

大规模定制的图形自动生成技术*

Automatic Drawing Generation for Mass Customization System

北京科技大学机械工程学院
临沂师范学院工程学院

贺可太 李苏剑 董绍华
陈国华

[摘要] 介绍了定制流程的制定原则, 给出了定制系统的框架模型, 阐述了网络化定制系统的方法, 设计了图形自动生成系统的结构, 并介绍了各组成部分的内容、功能以及各部分之间的关系。最后, 文章展示了图形自动生成技术的实际应用效果。

关键词: 定制设计 图形自动生成 技术框架

[ABSTRACT] The principle for customization flow is introduced and the model frame of customization system is given. The method of network customization system is expounded. The structure of automatic drawing system is designed, and the contents, the functions and the relationships of modules are introduced. At last, the result of application of the technology is presented.

Keywords: Customization design Automatic drawing generation Technical frame

统计数据表明, 产品的生命周期中设计工作占的比例为 60%。特别是对客户化定制的小批量产品来说, 如果按照传统的方式进行设计, 会给设计、绘图工作带来大量的重复劳动。解决问题的方法在于让客户按照一定的设计原则通过网络定制设计产品, 由图形自动生成系统自动生成产品的零件图和装配图, 这样, 产品的设计成本可大大降低。

目前, 定制产品多处于模块化定制阶段, 允许对大的模块进行选择, 像电脑的板卡、汽车的发动机系列及车厢形状等。从零部件开始的定制和图形生成技术也逐渐得到研究和应用^[1-3]。

1 基于Web的定制设计系统框架

1.1 产品定制流程

产品的定制过程是由最终用户来完成的, 产品零部件的所有可变选择, 都要由用户作决定。但是, 产品的最终

用户不一定熟悉产品的工作原理和设计方法, 因此要让最终用户通过网络进行定制设计, 必须根据产品结构、设计原理和设计顺序制定完备的定制流程, 指导用户顺利完成定制设计工作。

定制流程就是根据产品的设计原理将设计过程用一定的约束条件进行规范, 供客户通过浏览器进行产品定制的产品设计程序, 它是决定定制和图形生成可行性的关键要素之一。产品的定制就是定义构成产品的零部件的特征、尺寸和约束关系, 使其能够按照一定的规律工作。定制流程的设计, 是决定网络化定制设计和图形生成的重要一环。定制流程如果太灵活, 约束条件太少, 会导致定制设计太复杂, 用户难以完成设计工作, 同时给图形生成系统带来太大的难度; 反之如果约束条件太多, 则会失去定制的灵活性, 不能有效地给客户 provide 个性化的产品。

产品定制一般采用自顶向下 (Top-down) 的设计模式。它以实际产品最后的总装配过程为框架, 从模块级的设计开始, 按照模块- 部件- 零件的顺序设计。每个设计步骤可以包含子流程, 从而进入下一级的设计中, 实现多层次的设计导航。每一层次的设计流程都符合企业已有的标准流程或成熟流程。一个模块设计完再进入下一个模块的设计。部件和零件的设计遵循同样的原则。产品定制流程示意图如图 1 所示。

