

# 基于 AutoCAD 的表面粗糙度交互式标注系统的实现

高国涛<sup>1,2</sup>, 贺玮<sup>1</sup>, 戈振扬<sup>2</sup>

(1. 昆明理工大学 机电工程学院, 云南 昆明 650093 2. 昆明理工大学 现代农业工程学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 采用 Visual LISP 程序设计语言对 AutoCAD 进行二次开发, 可以方便地获得满足设计功能良好的应用程序. 介绍了用 Visual LISP 语言对 AutoCAD 2004 进行二次开发实现表面粗糙度的交互式标注的方法和结果, 主要包括: 用对话框控制语言 (DCL) 结合 Visual LISP 语言开发人机交互界面; 用 Visual LISP 语言编制表面粗糙度标注的参数化绘图程序; 采用 Visual FoxPro 作为开发工具, 建立表面粗糙度标注查询数据库系统, 并将其嵌入 AutoCAD, 开发在 AutoCAD 中调用电子化设计手册的实时查询系统. 结果表明, 该系统可为 AutoCAD 软件用户提供使用简便且界面友好的表面粗糙度标注交互式环境.

**关键词:** 二次开发; AutoCAD; Visual LISP; Visual FoxPro; 绘图程序

**中图分类号:** TP391.72 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2005)05-0042-05

## Realization of the Interactive Marking System of Surface Roughness Based on AutoCAD

GAO Guo-tao<sup>1,2</sup>, HE Wei<sup>1</sup>, GE Zhen-yang<sup>2</sup>

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

2. Faculty of Modern Agricultural Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

**Abstract** An approved application which satisfies design function can be easily obtained by using the Visual LISP language to re-develop AutoCAD. The method and result of using Visual LISP language to re-develop the AutoCAD 2004 in order to realize marking roughness interactively are introduced in this paper. What we have developed for this program mainly includes developing a man-machine conversation interface by DCL (Dialog Control Language) and Visual LISP language; developing parametric drawing programs of marking roughness by Visual LISP language; and establishing the query database system for marking roughness by Visual FoxPro. By integrating the query database system into AutoCAD, the real-time query system which can invoke an electronic designing handbook in AutoCAD is developed. It is indicated that the system has friendly interface that provides AutoCAD users a convenient interactive environment for marking roughness.

**Key words** re-development; AutoCAD; Visual LISP; Visual FoxPro; drawing program

### 0 引言

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司于 1982 年开发的一个通用 CAD 系统, 已成为 PC 平台上最为流行的通用计算机辅助设计系统<sup>[1]</sup>. AutoCAD 采用开放式体系结构, 提供了良好的二次开发环境, 允许用户和第三方软件开发商根据各自的需求来改进和扩充 AutoCAD 的许多功能, 实现对 AutoCAD 的二次开发<sup>[2]</sup>.

机械工程绘图过程中对图样有大量的标注要求, 表面粗糙度的标注是其中较重要的一项<sup>[3]</sup>, 但 AutoCAD 没有提供相关的命令. 使用 AutoCAD 进行绘图时, 设计人员通常是通过块操作来实现表面粗糙度的标注, 由于表面粗糙度的代号、符号的种类较多, 标注要求比较复杂, 因此, 整个过程比较繁琐, 而且容易出

收稿日期: 2004-12-07.

第一作者简介: 高国涛 (1980~), 男, 在读硕士研究生. 主要研究方向: CAD/CAM 和计算机模拟. E-mail: gaoguo726

@ km. com

错. 另外, 在机械设计过程中, 需要手工查阅机械设计纸质手册以确定零件的表面粗糙度, 致使设计者陷于费时费力的低效率繁琐工作中. 为此, 很有必要开发基于 AutoCAD 2004 的表面粗糙度交互式标注系统.

### 1 系统总体设计方案

本系统的开发工作主要包括两个方面:

- 1) 对 AutoCAD 进行二次开发, 包括设计人机交互界面, 编制表面粗糙度标注的参数化图库;
- 2) 基于 Visual FoxPro 6.0 开发表面粗糙度标注的查询数据库. 系统的主要功能模块及其相互关系如图 1 所示.

