

真空吸塑机及其性能实验研究

刘 玮, 郁舒兰, 丁 伟

(南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 基于南京林业大学自主研制的小型真空吸塑成型机, 采用控制变量法, 测定了热塑性ABS板的吸塑加热软化温度及时间, 使用工业设计模型制作的6种典型非金属材料制作了吸塑模具, 并就不同材料制作的模具的吸塑性能进行了实验研究与总结, 为设备的使用、曲面形态模型的制作提供了技术依据, 具有较好的实际意义和推广应用价值。

关键词: 真空吸塑机; 模具; 吸塑性能

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)18-0034-04

Research on the Vacuum Forming Machine and Its Performance Experiment

LIU Wei, YU Shu-lan, DING Wei

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: Vacuum forming was a typical plastic molding method, which was widely used in plastic packaging, decorative materials, automotive parts, medical equipment and other manufacturing industries. Based on the small vacuum forming machine developed by Nanjing Forestry University independently, it studied the softening temperature and time of the ABS plastic plates. Six molds were made of wood, MDF, resin, plaster, rigid polyurethane foam, clay, etc. It made a comparative study on the performance of various materials mold with control variate method. At last, it summarized the experiments results, which provided a technical basis for the use of equipment and the model making with curved surface.

Key words: vacuum forming machine; mold; vacuum forming performance

真空吸塑成型是一种利用真空吸力, 将加热软化的ABS, PVC, PP, PE, PS等热塑性塑料片材, 吸附到模具表面, 经冷却定型从而形成各种曲面形态的塑料成型方法^[1]。吸塑成型操作简便、设备及制作成本低、经济性较好, 目前广泛应用于塑料包装、装饰材料、汽车部件、医药卫生器材等制造行业。笔者基于南京林业大学自主研制的小型真空吸塑成型机, 对典型吸塑材料的加热软化理想温区及时间、产品模型制作常用材料制成的吸塑模具及其吸塑性能等开展了实验研究。

1 真空吸塑机

1.1 结构

该小型真空吸塑机由机架、气压传动装置、模具

安装平台、真空吸塑装置、压模装置、模型冷却装置、塑料板软化盒、电气控制柜等主要结构装置组成^[2], 结构见图1。

气压传动装置用于驱动设备各装置部件的运动。压模装置分为压板上围框与下围框, 用于压紧塑料板材。塑料板软化盒用于塑料板材的加热软化。真空泵与真空阀、管路以及模具安装平台及安装的模具等共同组成真空吸塑装置, 用于塑料板的吸塑成型。模型冷却装置用于成型部件的冷却定型。

1.2 基本参数及特点

该机是基于工业设计模型制作中, 制作单件或小批量曲面工业产品手板模型或部件的使用需求自主研制的。设备参数如下: 最大成型面积 600 mm × 300 mm; 最大成型深度 150 mm; 直连式真空泵抽气速率 4

收稿日期: 2011-05-20

基金项目: 江苏省教育科学“十一五”规划 2009 年度课题(D/2009/01/073)

