

文章编号:1671-251X(2016)11-0055-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2016.11.013
阮文韬. 煤矿电动机应急调速系统设计[J]. 工矿自动化, 2016, 42(11): 55-58.

煤矿电动机应急调速系统设计

阮文韬

(成都纺织高等专科学校 电气信息工程学院, 四川 成都 611731)

摘要:针对变频器发生故障时很难在较短时间内恢复正常运行问题,设计了煤矿电动机应急调速系统。该系统采用应急变频装置替代故障的原始变频器来控制电动机:当原始变频器发生故障时,PLC 主控单元根据电动机和变频器的故障状态实时控制应急变频装置;当应急变频装置的输出达到电动机的运行条件时,切换装置立即动作,从而实现应急变频装置对电动机转速的稳定控制。仿真结果表明,该系统在原始变频器故障的情况下能够快速接入应急变频装置,具有较好的调速性能。

关键词:电动机; 应急调速; 应急变频装置

中图分类号:TD614 文献标志码:A 网络出版时间:2016-10-28 16:28

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20161028.1628.013.html>

Design of emergency speed regulation system of coal mine moter

RUAN Wentao

(School of Electrical and Information Engineering, Chengdu Textile College, Chengdu 611731, China)

Abstract: In view of problem that it is difficult to recover normal operation in a short time when frequency converter fails, emergency speed regulation system of coal mine moter was designed. The system uses emergency frequency conversion device to replace the failed frequency converter to control motor: when the original frequency converter fails, PLC main control unit controls emergency frequency conversion device in real time according to fault state of the motor and the frequency converter; when output of the emergency frequency conversion device reaches operating condition of the motor, switching device acts immediately, so as to realize stable control of motor speed. The simulation results show that the system can quickly access the emergency frequency conversion device when original converter fails, and has good speed regulation performance.

Key words: motor; emergency speed regulation; emergency frequency conversion device

0 引言

随着计算机和电力电子技术的迅速发展,采用变频器控制的电动机调速系统逐渐代替了传统的电动机调速系统。基于电力电子技术的变频器调速控制系统具有快速、稳定的特点,在工业应用中得到了普及,成为主流的调速设备^[1-4]。但是,变频器的主电路是由电力电子开关器件组成,当发生故障时很难在较短的时间内恢复正常运行,所以一旦故障就

会导致电动机非正常运行,影响煤矿生产系统的正常运行。针对这一问题,本文设计了一种煤矿电动机应急调速系统。该系统由应急变频装置、PLC 主控单元和切换装置等组成,PLC 主控单元根据电动机和变频器的故障状态,采用模糊 PID 算法实时控制应急变频装置的输出^[7-8],一旦应急变频装置的输出达到电动机运行条件,切换装置立即动作,从而实现应急变频装置对电动机的稳定控制。

收稿日期:2016-06-06;修回日期:2016-09-26;责任编辑:胡娴。

基金项目:四川省教育厅重点项目(13ZA0100)。

作者简介:阮文韬(1982—),女,四川乐山人,讲师,硕士,主要研究方向为检测技术与自动化装置,E-mail:928472178@qq.com。

1 系统结构及工作原理

煤矿电动机应急调速系统结构如图 1 所示,其中应急变频装置参数与原始变频器控制参数相同。PLC 主控单元采集并处理电动机和原始变频器的运行信息,用于判断是否出现故障,一旦检测到原始变频器发生故障,即对切换装置和应急变频装置实施控制。切换装置根据 PLC 主控单元的信号,将应急变频装置与故障变频器进行切换。应急变频装置在 PLC 的指令下立即启动,并根据 PLC 的输入信号来控制输出频率,从而控制电动机转速。

煤矿电动机应急调速系统工作原理如图 2 所示。若电动机在原始变频器故障后处于转动状态,则切换系统中的锁相环同步控制器。当锁相环同步控制器检测到应急变频装置与电动机同频同相时,将应急变频装置与电动机的接触器闭合,从而实现应急变频装置对电动机转速的稳定控制;若电动机在原始变频器故障后处于停止状态,则采用应急变频装置重新启动电动机。

