

伺服式热模锻压力机驱动电机的研究

陈超, 赵升吨, 崔敏超, 范淑琴

(西安交通大学 机械工程学院, 陕西 西安 710049)

摘要: 本文首先对热模锻压力机进行简单介绍, 提出驱动电机技术是伺服式热模锻压力机关键技术之一。又对伺服式热模锻压力机研究现状进行分析, 介绍舒勒的伺服式热模锻压力机产品。对热模锻压力机的四种驱动电机的可行性进行分析。交流异步电机由于不能实现伺服控制, 不适合应用于伺服式热模锻压力机; 变频调速电机在伺服式热模锻压力机上的应用还有待进一步研究; 开关磁阻电机和交流伺服电机目前已经在伺服式热模锻压力机上得到应用, 其优良的伺服性能能够满足伺服式热模锻压力机的要求。

关键词: 伺服式热模锻压力机; 交流异步电机; 变频调速电机; 开关磁阻电机; 交流伺服电机

中图分类号: TG315 **文献标识码:** A

DOI: 10.16316/j.issn.1672-0121.2016.01.002 **文章编号:** 1672-0121(2016)01-0013-04

热模锻压力机是目前常用的锻压设备之一, 近

年来在金属锻压行业得到越来越多的应用。热模锻压力机具有刚度高、加强滑块导向、滑块行程次数高等特点^[1]。目前常用热模锻压力机加工的锻件主要有: ①具有复杂的结构形状, 且主要通过挤压成形方式加工的锻件; ②主要通过锻粗工艺成形的锻件; ③在加工前期需要进行引伸工序的锻件。

收稿日期: 2015-07-15; **修订日期:** 2015-09-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51305333); 国家自然科学基金重点基金项目(51335009)

作者简介: 陈超(1990-), 男, 博士研究生, 从事机电液一体化和塑性成形工艺研究。E-mail: 849918977@qq.com

[4] 李佑华. 多向模锻和热挤大型无缝管[J]. 现代兵器, 1984, (11): 36-41.

[5] 纪澜. 国外多向模锻和分模模锻的发展概况[J]. 锻压机械, 1973, (3): 39-53.

[6] 西安重型机械研究所一室. 多向模锻液压机国外发展概况[J]. 重型机械, 1977, (3): 80-84.

[7] 林峰, 张磊, 孙富, 等. 多向模锻制造技术及其装备研制[J]. 机械工程学报, 2012, 48(1): 1-8.

[8] 颜永年, 俞新陆. 机械设计中的预应力结构[M]. 北京: 机械工业出

版社, 1989.

[9] 林峰, 林智琳, 张磊, 等. 预应力钢丝缠绕技术在锻造/挤压压机上的应用[J]. 锻压装备与制造技术, 2010, 45(1): 37-42.

[10] 张浩然, 张人佶, 颜永年, 等. 重型装备用预应力钢丝的性能研究[J]. 锻压装备与制造技术, 2008, 43(5): 25-29.

[11] 林智琳, 韩俊明, 张磊, 等. 预应力钢丝缠绕机架内凹型梁的研究[J]. 锻压装备与制造技术, 2009, 44(5): 56-60.

[12] 林峰, 颜永年, 吴任东, 等. 现代重型模锻液压机的关键技术[J]. 机械工程学报, 2006, 42(3): 9-14.

The application of pre-stressing wire-wound "orthogonal pre-load frame" to heavy multi-ram forging hydraulic press

WANG Wenjie, LIN Feng, ZHANG Lei, WANG Xin

(Key Laboratory for Advanced Materials Processing Technology of Ministry of Education, Department of Mechanical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Taking 40MN multi-ram forging hydraulic press as a research object in the text, the ABAQUS finite element commercial software has been adopted to perform the finite element analysis to the "orthogonal pre-load frame"; by combining the wire-wound construction and process experiment, its force and deformation conditions in the pre-load state, working state and the synthesis state have been studied. The results of simulation and experiment prove that the "orthogonal pre-load frame" structure has the advantages of large stiffness and excellent integrity, which can satisfy the design requirements and provide important reference for the design and optimization of hydraulic press structure.

