DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.04.020

基于 Pro/E 与智能模具设计系统的镁合金压铸模设计

张艳琴[1],张占领[2]
(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)

摘　要:以智能手机镁合金外壳压铸模设计为例,介绍了基于 Pro/E 平台开发的智能模具设计系统,并进行了镁合金压铸模设计。该系统可快速合理地设计压铸模侧抽芯机构和复杂型腔结构,并能查询与压铸模设计相关的专业资料和计算公式。结果表明,系统能提高复杂型腔模具的设计效率,对复杂镁合金压铸模具的设计具有参考价值。

关键词:智能模具设计系统;压铸模;手机外壳;镁合金
中图分类号:TG249　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)04-0406-04

Magnesium Alloy Die Casting Design Based on Pro/E and Intelligent Die Design System

ZHANG Yanqin[1], ZHANG Zhanling[2]
(1. Department of Electronic Information Engineering, City University of Zhengzhou, Zhengzhou 452370, China; 2. College of Mechanical Engineering, University for Science & Technology Zhengzhou, Zhengzhou 450064, China)

Abstract: Taking the die-casting mold design of the magnesium alloy shell of smart phones as an example, the intelligent mold design system based on Pro/E platform was introduced, and the magnesium alloy die-casting mold design was carried out. The system can quickly and reasonably design the side core-pulling mechanism and complex cavity structure of the die casting mould, and can query the professional data and calculation formula related to the die casting mould design. The results show that the system can improve the design efficiency of complex cavity die, and has reference value for the design of complex magnesium alloy die casting die.

Key words: intelligent mold design system; casting die; mobile phone housings; magnesium alloys

采用现代设计手段进行压铸模设计,即可以缩短模具设计周期,又可以提高模具结构的合理性和精度[1]。CAD/CAM/CAE 技术被认为是现代模具设计的核心和重要发展方向。本文镁合金压铸模智能模具设计系统是基于 Pro/Engineer 软件平台,利用该软件的二次开发工具 Program、Pro/Toolkit 开发模块及相关软件接口,采用 Windows 系列视窗化操作系统集成开发环境开发出品,该系统中文界面,可视化操作,易学易用,镁合金压铸模设计更加准确、方便、快捷,具有很大的商业价值。

当今,在人们关注可持续发展和环境保护的同时,凭借质轻和可回收等应用特点的镁合金材料的开发和应用日益受到世界各个国家的重视,且日益成为现代工业产品的理想目标材料。由于其密度小(1.75~1.90 g/cm^3)、电磁屏蔽性好、强度和刚度高、良好的减震性、尺寸稳定性好、具有优良的加工性能、抗腐蚀性、易加工和加工成本低、良好的充型流动、可再生利用等特点,成为一种迅猛发展的绿色环保合金材料。伴随着技术的发展,近些年来其价格日益下降,以逐渐成为铁、铝、钢和塑料等常用材料的替代品,其在电子、通讯、汽车、家电、仪表、航空航天等领域的应用也越来越多。汽车电子行业的镁需求量将达到每年 7%的增长速度。

1　镁合金铸件工艺分析

1.1　镁合金材料特性分析

铸件材料为 AZ91D 商业镁合金,其密度较小(1.82 g/cm^3),比强度高;在常温和高温下都具有良好的力学性能,尤其时冲击韧性比较好;有较好的导电性和导热性;机械切削性能也很好;耐腐蚀性能好;具备良好的压铸性能,较小的热裂性以及较好的表面粗糙度。但是 AZ91D 具有较大的体积收缩率

收稿日期:2018-11-12
基金项目:河南省科技攻关项目(172102210534);郑州市名师工作室资助项目(郑教高[2015]70 号)
作者简介:张艳琴(1977-),女,山东郓城人,硕士,副教授.研究方向:计算机辅助设计.电话:13393746260,E-mail:77656484@qq.com

(0.8%)，压铸件冷却凝固的最后凝固处易形成集中缩孔。此外，AZ91D 对模具具有较强的黏附性，在脱出压铸件时会出现黏附现象。

1.2　镁合金铸件结构特性分析

图 1 为镁合金手机壳铸件的几何形状与尺寸示意图。可以看出，手机壳后盖外观最大轮廓尺寸为 138 mm×70 mm×9 mm，手机壳前盖外观最大轮廓尺寸为 138 mm×70 mm×3.5 mm，平均壁厚为 0.6 mm，手机壳前后盖的周围均有装配用的孔和槽，特别是侧向有安装矩形孔，需要考虑侧向抽芯机构。根据设计要求，零件配合部位的高精尺寸选取 IT11，外部尺寸选用 IT12。压铸件的平行度公差和同轴度公差最小值 0.1 mm，铸件设计为圆角优点使金属液流动更为通畅，气体易排出，还可以避免因锐角而产生裂纹。内圆角取值 r 取 0.5~1 mm。取手机外壳内表面脱模斜度 β=1°，外表面脱模斜度为 α=1°。手机外壳内表面为 1 级，R_a=0.8 μm；外表面为 2 级，R_a= 1.6~3.2 μm；其他表面为 3 级，R_a=3.2~6.3 μm，要求表面均为压铸自然表面，无需二次加工。

