

# 基于大数据分析的镁合金压铸模 CAD 集成系统研究

张艳琴<sup>1</sup>, 张占领<sup>2</sup>, 郭怀宫<sup>3</sup>

(1. 郑州城市职业学院电子信息工程系, 河南郑州 452370; 2. 郑州科技学院机械工程学院, 河南郑州 450064; 3. 北京金辉国际投资有限公司, 北京 100120)

**摘要:** 以镁合金笔记本电脑前盖压铸模设计为例, 介绍了基于大数据分析的压铸模CAD集成系统设计压铸模的一般过程。该系统不仅可以快速、合理地设计压铸模的侧抽芯和复杂的型腔结构, 还可以查询压铸模设计的相关专业数据和计算公式, 根据大数据分析, 指导压铸件及相关模具的设计。实践表明, 该系统能快速完成复杂型腔压铸模的设计, 对复杂镁合金压铸模的设计具有参考价值。

**关键词:** 镁合金; 大数据; 压铸模; CAD集成系统

当今世界, 人们注重可持续发展和环境保护, 开发和应用具有重量轻、可循环利用等特点的镁合金材料越来越受到世界各国的重视, 成为现代工业产品的理想目标材料<sup>[1]</sup>。由于其密度低、电磁屏蔽性好、强度和刚度高、减震性好、尺寸稳定性好、加工性能好、耐腐蚀、易加工、加工成本低、充填流动性好、可再生利用等特点, 已成为绿色环保金属材料<sup>[2]</sup>。随着科学技术的发展, 近年来, 原材料价格持续下降, 逐渐成为铁、铝、钢、塑料等常用材料的替代品, 已广泛应用于电子、通信、汽车、家用电器、仪器仪表、航空航天等领域。镁及镁合金的需求增长迅速, 据国际镁协会 (IMA) 统计, 我国原镁产量同比增长30.3%, 2010年达到65.38万t, 预计到2030年, 全球汽车保有量将翻一番, 达到10亿辆, 汽车电子行业对镁的需求将达到7%的年增长率。

镁合金压铸模具有浇注温度高、型腔复杂、结构件多、易高温粘结等特点<sup>[3]</sup>。采用传统的设计方法, 设计工作量大, 设计周期长。采用专用CAD集成系统对压铸模进行快速设计, 不仅可以缩短模具设计周期, 而且可以提高模具结构的合理性和精度<sup>[4]</sup>。智能制造是人工智能的主战场, CAD/CAM/CAE技术是现代模具设计的核心和重要发展方向<sup>[5]</sup>。本文将人工智能技术应用于镁合金压铸模的传统设计中, 采用大数据+专用镁合金压铸模CAD系统的开发思想, 利用VC++6.0与windows系列操作系统的集成开发环境, 开发了镁合金压铸模CAD系统基于大数据分析的合金压铸模CAD集成系统。该系统具有中文界面, 操作直观, 易学易用。镁合金压铸模设计准确、方便、快捷, 具有很大的商业价值<sup>[6]</sup>。

## 1 压铸成形工艺分析

### 1.1 压铸材料特性分析

笔记本电脑前盖是为了提高市场占有率, 国内某厂商开发的新产品。为了提高产品的竞争力, 课题组受委托对镁合金笔记本电脑前盖压铸模的设计和成形工艺进行研究, 以获得高质量的镁合金笔记本电脑前盖铸件。

压铸材料为AZ91D商用镁合金。其主要优点是密度低 ( $1.82 \text{ g/cm}^3$ ), 比强度高, 室温和高温力学性能好, 特别是冲击韧性好, 导电性和导热性好, 机械切削性

作者简介:

张艳琴 (1977-), 女, 硕士, 副教授, 主要研究方向为计算机辅助设计。电话: 13393746260, E-mail: 77656484@qq.com

中图分类号: TG249.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2020)06-0591-05

基金项目:

河南省科技攻关项目 (172102210534); 河南省高等高校重点科研资助项目 (20B520034)。

收稿日期:

