

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.08.018

数码相机壳体模具设计*

李威力,郭辰光,李源

(辽宁工程技术大学机械工程学院,辽宁阜新 123000)

摘要:应用 UG/NX 建模分析软件对数码相机壳体建模,分析数码相机壳体的结构、功能、工艺特点。壳体表面存在不同尺寸孔结构且配合精度要求较高,而数码相机壳体是相机表面组成注塑件,与人体直接接触,过渡处采用倒角设计。设计计算了数码相机壳体注塑模具的浇注系统、冷却系统。针对壳体表面多孔的结构特点,在四个方向孔结构处设计了斜导柱滑块抽芯机构,并对斜导柱抽芯力、弯曲力和斜导柱长度进行计算。经实践验证,数码相机壳体注塑模具运动准确,工作稳定,满足生产要求。

关键词:数码相机壳体;注塑模具;侧抽芯;注塑工艺

中图分类号: TQ320.662 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)08-0077-05

Design of Mold for Digital Photograph Shell

Li Weili, Guo Chenguang, Li Yuan

(College of Mechanical Engineering, Liaoning Technology University, Fuxin 123000, China)

Abstract : The modeling of digital camera shell which based on the UG / NX modeling and analysis software was finished. The structure, function and process characteristics of the digital camera shell were analyzed. Varied holes were covered with the surface of digital camera shell. It was one part of camera which contacted with people directly. Chamfers were used in the transition. The injection mold casting system and cooling system of digital camera shell were designed. According to the structure of the surface holes of shell, the oblique guide pillar slide block core-pulling mechanism was designed beside the four holes. The core-pulling force, bending force and the length of the inclined guide pillar were calculated. The research shows that the digital camera shell injection mold is designed with the properties of stability movement, working accuracy, can meet the production requirements.

Keywords : digital photograph shell ; injection mold ; side core-pulling ; injection process

21 世纪塑料制品正在不断取代传统金属制品,充斥着人们生活的方方面面。电子产品壳体是现代家庭生活中常见的注塑件,其注塑模具的设计尤其重要^[1-2]。随着计算机辅助设计技术的发展,其在模具设计中获得了广泛应用^[3-4]。笔者基于 UG/NX 建模分析软件,设计了数码相机壳体的注塑模具。数码相机壳体是典型注塑件,结构复杂、表面精度要求较高。壳体直接和人体手部接触,结合人机工程设计过渡倒角^[5],倒角不仅能满足注塑模具工艺方面要求,也能在脱膜时减少模具磨损,延长模具寿命,增加企业效益。

1 数码相机壳体结构与工艺分析

1.1 塑料件结构分析

数码相机壳体采用大批量注塑工艺生产,其结构形状如图 1 所示。

注塑材料选取丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS)。为了保证数码相机壳体脱膜方便,设计数

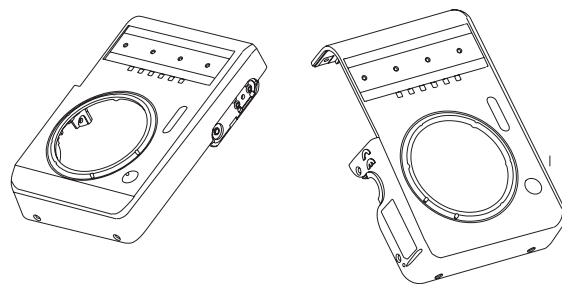


图 1 数码相机壳体结构

码相机壳体注塑件精度为 MT2^[6],拔模斜度为 1°。机壳总体长度为 89 mm,宽度为 60.5 mm,高度为 14.5 mm;数码相机壳体上表面有一个直径为 36 mm 的圆孔和四个直径为 0.6 mm、一个直径为 6.4 mm 的小孔。在数码相机壳体侧面均布两个直径为 0.9 mm 的小孔,孔为配合结构,尺寸精度要求

* 辽宁省科技计划项目 (20131043)

