

# 参数化技术在舰船结构设计中的应用

赵 东, 孔慧敏

(江苏科技大学 船舶与海洋工程学院, 江苏 镇江 212003)

**摘 要:** 参数化设计是指设计人员在 CAD 系统提供的条件下用一组参数来构造设计对象的信息模型, 参数与设计对象的控制尺寸有显式对应, 当参数的值发生变化时, 设计对象随之改变。本文结合 CATIA V5 系统, 介绍了参数化设计技术, 阐述了参数化建模的几种方法。以甲板支柱为例, 建立了支柱的参数化模型, 实现支柱的参数化设计和模型自动修改的功能, 大大节约了设计时间。

**关键词:** 参数化设计; 船体结构; CATIA

**中图分类号:** U662 **文献标识码:** A

## The application of the parametric design on hull structure

ZHAO Dong KONG Huimin

(School of Naval Architecture and Ocean Engineering Jiangsu University of Science and Technology Zhenjiang 212003 China)

**Abstract** CAD system provides the parametric design for the designers. The parametric object is modeled and the relation is established between the parameters and the object. When the parameters are given different values, the different models are created. The paper introduces the parametric design based on CATIA V5, the methods of the parametric model are described. In order to realize the parametric design and automatically modify the model of the pillar of deck, the parametric model of pillar of the deck is established. It proves the time of design is greatly saved.

**Key words** parametric design; hull structure; CATIA

## 0 引 言

传统 CAD 系统不支持概念设计, 设计人员根据 CAD 系统提示的命令在键盘上输入各种命令 (point Line Circle...), 并按系统提示信息输入必要的设计参数, 系统只是在屏幕上显示所绘的图 (Point Line Circle...), 难以充分表达设计人员的设计意图, 所构造的设计模型都是几何图元的简单堆叠, 不能表达图元之间的相互关系, 因而难以对模型进行改动, CAD 系统的效率较低。如何让 CAD 系统表达设计人员的设计意图, 让设计人员以较少的操作完成产品的设计, 成为 CAD 系统亟待解决的问题。参数化技术正是解决这一问题的有效途径。

## 1 参数化设计

参数化设计通常是指 CAD 系统为设计、绘图及修改图形提供一个软件环境, 设计人员在此环境下用一组参数来构造设计对象的信息模型, 参数与设计对象的控制尺寸有显式对应, 当参数值发生变化时, 设计对象随之改变。由于设计结果包含了设计的信息, 参数化为模型的可变性、可重用性、并行设计等提供了手段, 使设计人员可利用以前的模型方便地重建模型, 并可在遵循原设计意图的情况下方便地改动模型。

参数作为设计对象信息的描述, 其内涵非常广泛, 可以是尺寸、材质、加工工序、加工时间、装配关系等。对于一个设计对象, 参数十分复杂, 而且数量很

大。而独立变化的参数一般只有几个,称之为主参数或者主约束,其他可以由图形结构特征确定或者与主参数有确定关系的参数称为次约束。

参数化设计的核心是参数驱动,通过参数驱动机制,实现对图形的几何数据的参数化修改,在修改时,必须满足图形的约束条件。同时,为了实现驱动机制,必须建立参数之间直接或者间接的关系,以程序可调用或计算机可以检索查询的形式来表示。参数之间的关系主要来源于以下的一些资料:各种规范、公约、标准、设计手册等;企业和设计人员的经验;分析计算结果。

满足上述条件的 CAD 系统,具有交互式和自动绘图功能,从而使设计人员从大量繁重而琐碎的绘图工作中解脱出来,实现设计的自动化。

## 2 参数化建模方法

参数化建模的关键在于用参数、公式、表格、特征等驱动图形以达到改变图形的目的,在 CATIA V5 中可通过如下的方法来实现。

### 2.1 利用系统参数与尺寸约束驱动图形

CATIA V5 将对象形状和尺寸两者结合起来,通过尺寸约束对设计对象进行控制。建模时,系统自动将设计人员输入的尺寸作为约束参数保存起来,此后设计人员能可视化地对其进行修改,实现参数驱动建模的目的。设计对象必须满足全约束,只有在全约束条件下,图形尺寸和位置关系才能协同变化。

