

基于Solid Edge的三维快速 工装设计系统研究及应用

Research and Application of Three-Dimensional Rapid Design System of Tooling Based on Solid Edge

北京卫星制造厂 李 群 张加波 刘希忠



李 群

北京卫星制造厂工程师,主要从事
CAD/CAM 技术研究。

以全新的基于知识工程 (Knowledge Based Engineering, KBE) 设计理念为先导,开发了一套三维快速工装设计系统,借助该系统可使工装设计工作直观、方便、快捷。该系统以 Solid Edge 为平台,综合运用 Solid Edge 开发工具、Visual C++ 以及数据库知识而建立,包括标准件库、组件库、知识库、权限管理 4 个部分。经实践验证,该系统在 Solid Edge 平台上运行良好,能够实现工

实践证明, Solid Edge 软件能够实现工装的三维快速设计。在 Solid Edge 平台下,综合运用 Solid Edge 开发工具、Visual C++ 以及数据库知识,建立的以全新的 KBE 设计理念为先导的设计系统,具有良好的稳定性、可操作性,对于复杂工装的设计具有良好的实用性。

装的三维快速设计。该系统的应用推动了数字化制造的步伐。

航空航天零件品种多、批量小的特点,决定了工装的需求量日益增大;同时随着型号任务的增多,对工装设计也提出了更高的要求。原始的工装设计制造周期长,成本费用高;工装设计员从事繁重的出图工作,没有时间从事创造性的工装创新设计;随着新老员工更替,工装设计经验流失,标准化程度差,设计质量参差不齐,不能满足快速设计的要求。而计算机技术的飞速发展,为工装设计提供了新的方法和手段^[1]。

三维快速工装设计系统以全新的基于知识工程 (Knowledge Based Engineering, KBE) 设计理念^[2-3]为先

导,集人工智能推理设计、三维 CAD 平台、网络化信息管理于一体,具有多方案推理设计、参数化设计、三维虚拟装配、二维工程图输出等多方面功能,实现了工装产品的三维数字化快速设计。该系统可以帮助企业积累产品设计经验;提高工程和产品的设计与创新能力;避免因人才流动丢失知识和经验;使产品设计人员脱离繁琐的工程绘图工作,去从事高层次的工程知识总结、归纳、提炼、创新等工作。最终达到优化设计、提高效率、降低成本、缩短周期、提高企业竞争能力等目的。

Solid Edge 软件是 SIEMENS 公司的中端 CAD 系统,它向用户提供了从三维零件建模、装配设计到最终

的二维图制作的一整套完善的 CAD 工具,是现代企业优选的三维产品开发系统工具。Solid Edge 软件具有强大的三维实体建构及修改功能,能帮助用户快速建立所需的参数化三维实体模型;具有强大的装配能力,能支持自顶而下和自底向上 2 种装配方法,可快速建立大型的装配体。Solid Edge 软件的装配还具有配置管理的能力,可对同一装配体生成不同的配置;还支持协同的工作方式,使各零部件及装配体的设计能同步并行与共享。本文基于 Solid Edge 平台^[4-5]的参数化建模、装配及协同进行了探讨,在此基础上开发了三维快速工装设计系统。

系统的设计与实现

本系统由标准件库、组件库、知识库、权限管理 4 个部分组成,系统功能也因此分为 4 大模块,可以在 Solid Edge 装配体界面显示,比较方便、易用。系统功能图见图 1。

1 标准件库

标准件是具有标准代号的零部件、元器件和外购件;一般分为国家

标准件、专业标准件、企业标准件,前两种多为高效的专业化生产,可直接外购,后者由企业自行生产。对于系列化的标准件,如果采用传统的设计方法,将每一个尺寸不同、结构相似的同类零件都单独进行设计,其工作量大、效率低,图样管理也大为不便。针对这一问题,为了使计算机辅助设计更加快捷、方便,必须采用参数化设计,建立标准件库。