联系人:郭辰光,讲师,主要从事先进制造技术研究

收稿日期:2015-05-18

较高。

1.2 塑料件注塑工艺性分析

数码相机壳体要求质地均匀、表面质量高,需要在注塑前对注塑材料 ABS 进行预处理:在一定温度下预热 2~3 h,温度保持在 70~85℃,使注塑材料受热均匀,充分去除材料中所含水分。在将注塑材料经由注塑料筒加热注塑到模具型腔之前,需要将注塑材料液化以增强材料在型腔中的流动性^[7],加热使料筒前、中、后各区间段温度分别保持在 180~200,165~180,150~170℃。此外为了防止注塑到模具型腔中的高温液态注塑材料和低温的模具直接接触而造成瞬时急剧冷却收缩,要在注塑过程中使模具温度维持在 30~60℃。当注塑材料填充整个模具型腔时,原来存在于型腔中的空气会被压缩,增大型腔内部压力,设计适度的锁模力以防止注塑材料因受挤压而从凸凹模接触缝隙溢出产生熔接痕。注塑型腔内压力过大还会造成注塑材料直接和凸凹模接触发生粘接现象。考虑在注塑材料充满整个型腔冷却过程中,由于熔融材料的固化收缩产生残次品,设计计算出系统凝料体积。

图 2 是经 UG/NX 三维建模分析软件绘制的数码相机壳体三维模型,由软件直接分析计算出数码相机壳体积 12.441 cm³。注塑材料 ABS 的密度为 1.05 g/cm³,则数码相机壳体质量为 13.06 g。根据数码相机壳体的整体尺寸和结构特点,注塑模具设计采用一模一腔的注塑工艺,以保证注塑件注塑质量和模具的运动精度。在实际生产应用中注塑机的实际注射量为其理论注射量的 60%~80%^[8],选择宁波双盛塑料机械有限公司生产的 SSF380-k5 型注塑机,参数见表 1。



图 2 数码相机壳三维造型

表 1 SSF380-k5 型注塑机参数

名称	参数	名称	参数
理论注射容量 / cm ³	48	锁模力 / kN	380
螺杆长径比	18.4	拉杆间距 / mm	240 × 240
注塑压力 / MPa	187	移模行程 / m	235
注射速率 / (g · s ⁻¹)	35	最大模具厚度 / mm	270
塑化能力 / (g · s ⁻¹)	4.3	最小模具厚度 / mm	80
模具定位孔直径 / mm	80		

2 模具总体结构设计

2.1 分型面的选取

数码相机壳体结构复杂,表面均布有尺寸不一的孔,侧面存在半圆形孔结构,因此对于数码相机壳体分型面的选取,将直接影响注塑件质量和注塑效率。此外分型面的选取不仅关系到脱膜顺利与否、注塑件质量,同时对模具的使用寿命也有直接影响。选取数码相机壳体最大截面轮廓位置作为分型面^[9],如图 3 所示,如此不仅增强注塑材料在模具型腔内的流动性还能保证注塑件顺利脱模,抽芯方便,脱膜后数码相机壳体表面精度和注塑件的整体艺术效果。