Keywords: Multi-ram forge; Pre-stressing; Orthogonal pre-load frame; Finite element analysis

传统的热模锻压力机性能较差,生产率低,锻件精度低,不能满足工业生产对模锻设备节能化、伺服化、精密化的要求^[2-4]。近年来,伺服式热模锻压力机的研究获得广泛关注,其关键技术之一即为驱动电机的研究。目前可以在热模锻压力机上应用的电机有交流异步电机、变频调速电机、开关磁阻电机和交流伺服电机等。

1 伺服式热模锻压力机研究现状

目前国内尚没有伺服式热模锻压力机制造商。该部分研发技术一直被国外垄断。在国外,舒勒的伺服式热模锻压力机处于世界领先水平。其采用多个力矩电机作为动力源,通过齿轮减速装置与主轴相连。由于采用了伺服驱动,热模锻压力机的行程速度和锻造速度能够根据工艺需求以最佳方式适应工件。滑块在下死点附近运动时间短,有利于降低模具和热锻件的接触时间,减少传递到模具上的热量,从而有利于提高生产率。

舒勒生产的伺服式热模锻压力机适用于钢锻件和有色金属锻件的大批量生产,压力机锻压能力范围为 12500kN~31500kN。伺服式热模锻压力机可以根据材料的不同对滑块行程曲线进行变换。在锻造钢件时,通过伺服控制,伺服式热模锻压力机的模具与热锻件的接触时间比传统热模锻压力机短很多。

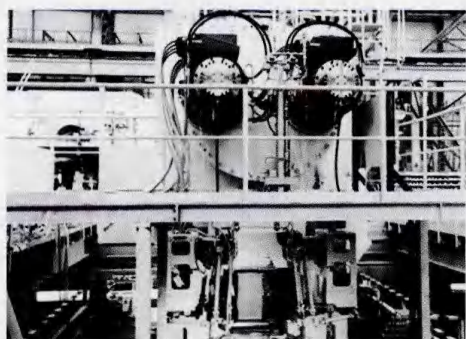


图 1 舒勒的伺服式热模锻压力机

2 交流异步电机

交流异步电机具有结构简单^[5]、价格便宜、耐用性强和维护保养方便^[6]等优点,但也有启动电流大、电机频繁启停时发热严重、不能频繁启停等明显缺点。

交流异步电机不能频繁启停,不能满足锻压冲压次数的要求,因此传统热模锻压力机必须带有所谓的心脏部件——离合器和制动器。而离合器和制动器使传统热模锻压力机多消耗 20% 左右的离合与制动能量。此外,离合器和制动器还需要更换磨损过度的摩擦材料,因此使用和维护费用比较高。

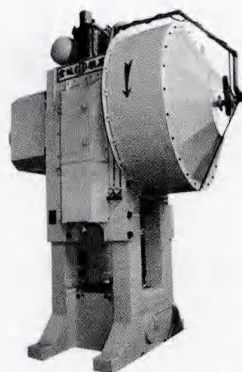


图 2 青岛宏达的热模锻压力机

如图 2 所示,目前国内常见的传统热模锻压力机均采用交流异步电机作为驱动源,这种热模锻压力机不能实现伺服控制,结构笨重,能量利用率低。交流异步电机不能直接应用于伺服式热模锻压力机,由于不能实现伺服控制,很难满足伺服式热模锻压力机的工作要求。

3 变频调速电机

变频调速电机简称变频电机,是变频器驱动的电动机的统称。变频器主要通过控制半导体元件的通断把电压和频率不变的交流电变成电压和频率可变化的交流电源^[7]。变频调速电机具有调速范围宽^[8]、调速效率高^[9]、噪声低、可适应不同工况的频繁变速等优点,非常适合应用于需要频繁启停或变速的场合。

