

# 机械 CAD 三维设计的应用研究

刘芒果<sup>1</sup>, 孙玉霞<sup>2</sup>, 刘瑞国<sup>1</sup>, 石 磊<sup>1</sup>

(1. 山东科技大学, 山东 泰安 271019; 2. 山东煤矿泰安机械厂, 山东 泰安 271000)

**摘 要:** 目前企业 CAD 的应用还局限于取代图板的阶段, 没有充分发挥 CAD 软件的设计作用。介绍了三维设计手段的优势, 指出了三维设计的应用是 CAD 发展的必然趋势及目前推广存在的问题。

**关键词:** 二维设计; 三维设计; 发展趋势; 推广应用

**中图分类号:** TP39

**文献标识码:** A

## 1 机械 CAD 技术的应用现状

计算机辅助设计 (CAD) 技术, 从广义上说包括二维绘图、三维设计、有限元分析、数控加工、仿真模拟、产品数据管理、网络数据库以及上述技术 (CAD/CAE/CAM) 的集成技术等。CAD 的应用应是在计算机硬件与软件的支持下, 通过对产品的描述、系统分析、优化、仿真和图形处理的研究, 使设计人员完成产品的全部设计过程, 最后输出满意的设计结果和产品图形。目前 CAD 技术在机械行业的应用多数还局限于完成传统意义上的二维绘图设计, 并且应用也已相当普遍, 人们习惯将此称之为 CAD。它的应用可以帮助设计人员把图纸画得规范、漂亮, 提高绘图效率的同时也便于图纸以后的修改及管理, 在“甩掉图板”的初级阶段功不可没。在得到一定的普及之后, 可以发现, 二维绘图在许多情况下与传统的手工绘图一样, 对减少产品设计错误、设计更改 (不是对表达“图线”的修改而是对设计“概念”的修改) 和返工现象并无重大影响, 对企业最需要的设计质量并没有多大的提高。也就是说目前 CAD 技术的应用还仅仅停留在只起到代替手工绘图的层面上。在日益激烈的市场经济条件下, 传统的产品开发方式已不再适应企业对产品的时间、质量、成本的要求, 要提高制造业水平, 必需要有先进的设计工具, 因而 CAD 在企业中的应用内涵应扩大, CAD 中的 D 应不仅仅是 Drawing, 而应为 Design。要充分发挥 CAD 技术中 Design 的作用, 就 CAD 技术发展趋势看, 从二维绘图到三维设计是历史发展的必然。

## 2 三维设计系统的优势

### (1) 三维设计形象、直观

设计人员在设计零件时原始设想是三维实体, 甚至是带有相当复杂的运动关系的三维实体。由于以前的绘图手段有限, 人们很难在图纸上将设想的零件表达成立体图形, 不得不遵循共同的标准用正投影法形成的二维视图来表达自己的三维设想。经

过 200 多 a 的应用表明, 虽然这种方法能表达的信息是有限的, 但却存在着一些弊端。比如无论是设计人员还是加工人员都要经过专门训练才能在脑中将二维视图转化成三维实体, 更重要的是很难用二维图纸去描绘三维空间机构运动和进行产品装配干涉检查等工作, 一旦经验不足, 考虑不周, 空间干涉就再所难免。因为设计和制造工作流程是按顺序进行的。很多时候是等机械零件做出来了, 对产品进行试装配时才发现干涉或设计不合理等现象。由于在设计早期不能全面考虑后续过程的要求, 从而使产品设计存在很多缺陷, 造成设计修改工作量大, 开发周期长。现在随着 CAD 软件的不断发展, 现在能够在软件的支持下, 直接由思维中的三维模型开始设计, 其最直接的好处就是三维设计形象、直观, 设计结构的合理性让人一目了然, 且能非常直观方便的进行干涉检查, 甚至可以作运动干涉分析。在设计阶段即可实现模拟装配、模拟运转, 使设计更加符合实际过程。

### (2) 可实现参数化、变量化设计

参数化及变量化设计是三维设计的基本思想。传统的 CAD 绘图软件都是用固定的尺寸值定义几何元素, 要进行图面修改只有删除原有的线条后重画, 而新产品的设计不可避免地要进行多次的修改, 进行零件形状和尺寸的综合协调、优化, 而且大多数设计工作都是在原有设计基础上的改进。在现有的二维的绘图软件中, 虽然有的也具有一定的参数化设计功能, 但实现不了基于装配环境的参数化设计。三维设计中的参数化和变量化设计模块, 使得零件的设计可以随着某些结构尺寸的修改而自动修改, 在装配设计中可以用参数化和变量化技术来建立装配体中各个零部件之间的特征形状和尺寸之间的关系, 使得当其中某个零部件的形状和尺寸发生变化时, 其他相关零部件的结构与尺寸也随之改变。支持在装配环境下设计新零件的系统, 还可以以已有

