

文章编号:1671-251X(2011)11-0057-03

DOI:CNKI:32-1627/TP.20111102.1609.017

负载换向同步电动机变频启动系统仿真研究

王华平¹, 夏晶晶², 王小岑³

(1. 中煤科工集团常州自动化研究院, 江苏 常州 213015; 2. 中国矿业大学徐海学院,
江苏 徐州 221008; 3. 重庆市能源投资集团公司生产经营部, 重庆 401121)

摘要:介绍了负载换向同步电动机变频启动系统的组成结构,该系统在启动过程中采用断续换流、转子位置检测器、间接式转子位置检测三种换流方式;具体介绍了在Matlab软件下建立换流时刻检测模型、断流控制模型、间接式转子位置检测模型等仿真模型的方法,并给出了仿真结果。经验证,仿真波形与实际运行系统波形基本一致。

关键词:负载换向同步电动机;变频启动;无换向电动机;断续换流;转子位置检测器;间接式转子位置检测;Matlab仿真

中图分类号:TD614.3

文献标识码:A

网络出版时间:2011-11-02 16:09

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20111102.1609.017.html>

Simulation Research of Frequency Conversion Starting System of Load Commutated Synchronous Motor

WANG Hua-ping¹, XIA Jing-jing², WANG Xiao-cen³

(1. Changzhou Automation Research Institute of China Coal Technology and Engineering Group Corporation, Changzhou 213015, China. 2. Xuhai College of CUMT., Xuzhou 221008, China.

3. Production and Business Department of Chongqing Energy Investment Group Corporation, Chongqing 401121, China)

Abstract: The paper introduced structure and composition of frequency conversion starting system of load commutated synchronous motor, which has three commutation methods, namely intermittent commutation, rotor position detector and indirect rotor position detection. It also gave related simulation modeling method and simulation results of the system. It was verified that the simulated wave is basically the same as the one of actual system.

Key words: load commutated synchronous motor, frequency conversion starting, commutatorless motor, intermittent commutation, rotor position detector, indirect rotor position detection, Matlab simulation

0 引言

大型同步电动机启动困难的问题使得其应用在很大程度上受到了限制。大型同步电动机常用的启动方式有异步启动、同步启动、半同步启动、同轴小电机启动和静止变频启动等^[1]。从技术发展来看,

变频启动方式发展较快,随着电力电子技术水平的提高,变频装置的可靠性不断提高,造价逐渐降低,因而其使用范围不断扩大^[2]。目前,在我国一些重大工程和重大装备中使用的高性能、超大容量的电力电子变频装置基本依赖于进口,因此,研究大型同步电动机变频启动系统具有重要意义。

负载换向式(晶闸管)变频器(Load Commutated Inverter, LCI)是一种电流源型变频器,适用于同步电动机加转子位置检测器的高速、高频调速传动场合,其在一些超大容量系统中的应用

收稿日期:2011-07-11

作者简介:王华平(1977-),男,江苏常州人,工程师,现主要从事煤矿自动化系统及井下安全生产监测装备方面的研究工作。
E-mail: wanghuaping77@163.com

较为成功。本文主要针对 LCI 在大型同步电动机变频启动系统中的应用,通过 Matlab 软件进行相关仿真研究。

1 系统组成结构

负载换向同步电动机变频启动系统由主回路和控制系统组成^[3]。主回路包括三相全控整流器、直流电抗器、逆变器及同步电动机;控制系统包括电源

侧的调速系统和电动机侧的运行控制系统两部分。其中调速系统部分和直流电动机的调速系统基本相同,是由一个电流环和一个速度环组成的双闭环调速系统;电动机侧的运行控制系统由速度判别器、转子位置检测器、位置检测方式切换单元、换流时刻检测模块、断流控制器及换流超前角 γ 分配器等组成。系统结构如图 1 所示。

