

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.09.014

电磁感应技术在注塑机节能改造中的应用

温志英¹, 马菁菁¹, 张颖¹, 蒲健飞¹, 张锋杰²

(1. 深圳出入境检验检疫局, 广东深圳 518067; 2. 深圳市华腾注塑系统有限公司, 广东深圳 518000)

摘要:介绍了电磁感应加热系统的工作原理,以某注塑机为实例,采用电磁感应技术对其加热系统进行了改造。结果表明,对注塑机进行电磁感应加热改造的成本低,注塑机预热时间由改造前的30 min缩短为改造后的20 min,综合节电可达50%,节能效果显著。

关键词:电磁感应; 节能; 改造; 注塑机

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)09-0057-04

Application of Electromagnetic Induction Technology on Energy Saving Modification for Injection Molding Machine

Wen Zhiying¹, Ma Jingjing¹, Zhang Ying¹, Pu Jianfei¹, Zhang Fengjie²

(1. Shenzhen Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shenzhen 518067, China; 2. Shenzhen Waton Injection Molding Systems Co. Ltd., Shenzhen 518000, China)

Abstract: The working principle of the electromagnetic induction heating system was introduced. Taking some injection molding machine as an example, the heating system of the machine was modified by using electromagnetic induction heating technology. The results indicated that the cost of modifying the injection molding machine with electromagnetic induction heating system was low. The preheating time of the injection molding machine was shortened, which changed from 30 min before modification to 20 min after modification and the comprehensive electricity saving rate could reach 50%, the energy saving effect was significant.

Keywords: electromagnetic induction; energy saving; modification; injection molding machine

2011年为国家“十二五”规划开局之年,发改委提出“十二五”节能减排目标为万元GDP能耗下降16%,在此大背景之下,节能不仅是节约成本、减少浪费,而且意味着社会责任。国内塑料行业大多采用电阻丝、电热圈对料筒和模头进行加热,将塑料原料经熔融塑化后再进行注塑、拉伸、挤出、吹塑等工艺成型加工成塑料制品^[1]。塑化能耗约占整机能耗的70%,而其中加热能耗占塑化能耗的20%~30%,所以提高加热效率对降低整机能耗是非常重要的环节^[2]。

传统的电阻丝加热方式加热效率低,热损失高,发热圈使用寿命短,维修量大。浪费的电能又引起车间环境温度上升,机器油温升高,大大缩短油封、油泵使用寿命,出现漏油和压力不稳定现象。与传统的电阻丝加热相比,电磁感应加热技术作为一种新型的加热技术,具有如下一些性能与特点:①预热时间短、加热速度快,电热转换效率可以达到90%以上,且加热温度易于控制;②具有精确的加

热深度和区域,易于实现加热过程的自动化;③节能环保,环境污染小;④非接触式加热,人体可安全触摸;⑤更换维护简单。因此,电磁感应加热技术在越来越多的行业得到了广泛的应用。在塑料机械中,将原有电阻丝加热改为电磁加热时,原有电控系统基本不需要改变,因此改装成本很低,节能效果显著,平均可节约用电30%~50%,特别是对于大功率设备节电效果更为明显。

1 电磁感应加热系统工作原理

电磁感应加热系统是一种利用电磁感应原理将电能转换为热能的装置。电磁感应加热系统构成简单,由电磁加热控制器和电磁加热筒组成。

其中电磁加热筒由3层组成,最内层为料筒,即加热筒体,中间一层为保温绝热棉,最外层缠绕电磁感应线圈,电磁感应线圈由电磁加热控制器控制,如图1所示。

联系人: 温志英, 硕士, 主要研究方向为机电产品检验

收稿日期: 2012-06-12

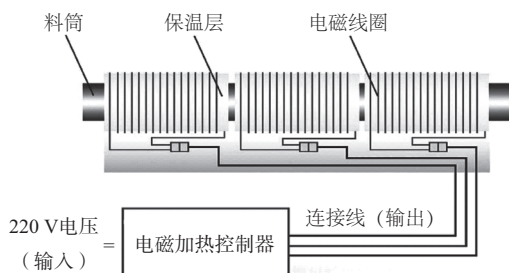


图1 电磁感应加热装置图

电磁加热控制器将220 V, 50 Hz的交流电整流变成直流电, 再将直流电转换成频率为20~40 kHz的高频高压电, 高速变化电流流过线圈时会产生高速变化的交变磁场, 当磁场内的磁力线通过导磁性金属材料时会在金属体内产生无数的小涡流, 使金属材料本身自行高速发热, 从而达到快速均匀加热的目的^[3]。