2020-01-06 收到初稿,

2020-02-20 收到修订稿。

能好,耐腐蚀性好,压铸性能好,热裂纹小,表面光洁度好等。缺点是AZ91D的体积收缩率大(0.8%),容易在压铸件的最后凝固点形成集中缩孔。另外,AZ91D与模具具有很强的附着力,拆模后会产生粘连现象。

## 1.2 压铸件结构特点分析

镁合金铸件的几何形状和尺寸如图1所示,笔记本电脑前盖外形尺寸最大为350 mm×250 mm×20 mm,平均壁厚为0.6 mm。铸件周围有装配用的孔和槽,特别是侧面有装配用的矩形孔,有必要考虑侧向抽芯机构。为了简化模具结构,脱模机构采用斜顶出。根据设计要求,选用IT11作为配合件的高精度尺寸,选用IT12作为总精度尺寸。压铸件平行度公差和同轴度公差的最小值为0.1 mm。铸件采用圆角设计,使液态金属流动更加顺畅,气体容易排出,避免了尖角产生的裂纹。圆角的值 $R$ 为0.5~1 mm。铸件内表面脱模角度 $\beta=1^\circ$ ,外表面脱模角度 $\alpha=1^\circ$ 。铸件前盖粗糙度内表面为1级, $Ra=0.8 \mu\text{m}$ ;外表面为2级, $Ra=1.6\sim 3.2 \mu\text{m}$ ;其余为3级, $Ra=3.2\sim 6.3 \mu\text{m}$ ,均要求为压铸自然表面,无二次加工。

## 1.3 压铸件使用性能要求

铸件成形后,应进行表面硬度、疲劳强度、冲击和旋转弯曲疲劳试验。合格后方可使用。要求铸造过程中不允许出现裂纹、缩松、气孔、夹杂等铸造缺陷。镁合金压铸工艺可以克服上述缺陷,是一种理想的成形方法。

## 2 压铸设备与模具设计参数

在本次设计中,可以使用CAD集成系统进行三维实体造型,也可以使用其他专业造型软件(如UG-NX、Pro/E)进行造型,然后导入CAD集成系统。铸件的体积和质量可以通过系统手册查询和相关的尺寸计算模块进行计算。铸件的投影面积为123 mm<sup>2</sup>,体积为29.9 cm<sup>3</sup>,质量为54.4 g,根据铸件的型腔和产量要求,确定型腔数为一模一腔。浇注系统和溢流槽的总体积为74.1 cm<sup>3</sup>,质量为134.8 g,计算得出镁合金熔体的总浇注质量为1892 g,压铸机所需的最小锁紧力为1 212 kN。

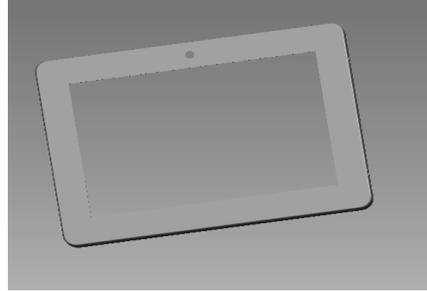


图1 笔记本电脑前盖三维造型

Fig. 1 Three dimensional modeling of laptop outer back shell

选用J1118H(180T)1 800 kN卧式冷室压铸机,最大锁模力为1 800 kN,最大开模行程为350 mm,压射力为200 kN,一次金属注射量为700 g,满足生产需要。

## 3 镁合金压铸模CAD集成系统

压铸模设计的主要工作是创建压铸模的成形零件,包括型腔、斜滑块、浇注系统、顶出机构等,具体设计过程如下:首先建立铸件的三维模型,设定镁合金材料的收缩率,设定模具分型面,自动生成压铸模成形零件,调用镁合金压铸模标准模架和标准件,修改细节,完成设计。