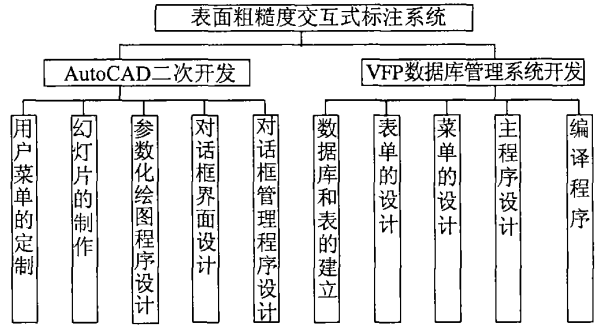


图1 系统功能模块及其相互关系

Fig.1 Functional module and its interrelation of the system

### 2 交互式标注系统设计与实现

#### 2.1 用户菜单的设计

系统的用户菜单采用下拉菜单, 如图 2 所示. 用户可以通过其中的选项, 来调用相应标注符号的参数化绘图程序及查询数据库.

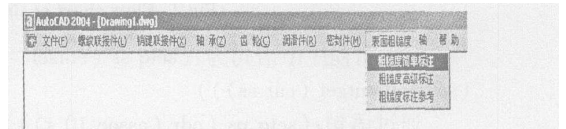


图2 用户菜单界面

Fig.2 Interface of the user menu

#### 2.2 对话框界面的设计

在机械工程绘图中标注表面粗糙度时, 一般对相关参数的标注要求不同, 用户有时只需标注其中的一个参数, 如粗糙度值; 而有时所有参数都需标注. 因此, 为实现交互式操作, 系统人机交互界面采用深受用户欢迎的对话框界面.

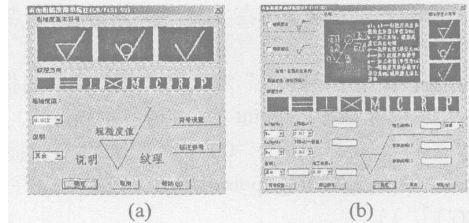


图3 简单标注对话框(a)和高级标注对话框(b)

Fig.3 Dialogue box of simple label(a) and dialogue box of advanced label(b)

对话框界面采用 DCL (Dialog Control Language) 语言设计, 设计完成后生成“. DCL”类型的文件<sup>[4]</sup>. 为方便用户的使用, 系统提供两个对话框: “表面粗糙度简单标注对话框”和“表面粗糙度高级标注对话框”, 界面分别如图 3 所示.

#### 2.3 对话框管理程序的设计

用 DCL 语言定义好的对话框只是一个界面描述, 既不能独立显示, 也不能完成任何用户想要执行的动作. 只有以 PDB (Programmable Dialog Box) 函数为基础用 Visual LISP 程序来驱动它, 才能实现指定的功能. 编制对话框管理程序的目的就在于定义对话框中各个控件的功能, 实现数据的传送, 完成各个绘图子程序的调用, 使用户通过对话框与系统进行交互, 完成表面粗糙度的标注. 以表面粗糙度简单标注对话框管理程序为例, 说明对话框管理程序的执行过程, 所设计的程序流程如图 4 所示.

#### 2.4 幻灯片的制作及驱动

为了在 DCL 对话框中显示图形, 采用了 Image 图像控件, 但该控件并不能直接显示 AutoCAD 生成的各种位图和图元文件, 因此, 采用幻灯片文件 (. sld) 形式. 具体的处理是, 在 AutoCAD 中绘制相关的表面粗糙度符号图形、加工纹理方向符号的图形以及标注示例的图形, 并调整到适当的大小, 用 mslide 命令完成幻灯片的制作, 并用 Visual LISP 语言提供的 slide\_image 函数在图像控件和图像按钮中予以显示<sup>[5]</sup>. 下面的程序说明了在对话框中显示幻灯片的方法: (setq x (dimx\_tile "imagekey")); 获取图像控件的最大 X 值, (setq y (dimy\_tile "imagekey")); 获取图像控件的最大 Y 值, (start\_image "imagekey"); 开始编辑图像控件, (slide\_image 0, 0, x, y "imagekey"); 用幻灯片填充图像控件, (end\_image); 结束图像控件编辑.

