

# Tango与PCAD的接口设计

许昌继电器研究所 陆振华

**摘要** 本文论述了国内外流行的电气CAD软件Tango与机械CAD软件PCAD接口的设计方法。该接口的实现将使Tango的原理图与印制板图可以轻而易举地用包括拼联码地内的多种方法标准汉字,同时也实现了电气CAD与机械CAD的集成。

**关键词** CAD 接口

## 1 概述

Tango软件是美国ACCEL Technologies公司于80年代末推出的电气CAD软件,它一出现就以其“简便、易学、实用、快速”的优点获得了广大电气工程师的青睐,其使用面大大超过了Smartwork、EESystem AutoCAD等CAD软件,然而在使用过程中,该软件的汉化及汉字标注问题一直未能得到理想的解决,由于Tango是一个专用的CAD软件,真底层是不公开的,又由于其设计的严密性,使得直接汉化该软件存在较多的困难,目前出现的Tango汉化有两种,一种是将菜单汉化,但不能直接在图上输入汉字,这实际上不能算真正的汉化,还有一种方法是利用Tango的建库功能,将汉字作为元件符号做进图库,但由于Tango对每个元件均有一个编号或名称,因而这样调用汉字的时候只有根据每个汉字的编号来查表,即使输入不多的汉字也要花费很多的时间,这样解决问题的办法显然也是不实用的。因此我们的思路是不直接在Tango软件本身来标注汉字,而是将Tango软件的图形转换到另一个CAD软件中,而这个CAD软件是可以方便地进行汉字标注的,因此问题就转化为寻求合适的汉化CAD软件并将其与Tango相联接。

首先考虑的是汉化AutoCAD软件,但由于AutoCAD软件也是美国的软件,经汉化后虽能用拼音法输入汉字,但汉化后带来的问题也不少,如AutoCAD本身运行速度就不快,汉化以后速度就更慢,稍微复杂一点的图,就得等待10~30分钟,还有汉化AutoCAD留给用户的空间仅几十K字节,这就极大地限制了它的使用。于是我们的目标转向国内的微机CAD软件,经过多次比较和观察,我们选择了西安交通大学研制的CAD软件,PCAD软件是全中文的交互式图形系统,虽然它是理想的机械图PCAD软件,但由于它是一个独立于设备的图形软件,移植性好,图库函数丰富,可以与多种高级语言接口,既可单独绘图,也可边计算边绘图,既有交互式功能还有实时图形编辑显示系统及图形窗口管理功能,它有方便多样的尺寸标注、汉字标注,变参模块化建图库尤其使其优于其它CAD软件。底层全部公开,因此它又是一个非常好的CAD软件开发平台,所以我们选择它与Tango接口。既保留了Tango处理电气原理图,印制板图的优点,又加进了方便灵活的标注汉字、标注尺寸功能,同时也体现了电气CAD与机械CAD集成的思想。

## 2 Tango原理图与PCAD的接口

所谓接口即是Tango原理图的存储文件转化为PCAD所能接收的格式即可。因而首先必须对两个软件的存储格式有透彻的了解。

Tango软件的原理图文件是以二进制机内码格式存储的。每十六个字节做为一节，每一节即作为表示图形信息的单位。若干节合成一段其总体结构如下：

00. 原理图文件标志段，只占一节

10. 线段图元描述段，每个直线占1节，有多少直线段就有多少节

20. 电气节点图元描述段，每个电气节点占1节，有多少电气节点就占多少节

30. 元件，网络字符串描述段，每个字符串描述占2节，字符串长度限定为20

40. 41. 42. 43. 元件图元描述段。又分三部分：（1）元件总体描述部分占4节；（2）元件各管脚描述部分，每个管脚描述占1节，有多少管脚就需要多少节；（3）元件位映象图描述部分，对于图形符号为规范矩形的文件，不必使用元件位映象图描述，但对于图形符号不是规范矩形的文件的元件，则需使用元件位映象图来描述。

