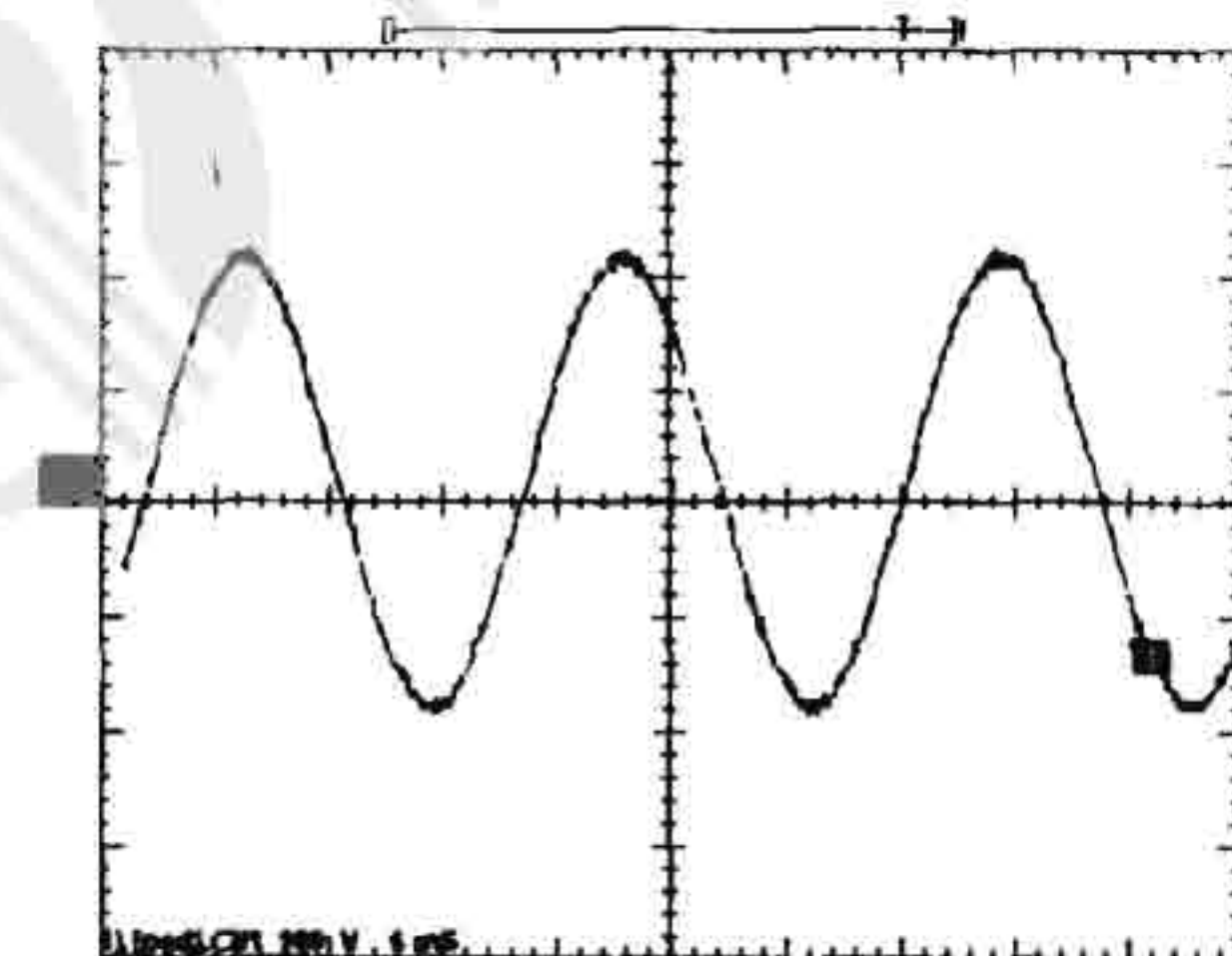
图3 模糊控制算法流程图

5 试验结果和性能指标

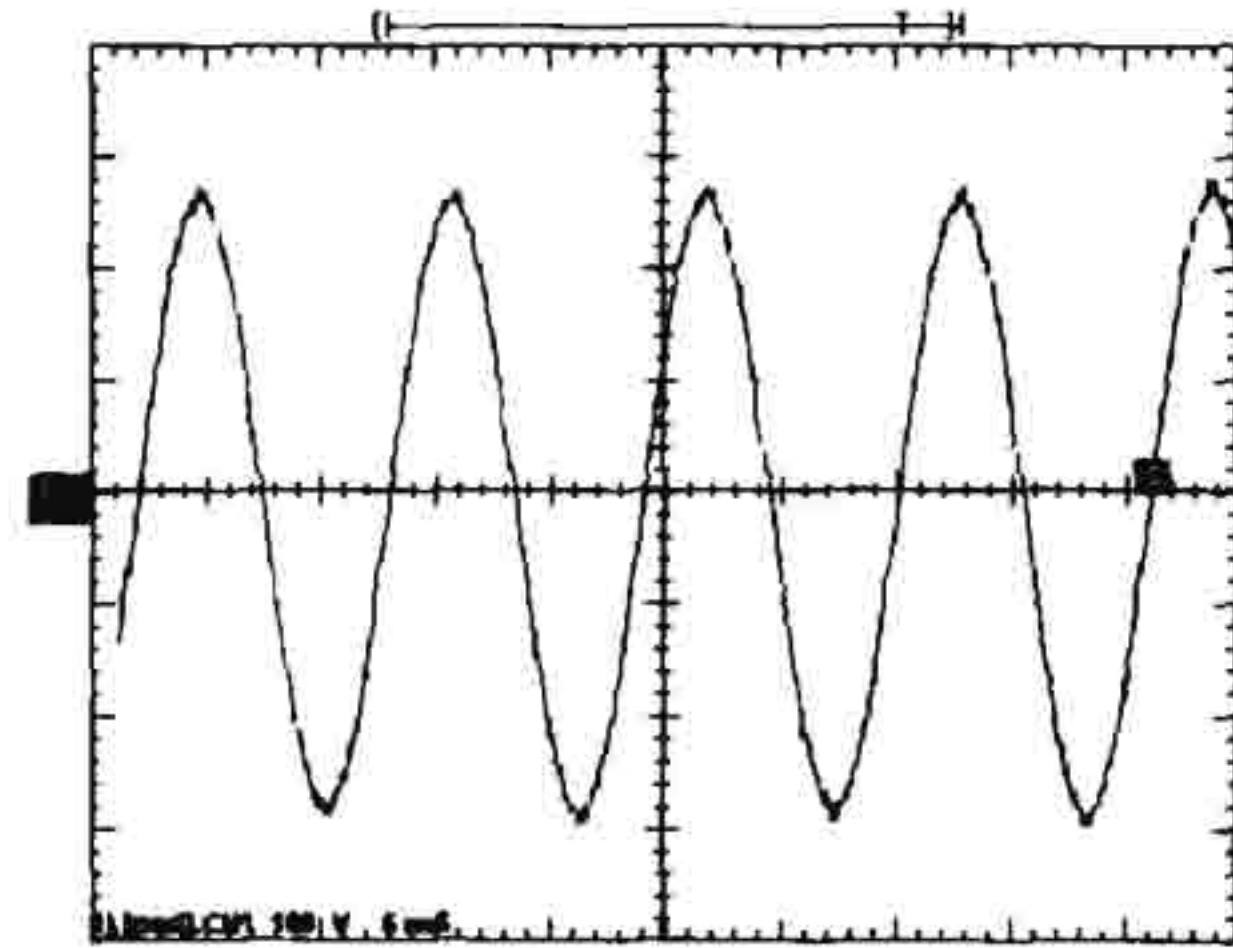
试验波形如图4, 负载为容量 5kW 的变频空调压缩机。



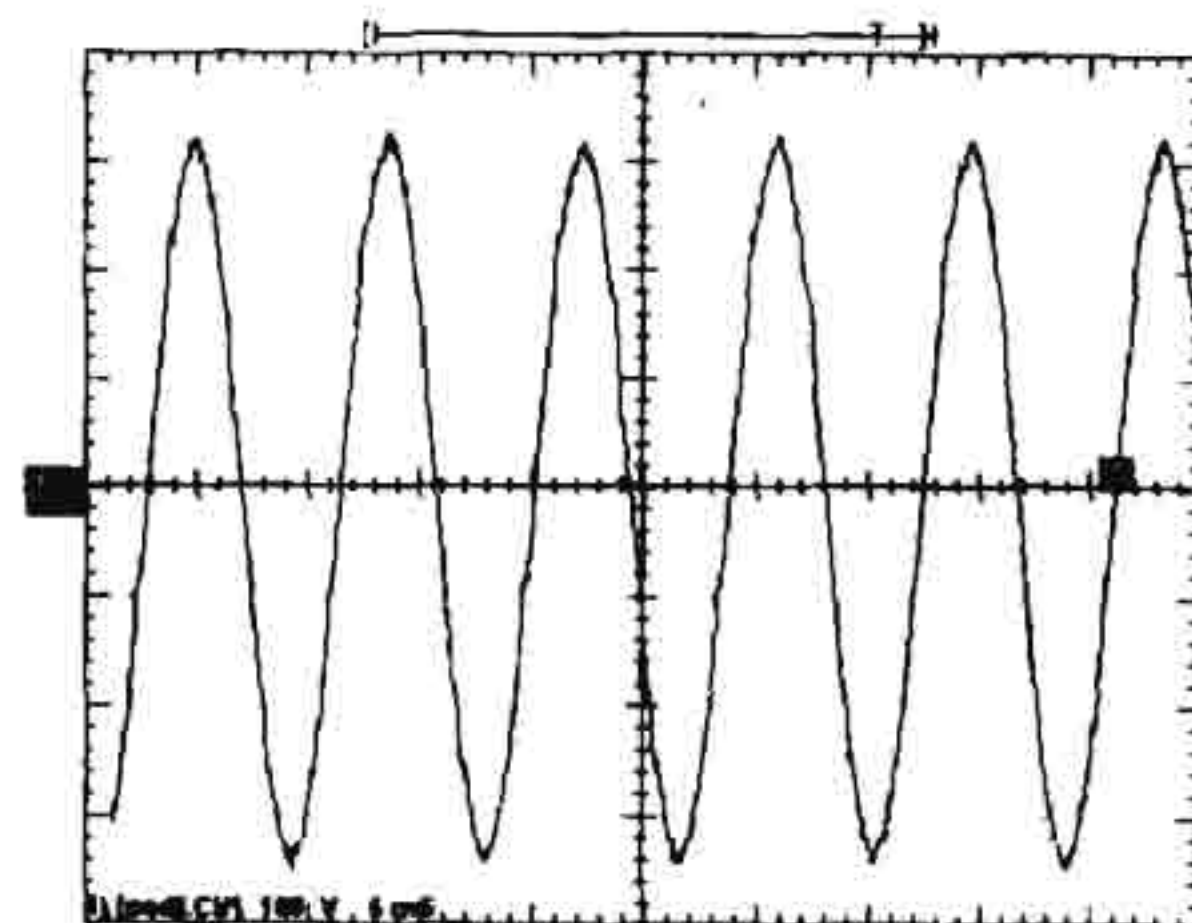
(1) 30Hz, 70V



(2) 60Hz, 140V



(3) 90Hz, 200V



(4) 125Hz, 220V

图4 同步发电机的电压输出波形

6 结束语

将模糊控制与 PLC 控制系统相结合, 既显示了 PLC 可靠、灵活、适应力强等特点, 也大大提高了控制系统的智能化程度。基于 PLC 的模糊控制器适用于各种场合, 控制程序易于模块化、标准化, 与 PLC 的自带 PID 控制模块相比, 具有编程方式灵活, 限制条件少, 模糊变量和模糊规则个数不受系统硬件限制等特点, 降低了系统的开发成本, 扩大了应用范围。本系统运用在空调变频压缩机的性能检测平台上后, 作为变频电源系统, 投运半年以来, 能够实现其变频调压的功能, 输出波形为理想正弦波, 响应快速, 工作性能稳定, 达到了设计目的和客户要求。

参考文献

- [1] 汪小澄, 方强. 基于 PLC 的模糊控制研究. 武汉大学学报(工学版), 2002, 6, (3)
- [2] 刘曙光, 等. 模糊控制技术. 中国纺织出版社
- [3] 张颖, 等. 软计算方法. 科学出版社