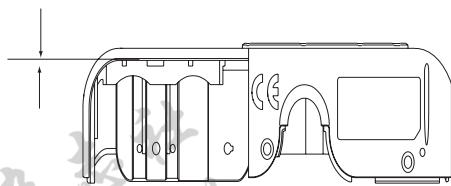


图 3 分型面选取图

2.2 浇注系统设计

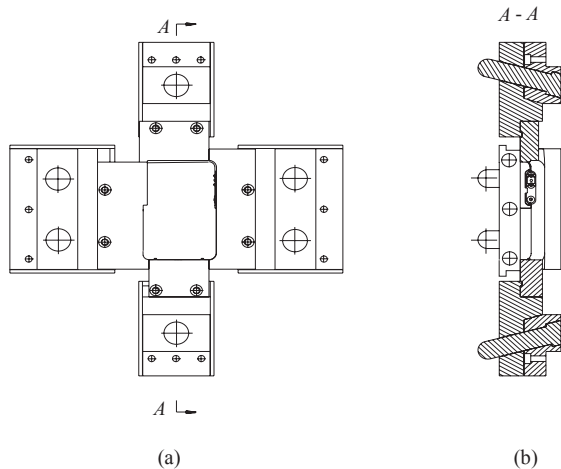
浇注系统的设计往往凭借设计者的经验,在分析产品结构时,预考虑可能在注塑件上出现的缺陷,发生变形的结构,并在模具设计中预先采取必要措施将其避免。在数码相机壳体注塑模具设计中,浇口套与定模板间的配合采用 H7/m6 的过渡配合精度,主流道进料直径为 4 mm,主流道的球面凹坑半径为 12 mm,定位环直径为 63.5 mm。为提高注塑效率和保证注塑件质量,设置冷料穴,保证了注塑料在型腔的流动性,提高数码相机壳体的质量和艺术效果。冷料穴用来存储注塑过程中在模具型腔流出的废料,冷凝料最后由拉料杆拉出。分流道主要用来辅助主流道对注塑件进行材料注塑,针对本设计中数码相机壳体采用圆形截面分流道,直径为 6 mm。浇口的形状^[10-11]和位置^[12]的选择也至关重要,设计“香蕉型”潜伏式矩形浇口,浇口截面积为 1 cm²,长度为 1 mm,浇口可以增加 ABS 的流动性,促进浇注材料迅速冷却,缩短成型周期,增加企业效益。

2.3 侧向抽芯机构的设计

根据模腔的设计要求,在四个孔结构方向处,设计数码相机壳体斜导柱滑块抽芯机构^[13-14],如图 4 所示。

抽芯力 F_1 按式 (1) 计算:

$$F_1 = l' h P_2 (f_2 \cos \beta - \sin \beta) \quad (1)$$



a—俯视图; b—全剖左视图

图4 侧向抽芯机构图

式中: l' ——型芯被塑料件包紧部分断面周长, mm;

h ——成型部分深度, mm;

P_2 ——塑料件对型芯单位面积挤压力, MPa;

f_2 ——摩擦系数;

β ——脱模斜度, ($^\circ$)。

$l'=2\pi\text{ mm}$, $h=3\text{ mm}$, $f_2=0.1$, $P_2=10\text{ MPa}$, $\beta=1^\circ$, 代入式(1)计算得: $F_1=346.61\text{ N}$ 。

斜导柱所受弯曲力 F_2 按式(2)计算:

$$F_2 = \frac{F_1}{\cos \alpha} \quad (2)$$

式中: α ——斜导柱倾斜角, ($^\circ$)。

将 $F_1=346.61\text{ N}$, $\alpha=15^\circ$ 代入式(2), 计算得: $F_2=358.83\text{ N}$ 。

斜导柱长度 l_x 按式(3)计算:

$$l_x = \frac{D}{2} \tan \alpha + \frac{h'}{\cos \alpha} + \frac{d}{2} \tan \alpha + \frac{S}{\sin \alpha} \quad (3)$$

式中: D ——斜导柱固定部分大端直径, mm;

h' ——斜导柱固定板厚度, mm;

d ——斜导柱直径, mm;

S ——斜导柱抽芯距, mm。

将参数 $D=20\text{ mm}$, $d=14\text{ mm}$, $h'=80\text{ mm}$, $S=9.5\text{ mm}$ 代入式(3), 计算取整得: $l_x=70\text{ mm}$ 。

经校核斜导柱尺寸满足设计要求。斜导柱与定模板之间采用 H7/m6 过渡配合, 为减少摩擦作用, 设计斜导柱与斜导柱孔之间的间隙为 $0.5 \sim 1\text{ mm}$ 。

2.4 冷却系统的设计

冷却系统的设计需要根据所需冷却液的体积流量设计冷却水道。冷却水体积流量 q_v 按式(4)计算:

$$q_v = \frac{WQ_1}{\rho c_1 (t_1 - t_2)} \quad (4)$$

式中: W ——单位时间内注入模具中的塑料熔体质量, g/s;

