

工程图处理工具 ACS-26 的研制

张本修 (兰州石油化工机器厂)

摘要: AutoCAD DWG 通用图形处理系统(简称 ACS-26),是基于 AutoCAD 2.6 图形环境,旨在强化 AutoCAD 2.6 二次开发能力而研制的工具软件,具有丰富的描述语言,供用户编程表述自己的任务,本文论述 ACS-26 的功能和设计原理。

一、引言

AutoCAD 是目前微机上最为流行的绘图软件,从用户角度看,它只相当于图形编辑工具,对二维图的处理较为方便。如果把常用另部件和独立模块,用 AutoCAD 建成完善全面的图库,那么在产品设计时,就可借用图库中丰富的图形单元,按照产品的设计要求,组合拼装成产品施工图,从而大大提高设计效率。

由于 AutoCAD 是一个封闭的绘图系统,提供给用户的二次开发手段是有限的。主要有交换文件法(DXF 交换接口或 IGS 交换接口)、命令 SCRIPT 法(SCR 文件法)、LISP 语言编程法。这些方法的共同特点是,必须在 AutoCAD 图形环境下使用,且有速度慢、实现繁琐等缺点。能不能绕过这些障碍,研制一个全新的、基于 AutoCAD 又完全独立的软件系统,来方便地实现图库操纵,造福于 AutoCAD 用户呢?这个设想成为了现实。

二、ACS-26 功能特点

我们研制的 ACS-26 软件系统,具有丰富的描述语言,如高级语言一样的编程特点,高效灵活的操纵模式,生成的图形文件与 AutoCAD CWG 文件格式完全一致,该软件独立于 AutoCAD,单独运行,大大强化了 AutoCAD 的二次开发能力。可以把 ACS-26 看作 AutoCAD 的外壳(AutoCAD 2.6 shell),这也是起名 ACS-26 的原因,ACS-26 与 AutoCAD 的关系可用图 1 表示。从图 1 可以看出,AutoCAD 2.6 的图形文件(图形库),可以由二种方式建立,即 AutoCAD 图形编辑方式和 ACS-26 图形操作方式。而建立图库用 AutoCAD 2.6 较为方便,图库操纵(如:尺寸标注处理,图形单元拼装等)ACS-26 更具特色,这也是 ACS-26 的开发本意。

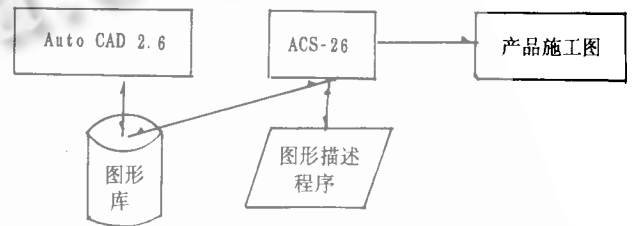


图 1 ACS-26 与 AutoCAD 关系

在非比例绘制工程施工图中,采用最多的技巧是哑图标注替换和图形单元模块拼装,要用 AutoCAD 提供的手段实现这个要求是很繁琐的。比如,对文本变量进行替换,要求用户先把文本变量处的座标一一标注出来,然后用 SCRIPT 命令或 LISP 语言编程,改变指定处的文本变量,使之替换成所需内容,整个过程都要在 AutoCAD 的图形环境下进行。这样,在编程实现有这样几个问题:(1)每个文本变量的座标都需标出,使人繁琐,容易出错,标注位置一旦需要改变,要重新进行定位。(2)用 SCRIPT 或 LISP 编程不易实现,且要求苛刻。(3)必须在 AutoCAD 环境下使用,速度慢。如果图形比较复杂,常常定位出错导致运行中断,而用 ACS-26 提供的方法只需一条语句就可实现。并带有变量自动搜索功能,给图形文件维护提供了方便。效率也高出几倍。单元模块可用 AutoCAD 建立并作为独立图形处理,需要装配时,用 ACS-26 专用描述语言详细表述装配要求和过程,即可实现复杂图形的拼接生成。ACS-26 的文件管理功能可方便地实现图库及其它数据文件的管理。表 1 说明了 AutoCAD 和 ACS-26 操纵图库时的各自特点。