#### 2.5 表面粗糙度参数化绘图程序设计

##### 2.5.1 表面粗糙度符号的绘制

以绘制“去除材料获得表面的符号”的参数化绘图程序为例说明表面粗糙度参数化绘图程序的设计过程. 表面粗糙度符号绘制过程中, 关键步骤是判别粗糙度符号的标注方向, 其方法是: 首先选择实体 (A

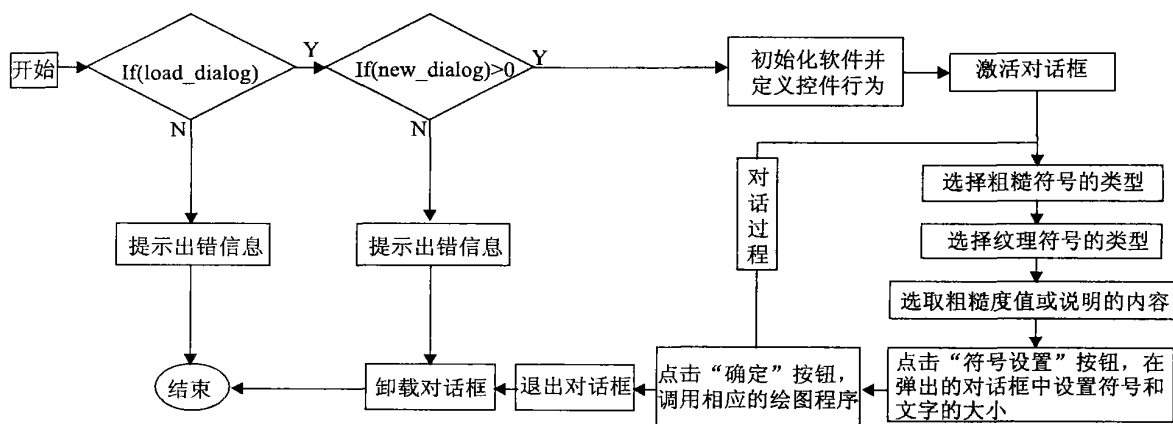


图4 简单标注对话框管理程序流程图

Fig.4 Flow chart of simple label dialog box of administrator program

- A), 绘图程序中语句为: (setq ss (entsel "\n请选择标注面:")) (setq s (entget (car ss)))

通过语句: (setq ps (cdr (assoc 10 s))), (setq pe (cdr (assoc 11 s))), (setq tang (angle ps pe))得到实体 (A - A)相对于 X 轴的正方向的角度 tang 如图 5 所示. 然后选择标注点的位置 (p1), 接着选择标注方向 (在实体 A - A 的一侧点选任一点 p01), 程序中语句为:

(setvar "osmode" 512); 设置“对象捕捉模式”为捕捉最近点

(setq p1 (getpoint "\n选择标注点:"));

(setvar "osmode" 0); 关闭“对象捕捉模式”

(setq p01 (getpoint "\n请选择标注方向 [(上/下)/(左/右) ]"))

通过语句: (setq len \$ (distance p1 p01)) 和 (setq tang \$ (angle p1 p01))得到点 p1和点 p01之间的距离 len \$和两点连线的角度 tang \$ 接下来通过计算在实体 A - A 上找到点 p01per 过点 p01per 作一条辅助线, 通过点 p01per和点 p01的坐标便可计算出辅助线的倾斜度 ang \$ 把 ang \$ - 90°即 ang (与角度 tang 相等)作为粗糙度符号的标注方向, 在程序中对应用于下列语句:

(setq llen (\* len \$ (cos (- tang \$ tang)))) , (setq p01per (polar p1 tang llen)) , (setq ang \$ (angle p01per p01)) , (setq ang (- ang \$ (/ pi 2)))

然后调用相应的绘图程序绘制出表面粗糙度符号, 如图 5 所示.