作者简介: 刘玮(1978-), 女, 安徽人, 硕士, 南京林业大学讲师, 主要从事工业产品设计及理论的教学与研究。

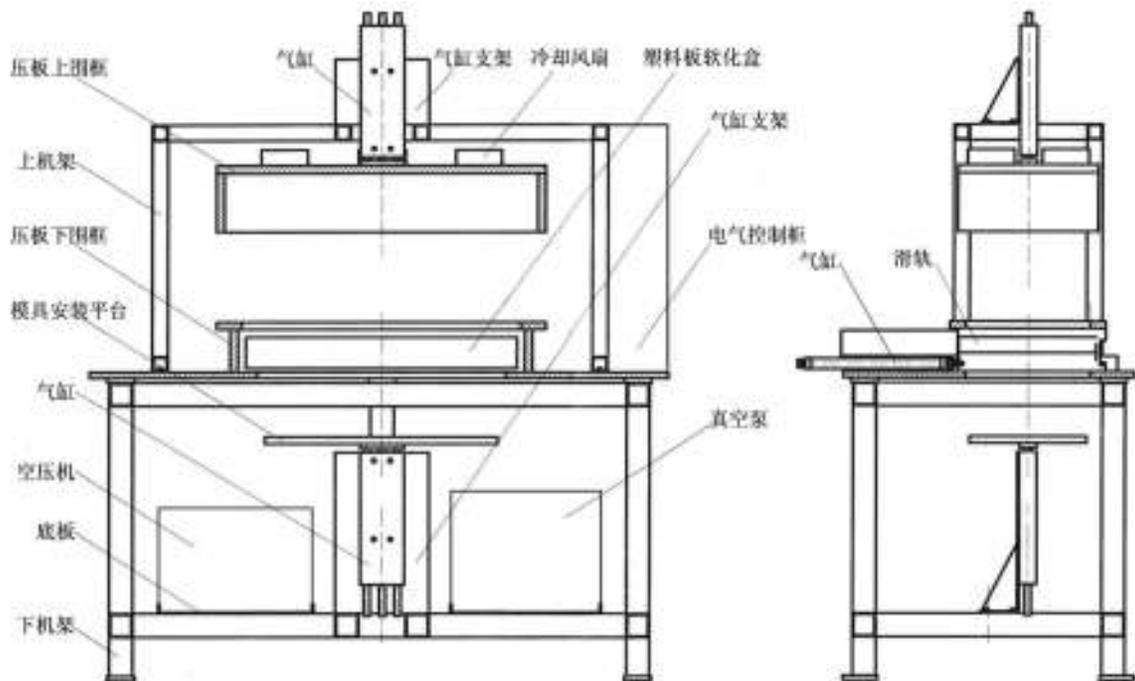


图1 真空吸塑机结构

Fig.1 The structure of vacuum forming machine

L/s, 极限真空 $\leq 6 \times 10^{-2}$ Pa。结构紧凑、功能完备, 有效解决了目前市场上各类真空吸塑机成型面积过大、更换模具不便、操作复杂等缺点。既能满足工业设计专业教育中用吸塑成型法制作模型的使用需求, 同时对于设计公司、模型公司等在设计过程中制作手板模型也具有较好的应用价值。

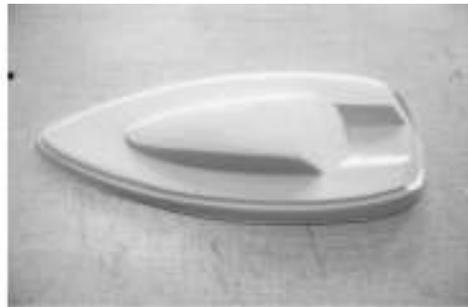


图2 实验用模具

Fig.2 Experimental mold

2 真空吸塑机性能实验研究

2.1 实验用吸塑模具

典型结构模具是吸塑实验顺利开展有效保障^[4]。实验用吸塑模具应结构典型, 包含凹与凸、线与面等完整全面的形体对比、转折与过渡关系, 从而为今后的吸塑制作提供可靠的技术依据。根据上述原则, 选定游艇模型产品甲板造型为本机实验模具, 见图2。

2.2 吸塑材料软化实验

吸塑工艺是影响吸塑件质量的关键因素, 其中最为重要的是加热软化温度和加热软化时间的选择^[4]。实验以0.5, 0.8, 1.0 mm 3种厚度的ABS板为吸塑实验材料, 进行加热软化温度及加热软化时间实验, 实验结果见表1。实验表明: 0.5及0.8 mm ABS板在160~210 °C间软化时间适当、软化程度理想, 基本不出现材料破裂, 吸塑件结构完整、细节充分、成型效果好。

2.3 不同材料制作模具的吸塑性能实验

1) 实验方法。

吸塑成型和其他塑料成型方法相比成型压力较低, 因此模具材料的选取面比较广。当制件批量较大或高速生产时, 需采用金属材料作为模具材料; 当制件试制或者小批量生产时, 可选用木材、石膏等非金属材料作为模具材料。非金属材料易于加工, 且在试制过程中发现问题可立刻进行修改, 因此, 在新产品的研发、小批量生产阶段, 具有较高的使用价值^[5]。本实验采用控制变量法(控制变量法是研究多因素问题的常用方法^[6]), 分别使用实木、密度板、树脂、石膏、泡沫、油泥等6种常用非金属模型材料制作实验模具, 以0.8 mm厚ABS板为吸塑材料, 加热软化温度设定为

