压塑成型过程测控实验系统的设计与应用

Design and Application of Measurement and Control Experimental System for Compression Forming Process

黄逸兴 龚燕萍

Yixing Huang Yanping Gong

华东交通大学理工学院 中国·江西 南昌市 330100

Institute of Technology, East China Jiaotong University, Nanchang, Jiangxi, 330100, China

摘要:论文将基于华东交通大学材料成型及控制工程专业对数字化制造领域的人才培养目标,结合位移、压力、温度等材料成型过程中所采用的参数数据,通过 OLC 进行信号转化和输出控制,完善压塑成型过程测控实验系统的整体设计,以期能够为业内人士提供理论参考。

Abstract: Based on the talent training goal of material forming and control engineering major of East China Jiaotong University in the field of digital manufacturing, combined with the parameter data used in the material forming process such as displacement, pressure, temperature, etc., the paper will complete the overall design of the measurement and control experimental system of the molding process by carrying out the signal transformation and the output control through the OLC, in order to provide the theory for the industry reference resources.

关键词: 压塑成型过程;测控实验;系统设计

Keywords: molding process; measurement and control experiment; system design

DOI: 10.36012/etr.v2i7.2232

1 引言

随着智能制造时代的到来,制造业对于复合型智能制造人才的需求也在持续上升。材料成型及控制工程专业作为材料科学和工程学的交叉学科,也是智能制造技术的重要组成部分。为能够提高人才培养质量,实现材料成型及控制工程专业的人才培养目标,本文将基于检测与控制原理结合压塑成型过程参数,设计出一种压塑成型过程测控实验系统,实现压塑成型过程的计算机实时检测与控制,以此来加强学生的实训操作能力,增强人才的培养质量。

2 系统整体设计

压塑成型过程测控实验系统主要由软件系统和硬件系统两部分组成,其中软件系统包括 PLC 编程软件 PLC_Config 和万能实验机控制软件 SmartTest 两部分。在设计中,系统可以利用 PLC_Config 编译测控程序,通过 SmartTest 程序来实现压塑成型过程中的速度、压力的检测与控制。硬件系统则

主要是由成型模块、检测模块以及控制模块三大模块组成。设计中,在成型模块的支持下,结合万能实验机,系统将实现通过控制过程参数来控制模具的压塑成型效果。检测模块主要是由各类传感器组成,其会将采集到参数数据先转化为电信号,再将电信号转化为物理量值^[1]。系统中的控制模块会同检测模块达成数据交互效果,并根据检测模块所获取的参数数据来控制成型模块进行输出。

3 模具设计

系统的模具材料主要选用覆膜砂,材料的生成如公式(1)所示:

通常来说,非金属材料受迫成型方法主要分为注射成型、挤出成型以及压塑成型三种。其中压塑成型就是将待成型材料放置在密封模具中,然后通过加热的方式将待成型材料压塑成为预期中的形状,相比其他两类非金属材料受迫成

【作者简介】黄逸兴(1987~),男,江西人,助理实验师,从事材料成型控制工程研究。

型方法来说,压塑成型具有不易形变、性能均匀、无需浇注系统等优点,结合覆膜砂模具使用后,具有脱模方便、成本较低、加工难度小、节约材料、有利于温度控制等优点。因此,在进行综合考虑分析后,最终采用压塑成型技术。

4 检测模块与控制模块设计

压塑成型过程测控实验系统需要具备执行收集压塑成型过程中速度、压力、温度等参数的功能,这功能的实现主要由检测模块来达成,检测模块需要具备速度、压力、温度等参数的检测效果^[9]。检测模块的速度参数可以通过位移来计算得出,压力检测则会通过压力传感器进行参数收集,温度检测则会采用 K 型热电偶来达成。

在压塑成型过程测控实验系统中,控制模块多是结合检测模块和成型模块的实际功能一同达成控制效果。其中速度控制主要是通过 SmartTest 软件界面来设定,控制模块会通过预设的脉冲输出频率来控制压塑成型过程中的速度。对于压力控制,控制模块会将检测模块所收集的的压力参数与预设压力参数进行对比分析,动态化调控压塑成型过程中的实际压力值^[9]。至于温度控制,其主要是采用开关控制策略,即将检测模块所收集的温度参数与预设参数进行对比分析后,通过固态继电器来实现直流和交流加热控制。

5 压塑成型过程测控实验系统的应用

结合《材料成型过程检测与控制》课程,通过压塑成型过程测控系统设计“覆膜砂压塑成型性能规律研究”实验,实验的根本目的在于让学生在实验中深化对压塑成型过程与控制过程原理与方法的理。在实验过程中,以覆膜砂为材料、以万能试验机为载体,通过改变速度、压力、温度等控制变量的方式,最终实验分析不同参数条件对压塑成型所造成的影响。

