

doi:10.16576/j.ISSN.1007-4414.2023.06.032

虚拟设计技术在产品开发中的应用研究*

余志伟

(江汉大学 智能制造学院,湖北 武汉 430056)

摘要:虚拟设计是一种利用计算机技术对产品进行三维建模和虚拟装配的先进手段。它是目前设计领域先进的设计技术之一,具有提高产品设计质量、缩短开发周期、降低开发成本等诸多优势。该文以 SolidWorks 软件为平台,以换向阀优化设计为例,详细论述了复杂零件三维建模的方法和技巧以及虚拟装配中的常见问题和解决办法,对产品设计开发人员具有较高的参考价值。

关键词:SolidWorks;三维建模;虚拟装配;换向阀

中图分类号:TH137.52

文献标识码:A

文章编号:1007-4414(2023)06-0117-03

Research on the Application of Virtual Design Technology in Product Development

YU Zhi-wei

(School of Intelligent Manufacturing, Jiangnan University, Wuhan 430056, Hubei, China)

Abstract: Virtual design, is three-dimensional modeling and virtual assembly of products by using computer technology, is one of the advanced design technologies in the design field. It has many advantages such as improving the product design quality, shortening development cycle, and reducing development cost. In this paper, taking the SolidWorks software as the platform and the directional valve as an example, the methods and skills for three-dimensional modeling of the complex parts are discussed in detail, as well as the common problems and solutions in virtual assembly. It has high reference value for the product design developers.

Key words: SolidWorks; 3D modeling; virtual assembly; directional valve

0 引言

虚拟设计是以计算机辅助设计软件为平台的一种先进设计技术。它可以对产品进行三维建模、虚拟装配,及时发现和解决设计中的问题,实现产品的优化设计,从而缩短开发周期、提高设计质量、降低开发成本。

目前三维 CAD 主流软件包括 Creo (PROE)、UG-NX、CATIA、SolidWorks 等产品。其中 Creo (PROE) 是美国参数技术公司 (PTC) 旗下的三维软件,主要用于家用电器、汽车、航空等行业。UG-NX 由德国西门子子公司出品,属于三维设计软件中的高端产品,非常适合做模具设计,尤其是注塑模具设计,超过 80% 的模具设计人员都在使用该软件。CATIA 是法国达索公司在 Windows 环境下开发的软件,是达索公司的旗舰高端产品。其在复杂曲面设计、逆向设计中的优势很明显,广泛应用在航空、汽车、船舶等行业。SolidWorks 是达索公司的另外一款产品。该软件最大优势是性能优异、操作简单、易于使用^[1],特别适合产品设计的初学者学习使用。不少高校的设计专业中都开设了该软件的课程学习。它在国内高校、中小微企业设计领域的占有率非常高。

换向阀是具有两种或多种流动形式和油口的方

向控制阀。换向阀的作用是利用阀芯与阀体的相对运动来控制液流方向,实现油路沟通换向。目前换向阀的故障主要为换向动作慢或者卡死,原因是设计时阀门和阀体的设计和配合尺寸存在问题。传统的解决办法是对实体零件进行二次修配,这种方式存在耗时长、成本高、效率低的问题。

针对以上问题,笔者基于计算机虚拟设计技术,通过对换向阀三维建模、虚拟装配和干涉检查,在设计阶段及时发现并解决问题。这种方法对产品设计人员具有较高的参考意义和实用价值。

1 阀体零件的三维建模

换向阀由阀体、阀门、锁紧螺母、手柄、垫圈、螺母和填料七种零件组成。换向阀装配图如图 1 所示。

工作时,流体从右边进入,因上出口不通,流体从下出口流出。当转动手柄,使阀门旋转 180° 时,则下出口不通,流体改从上出口流出。根据手柄转动的角度大小,换向阀还可以调节出口处的流量。以下以换向阀为例,详细介绍产品的三维建模和虚拟装配方法。

