



普通高等院校“十二五”规划教材

计算机构型设计 及绘图实验教程

JISUANJI GOUXING SHEJI JI HUITU SHIYAN JIAOCHENG

李虹 马春生 等编著

本书看点：

1. 使用了机械制图最新国家标准
2. 所选实例都为较新的机械设计应用实例
3. 内容循序渐进地引导读者掌握AutoCAD和Pro/ENGINEER软件的应用



国防工业出版社

National Defense Industry Press

计算机机构型设计及 绘图实验教程

李虹 马春生 等编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书结合作者多年教学经验与工程实践,从学习者的角度出发,以实践应用为主编著而成。本书以培养学生的创新意识和工程实践能力为目的,以构型设计为主线,通过各类典型构型实例,使学生在掌握构型设计基础知识和 AutoCAD 知识的同时提高空间思维能力、形体构思能力和创造思维能力及上机操作能力。本书共计 5 章内容,各章实例都给出了绘图步骤并附相应的示意图,达到图文并茂,便于读者阅读和学习。

本书适合作为高等院校机械制图课程及 AutoCAD 课程的实验指导书,亦可与李虹、暴建岗主编的《画法几何及机械制图》(第 2 版)配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机构型设计及绘图实验教程 / 李虹等编著. —
北京:国防工业出版社,2011.9
ISBN 978-7-118-07703-2

I. ①计... II. ①李... III. ①工程制图:计算机制图
—高等学校—教材 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 187024 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 151 千字

2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 23.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

机械制图课程是工科类学生接触的第一门与工程有关的技术基础课,其主要目的是培养学生的工程设计及表达能力,此外它还具有外延的功能,即培养学生的空间思维能力、工程实践能力、设计创新能力和严谨认真的学习态度。而这些能力的培养和训练,为学生的创新意识和工程实践能力奠定了基础。

本书设计的实验教学内容,就是以培养学生的创新意识和工程实践能力为目的,以构型设计为主线,潜移默化贯穿全书,启蒙培养学生的空间思维能力、形体构思能力和创造思维能力。

构型设计作为一种现代设计理念,分形象思维和抽象思维两个过程,是一种创造性活动。加强构型能力,是培养学生创造和创新思维的重要手段。本书编写的实验教学内容,就是以机械制图课程为依托,结合专业,联系工程实际,引导学生进行构型设计,通过模型或视图构造形体,实现设计思想的表达。

本书内容分为两部分,第一部分是基于 AutoCAD 环境,熟练掌握软件的应用与操作,完成相关 7 个实验,包括平面构型设计、组合构型设计及视图表达、工程图的绘制等;第二部分是基于 Pro/Engineer 环境,完成相关 3 个实验,包括零件的三维建模、部件设计和工程图设计等。读者可以根据实际情况选择学习的内容和调整实验安排。

本书所使用的示例经过反复挑选,既有利于学生掌握相关知识,又不失趣味性,在提高学生学习兴趣的同时,让学生学习到软件知识,培养了创新能力和工程实践能力。

本书适合作为高等院校机械制图课程及 AutoCAD 课程的实验指导书,亦可与李虹、暴建岗主编的《画法几何及机械制图》(第 2 版)配套使用。

本书由李虹、马春生主编,参与编著的有:李虹(第 1 章)、李艳兰(第 2 章)、马春生(第 3 章)、赵耀虹(第 4 章)、刘虎(第 5 章)。全书由李虹统稿。

限于编者的水平,书中难免存在缺点和不足,恳请读者批评指正。

编著者
2011 年 7 月

目 录

第 1 章 平面图形构型设计	1
1.1 平面图形构型设计概述	1
1.1.1 平面图形构型设计原则	1
1.1.2 平面图形构型设计的方法	3
1.2 AutoCAD 绘制平面图形	4
1.2.1 概述	4
1.2.2 设置绘图环境	5
1.2.3 使用 AutoCAD 绘图时注意事项	6
1.2.4 使用 AutoCAD 绘图示例	7
1.3 平面图形构型设计及绘图实例	12
1.3.1 利用平面图案构型设计及绘图	12
1.3.2 利用圆弧连接构型设计及绘图	14
1.3.3 平面图形构型设计参考图例(图 1-22)	15
1.4 实验一 平面图形构型设计	16
第 2 章 构型设计及视图表达	19
2.1 立体截交线的绘制	19
2.1.1 平面截切平面立体的截交线	19
2.1.2 平面截切回转体产生的截交线	20
2.2 立体相贯的相贯线绘制	22
2.3 实验二 基本构型设计及表达	23
2.4 零件表达方法的绘制	24
2.4.1 AutoCAD 的图案填充命令	24
2.4.2 AutoCAD 绘制剖视图示例与步骤	25
2.5 尺寸标注的应用	28
2.5.1 AutoCAD 尺寸标注命令	28
2.5.2 AutoCAD 尺寸标注示例与步骤	29
2.6 实验三 组合构型设计及表达	31
第 3 章 三维建模	33
3.1 概述	33
3.1.1 构型设计的方法	33