表1 AutoCAD 与 ACS-26 比较

	ACS-26 软件	AutoCAD2.6 软件
表述任务	专用描述语言	SCRIPT,LISP 等
运行环境	独立运行	依赖 AutoCAD
速度(用时)	1 单位	5-10 单位
文本变量定位	自动	手工
图库管理功能	有	无
运行可靠性	高	较低

三、ACS-26 描述语言

说明: • 空行为忽略行

- 以“:”号打头的行为注释行
- 语句关键字全部要求大写
- 语句关键字及各参数之间均以空格隔开
- 描述语句格式为:
关键字 参数表
- 方括号“[” “]”内的参数为任选项(可使用隐含值)
- 描述语句顺序执行

1. SEPARATE 语句

格式: SEPARATE dwgfile [savefile]

功能: 文本变量(约定为以“\$”开头的文本)搜索。

说明: 将 AutoCAD 2.6 图形文件 dwgfile(包括实体区和块定义区)的文本变量搜索出来,以一定格式存放在文件 savefile 中。这对以后该图的文本替换特别有用,值得指出的是该语句有能嵌套在 RESET&FULFIL 语句中使用,否则将出错。文件名 savefile 可以不出现,这时就把搜索结果存放于上次提供文件的末尾。

2. RESET 语句

格式: RESET dwgfile

功能: 将一个 AutoCAD 2.6 DWG 文件 dwgfile 装入内存指定空间,以便于对其操纵,(如补充块,设置当前层或写入文本等)

说明: 当使用本语句装入一个图形文件时。ACS-26 将分解图形文件各个区,将各个区(索引区、标题区、实体区、表区和块定义区)分别放在指定的空间,并由 ACS-26 对图形信息进行统一管理,实际上,该语句是与 FULFIL 语句配合使用的。

3. FULFIL 语句

格式: FULFIL dwgfile

功能: 将已处理好的图形信息以 AutoCAD 2.6 的格式写入到磁盘上。

说明: ACS-26 操纵图形文件信息是在内存中进行的,对处理好的图形必须保存在磁盘才能被 AutoCAD 2.6 识别和处理,实际上该语句是和 RESET 配合使用的,因为只有读入一个图形文件才能处理。另外,RESET&FULFIL 不能嵌套,即已经读入 DWG 文件不能再读入另一个图形文件,内存中没有 DWG 文件信息,其保留起来也无从谈起。违反这个原则系统将中断退出,返回 DOS。

4. SETLAYER 语句

格式: SETLAYER layername

功能: 把名为 layername 的层设定为当前层。

说明: 层名为 layername 的层字样必须在当前图中是已存在的,否则将出错,因为本语句象 SETLAYER 一样只能设定,而不能建立。

5. SETSTYLE 语句

格式: SETSTYLE stylename

功能: 把名为 stylename 的字样设定为当前字样。

说明: 字样名为 stylename 的字样必须在当前图中是已存在的,否则,将出错,因为本语句象 SETLAYER 一样只能设定,而不能建立。

6. INSERT 语句

格式: INSERT vlocknamd[x y [ALPHE [x 因子[y 因子]]]]

功能: 块插入。

说明: 该语句的有些参数可以不出现而使用隐含值,但参数若要出现就必须严格按指定的格式书写,否则将出错。其中,blockname 是要插入的块名,可以是内部块,外部图形块等,约定可参考 AutoCAD 2.6 使用说明书。这里要指出的是当一个外部图形文件作为块插入时,如果当前目录中没有,会自动去 PATH 变量指定的目录中顺序查找,再没有找到时才出错返回。插入处理时,子图中用到的环境(主要模块、层、字样、线型等),母图中存在时以母图中为准,母图中没有时将子图中的环境附到母图中,其标识以名字为准。比如说,子图中用到块名为 BLK1 的块,母图中也存在时,将修正子图中的信息,使之 BIL1 信息变成母图中的 BLK1,这就要求用户使用该语

