



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

电力工程 识绘图

高炳岩 主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书
电力职业技术教育教学改革系列教材

电力工程识绘图

电力职业技术教育教学改革系列教材
建设委员会

主 任 张效胜
副主任 李启涛 张 伟
委 员 杨立久 苏庆民 王庆民 王焕金
杨新德 朱正堂 侯仰东 郭光宏
高洪雨 孙奎明 蔡卫敏 马明礼

本书主编 高炳岩
编 写 刘金川 张灿勇 陶苏东
主 审 曲翠琴



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为全国电力职业教育规划教材。

本书的编写以电力职业技术教育的教学目标和学生的现状为依据,以强化应用、培养技能为重点,坚持以识图为主、以画促识的指导原则,充分汲取我国 CAD 领域的最新成果,把 CAXA 电子图板的使用和制图理论的学习有机地结合在一起,体现了时代发展的要求。

全书共七章,主要包括识图与绘图基本知识、机件的表达方法、零件图和装配图、表面展开图、电力安装图、热力系统图简介、电气图简介。全书每一章都有习题,最后还附有课外阅读材料。

本书可作为电力行业各职业院校或培训中心非机械类专业工程制图教学或培训用书,也可供相关工程技术人员学习计算机绘图参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力工程识绘图/高炳岩主编. —北京:中国电力出版社, 2006

全国电力职业教育规划教材

ISBN 7 - 5083 - 4633 - 5

I. 电... II. 高... III. ①电力工程 - 识图法 - 职业教育 - 教材②电力工程 - 工程制图 - 职业教育 - 教材 IV. TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 093135 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 9 月第一版 2006 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 298 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.80 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前言

随着电力体制改革和教育体制改革的不断深入,电力职业技术教育基本完成了体制和机制的重大变革。分布在全国各地的电力职工大学、电力高等专科学校、中等专业学校和电力技校,已逐步分化为三种模式:一是结合职业技能资格证书的推广,改建成为当地的电力职工培训和鉴定中心,基本转为职后教育,不再开展职前学历教育。二是响应国家“企业不再办社会”的号召,离开了传统的电力系统,并入当地教育系统。三是坚持全方位开展电力职业教育。部分高等职业技术学院、部分电力学校,在保持相当规模的职前学历教育的同时,又为电力企业开展各种培训和鉴定服务。在电力职业教育的管理体制上,也由原来的行业管理转变为双重管理,即教育资源行业管理,教育职能属地化。这些变革使得电力职业技术教育的教材建设工作处在又一个新的探索期。

《电力职业技术教育教学改革系列教材》的主要特点如下:

一、针对性强,实现了理论和实践的紧密结合。根据电力职业技术教育的特点和培养应用型人才的教育目标界定教材内容,针对学生特点和教学实际,删繁就简,精选教材内容。文化基础课突出素质教育;专业基础课坚持“必须、够用”的原则,不片面强调学科体系的完整性;专业课则强调贴近生产实际。

二、实用性强,实现了传授知识和培养技能的紧密结合。坚持教材内容的针对性、科学性和先进性,在删去一些复杂分析计算的同时,充实了部分技术性、工艺性、实用性强的内容。对于固定格式的分析计算,只教会学生使用工具书或计算机;对于技术性的内容,则通过实践训练切实变成学生的操作技能。

三、趣味性强,有利于提高学生的学习积极性,改善学习效果。借鉴科普读物的编排方式,适当穿插和学科有关的趣味阅读材料。在教材内容编排上,采用分层次、模块化结构,穿插引导、提示、对比、小结内容,使枯燥的理论课变得生动有趣。

本书作为该系列教材之一,很好的体现了以上特点。

工程图样按规定的方法表达出机器或建筑物的形状、大小、材料和技术要求,是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一种重要技术文件,在现代工业中,设计、制造、安装各种机械、电机、电器、仪表以及采矿、冶金、化工等各方面的设备,都离不开工程图样。在使用这些机器、设备和仪表时,也常常要通过阅读工程图样来了解它们的结构和性能。因此,每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

由于计算机的高度普及,CAD技术的快速发展,工程实际中已不再使用手工绘制的图样,传统的手工绘图训练已经失去了它的存在价值。虽然工程制图教学也开始加入计算机绘图的相关知识,但都是作为相对独立的一部分知识机械地添加到教材当中,以致制图理论和计算机绘图不能有机地结合在一起。

本书在编写过程中充分吸收了我国在计算机绘图领域的最新成果,创造性地把制图理论

的学习和计算机绘图融为一体,把高效构图的思想贯穿在绘图和识图之中,重点培养计算机绘图能力和识图能力,“以识图为主,以画促识”。其目的是使学生应具有一定的读图能力、空间想象和思维能力以及计算机绘图的实际技能,为后续课程的学习奠定基础。

