

# 三维弹簧的建模方法研究

俞智昆, 吴艳萍

(昆明理工大学 机电工程学院, 云南 昆明 650093)

**摘要:** 主要介绍了绘制三维螺旋圆柱、圆锥弹簧的多种方法, 并采用 AutoLISP 语言编制程序进行二次开发, 为 AutoCAD 新增三维螺旋圆柱、圆锥弹簧命令, 使得在机械产品三维设计 CAD 时, 绘制三维弹簧更为方便, 提高三维设计的绘图工作效率。

**关键词:** AutoCAD 二次开发; AutoLISP; 三维造型设计

**中图分类号:** TP311.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)02-0046-03

## Study of Modeling Methods on Three Dimensional Spring Model

YU Zhi-kun, WU Yan-ping

(Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

**Abstract:** Modeling methods of 3D cylinder or taper spring are discussed, one of which uses AutoLISP language to develop some new functions in AutoCAD and add the commands of drawing 3D cylinder or taper spring model in AutoCAD. This method is very useful and convenient in the process of CAD in 3D of mechanical productions. The efficiency of designing and plotting will be greatly improved.

**Key words:** AutoCAD secondary exploitation; AutoLISP; CAD in 3D.

### 0 引言

近年来, CAD 设计迅速向智能化、三维化、集成化和网络化方向发展. 其中三维化以其突出的优越性成为 CAD 业界的发展主流. 三维设计是工程设计上的一个飞跃, 给工程技术人员的观念带来了巨大的变革, 为工程师的创意和想象提供了广阔的空间.

弹簧是一种常用零件, 它的作用是减震、夹紧、储能、测力等. 在机械的三维设计时常遇到的是圆柱、圆锥螺旋弹簧. 在 AutoCAD 中由于没有专门用于绘制三维螺旋线或者三维弹簧的命令, 因此想要绘制弹簧则是较为麻烦的. 本文就三维弹簧的绘制作了一些研究探讨, 提供一些绘制三维弹簧的方法, 同时可为 AutoCAD 增添三维弹簧的绘制命令, 弥补其缺憾.

### 1 采用 AutoCAD 三维工具绘制圆柱螺旋弹簧

这种方法是采用 AutoCAD 现有的命令绘制弹簧. 基本方法如下:

(1) 按弹簧的中径用 3d/cone 命令绘制一圆柱面, 其高度为  $1/n$  螺距 ( $n$  值的大小可按绘制精度选取, 现取  $n = 32$ ), 同时圆周等分面数用 Segments 控制, 并使 Segments =  $n$ ;

(2) 用 Array 命令复制  $n$  个圆柱面, 按螺旋线的形成原理, 用 3dpoly 命令绘制一个螺距的螺旋线; 以螺旋线的起点为圆心, 弹丝半径为半径画圆, 如图 1;

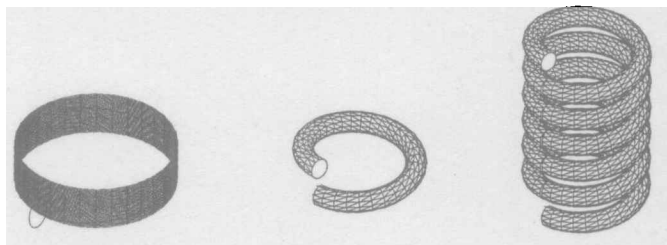


图 1 画圆柱面、螺旋线 图 2 一个螺距的三维体 图 3 三维弹簧

收稿日期: 2002-09-25.

第一作者简介: 俞智昆(1963~), 男, 副教授; 主要研究方向: 平面设计及三维造型设计.

(3) 用 Erase 命令删除圆柱面. 再用 Extrude 命令进行拉伸成型, 如图 2. 此时已形成一个螺距的三维弹簧;

(4) 按弹簧圈数用 Array 命令进行复制, 再用 Union 命令合并, 如图 3.

该方法绘图精度有限, 绘图效率较低, 因此只适用于绘制弹簧较少的场合.

## 2 运用 AutoLISP 语言开发三维弹簧工具

如经常需要绘制尺寸、大小不一的圆柱、圆锥三维弹簧时, 最好的办法是使用 AutoLISP 语言开发一个三维弹簧绘图工具更为方便. 程序编写的主要思路为首先按照螺旋线的参数方程  $x = x_0 + r \cos \alpha; y = y_0 + r \sin \alpha; z = z_0 + (l/2 \times \pi) \times \alpha$ , 用 3dpoly 画出螺旋线, 再进行拉伸成型. 程序主要部分如下:

; 绘制三维螺旋圆柱、圆锥弹簧:

```
(defun c:helix( / p0 phi l phimax phimin )
  (setq p0(getpoint "\n 输入基圆的圆心:"))
  (setq sr(getdist p0 "\n 输入底圆的半径:"))
  (setq er(getdist p0 "\n 输入顶圆的半径:"))
  (setq tr(getreal "\n 输入弹丝半径:"))
  (setq l(getdist p0 "\n 输入螺旋线的螺距:"))
  (setq phimin(getreal "\n 输入螺旋线的起始角度(弧度):"))
  (setq phimax(getreal "\n 输入螺旋线的终止角度(弧度):"))
  (setq n(getint "\n 输入螺旋线的段数:"))
  (setq dphi(/(- phimax phimin)n));dphi 为角度增量
  (setq dr(/(- er sr) n));dr 为半径增量
  (setq x0(car p0)y0(cadr p0)z0(caddr p0));基圆圆心 x0、y0、z0
  (setq phi phimin)
  (setq r sr)
  (setq x(+ x0(* r(cos phi))));x = x0 + rcos phi
  (setq y(+ y0(* r(sin phi))));y = y0 + rsin phi
  (setq z(+ z0(/(* l phi)(* 2 pi))));z = z0 + (l/2 * pi) * phi
  .....
  (while (<= phi phimax)
    (setq r(+ r dr))
    (setq phi(+ phi dphi))
    (setq x(+ x0(* r(cos phi))))
    .....
    (command (strcat(rtoc x) ", " (rtoc y) ", " (rtoc z)))
  )
  (command "")
  (setq r sr)
  (setq phi phimin)
  (setq x1(+ x0(* r(cos phi))));x1 = x0 + rcos phi
  (setq y1(+ y0(* r(sin phi))));y1 = y0 + rsin phi
  (setq z1(+ z0(/(* l phi)(* 2 pi))));z1 = z0 + (l/2 * pi) * phi
  (setq r(+ r dr))
  (setq phi(+ phimin dphi))
  .....
  (command "UCS" "za" (list x1 y1 z1)(list x2 y2 z2 ))
  (command "circle" '(0 0 0) tr)
```



图4 菜单、工具栏

```
(setq el(entlast))
(command "UCS" "" )
(setq pt (list x2 y2 z2 ))
(command "extrude" el "" "p" pt "")
)
```

为方便操作可将该程序添加进菜单文件,变为 AutoCAD 命令<sup>[1]</sup>.方法如下:调出 AutoCAD 中 Support 下的 ACAD.MNS,在 \* \* \* POP7 中加进调用的 AutoLISP 程序命令行:

```
* * * POP7
* * DRAW
ID_MnDraw [绘制 &D]
.....
ID_MnSolids [→实体 &I]
ID_Box [立方体 &B]^C^C-box
.....
```

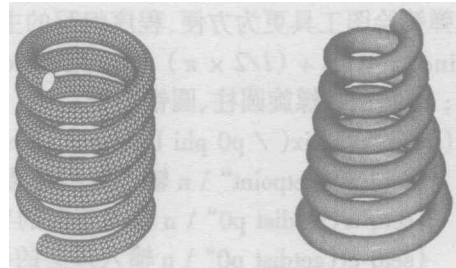


图5 用菜单、工具画弹簧

图6 用菜单画圆锥弹簧

```
ID弹簧 [弹簧 &H]^C^C(load "C:/SPRING.
```

LSP");helix

以纯文本的文件保存 ACAD.MNS 后,启动 AutoCAD 后屏幕显示的下拉菜单,其中已添加了弹簧命令.然后再在 Solid 工具栏中添加相应的图标工具,由于篇幅有限,此处不作叙述.下拉菜单及工具栏中的图标工具,如图 4.图 5 为使用以上弹簧命令制作的弹簧,参数是:圈数 = 6,螺距 = 12.3,中径 = 44,弹簧丝直径 = 8.图 6 为参数是:圈数 = 6,螺距 = 12.3,大端中径 = 44,弹簧丝直径 = 8,弹簧锥角度 = 20°,建模后用 AutoCAD 渲染.

这种方法绘图精度可以自行调整,绘图效率较高,并通过二次开发为 AutoCAD 添加了自己需要的弹簧命令,一劳永逸,十分方便.

### 3 使用 3DS Max 制作三维螺旋圆柱、圆锥弹簧

如果装有 3DS Max 软件,则也可用该软件制作三维螺旋圆柱、圆锥弹簧<sup>[2]</sup>.步骤如下:

(1) 在基本对象创建命令板中单击 Shape 按钮,选 Splines 项,再按 Helix 按钮.在 Top 视图中画出螺旋线,然后在输入具体参数,如 Radius1(半径 1)、Radius2(半径 2)、Height(弹簧高度)、Turn(圈数)、Bias(偏向),并点选 CCW(逆时针);

(2) 选取 Circle 按钮画圆于 Top 视图中,输入 Radius(弹簧丝半径);

(3) 在对象创建命令板中,选 Geometry 按钮,选取 Compound object 选项、Loft 按钮,然后选中(1)中所画的螺旋线,按 Get shape 按钮,再选(2)中的圆,即可拉伸为弹簧.

(4) 如三维弹簧模型需要在 AutoCAD 中使用,只需输出(File/Export)为 .dwg 文件即可.

### 4 结束语

在利用 AutoCAD 进行机械三维设计时,弹簧是常用件,三维模型可用多种方法生成.但最为方便、快捷的方法是使用 AutoLISP 进行二次开发,不断添加自己所需的 AutoCAD 命令,丰富和完善 AutoCAD 功能,同时 AutoCAD 与其它图形软件相互配合,也是一种重要的、常用的造型手段.

#### 参考文献:

- [1] 李学志. Auto CAD 2000 定制与 Visual LISP 开发技术[M].北京:清华大学出版社,2001.49 - 122.
- [2] Michele Bousquet. 3D Studio MAX 快速参考手册[M].北京:中国水利水电出版社,1999.