2 电磁感应加热改造实例

据统计, 目前世界范围内注塑机的生产总数占整个塑料成型机械的一半左右, 注塑制品占塑料制品总量的30%左右, 注塑机已成为塑料加工厂主要的能耗设备^[4]。因此, 以某知名品牌90T型注塑机为例, 对其进行电磁感应加热改造, 并对比了改造后的节能效果。该注塑机的结构参数如图2所示。

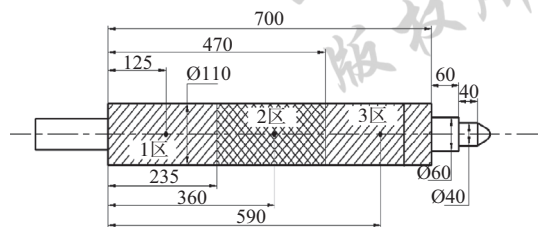


图2 某知名品牌90T型注塑机的结构参数

改造前该注塑机料筒长度700 mm, 料筒直径110 mm, 1区发热圈功率2.5 kW, 2区发热圈功率2.5 kW, 3区发热圈功率2.5 kW, 改造部分探温点3段。本注塑机改造前加热部分总功率为7.5 kW, 料筒加热温度设置为180~220℃, 预热时间30 min。

改造时, 在注塑机料筒外壁设置一层保温绝热棉, 用于防止料筒内的热量散发。在保温绝热棉外缠绕电磁感应线圈, 在感应线圈外再覆盖一层保护罩, 用于保护该电磁加热筒不受损坏。因为改造部分探温点为3段, 所以采用3个电磁控制器连接3组电磁感应线圈来分区控制温度, 3个电磁控制器再统一接入一个电气控制柜中。电磁感应加热器工作原理如图3所示。

2.1 LC振荡电路

为了产生高频信号, 采用由电感L、电容C组成

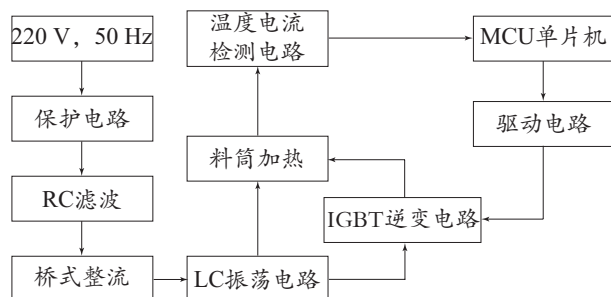


图3 电磁感应加热器工作原理图

选频网络的振荡电路。常见的LC正弦波振荡电路有变压器反馈式、电感三点式和电容三点式。由于电容三点式LC振荡电路频率的稳定度较高、输出波形较好和振荡频率较高, 改造时选用了图4所示的串联改进型电容三点式振荡器——Clapp振荡电路。图4中, V_{CC} 表示电源电压, R_c , R_{b1} , R_{b2} , R_e 和 R_L 表示各个电阻, C_1 , C_2 , C_3 和 C_b 表示各个电容。

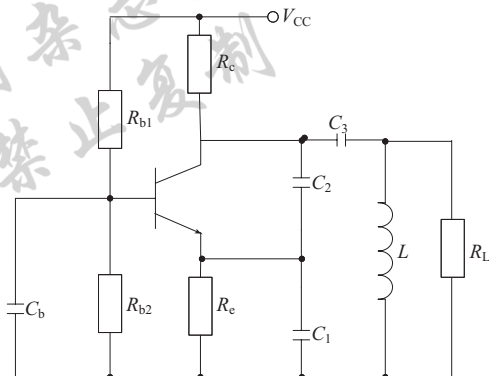


图4 Clapp振荡电路

该电路包括了放大电路、正反馈网络、选频网络和稳幅电路。接通电路的瞬间产生的电扰动经三极管组成的放大器放大, 然后由LC选频回路决定谐振频率 f_0 , 通过线圈把信号反馈至三极管基极。基极的瞬间电压极性和线圈反馈回基极的电压极性一致, 满足相位平衡条件, 三极管电流放大系数和线圈匝数比满足振幅条件, 电路稳定的产生频率为 f_0 的高频振荡信号。

