

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2018.08.007

基于 TBS 的变结构体参数化设计方法研究

刘金宏, 杨丽红*, 甘 屹
(上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093)

摘要:针对现有机械产品设计的个性化、系列化和效率不能满足客户需求的问题,对产品设计前期的建模思想和装配方法等方面进行了研究。建立起了一种在产品设计过程中,以“顶层基本骨架”(top basic skeleton, TBS)建模方法为设计思想,利用 EDS 参数化设计软件为工具,从客户需求开始,到整体装配模型,再到局部零部件的设计方法;通过对电梯轿厢的变结构体参数化设计试验,在建模参数和设计对象的尺寸参数控制方面实现了唯一、实时的对应关系。研究表明:基于 TBS 思想与参数化方法相结合,能够有效地提高机械产品设计效率,缩短设计周期,满足客户对个性化和可靠性的需求。

关键词:顶层基本骨架;参数化;变结构;EDS

中图分类号:TH122

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2018)08-0818-05

Variable structure parametric design based on TBS

LIU Jin-hong, YANG Li-hong, GAN Yi

(College of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Aiming at the problems of the mechanical product design such as individualization, serialization and efficiency that can't meet customer's needs, then the product design early modeling ideas and assembly methods and other aspects were studied. A new method of product design process beginning from the customer's needs, to the overall assembly model, then to the local components was established, which came from the modeling thought the top basic skeleton (TBS) and the parametric design tool EDS. Through the parametric design of the variable structure of the elevator car, the only real-time correspondence between the modeling parameters and the size parameter control of the design object was achieved. The research results indicate that the combination of TBS and parameterization can improve the efficiency of mechanical product design, shorten the design cycle and meet the requirements of customers for personalization and reliability.

Key words: top basic skeleton; parameterization; variable structure; EDS

0 引 言

随着科学技术的发展和日益增长的社会需求,机械产品的类型、规格及性能也随之发生变化,市场对产品的周期性、可靠性、个性化等要求愈发苛刻^[1]。因此,为了快速地设计产品模型,符合现代 CAD 中概念设计思想,出现了参数化设计的方法。而从产品的空间结构上来看,产品的“顶层基本骨架”类似于该产品

的装配草图,它能代表产品模型的主要空间形状和空间位置,能基本反映构成产品的各个子模块之间的拓扑关系及其主要功能^[2]。对提高产品设计数据的标准化、业务流程合理化、系统运行集成化,提高设计效率等方面都具有重要意义。

因此,本研究将以“顶层基本骨架”为设计思想,将自顶向下的模型装配思想与参数化设计技术相结合,以实现产品的开发与应用。

收稿日期:2017-12-08

作者简介:刘金宏(1991-),男,江苏盱眙人,硕士研究生,主要从事先进制造技术与结构设计方面的研究。E-mail:570228596@qq.com

通信联系人:杨丽红,女,副教授,硕士生导师。E-mail:lhyang@usst.edu.cn

1 以“顶层基本骨架”为核心的设计思想

1.1 “顶层基本骨架”方法设计

设计产品模型时最初考虑的是产品实现的功能,然后是实现该功能的结构关系,是一个由抽象到具体,由整体到局部的过程。

本研究基于 TBS 的参数化设计,即在产品设计的最初阶段,按照基本功能和要求在设计顶层构筑一个“基本骨架”,随后的设计过程在此基础上进行复制、修改、细化、完善并最终完成从整体到局部的设计^[3]。

产品的“顶层基本骨架”基于自顶向下的设计思想,能体现产品模型的主要空间形状和空间位置,能基本反映构成产品的各个子模块之间的拓扑关系及其主要功能。因此,它是整个产品自顶向下设计过程中的核心,是各个子模块之间相互联系的桥梁和纽带^[4]。在构筑“顶层基本骨架”过程中,更注重在最初的产品总体布局中捕获和抽取各个装配体和零件间的相互关联性和依赖性。

