

橡皮囊成形模具快速设计方法研究

Research on Rapid Design Method for Rubber Forming Die

中航工业成都飞机工业(集团)有限公司 万世明 詹庆熙 江开林
沈阳航空航天大学 韩志仁 韩盛夏



万世明

研究员级高工,主要研究方向为
工装设计与数字化制造技术。

本文在分析橡皮囊成形模具结构特点的基础上提出了橡皮囊成形模具快速设计的方法;并以弯边类钣金件为例,利用 CATIA 二次开发技术,开发了橡皮囊成形模具快速设计系统。

成形模具的结构设计与优化^[1],从模具三维造型设计到模具的数控生产,数字化技术提高了模具的设计与生产精度,缩短模具设计周期,提高企业生产效率,使我国航空企业步入高效生产、精益生产的时代。由于航空钣金件数量大、类型多、模具结构形式多变,橡皮囊液压成形模具在很大程度上仍然依赖设计人员的经验,模具的快速设计已成为模具设计中的瓶颈。提高模具的专业化、标准化程度,提高模具的设计效率已成为当前研究的热门问题,文献[2]分析冲压模结构特点的基础上,利用 CATIA VBA 技术,实现了冲压模参数化设计。文献[3]在分析液压成形模具特点的基础上,利用 UG 平台,开发了模具快速设计系统。

本文针对如何实现橡皮囊成形

模具快速设计这一问题,以飞机钣金件为基础,提出了实现模具快速设计所需要的钣金件分类法;结合橡皮囊成形模具的特点,提出了标准化、参数化技术在橡皮囊成形模具快速设计中的应用方法;提出了便于橡皮囊成形模具快速设计系统使用的数据管理办法;开发了基于 CATIA 二次开发的橡皮囊成形模具快速设计系统;并结合实例对系统进行了简单介绍。

橡皮囊成形模具快速设计方法

1 橡皮囊成形模具结构特点

橡皮囊液压成形模具结构比传统的刚性凹凸模具简单,一般由模体、盖板、工具销、定位销等组成。模体工作型面的设计依据为零件的内

作为飞机钣金件主要成形方法之一的橡皮囊液压成形,具有效率高、成形后零件表面质量好等优点。随着飞机制造业的发展,橡皮囊液压成形在飞机钣金件成形中所占的比重也越来越大。随着 CAD 技术的发展,基于数字化设计和数字化制造技术的支持,航空企业已广泛应用 CAD/CAE 等先进技术来实现橡皮囊

型面,盖板与模体协调设计。模具的标准件少,不同钣金件的成形模具差异很大;模体与盖板都由工作部分与非工作部分组成,工作部分随零件形状而变化,非工作部分可以标准化设计,并可以参数化描述。模体与盖板上装配定位销、工具销用的销孔,销孔的位置与尺寸可以标准化设计,并可以参数化描述。工具销、定位销等大部分为标准件;根据模体大小的不同,模体上有选择地安装吊环,盖板上安装手柄等,吊环、盖板手柄等为标准件。

2 钣金件分类

钣金件的分类是实现橡皮囊成形模具快速设计的基础与关键环节。橡皮囊成形模具设计以零件为基础,零件的形状直接决定了模具的结构形式。模具工作型面来源于零件内型面,钣金件结构多变导致了橡皮囊成形模具的结构多样性。根据钣金件特点将钣金件分类,实现钣金件的系统化,有利于实现橡皮囊成形模具的标准化与参数化设计。弯边类钣金件大部分都是由腹板面与弯边面组成,其中腹板面为平面或近似为平面的曲面,腹板面上存在有减轻孔、加强窝、加强槽、翻边孔等结构;弯边面上存在缺口、下限等结构;腹板面的形状、弯边个数与弯边方向等因素直接决定模具的结构特点。钣金件分类按照以下3个层次进行。

首先以钣金件的弯边个数为参考。钣金件的弯边是橡皮囊成形模具的工作对象,弯边个数的差异导致模具之间的本质区别。基于此,可将钣金件分为单弯边类、双弯边类、多弯边类及特殊类等。不同的弯边类又可以细化出很多子类,如在单弯边类钣金件中,根据弯边面法线方向的不同又可以分为直弯边、凸曲线弯边、凹曲线弯边等子类型,在各个子类中根据下陷、切口等结构的存在与否又可以划分为很多子类。但是,所有单弯边类钣金件的模具工作型面