标准件库是对标准件的管理,包括基本信息维护功能、查询功能、图形管理功能、参数管理功能、属性管理功能。

1.1 基本信息维护功能

标准件基本信息维护功能主要是对完成建模的标准件在平台上进行维护,维护内容包括:新增、修改、删除。在维护标准件时需要同时维护标准件的系列参数信息、图片信息和属性信息等。

1.2 查询功能

标准件查询功能可以实现标准件的快速查询,直接定位在标准件目录上。查询并选择标准件后,在参数表中选择需下载的系列参数信息,点

击插入装配体按钮后,就可将所选信息自动插入到当前模型文件中。

1.3 图形管理功能

标准件图形管理功能可以实现对标准件的二维图形、三维图形以及标注二维图形的管理。二维图形和标注二维图形文件格式为 jpg 或 prt,三维图形格式为 stl。

1.4 参数管理功能

标准件参数管理功能实现了对标准件的系列参数自动导入及提交管理。主要包括:参数导入、添加、修改、删除、顺序调整、刷新;参数值输入;参数信息提交等。

1.5 属性管理功能

标准件属性管理功能实现了对标准件的属性定义和属性值维护,属性定义的功能包括:属性的新增、属性的修改和属性的删除。

1.6 标准件参数化造型及入库

参数化设计是指参数化模型的尺寸,即用对应的关系表示而不用确定的数值。这样只需变化一个参数值即可自动改变所有与它相关的尺寸。采用参数化模型,可通过调整参数来修改和控制几何形状,自动实现标准件的精确造型。标准件参数化造型主要使用 Solid Edge 的零件族功能、参数化功能,其造型及入库步骤见图 2。

2 组件库

组件是由多个标准件、非标准件组成的具有功能作用的装配体,也可以是一个单独的标准合件。对工装而言,功能组件就是按其在工装设计中的作用组建的典型结构,可以是完整的典型工装结构,也可以是典型装配件,可以重复使用。建立组件库可以减少新产品在典型结构设计和生产时所需的专用工装设计工作量,提高设计效率,缩短设计周期,实现企业所需的设计与制造并行的愿望。组件建模主要使用 Solid Edge 软件的装配功能。