2.2 温度电流检测电路

料筒加热温度设置为180~220℃, 检测料筒温度时选用了美国OMEGA公司的GG-K-30型铠装热电偶, 其具有体积小、内部无空气隙、热惯性好、测量滞后小、力学性能好、耐振、耐冲击、能弯曲、便于安装和使用寿命长等优点。GG系列OMEGA热电偶测温线的表皮绝缘层材质为玻璃纤维, 温度测试范围为-73~482℃, 表层耐温范围为-73~482℃, 符合本例改造需求。

检测电流时采用Allegro电流传感器, 它为芯

片级直接测量式霍尔电流传感器,直接串联在电流回路中,外围电路简单。它检测的是磁芯气隙中的磁感应强度,输入为电流,输出为电压。

2.3 驱动电路

绝缘栅双极型晶体管(IGBT)接口电路的设计直接影响到系统工作的可靠性。为使 IGBT 能可靠工作,其驱动电路必须在尽可能简单实用的基础上,向 IGBT 提供适当的正向栅压、足够的反向栅压,具有栅极电压限幅电路,有足够的输入输出电隔离能力和强抗干扰能力。本次改造采用 Agilent 公司的 HCPL-316J 门极驱动光耦合器,它最大开关时间为 $0.5\ \mu\text{s}$,死区时间为 $2\ \mu\text{s}$,具有光隔离、故障状态反馈、过流关断和欠压封锁等丰富的 IGBT 检测及保护功能。它能上下互锁,避免同一桥臂两只 IGBT 同时导通;栅极电阻外部可调,使用不同频率的 IGBT 均能工作在较高的开关频率下,并得到高转换效率。实际应用中,脉宽调制模块与该门极驱动光耦合器结合实现 IGBT 的驱动,成本低且安全可靠。

2.4 IGBT 逆变电路

为把直流电变成高速变化的交变电流,采用串联谐振单相全桥逆变电路,控制使用脉冲宽度调制(PWM)方法。全桥逆变比半桥逆变电路开关电流减小一半,较适合大功率场合。当 LC 振荡电路产生的高频信号频率 f_0 等于单相全桥逆变电路的谐振频率时,电路发生串联谐振现象,此时电路呈电阻性,串联阻抗最小,电流最大。为使电源始终工作在谐振状态,达到较高功率因数,控制选用脉冲宽度调制方法,通过改变 2 对 IGBT 开关管的驱动信号之间的相位差来改变输出电压值以达到调节功率的目的。图 5 为选用的一种单相全桥逆变电路,其中, U_d 表示电源电压, V_1, V_2, V_3 和 V_4 表示三极管, VD_1, VD_2, VD_3 和 VD_4 表示稳压二极管, i_0 表示流过电阻和电感的电流, u_0 为电阻和电感上的电压。

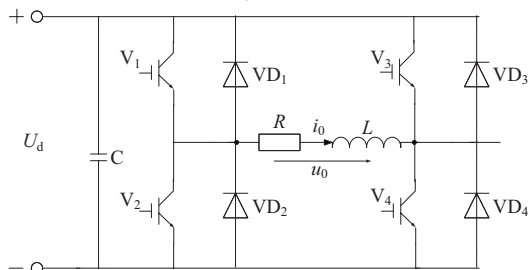


图 5 单相全桥逆变电路

2.5 工作过程

工作时,开动电磁感应加热系统和注塑机,通

过人机界面设定料筒加热温度。塑料原料经过料斗注入料筒内,工频电流经过 RC 一阶低通滤波器和桥式整流后,变成直流电,再由 LC 振荡电路进行选频,产生高频信号。直流电经过 IGBT 逆变电路,成为高频高压交流电,高速变化的电流经过线圈,使料筒快速发热,将塑料原料熔融。当注塑机螺杆进行流水作业时,塑料原料持续的被注入料斗中并在熔融后注射成型,需要的加热功率是不断变化的。温度电流检测电路采集当前温度,同时检测当前电磁感应线圈的电流,反馈回 MCU 单片机,MCU 通过比较温度设定值和温度采样值,改变 IGBT 驱动电路的脉冲输出宽度,从而改变驱动电磁感应线圈的高频高压电,实现加热温度的闭环控制。

