

CAD 技术的系统应用

开封空分集团有限公司 陈祖德

▲ 在CAD商品软件的基础上,通过系统开发,建立具有“企业知识”内涵的资源共享和设计自动化系统的支持环境,是完善企业“创新机制”和赢得市场竞争的一条重要途径。

一、计算机网络环境下设计资源的共享和积累

当前CAD商品软件,尤其是三维CAD产品,具有良好的参数化(或变量化)功能和相关性。即使二维CAD产品也具备参数驱动能力(有的还具有多视图联动能力)。这为企业在CAD环境下,充分利用历史积累,实现基于知识的资源共享提供了有力的支持。

一些企业以单件、小批、多品种生产特色为主,随着市场竞争的需要,未来市场需要的将是“每件都像艺术品一样具有个性”的产品;显而易见,单件、小批、多品种的生产特点将覆盖更多的企业。但经过对上述特点的企业产品的深入研究后,发现我国多数单件、小批、多品种生产类型企业的产品多样化,多是属于“产品变型”的范畴,即该类产品的不同型号之间,在产品结构和工作原理上没有明显的改变;只是因工作需求或环境条件的约束引发的结构尺寸的变化。反映在另件上,表现为特定功能另件的特征形态相似,只是尺寸大小不同;于是可得出如下结论:

一个企业特定市场定位产品的结构型式是有限的,组成产品特定功能另件的特征形态是相似的。对传统“档案库”中存放的“数十万甚至上百万张另件图纸”通过归纳、分类,可缩减为“少得多”的另件形态簇。在CAD软件“参数驱动能力”支持下,实现这些归纳出的“有限资源”的共享,可大大提高另件设计效率。于是我们认为,在CAD环境下,采用基于特征的建“库”方式,实现企业积累的技术资源的共享,可以取得事半功倍的效果。

对企业历史积累的另件分类归纳,在分类的基础上,针对各类另件的结构特征进行深入、认真的研究分析。去除因设计人员素质差异或随意性造成的“无根由”的结构变型,优选出适合该另件功能目标的一种或数种结构型式,在CAD环境下完善工程图细节;然后根据该另件的尺寸可确定性特点,分别纳入不同的“资源库”中。

在CAD子网络中构建可共享的基于特征的另件库,标准件库和通用件库。让设计人员在设计中“检出”相应“另件原型”;通过简单的尺寸定义(修改),并由CAD系统自动驱动图纸的几何形态后,即完成了另件图的设计,大大提高了设计效率。由于另件结构的优选和工程图纸的预先标准和规范,使另件的设计质量保持了高水平的稳定性。

这些共享资源不是简单的历史资源的“复制”,是在企业总结、归纳、历史设计经验,并经过深入的理性分析和实践检验后,优选出的资源“精品”,我们认为这种资源具有“企业知识”的内涵。如果按照“企业知识”的思路进一步扩展和深入,进而实现基于“企业知识”的产品设计自动化,则企业产品设计模式将会产生巨大的变革。

应该强调的是:要实现有效的企业资源的共享,除了必须有丰富的“资源实体”外,还必须保证设计人员在CAD环境下,能够快速、准确、方便地“检出”(否则,尤其是难以让熟练的设计人员接受)。建立科学的编码体系是保证“检索”快捷性的重要措施。

我国制造业的大多数企业的“图号”都是按照“产品代号+部件序号+另件序号”的原则编制的。甚至“产品代号”也不反映产品的结构特征,只表示是某类产品及设计序号。基于这种规则的“图号”中,不包含另部件的“功能或特征信息”。在设计过程中对“资源”的需求,恰恰是由“功能或特征”驱动的,(如设计一个变速箱,或其中的轴、齿轮等)。因此,建立科学、面向需求驱动的编码体系是十分必要的。同时,基于“另件特征”的编码可以包含丰富的工艺信息,这还是一种实现创成式CAPP的捷径。

二、CAD环境下“企业知识”的集成

计算机应用技术是计算机技术、通信技术、自动化技术、信息技术与各行各业各领域专业技术相互结合的复合技术。计算机在工业过程自动化中的应用向集成化(CIMS: Computer Integrated Manufacturing System和CIPS: Computer Integrated Product System)方向发展,计算机在改造传统产业技术中的应用向高效化的方向发展。“敏捷制造”更加突出了CIPS的观念。对一个具体企业而言,更加强调产品创意和产品设计。

企业的生命力,在于对市场需求的高度敏感度和快速反应能力。快速反应能力的核心是新产品的研制开发能力。企业能否占有“独有产品”集中体现在“产品的创新设计”水平。一个企业的创新设计水平是建立在企业长期的设计理论与实践的积累、总结和升华的基础上——即“企业知识”的基础上。(在产品研制过程中,每个科技人员的“个

