

开关磁阻调速电机驱动挤出机的方法

赵婷婷

贾明全 丁慎言

(山东理工大学机械工程学院,淄博 255012) (山东科汇电气股份有限公司,淄博 255087)

摘要 介绍了用开关磁阻调速电机驱动挤出机的方法。在分析挤出机现存问题的基础上,说明用开关磁阻调速电机驱动挤出机,根据挤出速率和压力控制螺杆转速,实现挤出机主传动柔性数控的方法,并分析了应用此方法对挤出机进行改造所带来的变化和节能优势。实践证明这种方法提高了挤出机的性能和效率。

关键词 挤出机 开关磁阻调速电机 数控 节能

目前常用的挤出机多由普通电机通过减速器驱动螺杆转动。按下电钮,只是达到设定的螺杆转速和挤出量^[1]。当变换制品品种和规格时,调整熔体挤出量即挤出速率需要调节螺杆转速;当机头压力变动时,恢复压力需要调节螺杆转速;与辅机配合一致,也需要调节螺杆转速。同时螺杆转速是控制挤出速率和制品质量的重要工艺参数。转速增加,机筒内物料的压力增加,产量提高,同时强化对物料的剪切,提高料温,降低熔体粘度,有利于物料的充分混合与均匀塑化。但是螺杆转速过高,挤出速率过快,会造成熔体在口模内流动不稳定,离模膨胀加大,使制品表面质量下降,还可能会因冷却时间过短,使制品变形;转速过低,挤出速率过慢,物料在机筒内受热时间过长,会造成物料降解,使制品的物理力学性能下降^[2]。而且挤出机起动时螺杆的转速宜采用大转矩由慢渐增至工作转速。因此较大范围的无级调速和精确调速是挤出机最关键的需求。长期以来,因直流调速电机存在换向问题,交流电机低速转矩小,调速控制方式复杂,机械无级变速成本高,液电电机驱动效率低,使挤出机螺杆保持大转矩条件下的转速无级调节成为难题,并随之产生了许多新的方法,如文献[3]提出了一种在挤出机的机筒与机头之间并联一个单螺杆装置达到稳定压力的方法。近期变频调速驱动挤出机正在发展中,文献[1]介绍了变频调速驱动挤出机的控制技术。但变频调速存在许多缺点,如电机低速时发热、能耗大、效率低、力矩小,调速范围窄,时有烧坏电机的现象,运行可靠性低等,使得变频调速不能达到令人满意的效果。

最近,开关磁阻调速电机的发展给挤出机带来了螺杆转速无级调节的可能性,笔者试验使用了开关磁阻调速电机驱动挤出机,提高了挤出机的性能和效率。

1 基于开关磁阻调速电机的挤出机驱动方法

1.1 开关磁阻调速电机驱动挤出机的方法

开关磁阻调速电机系统(SRD)由开关磁阻电机(SRM)及控制器两大部分组成。SRM的电机转子磁极没有励磁,定子的相绕组是围绕定子磁极绕制的集中绕组。图1为SRM的控制原理图。以图1所示电机中定、转子的相对位置作为起始位置,依次给A→B→C→D相绕组通电,转子即会逆着励磁顺序以逆时针方向连续旋转;反之,则电机按顺时针方向转动。

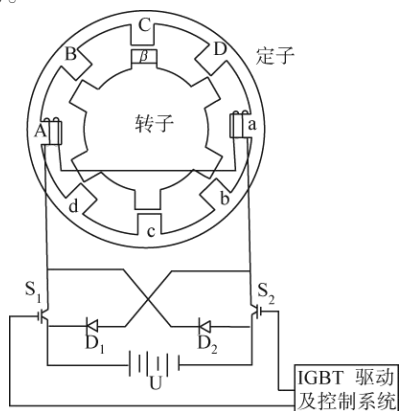


图1 SRM控制原理图

当绝缘栅双极型晶体管(IGBT) S_1 、 S_2 导通时, A相绕组从直流电源 U 吸收电能, 而当 S_1 、 S_2 关断时, 绕组电流经续流二极管 D_1 、 D_2 继续流通, 并回馈给电源 U ^[4]。因此, SRM电机传动的共性特点是具有再生作用, 系统节电、效率高。

