

文章编号:1004-289X(2010)06-0062-03

变频器冗余系统的设计与应用

刘军¹, 王立志²

(1. 北京石油化工工程有限公司, 北京 100013; 2. 辽宁华锦通达化工股份有限公司, 辽宁 盘锦 124021)

摘要:变频器是石油化工领域对交流电动机调速的重要方法之一。为了提高关键生产设备的可靠性,需要将其组成冗余系统。对变频器冗余系统的技术特点进行了综述,并成功的应用于生产实践当中。

关键词:变频器;冗余系统;转速跟踪

中图分类号:TN77

文献标识码:B

Design and Application of the Inverter's Redundant System

LIU Jun¹ WANG Li-zhi²

(1. Beijing Petrochemical Engineering Co., Ltd, Beijing 100013, China; 2. Liaoning Huajin Tongda Chemical Industry Company Limited, Panjin 124021, China)

Abstract: It is one of the important methods to AC motor speed control by inverter in petrochemical industry. Redundant systems of the inverter were composed to improve the reliability of key production equipment. In this paper, the technical characteristics of inverter redundant system was reviewed and successfully applied in production practice.

Key words: inverter; redundant system; speed tracking

1 引言

随着经济的发展,在石油化工领域中对各种生产装置的可靠性提出了更高的要求,尤其是化工装置的核心反应区,一旦出现故障将导致重大设备损坏及大量产品报废,严重时可能造成人员伤亡事故。根据中华人民共和国建设部的相关规定,对于关键的生产设备,必须采取一定的安全措施以提高整个生产装置的安全性和可靠性。辽宁某石油化工企业新建生产装置的核心反应设备由4套聚合釜串联而成,每套聚合釜的搅拌器对转速都有严格要求,需要根据化学反应过程调节搅拌器转速,一旦搅拌器停止转动,反应釜内的物料将在5s内发生凝结,导致反应釜损坏及大量产品的报废,如压力持续升高,可能发生爆炸事故。因此控制各反应釜搅拌器转速的变频调速装置对于整个系统的可靠运行至关重要,必须采用冗余系统以增加整个装置的安全性,避免较大的经济损失。

2 系统一次接线

变频调速装置的一次接线如图1所示,系统采用两路10kV电源供电,每路电源均可以承担系统的全

部负荷,以满足一级负荷的供电要求,0.4kV低压母线采用单母线分段运行方式,任何一路电源故障后母联开关自动闭合,以保证供电系统的可靠性。两套变频调速装置分别由不同的0.4kV母线供电,每套变频调速装置设断路器、变频器、接触器等元器件。正常运行时仅一套变频调速装置投入使用,另外一套处于热备用状态,但两套装置的转矩输出信号(4~20mA)、变频调速信号(4~20mA)、连锁开停车信号、运行状态信号、故障报警信号同时采用硬接线的方式与DCS系统连接。一旦正常生产中的变频器发生故障后,将立刻发出故障报警信号至PLC控制器及DCS系统,由PLC控制器切断故障报警变频器后的接触器,接通备用变频器后的接触器以实现两套变频调速装置之间的切换,因为备用系统处于热备用状态,其切换过程可在瞬间完成,以保证正常工艺生产的需要。主、备用变频器的选择可以根据实际生产的需要在PLC控制器中设定。

3 变频器的基本结构

为了实现两套变频调速系统的快速切换,必须先

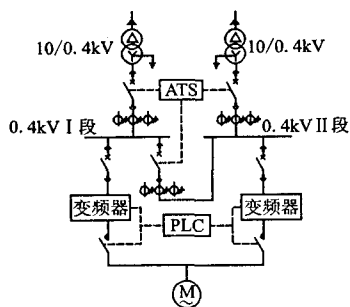


图1 变频调速装置一次接线图

了解变频器的主要结构。变频器经过几十年的发展历史,已经达到了种类齐全、规模化工业生产的水平,而且其研发速度不断加快,虽然国内外各制造厂都有自己独特的结构方式,但目前主流的变频器都有着相同的基本结构。主要由整流模块、直流中间模块和逆变模块三部分以及有关的控制电路组成。

