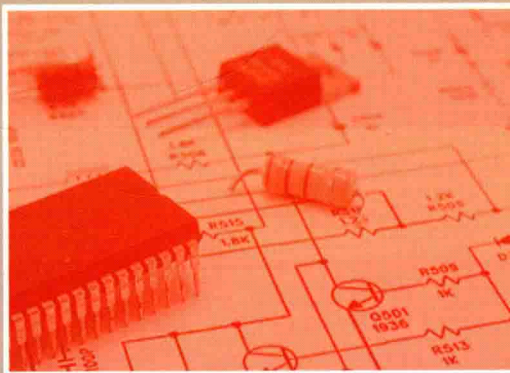




高等职业教育“十二五”规划教材
高职高专机电类教材系列



电气 CAD

王建华 主编



科学出版社

● 高等职业教育“十二五”规划教材

高职高专机电类教材系列

电气 CAD

王建华 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是基于工作过程编写的项目化教材,主要分为11个项目,可概括为三大部分:第一部分主要介绍电气控制系统原理图和接线图的绘制方法及其绘图工具;第二部分介绍建筑平面图、强电图样、弱电图样的绘制及计算工具和绘图工具;第三部分是变配电的主接线图、变配电室、电缆沟和三维桥架及在设计过程中用到的负荷计算、短路电流计算、设备继电保护计算等工具。

本书可作为电气自动化技术、电气工程技术和建筑电气与智能化等专业的高职高专学生用书,也可作为相关专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气CAD/王建华主编. —北京:科学出版社,2014

(高等职业教育“十二五”规划教材·高职高专机电类教材系列)

ISBN 978-7-03-040175-5

I. ①电… II. ①王… III. ①电气设备-计算机辅助设计-AutoCAD 软件-高等教育-教材 IV. ①TM02-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第047427号

责任编辑:李太铗 胡晓阳/ 责任校对:王万红

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2014年9月第一次印刷 印张:20 3/4

字数:345 000

定价:46.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62130874 (VT03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

伴随着计算机的广泛应用，计算机辅助设计软件也进入了电气设计领域，并且在电气设计领域起着重要的作用。AutoCAD 在电气领域应用以后，人们看到了其在电气领域应用的不便，这使得国内出现了很多在 AutoCAD 内核基础上的插件——电气 CAD。电气 CAD 在 AutoCAD 基础上插入了大量的元件和设备图库，简化了绘图过程，使学习和应用得到了简化。同时，还加入了多个领域的计算功能，使设计者不再为繁重的计算而烦恼；还录入了多个厂家的设备参数供设备选择和设备查询，应用起来很方便。天正电气软件在社会上得到了广泛应用，但是目前只有此软件的使用手册，而无相关教材，所以在教师教学及学生学习过程中，存在一些困难。编者经过几个循环的教学，积累了一些教学经验，特此编写了《电气 CAD》教材。

本教材由王建华任主编，以项目任务的方式编写。项目 1~项目 3 介绍绘制电气控制系统原理图的一些工具使用；项目 4 介绍绘制电气控制系统的接线图方法；项目 5 介绍建筑图样绘制，为建筑电气打下基础；项目 6 介绍建筑电气的强电部分设计及绘制；项目 7 介绍建筑电气的弱电部分设计及绘制；项目 8 介绍建筑变配电和防雷系统设计；项目 9 介绍变配电系统设计、变配电室设计；项目 10 介绍电缆敷设及三维桥架设计等工具的使用；项目 11 介绍编写说明、添加符号、图样处理及输出等工具。前 4 个项目教会学生绘制电气控制图样；通过项目 5~项目 8 的学习，学生掌握建筑电气图样的绘制；通过最后 3 个项目的学习，学生掌握变配电绘图工具及图样说明输出等工具，为以后更好地使用这个软件打下坚实基础。