### 2.2 利用用户参数和公式驱动设计对象

通过 CATIA V5 系统提供的工具—— $f(x)$ ,设计人员可方便地设置自己所需要的参数及约束这些参数的公式,建立系统参数与用户参数之间关系式,从而通过用户参数驱动系统参数,实现对设计对象的控制。

### 2.3 利用表格数据驱动图形

进行结构设计时,设计人员通过查表获得标准件、通用件的尺寸。在 CATIA V5 中可应用表格或标准件库实现这一功能。设计人员可通过 CATIA V5 本身自带的工具——DesignTable 对表格中的记录进行访问,从而达到修改尺寸、改变形状的目的;也可通过标准件库 Catalog 直接调用标准件。

### 2.4 利用规则与检查工具控制特征驱动图形

规则是由用户定义的在一定条件下控制某些参数、特征和事件的指令。设计人员可通过 CATIA V5 提供的规则工具,用 VBScript 语言方便地编写规则,对设计模型的参数、特征、事件进行控制。检查只是

用户编写的一条简单的指令,当图形中参数不满足设计要求时,检查工具发出报警,提醒设计人员。

## 3 设计实例

结合上面介绍的几种参数化建模方法,以钢质海船甲板支柱为例,进行支柱的快速设计。2001 年《钢质海船入级与建造规范》规定:支柱剖面积  $A$  不小于下式计算所得之值:

$$A = \frac{P}{12\ 26 - 5\ 1 \times \frac{l}{r}} (\text{cm}^2); \quad (1)$$

支柱壁厚  $t$  应不小于下列 2 式计算所得之值:

$$t = \frac{P}{0\ 392 \times D - 4\ 9 \times l} (\text{mm}), \quad (2)$$

$$t = \frac{D}{40} (\text{mm}). \quad (3)$$

式中:  $A$  为支柱剖面积;  $P$  为支柱载荷;  $l$  为支柱有效长度,等于实际长度的 0.8 倍;  $r$  为支柱惯性半径;  $t$  为支柱壁厚;  $D$  为支柱直径。

建立参数化模型时,根据结构特点设置 2 个系统参数: PartBody \ Sketch 1 \ Radius 1 \ Radius (支柱外径) 和 PartBody \ Sketch 1 \ Offset 3 \ Offset (支柱壁厚)。用户参数:  $P$  (支柱载荷, N),  $L$  (支柱长度, mm),  $l$  (支柱有效长度, mm),  $A$  (规范要求的支柱最小面积,  $\text{mm}^2$ ),  $t_1$  (规范要求的壁厚之一),  $t_2$  (规范要求的壁厚之二),  $t$  (支柱壁厚, mm),  $r$  (惯性半径, mm),  $A_1$  (支柱剖面积,  $\text{mm}^2$ ),  $D$  (支柱直径, mm),  $R_1$  (用户设置的管子外径, mm),  $R_2$  (用户设置的管子内径, mm)。参数化模型见图 1,同时运用 DesignTable 工具建立支柱的规格表,以便在后期修改时直接调用其他规格。

在建立用户参数与系统参数之间关系式时,由于 CATIA V5 系统要求,公式略有变动,因此与 2001 年《钢质海船入级与建造规范》中规定的公式略有不同。参数之间关系式见图 2 所示。

