

文章编号: 1671-251X(2010)07-0089-03

交流变频液压调速技术及其应用

贾会会, 陈玲

(徐州经贸高等职业学校, 江苏 徐州 221004)

摘要:在分析交流变频技术和液压调速技术基本原理的基础上,指出采用交流变频技术对现有液压调速系统进行改造升级是节省能源、改善传动品质的有效途径;介绍了交流变频液压调速技术的原理,重点介绍了该技术在电梯及煤矿行业的应用,并指出了该技术目前存在的问题及未来研究的重点。

关键词:交流变频; 液压调速; 技术应用; 节能

中图分类号:TD614 **文献标识码:**A

0 引言

交流变频技术及液压传动与控制是广义机械电子工程概念中的重要组成部分。鉴于交流电动机在动力驱动领域的绝对主导地位,交流变频技术逐步成为当今节电、改善工艺流程以提高产品质量和改善环境、推动技术进步的最重要技术手段之一,并对传统的液压调速技术形成冲击^[1];另一方面,将交流变频技术应用到传统的液压调速控制领域,也会促

进液压传动控制技术水平的提升。

本文在分析交流变频技术、液压调速技术及交流变频液压调速技术的基础上,重点介绍了交流变频液压调速系统在节能、改善传动控制品质方面的应用,并对交流变频液压调速技术的发展进行了展望。

1 交流变频技术

20世纪70年代以来,随着电力电子技术和控制理论的高速发展,交流电动机变频调速(简称交流变频)技术取得了突破性的进展。交流变频技术以其优异的调速性能、启动制动性能、高效率、高功率因数、高节能效果、广泛的适用范围及其它许多优点而被国内外公认为最有发展前途的调速方式。大功

收稿日期: 2010-03-11

作者简介: 贾会会(1974-),女,江苏徐州人,讲师,现主要从事机电一体化、机械加工工艺方面的教学与研究工作。E-mail:jiahh1974@163.com

- [8] KAWA H, CHO A, YANGGEDANI T, et al. The Observations of Faulting in Westerly Granite under Triaxial Compression by X-ray CT Scan [J]. Int. J. Rock Mech. & Min. Sci., 1997, 34(3-4): 151-162.
- [9] 赵阳升, 孟巧荣, 康天合, 等. 显微CT试验技术与花岗岩热破裂特征的细观研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(1): 28-34.
- [10] 李庶林, 尹贤刚, 王泳嘉, 等. 单轴受压岩石破坏全过程声发射特征研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(15): 2499-2503.
- [11] 傅鹤林, 桑玉发. 采场冒顶的声发射预测预报[J]. 岩石力学与工程学报, 1996, 15(2): 109-114.
- [12] 唐绍辉, 桑玉发. 用分维研究采场顶板失稳的声发射过程[J]. 中国有色金属学报, 1997, 7(3): 22-25.
- [13] 何学秋, 刘明举. 含瓦斯煤岩灾害动力学: 含瓦斯煤岩破坏电磁动力学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1995: 5-56.
- [14] 王恩元, 何学秋, 刘贞堂. 煤岩变形及破裂电磁辐射信

号的R/S统计规律[J]. 中国矿业大学学报, 1998, 27(4): 19-21.

[15] 窦林名, 何学秋, 王恩元, 等. 由煤岩变形冲击破坏所产生的电磁辐射[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2001, 45(12): 87-89.

[16] 何学秋, 王恩元, 聂百胜, 等. 煤岩流变电磁动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[17] BRADY B T, ROWELL G A. Laboratory Investigation of the Electrodynamics of Rock Fracture [J]. Nature, 1986, 321(29): 488-492.

[18] LUONG M P. Infrared the Movision of Damage Processes in Concrete and Rock [J]. Engineering Fracture Mechanics, 1990, 35(1): 291-301.

[19] WU L X, LIU S J, WU Y H, et al. From Qualitative to Quantitative Information: The Development of Remote Sensing Rock Mechanics (RSRM)[J]. Int. J. Rock Mech. & Min. Sci., 2004, 41(3): 415-416.