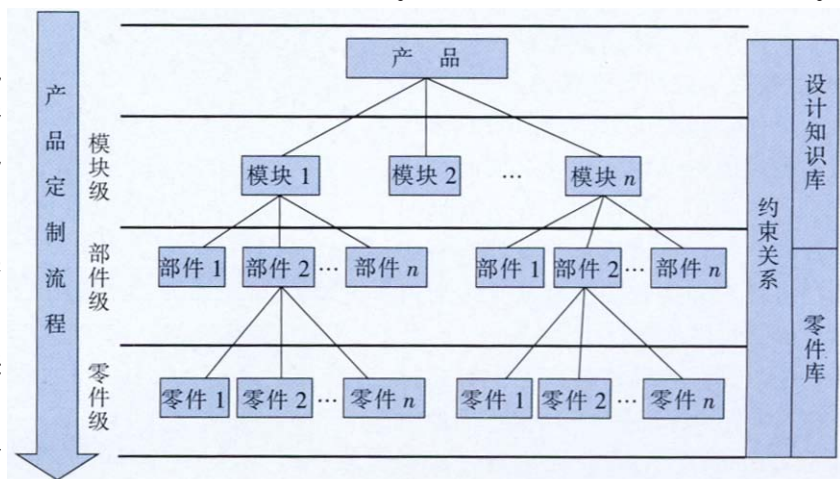


图 1 产品定制流程示意图

Fig.1 Sketch of product customization flow

* 国家“863”高技术研究发展计划项目 (2003AA414041) 资助。

大规模定制的产品设计 (Design for Mass Customization, DFMC), 多采用标准件甚至标准模块, 所以客户定制时根据定制流程选择结构并输入尺寸参数即可。

1.2 定制系统框架

定制设计系统包括 3 部分: 客户端定制模块、制造商图形生成模块和基于 Web 的零件信息共享平台, 系统结构如图 2 所示^[4]。

客户定制模块是供客户定制产品的接口。客户首先通过浏览器访问制造商的网站, 进入相应产品的定制流程。客户定制过程中需要选择产品的结构和零件

果所有的零件供应商都相互共享零件信息, 则制造商可以随时从零件供应商处获得零件产品的库存、几何特征、属性特征、形状信息、材质、强度等各种信息, 并将其直接应用于设计和生产的各个阶段。定制系统图形生成程序也可以直接读取标准件供应商的零件信息, 大大提高信息交换的效率, 缩短产品的设计和制造周期, 提高已有知识的利用率。用户在通过浏览器定制产品时, 可以直接从浏览器上查看所有零部件的信息, 做出正确的选择和判断。

2 图形自动生成技术框架

图形自动生成技术是深入开展客户化定制的关键技术, 是提高设计效率、降低设计成本的根本途径。对于单件或者小批量生产, 如果不借助于图形自动生成技术的支持, 客户定制完产品后由工程技术人员绘制产品的零件图和装配图, 那么, 客户化定制生产将难以大规模开展。

图形自动生成系统是在 CAD 平台上开发的应用程序, 其功能是在满足某种条件时从数据库获取客户定制的产品信息, 读取产品零部件的几何参数, 将参数传递给图形生成程序, 得到产品的零件图形和装配图形, 图形自动生成系统结构如图 3 所示^[6]。

图形自动生成系统主要由定制产品

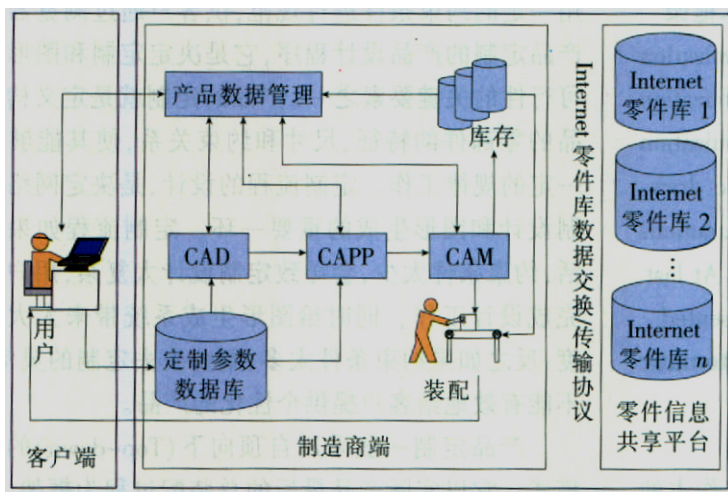


图 2 基于 Web 的网络化定制

Fig.2 Network customization based on Web

的种类, 确定产品的几何尺寸。客户选择的零部件中, 有很多是来自零件供应商的产品。图形生成程序可以根据数据共享协议直接访问零件供应商的数据, 获取零件的特征信息, 并生成零件图形。定制完成后, 一经用户确认, 服务器端的图形生成系统会实时生成产品的零件图和装配图, 并将其返回客户端。客户可以通过浏览器查看产品的零件图和装配图, 确认无误后可以直接通过网络下订单。