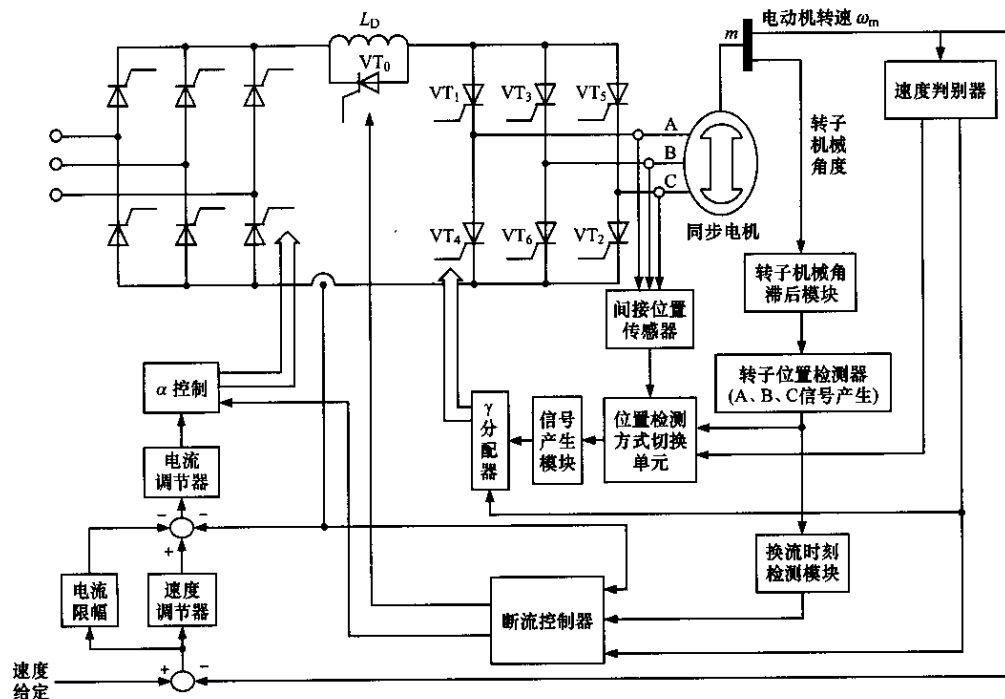


图 1 负载换向同步电动机变频启动系统结构

系统启动过程中采用了 3 种换流方式:电动机转速低于额定转速的 10% 时,采用断续换流;电动机转速在额定转速的 10%~25% 之间时,利用转子位置检测器(3PS)的信号进行自然换流;转速大于额定转速的 25% 时,切换到间接式转子位置检测方式(0PS)进行自然换流。

2 系统仿真模型

2.1 换流时刻检测模型

系统进行断续换流时,需检测晶闸管开始换流的时刻。图 2 所示为换流时刻检测模型。转子位置检测器的 3 个 180° 的输出信号 A、B、C 经过逻辑运算后得到方波信号 AB、BC、CA。这些方波信号的前后沿就是逆变器晶闸管开始换流的时刻,所以只要对这些方波进行微分就可得到换流时刻信号。输出脉冲列 Change I 的脉冲时刻即对应晶闸管的换流时刻。

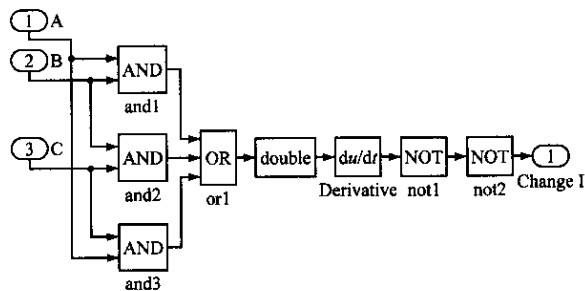


图 2 换流时刻检测模型

2.2 断续换流控制模型

断续换流是指当导电的晶闸管需要切换时,对各晶闸管触发脉冲的前沿进行微分、整形和或运算,获得逆变桥晶闸管换流时刻检测信号,作为断流指令加到断流控制系统,以引起电动机断流。

图 3 所示为断续换流控制模型。模型输入分别为换流逻辑信号 Change I、高低速判别逻辑信号 V Logic、零电流逻辑信号 Check I,输出为断续换流控制信号 BreakPower。

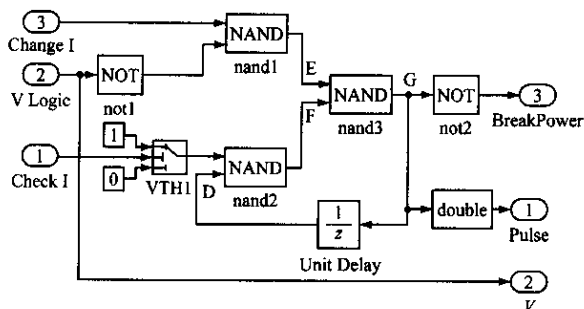


图3 断续换流控制模型

2.3 间接式转子位置检测模型

在实际系统中,由于电动机中电枢反应的作用,实际换流超前角 γ 随着电动机负载的增大而减小,使得电动机的换流极限降低。间接式转子位置检测方式将电动机端电压作为逆变桥触发系统的信号源,在整个电动机运行过程中保持 γ 角恒定,避免电枢反应的影响,并对磁场推移角 β 自动进行补偿,从而提高电动机的换流极限。