句时慎重,x,y 为插入点坐标,ALPHE 为插入旋转角,X 因子,Y 因子分别为 x y 方向上块的比例因子。

7. TEXT 语句

格式: TEXT textval [mode var1 var3 var3 var4 var5]

功能: 文本书写。

说明: 该语句可按多种对齐方式书写文本,其中 textval 为书写的文本内容,但必须注意,当文本内容中含有空格字符时,文本内容串必须用双大括弧括起:{{textval}},若文本内容串不含空格字符时,可不用“{{”}}”括弧括起,mode 为对齐方式,S-左对齐,R-右对齐,C-中心对齐,A-两端对齐,F-两端及高度对齐,而且全要求大写。当对齐方式不同时,var1,var2...var5 的含义也不同。

8. REPLACE 语句

格式: REPLACE var1 var2 [offset]

功能: 将 DWG 图形文件实体区的所有文本 var1 改变为 var2。

说明: offset 为文本实体首部相对于实体区首部的偏移,该项为任选,当出现时,直接定位修改指定的文本,若不出现时,修改实体区为 var1 的所有文本变量,当然 var1 和 offset 可以使用 SEPARATE 搜索的结果。这对哑图中的哑元替换特别方便,值得指出的是,对块中的文本变量不能替换。

9. POINT 语句

格式: POINT x y

功能: 在当前层上划点。

说明: 在当前层上划出坐标为(x,y)的点。

10. LINE 语句

格式: LINE l_x y₁ x₂ y₂

功能: 在当前层上划一条直线。

说明: 在当前层上划一条坐标从(x₁,y₁)到(x₂,y₂)的直线。

11. CIRCLE 语句

格式: CIRCLE x y r

功能: 在当前层上划园。

说明: 在当前层上划出以(x,y)为园心,半径为 r 的园。

12. ARC 语句

格式: ARC x y r a1 a2

功能: 在当前层上划弧。

说明: 在当前层上划一个以(x,y)为圆心,r 为半径起始角为 a1,终止角为 a2 的逆时针弧,单位:度。如果要划上半园,则 a1=0,a2=180 若为下半园则 a1=180,a2=0。

13. CELFILE 语句

格式: DELFILE filename

功能: 删除一个磁盘文件。

说明: 删除的文件名中可以包括路径名。

四、ACS-26 设计原理

我们在分析大量资料的基础上,解剖了 AutoCAD 图形信息存储核心—CWG 文件结构,调查了 AutoCAD 用户对图形处理的基本需求,并做了分类,参考编译原理设计编译器的方法,对 ACS-26 系统进行了较好的结构设计。在资源利用方面,尽量使用微机系统硬件和软件低级接口及目录文件管理方法,使研制的 ACS-26 有较高运行效率。

1. AutoCAD 2.6 图形存储文件结构

AutoCAD 2.6 图形存储文件共有五个区组成,依次为索引区、标题区、实体区、表区、块定义区等,分述如下:

(1)索引区标题区结构。索引区标题区主要存放图形的状态信息。例如:AutoCAD 版本号、文件长、实体个数、绘图极限、绘图范围、显示范围、极限、当前层号、当前文本字样号、当前菜单名、栅格大小、是否接通捕捉方式等几十条信息,同时,也存放着其它四个区的首址及有关信息。如表 2 所示。