50. 自由字符串描述段，总长度与自由字符串长度有关。第一节描述有关信息，第二节及以后存放的是自由字符串内容。

PCAD中有关的底层文件格式，用到的我们描述如下：

（1）直线：LINE

Color	Linetype	Xi	Yi	X2	Y2
颜色	线型	起点坐标		终点坐标	

（2）圆：CIRCLE

Color	Linetype	X	Y	r
颜色	线型	圆心坐标		半径

（3）文字：TEXT

Color	Linetype	X	Y	d	h	w	angle	char
颜色	线型	左下角坐标		间距	字高	字宽	角度	字符串

有了上述两部分内容，即可进行转换工作，我们程序采用C5.0编制，下面将有关技巧说明如下：

（1）原理图文件标志段（第一字节为00）

第二字节表达的是图幅信息：其对应关系是：

01——A号图纸    02——B号图纸    03——C号图纸    04——D号图纸  
05——E号图纸

PCAD中采用的是ISO标准，我们可以按如下关系来对应：

01——A4图纸    02——A3图纸    03——A2图纸    04——A1图纸  
05——A0图纸

PCAD中用下述格式描述图幅信息  
段开始 BEGINCONT

段名 FRAME

图幅描述 FRAME X Y Num f3 f4 f5

段结束 ENDCONT

其中: X、Y为图幅左下角坐标, Num为幅号, f3为0时竖装, 1时为横装, f4为加长倍数f, 5为明细表最大序号。

### (2) 线段图元描述段

Tango的线型共有四种, 该段中第10字节描述: 01——细线, 02——粗线, 03——总线, 04——点划线, 而PCAD中线型描述有5种, 0——粗线, 1——细线, 3——虚线, 4——长点划线, 5——短点划线, 6——点线只有总线需用粗线来合成, 别的可以直接对应。

Tango的第2、3字节——线段起始端X坐标值, 记为: buf [2]、buf [3]

第4、5字节——线段起始端Y坐标值, 记为: buf [4]、buf [5]

第6、7字节——线段末端X坐标值, 记为: buf [6]、buf [7]

第8、9字节——线段末端Y坐标值, 记为: buf [8]、buf [9]

Tango使用的是英制, 单位是10mil, PCAD使用的是公制, 单位是mm, 因此需进行适当转换, 同时, 图形需沿图幅中心横线旋转180°, 因而, 相应的PCAD中线段坐标计算为:

$$X1 = xframe + (buf [2] * 0X100 + buf [1] * 0.254)$$

$$Y1 = yframe - (buf [4] * 0X100 + buf [3] * 0.254)$$

$$X2 = xframe + (buf [6] * 0X100 + buf [5] * 0.254)$$

$$Y2 = yframe - (buf [8] * 0X100 + buf [7] * 0.254)$$

其中: Xframe = 30 (mm)

$$Yframe = (\text{图幅纵向长度}) / 2$$

### (3) 电气节点图元描述段

我们用PCAD中的两个同心小圆来表示一个电气接点, 两圆的圆心即Tango电气节点坐标, 半径分别为0.2和0.5mm, 圆心坐标为:

$$X2 = xframe + (buf [2] * 0X100 + buf [1]) * 0.254$$

$$Y2 = yframe - (buf [4] * 0X100 + buf [3]) * 0.254$$

### (4) 元件, 网络字符串

Tango中有四种字符尺寸, 在第六字节说明, 对应为: 01——2mm, 02——3mm, 03——4mm, 05——5mm, 这可以用PCAD中的Text直接给出描述。

### (5) 元件图元描述段

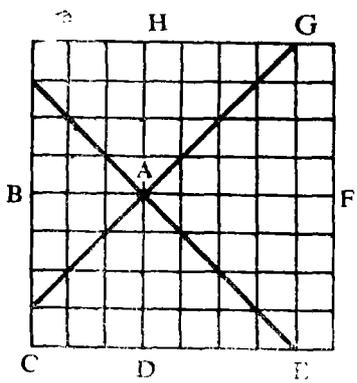
该段是Tango原理图中最复杂的部分, 首先, 由于元件可以旋转90°、180°、270°及绕X绕Y翻转, 使得每个元件均可以有八种放置方向, 而每个元件中又包括有管脚, 管脚字符串, 管脚的长度也有长短两种, 长的为3×10mil, 短的为1×10mil, 因此增加了一定的处理难度, 另外, 对于非矩形元件, Tango给出的是其位映象图描述, 而PCAD内仅接收向量形式的图形单元, 因此, 需将其转化为矢量式, 矢量化方法有多种, 现将我们的方法简述如下, 程序中的细小技巧就不详述了。