Q_1 ——熔融状态的塑料进入型腔的温度到塑料件冷却至脱模温度, 塑料熔体所释放的单位热流量, kJ/kg;

ρ ——冷却水的密度, kg/m^3 ;

c_1 ——冷却水比热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;

t_1 ——冷却水的出口温度, $^\circ\text{C}$;

t_2 ——冷却水的进口温度, $^\circ\text{C}$ 。

将 $W=75\text{ g/s}$, $Q_1=400\text{ kJ/kg}$, $t_2=30^\circ\text{C}$, $t_1=60^\circ\text{C}$, $c_1=4.2\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, $\rho=1000\text{ kg/m}^3$ 代入式(4)计算出所需冷却水体积流量: $q_v=7.14 \times 10^{-4}\text{ m}^3/\text{min}$ 。

由计算结果可知, 所需冷却水体积很小, 注塑过程中产生的热量较少。若针对如此小流量水设计降温流道, 将直接增加模具的制造难度和制造成本。从经济性考虑, 在注塑模具中不设计冷却水道, 而采用在注塑过程中, 局部温度较高处设置风冷机构, 通过加快空气流动, 实现注塑降温冷却。

3 模具工作原理

数码相机壳体注塑模具整体结构如图5所示。按注塑模具工作原理划分, 数码相机壳体注塑模具工作过程可分为四个阶段: 第一阶段, 注塑。整套模具处于闭合状态, 注塑机经由注塑料筒注射模具型腔中熔融状态 ABS, 注射完毕后保压、冷却。第二阶段, 凸凹模分离。动模座板1在注塑机的带动下, 向远离凹模7方向移动, 复位杆21通过螺纹连接着固定板14和动模座板1, 凸模25固定在凸模固定板4上随固定板14一起向远离凹模方向移动。当凸模移动一定程度时, 斜导柱16带动滑块15向外侧移动, 凸凹模分离。第三阶段, 落料。凸凹模分离过程中, 拉料杆23拉出系统凝料, 推杆22将注塑件从凸模上推出。第四阶段, 合模。注塑机带动动模座板1向反方向移动, 各运动部件在导柱及斜导柱引导作用下向相反方向复位, 准备下一周期的注塑。

