

基于事物特性表的电动工具产品变型设计的实现*

袁以明, 苏少辉, 陈国金*

(杭州电子科技大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:通过分析电动工具技术的发展状况和当前日益国际化的市场特点,提出了基于事物特性表的电动工具快速变型设计方法。将电动工具产品快速变型设计的关键技术归纳为基于事物特性表的可变型产品模型建立过程和电动工具变型设计过程,研究了 Solid Edge 的变量表的二次开发和将事物特性表与变量表进行关联的方法,在此基础上,提出了基于事物特性表的电动工具产品变型设计的方法和过程。最后,以电动工具变速盖为例验证了理论的可行性。

关键词:电动工具;变型设计;变量表;事物特性表

中图分类号:TH122

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)03-0296-05

Implementation of power tools products transformation design based on SML

YUAN Yi-ming, SU Shao-hui, CHEN Guo-jin

(School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Through analyzing the technology development condition of power tools and current characteristics of internationalization market, implementation of power tools transformation design based on SML was proposed. The aberration products model's building process and power tool aberration's design process based on SML were concluded as key technology. It was researched that the methods of variable table's re-development in Solid Edge and how to carry on the connection SML with the variables table. Based on this the methods and the process of power tools transformation design based on SML were proposed. At last, the top plate of power tools was taken as the example for confirming the feasibility of the theory.

Key words: power tools; transformation design; variable table; SML

0 引 言

随着市场的日益国际化和现代科学技术的进步,产品的技术含量和复杂程度在不断增加,而产品的生命周期在不断缩短。因此,企业要想在市场竞争中取胜,必须要以比同行更快的交货期、更低的成本、更好的质量与更完善的服务去响应用户的需求^[1-3]。目前,开发新产品的速度和成本已经成为影响制造企业快速响应市场需求的诸多因素中所面临的最大挑战。因而为了能够快速响应客户需求、缩短产品设计周期,可以采用对产品零部件进行变型设计,快速而准确地得到

满足客户需求的变型产品,这里包括产品变型设计和工艺变型设计。对电动工具企业生产活动的大量调查表明,产品设计阶段制约着产品生命周期,而其中 70% 以上的产品设计都可以在原有产品基础上通过变型设计来实现。变型设计是一种设计方法和设计过程,是在原有设计工作的基础上,通过一定的修改以产生一个新的或与原有设计相似的产品。零件的变型设计主要是包括了零件规划、零件建模、零件几何变型设计、零件工艺变型设计和数控加工 NC 代码变型设计等;产品的变型设计包括产品模型建模、产品装配关系变型设计和装配工艺变型设计。

收稿日期:2010-09-13

基金项目:浙江省科技计划资助项目(未提供)

作者简介:袁以明(1985-),男,浙江安吉人,主要从事智能控制、数字化设计和 PDM 方面的研究. E-mail: gavie.12345@163.com

通信联系人:陈国金,男,教授,硕士生导师. E-mail: chenguojin@163.com

本研究根据事物特性表(SML)原理,以 CAD 系统 Solid Edge 为具体应用对象,研究了基于电动工具具体产品进行变型设计的过程,提出了一种基于 Solid Edge 二次开发的电动工具变型设计的方法,最后给出了应用实例。

1 电动工具技术发展状况

目前的电动工具行业由于市场的变化,主流电动工具产品的生命周期只有 3~4 年,通常是产品的内部功能几乎没有变化或者变化不大,只是产品的外形发生了变化,以适应客户定制的需要^[4-5],因此开发出电动工具变型设计系统尤为重要。

最近几年,浙江省专业电动工具企业的数量也在不断增长,规模不断扩大,竞争激烈,不仅已立足国内,更在上世纪 90 年代初就打入国际市场,是浙江的重要出口创汇产业。但浙江乃至全国的电动工具制造产业还存在一些不足,主要表现在:①产品品种和结构较少,难以满足客户日新月异的特殊需求;②产品质量和技术水平与国外同行业之间还存在较大差距;③科研投入与实力不足,自主创新产品研发较少。这些不足使浙江及全国生产的电动工具产品的技术附加值偏低,造成我国整体上是电动工具生产大国,但不是强国的现状。

笔者研究项目的合作企业是某电动工具企业,针对现阶段企业的设计能力不足,无法满足客户的多样化和个性化需求,开发的基于 SML 和 CAD 系统集成的快速设计变型系统很好地解决了这方面的问题,系统开发成功后,其中基于事物特性表的电动工具产品几何形状变型设计技术将可以提高企业快速响应客户定制需求的能力,大大地缩短了产品的研发、制造周期,提高了市场的竞争力。