### 3.1 设计流程

压铸模设计过程:建立三维图;引导系统建立压铸模成形零件,包括设定收缩率、分型面选择、凸凹模腔、周边斜滑块、中心浇道和分流道设计;引导系统调用标准模架和标准件,最后设计点浇口、顶出机构和压铸模的加热和冷却系统,具体流程见图2。压铸模CAD集成系统大大节省了数据查询和三维建模的时间,由传统压铸模的设计时间18天缩短到1天左右,大大节省了压铸模的设计时间,提高了设计效率。

### 3.2 设置分型面

分型面是模具设计和制造的基准面。它直接影响到模具的加工工艺和压铸成形的效率和效果。取零件最大外径截面为分型面,斜顶出四个扣位。模具结构简单,制造方便。根据铸件的结构分析,本设计选用单分型面。

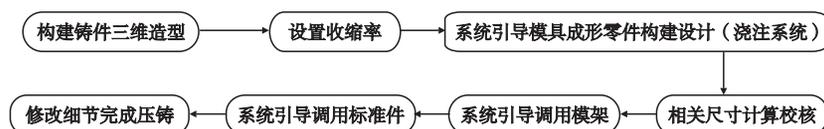


图2 压铸模设计具体流程

Fig. 2 Specific design process of die casting die

### 3.3 模具工作零件构建

借助压铸模CAD集成系统，通过设定镁合金材料的收缩率（0.8%），系统可以自动生成压铸模的成形零件，包括凸凹模、斜滑块和浇注系统。整个过程由软件自动生成，避免了人为误差，模具型腔尺寸更精确。系统自动生成的型芯和型腔如图3所示。

从图4可以看出，压铸模CAD集成系统包括模架库参数的选择、模架库调用、零件库调用、手册查询、各类尺寸计算公式、模具冷却及加热系统、注射机校核、模具价格估算系统等。为了简单起见，只须模具设计的专业技术人员用鼠标点击选择，点击按钮，调出相应的模具设计子菜单。

### 3.4 标准模架调用

用户在客户端成功配置相关环境并安装组件后，可以在基于大数据分析的镁合金压铸CAD集成系统的菜单栏和工具栏上加载相关模块的控制按钮（图4）。

### 3.5 标准零件调用

选择“调用零件库”按钮，该按钮有三个子菜单，即导向定位机构、脱模机构和标准件，如图5所示。选择菜单按钮，调用用户界面，然后选择所需部

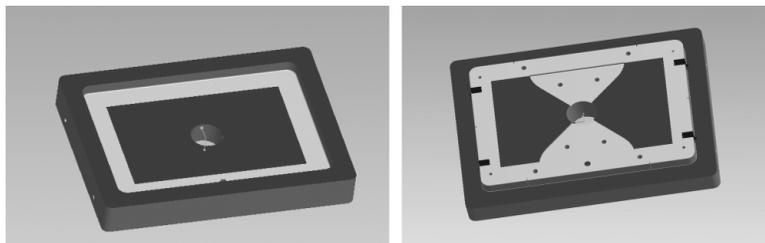


图3 压铸模成形零件Mold

Fig. 3 Molded parts of die casting die formed by using CAD integrated system

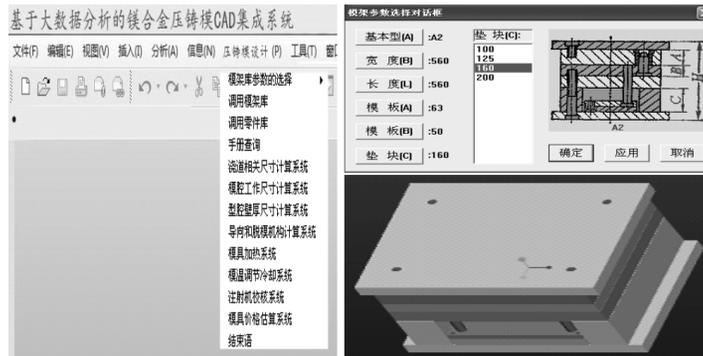


图4 镁合金压铸模CAD集成系统及标准模架调用界面

Fig. 4 CAD integrated system of magnesium alloy die casting die and standard die base interface