自顶向下设计方法很好地体现了这一理念,即在客户提出需求后,初期就考虑零件之间的定位和约束关系,生成产品的拓扑关系,在完成产品的整体设计之后再对零件(子模块)进行设计。与传统的装配(零件之间的互相贴合、定位或对齐)不同,构筑“顶层基本骨架”设计是子装配体和零件都装配在同一基准即基本骨架(包括基准点、线、面;轮廓线、轮廓面等)上,最后用这个可以不断变更、发展的顶层基本骨架来控制整个产品的参数化设计^[5]。

TBS 方法主要设计流程如图 1 所示。

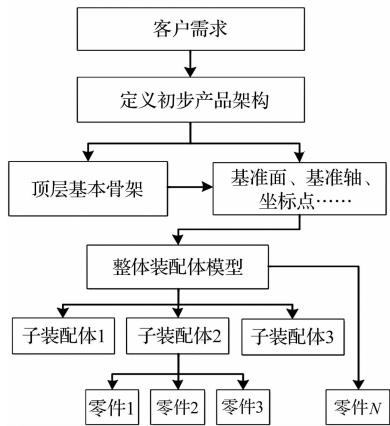


图1 TBS方法设计流程图

1.2 参数化技术

参数化技术指在构造产品模型过程中,将与几何轮廓相关联或者对目标产品有影响的尺寸信息进行预定义,通过约束、修改这些已有的参数信息快速重构产品模型从而实现产品高效设计的方法。基于这种参数化思想设计,使得产品模型在不同要求中具有唯一性和适时性。

参数化就是将模型中的定量信息随客户需求变量化,系统在实现可变参数的同时,自动维护不变参数的拓扑关系。目前,使用 SolidWorks 软件进行参数化设计的主要方式有^[6]:参数驱动法(尺寸驱动法);程序驱动法;模块参数化等。

随着现代 CAD 设计思想越来越成熟,市场上产品的更新换代节奏越来越快,传统的参数化设计方法远远达不到现代设计的要求。尺寸驱动法只局限于尺寸变量化,无法完成模型拓扑结构上的改变;程序驱动法的程序设计工作量较大,要求程序员对 SolidWorks API 函数具有较好的理解和运用能力,还要对开发语言有较高的掌握能力,因此对大多程序员或刚入行的工作者要求过高;模块参数化基于现有的模块化库,一旦出现新型设计,之前定义的模块化便不能使用,需重新建库定义。为了适应当前市场需求,也为了方便当前设计的后续利用,一些企业建立了自己的参数化库。即具有同一功能但结构类型不同的零件,通过分成不同的类型,建立每一类型的参数设计样板,然后对每一类型的参数设计样板分别进行变参数设计,称之为“变结构体参数化”^[7]。此方法可以通过添加或者删除模板库里的模板实现模板库的扩展和修改,既可以改变拓扑结构关系又可以实现尺寸的参数化,大大提高了设计的灵活性。

变结构体参数化设计大致可分为 3 个步骤,如图 2 所示^[8]。

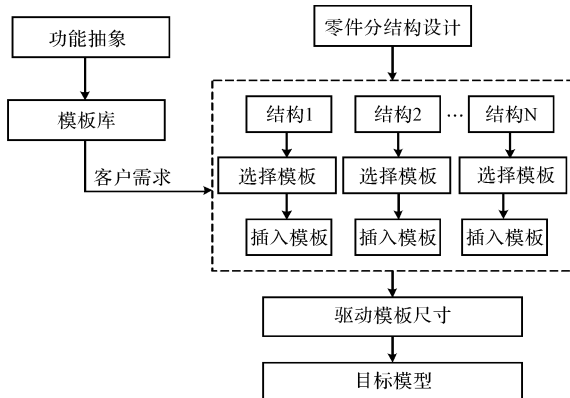


图2 变结构体参数化设计流程图

(1)功能抽象。根据零件的外形以及功能提取零件的基本结构,将基本结构以草图的形式表达,形成模板库;

(2)组合。在建立模板库基础上,根据用户需求添加所需类型的参数样板,组合成新的模型;