只有一个,这个型面是单弯边类钣金件模具设计的依据。钣金件的分类应从宏观上把握,分类到第一层即可,在模具快速设计系统中只考虑弯边的个数而不考虑弯边面法线方向。

其次,以钣金件弯边的方向为参考。对于弯边个数大于1的钣金件,各个弯边的弯边方向决定橡皮囊成形模具的结构。如在双弯边类钣金件中,两个弯边存在同向和异向两种可能。同向弯边两个弯边面都是模具的成形对象,模体型面根据两个弯边面设计;异向弯边只有一个弯边面是模具的成形对象,而设计盖板时要考虑避让另一个弯边。因此,有必要以钣金件的弯边方向为参考对钣金件二次分类。

最后参考腹板面形状分类。钣金件腹板面的几何形状也是决定模具结构的重要因素之一,此次分类与上述两种方法协调使用,作为上述两种分类方法的补充。橡皮囊成形模具有些需要加强结构,腹板面的几何形状也是判断加强结构需要与否的重要标准;为了实现模具设计的快速化与精确化,分类时需要考虑模具腹板的几何形状。如圆环形零件在模具设计需要考虑设计加强结构,窄长形零件在模具设计时需要考虑设计加强底座与加强端头等。

3 模具快速设计的标准化与参数化

模具设计的标准化与参数化是实现模具快速设计的两个关键要素,也是模具数字化设计的重要组成部分。随着数字化的发展,企业中普遍使用PDM(Product Data Management)系统。在PDM的系统中,建立标准件库和常用件库,建库时采用标准数据格式,数据之间能方便地在各子系统中进行数据交换;建立标准件库和常用件库需要对标准件进行标准化设计与参数化建模。模具设计中的标准化包括两方面的内容:模体、盖板等部件尺寸的标准化;定位销、工具销、吊环等模具附

件的标准化。

首先,模体、盖板等部件尺寸的标准化。虽然橡皮囊成形类模具尺寸与结构差异很大,经过对钣金件分类分析,对于同一类型的钣金件,其模具结构具有相似性,可以将结构相似的部分标准化设计。可标准化设计的环节有:模体、盖板的厚度;模体、盖板上非工作区域尺寸;模体、盖板上定位销放置的位置;模体、盖板上定位销孔,测量基准孔等孔的直径。如模体厚度一般为零件最高弯边加5~10mm;盖板最小厚度一般在最小处不小于10~15mm等。

其次,模具附件的标准化。目前模具设计中采用的定位销、工具销、吊环、手柄等大部分为标准件,在模具快速设计系统的基础上开发能实现快速定位的标准件库,通过该标准件库,设计人员可以在一个交互式对话框中实现模体、盖板、定位销、工具销等大部分模具部件设计;由于标准件库与模具快速设计系统的融合,定位销等标准件不仅可以快速设计,而且可以快速定位。模具标准化设计过程中还应具有灵活性。以定位销孔的位置为例,定位销孔位置采用标准化设计,定位销孔位置参考基准为模具的两个相邻边缘,对于模体形状规则的模具,如长方形或近似长方形模体,标准化时采用标准值,销孔可以精确定位;对于形状不规则的模具,如环形、近环形模体,标准化时同样采用标准值,销孔的位置就产生了偏差。采用同一个标准值设计不同类型的模具,设计结果存在差异,这种情况可加修正值修正。模具标准化设计是模具参数化设计的基础。

经过对钣金件分类,模具标准化设计,根据不同的模具典型结构,采用基于结构生成历程法,分别建立相应的参数化模型。本系统中将模具各部件的草图作为参数化主要对象,同时融合模具三维实体部分尺寸参数化;通过草图参数化与实体参数

化的结合,实现模具全尺寸参数化设计,提高模具设计精度。草图参数化设计突破了实体参数化的局限性,使模具设计具有更大的灵活性,通过控制草图中的元素,改变模具形状以适应零件形状的变化。建立模具参数数据库也是模具参数化的一个重要环节。通过该数据库,可以方便地查询、修改、删除模具设计中的各个参数。为了提高数据的管理效率,将模具各个尺寸的参数值,标准件的尺寸值都放入数据库中。本系统程序执行过程中要数次查询数据库,采用本地数据库与 PDM 下远程数据库相结合,可以提高数据查询效率,加快软件运行速度。用户电脑中安装 Access 数据库,通过系统中相应的程序实现 PDM 下 Oracle 数据库定时更新本地 Access 数据库。这种方法不但提高数据访问效率,而且方便数据的更新与维护。