表 2 索引区标题区结构

地址	内容	长度	地址	内容	长度
0014	实体区首址	4	0018	表区首址	4
0018	块定义区首址	4	0020	块定义区长度	2
0024	文件长	4	002C	块名表长	2
002E	块名表数	2	0032	块名表首址	2
0036	层名表长	2	0038	层名表数	2
003C	层名表首址	4	0040	字样表长	2
0042	字样表数	2	0046	字样表首址	4
004A	线型表长	2	004C	线型表数	2
0050	线型表首址	4	0076	实体个数	2

(2)实体区结构。实体区存放各种实体信息,例如,直线、点、圆、文本、圆弧、轨迹、实心体、块插入、属性定义等,它包含了所属图形中全部实体的描述,每个实体至少有8字节构成,每个实体的前8字节称为实体头部,头部后边的部分称为实体尾部或实体特征部,不同类型实体其尾部长度与格式也不同。头部8字节含义如下:

字节 0 2 4 6

类型编号	实体长度	所属层号	特征字
------	------	------	-----

这里的类型编号如表3所示。

表3 各实体类型编号

编号	含义	编号	含义
01	LINE(直线)	07	TEXT(文本)
02	POINT(点)	08	ARC(圆弧)
03	CIRCLE(圆)	09	TRACE(轨迹)
04	SHAPE(形)	11	SPLID(实心体)
05	REPEAT(循环)	12	BLOCK(块)
06	ENDREP(循环结束)	13	ENDBLK(块结束)
		14	INSERT(块插入)

对实体尾部或特征部,只举二个例子,首先考虑直线,格式如下:

字节 0 8 16 24 32

实体头部	x1 座标	y1 座标	x2 座标	y2 座标
------	-------	-------	-------	-------

再看块插入,格式如下:

字节 0 8 10 18 26 34 42

实体头部	块号	插点 x	插点 y	X 因子	Y 因子	旋转角
------	----	------	------	------	------	-----

其实,各实体包含的信息与<DXF>实体段中的信息大体上一一对应。

(3)表区结构。表区排在实体区之后,表区共有5种表:块名表、层名表、字样表、线型表和视图表。每种表的个数、地址和长度信息已在索引部列出,而前后顺序又是固定的。但有的表个数可以为0,从而它在表部中就不再列出,不同种类表的格式不相同,同一种类几个表的格式都一样,现举层名表为例,则格式如下:

字节 0 1 33 35

层表头	层表名	颜色号	线型号
-----	-----	-----	-----

(4)块定义区结构。在上面的表区中包含一个块名表,其中只列出该块的名称和地址之类的信息。块名表

中不含该块所属实体的描述,属于块的实体,集中放在文件最后来描述。每一个块均以块实体(类型号12)开始,而以块尾实体(类型号13)结束。块定义区的实体格式与实体区的实体格式完全相同,不再赘述。

2.ACS-26 整体结构

ACS-26 采用模块化设计和网状关系,以充分发挥各程序单元的功能,在模块设计方面,尽量做到算法优化,功能单一,以使整体效率提高,维护方便。ACS-26 的主要功能模块30多个,如表4所示:

表4 ACS-26 主要模块

模块名	功能
main	主控模块
shell	ACS-26 用户接口模块
command	语句翻译模块
separ	文本变量搜索模块
reset	装入图形模块
fulfil	卸载图形模块
setlayer	设置当前层模块
setstyle	设置当前字样模块
insert	块插入模块
point	绘点模块
line	绘线模块
circle	绘圆模块
arc	绘弧模块
text	文本书写模块
replace	文本变量替换模块
delfile	删除文件模块
search	析出文本变量模块
release	内存空间释放模块
set	DWG 表设置模块
dwg_blk	图形文件变为内部块模块
textsub	DWG 文件操作模块
revise	调整子图表信息模块
add_blk	附加块模块
tabpro	子图表信息处理模块
add_ent	增加实体模块
del_ent	删除实体模块
tabopt	表操作模块
msgopt	图形操作模块
apply	内存申请模块
drop	内存释放模块