由于编者水平有限，加之时间比较紧，书中不足之处在所难免，希望同行及读者提出宝贵意见。

目 录

绪论	1
0.1 天正电气软件安装及界面	1
0.2 天正电气软件工具简介	2
项目 1 小功率电动机运行系统图绘制	5
1.1 相关知识：绘制和编辑控制系统图的工具	6
1.1.1 导线绘制及编辑知识	6
1.1.2 接线端子的插入及编辑知识	8
1.1.3 元件的插入、编辑及标注知识	9
1.2 任务实施：单台电动机起动电路绘制	15
1.2.1 电源部分绘制	15
1.2.2 主电路绘制	16
1.2.3 控制和指示电路的绘制	17
考核评价	18
复习与思考	18
项目 2 正反向运行控制系统图绘制	19
2.1 相关知识：造元件的基本操作	20
2.1.1 图库管理	20
2.1.2 元件分解	26
2.1.3 造元件的基本方法	26
2.2 任务实施：绘制正反向控制系统图	27
2.2.1 绘制新元件并添加到元件库	27
2.2.2 绘制正反向控制系统图	28
考核评价	29
复习与思考	30
项目 3 电动机星三角起动系统图绘制	31
3.1 相关知识：元件缩放及表格工具	32
3.1.1 元件缩放	32
3.1.2 建立表格及编辑表格工具	33
3.2 任务实施：绘制星三角起动电路	48
考核评价	49
复习与思考	50

项目 4 电动机控制系统接线图绘制	51
4.1 相关知识: 绘制接线图工具	56
4.1.1 绘制设备工具	56
4.1.2 绘制及编辑端子排工具	57
4.2 任务实施: 绘制控制系统的接线图	63
考核评价	65
复习与思考	65
项目 5 简单建筑平面图绘制	66
5.1 相关知识: 绘制建筑图样工具	69
5.1.1 建筑轴网绘制与编辑工具	69
5.1.2 门窗插入与编辑工具	79
5.1.3 楼梯插入及编辑工具	85
5.2 任务实施: 实训楼及民用建筑图样的绘制	87
考核评价	88
复习与思考	88
项目 6 简单建筑强电平面图绘制	89
6.1 相关知识: 绘制建筑强电图样工具	92
6.1.1 灯具和开关的选择插入工具	92
6.1.2 插座插入与编辑工具	104
6.1.3 箱体的插入及连线工具	108
6.1.4 电气设备标注工具	119
6.2 任务实施: 建筑室内照明及插座配置图的绘制	137
考核评价	138
复习与思考	138
项目 7 简单建筑弱电图样绘制	139
7.1 相关知识: 绘制弱电图样工具	141
7.1.1 弱电系统工具	141
7.1.2 消防系统工具	145
7.2 任务实施: 建筑电气弱电部分的绘制	149
考核评价	150
复习与思考	151
项目 8 简单建筑配电及防雷	152
8.1 相关知识: 绘制配电和防雷工具	155
8.1.1 绘制配电系统工具	155
8.1.2 绘制系统工具	166
8.1.3 绘制防雷系统工具	173
8.2 任务实施: 建筑电气楼内配电及建筑防雷绘制	179

考核评价	180
复习与思考	181
项目 9 变配电系统设计	182
9.1 相关知识：绘制变配电图样工具	183
9.1.1 主接线及短路计算工具	183
9.1.2 继电保护工具	205
9.1.3 变配电室工具	210
9.2 任务实施：变配电系统及配电室图样绘制	226
考核评价	226
复习与思考	227
项目 10 电缆敷设及三维桥架设计	228
10.1 相关知识：电缆敷设及三维桥架工具	230
10.1.1 电缆敷设工具	230
10.1.2 三维桥架工具	250
10.2 任务实施：电缆敷设及三维桥架绘制	265
考核评价	266
复习与思考	266
项目 11 文件说明及打印	267
11.1 相关知识：图样说明及打印工具	268
11.1.1 文字工具	268
11.1.2 符号工具	276
11.1.3 绘图工具	287
11.1.4 文件布图工具	298
11.2 任务实施：图样说明及打印输出	312
考核评价	313
复习与思考	313
附录	314
主要参考文献	321

绪 论

0.1 天正电气软件安装及界面

1. 天正电气软件及安装

获得天正电气软件，可以到天正集团购买天正电气的正版软件或到天正公司网站下载试用版软件。在教学中，我们选用试用版软件，再到天正论坛下载图库文件添加到图库文件夹内就可以满足要求。

目前最新版的天正电气软件是天正电气 2014，安装此软件以前，计算机内需要安装 2007 版以上的 AutoCAD 软件。天正电气 2014 分为 32 位和 64 位两个版本，选择相应的 AutoCAD 与之相配。安装文件可以放在任意磁盘分区下，安装结束桌面上出现天正电气软件的快捷方式图标。使用天正电气软件时，双击该图标即可。在打开天正电气设计的文件时，需要先打开天正电气软件，再打开天正电气的文件，否则打开的是默认的 AutoCAD 的程序。