本书选择 CAXA 电子图板 2005 作为计算机绘图工具。CAXA 系列软件包括 CAXA 电子图板、CAXA 三维电子图板、CAXA 制造工程师等。由于其功能强大,简单易学,是近年来发展最快的国产 CAD 软件。其中,CAXA 电子图板最适合于画二维图形,在全国各地的机械、电子、航空、船舶、教育、科研等多个领域广泛应用,其中有相当部分为大中型企业、大中专院校的规模应用。

CAXA 电子图板完全代替了笨重的传统图板,最大限度地把工程技术人员从繁重的绘图“体力劳动”中解放出来,他们不必再小心翼翼地打草稿,不必担心字体和线型的优美、图面的整洁、绘图的精度,甚至可以不必去查阅机械零件设计手册以及核对国家标准等,这一切都已集成在“电子图板”之中了。电子图板还提供了一系列手工绘图时无法想象的高效构图方法,如复制、镜像、阵列、旋转等。还有一些全新的概念,如图层、图块、图库、属性、捕捉、导航等。所有这些都使得计算机绘图和手工绘图有着重大的区别,传统的手工绘图养成的习惯恰恰阻碍了我们充分利用电子图板的强大功能。因此,本书在编写过程中努力克服手工绘图的不良影响,完全以计算机绘图为基础,讲述工程制图的基本理论和构图的方法。

由于“电子图板”的引入,使得本书得以大幅缩减传统的教学内容。例如图幅、图线、字体和标注以及工艺结构、标准件、技术要求等,电子图板中都有相应的功能来方便地设置、调用、修改,与国家标准完全一致。虽然本书这一部分内容结合电子图板相应功能介绍国家标准,使篇幅大为缩减,但学生很容易结合电子图板软件学会使用国家标准。

利用电子图板的“导航”和“三视图导航”功能,可方便地使构图过程遵守基本的投影规律,即“长对正,高平齐,宽相等”。本书在投影理论的介绍中重点结合该功能讲述了空间点、线、面、基本立体、组合体的画法,反复强化三视图和空间结构的关系,并通过三视图来表达“切割”和“叠加”,进而讲明复杂结构的构图和识图的形体分析方法。此外,电子图板的许多绘图和编辑命令大大提高了绘图效率,使形体分析的思维过程更加流畅,使传统教学无法实现的绘图过程可以当堂实现,使学生有时间和精力去学习更多的制图知识。

电子图板也使剖视图、局部放大图、典型零件、装配图等构图过程大为标准和简化,本书在这一部分仅对电子图板的相应功能作了简要介绍,学生只要结合软件自学相关内容便很容易掌握。

本书密切结合电力生产实际,在讲述了制图基本知识之后,又重点讲述了电力生产常用表面展开图、电力安装图,并介绍了热力系统图和电气图的基本知识。其中,计算机绘图的引入使表面展开图的求解更加精确方便,为解决许多实际问题提供了有力的保障。安装图相关知识与装配图相似,利用电子图板,可方便地阅读大量实际安装图样。热力系统图和电气图需要较多的专业知识,本书仅介绍了一点相关基本知识,主要从制图的角度来研究其图样的绘制和阅读。

本书删除了传统制图教材中复杂抽象的投影的理论分析部分,浅显实用,结构清晰、完整,体现了时代发展的要求。本书适用于电力行业各级院校非机类专业工程制图教学或培

训，要求有良好的多媒体教学和计算机上机环境。

参加本书编写工作的有：高炳岩（第一、四、五章）、刘金川（第二、三章）、张灿勇（第六章）、陶苏东（第七章）。全书由高炳岩主编，曲翠琴主审。

感谢 CAXA 公司为我国 CAD 事业所做的巨大贡献，使得本书可以把计算机绘图和制图理论的学习有机地结合起来。为提高学生学习积极性，本书附有 CAXA 电子图板相关的课外阅读材料。

由于编者经验不足、水平有限，疏漏之处在所难免，请读者随时函告，以便再版时修改。

联系方式：gby@ruyi.com, 0538 - 8022003

编 者

2006 年 8 月

目 录

前言

第一章 识图与绘图的基本知识	1
第一节 机械制图常用规定	1
第二节 平面图形的绘制	10
第三节 投影的基本知识	22
第四节 基本立体的视图	33
第五节 组合体	41
习题	54
第二章 机件的表达方法	64
第一节 视图	64
第二节 剖视图	66
第三节 断面图	70
第四节 识读剖视图	72
第五节 局部放大图和简化画法	75
第六节 标准件和常用件	79
习题	85
第三章 零件图及装配图	91
第一节 零件图	91
第二节 装配图	105
习题	110
第四章 表面展开图	113
第一节 表面展开图的基本作图方法	113
第二节 电力生产常用表面展开图	128
习题	136
第五章 电力安装图	138
第一节 建筑图概述	138
第二节 管道安装图	151
第三节 设备安装图	158
习题	161
第六章 热力系统图简介	162
第一节 发电厂主要动力设备概述	162
第二节 蒸汽动力循环装置系统图	163