据统计, 目前机械产品中有超过 60% 的零件为标准件^[9]。构成产品的大部分零件都是从零件供应商处购买的。这些外购的标准化零件的制造商拥有完备的图形文件等信息资料。如

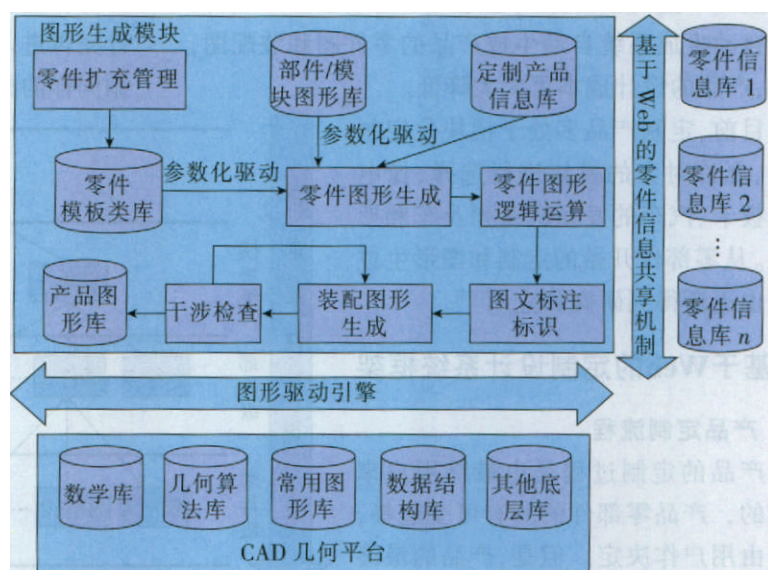


图 3 图形自动生成系统结构

Fig.3 Structure of automatic drawing generation system

信息库、零件模板类库、部件/模块图形库、零件扩充管理子模块、零件图形生成子模块、零件图形逻辑运算子模块、图文标注标识子模块、装配图形生成子模块、干涉检查子模块和图形驱动引擎等构成。

CAD 几何平台是开发图形生成模块的基础。图形生成过程中用到的数学运算、基本图素生成、获取基本图素的属性信息、图形图素的逻辑运算、图形文件的生成与保存等功能都可直接调用 CAD 几何平台中的相对应的函数。

定制产品信息库中存储客户定制产品的全部数据,包括产品的数量、产品的系列与型号、产品的零部件组成、组成产品零件的几何尺寸、零部件之间的相对位置关系等信息。这些信息在客户定制时从页面选择或者输入,然后由定制系统直接保存到数据库中。在生成产品的图形时,图形生成程序首先遍历数据库,读取产品信息后将参数传递给零件模板类,得到零件实例,然后对零件进行逻辑运算,得到装配图形。

零件模板类库是存储零件模板类的数据库。零件模板类是根据一类零件的结构特征构建的公共类,这个类包含该类零件的所有共有属性和结构特征。将某个零件的参数传递给其模板类,能够得到一个唯一、确定的零件。零件图形生成子模块在生成零件图形时,首先从定制产品数据库中读取零件的几何参数,然后从零件模板库中找到该零件对应的模板类,最后将参数传递给该模板,生成零件实例。产品的装配图由零件图经逻辑运算得到。这些运算包括并、交、差、消隐以及特殊处理。绘制装配图时要首先确定装配图的基准,然后根据零部件之间的相对位置关系和配合关系,对其图形进行可视性判断和逻辑运算。大多数产品因结构复杂,需要剖视,甚至有多剖切面,用多幅视图表现,剖切面的位置、方向和个数在不同行业产品中各不相同,需要在软件开发前详细地分析后确定。零件扩充管理子模块主要用于往零件模板类库中添加新的种类的零件模板类,或者从零件模板类库中删除不复存在的零件模板类。

部件/模块图形库用于存储一些已经标准化、模块化了的构成产品的部件或者常用的模块的图形信息。模块化的部件功能和结构相对比较固定,变化较少,其几何图形也就变化不大,所以无论在设计时还是生成图形时都相当于一个零件。当图形生成过程中用到这样的部件(或模块)时,图形生成程序直接调用参数化

