

# 概 念 设 计

任 庆 华

**摘要:** 概念设计是 CAD 技术之一。本文叙述了概念设计的任务、内容和方法。论述了概念设计在工程应用中的优缺点, 列举了用概念设计方法完成的三个具体应用实例。

## 一、概 述

工程设计的一般过程是根据工程设计的不要求, 在收集了大量数据和必要资料的基础上, 工程师或设计师根据他们的丰富知识和经验先在头脑中建立一个设计模型, 经详细构思后, 由他们自己或其它技术人员, 把这一想法绘成工程草图做为方案供论证, 经讨论, 计算, 分析, 修改后, 确定方案, 画出工作图, 加工生产样机, 样机再经各种试验找出存在的问题, 几经修改, 最后确定产品图纸, 定型投产, 对于一个较复杂的工程项目这一过程是很长的。

近几十年来, 由于工程设计中引入了计算机技术, 上述的各个环环均可用计算机来辅助进行, 这就产生了 CAD 技术, CAD 技术逻辑框图可简单地表示如图 1

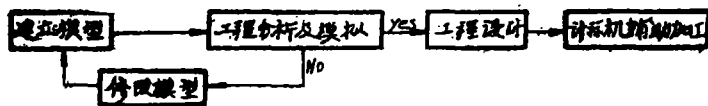


图 1

设计过程也是设计者思维创造及优化设计对象的过程, 概念设计是指 CAD 技术开始建立模型的那一部分, 其任务是以计算机高级图形软件为基础, 以形象完美的表达功能为手段, 把设计者头脑中所有的设计概念, 生动具体地展示到监视器屏幕上, 为了能真实全面地反映所设计的对象, 概念设计需完成设计对象的三维构造, 真实地表达所设计对象的尺寸关系、装配关系及其它能完善地表达设计物的各种信息 (几何、物理、颜色、属性), 根据需要对设计对象应能做各种视图, 配布等变换。由于概念设计是 CAD 技术的最初阶段, 因而它自然地就成为 CAD 技术的基础, 对任何一个所研究的项目, 概念设计阶段均为该项目的数据库建立了原始数据, 并成为以后各过程的数据基础。

概念设计连系了设计、分析、绘制工程图和加工打印工程文件等各过程, 由概念设计的实体模型很容易获得零件的几何图形, 进而生成工程图, 也可很容易地计算零件的各种几何和物理量, 如体积、重量、重心、惯性矩、惯性积等, 进而生成线框图、生成有限元模型、生成数控加工的数据以及生成技术文件, 由于概念设计要全面, 真实地反映所设计对象的方方面面, 用 3D 图像表达所载的信息量远大于一般线框图, 因而一个零件的实体模型所需的

内存要比它的线框图内存大 1000 倍以上, 比如某零件的线框内存为 1000 block, 那么它的着色实体模型图则需 1M block 内存。

由上述可看出概念设计的优点: (1) 清楚、明了、直观地显示所设计的零部件, 便于方案论证。(2) 建立了一体化的数据库、设计、分析、加工以及工程文件的数据基础。(3) 节省时间, 修改快。(4) 可完成装配, 检验零件间干扰。(5) 可代替样机做各种仿真试验。(6) 可进行机构运动仿真 (需较高级硬件支承)。

由于概念设计在 CAD 技术中的重要性, 概念设计的技术手段发展也非常迅速, 世界的一些知名软件中, 如美国的 SDRG-Ideas-Geomod, Auto-Trol-S7K, Medusa, Applicon-Bravo 等均有概念设计手段, 各有特点, 并都在不断地发展。

最近资料<sup>[4]</sup>表明: 美国麻省参数技术公司 (Parametric Technology Corp.) 已推出名为 Pro/Engineer 的软件, 它可使实体模型的构成及改变参数化。参数设计的实体模型不是按三维体素一步步生成, 它是依据实体各几何单元实物间的函数关系而构成。这就使工程师只简单的调整各参数关系而迅速改变实体模型。比如, 一长方体上有一圆通孔, 通常的构成方法是先生成一长方体, 再生成一圆柱经布尔减 (Boolean Subtract) 生成一有圆通孔的长方体实体模型。如果长方体尺寸变了, 圆柱体并不能随之改变, 还需重复上述过程再生成一新的实体模型, 而参数化的实体模型构成方法是中圆柱体中心是参照长方体的两个边而定位, 是否是通孔是参照与另一边的尺寸关系而确定。这就明确了圆柱孔和长方体间的基本函数关系。见图 2。

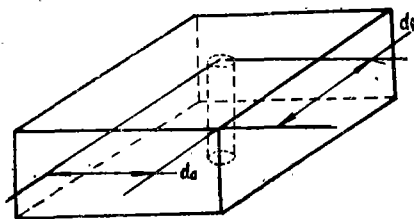


图 2

一旦长方体尺寸变化, 圆柱体也相应改变, 无须再重新给定尺寸设计新实体模型。参数实体模型设计还可与绘图, 加工联系起来。这种参数化的实体模型设计又拓宽了概念设计在工程中的实际应用。把概念设计的应用提高到了一个新水平上。使由设计思想→形成实体模型→绘制工程图→进行加工的一体化概念设计方法更趋完善。