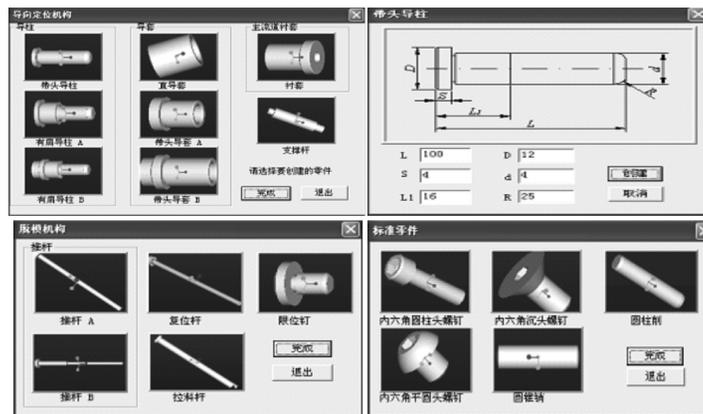


图5 镁合金压铸模CAD集成系统标准零件调用界面

Fig. 5 The interface of standard parts in CAD integrated system of magnesium alloy die casting die

件的图标。将显示“零件参数输入”对话框。输入参数后，单击“创建”以生成所需的零件。点击菜单按钮“调用零件库导向定位机构”显示的用户界面，点击导向柱图标显示的操作界面，在标准件库建设中，系统组建了导向件、顶出件、冲头、浇口套等常见压铸模标准件，以方便模具设计人员调用。

### 3.6 压铸模三维总装图

根据系统引导，调用标准模架和标准件，然后调用压铸模的成形零件。修改模具细节后，完成压铸模总体设计，三维总装图如图6所示。压铸模总体设计完成后，经模具运动干涉检查确认后，即可进行下一步数字化制造。在系统的引导下，模具设计的所有工作只需进行逐步的计算和调用，不需要对各个零件进行重复的模具建模和装配，避免了大量重复的工作，不仅减少了专业技术人员的工作量，而且大大缩短了模具设计时间。

### 3.7 压铸模二维工程图

压铸模三维装配图完成后，系统的“工程图”模

块可直接生成二维装配图（图7），便于安装和装配。单个零件也可以直接生成二维工程图，方便了传统加工方法对单个零件的加工。从二维装配图可以看出镁合金压铸模的整个工作过程。从图7可以看出，模具整体侧抽芯机构采用斜顶机构，模具结构简单，减少了模具型腔的相对运动部件，避免了由于模具型腔温度过高造成模具型腔相对运动部件烧结而导致压铸模损坏。

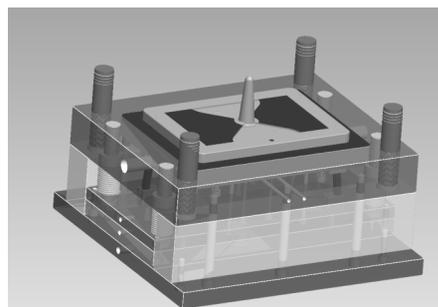
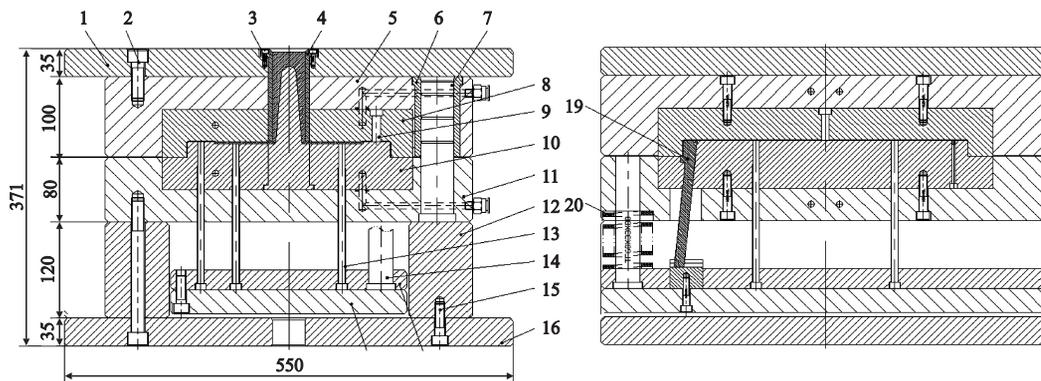