的函数即可,而无须再经过零件图形的逻辑运算得到。将常用的、基本没有变化的功能模块的图形模块化,可以降低图形生成的难度,提高图形生成效率。

图文标注标识主要指尺寸标注、边框、标题栏标注和零件标识等。尺寸标注是在零件图和装配图上标注尺寸,供生产和装配时使用。装配图形的尺寸标注比较复杂,因为零件的周围还有其他零部件,所以尺寸标注可能会引起干涉。本系统的尺寸标注方法为:首先遍历数据库中组成产品的零件,判断产品的大致结构,然后规划产品的视图数和每幅视图上的零件种类,指定零件标注的位置和轮廓尺寸标注的视图,最后顺次标注所有的尺寸。

基于 Web 的零件信息共享机制如图 4 所示,分布于世界各地的标准零件库根据一定规范可以相互访问。零件信息共享实现了制造商之间、制造商和零部件供应商之间以及零部件供应商和最终用户之间零件信息即时共享和交换。其共享原理是零件供应商采用统一的与 CAD 软件和操作系统无关的中性规范对其所有的零部件的信息进行描述并在因特网上发布,零件用户根据该规范访问零件信息,并对零件信息进行还原,得到零件几何图形和其他相关信息。零件信息描述与解析规范是一组用 XML 语言描述的完备、确定、无二义性的零件属性/特征信息、库存信息和几何参数等信息的定义。对该规范中已经定义的零部件,都可以根据该规范用 XML Schema 进行参数化描述。

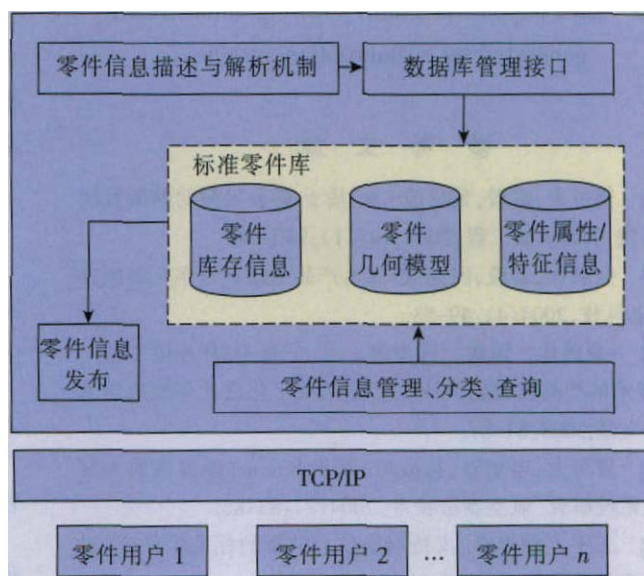


图4 零件信息共享示意图

Fig.4 Part information sharing

3 结论

本文阐述了实现图形自动生成技术的基础条件, 简要介绍了基于 Web 的大规模定制系统结构, 并构建了大规模定制的图形自动生成技术系统框架。该方法已经在模具行业得到验证, 用户在登录模具制造商的网站后, 根据模具的定制流程, 选择模架的结构, 设置所有模架零部件的参数。用户定制完成后, 一经确认, 图形自动生成程序即正确地生成完整的模架装配图形。图 5 是模架定制图形生成系统自动生成的模具装配图的俯视图, 本图按富得巴(香港)有限公司的要求开发。

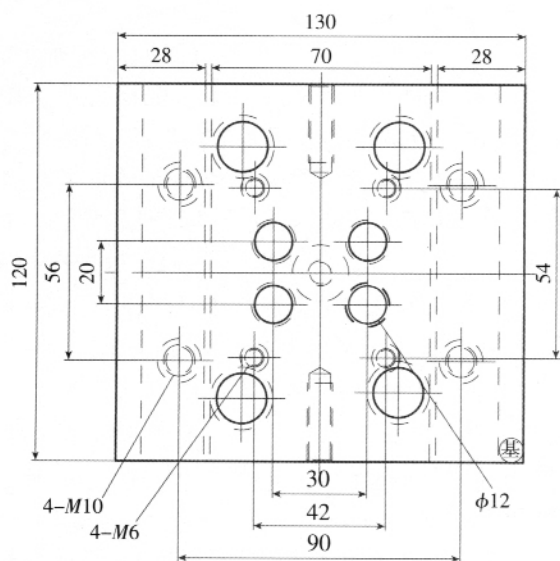


图 5 定制系统自动生成的模架装配图

Fig.5 Dies support assembly drawing automatically generated by customization system