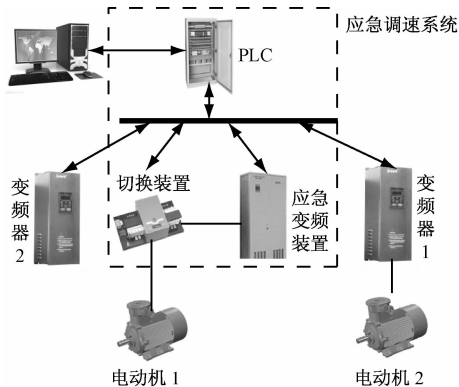


图 1 煤矿电动机应急调速系统结构

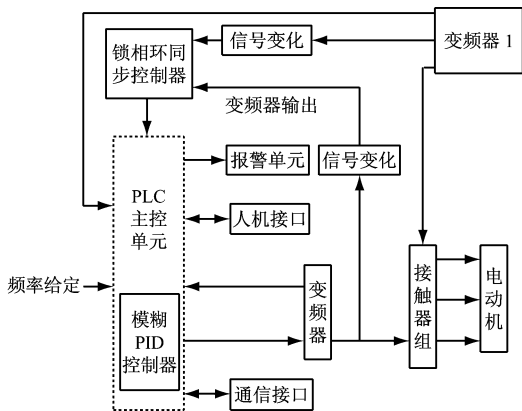


图 2 煤矿电动机应急调速系统工作原理

2 系统硬件设计

2.1 应急变频装置

应急变频装置为交-直-交结构,其电路结构如图 3 所示。该装置主要由主电路和控制电路组成,其中主电路包括整流器、直流侧滤波器、逆变器。整流器用于将三相交流信号转换成直流信号,直流侧滤波器用于吸收整流侧和逆变侧的脉动电压,逆变器则用于将直流信号转换成交流信号。控制电路由转速检测电路、运算电路、驱动电路和保护电路等组成。检测电路主要用于检测系统的电压、频率等信息。运算电路主要负责处理反馈信号,得到输出信号的参考值。驱动电路用于控制开关器件的通断。保护电路用于保护变频器和电动机。