2 基于事物特性表的电动工具产品变型设计原理

基于事物特性表的电动工具产品变型设计原理本质上是一种面向电动工具产品族或者产品平台的变型设计;它以事物特性表为基础,结合电动工具产品数据管理技术对产品变型设计过程进行控制,约束设计人员的随意性,从而实现降低零部件种类的目的,并在 CAD/PDM 系统支持下,能够实现电动工具快速产品设计。

产品零部件主模型的建立是实现产品建模和变形设计的重要环节。目前建立可变型产品模型有很多方

法,该原理是在合理化工程中产品标准化和规范化实施步骤以及模块化技术的指导下,利用具有尺寸关联及表格参数驱动功能的关系型 CAD 系统,借助于事物特性表技术,建立起产品主模型和事物特性表之间的关联关系,从而建立变型系统,以达到快速产品设计的目的,并通过事物特性表对产品主模型进行变型设计,生成满足用户个性化需求的产品。

2.1 事物特性表(SML)技术

事物特性表(德文:Sach-Merkleisten,英文:Tabular Layouts of Article Characteristics)是表征产品,包括部件和零件的功能、几何、制造等事物特性,并以固定格式表的形式反映出来的信息集合^[6-7]。事物特性表技术起源于德国,并且在 1971 年制定了作为 CAD 标准件文字信息库基础的 DIN4000 事物特性表系列标准,后来于 1981 年颁发了 DIN4000—1《事物特性表定义和原理》。我国于 1988 年采用 DIN4000—1 而颁发了 GB/T 10091.1《事物特性表定义和原理》。

事物特性表的主要目的是构建能够进行变型的模块化系统,支持有效的检索和变型设计。一个合理的事物特性表,不仅可以方便地进行产品的变型设计,而且还可以有效地实现下游过程的变型响应^[8]。

在 DIN4000 系列中特性被分为事物特性、几何特性、补充特性、功能特性、算法特性、分类特性以及属性特性等等,每个特性种类都被分配指定的特性表示范围。事物特性表主要是用来表征产品以及零部件的上述特性,并以表的形式反映出来的信息集合。按 DIN4000 中规定建立的事物特性表格式如图 1 所示^[9]。

事物特性表 DIN4000						
字母代号	A	B	C	D	E	F
事物特性名称						
有关说明						
单位						

图 1 按 DIN4000 建立的事物特性表格式

2.2 基于 SML 的电动工具产品变型设计原理

变型设计是用已有的设计描述去适应新的设计目标和约束。变型设计的种类很多,如基于装配模型、模块化、特征、实例推理、类比推理,以及面向产品族和产品平台的变型设计等。基于 SML 的电动工具产品变型设计主要功能是建立可变型产品零部件主模型,以及生成满足客户需求的变型产品。因此其主要原理是通过事物特性表模块,设计人员可以很方便地建立可变型产品零部件主模型的事物特性表;借助事物特性

表驱动参数型 CAD 系统—Solid Edge 中产品零部件主模型的变量表,生成满足客户需求的变型产品零部件,然后将变型后的产品零部件快速地装配成满足客户需要的个性化产品。

基于事物特性表的电动工具变型设计过程客观上要求 CAD 系统是具有表格驱动功能的关系型系统,但目前的 CAD 系统大多都是参数化系统,无法完全满足变型设计的需要。为了能够通过事物特性表来驱动 Solid Edge 系统中产品零部件主模型的变量表,从而对产品零部件主模型进行变型设计,必须用 Solid Edge 系统中建立的产品零部件主模型按照 DIN4000 中的规定建立该产品事物特性表。因此,本研究提出了对参数化 CAD 系统 SolidEdge 的变量表功能进行二次开发,利用 SQL2000 数据库的一些表格处理功能建立事物特性表。新建事物特性表模块主要是依据德国 DIN4000 事物特性表系列标准,建立标准化和规范化产品零部件主模型的事物特性表。在事物特性表模块中,主要采用面向对象的方法来设计产品零部件的事物特性表。

(1) SolidEdge 变量表功能二次开发概述。Solid-Edge 是由美国 EDS 公司推出的主要面向中小企业的,专门为机械行业设计的普及型主流 CAD 系统,提供了机械设计、曲面造型、塑料模、钣金、焊接、装配和工程图设计等基本功能模块^[10]。