1.3　镁合金铸件使用性能要求

手机外壳成品铸件成型后，需要进行表面硬度、疲劳强度、冲击和旋转弯曲疲劳等力学性能指标测试。这就要求在铸件的成形过程中不允许出现裂纹、收缩、包覆、气孔、夹杂物等压铸缺陷。镁合金压铸工艺能较好地克服上述缺陷，是一种理想的成型方法。

2　镁合金压铸设备及模具设计参数

采用智能模具设计系统进行三维实体造型，可以利用智能模具设计系统强大的体积和质量分析模块进行计算。利用三维软件零件建模模块构建出铸件三维造型后，可以分析测得手机外壳压铸件出铸件件投影面积为 24.492 mm^2，手机外壳压铸件总体积为 35.2 cm^3，铸件质量为 84.5 g。由铸件的图样及产量等要求，该模具的型腔数确定为一模两腔，一次成型出手机外壳的前后两个铸件。铸件在同一水平线上成型，有利于金属液的填充型腔。一模两腔浇注系统及溢流槽总体积为 144.3 cm^3，从而可算出，总浇注质量为 346.3 g，压铸机所需最小锁模力 1 212 kN，选定 1 800 kN 卧式冷室压铸机，最大锁模力 1 800 kN，该压铸机动模座板行程 350 mm，压射力 200 kN，一次金属注入量（镁合金）0.7 kg，可以满足生产需要。

3　基于智能模具设计系统镁合金压铸模设计

镁合金压铸模设计主要工作是模具成型零件的构建，包括模具型腔、斜滑块、浇注系统，推出系统等。具体设计过程如下：先构建铸件三维模型、设置镁合金材料收缩率，模具分型面设计、模具成型零件自动生成、调用镁合金压铸模标准模架及标准件，修改细节并完成设计。

3.1　具体流程

图 2 为手机壳体压铸模具设计流程图。具体流程包括：①进入“零件”模块系统，构建手机壳体三维模型；②进入“制造”模块系统中的“模具型腔”模块，建构出模具成型零件（包括设置收缩率，分型面选择、模具凸凹模型腔、四周斜滑块、中心浇注流道）；