零件的形状作为参考,建立新零件与已有零件之间的形状关联。当参考零件的形状和尺寸发生变化时,新零件的结构与尺寸也随之跟着变动。还可以利用参数化建立装配体中不同零部件之间的尺寸关联,定义驱动尺寸和参考尺寸。这可以减少大量的重复劳动,减轻设计工作量。使设计人员从大量繁重而琐碎的绘图工作中解脱出来,大大提高设计速度,并减少信息的存储量。

#### (3) 可对重要零件进行有限元分析与优化设计

对于形状、受力复杂的重要零件,在运用传统的设计方法进行设计时,由于设计计算数据不能做到与实际的工作状态高度接近,为保证零件工作的可靠性,往往要加大安全系数,使设计出的零件粗大笨重。目前常用的三维设计软件都设有与有限元分析软件的接口,因此重要的零件经参数化三维造型设计后即输入到有限元分析软件当中,自动生成有限元网格并进行应力变形分析、热及热应力耦合分析、振动分析和形状优化,同时可对不同的工况进行对比分析。如果分析的结果不符合设计要求则重新进行造型和计算,直到满意为止,从而极大地提高了设计水平和效率,并且做到优化设计,降低材料的消耗和成本,增加产品和工程的可靠性。使设计水平发生质的飞跃。

#### (4) 可以实现 CDA/CAM 集成

狭义的 CAM 指应用 CAM 技术进行数控程序的生成、数控代码经通讯接口传输到数控机床,进行数控加工。传统做法是在 CAD 中完成设计任务,由绘图机输出图纸,再由人工根据图纸进行数控加工编程。由此在 CAD 和 CAM 中存在 2 套同样零件数据,易导致管理上的混乱;且在 CAM 中二次定义产品数据易产生误差和失误。利用三维设计可实现 CDA/CAM 集成,使 CAM 直接取 CAD 信息进行加工,即产品从设计到制造全过程的信息集成和信息流自动化。保证加工的产品与设计精确的吻合。

### 3 三维设计技术推广存在的问题

虽然三维设计有不可比拟的优越性,但目前多数企业的 CAD 应用还只是计算机辅助制图而不是辅助设计,这其中的原因比较复杂。

(1) 部分企业领导和技术人员对三维 CAD 技术的认识不高,认为二维工程图就能满足企业目前的实际需求,三维 CAD 是可有可无的。

(2) 软件费用较高,企业难以承受也是三维 CAD 软件推广较为困难的原因之一。许多大型企业从事三维设计的软件以工作站上运行大型软件为主,这些软件系统结构庞大复杂,使用非常不便,加上软硬件

价格昂贵,前期投入大,很难在中小企业普及与推广。

(3) 部分设计人员对三维 CAD 软件的使用有畏难情绪。对于一个成熟的设计人员来说,使用三维设计的最大障碍不是软件应用技术,而是自己的思考方法。由于多年来养成的二维工程图表达习惯和一系列制图规则的使用经验,与描述三维模型特征类型和相互关系的不一致甚至冲突,使使用者感到思考方法上的生疏和软件操作的困难。对这些设计人员来说把自己的思维模式“返朴归真”,还需要一个必须经历的过程,只有通过人员培训、提高认识,才能尽可能缩短对软件的适应时间。

### 4 常用的三维设计软件

CAD 产品从操作平台上主要分为两大类:一是工作站上的 CAD 软件,由于工作站上的 CAD 软件技术复杂、售价高,并且涉及到企业多方面的应用以及以后的管理和国产化等后续工作,因此企业在选型时应十分慎重。二是的微机平台上的 CAD 软件。微机平台上运行的高性能三维 CAD 软件具有实用性强、操作简单明了、价格适中、技术支持好的特点,为三维 CAD 技术的普及和应用提供了十分有利的客观条件。

目前国际上流行的三维 CAD(多数包含 CAE 和 CAM 等模块)软件有数十种,基本功能大体相同,但也各有所长。主要有美国 SDRC 公司的 IDEAS、美国 EDS 公司的 UG、PTC 公司的 Pro/Engineer、SolidWoks 公司的 SolidWorks、MDT 及国产的金银花和 CAXA 等三维软件。

(1) IDEAS 软件以 CAD/CAE/CAM 一体化著称,分析方面较好,加工方面较弱。能提供多种著名软件的接口。IDEAS 软件广泛应用于汽车、家电产品及复杂机械产品的设计、分析、测试、加工等方面。

(2) UG 软件起源于美国麦道飞机公司,它集成了美国航空航天、汽车工业的经验,成为集成化 CAD/CAE/CAM 主流软件之一。主要应用在航空航天、汽车、通用机械、模具、家电等领域。在曲面造型、数控加工方面是强项,但在分析方面较为薄弱。

(3) Pro/Engineer 软件是一个全参数化、基于特征和全相关的系统。它把所有的功能模块在统一的数据库下联系起来,使其在同一数据库结构下工作,提供了所有工程项目之间的全关联。