2. 天正电气软件界面介绍

双击天正电气软件的快捷方式图标，启动天正电气软件，如图 0-1 所示。



图 0-1 天正电气的设计界面

1) 主工具栏：天正电气的工具都在此展示，有倒三角标志的就带有下级工具。在操作

的时候,先确定操作属于什么类别,打开该类别的工具栏,找到实际操作的工具。若被关闭,可按 Ctrl+“+”组合键调出此工具栏;还可以在下面的命令行内输入 tmnload,然后按两次 Enter 键调出左侧主工具栏。

2) 常用工具栏:主要是用于电气设备插入、连接及文字说明的工具,在设计中经常使用,所以称为天正电气的常用工具。若被关闭,可以用 AutoCAD 的快捷菜单调出,选择其中的<TCH>即可。

3) 命令行:在用户进行设计操作过程中,软件提示下一步操作的内容。在设计操作过程中,要经常看提示要求。同时,需要输入命令的时候,也在此输入。

4) 绘图操作区:绘制图纸的位置。在绘制图纸的时候,根据图纸的大小选择比较合理的界面大小。如果比例太大,界面含有的信息量小,显示的导线的间距过大;如果界面比例太小,信息含量大了,但是导线间距显示得很小,影响对象捕捉影像操作。

0.2 天正电气软件工具简介

1. 建筑图绘制

T-Elec 8 包含天正公司最新建筑软件 T-Arch 8 的部分功能,可绘制具有天正自定义对象的建筑平面图。本软件在电气平面图绘制中既支持 T-Arch 8 绘制的建筑条件图,也兼容 T-Arch 3 版的建筑图。

2. 平面图绘制

天正电气软件提供多种平面设备和导线布置方法,以及灵活的快捷菜单编辑功能,可方便地绘制动力、照明、弱电、三维桥架、变配电室布置和防雷接地平面图。所有图元采用参数化布置,一次性信息录入,标注与材料表统计自动完成。所绘制平面图可自动生成配电箱系统图,并导入负荷计算。

3. 三维桥架

使用三维桥架系列命令可方便地绘制多层桥架,绘制过程中自动生成弯通、三通、四通、变径等构件,根据绘制需要可自动生成垂直段桥架及相应垂直构件,桥架各部分构件相互关联,拖动一部分,其余相关联部分随之联动,可自动进行桥架标注,以及构件统计。

4. 系统图绘制

T-Elec 2014 在系统图绘制中提高了智能化水平,可自动生成照明系统图、动力系统图、低压单线系统图,还可方便地绘制各种弱电系统图及二次接线图。其中自动生成的配电箱系统图同时还完成负荷计算功能。此外系统提供数百种常用高、低压开关柜回路方案,50 种华北标办原理图集供用户选择。

5. 电缆敷设

可导入“电缆清册表”、“电机表”，可自动进行电缆敷设，自动绘制电缆敷设图，自动计算每一回路的电缆长度；也可逐条手工敷设，统计电缆长度，导出清册；可方便查寻每一条电缆路径，该路径自动高亮显示；并可查看每段桥架的电缆填充率，不同的填充率采用不同的颜色高亮显示；可对已经敷设的电缆进行自动标注。

6. 电气计算

T-Elec 8 提供全面的电气计算功能，适用于建筑电气设计，包括负荷计算、无功功率补偿、照度计算、断路电流计算、电压损失计算、避雷计算（避雷针计算）等。所有计算结果均可导入 Word 或 Excel 进行保存。

7. 文字表格

用天正电气软件可方便地书写和修改中西文混合文字，可使组成天正文字样式的中西文字体有各自的宽高比例，方便地输入和变换文字的上下标，输入特殊字符。表格命令其人机交互界面也使用了类似 Excel 的电子表格编辑对话框界面（可与 Excel 进行导入、导出），用户可以完整地把握如何控制表格的外观表现，制作出有个性的表格。表格对象除了独立绘制外，还在材料表自动统计等处获得应用。

8. 全新图库

天正的图库管理程序界面是使用 MFC 面向对象技术编制的全新对话框界面，图块检索使用分类明晰的树状目录结构。类别区、名称区和图块预览区之间也可随意调整为最佳可视大小及相对位置，采用了平面化工具栏，支持拖动技术，符合 Windows 新版本的外观风格与使用习惯。

9. 菜单与工具栏

具有图标与文字菜单项的屏幕菜单，菜单具有反映光标当前位置的实时提示；对象的夹点设计了功能提示，用户在操作中可以即时得到功能提示和图形对象的丰富信息；特有智能化右键快捷菜单，以及自定义的工具栏，体现了人性化设计，使用户操作更加方便与快捷。