3 节能效果

经电磁感应加热技术改造后,该注塑机料筒长度为 700 mm,料筒直径 160 mm,1 区发热圈功率 1.8 kW,2 区发热圈功率 1.6 kW,3 区发热圈功率 1.6 kW,改造部分探温点 3 段不变。注塑机经改造后加热部分的总功率为 5 kW,料筒温度保持 $180\sim 220^\circ\text{C}$ 不变,预热时间为 20 min,与改造前相比缩短了 10 min。改造后的具体节能效果如表 1 所示。

表 1 注塑机经电磁感应加热技术改造后的节能效果

项 目	改造前	改造后	对比结果
最大功率 /kW	7.5	5	降耗 33.3%
24 h 内实际工作时间 /h	10	7.5	节电 25%
一天用电量 /kW·h	75	37.5	
一个月 22 天用电量 /kW·h	1 650	825	节电 50%
一年用电量 /kW·h	19 800	9 900	
料筒表面温度 / $^\circ\text{C}$	200~300	50~90	明显降低环境温度
预热时间 /min	30	20	增加注塑机效率
电热转换效率 /%	60	≥ 90	减少了热能的丢失
使用寿命	4~6 个月	3 年以上	减少维护成本

改造后,按功率值计算直接降耗 33%,保温工作状态节约电约 25%。以某公司车间共有 70 台该型号注塑机为例,注塑机工作时室温达到 40°C 以上,该车间采用 18 台空调降温,6 台抽风机同时工作,控制室内温度在 28°C 左右。改装后减少一半空调使用量即可保持室温为 28°C ,综合节电可达 50% 以上。

4 结语

对某品牌注塑机的加热装置进行了电磁感应技术改造,从改造后的效果可以看出,电磁感应加热装置在该注塑机的节能改造中节电效果明显,而且以上计算不包括原电阻式加热圈维护费用的降低。据不完全统计,我国现有塑料加工设备约 160 万台,每年还以 15% 的速度递增,加热部分的电容量为

2 000 万 kW,按每台每年 300 个工作日计算,全国塑料加工机械全年用电量为 600 亿 kW·h。若所有的机器都安装了电磁加热装置,那么全国节约电能约为 180 亿 kW·h,这比葛洲坝全年的发电量还多 23 亿 kW·h,对缓解国家电力紧张,降低企业生产成本,节约资源都有十分积极的作用和意义^[1]。

参考文献

[1] 佚名.塑料机械中应加大应用电磁感应加热技术[J].国外塑料,2007,25(4):83.

- [2] 张友根.注塑机筒加热功率的设计[J].工程塑料应用,2004,32(9):62-65.
- [3] Oni B, Lemley T. Electromagnetic principles in manufacturing [C]//2007 Electrical Insulation Conference and Electrical Manufacturing Expo. Nashville, TN: IEEE Conference Publications, 2007: 265-277.
- [4] 文生平,江剑强.注塑机节能控制技术的最新发展与应用[J].工程塑料应用,2006,34(5):59-62.
- [5] 杜青林,钟汉如,刘辉杰,等.电磁感应加热技术在注塑机螺杆上的设计[J].塑料,2010,39(2):4-6.