160~180 °C区间,对各模具的排气孔要求、模具稳定性、易脱模性及吸塑件质量等性能进行实验研究。ABS板软化实验值见表1。

表1 ABS板软化实验值

Tab.1 Softened experimental results of ABS board

| 板材厚度/mm | 软化温度/°C | 软化时间/s | 吸塑件质量 |
|---------|---------|-----------|-------|
| 0.5 | 130~150 | 68 | 良 |
| | 160~180 | 62 | 优 |
| | 190~210 | 60 | 优 |
| | 220~240 | 板材破裂,吸塑失败 | |
| 0.8 | 130~150 | 105 | 良 |
| | 160~180 | 100 | 优 |
| | 190~210 | 90 | 优 |
| | 220~240 | 板材破裂,吸塑失败 | |
| 1.0 | 130~150 | 板材破裂,吸塑失败 | |
| | 160~180 | 板材破裂,吸塑失败 | |
| | 190~210 | 120 | 中 |
| | 220~240 | 板材破裂,吸塑失败 | |

2) 吸塑性能评价。

吸塑时制件出现质量问题,主要是吸塑工艺参数、模具方面以及其他原因^[7]。吸塑性能评价以模具质量、吸塑件形态完整准确、表面质量平整为主要考

量指标。在实验模具上各关键结构位置处设置响应测点,吸塑响应测点分布见图3。在不同实验参数下

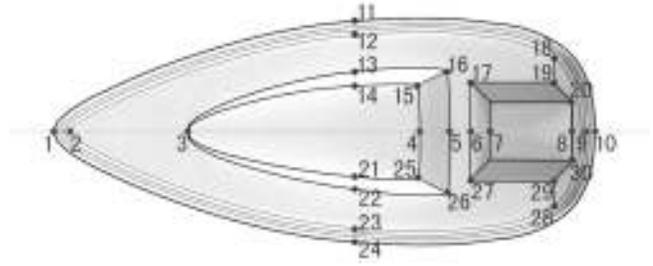


图3 吸塑响应测点分布

Fig.3 Distribution of vacuum forming response measuring point

对各测点的吸塑件与模具间的响应结果进行统计,从而得出吸塑响应度百分比。不同材料制作的实验模具的吸塑性能比较见表2。

2.4 实验结论

通过对上述实验数据的分析,可得出以下结论:
 (1)真空吸塑成型方法模具制作方便、设备操作简便、成型性能好、吸塑制件质量较高,非常适用于制作单件或小批量包含复杂曲面的产品模型或部件。
 (2)吸塑材料太薄吸塑件硬度差、易损坏,吸塑材料太厚不易加热均匀,材料易悬垂、变形、破裂。制作时宜选用0.5及0.8 mm厚的热塑性塑料板材,可循环使用。
 (3)

表2 不同材料制模具的吸塑性能

Tab.2 Performance of various materials mold

| 模具材料 | 模具制作方法 | 模具性能 | | 吸塑件质量 | |
|------|----------|---------------|------------|---------|-------------|
| | | 排气孔数量(直径2 mm) | 易脱模性 | 吸塑响应度/% | 吸塑件表面平整度 |
| 实木 | 手工制作 | 0 | 好 | 53 | 一般 表面有木纹 |
| | | 5 | | 80 | |
| | | 10 | | 100 | |
| | | 20 | | 100 | |
| 密度板 | 雕刻机 | 0 | 好 | 100 | 好 |
| | | 0 | | 60 | |
| | | 5 | | 80 | |
| | | 10 | | 100 | |
| 树脂 | 翻模成型 | 20 | 好 | 100 | 好 |
| | | 0 | | 87 | |
| | | 5 | | 100 | |
| 石膏 | 翻模成型 | 0 | 需涂抹 脱模剂 | 87 | 好 |
| | | 5 | | 100 | |
| 泡沫 | 手工制作/雕刻机 | 0 | 好 | 100 | 差 |
| | | 0 | | 47 | |
| 油泥 | 手工制作 | 5 | 需涂抹 脱模剂 | 67 | 一般 |
| | | 10 | | 80 | |
| | | 10 | | 80 | |
| | | 20 | | 93 | |