3.1.2	构型设计的要求	33
3.2	AutoCAD 三维建模命令	34
3.2.1	AutoCAD 三维建模基础	34
3.2.2	AutoCAD 三维建模命令	34
3.3	AutoCAD 三维编辑命令	35
3.4	三维建模操作示例与步骤	35
3.5	构型设计思维方式训练	42
3.5.1	发散思维方式示例	42
3.5.2	组合体不同建模方法示例	43
3.6	综合举例:完成 U 形结构与立体表面的叠加与切割	45
3.7	实验四 三维构型设计	48
第 4 章	工程图样的绘制	51
4.1	AutoCAD 中零件图尺寸公差标注	51
4.2	AutoCAD 中块的操作和应用	52
4.3	实验五 紧固件连接的绘制	55
4.4	零件图的绘制	56
4.4.1	轴套类零件图的绘制	56
4.4.2	箱体类零件图的绘制	59
4.5	实验六 用 AutoCAD 绘制零件图	63
4.6	装配图的绘制	64
4.7	实验七 用 AutoCAD 绘制装配图	69
第 5 章	三维产品设计基础	74
5.1	Pro/ENGINEER 基本操作	74
5.1.1	界面介绍	74
5.1.2	鼠标的操作	76
5.2	草图绘制模块基础知识	76
5.2.1	创建基本图元	76
5.2.2	图元的编辑	76
5.2.3	图元的标注	77
5.2.4	尺寸标注的编辑	77
5.2.5	图元的约束	78
5.2.6	草图绘制	78
5.3	零件设计模块基础知识	80
5.3.1	Pro/ENGINEER 特征	80
5.3.2	零件建模设计模块实例	81
5.4	实验八 Pro/ENGINEER 三维建模	82
5.5	部件设计模块基础知识	84

5.5.1 装配约束类型	85
5.5.2 部件设计模块设计步骤	85
5.6 实验九 Pro/ENGINEER 部件设计	85
5.7 工程图设计模块基础知识	87
5.7.1 创建工程图的基本步骤和工程图配置选项设置	87
5.7.2 创建零件工程图实例	90
5.8 实验十 Pro/ENGINEER 工程图设计	97
参考文献	102

第 1 章 平面图形构型设计

1.1 平面图形构型设计概述

在设计中,有什么好的构思、灵感,通常是先用平面图形来表达其轮廓特征,然后再修改、完善、造形。平面几何图形构型是二维构型,主要是利用几何图形及其组合来表达工业产品、设备和工具等,其依据来源于设计者对丰富的现有产品的观察、分析、综合和改进。

本章主要介绍平面图形构型设计的一些基本原则和方法,通过对构型设计的学习,培养学生形体想象力、空间思维能力,尤其是创造思维的能力。

1.1.1 平面图形构型设计原则

1. 构型设计应表达功能特征

平面图形构型主要是进行轮廓特征设计,其表达的对象往往是工业产品、设备、工具等。构型设计不仅是仿形,更重要的是通过创造思维,构造新的几何形状,表达其美观、新颖、适用等优点,尤其应将其特殊的功能和特点明显且充分地呈现出来。使用功能不同,其造型也随之不同。任何产品,都首先以功能为前提进行设计。

以汽车为例,构成车的主要单元是发动机、驾驶室、客货车厢、车轮,其代表符号如图 1-1(a)所示,根据车的使用功能不同而形成不同的组合方式,从而构成大卡车、小客车、双层客车、残疾人用车等,如图 1-1(b)~(g)所示。

2. 构型设计应注意工程化

工程化是指构型设计所设计的图形,其取材、描述和表达的对象主要应是工业产品、设备与工具等。如运输设备(车、船、飞机等)、日常生活用品(自行车、家具、家用电器)等。如图 1-2 所示是工程化构型设计。

3. 构型设计应便于绘图和标注尺寸

一般地说,便于绘图和标注尺寸的图形也便于加工制造,并具有良好的工艺性。因此在构型设计时应尽可能利用常用的平面图形和圆弧连接构型,避免采用自由曲线,这样便于用普通绘图工具进行作图和标注尺寸。图 1-3 所示为扳手设计图。