下面我们以74LS04为例:

```

40 01 32 00 00 00 00 00-00 00 00 00 04 01 64 00
41 06 37 34 40 53 30 34-38 00 00 00 04 00 29 00
42 00 00 04 01 55 00 04-01 64 00 01 06 03 04 00
43 0E 02 02 0B 05 44 49-50 31 34 00 00 00 00 00
01 00 01 31 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 02
01 11 01 32 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 02 02
02 00 01 33 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 02
02 11 01 34 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 02 02
03 00 01 35 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 02
03 11 01 36 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 02 02
01 54 01 37 00 00 00 03-47 4E 44 00 00 00 01 00
04 11 01 38 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 02 02
04 00 01 39 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 02
05 11 02 31 30 00 00 00-00 00 00 00 00 00 02 02
05 00 02 31 31 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 02
06 11 02 31 32 00 00 00-00 00 00 00 00 00 02 02
06 00 02 31 33 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 02
01 54 02 31 34 00 00 03-56 43 43 00 00 00 03 00
00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00-00 B0 00 00 00 80 00 00
00 83 00 00 00 80 00 00-00 80 30 00 00 80 00 00
00 80 03 00 00 80 00 00-00 80 00 30 00 80 00 00
00 80 00 03 00 80 00 00-00 80 00 00 30 80 00 00
00 80 00 00 02 80 00 00-00 80 00 00 30 80 00 00
00 80 00 03 00 80 00 00-00 80 00 30 00 80 00 00
00 80 03 00 00 80 00 00-00 80 30 00 00 80 00 00
00 83 00 00 00 80 00 00-00 B0 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00

```



如图所示第一字节40~43, 是元件总体描述部分, 管脚描述部分共连续14字节, 即第一字节为10; 02; 03; 04; 05 06; 下面连续的从19至29节共11节, 为元件位映象图描述, 首先定义矩阵A, A的列数为16行数为bitmapNam 即位映象所占字节数, 43节中第5字节所表示的这里为0B, 即11节这里的矩阵A还不能直接用于转换成矢量式, 必须转成元素为1或0的矩阵B。A矩阵中第一行第一列即A(0, 0)值为00是位映象图开头标记, 其中每一个元素写成二进制的形式, 即可分成B阵中的八个元素, 矩阵B的列数是“42”节中第

14字节表示，行数是“42”中15字节表示；由此即可转成可直接用于扫描转换的B矩阵。

对元件矩阵B的扫描顺序是从上至下，从左至右。

我们沿四个方向搜索，即C、E、D、F方向对C方向线段起始点为 $B(I, J)$ 。元素为零或边界时停止，设前进了 $i$ 步，则该线段为：

$$B(I, J) \rightarrow B(I+i, J-i)$$

对E方向，同样以前进了 $i$ 步，则划线段

$$B(I, J) \rightarrow B(I+i, J+i)$$

对D方向为 $B(I, J) \rightarrow B(I+i, J)$

F方向为： $B(I, J) \rightarrow B(I, J+i)$

为防止重复划线，我们设立了四个特征矩阵TC, TE, TD, TF，分别表示被某方向选用过的点在对 $B(I, J)$ 进行搜索时，若搜索C方向， $TC(I, J)$ 已被选用过，就舍去该点，而对 $B(I, J+1)$ 进行搜索，以此类推，以防止重复划线。

使用上述算法，对Tango中的二百多种非矩形元件符号可以顺利地完全转换成矢量式图形。这里我们再提及一点，上述Tango给出的元件位映象图还得结合元件的八个方向，以进行合理的放置，下面我们给出相应的放置位置。

C方向 X Y为元件参考点坐标

方向标志意义	起点	终点
00	$(x+j, y-i)$	$(x+j-k, y-i+k)$
10	$(x+i, y+j)$	$(x+j+k, y+j-k)$
02	$(x-j, y+i)$	$(x-i+k, y+i+k)$
03	$(x-j, y-j)$	$(x-(i+k), y-(j-k))$
04	$(x-i, y-i)$	$(x-j+k, y-i-k)$
05	$(x-i, y+j)$	$(x-i-k, y+j-k)$
06	$(x-j, y+i)$	$(x+j-k, y+i+k)$
07	$(x-i, y-j)$	$(x+i+k, y-j-k)$

F方向

00	$(x+j, y-i)$	$(x+j+k, y-i)$
01	$(x+i, y+j)$	$(x+i, y+j+k)$
02	$(x-j, y+i)$	$(x-j-k, y+i)$
03	$(x-i, y-j)$	$(x-i, y-j-k)$
04	$(x-j, y-i)$	$(x-j-k, y-i)$
05	$(x-i, y+j)$	$(x-i, y+j+k)$
06	$(x+j, y+i)$	$(x+j+k, y+i)$
07	$(x-i, y-j)$	$(x+i, y-j-k)$

D方向

00	$(x+j, y-i)$	$(x+j, y-i-l)$
01	$(x+i, y+j)$	$(x+i+k, y+j)$
02	$(x-j, y+i)$	$(x-j, y+i+k)$

03	(x - i, y - j)	(x - i - k, y - j)
04	(x - j, y - i)	(x - j, y - i - k)
05	(x - i, y + j)	(x - i - k, y + j)
06	(x - j, y + i)	(x + j, y + i + k)
07	(x + i, y - j)	(x + i + k, y - j)