但是,变频调速电机在实际应用中也有很多困难。变频调速系统中的功率开关器件的耐压水平低于我国发电厂的电动机供电电压,造成电压匹配上的问题。高压大功率变频调速装置技术难度大,实现起来比较复杂,成本较高。此外,由于变频器输出的是非正弦波形的信号,导致容易产生高次谐波,影响电动机和供电电源的正常工作,使电动机附加损耗增加、温升增高,降低电动机的效率和功率因数,出力受到限制等。

变频调速系统由于使用了很多电子元器件,成本较高。目前变频调速电机在小功率场合应用较多,在热模锻压力机上的应用还有待进一步开发。但随着变频调速电机的发展及相关电子元器件价格的降

低,变频调速系统在热模锻压力机伺服驱动上将得到更多的应用。

4 开关磁阻电机

开关磁阻电机是一种新型的调速电机。开关磁阻电机具有结构简单^[10]、可靠性高、成本低、动态响应好等优点,但也具有转矩脉动大、振动和噪声大等缺点。开关调速系统由控制器与开关磁阻电机两部分组成。如图 3 所示为山东科汇公司生产的开关磁阻电机。

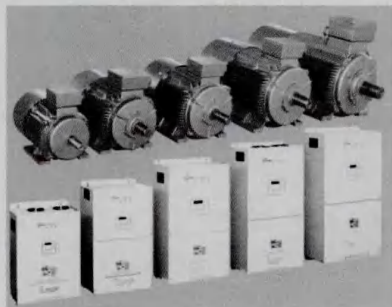


图 3 山东科汇公司的开关磁阻电机

由开关磁阻电机驱动的伺服式热模锻压力机与传统热模锻压力机结构不同之处是没有离合器、制动器及其控制系统。其结构组成为:开关磁阻伺服电机经过一级或二级减速驱动曲柄连杆滑块运动;电机轴设置电磁制动器,曲轴段设置位置传感器。

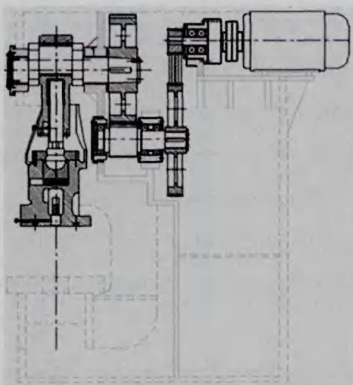


图 4 开关磁阻电机驱动的伺服压力机

压力机启动时,开关磁阻伺服电机采用恒转矩控制策略由零速加速工作,通过减速传动机构带动工作机构运动,电机在加速阶段提供能量并存储于带轮、齿轮等系统的转动惯量,此能量不低于锻压时的工作能量。压力行程时,模具接触工件,释放此能量进行锻压;回程时,电机带动滑块上行,当滑块靠近上死点时,伺服电机减速,制动器实施断电制动,滑块停在上死点,完成一个工作循环。如图 4 为科汇提出的一种开关磁阻电机驱动压力机方案。

5 交流伺服电机

伺服系统是由伺服电机、控制器和驱动器等组成的一个系统。伺服电机的控制速度和位置精度非常准确,能实现高精度的驱动。伺服电机将信号转换为转矩或转速,进而控制驱动对象。伺服电机转子转速在控制信号下能快速反应,在自动控制系统中,常用作执行元件,且具有机电时间常数小、线性度高、始动电压等特性。

伺服电机具有精度高、适应性强、噪声低、响应速度快^[11]、工作稳定等优点。伺服电机的抗过载能力强,非常适合应用于有转矩波动或快速起动的场合。但伺服电机目前也存在价格高等缺点,尤其是大功率的伺服电机,造价非常高。

交流伺服电机在伺服式压力机上应用广泛,目前国内外市场上的伺服式压力机大多采用的是交流伺服电机^[12]。目前采用交流

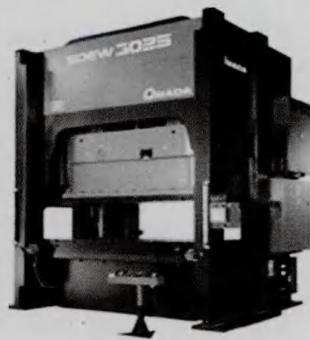


图 5 SDEW2025 伺服压力机

伺服电机驱动压力机的公司有日本的小松、网野、会田、天田,德国的舒勒,国内的扬锻、合锻、兴锻等。如图 5 所示为天田公司生产的伺服压力机。交流伺服电机在伺服式压力机上的应用技术已经比较成熟,也非常适合应用在伺服式热模锻压力机上。