4. 构型设计应注意运用图形变换

在构型设计时,要学会使用各类常用的图形(如正六边形、三角形、矩形、圆等)按一定规律进行变换,如利用偏移、阵列、旋转、缩放等设计出形态各异、寓意深刻的图案,如图 1-4 所示。

5. 构型设计应注意考虑美学、力学、视觉方面的效果

平面图形设计应考虑美学、力学、视觉等方面的整体效果,如图 1-5 所示。

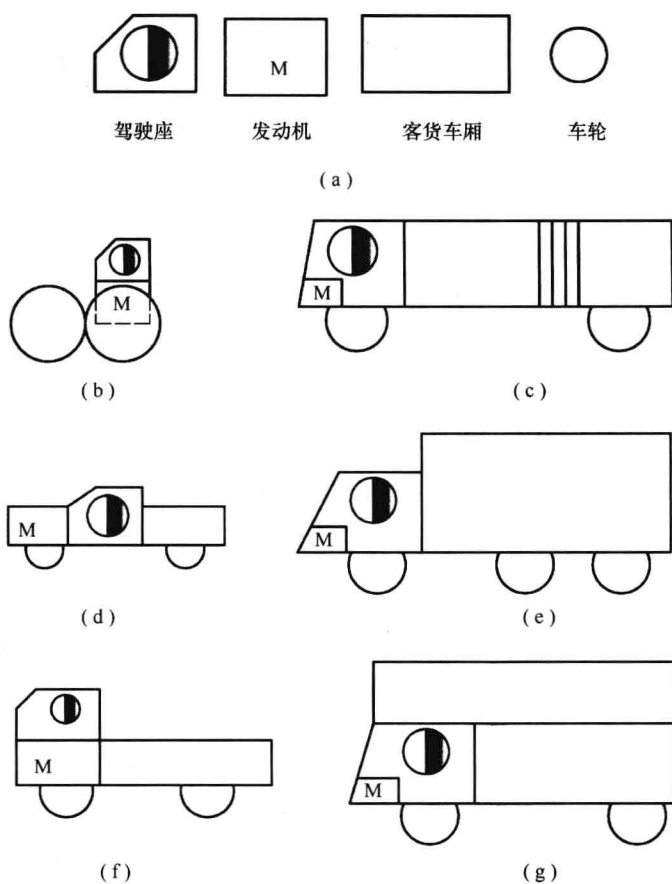


图 1-1 汽车构型表达功能特征

(a) 汽车的基本单元; (b) 残疾人摩托车; (c) 双节客车; (d) 小轿车、面包车;
(e) 大货柜车; (f) 卡车、小货车; (g) 双层大客车。

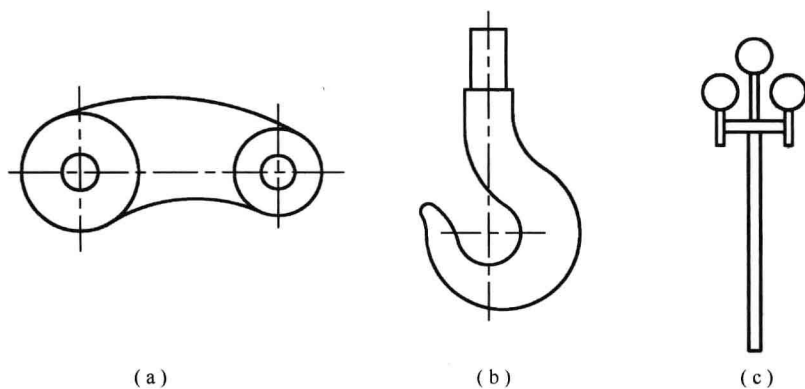


图 1-2 工程化图形设计

(a) 连杆; (b) 钓钩; (c) 路灯。

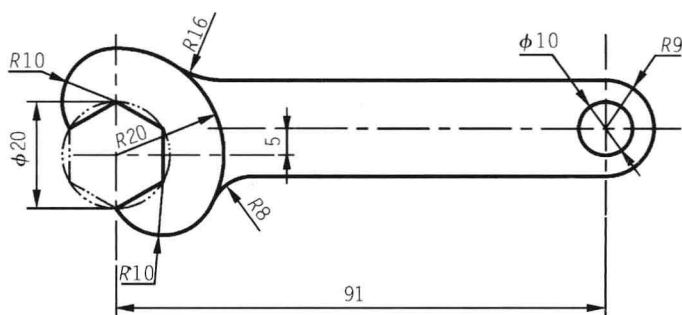


图 1-3 便于标注尺寸的图形设计

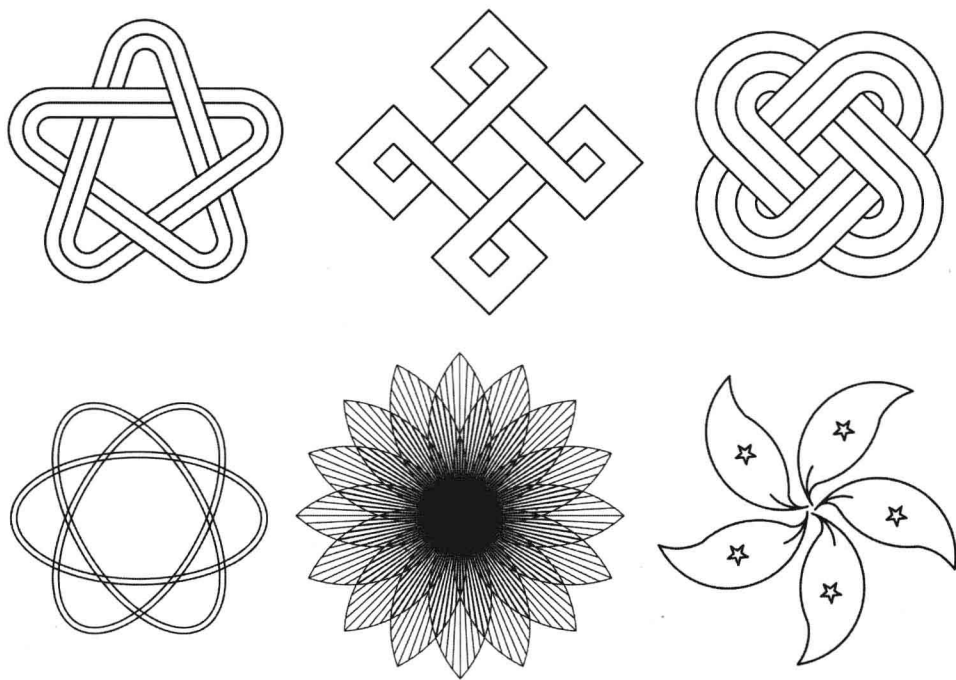


图 1-4 平面图形变换的图形设计

1.1.2 平面图形构型设计的方法

1. 圆弧连接法

用圆弧连接方法进行平面几何图形设计,如图 1-2、图 1-3 所示连杆、钓钩、扳手等的轮廓采用的就是圆弧相切连接的方式围成的,符合人体工学的要求,使用时方便舒适。