(3)尺寸驱动。在新组合的类型模板上,根据实际需求修改尺寸信息,完成零部件的设计。

综上所述,常规的参数化设计大都针对同一功能同一结构类型的零件设计,而变结构体参数化可以解决同一功能不同结构类型的零件设计问题。再基于 TBS 思想对不同结构类型的零件从整体出发,从顶层构建“基本骨架”,逐层设计。两者相结合形成基于 TBS 的变结构体参数化设计方法,可以有效地解决企业对不同结构类型零件的参数化设计,既降低了对工作人员的设计要求,又提高了产品研发的效率。

2 基于“顶层基本骨架”思想的 EDS 设计过程

2.1 EDS 概述

EDS 将企业的研发、产品系列化、合同处理、设计变更、数据准备等和其他业务功能整合在一个信息管理平台,通过参数化、模块化、三维化实现了设计数据标准化、非标处理自动化。

使用 EDS 来实现参数化建模的优势包括:系统提供表格化逻辑编写界面,工程师可根据产品的数据业务,定制数据格式,使产品研发、设计、工艺、装箱、采购在同一界面进行数据维护工作,加强工作协作、统一工作平台;所有研发、设计人员可在界面中进行产品设计、BOM 表创建,逻辑维护、尺寸公式编辑,不需编程,设计结果直接用于合同处理,无需专人在 PLM(产品生命周期管理)或 ERP(企业资源计划)系统中二次编辑;用户界面与 3D 模型关联,实现设计公式与模型联动,所有研发、设计人员可通过模型实时校验设计公式的准确性,辅助产品研发设计,并可自动生成整体模型,工程图,钣金展开图,零件图,BOM 表信息等等。

2.2 EDS 的自上而下参数化设计流程

以电梯设计为例,在以往的电梯零部件设计中,一般是根据合同、井道图、电梯轿厢的大小对电梯零部件图纸进行相应的修改、设计,即所谓的非标设计,在操作上需要针对每一个需要非标的零部件进行绘图设计,这就存在图纸数量较多,相应花费的时间较长、出

错率高、效率低下等情况。

在实际设计的过程中发现,大部分的零部件的尺寸长度大小与轿厢的宽深高变化有关,有很强的逻辑关系,通过运用这种逻辑关系来解决图纸问题,可以大大减少工作时间,EDS 系统用于电梯行业设计就是基于这种思想模式下操作的^[9]。在客户需求之前考虑到产品的定位和约束关系,生成它们的拓扑关系,建立电梯轿厢的顶层基本骨架(TBS)后,通过变结构体参数化编程做到自动判定组合电梯轿厢需要的子级基本骨架(SBS),最后自动约束零件(PART)的尺寸大小等信息。

基于 TBS 的 EDS 建模流程如图 3 所示。

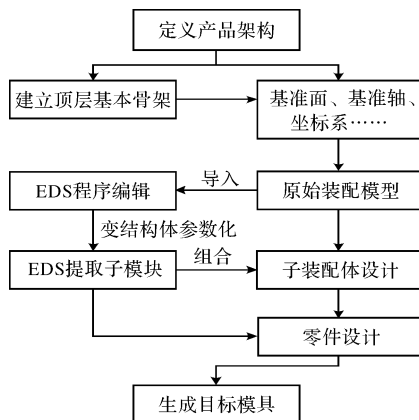


图3 基于 TBS 的 EDS 参数化建模流程图

3 以电梯轿厢为例的 TBS 自顶向下设计过程

在房地产快速发展的拉动下,我国的电梯市场也随之壮大起来。面对用户的多样化和个性化的需求,缩短电梯产品的研发周期,提高产品质量无疑成为电梯公司的首要目标^[10-11]。

然而传统机械产品的图纸设计、装配方式已经远远赶不上市场的需求,因此,“顶层基本骨架”的设计理念以及参数化设计方法已凸显得尤为重要。该实例按照电梯行业的设计功能和要求,利用创建的基准面、基准轴等构筑一个“顶层基本骨架”装配模型。运用 EDS 作为参数化设计工具,对整体到局部的装配体、零部件进行逐层设计,根据输入参数的不同进行相对应的自动模型生成,从而实现了模型装配技术与以“顶层基本骨架”为核心的参数化设计技术相结合,有效地适应了当前的市场需求。