第三节 火力发电厂热力系统图识读实例 165
 习题 167
第七章 电气图简介..... 169
 第一节 发电厂和变电所电气设备概述 169
 第二节 电气主接线图 172
 第三节 二次回路图 174
 习题 179
附录..... 180
参考文献..... 189

识图与绘图的基本知识

第一节 机械制图常用规定

机械图样是设计和制造机械的重要技术文件，是工程界交流技术思想的通用语言，因此，在设计和绘制图样时，必须严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》中的有关规定。本节结合计算机绘图扼要介绍国家标准《技术制图》、《机械制图》中的基本规定，主要有图纸幅面和格式、比例、字体、图线及尺寸注法等。

一、CAXA 电子图板简介

随着计算机辅助设计（CAD）技术的应用和发展，计算机辅助绘图技术得到很大的进步，计算机绘图无论在理论研究，还是在实际应用的广度和深度方面，都取得了令人可喜的成果。

CAXA 电子图板是被中国工程师广泛采用的二维绘图软件，可以作为绘图和设计的平台。它符合国家标准，符合工程师的设计习惯，易学易用，而且功能强大、兼容 AutoCAD，是普及率最高的 CAD 软件之一。CAXA 电子图板在全国各地的机械、电子、航空、船舶、教育、科研等多个领域广泛应用，其中有相当部分为大中型企业、大中专院校的规模应用。

二、CAXA 电子图板 2005 的工作界面

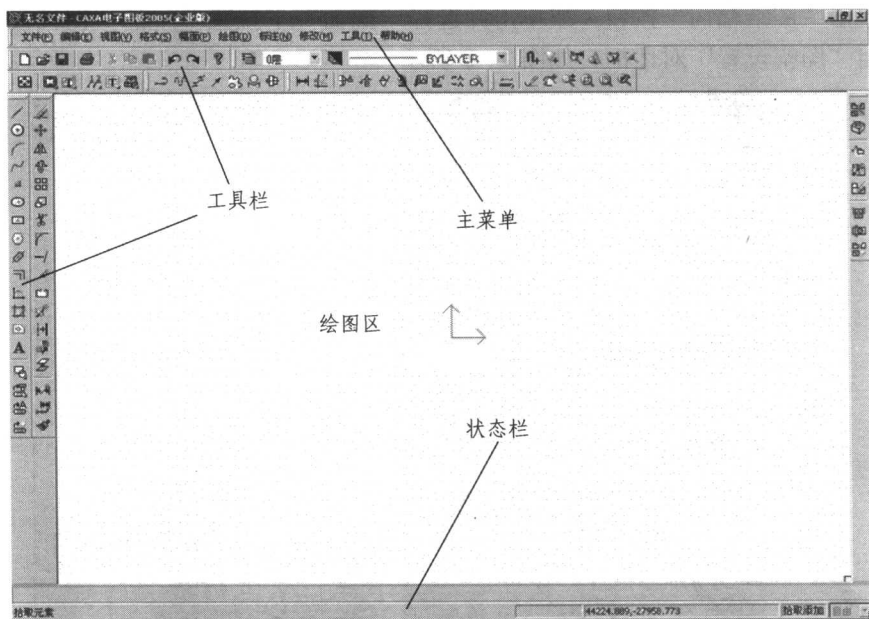


图 1-1 用户界面的说明

1. 菜单系统

CAXA 电子图板的菜单系统包括主菜单、立即菜单和工具菜单三部分。

启动 CAXA 电子图板 2005 后，计算机将进入绘图环境界面如图 1-1 所示，和 Win-

dows 的其他应用软件相似, 界面顶部是标题栏, 下面是主菜单。主菜单由一行菜单条及其下拉菜单组成, 它提供了 CAXA2005 的所有命令, 使用下拉菜单是一种重要的操作方法。在执行某些命令 (如直线命令) 时, 屏幕左下方会出现立即菜单。立即菜单描述了该命令执行的各种情况和使用条件, 用户可根据当前的作图要求, 正确地选择该命令某一最适合的选项, 以方便作图。执行命令时, 使用空格键, 屏幕上会弹出工具菜单, 工具菜单包括工具点菜单和选取元素菜单, 利用工具菜单进行点的输入和元素的选取, 也是高效作图的重要方法 (立即菜单和工具菜单的具体使用方法请参看本章第二节介绍)。

2. 工具栏

工具栏用图标按钮的形式, 列出了最常用的 CAXA2005 命令。使用工具栏按钮是快速调用 CAXA2005 命令的最有效方法。

3. 绘图区

界面上最大的空白窗口是绘图区, 用户只可在绘图区内绘制图形。当鼠标移至绘图区时, 将出现十字光标, 其为作图定位的主要工具 (常用的绘图操作请参看本章第二节介绍)。