2. 平面图案法

用各种图案进行排列组合进行平面几何图形设计,如图 1-1、图 1-4、图 1-5 所示。

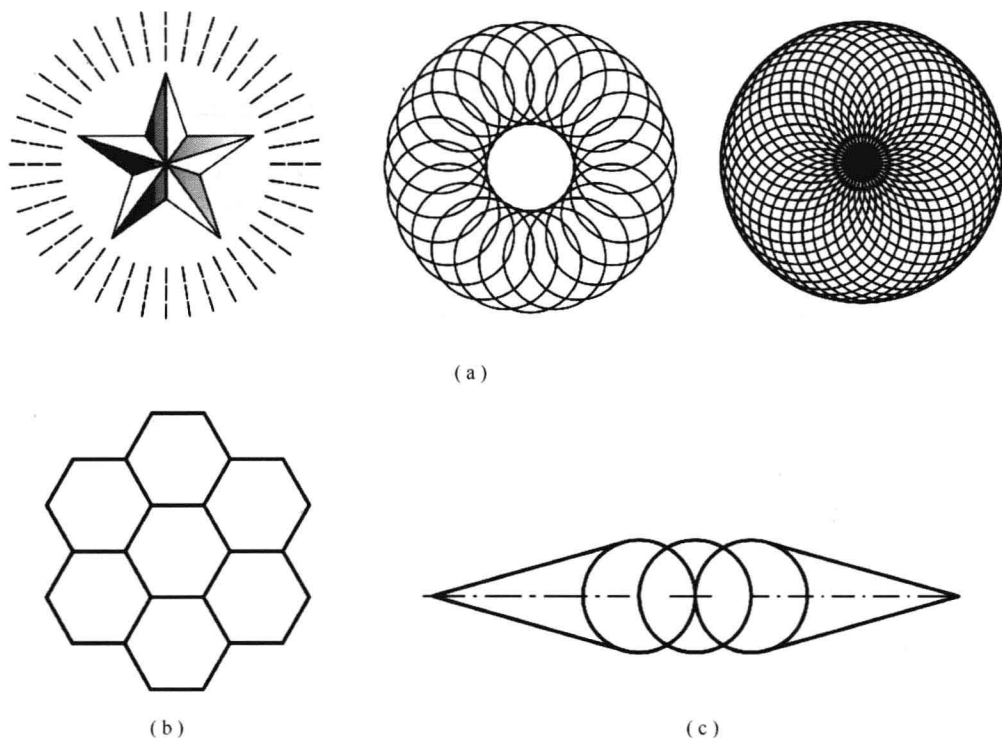


图 1-5 平面图形构型设计的整体效果
(a)表示动感;(b)表示对称稳定;(c)表示拉力平衡。

1.2 AutoCAD 绘制平面图形

1.2.1 概述

任何工程图样最终都可以看作由点、线、矩形、圆等几何图形组成,它们是组成 AutoCAD 图形的基本元素。AutoCAD 提供了大量绘图命令用来绘制各种图形对象。其中包括画点、画构造线、画多线、画正多边形、画圆及圆弧等,这些功能均可以从 AutoCAD“绘图工具栏”(图 1-6)上调用。

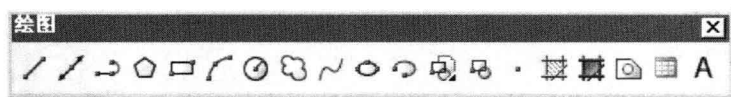


图 1-6 AutoCAD 2008 的绘图工具栏

在图形的绘制过程中,对所画图线进行修改是不可避免的,AutoCAD 提供了常用的图形编辑命令来对图形进行修改,其中包括删除、复制、镜像、偏移、阵列、移动、旋转、比例缩放、拉伸、修剪等,这些功能均可以从“修改工具栏”(图 1-7)上调用。

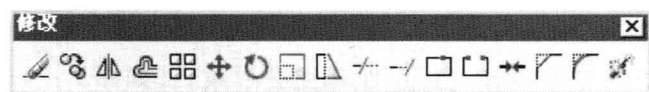


图 1-7 修改工具栏

1.2.2 设置绘图环境

使用 AutoCAD 绘制平面图形,应根据需要首先设置绘图环境再进行绘图。绘图环境设置包括绘图单位、绘图界限、对象捕捉、正交模式、图层、文字样式、标注样式等的设置。