Solid Edge 为用户提供了采用标准的 Windows“对象链接与嵌入(OLE)”技术和“部件对象模式(COM)”技术的应用程序接口。开发者和用户能够通过使用支持 Active Automation 技术的开发工具,例如 Visual Basic、Visual C++ 等,对 Solid Edge 进行二次开发,来适应用户的一些特殊需要,减少重复性的建模制图工作,以提高工作效率。SolidEdge 的对象层次结构是以应用对象为根节点的树型结构,其中“Application”是 Solid-Edge 的应用对象,它有一个文档集合对象“Documents”;“Documents”集合对象包含了 5 个文档对象—“AssemblyDocument(装配文档)”,“DraftDocument(制图文档)”,“PratDocument(零件文档)”,“SheetMetal-Document(钣金文档)”和“WeldmentDocument(焊接文档)”。每个文档对象都包含了各自的属性和方法。在这里,本研究用 Visual Basic(以下简称“VB”)来开发 Solid Edge,需要调用 Solid Edge 特有的对象和方法。而这些特有的对象和方法是由 SolidEdge 自带的库文件提供。所以使用 VB 进行 SolidEdge 的二次开发,首先要在工程中引用 SolidEdge 的类型库。VB 不会自动添加这些类型库,所以在建立一个工程时,首先

需要添加这些类型库,如图 2 所示。



图 2 添加 Solid Edge 的类型库

变量化技术是提高工程设计质量和效率的重要手段。所谓变量化设计是通过将变量关联起来,驱动整个 CAD 模型,从而达到快速完成设计的目的^[11]。SolidEdge 的变量化设计首先进行实体建模或者工程图样绘制,SolidEdge 允许在二维或者三维环境中,实现变量化;进行变量化操作,明确变量间的关系;在后续设计中,利用已有的变量化模型或者图样,进一步设计。变量化的最终目的是在以后的工作中再次使用。电动工具是系列化的产品,因此,为了适应客户定制的需要,对 Solid Edge 系统中产品零部件主模型的变量表进行二次开发,能够大幅度的提高设计效率、降低工作难度、强度和周期,节约了成本,又能提高设计图样的准确性,增强了管理的可控性。

(2) 事物特性表与变量表的关联。事物特性表的主要目的是构建为了能够进行变型的模块化系统,支持有效的检索和变型设计,因此,需要将事物特性表与 Solid Edge 的变量表进行关联。

在合理化工程中产品标准化和规范化实施步骤的指导下,通过分析产品零部件,去除不合理结构,以尽可能减少基本特征参数而充分运用导出特征即用表达式来反映产品零部件的几何关系、拓扑关系。通过对产品零部件模型的综合、抽象和提取,在 Solid Edge 系统中建立了面向大批量定制的产品零部件主模型。

在进行事物特性表与变量表的关联操作步骤中,关键在创建表列窗口输入所选列的属性,也就是将 Solid Edge 的变量表进行匹配的事物特性表配置,完成该变量相对应的事物特性名称、字母代码、特性名称、数据类型、变量单位、取值范围以及是否为用户输入等属性。继续输入该零部件其他变量的属性,直至该零部件的所有变量(表列)的属性都输完为止,并以此保存到数据库中。

3 基于事物特性表的电动工具产品变型设计的方法和过程

3.1 电动工具产品主模型建立以及变型设计方法

建立电动工具产品零部件主模型,主要是将其变量表与事物特性表进行关联,新建事物特性表主要通过读取 CAD 变量表及属性到用户界面,建立主模型事物特性表的表头以及事物特性表实例表等几部分来完成;基于事物特性表的电动工具产品变型技术主要是根据用户或设计人员的需要,由用户或设计人员输入产品零部件的主要参数,这样借助于事物特性表,就可以驱动参数型 CAD 系统中产品零部件主模型的参数表,快速、及时地生成满足用户要求的个性化产品零部件图纸^[12]。下面分别描述电动工具产品主模型事物特性表建立方法与基于事物特性表进行的变型设计方法。

(1) 建立电动工具新产品零部件主模型事物特性表的具体方法如下:

①运行开发的事物特性表模块,选取打开或者新建 Solid Edge 主模型,读取主模型变量表内容到经过 VB 编写的用户界面;

②建立产品主模型事物特性表表头,即事物特性表标识号,对应在 SQL2000 数据库中创建事物特性表表列(SMLProperty 类对象),并检测在事物特性表表头中是否存在相同的事物特性名称,若有相同的名称则需要重新定义事物特性表表头,若无相同名称,则将该 SMLProperty 类对象写入数据库中;