电梯轿厢整体设计流程如图 4 所示。

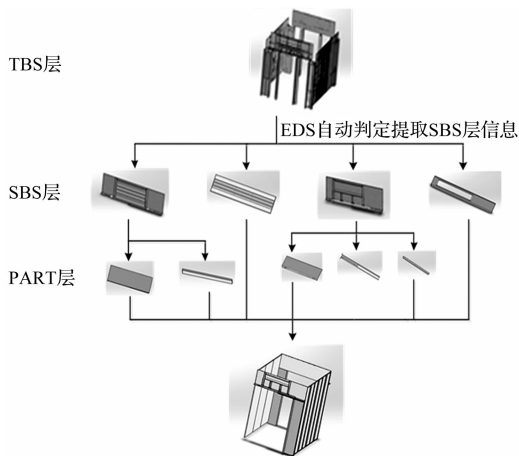


图4 基于TBS的电梯轿厢EDS设计流程图

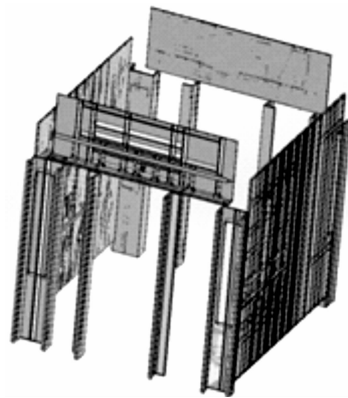


图6 总装配体结构图

3.1 轿厢壁板自上而下装配体建模

3.1.1 创建基准面

参数化建模装配过程中,要善于运用基准面,尤其是复杂的装配体需要在装配前根据变化规则合理创建一系列装配基准面,如图5所示。

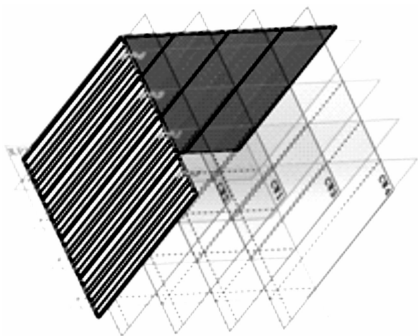


图5 建立的基准面示意图

这不仅仅是为了方便装配,而是为了避免EDS驱动模型后,导致一些使用实体上的面或特征约束的配合关系丢失,进而造成EDS驱动模型产生错误。同时也体现了“顶层基本骨架”的设计理念,根据要求从整体出发,一步步由大到小、由整体到局部的设计。

3.1.2 建立模板库

根据入口参数的不同,可能生成的三维模型也随之不同,所以各个零部件的形状也会有所变化。

在模型设计之前,本研究根据客户需求的实际情况,将所有的零件、子装配体等模型先建立出来,精确尺寸不做要求,然后装配到对应的基准面或基准轴上,同时生成总装配体工程图,如图6所示。

3.2 EDS参数化逻辑编写

3.2.1 总装配体逻辑编写

根据入口参数所要求的功能,在特征栏里压缩不需要的基准轴等信息,需要的信息保持不压缩状态;子

件状态栏里包含所有子装配体和零件信息,根据功能要求从中提取所需要的零部件信息,不需要的零部件在CAD里呈压缩状态;最后根据入口参数值确定装配体模型尺寸大小等信息。

3.2.2 子装配体与零件逻辑编写

总装配体逻辑驱动后,没有被压缩的零件需要逻辑控制来达到所需要的尺寸和形状。特征栏里压缩不需要的特征(如孔、折边、镜像、阵列等),不被压缩的特征通过尺寸逻辑关系驱动以获得所需要的形状。

3.2.3 EBOM逻辑编写

EBOM(设计物料清单):主要是设计部分产生的数据,产品设计人员根据客户需求进行产品设计,包括产品名称、产品结构、明细表、产品使用说明书、装箱清单等信息。EBOM是工艺、制造等后续部分的其它应用系统所需产品数据的基础,在EDS中通过参数赋值区对其需要的信息进行备注即可。

3.2.4 工程图标注问题

仅标注在CAD特征上的尺寸,会随特征压缩而消失。因此,如果不能直接标注在特征上的尺寸,需要在工程图中建立标注用的基准轴,通过EDS逻辑控制其是否消失。对于一些复杂的标注,可以通过草图和图层加以控制。