(4) SolidWoks 系列软件是一套功能相当强大的三维造型软件。软件的界面友好,易学易用,可以进行实时的全相关性的参数化尺寸驱动,当设计人员修改了任意一个零件尺寸,就会使得装配图、工程图中的尺寸均随之变动。系统包含装配设计建模、零

# 用 AutoLISP 实现相贯线焊缝的精确放样

和平安, 许焱平

(河南理工大学, 河南 焦作 454000)

**摘 要:** 推导出了 2 根任意直径的钢管其轴线以任意角度平面相交或空间相交的相贯线焊缝的空间曲线方程和平面展开曲线方程, 并利用 AutoLISP 编程, 在 AutoCAD 中自动绘出相贯线焊缝的平面展开曲线图, 从而解决在焊接施工中钢管的放样、切割等问题。

**关键词:** 相贯线焊缝; AutoLISP; 计算机放样

**中图分类号:** TP39

**文献标识码:** A

## 1 引言

在焊接生产中管与管相贯的焊接较难, 因为相贯线就是焊缝, 此相贯线是马鞍形的三维曲线, 当钢管直径及相贯角以及轴线的空间距离确定后其形状是确定不变的, 因而相贯线的确定对于钢管贯状连接的设计、施工都是非常重要的。如果相贯线形状不准确, 在施焊时候就可能产生错边或间隙过大, 导致焊后产生较大的应力集中使得焊接质量差甚至无法焊接。钢管焊接时通常都是由铆工用人工的方法划线放样, 在纸样或皮样上先画出相贯线的

平面曲线展开图, 再依样下料(分板料和管料), 然后用手砂轮对相贯线(即焊缝)进行修整, 最后由焊工焊接成形。因为这种人工划线法选取相贯线上的点数量很少, 所以绘出的相贯线精度差, 且效率低。如果充分利用 AutoCAD 的二次开发功能, 自动实现相贯线的平面展开曲线图, 则既可提高相贯线的精度又能节省人工划线的时间, 使钢管焊接的质量和效率都能得到提高。文中分析并推导出 2 根任意直径的钢管其轴线以任意角度平面相交或空间相交的相贯线的空间曲线方程和平面展开曲线方程, 并利

件设计建模、工程图与钣金等模块, 还可与高级图像软件 Photoworks、有限元分析软件 Cosmos、机构运动学分析软件 Motionworks、产品数据管理软件 Smarteam 以及数控加工模块 Camworks 等著名软件无缝集成。该软件的另外一大优势是价格便宜, 因此使用的单位及个人较多, 国内相当多的中小型企业都在使用 SolidWorks 软件。

(5) Mechanical Desktop (MDT) 采用 ACIS4. 2 几何造型核心系统, 提供基于特征的参数化实体造型、曲面造型、装配、相关联的绘图和草图功能, 并包含了完整的 Auto CAD 绘图工具集, 与 Auto CAD 完全融为一体。

到底选哪种软件, 要根据企业的需要, 只要所选软件的长处是本企业最需要的即可, 同时软件还应提供相应的应用软件接口, 为以后的 CAE/CAPP/

CAM/PDM/ERP 等集成应用铺好路。

## 5 结语

在当今社会, 提高竞争力的关键是缩短产品从开发到生产的周期, 快速投入市场, 以及提高设计质量。三维 CAD 系统是技术创新和产品设计的有效辅助工具, 将是产品设计的最终出路, 必然在我国企业技术改造、产品创新设计中发挥重要作用。

### 参考文献:

- [1] 许超. 计算机辅助机械设计[M]. 东南大学出版社, 1996.
- [2] 孙家广. CAD 技术的发展趋势[J]. 工程技术 CAD 及自动化, 2000.

**作者简介:** 刘芒果(1969 - ), 女, 山东泰安人, 副教授, 1991 年毕业于原山东矿业学院机械制造专业, 曾从事煤矿专用设备的设计、制造与开发工作多年, 发表论文多篇, 现任教于山东科技大学。

收稿日期: 2005-04-30

## The Application Search on Three Dimensions System of Mechanic CAD

LIU Mang - guo<sup>1</sup>, SUN Yu - xia<sup>2</sup>, LIU Rui - guo<sup>1</sup>, SHI Lei<sup>1</sup>

(1. Shandong University of Science and Technology, Tai 'an 271019, China;

2. Shangdong Coal Mine Tai 'an Machinery Factory, Tai 'an 271000, China)

**Abstract:** Today, in many corporations the application of CAD is limited to replacing drafts - panel. The function of CAD is not made the most of application. This paper introduces the advantage of three dimensions design, points out that the develop - tendency of CAD must be three dimensions design, and also indicates the questions in the widely used.

**Key words:** two dimensions design; three dimensions design; develop - tendency; widely used