③在创建表列窗口按照 DIN4000 中规定建立电动工具的事物特性表,完成事物特性名称、字母代码、数据类型、变量单位、取值范围等属性。

(2) 基于建立的事物特性表进行变型设计的具体方法如下:

①链接数据库以及新生成实例的路径与名称,打开已建立模型的事物特性表,准备创建实例;

②读取所要修改的表列属性到用户界面;

③修改表行属性,在创建表行窗口输入变量值;对变量集合中的值进行判断,看其规范性;

④若不规范,用户重新进行修改表列属性;若规范,按用户修改的表列属性进行数据库更新。

3.2 电动工具产品变型设计过程

电动工具产品变型设计过程主要有产品零部件主模型的建立和产品变型设计过程两个阶段。产品零部件主模型的建立是实现产品建模和变型设计的重要环

节,产品变型设计是零部件主模型建立的目的。通过在事物特性表中输入相应的特性参数,能够快速派生出新的产品实例。本节将重点研究事物特性表和 Solid Edge 变量表相结合,实现产品变型设计的过程。

(1) 电动工具产品主模型建立过程。

产品变形设计主模型主要包括产品主模型变量表、产品事物特性表以及这二者之间的关联性。在这个阶段,按以下步骤进行:

第 1 步:根据电动工具产品新的零部件的工作原理,提出新的概念设计,在 Solid Edge 系统中建立产品主模型;

第 2 步:采用 VB 对 Solid Edge 的变量表进行二次开发,得到所有的设计变量;

第 3 步:利用 VB 以及上述所提到的“OLE”和“COM”技术,从 Solid Edge 中的主模型变量表中读取所有的变量到数据库中,并且反映到 VB 开发的界面中去;

第 4 步:基于 SQL2000,将电动工具主模型变量表和对应的事物特性表进行关联;

第 5 步:将建立的电动工具事物特性表保存到数据库中。

(2) 电动工具产品变型设计过程。

第 1 步:连接数据库,读取所要修改的表列属性到用户界面;

第 2 步:在界面上将鼠标放在要打开的实例所在行的位置,选取需变型设计的零件主模型,并显示对应的事物特性表,查看有没有满足要求的变形实例;

第 3 步:若没有,将鼠标放在最后一行上,进行创建实例;

第 4 步:在创建实例窗口中输入变量值,将数据保存到数据库中;并进行零件模型的生成和替换。

具体过程如图 3 所示。

4 应用实例

基于事物特性表的电动工具变型系统主要功能就是建立可变型产品零部件的主模型,以及生成满足客户需求的变型产品。如当电动工具变速器外形尺寸发生改变时,电动工具的变速盖相应地发生改变,而变速盖的变化仅仅限于外观或者尺寸。因此,该变型设计系统可以很好地解决这个问题。首先打开 Solid Edge 软件的事物特性表模块,选取主模型,从变速盖的主模型中提取变量表中变量名和变量值到用户界面,将电动工具变速盖的变量表与事物特性表进行关联,包括建立表头和编列,并完成其他事物特性表属性的设置,保存到数据库;再读取所要修改的表列属性到用户界

面,将鼠标放置到所要修改实例的那一行,在修改实例窗口输入要修改实例的变量值,进行零件模型的生成和替换。具体变型过程以及界面如图 4 所示,变型前后的结果如图 5 所示。