组件库是一个开放性的系统,通

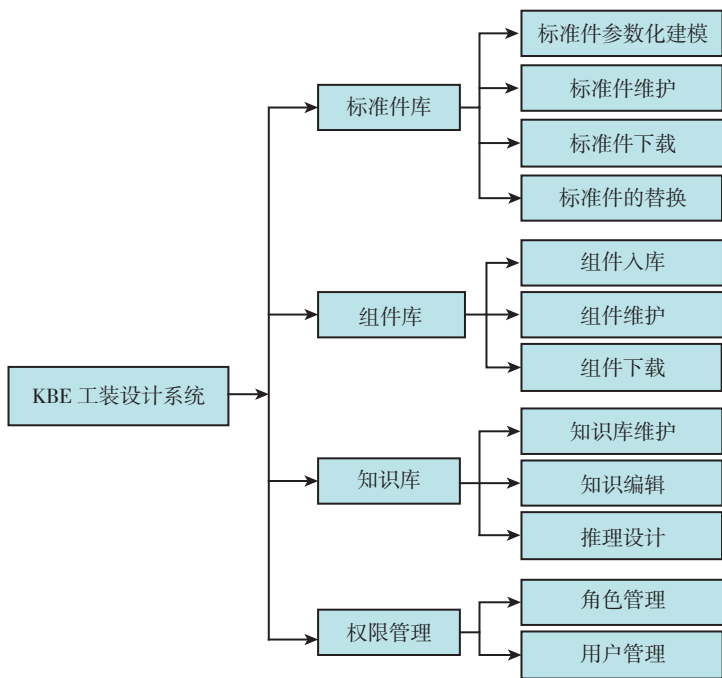


图1 系统功能图

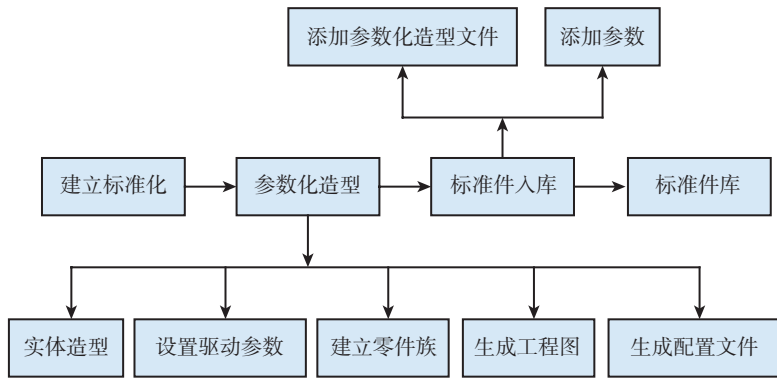


图2 Solid Edge标准件参数化造型及入库

过二次开发与 Solid Edge 软件无缝集成,实现组件实体造型。运用标准件库管理与三维快速设计相结合的方法,总结组件、部件的典型结构知识,可快速推理出想得到的完整结构相似性较差、零部件相似程度较高的组件新设计方案。组件参数化造型及入库步骤见图 3。组件入库关键是如何把知识抽象为标准件、非标件、组件及装配关系的参数,并分类入口、出口参数,为后续编写知识库做准备。

组件库包括 3 大模块:组件库目录结构维护功能、组件库基本信息维护功能、组件查询功能。

2.1 目录结构维护功能

组件库目录结构维护功能主要是根据企业的具体情况对组件库的管理结构进行定义,目录结构的管理以树形结构进行管理。包括目录节点的新增、修改、删除、刷新、内容显示及关联显示。

2.2 基本信息维护功能

组件库基本信息维护功能主要是对已经建模完成的组件在平台中进行维护,维护操作内容包括:新增、修改、删除。在维护组件库时需要同时维护组件的图片信息、组装关系信息等。

2.3 组件查询功能

为了实现组件的管理,快速查询功能及定位功能是必不可少的,在本系统中实现了组件库的快速查询功

能,查询完成后可以实现直接在组件库目录上定位的功能。

3 知识库

知识库管理树是对知识库进行分类管理的工具。知识库可由用

户自行创建,并添加在知识库管理树上,知识库的编写是该系统的核心^[6],其编写流程图见图 4。编写好与组件对应的知识库后,在设计时就可以打开知识库,进行推理设计。

KBE 快速设计系统的设计思路决定了夹具推理设计就是推理标准件或组件。推理设计指用户在为标准件或组件建立了相应的知识库后,利用知识库里的知识或经验找出设计所需的标准件或组件的设计过程,此过程是建立在已有知识库的基础上,从而实现了知识的重用性。根据设计条件,推理设计过程可以分为 2 种方式:

第 1 种方式为手动选择标准件、组件,并进行手动驱动,实现虚拟装

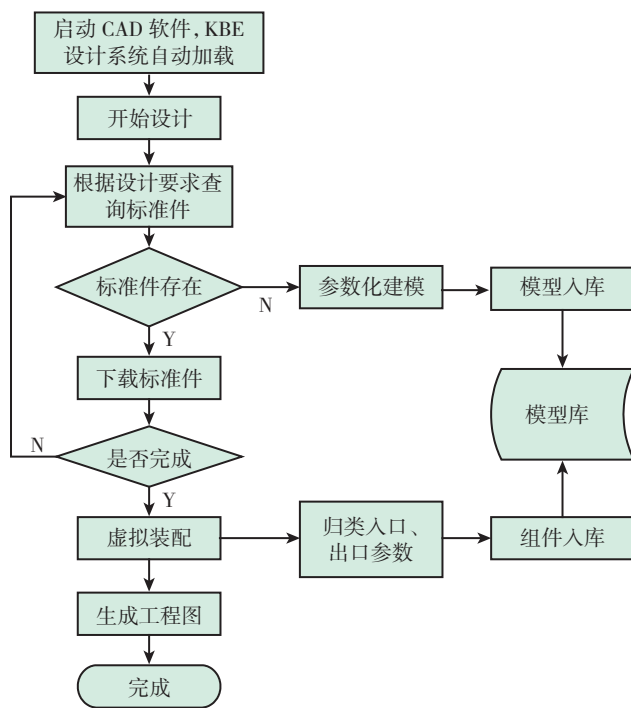


图3 组件参数化造型及入库

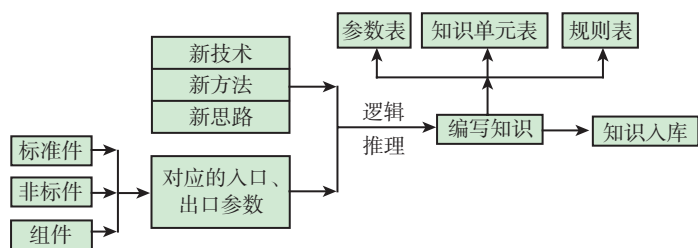


图4 知识库编写流程图

配,从而提高装配速度。推理设计 1 见图 5。

第 2 种方式为使用知识库进行推理设计,自动选择组件及标准件,由系统自动驱动,进行虚拟装配。推理设计 2 见图 6。

系统在 Visual C++ 平台上采用基于 ODBC 开发 C/S 结构的数据库模块,将数据集中管理分散使用,便于保证数据的完整性和安全性。通过 Visual C++ 中的数据传递指针将数据传递回 Solid Edge 二次开发工

具的主要变量,再通过 Solid Edge 软件的菜单脚本文件调用达到系统实现^[7]。

应用实例

以典型 L 形支架的三维快速工装设计为例,讲述本系统的应用。L 形支架设计包括:L 形支架资料收集、技术准备,建立 L 形支架相关的标准件、组件的参数化图形库,归纳总结相关公式和经验数据,编写知识库,推理设计,输出工程图等内容。

1 确定结构方案

根据设计要求,通过强度校核,最终确定 L 形支架由 L 形主支架和水平运输车结构组成。L 形主支架由主架结构、对接盘组成,对外留有与各支架的接口。

2 知识抽象

2.1 结构分类

根据 L 形支架的结构特点及功能要求,通过对设计知识的总结、归纳、提炼、创新等工作,对 L 形支架的零件进行分类,判断其属于标准件、非标件还是组件。

(1) 轮子为外购标准件,并且需要根据重量的变化选择不同的系列,因此轮子需归类为参数化的标准件,并入库。

(2) 小升降机由购买的标准件装配而成。因为要通过调节小升降机来实现卫星的俯仰,所以要把小升降机组件的装配距离设为系列参数,因此小升降机需要建成参数化的组件,入库到标准件库中,以备后续直接调用,进行装配。