E 方向

00	(x + j, y - i)	(x + j + k, y - i - k)
01	(x + i, y - j)	(x + i + k, y + j + k)
02	(x - j, y + i)	(x - j - k, y + i + k)
03	(x - i, y - j)	(x - i - k, y - j - k)
04	(x - j, y - i)	(x - j - k, y - i - k)
05	(x - i, y + i)	(x - i - k, y + j + k)
06	(x - j, y + i)	(x + j + k, y + i)
07	(x + i, y - j)	(x + i + k, y - j - k)

### 3 Tango PCB图与PCAD接口

灵活方便的多层印制板自动及手动布线是Tango的一大特色之一，在产品设计及生产中我们不仅需要直接的PCB图绘在铜板纸上进行照象制板，作为设计生产的图纸完整性需要，还需要时PCAD图绘在透明描图纸上，以构成成套生产图，而这里的图纸是需要标注尺寸和标注汉字的，因此，Tango PCB图转换到PCAD下也是很有必要的。

Tango的印制板图文件是以ASCC II 码的格式存储的，坐标值的单位是mil，该文件可分为三大部分，即基本图元描述部分、文字串描述部分、封装元件图描述部分。

#### 3.1 层处理：

Tango的PCB图可分为7层即元件层、中间1~4层、焊接层、丝印层，但在其底层文件中，又将焊盘作为单独的一层。层次的区别标志是每个描述行的第六个整数，其相应的二进制值的低四位含义是：“1”元件层，“2”中间层，“3”中间2层，“4”中间3层，“5”中间4层，“6”焊接层，“7”丝印层，“9”焊盘。PCAD中虽然也有层段管理，但从实际上看，还是将其作为各个分文件处理较为合适，因此，我们定义如下：（暂定四个输出文件）

FILE\*fp1, \*fp2, \*fcomp, \*fslder, \*foverary, \*fpad其中fp1为源文件，fp2为中间工作文件，后面分别为元件层、焊接层、印字层和焊盘层。b6为表示层信息数据，则按如下方式选择输出文件：

```
C = b4 0xof;
switch (c) {
    case 1: fp2 = fcomp; break;
    case 6: fp2 = fsolder; break;
    case 7: fp2 = foverary; break;
```

```
case 9: fp2 = fpad; break;
}
```

### 3.2 基本图元处理

基本图元包括各种宽度线段,各种直径不同,象限不同圆弧,各种直径,各种形状(方形、圆形、金手指、通孔)的焊盘,矩形填充区,组成元件图元的线段,圆弧,焊盘等。

线段包括有四种宽度,即15mil、30mil、50mil和100mil。在PCAD我们可以用数条直线画出这线段,然后,再加在线段两头各一段圆弧,圆弧直径等于线的宽度,这样即可解决线的转折连接问题。

Tango中圆焊盘,都是用八角形来代替但实际应用还是以圆焊盘较好,因此,我们特将八角形焊盘转为圆形焊盘。其余部分均可容易转换过来。

### 3.3 封装元件图描述

封装元件图的基本图元分别放在元件面和印制面,即焊盘均放在元件面,线段和圆弧放在印制面。但于实际应用上来说,并不需要单独的封装元件图,因而,我们就没有专门挑出来放在一个专门的文件中。

## 4 结语

当前的CAD市场百花齐放,百家争鸣,国内外的各种CAD软件都很多,因而,如何根据自己的应用情况采用合适的软件,使之产生效益是CAD应用人员要掌握的技术。我们将Tango转换到PCAD既保留了二者各自的特长和优点,又能紧密合作,使之更好地完成我们的计算机绘图工作。不足之处,请各位专家指教。

~~~~~  
(上接30页)

## 3 发展趋势

我国电动机的保护发展有喜有忧。所高兴的是目前全国各地致力于电机保护的专家,八仙过海,各出奇招,研制并推出了我国新一代电动机保护装置,特别是电动机保护已列入“八五”规划这将会最大限度地促进我国电动机保护的发展。所忧的是,目前电机保护市场混乱,保护方式各式各样,使用户很难从中挑选一种好的产品,这样必将会影响电动机保护的发展,也会从某种程度上挫伤新产品开发的积极性。鉴于此,笔者走访了许多用户,经整理得出以下结论,作为电动机保护今后发展的趋势:

(1) 电动机保护装置保护功能符合电动机保护的要求,充分利用现代电子技术,向多功能集成化发展。数字式微机型的多功能电动机保护将是今后努力的方向。

(2) 应具有较宽的连续可调整定范围、方便、准确。

(3) 应具备完善的保护特性,即反时限特性,时间常数应连续可调,并具有热记忆功能。

(4) 体积小、重量轻、价格便宜、安装和维护方便。

(5) 应具有高度的可靠性和稳定性。