各模块间调用关系如图 2 所示。

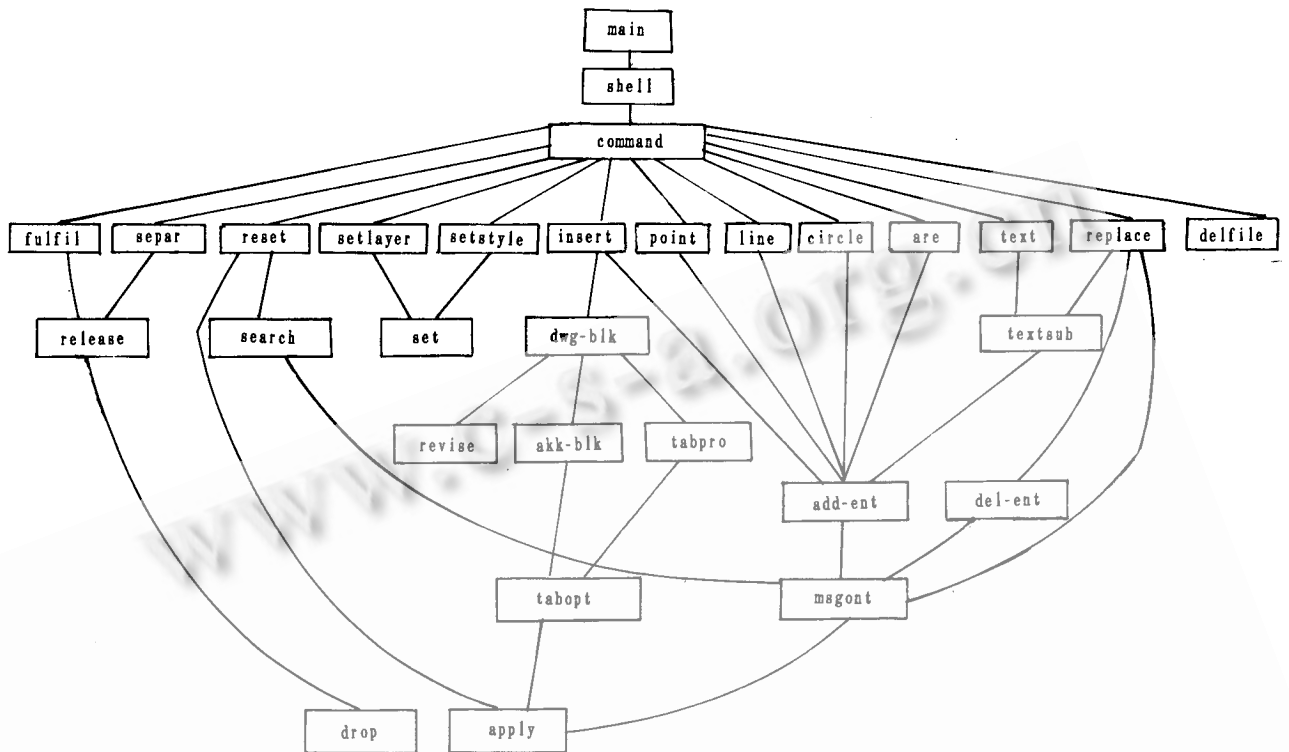


图 2 CAS-26 系统关系图

3.主要算法思想

清楚了 AutoCAD2.6 图形存储文件结构,就可编程对其进行操作。下面就从几个主要方面粗略地介绍一下 ACS-26 的算法思想。

(1)增加删除实体。在 AutoCAD 2.6 中,实体增加是用绘制实体命令实现的,如划点、线、园、插块等。实体删除是指点、线、园等实体的抹去。事实上,在 Autoacad 的 command 状态下绘制的实体都对应 DWG 实体区信息的增加,删除的实体对应于 DWG 实体区被删实体首字节做了特定标记(高位置 1),且增加或删除时 DWG 实体个数增 1 或减 1。所以增加和删除的关键是弄清各类实体的信息存储格式。