4. 状态栏

CAXA 电子图板状态栏位于屏幕最底部, 包括当前点坐标显示区、操作信息提示区和工具菜单状态提示区。状态栏的提示信息对快速准确地作图有重要作用。

三、图纸幅面

在图纸幅面规格中, 电子图板设置了从 A0 到 A4 五种标准图纸幅面供用户调用, 并可设置图纸方向及图纸比例。

(1) 单击“图纸幅面”按钮, 或单击并选择“幅面”下拉菜单中的“图幅设置”命令, 系统将弹出“图幅设置”对话框, 如图 1-2 所示。

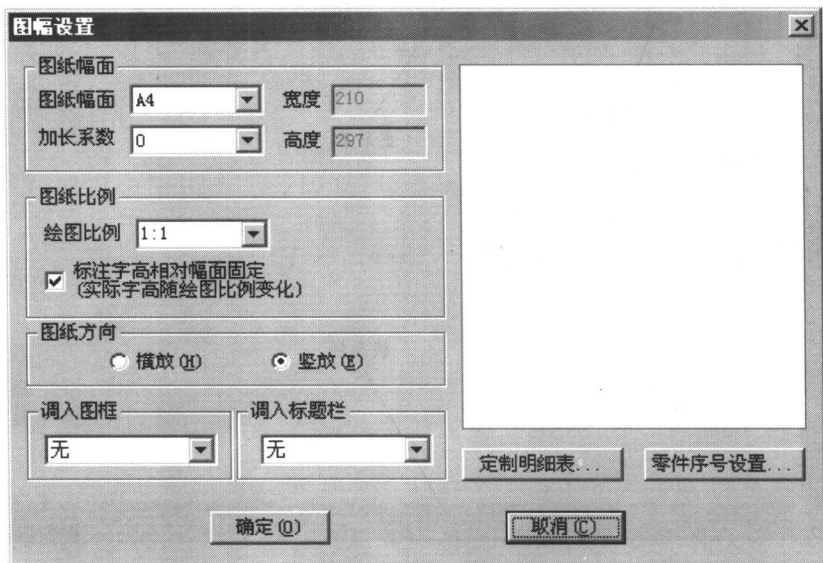


图 1-2 图幅设置

(2) 在该对话框内, 可以对图纸的幅面、比例、方向进行相应的设置。

(3) 单击“调入图框”或“调入标题栏”下拉按钮, 在列表中选择需要的图框和标题

栏，系统会在右侧的预览框中显示相应的图框和标题栏。

(4) 进行明细表定制和零件序号设置（根据需要进行）。

建议使用电子图板提供的幅面、图框和标题栏等，尽量不用定制功能自行设计。

四、字型

字型是各个文字参数特定值的组合。将在不同场合经常用到的几组文字参数组合定义成字型，存储到图形文件或模板文件中。使用时只需切换字型，各个文字参数就会自动变成该字型的参数，不需要逐个修改。字型管理功能就是为这个目的服务的。

从“格式”菜单选择“文字风格”菜单项，进入“文本风格”对话框，如图 1-3 所示。

在“当前风格”组合框中，列出了当前文件中所有已定义的字型。如果尚未定义字型，则系统预定义了一个叫“标准”的缺省字型，该缺省字型不能被删除或改名，但可以编辑。通过在这个组合框中选择不同项，可以切换当前字型。随着当前字型的变化，对话框下部列出的风格参数相应变化为当前字型对应的参数，预显框中的显示也随之变化。

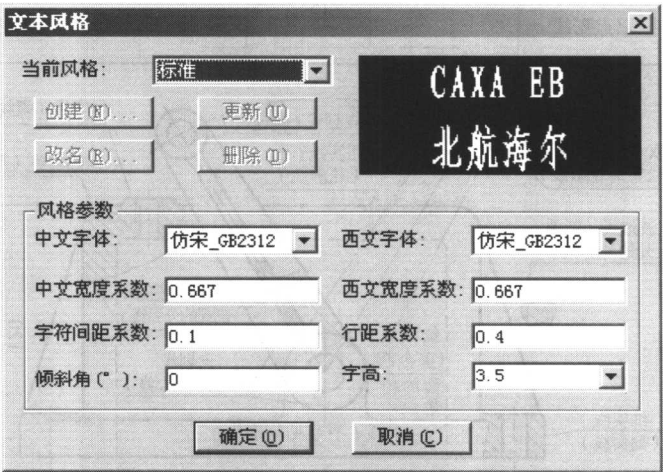


图 1-3 文本风格

对字型可以进行创建、更新、改名、删除四种操作。修改了任何一个字型参数后，“创建”和“更新”按钮变为有效状态。单击“创建”按钮，将弹出对话框以供输入一个新字型名，系统用修改后的字型参数创建一个以输入的名字命名的新字型，并将其设置为当前字型；单击“更新”按钮，系统则将当前字型的参数更新为修改后的值。当前字型不是缺省字型时，“改名”和“删除”按钮有效。单击“改名”按钮，可以为当前字型起一个新名字；单击“删除”按钮则删除当前字型。需要指出的是，如果修改了字型参数后直接单击“确定”按钮退出对话框，系统不会自动更新当前字型。