## 2.5.2 表面粗糙

在表面粗糙度代号的绘制过程中, 需要按国家标准的规定来确定代号的放置方向<sup>[6]</sup>. 根据机械制图最新国家标准的规定:

1) 表面粗糙度符号没有横线

时, 在不同象限里、不同倾斜度的粗糙度符号的标注方法如图 6 (a)所示.

2) 表面粗糙度符号有横线时, 标注方法如图 6 (b), (c)所示.

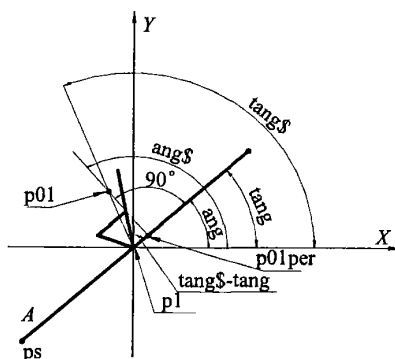


图5 表面粗糙度符号标注方向确定

Fig.5 Confirmation of label direction of roughness symbol

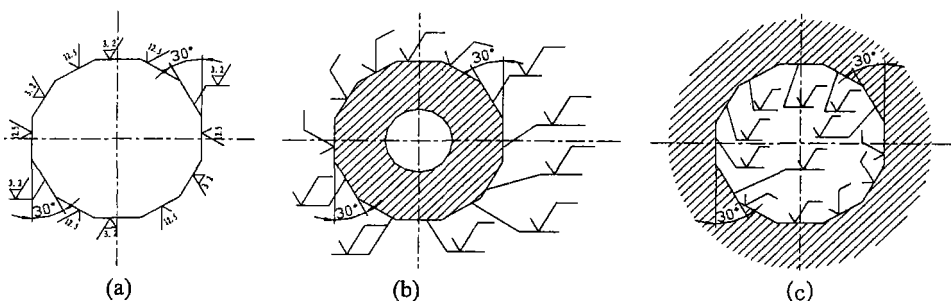


图6 表面粗糙度符号标注方法

Fig.6 Label method of roughness symbol

设计中采用的方法是: 在参数化绘图程序中标注表面粗糙度代号时用语句: ( command “ text ” “ f ” pm pn hei wstm) 来实现, 其中 wstm 为代号的内容, pm 点、pn 点为代号 (文字或数字) 注写时文字基线的第一个端点和文字基线的第二个端点, 这两点在标注符号中的位置如图 7 所示, p5~ 8 点为粗糙度参数值的注写特征点。

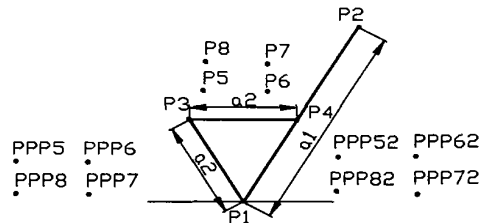


图7 表面粗糙度符号、代号示意图

Fig.7 Schematic map of roughness symbol and code name

根据上面粗糙度符号标注方向计算方法, 辅助线倾斜度  $\zeta = \text{ang } \mathcal{S}$  当  $30^\circ < \zeta < 210^\circ$  时, 程序中注写语句为 ( command “ text ” “ f ” p5 p6 hei wstr2); 当  $\zeta < 30^\circ$  或  $\zeta > 210^\circ$  时, 程序中注写语句为 ( command “ text ” “ f ” p7 p8 hei wstr2), 其中, wstr2 为粗糙度参数数值; 当  $\zeta = 30^\circ$  或  $210^\circ$  时, 如果粗糙度符号不带横线, 参数化绘图程序可自动进行引出标注; 如果粗糙度符号带横线, 需要用户自行画出引线, 然后再进行标注。