4 快速设计中的交互设计

为了实现最有效的应用程序开发,本系统采用 CAA C++ 技术对 CATIA 进行二次开发,利用该方法可以很好地实现用户与系统的交互设计。人机交互是实现模具快速设计的必要手段。通过对产品的界面和行为进行交互设计,橡皮囊成形模具快速设计系统和用户之间建立一种有机关系,从而可以有效达到用户的目标。交互设计用于系统与用户之间数据传递,保证了系统快速化设计的同时,也保证了精确化、智能化设计。交互式对话框是交互设计中的

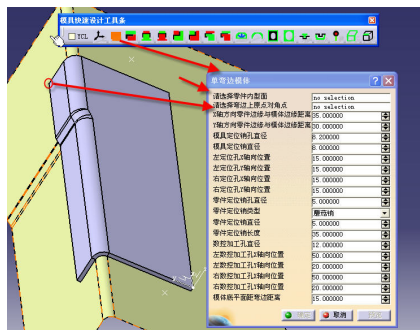


图1 单弯边类模具模体设计窗口

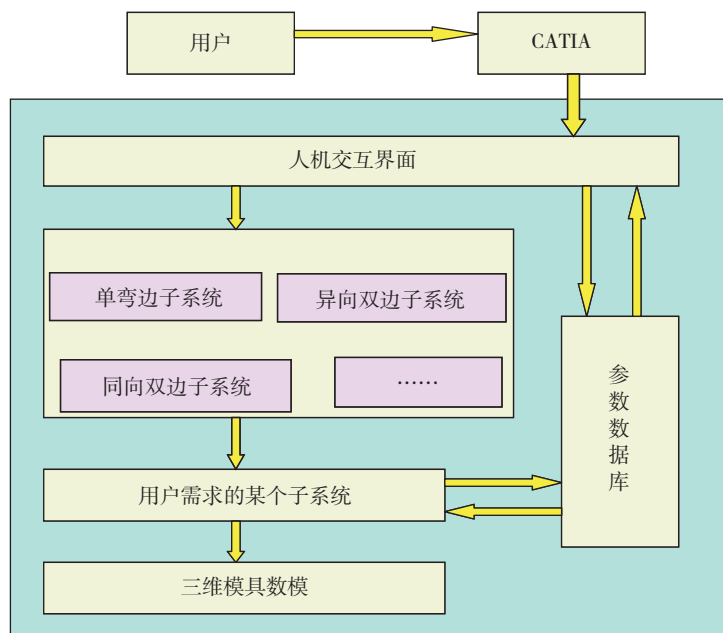


图2 橡皮囊液压成形模具快速设计系统结构

窗口,应具有界面友好、信息量充分、操作简单、响应灵活等特点。图1为橡皮囊成形模具快速设计系统中单弯边类模具的一个交互式对话框,该对话框包含了本套模具的大部分数据信息,包括模体尺寸,销的类型、直径与位置,孔的直径与位置等。

系统实现

本系统结构如图2所示。根据钣金件的结构特征将钣金件分类,再将各类钣金件的成形模具标准化、参数化,编制出与之对应的子系统;针对钣金件中普遍存在的加强窝、减轻孔等结构,橡皮囊液压成形模普遍需要的吊环、盖板手柄等模具附件,分别编制出独立的子系统;为了便于数据的管理,建立了参数数据库。图3为本系统开发的在 CATIA 界面下的工具条。

结束语

本文在分析橡皮囊成形模具结构特点的基础上提出了橡皮囊成形模具快速设计的方法;并以弯边类钣金件为例,利用 CATIA 二次开发

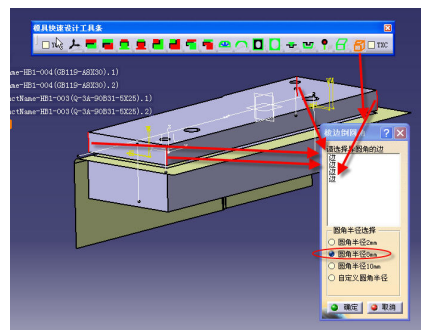


图3 工具条

技术,开发了橡皮囊成形模具快速设计系统。

本课题的成果不仅对开发橡皮囊成形模具快速设计有着重要意义,也为开发其他类型模具快速设计系统提供了一种方法。

参考文献

- [1] 黄树槐,史玉升,魏青松,等. 模具的数字化设计与快速制造技术. 航空制造技术, 2007(2):50-52.
- [2] 郭玲蓉,陈玉全,孙振忠,等. 冲压模具的参数化设计. CAx 技术及应用, 2004(2): 28-30.
- [3] 王俊彪,肖乐,刘闯,等. 橡皮囊液压成形模具快速设计方法及实现. 航空制造技术, 2008(2):32-35.

(责编 深蓝)