1. 对象捕捉

对象捕捉是 AutoCAD 精确绘图时不可缺少的、非常实用的定点方式,利用对象捕捉可以准确地找到一些常用特征点,对象捕捉包括自动捕捉和临时捕捉两种。

如果想设置持续有效的捕捉方式,可利用“草图设置”对话框(图 1-8)将常用的特征点如端点、中点、交点、圆心等设置为固定的捕捉对象,绘图过程中只要随时打开状态栏的【对象捕捉】按钮即可实现自动捕捉。

对于不太常用的特征点,可以用临时捕捉方式进行单一对象捕捉,在绘图过程中,利用对象捕捉工具栏(图 1-9),需要哪种特征点直接点击相应的点标记,但此时每单击一次捕捉工具栏中的按钮,只作用一次。需要注意的是,对象捕捉不能单独使用,只有在执行 AutoCAD 相关绘图命令后,提示用户确定某一点(如指定圆心、第一点、另一点等)时才可以使用对象捕捉功能。否则,AutoCAD 命令窗口会给出类似于“未知命令”提示。

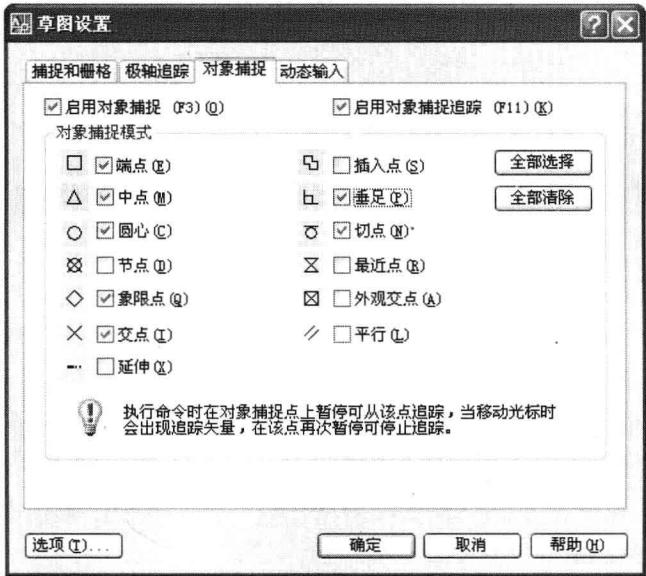


图 1-8 自动捕捉的草图设置



图 1-9 对象捕捉工具栏

2. 图层设置

图层设置是使用 AutoCAD 进行绘图前必不可少的环节,因为图层设置是 AutoCAD 中对图形进行管理的主要组织工具,合理设置图层可以使整个图形层次分明,方便修改。单击图层工具栏(图 1-10)上的【图层】按钮,打开“图层特性管理器”对话框,利用该对