运用 VBScript 语言,编制支柱设计规则,以下为

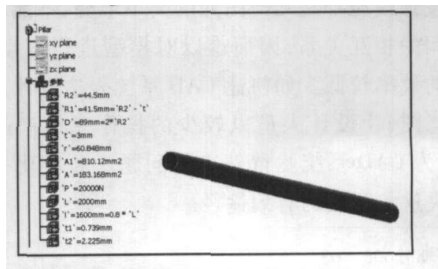


图 1 参数化模型

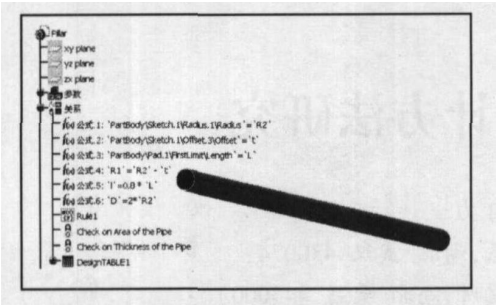


图 2 参数之间关系式

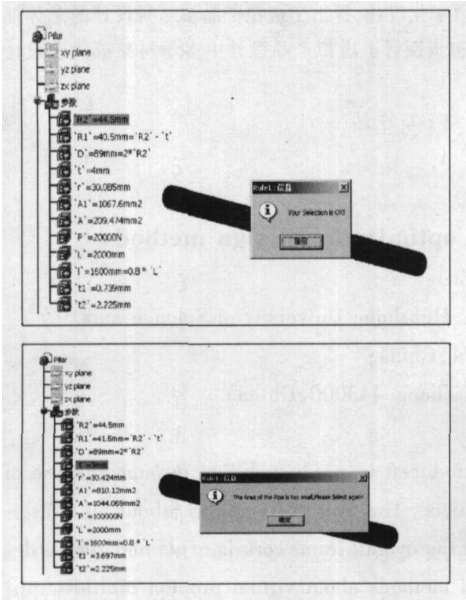


图 3 设计信息窗口

部分规则。在定义规则时增加了信息窗口,设计人员从信息窗口也可及时掌握设计情况,见图 3所示。

```
A = P* 1mm2/( 1N* ( 122 6- 0 51* 1/r) )
t1 = P* 1mm2/( 1N* ( 392* D - 4 9* 1) )
t2 = D /40
if(A 1> A )
{
if( t> t1 and t> t2)
{
Message ( "Y our Selection is OK! ")
}
else
{
Message ( "Your Selection is Bad Please Check the Thickness of Pipe ")
}
}
```

```
else
{
Message ( "The Area of the Pipe is too Small Please Select again! ")
}
```

在定义检查时,本例分别定义面积和厚度检查,便于设计人员知道错误所在,及时对设计进行改正,见图 4所示。

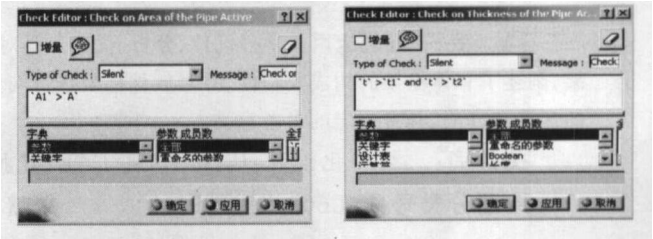


图 4 检查窗口

4 结 语

参数化设计是 CAD 领域里的一大研究热点,研究范围已由最初的二维图纸参数化设计发展到了覆盖产品的整个生命周期参数化设计,研究的对象除了传统的二维图纸、三维零件实体等以外,还包括零部件间的装配关系、产品特征、产品变型设计等产品层次的参数化表示模型,这使得参数化自身的含义得到了进一步的拓宽。这些研究无疑将会进一步提高产品的设计和生产效率。

参考文献:

[ 1 ] 金昊炫,应济. CAD 中参数化设计子系统的研究和实现 [ J ]. 机电工程, 2002 ( 3 ): 1- 3.

[ 2 ] 齐从谦,崔琼瑶. 基于参数化技术的设计方法研究 [ J ]. 机械设计与研究, 2002 ( 5 ): 13- 16

[ 3 ] 张志群,常明,刘雯林. 参数化系统设计 [ J ]. 计算机工程与应用, 2002 ( 7 ): 130- 132

[ 4 ] 陈靖芯,徐晶,等. 基于 CATIA 的三维参数化建模方法及其应用 [ J ]. 机械设计, 2003 ( 8 ): 48- 50

[ 5 ] 金建国,周明华,邬学军. 参数化设计综述 [ J ]. 计算机工程与应用, 2003 ( 7 ): 16- 19.

[ 6 ] 孟祥旭,徐延宁. 参数化设计研究 [ J ]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2002 ( 11 ): 1086- 1090

[ 7 ] Dassault System s Documentat ion CATIA V5 R12 [ M ]. Dassau lt 2004.

[ 8 ] 中国船级社. 钢质海船入级与建造规范 [ M ]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

作者简介: 赵东 ( 1976- ), 男, 工程师 / 讲师, 硕士, 从事船舶先进制造技术研究和教学。