率风机、泵类设备是变频调速节能应用的典范。

1.1 变频调速原理

根据电动机学的基本原理, 异步电动机的输出轴转速公式为

$$n = \frac{60f(1-s)}{p} \quad (1)$$

式中: f 为电动机电源的频率, Hz; s 为异步电动机的转差率; p 为电动机定子绕组的磁极对数。

从式(1)可看出, 在保证转差率 s 和极对数 p 不变时, 电动机转速 n 与电源频率 f 成正比, 即通过改变异步电动机的供电频率就能改变电动机的转速, 从而实现调速。这种通过改变电源频率实现的交流电动机调速过程, 称为交流变频, 用于改变电源频率的控制单元叫作变频器。

1.2 变频器及其控制方式

根据有无直流储能环节, 变频器可分为交-直-交型和交-交型 2 种基本型式。前者的缺陷是随着电压等级的提高和容量的增大, 直流环节的电容需要占用额外庞大的体积和成本, 而大功率整流器电网侧的功率因数和谐波污染问题也比较严重。交-交变频器的最大特点就是无直流环节, 能够直接实现不同幅值和频率的交流能量变换, 具有容量大、过载能力高、效率高等优点, 当然也存在频率和功率因数低、谐波旁频等不利因素。

变频器的控制方式指的是针对频率、电压、磁通、电磁转矩等参数之间的配合方式, 常用方式有 U/f 控制、转差频率控制、矢量控制(VC 控制)和直接转矩控制 4 种^[2]。

U/f 控制是在改变变频器输出频率的同时控制变频器输出电压, 使电动机的主磁通保持一定, 在较宽的调速范围内, 电动机的效率和功率因数保持不变。

在转差频率控制方式下, 变频器的输出频率由电动机速度频率和转差频率之和给定。这种控制方式能够在控制过程中保持磁通恒定, 限制转差率的变化范围。因为采用了闭环控制, 与 U/f 控制方式相比, 转差频率控制在一定程度上改善了变频调速系统的静态和动态性能。

矢量控制方式的实质是将交流电动机等效为直流电动机, 分别独立控制速度、磁场这 2 个分量。

直接转矩控制其实质不是间接地控制电流、磁链等量, 而是直接将转矩作为被控制量来实现控制。该技术是继矢量控制技术之后发展起来的又一种高性能的交流变频调速技术。

2 液压调速技术

液压传动的起步和发展较早, 以其传动平稳、调速方便、性能可靠等优良特性在航空、矿山、船舶、工程机械等领域得到了广泛应用。传统液压调速方式主要有节流调速和容积调速。

节流调速方式通过改变流量控制阀的通流面积来控制和调节进入或流出执行元件的流量, 从而达到调速目的。在节流调速回路中, 通过节流阀的流量为

$$q = KA \Delta P_i^m \quad (2)$$

式中: K 为液阻系数; A 为节流阀通流面积; ΔP_i 为节流阀前后的压差; m 为取决于节流阀口形状的指数, 其值为 0.5~1。

由式(2)可知, 改变节流阀阀口的大小可以改变通过节流阀的流量, 进而达到调速的目的。但是节流调速中节流损失较大, 效率低, 因此, 在大功率调速系统中多应用容积调速方式。

容积调速方式指靠改变液压泵或液压马达或同时改变液压泵、液压马达的排量, 从而达到调速的目的。对变量泵而言, 其输出流量为

$$q_p = n_p V_p \eta_{pV} \quad (3)$$

式中: n_p 为液压泵的转速; V_p 为液压泵的排量; η_{pV} 为液压泵的容积效率。

由式(3)可知, 改变变量泵的排量 V_p 即可调节泵的输出流量。由于液压执行元件的运行速度与输入执行元件的流量成线性关系, 故改变变量泵的排量可以调节执行元件的运行速度。

3 交流变频液压调速技术

3.1 交流变频液压调速原理

容积调速方式具有无节流损失、效率较高等优点, 但也存在调速特性差、节能效果不够最优、系统结构复杂等问题。

由此, 将变频技术和液压传动相结合, 产生了一种全局型的新型节能传动方式——交流变频液压调速方式^[3], 用交流变频电动机驱动液压定量泵实现流量按需输出, 液压泵的输入转速即电动机变频后的输出转速, 电动机始终处在高效率的工作状态。