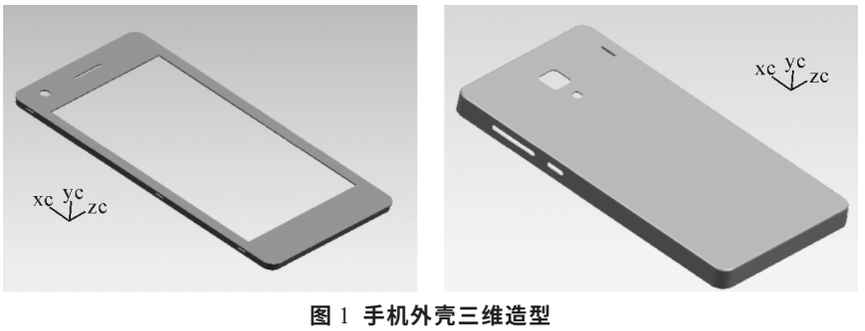

图 1　手机外壳三维造型

Fig.1　Three-dimensional modeling of mobile phone shell

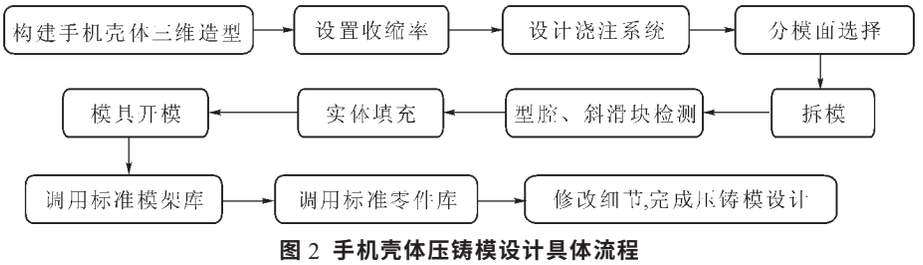

图 2　手机壳体压铸模设计具体流程

Fig.2　Design flow of die casting die for mobile phone shell

③进入“组件”模块系统，调用智能模具设计系统中的标准模架库及标准零件库（自行开发），设计浇注系统分流道及点浇口以及推出机构等细节，完成压铸模设计。标准模架和标准件库是智能模具设计系统的主体部分，是基于镁合金压铸模设计手册设计的，大大节约了查阅资料以及三维建模的时间，压铸模设计有传统设计的 18 天减少到 2 天左右，很大程度上节约了压铸模设计的时间，提高了设计效率。

3.2 分型面选择

镁合金压铸模分型面是模具设计、制造的基准面。它直接影响着模具加工的工艺及压铸成型的效率和效果。将分型面选取在零件的最大圆周截面上，抽芯采用斜顶结构会使模具结构简单些。根据铸件的结构分析得，选用单分型面，分型面的位置选在铸件最大截面处。

3.3 模具成型零件构建

图 3 为智能模具设计系统自动生成的模具型芯和型腔。利用智能模具设计系统，进入模具“制造”模块，不用进行大量的传统模具设计的型腔尺寸计算，只需要设置镁合金材料收缩率（0.8%），就能够非常方便的自动生成模具型腔及斜滑块。流程是：新建菜单—选“制造”—选“模具型腔”—调入铸件三维模型—设置收缩率—设计分型面—设计浇注系统—系统自动拆模—完成压铸模成型零件设计。软件系统会自动生成压铸模凸凹模、斜滑块及浇注系统。由于整个过程是由软件自动生成，避免人为错误，模具型腔尺寸更精确。在具体的操作工程中，需要熟练运用一些复杂的曲面工具命令，需要经过一定时间的练习才能掌握，也是复杂模具设计工作的难点，也是压铸模设计的关键。

3.4 标准模架库的调用界面

Pro/Engineer 软件公司为专业技术人员预留了程序接口。通过使用 Pro/TOOLKIT 开发模块，该模块可以开发出适用于模具设计者的专用模具设计系统，该系统是在 Pro/Engineer 软件平台的集成开发环境下，采用 Visual C++ 6.0 语言开发工具，在 Windows 系列视窗化操作系统集成开发环境下，生成的可视化操作，易学易用的中文操作界面。图 4 为操作界面示意图，正在调入压铸模标准模架。可以看出，压铸模智能模具设计系统包括模架库参数的选择、调用模架库、调用零件库、手册查询、各类尺寸计算公式、模具加热及冷却系统、压铸机校核、模具价格估算系统等，几乎囊括了压铸模设计的所有需要查询计算的资料，界面是中文的，系统有下拉菜单，人机交互好，操作简单，只需要模具设计专业技术人员用鼠标点选即可，单击按钮将调用相应的智能模具设计子菜单。

3.5 压铸模总体结构

在智能模具设计系统“组件”模块下，调入标准模架及标准零件，再调入压铸模成型零件，进行简单虚拟装配后，经过模具细节修改，完成了压铸模总体设计，其总体结构如图 5 所示。压铸模总体设计完

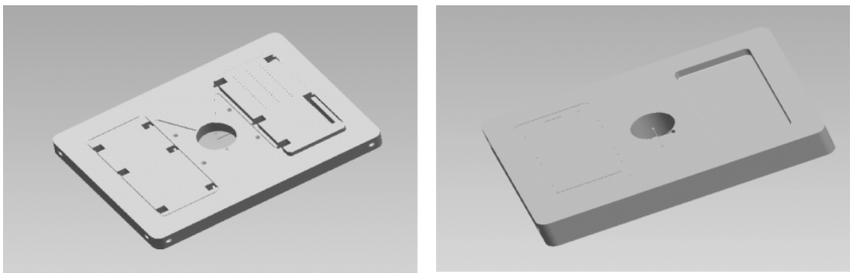

图 3 模具型芯和型腔
Fig.3 Die core and cavity

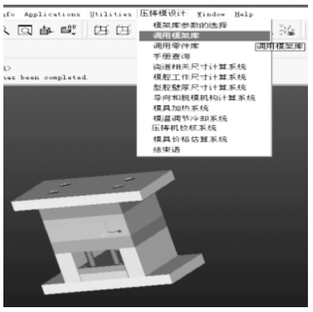

图 4 智能模具设计系统及标准模架库调用界面
Fig.4 Intelligent mould design system and standard mould base library call interface