转子上固定有确定转子相对位置的齿盘, 定子上装有检测齿盘转动的光电传感器, 转子角位移以电脉冲信号的方式传送给SRD的控制器, 由控制器控制电机的工作运动。

SRD的控制器由功率电路和控制电路组成, 包

括嵌入式微处理器 CPU、可编程逻辑器件 PLC、IGBT 驱动电路、光电隔离器、通讯接口、显示屏、键盘、电力电子器件及软件,如图 2 所示。

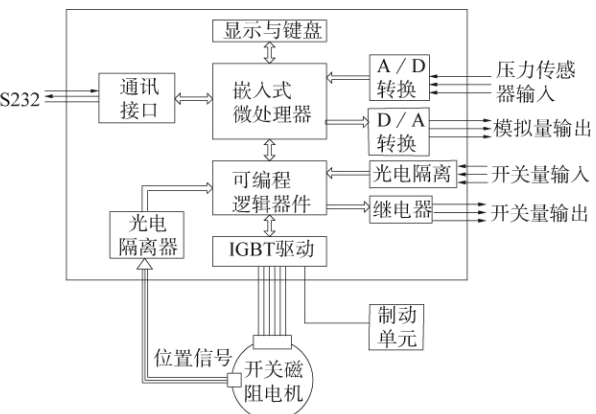


图 2 SRD 控制电路原理图

1.2 挤出机转速数控的实现方法

开关磁阻调速电机安装在机身上,转速为 0 ~ 750 r/min,采用齿轮传动驱动螺杆,因电机转子无绕组,转子极弧 β 之间较大的气隙,当受冲击或过载时,转子速度下降,起到吸振、缓冲、过载保护的作用,挤出机不用皮带传动,简化了挤出机结构;同时,电机输出轴与螺杆刚性连接,使螺杆精确调速成为可能。

挤出速率、压力和螺杆转速的关系公式为:

$$Q = \alpha n - \left(\frac{\beta}{\mu} + \frac{\gamma}{\mu_2} \right) p \tag{1}$$

$$Q \approx \frac{k}{\mu} p \tag{2}$$

由 (1)、(2) 式整理得:

$$Q = \frac{n}{m_0} \tag{3}$$

$$p = \frac{\mu}{k m_0} n \tag{4}$$

式中:Q——挤出速率;

n——螺杆转速;

p——机头压力;

α、β、γ——与螺杆结构尺寸有关的常数;

μ——机头处物料的粘度;

μ₁、μ₂——螺槽和螺棱间隙中熔体的粘度,与材料、温度和转速有关;

k——口模阻力系数;

m₀——流率与转速的比例系数, $m_0 = [1 +$

$$\left(\frac{\beta}{\mu} + \frac{\gamma}{\mu_2} \right) \frac{\mu}{k}] / \alpha$$

当接近生产工况时,存入当前转速,把挤出速率

输入 SRD 控制器,嵌入式微处理器由 (3) 式计算出系数 m₀;输入实际生产挤出速率 Q 的设定值,由 (3) 式计算出转速 n。微处理器按 (5) 式、(6) 式计算转速的电流斩波值 i,PLC 可编程逻辑器件根据位置编码,通过控制电路控制 IGBT 的导通与关断,控制绕组电流的通电相序、电流的斩波值、开通角及关断角,控制电机转矩 M_e (当 $\frac{dL}{d\theta} > 0$ 时,为加速转矩;当 $\frac{dL}{d\theta} < 0$ 时,为减速转矩) 与转速 ω 实现电机的连续调速功能,达到控制螺杆转速 n 和挤出速率 Q 的目的,使挤出速率维持在设定值 Q。

$$M_e = \frac{1}{2} i^2 \frac{dL}{d\theta} \tag{5}$$

$$M_e - M_L = J \frac{d\omega}{dt} + D \omega \tag{6}$$

式中:M_e——电机转矩;

i——相电流;

L——相电感;

θ——转子角位移;

M_L——负载转矩;

J——电机转子及负载的转动惯量;

ω——转子角速度;

t——时间;

D——摩擦系数。

把压力传感器安装在螺杆止推轴承座上,传感器连接电机控制器(见图 2),输入设定压力值 p,当传感器的值大于或小于设定值时,电机控制器按 (4) 式调节转速,使压力值保持与设定值 p 一致。

2 开关磁阻调速电机驱动挤出机的优势分析

笔者用开关磁阻调速电机对淄博汇丰塑料有限公司的挤出机进行试验性改造,运行已近 2 年,通过与改造前比较,发现改造后的挤出机有以下优点:

(1) 螺杆带负载长期运转的转速范围能在零到最高转速范围内无级调速,且效率较高,电机及控制器的温升较小。

(2) 挤出机起动过程中没有原来起动电流大于额定电流 5 ~ 7 倍的现象,也不需要降压起动,起动电流可平滑增加至所需的电流。设定起动时间越长,起动电流越小。当起动转矩达到额定转矩的 150% 时,起动电流仅为额定电流的 30%。