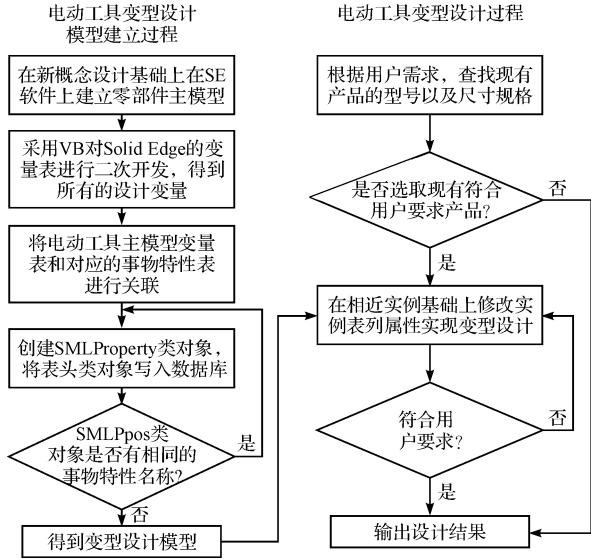


图 3 电动工具主模型建立与变型过程

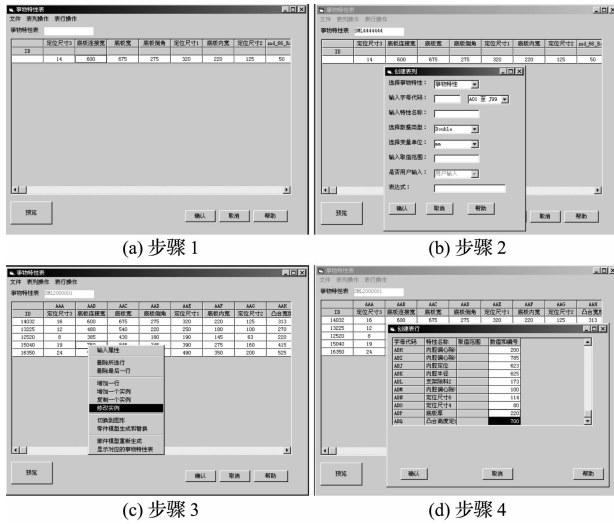


图 4 实例变型步骤

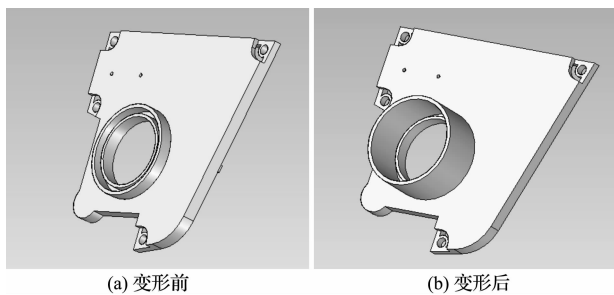


图 5 变型前后的变速盖

5 结束语

本研究以 Solid Edge 为设计环境,研究了基于事物特性表的电动工具产品变型设计的方法和过程,给出了 Solid Edge 变量表的二次开发和将事物特性表与 Solid Edge 的变量表进行关联的方法。并以事物特性表为基础,以 Visual Basic 为开发工具,结合电动工具产品数据管理技术对产品变型设计过程进行控制,在合理化工程中产品标准化以及模块化技术的约束下,规范设计人员的设计方法,从而实现降低零部件种类的目的,并在 CAD 系统支持下,能够实现电动工具快速产品设计^[13]。目前,笔者正在研究电动工具的工艺变型设计,这对提高产品的设计效率,快速响应客户需求和缩短产品设计周期具有重要的意义。

参考文献 (References):

- [1] 祁国宁,顾新建,谭建荣,等. 大批量定制技术及其应用 [M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 张 荣,张树有. 面向大批量定制的产品配置优化技术研究 [J]. 机械,2005,32(4):58-60,66.
- [3] 徐建萍,罗 好. 面向大规模定制的生产计划研究 [J]. 机械,2010,37(1):59-62.
- [4] 秦兆生. 国外电动工具产品和技术开发动态 [J]. 电动工具,1995(1):11-14.
- [5] 方少强,蓝培钦. 电动工具安全性能综合测试仪的研制 [J]. 机电工程技术,2010,39(6):78-79.
- [6] [德] 萧塔纳. 制造企业的产品数据管理 [M]. 祁国宁,译. 北京:机械工业出版社,2000.
- [7] 房凌晖,陈 刚. 产品数据管理系统的权限控制研究 [J]. 机械,2007,34(8):39-41.
- [8] 李金环. 基于 SML 的零件工艺变型设计关键技术与系统研究 [D]. 杭州:浙江大学机械工程学系,2006.
- [9] BAO Zhong-ping. Article Characteristics in Database [M]. Beijing: Standards Press of China,2002.
- [10] 顾巧详,苏少辉,余军合,等. 基于事物特性表的产品变型设计研究 [J]. 中国机械工程,2004,15(19):1713-1716.
- [11] 鲁玉军,祁国宁. 面向订单设计生产方式的产品设计方法研究 [J]. 中国机械工程,2006,17(22):2354-2359.
- [12] LI Qi-yan. Solid Edge Advanced Guide for Secondary Development [M]. Shanghai: Tongji University Press,2000.
- [13] CECIL B, STEVE C. A contingency view of time-based competition for manufactures [J]. **International Journal of Operations & Production Management**, 1996, 16(6):56-67.

[编辑:张 翔]