(3) L 形支架、连接盘、连杆、车架电等其它零件,需要根据设计的要求不断变化,因此它们作为非标件入库。

2.2 参数分类

根据 L 形支架的设计经验、计算公式、设计标准手册等知识,抽象出系统需要的入口参数、被驱动参数、间接参数、推理参数等。

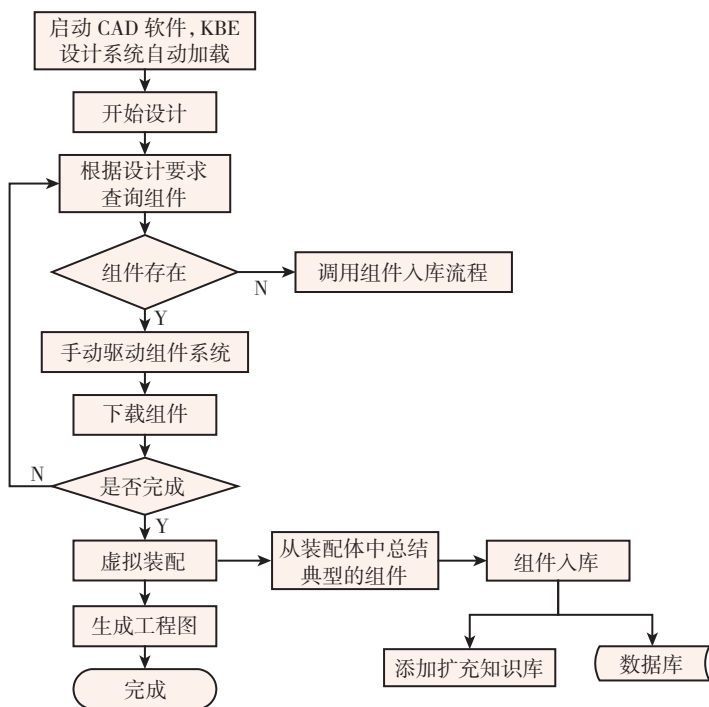


图5 推理设计1

该系统的接口是开放的,可以根据企业现状及将来的发展,扩充元件库,包括标准件和组件的建库、扩充、修改、删除,实现产品设计知识的积累和再利用。

4 用户权限管理

三维快速工装设计系统是一个网络运行程序,需要多用户能够同时运行。如何对每个用户可进行的操作进行控制,是关系到系统能否正常运行的关键。用户权限设置及管理的主要目的是对使用本系统的所有用户进行管理,并对用户的使用权限进行设置。该系统主要包括的功能有:用户信息管理、角色信息管理、角色权限设置、用户权限设置、用户登录、用户注销、密码修改和数据库连接设置。

5 系统的实现原理

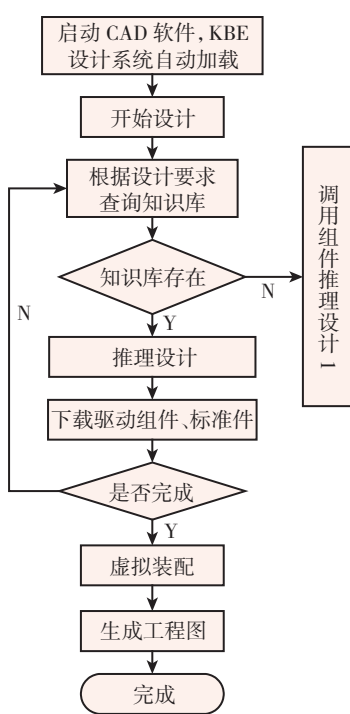


图6 推理设计2

间接参数是指在使用入口参数推理出口参数时,中间过程中用到的参数,此参数值是通过入口参数驱动计算出来的。它包括单个零件内部的参数关系和零件间的参数关系。这类参数没有必要重新命名,只要把链接关系写在“公式”里面即可。

推理参数需要在设计库中编写知识来实现。即在知识单元表里列出各类参数之间的关系;在规则表里编写各类参数之间的具体关系。

3 三维造型

根据结构分类,在 Solid Edge 软件里建立标准件、非标件的三维模型,然后进行虚拟装配,添加间接参

数关系。

4 编写知识库

知识库综合了工程设计经验,计算公式、设计标准手册等知识,这些知识以规则方式存入知识库,供推理设计时使用。

根据经验抽象出来的知识编写到知识库。知识的书写分为参数表、知识单元表、规则表 3 个部分。参数表指输入设计时的入口参数及参数的基本信息,见图 7;知识单元表是用来列出各类参数之间的关系,见图 8;规则表是用来编写各类参数之间的具体逻辑推理关系,见图 9。