话框新建图层,并设置各图层的对象特性,如颜色、线型、线宽等。依据 CAD 国家标准规定线型宽度按表 1-1 设置,图线颜色按表 1-2 设置。



图 1-10 图层工具栏

表 1-1 CAD 图线宽度

组别	1	2	3	4	5	一 般 用 途
线宽/mm	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5	粗实线、粗点画线
	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25	细实线、波浪线、双折线、虚线、 细点画线、双点画线

表 1-2 CAD 图线颜色

图 线 类 型	屏幕上颜色	图 线 类 型	屏幕上颜色
粗实线	绿色	虚线	黄色
细实线	白色	细点画线	红色
波浪线		粗点画线	棕色
双折线		双点画线	粉色

1.2.3 使用 AutoCAD 绘图时注意事项

(1) 在画图过程中灵活使用图形显示功能(标准工具栏中),对所画图形进行必要的缩放显示,特别是图线密集的地方,将此处放大显示后再画图,操作要方便许多。或在命令窗口输入“ZOOM”命令,然后选择不同方式进行缩放显示也可以。

(2) 在绘图时,有时画出来的点画线、虚线或双点画线看上去和实线一样,这是和当前图形窗口的显示范围有关。此时只需先选择对象(如点画线),然后单击右键弹出快捷菜单,在弹出的菜单里选择“特性”,在弹出的特性窗口中调整线型比例即可。

(3) 在手工绘图时,特别强调在正式绘图前要选好绘图比例,如果比例设置不当,可能导致重画图形。但使用 AutoCAD 绘图则没有必要事先选择绘图比例,通常都是按 1:1 绘图,画完后再根据图纸幅面大小,对图形进行布局即可。

(4) 对象追踪功能可以减少绘制辅助线的麻烦,从而提高绘图效率。在状态栏上单击【对象追踪】按钮或〈F11〉功能键可打开或关闭对象捕捉追踪模式。使用对象追踪功能的步骤如下:

① 移动光标到一个对象捕捉点(不要按下左键),等待出现“+”号,表示已获取该点。用相同的方式可以获得多个捕捉点。如果希望清除已得到捕捉点,可以将光标移回到获取标记上,AutoCAD 自动清除该点的获取标记。