图6 压铸模总体结构

Fig. 6 Overall structure of die casting die



1. 定位座板 2, 15. 内六角螺钉 3. 浇口套 4. 定位螺钉 5. 定模固定板 6. 导套 7. 导柱 8. 定模型腔 9. 内六角螺钉  
10. 动模型芯 11. 动模固定板 12. 支撑板 13. 推杆 14. 复位杆 16. 动模座板 17. 推杆固定板 18. 推板 19. 斜顶 20. 复位弹簧

图7 压铸模二维装配图

Fig. 7 Two-dimensional assembly drawing of die casting die

## 4 结束语

以笔记本电脑前盖为例，介绍了基于大数据分析的镁合金压铸模CAD集成系统的开发思路和操作过程。该系统面向企业实际应用，其主要功能包括压铸模标准模架及零件库、压铸模设计手册查询、压铸模型腔尺寸计算及验证系统、压铸模价格评估系统等，可以摆脱压铸设计中复杂的查询工作，实现快速压铸模具设计的数字化和智能化，使压铸专业人员摆脱大量的重复劳动，有更多的时间进行创新设计。

**参考文献:**

- [1] 潘帅, 李强, 于宝义, 等. 镁合金半固态研究进展 [J]. 稀有金属材料与工程, 2019, 48 (7): 2379-2385.
- [2] 赵艳红, 孟昭昕, 黄勇, 等. 铝合金外壳半固态压铸数值模拟与工艺优化 [J]. 铸造, 2016, 65 (4): 351-354.
- [3] 朱阳. 基于ProCAST的汽车挂车阀压铸工艺优化 [J]. 铸造, 2019, 68 (10): 1155-1158.
- [4] 祁明凡, 康永林, 朱国明, 等. 镁合金薄壁件压铸成形的工艺及数值模拟 [J]. 中国有色金属学报, 2017, 27 (3): 448-458.
- [5] 朱洪军, 程瑞. 发动机悬挂支架压铸件的开发 [J]. 特种铸造及有色合金, 2019, 39 (1): 35-37.
- [6] 赵杰, 陈荣发, 黄志刚, 等. 数值模拟在镁合金钉枪枪体压铸工艺优化中的应用 [J]. 铸造, 2015, 64 (8): 758-761.

---

## Study on CAD Integrated System of Magnesium Alloy Die Casting Die Based on Big Data Analysis

ZHANG Yan-qin<sup>1</sup>, ZHANG Zhan-ling<sup>2</sup>, GUO Huai-gong<sup>3</sup>

(1. City University of Zhengzhou Department of Electronic Information Engineering, Zhengzhou 452370, Henan, China;  
2. University for Science & Technology Zhengzhou College of Mechanical Engineering, Zhengzhou 450064, Henan, China;  
3. Beijing Jinhui International Investment Co., Ltd., Beijing 100120, China)

**Abstract:**

Taking the design of the die casting die for the front cover of the magnesium notebook computer as an example, the general process of the die casting die design using the CAD integrated system of the die casting die based on big data analysis is introduced. The system can not only design the side core pulling and complex cavity structure of the die casting die quickly and reasonably, but also query the relevant professional data and calculation formula of the die casting die design, and guide the design of the die castings and related molds according to the big data analysis. The practice shows that the system can quickly complete the design of the die casting die with complex cavity, and has reference value for the design of the complex magnesium alloy die casting die.

**Key words:**

magnesium alloys; big data; die casting die; CAD integrated system

---