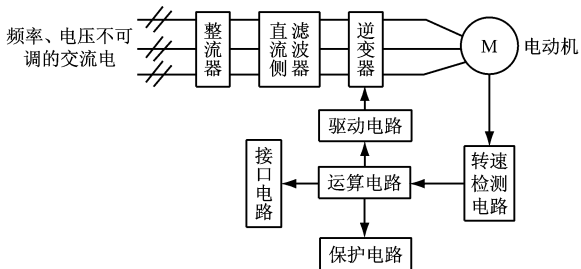


图 3 应急变频装置电路结构

2.2 PLC 主控单元

PLC 主控单元结构如图 4 所示^[6]。

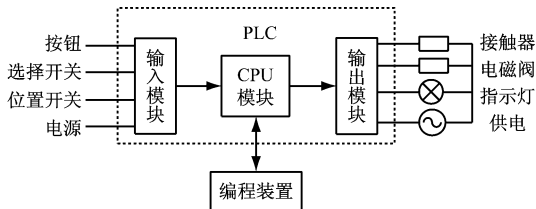


图 4 PLC 主控单元结构

2.3 切换装置

用应急变频装置替代故障变频器控制电动机转速,需采用切换装置,其电路结构如图 5 所示。

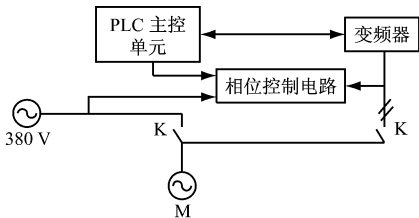


图 5 切换装置电路结构

3 系统软件设计

要使煤矿电动机应急调速系统快速、稳定地投入运行,应急变频装置必须具有较快的启动速度,以便及时代替原故障变频器。

3.1 主程序

煤矿电动机应急调速系统主程序流程如图 6 所

示。当 PLC 主控单元检测到原变频器发生故障时,实时启动应急变频装置。应急变频装置导入原变频器的参数和工作频率参数,然后将模糊 PID 子程序导入其控制系统。

3.2 PLC 主控单元切换程序

PLC 主控单元切换程序流程如图 7 所示。首先判断原变频器故障后电动机是否停机,若电动机处于停机状态,则切换程序重新启动电动机;若电动机没有停机,在故障变频器停止工作后,延时 2 s,启动应急变频装置并封锁其输出,通过锁相环同步控制器检测应急变频装置相位和频率是否与电动机一致,一旦检测到同频同相,则切换程序通过控制接触开关控制电动机继续工作。

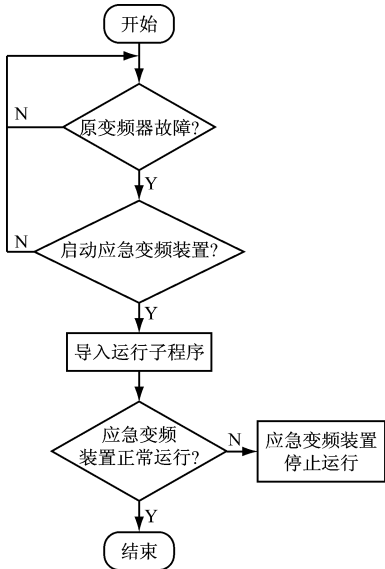


图 6 系统主程序流程

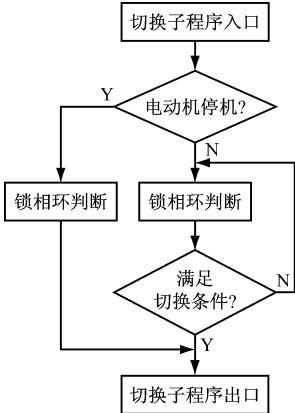


图 7 PLC 主控单元切换程序流程

4 仿真实验

为验证煤矿电动机应急变频调速系统的快速响应能力,在 Matlab/Simulink 环境下建立系统模型,如图 8 所示。具体参数如下:额定功率 $P_N=$

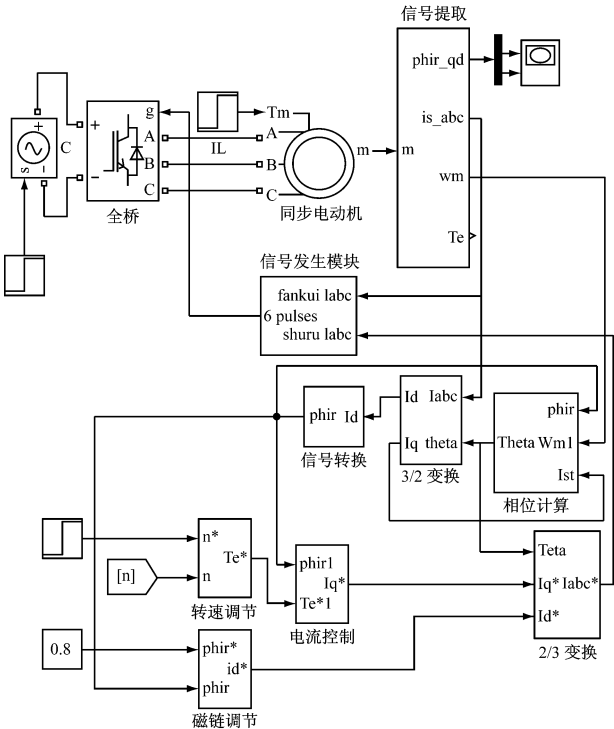


图 8 Matlab/Simulink 仿真模型

200 kW,额定电压 $U_N=380$ V,频率 $f=50$ Hz,定子电感 $L=20$ mH,定子电阻 $R=0.03$ Ω ,转子电感 $L_r=19$ mH,转子电阻 $R_r=0.026$ Ω ,转动惯量 $J=2.56$ $\text{kg}\cdot\text{m}^2$,直流电压 $U_{dc}=900$ V,电磁常数 $T=0.016$ 。