② 从获取点移动光标,将给予获得点显示对齐路径(显示为点点构成的虚线)。沿显示的对齐路径移动光标,追踪到所希望的点。

(5) 在 AutoCAD 绘图过程中,输入法要切换在英文状态,否则容易出现无法画图等错误。

1.2.4 使用 AutoCAD 绘图示例

例 1-1 使用 AutoCAD 绘制图 1-11 所示 A3 图框和标题栏。

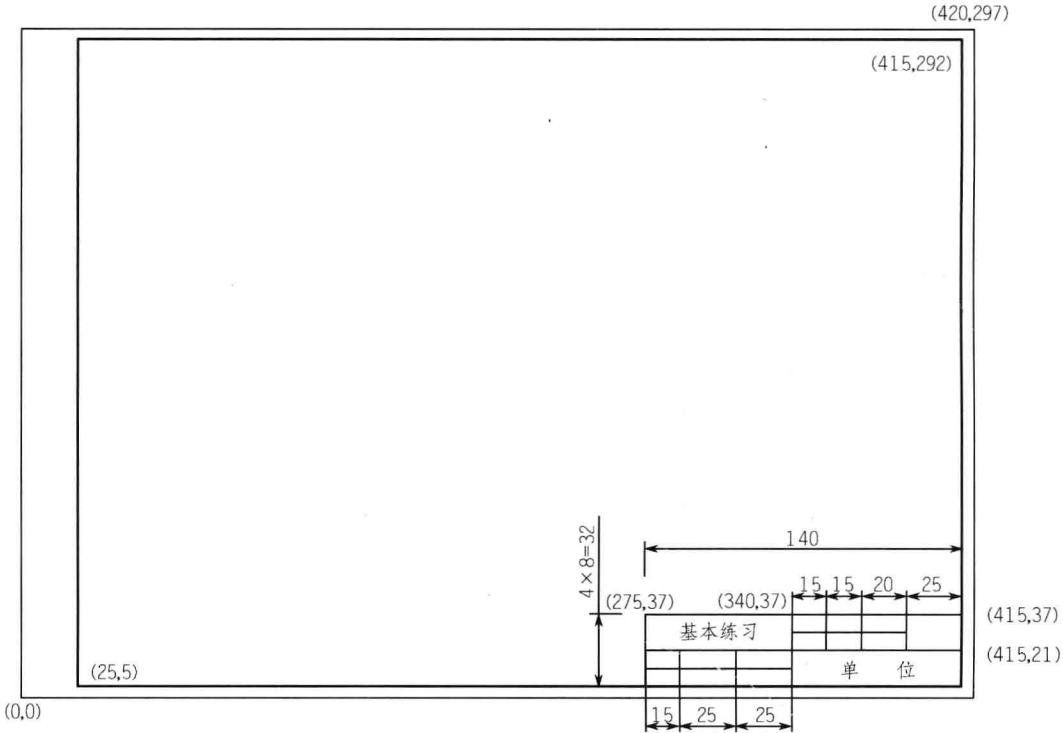


图 1-11 A3 图框及坐标尺寸

1. 新建图形文件。

单击【文件(F)】菜单选择“新建”或单击标准工具栏上的新建文件按钮 ，系统将弹出选择样板的对话框，在对话框中选择“acadiso”文件名，然后打开即可。

2. 设置图层。

单击对象特性工具栏上【图层】按钮 ，打开“图层特性管理器”对话框，在对话框中单击“新建”  按钮，新建 4 个图层，并设置各层的颜色、线型、线宽，特性设置如图 1-12 所示。

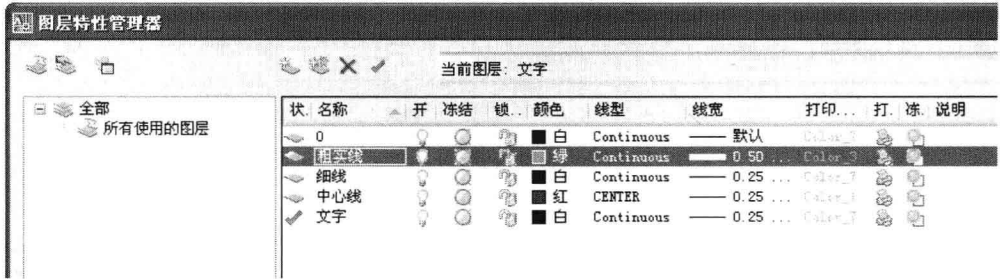


图 1-12 图层设置

3. 点选细实线层,将细实线层置为当前层,绘制 A3 图幅框。

(1) 使用“矩形(Rectangle)”或“直线”命令,按图 1-11 所示尺寸绘制矩形外框。

(2) 选用“缩放(Zoom)”命令将所绘图形全屏显示。

(3) 将粗实线层置为当前层,选用“矩形(Rectangle)”或“直线(line)”命令,按图 1-11 所示尺寸绘制装订格式的 A3 图框。

4. 绘制标题栏。

(1) 将粗实线层置为当前层,选用“矩形(Rectangle)”或“直线(line)”命令,绘制标题栏外框,如图 1-11 所示。

(2) 选用“缩放(Zoom)”命令将所绘标题栏外框全屏显示。点选细实线层为当前层,使用“直线(line)”或“偏移(offset)”和“修剪(trim)”命令完成标题栏内部各直线的绘制,结果如图 1-11 所示。

5. 填写标题栏。

(1) 设置文字样式。

打开文字样式对话框,单击【新建】按钮,在弹出的“新建文字样式”对话框里输入样式名“机械”。单击【确定】按钮,返回到文字样式对话框。选择字体为 gbenor.shx,选择使用大字体复选框,大字体下选择“gbcbig.shx”,设置完成后点击【应用】按钮,并关闭对话框。

(2) 输入文字。

首先执行“多行文字(Mtext)”命令,在弹出的对话框中选择文字样式、字体、输入文字高度,其他使用默认值,如图 1-13 所示,然后输入文字(注意此时要切换到中文输入法)。

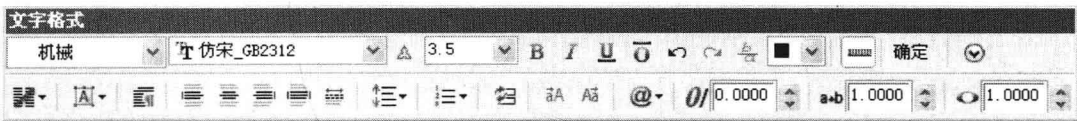


图 1-13 文字格式对话框

6. 保存图形文件。

AutoCAD 以“.dwg”默认图形文件格式保存自身的图形文件,在文件类型选项中也可以将文件保存为其他形式,如图 1-14 所示。此时注意要根据 AutoCAD 版本选择保存类型,因为高版本能打开低版本下保存的文件,但低版本则不能兼容高版本下保存的文件。