6 结论

传统热模锻压力机由于成本高、精度低、工艺范围窄等缺点将被新一代的伺服式热模锻压力机代替。伺服式热模锻压力机具有能量利用率高、滑块行程次数可调、伺服控制性能好和结构简单等优点。目前国内的伺服式热模锻压力机技术落后于国外,需要投入更多的资金和精力进行研究。

在驱动电机方面,交流异步电机由于不能频繁启停等原因,不能直接应用于热模锻压力机。变频调速电机由于其变频调速性能好,在性能上满足伺服式热模锻压力机的需求,其在伺服式热模锻压力机上的应用需要进一步研究。开关磁阻电机和交流伺

服电机目前已经在伺服压力机上实现了应用,其优良的调速性能和伺服控制性能大幅提高了伺服压力机的生产能力。新一代的伺服式热模锻压力机可采用开关磁阻电机和交流伺服电机作为其主要驱动电机。

参考文献:

- [1] 李忠民,卢喜,等.热模锻压力机[M].北京:机械工业出版社,1990.
- [2] 赵升吨.锻压工业进行“绿色制造”势在必行[J].锻压技术,2001,26(1):47-52.
- [3] 赵升吨,于德弘,谢关炬,等.气动摩擦制动器制动过程动态的分析[J].锻压机械,1995,30(4):19-28.
- [4] Zhao SD, Han HL, Su WB, Shang CY. Study in Reducing Noise Characteristics of Exhaust Silencer with Finite Element Method[C]. Proceeding of 1999 International conference on Advanced Manufacturing Technology. Xi'an, China, 1999.10. Published by Science Press New York, Ltd.:1116-1120.
- [5] M. Abul. Masrur, R. J. Hampo, J. M. Miller. Rotational sensorless scalar control of three-phase induction motors and its application to automotive electric power assist steering [C]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 2004,(214):33-34.
- [6] 高尚勇.三相交流异步电机在汽车电动助力转向系统中的应用研究[D].重庆:重庆大学,2009.
- [7] 胡虔生,黄平林.变频调速异步电动机设计研究[J].电机技术,2005,(4):3-7.
- [8] 张才.变频调速三相异步电动机的起动与运行特性[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2004.
- [9] 薛锋.矿用隔爆变频调速电机的设计及温度场研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2008.
- [10] 李俊卿,李和明.开关磁阻电机发展综述[J].华北电力大学学报,2002,29(1):1-5.
- [11] 黄伟忠,宋春华.永磁交流伺服电机国内外市场概况[J].微特电机,2009,(1):59-62.
- [12] 赵升吨,陈超,崔敏超,等.锻压设备实现低速锻冲方式合理性的探讨[J].锻压装备与制造技术,2014,49(6):7-12.

Study on driving motor of hot die forging servopress

CHEN Chao, ZHAO Shengdun, CUI Minchao, FAN Shuqin

(School of Mechanical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, Shanxi China)

Abstract: The hot die forging press has been firstly introduced in the text in order to propose that the driving motor is one of key technologies for the hot die forging servo press. The research status of hot die forging servo press has been analyzed and the press of Schuler has been expounded. The applying feasibility of four types of driving motor in hot die forging servo press has been analyzed. The AC asynchronous motor is not suitable for hot die forging servo press as it has no servo control. The application of variable-frequency and variable-speed motor in hot die forging servo press needs to be studied further. The switch reluctance motor and AC servo motor have been successfully applied in hot die forging servo press and their excellent servo performance can meet the requirements of hot die forging servo press.

Keywords: Hot die forging servo press; AC asynchronous motor; Variable frequency & speed motor; Switch reluctance motor; AC servo motor

欢迎投稿! 欢迎订阅! 欢迎刊登广告!