体”作用,是其在企业或其他部门中的知识积累为基础)。一般情况下,即使一种全新的产品,也是建立在“企业知识”之上的“个性”(或个别环节,个别部分)的创新。

传统的“企业知识”,主要以科技人员“个人积累”的形式体现(当然,也包括企业以“资料”形式的积累)。因此,企业人才的流失或退休会严重影响企业的产品设计能力。又由于具体设计人员的素质、经验的差异,常常会造成企业产品设计质量的不稳定。

一般情况下,开发基于“企业知识”的设计自动化系统,要求支持平台具有:完善的参数化功能(或变量化功能)、全相关性、尺寸关联、装配约束及提供基本的开发手段(可编程性)等。

下面简单介绍我们研制的基于“企业知识”的设计自动化系统的认识基础(或观点)和系统集成方案。

1. 认识基础

通过对多种“产品”规纳分类和结构理论的分析研究,我们提出如下观点,作为实现基于“企业知识”的设计自动化的理论基础。

(1)结构相似性观点。一定功能产品的形状和大小,可以千变万化,但从“分形”角度分析,其结构形式和零部件种类是“有限”的。每种另部件或结构的形状特征是相似的,只是尺寸大小的变化。当尺寸大小变化到一定极限时,同样功能的部件,则转化到另一结构(或零件)簇中(这里的“有限”,是相对于“多的说不清”的“无限”而言。以下同)。

一个企业某种功能产品,经常出现结构的多样性:经深入考查可以发现,许多情况下是由于人为因素(个人的随意性、认识差异、知识差异)造成的(不包括某些特殊因素的要求和制约造成的多样性)。通过组织相应专业组的技术交流、讨论及广泛资料的索引,一般都能在满足一定使用条件前提下,得出最优“性能/价格”比的产品模型(或称原型)的共识(随着相关理论的发展,经验的积累及外来信息的驱动,会不断产生新的产品模型;但这与“人为因素”造成的多样性有本质的差别)。因此,该产品(或结构)模型(可能并存几种模型)是一个企业相应的专业人员,在当时所能达到的特定功能产品(或结构)的最优解(或理想解)。由此可得出结论,一个企业要建立起覆盖企业产品类型所需要的(在计算机系统中)特征库、标准件库、结构件(部件)库、总装库(产品库),无论是资源需求或是人力投入都是“有限”的、可行的(就机械结构原理而言,目前已经成熟的“有限”的结构已经可以满足各种力、运动及其他物理量的传递和转换的要求)。

据有关资料介绍,经大量统计资料表明,一个全新的产品一般由80%以上的原有另部件和20%以下的创新零部件组成。开发新产品常常是个别环节,个别部分的创新或重组。即新产品是“企业知识”的继承和发展。

因此,企业对传统产品(或结构或另件)模型最优解(或理想解)的确立,也为新产品研制打下了良好的基础。

(2)零件(或结构)内部特征尺寸可关联性观点。一个零件(或结构)中各特征之间尺寸大小,存在着内在的有机联系,每个特征尺寸,都是为满足该零件(或结构)的总体功能、物理学状态、负荷大小的需要而确定的。而负荷的“输入”及“输出”常常是通过零件(结构)与零件(结构)之间的装配介面实现的;因此,一个零件(或结构)内部各特征的尺寸,总是可以与“装配尺寸”建立一定的关联。如连续的函数关系,离散“表”关系(标准件是典型的离散表关系)。

(3)零件(或结构)装配介面的可确定性观点。一个具体的零件(或结构)是为特定的功能及特定的装配要求设计的;因此,该零件(或结构)与其他零件(或结构)的装配介面是固定的。所以,该零件无论使用在什么产品中,其装配对象可以不同,但装配关系不变。

(4)与结构(或零件)相关的计算方法可通用性观点。由于具体类型的另部件的功能决定了其特定的力学状态、运动学状态,因此针对这种物理学状态的设计计算方法是通用的。例如透平压缩机的转子组的强度计算、临介转速计算等,这就为设计自动化中具体另部件的优化计算提供了统一的方法。

(5)系统可关联性观点。一种产品的用途决定了该产品特定的“运动”(或传动)方式及所承受载荷的性质和大小。特定的“运动”方式,决定了组成该产品所需要的“结构”类型及数量。结构装配介面的可确定性,决定了结构之间的装配关系;零件装配介面的可确定性,决定了结构内部各零件之间的装配关系;产品所承受载荷的性质和大小及与结构相关的计算方法的通用性,决定了各结构和零件的主要特征尺寸(或装配尺寸)的大小(在材质或热处理方式等有关材料性能因素确定的前提下);零件内部特征尺寸可关联性,决定了零件内部其他特征尺寸的大小,从而实现产品全系统的关联。