4 结语

(1) 结合 UG/NX 建模分析软件对数码相机壳体复杂结构进行三维建模, 针对数码相机壳体特点分析注塑过程中的注塑工艺。

(2) 设计了数码相机壳体分型面, 以及浇注系统中的主流道、分流道, 浇注口。

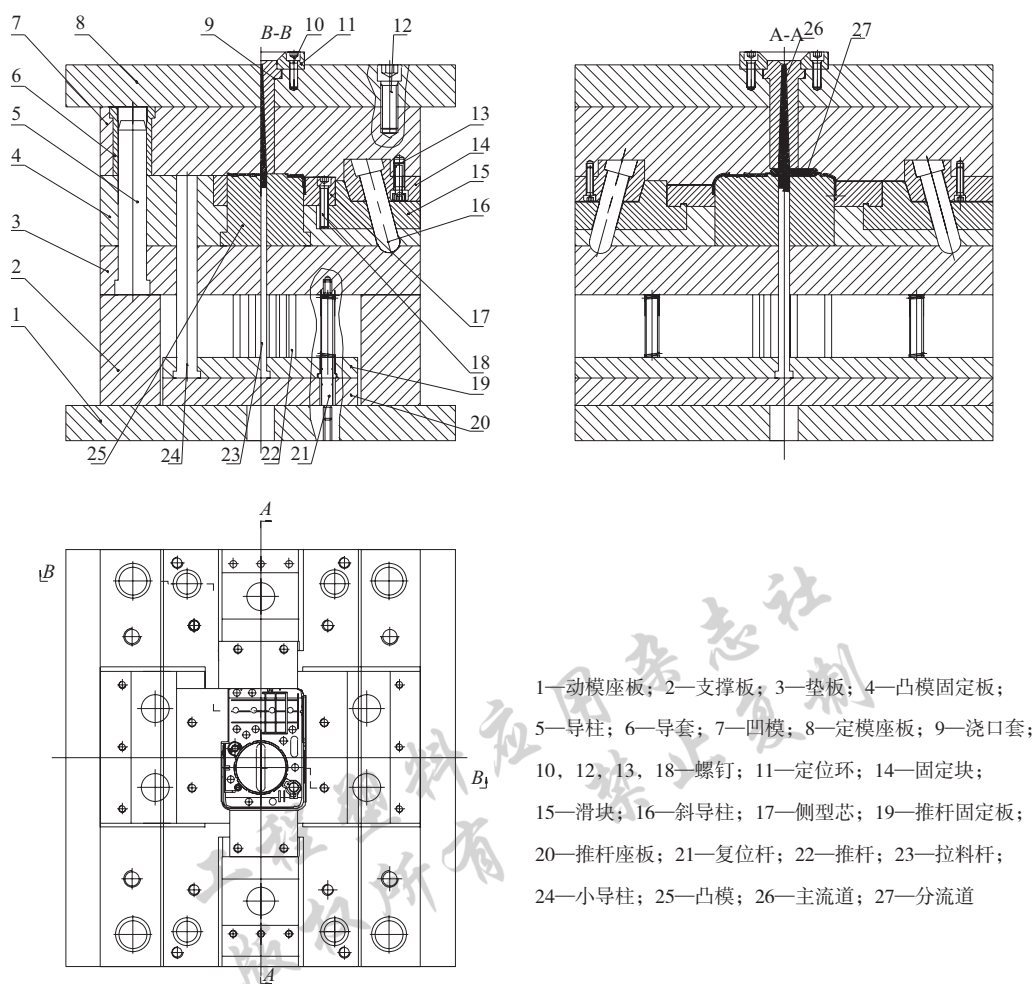


图5 数码相机壳体模具结构图

(3) 针对数码相机壳体表面多孔特点,设计侧抽芯机构,对抽芯力、弯曲力以及抽芯杆长度进行理论计算,实现抽芯机构精确、稳定运动。

(4) 结合整套注塑模具结构图,对数码相机壳体注塑过程进行了详细论述。

参考文献

- [1] 崔康,文怀兴. 基于 Pro/E 及 Moldflow 的数码相机外壳注塑模具设计[J]. 塑料工业,2012,40(9):60-63.
Cui Kang, Wen Huaixing. Injection mold design of digital camera shell based on Pro/E and Moldflow[J]. China Plastics Industry, 2012,40(9):60-63.
- [2] 陈娟. 手机后盖定模滑块注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2014,42(5):63-67.
Chen Juan. Design of injection mold with side action by cavity slide for mobile phone back cover[J]. Engineering Plastics Application, 2014,42(5):63-67.
- [3] 李一龙. 基于 UG NX 的注塑模 CAD 系统的研究与实现[J]. 工程塑料应用,2011,39(6):76-79.
Li Yilong. Research and implementation of CAD system of injection mold based on UG NX[J]. Engineering Plastics Application,2011,39(6):76-79.
- [4] 段亮亮,党新安,杨立军,等. 基于 UG 前盖注塑模设计及模流分析[J]. 中国塑料,2013,27(7):94-97.
Duan Liangliang, Dang Xinan, Yang Lijun, et al. Injection mold design and mold flowing analysis for the front covers based on UG[J]. China Plastics,2013,27(7):94-97.
- [5] 郭辰光,李源,李威力. 果汁机杯盖同向侧抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2015,43(4):73-76.
Guo Chenguang, Li Yuan, Li Weili. One side core-pulling injection mold design of fruit juice extractor cover[J]. Engineering Plastics Application,2015,43(4):73-76.
- [6] 沈言锦. 塑料工艺与模具设计[M]. 长沙: 湖南大学出版社, 2008.
Shen Yanjin. Plastic technology and mold design[M]. Changsha: Hunan University Press,2008.
- [7] 俞美芳. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 清华大学出版社,