五、图线

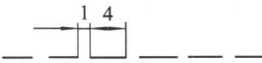
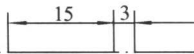
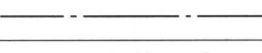
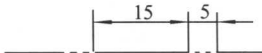
1. 图线的型式及应用

图样中的图形是由各种图线构成的。各种图线的名称、型式、代号、宽度和主要用途如表 1-1 所示。

表 1-1 图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	主 要 用 途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		约 $b/3$	尺寸线，尺寸界线，剖面线，引出线
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线，视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线
细点划线		约 $b/3$	轴线, 对称中心线
粗点划线		b	有特殊要求的表面的表示线
双点划线		约 $b/3$	假想投影轮廓线, 中断线

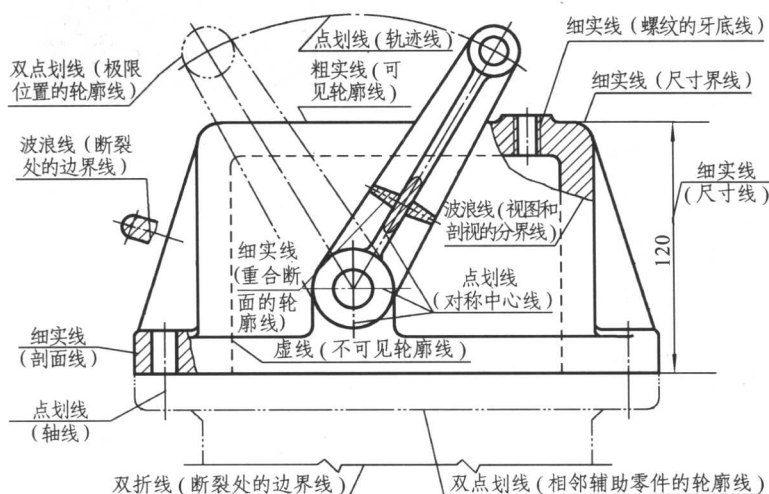


图 1-4 图线示例

图线的宽度分粗、细两种。粗实线的宽度 b 应根据图形的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 间选择。细线的宽度为 $b/3$ 。图 1-4 所示为图线的用法举例。

2. 线型的设置

用鼠标点击 ，则弹出设置线型对话框（见图 1-5）。在此对话框中，可以设置每一种非标准线型的线型比例，并且可以从文件中加载线型。

图 1-5 中，线型“BYLAYER”（随图层定义线型）和“BYBLOCK”（随图块定义线型）是交互式绘图软件特有的线型，结合图层和图块的管理，可方便实现复杂图形线型的管理。

3. 图层和图线

图层是使用交互绘图软件进行结构化设计的不可缺少的软件环境。图层可以看作是一张张透明的薄片，图形和各种信息就绘制存放在这些透明薄片上，所有的图层由系统统一定位，且坐标系相同，因此在不同图层上绘制的图形不会发生位置上的混乱。图层的概念参看图 1-6。图层是有状态的，而且状态可以被改变。层的状态包括层名、颜色、线性、打开或关闭以及是否为当

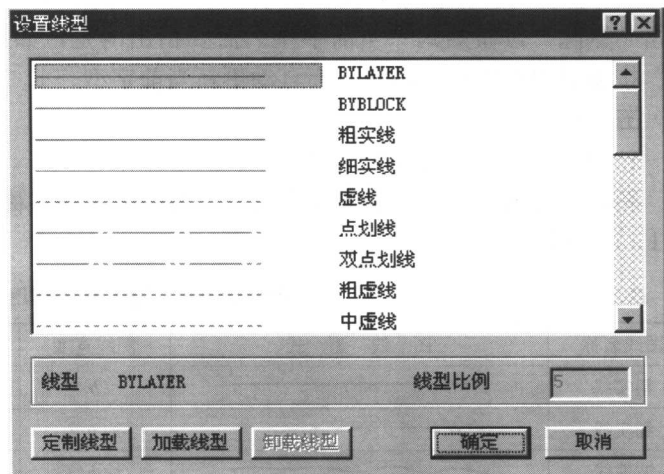


图 1-5 设置线型

前层。每一个图层都对应一组事先确定好的层名、颜色、线性和打开与否的状态。根据作图需要可以随时将某一图层设置为当前层，初始层的层名为“0”，颜色为白色，线型为粗实线。当前层状态始终为打开状态，即不能关闭当前层。为了方便使用者，系统为用户事先设置了粗实线、细实线、点划线、虚线、尺寸线、剖面线和隐藏线等七个常用的图层，同时也设置了各层所具有的线型、颜色和打开状态。