3.5 推理设计

如果需要更改标准件的系列,可以手动选择标准件、组件,进行驱动,实现虚拟装配的推理方式,即在前文中介绍的推理设计 1。

如果需要通过入口参数来驱动,则使用知识库进行推理设计,自动的选择组件及标准件,自动驱动,进行虚拟装配,即在前文中介绍的推理设计 2。

结论

实践证明, Solid Edge 软件能够实现工装的三维快速设计。在 Solid Edge 平台下,综合运用 Solid Edge 开发工具、Visual C++ 以及数据库知识,建立的以全新的 KBE 设计理念为先导的设计系统,具有良好的稳定性、可操作性,对于复杂工装的设计提供了方便快捷的途径,实现了企业产品信息的交流与共享,设计知识的积累和再利用,有效缩短了设计周期,推动了三维数字化快速设计的步伐。

参考文献

- [1] 孙家广. CAD 技术的发展趋势——开发、集成、智能化、标准化. 计算机辅助设计, 1997, 4: 12-14.
- [2] 赵震, 彭颖红. 基于 KBE 的工程设计——理论、方法与实践. 机械科学与技术, 2003(1): 151-153.
- [3] Peng Y H, Zhao Z, Ruan X Y. KBE technology in engineering design//Jian Song. Proceedings of International Conference on Engineering and Technological Sciences 2000. Beijing: New World Press, 2000: 94-100.
- [4] 齐尔麦. 机械产品快速设计原理、方法、关键技术和软件工具研究 [D]. 天津: 天津大学, 2003.
- [5] 周济, 查建中, 消人彬. 智能设计. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [6] 刘晓冰, 杨春立, 孙伟. 产品设计知识库建立方法研究. 计算机集成制造系统, 2003(8): 621-625.
- [7] 王利华. 透平压缩机三维快速设计系统若干关键技术的研究 [D]. 沈阳: 东北大学, 2007.

(责编 深蓝)



图7 参数表

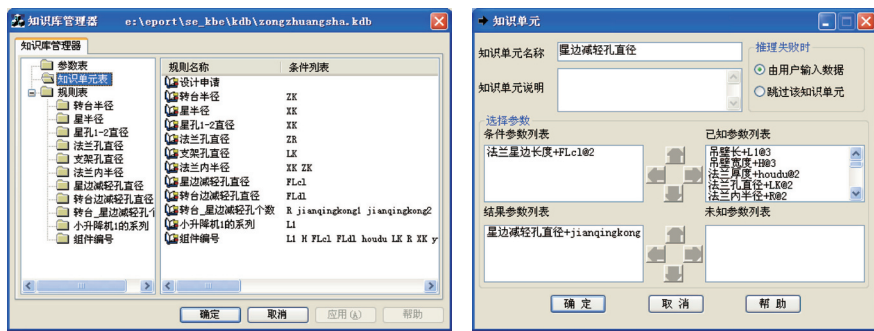


图8 知识单元表

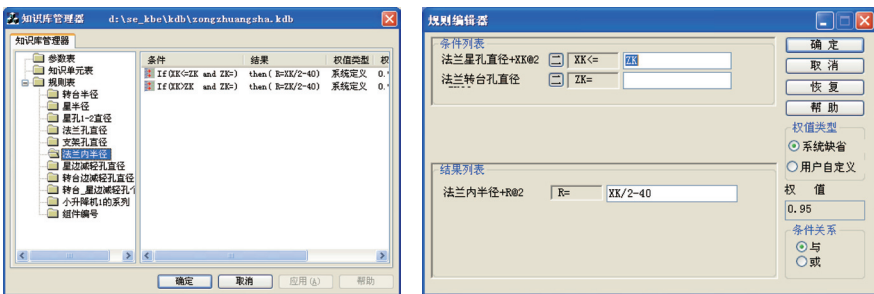


图9 规则表