3.3 目标模型生成

顶层基本骨架是基于参数化技术的自上而下设计,本实例正是基于TBS设计思想,根据客户需求,先建立一个“基本骨架”,创建模型库,再利用EDS对模型库进行变结构体参数化设计,最后生成的目标三维模型如图7所示。

3.4 结果分析

根据电梯轿厢的试验,基于TBS的变结构体参数化设计方法满足了从初期客户需求开始,在建模参数和设计对象的尺寸参数控制方面实现了唯一、实时地

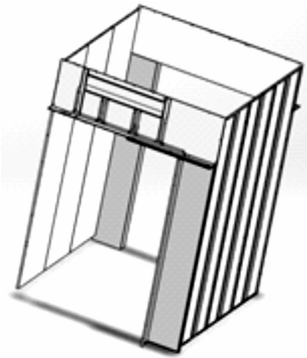


图 7 生成三维模型图

对应关系,有效地提高机械产品设计效率,验证了 TBS 思想与参数化技术相结合的可行性。

4 结束语

针对现有机械产品设计的个性化、系列化和效率不能满足客户需求的问题,本研究利用 SolidWorks 三维设计软件和 EDS 参数化软件,基于自顶向下的装配设计方法,建立起了参数化模型,验证了 TBS 思想与参数化技术相结合的可行性,为机械产品设计提供了高效的参数化设计系统。

借助该系统,设计人员通过更改装配模型的主要驱动参数,可以自动并实时地更新不同型号的系列产品;在生成产品零件、装配体模型的同时自动更新生成工程图,钣金图。

采用该技术可以有效地解决企业对不同结构类型零件的参数化设计,实现了产品的系列化生产设计,对提高设计效率、缩短设计周期、增强企业的竞争力及灵

活的市场反应能力有重要的现实意义。

参考文献(References):

- [1] 卢杰,米彩盈. 基于 SolidWorks 的联合参数化设计方法研究[J]. 图学学报,2013,34(6):64-68.
- [2] 唐林新,齐从谦,周小青,等. 产品概念设计中的顶层基本骨架模型及其评估方法[J]. 中国工程机械学报,2007,5(3):357-360.
- [3] 水俊峰,吴宗佳,陈树晓. 基于 SolidWorks 的自顶向下装配与参数化技术[J]. 机械工程与自动化,2007(5):9-11.
- [4] 张志伟,甘屹,李胜. 基于 TBS 建模的产品信息演化描述研究[J]. 现代设计与先进制造技术,2010,39(23):23-27.
- [5] 甘屹,齐从谦. 基于顶层基本骨架装配模型的产品并行设计[J]. 机械设计,2006,23(5):5-6.
- [6] 刘广,米彩盈. 基于 AFV 技术的变结构体参数化设计方法研究[J]. 图学学报,2014,35(5):736-740.
- [7] 胡乙钦,米彩盈. 变结构体参数设计的一种新方法[J]. 机械设计与制造,2011(5):46-48.
- [8] 杨昊亚. 基于 CATIA 的铁道车辆车轴参数化设计方法研究[J]. 机械工程与自动化,2017(6):89-90.
- [9] 唐琳. 浅谈 EDS 参数化设计[J]. 科学与财富,2017(22):14-15.
- [10] 史诺,刘琼,鲁剑啸. 齿轮泵中变位齿轮的参数化设计与实现[J]. 液压气动与密封,2016(1):50-52.
- [11] 王哲. 电梯轿厢参数化设计系统部分模块的研发[D]. 沈阳:东北大学机械工程学院,2010.
- [12] 徐国宝,石卓栋,徐德众. 基于 Solid Works 的托盘仓参数化设计[J]. 包装与食品机械,2017(2):43-46.

[编辑:周昱晨]

本文引用格式:

刘金宏,杨丽红,甘屹. 基于 TBS 的变结构体参数化设计方法研究[J]. 机电工程,2018,35(8):◆-◆,◆.

LIU Jin-hong, YANG Li-hong, GAN Yi. Variable structure parametric design based on TBS[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2018,35(8):

◆-◆,◆.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>