10. 在线帮助

提供电气常用规范查询手册，边绘图边查阅，甩掉图板的同时甩掉设计手册。同时 T-Elec 2014 在线帮助功能及多媒体教学软件能够使初学者上手更容易。

11. 技术特点

1) 高效的折叠式菜单系统可减少鼠标的点击次数，减少查找命令的时间，新设计的彩色图标令人赏心悦目。

- 2) 文字表格、轴号和尺寸、符号的修改可选择采用 2006 风格的在位编辑, 文字方向一致, 可大幅度地提高效率。
- 3) 新增的工程界面合并楼层表、三维组合、图纸集、建筑立剖面, 门窗总表、门窗检查、图纸目录功能。
- 4) 支持一套工程图纸保存在一个 DWG 文件中, 可与其他独立 DWG 文件组合, 生成立剖面与模型。
- 5) 提供可由用户添加的图层标准, 可以随时转换图形的图层标准格式。
- 6) 提供用户自定义图标工具栏与单键快捷命令, 提高执行命令的效率。
- 7) 新修改的天正文字增加了专业词库与加圈功能。

项目 1

小功率电动机运行系统图绘制

项目导读

小功率电动机运行系统是应用很广泛的系统，例如，车床的主轴电动机、磨床电动机、铣床电动机、钻床电动机等。只要应用小功率电动机，就存在小功率电动机控制系统。通过绘制简单电气控制系统图，为复杂的系统图和供配电系统图的绘制打下基础。

重点掌握

1. 掌握多线的绘制和编辑。
2. 掌握接线端子的插入及标注。
3. 掌握元件的插入、编辑及标注。

项目任务

绘制图 1-1 所示的小功率电动机运行系统。

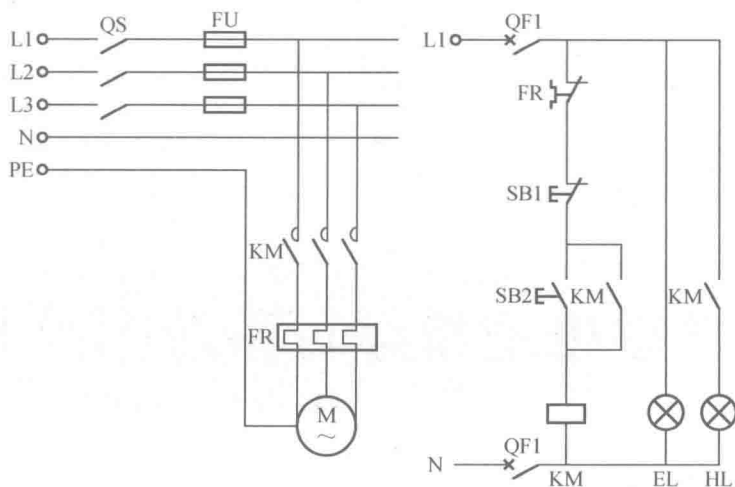


图 1-1 小功率电动机运行系统

1.1 相关知识：绘制和编辑控制系统图的工具

1.1.1 导线绘制及编辑知识

1. 系统导线

菜单：<导线>→<系统导线> ⇄

功能：绘制系统图或原理图中导线，并在导线上按固定的间距画短分隔线。

使用<系统导线>命令绘制导线，便于利用导线上的分隔线来作为插入元件的基准点。

使用<系统导线>命令绘制的导线上按等间距绘有一条条短分隔线，这些分隔线的间隔为 750（此处单位为 mm。以下若无特殊说明，单位均为 mm），恰好是元件块长度的一半。在导线上插入元件时，插入点应尽量选在分隔线与导线的交点上，这样既能使图形美观，又可避免绘图错误。

在主工具栏上或在常用工具中选取本命令后，弹出如图 1-2 所示的<系统图-导线设置>对话框，在这个对话框中用户可以通过一对单选按钮选择绘制母线或馈线，还可以调整<线宽>编辑框确定所绘制系统导线的线宽；单击母线或馈线所对应的<颜色>编辑框可以弹出<选择颜色>对话框，选择系统导线的颜色；如果勾选<绘制分隔线>复选框，则所绘制的馈线带有分隔线，否则没有分隔线；如果勾选<空心母线>复选框，则所绘母线为空心母线，否则为实心母线，如图 1-3 所示。