画图时，应首选线型“BYLAYER”，通过选择不同图层来实现不同线型的绘制。

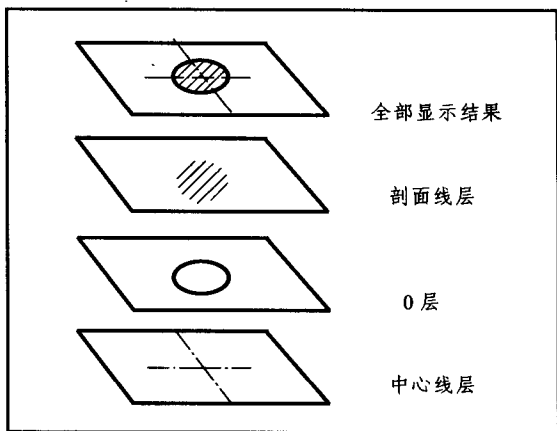


图 1-6 图层的概念

六、尺寸注法

1. 基本规则

图样上所标注的尺寸数值,表示机件的真实大小,与图形的比例及绘图的精度无关。

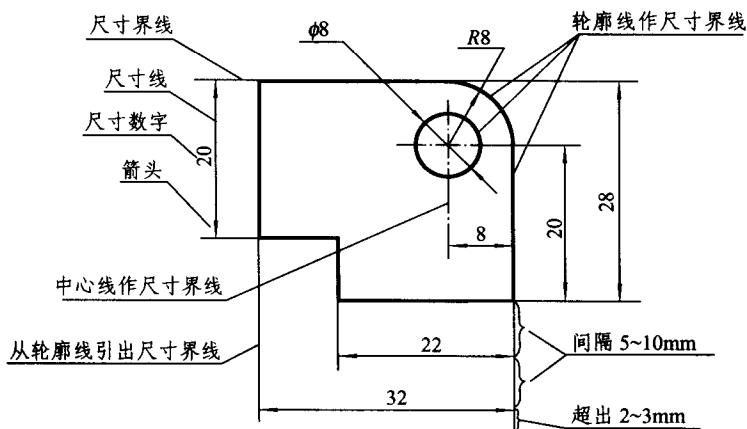


图 1-7 尺寸的组成

图样中的尺寸以毫米为单位时，无需注明。如采用其他单位，则必须注明其计量单位的代号或名称。

机件的每一尺寸在图样上一般只标注一次。

图样中所标注的尺寸, 为该图样所示机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线、箭头

及尺寸数字四部分组成,如图 1-7 所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线表示尺寸的范围，用细实线绘制，如图 1-8 所示。尺寸界线由图形的轮廓线、轴线或中心线引出，也可以用轮廓线、轴线或中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与被标注的线段垂直。

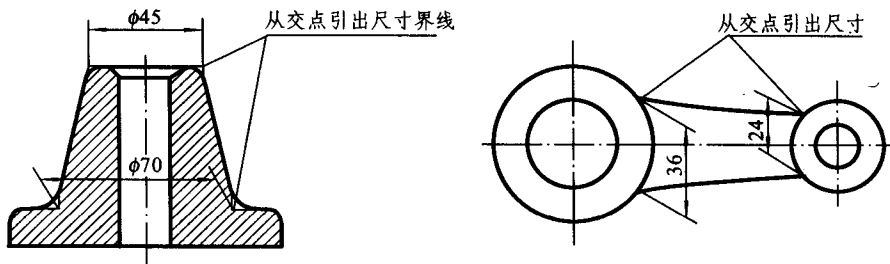


图 1-8 尺寸界线的允许画法

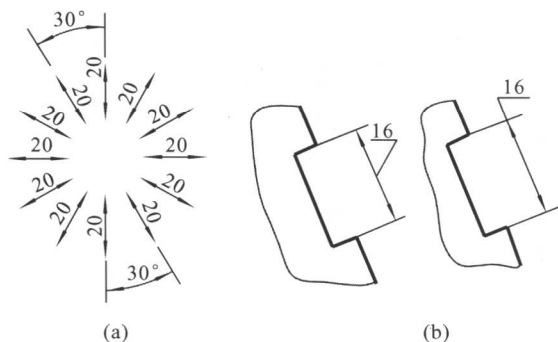


图 1-9 尺寸数字的书写方向

(a) 常用尺寸数字书写方向；(b) 特殊位置尺寸数字标注方法

尺寸数字字头朝左，倾斜方向的尺寸数字字头方向有朝上的趋势。尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时可按图 1-9 (b) 的形式标注。