原变频器在 0.5 s 时发生故障情况下的电动机输出电流 i 和转速 n 曲线如图 9 所示。从图 9 可看出,原变频器故障前,电动机的电流和转速都处于稳定运行状态;发生故障时,电动机电流降为 0,转速也逐渐下降,直至电动机处于停机状态。

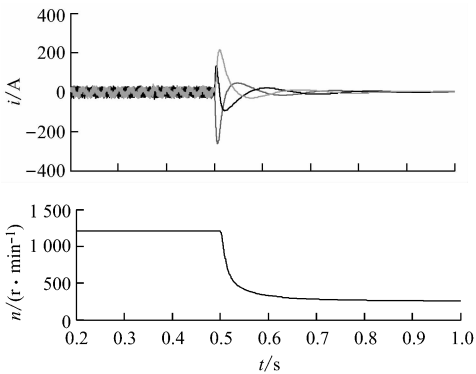


图 9 原变频器故障情况下的电动机输出电流和转速曲线

以图 9 所示的电动机停机状态为例,在该状态下投入应急变频装置后的电动机输出电流和转速曲线如图 10 所示。从图 10 可看出,应急变频装置开始时处于封锁状态,电动机处于停机状态,输出电流为 0;0.5 s 时开始启动电动机并接入应急变频装

置,电动机转速缓慢上升,直至达到额定转速;电动机输出电流由开始较大的启动电流过渡到稳定运行状态下的电流,说明煤矿电动机应急变频调速系统具有快速响应能力。

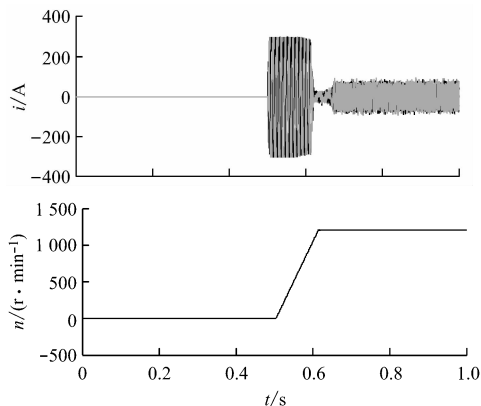


图10 投入应急变频装置后的电动机输出电流和转速曲线

5 结语

介绍了一种煤矿电动机应急调速系统的整体设计,在 Matlab/Simulink 平台对系统可行性进行了验证。仿真结果表明,该系统在原始变频器故障的情况下,能够快速接入应急变频装置,具有较好的调速性能。

参考文献:

- [1] 张奎,雷勇.无刷直流电机智能PID控制系统建模与仿真[J].测控技术,2015,34(4):81-84.
- [2] 王赞,王红平.基于 MATLAB/Simulink 的交流电机建模与仿真[J].机械工程师,2015(2):25-26.
- [3] 韦汉培,王超,张懿,等.基于 DSP 的永磁无刷直流电动机变频调速控制系统[J].变频器世界,2015(6):46-48.
- [4] 张斌斌,段国华,丁君武.基于 ARM 的交流异步电机控制与供电系统设计[J].电气自动化,2015,37(5):1-3.
- [5] WU B.大功率变频器及交流传动[M].卫三民,苏位峰,宇文博,译.北京:机械工业出版社,2008.
- [6] 李定川.PLC 结构原理功能与应用[J].智慧工厂,2015(12):45-47.
- [7] 窦艳艳,钱蕾,冯金龙.基于 Matlab 的模糊 PID 控制系统设计及仿真[J].电子科技,2015,28(2):119-122.
- [8] 杨璐,雷菊阳.基于 MATLAB 的参数自整定模糊 PID 控制器的两种设计方法[J].计算机测量与控制,2015,23(4):1212-1214.