2. 系统集成方案

研制基于“企业知识”的设计自动化系统,是对企业产品设计经验的归纳、总结,产品设计知识(理论)的归纳、总结,并把结论性的“成果”集成到CAD系统中来。良好地通用CAD产品自身所具备的功能、可编程性、开放性

以设计自动化系统为核心的CAD系统集成方案见图1。

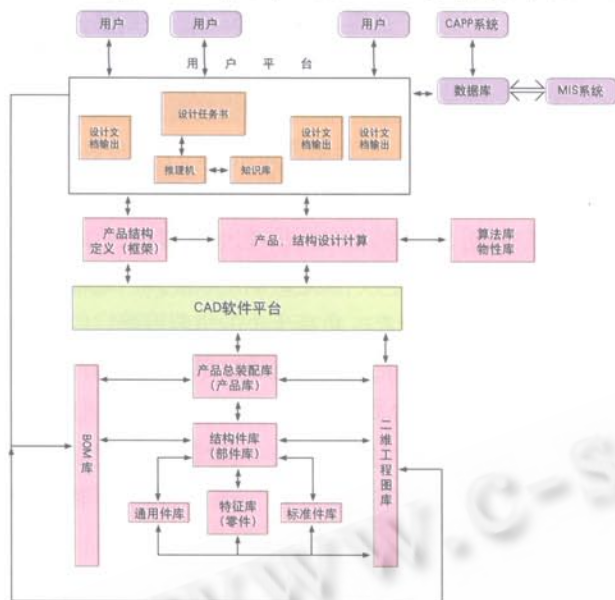


图 1 CAD 系统集成方案图

(1) 零件特征库中每个零件内部的特征尺寸, 必须与该零件的“装配介面”尺寸建立关系。如建立相互对应的函数关系, 或者“对应表”关系等。当该零件的装配介面尺寸确定时其他的尺寸自动确定。

(2) 结构件 (部件) 是由特征件、标准件、通用件等按一定的装配关系组成的。一个结构件与其他结构件的装配界面尺寸是该结构件的主要驱动尺寸 (两个或两个以上的结构件可以构成更大的结构件, 共存于同一结构件库中)。

(3)产品库中的产品由结构件和零件按一定的装配关系组成(有时为了便于对未定产品的总装配的生成可设置空装配)。

(4) 为了减少对计算机资源的需求及便于对应二维工程图的自动处理, 在产品结构模型中的结构或零件, 根据具体情况可以采取简化模型 (即隐去一些特征, 只表示关键特征及尺寸)。

(5) 二维工程图库中工程图与三维实体库中的实体, 具有全相关性。

(6) BOM库中的各BOM与实体库中的产品和结构——对应。一般以结构(部件)为BOM子单元,一旦产品的结构组成确定,则各结构相对应BOM子单元自动汇总成产品BOM。

(7) 产品及结构设计计算与各实体库的单元对应。集成方案是把 CAD 系统作为企业 CIMS (Contemporary Integrated

Manufacturing System) 中的一个子系统。CAD 系统除了有传统的设计文档(图纸、BOM)输出外,设计信息通过数据库平台,实现 CAD 与 CAPP 和 MIS 系统的信息集成。

基于设计自动化的CAD系统的用户平台, 主要为用户提供了设计任务书定义、产品创新设计、设计文档输出、库维护等功能。其中“设计任务书定义”是针对变型设计的要求, 进行的设计需求输入。如结构型式、设备能力、环境要求等。“产品创新设计”是为研制新产品设置的能充分利用企业技术资源(企业知识)的设计平台(对CAD系统集成方案的研究, 不是本文分析内容, 故不深入讨论)。

在基于“企业知识”的设计自动化系统环境下,设计人员的设计精力集中于产品创意和概念设计,定义产品结构及功能负荷参数。然后由设计自动化系统,由知识推理机制自动在总装配库或在结构件库(部件库)、另件库中检索匹配“实体”定义产品结构,调用相应算法设计计算,根据功能负荷参数反复迭代计算,以“满意解”为判据转化为主要结构尺寸。通过尺寸关联和约束,自动确定尺寸细节,生成需求产品的三维实体模型,及相应二维工程图和BOM(如果与CAM集成,则能够自动生成加工代码)。三维模型为CAE提供了对产品进行分析的实体。

据国家和省两级CAD专家对作者单位开发的基于“企业知识”的单体设备设计自动化系统的现场测试,结果证明“提高设计效率160倍以上,并保证了设计高质量的稳定性”。