塑料材质在汽车面板中的应用

随着汽车制造商对减重技术愈加渴求,塑料材质的汽车外部零部件的前景越发光明。

沙特基础创新塑料部的全球汽车营销总监 Umamaheswaran 说,约十年前,通用汽车公司放弃在通用土星系列中率先使用聚合物车身面板;而现在塑料又开始在汽车领域重振旗鼓。

其主要原因有二:

(1)减重已成为 2012 年汽车制造商们更加迫切的需求,而塑料相比传统的钢制零部件最多可减重 50%。

(2)供应商已经成功地简化了塑料零部件的生产,并降低了制造成本。

Umamaheswaran 说,沙特公司已经接到了塑料新零件的供应订单。他说,其中大部分都来自欧洲和亚洲,包括挡泥板和其它外饰部件,被应用于雷诺、标致、雪铁龙、三菱和奇瑞最近推出的车款中。

他表示,在美发售的众多车型的制造商们也考虑在新推出的车型中使用沙特提供的塑料外饰件。

Umamaheswaran 说:“美国汽车制造商已经历了使用塑料车身面板的第一阶段,他们马上就要迈入第二阶段,塑料的应用将进一步扩大。”

通用汽车在十年前试图重新点燃以塑料为卖点的土星系列的销售势头,但遇到了瓶颈。通用汽车最后得出结论,塑料在外观上无法达到通用的品质要求。塑料车身面板在受热时需要留出膨胀空间,导致车身间隙比正常的规格更宽。

Umamaheswaran 说:“当年通用汽车开始启用塑料车身面板时,车用塑料仍处于起步阶段。而在过去十年里,我们在塑料化学领域取得了许多突破性的进展,现在汽车业又把眼光重新瞄准了塑料。”

据作为大型汽车塑料供应商代表的行业协会美国化学理事会称,塑料和复合材料的内外饰汽车零部件在普通的轻型车车身质量中总共所占比例不到 1/10。

有一项重要的创新成果有效简化了如今对塑料零部件的上漆过程。由于通过电荷来喷洒涂料的静电喷涂工艺并不适用于塑料零部件本身,因此汽车制造厂必须分设两条涂

装生产线对塑料零部件进行喷涂。

而现在塑料供应商已对这种原材料做了改进,通过添加导电填料使塑料更易涂装。

Umamaheswaran 表示,沙特基础创新塑料部大大提高了这种材料对现有生产工艺的友好性,这也得到了全球汽车业的积极响应。已经有一些重要的供应项目初现眉目。

(工程塑料网)

日本聚氨酯工业拟提高在华 MDI 精馏装置产能

据日本媒体报道,日本聚氨酯工业公司计划通过积极投资,增加在华业务的收益,进一步提升业务水平。

据悉,位于我国浙江省瑞安市的日本聚氨酯(瑞安)公司目前正在提高二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)精馏装置的产能,计划将年产能由 5 万 t 提高至 7 万 t。该增产工程预定于 2012 年 8 月下旬竣工。另外,日本聚氨酯工业公司在预定于 2014 年 5 月份投产的上海市金山区的新工厂投资约 10 亿日元,设置功能性氨基甲酸乙酯相关新产品的生产设备等。

日本聚氨酯工业公司 2012 年度(2012 年 4 月 1 日~2013 年 3 月 31 日)在我国上海市及瑞安市这两个基地的销售额约为 120 亿日元。

(中化网)

俄罗斯塑料管材市场销量大增

俄罗斯商务咨询网站近日报道,按照由 АМИКО 咨询公司推出的俄罗斯塑料管材市场 2008~2011 年现状及其 2012~2015 年发展预测营销调查研究的数据,2011 年俄罗斯塑料管材市场,以实物形式表示增长了 39.4%。2011 年塑料管材、塑料软管及其配件总产量在 66.5 万 t 左右,比处于危机时期的 2008 年指数增长了 63%。以价值形式表示为 660 亿卢布,增长了 47%。

自 2008 年以来,只有在 2009 年行业产量下降了 24.3%,即产量下降到 30.8 万 t。在 2010 年市场规模增长到 47.7 万 t,即增长了 54.7%。以价值形式表示,2008 年产值下降速度达 20.2%。在后危机时期的 2009 年,俄罗斯市场上的塑料管材销量大幅增长了 60.2%。

目前,俄罗斯国产塑料产品的市场占有率约为 64%,进口产品比重为 36%。在俄罗斯塑料管材市场中最畅销的是聚乙烯管,其市场比重达 68%。

(中聚网)