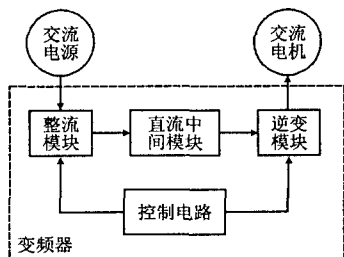


图2 变频器的基本结构

3.1 整流模块

整流模块将输入的交流电转换成直流电,主要分为可控整流和不可控整流两大类。随着PMW(脉冲宽度调制)技术的出现可控整流在变频器中已经被淘汰。不可控整流是目前变频器的主流形式,其主要元件是6支整流二极管或6支晶闸管组成的三相整流桥。

3.2 直流中间模块

直流中间模块起到对整流电路的输出进行平滑滤波的作用,因为整流电路的输出电压和电流属于直流脉冲电压或电流,为了减小直流电压和电流的波动,必须采用大容量铝电解电容进行滤波。另外直流中间模块的储能元件可以缓冲异步电动机的无功功率,达到改善功率因数的作用。

3.3 逆变模块

逆变模块将直流电源转换成频率和电压都可以任意调节的交流电源,逆变模块的输出就是变频器的输出,所以逆变模块是变频器的核心电路之一。目前中小容量的变频器中,最常见的逆变结构形式就是6个开关器件(IGBT管)组成的三相桥式逆变电路,有规

律的控制逆变模块开关器件的导通与关断,就可以得到任意频率和电压的交流电源输出。

4 变频器直接并联分析

了解变频器的主要结构后,我们分析一下为何不能采用两台变频器直接并联拖动一台交流电机的原因。变频器的输出电压波形为SPWM波,异步电机是感性负载,所以单台变频器可以直接拖动交流电机。但是变频器却不能直接并联,因为当变频器并联运行时,如果驱动信号稍有差异,就可能会产生某些瞬间一台变频器的逆变上管导通,另一台变频器的逆变下管导通,如图3所示。

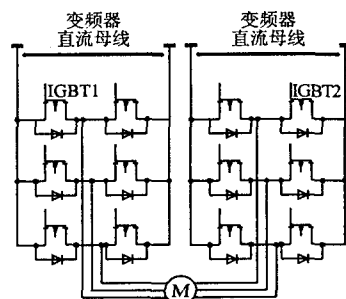


图3 变频器直接并联结构图

如果IGBT1和IGBT2同时导通,则直流电源通过IGBT1和IGBT2构成回路,此时两台变频器的电压差 ΔU 为直流侧电压,而并联支路的电阻仅为导线电阻,其值很小,必然会产生很大的冲击环流,进而烧坏变频器。由于控制电路的一些固有特性,使得两台变频器的驱动信号不可能完全一致,所以变频器输出端是不能直接并联的,本工程在变频器后加交流接触器,以防止环流的产生。

5 变频器的转速跟踪

由于需要不间断的根据化学反应过程调节搅拌器转速,而又不能采用两台变频器直接并联拖动一台电机的方案,这就要求两套变频调速装置的切换时间越短越好,任何一台变频器故障后发出报警信号的时间、PLC控制器检测到故障信号并开始切换交流接触器的时间、故障变频装置接触器主触头断开而备用接触器主触头吸合的时间,这些过程所需的时间都是固有的,只能通过选择性能高的元器件来减少动作时间。当使用中的变频器故障后,所拖动的电机处于“飞车”状态,在惯性力的作用还会经历一段时间才会停止转动,

(下转第66页)

控制等现代控制方法。这些方法直接根据逆变器直流侧的电压或电流,求出所需的电网电流的基波有功分量幅值,从而求出所需的补偿电流的指令值。

4.2 补偿电流的控制方法

(1)三角载波线性控制:这是一种最简单的线性控制方法,利用一个三角波和高次谐波比较从而得到不同时刻逆变器的开关状态。此种方法的响应速度较快,但开关频率不固定且较高,缺点是产生噪音,造成较大的开关损耗及高频失真。