参 考 文 献

[1] 贺可太, 雷毅, 黄松波, 等. 基于 Web 定制的模架智能 CAD 系统. 中国机械工程, 2003, 14(11): 940-942.
 [2] 余思佳, 雷毅, 闫光荣. 家电产品的设计数字化解决方案. 家电科技, 2004(4): 49-53.
 [3] 余思佳, 雷毅, 闫光荣, 等. 三维 CAD 环境中基于 COM 技术的产品模块化设计技术研究. 数字化设计与制造学术会议论文集, 2003: 81-87.
 [4] 贺可太, 申端春, 徐淑琼. 基于 Internet 零件库的大规模定制系统研究. 航空制造技术, 2004(7): 83-85.
 [5] 王平, 詹俊峰. 支持网络信息共享的标准零件库. 世界标准化与质量管理, 2001, 10: 30-31.
 [6] 贺可太. 大规模定制系统的图形自动生成技术研究 [D]. 北京: 北京航空航天大学, 2005. (责编 钟元)

(上接第 81 页)

式制备电极及使用中的抗电蚀性能均十分优越。虽然进口石墨电极材料价格较高, 但密度远低于紫铜, 使用石墨制作电极, 尤其在大型、中空、微小电极制备场合, 其实际成本显然低于紫铜。

石墨损耗特性优于紫铜, 能作为微细电火花成形加工电极材料, 是由自身性能决定的。石墨熔点为 3 727 (铜的熔点为 1 083), 沸点为 4 830 (铜的沸点为 2 595), 都远远优于铜, 比热容高, 导热性较好, 抗电蚀能力强, 使得在一定放电条件下的损耗特性优于铜。

新型石墨的机械加工性能好, 修整容易。石墨的切削抗力仅为铜的 1/4, 因此切削加工时去除速度可以比铜快, 电极制作效率高; 新型石墨强度也很高, 对于超高 (50mm-90mm)、超薄 (0.2mm-0.5mm) 的电极, 加工时不易变形; 机械加工后不用手工修整, 而铜电极多半还需要手工去除毛刺。

石墨的这些典型优点使它在国外普通放电加工中得到了广泛的应用。在日本和欧洲, 紫铜电极和石墨电极的应用比为 3:7, 在美国则为 1:9^[4-5]。尽管国内目前对石墨电极的应用相当有限, 但是应该看到, 石墨电极应具有较好的应用前景, 特别是在微细加工领域。

4 结束语

相比于实验室自制装置, 商品机床在微细电火花成形加工的研究及实用中具有显著优势, 更富有技术经济价值。理论上, 石墨有作为电火花微细加工的优越性; 在本文的试验条件下, 某些石墨材料在微细电火花成形加工中表现出了奇特的性能, 其价格也比紫铜便宜, 应该认为, 石墨电极在国内具有较强的推广潜力。

参 考 文 献

[1] Pham D T, Dimov S S, Bigot S, et al. Micro-EDM—recent developments and research issues. Journal of Materials Processing Technology, 2004, 149: 50-57.
 [2] 王振龙, 赵万生. 微制造系统中的微细电火花加工技术. 制造技术与机床, 2003, 9: 23-27.
 [3] 赵万生. 先进电火花加工技术. 北京: 国防工业出版社, 2003.
 [4] 武云霞, 王成勇, 詹国彬, 等. 石墨电极的电加工性能. 模具工业, 2004, 12: 51-55.
 [5] 詹国彬. 电加工用石墨电极的选用和加工. 炭素技术, 1998, 4: 32-36. (责编 金卯)