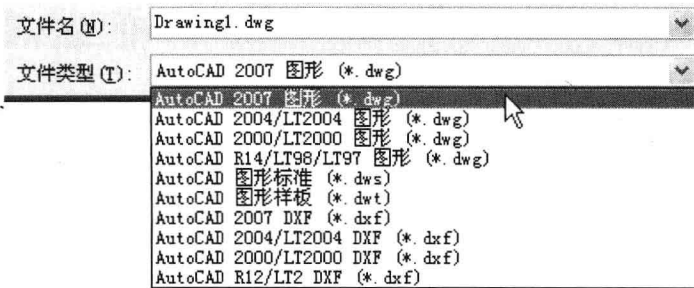


图 1-14 图形文件保存

如果以前保存并命名了图形,执行保存命令后所做的任何更改都将直接全部保存,不显示“图形另存为”对话框。如果是第一次保存图形,则显示“图形另存为”对话框。在“图形另存为”对话框中的“文件名”下,输入新建图形的名称(不需要扩展名),用鼠标左键单击“保存”即可。

7. 打印输出图形。

(1) 选择“文件”“打印”命令后,弹出打印对话框,用户要设置打印机|绘图机的型号、图纸幅面大小、绘图比例、全图打印还是窗口打印等。设置完成后,单击“确定”按钮,系统将输出图形。若想中断打印,可按 Esc 键,系统将自动结束图形输出。在打印之前可以选择左下角“预览”按钮,预览输出结果,以检查设置是否正确。

(2) 如果试图在没有安装 AutoCAD 软件的电脑上打印 CAD 图,可以先将绘制好的 CAD 图以 PDF 格式输出,然后再打印即可。基本过程同(1),只是在设置打印机型号时选择“DWG To PDF. pc3”,其余选项如图 1-15 所示。



图 1-15 打印设置对话框

例 1-2 使用 AutoCAD 绘制图 1-3 所示的扳手。

1. 打开 AutoCAD 软件新建图形文件。

首先对图形进行线段分析,分析已知线段、中间线段和连接线段。在此基础上打开 AutoCAD 软件新建图形文件,开始绘制图形。

2. 设置图层。

单击对象特性工具栏上【图层】按钮,打开“图层特性管理器”对话框,在对话框中用鼠标左键击“新建”按钮,新建 4 个图层,并设置各层的颜色、线型、线宽,特性设置如图 1-16 所示。

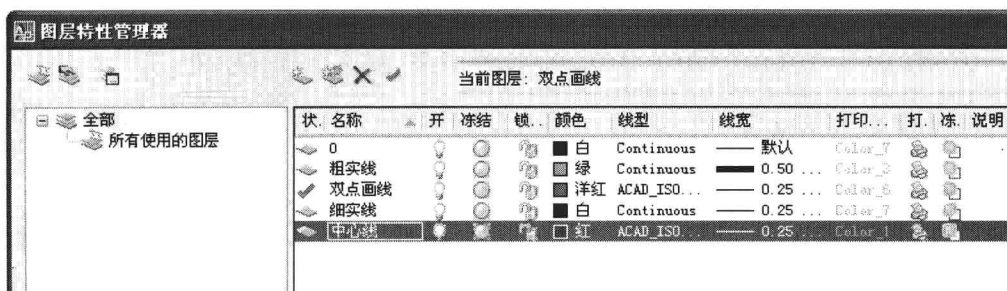


图 1-16 图层特性设置

3. 绘制图形的基准线。

将中心线层置为当前层。参考图 1-3 所示,绘制如图 1-17(a)所示的基准线。

4. 绘制已知线段。

(1) 将双点画线层置为当前层,绘制如图 1-17(b)所示正六边形的外接圆;将粗实线层置为当前层,绘制如图 1-17(b)所示正六边形、圆;使用偏移命令或直线命令绘制如图 1-17(b)所示直线。

(2) 利用修剪命令,将多余线段修剪掉,结果如图 1-17(c)所示。

5. 绘制中间线段 R20。

执行画圆命令,选择其中的“相切、相切、半径(T)”方式绘制 R20 的圆,如图 1-17(d)所示,然后修剪多余线段,结果如图 1-17(e)所示。

6. 绘制连接线段 R16、R8。

执行画圆命令,选择其中的“相切、相切、半径(T)”方式绘制 R16、R8 的圆如图 1-17(f)所示,执行修剪命令,修剪多余的线段,完成全图如图 1-17(g)所示。