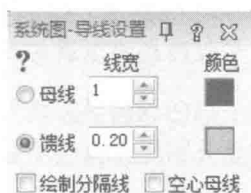


图 1-2 <系统图-导线设置>对话框

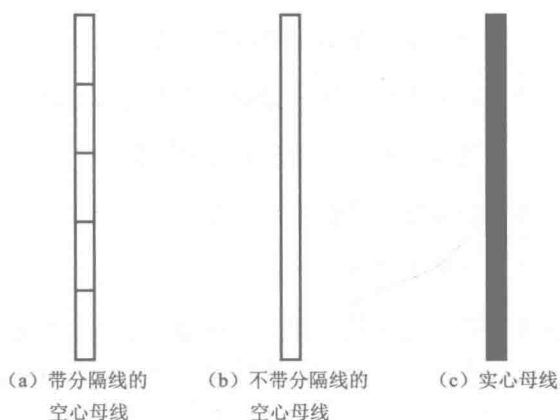


图 1-3 系统母线示例

设置好系统导线数据后，命令行提示如下：

请点取导线的起点{回退[U]}<退出>:

点取起始点后，反复提示以上信息，在操作过程中如果发现最后画的一段或几段导线有错误，可以输入“U”回退到发生错误的前一步，然后继续绘图工作，直至按 Enter 键退出。

提示

插入分隔线的优点在于可以保证对齐插入元件后，出图前可在<设置>→<初始设置>→<电气设定>中关闭分隔线层。如果用户不习惯绘制分隔线，也可在<电气设定>中修改<绘制分隔线>默认设置。

2. 绘制多线

菜单：<原理图>→<绘制多线> 

功能：同时连续绘制多条系统导线，提高绘图效率。

在菜单上选取本命令后，命令行提示如下：

请选择需要引出的导线:<新绘制>

不选择任何导线，直接在操作区内右击选择选项“新绘制”，命令行提示如下：

请给出导线数:<3>

请给出导线间距:<750>

输入起始点:<退出>

输入终止点:<退出>

根据命令行的提示，依次选择输入一次要绘制的导线根数、导线间的距离后，即可绘制导线，绘制过程如命令行所示，绘制结果如图 1-4 所示。

本命令还提供绘制引出导线的功能，执行本命令后，命令行提示如下：

请选择需要引出的导线:<新绘制>

可框选要引出导线的导线, 命令行接着提示:

请选择要引出导线的位置<退出>:

选择要引出导线的位置, 如图 1-4 (a) 所示, 接着提示:

请输入终点<退出>:

选择要引出导线的终点, 如图 1-4 (b) 所示。

也可根据用户需求, 快速地绘制其他导线。

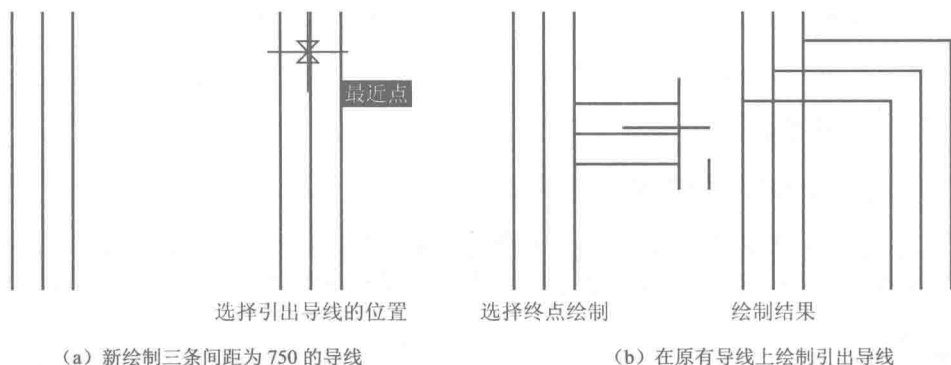



图 1-4 多线绘制

1.1.2 接线端子的插入及编辑知识

1. 固定端子

菜单: <原理图>→<固定端子> 

功能: 在原理图中插入表示固定端子的圆。

在菜单上选取本命令后, 命令行提示如下:

请点取要插入端子的点<退出>:

反复逐点在图中插入端子。

当端子插在导线上时, 导线自动打断。端子的直径可在<位置>→<初始位置>→<电气设定>中修改。

2. 可卸端子

菜单: <原理图>→<可卸端子> 

功能: 在原理图中插入表示可卸端子的符号。

在菜单上选取本命令后, 命令行提示如下:

请点取要插入端子的点<退出>:

反复逐点在图中插入端子。

3. 端子擦除

菜单: <原理图>→<端子擦除> 

功能: 擦除原理图中的固定端子或可卸端子。

在菜单上选取本命令后, 命令行提示如下:

请选择要删除的端子、接地板或线中文字:<退出>

点选或框选要擦除的端子后, 按 Enter 键或右击, 所选中的端子被擦除, 用本命令擦除端子, 程序会自动过滤其他图元, 避免误删除。

4. 端子标注

菜单: <原理图>→<端子标注> 

功能: 为图中一组端子标注端子标号。

本命令支持多端子同时标注, 第一个端子需要输入标注位置, 其他标注以其到第一个端子的距离为参考做相应偏移。

命令行提示如下:

请选择要标注的端子<退出>

请选择标注位置(图 1-5)

请输入端子标注:(提示:红色端子为当前需要标注的端子)

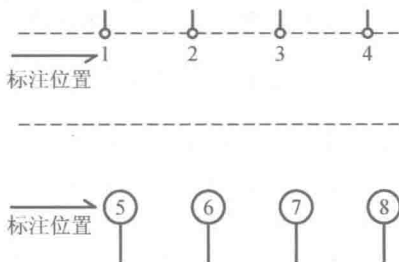


图 1-5 端子标注位置示意

提示

端子的大小可在<电气设定>中设置。对于图 1-5 中下方的标注方法: 标注在端子内部, 可将端子直径设为 6, 在输入“标注位置”时直接按 Enter 键即可。

1.1.3 元件的插入、编辑及标注知识

1. 元件插入

菜单: <系统元件>→<元件插入> 

功能: 在系统图中将元件图块插入到导线中。

<元件插入>为电气绘图中的常用命令, 多处的快捷菜单中均含有此命令。要在系统图中绘制元件, 可以单击主工具栏中的<元件插入>命令, 或者在快捷菜单中选取此命令。

选取此命令后, 弹出<天正电气图块>对话框, 如图 1-6 所示。当鼠标指针移到元件图块幻灯片上时, 对话框下方的提示栏中会显示该图块元件的名称。

单击类别选择区的下拉按钮可以选择元件类别为“常用元件”、“二次元件”、“电视元



图 1-6 <天正电气图块>对话框

一些命令可按一定角度插入元件。

<放大>按钮 \times ：当单击此按钮时，会弹出被选中元件的放大图，使用户能清晰地预览该元件。

用户可以通过以上这些按钮的组合选择自己所需要元件的图块。同时，命令行提示如下：

请指定元件的插入点<退出>：

在屏幕上选取点插入元件，按 **Enter** 键退出。

若选取的插入点在导线上，指定的元件图块依导线方向插入到导线中，并且导线被自动打断，若此时选择了<旋转>按钮，则旋转不起作用。

若选取的插入点不在导线上，如果在<天正电气图块>对话框中选择了<旋转>按钮，则命令行提示如下：

旋转角度<0.0>

天正元件直接采用粗线绘制，且宽度可调，宽度为当前系统导线的宽度。如果仍然希望采用细线绘制，可将系统导线宽度设为 0。

提示

元件的宽度由系统导线的线宽决定。天正系统元件图库在 DWB\element.tk、element.dwb、element.slb，用户库在 element_U 下。

2. 元件复制

菜单：<系统元件>→<元件复制> $\text{Ctrl}+\text{C}$

功能：在系统图或原理图中复制已插入图中的元件图块。

本命令用于插入元件，与<元件插入>命令不同的是本命令不使用对话框的方法在元件图库中选择元件类型，而是取图中一个已有的元件图块作为插入元件时的原型。

在菜单上选取本命令后，命令行提示如下：

请选取要复制的元件<退出>：

件”等。根据需要选择欲插入元件的类别，单击相应元件，显示红色边框的为当前选中的元件。对话框顶部的按钮为不同的功能命令按钮，当鼠标指针移至按钮上方时会显示该按钮功能的提示，单击按钮执行相应功能。下面对每个按钮的用法加以说明：

<向上翻页>按钮 \uparrow ：当元件图块数超出显示范围时可以通过单击此按钮进行向上翻页。

<向下翻页>按钮 \downarrow ：当元件图块数超出显示范围时可以通过单击此按钮进行向下翻页。

<旋转>按钮 \curvearrowright ：当此按钮处于按下状态时，用户使用一