## 二、概念设计的内容和方法

各种软件概念设计的内容和方法不完全相同, 但大体如下:

1. 线框模型 (Wireframe Modeling). (a) 实线型线框, (b) 二次曲线 (圆、椭圆、抛物线、双曲线), (c) 多边形线 (N-Gon). (d) Beizer 曲线, (e) 偏离线 (Offset Curve). (f) 样条曲线 (Spline Curve), 其特点为简单、处理速度快、尺寸精度高、所需内存少但不直观, 不能渲染成彩色图像。

2. 面模型 (Surface Modeling). (a) 规律面 (Ruled Surface). (b) 二次曲面 (柱面、锥面、球面、抛物面、双曲面), (c) 回绕面 (Surface of Revolution). (d) 偏离面 (Offset Surface). (e) 投影面 (Projected Surface). (f) 自由曲面 (Beizer, Surface,

Spline Surface). (g) 圆角面 (Fillet Surface). (h) 雕刻面 (Sculptured Surface). 其特点为所需内存不太多, 但能渲染成彩色图, 图形直观, 鲜艳, 可加纹理。

3. 实体模型 (Solid Modeling). 三维实体模型主要由两种方式生成, 一是 CSG (Construction Solid Geometry) 法, 积木式是由三维基本体素 (长方形、圆柱体、球体、锥体、楔形体、环形体) 经布尔运算构成, 二是 B-Rep (Boundary-Representation) 法是由边界定义的面经扫描 (Sweep) 构成, 如 (a). 回绕体 (Rotational Sweep). (b). 线性延伸体 (Linear Excrusion). (c). 多棱体 (Conver Prism, N-Gon). (d). 边界线造皮构成 (Skinning). 实体模型是概念设计中最重要, 最具有代表性的部分, 好的软件加上光度学和色度学技术能生成犹如真实物体一样的零部件, 因而实体模型可最直观, 最真实地反映设计思想, 其缺点是所占内存较大。

### 三、具 体 实 例

我所于1988年经美国 MISC 公司引进美国 Auto-Trol 公司 S7K 软件, 引进半年多来, 已做了许多项目的概念设计, 经实用证明该软件能较好的完成概念设计的任务, 下面所介绍的实例都是用 S7K 软件在 Apollo DN4000 计算机上所做的结果。图 3 为一桁架结构的实体模型, 其中全部杆件都是中空的, 杆件的空间布置较为复杂, 根据此模型又对桁架进行了工程分析。图 4 为一光学系统的实体模型, 表示了各种平面反射镜、球面镜、补偿镜的空间位置。图 5 为瑞士 Contraves 公司生产的一种光学仪器的实体模型。

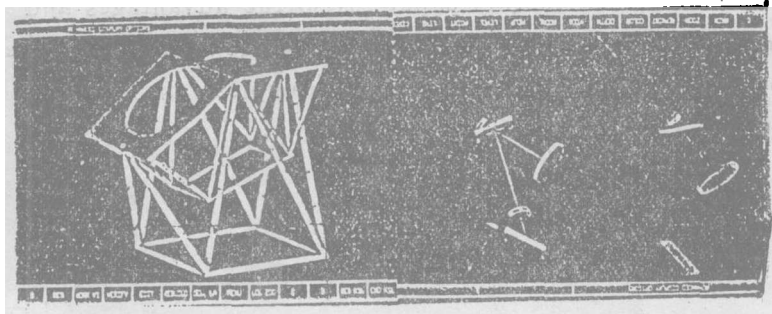


图 3

图 4

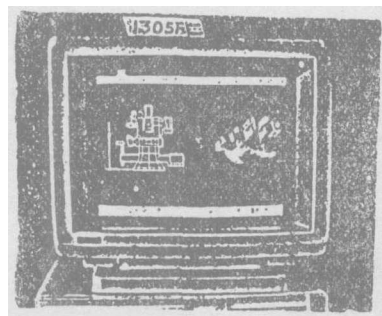


图 5

## 四、结 语

概念设计技术正在不断地发展,许多新软件和系统也正在开发中,相信不久将会出现更好的应用软件,为概念设计的应用开创更广阔的前景,这里仅只介绍了现有软件的初步应用。随着开发及应用的发展,概念设计必将在各种工程设计中取得更大成果。

### 参 考 文 献

- [1] S7K User's Manual, Auto-Trol Corp., 1987
- [2] R.A.Adey, CAD Modeling, A Computational Mechanics Centre Publication, 1984
- [3] CAD/CAM Reference Issue, Machine Design, 60 No 14/15 June 16/23, 1988
- [4] Steven Walske, Machine Design, 60, No 16, July, 7, 1988

## Concept Design

Ren Qinghua

### Abstract

Concept design is one of the CAD techniques. Its task, contents and method are described in this paper. Also the advantages and drawbacks of concept design in engineering applications are discussed. Its practical applications are illustrated by 3 examples.