(2)文本定位计算。不管用哪种方式(左对齐,右对齐,中间对齐等)书写文本,都要计算文本书写的起始座标,这就要用到文本串的基长数据。

$$basel = charw * w * h$$

其中:basel 为文本串基长,charw 为有效字符宽度之和,w 为宽度因子,h 为文本高度。有了文本基长后,根据不同的对齐方式,可以求得文本基线左端点座标(x,y)。

- 左对齐:不修改参数
- 中心对齐:计算左端点座标(x,y)
- 右对齐:计算左端点座标(x,y)
- 两端对齐:计算文本高度

$$x = x_0 - basel / 2 * \cos(a)$$

$$y = y_0 - basel / 2 * \sin(a)$$

$$x = x_0 - basel * \cos(a)$$

$$y = y_0 - basel * \sin(a)$$

$$h = \lceil (x_0 - x) / \cos(a) \rceil / w / charw$$

- 两端和高度对齐:计算宽度因子

$$w = \lceil (x_0 - x) / \cos(a) \rceil / h / charw$$

其中:x₀,y₀ 为对齐点 x,y 座标,a 为文本旋转角。

(3)图形文件到块的变换。把一个外部图形(子图)当

作一个块插入到当前图(母图)中,基本算法为:①查询对比子图和母图的环境,主要是块名表、层名表、它样表、线型表等 4 个表部的内容,将这 4 个表部中子图用到而母图存在的表按新的要求排序,子图用到而母图缺少的表附加到母图对应表部中。②将子图中块定义区数据按新的环境修改,放入到母图块定义区。③将子图的实体区信息按新的环境修正后,以一个新的块放入到母图块定义区。④修正母图中已有环境,使之适应新的要求。



图3 图形信息存储示意

(4)内存管理。ACS-26 独具特色的图形信息管理功能,提高了 ACS-26 的运行效率,图形处理的所有工作都是在内存中实现的,对一个 640 KB 的微机来说,其图形处理可用内存约 400 KB,基本满足了较复杂图纸的处理要求.ACS-26 高效的内外存交换手段,又使处理的图

形可以不受内存大小的限制。

具体说来,ACS-26 在装入一个图形文件或白图文件(ACAD.DWG)时,将分解图形文件各个区,把各区(索引区、标题区、实体区、表区、块定义区等)分别放入指定内存空间,空间的分配采用链表数据结构管理技术,如图 3 所示。

在程序中,msgopt 函数完成对实体区和块定义区数据的操纵,tabopt 函数完成对表区(五种表)的操纵。

(5)文件管理。ACS-26 充分使用了 MSDOS 丰富的系统资源,文件管理采用多级树形结构,在使用 ACS-26 做图形管理和处理工作时,可将应用系统的文件按不同类别(如应用程序文件、图库文件、AutoCAD 文件等)放入不同目录中,而在 DOS 下设定 PATH 的值,这样,ACS-26 会根据不同的处理需要自动搜索所需文件。该功能在程序中是由 ACS-26 附加软件包 BDIO 中的 bcheck 函数,bpath 函数,bpwd 函数共同实现的。

五、结语

ACS-26 软件的研制成功,是为提高 AutoCAD 二次开发能力而做的尝试,它不仅强化了我厂计算机绘图手段,已用于球罐系列绘图课题和哑图库管理课题等,成效显著,并且对非比例绘图模式和哑图模式个有通用性,该软件已基本成熟,可以转让,欢迎联系。

参考文献:

- [1]周克绳,陈德新著"AutoCCAD 计算机绘图软件(2.6-90 版)",1989 年 5 月,国防工业出版社发行。
- [2]孙扬声著"AutoCCAD 中图形数据文件<.DWG>的结构及信息读取",《微型机与应用》,1988 年第 4 期。