阀体是换向阀中最复杂的零件,该零件属于箱体类零件^[2]。其三维建模方法具有典型性和代表性,阀体零件图如图 2 所示。

* 收稿日期:2023-03-18

作者简介:余志伟(1975-),男,湖北武汉人,副教授,硕士研究生,研究方向:多媒体技术、CAD/CAM。

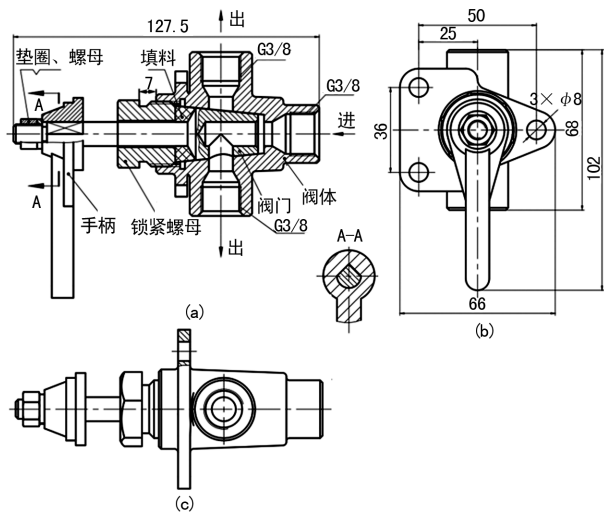


图1 换向阀装配图

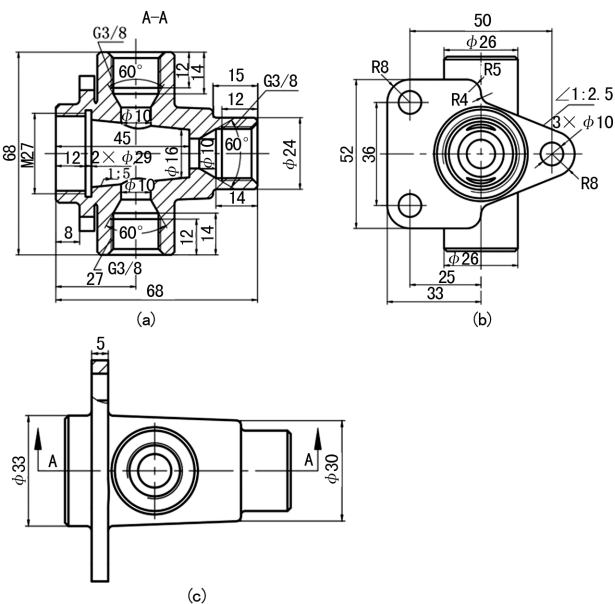


图2 阀体零件图

零件主体结构由圆台、圆柱、连接板组成,零件里面有螺纹孔、台阶孔、退刀槽、圆锥孔、圆柱孔等复杂结构。其中圆锥孔的锥度和连接板的斜度处理比较关键,是决定零件造型精度的关键问题。不同零件的具体结构和组合方式不同,因此三维建模的具体方法也各不一样。常见的建模方法是根据零件的形状结构特征,通过拉伸、旋转或者放样等方式创建基本实体。基本实体创建完成以后,再处理里面的孔、槽和螺纹等结构。一般常用的命令有草图绘制、拉伸凸台、旋转凸台、异型孔向导、拉伸切除、旋转切除、倒圆和倒角等建模命令。对于复杂零件而言,不同的建模方法建模的速度和后续的装配影响不同,以下以阀体为例详细讲解复杂零件的建模方法和技巧。

1.1 基本体三维建模方法

建模步骤为:①新建零件,在草图环境下取“前

视基准面”作为草图绘制平面,绘制中间圆台和右端圆柱的外形草图,通过“旋转凸台”命令生成凸台实体;②取“前视基准面”作为草图绘制平面,绘制基本体里面的阶梯孔草图,通过“旋转切除”命令生成阶梯孔;③选择左右孔,利用“螺纹装饰线”命令,生成螺纹面;④取“上视基准面”作为草图绘制平面,绘制中间圆柱草图,通过“拉伸凸台”命令生成凸台实体。阀体基本体如图3所示。

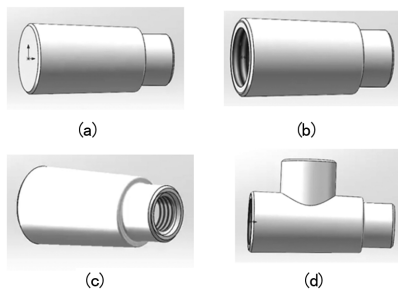


图3 阀体基本体

1.2 锥形孔三维建模方法

锥度是指正圆锥的底圆直径与圆锥高度之比,在图样中常以1:n的形式标注,如图4所示为锥度1:6的画法,其中,h为字体高度^[3]。

阀体里面有一个锥度为1:10的锥孔,其建模方式如下:①取“前视基准面”作为草图绘制平面,绘制锥形孔的外形草图;②标注锥形孔的角度尺寸,在弹窗的对话框里面,填写角度大小为 $\text{atan}(1/10)$,单位选择弧度,确定以后,系统会自动计算出准确的角度大小;③通过“旋转切除”命令生成孔。锥形孔建模方法如图5所示。

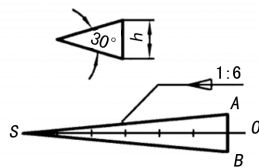


图4 锥度1:6的画法

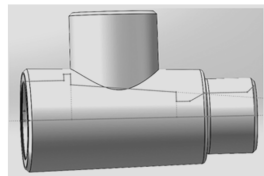


图5 锥形孔建模方法

1.3 连接板三维建模方法

连接板外形由左边的长方形和右边的三角形组合而成。其中右边三角形的斜边的斜度是1:2.5。连接板外形视图如图6所示。

其建模方式如下:①取“右视基准面”作为草图绘制平面,绘制连接板的外形草图;②标注三角形斜边的角度尺寸,在弹窗的对话框里面,填写角度大小为 $\text{atan}(1/2.5)$,单位选择弧度,确定以后,系统会自动计算出准确的角度大小;③通过“拉伸凸台”命令生成凸台实体^[4];④通过“镜像”命令生成下方圆柱实体。