5.1 实验方法

整个实验过程中所涉及的变量参数主要为速度、压力、温度和时间。为确保实验的精准性和有效性,尽可能减少变量对实验结果的影响,实验中基础速度、压力、温度和时间分别确定为 5mm/min、5kN、100℃、30min,整个实验过程将会采用单变量变化,并按照标准样将实验样品压塑成型,最终测定各实验样品的抗拉性能,分析不同参数条件对压塑成型所造成的影响。

5.2 实验结果分析

基于实验方法,完成整个实验过程,最终获取的结果如

图 1 所示。

图 1 不同参数条件对压塑成型所造成的影响

(下转第 138 页)

$$\Delta L = \beta L \Delta T = 6.6 \text{ mm} \quad (7)$$

式中, β 为热膨胀系数, 轴的材质为 45# 钢, 则 $\beta = 12.32 \times 10^{-6} / \text{℃}$; L 为轴的长度; ΔT 为温差变化, 常温 20℃ 到烧焦状态下, $\Delta T = 200 - 20 = 180 \text{℃}$ 。

根据以上计算, 轴在热态下的膨胀量达 6.6mm, 而该轴承无轴向游隙, 这将使轴承承受很大的轴向力。

4.5 轴承故障原因

通过以上分析, 轴承故障的原因是该轴承额定寿命仅为 480h, 严重低于 3 年的要求, 且轴存在较大轴向膨胀, 使轴承承受了额外的附件轴向载荷, 最终导致该轴承过载、轴承滚动体和滚动体表面剥落, 发生轴承损坏。

5 风机轴承的改造

针对轴承故障原因的分析, 对该风机轴承按以下方案进行改造。① 风机前端轴承改为 SKF23026CC/W33, 经计算该轴承满足 3 年的额定寿命。② 风机后端轴承改为 C3026, 该轴承允许的轴向位移可达 16.5mm, 完全满足轴的膨胀量。③ 将原轴承箱更换为与新轴承相匹配的轴承箱 SN3026。④ 原

轴承箱中心高 150mm, 新轴承箱中心高 125mm, 增加 24mm 厚垫板焊接在旧轴承箱底座上, 垫板表面加工, 并与新轴承箱对应位置安装 4-M24 螺纹孔, 以便轴承箱与底座连接。

6 结语

通过采用频谱分析和轴承拆解检查, 分析了风机轴承故障可能存在的原因。继而对轴承寿命、对轴的热膨胀量进行核算, 证实了轴承故障的原因是选型错误和承受了额外的轴向载荷。为此提出了有针对性的改造方案, 将原前后端轴承 1226M/C3 进行更换, 前端采用 SKF23026CC/W33, 后端采用 C3026, 并更换了与轴承相匹配的轴承座等部件, 彻底解决了风机轴承振动问题, 为乙烯装置裂解炉的平稳、安全运行提供了保障。

参考文献

- [1] 刘峰. 机械设计基础[M]. 山东: 中国石油大学出版社, 2006. 287-294.
- [2] 郁永章. 压缩机工程手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 2012. 587-588.

(上接第 131 页)

如图 1a 所示, 随着速度的不断增大, 实验样品的抗拉性能却未出现较大变形, 所以速度并不是覆膜砂抗拉强度的主要影响因素; 如图 1b 所示, 随着压力的不断加大, 实验样品的抗拉性能也同样未出现较大变化, 所以压力也同样不是覆膜砂抗拉性能的主要影响因素; 如图 1c 所示, 随着温度的不断加大, 实验样品的抗拉性能呈现出先升后降的态势, 由此可见温度对覆膜砂抗拉强度的影响相对较大; 如图 1d 所示, 随着时间的不断推移, 实验样品的抗拉性能虽然呈持续上升的态势, 但增加却并不是很明显。综上所述, 在速度、压力、温度、时间四种参数中, 温度对覆膜砂抗拉强度的影响比较大、时间的影响比较小, 而速度和压力基本不会对覆膜砂的抗拉强度造成太大影响。

6 结语

本文基于压塑成型过程中所涉及的原理和参数, 设计出

一种可以分析不同参数条件对压塑成型所造成影响的压塑成型过程测控实验系统。结合《材料成型过程检测与控制》课程, 设计“覆膜砂压塑成型性能规律研究”实验。实验中以覆膜砂为成型材料, 以速度、压力、温度和时间参数为变量, 进行相应的实验验证, 最终不仅确定本文所设计的压塑成型过程测控系统具有较好的实际应用效果, 还发现在速度、压力、温度、时间参数中, 温度对覆膜砂抗拉强度的影响比较大、时间的影响比较小, 而速度和压力基本不会对覆膜砂的抗拉强度造成太大影响。

参考文献

- [1] 赛庆峰. 3D 玻璃热弯机模压成型阶段数值模拟及实验分析[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2019.
- [2] 隋鹏昊, 杨煜普, 陈志平, 等. 注塑机保压控制非线性系统模型的建立与应用[J]. 自动化博览, 2019(2): 96-101.
- [3] 贺皖松, 殷礼胜. 注塑成型过程模具变形量的测量与有限元分析研究[J]. 塑料工业, 2018, 46(12): 92-96.