### 2.6 标注系统的使用

系统设计完成后相关程序文件都保存在“表面粗糙度标注”和“表面粗糙度标注参考”程序文件夹中. 用户使用本系统时, 需要把上述两个程序文件夹拷贝到 AutoCAD 的安装目录下, 然后将其包含到 AutoCAD 的搜索路径下. AutoCAD 软件运行后加载用户菜单, 其界面如图 2 所示. 点击“表面粗糙度标注”菜单项进入标注交互对话框, 如图 3 所示, 在其中根据具体的标注要求对粗糙度符号和代号进行设置, 点击“确定”进入图形标注界面, 按系统提示选择标注面、标注点、标注方向, 系统即可自动完成标注. 在这一过程中用户只需按照系统的提示点击鼠标进行操作, 例如在确定符号的标注方向时, 用户只需在符号所处一侧通过点击鼠标选取一点, 系统即可自动识别标注方向, 并按照国标要求完成标注, 免除了用户使用“块操作”进行标注时繁琐的角度设置、符号旋转等操作, 系统使用示例如图 8 所示. 完成标注后, 在用户菜单中的“文件”菜单项里点击“返回标准菜单”便可重新回到 AutoCAD 标准界面.

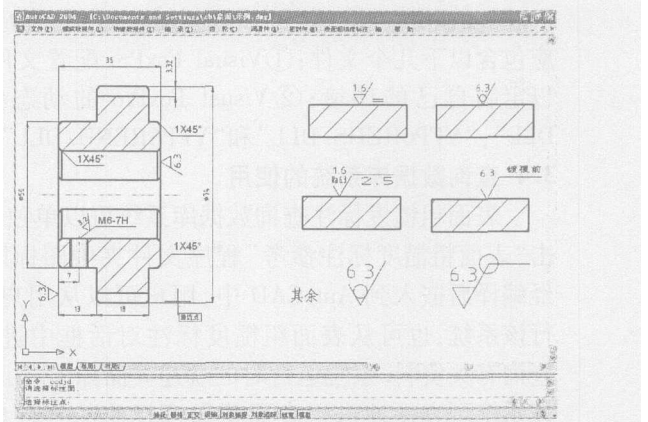


图8 表面粗糙度标注系统使用示例

Fig.8 Instantiation of roughness marking system

## 3 查询数据库系统设计与实现

### 3.1 数据库系统功能

数据库查询系统的设计参照的是最新国家标准 GB/T 1031—1995 中的表面粗糙度参数及其数值和 GB/T 131—1993 中的表面粗糙度符号、代号及其注法. 所设计的系统的功能如下:

1) 可查询 GB/T 1031—1995 中规定的表面粗糙度评定参数数值包括: 轮廓算术平均偏差  $R_a$  的数值, 微观不平度 10 点高度  $R_z$  轮廓最大高度  $R_y$  的数值, 轮廓微观不平度的平均间距  $S_m$ 、轮廓的单峰平均间距  $S$  的数值, 轮廓支承长度率  $p$  的数值, 表面粗糙度参数  $R_a, R_z, R_y$  的取样长度  $l$  和评定长度  $l_n$  的选用值.

2) 可查询 GB/T 131—1993 中规定的表面粗糙度符号及意义、加工纹理方向的符号和表面粗糙度符号、代号在图样上的标注方法.

3) 可查询表面粗糙度参数  $R_a$  使用示例, 有孔公差等级与表面粗糙度  $R_a$  的对应关系, 轴公差等级与表面粗糙度  $R_a$  的对应关系, 常用加工方法可达到的表面粗糙度  $R_a$  的数值.

### 3.2 数据库系统结构设计

用户使用数据库查询系统, 可以实时查询表面粗糙度标注的相关资料, 提高设计效率. 数据库查询系统结构如图 9 所示.

### 3.3 数据库管理系统设计

数据库管理系统的设计主要包括项目管理器的建立、数据库和表的建立、表单的设计、菜单的设计、主