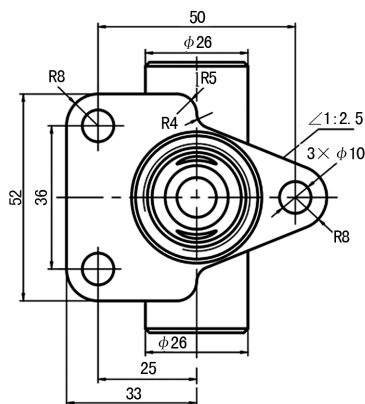


图6 连接板外形视图

2 换向阀虚拟装配

虚拟装配有助于及时发现和解决机器设计中出现的问题,并及时进行优化设计。阀体实体如图7所示。机器装配完成以后,在所出的工程图中,会根据机器的具体结构进行剖视图表达。在零件设计过程中,设计原点和基准面是根据其形状结构特点决定的。因此,装配体的原点和基准面有可能和零件不一致,如图8所示。

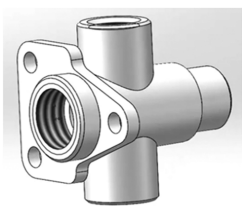


图7 阀体实体

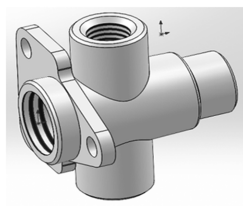


图8 设计和装配原点不一致

作剖视图时,由基准面剖切得到的剖面形状不满足工程图中剖视图的画法要求。因此,选择阀体作为第一个零件插入到装配体中时,一定要确保阀体的原点和装配体原点重合,同时阀体和装配体的基准面也重合一起。具体操作方式有两种:①当插入阀体零件时,不要用鼠标左键指定具体插入位置,而是直接选择确定按钮,这样系统会将设计原点和装配原点重合放置在一起;②插入零件后,如果原点不重合,先选择零件,将其固定状态换成浮动状态,然后分别选择零件的设计原点和装配原点,添加重合约束。当弹出的对话框提示将重新定义装配体时,点击确定即可。系统会自动将设计原点和装配原点重合在一起。如图9所示。

虚拟装配时应该采用自下而上的装配方式,沿着装配干线,将换向阀的零件依次插入到装配体中,插入时注意零件的装配关系和连接方式,添加重合、平行、垂直、同心或同轴等约束关系,完成换向阀的虚拟

装配。虚拟装配结果如图10所示。

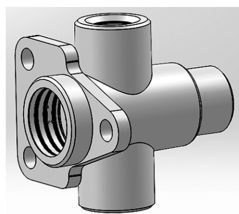


图9 设计和装配原点重合

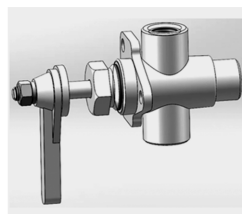


图10 换向阀虚拟装配

3 换向阀干涉检查

虚拟装配完成后,对装配体进行干涉检查,以及时发现装配体中零件之间的装配位置以及连接关系是否正确。具体操作方法如下:①选择软件工具中评估菜单里面的“干涉检查”命令,点击检查按钮。系统会对装配体进行检查,如果有干涉情况出现,在装配体发生干涉的地方会出现红色高亮显示,从而让设计者直观地定位装配体中干涉零件的位置。同时系统会提示干涉的原因,比如零件装配面错位,回转体零件不同轴等干涉问题。②点击装配体中干涉零件,根据零件在装配体中的定位尺寸或者定位条件,调整零件位置和配合方式,以快速达到设计要求。干涉检查结果如图11所示。

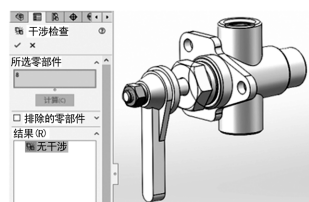


图11 干涉检查结果

阀门和阀体干涉的问题一旦出现,会造成换向阀在使用过程中出现装配困难,甚至运行时卡死的情况,严重影响机器运行的稳定性,进而造成安全事故。在虚拟装配和干涉检查中,掌握合适的建模方法和技巧,及时发现和解决该问题,可达到优化设计的目的。

4 结语

换向阀在使用中存在换向动作慢或者卡死的问题,传统的解决办法耗时长、成本高、效率低。通过对换向阀进行三维建模、虚拟装配和干涉检查,及时发现和解决问题,进而缩短了开发周期、降低了开发成本、提高了设计效率,达到了优化产品设计的目的,对产品设计开发人员具有较高的参考意义和实用价值。

参考文献:

- [1] 北京兆迪科技有限公司.SolidWorks 2018 实例宝典[M].北京:机械工业出版社,2019.
- [2] 杨月英.机械制图[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [3] 万勇.工程制图基础[M].北京:高等教育出版社,2020.
- [4] 詹迪维.SolidWorks 2018 机械设计教程[M].北京:机械工业出版社,2018.