尺寸数字不可被任何图线通过，如不可避免时必须将该处的图线断开，如图 1-10 所示。在同一图样中尺寸数字的大小应保持一致。

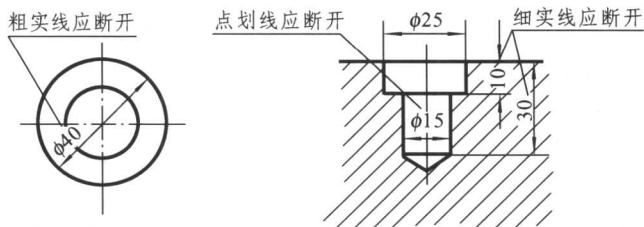


图 1-10 尺寸数字不可被图线穿过

3. 标注风格的设置

在 CAXA 电子图板中，利用标注风格的设置来管理尺寸标注形式是一个重要方法。由于标注参数与标注关联，参数修改后，关联标注自动更新。

点击“格式”——“标注风格”，系统弹出标注风格对话框，如图 1-11 所示。

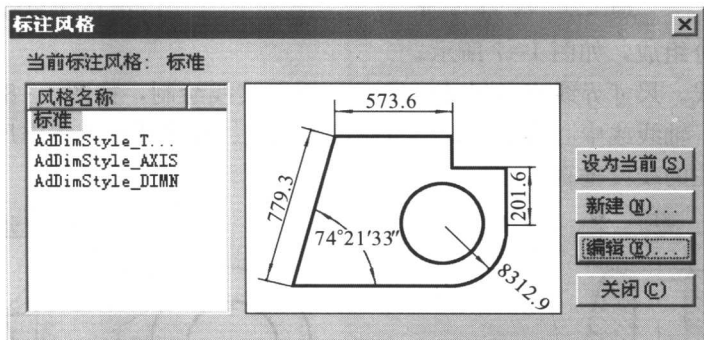


图 1-11 标注风格设置

点击“编辑”对当前标注风格进行修改，点击“新建”重新创建其他标注风格。

【直线和箭头】可以对尺寸线、尺寸界线及箭头进行颜色和风格的设置，如图 1-12 所示。



图 1-12 直线和箭头设置

【文本】设置文本风格及与尺寸线的参数关系，如图 1-13 所示。

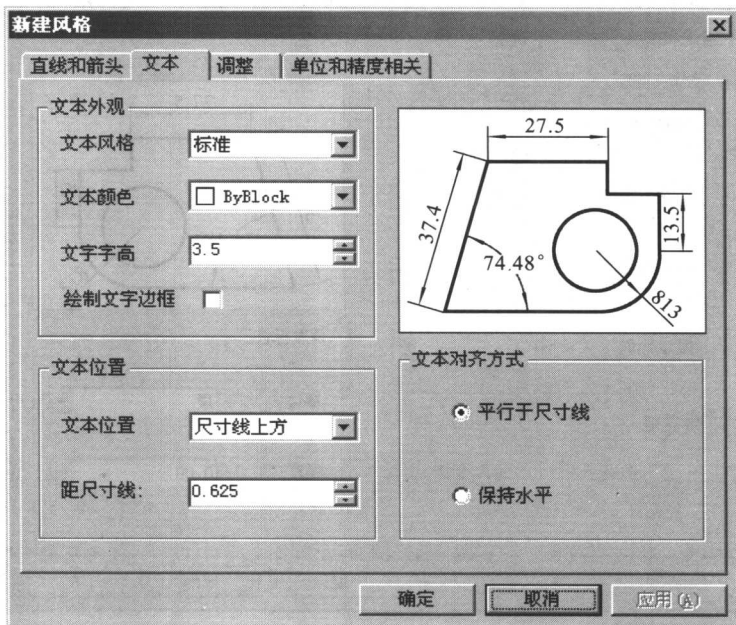


图 1-13 文本设置

【调整】设置尺寸线及文字的位置，并确定标注的显示比例，如图 1-14 所示。

【单位和精度相关】对尺寸的标注精度、偏差精度、单位及度量比例进行设置，如图 1-15 所示。



图 1-14 调整设置

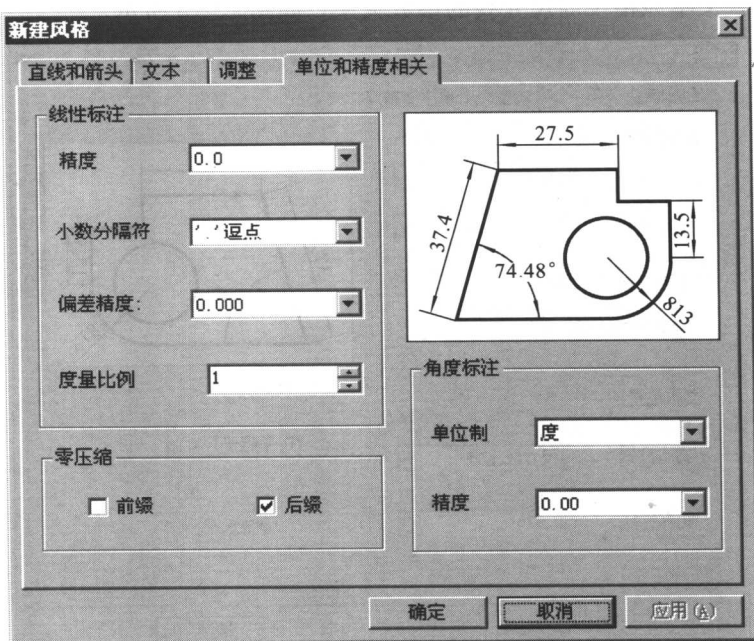


图 1-15 单位和精度设置

4. 尺寸标注

CAXA 电子图板依据国家标准《机械制图》提供了对工程图进行尺寸标注的一整套方法，它是绘制工程图样的重要手段。它包括基本尺寸、基准尺寸、连续尺寸、三点角度、半标注、大圆弧标注、射线标注、锥度标注和曲率半径标注。其详细操作方法参看本章第二节