2.4 γ 分配器

无换向电动机的一个重要特点是其四象限运行只要通过改变触发信号即可实现,这个工作由 γ 分配器来完成。电动机在高速运行时,根据逆变桥晶闸管换流的需要,取 $\gamma=60^\circ$;而在低速运行时,取 $\gamma=0^\circ$ 。这样电动机四象限运行时就有8种不同的运行方式,即低速正向电动、低速反向电动、低速正向制动、低速反向制动、高速正向电动、高速反向电动、高速正向制动、高速反向制动。

2.5 整流桥触发角 α 切换单元

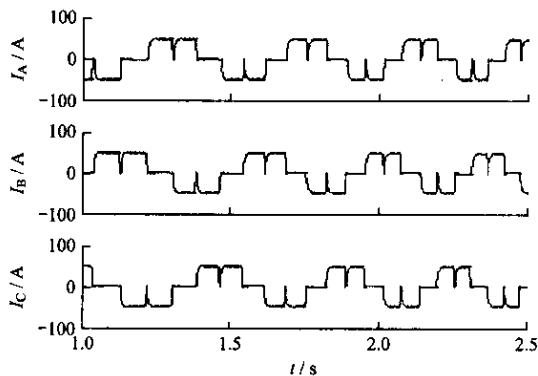
α 切换单元实现电流断续换流及自然换流过程中的 α 角控制通道切换。当电动机转速在10%额定转速以下、系统进行断续换流时,若断流信号要求逆变器换向,则 α 角强制移相到 135° ,使得逆变器的工作状态由整流变成逆变,主回路中的直流电流急速下降为0。

3 仿真结果

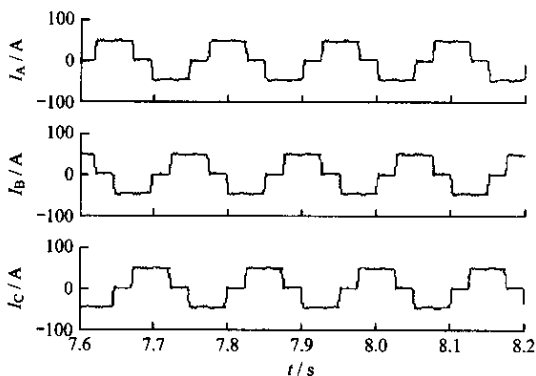
电流断续换流和自然换流时同步电动机的各相电流波形如图4所示,直流侧电流、逆变器侧直流电压、电动机转速如图5所示。经验证,现场实际运行系统的波形与Matlab仿真波形基本一致。

4 结语

介绍了负载换向同步电动机变频启动系统的组成结构、Matlab仿真模型及仿真结果,对实际系统及装置的调试有一定的指导意义。

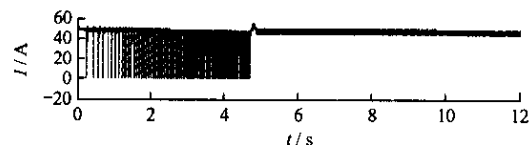


(a) 断续换流

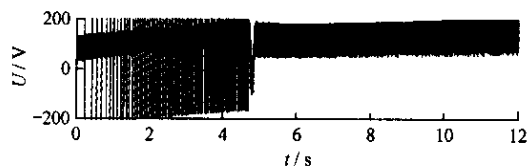


(b) 自然换流

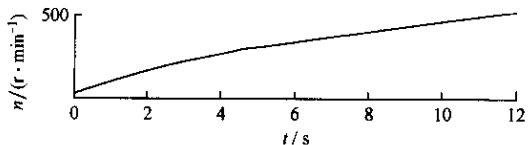
图4 同步电动机的各相电流波形



(a) 直流侧电流



(b) 逆变器侧直流电压



(c) 电动机转速

图5 电流断续换流和自然换流时的相关波形

参考文献:

- [1] 孙旭东. 大容量同步电动机的软启动控制[J]. 清华大学学报:自然科学版, 1999, 39(9): 22-25.
- [2] 李华德. 交流调速控制系统[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [3] 许大中. 晶闸管无换向器电机[M]. 北京: 科学出版社, 1984.