(3) 挤出机在三相输入电源缺相、欠功率运行或者停转时,没有烧毁电机和控制器的现象。输入缺相只导致电机输出功率减小,有时导致电机无法

启动。

(4) 挤出机在负载短时间大于额定负载的情况下,转速下降,保持一定输出功率,不会出现过流现象。当负载恢复正常时,转速恢复到设定转速。

(5) 挤出机运行期间,没有发生功率器件控制错误导致短路而烧毁控制器的现象。

(6) 挤出机无皮带传动,螺杆转速可精确调节。因电机转子无绕组和鼠笼条,传动机械强度和可靠性高。

笔者用相同功率的开关磁阻调速电机及其控制器和交流异步电机及其变频器驱动挤出机,在完全相同工况下进行了试验性运行。两者相比较,开关磁阻调速电机驱动的挤出机起动电流小、起动转矩大、调速范围宽、稳速精度高,特别是节电效果十分明显,比变频调速系统节电 11% 左右。同时,SRD 控制器具备连接微机的 RS232 通讯功能,改造后的挤出机可以实现微机联机控制,可与在线检测装置相连,根据采集和储存的信号实现反馈控制,保证了

工艺条件的稳定,提高了制品的精度。

3 结语

用开关磁阻调速电机驱动挤出机,电机通过齿轮传动驱动螺杆,可根据挤出速率和压力控制螺杆转速,实现了挤出机主传动柔性数控,易与微机联机控制。挤出机调速范围宽,稳速精度高,起动电流小,起动转矩大。驱动系统发热量小,发生烧毁电机和控制器现象的几率大大减小。特别是节电效果十分明显,比变频调速系统节电 11% 左右。这种挤出机达到了结构简单、数字化控制、无级调速、节能高效的要求。

参考文献

- 1 杨帆,文生平. 控制技术在现代挤出过程中的应用. 工程塑料应用, 2005, 33(5): 37
- 2 张春吉,唐跃,张惠敏. 塑料挤出成型发展概况. 工程塑料应用, 2004, 32(2): 67
- 3 牟勇强,吴大鸣,韩国灿,等. 单螺杆精密挤出机并联式稳压系统的研究. 中国塑料, 2004, 18(3): 88
- 4 胡崇岳. 现代交流调速技术. 北京: 机械工业出版社, 2005.

DRIVEN METHOD OF EXTRUDERS BY VARIABLE SPEED SWITCHED RELUCTANCE MOTOR DRIVE

Zhao Tingting

(School of Mechanical Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255012, China)

Jia Mingquan, Ding Shenyan

(Shandong Kehui Electric Corporation, Zibo 255087, China)

ABSTRACT A driven method of extruders by variable speed switched reluctance motor drive is put forward. Based on analysis of present states of extruders, the method which could realize flexible numerical control by using variable speed switched reluctance motor to controlling the screw speed on velocity and pressure of extrusion was narrated, and the advantage of saving energy and change of renovated extruders were analyzed. It was proved in practice that the renovated extruders had higher performances in efficiency and capability.

KEYWORDS extruder, variable speed switched reluctance motor drive, numerical control, saving energy

纳米 PET 啤酒瓶阻隔性能超群

河南张弓集团目前正在生产高阻隔纳米聚对苯二甲酸乙二酯(PET)啤酒瓶,用于该集团的酒类包装。

据介绍,该产品以 PET 为原料,采用纳米技术生产,通过对单层 PET 啤酒瓶内壁表面结构进行纳米改性,改善了瓶体对气体、光线和水的阻隔性能,满足了啤酒灌装和保存的性能要求。高阻隔纳米 PET 啤酒瓶无毒、无害、无污染,符合食品包装要求,且市场售价接近啤酒玻璃瓶,因此具有极强的竞争力。

据张弓集团介绍,高阻隔纳米 PET 啤酒瓶不仅适用于啤酒包装,而且适合绿茶等饮料包装,现在该集团主要生产前者。他们还将根据用户需要,在生产普通瓶型的同时,生产特殊瓶型,以满足不同消费层次的要求。(王文)

北欧化工将新建世界级 LLDPE 装置

北欧化工已计划在瑞典 Stenungsund 新建一套 35 万 t/a 的线性低密度聚乙烯(LLDPE)装置。预计于 2009 年投产的这套世界级装置将取代公司在瑞典哥德堡北部的一套相同规模的现有装置。

据悉,该装置将选用巴塞尔 Lupotech T 技术。Lupotech T 是一种用于生产低密度聚乙烯(LDPE)均聚物和发泡共聚物的高压管式反应工艺。巴塞尔称,目前全球共有 22 套采用 Lupotech T 技术的装置在运行中,另有 8 套装置正在建造中,总年产能可为 550 万 t。北欧化工在奥地利已拥有两套采用 Lupotech T 技术的装置和 5 套采用 Spheripol 技术的装置,这些装置所采用的专利技术都由巴塞尔提供,装置总年产能力超过 120 万 t。(唐绍红)