相关内容。

5. 常见的尺寸注法

(1) 直线尺寸的注法。标注直线尺寸时,如图 1-7 所示,尺寸线应与被标注的线段平行,并保持 5~10mm 的距离。当有几条平行的尺寸线时,大尺寸应注在小尺寸的外边。在同一图样中尺寸线与轮廓线、相邻的平行尺寸线之间的距离应保持一致。

(2) 半径和直径的尺寸注法。圆或大于半圆的圆弧应标直径。直径以圆周或圆弧为尺寸界限,尺寸线通过圆心,终端画箭头,数字前注符号“ ϕ ”,如图 1-16 (a) 所示。

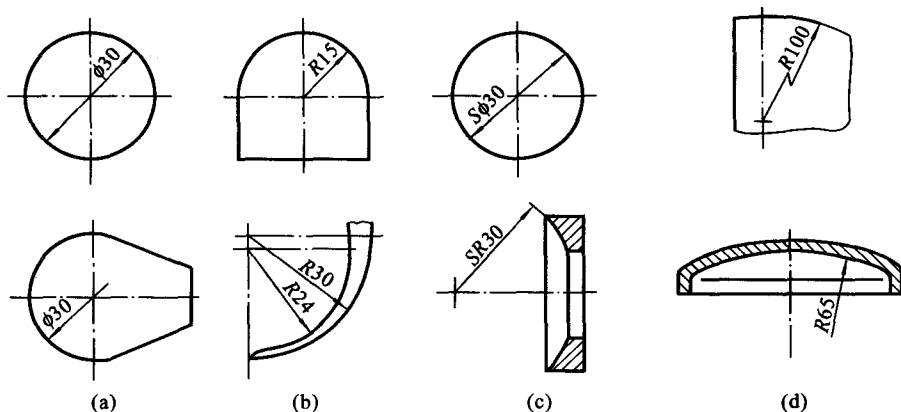


图 1-16 直径和半径的注法

(a) 圆和大于半圆的圆弧的注法; (b) 等于或小于半圆的圆弧的注法;

(c) 球面的注法; (d) 大圆弧或不标圆心注法

等于或小于半圆的圆弧应标注半径。半径的尺寸线自圆心引至圆弧,只在圆弧一端画箭头,尺寸数字前加注符号“ R ”,如图 1-16 (b) 所示。

标注球面的直径或半径时,应在直径 ϕ 或半径 R 前加注符号“ S ”,如图 1-16 (c) 所示。

当圆弧半径过大无法标出圆心位置或不需要标出圆心位置时,可按图 1-16 (d) 标注。

(3) 角度的尺寸注法。角度的尺寸界线沿径向引出,尺寸线是以角的顶点为圆心的圆弧,尺寸数字书写方向一律为水平方向,字头朝上,一般写在尺寸线的中断处,必要时也可注写在尺寸线的上方、外面或引出标注,如图 1-17 所示。

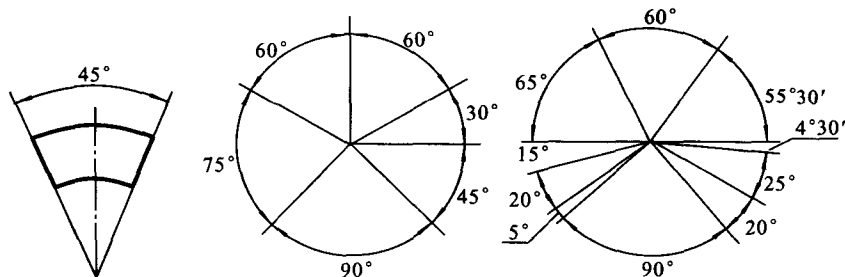


图 1-17 角度注法

(4) 小尺寸的注法。由于尺寸较小,尺寸界线之间没有位置画箭头及写尺寸数字时,可按图 1-18 所示的方法标注尺寸。连续的小尺寸,可用小圆点或 45°斜线代替中间省去的两个箭头。