将式(1)代入式(3), 得

$$q_V = \frac{60V_p \eta_{pV} f (1-s)}{p} \quad (4)$$

由式(4)可知, 只要改变电动机电源频率 f , 就可按要求调节液压泵的输出流量 q_V 。

3.2 交流变频液压调速技术的应用

液压领域中最早应用交流变频技术的对象是液压电梯。早在1984年,日本三菱公司就开始着手研究交流变频驱动液压电梯,并于1986年申请了美国专利^[4],这篇专利文献开创了交流变频驱动技术用于液压电梯的先河,一直是研究交流变频驱动液压电梯最基础的文献。在该文献中,提出了通过检测电动机转速,将实测转速与给定转速进行比较,利用转差值作为变频器的控制信号,变频器输出不同频率的电信号来实现对电动机和泵转速的调节,从而调节液压系统的流量。

国内最早研究交流变频液压调速技术的单位是浙江大学流体传动及控制国家重点实验室。自1992年开展对变频驱动液压电梯研究以来,该实验室先后开发研制了多种变频液压电梯控制系统,如变频-阀控相结合、上下行全变频和带蓄能器的变频控制系统等。将变速容积调速、活塞拉缸和蓄能器作液压配重等技术结合在一起的变频驱动闭式回路液压系统,可将液压电梯系统平均总效率提高至70%^[5],节能效果显著。

交流变频液压调速技术在煤矿系统的应用正逐步展开。如煤炭分选用的振动筛分机械多采用电动机驱动偏心块方式激振,其主要优点是结构简单、价格低且制造维护容易,但也存在以下问题:(1)振动参数不易调节;(2)安装激振器带来的附加质量增大,总体参振质量大,轴承载荷大;(3)受电动机参数限制,某些物料筛分所需的低频高幅参数难以实现。针对上述问题,采用变频液压激波器控制差动油缸,驱动筛机做直线振动,完成物料的筛分^[6]。该过程是通过激波器在全流量供液状态下实现的,因此,节流损失极少,工作效率高。

液压绞车作为目前煤矿井下主要的提升设备,其调速方式一般采用泵控马达容积调速方式,需由人工操作手柄来实现,运行效率和可控性均较差,启、停过程的冲击易加速系统元件损坏,影响了人员乘坐的舒适性。针对该问题,参考文献[7]提出了基于PLC的变频容积调速控制策略,替换了复杂的变量泵和与其相关的伺服系统,采用廉价的定量泵,控制精度高,运行平稳,效率也得到一定提升。

除上述领域外,交流变频液压调速技术还在飞机、注塑机、液压转向系统、液压油冷机等领域得到

越来越广泛的应用。

3.3 交流变频液压调速技术存在的问题

交流变频液压调速技术由于发展时间较短,受变频技术和液压元器件的影响,还存在诸如动态响应慢、低速性能差、调速精度低等问题,尤其是变频器的谐波污染问题,是目前影响其推广的主要原因之一^[8~9]。

4 结语

在介绍交流变频技术和液压调速技术基本原理的基础上,阐述了交流变频液压调速技术的原理、发展和应用情况,并指出了其存在的问题及制约因素。为了能够进一步推广该技术,需要从选型匹配、系统设计、控制算法等各方面进行深入研究,对存在的问题加以克服,更好地发挥交流变频液压调控技术的节能、改善传动品质的作用,促进我国节能事业的发展。

参考文献:

- [1] 胡军,芮丰,黄新年.液压调速系统与交流变频调速系统的研究[J].流体传动与控制,2004(3):14~15.
- [2] 王树.变频调速系统设计与应用[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [3] 彭天好,徐兵,杨华勇.变频液压技术的发展及研究综述[J].浙江大学学报:工学版,2004,38(2):216~221.
- [4] YAMAMOTOI Tomoichiro. Apparatus for Controlling a Hydraulic Elevator[P]. United States Patent: US4593792, 1986-10.
- [5] 胡东明,徐兵,杨华勇.变频驱动的闭式回路节能型液压升降系统[J].浙江大学学报:工学版,2008,42(2):210~213.
- [6] 王峰山.变频液压直线振动筛的应用研究[J].矿业工程,2004(6):50~51.
- [7] 陈玲,石峰,杨存智.基于PLC控制的变频容积调速在液压绞车系统中的应用[J].液压与气动,2007(11):15~17.
- [8] 刘国华,花蓉.交流变频液压调速系统的问题及措施[J].安徽理工大学学报:自然科学版,2004,24(3):47~49.
- [9] 曹翾.浅谈变频器与谐波治理的问题[J].煤炭工程,2009(1):93~94.