- 2011:33-36.
- Yu Fufang. Plastic molding process and mold design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2011:33-36.
- [8] 杨安,肖国华,韩立艳,等. 汽车油封盖内螺纹脱模机构及注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(4):68-72.
- Yang An, Xiao Guohua, Han Liyan, et al. Design of car oil seal cover internal thread demoulding mechanism and injection mold[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(4):68-72.
- [9] 郭辰光,李威力,李源. 打印机小型三层齿轮注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2015, 43(4):61-68.
- Guo Chenguang, Li Weili, Li Yuan. Injection mold design for the small three-layers printer gear[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(4):61-68.
- [10] 万鹏程. Moldflow 在手机前盖注塑浇口设计中的应用[J]. 塑料工业, 2010, 38(10):44-47.
- Wan Pengcheng. Application of moldflow in the injection mold gate design of front cover of mobile phone[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(10):44-47.
- [11] 肖国华. 手机结构壳潜伏浇口浇注及模具结构设计[J]. 模具技术, 2014(1):10-13.
- Xiao Guohua. Mold structure design for cellphone structure shell with feeding system from submarine gate to side gate[J]. Die and Mold Technology, 2014(1):10-13.
- [12] 宋小辉. 汽车空调暖风机壳体注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2012, 40(1):59-61.
- Song Xiaohui. Injection mold design of shell on automobile air-condition heater unit[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(1):59-61.
- [13] 凌忠良. 基于注塑模具的斜滑杆抽芯机构设计[J]. 中国塑料, 2011, 25(11):101-103.
- Ling Zhongliang. Design of core-pulling mechanism with angular slide ploe based on Injection molds[J]. China Plastics, 2011, 25(11):101-103.
- [14] 李锐. 插座盒不对称上下盖一模两腔注塑模设计[J]. 塑料工业, 2014, 42(9):46-50.
- Li Rui. Design of double-cavity injection mould for asymmetry covers of socket box[J]. China Plastics Industry, 2014, 42(9):46-50.

欢迎订阅 2015 年《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘

邮发代号 24-42, 24-138 全国各地邮局均可订阅

也可直接通过邮局或银行汇款向《工程塑料应用》杂志社订阅《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘,请注明订阅期刊/光盘的名称、收件人、邮编及地址。

《工程塑料应用》国内外公开发行的全国性塑料专业技术类刊物,月刊,大 16 开本,每月 10 日出版。本刊为中文核心期刊,是中国合成树脂供销协会会刊,荣获首届、第二届、第三届国家期刊奖等多项国家、省部委级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2015 年定价 15 元/期,全年 180 元。目前杂志社尚有部分 2000 年以来的单册和合订本库存,如需订阅,请联系杂志社。

《化学分析计量》国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物,双月刊,大 16 开本,单月 20 日出版。本刊为中国科技核心期刊,荣获多项省部委级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2015 年定价 15 元/期,全年 90 元。目前杂志社尚有部分 2000 年以来的单册和合订本库存,如需订阅,请联系杂志社。

《工程塑料应用》、《化学分析计量》合订本光盘 杂志社已将《工程塑料应用》自创刊号(1973 年)至 2014 年底共 42 卷 302 期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售;同时也将《化学分析计量》自创刊号(1992 年)至 2014 年底

共 23 卷 103 期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售。分别利用这两种合订本光盘既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅各期刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文,又可根据读者自定义的关键词进行全文检索,非常方便、实用。《工程塑料应用》合订本光盘优惠售价 530 元;《化学分析计量》合订本光盘优惠售价 230 元。

邮局汇款:

收款地址:济南市天桥区田庄东路 3 号

收款单位:《工程塑料应用》杂志社

邮编:250031

电话:(0531)85878223 85878057 85878278

传真:(0531)85947355

银行汇款:

户 名:山东非金属材料研究所

开户银行:济南市工商银行经十一路支行

账 号:1602001229014425546

网上订阅: <http://www.epa1973.com>