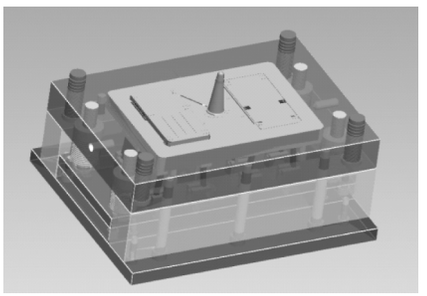

图 5 压铸模总体结构
Fig.5 Overall structure of die casting die

成，经模具运动干扰检查，确认无误后，可以进行数字化制造。可以看出，模具模架和标准零件的实体特征是通过使用 Pro/Engineer 软件的基本特征建模命令来构建的，操作相对简单。使用 Pro/Engineer 族表模块可以方便地创建标准模架库和标准件数据库，从而可以不用重复创建标准模架及标准件模型，直接通过智能模具设计系统调用即可，避免了大量重复工作，即减轻专业技术人员工作量，又大大节省了模具设计时间，缩短了模具设计周期。

3.6　压铸模工程图

压铸模三维装配图完成后，利用智能模具设计系统的“工程图”，可以直接转化成二维装配图（见图 6），便于安装装配。单个零件也可以直接转化成二维工程图纸，便于传统加工方法进行单个零件加工，从二维工程图中可以看出镁合金压铸模的整个工作过程。可以看出，整套模具测抽芯机构采用斜顶机构，模具结构简单，减少了型腔相对运动零件，避免了压铸模模具型腔温度过高，型腔相对运动零件发生烧结，造成模具损坏。

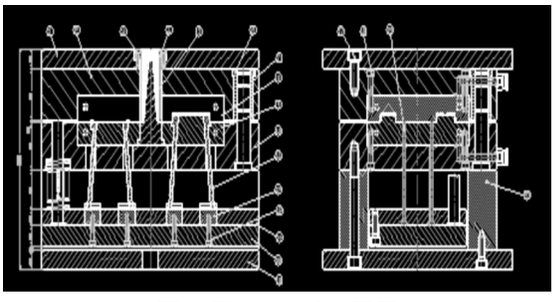

图 6　压铸模二维装配图

Fig.6　Two-dimensional assembly drawing of die casting die

4　压铸模设计注意事项

（1）智能模具设计系统非常适合我国国情，人机交互好，操作简单，但要求对常见三维软件操作有一定的熟悉程度，掌握软件的常见特征操作命令是很有必要的，只有熟练应用该系统后，才能提高模具设计的效率。

（2）模具适合工业化大生产，要求产品批量大，成型后的零件应尽量减少切削工艺，提高材料利用率，降低生产成本，否则模具设计的意义就会丧失。

（3）压铸模成型零件中有斜滑块，要求在模具开模或合模时有一定的相对运动，在压铸模工作过程中，应防止模具温度过高，否则模具型腔内滑块会发生烧结，造成模具损坏，最好加设模温机，但镁合金易氧化燃烧，遇水会爆炸，在用模温机调节模具温度时，应用油冷，严谨水冷，以免发生危险。

（4）压铸模智能模具设计系统只需要构造压铸模成型零件，其他零件如模具模架、紧固螺栓等标准件只需从系统中调用，不用建模，使主次清晰，更有利于模具设计工作。

（5）压铸模设计应在模具分型面位置设置合理的间隙，以便排除模具内腔气体，过大会产生镁合金液飞溅，过小不便气体排除。

5　结论

在 Pro/Engineer 软件平台上，结合镁合金压铸模设计手册的数据和计算公式，开发出了面向企业的镁合金压铸模智能模具设计系统。该系统包括压铸模标准模架库和零件库、压铸模设计手册查询、压铸模型腔尺寸计算和验证系统、压铸模价格评估系统等，摆脱了模具设计中复杂的查询工作，实现了压铸模设计数字化和智能化，为后续的压铸模数字化制造与仿真提供了基础。

参考文献：

[1]　余国康，王小冬，张方敏，等. 镁合金铸件的安全生产[J]. 铸造技术，2017，38(10)：2541-2543.

技术资料邮购

《铸造实用生产技术集锦》

《铸造实用生产技术集锦》本书由李德臣教授级高工编著。共七章：1、重大铸件生产技术；2、耐热耐磨产品生产技术；3、耐蚀耐磨产品生产技术；4、耐磨产品生产技术；5、铸造工艺设计；6、铸造用辅助产品生产技术；7、铸造与哲学。特快专递邮购价：97元。

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071