可运用翻模成型法制作石膏模具或树脂模具,制作方法简便,模具表面质量高。石膏模具无需加工排气孔,吸塑质量好,但脱模性能较差,适用于单次吸塑。树脂模具需在形态转折处每间隔30~50 mm加工一处排气孔(直径约2 mm),吸塑质量好,可用于多次吸塑。(4)可采用三维数字雕刻方法制作密度板模具,模具硬度高、制作精度高,形态准确,无需加工排气孔,模具吸塑性能十分优异,可用于多次吸塑,是理想的非金属吸塑模具材料。用密度板模具吸塑制作的帆船甲板造型吸塑件见图4。(5)泡沫虽加工便利,适于



图4 吸塑件

Fig.4 Vacuum forming component

制作曲面实体造型,但质地疏松、孔隙多、吸塑件表面质量差;油泥模具可采用刮削成型法制作,但对制作技巧要求较高,且油泥机械加工性能差,排气孔加工质量差,影响吸塑件表面质量;实木模具虽吸塑性能较好,但利用实木制作曲面造型难度大,且吸塑件表面质量欠佳;上述3种材料均不建议作为制作吸塑模具的首选材料。

3 结语

作为二次成型技术的吸塑成型,是以热塑性塑料

片材为成型对象,在高温条件下,将加热软化后热塑性塑料片材固化成型为产品制件的过程,是众多塑料加工方法中成本最低的方法之一^[8]。根据工业设计制作包含曲面形态模型及部件的实际要求,基于自主研发的小型真空吸塑成型机,采用控制变量法,测定了常用热塑性板材的吸塑加热软化温度及时间。对6种常用非金属模型材料制作的模具的吸塑性能,进行了大量实验及对比研究,并进行了方法与数据总结。该方法对于设计院校、设计公司、模型公司等均具有较好的实际意义和推广应用价值。

参考文献:

- [1] 刘玮,郑梅生,顾叶钱.一种高校实验室制作产品手板模型用真空吸塑机的设计研究[J].包装工程,2010,31(20):4-6.
- [2] 刘玮,顾叶钱,郑梅生.真空吸塑成型机:中国,ZL200920043506.5[P].2010-05-05.
- [3] 谭险峰.模具开放性和综合性实验教学的改革与实践[J].长沙大学学报,2006(1):105-107.
- [4] 张绍明,戴兴安.真空吸塑产品的质量控制[J].林产工业,2004(5):48-49.
- [5] 许明.冰箱内胆吸塑成型工艺优化方法研究[D].南京:江苏大学,2010.
- [6] 罗国忠.关于科学探究中的多因素问题研究[J].浙江教育科学,2007(2):32-34.
- [7] 曾常春.冰箱内衬开裂的影响因素及对策[J].塑料科技,2002,151(5):30-33.
- [8] 李玲玲.浅析我国塑料成型技术的发展[J].橡塑技术与装备,2003,29(1):26-30.

(上接第25页)

丽。从展示效果上看,整体形式感是第一位的^[9]。

书脊展示效果的整合设计,要从读者和市场需求着眼,从书脊与环境、书脊与读者、书脊之间和书脊内部信息等几方面着手,恰当地处理好书脊视觉冲击力与亲和力的关系。设计师应通过不同的视角和距离观察研究设计对象,用正确的方法和途径确保书脊整合设计取得最好的展示效果。

参考文献:

- [1] 百度百科.整合名词定义[EB/OL].(2009-02-14)[2011-04-17].
<http://baike.baidu.com/view/57967.htm>.
- [2] 励忠发.设计信息学[M].成都:四川美术出版社,2007.
- [3] 视觉设计研究所.七日掌握版面设计基础[M].张喆,译.北京:中国青年出版社,2004.
- [4] 杉浦康平.造型的诞生[M].李建华,译.北京:中国青年出版社,1999.
- [5] 王令中.视觉艺术心理[M].北京:人民美术出版社,2005.