(2)滞环控制:这种方法是给定一个允许容差带,只要高次谐波的大小超过这个容差带,逆变器开关动作。但开关频率、损耗以及控制的精度受容差带宽度的影响,容差带宽度越小,控制的精度就越高,同时开关频率和开关损耗也加大了。此种方法可获得较好的控制性能,它具有快速响应、开关频率不太高、简单易行的优点,被广泛应用。

(3)无差拍控制:它实际上是一种预前控制,其基本思想是根据在第 k 个采样时刻所检测的负载电流和补偿电流,计算第 $k+1$ 时刻的指令电流值及各种可能开关状态下补偿电流的预测值,然后计算某种特定的目标函数,选择目标函数最小的开关状态作为 $k+1$ 时刻的开关依据。目前此种方法在实际中应用较少。

(4)自适应控制:它的目标是使控制系统对参数的变化,以及对未建模的动态部分不敏感。当过程动态变化时,自适应系统试图感受这一变化并实时地调节控制器的参数或控制策略。自适应系统主要有模型参考自适应控制和自校正控制系统两大类。目前,此种方法在APF中的应用还处于初级阶段,但由于它对过程参数的变化以及对未建模部分的动态过程不敏感、对动态过程变化的自适应性的优点,是一个值得深入研究的应用领域。

(5)基于现代控制理论的方法:包括各种非线性控制方法、模糊控制、神经网络控制、遗传算法等现代控制方法。这些控制方法有待于进一步的深入研究。

5 结束语

本文介绍了串联式电力有源滤波器的电路结构、工作原理,分析了其几种不同的控制方式。使用串联型APF可以抵消电网中谐波电压,提高电力用户的电能质量,提高用电企业的安全稳定生产水平,是具有前景的研究领域。

参考文献

[1] 姚为正,王群.串联型电力有源滤波器的设计[J].北京:电力电子

技术,1999(3):37238.

[2] 谢运祥.电力有源滤波器及其应用技术的发展[J].电工技术,2000(4).

[3] 张工一.现代电力电子技术原理与应用[M].北京:科学技术出版社,1999.

收稿日期:2010-04-14

作者简介:武文星(1984-),男,硕士研究生,研究方向为电能质量分析与控制;

刘孟恺(1985-),男,硕士研究生,研究方向为电能质量分析与控制。

(上接第63页)

如果在电机未停止转动之前就已经完成了备用变频器的切入操作,那么将极大的缩短搅拌器的故障时间,提高整个生产装置的安全性。

目前许多品牌的变频器都具备了转速跟踪功能,也就是说对旋转中的电机实施再起。变频器“转速跟踪起动”成功的关键是变频器的输出频率是否与电机转子速度具有相同的频率。如果变频器输出频率较高(50Hz)而电机转子速度很慢时,就会因电机过流而使断路器跳闸。反之如果变频器输出频率较低,电机定子旋转磁场速度低于转子速度,此时电机为发电状态,电机转子将向定子反送能量给变频器电容充电,使变频器因电容电压过高而跳闸。为此必须进行电机转子频率的搜索,即“转速跟踪起动”开始先由高到低的搜索电机转子频率,搜索到电机转子频率后,变频器再按搜索到的转子频率作为输出频率。这样既不会出现电机过电流,也不会出现变频器电容过电压的现象。

6 结束语

综上所述,采取冗余系统后提高了生产装置的可靠性,利用变频器固有的一些特性可以实现主、备用系统的快速切换以满足工艺生产的需要。目前该系统实际运行状态良好,为安全生产提供了可靠保障。

参考文献

[1] 白德芳,李凯.高压变频器飞车功能的实现[J].变频器世界,2007(4).

[2] 陆来卫.变频器并联运行的研究[D].南京理工大学,2008.

[3] 孟宪军.变频调速技术的现状与应用[J].佳木斯大学学报,2007:1.

[4] 王树.变频调速系统设计与应用[M].机械工业出版社,2005:4.

[5] 原魁,刘伟强,铍伟,等.变频器基础及应用[M].冶金工业出版社,2005:7.

收稿日期:2010-03-30

作者简介:刘军,电气工程师,主要从事在石油化工甲级设计院从事供配电系统设计工作8年,熟知国家电气行业设计制造标准,熟练掌握动力配电、照明、防雷、接地等系统的设计工作。